



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEZCLADOR  
PARA LA OBTENCIÓN DE CREMA SOLAR”***

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**FREDY MIGUEL SÁNCHEZ MOYA**

**HOLGER DANIEL VALVERDE MARIÑO**

**Riobamba – Ecuador**

**2014**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis nos gustaría agradecer a Dios y a nuestros padres. A Dios porque ha estado con nosotros a cada paso que hemos dado , cuidándonos y dándonos fortaleza para seguir adelante , a nuestros padres, quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo incondicional en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo momento en nuestra capacidad e inteligencia. Es por ello que somos lo que somos ahora.

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Química, y a los grandes maestros que la conforman en particular al Ing. Hannibal Brito e Ing. Mabel Parada, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su estimulación han logrado en nosotros que podamos terminar nuestros estudios con éxito quienes han sido nuestros guías durante el camino recorrido hasta la culminación del presente trabajo.

## DEDICATORIA

Yo, **Fredy Miguel Sánchez Moya** dedico este trabajo a Dios por acompañarme y cuidarme en todo este lapso de mi vida, a mis padres Luis y Laura quienes estuvieron apoyándome siempre depositando en mí su amor, comprensión y entera confianza por eso mi triunfo es de ustedes. A mis queridos hermanos Luis y Jenny, a mi cuñado Germán, a mi cuñada Bety, mi hermoso sobrino Dylan, a mi primo Raúl por ser un ejemplo a seguir.

A todas aquellas personas que forman parte de mi vida y contribuyeron en este proyecto de graduación ayudándome a superarme como persona. Gracias a todos.

Yo, **Holger Daniel Valverde Mariño** dedico el presente proyecto a mis padres por el apoyo incondicional que recibí durante todos los años de mi carrera dándome ejemplos de confianza y superación y a toda mi familia, amigos, compañeros que siempre ha creído en mí para poder concluir esta etapa de en mi vida. Gracias a todos.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

El tribunal de tesis certifica que: El trabajo de investigación "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEZCLADOR PARA OBTENER CREMA SOLAR", de responsabilidad de los señores Holger Daniel Valverde Mariño y Fredy Miguel Sánchez Moya ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizado su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Silvio Álvarez	.....	.....
DECANO FAC. CIENCIAS		
Ing. Mario Villacrés	.....	.....
DIRECTOR ESC. ING. QUÍMICA		
Ing. Hannibal Brito	.....	.....
DIRECTOR DE TESIS		
Ing. MabelParada	.....	.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		
Ing. Eduardo Tenelanda	.....	.....
COORDINADOR SISIB.ESPOCH		
Nota de Tesis Escrita	.....	

## HOJA DE RESPONSABILIDAD

“Nosotros, **FREDY MIGUEL SÁNCHEZ MOYA Y HOLGER DANIEL VALVERDE MARIÑO**, somos responsables de las ideas propuestas y expuestas en el presente trabajo de investigación, siendo la ESPOCH la dueña intelectual de la misma”

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A =	Agua destilada (L)
A =	Área de transferencia de calor (m <sup>2</sup> )
Ac =	Ácido cítrico
AC=	Corriente Alterna
ADN=	Acido Desoxirribonucleico
Aes =	Aceite esencial
AFD =	Drivers de frecuencia ajustable
Ap=	Altura de la paleta (m)
atm =	Atmósfera
Bc =	Base crema (kg)
DC =	Corriente Continua
D <sub>T</sub> =	Diámetro del tanque
E =	Emulsificante
Er =	Espesor del rodete (m)
f =	Frecuencia de suministro CA (Hertzio)
FPS =	Factor de Protección Solar
GI =	Glicerina (mL)
H =	Altura del equipo (m)
H <sub>T</sub> =	Altura del Tanque (m)
K =	Coefficiente de transmisión térmica del material (w/m <sup>2</sup> °C)
K <sub>L</sub> =	Consistencia del flujo (adimensional)
Km=	Kilómetro
L=	Litros
L <sub>B</sub> =	Longitud del brazo (m)

$m$	=	Metros
$m_A$	=	Masa del agua destilada kg
$m_{Aes}$	=	Masa del aceite esencial kg
$m_E$	=	Masa del emulsificante kg
$m_{Gl}$	=	Masa de la glicerina kg
$m^3$	=	Metro Cúbico
mm	=	Milímetros de mercurio
$N$	=	Velocidad rotacional (rps)
$n^2$	=	Velocidad rotacional revoluciones por segundo (rps)
nm	=	Nanómetros
$N_p$	=	Número de potencia
$NR_e$	=	Número de Reynolds
$\emptyset_i$	=	Diámetro interno del mezclador (m)
$\emptyset_i$	=	Diámetro interno del mezclador (m)
$\emptyset_r$	=	Diámetro del rodete (m)
$\emptyset_r$	=	Diámetro del rodete (m)
$P$	=	Parafina (kg)
$p$	=	Número de polos (adimensional)
$P$	=	Potencia del agitador (kw)
$Pa$	=	Pascales (N/m <sup>2</sup> )
$Pe$	=	Potencia de salida (hp)
$Ps$	=	Potencia de entrada (hp)
$Q$	=	Flujo de calor necesario para calentar la crema (kcal/h)
$Q_{H_2O}$	=	Flujo de calor del caldero (kcal/h)
$Q_M$	=	Flujo de calor del metal (kcal/h)
$Q_M$	=	Flujo de calor del metal (kcal/h)

r =	Radio del mezclador (m)
RPM =	Revoluciones por minuto
S =	Segundo
SI =	Sistema Internacional
SPF =	Sun Protection Factor
U =	Coefficiente global de transferencia de calor ( $J/ m^2s \text{ } ^\circ C$ )
UV =	Radiación Ultravioleta
UVA =	Radiación Ultravioleta A
UVB =	Radiación Ultravioleta B
UVC =	Radiación Ultravioleta C
v =	Volumen asumido (L)
V =	Volumen total (L)
VC =	Variador de Frecuencia (m)
Ve =	Volumen de entrada (L)
Vs =	Volumen de salida (L)
VVVF =	Variador de frecuencia
X =	Distancia entre el fondo del tanque y rodete (m)
x =	Volumen en litros (L)
X <sub>p</sub> =	Distancia entre rejillas (m)
$\Delta T$ =	Cálculo de la gradiente de temperatura ( $^\circ C$ )
$\mu$ =	Viscosidad del fluido (Kg/ms)
$\rho$ =	Densidad del fluido (Kg/m <sup>3</sup> )
$^\circ C$ =	Grados Celsius
(O/W) =	Emulsión de aceite en agua
(W/O) =	Emulsión de agua en aceite



## TABLA DE CONTENIDOS

Pp:

