

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA DE QUIMICA INDUSTRIAL**



**“ ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ”**

**Proyecto de grado
Para obtener el Título de Licenciado en Química Industrial**

**Presentado por:
Raúl Gustavo Mamani Quispe**

**Bajo la dirección de la Doctora
N. Lourdes Vino Nina**

**LA PAZ - BOLIVIA
2019**

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado se lo dedico principalmente con un inmenso amor a Dios, por darme la fortaleza, esas ganas de vivir y constancia para poder alcanzar este sueño tan anhelado en mi vida profesional “para el que cree todo le es posible”.

Con un inmenso amor a mi familia, por sobre todo a mis padres “Mario y Fabiana” por el esfuerzo y apoyo incondicional, por su sacrificio diario en cada instante de mi vida, aliento cuando estaba en momentos difíciles y tristes. Doy gracias a Dios por ponerlos en mi camino los quiero mucho.

A mis hermanos Jenny, Gonzalo y Alejandro cuando más los necesitabas brindándome su ayuda y apoyo incondicional.

A mi Tutora por su gran apoyo que me brindo, sus consejos y esas ganas de salir adelante sin importar los obstáculos y estar ahí en todo momento y a todas las personas que me apoyaron y me dan su apoyo, aliento cuando más lo necesitaba.

Raúl Gustavo Mamani Quispe

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a la fortaleza de mi vida que es Cristo es por eso que vivo y existo sin él no sería nada, tu sabes todo lo que me costó sobrellevar mis luchas y angustias, porque tú me has dado fuerzas de poder continuar.

A mi familia un especial agradecimiento por saber comprenderme y su paciencia cuando más lo necesitaba al realizar mi proyecto, sin su apoyo jamás podría haber concluido mis estudios. Son una bendición para mí.

A la FACULTAD DE TECNOLOGÍA por abrirme las puertas de esta casa de estudio y brindarme la oportunidad de poder estudiar para llegar a la meta.

A la carrera de QUÍMICA INDUSTRIAL por el apoyo de aprendizaje, paciencia y formación académica brindado durante toda esta gran experiencia dentro de mi querida carrera QUÍMICA INDUSTRIAL que llevo muchos recuerdos guardados en el corazón.

A mi tutora Dra. N. Lourdes Vino Nina por impulsarme en todo momento y su gran apoyo incondicional. Agradezco por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, paciencia, experiencia, motivación y sus consejos pude acabar con el proyecto de grado.

A mis distinguidos miembros del tribunal Ing. Sandro Poppe Montero y Ing. Luis Cuevas Maldonado por sus sugerencias y aportes al estudio realizado para la corrección de mi proyecto.

A CETIP “Centro de Tecnología e Innovación Productiva “de PROBOLIVIA por darme la oportunidad de poder trabajar en el desarrollo del proyecto, mis mayores agradecimientos.

A la facultad de Bioquímica y Farmacia quien me abrió las puertas de su laboratorio, sin ello no hubiese sido posible las determinaciones y resultados de este trabajo.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboraron en el desarrollo del proceso de proyecto de grado.

RESUMEN

El proyecto de grado denominado “Estudio para el tratamiento de agua residual en la planta CIP Textil del Alto de La Paz” es una propuesta frente a las necesidades y problemáticas que identifica el CIP Textil de Pro Bolivia acordado en la **primera jornada a la inversa de Química Industrial** de la Facultad de Tecnología de la carrera de Química Industrial.

El presente proyecto plantea en reducir y prevenir los impactos que generan la actividad textil al medio ambiente en función a la normativa del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero “RASIM”. Para ello se emplea la caracterización de los contaminantes que contienen las descargas del efluente textil de análisis: organoléptico, físico químico y Químico, identificando una tecnología adecuada para el tratamiento bajo los tres métodos a través de un seguimiento de sus factores operativos y sus variables de respuesta, para la obtención de la viabilidad e implementación del modelo de tratamiento seleccionado, contribuyendo a la factibilidad técnica del método seleccionado y al cumplimiento a la norma del ente regulador. Por último, como parte de investigación realizada se ase el uso de enzimas como alternativa y fuente de tratamiento en aguas textiles.

ABSTRACT

The degree project called "Study for the treatment of residual water in the CIP Textile plant of the Alto of La Paz" is a proposal in response to the needs and problems identified by the CIP Textile de Pro Bolivia agreed on the first day in reverse Industrial Chemistry of the Faculty of Technology of the Industrial Chemistry career.

The present project proposes to reduce and prevent the impacts generated by the textile activity on the environment in accordance with the regulations of the Environmental Regulation for the Industrial Manufacturing Sector "RASIM". For this purpose, the characterization of the pollutants contained in the discharges of textile analysis effluent is used: organoleptic, physical-chemical and chemical, identifying an adequate technology for the treatment under the three methods through a follow-up of its operative factors and its variables of response, to obtain the feasibility and implementation of the selected treatment model, contributing to the technical feasibility of the selected method and compliance with the regulator's regulation. Finally, as part of the research carried out, the use of enzymes is an alternative and source of treatment in textile waters.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.2.1 Antecedentes de la Empresa.....	2
1.2.2 Ubicación de la planta.....	3
1.3 SITUACION DE LAS TEXTILERAS A NIVEL MUNDIAL	3
1.3.1 Principales exportadores comerciales a nivel socios en la industria textil.....	5
1.4 SITUACIÓN DE LAS TEXTILERAS A NIVEL NACIONAL	6
1.4.1 Situación de la industria textil en Bolivia	7
1.4.2 Mercado de destino para las exportaciones bolivianas del sector textil.....	8
1.4.3 Mercado de destino para las exportaciones de confecciones textiles, según departamento.....	8
1.4.4 Empresas del sector textil en Bolivia.....	9
1.4.5 Descargas de efluentes de la industria textil	10
1.5 SITUACIÓN DEL CIP TEXTIL	11
1.5.1 Servicio que brinda el CIP Textil.....	12
1.5.2 Volumen de utilización del agua.....	13
1.6 FORMULACION DEL PROBLEMA	14
1.6.1 Árbol de problema.....	16
1.7 OBJETIVOS	17
1.7.1 Objetivo general	17
1.7.2 Objetivos específicos	17
1.8 JUSTIFICACIÓN	17
CAPITULO II	18
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA REFERENCIAL	18
2.1 CONCEPTOS GENERALES	18
2.1.1 Aguas residuales.....	18
2.1.2 Agua residual industrial	18
2.1.3 Efluentes textiles	19
2.1.4 Características de las aguas residuales textiles	20
2.2 PROCESOS TEXTILES	21
2.2.1 Diagrama de un proceso textil.....	21
2.3 COLORANTES	22

2.3.1 Colorante	22
2.3.2 Clasificación de los colorantes según el tipo de fibras	22
2.4 OTROS INSUMOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL	24
2.4.1 Productos químicos	24
2.4.2 Productos auxiliares	25
2.5 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES.....	27
2.6 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EFLUENTES TEXTILES.	28
2.7 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA EL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO "RASIM".....	30
2.8 CARACTERISTICAS QUÍMICAS SEGÚN NORMA - PARÁMETROS	30
2.8.1 Demanda química de oxígeno (DQO).....	30
2.8.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	31
2.8.2.1 Cinética del proceso	31
2.8.3 Tensoactivos.....	32
2.8.4 Aceites y grasas	33
2.8.5 Nitrógeno amoniacal	33
2.8.6 Fósforo	34
2.8.7 Cromo hexavalente.....	34
2.8.8 Potencial de hidrógeno (pH)	35
2.9 ANALISIS BACTERIOLOGICO	35
2.9.1 Grupo de coliformes.....	36
2.10 CARACTERISTICAS FISICAS SEGÚN NORMA – PARÁMETROS	36
2.11 MECANISMOS PARA LA REMOCIÓN DE COLORANTES	38
2.12 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.....	38
2.12.1 Tratamiento químico.	38
2.12.2 Tratamiento físico.	40
2.12.3 Tratamiento biológico	40
2.12.4 Procesos biológicos	42
CAPITULO III.....	43
PARTE EXPERIMENTAL	43
3.1 Caracterización del efluente industrial textil y métodos para la determinación de contaminantes.	43
3.1.1 La planta y su abastecimiento de agua	43
3.1.2 Metodología del Proyecto	44
3.1.3 Monitoreo de descarga de aguas textiles.....	44

3.1.3.1 Medición del caudal	45
3.1.4 Tratamiento de la muestra	46
3.1.5 Planificación y ubicación de los puntos de muestreo.....	46
3.1.6 Metodología de recolección de muestras	47
3.1.7 Conservación y almacenamiento de muestras.....	48
3.1.8 Muestreo de agua residual - antes del tratamiento	48
3.1.9 Determinación de las propiedades físico-químicas de los Efluentes residuales	50
3.1.9.1 Propiedades organolépticas	50
3.2.0 Análisis físico- químico de la muestra-antes del tratamiento	51
3.2.0.1 Parámetro - conductividad, salinidad y solidos totales disueltos	51
3.2.0.2 Parámetro - Turbiedad.....	52
3.2.0.3 Parámetro – Densidad	53
3.2.0.4 Parámetro - pH	53
3.3.1 Análisis químico de la muestra antes del tratamiento	53
3.3.1.1 Parámetro – Determinación de Cromo Hexavalente.....	53
3.3.1.2 Parámetro – Determinación de Fósforo total	55
3.3.1.3 Parámetro – Determinación de Detergentes.....	56
3.3.1.4 Parámetro – Determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	57
3.3.1.5 Parámetro – Determinación de Nitrógeno Amoniacal	59
3.3.1.6 Parámetro – análisis microbiológico	61
3.4.1 Identificación y evaluación de la tecnología adecuada de tratamiento	62
3.4.1.1 Método experimental tratamiento químico	62
3.4.1.1.1 Descripción del proceso	63
3.4.1.1.2 Aplicación del método a nivel laboratorio-1	64
3.4.1.2 Método experimental tratamiento físico	66
3.4.1.2.1 Determinación de la masa de adsorción (C.A.G).....	66
3.4.1.2.2 Determinación del rendimiento en volumen a tratar	67
3.4.1.2.4 Aplicación del método a nivel Laboratorio-2	68
3.4.1.2.5 Selección del material adsorbente	70
3.4.1.2.6 Especificaciones técnicas del carbón activado granular (CAG)	71
3.4.1.3 Método experimental tratamiento biológico	73
3.4.1.3.1 biorremediación de aguas residuales textiles empleando la cepa HLP	75
3.4.1.4 Aplicación del método a nivel laboratorio-3.....	76
3.5 Análisis de la viabilidad de implementación	77

3.5.1 Valoración de las tecnologías de tratamiento.....	78
3.5.2 Impacto ambiental del proyecto	78
3.5.3 Costos del Diseño tentativo a implementar.....	78
CAPITULO IV.....	80
RESULTADOS Y ANÁLISIS	80
4.1 Caracterización de la descarga de medición del caudal	80
4.1.2 Volumen de descarga de Agua proveniente de teñido	82
4.1.3 Toma de muestras de agua “cámara” y agua residual.....	83
4.1.3.1 Caracterización de las propiedades de cargas contaminantes de las aguas textiles	85
4.1.3.1.1 Propiedades Organolépticas.....	85
4.1.3.1.2 Propiedades Físico químicas	86
4.1.3.1.3 Propiedades químicas de las aguas residuales	88
4.2 Identificación de la tecnología de tratamiento del agua residual textil	99
4.2.1 Primera alternativa - proceso de tratamiento Químico (Método 1)	99
4.2.2 Segunda alternativa - proceso de tratamiento físico (Método 2)	104
4.2.3 Tercera alternativa - proceso de tratamiento biológico (Método 3).....	110
4.3 Evaluación de los resultados considerados en el marco del RASIM (Anexo 13-B) - Rubro industrial de productos Textiles	114
4.3.1 Evaluación de balance masas adsorbidas de las alternativas de tratamiento	118
4.3.2 Balance de materia de los tratamientos seleccionados para su aplicación.....	121
4.4 Viabilidad de implementación del modelo de tratamiento seleccionado	126
4.4.1 Aplicación de la segunda y tercera alternativa.....	126
4.4.2 Diagrama de flujo de las fases del sistema de tratamiento Biológico y físico	126
4.4.3 Descripción de las fases de funcionamiento del sistema de tratamiento	128
4.4.3.1 Descripción del proceso y diseño tentativo de tratamiento final	130
4.4.4 Requerimiento y evaluación de los costos	134
4.4.4.1 Requerimientos de equipamiento.....	134
4.4.4.2 Requerimiento de insumos.....	135
4.4.4.3 Requerimiento de servicios	135
4.4.4.4 Costo total	137
4.4.4.5 Costo de producto para 1 litro de agua tratada.....	138
4.4.4.6 Beneficios directos	138
4.4.4.7 Beneficios indirectos.....	139

CAPITULO V 140

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 140

 5.1 Conclusiones 140

 5.2 Recomendaciones..... 142

Bibliografía 143

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de colorantes para el tipo de fibra.....	22
Tabla 2 Descripción de los tipos de colorantes más utilizados.....	23
Tabla 3 Clasificación de productos auxiliares	26
Tabla 4 Requerimientos nutricionales de los microorganismos	36
Tabla 5 Clasificación de los parámetros	37
Tabla 6 Clasificación de los tratamientos físicos:.....	40
Tabla 7 Registro del muestreo	48
Tabla 8 Distribución de medios múltiples adsorbentes	68
Tabla 9 Propiedades de calidad del carbón activado Granulado (CAG)	72
Tabla 10 Valores de medición de Caudal, planta CIP Textil.....	82
Tabla 11 Muestreo para análisis - Agua de cámara para teñido – Anexo 1.....	84
Tabla 12 Muestreo para análisis - valores CIP textil	84
Tabla 13 Recepción de datos de las descargas de aguas textiles	85
Tabla 14 Análisis Organoléptico de la cámara para teñido y descargas de agua residual	86
Tabla 15 Análisis físico – químico de la cámara para teñido y descargas de agua residual.....	87
Tabla 16 Curva de calibración determinación de Cr VI, con DFC.....	88
Tabla 17 Análisis de resultados, fuente de descarga agua residual textil	89
Tabla 18 Curva de calibración determinación de Fósforo total, con Solución reductora:.....	90
Tabla 19 Análisis de resultados, fuente de descarga agua residual textil	91
Tabla 20 Curva de calibración determinación de Detergentes, con Tetraborato de Sodio:.....	92
Tabla 21 Análisis de resultados, fuente de descarga de agua residual textil	93
Tabla 22 Valores registrados del análisis de DQO e IIS	95
Tabla 23 Tabla de valores registrados en el análisis de Nitrógeno Amoniacal (ppm)	98
Tabla 24 Determinación de la dosis adecuada del sulfato de aluminio	99
Tabla 25 Variables de operación del tratamiento químico	101
Tabla 26 Resultados de las muestras de agua residual 1 y 2	102
Tabla 27 Valores del análisis físico químico del agua tratada 1 y 2, después de 24 Horas.....	102
Tabla 28 Valores del análisis Químico del agua tratada 1 y 2, después de 24 Horas.....	103
Tabla 29 Valores de referencia del análisis del tratamiento físico	106
Tabla 30 Tabla de resultados, de acuerdo al tratamiento seleccionado para los 15 L.	108
Tabla 31 Resultados de DQO registrados a la salida de la torre de adsorción	108
Tabla 32 Valores del análisis físico-químico del agua tratada por la torre de adsorción	109
Tabla 33 Valores del análisis Químico del agua tratada por la torre de adsorción.....	109
Tabla 34 Datos de fosforo y nitrógeno para el tratamiento con cepas HLP	110
Tabla 35 Datos registrados de las pruebas experimentales de la cepa HLP	111
Tabla 36 Valores del análisis físico-químico, agua tratada por biorremediación.....	113
Tabla 37 Valores del análisis Químico, agua tratada por biorremediación	113
Tabla 38 Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B	115
Tabla 39 Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B	116
Tabla 40 Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B	117
Tabla 41 Balance de materia tratamiento químico “Agua residual 1 y 2”.....	119
Tabla 42 Tabla Balance de materia tratamiento físico y biológico	120
Tabla 43 Clasificación de las ventajas y desventajas del tratamiento	133

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación de la Planta CETIP Textil, Tmax = 21.4 °C; Tmin= -8.7°C.....	3
Figura 2 Exportaciones comerciales de productos textiles (IEES-2016).....	6
Figura 3 Importaciones comerciales de productos textiles (IEES-2016).....	6
Figura 4 Proceso productivo del sector Textil en Bolivia (Bernabé A.N. 2009).....	7
Figura 5 Exportaciones de conf. textiles según país de destino, primer trimestre del 2016.....	8
Figura 6 Exportaciones de conf. textiles según departamento, primer trimestre del 2016.....	9
Figura 7 Vista lateral izquierdo de la planta CIP Textil del Alto de La Paz.....	11
Figura 8 Logos de la planta CETIP Textil y Pro Bolivia.....	12
Figura 9 Izquierda: Maquina teñidora de madejas de 10Kg, Derecha superior: Horno de secado, Derecha Inferior: Maquina enconadora de madejas	13
Figura 10 Registros de volumen de ingreso de agua meses (2017 a 2018) planta CETIP Textil Textiltexil.....	14
Figura 11 Planteamiento de la necesidad del CETIP Textil	15
Figura 12 Esquema de las causas y efectos de los problemas identificados.....	16
Figura 13 Esquematación del proceso textil	21
Figura 14 Productos auxiliares con cargas.....	25
Figura 15 Principales contaminantes involucrados en algunos procesos de la industria textil ...	28
Figura 16 Ejemplos estructurales de colorantes textiles	29
Figura 17 Vista general de la cámara de acopio de agua potable, para el proceso de teñido.	43
Figura 18 Metodología del proyecto para el tratamiento de aguas residuales	44
Figura 19 Vista frontal de la descarga textil, cálculo de caudal	45
Figura 20 Punto de muestreo 1, salida de la cámara de descarga –.....	47
Figura 21 Toma de muestra del agua de tanque, destinado para el proceso de teñido.	48
Figura 22 Preparación de la mezcla compuesta (teñido, fijado, suavizado), para la toma de muestra	49
Figura 23 Envases utilizados para la muestra de agua residual textil.....	49
Figura 24 Cámaras de salida y acopio de los residuos del teñido.....	49
Figura 25 Conducto de salida que desecha el agua residual, proveniente de la autoclave de teñido de madejas.....	50
Figura 26 Gama de colores Pantone “guide colors”	50
Figura 27 Cabina de luz de laboratorio, para la verificación de color	51
Figura 28 Colorantes tratados para análisis físico químico: determinación de la conductividad. 52	52
Figura 29 Preparación de las muestras para su posterior lectura	52
Figura 30 Determinación de densidad de la muestra	53
Figura 31 Vista general del Espectrofotómetro UV Visible, lectura para la curva de calibración54	54
Figura 32 Determinación espectrofotométrica del fósforo	55
Figura 33 Preparación de las muestras y eliminación de la fase Acuosa.....	56
Figura 34 Determinación de la concentración de detergente “fase Orgánica”	57

Figura 35 Vista frontal sistema de reflujo abierto	58
Figura 36 Titulación de DQO	58
Figura 37 Proceso de destilación de la muestra	60
Figura 38 Vista frontal valoración de la muestra con H ₂ SO ₄ 0,0191 (N)	60
Figura 39 Flujo grama del análisis microbiológico Coliformes Totales.....	62
Figura 40 Vista frontal de la adición del coagulante	63
Figura 41 Vista frontal, formación del floculo "agua clarificada"	64
Figura 42 Lecturas de la turbiedad.....	64
Figura 43 Vista frontal, medidas del sistema de tratamiento.....	65
Figura 44 Adición del floculante y agitación a 250rpm	65
Figura 45 Vista frontal, efluentes tratados con sulfato de aluminio	65
Figura 46 Vista frontal, comparación de agua tratada	66
Figura 47 Vista general evaluación de una masa adecuada.....	66
Figura 48 Prueba, selección de la muestra adecuada	67
Figura 49 Determinación del volumen adecuado para el tratamiento	67
Figura 50 Selección de la muestra eficiente para tratamiento	68
Figura 51 Vista frontal, especificaciones técnicas del sistema de tratamiento	69
Figura 52 Clasificación del material adsorbente.....	70
Figura 53 Etapas de tratamiento físico, efluente residual textil clarificado.....	71
Figura 54 Muestra tratada por la torre de adsorción	71
Figura 55 Tabla de conversión de número de malla (U.S Estándar sieve) a milímetros y pulgadas	73
Figura 56 Preparado de muestras a ser tratado biológicamente.....	74
Figura 57 Agua tratada por Hongos de biorremediación.....	75
Figura 58 Biorremediación al cabo de 30 días, prueba (a)	76
Figura 59 Biorremediación al cabo de 30 días, prueba (b)	77
Figura 60 Volumen de salida del agua residual, del año 2018 meses enero, febrero, marzo y abril	83
Figura 61 Curva de calibración, determinación de cromo hexavalente.....	89
Figura 62 Curva de calibración, determinación de fosforo total	91
Figura 63 Curva de calibración, determinación de detergentes	93
Figura 64 Comportamiento de DQO de los meses de febrero, marzo y abril.....	96
Figura 65 Representación de dosis óptima con Sulfato de aluminio	100
Figura 66 Comparación de la turbidez, determinación de masa C.A.G.	105
Figura 67 Comparación de la turbidez, determinación de volumen adecuado	105
Figura 68 Cinética de remoción biológica, mezcla de tres procesos textiles.....	112
Figura 69 Espectro de absorción UV/VIS tratamiento biológico a través el tiempo (29 Días)..	112
Figura 70 Comparación de parámetros del proceso de teñido “agua residual 1”, norma RASIM A-13B.....	114

Figura 71 Comparación del parámetro del proceso de teñido “agua residual 2”, norma RASIM A-13B.....	115
Figura 72 Comparación de los parámetros del proceso de teñido (mezcla compuesta), norma RASIM A-13B.....	116
Figura 73 Comparación de los parámetros del proceso de teñido (mezcla compuesta), norma RASIM A-13B.....	117
Figura 74 Vista lateral del proceso de tratamiento biológico y físico.....	132
Figura 75 Vista frontal del proceso de tratamiento biológico y físico.....	132

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 DATOS DEL MUESTREO - AGUA DE ACOPIO PARA TEÑIDO.....	146
Anexo 2 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 1.....	147
Anexo 3 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 1 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	148
Anexo 4 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 2 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	149
Anexo 5 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 2 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	150
Anexo 6 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS QUIMICO TEÑIDO 3 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	151
Anexo 7 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 3 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	152
Anexo 8 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 3 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	153
Anexo 9 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 4 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	154
Anexo 10 DATOS DE MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 4 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	155
Anexo 11 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 5 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	156
Anexo 12 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 5 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	157
Anexo 13 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 6 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	158
Anexo 14 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 6 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	159
Anexo 15 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 7 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	160
Anexo 16 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUÍMICO TEÑIDO 7 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	161
Anexo 17 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 8 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	162
Anexo 18 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 8 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	163

Anexo 19 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO TEÑIDO 8 (ANTES DEL TRATAMIENTO)	164
Anexo 20 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 9 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	165
Anexo 21 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 9 (ANTES DEL TRATAMIENTO)	166
Anexo 22 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUIMICO TEÑIDO 10 (ANTES DEL TRATAMIENTO)	167
Anexo 23 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 10 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	168
Anexo 24 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 10 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	169
Anexo 25 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 11 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	170
Anexo 26 DATOS DEL MEUSTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 11 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	171
Anexo 27 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 12 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	172
Anexo 28 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 12 (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	173
Anexo 29 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE TEÑIDO (ANTES DEL TRATAMIENTO)	174
Anexo 30 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE TEÑIDO (ANTES DEL TRATAMIENTO)	175
Anexo 31 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO)	176
Anexo 32 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO)	177
Anexo 33 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	179
Anexo 34 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUIMICO DE LAS MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	180
Anexo 35 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO)	182
Anexo 36 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (ANTES DEL TRATAMIENTO)	183
Anexo 37 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (ANTES DEL TRATAMIENTO)	184
Anexo 38 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUÍMICO (MEZCLA COMPUESTA-ANTES DEL TRATAMIENTO).....	185
Anexo 39 RESULTADO DE ANÁLISIS FISICO QUIMICO DE TEÑIDO (MEZCLA COMPUESTA – ANTES DEL TRATAMIENTO)	186
Anexo 40 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUIMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)	187
Anexo 41 RESULTADO DE ANÁLISIS QUIMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)	188

Anexo 42 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	189
Anexo 43 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO).....	190
Anexo 44 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)	191
Anexo 45 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)	192
Anexo 46 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS (ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – DESPUES DEL TRATAMIENTO)	193
Anexo 47 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB. A LOS 2 DIAS ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)	194
Anexo 48 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO).....	195
Anexo 49 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)	196
Anexo 50 TRATAMIENTO FÍSICO: TORRE DE ADSORCIÓN ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO).....	198
Anexo 51 TRATAMIENTO BIOLÓGICO A LOS 30 DIAS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO).....	201
Anexo 52 TRATAMIENTO BIOLÓGICO A LOS 30 DIAS ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO).....	202
Anexo 53 Tabla TRATAMIENTO QUÍMICO	204
Anexo 54 Tabla TRATAMIENTO FÍSICO	206
Anexo 55 Tabla TRATAMIENTO BIOLÓGICO	208
Anexo 56 ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN CON ENZIMAS LIGNINOLÍTICAS	210
Anexo 57 CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO	214
Anexo 58 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS DE AGUA.....	215
Anexo 59 PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL AUTOMONITOREO	217
Anexo 60 LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LÍQUIDAS	219
Anexo 61 SANCIONES AL NO CUMPLIMIENTO DE LA LEY MEDIO AMBIENTE LEY 1333.....	220

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION

La industria textil se caracteriza por ser una de las actividades más contaminantes debido a la descarga de los residuos líquidos. Los principales impactos ambientales relacionados con esta industria textil tienen que ver con las aguas residuales que se generan en la carga química que las mismas contienen. Se suman otros problemas importantes, como el consumo de agua y energía, los malos olores, residuos sólidos y los ruidos ocasionados por el mismo. Razón por la que se han emprendido acciones para prevenir, mitigar la contaminación descrita en la industria de procesos húmedos textiles.

En virtud de lo señalado, en el departamento de La Paz, propiamente en la ciudad del Alto, se cuenta con la planta **CIP “Centro de Innovación Productiva” Textil**; mismo pertenece a **PRO BOLIVIA**. En sus espacios realizan el proceso textil especialmente sobre fibras naturales. Producto de esta actividad se generan residuos, que suman por su composición a la contaminación de efluentes.

La dirección y el personal identifican este problema y demandan la propuesta y puesta en marcha de la solución en mutua cooperación entre el CIP Textil Pro Bolivia y la carrera de Química Industrial - Facultad de Tecnología UMSA, Acordado en la **primera jornada a la inversa de Química Industrial**, realizado en septiembre del 2017. Tras una serie de entrevistas y visita a la planta se coordina la ejecución del proyecto de Grado que plantea el "Estudio para el tratamiento de agua residual en la planta CIP Textil del Alto de La Paz".

El presente proyecto propone reducir o prevenir los impactos de la actividad textil al medio ambiente, bajo la normativa del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero "

RASIM" proveniente de la ley N° 1333 del Medio Ambiente. Empleando la caracterización de los contaminantes, selección e identificación de la tecnología adecuada bajo los tres métodos estudiados, los factores operativos y la viabilidad de implementación del modelo tentativo de tratamiento seleccionado en la planta.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Antecedentes de la Empresa

El Centro de Innovación Productiva (CIP) Textil, es un centro especializado para los principales servicios de análisis, investigación, desarrollo, innovación, prestación de servicios técnicos especializados y certificación de fibra de teñido de hilos de camélidos de diferentes títulos, para el desarrollo de la productividad, en el marco de las políticas de desarrollo productivo. Dirigido a las unidades productivas de transformación en los complejos productivos del área textil.

Desde el año 2012, PRO – BOLIVIA, es la entidad desconcentrada dependiente del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, impulsa la conformación de una Red Nacional de Centros de Innovación Productiva (CIP) en toda Bolivia, especialmente dirigido a los complejos productivos integrales y relacionados con la innovación y transferencia tecnológica para las micro y pequeñas unidades productivas.

Los Centros de Tecnología e Innovación Productiva están concebidos como instrumentos de fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico con las siguientes características:

- Participación de PRO BOLIVIA, una Universidad Pública y un ente autónomo descentralizado.
- Prestación de servicios productivos, investigación y capacitación especializada.
- Acreditación en el marco de la Red Nacional del CIP.

La Red Nacional del CIP está conformada por un Consejo Nacional de Innovación Productiva enlazado con cada uno de los Consejos Consultivos de CIP a nivel nacional y cuenta con alianzas internacionales para el intercambio de conocimiento con otros Centros de Innovación.

Actualmente la planta cuenta con una serie de operaciones de procesos húmedos textiles, que van equipadas con tecnologías y van ampliando sus servicios hacia las unidades productivas que requieran el servicio. Cuenta con cursos de capacitación a comunarios de diferentes sectores de las provincias de La Paz, con infraestructura, instalaciones y tecnología de primer nivel.

1.2.2 Ubicación de la planta

La Planta “CIP Textil”, se encuentra ubicada en la Av. Hernani Final esquina Mattos Zona Villa Tunari – FAB, Teléfono: 591 71554223 (Figura 1)



Figura 1 Ubicación de la Planta CIP Textil del Alto de La Paz

Fuente: Foto google heart pro

1.3 SITUACION DE LAS TEXTILERAS A NIVEL MUNDIAL

El sector textil a nivel mundial es uno de los grandes contribuyentes al deterioro del entorno. Los principales impactos ambientales relacionados con esta industria tienen que ver con las aguas

residuales que genera y en la carga química que las mismas contienen. Otros problemas importantes son el consumo de agua y energía, los malos olores, los residuos sólidos y líquidos.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos negativos, en los últimos años se vienen desarrollando alternativas a las formas de producción convencionales para poder lograr productos textiles menos contaminantes. Los expertos en medio ambiente, instan a las grandes compañías textiles que dejen de utilizar en sus teñidos y prendas elementos químicos contaminantes que puedan tener efectos perjudiciales para la salud de la humanidad y de todo el planeta.

El sector ambiental enumera las once sustancias químicas prioritarias a eliminar de la industria textil antes del 2020. Los alquilfenoles, por ser persistentes, bioacumulables y tóxicos (PBT) en los tejidos corporales. Los ftalatos, calificados como muy dañinos para la reproducción en mamíferos. Retardantes de llama bromados y clorados, catalogados como “sustancias peligrosas prioritarias” según la legislación comunitaria. Colorantes azoicos prohibidos por la Unión Europea por liberar sustancias químicas, los compuestos orgánicos de estaño, por persistir en el medio ambiente y posible afectación a los sistemas inmunológicos y reproductivos. Los perfluorocarburos (PFCs), por persistir también en el medio ambiente y acumularse en el tejido corporal a través de la cadena trófica (pudiendo causar daños en el hígado); los cloro bencenos, relacionados con afecciones al hígado, tiroides y sistema nervioso central; disolventes clorados, por considerarse sustancias que agotan la capa de ozono y que pueden persistir en el medio ambiente; los cloro fenoles, altamente tóxicos para los seres humanos y que pueden afectar a muchos órganos; y las parafinas cloradas de cadena corta (PCCC), altamente tóxicos para los organismos acuáticos, no se degradan fácilmente en el medio ambiente y tienen un alto potencial para acumularse en organismos vivos. Varias empresas textiles se han sumado a esta iniciativa y se comprometen a eliminar estas

sustancias en sus respectivas cadenas de suministro. Es el caso de las Españolas Inditex y Mango, y otras marcas internacionales como Esprit, Levis y Benetton.

Entre las empresas textiles reconocidas a nivel mundial mencionaremos 20 de ellas, Estados Unidos cuenta con Nike, TJX Cos, Adidas, Vans, L. Brands (Victorias Secret), Ross Stores, Gap, Nordstrom, PVH (Tommy Hilfiger) y FootLocker, en España Inditex, Corea del Sur Cheil Industries, Suecia H&M, Francia Kering y Hermes International, Suiza SwatchGroup, Japón FastRetailing y Hong Kong Chow Tail Fook Jewellery. (Forbes, 2018, p.2)

1.3.1 Principales exportadores comerciales a nivel socios en la industria textil

En cuanto a las exportaciones de productos textiles, los principales socios comerciales concentran el 73% del valor exportado durante el 2015. Los principales países de destino son Ecuador, con una participación del 18%, le sigue Chile (13%), Colombia (10%), Bolivia (9%) y Brasil (8%).

Con respecto a las importaciones, el 37% provienen de China, el 22% de Estados Unidos, el 21% de India. En menor medida participan Brasil (2%), Indonesia (2%) y Colombia (2%), entre otros.

En la última década, el valor promedio de las importaciones de productos textiles ha sido U\$\$ 944,8 millones y ha presentado un desempeño creciente. Así mientras en el 2006 las importaciones alcanzaban los U\$\$ 455,2 millones, durante el 2015 alcanzaron los U\$\$ 1 153,9 millones. En el 2015, las importaciones de productos textiles decrecieron en 7,5% con respecto al año previo, explicado por el menor valor importado de las fibras sintéticas. Los datos de las estadísticas están reflejados en la figura 2, 3. (Reporte sectorial, 2016, p. 10)

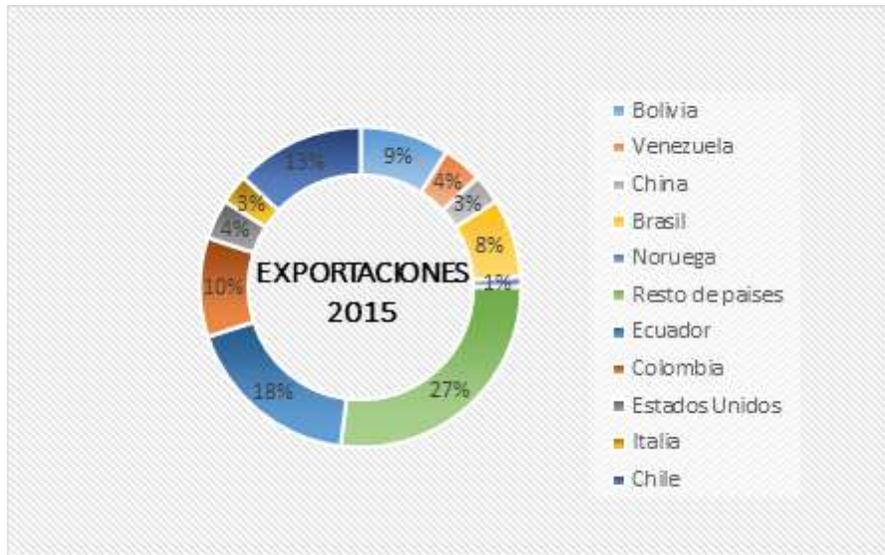


Figura 2 Exportaciones comerciales de productos textiles (IEES-2016)

Fuente: Instituto de estudios económicos y sociales



Figura 3 Importaciones comerciales de productos textiles (IEES-2016)

Fuente: Instituto de estudios económicos y sociales IEES

1.4 SITUACIÓN DE LAS TEXTILERAS A NIVEL NACIONAL

Los textiles en Bolivia son una manifestación y una muestra clara y tangible de la historia de cada cultura. Los textiles están fabricados con los materiales característicos de cada región y cada lugar, las fibras, la forma de los hilados, las tecnologías empleadas para hilar, los tejidos

producidos, los colorantes empleados para el teñido, las técnicas de teñido, la importancia y el lenguaje de los colores.

En Bolivia, el proceso de la industrialización fue tardío, recién a finales de los años veinte del siglo XX se instala la industria textil en el occidente del país. Estas industrias aprovechan en parte la producción nacional de lana (Soligno y Formo) y el algodón (Said y Albus).

1.4.1 Situación de la industria textil en Bolivia

Para comprender la situación de la industria textil en Bolivia es necesario considerar las materias primas empleadas, los procesos a los que son sometidos y los productos finales obtenidos, para este análisis se establece el siguiente diagrama:

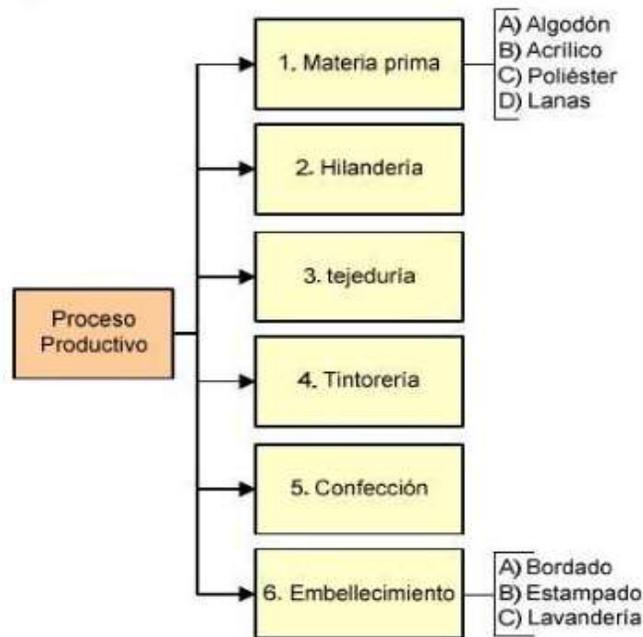


Figura 4 Proceso productivo del sector Textil en Bolivia (Bernabé A.N. 2009)

Con este análisis se puede establecer la capacidad de producción de hilados y de tejidos que existe actualmente en la industria textil dentro del País.

La producción del sector textil y las confecciones representan el 1,3% del PIB de Bolivia. Tienen una gran importancia, al interior de este, los productos derivados de los camélidos (llamas

y alpacas), sobre todo las fibras. La actividad se concentra en su mayoría, en los departamentos de La Paz y Oruro, y emplea cerca de 70.000 personas de forma directa e indirecta. El sector está formado por 235 empresas, de las cuales el 54% pertenece al rubro de las confecciones o prendas de vestir. Dentro del sector textil el de mayor importancia es el algodón, que concentra el 83% de las exportaciones. (Bernabe, 2009)

1.4.2 Mercado de destino para las exportaciones bolivianas del sector textil

Bolivia en el marco de las exportaciones de confecciones textiles, según el país de destino, para el primer trimestre de marzo del 2016, las exportaciones de confecciones textiles tuvieron como principales países de destino a Argentina con 238 mil dólares, Chile con 224 mil dólares, Dinamarca con 223 mil dólares, Perú 182 mil y Estados Unidos con 155 mil dólares. Se exporto a un total de 24 países, principalmente en Sudamérica en los últimos años Chile, Perú y Argentina (figura 5).

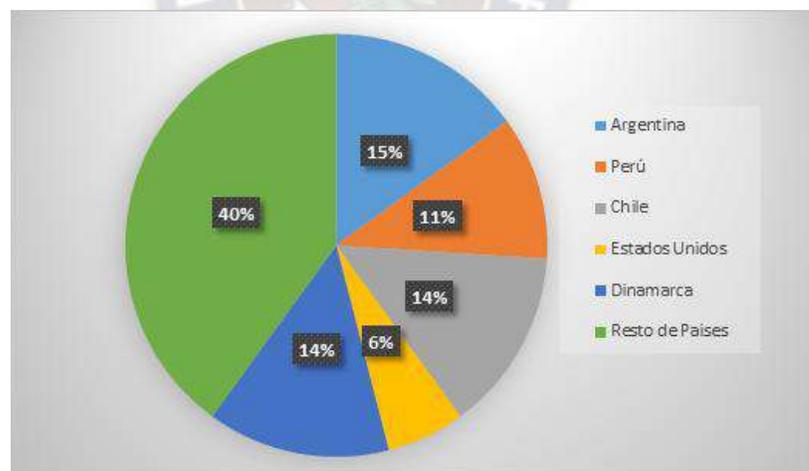


Figura 5 Exportaciones de conf. textiles según país de destino, primer trimestre del 2016

Fuente: (INE, IBCE, 2006, p.511)

1.4.3 Mercado de destino para las exportaciones de confecciones textiles, según departamento

Bolivia actualmente se encuentra realizando exportaciones, registrando a cuatro departamentos entre ellos La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija. Durante el periodo de enero-marzo del 2016,

el 94% de las ventas externas de confecciones textiles las realizó el departamento de La Paz con 1.5 millones de dólares, muy lejos le siguieron Cochabamba (60 mil dólares), Santa Cruz (39 mil dólares) y Tarija (2 mil) (figura 6).

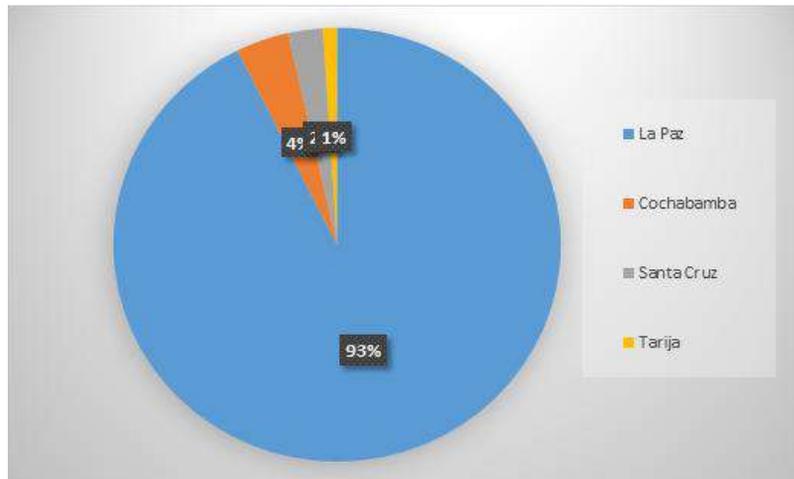


Figura 6 Exportaciones de conf. textiles según departamento, primer trimestre del 2016

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE/IBCE

Actualmente el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), evalúa el mercado textil en Bolivia, los riesgos y proyecciones que enfrenta actualmente.

La producción textil en Bolivia ha tenido una pérdida de posición comercial desde el 2010, año en el que se exportó 2.783 toneladas de confecciones textiles que alcanzaron un valor en ventas por más de 57 millones de dólares, a junio del 2017 y a la fecha se han reducido.

1.4.4 Empresas del sector textil en Bolivia

En Bolivia se tiene un gran número de empresas del rubro textil, en diferentes categorías ya sean gran, mediana o pequeña industria. Las empresas formales pueden estar registradas en la Cámara Nacional de Comercio, Fundempresa, u otros. Pero existe un mayor número de empresas que generalmente son las pequeñas empresas o talleres informales y no se encuentran registradas en ninguna institución, lo que no permite la cuantificación de los mismos.

Según Fundempresa se tiene la base empresarial del Registro de comercio de Bolivia compuesta básicamente por tres tipos de categorías:

- Las empresas que tienen su matrícula vigente
- Las empresas que actualizan su empresa
- Las empresas que se inscriben u obtienen su matrícula por primera vez

Además, se tiene a micros, pequeñas y medianas empresas que también serían sus clientes potenciales.

1.4.5 Descargas de efluentes de la industria textil

Las descargas industriales textiles en Bolivia actualmente no son muy controladas, y son difíciles de cuantificarlas, existiendo vacíos en cuanto al tratamiento de aguas residuales de las plantas textileras.

Esta situación genera una preocupación para la población en Bolivia, por la emisión de los residuos y componentes desconocidos que generan estas industrias. Actualmente en el País las descargas industriales están reguladas por el Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM), por la cual la falta de información o la capacitación resultan importantes en el marco del reglamento en materia de contaminación hídrica, además de la ley 755 de Gestión integral de Residuos y su reglamento. Todas estas normas tienen como marco la Ley 1333 de Medio Ambiente.

El RASIM establece entre sus principales objetivos, "reducir la generación de contaminantes" de residuos sólidos y líquidos que puedan dañar el suelo y los cuerpos de aguas y el medio ambiente en general. Según esta norma, existe una serie de esfuerzos que deben acatar las industrias en cuanto a sus residuos.

