

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Ingeniería Química

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Tratamiento de Residuos Líquidos

1 Proyecto de Investigación

Título:

Estudio de un sistema de tratamiento con base en un Reactor Biológico Rotativo de Contacto (RBC), para aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El Contactor Biológico Rotativo (RBC), es un tratamiento biológico facultativo que usa microorganismos en forma de biopelícula adherida a la superficie de unos discos cuyo volumen se encuentra en un 40% sumergidos en el agua residual para digerir la carga orgánica; y un 60 % están en contacto con la atmósfera para proveer de oxígeno a los microorganismos. Este tratamiento tiene una eficiencia de depuración del 90% aproximadamente [4].

Para el proyecto se estudiará a escala de laboratorio: un tanque de sedimentación como tratamiento primario, un RBC y un filtro de arena como tratamiento terciario para poder tratar los sólidos generados por el tratamiento biológico; los materiales del RBC son: PVC para el tanque del reactor y polietileno para los discos, se evaluarán las mejores condiciones de operación para los diferentes tratamientos descritos anteriormente. Este proyecto facilitará la disminución de la carga contaminante del agua para que puedan cumplir con los límites permisibles de las Normas Técnicas para el control de descargas líquidas. Resolución N°2-SA-2014 [11]. Se escalará el sistema de tratamiento con base en los resultados obtenidos en los experimentos a escala de laboratorio.

Palabras clave (4-6):

Agua residual, Contactor Biológico Rotativo (RBC), tratamiento biológico, carga contaminante



2	Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación
	2.1 Objetivos
	2.1.1 Objetivo General
	<ul style="list-style-type: none">Estudiar un sistema de tratamiento con base en un Reactor Biológico Rotativo de Contacto (RBC), para aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel. /
	2.1.2 Objetivos Específicos
	<ol style="list-style-type: none">Caracterizar las aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.Evaluar un sistema de tratamiento con base en un tanque sedimentador, un RBC y un filtro de arena y grava a escala de laboratorio.Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales. /
	2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)
	<ol style="list-style-type: none">Caracterización física, química y biológica de las aguas residuales de una fábrica productora de papelEstudio del sistema de tratamiento de aguas residuales de la fábrica productora de papel a escala laboratorioDiseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel con base en los resultados obtenidos en un tratamiento a escala laboratorio /

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
	<p>Una fábrica de papel contiene muchos contaminantes que se concentran en la pulpa de celulosa por medio de procesos físicos y químicos, para su producción se usan grandes volúmenes de agua en procesos como: destintado, lavado, blanqueado, etc. El agua arrastra y concentra: contaminantes, químicos y materia orgánica producida en los diferentes procesos, por esta razón si el efluente no es tratado de una forma adecuada puede aportar un alto impacto ambiental al recurso agua. A nivel industrial no se puede reusar el agua residual debido a que contiene grandes concentraciones de sales que puede ocasionar corrosión a los equipos industriales [13].</p> <p>En el Ecuador existen 5 fábricas que producen papel y cartón a partir de materia prima secundaria, hasta Febrero del 2014 la producción abarcó alrededor de 45 000 toneladas al año con un consumo de agua promedio de 40 m³/t de papel, un valor muy representativo que produce un alto impacto ambiental al recurso agua [10].</p> <p>La fábrica en estudio tiene una producción de papel de 1 290 toneladas al año. Los niveles de incumplimiento en parámetros de calidad del efluente residual son: Sólidos, DBO y DQO, los mismos que fueron reportados por la fábrica con base en análisis de laboratorios acreditados para dicho fin.</p> <p>Los procesos biológicos han sido durante muchos años uno de los tratamientos más eficientes para tratar aguas residuales con alto contenido de carga orgánica. El RBC es un tratamiento facultativo que consiste en dos zonas: la primera zona ocurre en la parte inferior del RBC, donde se produce una digestión anaerobia. La segunda zona se encuentra en la parte superior del RBC, donde se produce una digestión aerobia con ayuda de la rotación de los discos. El principio de depuración de los tratamientos biológicos consiste en muchas reacciones de oxidación-reducción en el agua residual que depuran biológicamente los contaminantes por acción de los microorganismos [7].</p>



El RBC es relativamente una tecnología nueva que usa como tratamiento de microorganismos en un sistema facultativo mediante el uso de un reactor formado por una serie de discos de material inerte como plástico, estos discos se mantienen paralelos entre si y están unidos a un eje horizontal que pasa por sus centros y gira a escasas revoluciones, el 40% de la superficie de los discos están sumergidos en el agua proceso anaerobio; mientras que, el 60% de los mismos están en contacto con la atmósfera (proceso aerobio). Es necesario realizar una mezcla de inóculo y agua para proveer de microorganismos y que empiece la etapa de reproducción de los mismos [15].