### CONTENIDO

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

HOJA DE FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN.....i

SUMARY.....ii

INTRODUCCIÓN.....iii

ANTECEDENTES.....iv

JUSTIFICACIÓN .....v

OBJETIVOS.....vi

## CONTENIDO CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 CREMA SOLAR.....	1
1.1.1 DEFINICIÓN .....	1
1.1.2 FOTOTIPO.....	1
1.1.3 EXPOSICIÓN PROLONGADA AL SOL.....	2
1.1.4 RADIACIONES SOLARES.....	2
1.2 MEZCLADO .....	3
1.2.1 TIPOS DE MEZCLADORES .....	3
1.2.2 SISTEMAS DE AGITACIÓN .....	10
1.2.3 EQUIPO DE AGITACIÓN.....	11
1.2.4 AGITADORES ROTATORIOS .....	12
1.2.5 RECIPIENTE DE AGITACIÓN .....	19
1.2.6 CLASIFICACIÓN DEL RECIPIENTE DE AGITACIÓN.....	19
1.2.7 INSTALACIÓN DE LOS IMPULSORES EN EL RECIPIENTE DE AGITACIÓN ..	21
1.2.8 DISEÑO “ESTÁNDAR” DE UN AGITADOR .....	22
1.3 DISEÑO .....	25
1.3.1 ECUACIONES PARA EL DISEÑO DE UN MEZCLADOR PARA OBTENER CREMA SOLAR.....	25
1.3.2 BALANCES DE MASA Y ENERGÍA .....	31

## CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL .....	37
2.1 PLAN DE MUESTREO.....	37
2.2 METODOLOGÍA .....	37
2.2.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	37
2.3 DATOS EXPERIMENTALES .....	42
2.3.1 DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES ADECUADAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CREMA .....	42
2.3.2 DATOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.	43
2.3.4 VALORES DE pH .....	43
2.4 DATOS ADICIONALES .....	44

## CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MEZCLADOR.....	46
3.1 DISEÑO .....	46
3.1.1 DISEÑO DEL MEZCLADOR .....	46

3.1.2. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA.....	51
3.1.3 BALANCE DE MASA.....	52
3.2 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO.....	54
3.2.1 MATERIALES .....	54
3.2.2 SELECCIÓN DE ACCESORIOS.....	55
3.2.2.1 VÁLVULA.....	55
3.2.3 CONSTRUCCIÓN .....	56
3.3 MANTENIMIENTO.....	58
3.4 RESULTADOS .....	59
3.4.1 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA CREMA. 59	
3.4.2 RESULTADOS DEL DISEÑO .....	61
3.4.3 RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO .....	62
3.5 REQUERIMIENTO PRESUPUESTARIO.....	63
3.5.1 RECURSOS MATERIALES .....	63
3.5.2 COSTOS Y RENTABILIDAD DEL PRODUCTO .....	63
3.6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65

#### **CAPÍTULO IV**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
4.1 CONCLUSIONES.....	67
4.2 RECOMENDACIONES .....	68

## TABLA DE CONTENIDO DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Pp:</b>
1.3-1 MEZCLADO.....	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN PARA PROCESOS DE	11
2.2.1.5-1	PREPARACIÓN LA CREMA.....	45
2.2.1.5.1-2	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	46
2.2.1.5.1-3	DETERMINACIÓN DEL PH.....	47
2.2.1.5.1-4	DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD.....	48
2.2.1.5.1-5	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMULSIÓN.....	48
2.2.1.5.1-6	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMULSIÓN.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Pp:</b>
2.3.1-1	FORMULACIÓN DE LA CREMA.....	50
2.3.2-1	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA CREMA.....	50
2.3.3-1	VALORES DE VISCOSIDAD OBTENIDOS A 50 RPM.....	51
2.3.3-2	VALORES DE pH.....	51
2.4-1	DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	52
3.1.3.3.1	PESOS PARA LOS BALANCES DE MATERIA.....	62
3.2.1.1-1	ESPECIFICACIONES PARA EL ACERO INOXIDABLE 304.....	63
3.4.1	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA CREMA.....	68
3.4.2-1	HOJA TÉCNICA DE DISEÑO.....	70
3.4.3-1	PARÁMETROS FÍSICOS DEL EQUIPO .....	71
3.4.3-2	RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL EQUIPO.....	73
3.5.1-1	RECURSOS MATERIALES.....	73
3.5.2-1	COSTOS Y RENTABILIDAD DEL PRODUCTO.....	74
3.5.2-2	INVERSIÓN DEL PRODUCTO.....	74
3.5.2-3	TOTAL HORAS HOMBRES DE TRABAJO.....	75

## TABLA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Pp:</b>
1.2.1.1-1	MEZCLADOR DE CINTAS O DOBLE RIBBON.....	5
1.2.1.2-1	MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS PLANAS.....	7
1.2.1.3-1	MEZCLADORA DE PALETAS BÁSICAS SIMPLES.....	7
1.2.1.4-1	MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETA TIPO ANCLA.....	8
1.2.1.5-1	MEZCLADORA VERTICAL CON PALETAS DE DOBLE MOVIMIENTO.....	8
1.2.4.6-1	MEZCLADORA DE DOBLE CHAQUETA.....	9
1.4.3.3-1	IMPULSOR DE HÉLICE.....	15
1.4.3.4-1	DIMENSIONES DE UNA TURBINA DE DISCO DE ASPAS PLANAS.....	16
1.4.3.4-2	AGITADOR DE TURBINA CON ASPAS INCLINADAS.....	16
1.4.3.5-1	AGITADOR DE CONO.....	17
1.4.3.6-1	AGITADOR DE DISCO.....	18
1.4.3.7-1	AGITADOR DE PALETAS.....	18
1.4.3.8.1-1	AGITADOR DE ANCLA.....	19

## TABLA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Pp:</b>
1.4.3.8.2-1	AGITADOR HELICOIDAL.....	20
1.4.5.1-1	PATRÓN USUAL DE FLUJO EN UN RECIPIENTE SIN DEFLECTORES.....	22
1.4.5.2.1-1	PATRÓN DE FLUJO AXIAL EN UN RECIPIENTE CON DEFLECTORES.....	23
1.4.5.2.1-2	PATRÓN DE FLUJO RADIAL EN UN RECIPIENTE CON DEFLECTORES.....	23
1.4.7-1	MEDIDAS EN UN TANQUE AGITADOR.....	25
1.4.9-1	MOTOR ELÉCTRICO.....	26
1.4.10-1	MANÓMETRO.....	27
1.4.11-1	TERMÓMETRO.....	28

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es el diseño y construcción de un mezclador para la elaboración de crema solar en el laboratorio de Procesos Industriales de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Para el diseño del equipo, se determinó las ecuaciones del Mezclador que se utilizaron en el correcto diseño del equipo y su funcionamiento, se procedió a la correcta formulación de la crema, realizando cuatro pruebas piloto en periodos semanales durante un mes, de la formulación correcta se obtuvo resultados de: densidad =  $884 \text{ kg/m}^3$  , viscosidad =  $6,43 \text{ kg/ms}$ , temperatura óptima de mezclado =  $65^\circ\text{C}$ , pH = 5,4 los mismos que permitieron el dimensionamiento del equipo que consiste en un mezclador cilíndrico con un agitador tipo ancla de palas planas inclinadas, que va de 30 – 250 rpm.