1.5 SITUACIÓN DEL CIP TEXTIL

El CIP Textil de Pro Bolivia inicio sus operaciones el año 2014, dedicándose al procesamiento de la fibra natural (alpaca, llama, ovino, vicuña, oveja y guanaco). Actualmente el CIP textil brinda el servicio de teñido de la fibra natural, para las unidades productivas y servicios requeridos para la población en general. Recepcionando de esta manera las muestras de hilo de camélido según su especie o en algunos casos prendas a ser teñidas a la necesidad del productor (figura 7).



Figura 7 Vista lateral de la planta CIP Textil del Alto de La Paz

Fuente: Fotografía propia

Los productores se dedican a la confección artesanal de prendas para el uso diario, de esta manera coadyuva con la tarea el CIP Textil en el tratamiento del teñido bajo estrictos controles de calidad en base al color solicitado.

La planta estatal cuenta con un funcionamiento de 4 años impulsando el cambio de la matriz productiva en un trabajo serio, responsable ofreciendo servicios de calidad y competitividad.



Figura 8 Logos de la planta CIP Textil y Pro Bolivia

Fuente: <https://www.amarillas.com.bo/i/pro-bolivia>

1.5.1 Servicio que brinda el CIP Textil

La planta cuenta con una serie de operaciones para el teñido del mismo, a continuación, se describe el proceso.

Inicialmente se realiza la recepción de la fibra natural "hilos de camélidos" de diferentes títulos y el color solicitado, en pequeñas cantidades (10 kg/ color), para luego realizar el servicio de desarrollo de colores bajo receta según la muestra y el código Pantonne.

Realizada la selección del color, se lleva a una comparación con ayuda de compuestos químicos a una Giba de infrarrojo, para luego ser llevada a la cabina de luz de laboratorio con el tono requerido.

Se controló el pesado de la misma, dejándolas en forma de madejas para luego ser llevada a la maquina teñidora que trabaja con "vapor de aire comprimido-agua "y energía eléctrica con ayuda de un tanque dosificador, en una relación de: 1 Kg de fibra natural / 10 Kg de agua. La cantidad máxima de peso en el proceso dentro del autoclave es 10Kg, y el mínimo de 0.5 Kg. El tiempo de operación del teñido conlleva a cabo entre 3 horas y media a 4 horas. inicialmente con la descarga del teñido, descarga del fijado, descarga del enjuague y descarga del suavizado, formando así una mezcla compuesta del efluente y llegando a la cámara de desechos.

Finalizada la operación las madejas ya teñidas se las deja a la centrifugadora durante (2-3) min, para eliminar los residuos líquidos dentro de la fibra natural. Ya terminado la centrifugación es llevada a una cámara de secado durante el tiempo que sea necesario, y por último pasa a la maquina enconadora de madejas de 500g a conos de 1 Kg con especificaciones de título, color y número de lote.



Figura 9 Izquierda: Maquina teñidora de madejas de 10Kg, Derecha superior: Horno de secado, Derecha Inferior: Maquina enconadora de madejas

Fuente: Fotografía propia

1.5.2 Volumen de utilización del agua

La evaluación según registro, se realizó del mes de septiembre del año 2017 al mes de abril del año 2018, para un control de la cantidad de volumen que entra al proceso de teñido.

La planta incrementara su volumen de acuerdo a la cantidad de fibra a ser teñido, con un mínimo de 5 kilogramos de fibra y un máximo de 10 Kilogramos para la operación en la teñidora de

madejas. Otro aspecto importante que afectará será la cantidad de demanda por parte de los productores para su servicio.

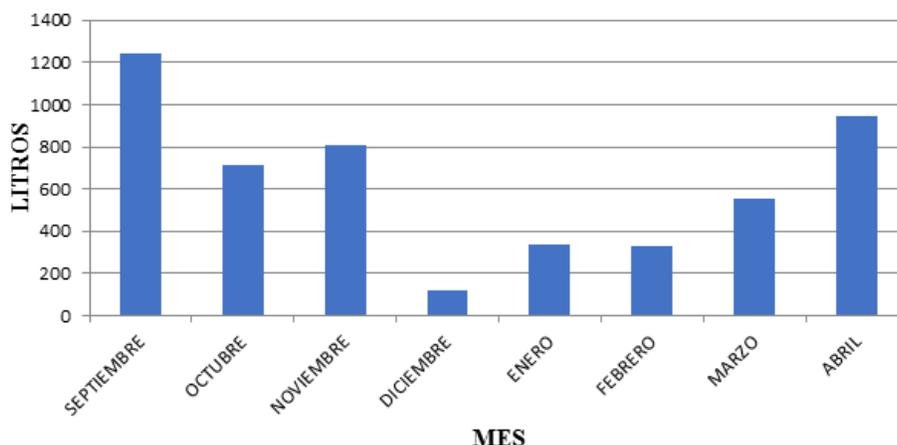


Figura 10 Registros de volumen de ingreso de agua meses (2017 a 2018) planta CIP Textil

Fuente: Elaboración propia

Esta representación figura 10, muestra los resultados obtenidos en el CIP Textil, a partir del registro de cada proceso de teñido. Datos en las cuales pueden incrementar como también disminuir en el transcurso del tiempo. Se aprecia durante los meses de septiembre, octubre y noviembre que los volúmenes de uso incrementan en su totalidad provocando una mayor descarga de efluente a la salida de su proceso, por lo cual ya desde el mes de diciembre y parte de los meses de enero y febrero los procesos de teñido van en descenso. El descenso se debe a: no contar con una mayor demanda por el cierre de gestión, vacaciones solicitadas en las unidades productivas provocando una menor afluencia en el servicio, a razón de este problema no se encuentran registrados una mayor cantidad en uso de agua potable y durante los meses de marzo y abril se aprecia el ascenso del afluente, para ello se registran una mayor actividad del servicio (figura 10).

1.6 FORMULACION DEL PROBLEMA

La alta demanda de los productos textiles promueve grandes volúmenes de desechos, que son generados por las plantas. Existen especies químicas dañinas como los alquilfenoles, ftalatos,

retardantes de llama bromados y clorados, colorantes azoicos, cloro fenoles y parafinas cloradas de cadena corta. Estos compuestos son altamente tóxicos para los organismos vivos (acuáticos, terrestres), por lo que es fundamental el tratamiento de estas aguas.

El problema que enfrenta el CIP Textil del Alto de La Paz, es la emisión de los residuos líquidos del proceso de teñido hacia el medio ambiente. La causa de este problema es la ausencia de un sistema de tratamiento adecuado de agua residual, ya que estos residuos son desechados inicialmente a las cámaras de acople de aguas residuales para luego ser desechadas directamente al desagüe (alcantarilla), por lo que no es cumplida por normas ambientales.

A razón del incumplimiento de la LEY N°1333 "Ley general del medio Ambiente" y centralizada bajo el RASIM "Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero" del rubro textil que regula las actividades industriales, da origen a una serie de efectos negativos al medio ambiente, al no cumplir con el **Anexo 13-B** y el **Anexo 13-C** de "límites máximos permisibles".

Es una tarea de todos estar al cuidado del medio ambiente, por lo que se trabajara en la disminución de estos contaminantes a fin de cumplir los reglamentos y protección al medio ambiente (figura 11).

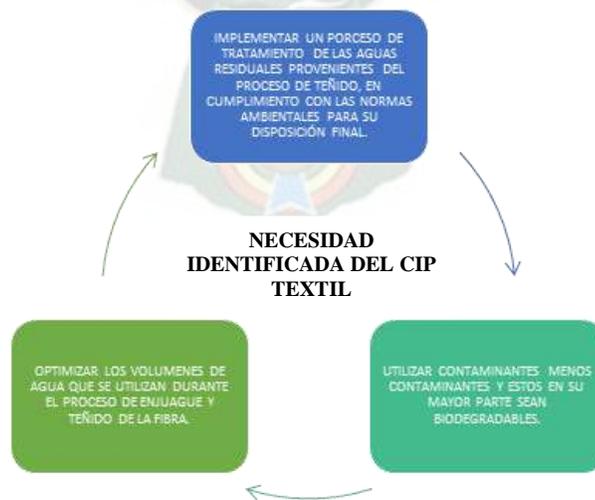


Figura 11 Planteamiento de la necesidad del CIP Textil

fuentes: Elaboración propia

1.6.1 Árbol de problema

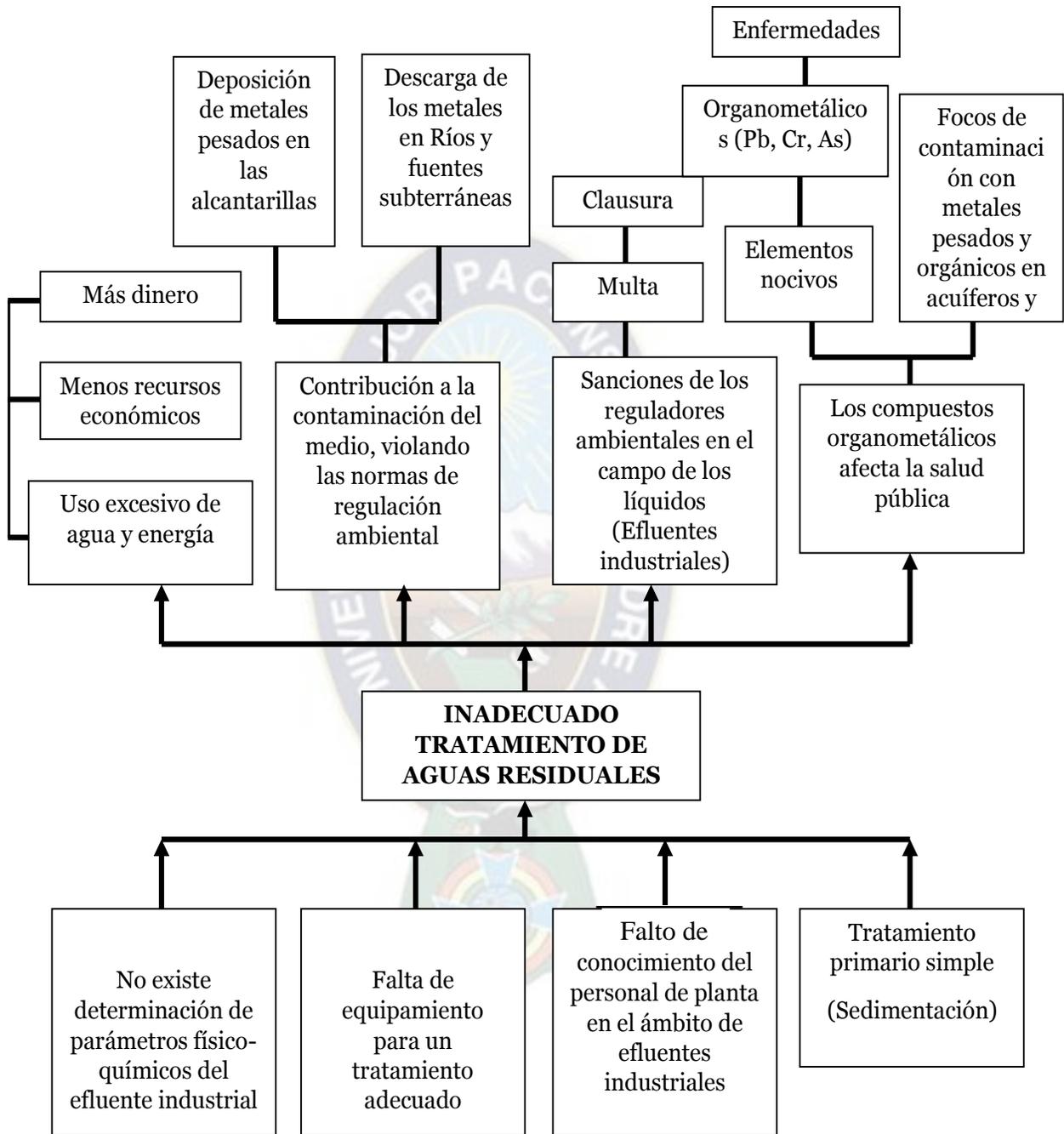


Figura 12 Esquema de las causas y efectos de los problemas identificados

fuelle: Elaboración propia

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Realizar un estudio seleccionando un método adecuado para el tratamiento del efluente industrial de la planta CIP Textil del Alto de La Paz.

1.7.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los contaminantes que contiene la descarga de efluente industrial textil y el volumen de emisión (Anexo 13-B RASIM).
- Identificar la tecnología adecuada para el tratamiento del agua residual a través del seguimiento a los factores operativos por método y variables de respuesta (Anexo 13-B RASIM).
- Analizar la viabilidad de implementación del modelo de tratamiento seleccionado.

1.8 JUSTIFICACIÓN

El proyecto plantea proporcionar una alternativa de tratamiento al efluente del CIP Textil, ya que este contribuye con la contaminación del medio ambiente por el uso de colorantes. En consecuencia, se viola las normas de regulación ambiental y que afectan a la salud pública; así mismo, evitar sanciones de los entes reguladores ambientales de la ley 1333 en función al RASIM "Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero" en el campo de las industrias textiles para efluentes industriales.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA REFERENCIAL

2.1 CONCEPTOS GENERALES

2.1.1 Aguas residuales

El concepto de agua residual se designa a aquel tipo de agua que se halla contaminada especialmente con materia fecal y orina de seres humanos o de animales. Las aguas residuales no son limpias, están sucias y contaminadas por ese uso que revisten, pueden contener grasas, detergentes, materia orgánica, residuos industriales, agro ganaderos y sustancias toxicas entre otros.

Son designadas como aguas cloacales y esto está en relación con que las mismas son transportadas a través de las cloacas, que son obras destinadas justamente para evacuar las aguas de este tipo u otro tipo de agua que presenta uso. Como consecuencia de la amenaza concreta que suponen para el medio ambiente y así mismo para la salud de los seres vivos, las aguas residuales demandan especiales sistemas de tratamiento para liberarlas justamente de estas sustancias altamente contaminantes.

Al realizar las fases de tratamiento se deberá conocer a ciencia cierta su composición, fase que se denomina la caracterización del agua, con el objetivo final que el agua regrese al medio ambiente de manera depurada y libre de todo agente contaminante. (Ucha , 2012)

2.1.2 Agua residual industrial

- Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua.

- Son enormemente variables en cuanto al caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no solo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.
- A veces las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.
- Las aguas industriales son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además con una contaminación mucho más difícil de eliminar.
- Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso requerido. (Art. Aguas residuales, 1986, p. 3)

2.1.3 Efluentes textiles

La industria textil procesa diferentes fibras. La naturaleza diversa de las mismas, la gran variedad de procesos, productos y maquinaria que utiliza. Cada una de las actividades que se realizan genera agua residual de características muy variables. Sin embargo, esta diferencia es más cuantitativa que cualitativa.

Se clasifican las materias contaminantes de las aguas residuales textiles en tres grandes grupos: Materias en suspensión (fibras, trapos, tierra), materias flotantes (grasas y aceites, tensoactivos), impurezas disueltas (DQO, DBO, conductividad, toxicidad, metales pesados, N, P, pH).

Las impurezas disueltas constituyen el grupo más importante de contaminantes presentes en las aguas residuales textiles, en las que se puede encontrar: ácidos, álcalis, reductores, oxidantes, colorantes y un sin número de productos auxiliares todos ellos solubles. Los reductores y la materia

orgánica disuelta consumen el oxígeno del cauce provocando la muerte de los organismos acuáticos.

Algunos de los productos contaminantes disueltos pueden ser además tóxicos , como los derivados fenólicos, transportadores de tintura, cromo, grasas, aceites, metales pesados, etc. produciendo entonces un efecto mucho más agudo sobre el cauce receptor.

En general la carga de contaminantes de los efluentes textiles es de dos a tres veces superior a la de un agua residual urbana y algo más tóxica. Otros efluentes como los de la industria papelera, química, farmacéutica, alimentaria, etc., contienen mayor carga contaminante que las aguas textiles. (Huertas, Crespi, 1987)

2.1.4 Características de las aguas residuales textiles

Las características de las aguas residuales generadas en una planta textil dependerán de las operaciones específicas que se realicen, principalmente del tipo de fibra tratada y de la maquina utilizada. A pesar de la gran variedad de procesos y de productos químicos utilizados, las aguas residuales producidas en la industria de fibras naturales presentan unas características comunes, a excepción de los procedentes del lavado de la lana. Los efluentes de fibras naturales se caracterizan por una gran variabilidad de caudal y de carga contaminante, así como un bajo contenido de materias en suspensión y coloidales.

Generalmente son coloreadas, su carga orgánica media es aproximadamente el doble que el de un agua residual urbana y no acostumbra a contener productos tóxicos ni microorganismos patógenos. Además, acostumbran a ser deficientes en nutrientes, principalmente en nitrógeno. (Lopez Grimau, Crespi Rosell, 2015)

2.2 PROCESOS TEXTILES

El proceso textil se fundamenta en el tratamiento de las fibras textiles con el fin de obtener los hilos y tejidos con los que se elaborara el producto final mediante tareas y procesos técnicos, englobando una serie de procesos relacionados entre sí que van, desde la obtención de fibras químicas a la confección. La industria textil dedicado a la producción de fibras naturales y sintéticas, actualmente se divide en dos grandes sectores que son la industria textil en la fabricación de tejidos en donde se utiliza para el proceso de transformación, desde la fabricación de la fibra química hasta la elaboración de los tejidos acabados usando un proceso químico textil y la industria de la confección en la trasformación del tejido. Se obtiene un producto textil dirigido al consumidor final.

2.2.1 Diagrama de un proceso textil

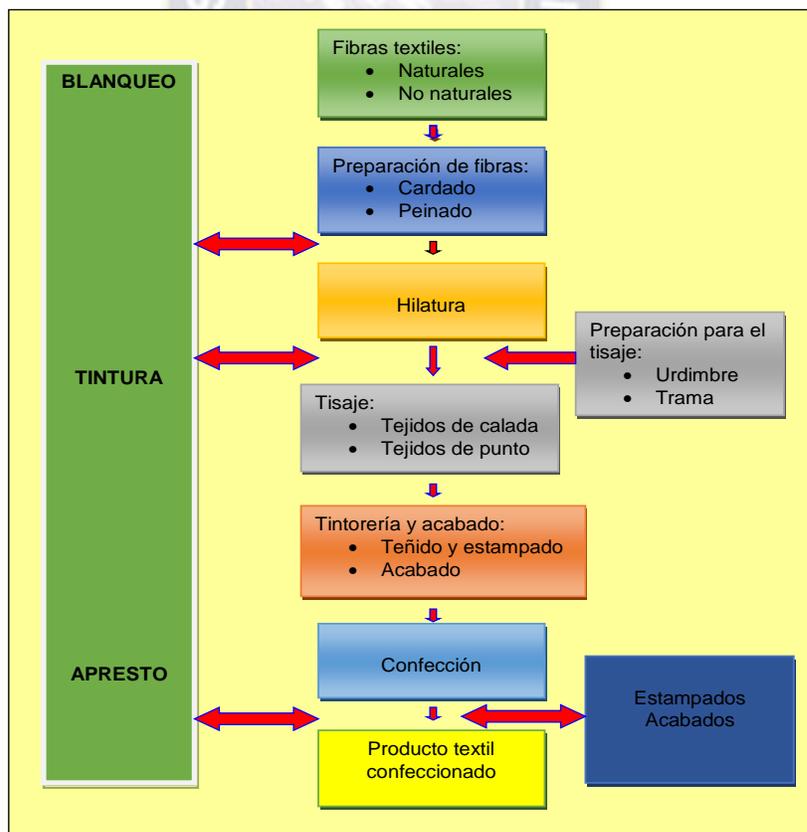


Figura 13 Esquematación del proceso textil

Fuente: Guía de prevención de riesgos laborales: Sector textil español

El proceso textil completo engloba una variedad tan amplia de operaciones, no existe prácticamente ninguna industria capaz de realizar todas y cada una de ellas por lo que las diferentes empresas textiles se han ido creando sobre partes de la totalidad del proceso productivo (fig. 13).

Las diversas operaciones implicadas en el proceso de producción textil varían en función del tipo de fibra utilizada, la clase de hilado, la tela a producir y la maquinaria con que se realizan.

2.3 COLORANTES

2.3.1 Colorante

Se entiende por colorante a toda sustancia que posee la capacidad de dar color, o teñir fibras, alimentos, etc., ya sea de origen natural, sintético o incluso mineral. (Mendez, 2013)

2.3.2 Clasificación de los colorantes según el tipo de fibras

Se usan diferentes clases de colorantes para cada tipo de fibra, de acuerdo a la siguiente tabla 1.

Tabla 1
Clasificación de colorantes para el tipo de fibra

FIBRA	COLORANTE
Celulósica (natural y artificial)	Directo, reactivo, a la tina, al azufre, naftol
Poliéster	<i>Disperso, básico</i>
Poliamida	Disperso, ácido, pre metalizado
Acetato	Disperso
Lana y seda	Acido, pre metalizado
Acrílico	Disperso, básico

Datos obtenidos (Lockuan Lavado F.E. 2012)

A continuación, daremos a conocer una clasificación de los colorantes más utilizados en las plantas industriales textiles como se ve en la tabla 2.

Tabla 2

Descripción de los tipos de colorantes más utilizados

Clasificación de los colorantes	Características
Colorantes ácidos	Presentan una afinidad con las fibras protéicas y son los más empleados en el teñido de la lana. Estos colorantes se unen a las fibras por puentes de hidrógeno y enlaces iónicos.
Colorantes básicos	Son generalmente hidroccloruros de sales o bases orgánicas. Las fibras celulósicas no son afines a los tintes básicos.
Colorantes directos	Son solubles en agua y se unen al algodón por atracción química. Existe afinidad del hidrógeno de la molécula del colorante a los grupos hidroxilo de la celulosa.
Colorantes reactivos	Los colorantes reactivos se adhieren a la fibra de celulosa formando una fuerte liga química (enlace covalente).
Colorantes a la tina	Son colorantes que tienen entre si diferente constitución química, pero todos son insolubles en agua.
Colorantes al azufre (Sulfurosos)	Reciben este nombre porque en su molécula está presente el azufre. Su proceso es parecido al de los colorantes a la tina; se tiñen las fibras en estado reducido y se oxidan para volverse insolubles.
Colorantes naftoles	La esencia del teñido con estos colorantes consiste en tratar el sustrato con disoluciones alcalinas de las anilidas de ácidos fenol carboxílicos. Estos colorantes están disponibles en colores brillantes a bajo costo.
Colorantes dispersos	Son suspensiones de compuestos orgánicos finamente divididos con muy baja solubilidad. Un baño de teñido con colorantes dispersos contiene al colorante en tres estados: colorante en solución, en micelas y colorante sólido.
Colorantes pre-metalizados	Fueron desarrollados para poder teñir directamente la lana sin necesidad de recurrir al mordentado en una etapa de tratamiento posterior. Se aplican con mayor rapidez, son fáciles de combinar y en algunos colores tienen más brillo que los colorantes mordentados.

Fuente: Elaboración propia y modificada de fuente (Dr. Sedlak , 2010)

2.4 OTROS INSUMOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL

2.4.1 Productos químicos

a) **Ácidos:** Un ácido es cualquier compuesto químico que, cuando se disuelve en agua, produce una solución con una actividad de catión hidronio mayor que el agua pura, esto es, un pH menor que 7. Los principales ácidos usados son:

- Ácido sulfúrico H_2SO_4
- Ácido clorhídrico HCl
- Ácido acético CH_3-COOH
- Ácido fórmico $H-COOH$
- Ácido nítrico HNO_3
- Ácido oxálico $HOOC-COOH$

Generalmente son empleados para regular el pH de los baños para determinados procesos de preparación, teñido, estampado y acabado.

b) **Álcalis:** Los álcalis son óxidos, hidróxidos, y carbonatos de metales alcalinos. Se oponen a los ácidos y reaccionan con éstos, por lo que no se usan en la misma receta.

- Hidróxido de sodio
- Carbonato de sodio Na_2CO_3
- Amoníaco NH_3
- Fosfato Trisódico Na_3PO_4

Se emplean en recetas de descrude, blanqueo y teñido.

c) **Sales:** Son compuestos químicos formados por cationes (iones con carga positiva) enlazados a aniones. Son el producto de una reacción química entre una base y un ácido. Algunas sales empleadas son:

- Sulfato de sodio Na_2SO_4
- Cloruro de sodio $NaCl$
- Sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$
- Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$
- Sulfato de cobre (II) $CuSO_4$

Las sales son usadas principalmente en los procesos de tintura, como electrolitos.

d) Agentes oxidantes y reductores:

Un oxidante es un compuesto químico que oxida a otra sustancia en reacciones electroquímicas o de reducción - oxidación. Podemos mencionar:

- Peróxido de hidrogeno H_2O_2
- Clorito de sodio $NaClO_2$
- Hipoclorito de sodio $NaClO$

El agente reductor más empleado es el ditionito de sodio (Hidrosulfito de sodio) $Na_2S_2O_4$.

2.4.2 Productos auxiliares

Los productos auxiliares (también los colorantes) pueden poseer o no cargas eléctricas, de acuerdo a esto se clasifican en:



Figura 14 Productos auxiliares con cargas

Fuente: Elaboración propia

Normalmente no se mezclan productos aniónicos con catiónicos porque reaccionan entre sí, provocando la formación de un nuevo producto insoluble, conocido como precipitado. Los productos no iónicos, en general, pueden ser mezclados con catiónicos y aniónicos.

Los productos auxiliares son ideales para el lavado en seco, existen una gran variedad de numerosos productos por lo cual satisface las exigencias de las diferentes tonalidades de colores

que se pretenden teñir, también son utilizadas en el teñido de las telas y lanas de diferentes especies de camélidos. Los productos auxiliares empleados son:

Tabla 3
Clasificación de productos auxiliares

Auxiliares	Características
Humectante	Reducen la tensión superficial en la preparación facilitando la saponificación y ayudando a la penetrabilidad del colorante dentro de la fibra. El uso del humectante depende del teñido de la naturaleza y condición del material a teñir.
Emulsionantes	Ayudan a eliminar aceites y grasas, manteniéndolas lejos del sustrato.
Detergentes	Son mezclas de sustancias no iónicas y aniónicos que actúan sobre la tensión superficial de los baños de tratamiento con el fin de deshacer y eliminar la suciedad de los sustratos.
Dispersantes	Mantiene el colorante y baños de tintura en fina dispersión e impedir precipitados molestos.
Igualadores	Los igualadores ayudan a la penetración del baño de tintura en el sustrato, mejoran la uniformidad del agotamiento y evitan las des igualaciones del color.
Secuestrantes	Todas las fibras vegetales, y dependiendo de la procedencia geográfica, contienen más o menos cantidades de metales pesados y alcalinotérreos. Para una preparación sin problemas, estas sustancias deben eliminarse del sustrato con la ayuda de productos secuestrantes.
Antiespumantes	Los materiales textiles retienen aire por su propia naturaleza y construcción. Este aire debe ser expulsado de las fibras para facilitar la humectación del material y facilitar los tratamientos en húmedo.
Antiquiebres	Son productos que confieren buenas propiedades deslizantes y reducen el efecto mecánico sobre el material en todos los procesos en húmedo necesario para su tintura.
Antimigrantes	Se usan en los procesos de teñido a la continua, donde el control durante la etapa de secado es crucial. Estos productos impiden la migración del colorante a la superficie durante el secado.
Buffers (tampones)	Los sistemas tampón y los dadores de alcalinidad o acidez se utilizan para asegurar el valor requerido de pH sobre el material y en el baño de tintura.
Mejoradores de solidez	Son productos para el tratamiento posterior de las tinturas, que tienen como objetivo la mejora de las solideces.

Fuente: Elaboración propia y modificada de fuente (Lokuan, 2012, p. 93)

2.5 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES.

La industria textil es una de las industrias con mayor consumo de agua y las aguas residuales que se generan contienen un gran número de contaminantes de diferentes naturalezas. Entre los contaminantes se destacan los colorantes. Estos compuestos se diseñan, para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana.

La composición del agua residual de una industria textil dependerá de las sustancias químicas que se usan durante el proceso (Manu y Chaudhari, 2002; Kuhad, *et al.* 2004; Dos Santos, *et al.*). Los efluentes de la industria textil contienen una gran variedad de contaminantes provenientes de los diferentes procesos involucrados de la fabricación de fibras.

Algunas causas de la toxicidad acuática son las sales como NaCl y Na₂SO₄ (provenientes del teñido), agentes surfactantes como fenoles, metales pesados que están presentes en los colorantes, compuestos orgánicos como solventes clorados (provenientes del lavado y la limpieza de máquinas), biocidas como el pentaclorofenol (proveniente de la fibra de lana contaminada) y aniones tóxicos como el sulfuro (presente en algunos colorantes), entre otros.

En la figura 15, se muestra parte del proceso que se lleva a cabo en la industria textil y los contaminantes que se generan. En el proceso de teñido se generan una gran cantidad de efluentes con colorantes ya que alrededor del 30% de estos compuestos se pierden debido a las ineficiencias del teñido y son descargados a los efluentes. El uso de una amplia variedad de colorantes químicos da origen, en periodos cortos de tiempo, a efluentes extremadamente variados en su composición, que requieren de un tratamiento de aguas muy complejo.

Las aguas residuales textiles dependiendo del proceso pueden generar grandes cantidades de componentes que afecten el medio, en algunos casos las tinturas azo debido a que este tipo de colorante es más usado por su bajo precio (Chung y Stevens 199)

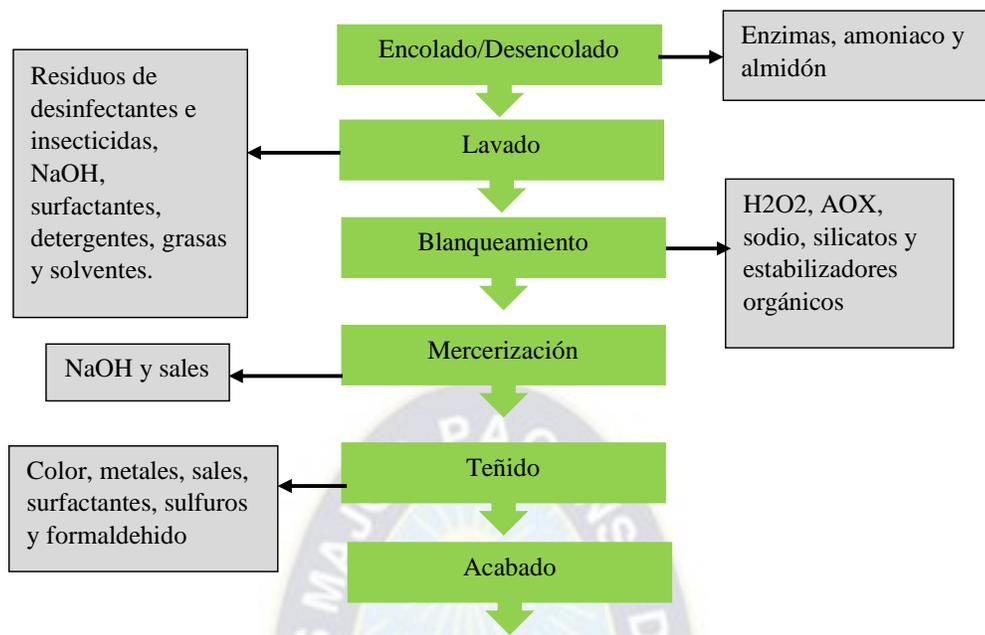


Figura 15 Principales contaminantes involucrados en algunos procesos de la industria

Fuente: (Cortazar, 2009, p. 58)

2.6 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EFLUENTES TEXTILES.

El impacto ambiental de los efluentes líquidos es muy variado, por la gran variedad de materias primas, reactivos y métodos de producción.

En los efluentes se pueden encontrar sales, almidón, peróxidos, tensoactivos, enzimas, colorantes, metales, y otros compuestos orgánicos de variada estructura, que provienen de las distintas etapas del proceso global.

En general las corrientes de agua de descarga provienen principalmente del desengomado (15%), descrude y mercerizado (20%) y del blanqueo, teñido y lavado (65%). El mayor aporte de a carga orgánica proviene de la etapa del desengomado que aporta alrededor de 50% total del DBO.

La cantidad de agua empleado en los procesos textiles varía en forma considerable, dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. Por ejemplo, el teñido de colorantes dispersos, se utilizan entre 100 y 150 litros de agua por kilogramo de producto. Los procesos de la industria textil no liberan grandes cantidades de metales; sin embargo, aun las

pequeñas concentraciones involucradas pueden producir acumulación en los tejidos de animales acuáticos. Muchas veces los efectos se observan a largo plazo, y en la mayoría de los casos son difíciles y costosos de tratar. Las descargas también pueden aumentar la población de peces y algas debido a su alto contenido de nitrógeno, y agotar en el largo plazo el contenido de oxígeno disuelto en el agua.

Los colorantes textiles tienen una gran persistencia en el ambiente, las moléculas de los colorantes utilizados en la actualidad son de estructuras muy variadas y complejas. La mayoría de ellos son de origen sintético Fig. 36, muy solubles en agua, altamente resistentes a la acción de agentes químicos y poco biodegradables. (Mancilla H., Gutarra A., 2001)

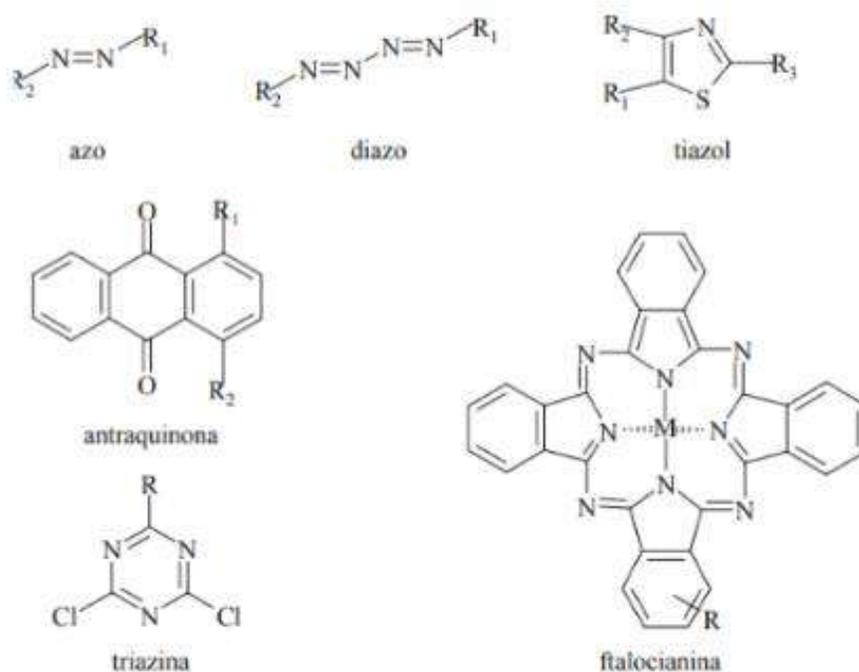


Figura 16 Ejemplos estructurales de colorantes textiles

Fuente: (Mancilla D.H., Lizama C., Gutarra A., 2001)

2.7 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA EL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO "RASIM".

Este reglamento sectorial tiene por objeto regular las actividades del Sector Industrial Manufacturero, que es dependiente de la ley 1333 del medio ambiente.

Los objetivos del reglamento son: reducir la generación de contaminantes y el uso de sustancias peligrosas, optimizar el uso de recursos naturales y de energía para proteger y conservar el medio ambiente; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible. Se pretende lograr que las industrias trabajen o se desarrollen con ellas y cumplan con el RASIM, solucionando sus problemas ambientales y participen en el diálogo con la sociedad y las autoridades para proteger y conservar el medio ambiente.

El objeto de este sector es realizar actividades operativas de revisión de planes ambientales y de seguimiento de las acciones que planifican las industrias para cumplir el RASIM (cumplimiento de la norma según el **Anexo 13-B y Anexo 13-C**).

2.8 CARACTERISTICAS QUÍMICAS SEGÚN NORMA - PARÁMETROS

2.8.1 Demanda química de oxígeno (DQO)

El DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica, tanto en aguas naturales como de las residuales. En este ensayo se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato de potasio proporciona excelentes resultados en este sentido, el ensayo debe hacerse a elevadas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos es preciso emplear un catalizador de nitrato de plata, en consecuencia, algunos compuestos interfieren con el normal desarrollo del ensayo, en donde deben tomarse medidas adecuadas para eliminarlos.

El ensayo de DQO también se emplea para la medición en aguas residuales industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica, la DQO de un agua residual suele ser mayor a su correspondiente DBO, siendo debido al número mayor de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. (Metcalf & Eddy, 1995)

2.8.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables. La determinación de DBO además de indicarnos la presencia y biodegradabilidad del material orgánico presente, es una forma de estimar la cantidad de oxígeno que se requiere para estabilizar el carbono orgánico. Los resultados de los ensayos de DBO se emplean para la determinación de la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.

2.8.2.1 Cinética del proceso

La medida de la DBO es proporcional a la cantidad de material orgánico biodegradable o sustrato. La velocidad de consumo de sustrato, sigue una cinética de primer orden, lo cual matemáticamente se puede establecer de la siguiente manera:

$$-\frac{ds}{dt} = ks$$

$$-\frac{dL}{dt} = kL$$

$$-\frac{dL}{L} = kdt$$

En donde L representa la DBO.

Integrando esta ecuación para los límites Lt para un tiempo t y Lo para un tiempo t=0.

$$-\ln \frac{L_t}{L_o} = kt \quad \text{y también} \quad \frac{L_t}{L_o} = e^{-Kt} ; \quad L_t = L_o * e^{-Kt}$$

L_t = DBO remanente a un tiempo t

L_o =DBO inicial o cuando $t=0$.

k = constante específica de velocidad de reacción

La DBO ejercida a un tiempo t (Y_t) es igual a la diferencia entre L_o y L_t .

$$Y_t = L_o - L_t \quad Y_t = L_o - L_o * e^{-kt} = L_o (1 - e^{-kt})$$

Ecuación principal

Para un DBO de 8 días de incubación:

$$Y_8 = L_o (1 - e^{-8t})$$

Experimentalmente se ha encontrado que para las aguas superficiales y residuales $k=0.23 \text{ d}^{-1}$. Para aguas de otro tipo, como por ejemplo las aguas producidas por industrias K varía de 0.12 a 0.7 d^{-1} . El valor de K tiene un efecto determinante en la velocidad de reacción o de consumo de sustrato (oxígeno).

2.8.3 Tensoactivos

Los tensoactivos son sustancias usadas para la limpieza; son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activos en soluciones acuosas. Las moléculas de los compuestos superficialmente activos son grandes, un extremo de la molécula muy soluble en agua y el otro soluble en aceite; generalmente se usan como sales de sodio o de potasio. Los detergentes, en el agua alteran su tensión superficial y permiten la formación de burbujas estables de aire, gracias a su contenido de agentes superficiales activos o surfactantes, sustancias que combinan en una sola molécula un grupo fuertemente hidrofóbico con uno fuertemente hidrofílico.

La solubilidad en el agua la producen los grupos carboxilo, sulfato, hidróxido o sulfonato:



Los detergentes causan problemas de espumas en aguas superficiales, lagos, plantas de lodos activados y, en general, en sitios de mezcla turbulenta de aguas residuales. Las moléculas de detergentes tienden a formar capas, sobre la superficie del agua, con la cabeza polar hidrofílica en el agua y la cadena larga de hidrocarburo hidrofóbico, no polar en el exterior del agua. (Romero Rojas, 1999)

2.8.4 Aceites y grasas

En el lenguaje común, se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua. En aguas residuales, los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo; materiales solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo. Estos compuestos sirven como alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes.

En plantas convencionales de tratamiento, las grasas pueden permanecer en el efluente primario en forma emulsificada

2.8.5 Nitrógeno amoniacal

Se considera como nitrógeno amoniacal todo el nitrógeno que existe como ion amonio o en el equilibrio:



Nesslerización directa: en muestras que han sido clarificadas adecuadamente por pre tratamiento con sulfato de zinc e hidróxido de sodio para precipitar el calcio, magnesio, hierro y

sulfuro, los cuales pueden producir la cantidad de nitrógeno amoniacal mediante el reactivo de Nessler, es posible obtener una medida de la cantidad de nitrógeno amoniacal mediante el reactivo de Nessler, K_2HgI_4 , el cual es una solución alcalina fuerte de yoduro mercuríco de potasio.

2.8.6 Fósforo

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de las plantas y los animales; actualmente es considerado como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de algas. Las algas requieren para su crecimiento fósforo y consecuentemente, un exceso de fósforo produce un desarrollo exorbitado de algas, el cual es causa de condiciones inadecuadas para ciertos usos benéficos del agua. Las formas de importancia del fósforo en aguas son las siguientes:

- Orto fosfatos
- Poli fosfatos: pirofosfatos, tripolifosfatos y meta fosfatos
- Fosfatos orgánicos

Su determinación es necesaria en estudios de contaminación de ríos, lagos y embalses, así como en los procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas residuales.

2.8.7 Cromo hexavalente

El cromo hexavalente es un metal pesado como todos los metales de transición, puede existir en numerosos estados de oxidación. La especie más estable y frecuente de este metal es el cromo hexavalente como también el trivalente, y presentan propiedades químicas diferentes. El cromo +6 considerada la especie más tóxica y carcinogénica, se encuentra combinado con el oxígeno formando iones cromato o dicromato. Además, es un agente oxidante fuerte, y en presencia de materia orgánica, es reducido a cromo tres. Sin embargo, los niveles elevados de cromo hexavalente pueden superar la capacidad reductora del ambiente y persistir como contaminante.

Este efecto puede ocasionar cáncer a la salud pública al respirar un largo tiempo en los pulmones por los conductos nasales y el contacto directo puede causar erupciones de la piel alérgicas en personas. (Salvarezza S.A., Ibarra A., García C.M., 2010)

2.8.8 Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución, también llamada concentración de iones o cationes hidrógeno $[H^+]$ presentes en determinadas sustancias y se define como $pH = -\log(1/[H^+])$.

Su escala establece una recta numérica que va de cero a 14. El número 7 corresponde a las soluciones neutras, de la misma forma la mayoría de las aguas naturales como potables cumplen la escala entre 6 y 8, y mayormente en las industrias llegan a ser de composición ácida.

2.9 ANALISIS BACTERIOLOGICO

Todo organismo debe encontrar en su medio ambiente las unidades estructurales y las fuentes de energía necesarias para formar y mantener su estructura y organización. Dichos materiales son llamados nutrientes. Casi todos los organismos vivos requieren los siguientes nutrientes: fuente de carbono, fuente de energía, fuente de nitrógeno, agua, fuente mineral.

Además, algunos organismos requieren ciertos organismos accesorios de crecimiento tales como vitaminas y amino ácidos. Con base en sus requerimientos nutricionales es común clasificar los organismos como se indica en la **tabla 4:**

Tabla 4
 Requerimientos nutricionales de los microorganismos

	AUTOTROFICOS		
	fotosintéticos	Quimio sintéticos	Heterotróficos
Fuente de carbono	CO ₂	CO ₂	Comp. orgánicos, carbohidratos, ácidos orgánicos, cetonas, aldehídos, parafinas.
Fuente de energía	Luz solar	Comps. inorgánicos oxidables	Comp. orgánicos, carbohidratos, ácidos orgánicos, cetonas, aldehídos, parafinas
Fuente de nitrógeno	NH ₃ , NO ⁻³	NO ⁻² , N ₂	N org.
Fuente mineral	Na, K, Mg, Ca	Fe, Mn, Cu, Co	Mg, Zn, P, S
Agua			
Factores, accesorios de crecimiento		Ninguno	Tal vez

Fuente: (Romero R.J.A 1999)

2.9.1 Grupo de coliformes

El grupo coliformes incluye las bacterias de forma bacilar, aerobias y facultativas anaerobias, Gram negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un periodo de 48 horas a 35° C o 37°C.

El número de organismos coliformes en las heces humanas es muy grande, por habitante al día varía entre 125*9 y 400*9. Su presencia en el agua es considerada como un índice evidente de la ocurrencia de contaminación fecal y por tanto de contaminación con organismos patógenos. En aguas residuales la relación de organismos coliformes con organismos entéricos patógenos es muy grande, del orden de 10*6 / L.