El proceso de crecimiento de microorganismos en el agua residual es el siguiente: los discos al estar contacto con el agua residual forma una biopelícula de microorganismos que se van pegando a los discos, los nutrientes son adquiridos del agua residual a partir de su carga orgánica que luego por reacciones biológicas se transforman en biomasa. Los microorganismos necesitan de oxígeno que obtienen cuando los discos están en contacto en el aire, el proceso para la obtención de nutrientes y respiración microbiana se repite en cada revolución de los discos y como resultado depura el agua residual [14].

Los tratamientos biológicos facultativos se basan en la estabilización de los microorganismos en el agua residual y están en función de tres componentes: aire, agua residual y masa biológica; estos parámetros afectan a la cinética de la reacción de los microorganismos. Para el aire se recomienda que no exceda los 2 mg/L de masa biológica, por lo que el correcto nivel de oxigenación depende de la rotación de los discos un RBC, además de brindar una agitación necesaria para proporcionar una mezcla uniforme del agua y mantener a los sólidos en suspensión hasta que el flujo de agua los lleve al próximo tratamiento para su eliminación [9].

Para la masa biológica es importante la carga orgánica inicial que se inyecta en el reactor y está en función de la concentración inicial de los parámetros de contaminación del agua residual y el caudal de ingreso al reactor. Una vez establecidas las condiciones apropiadas, la depuración del agua se obtiene a partir de diferentes reacciones biológicas que biodegradan la materia contaminante y transforman en compuestos más simples para su eliminación [9].

El RBC tiene las características necesarias para satisfacer los requerimientos de crecimiento y estabilización de los microorganismos mediante mecanismos: químicos, físicos y biológicos los cuales son parte fundamental de las nuevas tecnologías para tratar efluentes líquidos [2].

La remoción de DBO y DQO varía de 80-95% y depende del agua residual a tratar, además, el RBC al ser un tratamiento facultativo tiene algunas ventajas en relación a otros sistemas de tratamiento biológicos como: una mínima área de trabajo sin producir malos olores ni espumas, además los discos se limpian por acción de la rotación con el agua y es fácil expandir o quitar discos del sistema [4].

Una alternativa para los lodos generados, consiste en recuperar la pulpa de papel y recircularla nuevamente como materia prima para la obtención de papel [12].

De esta forma, este trabajo plantea el uso de: sedimentación, RBC y filtración, para dar un tratamiento eficiente al agua residual de la industria productora de papel

4	Productos esperados	
	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	■ /
	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	■ /
	c. Proyecto de Titulación;	■
	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	□
	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	□
	f. Patente presentada;	□
	g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	□



5

Descripción y metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

- Descripción del proyecto

- Caracterizar las aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.
- Evaluar un sistema de tratamiento con base en un tanque sedimentador, un RBC y un filtro de arena y grava a escala de laboratorio.
- Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Metodología y diseño de la investigación

a) Caracterización física y química de las aguas residuales

Los criterios de muestreo se especifican en la Tabla N°4 del numeral 6.3 para flujos continuos de la Resolución N°2-SA-2014 para fábricas que operan las 24 horas del día, se tomarán seis muestras simples con intervalos de tres horas para formar una muestra compuesta por día. El muestreo se realizará para un total de 3 muestras compuestas en diferentes días. Para preservar las muestras compuestas de agua residual se tomará como referencia el procedimiento APHA 1060 C.

El volumen de una muestra simple es proporcional al caudal instantáneo del efluente para cada unidad de muestreo y se lo determinará mediante las ecuaciones propuestas Romero [15].

Los parámetros iniciales de calidad del agua residual se determinarán mediante los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). Los parámetros de caracterización del agua residual se muestran en la Tabla 3.1 [1].

