

PRÁCTICA PROFESIONAL NO RENTADA - CALSA

- NOMBRE DE LA EMPRESA: CALSA
- TIPO DE BÚSQUEDA: PRACTICA PROFESIONAL NO RENTADA
- CANTIDAD DE PUESTOS A CUBRIR: 1
- AREA/S DE TRABAJO: MEDIO AMBIENTE (TRAT. DE EFLUENTES LIQUIDOS)
- DESCRIPCIÓN DE TAREA/S Y/O RESPONSABILIDAD/ES:
 - Relevamiento completo de la instalación de evaporación (Evaporador del tipo falling film de doble efecto (Ver especificación en **ANEXO I**), Tanque Pulmón, Tanque agitador, Sector de envasado, Vinculación del Sistema con la PTE y el Sector de Fermentación).
 - Confección de diagramas de procesos e instrumentación de la instalación completa.
 - Análisis del upstream y downstream del proceso de evaporación. Riesgos de operación y oportunidades de Mejora en seguridad y eficiencia energética y/o oportunidades de automatización.
 - Listado de todos los componentes de dicha instalación, válvulas, instrumentos de medición, tableros eléctricos, etc considerando marca, modelo y especificación técnica.
 - Redactar el manual de instructivos de producción y limpieza del equipo
 - Confección OPLs arranque y parada del equipo
 - Validación del protocolo de CIP (tipo de productos químicos, frecuencia, temperatura, etc)
 - Establecer benchmark del consumo de vapor con respecto de otros tipos de evaporadores
 - Establecer la influencia del % de sólidos totales para con la eficiencia del uso de vapor que posee el equipo.
 - Establecer los consumos específicos de:
 1. Agua de enfriamiento:
 2. Agua para el sello de las bombas centrífugas:
 3. Agua de servicio para el anillo líquido de la bomba de vacío:
 4. Energía eléctrica por tonelada de producto concentrado
 5. Gas natural por tonelada de producto concentrado
 6. Aire para las válvulas actuadas

7. Solución para limpieza de equipos o Clean-in-Place (CIP) solution:
- Confección del tablero de control de toda la instalación considerando las presiones, temperaturas, vacío y caudal de alimentación de efluentes necesario para lograr la operación más eficiente del equipo.
 - Desarrollar un análisis técnico financiero de factibilidad para dar tratamiento a 350 m³/día de vinaza al 7% de sólidos integrando todas las variables y procesos estudiados considerando el costo de producción y el precio de venta del producto concentrado.
- REQUISITO/S Y/O CONOCIMIENTO/S: ESTUDIANTE AVANZADO DE INGENIERÍA QUÍMICA
- FECHA ESTIMADA DEL CIERRE DE LA BUSQUEDA: 31/10/2021

ANEXO I: Descripción del Equipo Concentrador

➤ **CAPACIDAD DE EVAPORACIÓN: 1.200 LTS/HORA DE AGUA**

EVAPORADA Descripción de los componentes de evaporador de dos efectos

- 1 tanque de alimentación de tipo sanitario en acero inoxidable. capa.800 lts.
- 1 bomba centrífuga en acero inoxidable con tapa e impulsor desmontable provista con sello para vacío. Cap.20 m³/hr motor con variador de velocidad.
- 3 pre-calentadores en espiral (2 en las calandrias que conforman los efectos y el restante en el condensador) Construcción en acero inoxidable.
- 1 tubería de interconexión superior.
- 1 tubo de espera
- 1 pasteurizador tipo tubular
- 2 calandrias de tubos de 5 mts (63 tubos en 1° efecto y 45 en 2° efecto) y 2 separadores de vahos con entrada de hombre.
- 3 bombas centrífugas de acero inoxidable con sus motores (circulación producto y extracción condensados) Cap.20 m³/hr.
- 1 condensador de mezcla.
- 2 bombas para impulsión y extracción de agua al condensador, con caja de fundición impulsor de bronce y eje en acero inoxidable. Con motor y empaquetadura de cierre
- 1 bomba de vacío
- 1 torre de enfriamiento.
- 1 tablero de comando con botoneras e instrumental de control de