2.10 CARACTERISTICAS FISICAS SEGÚN NORMA – PARÁMETROS

Las características organolépticas y físicoquímicas más importantes del agua residual en su contenido pueden estar compuestas por materia flotante, materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución, y otras características físicas son la temperatura, color y olor.

Tabla 5
Clasificación de los parámetros

Parámetro	Descripción
Turbiedad	La turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. Puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión.
Color	Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc.
Olor	Los olores entre los más comunes se encuentran: Materia orgánica en solución, H ₂ S, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y magnesio, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. La determinación del olor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor.
Temperatura	La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio. Normalmente la determinación de la temperatura puede hacerse con un termómetro de mercurio de buena calidad.
Conductividad	La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación.
Salinidad	La salinidad se puede expresar como el número de gramos de sal por kilogramos de muestra; por ello se expresa en partes por mil ‰. La medida de la salinidad supone que la muestra contiene una mezcla estándar de sal y de agua de mar.
Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Sólidos totales: Se define como sólidos de la materia que permanece como residuo después de evaporación, y secado a 103°C. • Sólidos disueltos: Son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y sólidos suspendidos. • Sólidos suspendidos: Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. • Sólidos volátiles: En aguas residuales y lodos, se acostumbra hacer esta determinación con el fin de obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente. • Sólidos sedimentales: La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentaran, bajo condiciones tranquilas, por acción de la gravedad.

Fuente: Elaboración propia y modificación de la fuente (Romero, 2009)

2.11 MECANISMOS PARA LA REMOCIÓN DE COLORANTES

Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos (Mancilla, Mancilla, & Rodríguez, 2006).

Los métodos actualmente utilizados incluyen procesos físicos, químicos y biológicos. Para el tratamiento de aguas residuales con colorantes, se han utilizado varias metodologías tales como la adsorción, neutralización, coagulación, degradación química y degradación fotocatalítica, ozonación, filtración por membranas e intercambio iónico. A pesar de que estos procesos físicos y químicos producen efluentes de buena calidad, en la mayoría de las ocasiones generan un alto costo, y pueden generar subproductos aún de mayor toxicidad, razones por las cuales se han estudiado con mayor interés los procesos biológicos.

2.12 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.

El tratamiento de aguas residuales tiene la finalidad de eliminar los contaminantes. Entre los que destacaremos a continuación son:

- Tratamiento Químico
- Tratamiento Físico
- Tratamiento Biológico

2.12.1 Tratamiento químico.

El tratamiento químico de aguas residuales es variado ocasionalmente en sus condiciones químicas, hasta el punto en el que las sustancias nocivas que se disuelven en las aguas residuales se puedan separar con mayor facilidad. Se usa en mayor parte para aumentar la calidad del efluente y garantizar que exista un medio con las condiciones óptimas.

- **Coagulación - floculación:** Para eliminar sólidos en suspensión y material coloidal. La coagulación consiste en la desestabilización de las partículas (carga eléctrica de los coloides). La floculación consiste en la agrupación de las partículas coloidales desestabilizadas, formando agregados de mayor tamaño llamados "flóculos", los cuales se sedimentan por gravedad. Los principales compuestos químicos usados como coagulantes son: sales de aluminio (sulfato de aluminio, cloruro de aluminio, policloruro de aluminio), sales de hierro (cloruro de hierro II, sulfato de hierro III). (<http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>)
- **Precipitación química:** Tiene la función de eliminar metales pesados (iónicos) de las soluciones que contienen metales tóxicos. Los metales iónicos se convierten a una forma insoluble (partículas) por medio de la reacción química entre los compuestos metálicos solubles y el reactivo precipitante. Ejemplo: Cal, hidróxido de sodio, cloruro férrico, sulfato de aluminio y otros que aumentan su pH. (http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/precipitacion_quimica.pdf)
- **Oxidación - reducción:** Estas reacciones se emplean para reducir la toxicidad o la solubilidad, o para transformar una sustancia en otra más fácilmente manipulable. Los agentes reductores más comunes son el dióxido de azufre, sales de sulfito y sales de hierro. (<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2008/02/02/83698>, Simón E., Grupo de fisicoquímica de procesos industriales y medio ambientales, FQPIMA.)
- **Reducción Electrolítica:** Operación que utiliza resinas de intercambio iónico, capaz de retener selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en el agua. Utilizado para quitar la dureza del agua.

2.12.2 Tratamiento físico.

Los tratamientos físicos son métodos sencillos que implican una actividad natural, como también el uso de material clasificado (arena, arcillas, zeolita, etc.) que ayude a la eliminación del contaminante de los desechos industriales.

Tabla 6

Clasificación de los tratamientos físicos:

Tratamiento	Principio
Adsorción	Enriquecimiento de uno o más componentes en una interface sólido-fluido. (Zeolitas, carbón activo, óxidos metálicos, etc.). (https://blog.condorchem.com/intercambio-ionico-para-el-tratamiento-de-efluentes)
Desorción	Operación en la cual uno o más componentes del líquido se transfiere al gas “amoníaco”. (http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/moira/clases/clase6a)
Filtración	Carbón, cerámica, porcelana, arenas, mallas metálicas, mallas de plástico. (Perez & Espigares M., 1995)
Flotación	Proceso de clarificación primaria, particularmente efectivo para tratar aguas con baja turbiedad, altamente coloreadas y con gran contenido de algas. VargasL. http://www.bvsde.opsoms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoII/ocho.pdf
Extracción	La extracción con solventes es una técnica de tratamiento que consiste en usar un solvente, para separar o retirar contaminantes orgánicos peligrosos de fangos residuales. (Vargas, 1996)
Sedimentación	La sedimentación es realizada por el efecto de la gravedad, y es básicamente la separación de los sólidos contenidos en un líquido.

Fuente: elaboración propia y modificada en función a las fuentes

2.12.3 Tratamiento biológico

La biorremediación es el proceso mediante el cual desechos peligrosos son convertidos biológicamente en compuestos inofensivos, o son disminuidos sus niveles de toxicidad (Cohen, Persky, & Hadar, 2002).

El tratamiento biológico ha sido reconocido como método efectivo para el tratamiento de decoloración y degradación de colorantes en las aguas residuales industriales, adicionalmente se considera muy efectivo ya que es considerado un tratamiento amigable con el medio ambiente, de baja producción de lodos y competitivo en cuanto a los costos requeridos. Actualmente son utilizados sistemas aerobios y anaerobios, con hongos y bacterias para la decoloración y mineralización de los colorantes presentes en dichas aguas (Pant, Adholeya, & A, 2007). Durante estos tratamientos bióticos, los contaminantes pueden ser metabolizados por los microorganismos por reacciones bioquímicas redox, aunque también pueden realizar reacciones de hidroxilación, hidrólisis, des-halogenación y desalquilación.

Estos procesos aprovechan la capacidad de los microorganismos de asimilar la materia orgánica y los nutrientes (nitrógeno y fósforo) disueltos en el agua residual para su propio crecimiento. La remoción Cuando se reproducen forman flóculos macroscópicos con suficiente masa para decantar en un tiempo razonable. En algunos casos es necesario realizar un pre tratamiento previo en las aguas residuales, debido a la toxicidad de los compuestos para los microorganismos.

Características fundamentales de un proceso biológico:

- **Lagunas aireadas:** Son lodos activados, basados en una oxidación total de la materia orgánica, también conocida como aeración extendida en lagunas.
- **Procesos de filtración biológica:** Son "Biofiltros" o "filtros percoladores" aeróbicos que permite la estabilización del residuo orgánico por contacto directo con la superficie del mismo.
- **Lodos activados:** El proceso consiste utilizar un tanque de aireación, un tanque sedimentador, un tanque para almacenar los lodos y una recirculación de lodos.
(Medendez & Jesús, 2007)

2.12.4 Procesos biológicos

Los procesos biológicos pueden ser de dos tipos principales: Aerobios y anaerobios (en ausencia de aire); en general para las aguas con alta carga orgánica (industrias agroalimentarias, residuos ganaderos, etc.) se emplean los sistemas anaerobios y para aguas no muy cargadas, sistemas aerobios.

Entre las variables a controlar en estos procesos se encuentran la temperatura (en anaerobios esencialmente), oxígeno disuelto, pH, nutrientes, sales y la presencia de inhibidores en las reacciones.

- **Tratamientos aerobios:** Los más empleados son los lodos activados y los tratamientos de bajo costo: filtros percoladores, biodiscos, biocilindros, lechos de turba, filtros verdes y lagunaje. En todos estos procesos la materia orgánica se descompone convirtiéndose en dióxido de carbono, y en especies minerales oxidadas.
- **Tratamientos anaerobios:** Se descompone la materia orgánica por las bacterias en ausencia de aire, utilizando reactores cerrados; en un proceso anaerobio, la mayoría de las sustancias orgánicas se convierte en dióxido de carbono y metano. Los productos finales de la digestión anaerobia son el biogás, y los lodos de digestión.

Tratamientos mixtos: Se utilizan tratamientos aerobios y anaerobios. Este último tratamiento da lugar a las denominadas lagunas facultativas, con zonas de depuración aerobia y anaerobia. En los sistemas de lagunaje se combinan las lagunas de los tres tipos: anaerobias, aerobias y facultativas.

(<http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>)

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Caracterización del efluente industrial textil y métodos para la determinación de contaminantes.

3.1.1 La planta y su abastecimiento de agua

La planta actualmente cuenta con el abastecimiento de agua potable de la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento "EPSAS S.A.", inicialmente se la reserva en una cámara de almacenamiento de un volumen de capacidad de 2716,6 L figura 17, para la utilización en el proceso de teñido. La planta consume alrededor de 0.480 m³/día para el proceso de un teñido que va alimentando a una máquina teñidora de madejas de 10 Kg, también al requerimiento de un intercambiador de resinas iónicas “ablandamiento” suministrada al funcionamiento del caldero para la condensación, figura 17.



Figura 17 Vista general de la cámara de acopio de agua potable, para el proceso de teñido.

El uso de estas aguas es llevado por medio de una bomba centrífuga para el proceso teñido y son llenadas nuevamente por la red de suministro de agua potable. Las cámaras de reserva de agua son utilizadas únicamente para los procesos de la planta en general y no así de uso para el consumo humano.

3.1.2 Metodología del Proyecto

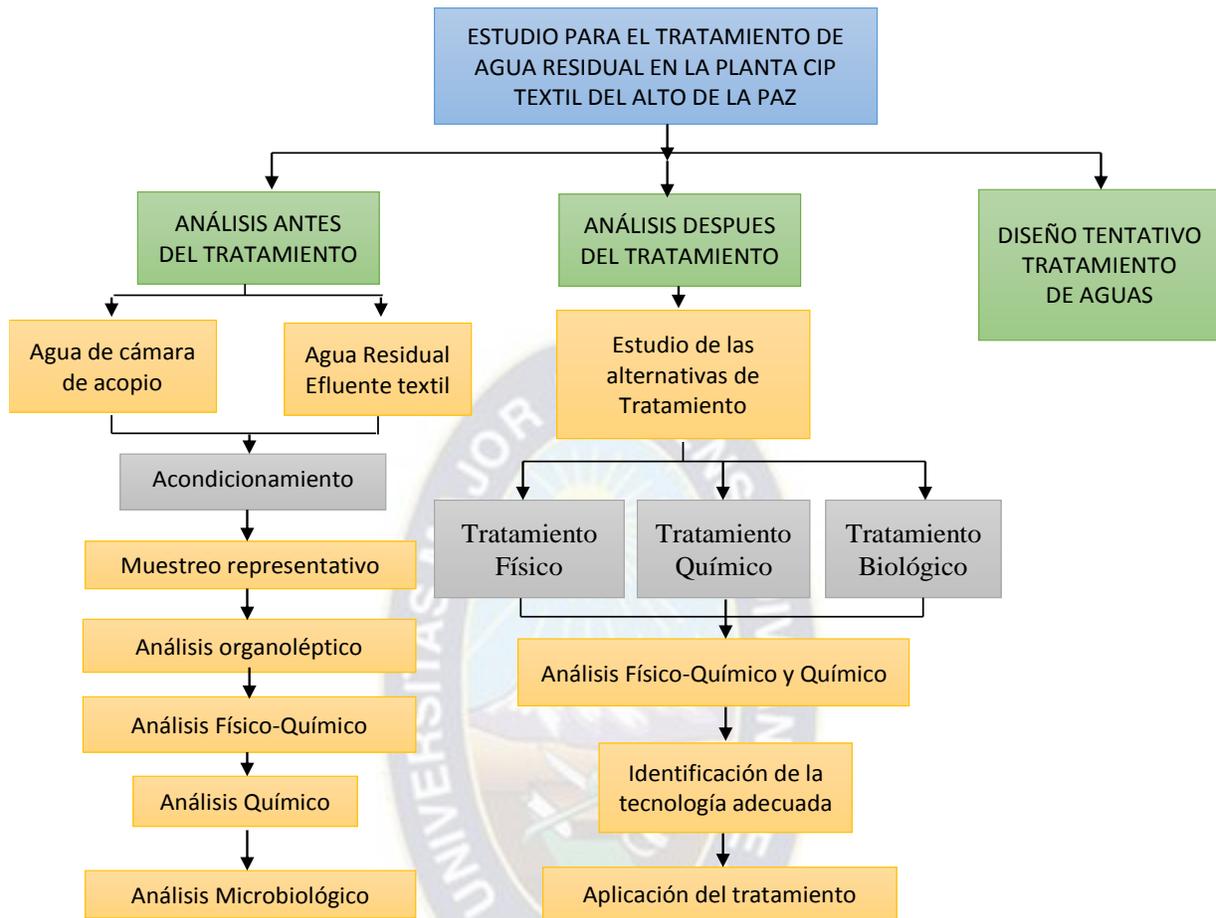


Figura 18 Metodología del proyecto para el tratamiento de aguas residuales

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Monitoreo de descarga de aguas textiles

Las aguas residuales de las plantas textiles dependen del proceso que se originan durante el teñido, sin embargo, de manera general dependen de la mezcla de los productos químicos, productos auxiliares y colorantes que se combinan a la salida, provocando una mezcla compuesta de sus distintos baños de tratamiento al finalizar el proceso. Como ejemplo, se puede señalar a los enjuagues que se realiza a las madejas de hilos tratados con baño de suavizadores y fijadores. En consecuencia, estas aguas residuales no sirven para el consumo humano y no se deben desechar a los ríos y desagües sin tratamiento previo o disolución hasta los límites aceptables, con la finalidad

de asegurar la neutralización de sus efectos dañinos. Como referencia se tiene plomo, cromo y Arsenio que son compuestos organometálicos que en algunos casos pueden llegar a afectar la salud pública y ocasionar enfermedades si no son corregidas a su tiempo. No obstante que el volumen de las aguas residuales de la industria textil, no es muy grande comparado con la cantidad de aguas residuales contaminadas que provienen de otras industrias, a menudo se encuentra que los desperdicios contienen cantidades de sustancias tóxicas que sobrepasan los límites de tolerancia, lo cual puede afectar el buen funcionamiento de los equipos o instalaciones de desagüe, además de representar, en algunos casos, un peligro para la vida misma.

Realizando un sondeo de las descargas de aguas residuales del CIP Textil que generan a la salida, se puede calcular experimentalmente la cantidad de volumen de descarga en relación con el volumen de uso de agua inicialmente al finalizar el proceso (medición del caudal).

3.1.3.1 Medición del caudal

La medición del caudal se llevó acabo empleando tubos de policloruro de vinilo PVC para la descarga sin pérdidas o rozamiento, un turril de 245 L de capacidad Fig. 19, instrumentos de medida y cronómetro para registrar tiempo de descarga a la salida del efluente textil.



Figura 19 Vista frontal de la descarga textil, cálculo para el caudal

- La teñidora de madejas liberara inicialmente la descarga del teñido, fijado y posteriormente el suavizado empleando un enjuague al final del proceso.
- La descarga será recibida en el turril direccionada por el tubo de PVC.
- Posteriormente se tomó datos de registro de tiempos desde la descarga inicial hasta la final del mismo. Se registró el dato de la altura alcanzada del efluente. Figura 19, cálculos: (Mott, Robert L. 2006)

3.1.4 Tratamiento de la muestra

En frecuencia esta etapa es una de las más importantes, donde la muestra que se toma debe ser planificada con anticipación. Consiste en tomar una cantidad de muestra representativa para luego realizar su respectivo análisis.

Para el tratamiento de las muestras en el CIP Textil, inicialmente se mencionará que esta muestra presenta una mezcla compuesta (teñido, fijado, suavizado y lavados), donde se dispondrá de técnicas empleadas para su conservación, según la necesidad para los efluentes industriales textiles bajo el "RASIM".

3.1.5 Planificación y ubicación de los puntos de muestreo

Es importante conocer el protocolo de muestreo en aguas residuales (NB 64002, Calidad del agua, muestreo de efluentes Industriales), ya que es necesario para verificar el cumplimiento de normas, demostrar el cumplimiento de normas, identificar pérdidas de producto o materia prima en los desagües, controlar la operación de la planta de tratamiento y desarrollar la base de datos del cumplimiento de normativas que se desea aplicar dependiendo del rubro industrial.

La muestra se planifico en tomar de dos puntos de muestreo, uno en la salida de la cámara para la descarga de agua residual y otro con la ayuda de una tubería para medir la emisión de volumen o caudal. Ambos son recolectados en recipientes para luego formar una mezcla compuesta.

La mezcla compuesta formara volúmenes de 50-60 litros para su recolección y ser llevadas a laboratorio el mismo día de del muestreo (figura 20).



Figura 20 Punto de muestreo 1, salida de la cámara de descarga – punto de muestreo 2, salida de tubería para la medición del caudal

3.1.6 Metodología de recolección de muestras

Para el tratamiento de la muestra se siguió el siguiente procedimiento:

- Los envases para la recepción de las muestras deben estar limpios y secos.
- Inicialmente se acondicionó la muestra del agua de teñido, se muestreo en un envase de plástico, previamente lavado y enjuagado entre 2 a 3 veces con el agua.
- Se llenó el plástico hasta su totalidad, evitando el contacto del aire.
- Se agregó ácido sulfúrico (pH:2) para la conservación de la muestra.
- Se cubrió el recipiente, para evitar el ingreso de burbujas en su interior.
- Se codifico el frasco de muestreo.
- Los datos físicos de la muestra fueron los siguientes:

Tabla 7
Registro del muestreo

Nº	ITEM DE DATOS
1	Responsable
2	Procedencia
3	Tipo de muestreo
4	Recepción toma de muestra
5	Hora toma de muestra
6	Temperatura
7	pH
8	Volumen
9	Color
10	Olor
11	Aspecto

Fuente: Elaboración propia

- Se registró los datos en planillas de muestreo, según indicado anteriormente.
- Se transportó y conservo las muestras en refrigeración a una temperatura adecuada.

3.1.7 Conservación y almacenamiento de muestras

Las muestras se conservan a 4° C a refrigeración en los predios de laboratorio de la carrera de Química Industrial.

3.1.8 Muestreo de agua residual - antes del tratamiento

El muestreo del agua residual forma parte de una muestra representativa y puntual del efluente Fig. 21, basada a la Norma Boliviana NB 64002, (Calidad del agua-Muestreo de fluentes).



Figura 21 Toma de muestra del agua de tanque, destinado para el proceso de teñido.

El envase y la preservación es importante antes de tomar la muestra, para evitar la contaminación y resultados erróneos. Se utiliza el conservante según al tipo de parámetro a analizar para la preservación de las muestras hasta arribar al laboratorio. Se enjuaja los envases utilizados y posteriormente se procedio a determinar parámetros “in Situ”(pH, Temperatura), para luego ser etiquetado, registrado, almacenado y transportado a menor tiempo en el intervalo de conservación (figura 22 al 24).



Figura 22 Preparación de la mezcla compuesta (teñido, fijado, suavizado), para la toma de muestra



Figura 23 Envases utilizados para la muestra de agua residual textil



Figura 24 Cámaras de salida y acopio de los residuos del teñido



Figura 25 Conducto de salida que desecha el agua residual, proveniente de la autoclave de teñido de madejas

3.1.9 Determinación de las propiedades físico-químicas de los Efluentes residuales

3.1.9.1 Propiedades organolépticas

A cada descarga de agua residual se valoraron las propiedades cualitativas de color, aspecto y olor (por los sentidos de la vista y del olfato).

La determinación del color del agua residual se lo realizó comparando con una escala de gama de colores proporcionado por la planta “Pantone –color guide” (Figura 26). La verificación de color se realizó por el tipo de teñido en el hilo y la descarga, haciendo una comparación entre el hilo teñido y la gama de colores, utilizando una cabina de luz con 6 fuentes de luz D65, TL84, CWF, F/A, UV y U30.



Figura 26 Gama de colores Pantone “guide colors”



Figura 27 Cabina de luz de laboratorio, para la verificación de color

3.2.0 Análisis físico- químico de la muestra-antes del tratamiento

El análisis físico químico consta de una serie de parámetros físicos, en las que se determinará la conductividad, Salinidad, Solidos Totales Disueltos STD, Turbiedad, Densidad, temperatura, Solidos totales y pH que serán evaluados según la Normativa RASIM para la descarga de efluentes industriales del rubro textil.

3.2.0.1 Parámetro - conductividad, salinidad y solidos totales disueltos

Este procedimiento fue realizado en el Laboratorio de Química Industrial, aplicable en aguas residuales y muestras líquidas. Cuando el agua contenga grandes cantidades de material en suspensión es preferible dejarla sedimentar y no afectar la precisión de la lectura antes de medir la conductividad.

Se utilizó el conductímetro (ORION modelo 115) para identificar los valores requeridos de conductividad, salinidad, STD y la temperatura Fig. 28.

- Se encendió el instrumento y se verificó la calibración, la sonda de cátodo previamente enjuagado con agua destilada.

- En un vaso precipitado de 250ml se vertió unos 200ml de la muestra y enjuagada (tres veces), dejar estabilizarse antes de tomar los datos.
- Se realizó la observación y lectura con el instrumento.
- Se anotan los valores de salinidad, conductividad, STD y temperatura.
- Se lavó todo el material de uso y se guardó.



Figura 28 Colorantes tratados para análisis físico químico: determinación de la conductividad

3.2.0.2 Parámetro - Turbiedad

La lectura de la turbidez en la muestra de agua se lo realiza en agua libre de partículas y de sedimentos gruesos Fig. 29.

- Se preparó inicialmente el equipo turbidímetro (Turbiquant 1100 T) ya calibrada.
- Se enjuagan los recipientes para muestras (dos veces) con el substrato a analizar, se mide la lectura tres veces.
- Se anotó los datos de la lectura observada.



Figura 29 Preparación de las muestras para su posterior lectura

3.2.0.3 Parámetro – Densidad

- Se preparó un picnómetro de 5 o 10 ml y se pesó la masa vacía.
- Se llenó el picnómetro con agua destilada y se pesó.
- Se llenó con agua residual y se pesó la masa total como se muestra en la figura 30.
- Se vació el picnómetro y se realizó el mismo procedimiento para todas las muestras.



Figura 30 Determinación de densidad de la muestra

$$\rho = \frac{m_f - m_o}{V}$$

m_f = masa en gramos del picnómetro lleno de efluente residual

m_o = masa en gramos del picnómetro vacío

V = Volumen total el picnómetro

3.2.0.4 Parámetro - pH

Para determinar el pH en el efluente residual se utilizó papel pH metro (MERK) con escalas a la unidad.

3.3.1 Análisis químico de la muestra antes del tratamiento

3.3.1.1 Parámetro – Determinación de Cromo Hexavalente

La determinación de cromo Hexavalente en aguas residuales por colorimetría con la difenilcarbazida es la metodología analítica más usada, principalmente por su alta selectividad. En

este análisis se hizo por el método espectrofotométrico para la determinación del cromo hexavalente en las aguas residuales. Se trabajó con diferentes tipos de muestras de aguas residuales según: (Sevrechi Sierra & Gonzales Garcia, 2013)

- La muestra se conserva con ácido nítrico pH<2 a 4°C.
- Se preparó una solución patrón de K₂Cr₂O₇ de 0,1g, se disuelve y enrasa a 100ml y se ajustó el pH < 2 con HNO₃.
- Se preparó solución de Difenilcarbazida al 0.5% en Acetona.
- Se preparó solución de Ácido Sulfúrico 0.01M.
- La solución patrón se preparó a diferentes concentraciones, por triplicado para la curva de calibración de 0.1, 0.5, 1, 2, 4 ppm como vemos en la figura 31.
- La lectura de las absorbancias se realizó a 540 nm de longitud de onda en un Espectrofotómetro UV visible T8DCS de doble haz en cubetas de cuarzo.



Figura 31 Vista general del Espectrofotómetro UV Visible, lectura para la curva de calibración

- Se calculó la concentración del Cromo hexavalente con la siguiente Formula de regresión lineal:

Dónde: Los valores de A y B nos ayudaran a hallar la concentración por Regresión lineal

$$\text{Concentración} - Cr^{+6} = \frac{Abs. - A}{B}$$

3.3.1.2 Parámetro – Determinación de Fósforo total

La determinación del fósforo presente en el agua residual, es un procedimiento químico analítico cuantitativo. Para el mismo se realizó un lavado de todos los materiales volumétricos con HCl 0.1N, con el fin de evitar arrastre de fósforo.

- Se preparó una solución patrón de Fosfato disódico Na_2HPO_4 , 1000 ppm como solución madre y se diluyó a 10 ppm.
- Se preparó la solución reductora utilizando las siguientes cantidades: 1g/50ml de Molibdato de Amonio "A", 1.76 g Ac. ascórbico/100ml "B" y 17ml de H_2SO_4 "C" aforados en 250ml.
- Se mezcló en un matraz de 250 ml, 39ml de A, 60 ml de B y 125ml de C.
- Se construyó la curva de calibración por triplicado con 0.1, 0.5, 1, 3, 5 ppm.
- Se realizaron las lecturas correspondientes a 828 nm con la solución reductora con su respectivo blanco (agua destilada).



Figura 32 Determinación espectrofotométrica del fósforo

- La concentración se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración} - P = \frac{\text{Abs.} - A}{B}$$

3.3.1.3 Parámetro – Determinación de Detergentes

Los detergentes forman cantidades de espumas por lo que se observa en el agua residual, estos alteran su tensión superficial permitiendo la formación de burbujas que son estables al aire según: (Fernandez Serrano, Nuñez Olea, Luzón, Lechuga, & Jurado , 2006, p. 8)

- Se preparó una solución de tetra borato de sodio “BORAX” 1.9 g en un matraz de 100ml y se ajustó el pH a 10.5 con NaOH para obtener la solución al (50mM).
- Se preparó otra solución de (10mM) a partir de los (50mM), se ajustó el pH entre (5-6) con HCl y con azul de Metileno al 0.1%.
- Se pesó aproximadamente 100mg SDS /100ml como solución madre y se transfirió a otro matraz 1 ml de la misma solución y aforo a 100ml.
- Se procedió a realizar la curva de calibración por triplicado una vez ya preparada todas las soluciones a concentraciones de 0, 0.444, 0.888, 1.555, 2.222, 3.333 ppm a una longitud de 650 nm.
- Luego se procedió a las lecturas de las muestras con las soluciones ya descrita anteriormente, figura 33.



Figura 33 Preparación de las muestras y eliminación de la fase Acuosa



Figura 34 Determinación de la concentración de detergente “fase Orgánica”

- La concentración de los detergentes se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Concentración (Detergente)} = \frac{\text{Absorbancia} - A}{B}$$

3.3.1.4 Parámetro – Determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La determinación de DQO es un parámetro analítico de carga de contaminantes del material orgánico contenido en el efluente textil, mediante una oxidación química. El método usado fue Reflujo abierto para la muestra compuesta de agua residual. Los análisis se realizaron en predios de la carrera de Química bajo un protocolo de muestreo en descargas de aguas industriales.

- Se debe tener la muestra conservada a pH 2.
- Se preparó una solución de Dicromato de Potasio $K_2Cr_2O_7$ al 0.0417 M, disolviendo 12.259 g y aforando a un matraz de 1000 ml.
- Se preparó la solución de Sulfato de amonio ferroso (SAF) $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0.25 M para la titulación.
- La solución indicadora se preparó pesando Ferroína 1.485 g y se adicionó 695 mg de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ aforado a un matraz de 50ml.
- Se tomó muestra de agua residual de 10 ml adicionando 20ml de H_2SO_4 en un balón fondo redondo de 250 ml, más 15 ml de $K_2Cr_2O_7$ y agregar cantidades mínimas de $AgNO_3$.

- Se llevó a reflujo abierto por un lapso de 2 horas a temperatura constante, figura 35.



Figura 35 Vista frontal sistema de reflujo abierto

- Se tituló con la solución de Sulfato de amonio Ferroso con el indicador Ferroína añadiendo 3 gotas.
- Se tomó el punto final de la titulación al primer cambio de color desde el azul verdoso al marrón rojizo o pardo y se anotó el volumen gastado.



Figura 36 Análisis, titulación de DQO

- El blanco se prepara con la misma cantidad de volumen y titular anotando el volumen gastado.
- El DQO en mg de O₂/L se calcula con la siguiente formula:

$$DQO = \frac{(A - B) * [M] * 8000}{ml \text{ Muestra}}$$

Donde:

A= ml Sulfato Ferroso Amoniacal - Blanco

B= ml Sulfato Ferroso Amoniacal utilizados para la muestra

[M] = Molaridad del Sulfato Ferroso Amoniacal

3.3.1.5 Parámetro – Determinación de Nitrógeno Amoniacal

La prueba se considera como nitrógeno amoniacal al nitrógeno que existe como ion amonio o en el equilibrio. Para esta prueba se realizaron los análisis por duplicado en base a los métodos normalizados para el análisis de agua residual según:

(Clesceri, Greenberg, & Trussell, 1992).

- Se preparó una solución tampón Borato “buffer”, preparando NaOH 0.1 N 50ml y solución de $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0.025 M en 250 ml. De la solución A y B trasvasar a un vaso precipitado 22 y 125ml.
- Se preparó del medio indicador: preparar una solución indicadora mixta pesando 100mg de Rojo de metilo y 50mg de azul de metileno y preparar con etanol. Realizar la combinación de la tercera parte y añadir a un matraz aforado de 250ml 2.5 ml del combinado.
- Se agregó al matraz aforado 5 g de H_3BO_3 para obtener el medio indicador con ácido bórico.
- Se preparó una solución de H_2SO_4 0.02 N en 500ml de un matraz.
- Preparadas las soluciones se procede a tomar 100ml de agua residual y verter en un balón de 250ml, Fig. 37 - 38.
- Se agregó 150ml de agua destilada y 12.5 ml de Buffer para elevar su pH a 10. Se destiló durante 30min, el destilado se recibió en un matraz Erlenmeyer con ácido Bórico a 130ml.

- Se colectó un volumen aproximado de 100ml del destilado y titular con H_2SO_4 0.02N.
- El ácido sulfúrico deberá estar estandarizado con Na_2CO_3 para los previos cálculos de Concentración de nitrógeno, mediante las siguientes fórmulas:

$$N_R = \frac{M_T \times V_T}{V_R}$$

Donde:

M_T = Concentración estandarizada del ácido sulfúrico

V_T = Volumen gastado en la titulación

V_R = Volumen de la muestra



Figura 37 Proceso de destilación de la muestra



Figura 38 Vista frontal valoración de la muestra con H_2SO_4 0,0191 (N)

3.3.1.6 Parámetro – análisis microbiológico

- El ensayo para el grupo de coliformes totales se efectuó mediante la técnica de tubos múltiples por el método del número más probable NMP y pruebas de sembrado de muestra en cajas Petri.
- Inicialmente la muestra debe estar conservada y refrigerada antes de su respectivo análisis.
- Se preparó una solución MacConkey a 350ml en un matraz de 500ml, y luego se preparó caldo Lauril Sulfato 90ml, pesando 3.204 g, ambas soluciones se autoclavaron.
- Se preparó el diluyente Peptona 36 ml pesando 0.036 g para la preparación de las muestras.
- Para el análisis se desinfectó el área de trabajo con alcohol y llama de fuego.
- Se realizó la prueba Presuntiva del número más probable utilizando tubos de ensayo por triplicado (NB-31006). Se añadió a los 9 tubos 10 ml de Caldo de Lauril Sulfato y se adicionó a los tres primeros tubos 10ml de muestra, luego 1ml de muestra a los siguientes tres y los últimos 0.1 ml de muestra. Se incubó a temperatura de 35°C durante 48 horas.
- Después del tiempo de incubación se realizó la observación y verificación en ambas muestras lo cual no presentaron la existencia de coliformes totales.
- La confirmación de la presencia de coliformes se realizó en cajas Petri sembrando la muestra, con el uso de agar MacConkey en diluciones de 2, 1, 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000 para el control de las pruebas presuntivas Fig. 39.

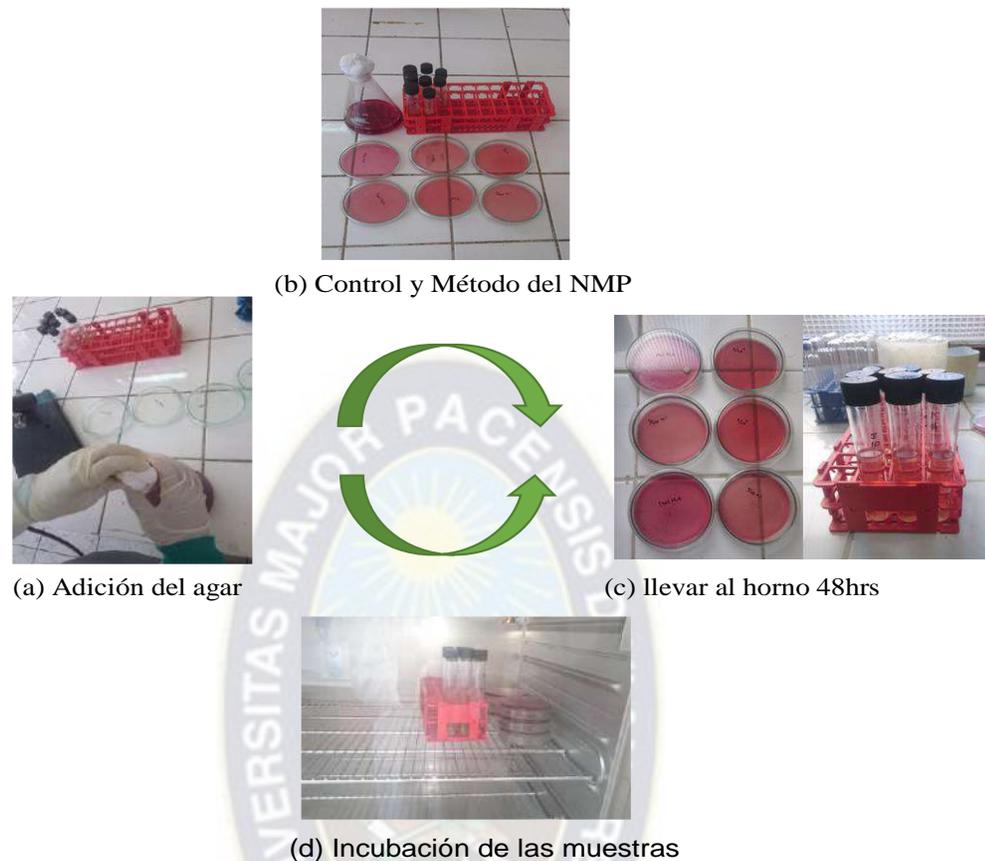


Figura 39 Flujo grama del análisis microbiológico Coliformes Totales

3.4.1 Identificación y evaluación de la tecnología adecuada de tratamiento

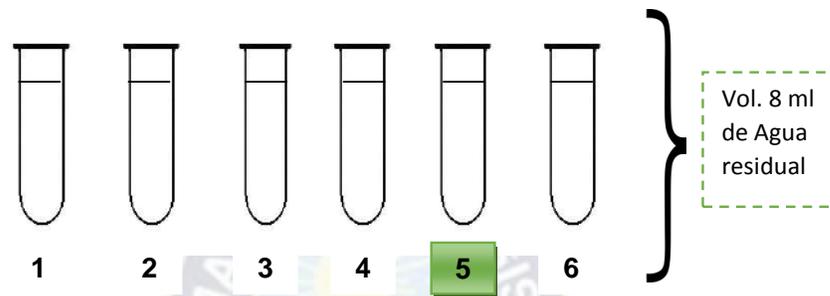
3.4.1.1 Método experimental tratamiento químico

El método se basa en utilizar uno de los coagulantes "Sulfato de aluminio" que es muy convencional para las plantas de tratamientos de aguas residuales industriales y tiene el fin de desestabilizar las partículas y producir la floculación formando un precipitado.

Para el uso de este coagulante se realizó pruebas en laboratorio, la evaluación con ciertas variables de operación que identifiquen si es efectivo el método a utilizar. El Sulfato de aluminio de procedencia industrial presenta las características de partículas aproximadamente entre 0,5 a 0,2 mm. de diámetro y son pulverizadas antes de su uso.

3.4.1.1.1 Descripción del proceso

Para la descripción del proceso se utiliza diferentes cantidades de coagulante ya pulverizados por medio de un mortero para que la homogenización sea efectiva a la muestra. Se usó un volumen constante de 8 ml para cada uno de los tubos de ensayo.



La cantidad de coagulante en masa serán las variables que estarán en función a: 0.1, 0.5, 1, 3, 5, y 8 gramos, mientras que las variables de tiempo, color, pH y la turbidez son constantes y serán evaluados al cabo de 24 horas. La temperatura de solubilidad del sulfato será a 25 °C y el tiempo de agitación de 1 minuto (ambos constantes) y agitado manualmente hasta obtener el floculo.



Figura 40 Vista frontal de la adición del coagulante

Se tomó muestras del efluente, donde se registró por el tipo de color **Pantone 18-1741 TPX**, **Raspberry wine** y **Pantone 17-1544 TPX Burnt Sienna** de agua residual.

Es importante mencionar que uno de los parámetros influyentes en esta operación es la turbidez, conforme a los resultados de las muestras obtenidas los valores fueron menores a 100 NTU, para

lo cual ambos teñidos tendrán las dosis adecuadas de 5 gramos, y las cantidades más grandes serán calculadas de acuerdo a su necesidad.



Figura 41 Vista frontal, formación del floculo "agua clarificada"



Figura 42 Lecturas de la turbiedad

3.4.1.1.2 Aplicación del método a nivel laboratorio-1

Para la aplicación de este método se evaluó inicialmente por la cantidad de dosis adecuada en función a los resultados obtenidos con sulfato de aluminio, para ello se trató un volumen de 10 litros en recipientes de plástico con capacidad de 20 litros, con las especificaciones técnicas (figura 43) de una altura total del motor hasta la base de 56cm, de la base al agitador 8cm de distancia y del parante al agitador con un radio de 24cm. El equipo fue diseñado en función a los requerimientos del tratamiento bajo las condiciones de operación de temperatura, agitación del motor, tiempo de agitación, dosis del coagulante, pH, turbiedad y sales disueltas.

La dosis de coagulante adicionado al agua residual es constante y uniforme en la unidad de mezcla con un agitador de motor a 250 rpm, de modo que el coagulante sea completamente dispersado y mezclado con el agua.

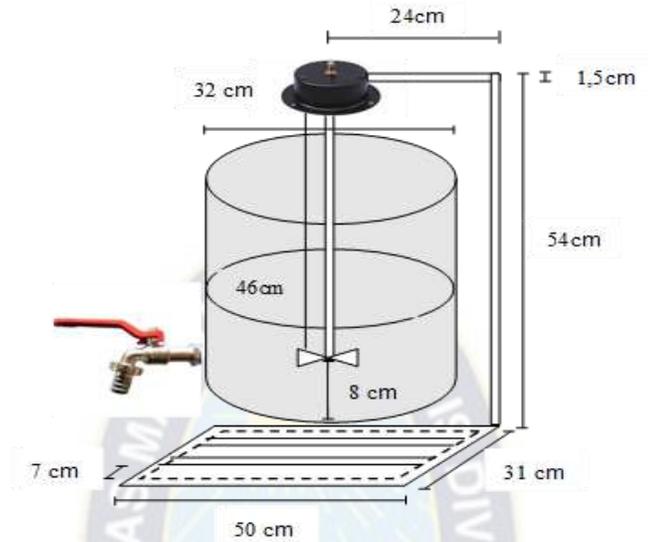


Figura 43 Vista frontal, medidas del sistema de tratamiento



Figura 44 Adición del floculante y agitación a 250rpm



Figura 45 Vista frontal, efluentes tratados con sulfato de aluminio



Figura 46 Vista frontal, comparación de agua tratada

(1) agua tratada con CAG, (2) agua tratamiento químico 2, (3) tratamiento químico 1

3.4.1.2 Método experimental tratamiento físico

El método físico experimental contempla un análisis óptimo en laboratorio, con el fin de verificar el material de adsorbe adecuado. La depuración de aguas residuales textiles por la adsorción, permite fortalecer al medio ambiente evitando la proliferación de los contaminantes existentes en aguas residuales, utilizando el sistema de filtración a pequeña escala determinando el tiempo, masa y volumen adecuado para poder aplicar a un tratamiento de mayor escala.

3.4.1.2.1 Determinación de la masa de adsorción (C.A.G)

La determinación de la masa de Carbón Activado Granulado CAG para la adsorción se utilizó 5 jeringas de 50ml, pinzas, matraces Erlenmeyer y el material adsorbente a usar.

La etapa contemplo en el trabajo de un volumen constante de agua residual de 150ml, así mismo las variables dependientes a este proceso es la cantidad de masa que se usará de CAG en función al tiempo real de adsorción. Las masas a utilizarse son: 5, 10, 15, 20, y 30 g y las variables de tiempo son diferentes para todas las pruebas.



Figura 47 Vista general evaluación de una masa adecuada

La selección de la prueba adecuada de la masa del adsorbente estará en función al tipo de tratamiento con mayor decoloración presente en la muestra tal como se ve en la figura 47. Previa visualización se realizó la medida de la turbidez en cada muestra presentando un descenso mínimo de turbidez y se da a conocer una de ellas como se ve en la figura 48.



Figura 48 Prueba, comparación de la muestra y muestra adecuada

3.4.1.2.2 Determinación del rendimiento en volumen a tratar

El volumen adecuado se identificó en función a las variables de masa, volumen a tratar y tiempo experimental constante fue de (100min.) en todas las pruebas y una variación de masa en cada una. Cada jeringa varía entre 10, 15, 20, 25 y 30 g de CAG y se trabajó con volúmenes variables.



Figura 49 Determinación del volumen adecuado para el tratamiento

El volumen adecuado a tratar fue mediante selección visual entre el mas eficiente del proceso por medio de la decoloración y la turbidez mínima, la cantidad de volumen óptimo debera ser accesible tanto para las pruebas mínimas como de gran magnitud en función a los resultados como se ve en la figura 50.

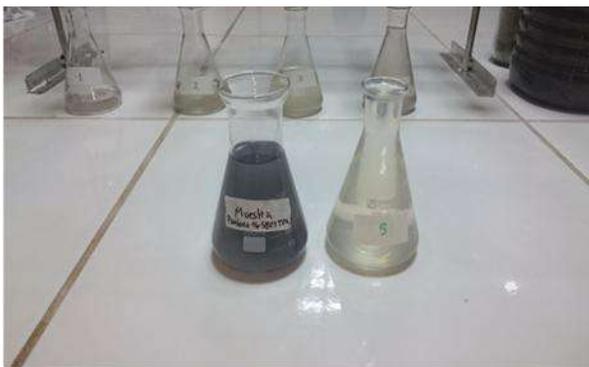


Figura 50 Comparación de la muestra y muestra clarificada

3.4.1.2.4 Aplicación del método a nivel Laboratorio-2

La prueba contempla un método de tratamiento más amplio, parte de las pruebas iniciales de laboratorio mediante cantidades mínimas de muestra de los adsorbentes. La depuración de las aguas residuales textiles aprovechara las propiedades de adsorción mediante la siguiente tabla:

Tabla 8

Distribución de medios múltiples adsorbentes

Nº	Tipo de material adsorbente	Tamaño del diámetro en mm	Espesor de la capa en el filtro
1	Arena fina	0,2-0,3	Mayor a 20cm
2	Arena Gruesa	2	5cm
3	Gravadilla	6	5cm
4	Grava tipo 1	20	5cm
5	Grava tipo 2	50	5cm

Fuente: Viceministerio de Agua potable y Saneamiento Básico. Normas Técnicas

La torre de adsorción y filtración fue diseñada a partir de una estructura de metal galvanizado para evitar corrosión del mismo, botellas PET, mallas, soporte metálico con base y el espesor de

las capas de adsorbente, tomando en cuenta la sugerencia del Ministerio de Medio ambiente y Agua “Distribución de medios múltiples adsorbentes”.