Tabla 3.1. Parámetros de caracterización del agua residual de la fábrica productora de papel, para tres muestras compuestas

Parámetro	Procedimiento
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	APHA 5210 B
Demanda química de oxígeno (DQO)	APHA 5220 D
Sólidos totales	APHA 2540 A
Sólidos suspendidos	APHA 2540 D
Sólidos disueltos	APHA 2540 C
Sólidos sedimentables	APHA 2540 F
Nitratos	APHA 4500 E
Nitritos	APHA 4500 B
Nitrógeno amoniacal	APHA 4500-NH ₃ C
Fosfatos	APHA 4500 C

b) Evaluación del sistema de tratamiento con base en un tanque sedimentador, un RBC y un filtro de arena y grava a escala de laboratorio.

Evaluación del tratamiento de sedimentación

La evaluación del tratamiento de sedimentación continuo se puede realizar a partir de datos obtenidos a escala de laboratorio con ensayos de forma discontinua.

Para evaluar los parámetros de diseño del tratamiento de sedimentación, se procederá a colocar una muestra de agua residual en una probeta con una graduación de 0 - 50 cm y se registrarán los datos de altura del líquido clarificado para diferentes tiempos 0, 5, 15, 25, 40, 55, 70, 90 y 120 min, con tres repeticiones para cada tiempo. Se determinará el área requerida para la concentración de lodos y para la zona de clarificación a partir de una curva de altura de líquido clarificado en función del tiempo mediante las ecuaciones propuestas por Talmadge y Fitch [9].



La evaluación del tiempo de sedimentación se realizará mediante pruebas de ensayo con base en el procedimiento APHA 2540 F. Primero se colocará 1 litro de agua residual en un cono Imhoff, se mezclará bien la muestra con una varilla de agitación. Posteriormente se dejará sedimentar por 45 minutos y luego se removerá suavemente las paredes del cono para que precipiten los sólidos que pudieron pegarse. Finalmente se dejará sedimentar por 45 minutos más para asegurar que todos los sólidos hayan sedimentado en el fondo del cono. Durante el ensayo se registrarán las concentraciones de sólidos sedimentables en mL/L y sólidos suspendidos en mg/L del sobrenadante para diferentes tiempos de 0, 5, 15, 25, 40, 55, 70, 90 y 120 min, con tres repeticiones para cada tiempo. Se determinará el tiempo de sedimentación a partir de una curva de sólidos sedimentables en función del tiempo [14]

Evaluación de un RBC a escala de laboratorio.

El RBC se diseñará a escala de laboratorio y se construirá a partir de: 20 discos de polietileno de 16 cm de diámetro, un motor rotativo de ¼ HP a 120 V, un tubo plástico como eje giratorio, un tanque de PVC de 8 in cortado por la mitad del eje transversal y una bomba peristáltica. Los criterios de diseño del RBC a escala de laboratorio son los siguientes: [15]

- Mínimo 4 etapas por RBC
- Espaciamiento entre discos = 0,01 m
- Espaciamiento entre etapas = 0,05 m
- Número de vueltas de los discos = 3 rpm
- Temperatura ambiente

Con estos criterios de diseño la capacidad del reactor será de 3 litros. Las características de las etapas del RBC se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla N.3.2. Características de las etapas del reactor

Etapa	Número de discos
1ra	3
2da	4
3ra	6
4ta	7

Se determinarán las concentraciones de nutrientes iniciales en el agua residual como: DQO, Nitratos y Fosfatos, esto servirá para un óptimo crecimiento de los microorganismos y poder satisfacer la siguiente relación DQO/N/P: 100/1,25/0,25 [8].

La muestra inicial se preparará para 3 litros de mezcla, compuesta por agua residual en un 90 % V/V y un inóculo de microorganismos procedente de la industria maderera 10 % V/V, una vez preparada la muestra se colocará en el RBC [3].

Para estabilizar el RBC, se procederá a encender el reactor y se inyectará 0,7 mL/min de agua residual proveniente de la sedimentación de forma continua, este caudal permitirá un contacto íntimo entre los discos y el agua residual, se tomará una muestra de 1 litro cada día y se procederá a caracterizar parámetros de: DBO y DQO hasta que la concentraciones a la salida del reactor se mantenga constante en el tiempo. Se determinará el tiempo de estabilización microbiana a partir de una curva de DBO en función del tiempo [4].