proceso. Parámetros teóricos del proceso

1. Caudal de alimentación 2200 lts/hr
2. Caudal de evaporación 1500 lts/hr.
3. Alimentación de vapor Vapor saturado a 6 kg/cm²
4. Consumo de vapor 550 kg/hr
5. Agua de enfriamiento 35 m³/hr
6. Potencia eléctrica 32 kw/hr
7. Temperatura de pasteurización 75°C
8. Temp. 1° efecto 75/80°C
9. Temp. 2° efecto 40/45°C

Evaporador de Efluentes



ANEXO II: PLAN DE TRABAJO

1. MARCO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO (Dr. Ing. Jorge G. Perera) TRATAMIENTO DE VINAZAS MEDIANTE EVAPORACIÓN AL VACÍO O BIO METANIZACIÓN

Es bien conocido que durante la producción de levadura se lleva a cabo un proceso de fermentación seguido por una separación centrífuga en la cual la crema es separada del resto del mosto agotado. Así pues, las vinazas son el residuo de los procesos de producción que llevan a cabo los productores de levaduras.

Una de las mejores alternativas para su tratamiento es proceder a un proceso de concentración por evaporadores al vacío a múltiple etapa. Con este proceso se pueden tratar caudales elevados y alcanzar concentrados de unas 5 veces en volumen.

Gracias a los evaporadores al vacío para caudales elevados se obtiene un concentrado de residuos que pueden ser valorizados mediante su transformación en energía o co productos para alimentación animal o fertilizantes.

La planta piloto actual instalada en CALSA, responde a un diseño basado en evaporación por circulación forzada de película descendente, para la concentración de la vinaza generada por la planta, producida a partir de melaza de caña de azúcar. El sistema emplea como medio de calentamiento, vapor de escape o de contrapresión de 3 bar g. Los condensados se descargan del evaporador de doble efecto.

La planta está instalada a la intemperie sobre una estructura de acero.

Características de la vinaza: es el efluente obtenido de la primera separadora centrífuga, de elevada carga orgánica y salinidad.

Estrategias de tratamiento y disposición final de vinazas: en la biometanización o metanogénesis, el volumen del efluente permanece sin modificar, con menores valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

La opción de concentración por evaporación para producir vinaza de 55° Brix genera un concentrado comercializable como fertilizante.

Consideraciones Físico-Químicas y Tecnológicas: la vinaza puede ser interpretada como melaza diluida - azúcares fermentescibles (+ metabolitos de la fermentación). El peso específico aparente de la vinaza, aumenta con la concentración de sólidos disueltos, expresada como grados Brix ($^{\circ}$ Bx) o gramos de sólidos totales disueltos por cada 100 gramos de solución.

Las incrustaciones modifican los valores de los coeficientes de transmisión del calor, los que disminuyen conforme aumenta el espesor del material incrustado sobre las superficies de calefacción, provocando una caída de la eficiencia térmica de los evaporadores. Cuando el espesor de las incrustaciones, alcanza 0,5 mm, debe suspenderse la operación, para dar lugar al ciclo de limpieza.

El coeficiente de transmisión del calor y la cantidad de calor transmitida durante la evaporación, dependen de la diferencia de temperatura entre la superficie calefactora y el líquido en ebullición. Cuanto mayor sea el punto de ebullición de la solución a concentrar, menor será la diferencia entre ambas temperaturas y consecuentemente, la cantidad de calor transmitida. El aumento ebulloscópico es directamente proporcional a la concentración de solutos, lo que determina que, a mayor concentración, será menor la velocidad de evaporación

El aumento ebulloscópico disminuye al reducirse la presión efectiva y a presión efectiva constante, el aumento de concentración, determina un incremento del punto ebulloscópico; acentuado, conforme es mayor la presencia de sustancias inorgánicas disueltas.