Se obtuvo un mezclador con una eficiencia del 85 % y un rendimiento del 90,9%, por lo que se concluye que el producto obtenido es de buena calidad y puede ser utilizado como crema base en las diferentes industrias cosméticas.

Se recomienda que se utilice el mezclador con las características obtenidas, para la producción de crema solar y otras cremas.



## SUMMARY

The objective of the research is to design and build of a mixer for the preparation of sunscreen in the Industrial Processes Laboratory of the Chemistry Engineering Faculty of the Superior Polytechnic School of Chimborazo.

For the equipment design were determined the equations of a Mixer that were found in the proper design and its operation. We proceeded to the correct formulation of the cream making four pilot tests in weekly periods for a month. From the correct formulation were got the results of density =  $884 \text{ Kg / m}^3$ , viscosity =  $6,43 \text{ Kg / ms}$ , optimum mixing temperature =  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  was obtained, pH = 5,4. These information allowed us the equipment sizing that consists of a cylindrical mixer with a stirrer of anchor type with inclined flat blades ranging from 30 – 250 rpm.

A mixer with an efficiency of 85% and a yield of 90,9 % was obtained, so it is concluded that the product obtained is one of good quality and can be used with base cream on different cosmetic industries.

It is recommended to use the mixer with the obtained features for the production of sunscreen and other creams.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo científico y tecnológico es sorprendente, lo que permite una innovación constante de los sistemas de producción en las diferentes áreas industriales, por lo que, se hace indispensable la actualización de conocimientos que hagan posible de una manera clara y sencilla realizar los diferentes procesos, investigativos en el laboratorio, hasta lograr lo que se busca, en este caso diseñar y construir un mezclador para la obtención de crema solar.

El mezclador está diseñado para realizar mezclas de diferentes productos, ya que para el diseño se ha basado en ciertas normas de diseños estandarizadas. El sistema de mezcla es el más utilizado en la industria química, alimenticia y farmacéutica, trabajando herméticamente hasta alcanzar una dispersión homogénea en tiempos muy cortos, logrando un producto final de excelente calidad.

Para llevar a cabo el presente proyecto, en primer lugar se realizó pruebas auxiliares a nivel de laboratorio , y se obtuvo una crema solar con la mejor consistencia de la cual se determinó su densidad y viscosidad para posteriormente, con estos datos determinar la potencia de la agitación, con estos valores obtenidos como referencia nos permitieron dimensionar y diseñar el equipo con materiales adecuados y más acordes a la actualidad y necesidades que se tienen en este proceso de agitación y mezclado.

El presente trabajo tiene por finalidad la realización de un equipo mezclado ya que por su fácil manejo, puede ser utilizado por estudiantes y profesionales en prácticas de mezclado en el laboratorio de Procesos Industriales.

El equipo de mezclado debe cumplir con todos los requerimientos necesarios para su implementación, ya que es necesario la determinación de las variables del proceso como: pH, presión, temperatura, densidad, viscosidad, consistencia, tiempo, energía y una revisión del funcionamiento del mezclador; en base a este conocimiento, se logró realizar los cálculos de ingeniería para de esta forma poder validar el equipo.

Finalmente con el equipo ya construido se realizó la práctica experimental, para validar el equipo, se obtuvieron los datos, que sirvieron para la realización de los cálculos correspondientes al proceso de agitación y mezclado, con esto, se demostró que el equipo cumple con satisfacción los objetivos planteados en la presente tesis.

## ANTECEDENTES

Para la realización de prácticas en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela de Ing. Química, existe la problemática de la falta de equipos para poder aplicar la parte teórica con la práctica, razón por la cual, el principal problema que se tiene en el laboratorio es la falta de equipos, y solo existen mezcladores para líquidos más no para emulsiones (cremas).

Se puede solucionar con la construcción de un equipo en parte, como lo es el Mezclador de paletas tipo ancla para la elaboración de cremas, con lo cual, se ayudará a la aplicación de conocimientos en las cátedras de Control de Procesos, Cálculos Básicos, Operaciones Unitarias, Agroindustrial por citar algunas, coadyuvando así a solucionar esta problemática en lo que respecta a la escasez de equipos dentro del Laboratorio.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Laboratorio de Procesos Industriales; existen algunos equipos pilotos para prácticas que involucren el proceso de mezclado, pero no un mezclador para la elaboración de crema solar, el mismo que puede ser aprovechado con fines didácticos, actualmente existen varias tesis tituladas: “Diseño y construcción de una marmita automatizada para la elaboración de queso”, por las Srtas. Erazo Catillo, Susana Alexandra y Lata Moroch, Martha Verónica en el año 2013, la segunda “Diseño y Construcción de un Evaporador de Simple Efecto con Serpentin Horizontal para la Obtención de Arequipe”, por los Srs. Escobar Álvarez, Santiago Alejandro y Santillán Garcés, Oscar Damaso, en el año 2012, la tercera “Diseño y Construcción de un Reactor Continuo de Mezcla Completa”, por las Srtas. Bayas Manzano, Mónica de Los Ángeles y Núñez Aguagallo, Cristian Fernando en el año 2012, la cuarta “Diseño y construcción de un equipo turbo mezclador automático para la obtención de desinfectantes”, por los Srs. Pachyeco Pacheco, Jairo Paúl y Guano Guano, Jorge William, en el año 2013

Los mezcladores son utilizados en las diferentes industrias de procesamiento de alimentos, cosméticos, desinfectantes, etc., en los que se involucran transferencia de calor, que es un digestor de vapor, y es vista como Operación Unitaria, lo que es indispensable en el campo de la Ingeniería Química, tanto así, que este equipo constituye un complemento en el sector operacional del Laboratorio de Ingeniería de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química.

## JUSTIFICACIÓN

Teniendo conocimiento sobre la importancia que implica contar con equipos para complementar la parte teórica con la práctica, se hace necesaria la realización de la presente investigación, buscando la manera de ampliar los conocimientos sobre lo que es la Operación Unitaria de Agitación y Mezclado.

En la Escuela de Ing. Química no se cuenta con laboratorios de: Procesos Industriales, Operaciones Unitarias, Ingeniería de Reacciones y Petróleos que esté implementado con equipos modernos para la realización de prácticas es por tal motivo, que el desarrollo del presente tema ayudará en parte a solucionar este problema, en lo que respecta al proceso de agitación y mezclado.

Debido a la alta demanda que existe actualmente para la carrera de Ingeniería Química, se ha podido evidenciar la necesidad de estar acorde al avance tecnológico e industrial del país, sin dejar de lado la parte aplicada y experimental.

En la actualidad no existe un Mezclador para Cremas, razón por la cual, se desarrolla este proyecto de Tesis, con la finalidad de utilizarlo en la elaboración de Crema Solar ya que será empleado en la elaboración de cosméticos de los Laboratorios de la Facultad.

El diseño y construcción del Mezclador para la Obtención de Crema Solar, permitirá estudiar de manera práctica lo que es la agitación y mezclado. Este equipo servirá para el avance y desarrollo práctico, productivo y científico de los alumnos de la Escuela de Ingeniería Química en el Laboratorio de Procesos Industriales.