La adsorción física por filtración del efluente industrial tomará contacto inicialmente con el punto uno (1) Gravadilla, (2) CAG, (3) Arena fina, (4) Arena Gruesa, (5) Grava tipo 1 y 2 tal como se ve en la figura 51.

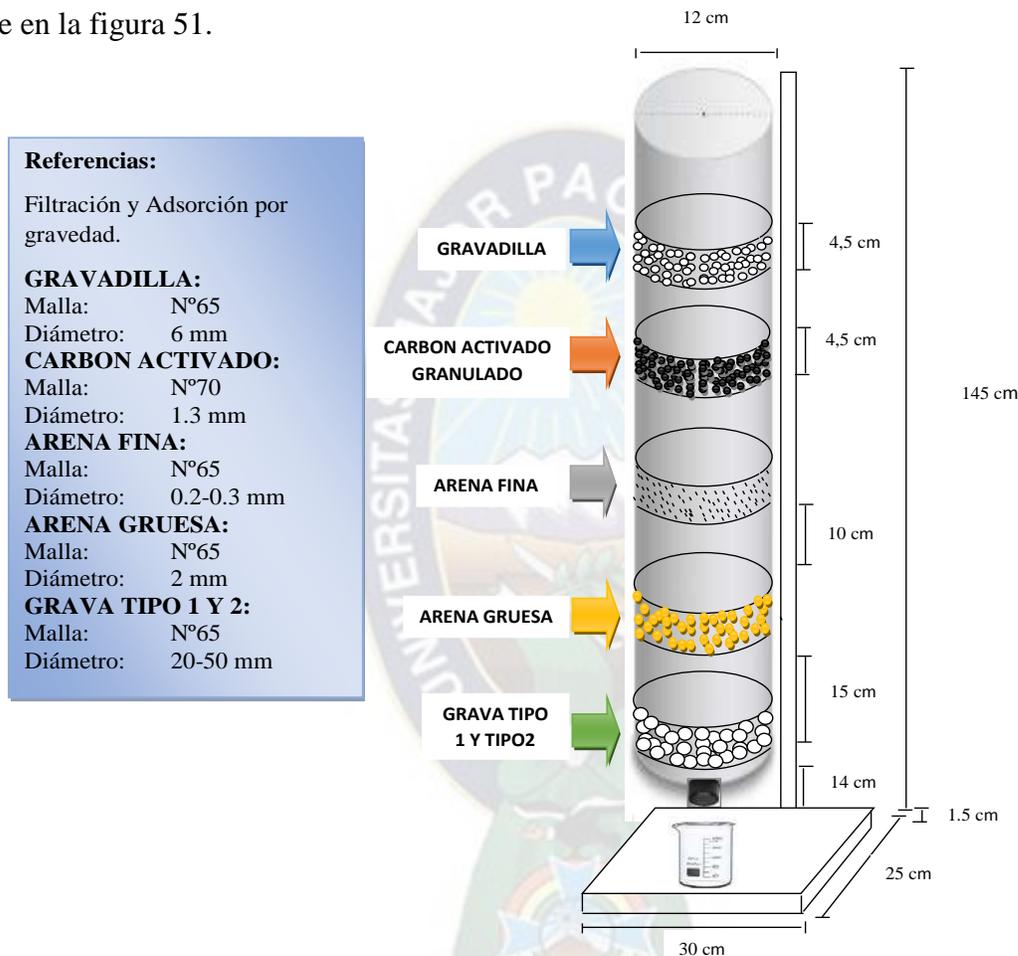


Figura 51 Vista frontal, especificaciones técnicas del sistema de tratamiento

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento físico estará en función a los ensayos realizados cualitativamente en el laboratorio, de acuerdo a la selección adecuada de masa, tiempo y volumen se calculó para un volumen de 5 litros de capacidad y pruebas hasta los 20 litros.

3.4.1.2.5 Selección del material adsorbente

Para la selección del material adsorbente utilizados en el proceso fueron la Gravadilla (piedrecillas de 6mm), CAG vegetal, Oxido de silicio (SiO_2) también llamado arena, arena gruesa seleccionada de 2mm y Grava tipo 1 y 2. Todos estos materiales fueron utilizados como medios múltiples por etapas al interior de la torre diseñada.



Figura 52 Clasificación del material adsorbente

El posicionamiento del material dentro de la torre de adsorción fue debido a las condiciones que presenta cada material.

Para calcular la cantidad adecuada de material de un volumen de 5 litros de agua residual se pesó 1 kg de CAG, así mismo de los demás materiales, la altura que presenta cada una de las fases son de 10 cm excepto el de carbón activado es de 25 cm de altura. La altura total de la base hasta la parte superior es de 145 cm, la altura de la columna es 129cm, altura de las abrazaderas 4,5 cm, altura de las botellas cortadas 21cm, diámetro interno de la columna 12cm y mallas plásticas están en función al tipo de adsorbente.



Figura 53 Etapas de tratamiento físico, efluente residual textil clarificado



Figura 54 Muestra tratada por la torre de adsorción

La figura 53, muestra el agua tratada al paso del sistema de filtración con una decoloración de agua totalmente efectiva que no presenta turbiedad.

3.4.1.2.6 Especificaciones técnicas del carbón activado granular (CAG)

El carbón activado granular CAG que se utilizó fue el “carbón granulado CG 900 8X30”, proveniente de Aconcal y fabricada por Clarimex CAGR, el producto es de alta calidad, de origen mineral y fabricado a partir de lignita. Diseñado para cubrir las necesidades de operación en columnas de adsorción y susceptibles de ser reactivado térmicamente.

Este producto por su alta eficiencia es ideal para aplicaciones de decoloración en fase líquida para residuos industriales textiles debido a su alta eficiencia de decoloración, también adsorbe eficientemente pesticidas y herbicidas, así como otros químicos tóxicos y precursores de trihalometanos, lo que hace un carbón ideal para tratamiento de agua textil.

El carbón Clarimex CAGR cumple con los estándares de “American Water Works Association AWWA B604”.

Tabla 9

Propiedades de calidad del carbón activado Granulado (CAG)

Nº	ITEM	ESPECIFICACIONES	PROPIEDADES TÍPICAS
1	Humedad al empaçar, %	8 máx.	4
2	pH	4,0 - 7,0	5,0 - 6,0
3	Actividad relativa de melazas, %	98 min	102
4	Número de Iodo, (mg I ₂ /g)	600 min	660
5	Densidad aparente, g/ml		0,38
6	Valor de Taninos (p.p.m)		220
7	Número de Melazas		425
8	Polvo %		0,30 máx.
9	Diámetro promedio de poro, ml/g		56
10	Volumen del poro		0,93
11	Número de abrasión (NBS)		80
12	Tamaño promedio de Partícula mm		1,3

Fuente: Clarimex CAGR, AWWA B604

ACTIVATED CARBON

Particle Size Table

STANDARD MESH		OPENING		PARTICLE
Tyler	U.S.	mm	inches	
4	4	4,75	0,187	●
6	6	3,35	0,132	●
8	8	2,36	0,094	●
10	12	1,70	0,066	●
12	14	1,40	0,056	●
14	16	1,18	0,047	●
16	18	1,00	0,039	●
20	20	0,85	0,033	●
24	25	0,71	0,028	●
28	30	0,60	0,023	●
32	35	0,50	0,020	●
35	40	0,425	0,016	●
42	45	0,355	0,014	●
48	50	0,300	0,012	●
60	60	0,250	0,0098	●
65	70	0,212	0,0083	●
80	80	0,180	0,0070	●
100	100	0,150	0,0059	●
115	120	0,125	0,0049	●
150	140	0,106	0,0041	●
170	170	0,090	0,0035	●
200	200	0,075	0,0029	●
250	230	0,063	0,0025	●
270	270	0,053	0,0021	●
325	325	0,045	0,0017	●
400	400	0,038	0,0015	●
----	500	0,025	0,0010	●

Figura 55 Tabla de conversión de número de malla (U.S Estándar sieve) a milímetros y pulgadas

Fuente: Worldwide Suppliers of pneumatic, fluidic & medical Components ISO 9001:2008, 2017

La granulometría distribuye el tamaño del grano en este caso para el tipo de arena fina, grava 1 y 2, gravadilla, arena gruesa y carbón activado. Las mallas puedes dividir los granos en distintas fracciones de tamaño y por lo tanto determinar las distribuciones por el tamaño de partícula.

3.4.1.3 Método experimental tratamiento biológico

El objetivo del método experimental biológico consta de una serie de pasos de investigación en donde se logrará tratar el agua residual textil con microorganismos que lleguen a adaptarse, degradando el colorante y favorezca a la disminución de sus cargas contaminantes.

Esta alternativa está direccionada a las descargas de contaminantes textiles, usando microorganismos” hongos-cepas” con la capacidad de degradar compuestos contaminantes, como parte de su metabolismo natural y permitiendo degradar diversos compuestos xenobióticos e incluyendo los colorantes sintéticos usados en la industria. Se empleará el uso de estos microorganismos en Biorremediación para las distintas pruebas, donde son menos sensibles a variaciones en temperatura, pH, nutrientes y aireación, adicionalmente gracias a su alta tasa metabólica y a su rápida colonización de superficies de su crecimiento. Inicialmente dependerá del tipo de contaminante textil “sustrato” y de las capacidades que tenga el microorganismo en relación a las aguas. La importancia es biorremediar estas aguas y disminuir las cargas de contaminantes de peligro bajo la normativa RASIM comprendido de la ley general del medio ambiente N° 1333.



Figura 56 Preparado de muestras a ser tratado biológicamente

En la figura 56, se aprecia las tres descargas de agua residuales, que son llevadas a pruebas en la determinación de concentración del nitrógeno y fosforo, para luego formar una muestra compuestas por tres tipos de residuos textiles (P. 16-5803 Flint Gray, P. 17-1544 Burnt Sienna, P. 16-1318 Warm Taupe). Los valores del nitrógeno y fósforo nos indica el comportamiento de las aguas residuales “sustrato” que tendrá frente a la biorremediación.

3.4.1.3.1 biorremediación de aguas residuales textiles empleando la cepa HLP

Las cepas fúngicas en biorremediación, han sido aisladas por el Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas (IIFB) de la UMSA, las cuales fueron usadas para investigaciones y diversos tipos de aplicaciones. El hongo empleado es la “cepa HLP” (basidiomicete), cepa tipificada morfológicamente y fisiológicamente en el Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, se aplicaron a las muestras de aguas textiles y se evaluó viendo los resultados que generarían al tratar con este tipo de Cepa. La aplicación de colorantes en la industria textil constituye un problema en el entorno ambiental como en los procesos de teñido. Uno de los beneficios de mayor importancia para el proyecto, fue en contar con los colorantes ácidos, ya que estas cepas se adecuan a un pH por debajo de 6. Las tinturas Azo son generalmente colorantes son colorantes xenobióticos y su degradación en la naturaleza es bastante difícil ya que son bastante estables a la luz, calor y agentes oxidantes.

Para el tratamiento inicial biológico se trabajó con 180ml de agua residual adicionando una cantidad de cepa bajo las condiciones de temperatura (28 ± 2 °C), humedad relativa del 60% y pH ácido. La prueba duro un tiempo aproximado de 30 días donde se contempló una claridad del agua menos turbia y poca cantidad de biomasa, los hongos reaccionaron degradando el colorante tal como se ve en la figura 57.



Figura 57 Agua tratada por Hongos de biorremediación

3.4.1.4 Aplicación del método a nivel laboratorio-3

Para la parte experimental del tratamiento se trabajó con semillas de trigo invadidas con la cepa HLP y se evaluó de dos formas: a) trabajar con el agua residual inoculando las semillas de trigo invadidas con cepa HLP y b) trabajar con las aguas residuales más caldo papa como suplemento para inocular las semillas de trigo invadidas con cepa HLP.

- El experimento se realizó por triplicado en matraces de 1000 ml donde se colocó 500 ml de agua residual, inoculando 1 g de trigo invadidas con la cepa HLP. Posteriormente se incubó a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ en un lapso de 30 días.



Figura 58 Biorremediación al cabo de 30 días, prueba (a)

Al cabo de los 30 días de incubación se pudo observar como se ve en la figura 58, que las muestras tratadas con agua residual e inoculadas con semillas de trigo presentaron un leve cambio de color, por lo que se descarta este tipo de procedimiento para la aplicación de tratamiento.

- Para la segunda variable se preparó caldo papa “papa natural preparada de manera artesanal y barata”, ajustando el pH a 5,6. Las pruebas se la realizaron en matraces Erlenmeyer de una capacidad a tratar de 500 ml, adicionando caldo de papa e inoculando 1 gramo de semilla de trigo invadidas con la cepa HLP a una temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 30 días.



Figura 59 Biorremediación al cabo de 30 días, prueba (b)

La figura 59, se puede observar que los matraces tratados con agua residual y suplementados con caldo de papa e inoculados con las semillas de trigo presentaron un cambio de color mucho más claro, previamente filtrado la biomasa presente en el tratamiento, esto indica que la cepa HLP pudo desarrollarse con mayor facilidad a comparación del primero, por lo cual se toma en cuenta con el tratamiento y análisis en el marco del RASIM.

3.5 Análisis de la viabilidad de implementación

En el análisis de la viabilidad se pretende desarrollar propuestas de solución a la problemática expuesta por el CIP Textil, realizando los estudios previos, a través de resultados expuestos por los métodos de tratamientos, bajo los criterios de normas ambientales, económicos para la sostenibilidad el proyecto.

El modelo que se desea implementar es en base a los tres métodos de tratamiento de efluente industrial seleccionados para el proyecto, para lo cual se hará la valoración de las alternativas de solución con respecto a los parámetros considerados del automonitoreo del rubro industrial de productos textiles (Anexo 13-B RASIM) , con ayuda de la normativa de los valores admisibles de parámetros en cuerpos y la normativa de límites permisibles de descargas líquidas diarias del (Anexo 13-C RASIM).

3.5.1 Valoración de las tecnologías de tratamiento

Teniendo en cuenta los métodos de los tratamientos planteados, se procederá a efectuar una evaluación en base al RASIM, con el fin de seleccionar el método de tratamiento adecuado en función a las variables de respuesta.

La alternativa más conveniente estará sujeta a ser tomada para el diseño tentativo, tomando en cuenta los resultados y las variables de operación del método, con el dimensionamiento en base a las medidas actuales de la planta. El efecto para la selección del tratamiento adecuado se deberá tener en cuenta la topografía del terreno. El modelo tentativo indicara la ubicación del sistema de tratamiento diseñado por un programa, desde la etapa inicial hasta la etapa final.

3.5.2 Impacto ambiental del proyecto

El enfoque ambiental es uno de los puntos más importantes del proyecto ya que se desean resultados óptimos del mismo, con el fin de disminuir las cargas contaminantes y cumplir bajo los parámetros establecidos por los entes reguladores “RASIM”. Este estudio corresponde a los impactos ambientales potenciales a la salud y al ambiente, el objetivo es evaluar un método acorde a estas exigencias en un plan ambiental viable de adecuación necesaria para minimizar los impactos del riesgo de contaminación

3.5.3 Costos del Diseño tentativo a implementar

Se evaluarán los costos del diseño en función a los requerimientos designados por la planta y a los resultados de estudio del proyecto, con el fin de llevar a cabo la efectividad de tratamiento en función al cumplimiento de las normativas.

Los resultados dispondrán la inversión del costo total del proyecto de la planta de tratamiento, de acuerdo a la cotización del material bajo los costos de construcción, obra civil, características del

terreno, por lo que no cuenta con una gran extensión territorial y las necesidades requeridas para el diseño.

Las normas técnicas del control para el diseño son evaluadas dependiendo del método “sistema de tratamiento” seleccionado a implementar.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo tiene por objetivo realizar la evaluación de los resultados y análisis de los objetivos específicos planteados.

4.1 Caracterización de la descarga de medición del caudal

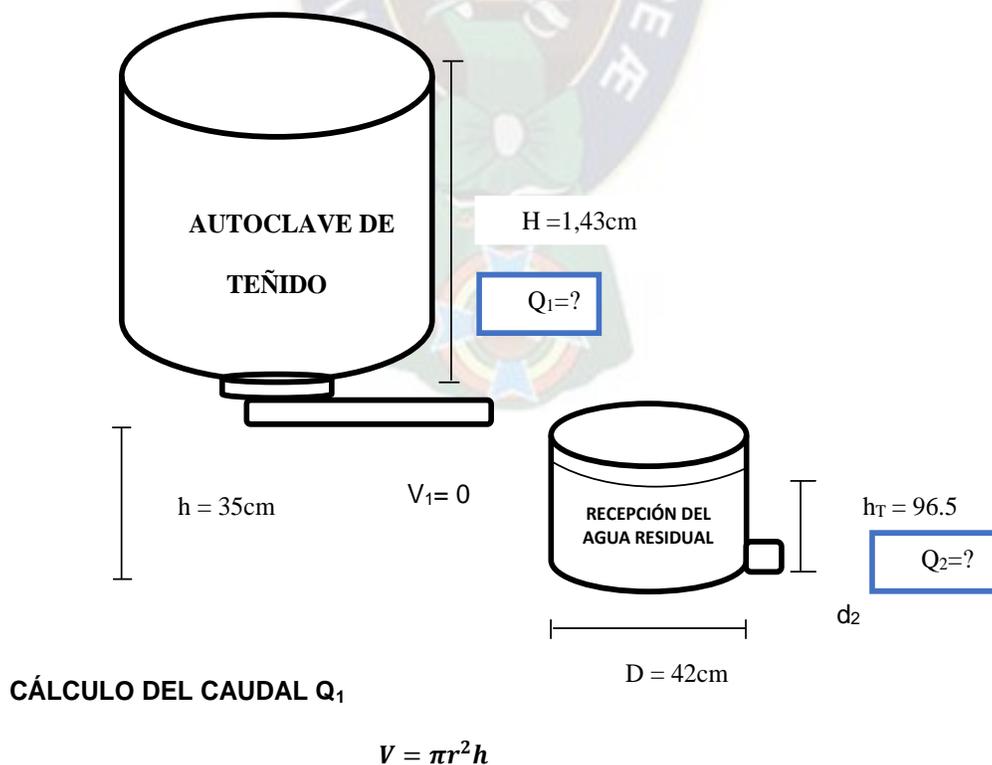
El análisis para el cálculo del caudal de descarga de la corriente de agua, se aplicó el principio de las operaciones unitarias según la ecuación de Bernoulli y la ecuación de Torricelli, sin considerar las pérdidas de rozamiento.

Descarga del efluente textil Código color: Pantone 17-1544 TXP - Burnt Sienna, BT = 48.60 L, P=4866 g, RB=1/10.

Volumen total Teórico = 145.8 L (teñido, fijado, suavizado)

Volumen total de salida Experimental = 130.53 L (teñido, fijado, suavizado)

Volumen de retención de agua: 15.27 L



Donde:

$$h = 96.5 \text{ cm}$$

$$r = 20.75 \text{ cm}$$

$$V = \pi(20.75)^2 * (96.5 \text{ cm})$$

$$V = 130530.92 \text{ cm}^3$$

$$130530.92 \text{ cm}^3 * \frac{1L}{1000 \text{ cm}^3} = 130.53 L$$

$$Q = \frac{m^3}{s}$$

$$130.53 L * \frac{1m^3}{1000 L} = 0.130 m^3$$

$$4.27 \text{ min} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} = 256.2 s$$

$$Q_1 = \frac{0.130 m^3}{256.2 s}$$

$$Q_1 = 0.000507 (m^3/s)$$

Cálculo del caudal Q₂

Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho * g} + \frac{V_1^2}{2g} + h = \frac{P_2}{\rho * g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$V_2^2 = h * 2g$$

$$V_2 = \sqrt{h * 2g}$$

Ec. de Torricelli. $g_{LP} = 9.78 (m/s^2)$

$$V_2 = \sqrt{(0.965 m) * 2(9.78 m/s^2)}$$

$$V_2 = 4.344 (m/s)$$

Velocidad del agua en la salida de 5 cm de diámetro sin pérdidas.

Área de la tubería de descarga

$$A_2 = \frac{\pi}{4} * d_2^2 = \frac{\pi}{4} * 0.05^2$$

$$A_2 = 0.0019 \text{ m}^2$$

Sabemos que :

$$Q_2 = V_2 * A_2$$

$$Q_2 = 4.344 \text{ (m/s)} * 0.0019 \text{ m}^2$$

$$Q_2 = 0.0082 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Caudal en la descarga del tanque, sin considerar pérdidas en la salida del tanque.

Tabla 10

Valores de medición de Caudal, planta CIP Textil

Nº	FECHA	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)
1	17-04-2018	0.000495	0.00791
2	17-05.2018	0.000507	0.00820
3	24-05-2018	0.000470	0.00765
4	\bar{x}	0.000491	0.00792
5	Σ	0.000019	0.00027
6	C.V.%	3.847 %	3.474 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, “Q₁” representa la descarga de la salida de la autoclave a la finalización del proceso textil y “Q₂” la descarga de recepción de agua residual final “compuesto” por: teñido, enjuague, fijado, enjuague y suavizado.

Para los resultados del caudal “Q₁ y Q₂” ambos son relativamente bajos en promedio, tanto en “Q₁” existirá una variación mínima de desviación estándar con respecto al “Q₂” de las lecturas registrados por fechas de descarga de agua textil. Por lo que “Q₂” tiene más variabilidad que con los datos de “Q₁” que son más uniformes.

4.1.2 Volumen de descarga de Agua proveniente de teñido

Las descargas de las aguas residuales proveniente del equipo de autoclave de teñido, es una de las etapas donde se toma el registro y se calculan las distintas cantidades de descarga que generan los residuos al mes. Inicialmente no se muestran registros de abundantes descargas en los meses de enero y de febrero, razón a este motivo es la mínima demanda de las comunidades para el servicio que brinda el CIP, a esta situación las actividades se van normalizando progresivamente en el transcurso del tiempo, tal es el caso de los meses de marzo y abril según lo registrado.

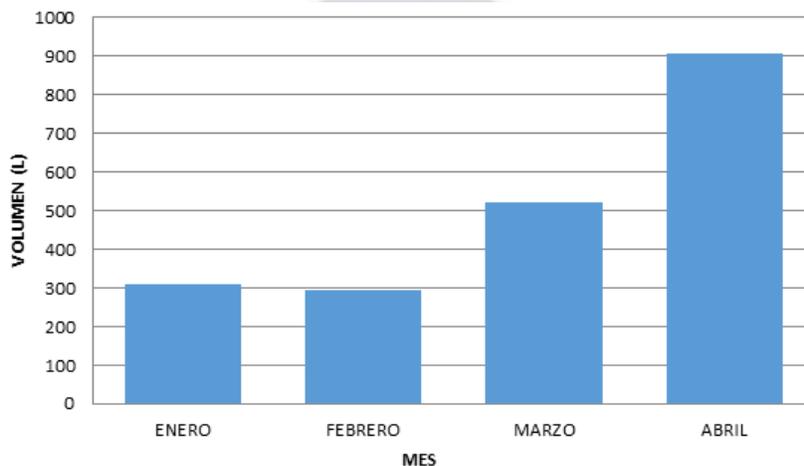


Figura 60 Volumen de salida del agua residual, del año 2018 meses enero, febrero, marzo y abril

Fuente: Elaboración propia

En la figura 60, muestra los registros de descarga de agua textil, proveniente del proceso de teñido. Aparentemente no se registran grandes cantidades de descarga al contar con los registros del CIP Textil, pero si existen las posibilidades que para que en los meses y los siguientes años en adelante inicien con más procesos de teñidos en su servicio.

4.1.3 Toma de muestras de agua “cámara” y agua residual

a) Muestreo de agua de la cámara de reserva

Tabla 11
Muestreo para análisis - Agua de cámara para teñido – Anexo 1

Datos del muestreo	
Responsable	Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Institución	Pro Bolivia- CIP Textil
Localidad	Distrito 5
Dirección	Zona villa Tunari - FAB- Av. Hernani
Departamento	La Paz
Tipo de muestreo	Simple- cámara de acopio de agua
Recepción toma de muestra	12-04-2018
Hora toma de muestra	14:00 pm
Color	Incoloro
Código	Sin código
Tipo de recipiente	Frascos plásticos
Temperatura	30°C
PH	6.5
Volumen	2000 ml

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11, indica los valores del muestreo que se realizaron manualmente y puntual dentro de la cámara de agua que alimenta los procesos de teñidos, realizadas las mediciones en el sitio.

b) Muestreo de agua residual textil proveniente de la autoclave

Tabla 12
Muestreo para análisis - valores CIP textil

Datos del muestreo general	
Responsable	Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Institución	Pro Bolivia- CIP Textil
Localidad	Distrito 5
Dirección	Zona villa Tunari - FAB- Av. Hernani
Departamento	La Paz
Tipo de muestreo	Compuesto
Tipo de recipiente	Frascos plásticos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13
Recepción de datos de las descargas de aguas textiles

N° Muestra	Fecha	Hora	Código –color	Temperatura	pH	Volumen
1	15-02-18	12:30	P. 17-1340 TPX Adobe	60°C	4	2000 ml
2	23-02-18	16:09	P. 16-1454 TPX Gaffa Orange	60 °C	4	2000 ml
3	13-03-18	13:40	P. 18-0125 TPX Artichoke Green	60 °C	4	1000 ml
4	15-03-18	14:04	P. 19-4052 TPX Classic Blue	61 °C	4	4000 ml
5	20-03-18	14:30	P. 16-5127 TPX Ceramic	60 °C	4	2000 ml
6	27-03-18	13:40	P. 16-1341 TPX Betterum	63 °C	4	5000 ml
7	03-04-18	15:02	P. 19-4110 TPX Midnight Navy	60 °C	4	6000 ml
8	04-04-18	17:00	P. 16-1333 TPX Biscuit	62 °C	4	5000 ml
9	10-04-18	12:02	P. 16-4134 TPX Bonnie blue	60 °C	2	2000 ml
10	18-04-18	09:30	P. 17-2230 TPX Carmine Rose	60 °C	4	3000 ml
11	24-04-18	14:30	P. 17-3023 TPX Rosebud	60 °C	4	6000 ml
12	26-04-18	13:45	P. 18-1741 TPX Raspberry Wine	60 °C	4	4000 ml

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 12 y 13, se pueden observar los datos registrados en general de las descargas de los procesos textiles, hace referencia el registro de la gama de colores en función al color de la descarga y al código de color Pantone del CIP, la mayoría de los registros de temperatura y pH tienen datos similares ya que las condiciones de descarga son las mismas a la salida de la autoclave.

4.1.3.1 Caracterización de las propiedades de cargas contaminantes de las aguas textiles

4.1.3.1.1 Propiedades Organolépticas

El análisis organoléptico o evaluación sensorial, se lo realizó a través de los sentidos de la vista, olfato, en donde se consideró las características de color por códigos, olor y aspecto de las aguas residuales textiles. En la tabla 14, se da a conocer los análisis organolépticos realizados y los resultados de las muestras analizadas en el sitio.

Tabla 14

Análisis Organoléptico de la cámara para teñido y descargas de agua residual

Nº Muestra	Código –color (Gama Pantone)	Olor (Olfativo)	Aspecto (visual)
Agua de cámara para teñido	Sin color	Inodoro	Transparente
1	P. 17-1340 TPX Adobe	O. químico	Turbio
2	P. 16-1454 TPX Gaffa Orange	O. químico	Turbio, partículas precipitadas
3	P. 18-0125 TPX Artichoke Green	O. químico	Turbio, verduzco
4	P. 19-4052 TPX Classic Blue	O. químico	Turbio, azulado
5	P. 16-5127 TPX Ceramic	O. químico	Turbio, celeste
6	P. 16-1341 TPX Betterum	O. químico	Turbio, crema
7	P. 19-4110 TPX Midnight Navy	O. químico	Turbio, azulado os.
8	P. 16-1333 TPX Biscuit	O. químico	Turbio, crema
9	P. 16-4134 TPX Bonnie blue	O. químico	Turbio, azulado
10	P. 17-2230 TPX Carmine Rose	O. químico	Turbio, rosa
11	P. 17-3023 TPX Rosebud	O. químico	Turbio, rosa
12	P. 18-1741 TPX Raspberry Wine	O. químico	Turbio, guindo

Fuente: Elaboración propia

Ver Anexos 2,4,7,9,11,13,15,17,20,23,25,27.

La tabla 14, indica los resultados de color, olor y aspecto de la cámara de agua para el uso de teñido y la clasificación de diversas descargas de la planta, en ello encontramos un olor característico “químico” y una turbidez alta por los compuestos, colorantes o sustancias que usan para el proceso.

4.1.3.1.2 Propiedades Físico químicas

Son parámetros que hacen referencia al análisis fisicoquímico de la cámara de agua y las descargas textiles, conlleva una serie de parámetros, métodos, unidades, resultados y evaluación según la normativa RASIM. Estos parámetros marcan una idea general del contenido de cargas contaminantes que pueden contener las aguas frente a un parámetro establecido.

Tabla 15

Análisis físico – químico de la cámara para teñido y descargas de agua residual

Parámetro	Conductividad	Salinidad	STD	Turbiedad	Densidad	Temperatura	pH
Método	Conductímetro	Conductímetro	Conductímetro	Turbidimetría	Gravimétrico	Electroanalítico	Peachimetro
Unidades	Ms	‰	mg/L	UNT	g/ml	°C	---
Agua de cámara	157.9	0.1	75	17	1.0417	20.9	6
1	1801	0.9	3884	98.04	1.1103	18.8	4
2	1885	1.0	4927	75.8	1.1257	19.8	4
3	1453	0.7	1710	59.14	1.0889	19.9	4
4	1320	0.6	1849	130.20	1.1329	18	4
5	1853	1.0	4949	44.65	1.0402	17.2	4
6	1455	0.7	1948	44.65	1.0402	17.2	4
7	1114	0.5	1890	130.20	1.0477	16.3	4
8	1785	0.7	2220	135.3	1.1496	17.7	4
9	1832	0.9	3500	110	1.1366	18.7	2
10	1856	1.0	4560	179	1.0417	16.8	4
11	1795	0.8	3260	66.6	1.0251	16.5	4
12	1841	0.9	3530	145	1.2168	16.4	4
Norma RASIM	---	---	---	<100C,<200D	---	±5	(6-9)

Fuente: Elaboración propia

Ver Anexos 3,5,8,10,12,14,16,18,21,24,26,28.

Clase C: Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico – químico completo y desinfección bacteriológica.

Clase D: Aguas de utilidad mínima, que para consumo humano en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

En la tabla 15, se puede observar las diferencias que presentan cada una de las descargas residuales, donde la conductividad, salinidad, STD y densidad hacen referencia a una serie de distintos valores mínimos y máximos donde no se encuentran registrados en el marco del RASIM, pero si se aprecia el comportamiento de cada uno de las muestras para su estudio. Comparando los valores registrados en función a la turbiedad se considera dos muestras de clase B, cuatro muestras de clase C y seis muestras de clase D. La temperatura adecuada de descarga que debe cumplir es de (± 5 °C) por lo que no se registra ese valor en la salida del efluente, además todos los valores de pH en cada una de las muestras son ácidos con valores de (2-4) y no se llega a cumplir con la normativa.

4.1.3.1.3 Propiedades químicas de las aguas residuales

a) Resultados de análisis del Cromo Hexavalente

Tabla 16

Curva de calibración determinación de Cr VI, con DFC

N°	Solución patrón Concentración (ppm)	1	2	3	Longitud de onda=540 nm	C.V.%
					Promedio Absorbancia $\bar{x} \pm \sigma$	
1	0.1	0.072	0.074	0.074	0.073 ± 0.001	1.3
2	0.5	0.154	0.150	0.147	0.150 ± 0.004	2.6
3	1	0.290	0.299	0.308	0.299 ± 0.009	3.0
4	2	0.568	0.576	0.580	0.575 ± 0.006	1.0
5	4	1.122	1.120	1.126	1.123 ± 0.003	0.2

Fuente: Elaboración propia

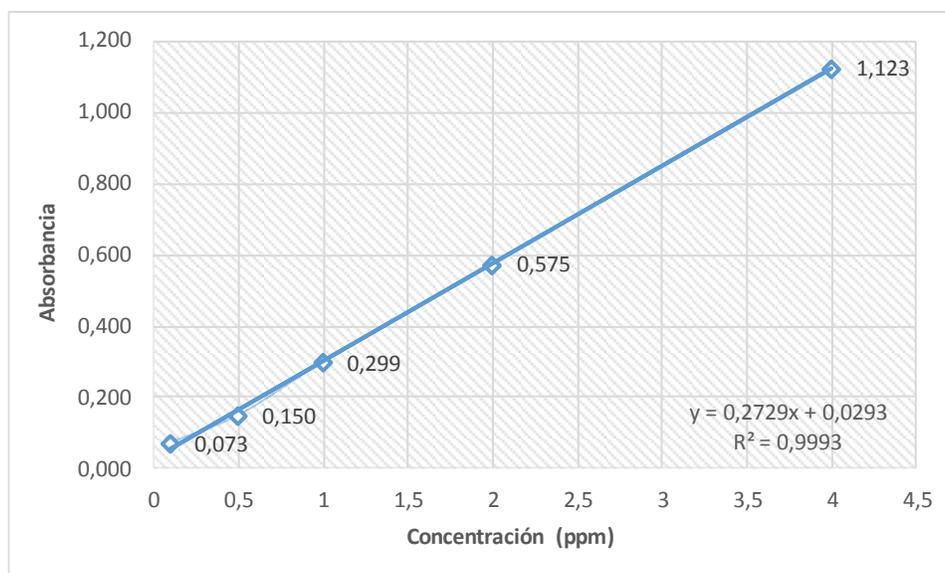


Figura 61 Curva de calibración, determinación de cromo hexavalente

Datos:

A=0.0295, B=0.2727, R=0.9993

Ejemplo: Muestra 1

$$\text{Concentración } Cr^{+6} = \frac{\text{Abs.} - A}{B}$$

$$\text{Concentración } Cr^{+6} = \frac{0,327 - 0,0295}{0,2727} = 1,0909 \text{ mg } Cr^{+6}/L$$

$$\text{Concentración } Cr^{+6} = 1,0909 \text{ mg } Cr^{+6}/L \quad \text{Ver Anexo 31}$$

Tabla 17

Análisis de resultados, fuente de descarga agua residual textil

Nº	Código – Color	Abs.	1 (mg/L)	2 (mg/L)	Conc. (mg/L) ± Desv. Estándar $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
1	3- P. 18-0125 TPX Artichok green	0,327	1.081	1.101	1,091 ± 0.014	1.2
2	4 –P. 19-4052 TPX Classic Blue	0,135	0.380	0.394	0,387 ± 0.010	2.5
3	5- P. 16-5127 TPX Ceramic	0,088	0.195	0.234	0,214 ± 0.028	2.9
4	6 –P. 16-1341 TPX Betterum	0.178	0.536	0.556	0.546 ± 0.014	2.6
5	8 –P. 16-1333 TPX Biscuit	0.228	0.725	0.731	0.728 ± 0.004	0.6
6	10-P. 17-2230 TPX Carmine Rose	0.112	0.294	0.310	0.302 ± 0.011	3.8

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17, muestra el resultado de la determinación de cromo hexavalente de la descarga de agua residual, los resultados son de las muestras 3, 4, 5, 6, 8 y 10, en donde existen valores mínimos registrados de 0.214 mg/L y máximos de 1.0909 mg/L dan a conocer el resultado de la cantidad de Cromo que pueden presentar las distintas descargas de las aguas, estos datos estarían por encima de la norma aplicada por el RASIM que es de 0.1 ppm. Es necesario aplicar un método adecuado de tratamiento que permita la disminución de estos valores. Los datos de la desviación estándar con respecto a la media son mínimos y no cuentan con una gran dispersión de datos debido a que la muestra se lo analizo por duplicado. La comparación de CV en función a la desviación estándar y la media, se da a conocer un valor alto de 12,9 % y un valor mínimo de 0,58 %.

b) Resultados de análisis de Fosforo total

Tabla 18

Curva de calibración determinación de Fósforo total, con Solución reductora:

Nº	Solución patrón Concentración (ppm)	Longitud de onda=828 nm			Promedio Absorbancia $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
		1	2	3		
1	0.1	0.053	0.056	0.055	0.055 ± 0.002	3.6
2	0.5	0.288	0.295	0.289	0.291 ± 0.004	1.4
3	1	0.614	0.605	0.607	0.609 ± 0.005	0.8
4	3	1.762	1.806	1.803	1.791 ± 0.025	1.4
5	5	2.898	2.999	2.998	2.965 ± 0.058	1.9

Fuente: Elaboración propia

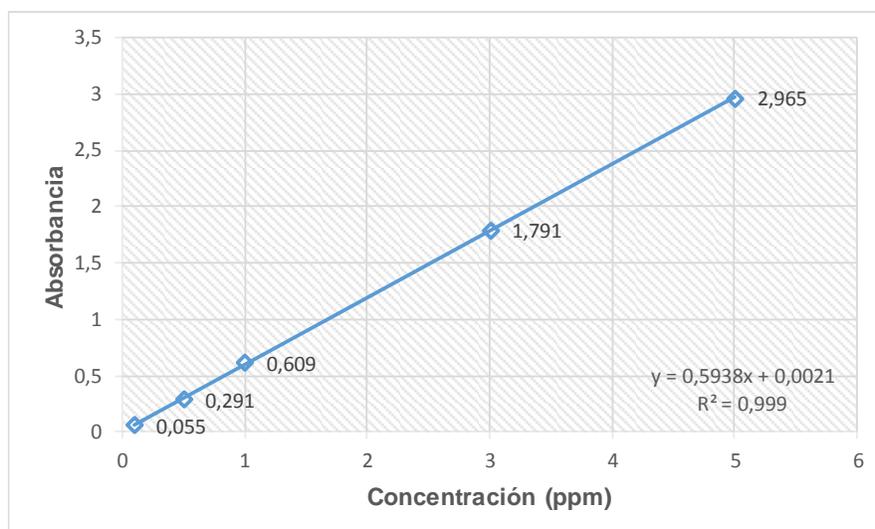


Figura 62 Curva de calibración, determinación de fósforo total

Datos: A= 0,0140, B= 0,5789, R= 0,999

Ejemplo: Muestra 1

$$\text{Concentración } P = \frac{\text{Abs.} - A}{B}$$

$$\text{Concentración } P = \frac{0,888 - 0,0140}{0,5789} = 1.5097 \text{ mg /L}$$

$$\text{Concentración } P = 1.5097 \text{ mg /L Ver anexo 32}$$

Tabla 19

Análisis de resultados, fuente de descarga agua residual textil

Nº	Código – Color	Abs.	1		Conc. (mg/L) ± Desv. Estándar $\bar{x} \pm \sigma$	C.V. %
			(mg/L)	(mg/L)		
1	3- P. 18-0125 TPX Artichok green	0,888	1.508	1.511	1.510 ± 0.002	0.2
2	4 –P. 19-4052 TPX Classic Blue	0,325	0.423	0.653	0.538 ± 0.163	5.2
3	5- P. 16-5127 TPX Ceramic	0,953	1.557	1.687	1.622 ± 0.092	5.6
4	6–P. 16-1341 TPX Betterum	1.002	1.685	1.729	1.707 ± 0.031	1.8
5	7-P. 19-4110 TPX Midnight Navi	0.735	1.301	1.189	1.245 ± 0.079	6.3
6	8 -P. 16-1333 TPX Biscuit	1.040	1.674	1.870	1.772 ± 0.139	7.8
7	10 -P. 17-2230 TPX Carmine Rose	1.175	1.998	2.012	2.005 ± 0.010	0.49
8	11- P. 17-3023 TPX Rosebud	0.753	1.341	1.211	1.276 ± 0.092	7.2
9	12- P. 18-1741 TPX Raspberry W.	0.744	1.387	1.135	1.261 ± 0.178	14.1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se puede observar las concentraciones promedio de fósforo total que va desde un punto de referencia máximo de 2.005 ppm a un punto mínimo de 0.538 ppm, donde la descarga residual de agua se encontrara dentro de estos límites. Además, cabe mencionar que la muestra nueve tiene diferencias significativas de lectura con un coeficiente de variación de 14.1% donde todas las muestras también se encuentran por debajo de este límite, por lo que existe una variabilidad aceptable.

c) Resultados de análisis Detergentes

Tabla 20

Curva de calibración determinación de Detergentes, con Tetraborato de Sodio:

Nº	Solución patrón Concentración (ppm)	1	2	3	Longitud de onda=650 nm	C.V.%
					Promedio Absorbancia $\bar{x} \pm \sigma$	
1	0	0.276	0.265	0.296	0.279 ± 0.016	4.6
2	0.444	0.492	0.499	0.495	0.495 ± 0.004	0.7
3	0.888	0.633	0.651	0.662	0.649 ± 0.015	2.3
4	1.555	0.799	0.865	0.894	0.853 ± 0.049	4.7
5	2.222	1.030	1.085	1.039	1.051 ± 0.030	2.8
6	3.333	1.358	1.476	1.413	1.416 ± 0.059	4.2

Fuente: Elaboración propia

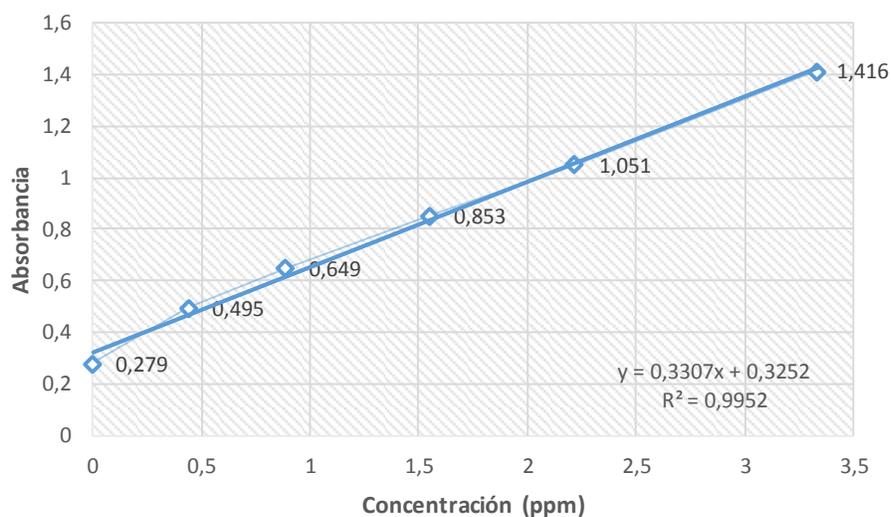


Figura 63 Curva de calibración, determinación de detergentes

Datos: A = 0,39033, B = 0,30538, R=0,995

Ejemplo: Muestra 1

$$\text{Concentración (Detergente)} = \frac{\text{Absorbancia} - A}{B}$$

$$\text{Concentración (Detergente)} = \frac{0,707 - 0,39033}{0,30538} = 1,037 \text{ mg/L}$$

$$\text{Concentración (Detergente)} = 1,037 \text{ mg/L Ver anexo 33}$$

Tabla 21

Análisis de resultados, fuente de descarga de agua residual textil

Nº	Código – Color	Abs.	1 (mg/L)	2 (mg/L)	Conc. (mg/L) ± Desv. Estándar $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
1	9- P. 16-4131 TPX Bonnie blue	0,707	1.063	1.011	1.037 ± 0.037	3.5
2	11-P. 17-3023 TPX Rosebud	0,855	1.540	1.504	1.522 ± 0.025	1.8
3	12- P.18-1741 TPX Raspeberry W	0,828	1.398	1.468	1.433 ± 0.049	3.4
4	P. 17-1544 TPX Burnt Sienna	1.131	2.384	2.466	2.425 ± 0.058	2.4
5	P. 16-5803 TPX Flint Gray	1.332	3.070	3.098	3.084 ± 0.020	0.6

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21, se muestra los resultados del análisis de detergentes que van por encima de los 0.5 ppm de concentración, medida por el cual los resultados obtenidos sobrepasan este rango, además el rango de mayor valor que posee la muestra cinco de 3.098 ppm es cinco veces mayor al límite aceptable. Los valores representados del coeficiente de variación son menores a 4% por lo que existe poca variabilidad y dispersión de datos.

d) Resultados de análisis - Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Método de aplicación del reflujó abierto

Fuente punto de muestreo 1 y punto de muestreo 2

Formula:

$$DQO = \frac{(A - B) * [M] * 8000}{ml \text{ Muestra}}$$

Donde:

A= ml Sulfato Ferroso Amoniaca - Blanco

B= ml Sulfato Ferroso Amoniaca utilizados para la muestra (Promedio)

[M] = Molaridad del Sulfato Ferroso Amoniaca

Muestra 1:

Reemplazando datos:

$$DQO = \frac{(13,1 - 7,2) * [0,25] * 8000}{10ml}$$

$$DQO = 1180 \frac{mgO_2}{L} \text{ Ver tabla 22}$$

N°	Vol. Muestra (ml)	Vol. Gastado (ml)
		Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄)x6H ₂ O - 0,25 M
1	10	7.4
2	10	7.1
Blanco	10 (H ₂ O Dest.)	13.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Valores registrados del análisis de DQO e IIS

Nº	Fecha	Muestra	Volumen de la Muestra (ml)	Replicas (mg O ₂ /L)		Resultados (mg O ₂ /L)	Desviación Estándar (σ)	Coeficiente de. Varianza (% CV)
				1	2			
1	20/02/18	DQO-1	10	1180	1260	1220	56.57	4.64
2	23/02/18	DQO-2	10	1100	1060	1080	28.28	2.62
IIS	12/03/18	DQO-3	**	**	**	890	**	**
3	20/03/18	DQO-5	10	812	828	820	11.31	1.38
4	27/03/18	DQO-6	10	1094	1070	1080	16.97	1.57
5	03/04/18	DQO-7	10	1326	1314	1320	8.49	0.64
6	04/04/18	DQO-8	10	1448	1472	1460	16.97	1.16
IIS	04/04/18	DQO-8	**	**	**	1520	**	**
7	10/04/18	DQO-9	10	1368	1312	1340	39.60	2.96
IIS	17/04/18	DQO-10	**	**	**	1910	**	**
8	24/04/18	DQO-11	10	1236	1245	1240	6.36	0.51
9	26/04/18	DQO-12	10	1490	1591	1540	71.42	4.64
IIS	09/05/18	DQO	**	**	**	1460	**	**
LCA	09/05/18	DQO	**	**	**	1387	**	**

Fuente: Elaboración propia, Ver anexo 34

IIS: Instituto de Ingeniería Sanitaria

LCA: Laboratorio de Calidad Ambiental

En la tabla 22, se observa los datos registrados de las descargas textiles de los meses de febrero, marzo, abril y parte de mayo, donde se da a conocer una serie de distintos valores de referencia que va desde los límites de 820 mg O₂/L hasta los 1910 mgO₂/L, este parámetro es uno de los más importantes en la caracterización del agua en su grado de contaminación. Actualmente estos límites sobrepasan los valores de la norma que toma como un punto de referencia de 250 mgO₂/L. Realizando el análisis de varianza de los resultados de DQO; ésta muestra diferencias de valores en función a cada etapa de la descarga textil, con un coeficiente de variación por debajo del 5% en todas las muestras analizadas, por lo que es aceptable su % de dispersión.