Los compuestos orgánicos presentes en vinazas de melazas, pertenecen a tres grupos distribuidos uniformemente: hexosas (glucosa y fructosa con $H_u = 3\ 746$ kcal / kg); ácidos fijos (ácido aconítico con $H_u = 2\ 739$ kcal / kg ; para otros ácidos orgánicos fijos como láctico; fumárico; málico; succínico; cítrico; etc., con $2\ 388$ kcal / kg

Tipos de evaporadores: se exponen seguidamente, los criterios de diseño y las características de operación, de los evaporadores disponibles en el mercado actual

1. **De película descendente:** la caja y los tubos del intercambiador de calor, están dispuestos verticalmente; un separador centrífugo, se ubica lateral o concéntricamente. El líquido a ser concentrado se descarga uniformemente sobre la cabeza de los tubos y escurre hacia abajo, como una película fina que alcanza temperaturas de ebullición. El flujo descendente del líquido, debido a la gravedad, es acelerado por acción del vapor. En la parte inferior de la calandria y en el separador centrífugo, se completa la separación entre el líquido y el vapor.
2. **De circulación forzada:** la caja y los tubos del intercambiador de calor, pueden estar dispuestos vertical u horizontalmente. La circulación forzada se aplica asimismo en los evaporadores de placas. El aparato se conecta a un separador de acción rápida o flash vessel. El líquido circula por la calandria merced a la acción de una electrobomba; es sobrecalentado y presurizado por encima de la presión de ebullición. Al ingresar en el separador, a menor presión, el vapor escapa del seno del líquido. La ebullición y evaporación, no ocurren sobre la superficie de calefacción de los tubos, sino en el separador, con lo que se minimizan las incrustaciones y precipitaciones en la calandria.
3. **De placas o platos:** la configuración de marcos y placas, emplea sobre éstas, canales alternados para el líquido y el vapor de calefacción. Se disponen sellos para garantizar estanqueidad. El producto y el vapor circulan en la calandria, en direcciones opuestas y en condiciones de flujo turbulento para mejorar la transferencia calórica. Las tasas de evaporación se regulan variando el número de placas. El líquido es separado del vapor en el separador centrífugo.
4. **De circulación:** la caja y los tubos de reducida longitud del intercambiador de calor, están dispuestos verticalmente; un separador centrífugo, se ubica lateral y superiormente. El líquido a ser concentrado, se alimenta por la parte inferior y entra en ebullición al calentarse, ascendiendo por termosifón (película ascendente), favorecido su ascenso, además, por la corriente de vapores vegetales, los que se separan del líquido en el separador. Una cañería

de retorno, vuelve el líquido objeto de concentración, a la parte inferior del evaporador, cerrando el lazo.

5. **De lecho fluidizado:** de lecho fluidizado vertical. Se disponen partículas sólidas (cuentas de vidrio o material cerámico; fragmentos de alambre de acero inoxidable; etc.) en el interior de los tubos del intercambiador de calor, para remover con el flujo ascendente, depósitos e incrustaciones. Las partículas se separan sobre la cabeza de la calandria y son recirculadas hacia la cámara de admisión. Superiormente se derivan los fluidos sobrecalentados a un separador de acción rápida o flash vessel, del que los líquidos inferiormente captados son recirculados merced a una electrobomba.
6. **De recorrido corto y película descendente:** la caja y los tubos del intercambiador de calor, están dispuestos verticalmente; cuenta con un arreglo de tubos concéntricos de condensación, internamente ubicados y un separador integrado, en la parte inferior. El líquido es distribuido uniformemente y desciende como una fina película que entra en ebullición en el interior de los tubos. Los vapores vegetales, condensan sobre la cara exterior de los tubos del condensador y escurren hacia abajo, en forma separada del fluido objeto de concentración. El sistema no tiene partes móviles.
7. **De película ascendente:** la caja y los tubos del intercambiador de calor, están dispuestos verticalmente y el separador de vapor, montado en la parte superior. El líquido a concentrar, ingresa por la parte inferior y asciende como película que entra en ebullición, sobre la cara interior de los tubos, siendo parcialmente evaporado. El movimiento ascendente de las burbujas de vapor facilita su transferencia en régimen turbulento al separador, donde se dividen ambas fases y el líquido es recirculado.
8. **De escurrimiento en contraflujo:** la caja y los tubos del intercambiador de calor, se disponen verticalmente; éstos y el segmento inferior de la calandria, son de longitud mayor que en otros diseños. El separador ubicado en la parte superior, tiene incorporado un sistema de distribución de líquido. Como en los evaporadores de lámina descendente, el líquido se incorpora por la cara superior de la