El orden y la cinética de reacción, se determinará mediante el método integral de las reacciones cinéticas a partir de la curva DBO en función del tiempo [6].



Para determinar el flujo inicial de agua residual, se procederá a inyectar flujos de agua residual provenientes de la sedimentación al RBC con valores de cargas orgánicas de 30, 40, 50 y a 60 g DQO/día*m², con tres repeticiones para cada una. Los valores se seleccionarán con base a parámetros de diseño del RBC para la remoción de DBO en aguas residuales. Las cargas orgánicas estarán en función de la variación del caudal al ingreso del reactor, el área húmeda de los discos y la concentración inicial de DBO a la entrada del reactor parámetro que permanecerá constante [15].

Se analizará para cada valor de carga orgánica: tiempo de residencia, remoción de DBO, remoción de DQO y remoción de sólidos suspendidos. El flujo inicial del RBC se obtendrá a partir de la carga orgánica inicial que mejora la eficiencia de depuración reporte al final del tratamiento [15].

Evaluación de un filtro de arena y grava a escala de laboratorio.

El filtro de arena y grava se diseñará a escala de laboratorio y se construirá a partir de: un tubo PVC como cuerpo del filtro, arena sílica, grava como soporte de la arena sílica, tuberías plásticas de agua y una bomba peristáltica para alimentar de agua residual al filtro [9].

La caracterización de la arena sílica se realizará mediante pruebas de granulometría con un diámetro de partícula de 0,15; 0,21; 0,30; 0,42; 0,59; 0,84; 1,19; 1,68 y 2,38 mm, para lo cual se usará un juego de mallas estándar con Número Mesh de 100 a 8. Se construirá una curva de distribución de grano para determinar el coeficiente de uniformidad (Cu). Se evaluará la arena sílica que tenga mejor distribución granular para un rango de coeficiente de uniformidad entre 0 a 2,5; mientras menor sea el coeficiente de uniformidad mejor distribución tendrá [5].

Una vez encontrada la arena con mejor distribución, se procederá a encontrar la altura efectiva a partir de filtros pequeños de diferentes alturas de lecho de arena con valores de 0, 8, 15, 20, 30, 35, 45, 50, 55 y 60 centímetros, para lo cual se inyectará agua residual proveniente del RBC a los diferentes filtros con tasas de aplicación de 1,5 m/día y 2,5 m/día; con tres repeticiones para cada altura. Al final de cada ensayo se determinará los sólidos suspendidos. La altura efectiva del lecho filtrante será la que mejor remoción de sólidos suspendidos de como resultado [9].

Una vez obtenida la altura efectiva, se procederá a encontrar el tiempo de saturación para dicha altura, para lo cual se inyectará al filtro el agua residual proveniente del RBC con tasas de aplicación de 1,5 m/día y 2,5 m/día hasta que la concentración final de sólidos suspendidos a la salida del filtro sea igual a la que tenía al inicio del tratamiento de filtración. El tiempo de operación del filtro será hasta que se haya saturado por completo con valores entre 0 a 15 días, diariamente se realizarán análisis de sólidos suspendidos con tres repeticiones para cada ensayo [9].

c) Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales de una fábrica productora de papel se diseñará para un caudal de 140 m³/día, dato reportado por la fábrica. El diseño de la planta se realizará en base a diagramas BFD, PFD y P&ID bajo la normativa ANSI Y32.11, para lo cual se realizará un balance de masa para los diferentes equipos del sistema de tratamiento de aguas residuales.

El tanque de sedimentación se escalará partir del método establecido por Talmadge y Fitch. A partir de la curva de la zona de clarificación en función del tiempo, se evaluarán las áreas requeridas y se seleccionará el área de mayor valor como parámetro de diseño. El RBC se escalará a partir de las constantes cinéticas de diseño K y P que se obtiene de la construcción de una curva entre el inverso de la carga orgánica y el inverso de la concentración de DQO obtenidos de los ensayos de la parte experimental [14], [15].

El filtro se escalará a partir de parámetros de la altura efectiva de arena sílica, altura de grava y pérdidas de carga para un filtro circular, además se diseñará el sistema de retrolavado [5], [9].