➤ **Resultados del comportamiento de DQO de las aguas textiles**

La figura 64, se muestra los resultados del comportamiento de DQO tomando las medidas de referencia de la tabla 22, inicialmente en el mes de febrero se tomó dos muestras, posterior a eso se tomó tres en el mes de marzo y al finalizar en el mes de abril con seis muestras. Los resultados de los valores tomados son mostrados mediante una gráfica en relación entre el número de muestra y las concentraciones de DQO, tomando las consideraciones entre el punto máximo de referencia registrado y el punto mínimo.

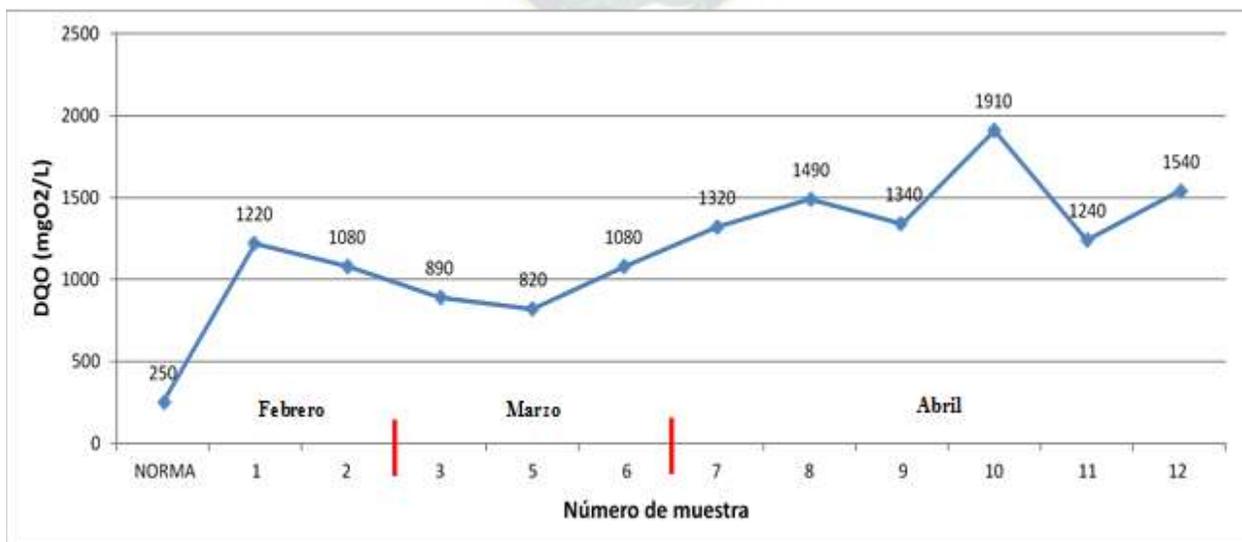


Figura 64 Comportamiento de DQO de los meses de febrero, marzo y abril

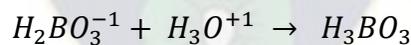
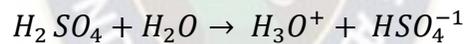
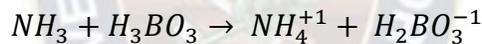
La actividad de los distintos valores de DQO registrados tanto mínimos describe a las posibles causas que afectarían en función al tipo de producto que se deseó teñir, debido a que estos contaron con un tratamiento adicional de lavado previo al proceso de teñido, lo que disminuirá la carga de DQO, lo contrario con las cantidades altas registradas serán las posibles causas en no contar con un procedimiento previo de lavado al producto (hilo y prendas) otorgado por las comunidades, conteniendo en las mismas las cantidad de materia grasa del camélido (llama, alpaca, vicuña, oveja y guanaco) adherida dentro a los hilos confeccionados, lo que posibilita a un aumento de la carga orgánica si no recibe un tratamiento adicional.

e) Resultados de análisis – Nitrógeno amoniacal

Método de aplicación de Reflujo abierto

Fuente punto de muestreo 1 y punto de muestreo 2

Reacciones del procedimiento



Determinación de concentración de nitrógeno amoniacal:

$$N_R = \frac{M_T \times V_T}{V_R}$$

$$N_R = \frac{(0,0191 N) \times 0,15 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} = 2,85 \times 10^{-5} (N)$$

$$\frac{2,85 \times 10^{-5} \text{ Eq} - g N}{1 \text{ l}} * \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ Eq} - g N} * \frac{1000 \text{ mg N}}{1 \text{ g N}} = \frac{0,399 \text{ mg N}}{L}$$

Concentración N = 0.399 $\frac{mg N}{L}$ Ver Anexo 35

Tabla 23

Tabla de valores registrados en el análisis de Nitrógeno Amoniacal (ppm)

Nº	Código-color	Volumen de muestra(ml)	1 (ml)	2 (ml)	Volumen gastado H ₂ SO ₄ (ml)	Prom. (mg / L)
1	P. 17-1544 TPX Burnt Sienna	100	0.2	0.1	0.15	0,40
2	P. 16-5803 TPX Flint Gray	100	0.3	0.2	0.25	0,67
3	P. 16-1318 TPX Warm Taupe	100	0.2	0.2	0.2	0,53

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23, muestra la influencia del nitrógeno en el proceso de teñido con valores mínimos de concentración de 0.40, 0.67 y 0.53. Estos resultados son bajos con respecto a la normativa ambiental RASIM, el límite máximo permisible es de 4 ppm, haciendo una comparación estos valores si se encuentran aceptables en los parámetros de descarga.

f) Análisis Microbiológico de las aguas residuales

Fuente punto de muestreo 1 y punto de muestreo 2

Agua residual 1 - Pantone 17-1544 TPX, Burnt Sienna, Ver anexo 36

Nº	PARAMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	RASIM
1	Coliformes totales	M.F.	U.F.C./100 ml	> 3 NMP / 100ml	1000
2	Prueba presuntiva	NMP	1/ 10 ml	> 3 NMP / 100ml	1000

Fuente: Elaboración propia

El análisis contemplo en la determinación microbiológica de coliformes totales y las pruebas presuntivas presentes en la muestra, cada dato del mismo se registró al cabo de 5 días.

Agua residual 2 - Pantone 16-5803 TPX, Flint Gray, Ver anexo 37

Nº	PARAMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	RASIM
1	Coliformes totales	M.F.	U.F.C./100 ml	> 3 NMP / 100ml	1000
2	Prueba presuntiva	NMP	1/ 10 ml	> 3 NMP / 100ml	1000

Fuente: Elaboración propia

Las tablas de análisis, indican la inexistencia de coliformes analizadas en ambas muestras, productos del factor físico químico “pH” ácido en las aguas residuales, lo cual se registró con valores > 3 NMP / 100ml, donde significa que la probabilidad de encontrar coliformes es mayor a tres en su número más probable y la prueba presuntiva de control fue menor con un registro de (> 3 NMP / 100ml). La comparación de estos valores es mínima por lo que se llega a cumplir con la normativa por debajo de los 1000 N/100ml.

4.2 Identificación de la tecnología de tratamiento del agua residual textil

4.2.1 Primera alternativa - proceso de tratamiento Químico (Método 1)

a) Determinación de la dosis adecuada de coagulante a escala laboratorio

Tabla 24

Determinación de la dosis adecuada del sulfato de aluminio

N°	Masa (g) $Al_2(SO_4)_3$	Dosis (mg/L agua residual)	Agua residual 1 Turbidez (NTU)				Agua residual 2 Turbidez (NTU)			
			1	2	\bar{x}	pH	1	2	\bar{x}	pH
1	Control	0	118.4	121.5	119.9	4	63.17	67.98	65.57	4
2	0.1	12.5	17.6	19.76	18.68	4	7.86	8.32	8.1	4
3	0.5	62.5	13.15	13.75	13.45	4	5.73	6.12	5.92	4
4	1	125	7.18	7.74	7.46	4	3.02	3.15	3.09	4
5	3	375	0.94	1.02	0.98	4.1	1.48	1.53	1.51	4
6	5	625	0.75	0.78	0.76	4.2	1.01	1.10	1.05	4.1
7	8	1000	3.19	3.47	3.33	4.2	2.48	2.83	2.65	4.1

Fuente: Elaboración propia

Agua residual 1: Pantone 18-1741 TPX, Raspberry wine

Agua residual 2: Pantone 17-1544 TPX, Burnt sienna

La tabla 24, muestra la comparación y el análisis de resultados de dos descargas de aguas tratadas, se utilizó las dosis en ppm para cada muestra. La comparación de la misma da una medida adecuada de uso del producto químico que fue de 650 ppm el más adecuado en función a la baja turbiedad

que presenta. La medida se lo realizo después de 24 horas donde los datos registrados óptimos fueron de; agua residual uno en 0.76 UNT y el dos en 1.05 UNT.

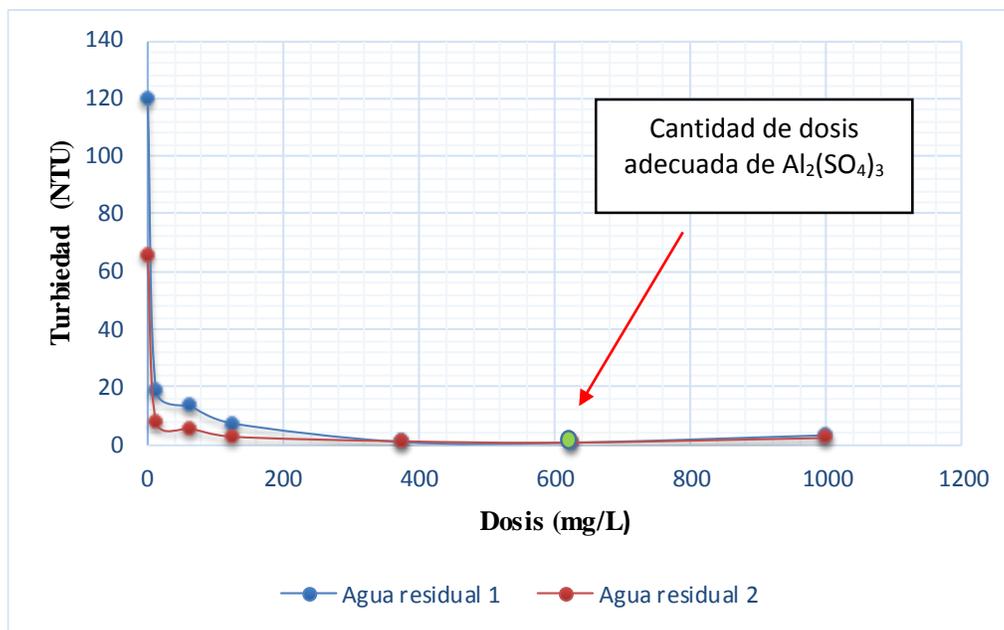


Figura 65 Representación de dosis óptima con Sulfato de aluminio

La figura 65, es la representación gráfica de la disminución de la turbiedad en base a la cantidad de dosis suministrada para ambas pruebas, dado los resultados con concentración de coagulante óptimo de 625 ppm. Este dato parte como referencia a la aplicación de una mayor escala con una cantidad de volumen determinado en la aplicación de este producto químico, el pH registrado en fue de 4.

b) Comportamiento del tratamiento químico para 10 Litros de agua residual

El tratamiento con sulfato de aluminio está en función a la evaluación de dosis adecuada de las pruebas de ensayo de la tabla 24, el volumen a tratar es de 10 litros de efluente textil. La prueba se realizó en dos muestras diferentes de descargas textiles y se llevó a cabo en recipientes de 20 L. En la siguiente tabla se muestra las variables de operación para este método. Datos generales:

Tabla 25

Variables de operación del tratamiento químico

		Datos para el tratamiento
N°	Variables de operación	Descripción
1	Dosis de coagulante	La cantidad de dosis contiene un rol muy importante sobre la buena o mala calidad del agua clarificada, buen o mal funcionamiento de los decantadores.
2	Turbiedad	Mide la concentración de las partículas suspendidas en un líquido, el efecto de dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz.
3	Sales disueltas	Las sales disueltas influyen la coagulación y floculación: Modifican el pH, tiempo de floculación, cantidad de coagulante.
4	Temperatura	Temperatura de solubilidad del Sulfato de aluminio 25 °C, temperaturas elevadas desfavorecen la coagulación.
5	pH	El rango de pH debe ser óptimo, en función al tipo de coagulante. Sales de aluminio (6.5-8.0).
6	Tiempo de Agitación	Tipo de agitación mecánico, gradiente de velocidad constante. Controla el grado de agitación.

Fuente: Cárdenas A. Y. (2000), tratamiento de agua coagulación y floculación (44)

Las muestras 1 y 2 (aguas residuales) se trataron en función a las variables de operación de la tabla 25, debido a que se desecha una variedad de colores durante el proceso, para lograr una mayor optimización de tratamiento.

Agua residual 1: Teñido P. 16-5803 TPX Flint Gray, volumen a tratar 10 L.

Agua residual 2: Teñido P. 17-1544 TPX Burnt Sienna, volumen a tratar 10 L.

Cálculos de cantidad de $Al_2(SO_4)_3$:

$$0.008 L \leftrightarrow 5 g$$

$$10 L \leftrightarrow X g$$

$$0.008 L * X(g) = 10 L * 5 g$$

$$X(g) = 6250 g = 6.25 Kg$$

Tabla 26

Resultados de las muestras de agua residual 1 y 2

Variables	Resultados	
	Agua residual 1	Agua residual 2
Dosis del coagulante	6.25 Kg	6.25 Kg
Turbiedad	39.14 UNT	37.91 UNT
Sales disueltas	16.1 ‰	15.7‰
Temperatura	25 °C	25 °C
pH	2.4	2.5
Tiempo de agitación	10 min	10 min
Revoluciones (Agitación del motor)	250 rpm	250 rpm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se ve el análisis de los dos resultados de las dos muestras, que van dependiendo de acuerdo a una cantidad constante de masa del coagulante, temperatura de solubilidad, tiempo de agitación y las revoluciones de la agitación. Los resultados de turbiedad son relativamente altos en 39.14 y 37.91 UNT con referencia a las pruebas de laboratorio, en caso del pH en ambos casos llegarían a bajar su índice de acidez en 2.4 y 2.5.

c) Resultados del análisis Físico químico–Después del tratamiento (Agua tratada 1 y 2)

Lugar del muestreo: Laboratorio de Química industrial

Fuente: Recipientes tacho para tratamiento, de capacidad de (20 L)–P. 16-5803Tpx Flint Gray (agua tratada 1), Pantone 17-1544 Tpx Burnt Sienna (Agua tratada 2)

Tabla 27

Valores del análisis físico químico del agua tratada 1 y 2, después de 24 Horas.

N°	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados		RASIM	Clase
				Agua tratada 1	Agua tratada 2		
1	Temperatura	Termómetro	°C	12	11	±5	---
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.2678	1.2752	---	---
3	pH	Pehimetro	---	2.4	2.5	6-9	---
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	39.14	37.91	<50	B
5	Conductividad	Conductímetro	µS	26.5	27.2	---	---
6	Salinidad	Conductímetro	‰	16.1	15.7	---	---
7	STD	Conductímetro	mg/L	8100	8865	1000	B
8	Solidos totales	Gravimétrico	mg/L	461792	469308	1000	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 46 Y 48

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

En la tabla 27, muestran los resultados de los parámetros físico químicos de ambas muestras, estas presentan un pH de 2.4 y 2.5 y el parámetro debe ser entre (6-7) por lo cual no se cumple, el valor de la turbiedad es por debajo de los 50 UNT donde se clasifica para ambas muestras que son de tipo B, tanto para los sólidos disueltos y solidos totales presentan valores altos y excesivos que deberán estar en función a la referencia de los 1000 ppm, por lo que deben ser tratadas aún más con otros medios.

d) Resultados del análisis Químico - después del tratamiento (agua tratada 1 y 2)

Tabla 28

Valores del análisis Químico del agua tratada 1 y 2, después de 24 Horas.

N°	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados		RASIM	Clase
				1	2		
1	Cromo hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	2.255	2.279	0.1	---
2	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.028	0.025	0.5	B
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	2.719	2.193	0.5	B

4	DQO	Volumétrico	mg/L	720	830	250	---
5	Nitrógeno amoniacal	Volumétrico	mg/L	0.665	0.399	4	---
6	Coliformes Totales	M.F.	U.F.C./100ml	>3 NMP	>3 NMP	1000	---
7	DBO	Incubación 5 días	mg/L	260	280	80	---
8	Aceites y Grasas	Extracción Soxhlet	mg/L	2.8	3.1	10	---
9	Sulfuros	Espectrofotométrico	mg/L	<0.10	<0.10	2	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 47 y 48

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

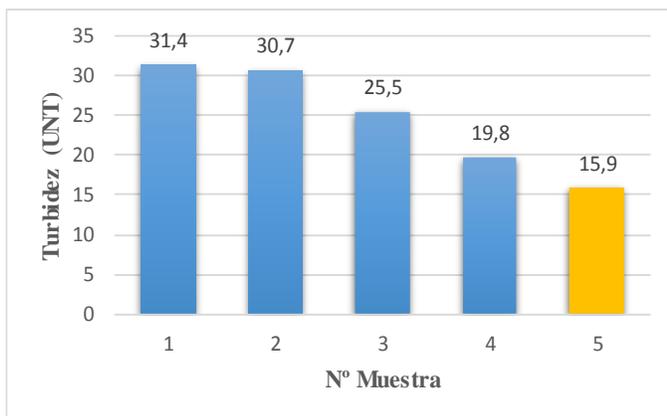
La tabla 28, muestra la comparación de los parámetros químicos realizados después del tratamiento, ambos son evaluados en donde solo se llega a cumplir en cinco parámetros (55.5%), a diferencia que las cantidades que sobrepasan los límites son los parámetros de Cromo hexavalente, Detergentes, DQO y DBO. Además de la comparación con el reglamento del RASIM se realizó la clasificación del fosforo y detergentes que pertenecen a la clase B, donde necesariamente esta agua requiere de un tratamiento adicional y desinfección. (Resumen de resultados – análisis de varianza Ver tablas del Anexo 53)

4.2.2 Segunda alternativa - proceso de tratamiento físico (Método 2)

a) Pruebas experimentales a escala laboratorio

El tratamiento con carbón activado es un tratamiento por adsorción, consiste en la depuración del agua residual textil con el carbón activado, utilizando las cantidades mínimas “gramos” y adecuados que puedan lograr la decoloración del agua residual disminuyendo la turbiedad.

➤ **Determinación de la masa de adsorción (C.A.G.)**

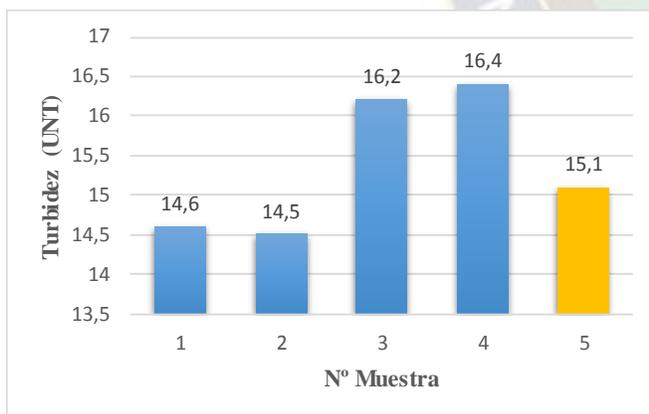


Nº	Masa (g)	Tiempo (min)	Turbiedad (UNT)	pH
1	5	5	31.4	3.6
2	10	25	30.7	4.3
3	15	50	25.5	5
4	20	75	19.8	6.1
5	30	100	15.9	6.8

Figura 66 Comparación de la turbidez, determinación de masa C.A.G.

En la figura 66, se puede observar la disminución efectiva de la turbidez de la muestra 5 en 15.9 UNT, para un volumen constante de 150 ml en función a una masa adecuada de 30 gramos y el tiempo óptimo de 100 min. La masa que se utilizará estará en función a los 30 gramos de C.A.G. para las pruebas de agua residual a tratar a escala mayor.

➤ **Determinación del volumen adecuado a tratar, en función a la turbidez**



Nº	Volumen (ml)	Masa (g)	Turbiedad (UNT)	pH
1	30	10	14.6	4.1
2	60	15	14.5	4.8
3	90	20	16.2	5.2
4	120	25	16.4	6
5	150	30	15.1	7.2

Figura 67 Comparación de la turbidez, determinación de volumen adecuado

La figura

67,

muestra la comparación de muestras y disminución de la turbidez, con un tiempo constante de 100 minutos en cada una de las muestras. Con estos resultados se puede afirmar que la turbiedad mínima registrada fue de 14.5 UNT para un volumen de 60 ml, llega a ser óptima la turbiedad, pero no trata un volumen mucho mayor, a ello se tomó como referencia la muestra 5 al no presentar

una turbidez alta ni mínima solo media que es aceptable su rango, además con contar con un mayor volumen de tratamiento y una masa adecuada registrada como en la anterior prueba del C.A.G.

b) Aplicación del tratamiento físico

Para este tipo de tratamiento se relacionó con los resultados de las pruebas preliminares experimentales a escala laboratorio. La determinación de masa de C.A.G. y volumen a tratar da a conocer un panorama más claro al tipo de tratamiento que se desea presentar. Datos referenciales de las pruebas en laboratorio:

Tabla 29

Valores de referencia del análisis del tratamiento físico

Nº	Variabes	Valores medidos
1	Tiempo	120 min
2	Masa	30 g
3	Volumen	150 ml

La capacidad de la columna y el método de diseño para su aumento de escala deberá estar basado en experimentos a escala laboratorio para determinar los resultados. (Geankoplis C.J. (1998)).

$$t_t \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) dt$$

Donde t_t es el tiempo equivalente a la capacidad total o estequiometrica. La capacidad utilizable del lecho hasta el tiempo de punto de ruptura t_b , en el área cuadrículada.

$$t_u = \int_0^{t_b} \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) dt$$

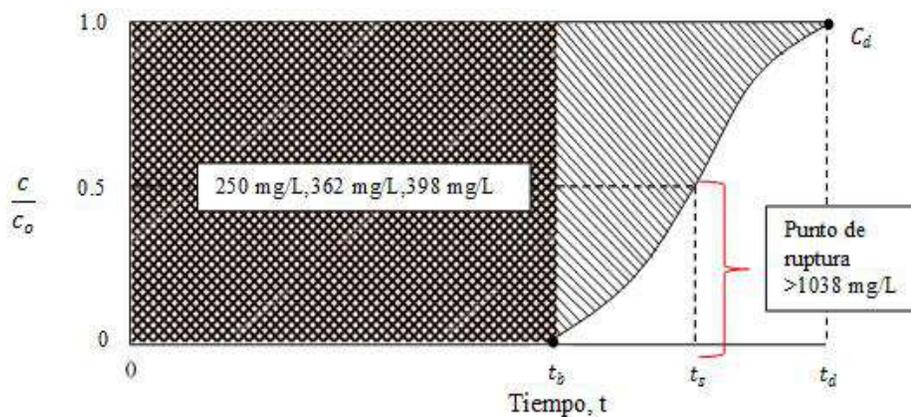
Donde t_u es el tiempo equivalente a la capacidad utilizable o el tiempo en el cual la concentración del efluente alcanza su máximo nivel permisible.

$$H_B = \frac{t_u}{t_t} H_T$$

Donde H_T es la longitud total del lecho y el H_B es la longitud del lecho utilizado hasta el punto de ruptura.

$$H_{UNB} = \left(1 - \frac{t_t}{t_u}\right) H_T$$

H_{UNB} representa la sección o zona de transferencia de masa; depende de la velocidad del fluido y es independiente de la longitud total de la columna. El valor H_{UNB} se mide a la velocidad del diseño en una columna de laboratorio de diámetro pequeño empacada con el adsorbente deseado.



Determinación de una capacidad de una columna a partir de la curva de avance

El valor de H_B es directamente proporcional a t_b , por consiguiente, la longitud H_{UNB} de la sección de transferencia de masa se suma a la longitud de H_B para obtener la longitud total H_T .

$$H_T = H_{UNB} + H_B$$

Esta ecuación permite calcular el diseño de la torre de adsorción y su validez depende de que las condiciones en la columna de laboratorio sean semejantes a las de la unidad a escala real. La unidad del diámetro debe estar bien aislada para parecerse a la torre de diámetro grande. El cálculo de la masa de carbón activo en 5 litros usando los valores de la tabla 29 fue de 1000 gramos equivalentes a un kilo, en vista de ello se realizó pruebas con volúmenes de agua residual de 5, 10, 15 hasta los 20 litros. Para su tratamiento de flujo de 15 L con un caudal de 4.8098×10^{-4} L/s.

Tabla 30

Tabla de resultados, de acuerdo al tratamiento seleccionado para los 15 L.

Variable	Resultados
Cantidad de masa a usar (adsorbentes)	1 Kg
Volumen a ser tratado	15 Litros
Tiempo total de tratamiento	610 min

Fuente: Elaboración propia

La tabla 30, muestra el resultado del tratamiento con un volumen de 15 litros, inicialmente se trató 5 Litros, 10 litros y por último 15 litros, de modo que también se evaluó con 20 L. Se aprecia la comparación de DQO en cada una de las etapas para ver la cantidad de DQO a incrementar a medida que el volumen de agua residual vaya atravesando la torre de adsorción.

Tabla 31

Resultados de DQO registrados a la salida de la torre de adsorción

Nº	Volumen a ser tratado	Parámetro (DQO)
1	5 L	250 mg/L
2	10 L	362 mg/L
3	15 L	398 mg/L
4	20 L	1038 mg/L

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados – Ver Anexo 50

La tabla 31, indica los resultados de DQO registrados para 5, 10, 15, 20 Litros de capacidad. Estos valores se relacionan al diseño del prototipo final que se desea exponer al CIP de acuerdo al RASIM, el comportamiento de DQO presente en la torre de adsorción denotan valores de 250, 362, 398 y 1038 ppm lo cual los tres primeros son valores aceptables acercándose al dato referencial de la normativa que es de 250 ppm, no así el de 1038 ppm. Cabe mencionar que la decoloración del agua a ser tratada ha de ser clarificada por estos medios de adsorción y filtración de manera aceptable.

c) **Resultados del análisis Físico químico - después del tratamiento**

Lugar del muestreo: Laboratorio de Química industrial

Fuente: Salida de la torre de adsorción de tratamiento

Tabla 32

Valores del análisis físico-químico del agua tratada por la torre de adsorción

Nº	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados	RASIM	Clase
1	Temperatura	Termómetro	°C	16	±5	---
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0207	---	---
3	pH	Pehimetro	---	7.7	6-9	---
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	13.9	<50	B
5	Conductividad	Conductímetro	µS	3.60	---	---
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.8	---	---
7	Solidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	1980	1000	B
8	Solidos totales	Gravimétrico	mg/L	2960	1000	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 50

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

La tabla 32, muestran los resultados de cada parámetro fisicoquímico en función al reglamento RASIM, que corresponde a una serie de estudios realizados más allá del reglamento. Los resultados se encuentran comparados con la norma, medidas por las cuales pertenecen a agua de clase B para la turbiedad, STD y Solidos Totales, además de un valor de pH de 7.7 dentro del rango de la normativa. Para más detalles del análisis (promedios, coeficiente de variación, desviación estándar) se dará a conocer en el Anexo 54.

d) Resultados del análisis Químico - después del tratamiento

Tabla 33

Valores del análisis Químico del agua tratada por la torre de adsorción

Nº	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados	RASIM	Clase
1	Cromo hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	0.253	0.1	---
2	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.123	0.4	---
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	0.039	0.5	B

4	DQO	Volumétrico	mg/L	250	250	---
5	Nitrógeno amoniacal	Volumétrico	mg/L	0.532	4	---
6	DBO	Incubación 5 días	mg/L	88	80	---
7	Aceites y Grasas	Extracción Soxhlet	mg/L	4	10	---
8	Sulfuros	Espectrofotométrico	mg/L	<0.10	2	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 50

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

La tabla 33, muestra el resultado del análisis químico proveniente de la salida de la torre de adsorción, la mayoría de los valores de los resultados son mínimos por debajo de la normativa por lo que es predeterminante usar este tipo de tratamiento, cabe mencionar que el valor del cromo hexavalente está por encima de la normativa con un registro de 0.2535 ppm donde no se llegaría a cumplir con dicho parámetro. Más detalles de los resultados (promedio, desviación estándar, coeficiente de varianza) tablas Anexo 54.

4.2.3 Tercera alternativa - proceso de tratamiento biológico (Método 3)

a) Pruebas experimentales de laboratorio

Los resultados de la etapa experimental de laboratorio estuvieron en función al contenido de fosforo y nitrógeno como se ve en la tabla, lo cual fueron analizados de las distintas descargas de agua residual del proceso de teñido.

Tabla 34

Datos de fosforo y nitrógeno para el tratamiento con cepas HLP

Nº	Código – color	Nitrógeno amoniacal (mg N/L)	Fósforo (mg P/L)
1	Pantone 17-1544 TPX Burnt Sienna	0.339	0.538
2	Pantone 16-5803 TPX Flint Gray	0.665	1.276
3	Pantone 16-1318 TPX Warm Taupe	0.532	1.261

Fuente: Elaboración propia

La tabla 34, conlleva los datos característicos de las muestras de agua residual frente al comportamiento y adaptación de las cepas. Las causas de los resultados están en función a la decoloración del colorante y las pruebas de turbiedad, pH después del lapso del tratamiento al cabo de 30 días donde es evaluada.

Tabla 35

Datos registrados de las pruebas experimentales de la cepa HLP

Nº	Parámetros	1	2	3	\bar{x}	σ	CV
1	Turbiedad	16.5	16.9	16.9	16.8	0.23	1.4%
2	pH	4.9	4.9	5.1	5	0.12	2.3%

En la tabla 35, se puede registrar que el valor de la turbiedad disminuyó en 16.8 UNT frente a una turbiedad inicial de 93.8 UNT y un pH registrado de 4.3 a un pH de tratamiento con 5. Claramente se aprecia por estas pruebas iniciales que el tratamiento con hongo es aceptable dentro de las aguas residuales textiles y además reduce la acumulación de lodos.

b) Tratamiento biológico

El tratamiento seleccionado al cabo de los 29 días se pudo observar que los matraces tratados y suplementados con el caldo de papa e inoculados con semillas de trigo presentaron una decoloración mucha más clara, la muestra se la centrifugo para eliminar la biomasa y así obtener el agua tratada. El peso húmedo del micelo fue de 45.2 gramos sobre 1000ml de agua residual tratado con semillas de trigo y agua residual suplementado, estos datos indican que la cepa HLP pudo desarrollarse con mayor facilidad.

c) Decoloración de las aguas textiles

Los resultados de la remoción de colorantes textiles son una prueba clara que los hongos biorremediables actúan en la biodegradación en el transcurso del tiempo, estos mismos son muy beneficiosos al no generar grandes cantidades de biomasa.



Figura 68 Cinética de remoción biológica, mezcla de tres procesos textiles

En la figura 68, se puede apreciar el control de degradación del color de agua residual al cabo de 1, 15, 20, 25 y 29 días y además van dependiendo a las condiciones del medio. Los resultados de la remoción obtenidos durante el estudio demuestran la eficiencia de la cepa HLP en la remoción de los colorantes textiles, como se verá a continuación la cinética de degradación y los resultados de este medio de tratamiento.

d) Cinética de degradación del color de agua residual textil

La decoloración del agua residual durante las cinéticas realizadas, se dio principalmente durante el primer día, hasta el día 29 y su previo control. Estos resultados atribuyen al proceso de decoloración de la muestra.

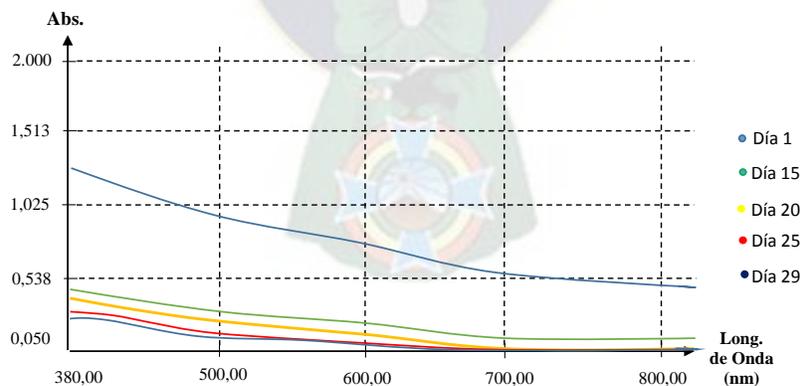


Figura 69 Espectro de absorción UV/VIS tratamiento biológico a través el tiempo (29 Días)

En la figura 69, se muestra la remoción del colorante compuesto que tiene el fin de evaluar y comparar la efectividad del tratamiento usado y en la disminución de sus cargas contaminantes. Para el espectro de absorción UV/VIS del tratamiento se tomó desde un rango de (320-800) nm,

donde permite estimar el comportamiento que estos tendrán al disminuir progresivamente al cabo de los 29 días.

e) **Resultados del análisis Físico químico - después del tratamiento**

Lugar del muestreo: Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas (IIFB)

Fuente: Salida de matraces Erlenmeyer

Tabla 36

Valores del análisis físico-químico, agua tratada por biorremediación

Nº	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados	RASIM	Clase
1	Temperatura	Termómetro	°C	15	±5	---
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0201	---	---
3	pH	Pechimetro	---	5	6-9	---
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	18.58	<50	B
5	Conductividad	Conductímetro	µS	2.32	---	---
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.1	---	---
7	Solidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	1070	1000	B
8	Solidos totales	Gravimétrico	mg/L	2830	1000	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 51

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

En la tabla 36, indica los valores físico químicos analizados después del tratamiento con variables relacionados a la normativa en ello con el valor de pH 5, una turbiedad reducida de 18.58 UNT de clasificación B y solidos totales disueltos como solidos totales de clasificación B que donde van en disminución la carga saliente del tratamiento.

f) **Resultados del análisis Químico - después del tratamiento**

Tabla 37

Valores del análisis Químico, agua tratada por biorremediación

Nº	Parámetro analizado	Método	Unidades	Resultados	RASIM	Clase
1	Cromo hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	0.156	0.1	---

2	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	2.289	0.4	---
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	0.598	0.5	B
4	DQO	Volumétrico	mg/L	684	250	---
5	Nitrógeno amoniacal	Volumétrico	mg/L	0.532	4	---
6	DBO	Incubación 5 días	mg/L	390	80	---
7	Aceites y Grasas	Extracción Soxhlet	mg/L	3.9	10	---
8	Sulfuros	Espectrofotométrico	mg/L	<0.10	2	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valores presentados a la planta CIP Textil – Ver Anexo 52

Agua clase B: Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren de tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

La tabla 37, compara los resultados obtenidos después del tratamiento donde cinco parámetros conforman límites aceptables de cromo hexavalente, detergentes, nitrógeno amoniacal, aceites y grasas como sulfuros. Además, se clasifica de tipo B al detergente por lo que es necesariamente adaptar un sistema de tratamiento que realice la filtración y desinfección del agua. (Resumen de resultados, análisis de varianza Ver tablas anexo 55)

4.3 Evaluación de los resultados considerados en el marco del RASIM (Anexo 13-B) - Rubro industrial de productos Textiles

a) Parámetro para auto monitoreo-tratamiento químico-Agua residual 1 y 2

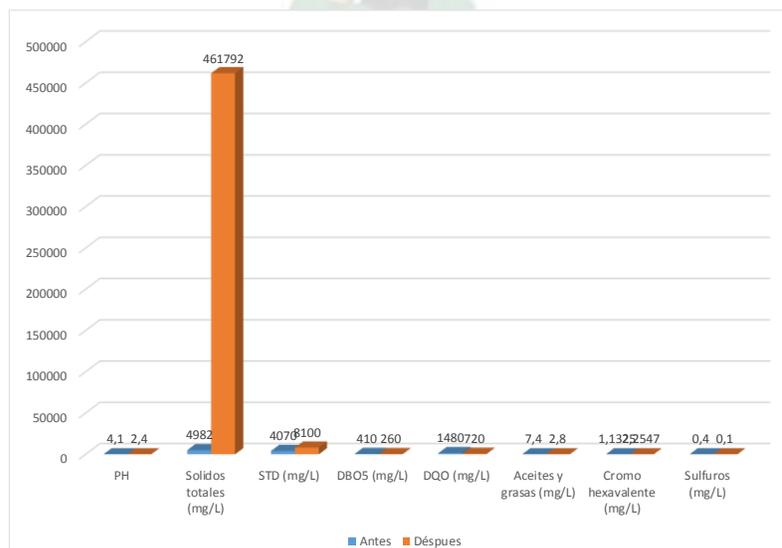


Figura 70 Comparación de parámetros del proceso de teñido “agua residual 1”, norma RASIM A-13B

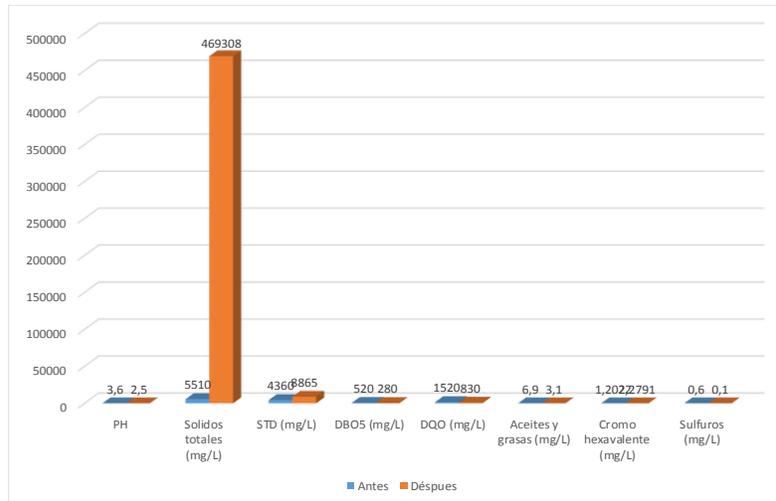


Figura 71 Comparación del parámetro del proceso de teñido “agua residual 2”, norma RASIM A-13B

Las figuras 70 y 71, se muestran la comparación de un antes y un después del proceso de tratamiento químico para el rubro de la industria textil. Se clasifica ocho parámetros de control para ambas muestras, cada muestra presenta cambios notables tanto excesivos y de disminución de la carga contaminante, así mismo se ve la excesiva cantidad de sólidos totales que se presenta en ambas aguas tratadas de 461792 ppm y 469308 ppm, a comparación de sus datos iniciales que estas llegan a excederse de manera descontrolada generando flóculos bastante densos provocando resultados altos.

Tabla 38

Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B

Nº	Variable	(A.R.1) Antes	(A.R.1) Después	(A.R. 2) Antes	(A.R. 2) Después	RASIM
1	pH	4,1	2,4	3.6	2.5	(6-9)
2	Solidos totales (mg/L)	4982	461792	5510	469308	<15000
3	STD (mg/L)	4070	8100	4360	8865	1000
4	DBO5 (mg/L)	410	260	520	280	80
5	DQO (mg/L)	1480	720	1520	830	250
6	Aceites y grasas (mg/L)	7,4	2,8	6.9	3.1	10
7	Cromo hexavalente (mg/L)	1,1325	2,2547	1.2022	2.2791	0,1
8	Sulfuros (mg/L)	0,4	0,1	0.6	0.1	2

En la tabla 38, se muestra la clasificación de los resultados dentro de la normativa. Se los clasifica de color rojo a aquellos que no cumplen con el reglamento, y aquellos de color blanco donde solo se llega a cumplir con dos de los parámetros en ambos casos. Motivo por el cual no se ve muy eficiente tomar este tipo de tratamiento que enfrente el proceso de las descargas textiles al no llegar a cumplir la mayor parte de los parámetros comparados.

b) Parámetro para auto monitoreo-tratamiento Físico

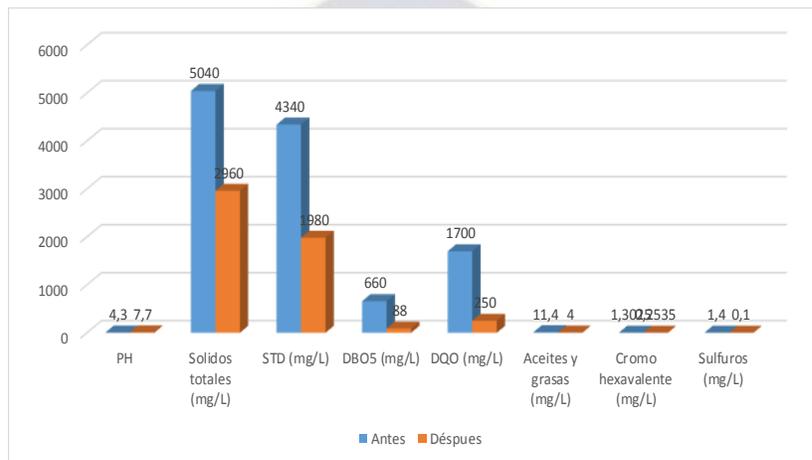


Figura 72 Comparación de los parámetros del proceso de teñido (mezcla compuesta), norma RASIM A-13B
 En la figura 72, la comparación de la muestra “agua residual” y “agua tratada” son bastante importantes reduciendo las cargas contaminantes con la aplicación de este tratamiento más de un 30%.