Relacionado la parte teórica con los conocimientos de tipo práctico, para que el estudiante de la carrera sea, competitivo y posea un criterio amplio sobre este importante tema, (agitación y mezclado), y todo lo que conlleva el diseño de un Mezclador para la Obtención de Crema Solar.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Realizar el diseño y construcción de un mezclador para la obtención de crema solar.

### **ESPECÍFICOS**

- Identificar las variables del proceso para la obtención de la crema solar
- Efectuar los cálculos de ingeniería para el diseño del mezclador
- Dimensionar y construir el equipo.
- Efectuar las pruebas y validación del equipo.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

# **1 MARCO TEÓRICO**

## **1.1 CREMA SOLAR**

### **1.1.1 DEFINICIÓN**

La crema es una emulsión como la dispersión, más o menos estable de dos líquidos inmiscibles entre sí. Uno de los líquidos al que se denomina fase dispersa, interna o discontinua, es dispersado en forma de glóbulos en otro que se denomina fase continua, matriz o externa. Dentro de las emulsiones siempre se encuentra una fase acuosa y otra fase oleosa o grasa. De aquí, las emulsiones se dividirán en dos tipos: la emulsión de aceite en agua (O/W) y las emulsiones de agua en aceite (W/O).

### **1.1.2 FOTOTIPO**

“El fototipo es la capacidad de adaptación al sol que tiene cada persona desde que nace, es decir, el conjunto de características que determinan si una piel se broncea o no, y cómo y en qué grado lo hace. Cuanto más baja sea esta capacidad, menos se contrarrestarán los efectos de las radiaciones solares en la piel.

#### **1.1.2.1 FOTOPROTECCIÓN**

Fotoprotección es la protección frente a los posibles efectos adversos de la luz ultravioleta.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> PROTECTOR SOLAR

([http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Texto\\_de\\_la\\_Licencia\\_Creative\\_Commons\\_Atribuci%C3%B3n-CompartirIgual\\_3.0\\_Unported](http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Texto_de_la_Licencia_Creative_Commons_Atribuci%C3%B3n-CompartirIgual_3.0_Unported), 2013)

### 1.1.3 EXPOSICIÓN PROLONGADA AL SOL

“Los rayos ultravioleta (UV) son una forma invisible de radiación. Pueden penetrar la piel y dañar las células. Las quemaduras de sol son un signo de daño en la piel. Las quemaduras solares se producen cuando la cantidad de exposición al sol o a otra fuente de rayos ultravioleta excede la capacidad del pigmento protector del cuerpo, la melanina, para proteger la piel.

### 1.1.4 RADIACIONES SOLARES

La energía solar llega a la tierra en forma de radiaciones electromagnéticas. Su distribución espectral en función de las longitudes de onda es:

- Infrarrojos (>760 nm)
- Visible (400-760nm)
- Ultravioleta A o UVA (320-400 nm)
- Ultravioleta B o UVB (290-320 nm)

Las radiaciones UVA representan el 98% de las radiaciones ultravioletas. La cantidad de UVB de la radiación solar, disminuye sustancialmente de verano a invierno, mientras que la cantidad de UVA disminuye en mucha menor proporción. También hay que tener en cuenta que los UVA no son retenidos por el cristal de las ventanas, coches etc. No ocurriendo lo mismo con los UVB que son retenidos en más del 90%. Incluso con el cielo cubierto, recibimos radiación UVA. Las UVA presentan también mayor capacidad de penetrar en el agua que las UVB. Así aunque las UVB poseen mayor energía, penetran poco en la piel, mientras que las UVA poseen mayor longitud de onda y menor energía, inciden de forma constante sobre la dermis. Ésta es la radiación que penetra más profundamente en la piel y además está presente en cantidades importantes a lo largo de todo el día y de todo el año.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> (FARMACÉUTICOS)

[http://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documents/04\\_informe\\_tecnico\\_proteccion\\_solar.pdf](http://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documents/04_informe_tecnico_proteccion_solar.pdf)



## **Radiación UVB**

- Desencadena el proceso de bronceado.
- Produce el engrosamiento del estrato córneo.
- Necesaria para la síntesis de vitamina D.
- Es responsable del enrojecimiento de la piel y del eritema actínico.
- Produce alteraciones del sistema inmunitario.
- Responsable de la fotocarcinogénesis.

## **Radiación IR**

- Posee acción calorífica.
- Es responsable del enrojecimiento de la piel.
- Produce aumento de temperatura.
- Potencia los efectos negativos de la radiación UV.

## **1.2 MEZCLADO**

### **1.2.1 TIPOS DE MEZCLADORES**

“Para diseñar o proyectar bien un mezclador hay que tener en cuenta no solo el elemento mezclador sino también la forma del recipiente.

Un elemento mezclador muy bueno puede resultar inútil en un recipiente inadecuado. Además, no debe perderse de vista el resultado exacto que se quiere alcanzar, de modo que pueda obtenerse una mezcla ampliamente suficiente para conseguir dicho resultado con un coeficiente de seguridad bastante grande.

Puesto que la mezcla es una parte fundamental del proceso, es importante hacerla bien. Un mezclador bien diseñado puede evitar un embotellamiento en la fabricación. El número de dispositivos utilizados para mezclar materiales es muy grande, y muchos de ellos no se distinguen por su perfección. Para que la tecnología de la mezcla pueda avanzar mucho será necesario tomar en consideración muchos modelos fundamentales como base de nuestros estudios y conocimientos. Esto no excluye, por supuesto, el desarrollo futuro de modelos nuevos y mejores, pero nos proporciona una base para conseguir una cierta normalización sumamente necesaria hoy.

Para la selección de un mezclador se realizará un análisis entre todas las alternativas planteadas a continuación, eligiendo la alternativa que permita obtener los mejores resultados en la mezcla.

- Mezclador de cintas o doble ribbon.
- Mezcladora horizontal de paletas planas
- Mezcladora de paletas básicas simples
- Mezcladora horizontal de paletas tipo ancla.

#### **1.2.1.1 MEZCLADOR DE CINTAS O DOBLE RIBBON**

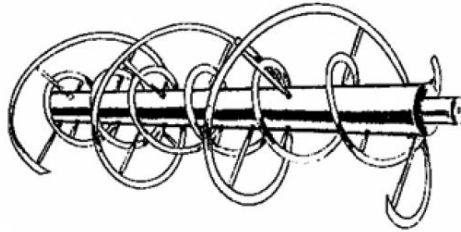
Un mezclador de cintas consiste de una cubeta horizontal provista de un eje central y un agitador de cintas helicoidales. Dos cintas contra actuantes se montan sobre el mismo eje: una mueve el sólido muy lento en una dirección, el otro lo mueve muy rápido en la otra. Las cintas pueden ser continuas o interrumpidas. El mezclado resulta como consecuencia de la “turbulencia” inducida por los agitadores contra actuantes y no del simple movimiento de los sólidos a través de la canaleta. Algunos mezcladores de cintas operan en forma discontinua con sólidos que se cargan y mezclan hasta lo deseado, mientras que otros operan en continuo, introduciendo la alimentación de sólidos en un extremo de la canaleta y descargándola por el otro”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> FACTOR DE PROTECCIÓN

<http://proteccionsolar.lazonaclave.com/danosdelsolenlapiel.html>

La canaleta está abierta o ligeramente cubierta para tareas ligeras y cerradas, con paredes gruesas, en el caso de operación bajo presión o vacío. Los mezcladores de cintas resultan efectivos para pasta fina y para polvos que no fluyen con facilidad. Algunas unidades discontinuas son muy grandes, sosteniendo arriba de  $34\text{m}^3$  (9000 gal) de material. La energía que se requiere es moderada.