Las tuberías del sistema hidráulico se diseñarán a partir de la ecuación de Bernoulli, se determinarán pérdidas por fricción y accesorios para seleccionar las bombas hidráulicas necesarias para el transporte de los líquidos en el sistema de tratamiento de agua residual [16].



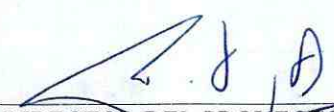
El análisis económico para la implementación del sistema de tratamiento se realizará en el programa MS Excel™ y se evaluará a partir de una matriz de relación costo-beneficio con base a los indicadores económicos TIR y VAN para los siguientes aspectos: inversión de capital, costo de equipos, costo de operación, remuneraciones al personal e ingreso por concepto de multas de la legislación ambiental vigente.


BIBLIOGRAFÍA

1. (APHA), A. P. (2012). *Standart Methods for the Examination of Water*. (20va ed) .New York, EE UU: Centennial Edition
2. Company, J. (2002). *Tratamiento de aguas residuales* . (2da ed), Barcelona, España: Kemira Iberica S.A, pp. 180-185
3. Castillo, B., Bolio, A. y Roger, I. (2012). Remoción de materia orgánica en aguas residuales por proceso de Contactor Biológico Rotativo. Recuperado de <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen16/remocion.pdf> (Mayo, 2016).
4. Deloya, A. (2001). Biodiscos, una alternativa de tratamiento biológico para aguas residuales cuando no se disponen de grandes extensiones de terreno. Recuperado de <http://tecdigital.tec.ac.cr.pdf> (Junio 2016)
5. Fair, G., Geyer, J. y Okun, D. (2002). *Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales*. (3ra. Ed). México D.F, México: LIMUSA. pp. 226-229
6. Fogler, S. y Gurmen, N. (2001). *Elementos de las Reacciones de Ingeniería Química*. (3ra. ed.). México D.F, México: Pearson Educación de México S.A de C.V. p. 235
7. Halwei, B. (2004). *Situación del Mundo 2004*. (1era. Ed). Barcelona, España: ICARIA. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=kHJkhyKamb4C&pg=PA263&dq=produccion+e+papel&hl=es&sa=X&ei=kum3VP3NOKPGsQSCy4HIDQ&redir_esc=y#v=onepage&q=produccion%20e%20papel&f=false (Junio, 2016)
8. Marti, N. (2002) Phosphorus Precipitation in Anaerobic Digestion Process. Recuperado de <http://www.bookpump.com/dps/pdf.b/1123329b.pdf> (Mayo, 2016)
9. Metcalf, L. y Eddy, H. (2003) *Tratamiento y depuración de las aguas residuales*. (4ta ed.). New York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
10. Ministerio de Industria y Productividad; Instituto Nacional de Preinversión (2014). Base de datos de productividad. *Estudio básico de la industria de papel y cartón*, Quito, Ecuador, 1(2), 5, p. 3.
11. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). Normas técnicas para el control de descargas líquidas. Resolución N°2-SA-2014. Recuperado de: www.quitoambiente.gob.ec (Enero, 2016)
12. Nalco, C. (2006). *Manual del agua su naturaleza, Tratamiento .Aplicaciones*. (3era. Ed). Juárez, México: McGraw-Hill, pp. 30-2 – 30-7
13. Nemerow, N. y Dasgupta, A. (2010). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. (4ta Ed.) Madrid, España: Díaz Santos S.A, pp. 484-487
14. Ramalho, R. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. (2da. Ed). Barcelona, España: Reverte S.A, pp. 95-100, 1053
15. Romero, J. (2001). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño*. (1era. Ed). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, pp. 75-78, 606, 620-628, 647-650
16. Rosaler, C. (2008). *Manual del ingeniero de planta*. México D.F., México: McGraw- Hill, p. 10-1