Tabla 39

Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B

Nº	Variable	Antes	Después	RASIM
1	pH	4,3	7,7	(6-9)
2	Solidos totales (mg/L)	5040	2960	<15000
3	STD (mg/L)	4340	1980	1000
4	DBO ₅ (mg/L)	660	88	80
5	DQO (mg/L)	1700	250	250
6	Aceites y grasas (mg/L)	11,4	4	10
7	Cromo hexavalente (mg/L)	1,3025	0,2535	0,1
8	Sulfuros (mg/L)	1,4	0,1	2

La tabla 39, indica la comparación de una mezcla compuesta por tres teñidos inicialmente “antes” y finalmente tratada “después”, el color rojo corresponde el no cumplimiento de la norma, como así también existe dos variables muy próximas (STD, DBO₅) al valor deseado por lo que son tomadas en cuenta y son válidas. El pH, Solidos totales, Aceites y grasas, DQO y Sulfuros son aquellos que se encuentran dentro del límite aceptable. Este tratamiento se encuentra en consideración frente al tratamiento químico por la eficiencia de datos que presenta.

c) Parámetro para auto monitoreo-tratamiento Biológico

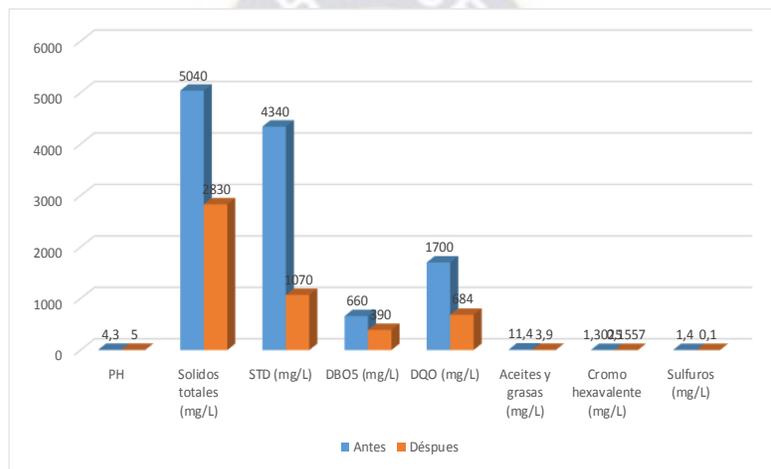


Figura 73 Comparación de los parámetros del proceso de teñido (mezcla compuesta), norma RASIM A-13B

La comparación gráfica del procedimiento de tratamiento enmarca resultados por debajo del 40 % de eliminación de las cargas contaminantes como se ve en la figura 73.

Tabla 40

Clasificación de los parámetros aceptables dentro del marco del RASIM A.13B

Nº	Variable	Antes	Después	RASIM
1	pH	4,3	5	(6-9)
2	Solidos totales (mg/L)	5040	2830	<15000
3	STD (mg/L)	4340	1070	1000
4	DBO5 (mg/L)	660	390	80
5	DQO (mg/L)	1700	684	250
6	Aceites y grasas (mg/L)	11,4	3,9	10
7	Cromo hexavalente (mg/L)	1,3025	0,1557	0,1
8	Sulfuros (mg/L)	1,4	0,1	2

La tabla 40, muestra los resultados del tratamiento con cepas HLP de Biorremediación, lo cual no se cumplen con dos parámetros de color rojo (DQO, DBO₅) que están por encima del valor límite en 684 ppm y 390 ppm respectivamente. El valor de pH es de 5 y cromo hexavalente en 0.1557 ppm y se registran de color verde que presenta un dato muy próximo al que se desea llegar. Es posible aplicar este tratamiento biológico de manera que reduce significativamente las cargas de contaminación de los parámetros y la decoloración de colorantes textiles.

4.3.1 Evaluación de balance masas adsorbidas de las alternativas de tratamiento

Los balances de masa están en función a los sistemas de tratamientos seleccionados “alternativas” desde sus entradas hasta sus salidas de forma experimental, con el objetivo de medir la contribución de los mismos de la cantidad de masa absorbida en cada uno de los tratamientos como se verá a continuación en las tablas:

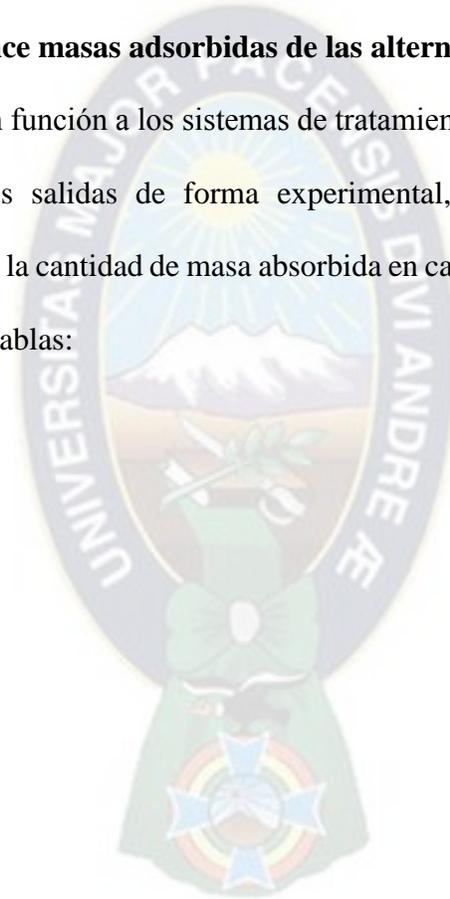


Tabla 41

Balance de materia tratamiento químico “Agua residual 1 y 2”

Balance de masa: Entrada =Salida								
TRATAMIENTO QUÍMICO								
N°	Parámetro Analizado	Unidades	Agua residual 1			Agua residual 2		
			Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Masa adsorbida	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Masa adsorbida
1	Densidad	g/ml	1.0192	1.2678	-0.249	1.0141	1.2752	-0.261
2	pH (15°C)	---	4.1	2.4	-1.7	3.6	2.5	-1.1
3	Turbiedad	UNT	82.52	39.14	43.38	75.05	37.91	34.14
4	Conductividad	µS	7.75	26.5	-18.75	8.22	27.2	-18.98
5	Salinidad	‰	4.2	16.1	-11.9	4.4	15.7	-11.3
6	Solidos totales disueltos	mg/L	4070	8100	-4030	4360	8865	-4505
7	Solidos totales	mg/L	4982	461792	-456810	5512	469308	-463796
8	Cromo hexavalente	mg/L	1.132	1.255	-0.122	1.202	2.279	-1.077
9	Fósforo	mg/L	0.227	0.028	0.199	1.404	0.025	1.379
10	Detergentes	mg/L	3.084	2.719	0.365	2.425	2.193	0.232
11	DQO	mg/L	1480	720	760	1520	830	690
12	DBO5	mg/L	410	260	150	520	280	240
13	Aceites y grasas	mg/L	7.4	2.8	4.6	6.9	3.1	3.8
14	Sulfuros	mg/L	0.40	<0.10	0.3	0.60	<0.10	0.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Tabla Balance de materia tratamiento físico y biológico

Balance de masa: Entrada =Salida								
N°	Parámetro Analizado	Unidades	TRATAMIENTO FÍSICO			TRATAMIENTO BIOLÓGICO		
			Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Masa adsorbida	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Masa adsorbida
1	Densidad	g/ml	1.0217	1.0207	0.001	1.0217	1.0201	0.0016
2	pH (15°C)	---	4.3	7.7	3.4	4.3	5	0.7
3	Turbiedad	UNT	93.88	13.94	79.94	93.88	18.58	75.3
4	Conductividad	μS	7.68	3.60	4.08	7.68	2.32	5.33
5	Salinidad	‰	4.1	1.8	2.3	4.1	1.1	3
6	Solidos totales disueltos	mg/L	4340	1980	2360	4340	1070	3270
7	Solidos totales	mg/L	5240	2960	2280	5240	2830	2410
8	Cromo hexavalente	mg/L	1.302	0.253	1.049	1.302	0.156	1.147
9	Fósforo	mg/L	0.741	0.123	0.618	0.741	2.289	-1.548
10	Detergentes	mg/L	2.241	0.039	2.202	2.241	0.599	1.643
11	DQO	mg/L	1700	250	1450	1700	684	1016
12	DBO5	mg/L	660	88	572	660	390	270
13	Aceites y grasas	mg/L	11.40	4	7.4	11.40	3.9	7.5
14	Sulfuros	mg/L	1.40	<0.10	1.3	1.40	<0.10	1.3

Fuente : Elaboración propia

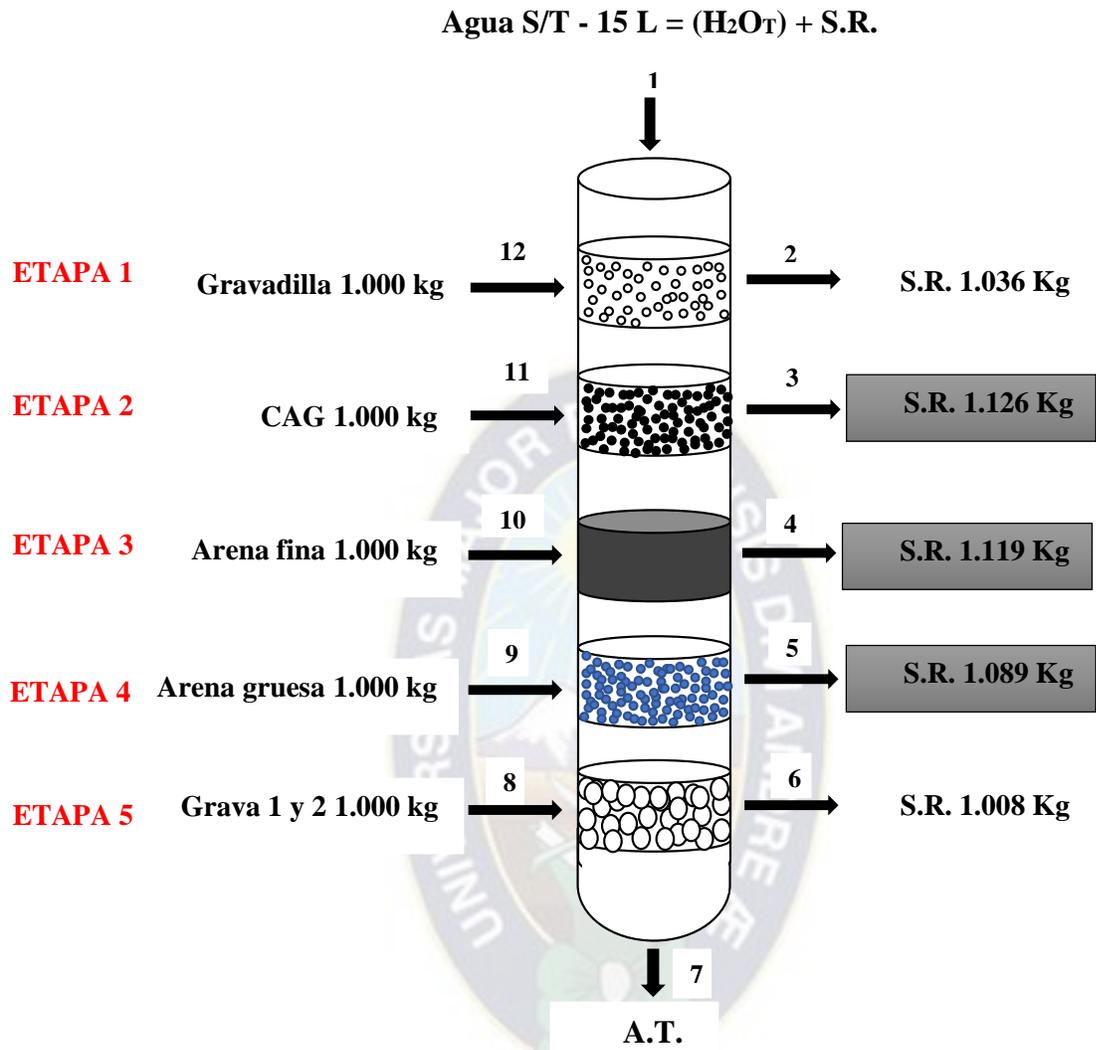
Para las operaciones de cálculo de las tablas 41 y 42, fue necesario tomar la masa de entrada y la de salida, donde se ha tenido contacto con los diferentes tipos de tratamientos con el agua residual. Los valores hallados de ambas tablas son para los análisis fisicoquímicos y químicos para la obtención de la masa adsorbida.

Analizando la tabla, del cuadro comparativo después del tratamiento se observa un aumento de masa adsorbida con sulfato de aluminio aumentando su valor en densidad, pH, conductividad, salinidad, STD, sólidos totales y cromo hexavalente en ambas muestras, por lo que no es recomendable el uso del tratamiento químico. Por otro lado, se observa en la tabla, donde el tratamiento físico sufrió cambios notorios de sus parámetros y masas adsorbidas para este tratamiento, así también el tratamiento biológico presentó valores eficientes de adsorptividad de masa y un solo parámetro que presentó un aumento de fósforo en -0.5477 ppm debido al uso de las cepas fúngicas ya que este componente es una fuente de alimento para el tratamiento. Se define que los tratamientos adecuados en función a los resultados son las alternativas dos y tres, debido a que presentan los requisitos favorables para el tratamiento de efluentes textiles.

4.3.2 Balance de materia de los tratamientos seleccionados para su aplicación

a) Balance de materia en la torre de adsorción

La torre de adsorción es un medio muy importante que tiene cinco etapas al interior de ella, estas etapas contienen Grava tipo 1 y 2, Gravadilla, carbón activado granulado (CAG), arena gruesa y arena fina donde actúan como un medio filtrante y eliminación de cargas contaminantes. La utilidad de estos filtros como operación unitaria principal es el tratamiento del agua residual por una fuerza gravitacional del líquido.



Balance de materia:

$$S = E \dots \dots \dots (1)$$

$$E = AT + SR \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

E = Flujo de entrada (Agua residual sin tratar)

S = Flujo de salida (Productos “Agua tratada”)

AT = Flujo de Agua tratada “F_{AT}”

SR = Flujo de solidos retenidos “F_{SR}”

Trabajando con la ecuación (1)

Donde:

$$H_2O: \quad F_{H_2O \text{ Trat.}}^7 = F_{H_2O \text{ sin Trat.}}^1$$

$$\text{Gravadilla:} \quad F_{\text{Grav.}}^2 = 1.000 \text{ kg}$$

$$\text{C. activado:} \quad F_{\text{Carb. Activ}}^3 = 1.000 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena fina:} \quad F_{\text{Arena Fina}}^4 = 1.000 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena Gruesa:} \quad F_{\text{Arena gruesa}}^5 = 1.000 \text{ Kg}$$

$$\text{Grava :} \quad F_{\text{Grava.}}^6 = 1.000 \text{ Kg}$$

$$\text{Sólidos Retenidos: } F_{S.R.}^2 + F_{S.R.}^3 + F_{S.R.}^4 + F_{S.R.}^5 + F_{S.R.}^6 = F_{S.R.}^1 \dots \dots \dots (1)$$

$$0,036 + 0,226 + 0,119 + 0,089 + 0,008 = F_{S.R.}^1 \text{ (Datos Experimentales)}$$

$$0,478 = F_{S.RET.}^1$$

Ecuación (2) de recurrencia:

$$F_{H_2O \text{ SIN TRAT.}}^1 = F_{H_2O \text{ TRAT.}}^1 + F_{S.RET.}^1 \dots \dots \dots (2)$$

Reemplazando (1) en (2)

$$15 \text{ Kg} = F_{H_2O \text{ TRAT.}}^1 + 0,478 \text{ Kg}$$

$$F_{H_2O \text{ TRAT.}}^1 = 14,522 \text{ Kg} = F_{H_2O \text{ TRAT.}}^7 \text{ (Agua tratada)}$$

$$\delta (H_2O) = 1.0207 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} \text{ (Datos experimentales)}$$

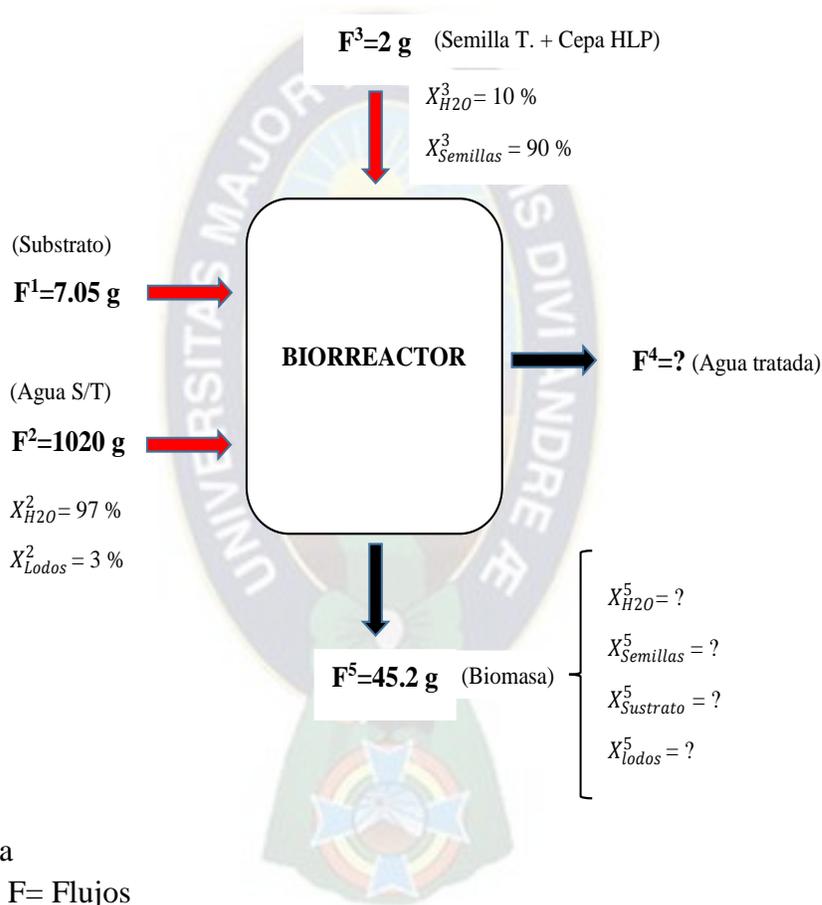
Hallando el volumen experimental:

$$\text{Agua tratada} = 14.522 \text{ Kg} * \frac{1 \text{ L}}{1.0207 \text{ Kg}} = 14.227 \text{ L}$$

$$\text{Donde:} \quad \% \text{ Rend.} = \frac{14.227 \text{ L}}{15 \text{ L}} * 100\% = 94,8\%$$

Empleando un balance de materia y aplicando el principio de la conservación se determinó una masa de agua tratada de 14.522 Kg la función al ingreso de agua a tratar que fue de 15 litros y utilizando los medios adsorbentes para la depuración de estas aguas residuales, con una eficiencia del 94.8%.

b) Balance de materia en biorremediación empleando la cepa HLP



Donde:

E= Flujo de entrada

S= Flujo de salida, F= Flujos

Grados de libertad Items:

# Var. De Corr.	10
# Ec. Balance	-4
# Comp. Específicos	-2
# Flujo específicos	-4
Total (Especificado)	Θ

Balance total de materia:

$$S = E$$

$$F^4 + F^5 = F^1 + F^2 + F^3 \dots \dots \dots (1)$$

Balance Trabajando con la ecuación (1)

Donde:

H₂O: $F^4 + F^5 * X_{H_2O}^5 = F^2 * X_{H_2O}^2 + F^3 * X_{H_2O}^3 \dots \dots \dots (2)$

Semillas: $F^5 * X_{Semillas}^5 = F^3 * X_{Semillas}^3 \dots \dots \dots (3)$

Substrato $F^5 * X_{Substrato}^5 = F^1 \dots \dots \dots (4)$

Lodos: $F^5 * X_{Lodos}^5 = F^2 * X_{Lodos}^2 \dots \dots \dots (5)$

Usando la ecuación (3):

$$45.2 \text{ g} * X_{Semillas}^5 = 1.99 \text{ g} \dots \dots \dots (3) \longrightarrow X_{Semillas}^5 = 0.044 ; = 1.999 \text{ g}$$

Ecuación (4):

$$45.2 \text{ g} * X_{Substrato}^5 = 7.05 \text{ g} \dots \dots \dots (4) \longrightarrow X_{Substrato}^5 = 0.156 ; = 7.051 \text{ g}$$

Ecuación (5):

$$45.2 \text{ g} * X_{Lodos}^5 = 30.6 \text{ g} \dots \dots \dots (4) \longrightarrow X_{Lodos}^5 = 0.667 ; = 30.6 \text{ g}$$

Reemplazando en la ecuación (2)

$$983.5 \text{ g} + 45.2 \text{ g} * X_{H_2O}^5 = 989.4 + 0.1 \dots \dots \dots (2)$$

$$X_{H_2O}^5 = 0.125$$

Donde el volumen será:

$$F^4 = 7.051 + 1020 + 2 - 45.2 \dots \dots \dots (2)$$

$$F^4 = 983.5 \text{ g} = F_{H_2O \text{ TRAT.}}^4 (\text{Agua tratada})$$

$$\delta (H_2O \text{ tratada}) = 1.0201 \frac{\text{g}}{\text{ml}} (\text{Datos experimentales})$$

Hallando el volumen experimental:

$$\text{Agua tratada} = 983.5 \text{ g} * \frac{1 \text{ ml}}{1.0201 \text{ g}} = 964.12 \text{ ml} \cong 0.964 \text{ L}$$

Donde:
$$\% \text{ Rend.} = \frac{0.964 \text{ L}}{1 \text{ L}} * 100\% = 96,4\%$$

El balance de materia está en función a la cantidad de materia que ingresa al sistema biorreactor, para esta etapa la condición de operación es a una temperatura de $30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, donde la cantidad de agua a tratar es de 1 litro para obtener un volumen tratado de 0.984 litros, con una eficiencia del 96.4 % mayor a la torre de adsorción.

4.4 Viabilidad de implementación del modelo de tratamiento seleccionado

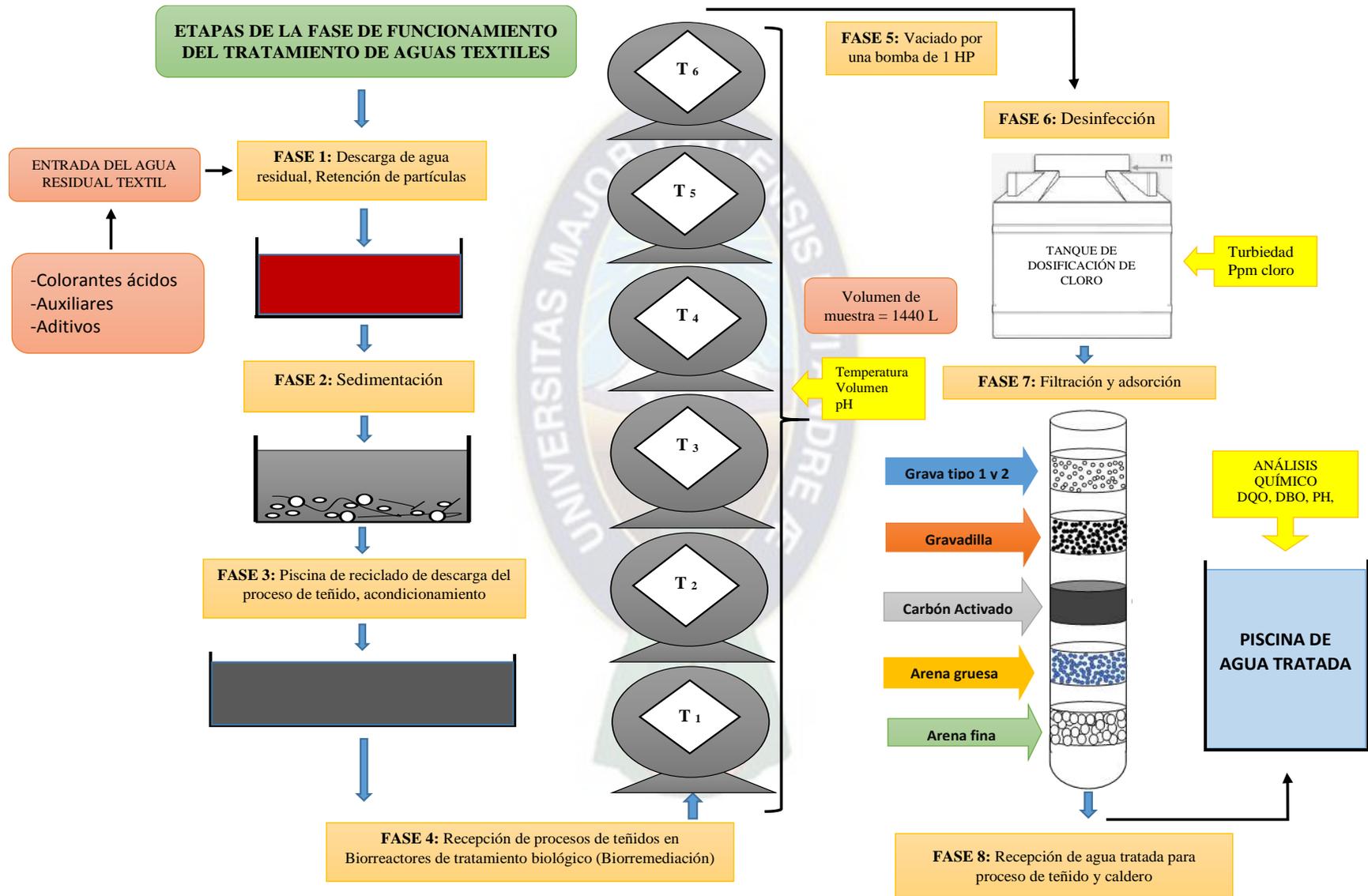
4.4.1 Aplicación de la segunda y tercera alternativa

La evaluación de los métodos de tratamiento da a conocer una solución para la aplicación de un modelo adecuado de tratamiento en función a la segunda y la tercera alternativa en la planta CIP Textil del Alto de La paz, que corresponde trabajar inicialmente con la tercera alternativa al proceso aerobio “biorremediación empleando la cepa HLP” de cultivos aislados, que tienen la función de decoloración de las tinturas del proceso textil del agua residual y la disminución de cargas contaminantes. Además de no generar lodos “biomasa” en grandes cantidades. Posterior a este tratamiento daremos a conocer la segunda alternativa que corresponde a un tratamiento físico por medio de una torre de adsorción para la depuración de las aguas residuales con sistemas de filtros para las cargas contaminantes provenientes de los procesos del tratamiento aerobio de las descargas textiles y la eliminación del cloro previamente para su desinfección ante cualquier patógeno. Se aplicará un modelo de tratamiento tentativo en función a las características del terreno y requerimiento de la planta.

4.4.2 Diagrama de flujo de las fases del sistema de tratamiento Biológico y físico

Para la presentación del sistema de tratamiento se deberá inicialmente hacer un reciclado del agua residual para posteriormente pasar por el sistema tentativo de tratamiento en base a lo estudiado.

➤ Diagrama de flujo de las fases de proceso de funcionamiento



Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Descripción de las fases de funcionamiento del sistema de tratamiento

En la figura del diagrama, podemos ver el proceso operacional de tratamiento tentativo que se desea presentar la propuesta. Para este caso se hará la descripción del proceso por sus diferentes fases:

➤ **Fase 1: Descarga de agua residual**

La descarga del proceso de agua residual contendrá componentes como “colorantes ácidos, aditivos, auxiliares” y material de hilo de teñido de diferentes títulos, donde el objetivo de esta etapa estará en la retención de partículas por medio de filtros y rejillas de desbaste, donde permita eliminar los sólidos y materia extraña.

➤ **Fase 2: Sedimentación**

La fase de sedimentación permite la separación de los sólidos, con el fin de conseguir un sobrenadante libre de partículas y eviten las operaciones de taponamientos durante el vaciado de la piscina a los tanques biorreactores, esta etapa se considerará un proceso de “Pretratamiento primario”.

➤ **Fase 3: Piscina de reciclado**

La piscina de reciclado tendrá la función de almacenar los volúmenes de los procesos de teñidos para su posterior transporte a los tanques.

➤ **Fase 4: Biorreactores de tratamiento biológico (tratamiento primario aerobio)**

El objetivo de esta fase permitirá la biorremediación de agua residuales empleando la cepa HLP, la cantidad de tanques está en función a la eficiencia de operación del proceso en un 80 % al mes y el otro 20 % restante en actividades (capacitaciones, proyectos, etc.), es decir 1 proceso de teñido por día emite volúmenes de descarga de 480 L= 1 teñido, cada tanque con capacidad de 1500

Litros donde tratará tres descargas del proceso con un total de 1440 Litros a tratar dentro de las mismas.

La aplicación de este método tiene la finalidad de degradar compuestos contaminantes como parte de su metabolismo e incluyendo la decoloración de los colorantes usados en la industria sirviendo como fuentes de nutrientes y su rápida colonización de crecimiento en un tiempo de 29 días, cubriendo un 85% de eficiencia al mes.

➤ **Fase 5: Fase de distribución por medio de bombas**

Para la fase de distribución se trabaja por medio de electroválvulas y una bomba de ½ Hp de 10 metros de altura manométrica distribuido al tanque de desinfección.

➤ **Fase 6: Desinfección (Eliminación de microorganismos)**

La fase de desinfección comprende en eliminar e inactivar los microorganismos patógenos producto del tratamiento primario, con el fin de tener mayor control en el agua que se pretende reutilizar, con una concentración de cloro del 10% (100000 ppm).

➤ **Fase 7: Filtración y adsorción (tratamiento secundario)**

Esta fase comprende en la filtración y la adsorción con medios múltiples (Grava tipo 1 y 2, gravadilla, carbón activado, arena gruesa y arena fina), tiene el objetivo de depurar los contaminantes “materia orgánica” y la eliminación de olores “cloro”. En esta fase el agua está distribuida con un volumen de caudal de 90 L/h calculada en función al requerimiento de la piscina de acopio de agua.

➤ **Fase 8: Recepción de agua tratada**

Para la última fase de recepción de agua tratada estará en función al volumen de tratamiento de la torre de adsorción con un caudal de 120 L/h calculadas de acuerdo a la necesidad de uso para los equipos de autoclave de teñido y el caldero generador de vapor (el caldero contiene un tratamiento

interno con resinas de intercambio iónico). La capacidad de recepción de agua tratada en la piscina para el uso es de 2716.6 L.

4.4.3.1 Descripción del proceso y diseño tentativo de tratamiento final

El sistema de tratamiento tentativo está de acuerdo a los requerimientos de la planta CIP Textil, donde se ve en las figuras, que están diseñadas en función a las características del terreno. Inicialmente todas las descargas de agua residuales textiles pasan a un proceso de “Pretratamiento” o retención de partículas por filtros y rejillas de desbaste que eliminarán los residuos y restos a la descarga de la autoclave del proceso textil seguido de la sedimentación.

Posteriormente son almacenadas en una piscina de capacidad de 2408.02 Litros y son transferidas por medio de electroválvulas y una bomba a tanques biorreactores de capacidad de 1500 Litros, donde el volumen a tratar en cada tanque tendrá una capacidad máxima de 1440 Litros, lo que equivale a tres procesos de teñido. La cantidad de tanques fue calculada en función a los requerimientos del CIP evaluando una cantidad de días trabajados de 20 días al mes y los demás días restantes cumpliendo con otras actividades (capacitaciones, proyectos, etc.) por lo que cubrirá cada proceso de teñido al día, evitando el uso del agua de suministro de red “EPSAS”.

La biorremediación con los tanques biorreactores tardará un tiempo de 29 días, por lo que es necesario tener todas las condiciones necesarias de Temperatura, pH, medios de sustrato para un tratamiento más eficiente. Efectuando el tratamiento biológico con las condiciones al cabo de 29 días se transporta la cantidad de volumen tratado por medio una bomba a un tanque de 1500 litros de capacidad para su desinfección “cloro” con concentración al 10%. El cloro tiene la función de eliminar microorganismos patógenos que puedan afectar a los equipos y al mismo tratamiento evitando la circulación de los mismos, de modo que es aplicado cuando el agua presenta una turbidez mínima por debajo de los 20 UNT en un lapso de tiempo de 30 min.

- **Medidas de la torre de adsorción**

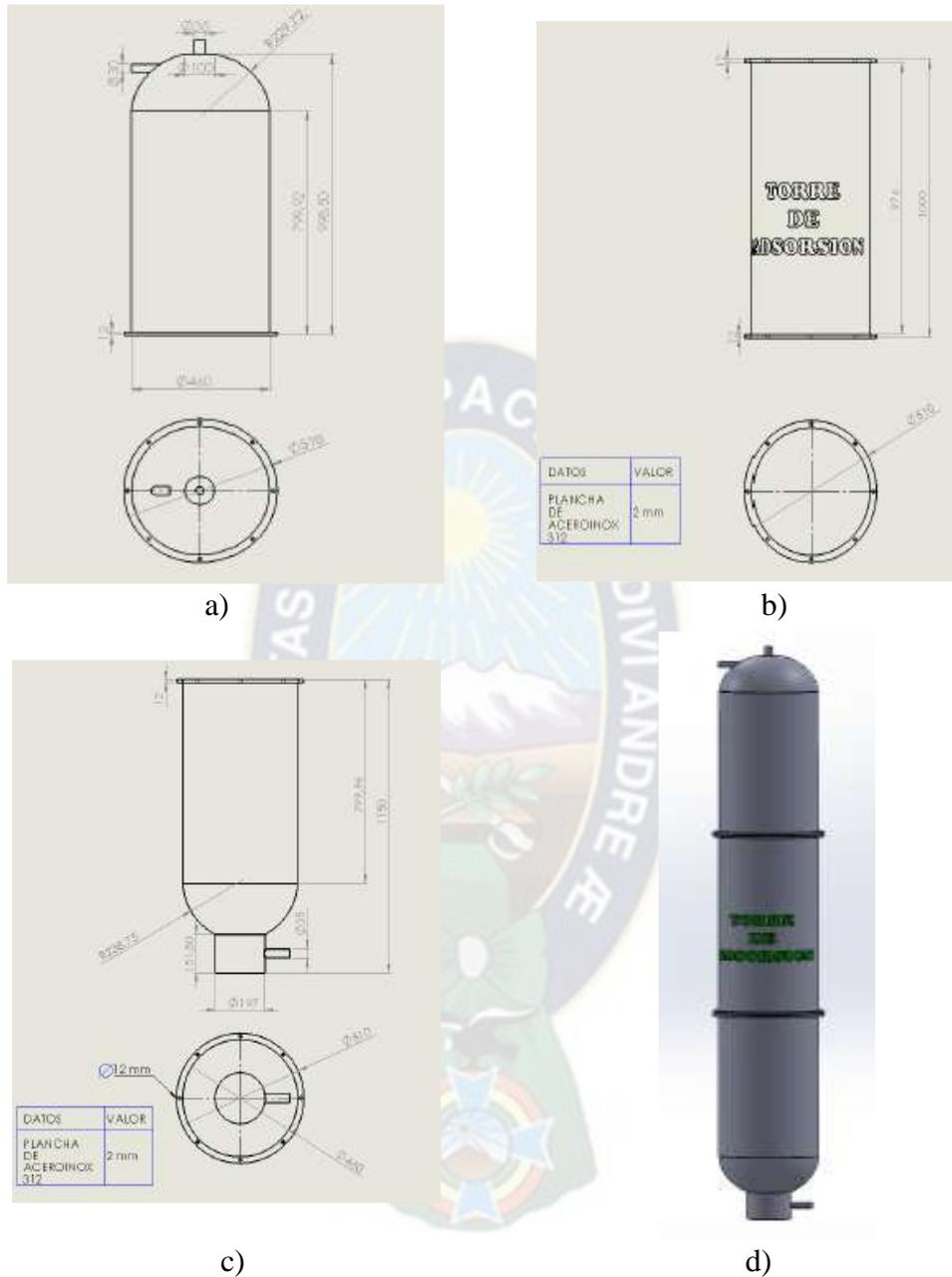


Figura 73 Medidas de la torre de adsorción (a) vista superior, (b) vista central, (c) vista inferior, (d) vista general
 En la figura 73, podemos observar las medidas de la torre de adsorción en base a las dimensiones a escala laboratorio para un flujo de caudal determinado a las exigencias de la planta, para ello el material que se utilizara para la aplicación del mismo es de acero inoxidable .

➤ **Modelo tentativo del sistema de tratamiento de agua residual textil**

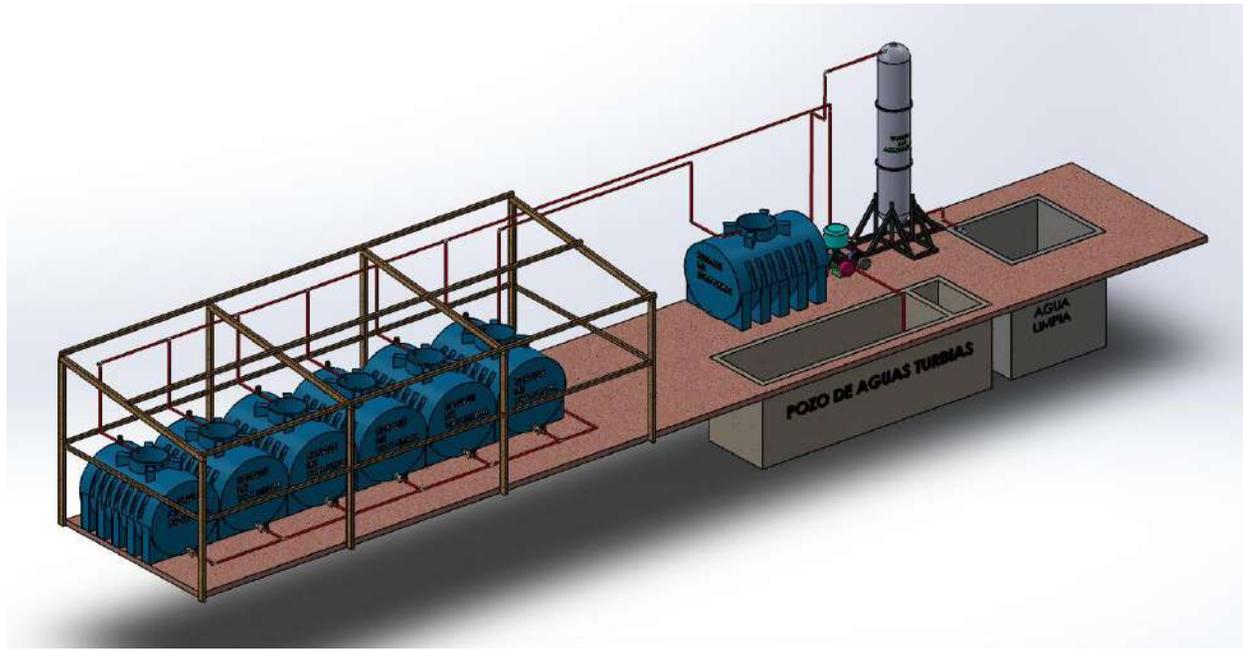


Figura 74 Vista lateral del proceso de tratamiento biológico y físico

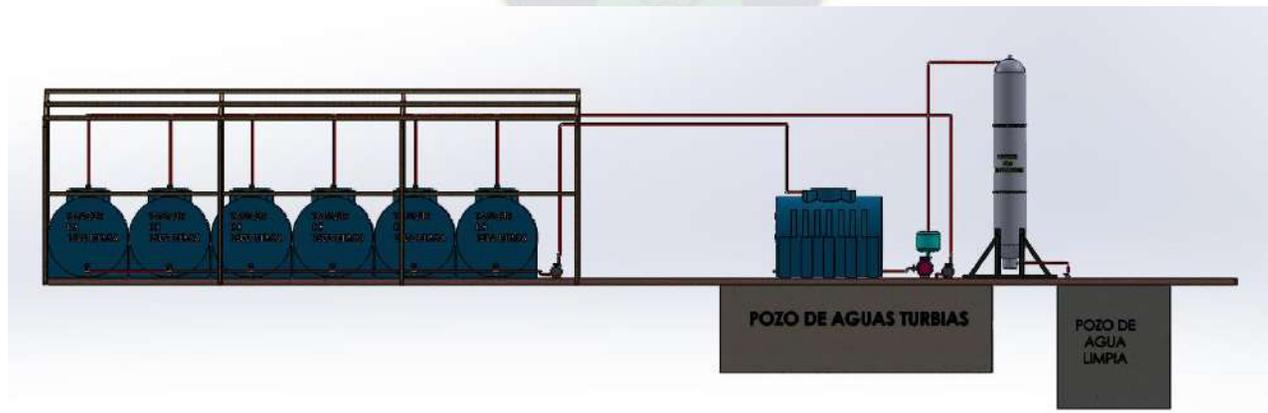


Figura 75 Vista frontal del proceso de tratamiento biológico y físico

Realizado la operación de desinfección se pondrá en marcha la fase de “tratamiento Secundario” que consiste en la eliminación del olor del cloro, filtración, adsorción y depuración por medio de una torre a escala diseñada de acuerdo a su requerimiento. Para el ingreso del agua a esta etapa se utiliza una bomba con una altura manométrica determinada y un hidrocélula para la distribución del agua con el aspersor. De esta forma se llegará en contacto con toda el área de cada adsorbente, los medios múltiples utilizados son la grava tipo 1 y 2, la gravadilla, carbón activado granulado, arena gruesa y arena fina. La etapa final es la recepción del agua tratada, donde se la reserva en una piscina de capacidad de 2716.6 L para los procesos de teñido de fibras naturales y el caldero, figura 74 y 75. El agua tratada contará con un equipo de intercambiador de resinas catiónicas antes de su uso en la caldera de generador de vapor seco que supere los 0.5 Mpa.

- **Ventajas y desventajas del sistema de tratamiento**

Tabla 43

Clasificación de las ventajas y desventajas del tratamiento

Tratamiento Biológico		Tratamiento físico	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Aumenta la eficiencia del sistema (remoción de materia orgánica)	Los tratamientos biológicos son lentos y requieren de tiempo y continuidad de las aplicaciones para los microorganismos colonicen las diferentes partes del sistema.	Depura las aguas residuales, disminuyendo las cargas contaminantes que ingresan a la torre.	Elevado costo de diseño de la torre de material de acero inoxidable.
Reduce la acumulación de lodos y controla olores		Eliminan olores (Cloro)	
No son tóxicos y son seguros de usar para las aplicaciones textiles.			
Este tipo de tecnología es ideal, por su capacidad de adaptación y	Generación de subproductos que deberán ser tratados (hidrolizar para		

tolerancia a las variaciones de carga orgánica. Los costos de inversión son bajos.

alimento de ganado o combustión para el uso de abono)

Fácil accesibilidad de los materiales adsorbentes.

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Requerimiento y evaluación de los costos

Los requerimientos y la evaluación de costos son en base al diseño y modelo de tratamiento final que se desea proponer.

4.4.4.1 Requerimientos de equipamiento

Para el requerimiento se hace una evaluación mediante la asistencia de un software libre y del terreno donde se desea aplicar el sistema de tratamiento, en ello se trabaja en función a la infraestructura presente diseñada del CIP contando con una piscina de reciclado y otra piscina de reserva de agua.