Fuente: DISEÑO DE UN MEZCLADOR DE CINTAS

[http:// www.google.es/search?q=mezclador+de+cintas&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa](http://www.google.es/search?q=mezclador+de+cintas&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa)

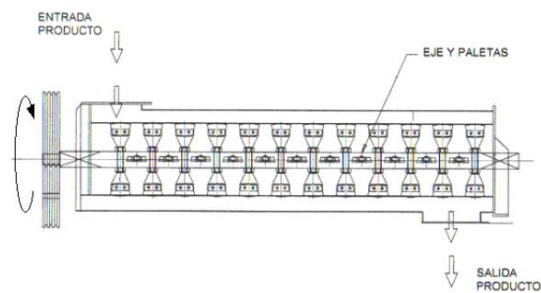
**Fig. 1.2.1.1-1 MEZCLADOR DE CINTAS O DOBLE RIBBON**

### **1.2.1.2 MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS PLANAS**

Este es, probablemente el tipo más antiguo de mezclador y consiste en esencia en una o varias paletas horizontales, verticales o inclinadas unidas a un eje horizontal, vertical o inclinado que gira axialmente dentro del recipiente (aunque no siempre está centrado con éste). De esta manera el material que se mezcla es empujado o arrastrado alrededor del recipiente siguiendo una trayectoria circular. Cuando se trata de líquidos pocos espesos en recipientes sin placas desviadoras, las paletas imprimen siempre un movimiento de remolino a todo el contenido del recipiente. En todos los casos, el material directamente en la trayectoria de las paletas es empujado más aprisa que el que se encuentra entre ellas. Este hecho tiene gran influencia para cambiar la relación mutua existente entre las láminas (o estratos) paralelas a las paletas. Sin embargo, una vez realizado este importante pasó, las paletas carecen de medios eficaces para producir, en dirección perpendicular a ellas, fuerzas que corten transversalmente esos estratos y que los mezcle uno con otros. Este es su principal defecto. La estratificación se destruye en gran parte instalando en el recipiente placas desviadoras; las paletas pueden trabajar entonces más lentamente, acortándose para que la potencia necesaria sea razonablemente baja. Doblando las paletas se aumenta la circulación axial en un recipiente con placas desviadoras, pero no tiene prácticamente efecto con un líquido de baja viscosidad en uno sin dichas placas.

Los mezcladores de paletas o brazos se emplean más que los de ningún otro tipo, porque:

- Son los más antiguos, los más conocidos y los primeros en que se piensa.
- Son a menudo de construcción casera.
- El costo inicial es por lo general muy bajo.
- Sobre todo, muy buen resultado en muchas clases de trabajos. Por ejemplo, para la mezcla o amasadura de pastas espesas o plásticas es indispensable el tipo de mezclador de brazos. Con todo, cuando es fácil que se produzca una estratificación, como sucede en la suspensión de sólidos bastante densos en líquidos ligeros o en la mezcla de pastas poco espesas o líquidos bastante viscosos, el mezclador de paletas es relativamente ineficaz, por muy bien diseñado que esté, desde los puntos de vista de la potencia necesaria y de la calidad de los resultados obtenidos



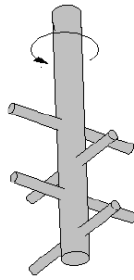
Fuente: MEZCLADORA HORIZONTAL

[http:// www.google.es/search?q=Mezcladora+Horizontal+De+Paletas+Planas&tbm](http://www.google.es/search?q=Mezcladora+Horizontal+De+Paletas+Planas&tbm)

**Fig. 1.2.1.2-1 MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS PLANAS**

### 1.2.1.3 MEZCLADORA DE PALETAS BÁSICAS SIMPLES

Este tipo de mezcladora puede funcionar horizontal o verticalmente, el mismo mueve los elementos a mezclar lentamente en una sola dirección, sus paletas están montadas en un solo eje al que se transmite la potencia. Es utilizado para mezclar fluidos con baja viscosidad.

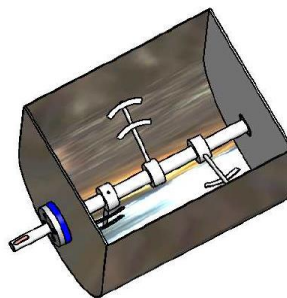


Fuente: MEZCLADOR DE PALETAS SIMPLES  
[http:// molinosymezcladoras.com/mezcladoras](http://molinosymezcladoras.com/mezcladoras)

**Fig. 1.2.1.3-1 MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS BÁSICAS SIMPLES**

#### **1.2.1.4 MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS TIPO ANCLA**

Esta alternativa consta de un recipiente de boca ligeramente rectangular y fondo semi-cilíndrico, en cuyo interior giran unas paletas tipo ancla ubicadas a  $120^{\circ}$  cada una, produciendo un movimiento secuencial en la crema, lo cual permite obtener una homogenización en menor tiempo, además de repartir perfectamente todos los componentes de la mezcla.

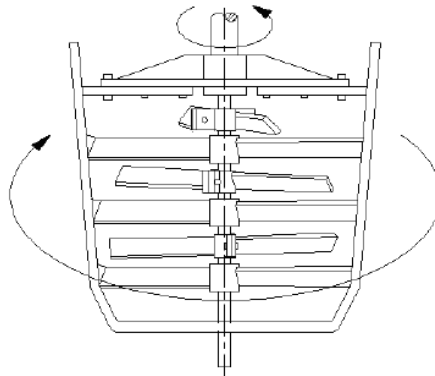


Fuente: MEZCLADORA HORIZONTAL TIPO ANCLA  
[http:// www.google.es/search?q=mezclador+horizontal+tipo+ancla&tbm=isch&tbo](http://www.google.es/search?q=mezclador+horizontal+tipo+ancla&tbm=isch&tbo)  
**Fig.1.2.1.4-1 MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETA TIPO ANCLA**

#### **1.2.1.5 MEZCLADORA VERTICAL CON PALETAS DE DOBLE MOVIMIENTO**

Este modelo es una combinación de diferentes tipos de mezcladores de paletas, como son mezcladores de reja, de ancla y de paletas planas giradas a  $45^{\circ}$ . La rotación de los dos ensambles es contracorriente, combinando ambos este único sistema de mezcla

optimiza el contacto de los elementos constitutivos de la crema, hasta lograr un estado homogéneo.