6	Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.																					
	<p>6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores. <i>El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Proyecto</th> <th>Director</th> <th>Colaboradores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PII y PIS</td> <td>16 HSS</td> <td>8 HSS</td> </tr> <tr> <td>PIJ y PIMI</td> <td>20 HSS</td> <td>10 HSS</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Rol (director o colaborador)</th> <th>Horas de dedicación</th> <th>Departamento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Montenegro Aguas Lucía Margarita</td> <td>Director</td> <td>16</td> <td>Departamento de Ingeniería Química</td> </tr> <tr> <td>Cabrera Jara Marcelo Fabián</td> <td>Colaborador</td> <td>8</td> <td>Departamento de Ingeniería Química</td> </tr> </tbody> </table>	Proyecto	Director	Colaboradores	PII y PIS	16 HSS	8 HSS	PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS	Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento	Montenegro Aguas Lucía Margarita	Director	16	Departamento de Ingeniería Química	Cabrera Jara Marcelo Fabián	Colaborador	8	Departamento de Ingeniería Química
Proyecto	Director	Colaboradores																				
PII y PIS	16 HSS	8 HSS																				
PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS																				
Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento																			
Montenegro Aguas Lucía Margarita	Director	16	Departamento de Ingeniería Química																			
Cabrera Jara Marcelo Fabián	Colaborador	8	Departamento de Ingeniería Química																			
	<p>6.2 Infraestructura y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balanzas analíticas <p>6.3 Breve justificación del equipo requerido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Refrigeradora: para preservar las muestras de agua residual - Motor giratorio para la construcción del Contactor Biológico Rotativo 																					

7	Declaración del Director del Proyecto
	<p>Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.</p>  Quito, 05 de Septiembre de 2016 (lugar y fecha) DIRECTOR DEL PROYECTO Nombre: Ing., Lucía Montenegro CC: 171023521-7

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
<p>Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de <u>INGENIERÍA QUÍMICA</u>, en sesión del día <u>05 de Septiembre de 2016</u> mediante resolución No. <u>18</u>. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.</p>  Quito, 05 de SEPTIEMBRE de 2016 (lugar y fecha) JEFE DEL DEPARTAMENTO Nombre:	
CC:	

Título del Proyecto:

Estudio de un sistema de tratamiento con base en un Reactor Biológico Rotativo de Contacto (RBC), para aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.

		AÑO 1																																																			
Nº	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Revisión Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Adquisición de los equipos	X	X	X	X																																																
3	Caracterización de las aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.					X	X	X	X	X	X	X	X																																								
4	Evaluación de un sistema de tratamiento con base en un tanque sedimentador, un RBC y un filtro de arena y grava a escala de laboratorio.													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
5	Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales																													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
6	Elaboración de informe final																																									X	X	X	X	X	X	X	X				
7																																																					
8																																																					
9																																																					
10																																																					


Firma del Director del Proyecto
Ing. Lucia Montenegro A.



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
 PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Director del proyecto Ing. Lucía Montenegro A.	Título del proyecto Estudio de un sistema de tratamiento con base en un Reactor Biológico Rotativo de Contacto (RBC), para aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.
--	--

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación (\$ 366 + 9,15%IESS)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Asistentes de investigación (\$ 986 + IVA)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2 Maquinaria equipos						
2.1				\$ -	\$ -	\$ -
2.2				\$ -	\$ -	\$ -
2.3				\$ -	\$ -	\$ -
2.4				\$ -	\$ -	\$ -
2.5				\$ -	\$ -	\$ -
2.6				\$ -	\$ -	\$ -
2.7				\$ -	\$ -	\$ -
2.8				\$ -	\$ -	\$ -
2.9				\$ -	\$ -	\$ -
2.10				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1				\$ -	\$ -	\$ -
3.2				\$ -	\$ -	\$ -
3.3				\$ -	\$ -	\$ -
3.4				\$ -	\$ -	\$ -
3.5				\$ -	\$ -	\$ -
3.6				\$ -	\$ -	\$ -
3.7				\$ -	\$ -	\$ -
3.8				\$ -	\$ -	\$ -
3.9				\$ -	\$ -	\$ -
3.10				\$ -	\$ -	\$ -
3.11				\$ -	\$ -	\$ -
3.12				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
4.1				\$ -	\$ -	\$ -
4.2				\$ -	\$ -	\$ -
4.3				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior				\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior				\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos al exterior				\$ -	\$ -	\$ -
6.3 Pago de inscripción y publicaciones				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL				\$ -		\$ -

Director del proyecto:
 Ing. Lucía Montenegro A.



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Director del proyecto	Título del proyecto
Ing. Lucía Montenegro A.	Estudio de un sistema de tratamiento con base en un Reactor Biológico Rotativo de Contacto (RBC), para aguas residuales provenientes de una fábrica productora de papel.

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Director del proyecto
Ing. Lucía Montenegro A.