calandria, pero los vapores desprendidos durante su

ebullición, fluyen en sentido contrario. El proceso de transferencia de masas entre líquido y vapor, puede ser mejorado mediante la introducción de vapor o gases inertes en la cámara inferior de la calandria.

9. **Con agitación:** calefaccionado empleando una camisa o cámara externa y dotado de agitador rotativo. Funciona en modo discontinuo (batch) como un tacho de cocimiento. Si el líquido diluido es ingresado regularmente y el concentrado se descarga de igual manera, manteniéndose constante el volumen, puede operarse en modo semi-continuo o semi-batch. Las tasas de evaporación son bajas, al ser reducida la superficie de calefacción, sin embargo, puede ser empleado como una etapa final de alta concentración de un pre-evaporador continuo.

10. **De tubo de calentamiento del líquido, en espiral o de serpentina:** el separador centrífugo se ubica en la parte inferior del aparato. El líquido a ser concentrado, fluye como una película, de arriba hacia abajo, en paralelo con los vapores vegetales. Éstos al expandirse, producen un efecto de corte o de empuje sobre la película líquida. La curvatura de la circulación, induce un flujo secundario que interfiere con la circulación según el eje geométrico del tubo en espiral, dando lugar a una turbulencia adicional que mejora la transferencia calórica, especialmente cuando los líquidos a concentrar son de alta viscosidad.

Eficiencia Energética de Plantas de Evaporación: los costos operativos de una planta de evaporación están determinados por el consumo energético. Bajo condiciones de régimen estacionario, debe haber un balance entre las energías entrantes y salientes del sistema.

Se dispone de tres modos de ahorro de energía:

- Evaporación en múltiple efecto;
- Re-compresión térmica de vapores vegetales;
- Re-compresión mecánica de vapores vegetales.

La aplicación de alguno de los recursos mencionados, disminuye el consumo de energía; es posible, asimismo, combinar dos de ellos y aún los tres en casos de avanzado desarrollo tecnológico, con ventajas en materia de montos de inversión y gastos operativos.

- **Evaporación en múltiple efecto:** si se considera el balance térmico de un evaporador de efecto simple, se concluye que el contenido calórico o entalpía de los vapores vegetales, es aproximadamente igual al insumo calórico de la calefacción. En el caso de la evaporación de agua, se tiene que aproximadamente 1 kg hora^{-1} de vapores vegetales, es producido por 1 kg hora^{-1} de vapor de calefacción, dado que los calores específicos de evaporación del lado del calentamiento y del lado del producto, son aproximadamente los mismos. Si la cantidad de vapores vegetales producida por la energía primaria del vapor de calefacción, es empleada en el calentamiento de un segundo efecto, el consumo energético global, se reduce en aproximadamente 50 % . Este criterio puede seguir aplicándose en sucesivos efectos, para incrementar el ahorro de energía. La máxima temperatura de calentamiento admisible para el primer efecto y la más baja temperatura de ebullición del último efecto, conforman una diferencia térmica global que puede dividirse entre los efectos individuales. Consecuentemente, la diferencia de temperaturas por efecto, disminuye conforme aumenta el número de efectos. Por esta razón, deben incrementarse las superficies de calefacción de los efectos individuales, para lograr la tasa de evaporación requerida, garantizando la más baja diferencia de temperatura. La superficie de calefacción total de todos los efectos, crece proporcionalmente con el número de efectos; también los montos de inversión, más el ahorro energético decrece progresivamente