Fuente: DISEÑO MEZCLADORA VERTICAL CON PALETAS DE DOBLE MOVIMIENTO  
<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>

**Fig.1.2.1.5-1 MEZCLADORA VERTICAL CON PALETAS DE DOBLE MOVIMIENTO**

#### **1.2.1.6 MEZCLADOR DE DOBLE CHAQUETA**

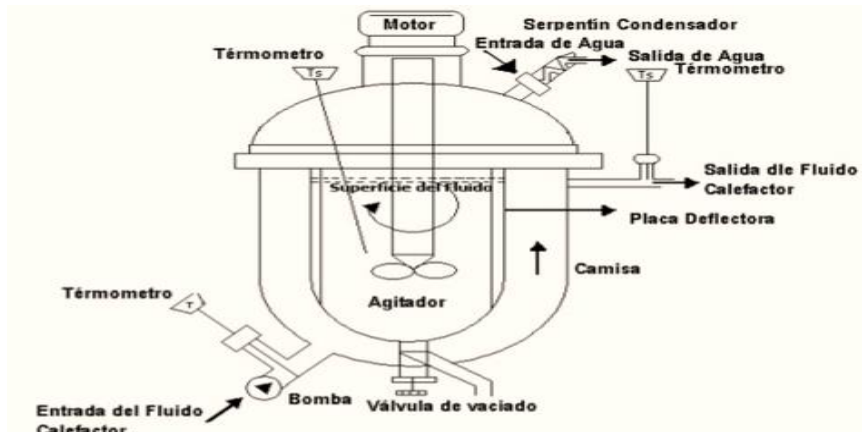
Es un sistema de calentamiento indirecto muy utilizado en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas. Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar.

El calentamiento de puede realizar de dos formas diferentes, una que consiste en hacer circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por una caldera. Esta es denominada marmita de vapor.

Usualmente la marmita tiene forma semiesférica y puede estar provista de agitador mecánico y un sistema de volteo para facilitar la salida del producto. Se pueden encontrar dos tipos de marmitas según sea abierta o cerrada. En la abierta el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso de vacío facilita la extracción de aire del producto por procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo que evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que son sensibles al calor.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> DISEÑO DE UN MEZCLADOR DE DOBLE CHAQUETA  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Marmita>



Fuente: MARMITA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Marmita>

Fig.1.2.1.6-1 MEZCLADORA DE DOBLE CHAQUETA

El Stall se define como la condición que ocurre cuando la presión diferencial necesaria a través de un equipo de drenado tal como una trampa de vapor se vuelve negativa, ocasionando que el condensado no sea descargado por el equipo de drenado y este se acumule dentro del intercambiador de calor.

Normalmente el Stall se encuentra ligado a los siguientes problemas:

- Ruptura de Calentadores
- Golpe de Ariete
- Temperaturas de Calentamiento Desiguales

Por lo que si un sistema experimenta cualquiera de estos problemas, existe una gran probabilidad de que ocurra el Stall.

El almacenamiento de condensado dentro del equipo no solo puede afectar la calidad de producción, pero también puede dañar al equipo mismo. Las trampas de vapor no tienen la habilidad para descargar el condensado por sí mismas. Si no que el condensado es descargado mediante la diferencia de presiones entre la presión a la entrada de la trampa (primaria) y la presión de salida (secundaria) de la trampa. La presión de entrada de la trampa por lo tanto deberá ser mayor a la presión de salida de la trampa para permitir el flujo apropiado del condensado.

Mientras que los sistemas de vapor están diseñados para la descarga de condensado por medio de esta presión diferencial, existen varios factores que pueden interferir con

este mecanismo. Por ejemplo, el uso de una válvula de control de temperatura puede originar un revertimiento en la presión diferencial de operación de la trampa, y ocasionar el Stall.

En general, el Stall puede ocurrir por las siguientes condiciones:

- Presencia de vacío dentro del equipo
- Presión diferencial negativa constante
- Variación de la presión diferencial de positiva a negativa

### 1.2.2 SISTEMAS DE AGITACIÓN

Un sistema de agitación consta de los componentes necesarios para realizar la operación, y describe el proceso para generar los movimientos violentos en el fluido, así como el equipo y el recipiente utilizado.

**CUADRO 1.2.2-1**

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN PARA PROCESOS DE MEZCLADO

Criterios Físicos	Componentes	Criterios químicos y de transferencia de masa
<b>Mezcla</b>	Líquido-líquido (miscibles).	Reacciones químicas
<b>Suspensión</b>	Sólido-líquido.	Disolución, precipitación
<b>Dispersión</b>	Gas-líquido.	Absorción de gas
	Sólido-líquido-gas	
<b>Emulsiones</b>	Líquido-líquido (no miscibles)	Extracción
	Líquido-líquido-sólido	
	Gas-líquido-líquido	
	Gas-líquido-líquido-sólido	
<b>Bombeo</b>	Fluido en movimiento	Transferencia de calor

Fuente: PERRY R. *Manual del Ingeniero Químico. Mc Graw Hill. Séptima Edición, España. 2001, pp. 18-6*



## **1.2.3 EQUIPO DE AGITACIÓN**

### **1.2.3.1 APARATOS PARA LA AGITACIÓN**

Los dispositivos mecánicos que se emplean para producir agitación son extremadamente variados, empezando desde las batidoras caseras de huevos hasta los molinos coloidales de alta velocidad. Los siguientes son los tipos de agitadores más importantes.

### **1.2.3.2 IMPULSORES ROTATORIOS**

Son impulsores de muchas formas y tamaños diferentes para cada diseño, que giran sobre ejes que transmiten la potencia de un motor, dentro de los tanques que pueden ser cilíndricos, cónicos, hemisféricos o rectangulares. Más de un impulsor puede ser montado en un mismo eje y más de un eje puede ser usado en un tanque dado.

### **1.2.3.3. SISTEMAS DE CIRCULACIÓN POR BOMBEO**

Los tanques pueden estar conectados a bombas que mueven el fluido de un punto a algún otro dentro del mismo tanque. Las bombas centrífugas por sí mismas, son buenos agitadores en sistemas de flujo continuo.

### **1.2.3.4 PALETAS RECIPROCANTES**

Paletas o aspas pueden ser movidas una y otra vez a través de tanques rectangulares.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>EQUIPOS DE AGITACIÓN Y MEZCLADO  
<http://www.iprocomsa.com/mezclado-de-liquidos-equipos-de-agitacion.html>

### 1.2.3.5 TANQUES ROTATORIOS

El tanque gira mientras las aspas y deflectores permanecen estacionarios.

### 1.2.3.6 AGITADORES DE AIRE

Aire u otro gas puede ser admitido en el fondo del tanque a través de pequeños orificios o desde el final de una tubería causando disturbios irregulares cuando las burbujas de gas ascienden a la superficie del líquido.