N°	MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
1	Bomba de agua, potencia de 1/2 Hp altura manométrica de 12 metros +/- 2 funcionamiento de 220 V monofásico	2	733	1466
2	Bomba de agua de 1/2 Hp de potencia.10 metros de altura manométrica, con presostato de control y Hidrocell de 10 - 20 litros. funcionamiento a 220 v monofásico	1	976	976
3	Tanque de adsorción construido en acero inoxidable de 2 mm de espesor desplegable en 3 partes con sujeción a 8 pernos	1	6800	6800
4	Tanques de agua de 1500 litros en plástico	7	1100	7700
5	Tubería de plástico tipo IPS 1" de 6 metros de largo (barras)	7	98	686
6	Tubería de plástico tipo IPS 3/4" de 6 metros de largo (barras)	3	80	240
7	Válvulas de llave de paso 1"	2	65	130
8	Válvulas de llave de paso 3/4"	2	40	80

9	Accesorios Codos de 1"	18	5.5	100
10	Tubo cuadrado de 50 x50 mm de 6 metros de largo de 2mm de espesor (barras)	1	167	167
11	Electrodos 6013 de 2 mm de espesor	3	31	93
12	Material de ferretería de línea (varios)	1	150	150
13	Filtro de tela poliéster de 200 micras	1	9	9
14	Filtros para agua de 1" de diámetro de 200 micras de filtrado	6	80	480
15	Electroválvulas: para bobina de 220 V, para 1 "de diámetro	14	850	11900
16	Accesorios en T, para una pulgada	12	15	180
17	Parte eléctrica: cables, relés contactores, guarda motores, térmicos de protección, cableados en general.	--	--	950
18	Parte electrónica: Pantalla LCD de control, arduino y comandos, dispositivos de accionamiento	--	--	1000
INVERSIÓN TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES				33107

4.4.4.2 Requerimiento de insumos

Nº	ITEM	COSTO UNITARIO (Bs/Kg)	COSTO EN PROYECTO (Bs)-1440 L/24 Kg
1	Gravadilla	0.75	18
2	Arena fina	1	24
3	Arena gruesa	0.75	18
4	Grava tipo 1 y 2	0.75	18
5	Carbón activado granulado (C.A.G.)	25	600
INVERSIÓN TOTAL INSUMOS			678

4.4.4.3 Requerimiento de servicios

- Energía eléctrica (calefactor eléctrico) utilizado para el ambiente de microorganismos.

$$Potencia = 200 W = 2Kw$$

$$\text{Tiempo funcionamiento} = 2 \frac{\text{Hrs}}{\text{día}} * 18 \text{ días} = 36 \text{ Hrs}$$

$$1 \text{ Kwh} = 0.80 \text{ Bs}$$

$$2 \text{ Kw} * 36 \text{ Hrs} = 72 \text{ Kwh}$$

$$88 \text{ Kwh} * \frac{0.80}{1\text{Kwh}} = 57.60 \text{ Bs}$$

- Energía eléctrica utiliza bomba 1, llenado de tanques de biorremediación.

$$\text{Potencia} = 372.85 \text{ W} = 0.373\text{Kw}$$

$$\text{Tiempo funcionamiento} = 2 \frac{\text{Hrs}}{\text{día}} * 18 \text{ días} = 36 \text{ Hrs}$$

$$1 \text{ Kwh} = 0.80 \text{ Bs}$$

$$0.373 \text{ Kw} * 36 \text{ Hrs} = 13.43 \text{ Kwh}$$

$$13.43 \text{ Kwh} * \frac{0.80}{1\text{Kwh}} = 10.74 \text{ Bs}$$

- Energía eléctrica utiliza bomba 2, vaciado de tanques de biorremediación a tanque de desinfección.

$$\text{Potencia} = 372.85 \text{ W} = 0.373\text{Kw}$$

$$\text{Tiempo funcionamiento} = 2 \frac{\text{Hrs}}{\text{día}} * 18 \text{ días} = 36 \text{ Hrs}$$

$$1 \text{ Kwh} = 0.80 \text{ Bs}$$

$$0.373 \text{ Kw} * 36 \text{ Hrs} = 13.43 \text{ Kwh}$$

$$13.43 \text{ Kwh} * \frac{0.80}{1\text{Kwh}} = 10.74 \text{ Bs}$$

- Energía eléctrica utiliza bomba 3, vaciado de tanque de desinfección a torre de adsorción.

$$\text{Potencia} = 372.85 \text{ W} = 0.373\text{Kw}$$

$$\text{Tiempo funcionamiento} = 12 \frac{\text{Hrs}}{\text{día}} * 18 \text{ días} = 216 \text{ Hrs}$$

$$1 \text{ Kwh} = 0.80 \text{ Bs}$$

$$0.373 \text{ Kw} * 216 \text{ Hrs} = 80.57 \text{ Kwh}$$

$$80.57 \text{ Kwh} * \frac{0.80}{1 \text{Kwh}} = 64.45 \text{ Bs}$$

Total, energía eléctrica utilizada al día de operación por 18 días al mes.

$$\Sigma \text{Energia} = 143.73 \text{ Bs}$$

Nº	ITEM	COSTO (Bs/mes)
1	Energía eléctrica (Calefactor)	57.60
2	Bomba 1 (piscina- biorreactores)	10.74
3	Bomba 2 (biorreactores- tanque)	10.74
4	Bomba 3 (tanque – torre de adsorción)	64.45
5	Cloro	3.46
6	Cepa HLP “hongo”	113.25
7	Sustrato (caldo papa)	51.06
INVERSIÓN TOTAL SERVICIOS		311.30

➤ Mano de obra

La mano de obra se refiere al operario que realizara la instalación de todo el sistema de tratamiento, lo cual no se toma en cuenta ya que la planta CIP textil cuenta con un operador de mantenimiento.

4.4.4.4 Costo total

El costo total es la suma del costo fijo más costo variable. El costo fijo se calculó a partir de la inversión total de los equipos y materiales, requerimiento de insumos. El costo variable se calculó a partir de la inversión total de servicios.

ITEM	CV	CF
inversión total de los equipos y materiales		33107 Bs
requerimiento de insumos		678 Bs
inversión total de servicios	311.30Bs	
TOTAL	311.30 Bs	33785 Bs

Donde:

CV = Costo Variable, CF = Costo Fijo, CT = Costo total

$$CT = CV + CF$$

$$\text{Costo Total} = 311.30 \text{ Bs} + 33785 \text{ Bs}$$

$$\text{Costo Total} = 34096.30 \text{ Bs}$$

4.4.4.5 Costo de producto para 1 litro de agua tratada

Los costos variables están determinados para 1 mes de operación, ahora determinamos el costo unitario variable para 1 Litro de agua residual a tratar.

Volumen de agua residual	Costo unitario	Costo total
1 L	0.036 Bs	0.036 Bs
10 L	0.036 Bs	0.360 Bs
100 L	0.036 Bs	3.60 Bs
1000 L	0.036 Bs	36 Bs
2000 L	0.036 Bs	72 Bs
10000 L = 10 m ³	0.036 Bs	360 Bs

El costo de 1 Litro de agua residual a tratar es de 0.036 Bs, y para un volumen que deseamos tratar de 8640 Litros/mes es de 311.30 Bs, esto con una eficiencia del 90 % de operación.

4.4.4.6 Beneficios directos

Los beneficios directos del proyecto competen inicialmente a la planta CIP Textil del Alto de La Paz, ya que esta planta debe realizar el tratamiento de sus aguas residuales con el fin de reducir y

prevenir los impactos de dicha actividad industrial al medio ambiente bajo el cumplimiento de la normativa RASIM, con el fin de reciclar sus aguas residuales y tratarlas para poder reutilizarlas nuevamente.

4.4.4.7 Beneficios indirectos

Los beneficios indirectos comprenden los pobladores que viven cerca de los desagües industriales, ya que el proyecto reducirá el impacto que causa. Otro beneficiado es al medio ambiente donde se llegará a eliminar las cargas contaminantes evitando los malos olores.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Analizando el cuadro comparativo “promedio” de contaminantes alcanzados en las tres alternativas y en función al rubro industrial de procesos textiles del anexo 13-B, podemos resaltar los resultados que fueron obtenidos caracterizándolos antes y después del tratamiento con el fin de obtener una disminución de sus cargas contaminantes, mediante una comparación de sus valores obtenidos.

N°	Variable	T. Químico			T. Físico	T. Biológico	RASIM
		(A.R.1) Antes	(A.R.1) Después	(A.R) Antes	(A.T.) Después	(A.T.) Después	
1	pH	3.8	2,5	4,3	7,7	5	(6-9)
2	Solidos totales (mg/L)	5246	465550	5040	2960	2830	<15000
3	STD (mg/L)	4215	8482	4340	1980	1070	1000
4	DBO (mg/L)	465	270	660	88	390	80
5	DQO (mg/L)	1500	775	1700	250	684	250
6	Aceites y grasas (mg/L)	7,1	2,9	11,4	4	3.9	10
7	Cromo hexavalente (mg/L)	1,1673	2,2669	1,3025	0.2535	0.1557	0,1
8	Sulfuros (mg/L)	0,5	0,1	1,4	0.1	0.1	2
			6 Rechazado 2 Aceptable		1 rechazado 7 aceptable	2 rechazado 6 aceptable	

Tomando en cuenta los resultados del tratamiento químico, físico y el tratamiento biológico, se logra caracterizar sus aguas para la aceptación o rechazo de sus valores, es considerado aceptable el parámetro de control mínimo por debajo de la reglamentación, como también los valores más próximos al del parámetro de referencia (valores diarios de descarga).

- Se identificó la tecnología adecuada de tratamiento de aguas residuales textiles en función a la evaluación de los tres tipos de tratamiento. No es factible el uso de la primera alternativa debido al alto costo de tratamiento, de la misma forma cuenta con una mayor

cantidad de datos rechazados en el marco del reglamento, para ello la segunda alternativa con ayuda de la torre de adsorción retención los metales pesados y partículas tóxicas que contaminan, mientras la tercera alternativa al cabo de 29 días el color se degrada y disminuye la carga contaminante. En conclusión, la segunda y tercera alternativa de tratamiento son adaptables a las variables de respuesta en el marco del RASIM (Anexo 13-B).

- Se diseñó un modelo de tratamiento tentativo de planta de aguas residuales textiles para el CIP Textil, con una capacidad de eficiencia de tratamiento del 90% de acuerdo a sus procesos, donde con la ayuda de un software SolidWorks se logró diseñar el modelo en función al tipo de terreno actual. Cuenta con un pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario.
- Los costos se determinaron en función al requerimiento del CIP Textil y a la capacidad de tratamiento de la planta en un 90% donde se detalla las características de cada material, insumos, servicios y el costo total de 34096.30 Bs. Por último, se calculó el costo para el tratamiento de 1 litro de A.R. en 0.036 Bs.

Volumen de agua residual	Costo unitario	Costo total
1 L	0.036 Bs	0.036 Bs
10 L	0.036 Bs	0.360 Bs
100 L	0.036 Bs	3.60 Bs
1000 L	0.036 Bs	36 Bs
10000 L = 10 m ³	0.036 Bs	360 Bs

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tomar en cuenta el uso de enzimas ligninolíticas en caso de no contar con los hongos de biorremediación, debido a su investigación adicional con enzimas es posible el uso de las mismas para la eliminación de carga contaminantes, degradan en un tiempo menor de 20 días con respecto a la cepa HLP. (Ver anexo 56).
- Realizar una disminución del auxiliar Avolan para sus procesos de teñidos, debido a que este agente igualador contiene mezclas de cromo según las fichas técnicas. Así también disminuirá la carga de cromo hexavalente en el tratamiento.
- Tomar en cuenta el estudio de cálculo de energía para el funcionamiento real del equipo a gran escala.
- Debido a la experiencia realizada se recomienda ponerlo en práctica la propuesta de tratamiento a la empresa para la mejora de sus aguas residuales, en consecuencia puesto a las características topográficas del terreno, se recomienda mayor área de condición de terreno para la disminución de costos en tuberías.

Bibliografía

(<http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>).

Art. Aguas residuales. (1986). Recuperado por:
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>.

Bernabe, A. N. (2009). *Estudio del Sector textil en Bolivia*. La Paz.

Chavez, G., Crespo, C., Alvarez, T., Choque, R., Gomez, J., & Estrada, N. (2013). *Potencial de Cepas Fúngicas aisladas en el area de Biotecnología Fúngica. Uso de hongos en biorremediación*. La Paz-Bolivia: IIBF.

Clesceri, L., Greenberg, A., & Trussell, R. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid: DIAZ DE SANTOS S.A.

Cohen, R., Persky, & Hadar. (2002). *Biotechnological applications and potential of wood degrading mushrooms of the genus Pleurotus*, Appl. Microbial Biotechnol., 58:582-594.

Cortazar, A. C. (2009). *Contaminación generada por colorantes de la industria Textil*.

Dr. Sedlak, D. (2010). *Manual de química*. Afimgroup,Chemic.

Fernandez Serrano, M., Nuñez Olea, J., Luzón, G., Lechuga, M., & Jurado, E. (2006). *Simplified Spectrophotometric method using methylene blue for determining anionic surfactants: Applications to the study of primary biodegradation in aerobic screening tests*. Granada, España: CHEMOSPHERE.

Forbes, S. (2018). *Revista profesional del Textil y de la moda*. EEUU: Pinker moda 2.

(http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/precipitacion_quimica.pdf).

(<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/moira/clases/clase6a>).

(<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2008/02/02/83698>, Simón E., Grupo de fisicoquímica de procesos industriales y medio ambientales, FQPIMA.).

(<https://blog.condorchem.com/intercambio-ionico-para-el-tratamiento-de-efluentes>).

Huertas, Crespi, J. (1987). *Industria Textil, Depuración biológica o fisicoquímica*. BOL. INTEXTAR N°92.

INE, IBCE. (2006). *Exportación de Confecciones textiles*. Bolivia.

Lokuan, L. (2012). *La industria Textil y su Control de calidad y Tintorería*. Licence Creative Commons.

Lopez Grimau, Crespi Rosell, V. (2015). *Gestión de los efluentes de la industria Textil*. Argentina: INTI, UNION EUROPEA.

Mancilla D.H., Lizama C., Gutarra A.,. (2001). *Tratamiento de residuos Líquidos*.

Mancilla H., Gutarra A.,. (2001). *Tratamiento de residuos Líquidos de la industria de celulosa y textil*.

Mancilla, Mancilla, E., & Rodriguez, J. (2006). *Tratamiento de residuos líquidos de la industria de Celulosa y textil*. Cyted: Ciencia y tecnología para el desarrollo.

Medendez, G., & Jesús, M. (2007). *Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales*.

Mendez, A. (2013). *Guía de química colorantes Químicos y Alimentarios*.

Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas residuales*.

Pant, Adholeya, & A. (2007). *Biological Approaches For Treatment Of Distillery Wastewater*. A review. Bioresource Technology. 98:2321-2334.

Perez, A., & Espigares M. (1995). *Filtración, Estudio sanitario del agua*. España.

Reporte sectorial. (2016). *Industria de productos textiles*. Instituto de Estudios Economicos y Sociales IEES.

Romero Rojas, J. (1999). *Calidad del agua*.

Romero, R. (2009). *Calidad del agua*. Segunda Edición.

Salvarezza S.A,Ibarra A.,Garcia C.M.,. (2010). *Efecto del cromo hexavalente y trivalente*. 35218.

Sevrechi Sierra, C. A., & Gonzales Garcia, H. (2013). *Verificación analítica para las determinaciones de cromo Hexavalente en aguas por espectrofotometría*. Cartagena ESP: USBMed, Vol 4.

Ucha , F. (2012). *Aguas residuales*. Definiciones ABC, Recuperado por: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/aguas-residuales.php>.

(Vargas L. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoII/ocho.pdf>).

Vargas, L. (1996). *Extracción con solventes*. EPA.

Villegas, C., Romina, P., E, j., Alvarez, A., Terresa, M., Gimenez , T., . . . L, E. (2007). *Optimización de las condiciones de cultivo para la Producción de enzimas Redox por Aspergillus niger QD y Pestalotia sp 2iQRJ*. La Paz - Bolivia: BIOFARBO.

Geankoplis, J. C. (1998), *Procesos de transporte y operaciones unitarias, Tercera edición*, Mexico, (Editorial continental S.A. de C.V.)

Anexo 1 DATOS DEL MUESTREO - AGUA DE ACOPIO PARA TEÑIDO

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 Facultad de Tecnología
 Carrera de Química Industrial



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-AGUA
 NATURAL DEL TANQUE**

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
 CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: 1
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 12-04-18
 Fuente: Agua de Tanque - EPSAS s.a.
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 20°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 12-04-18
 Tipo de muestreo: Puntual
 Hora: 10:00 am
 Recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 1000 ml
 Cantidad de recipientes: 1
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (20°C)	Termómetro	°C	20.9
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0417
3	PH	Peachímetro	---	6
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	17
5	Conductividad	Conductímetro	µS	157.9
6	Salinidad	Conductímetro	‰	0.1
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	75

Valentín Bautista Mamani
 PROFESOR EN DESARROLLO DE INICIATIVAS
 PARA SA-PROMOPE Y PRO BOLIVIA
 Ministerio de Desarrollo Productivo
 y Economía Plural

Raúl Gustavo Mamani Q.
Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 2 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 1

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
 Facultad de Tecnología
 Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 1
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 15-02-18
 Fuente: Agua Residual
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 60°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 15-02-18
 Tipo de muestreo: Compuesto
 Hora: 12:30
 Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 2000 ml
 Cantidad de recipientes: 2
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

TRICROMÍA DE COLORANTES (AC-101, AC-300, AC-501)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 17-1340 TPX Adobe
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio

Raúl Gustavo Mamani Q.
 Profesor de la Sección de Vinculación
 del SUCRE - UNMPE / PRO BOLIVIA
 Instituto de Desarrollo Productivo
 y Económico Rural

Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 3 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 1 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 1
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 15-02-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 15-02-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 12:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	18.8
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.1103
3	PH	Peachímetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	98.04
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1801
6	Salinidad	Conductímetro	‰	0.9
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	884


Prof. Raúl Gustavo Mamani Q.
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
- PROTYPE / PRO BOLIVIA
- Instituto de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 4 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 2
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 2
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 23-02-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 23-02-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 12:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

TRICROMÍA DE COLORANTES (AC-101, AC-300, AC-501)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 16-1454 TPX Gaffa orange
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural de camélido
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio

M. Sc. Raúl Gustavo Mamani Q.
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
CARRERA DE QUÍMICA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS PRODUCTIVOS
Y ECONOMÍA INDUSTRIAL

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 5 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 2
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 2
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 23-02-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 23-02-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 16:09
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	19.8
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.1257
3	PH	Peachímetro	----	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	75.8
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1885
6	Salinidad	Conductímetro	‰	0.9
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	927



Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 6 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO TEÑIDO 3 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0088/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe

Estudio Alternativo para el tratamiento de agua residual CIP TEXTIL

Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal

Nº de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/03/12 Hora: 13:40
Punto: Tubería de salida del efluente
Lugar: Proceso de teñido, fijado y suavizado
Fuente: Agua de proceso industrial
Localidad: Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/03/12 Hora: 17:50
Volumen de muestra: 3 litros
Tipo de recipiente(s): Bidón de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 28,1 °C
Fecha de análisis: Del 2018/03/12 al 2018/03/22
Recibido por: Ing. Edwin Astorga Sanjinés

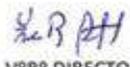
ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	890,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	320,00
3	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	4,10

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 23 de marzo de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



**Anexo 7 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 3
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

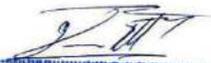
DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: Teñido 3
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 13-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 12-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:40
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

TRICROMÍA DE COLORANTES (AC-100, AC-500, AC-501)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	----	Pantone 18-0125 TPX Artichoke Greem
2	Olor	Olfativo	----	Fibra natural de camélido
3	Aspecto	Visual	----	Turbio


Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNWASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 8 DATOS DEL MUESTREO – ANALISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 3
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 3
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 13-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 12-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:40
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	19.9
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0889
3	PH	Peachímetro	----	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	59.14
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1453
6	Salinidad	Conductímetro	‰	0.7
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	710

Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN
ANALISTA TECNOLÓGICO DEL PROYECTO BOLIVIA
Asesoría al Desarrollo Productivo
y Económico Plural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 9 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 4
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 4
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 15-03-18
 Fuente: Agua Residual
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 60°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 15-03-18
 Tipo de muestreo: Compuesto
 Hora: 14:04
 Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 2000 ml
 Cantidad de recipientes: 2
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTE (AC-500)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	----	Pantone 19-4052 TPX Classic Blue
2	Olor	Olfativo	----	Fibra natural
3	Aspecto	Visual	----	Turbio

Valentin Bautista Mamani
 PRO-REGIONAL EN GESTIÓN DE NEGOCIOS
 del PRO-PROMYPE / PRO-BOLIVIA
 Ministerio de Desarrollo Productivo
 y Economía Plural

Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 10 DATOS DE MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO TEÑIDO 4 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 4
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 15-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 15-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 14:04
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 4000 ml
Cantidad de recipientes: 4
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	18
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.1329
3	PH	Peachímetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	130.2
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1320
6	Salinidad	Conductímetro	‰	0.8
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	849


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
S. A. S. A. PROMTYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 11 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 5 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 5
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 20-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 20-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 14:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTES (AC-502, AC 101)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 16-5127 TPX Ceramic
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio


Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTION DE NEGOCIOS
SA-PHONYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 12 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 5 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 5
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 20-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 20-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 14:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	17.2
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0402
3	PH	Peachímetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	44.65
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1453
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.0
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	949
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	4750

[Firma]
Valentín Bautista Mamani
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNIVERSIDAD PRODUCTIVA Y PRODUCTIVA
Y Economía Rural

[Firma]
Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 13 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 6 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 6
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 27-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 26-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:40
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 5000 ml
Cantidad de recipientes: 5
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

TRICOMIA DE COLORANTES (AC-101, AC-300, AC 501)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 16-1341 TPX Betterum
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
EN LA FASA PROMYPE / PRO-BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 14 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 6 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 6
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 27-03-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 26-03-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:40
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 5000 ml
Cantidad de recipientes: 5
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	17.2
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0402
3	PH	Peachimetro	----	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	44.65
5	Conductividad	Conductímetro	µS	1453
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.0
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	949
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	4750


Valentín Bautista Mamani
Profesora EN GESTIÓN DE PROYECTOS
EN EL SA-PROMTPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 15 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 7
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 7
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 03-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 02-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 15:02
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 6000 ml
Cantidad de recipientes: 6
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTE (AC-505)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 19-4110 TPX Midnight Navy
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio

Raúl Gustavo Mamani Q.
Instituto de Gestión de Innovación y Tecnología / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo y Económico Rural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 16 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO TEÑIDO 7 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

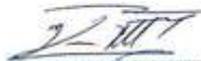
Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 7
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 03-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 02-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 15:02
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 6000 ml
Cantidad de recipientes: 6
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	16.3
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0477
3	PH	Peachimetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	130.2
5	Conductividad	Conductímetro	µS	11.4
6	Salinidad	Conductímetro	‰	6.4
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	6290


Valentín Bautista Mamani
INSTITUCIÓN EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
MAYASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 17 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 8
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 8
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 04-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 04-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 17:00
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 5000 ml
Cantidad de recipientes: 5
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

TRICOMIA DE COLORANTES (AC-101, AC-300, AC-501)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	----	Pantone 16-1333 TPX Biscuit
2	Olor	Olfativo	----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	----	Turbio


Valentín Bauhista Mamani
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
S.M.A. - PROMTYPE / PRO-BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 18 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 8 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: Teñido 8
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 04-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 04-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 17:00
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 5000 ml
Cantidad de recipientes: 5
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	17.7
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.1496
3	PH	Peachimetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	135.3
5	Conductividad	Conductímetro	µS	7.85
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.3
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4220
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	3465


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
SA-PROMYPE / PRO BULIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 19 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO TEÑIDO 8 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 0150/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: **Proyecto de Grado:**

"Estudio para el tratamiento de agua residual en la planta CIP TEXTIL de El Alto de La Paz"

Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

Nº de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/04/04 Hora: 17:12
Punto: Tubería de Salida del sistema de alcantarillado
Lugar: Planta Piloto CIP TEXTIL,
Av. Hernani, zona Final Los Andes
Fuente: Agua residual
Localidad: Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/04/05 Hora: 10:31
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 15,3 °C
Fecha de análisis: Del 2018/04/05 al 2018/04/20
Recibido por: Ing. Bernardo Nina Rosso

ANÁLISIS FÍSICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	SÓLIDOS TOTALES	SM 2540 B	mg/l	4.928,00

ANÁLISIS QUÍMICO

2	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	1.520,00
3	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	380,00
4	FÓSFORO TOTAL	SM 4500-P C	mg P/l	18,83
5	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	22,60
6	SULFUROS	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	1,20

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 20 de abril de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VSBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjón
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



Av. Villazón 1995 • Casilla 12958
Teléf. 2-441519 • Página 1 de 1
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

**Anexo 20 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 9
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 9
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 10-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 09-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 12:02
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTE (AC-500)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 16-4134 TPX Bonnie Blue
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
SA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Asesoría de Desarrollo Productivo
Calle 10 de Agosto 1102


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 21 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 9
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 9
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 10-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 09-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 12:02
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	18.7
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.1366
3	PH	Peachímetro	---	2
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	110
5	Conductividad	Conductímetro	µS	8.32
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.6
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4500
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	6790

Víctor Bautista Mamani
PROCESOS EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
Y DESARROLLO PRODUCTIVO
INTEGRANDO A LOS PRODUCTORES
DE LA ECONOMÍA PRODUCTIVA
PLURAL

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 22 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO TEÑIDO 10 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil



LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 0187/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado

"Estudio para el tratamiento de agua residual en la planta CIP TEXTIL de El Alto de La Paz"

Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

N° de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/04/17 Hora: 17:30
Punto: Tubería de salida del sistema de alcantarillado
Lugar: Planta Piloto CIP TEXTIL
Av. Hernani, zona Final Los Andes
Fuente: Agua residual
Localidad: Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 55,0 °C

Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/04/18 Hora: 15:07
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 15,3 °C
Fecha de análisis: Del 2018/04/18 al 2018/05/02
Recibido por: Ing. Bernardo Nina Rosso

ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	1.910,00

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 02 de mayo de 2018

RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina

VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
IIS/MSA

RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



**Anexo 23 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 10
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: Teñido 10
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 18-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 18-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 09:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 3000 ml
Cantidad de recipientes: 3
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTES (AC-101, AC-300)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 17-2230 TPX Carmine Rose
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio

Raúl Gustavo Mamani Q.
PERSONA EN GESTIÓN DE INICIATIVA
SAPROMYTE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
Zona de Promoción Plural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 24 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 10
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 10
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 18-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 18-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 09:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 3000 ml
Cantidad de recipientes: 3
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	16.8
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0417
3	PH	Peachímetro	----	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	179
5	Conductividad	Conductímetro	µS	9.56
6	Salinidad	Conductímetro	‰	5.3
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	5200
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	7085

Prof. Raúl Gustavo Mamani Q.
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
PRO-MYPE / PRO-BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Económico Plural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 25 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 11
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 11
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 24-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 24-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 14:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 6000 ml
Cantidad de recipientes: 6
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTES (AC-501, AC-300)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 17-3023 TPX Rosebud
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural "Camélido"
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio

Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 26 DATOS DEL MEUSTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 11 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: Teñido 11
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 24/04/18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 24/04/18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 14:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 6000 ml
Cantidad de recipientes: 6
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	16.5
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0251
3	PH	Peachimetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidimetro	UNT	66.6
5	Conductividad	Conductimetro	µS	7.95
6	Salinidad	Conductimetro	‰	4.3
7	Sólidos totales disueltos	Conductimetro	mg/L	4260


 Valentín Barrios Mamani
 PRESIDENTE EN GESTIÓN DE INSTITUCIONES
 DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES Y PRODUCTIVAS
 DE LA ZONA DE DESARROLLO PRODUCTIVO
 Y ECONOMÍA PURIL


Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 27 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS ORGANOLEPTICO TEÑIDO 12 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 12
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 26-04-18
Fuente: Agua Residual
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 26-04-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:45
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 4000 ml
Cantidad de recipientes: 4
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS ORGANOLEPTICO

COLORANTES (AC-501, AC-300)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Color - código	Pantone	-----	Pantone 18-1741 TPX Raspberry Wine
2	Olor	Olfativo	-----	Fibra natural
3	Aspecto	Visual	-----	Turbio


Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTION DE INNOVACION
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
INSTITUTO DE DESARROLLO PRODUCTIVO
Y ECONOMIA PLURAL


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 28 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FISICO QUIMICO TEÑIDO 12 (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL MUESTREO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 12
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 26-04-18
 Fuente: Agua Residual
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 60°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 26-04-18
 Tipo de muestreo: Compuesto
 Hora: 13:45
 Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 4000 ml
 Cantidad de recipientes: 4
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO - QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	16.4
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.2168
3	PH	Peachímetro	---	4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	145
5	Conductividad	Conductímetro	µS	8.41
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.6
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4530


 Valentin Bautista Mamani
 PROFESIONAL EN GERENCIA DE PROYECTOS
 EN EL SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO
 ESPECIALIZADO EN DESARROLLO PRODUCTIVO
 Y COMERCIO EXTERNO


 Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 29 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE TEÑIDO (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 0270/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado:

"Estudio para el tratamiento de agua residual en la planta CIP TEXTIL de El Alto de La Paz"

Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

N° de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/05/09 Hora: 14:30
Punto: Cámara de inspección a la salida del sistema de alcantarillado
Lugar: Planta Piloto CIP TEXTIL, Av. Hernani, Zona Final Los Andes
Fuente: Agua residual industrial
Localidad: Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 55,0 °C
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/05/09 Hora: 17:17
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: ---
Fecha de análisis: Del 2018/05/09 al 2018/05/17
Recibido por: Ing. Bernardo Nina Rosso

ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	1.460,00

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 21 de mayo de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjónes
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



Av. Villazón 1995 • Casilla 12958
Teléf. 2-441519 •  **Regina de 1**
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 30 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE TEÑIDO (ANTES DEL TRATAMIENTO)

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: A 62/18

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS A62/18

Cliente: Solicitante: Dirección del cliente: Procedencia de la muestra: Punto de muestreo: Responsable del muestreo: Fecha de muestreo: Hora de muestreo: Fecha de recepción de la muestra: Fecha de ejecución del ensayo: Caracterización de la muestra: Tipo de muestra: Envase: Código LCA: Código original:	FACULTAD DE TECNOLOGÍA - UMSA Sr. Raúl Gustavo Mamani Quispe Z/Pedregal, Calle "B" No. 1010 El Alcoc- Villa Tunari Provincia: Murillo Departamento: La Paz Salida de la tubería Sr. Raúl Gustavo Mamani Quispe 09 de mayo de 2018 14:00 10 de mayo de 2018 Del 10 al 22 de mayo, 2018 Agua residual Simple Botella plástica Pet 62-1 R 1
---	--

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	R 1 62-1
DQO	SM 5220-C	mg/l	5,0	1387

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)
EPA= Environmental Protection Agency (Sampling and Analysis Methods)

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Mayo 22 de 2018


 Ing. Jaime Chircheros Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



s.e. Avth
JCH/LCA

Campus Universitario; Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 31 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial

RESULTADO DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Muestras por fecha
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: Adjuntas en el presente reporte
Fuente: Agua Residual de teñido
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: --
Fecha de recepción de la Muestra: Mas
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: Muestras puntuales
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO

Nº	FECHA	CODIGO DE COLOR	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	13-03-18	3-Pantone 18-0125 TPX Artichok green	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	1,0909
2	15-03-18	4-Pantone 19-4052 TPX Classic Blue.	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	0,3868
3	20-03-18	5-Pantone 16-5127 TPX Ceramic	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	0,2144
4	27-03-18	6-Pantone 16-1341 TXP Betterum	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	0,5462
5	04-04-18	8-Pantone 16-1336 TPX Biscuit	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	0,7278
6	18-04-18	10- Pantone 17-2230 TPX Carmine Rose	CROMO HEXAVALENTE	Espectrofot ométrico	mg/L	0,3024


 Valentín Bautista Mamani
 PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
 CASA-PROMTYPE / PRO BOLIVIA
 Institución de Desarrollo Productivo
 y Económico Rural


Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 32 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADO DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Muestras por fechas
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: Adjuntas en el presente reporte
Fuente: Agua Residual de teñido
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: --
Fecha de recepción de la Muestra: Más detalle en los anexos
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: Muestras puntuales
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO

Nº	CODIGO DE COLOR	Nº	CODIGO DE COLOR
1	3-Pantone 18-0125TPX Artichoke Green	6	8- pantone 16-1336 TPX Biscuit
2	4-Pantone 19-4052 TPX Classic Blue	7	10 - pantone 17-2230 TPX Carmine Rose
3	5- pantone 16-5127 TPX Ceramic	8	11- pantone 17-3023 TPX Rosebud
4	6- pantone 16-1341 TPX Betterum	9	12- pantone 18-1741 TPX Raspberry Wine
5	7- pantone 19-4110 TPX Midnight Navy		


Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTION DE INNOVACION
en AREA-PROTOTYPE / PRODUCCION
y desarrollo de productos
/ Economía Plus



REPORTE DE RESULTADOS (FOSFORO)

Nº	FECHA	CODIGO DE COLOR	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	13-03-18	3-Pantone18-0125TPX Artichoke Green	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,5097
2	15-03-18	4-Pantone 19-4052 TPX Classic Blue	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	0,538
3	20-03-18	5- pantone 16-5127 TPX Ceramic	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,622
4	27-03-18	6- pantone 16-1341 TPX Betterum	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,707
5	03-04-18	7- pantone 19-4110 TPX Midnight Navy	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,245
6	04-04-18	8- pantone 16-1336 TPX Biscuit	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,772
7	18-04-18	10 - pantone 17-2230 TPX Carmine Rose	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	2,005
8	24-04-18	11- pantone 17-3023 TPX Rosebud	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,276
9	26-04-18	12- pantone 18-1741 TPX Raspberry Wine	FOSFORO	Espectrofotométrico	mg/L	1,261


Valentin Bautista Mamani
 PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
 EN NASA-PROMYPE Y PRO BOLIVIA
 para el área de Desarrollo Productivo
 y Económico Rural


Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 33 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial

RESULTADO DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil



**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: Teñido 9,11,12, X, Y
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: Adjuntas en el presente reporte
Fuente: Agua Residual de teñido
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Fecha de recepción de la Muestra: Más detalle en los anexos
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: Más detalle en anexos
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No

DATOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO

Nº	FECHA	CODIGO	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	10-04-18	Pantone 16-4137 TPX Bonnie Blue	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	1,037
2	22-06-18	Pantone 17-3023 TPX Rosebud	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	1,522
3	22-06-18	Pantone 18-1741 TPX Raspberry wine	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	1,433
4	21-07-18	Pantone 17-1544 TPX Burnt Sienna	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	2,425
5	21-07-18	Pantone 16-5803 TPX Flint Gray	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	3,084
6	21-07-18	P. 17-1544 Burnt Sienna P. 16-5803 Flint Gray P. 1318 Warm Taupe	DETERGENTES	Espectrofot ométrico	mg/L	2,240

Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 34 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUIMICO DE LAS MUESTRAS
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADO DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: Teñido 1,2,5,6,7,8,9,11,12
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: Adjuntas en el presente reporte
Fuente: Agua Residual de teñido
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: --
Fecha de recepción de la Muestra: Más detalle en los anexos
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: Más detalle en anexos
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO

N°	CODIGO DE COLOR	N°	CODIGO DE COLOR
1	1-pantone 17-1340 TPX Adobe	6	8- pantone 16-1336 TPX Biscuit
2	2-pantone 16-1454 TPX Jaffa Orange	7	9- pantone 16-4134 TPX Bonnie Blue
3	5- pantone 16-5127 TPX Ceramic	8	11- pantone 17-3023 TPX Rosebud
4	6- pantone 16-1341 TPX Betterum	9	12- pantone 18-1741 TPX Raspberry
5	7- pantone 19-4110 TPX Midnight Navy		Wine


 Raúl Gustavo Mamani
 Profesor Titular en Gestión de Innovación
 Universidad Mayor de San Andrés / PRO BOLIVIA
 Ministerio de Desarrollo Productivo
 y Economía Plural



REPORTE DE RESULTADOS (DQO)

Nº	FECHA	MUESTRA	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	20-02-18	DQO - 1	Volumétrico	mg O2/L	1220
2	23-02-18	DQO - 2	Volumétrico	mg O2/L	1080
3	20-03-18	DQO - 5	Volumétrico	mg O2/L	820
4	27-03-18	DQO - 6	Volumétrico	mg O2/L	1080
5	03-04-18	DQO - 7	Volumétrico	mg O2/L	1320
6	04-04-18	DQO - 8	Volumétrico	mg O2/L	1460
7	10-04-18	DQO - 9	Volumétrico	mg O2/L	1340
8	24-04-18	DQO - 11	Volumétrico	mg O2/L	1240
9	26-04-18	DQO - 12	Volumétrico	mg O2/L	1540

[Handwritten signature]
 RAÚL GUSTAVO MAMANI Q.
 RESPONSABLE
 UNIV. RAÚL GUSTAVO MAMANI Q.

[Handwritten signature]
 Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 35 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADO DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: 1,2,3
Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 22/06/18
Fuente: Agua Residual de teñido
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 25°
Fecha de recepción de la Muestra: Más detalle en los anexos
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 13:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 3000 ml
Cantidad de recipientes: 3
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO

N°	FECHA	CODIGO DE COLOR	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	17-05-18	Pantone 17-1544 TPX Burnt Sienna	NITROGENO AMONICAL	Volumétrico	mg/L	0,399
2	24-05-18	Pantone 16-5803 TPX Flint Gray	NITROGENO AMONICAL	Volumétrico	mg/L	0,665
3	28-05-18	Pantone 16-1318 TPX Warm Taupe	NITROGENO AMONICAL	Volumétrico	mg/L	0,532

Raúl Gustavo Mamani Q.
Profesional en Gestión de Innovación
en el Área PROMYPE / PRO BOLIVIA
Unidad de Desarrollo Productivo
y Economía Plural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 36 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Nº de muestra: 14
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 17-05-18
 Fuente: Agua Residual
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 60°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 17-05-18
 Tipo de muestreo: Compuesto
 Hora: 12:30
 Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 2000 ml
 Cantidad de recipientes: 2
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: Ladrillo, Pantone 17-15
 44 TPX, Burnt Sienna
 Peso: 4866 g
 Relación de Baño: 1/10
 Baño total: 48.60 L

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Coliformes Totales	M.F.	U.F.C./100 ml	> 3 NMP / 100ml


 Valentin Bautista Mamani
 PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
 JUWASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
 Ministerio de Desarrollo Productivo
 - y Economía Plural


 Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 37 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

N° de muestra: 15
 Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
 Fecha: 17-03-18
 Fuente: Agua Residual
 Localidad: El Alto de La Paz
 Provincia: Murillo Departamento: La Paz
 Temperatura: 60°C
 Fecha de recepción de la Muestra: 17-03-18
 Tipo de muestreo: Compuesto
 Hora: 14:20
 Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
 Volumen: 2000 ml
 Cantidad de recipientes: 2
 Estado de muestra: Refrigerada: No
 Observaciones: S/O

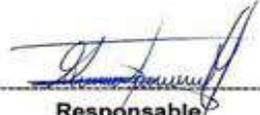
DATOS DEL TEÑIDO

Color código: Plomo, Pantone 16-5803
 TPX, Flint Gray
 Peso: 4328 g
 Relación de baño: 1/10
 Baño total: 43.28 L

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N°	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Coliformes Totales	M.F.	U.F.C./100 ml	> 3 NMP / 100ml


 Valentín Bautista Mamani
 PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
 JUNTA SUPLENENTE I PROD BOLIVIA
 Ministerio de Desarrollo Productivo
 y Economía Plural


 Responsable
 Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 38 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO (MEZCLA COMPUESTA-ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Agua Residual, planta CIP Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 21°C
Fecha de recepción de la Muestra: 20-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto de tres colores
Hora: 16:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS DEL TEÑIDO

Color código:(Plomo) Pantone 16-5803
TPX, Flint Gray, (rojo) Pantone 17-1544
TPX Burnt Sienna, (Vicuña) Pantone 16-1318 Warm Taupe

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS DE AGUA RESIDUAL DE MEZCLA COMPUESTA DE TEÑIDOS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	21
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0217
3	PH	Peachimetro	----	4.3
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	93.88
5	Conductividad	Conductímetro	µS	7.68
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.1
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4340
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	5240

Valentin Bautista Mamani
PROFESOR EN GESTION DE CALIDAD
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
CARRERA DE DESARROLLO PRODUCTIVO
ECONOMIA PUNTA

Raúl Gustavo Mamani Q.