- **Re-compresión térmica de vapores vegetales** durante la re-compresión térmica, los vapores vegetales provenientes de una cámara de ebullición, son nuevamente comprimidos a la presión (mayor) de una cámara de calentamiento, en concordancia con el principio de la bomba de calor. Como la temperatura del vapor saturado, correspondiente a la presión de la cámara de calentamiento, es mayor, éste puede ser reutilizado como vapor de calefacción. Se utilizan para ello, compresores de chorro de vapor, sin partes móviles, que funcionan conforme al principio de la bomba de chorro de vapor. El empleo de la re-compresión térmica de vapores vegetales brinda una economía energética equivalente a un efecto de evaporación adicional. Para la operación del re-compresor, se necesita un aporte de vapor motriz, el que es transferido como excedente al siguiente efecto o bien al condensador. La energía de los vapores vegetales excedentes, es similar a la energía de la cantidad de vapor motriz empleada.
- **Re-compresión mecánica de vapores vegetales:** las plantas de evaporación con sistema de calefacción equipado con re-compresores, funcionan con economía de energía. Mientras que los re-compresores de chorro de vapor, sólo comprimen parte de los vapores vegetales, los re-compresores mecánicos reciclan todo el vapor que sale del evaporador. El vapor es re-comprimido a la presión correspondiente a la temperatura del vapor de calefacción del evaporador, empleando una fracción de la entalpía recuperada del vapor, como energía eléctrica. El principio operativo es similar al de la bomba de calor. El re-compresor mecánico normalmente empleado es un ventilador centrífugo de alta presión y una sola etapa, o bien, un turbo compresor de alta velocidad de flujo, con relaciones de compresión de vapor de 1 : 1,2 a 1 : 2 y velocidades de rotación de 3 000 a 18 000 rpm. En caso de requerirse incrementos de presión mayores, se emplean compresores de etapas múltiples. La energía de los condensados de vapor vegetal, es utilizada frecuentemente en el precalentamiento del producto de alimentación. Las cantidades de calor a disipar, se reducen, pues el evaporador aprovecha la energía que en general se pierde con el agua de enfriamiento del condensador. Dependiendo de las condiciones de operación de la planta, una reducida cantidad de vapor de calefacción adicional o de condensación de un exceso de vapores vegetales, puede ser requerida para mantener el balance calórico del evaporador y para asegurar una operación estable.

Flujos de masa y energía en evaporadores con diferentes tipos de calentamiento:

- **Simple calentamiento:** si se considera el balance calórico de un evaporador de simple efecto, se observa que la entalpía o contenido calórico de los vapores vegetales es aproximadamente igual al insumo de calefacción. En el caso común de evaporación de agua, aproximadamente 1 kg hora^{-1} de vapor vegetal, es producido por 1 kg hora^{-1} de vapor de calefacción, dado que los valores de calor específico de evaporación en el espacio de calentamiento y en el del producto, son aproximadamente los mismos, tal como se ha expresado precedentemente.
- **Re-compresión térmica de los vapores vegetales:** una cantidad del vapor de calefacción identificada como vapor motriz, se requiere para la operación de re-compresión térmica. La cantidad de vapor motriz debe ser transferida al próximo efecto, o bien al condensador, como vapores residuales excedentes. La energía contenida en estos se corresponde con la cantidad de energía suministrada como vapor motriz, tal como se ha anotado más arriba.
- **Re-compresión mecánica de los vapores vegetales:** la operación de plantas de evaporación calefaccionadas con el auxilio de esta mejora, requiere reducida energía suplementaria. El equipo se basa en el principio de la bomba de calor. Prácticamente la totalidad de los vapores vegetales es comprimida y reciclada. Sólo se requiere una reducida cantidad de vapor de calefacción durante la puesta en marcha.