### 1.2.3.7 MOLINO COLOIDAL

En el molino coloidal el fluido es alimentado hacia una diminuta holgura entre un rotor de alta velocidad y su carcasa. Se obtienen mezclas muy íntimas. Las holguras son del orden de 0.001 pulgadas.

Otros tipos de agitadores son:

- **Pendulares:** consisten en un péndulo que oscila en el seno del líquido a agitar
- **Mezcladores de flujo:** consisten en la descarga simultánea desde dos boquillas en un ángulo agudo de los dos o más fluidos que se tratan de mezclar en un mismo recipiente, o uno en el seno del otro que circula por una tubería. Se desarrolla una gran turbulencia donde las dos corrientes se encuentran y ahí se logra una mezcla íntima.

### 1.2.4 AGITADORES ROTATORIOS

Los aparatos de agitación más utilizados, son los de tipo rotatorio, que consisten generalmente, en un órgano giratorio, al que se llama impulsor, que entra en movimiento impulsado por un eje.

#### **1.2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS AGITADORES ROTATORIOS**

Por el ángulo que forman las aspas con el plano de rotación del impulsor.

#### **1.2.4.2 AGITADORES DE FLUJO AXIAL**

Incluyen a todos los agitadores que tienen aspas que forman un ángulo menor de  $90^\circ$  con el plano de rotación y producen un flujo de desplazamiento del líquido en el sentido del eje del impulsor.

#### **1.2.4.3 AGITADOR DE FLUJO RADIAL**

Incluyen a los agitadores cuyas aspas forman un ángulo de  $90^\circ$  con el plano de rotación, es decir, son paralelas al eje motor. El flujo que producen desplaza el líquido perpendicularmente al eje del rodete.

Por la forma y velocidad del impulsor, se pueden clasificar así:

- Poco revolucionados: De paletas, y de paso cerrado

#### **1.2.4.4 AGITADORES DE HÉLICE**

Son esencialmente agitadores de alta velocidad y tipo de flujo axial. El impulsor está constituido por una hélice de dos, tres, o hasta cuatro aspas.

Los agitadores de hélice trabajan a velocidades entre 300 y 1000 r.p.m, por lo que crean una gran turbulencia en la zona próxima al rodete. ”<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> CLASIFICACIÓN DE LOS AGITADORE ROTATORIOS

VIAN A., OCÓN J. Elementos de Ingeniería Química. Quinta edición, España. Aguilar S.A. 1976 p. 721



Fuente: DISEÑO DE UN IMPULSOR DE HÉLICE  
<http://rincondelvago.com/bombas-axiales.html>  
**Fig.1.2.4.4-1 IMPULSOR DE HÉLICE**

#### 1.2.4.5 AGITADORES DE TURBINA

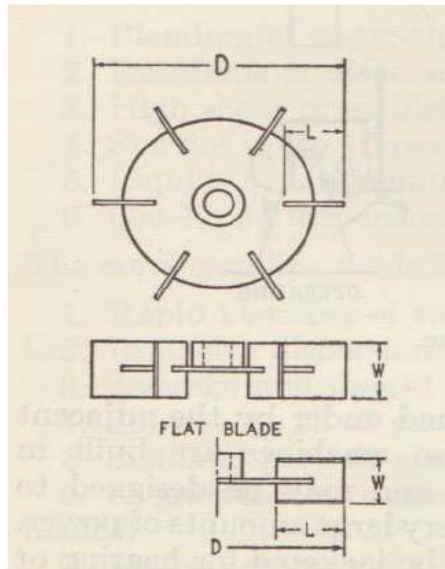
“El término turbina es aplicado a una amplia variedad de impulsores sin considerar diseño, dirección de descarga, o tipo de flujo. La turbina se puede definir como un impulsor con ángulo de aspas esencialmente constante con respecto al plano vertical, sobre toda su longitud; sus aspas pueden ser verticales o configuradas en un ángulo menor que  $90^\circ$  con la vertical. Existen dos formas físicas básicas de la turbina, la de descarga radial con aspas planas, y la de aspas inclinadas de empuje axial. Todas las demás son modificaciones de éstas, y en la mayoría de los casos, el rendimiento se ve afectado solamente en una pequeña manera.

Los agitadores de turbina trabajan a velocidades elevadas o medias y las aspas pueden ser rectas, curvadas o angulares. La turbina de disco de seis aspas planas tal vez la más común. La construcción referida se muestra en la figura 1.2.4.5-1.”<sup>7</sup>

---

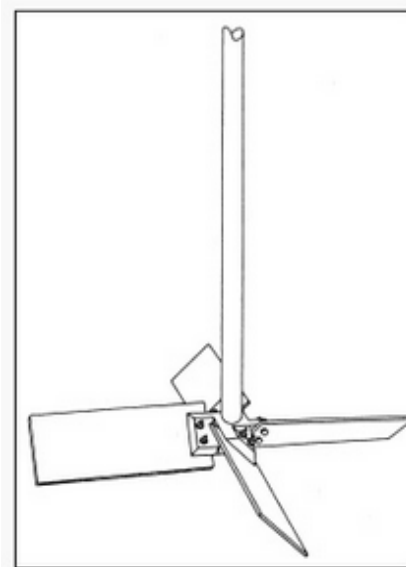
<sup>7</sup> AGITADORES DE TURBINA

UHL V., GRAY j. Mixing: Theory and Practice; Academic Press Inc. Estados Unidos. 1966, p. 113



Fuente: TURBINA DE DISCO DE ASPAS PLANAS  
<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>

**Fig.1.2.4.5-1 DIMENSIONES DE UNA TURBINA DE DISCO DE ASPAS PLANAS**



Fuente: DISEÑO DE UN AGITADOR DE TURBINA CON ASPAS INCLINADAS  
<http://es.slideshare.net/guest6d731e/agitacion-1735401>

**Fig.1.2.4.5-2 AGITADOR DE TURBINA CON ASPAS INCLINADAS**

### 1.2.4.6 AGITADORES DE CONO

Consisten en un impulsor en forma de tronco de cono, que gira sujeto a su eje y dispuesto con su base menor en la parte superior. La circulación del líquido se produce

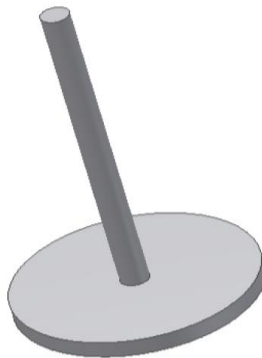
por la diferencia de fuerza centrífuga originada entre las dos bases del tronco de cono, como consecuencia de su diferencia de diámetros. Su campo principal de aplicación es para agitar papillas muy espesas.