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 39 RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUIMICO DE TEÑIDO (MEZCLA COMPUESTA – ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0566/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

Nº de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 2018/07/23 Hora: 10:13
Punto: Tubería de salida teñido, suavizado y fijado
Lugar: Planta CIP TEXTIL PRO BOLIVIA
Fuente: Agua residual industrial
Localidad: Av. Hernani, Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/07/24 Hora: 11:01
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 14,2 °C
Fecha de análisis: Del 2018/07/24 al 2018/08/10
Recibido por: Ing. Grover Rivera Ballesteros

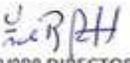
ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	1.700,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	660,00
3	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	11,40
4	SULFUROS	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	1,40

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 13 de agosto de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjines
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



Av. Villazón 1995 • Casilla 12958
Teléf. 2-441519 • Página 1 de 1
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

**Anexo 40 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUIMICO DE MUESTRA
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Agua residual, Planta CIP Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: 21°C
Fecha de recepción de la Muestra: 20-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto de tres colores
Hora: 16:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: No
Observaciones: S/O

DATOS DEL TEÑIDO

Color código:(Plomo) Pantone 16-5803
TPX, Flint Gray (Rojo) Pantone 17-1544
TPX Burnt Sienna, (Vicuña) Pantone 16-
1318 Warm Taupe

**RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS DE AGUA RESIDUAL (MEZCLA
COMPUESTA DE TEÑIDOS)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.7410
2	Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	1.3024
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	2.2409
4	DQO (1)	Volumétrico	mg/L	1680
5	DQO(2)	Volumétrico	mg/L	1750

Valentin Bonifacio Murillo
PROFESOR ASISTENTE DE INVESTIGACION
EN LA ESPECIALIDAD DE QUIMICA INDUSTRIAL
MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO
Y ECONOMIA PLURAL

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 41 RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0568/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

Nº de muestra: 3

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 2018/07/22 Hora: 08:00
Punto: Tubería de salida teñido, suavizado y fijado
Lugar: Planta CIP TEXTIL PRO BOLIVIA
Fuente: Agua resdua industrial
Localidad: Av. Hernani, final Los Andes, Ciudad de El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/07/24 Hora: 11:01
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 14,2 °C
Fecha de análisis: Del 2018/07/24 al 2018/08/10
Recibido por: Ing. Grover Rivera Ballesteros

ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	1.480,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	410,00
3	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	7,40
4	SULFUROS	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	0,40

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 13 de agosto de 2018



VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjines
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA

RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas

Av. Villazón 1995 • Castilla 12958
Teléf. 2-441519 • ~~Página 1~~
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

**Anexo 42 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 55°C
Fecha de recepción de la Muestra: 08-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 15:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	17
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0192
3	PH	Peachimetro	---	4.06
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	82.52
5	Conductividad	Conductímetro	µS	7.75
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.2
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4070
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	4982

Valentín Barrantes Murillo
PROFESIONAL EN INGENIERÍA QUÍMICA
INWASA-PROMPE / PRO-BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Económico Pluri

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 43 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 50°C
Fecha de recepción de la Muestra: 09-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 16:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No

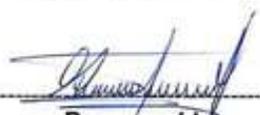
DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Rojo) Pantone 17-15
44 TPX Burnt Sienna

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS FISICO QUIMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	15.5
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0141
3	PH	Peachimetro	---	3.6
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	75.05
5	Conductividad	Conductímetro	µS	8.22
6	Salinidad	Conductímetro	‰	4.4
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	4360
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	5512


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIONES
MAYASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 44 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA
(ANTES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 55°C
Fecha de recepción de la Muestra: 08-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 15:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No

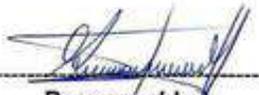
DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray

**RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO
(AGUA RESIDUAL 1)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.2274
2	Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	1.1325
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	3.0836
4	DQO	Volumétrico	mg/L	1480


Valentín Bautista Mamani
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
INVESTIGADOR EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Económico Plurinacional


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



Anexo 45 DATOS DEL MUESTREO – ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA (ANTES DEL TRATAMIENTO)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DEL ANALISIS

Institución solicitante: CIP Textil

"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente Textil
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 50°C
Fecha de recepción de la Muestra: 09-07-18
Tipo de muestreo: Compuesto
Hora: 16:30
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Rojo) Pantone 17-15
44 TPX Burnt Sienna

RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS QUIMICO DE LABORATORIO (AGUA RESIDUAL 2)

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	1.4043
2	Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	1.2022
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	2.4253
4	DQO	Volumétrico	mg/L	1520


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNIVASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 46 TRATAMIENTO QUIMICO: Al₂SO₄, ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS
(ANALISIS FISICO QUÍMICO – DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO QUIMICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Tratamiento químico con (Al₃SO₄)
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 12°C
Fecha de recepción de la Muestra: 10-07-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 14:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray

**RESULTADOS OBTENIDOS – ANALISIS: TRATAMIENTO QUÍMICO CON SULFATO
DE ALUMINIO (AGUA TRATADA1)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	12
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.2678
3	PH	Peachímetro	---	2.4
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	39.14
5	Conductividad	Conductímetro	µS	26.5
6	Salinidad	Conductímetro	‰	16.1
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	8100
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	461792


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN Y
UNIVERSA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 47 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB. A LOS 2 DIAS
ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO QUIMICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Tratamiento químico con (Al_2SO_4)
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 12°C
Fecha de recepción de la Muestra: 10-07-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 14:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray

**RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS: TRATAMIENTO QUÍMICO CON SULFATO
DE ALUMINIO (AGUA TRATADA 1)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.0282
2	Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	2.2547
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	2.7190
4	DQO	Volumétrico	mg/L	720


Valentín Bautista Mamani
PROFESOR EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN,
INNOVACIÓN PROMOTIVE / PROO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 48 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al₂SO₄, ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS
ANALISIS FISICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO QUIMICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Tratamiento químico con (Al₂SO₄)
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 14°C
Fecha de recepción de la Muestra: 11-07-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 15:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Rojo) Pantone 17-15
44 TPX Burnt Sienna

**RESULTADOS OBTENIDOS – ANALISIS: TRATAMIENTO QUÍMICO CON SULFATO
DE ALUMINIO (AGUA TRATADA 2)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	11
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.2752
3	PH	Peachímetro	---	2.5
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	37.91
5	Conductividad	Conductímetro	µS	27.2
6	Salinidad	Conductímetro	‰	15.7
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	8865
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	469308

Valentin Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNIASA-PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural

Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 49 TRATAMIENTO QUÍMICO: Al_2SO_4 , ESCALA LAB, A LOS 2 DIAS
ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO QUIMICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Tratamiento químico con (Al_2SO_4)
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 14°C
Fecha de recepción de la Muestra: 11-07-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 15:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 1000 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

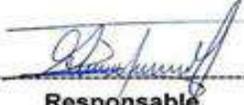
DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Rojo) Pantone 17-15
44 TPX Burnt Sienna

**RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS: TRATAMIENTO QUÍMICO CON SULFATO
DE ALUMINIO (AGUA TRATADA 2)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.0247
2	Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	2.2791
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	2.1929
4	DQO	Volumétrico	mg/L	830


Valentín Raúl Gustavo Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INDUSTRIAS
JUNTA PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

IIS 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0569/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

Nº de muestra: 4

DATOS DE MUESTREO

DATOS DE RECEPCIÓN

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 2018/07/22 Hora: 10:00
Punto: Efluente tratamiento químico
Lugar: Laboratorio Carrera de Química Industrial - UMSA
Fuente: Agua residual industrial tratada
Localidad: Ciudad de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

Fecha: 2018/07/24 Hora: 11:01
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 14,2 °C
Fecha de análisis: Del 2018/07/24 al 2018/08/10
Recibido por: Ing. Grover Rivera Ballesteros

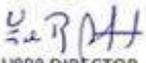
ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	720,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	260,00
3	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	2,80
4	SULFUROS	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	< 0,10

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 13 de agosto de 2018




VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjines
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas

Av. Villazón 1905 • Casilla 12958
Teléf. 2-441519 • Página 1 de 1
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

**Anexo 50 TRATAMIENTO FÍSICO: TORRE DE ADSORCIÓN
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO FISICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 23-07-18
Fuente: Tratamiento físico, torre de adsorción
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 60°C
Fecha de recepción de la Muestra: 23-07-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 14:20
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 2000 ml
Cantidad de recipientes: 2
Estado de muestra: Refrigerada: No

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo)Pantone 16-5803
TPX, Flint Gray
(Ladrillo) Pantone 17-1544 TPX, Burnt
Sienna
(Vicuña) Pantone 16-1318 TPX, Warm
Taupe

**RESULTADOS OBTENIDOS - ANALISIS TRATAMIENTO FISICO
TORRE DE ADSORCIÓN Y FILTRACIÓN**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	16
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0207
3	PH	Peachímetro	----	7.73
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	13.94
5	Conductividad	Conductímetro	µS	3.60
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.8
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	1980
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	2960

Valentín Bautista Mamani
Valentín Bautista Mamani
PERSONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
Y SA-PROD/INTEC / PRO / EL ALTO
Comité de Desarrollo Científico
Tunari

Raúl Gustavo Mamani Q.
Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 0567/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

Nº de muestra: 2

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fecha: 2018/07/23 Hora: 18:20
Punto: Efluente tratamiento físico
Lugar: Laboratorio Carrera de Química Industrial - UMSA
Fuente: Agua residual industrial tratada
Localidad: Ciudad de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/07/24 Hora: 11:01
Volumen de muestra: 2 litros
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 14,2 °C
Fecha de análisis: Del 2018/07/24 al 2018/08/10
Recibido por: Ing. Grover Rivera Ballesteros

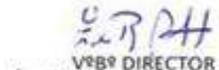
ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	250,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	88,00
3	ACEITES Y GRASAS	SM 5520 D	mg/l	4,00
4	SULFUROS	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	< 0,10

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 13 de agosto de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas



Av. Villazón 1995 • Casilla 12058
Teléf. 2-441519 • Fax 2-441519
Ese@umsa.bo • La Paz - Bolivia

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

IIS 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS Nº: 0562/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B, Nro. 1010, Zona Pedregal

Nº de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/07/20 Hora: 17:50
Punto: Agua tratada a la salida de la torre de adsorción
Lugar: Av. Hernani, Final Los Andes
Fuente: Agua residual tratada
Localidad: Ciudad El Alto
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/07/20 Hora: 18:10
Volumen de muestra: 1 Litro
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 14,6 °C
Fecha de análisis: Del 2018/07/20 al 2018/07/27
Recibido por: Rodrigo Adriaola

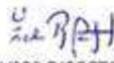
ANÁLISIS QUÍMICO

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	362,00

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 03 de agosto de 2018




VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Hernán Coriza Rivas

Av. Villazón 1995 • Castilla 12958
Teléf. 2-441519 • Página 1 de 1
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

**Anexo 51 TRATAMIENTO BIOLÓGICO A LOS 30 DIAS
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente del tratamiento Biológico
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 21°C
Fecha de recepción de la Muestra: 02-12-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 10:30 am
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 500 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray, (Rojo) Pantone 17-
1544 TPX Burnt Sienna, (Vicuña) Pan-
tone 16-1318 TPX Warm Taupe

**RESULTADOS OBTENIDOS – ANALISIS: TRATAMIENTO BIOLÓGICO
(BIORREMEDIACION)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Temperatura (18°C)	Termómetro	°C	15
2	Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0201
3	PH	Peachimetro	---	5
4	Turbiedad	Turbidímetro	UNT	18.58
5	Conductividad	Conductímetro	µS	2.32
6	Salinidad	Conductímetro	‰	1.1
7	Sólidos totales disueltos	Conductímetro	mg/L	1070
8	Sólidos Totales	Gravimétrico	mg/L	2830


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
Y INICIATIVA PROMYPE / PRO BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Productivo
y Economía Plural



Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



**Anexo 52 TRATAMIENTO BIOLÓGICO A LOS 30 DIAS
ANÁLISIS QUÍMICO – (DESPUES DEL TRATAMIENTO)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Tecnología
Carrera de Química Industrial



RESULTADOS DE ANALISIS: TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Institución solicitante: CIP Textil

**"ESTUDIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PLANTA
CIP TEXTIL DEL ALTO DE LA PAZ"**

Dirección: Zona Villa Tunari - FAB - Av. Hernani final esquina Mattos

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.
Fuente: Efluente del tratamiento Biológico
Localidad: El Alto de La Paz
Provincia: Murillo **Departamento:** La Paz
Temperatura: 21°C
Fecha de recepción de la Muestra: 02-12-18
Tipo de muestreo: Puntual
Hora: 10:30 am
Tipo de recipiente(s): Frasco de plástico
Volumen: 500 ml
Cantidad de recipientes: 1
Estado de muestra: Refrigerada: Si

DATOS DEL TEÑIDO

Color código: (Plomo) Pantone 16-58
03 TPX Flint Gray, (Rojo) Pantone 17-
1544 TPX Burnt Sienna, (Vicuña) Pan-
tone 16-1318 TPX Warm Taupe

**RESULTADOS OBTENIDOS – ANALISIS: TRATAMIENTO BIOLÓGICO
(BIORREMEDIACION)**

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO PROMEDIO
1	Fosforo	Espectrofotométrico	mg/L	2.2887
2	Cromo hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	0.1557
3	Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	0.5978
4	DQO	Volumétrico	mg/L	684


Valentín Bautista Mamani
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN
UNIVASA-PROMYTE / PRO BOLIVIA
Ministerio del Desarrollo Productivo
y Economía Plural


Responsable
Univ. Raúl Gustavo Mamani Q.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

I I S 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-004
Código IIS N°: 1160/2018

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Institución solicitante: Proyecto de Grado, Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Dirección: Calle B Nro. 1010, Zona Pedregal, Ciudad de La Paz

N° de muestra: 1

DATOS DE MUESTREO

Responsable: Univ. Raúl Gustavo Mamani Quispe
Fecha: 2018/12/03 Hora: 11:53
Punto: Efluente del tratamiento biológico
Lugar: Laboratorio Carrera de Química Industrial - UMSA
Fuente: Agua residual tratada
Localidad: Ciudad de La Paz
Provincia: Murillo Departamento: La Paz
Temperatura: ---
Observaciones: ---

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: 2018/12/03 Hora: 17:06
Volumen de muestra: 800 ml
Tipo de recipiente(s): Botella de plástico
Estado de la muestra: Refrigerada (Si/No): No
Preservada (Si/No): No
Temperatura: 23.50° C
Fecha de análisis: Del 2018/12/03 al 2018/12/13
Recibido por: Ing. Bernardo Nina Rosso

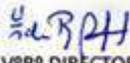
ANÁLISIS QUÍMICO

N°	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5220 B	mg O ₂ /l	684,00
2	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SM 5210 B	mg O ₂ /l	390,00
3	SULFURO	SM 4500-S ² E	mg S ² /l	< 0,10

OBSERVACIONES: ---

La Paz, 13 de diciembre de 2018


RESPONSABLE
Tec. Clemente Suño Nina


VºBº DIRECTOR
Ing. Edwin R. Astorga Sanjinés
DIRECTOR
Instituto de Ing. Sanitaria y Ambiental
UMSA


RESPONSABLE TÉCNICO
Ing. Gregorio Carvajal Sumi



Av. Villazón 1695 • Castilla 12958
Teléf. 2-441519 Págin 1 de 1
iis@umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 53 Tabla Tratamiento Químico

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico – Pantone 16-5803TPX Flint Gray (Antes del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio \pm Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	81,32	81,31	84,95	82,53 \pm 2,10	3.1
2	Conductividad	Ms	7,76	7,69	7,81	7,75 \pm 0,06	1.0
3	Salinidad	‰	4,80	3,90	3,80	4,17 \pm 0,55	1.3
4	STD	mg/L	4150	4053	4008	4070 \pm 72,57	2.0
5	Densidad	g/ml	1,0110	1,0180	1,0280	1,019 \pm 0,008	1.1
6	pH	**	4,0	4,1	4,1	4,1 \pm 0,04	1.0
8	Solidos Totales	mg/L	4892	4988	5067	4982 \pm 87,64	2.3
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico – Pantone 16-5803TPX Flint Gray (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio \pm Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	37,98	39,66	39,78	39,14 \pm 1,01	3.0
2	Conductividad	Ms	25,5	26,9	27,1	26,5 \pm 0,9	3.0
3	Salinidad	‰	15,9	16,1	16,4	16,10 \pm 0,25	2.1
4	STD	mg/L	8114	8092	8094	8100 \pm 12,17	1.4
5	Densidad	g/ml	1,2702	1,2642	1,2691	1,268 \pm 0,003	1.3
6	pH	**	2,43	2,5	2,4	2,4 \pm 0,04	2.7
8	Solidos Totales	mg/L	454874	460307	470195	461792 \pm 7767,70	2.5
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico – Pantone 16-5803TPX Flint Gray (Antes del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio \pm Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,226	0,237	0,219	0,227 \pm 0,009	4.2
2	Cromo 6+	mg/L	1,128	1,128	1,142	1,132 \pm 0,008	1.2
3	Detergentes	mg/L	3,064	3,100	3,087	3,084 \pm 0,018	1.8

4	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,365	0,371	0,361	0,365±0,005	1.1
5	DQO	mg O2/L	1430	1548	1462	1480±61,02	4.5

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico – Pantone 16-5803TPX Flint Gray (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,038	0,024	0,022	0,028± 0,008	3.0
2	Cromo 6+	mg/L	2,386	2,095	2,279	2,255± 0,145	6.1
3	Detergentes	mg/L	2,619	2,789	2,750	2,719± 0,089	3.5
4	DQO	mg O2/L	760	728	672	720± 44,54	6.4

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico – Pantone 17-1544TPX Burnt Sienna (Antes del tratamiento):

Nº	VARIABLES	UNIDADES	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	74,20	75,10	75,84	75,05±0,82	1.3
2	Conductividad	mS	7,91	8,13	8,61	8,22±0,36	4.5
3	Salinidad	‰	4,30	4,40	4,40	4,4±0,06	1.3
4	STD	mg/L	4350	4361	4370	4360±10,02	1.1
5	Densidad	g/ml	1,014	1,014	1,014	1,014±0,001	1.4
6	pH	**	3,6	3,6	3,5	3,6±0,06	1.4
8	Solidos Totales	mg/L	5516	5522	5492	5510±15,87	1.6
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Nº	VARIABLES	UNIDADES	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	37,75	38,03	37,96	37,91± 0,15	0,3
2	Conductividad	mS	26,9	27,5	27,2	27,2± 0,30	1.1
3	Salinidad	‰	15,9	15,6	15,6	15,7± 0,17	1.1
4	STD	mg/L	8811	8891	8893	8865± 46,77	0,05
5	Densidad	g/ml	1,271	1,275	1,279	1,275± 0,004	0,3
6	pH	**	2,4	2,5	2,5	2,5± 0,05	0,23

8	Solidos Totales	mg/L	469853	468317	469755	469308± 859,92	0,2
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico – Pantone 17-1544TPX Burnt Sienna (Después del tratamiento):

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico – Pantone 17-1544TPX Burnt Sienna (Antes del tratamiento):

Nº	VARIABLES	UNIDADES	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	1,398	1,408	1,406	1,404±0,006	0,4
2	Cromo 6+	mg/L	1,160	1,244	1,203	1,202±0,042	0,5
3	Detergentes	mg/L	2,399	2,418	2,460	2,425±0,029	0,1
4	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,420	0,388	0,391	0,399±0,018	0,44
5	DQO	mg O2/L	1520	1528	1512	1520±8,00	0,5

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico – Pantone 17-1544TPX Burnt Sienna (Después del tratamiento):

Nº	VARIABLES	UNIDADES	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,024	0,025	0,025	0,025± 0,001	1.3
2	Cromo 6+	mg/L	2,280	2,278	2,279	2,279± 0,001	0,1
3	Detergentes	mg/L	2,105	2,241	2,232	2,193± 0,076	3.5
4	DQO	mg O2/L	820	835	835	830± 8,66	1.1

Anexo 54 Tabla Tratamiento Físico

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico (Antes del tratamiento)

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	94,0	93,9	93,8	93,9± 0,12	0.1
2	Conductividad	Ms	8,99	7,05	7,01	7,68± 1,13	1.5
3	Salinidad	‰	4,1	4	4,2	4,1± 0,10	2.4
4	STD	mg/L	4530	4170	4320	4340± 180,83	4.2
5	Densidad	g/ml	1,021	1,022	1,022	1,022± 0,001	0.15
6	pH	**	4,3	4,4	4,3	4,3± 0,1	1.2

8	Solidos Totales	mg/L	4781	5030	5310	5040± 264,65	5.3
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	15,03	12,1	14,7	13,94±1,60	1.15
2	Conductividad	Ms	3,61	4,03	3,18	3,61±0,43	1.18
3	Salinidad	‰	1,74	1,75	1,92	1,80±0,10	0.7
4	STD	mg/L	1879	2065	1997	1980±94,11	0,1
5	Densidad	g/ml	1,012	1,020	1,029	1,0207±0,0090	0,8
6	pH	**	7,7	7,73	7,76	7,7±0,03	0,4
8	Solidos Totales	mg/L	2894	2989	2998	2960±57,62	1.9
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico (Antes del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,687	0,731	0,805	0,741± 0,059	0,8
2	Cromo 6+	mg/L	1,399	1,208	1,301	1,302± 0,095	7.3
3	Detergentes	mg/L	2,655	2,036	2,032	2,241± 0,358	1.6
4	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,539	0,548	0,509	0,532± 0,020	3.8
5	DQO	mg O ₂ /L	1672	1728	1700	1700± 28	1.7

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,138	0,116	0,116	0,123±0,013	1.5
2	Cromo 6+	mg/L	0,258	0,247	0,255	0,253±0,006	2.2
3	Detergentes	mg/L	0,055	0,028	0,035	0,039±0,014	3.5
4	DQO	mg O ₂ /L	264	236	250	250±14	5.6

Anexo 55 Tabla Tratamiento Biológico

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico (Antes del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	93,23	93,88	94,54	93,88±0,65	0,7
2	Conductividad	Ms	7,58	7,87	7,58	7,68±0,17	2.2
3	Salinidad	‰	4,1	4,2	4,1	4,1±0,06	1.4
4	STD	mg/L	4290	4346	4385	4340±47,75	1.1
5	Densidad	g/ml	1,022	1,023	1,020	1,022±0,001	0,1
6	pH	**	4,3	4,3	4,4	4,3±0,06	1.4
8	Solidos Totales	mg/L	5163	5287	5270	5240±67,22	1.3
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis físico químico (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Turbiedad	NTU	18,41	18,47	18,86	18,58±0,24	1.3
2	Conductividad	Ms	2,29	2,3	2,37	2,32±0,04	1.9
3	Salinidad	‰	1,1	1,1	1,2	1,1±0,06	5.1
4	STD	mg/L	1062	1079	1070	1070±8,51	0,8
5	Densidad	g/ml	1,019	1,020	1,020	1,020±0,001	0,1
6	pH	**	5	5,1	5	5,03±0,058	1.2
8	Solidos Totales	mg/L	2865	2812	2813	2830±30,31	1.1
9	Temperatura	°C	**	**	**	****	**

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico (Antes del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replica			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	0,687	0,731	0,805	0,741±0,0594	0,8
2	Cromo 6+	mg/L	1,399	1,208	1,3	1,302±0,0954	7.3
3	Detergentes	mg/L	2,655	2,036	2,032	2,2409±0,358	1.6
4	nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,539	0,548	0,509	0,532±0,020	3.8

5	DQO	mg O ₂ /L	1672	1728	1700	1700±28	1.6
---	-----	----------------------	------	------	------	---------	-----

Resumen de resultados y análisis de varianza – Análisis químico (Después del tratamiento):

Nº	Variables	Unidades	Replicas			Promedio ± Desv. Estand. $\bar{x} \pm \sigma$	C.V.%
			1	2	3		
1	Fosforo	mg/L	2,279	2,298	2,289	2,289±0,009	4
2	Cromo 6+	mg/L	0,148	0,159	0,159	0,156±0,006	4.1
3	Detergentes	mg/L	0,600	0,594	0,599	0,598±0,003	2.6
4	DQO	mg O ₂ /L	670	680	702	684±16,37	2.4



Anexo 56 Análisis de investigación con enzimas ligninolíticas

- **Investigación adicional de estudio con enzimas ligninolíticas para el tratamiento de aguas residuales textiles**

Las enzimas ligninolíticas son obtenidas mediante la fermentación en estado sólido de la cepa HLP. Los hongos tienen la capacidad de producir un complejo enzimático con actividad oxidativa contra una amplia variedad de sustancias tóxicas recalcitrantes como plaguicidas, tintes, hidrocarburos poli aromáticos, explosivos, etc., que contaminan suelos y cuerpos de agua. Su propagación sobre suelos contaminados, la producción de enzimas ligninolíticas, y la biodegradación de contaminantes, se favorecen cuando estos hongos se inoculan. (Quintero C. J. (2006)).

- **Procedimiento experimental**

Las enzimas ligninolíticas se estudiaron con los microorganismos proporcionados por el Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas (IIFB), consiguiendo mediante fermentación sólida y el empleo de sustrato de caña de azúcar.

Para evaluar la capacidad de la enzima ligninolítica en aguas residuales, se realizaron cinco experimentos donde se colocaron 60 ml de la muestra en frascos de 100 ml de capacidad, en donde fueron adicionados con extracto enzimático en una variación de 0,1, 2, 6, 8 ml de enzima para un volumen de 60 ml de muestra. Luego se procedió a incubar a 30°C.

- **Resultados**

Los resultados obtenidos empleando enzimas ligninolíticas para la decoloración de las aguas residuales. Al cabo de los 14 días de incubación se observó una decoloración leve de los diferentes tratamientos. A los 20 días se observó una decoloración intensa en el frasco donde se puso 1 ml de coctel enzimático.



Resultados obtenidos con tratamiento de enzimas ligninolíticas

Evaluando el color de cada uno de los resultados se midió la turbiedad respectivamente. Muestra uno 16.5 UNT, dos 17.8 UNT, tres 17.9 UNT y cuatro 16.8 UNT. La muestra seleccionada para análisis fue la uno donde se realizó análisis físico químico y cromatografía en capa fina.

- **Análisis físico químico y químico**

Tabla de valores de análisis físico químico y químico

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	MÉTODO	UNID.	RESULTADOS	RASIM	CLASE
Densidad	Picnómetro	g/ml	1.0202	---	---
pH	Peachimetro	---	6	6-9	---
Turbiedad	Turbidímetro	UNT	16.5	<50	B
STD	Conductímetro	mg/L	1125	1000	---
Solidos Totales	Gravimétrico	mg/L	2510	1000	---
ANÁLISIS QUÍMICO					
Cromo hexavalente	Espectrofotométrico	mg/L	0.3821	0.1	---
Fósforo	Espectrofotométrico	mg/L	0.5694	0.4	---
Detergentes	Espectrofotométrico	mg/L	0.4971	0.5	B

La tabla muestra el resultado al utilizar las enzimas ligninolíticas de tratamiento. Los resultados físico químicos son valores muy próximos al de la normativa a diferencia que no se llegaría a cumplir con los sólidos totales y los STD, pero resultan ser admitidos por que se encuentran

bastante cerca al valor deseado. Para el análisis químico se cuenta con tres variables donde dichas variables llegan a cumplir con los parámetros.

- **Cromatografía de capa fina (CCF)**

Para el procedimiento de este estudio se utilizó metanol como solvente y vainillina como revelador sobre una placa de sílica. Donde la muestra de agua sin tratar y la muestra de agua tratada son sembradas por tubos capilares, que arrastrara por la placa los componentes a lo largo produciendo manchas.

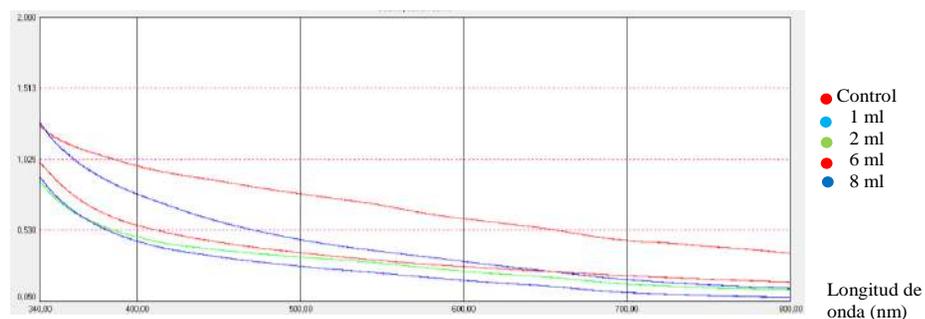


cromatografía en capa fina, agua sin tratar (a) y agua tratada (b)

La figura muestra que el agua sin tratar presenta una mancha de diversos componentes y en la segunda prueba del agua tratada se observa una leve mancha mucho y más clara además de purificada y se llegaría a eliminar una gran parte con este tratamiento.

- **Cinética de degradación de los componentes**

Abs.



Cinética de degradación de los componentes con enzimas

La figura muestra la degradación de los componentes presentes en el agua residual usando enzimas ligninolíticas desde 380-800 nm, el volumen óptimo es de 1 ml de extracto enzimático que se encuentra por debajo de todas las líneas además logra presentar una decoloración mucho más eficiente respecto a las demás muestras.

- Los costos de inversión para la enzima ligninolítica son de 58.97 Bs al mes para tratar un volumen de 2880 L. De igual forma se calculó el costo de producto para 1 litro y para 10m³.

Volumen de agua residual	Costo unitario	Costo total
1 L	0.038 Bs	0.038 Bs
10 L	0.038 Bs	0.380 Bs
100 L	0.038 Bs	3.80 Bs
1000 L	0.038 Bs	38 Bs
2000 L	0.038 Bs	76 Bs
10000 L = 10 m ³	0.038 Bs	380 Bs

La enzima cuenta con menos tanques de tratamiento, esto debido a las condiciones que degradan los componentes del agua residual en menos días de tratamiento “20 días”, a comparación de los hongos con mayor número de días.

Anexo 57 CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

Orden	Usos	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de:				
	a) Solo una desinfección y ningún tratamiento	SI	NO	NO	NO
	b) Tratamiento solamente físico y desinfección	No necesario	SI	NO	NO
	c) Tratamiento físico- químico, completo: coagulación floculación, filtración y desinfección.	No necesario	No necesario	SI	NO
	d) Almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c)	No necesario	No necesario	No nec.	SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, Esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cascara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella.	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación	NO (**)	NO (**)	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes.

(*) No es represas usadas para abastecimiento de agua potable

() No a navegación a motor.**

CLASE A: AGUAS NATURALES DE MAXIMA CALIDAD, QUE LAS HABILITA COMO AGUA POTABLE PARA EL CONSUMO HUMANO SIN NINGUN TRATAMIENTO PREVIO, O SIMPLE DESINFECCIÓN BACTERIOLOGICA EN LOS CASOS NECESARIOS VERIFICAMOS POR LABORATORIO.

CLASE B: AGUAS DE UTILIDAD GENERAL, QUE PARA CONSUMO HUMANO REQUIEREN TRATAMIENTO FÍSICO Y DESINFECCIÓN BACTERIOLÓGICA.

CLASE C: AGUAS DE UTILIDAD GENERAL, QUE PARA SER HABILITADAS PARA CONSUMO HUMANO REQUIEREN TRATAMIENTO FISICO-QUÍMICO COMPLETO Y DESINFECCIÓN BACTERIOLÓGICA.

CLASE D: AGUAS DE CALIDAD MÍNIMA, QUE PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CASOS EXTREMOS DE NECESIDAD PÚBLICA, REQUIEREN UN PROCESO INICIAL DE PRESEDIMENTACIÓN, PUES SUSPENSIÓN, Y LUEGO TRATAMIENTO FISICO-QUÍMICO COMPLETO Y DESINFECCIÓN BACTERIOLÓGICA ESPECIAL CONTRA HUEVOS Y PARÁSITOS INTESTINALES.

**Anexo 58 Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos de agua
(ANEXO 13 – A) – VALORES MAXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES**

Nº	Parámetros	Unidad	Cancerígenos	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
1	pH		NO	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
2	Temperatura	°C		(+/-) 3 °C de C receptor			
3	Sólidos disueltos totales	mg/l		1000	1000	1500	1500
4	Aceites y grasas	mg/l	NO	Ausente	Ausente	0.3	1
5	DBO	mg/l	NO	<5	<5	<20	<30
6	DQO	mg/l	NO	<5	<10	<40	<60
7	NMP Colifecales NMP	N/100 ml	NO	<50 y <5 en 80% muestras	<1000 y <200 en 80% muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
8	Parásitos	N/l		<1	<1	<1	<1
9	Color mg Pt/l	mg/l	NO	<10	<50	<100	<200
10	Oxígeno disuelto	mg/l	NO	>80% sat.	>70% sat.	>60% sat.	>50% sat.
11	Turbidez	UNT	NO	<10	<50	<100 <2000	<200 – 10000
12	Solidos sedimentables	mg/l	NO	<10 mg/l	<30 mg/l – 0.1 ml/l	<50 mg/l - <1 ml/l	100 - <1 ml/l
13	Aluminio	mg/l		0.2 c. Al	0.5 c. Al	1.0 c. Al	1.0 c. Al
14	Amoniac	mg/l	NO	0.05 c. NH ₃	1.0 c. NH ₃	2 c. NH ₃	4 c. NH ₃
15	Antimonio	mg/l	NO	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb
16	Arsénico total	mg/l	SI	0.05 c. As	0.05 c. As	0.05 c. As	0.1 c. As
17	Benceno	mg/l	SI	2.0 c. Be	6.0 c. Be	10.0 c. Be	10.0 c. Be
18	Bario	mg/l	NO	1.0 0.05 c. Ba	1.0 c. Ba	2.0 c. Ba	5.0 c. Ba
19	Berilio	mg/l	SI	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be
20	Boro	mg/l		1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B
21	Calcio	mg/l	NO	200	300	300	400
22	Cadmio	mg/l	NO	0.005	0.005	0.005	0.005
23	Cianuros	mg/l	NO	0.02	0.1	0.2	0.2
24	Cloruros	mg/l	NO	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	500 c. Cl
25	Cobre	mg/l	NO	0.05 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu
26	Cobalto	mg/l		0.1 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co
27	Cromo hexavalente	mg/l	SI	0.05 c. Cr total	0.05 c. Cr + 6	0.05 c. Cr + 6	0.05 c. Cr + 6
28	Cromo trivalente	mg/l	NO		0.6 c. Cr +3	0.6 c. Cr +3	1.1 c. Cr +3
29	1.2 Dicloroetano	Ug/l	SI	10.0	10.0	10.0	10.0
30	1.1 Dicloroetano	Ug/l	SI	0.3	0.3	0.3	0.3
31	Estaño	mg/l	NO	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn	2.0 c. Sn
32	Fenoles	Ug/l	NO	1 c. C ₆ H ₅ OH	1 c. C ₆ H ₅ OH	5 c. C ₆ H ₅ OH	10 c. C ₆ H ₅ OH
33	Fierro soluble	mg/l	NO	0.3 c. Fe	0.3 c. Fe	1.0 c. Fe	1.0 c. Fe
34	Fluoruros	mg/l	NO	0.6 – 1.7 c. F			
35	Fosforo total	mg/l	NO	0.4 c. Orthofosf.	0.5 c. Orthofosf	1.0 c. Orthofosf	1.0 c. Orthofosf
36	Magnesio	mg/l	NO	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	150 c. Mg
37	Manganeso	mg/l	NO	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn
38	Mercurio	mg/l	SI	0.001 Hg	0.001 Hg	0.001 Hg	0.001 Hg
39	Litio	mg/l		2.5 c. Li	2.5 c. Li	2.5 c. Li	5 c. Li
40	Níquel	mg/l	SI	0.05 c. Ni	0.05 c. Ni	0.5 c. Ni	0.5 c. Ni
41	Nitrato	mg/l	NO	20.0 c. NO ₃	50.0 c. NO ₃	50.0 c. NO ₃	50.0 c. NO ₃

Nº	Parámetros	Unidad	Cancerígenos	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
42	Nitrito	mg/l	NO	<1.0 c.N	1.0 c.N	1.0 c.N	1.0 c.N
43	Nitrógeno total	mg/l	NO	5 c.N	12 c.N	12 c.N	12 c.N
44	Plomo	mg/l	NO	0.05 c. Pb	0.05 c. Pb	0.05 c. Pb	0.1 c. Pb
45	Plata	mg/l	NO	0.05 c. Ag	0.05 c. Ag	0.05 c. Ag	0.05 c. Ag
46	Pentaclorofenol	Ug/l	SI	5.0	10.0	10.0	10.0
47	Selenio	mg/l	NO	0.01 c. Se	0.01 c. Se	0.01 c. Se	0.05 c. Se
48	Sodio	mg/l	NO	200	200	200	200
49	Sólidos flotantes			Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
50	Sulfatos	mg/l	NO	300 c. SO ₄	400 c. SO ₄	400 c. SO ₄	400 c. SO ₄
51	Sulfuros	mg/l	NO	0.1	0.1	0.5	1.0
52	S.A.A.M. (Detergentes)	mg/l		0.5	0.5	0.5	0.5
53	Tetracloroetano	ug/l	NO	10	10	10	10
54	Tricloroetano	ug/l	SI	30	30	30	30
55	Tetracloruro de carbono	ug/l	SI	3	3	3	3
56	2,4,6 Triclorefenol	ug/l	SI	10	10	10	10
57	Uranio total	mg/l		0.02 c.U	0.02 c.U	0.02 c.U	0.02 c.U
58	Vanadio	mg/l	NO	0.1 c. V	0.1 c. V	0.1 c. V	0.1 c. V
59	Zinc	mg/l	NO	0.2 c. Zn	0.2 c. Zn	5.0 c. Zn	5.0 c. Zn
60	Aldrín – Dieldrin ≅	ug/l	SI	0.03	0.03	0.03	0.03
61	Clordano ≅	ug/l	SI	0.3	0.3	0.3	0.3
62	D.D.T ≅	ug/l	SI	1.0	1.0	1.0	1.0
63	Endrín ≅	ug/l	NO	≅	≅	≅	≅
64	Endosulfan ≅	ug/l	NO	70	70	70	70
65	Heptacloro y heptacloripoxido ≅	ug/l	SI	0.1	0.1	0.1	0.1
66	Lindano (Gama - BMC) ≅	ug/l	SI	3.0	3.0	3.0	3.0
67	Metoxicloro	ug/l	NO	30	30	30	30
68	Bifenilas Poloclorados	ug/l		2.0			
69	(PCB's):	ug/l	SI		0.001	0.001	0.001
70	Toxafeno ≅	ug/l	SI	0.01	0.01	0.01	0.05
71	Demeton:	ug/l	NO	0.1	0.1	0.1	0.1
72	Gution:	ug/l	NO	0.01	0.01	0.01	0.01
73	Malation	ug/l	NO	0.04	0.04	0.04	0.04
74	Paration ≅	ug/l	NO	≅	≅	≅	≅
75	Carbaril:	ug/l			0.02	0.02	0.02
	Comp. Organofosforados y carbamatos						
	totales:						
76	2.4 – D: Herbicida: Chlorophanoxo	ug/l	SI	100	100	100	100
77	2.4.5 – TP: Herbicida: Chlorophenoxy	ug/l	SI	10.0	10.0	10.0	10.0
78	RADIACION	ug/l					
79	Radiación alfa global	ug/l	SI	0.1	0.1	0.1	0.1
80	Radiación beta global	ug/l	SI	1.0	1.0	1.0	1.0

NE: No establece ≅: Insecticidas de importancia prohibida, no obstante, siguen en uso.

Anexo 59 Parámetros considerados para el Automonitoreo
(ANEXO 13-B) - PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA AUTOMONITOREO

RUBRO INDUSTRIAL	PARÁMETROS
Alimentos enlatados y congelados	1.- Sólidos suspendidos totales
	2.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
Azúcar	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos Totales
	3.- Sólidos Suspendidos Totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
Acabados metálicos	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Detergentes
	4.- Cadmio
	5.- Cromo hexavalente y trivalente
	6.- Níquel
	7.- Toxicidad
	8.- Cianuro
Curtido y acabado de cueros	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos suspendidos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Cromo hexavalente y trivalente
	7.- Nitrógeno total
	8.- Sulfuros
Fertilizantes	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos Suspendidos Totales
	4.- Mercurio
	5.- Nitrógeno total
	6.- Fósforo total
	7.- Toxicidad
Fibras, plásticos y caucho	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos suspendidos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
Papel y productos relacionados	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos suspendidos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
	7.- Mercurio
	8.- Nitrógeno total
	9.- Sulfuros

RUBRO INDUSTRIAL	PARÁMETROS
Productos de carne	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos suspendidos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Aceites y grasas
	6.- Nitrógeno total
	7.- Fósforo total
Productos Químicos básicos	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos suspendidos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
	7.- Cadmio
	8.- Plomo
	9.- Mercurio
	10.- Níquel
	11.- Nitrógeno total
	12.- Fósforo total
Productos textiles	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos disueltos totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
	7.- Cromo hexavalente y trivalente
	8.- Nitrógeno amoniacal
	9.- Sulfuros
	10.- Toxicidad
Vehículo y partes de automotores	1.- Potencial de hidrógeno – pH
	2.- Sólidos totales
	3.- Sólidos Suspendidos Totales
	4.- Demanda Bioquímica de Oxígeno
	5.- Demanda Química de Oxígeno
	6.- Aceites y grasas
	7.- Cadmio
	8.- Plomo
	9.- Níquel

Anexo 60 Límites permisibles para descargas líquidas

LÍMITES PERMICIBLES PARA DESCARGAS LÍQUIDAS EN mg/l

NORMA – PARÁMETRO	DIARIO	MENSUAL
Cobre	1.0	0.5
Zinc	3.0	1.5
Plomo	0.6	0.3
Cadmio	0.3	0.15
Arsénico	1.0	0.5
Cromo +3	1.0	0.5
Cromo +6	0.1	0.05
Mercurio	0.002	0.001
Hierro	1.0	0.5
Antimonio	1.0	
Estaño	2.0	1.0
Cianuro libre	0.2	0.1
pH	6 a 9	6 a 9
Temperatura (*)	+/- 5°C	
Compuestos fenólicos	1.0	0.5
Sólidos disueltos totales		500.0
Sólidos suspendidos totales	60.0	
Colifecales (NMP/100ml)	1000.0	
Aceites y grasas	10.0	
DBO	80.0	
DQO	250.0	
Amonio como nitrógeno	4.0	2.0
Sulfuros	2.0	1.0
Nitratos como nitrógeno		10
Endrin		0.0002
Lindano		0.004
Metoxicloro		0.1
Toxafeno		0.005
Trihalometanos totales		0.1
Plata		0.1
Selenio		0.01

(*) Rango de variabilidad con relación a la temperatura media del cuerpo receptor

Diaria: Hace referencia a la toma de muestra por un periodo de 24 horas en un día para realizar la medición del parámetro en la descarga líquida.

Mensual: Es el promedio mensual para 30 días de la medición diaria.

Anexo 61
SANCIONES AL NO CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE MEDIO AMBIENTE
(LEY 1333)

REGLAMENTACIÓN DE LA LEY N°1333 DEL MEDIO AMBIENTE
REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA
TÍTULO V
DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS
CAPITULO ÚNICO

ARTICULO 71° Según lo dispuesto por el Art. 99 de la Ley y el Título IX, Capítulo I, del Reglamento General de Gestión Ambiental, se establecen las siguientes infracciones administrativas:

- a) Alterar o modificar, temporal o permanentemente, las plantas de tratamiento, al no cumplir lo dispuesto por los Arts. 56 y 57, según corresponda;
- b) Sobrepasar los valores máximos admisibles establecidos en el cuadro N° A-1 del anexo A de este reglamento, por efecto de descargas de aguas residuales crudas o tratadas, una vez diluidas en el cuerpo receptor y transcurrido el plazo de adecuación si corresponde;
- c) Descargar sustancias radiactivas a los colectores sanitarios y/o cuerpos de agua;
- d) No dar aviso a la autoridad ambiental competente de fallas que interrumpan parcial o totalmente la operación de las plantas de tratamiento;
- e) Descargar aguas residuales, crudas o tratadas si obtener el permiso de descarga correspondiente;
- f) Descargar aguas residuales, crudas o tratadas, al margen de las condiciones establecidas en el permiso de Descarga;
- g) Descargar masiva e instantáneamente de aguas residuales, crudas o tratadas, a los ríos;
- h) Descargar de aguas de lluvia a los colectores sanitarios, o aguas residuales, crudas o tratadas, a los colectores pluviales;
- i) No cegar lo pozos que no sean utilizados, según lo dispuesto en el Art. 52;
- j) Contaminar cuerpos de agua por derrame de hidrocarburos;
- k) Presentar el informe de caracterización de las aguas residuales, crudas o tratadas, con datos falsos;
- l) Presentar el informe de caracterización de las aguas residuales, crudas o tratadas, fuera de los plazos previstos.

REGLAMENTACIÓN DE LA LEY N°1333 DEL MEDIO AMBIENTE
REGLAMENTO GENERAL DE GESTION AMBIENTAL
TÍTULO IX
DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS, DE LOS DELITOS AMBIENTALES Y DE SUS
PROCEDIMIENTOS

De las contravenciones y sanciones administrativas y sus procedimientos

ARTICULO 99° Conocida la infracción o contravención, la Autoridad Ambiental Competente citará al responsable o contraventor y le concederá el plazo de diez (10) días, computable a partir del día siguiente hábil de la fecha de su legal notificación, para que presente por escrito los justificativos de su acción y asuma defensa.

ARTICULO 100° Vencido el plazo, con o sin respuesta del contraventor, la Autoridad Ambiental Competente pronunciará Resolución administrativa, con fundamentación técnica jurídica, en un plazo perentorio de quince (15) días calendario. Esta resolución determinará las acciones correctivas, la multa y el plazo de cumplimiento de estas sanciones.

ARTICULO 101° El infractor podrá apelar de la Resolución administrativa ante el Ministro con la debida fundamentación en el término perentorio de cinco (5) días calendario hábil computable a partir del día siguiente hábil de su notificación desde la fecha de su notificación. La apelación deberá ser formulada por oficio o memorial.

Para los apelantes de otros distritos se tendrá en cuenta el término de la distancia.

ARTICULO 102° El ministro pronunciará Resolución ministerial en el plazo de 20 días desde la fecha en que el asunto sea elevado a su conocimiento, previo informe legal.

Esta resolución no admite ulterior recurso y causa estado.

ARTICULO 103° Los ingresos provenientes de las sanciones administrativas por concepto de multas serán depositados en una cuenta especial departamental administrada por el FONAMA y destinados al resarcimiento de los daños ambientales en el lugar afectado.

ARTICULO 104° Los bienes y/o instrumentos de uso legal producto de decomisos, no sujetos a protección, deberán ser subastados públicamente, debiendo ingresar los recursos económicos que se obtengan a la cuenta especial referida en el artículo precedente. Tratándose de bienes o instrumentos de uso legal se procederá a su decomiso o destrucción, de acuerdo a las normas de vigencia.

ARTICULO 105° En todo lo que no esté expresamente reglamentado en este capítulo, serán de aplicación las normas de Procedimientos especiales, Código de Procedimiento Civil y Código de Procedimiento Penal.