- Especificaciones de la Vinaza Concentrada como fertilizante:

ANÁLISIS :	UNIDADES:	VALOR:	UNIDADES:	VALOR:
Sólidos totales	% m/m	55	% m/m	55
Materia orgánica	Kg/m3	621	% m/m	45
Nitrógeno (como N)	Kg/m3	4.3	% m/m	0.32
Fósforo (como P ₂ O ₅)	Kg/m3	0.5	% m/m	0.04
Potasio (como K ₂ O)	Kg/m3	62.4	% m/m	4.8
Calcio (como CaO)	Kg/m3	7	% m/m	0.51
Magnesio (como MgO)	Kg/m3	9	% m/m	0.67
Sulfatos (como SO ₄ =)	Kg/m3	35	% m/m	2.59
p H	adimensional	4.3 ~ 4.5		
Densidad	Kg/m3	1300		

- Especificaciones de la Vinaza Concentrada como alimento animal:

	UNIDADES	VALOR
Humedad	% m/m	45
Proteína	% m/m bs	5.21
Cenizas	% m/m bs	11.9
Grasas	% m/m bs	0
Fibra	% m/m bs	0
Calcio (como Ca)	% m/m bs	0.25
Fósforo (como P)	% m/m bs	0.078
Densidad a granel	Kg/m3	1300

- **Usos:**
 - **Uso Agrícola:**
 - **Como fertilizante potásico líquido para suelos:**
1. Fuente de potasio para fertilización de cultivos;
 2. Aporta materia orgánica, azufre y calcio para acondicionamiento de los suelos;
 3. Proporciona un sustrato para el desarrollo de la microflora del suelo;
 4. Sirve de vehículo para la aplicación de nitrógeno, potasio, fósforo y micronutrientes;
 5. Sus componentes son totalmente solubles en agua.
- **Como corrector de suelos salinos y salino-sódicos intercambia Na y Mg por Ca en la matriz del suelo.**

- **Materia prima para compostaje:**
 - Aporta potasio a las formulaciones de compostación y sirve simultáneamente dehumectante.
- **Uso como Alimento para Animales:**
 - Es una fuente económica de energía para los rumiantes;
 - Contiene aminoácidos provenientes de la levadura.
- **Como tensioactivo:**
 - Reduce la viscosidad de pastas de piedra caliza en la industria cementera;
 - Ayuda a la humectación en el fraguado de cemento.
- **Como fuente de energía:**
 - El poder calorífico del material permite quemarlo y generar energía térmicamente quemando una ceniza rica en potasio.
- **Origen:** producto resultante de la destilación de la melaza fermentada durante la producción de etanol. Se concentra hasta obtener un líquido denso.
- **Instrucciones de Seguridad Industrial:** el pH del material es ligeramente ácido (4 a 4.5) y su contacto con la piel no es peligroso. En caso de contacto directo con la mucosa de los ojos debe lavarse con abundante agua.

2. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente CALSA planta Tucumán trata, en un tren de tratamiento biológico, entre 25-28 toneladas por día de DQO con una producción de 5500 Nm³ de biogás por día. El cual es generado a partir de un reactor anaeróbico de baja carga. Actualmente se requiere, para dar cumplimiento al marco legal actual en lo que respecta a parámetros de descarga de efluentes, implementar una fase II de tratamiento con un sistema de tratamiento fisicoquímico como la evaporación al vacío o la filtración por membranas.

El costo actual de tratamiento por evaporación al vacío, de un efluente de 8,32 % de sólidos totales, es de aproximadamente 50 USD/Tonelada considerando el uso de productos químicos para limpieza, energía eléctrica y gas natural. Los KPI considerados para obtener este costo son los siguientes:

- Kg. de Soda Caustica por operación de CIP
- Kg. de Ácido Nítrico por operación de CIP
- Kg. de vapor/hora de operación (Para CIP)
- Kg. de vapor/batch de producción de vinaza concentrada
- Kw/h consumidos por batch de vinaza concentrada
- Precios de Gas Natural/EE y Productos Químicos

Dadas las condiciones actuales del equipo/instalación/calidad de efluentes/precios 50 USD/Ton es el mejor costo que pudo lograrse desde que la planta piloto está operativa. De esta manera el propósito del presente trabajo es encontrar los factores que más influyen, desde el punto de vista cuantitativo, en el precio final del producto considerando la especificación del fabricante del equipo considerada en el **ANEXO I** de la presente. Para poder lograr este objetivo el pasante deberá revisar otros aspectos lo siguiente:

- Costos de insumos
- Costo de EE y Gas Natural
- Marco actual del conocimiento. Uso de la tecnología de evaporación en vinazas
- Especificación de efluentes líquidos de primera separadora de CALSA
- Teoría de la operación unitaria de evaporación
- KPI específicos del negocio de levadura como ser m³ Gas/Tonelada de Levadura al 30%de sólidos, m³ de gas/Tonelada de Producto final.

3. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es identificar los factores que afectan negativamente a la eficiencia del proceso de concentración de vinaza, alejándolo de la capacidad nominal del evaporador instalado, optimizando el uso de energía, sustrato, mano de obra y/o productos químicos.

3.1. Objetivos Particulares

1. Determinar los consumos específicos de energía y productos químicos
2. Determinar el tipo de ensuciamiento del equipo y los factores que influyen en el mismo
3. Confeccionar procedimientos, instructivos o flujogramas relativos a:
 - Análisis de riesgo de la operación del equipo en los estados normal, anormal y emergencia.
 - Operación más eficiente del equipo
 - Establecer un plan de mejora para obtener el mejor costo por tonelada de producto concentrado al 55% de sólidos totales.
4. Estudiar el mercado actual de vinaza concentrada y sus potenciales aplicaciones
5. Desarrollar el bussines case integrando todas las variables estudiadas considerando el costo de producción y el precio de venta del producto concentrado como enmienda orgánica o ingrediente para la preparación de piensos de alimentación animal.

4. METODOLOGÍA:

- Para los análisis físicos y químicos se utilizarán los métodos de análisis recomendados en “Standard methods for the examination of water and wastewater”
- Para las mediciones de caudal, temperaturas, presiones y vacío se emplearán instrumentos de lectura directa que posee el equipo
- El avance de los trabajos se controlará con una exposición semanal en power point a la Jefatura de HSMA y con una exposición mensual a la gerencia de Planta.
- El pasante se incorporará a un equipo de trabajo constituido por los operadores de la planta de tratamiento de efluentes, Coordinadores del Sector de HSMA y Jefe de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente donde deberá demostrar aptitudes para el trabajo en equipo y liderazgo.

- El pasante contará con instalaciones para el uso de PC

5. REFERENCIAS

1. Concentración y Combustión de Vinazas. Material de Maestría en Ingeniería AmbientalUTN-FRT. 2013. Profesor Consulto Jorge Gustavo H Perera
2. <http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/332/20130806155459000000.pdf>
3. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_gestion_vinazas_brasil.pdf
4. <https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1407/2018%20Ortiz%20Joaqu%C3%ADn%20ITBA%20Master%20Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Fernández, F. R. 2007. “Evaluación Económica del Proyecto de Inversión correspondiente a una Planta de Concentración y Combustión de Vinaza de Melaza de Caña de Azúcar.” Ministerio de Economía de la Pcia. de Tucumán, Arg.
6. <http://sematucuman.gob.ar/web/index.php/menu-sema/274-20140818-sema-charlatratamientoydisposicionvinazas>
7. <http://centrozucar.uclv.edu.cu/media/articulos/PDF/2014/2/6.pdf>
8. <http://www.smarter.com.ar/>