Fuente: DISEÑO DE UN AGITADOR DE CONO  
<http://www.pharmacy-machinery.cl/10-3-double-cone-medicine-mixer.html>  
**Fig.1.2.4.6-1 AGITADOR DE CONO**

#### 1.2.4.7. AGITADORES DE DISCO

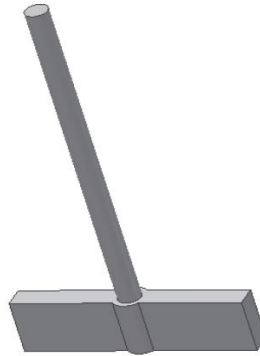
Constan de uno o más discos montados sobre un mismo árbol que gira a elevada velocidad. Producen un flujo tangencial por frotamiento del disco en el líquido a ser agitado. Los discos deben ser rugosos o disponer de dientes angulares en su periferia.



Fuente: AGITADOR DE DISCO  
<http://www.iprocomsa.com/mezclado-de-liquidos-agitacion-rapida.html>  
**Fig.1.4.3.6-1 AGITADOR DE DISCO**

#### 1.2.4.8 AGITADORES DE PALETAS

Consisten en una o más series de brazos montados sobre un eje vertical; cada serie puede llevar dos, tres o más paletas, que atacan al líquido frontalmente. Los agitadores de paletas producen un flujo radial, y se emplean muy frecuentemente porque son adaptables a casos muy extremos y por la facilidad con que se puede modificar su longitud y número de paletas. Además se pueden construir con materiales muy distintos y de tamaños muy diversos.



Fuente: AGITADOR DE PALETAS  
<http://es.slideshare.net/JoseLuisBrunelli/agitadores-25010350>  
**Fig.1.2.4.8-1** AGITADOR DE PALETAS

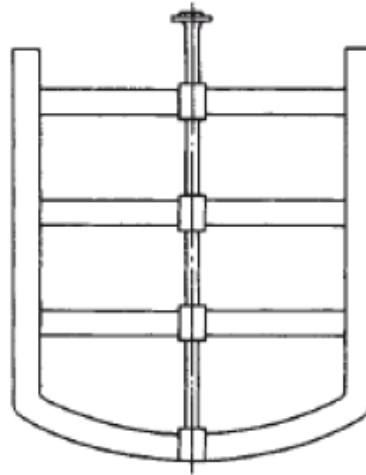
#### 1.2.4.9 AGITADORES DE PASO CERRADO

Son agitadores rígidos que trabajan muy cercanos a la pared del recipiente y son particularmente eficaces para fluidos viscosos, en los que es necesario tener concentrada la capacidad de mezcla cerca de la pared del tanque donde el flujo es más efectivo. Existen dos tipos de agitadores de paso cerrado: El tipo ancla y los de tipo helicoidal.

#### 1.2.4.10 AGITADORES DE ANCLA

Consisten en una paleta contorneada de manera que se adapte perfectamente a la forma del recipiente, lo cual le da la apariencia de ancla o herradura. Su característica principal es que trabajan a muy poca velocidad cuando se requiere un bajo nivel de turbulencia en un fluido viscoso.

Su rendimiento es muy pequeño pero están muy indicados cuando se desea evitar el depósito de partículas sólidas sobre las paredes del recipiente. El flujo es principalmente circular o helicoidal en la dirección de rotación del ancla.



Fuente: DISEÑO DE UN AGITADOR TIPO ANCLA  
[http://www.euromix.com.mx/pdf/files/boletin\\_ancla.pdf](http://www.euromix.com.mx/pdf/files/boletin_ancla.pdf)  
**Fig.1.2.4.10-1 AGITADOR TIPO ANCLA**

#### 1.2.4.11 AGITADORES HELICOIDALES

“Consiste principalmente en una cinta helicoidal que trabaja con un diámetro casi igual al diámetro del recipiente. Este tipo de unidad se usa con mayor frecuencia para mezclar ingredientes sólido-líquidos o para agitar masas, pastas o lodo.



Fuente: AGITADOR HELECOIDAL  
<http://www.directindustry.es/prod/chemineer/helices-agitadores-cintas-helicoidales-flujo-axial-14821-453350.html>  
**Fig.1.4.3.8.2-2 AGITADOR HELECOIDAL**



### **1.2.5 RECIPIENTE DE AGITACIÓN**

“El tanque de mezcla o recipiente agitado es el elemento más comúnmente utilizado en equipo de agitación. Esto se debe a la considerable flexibilidad en cuanto a las condiciones de flujo que se pueden realizar en él. Tinas de mezcla y tanques de almacenamiento son los segundos elementos comúnmente utilizados en aparatos de mezcla. Los recipientes cilíndricos son preferibles a los de sección cuadrada o rectangular; el fondo no es conveniente que sea plano ni cóncavo al exterior, para evitar el asentamiento de partículas. Por tanto un incremento en el volumen de líquido es posible solamente con un alargamiento de la altura del recipiente. De tal modo, dos desventajas deben tomarse en cuenta: a) el eje del agitador se vuelve más largo y se pueden requerir rodamientos a lo largo de su longitud, b) se incrementa el tiempo de agitación.

Accesorios internos en el tanque incluyen: deflectores, bobinas, sensores, y tuberías de alimentación y drenaje. Todos estos accesorios pueden afectar el proceso de agitación.

### **1.2.6 CLASIFICACIÓN DEL RECIPIENTE DE AGITACIÓN**

#### **1.2.6.1 RECIPIENTES SIN DEFLECTORES**

Al agitar un líquido en un recipiente mediante un agitador posicionado axialmente, habrá una tendencia a que se desarrolle un flujo de remolino, independientemente del tipo de impulsor que se utilice. Al encontrarse el líquido en rotación, se produce un vórtice debido a la fuerza centrífuga que actúa sobre el líquido que gira.”<sup>8</sup>

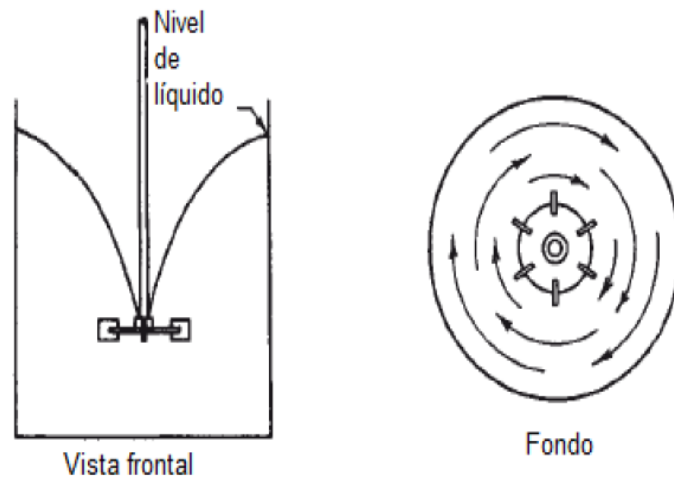
En caso de rotación rápida de los agitadores y fluidos de baja viscosidad, el vórtice puede alcanzar la cabeza del agitador con el resultado que el agitador arrastre aire en el líquido. Esto es generalmente indeseable porque resulta en esfuerzos extraordinariamente grandes sobre el eje del agitador, los apoyos y juntas, debido a la ausencia del “soporte de líquido”. Esto a menudo conduce a la destrucción del agitador. Incluso cuando la formación del vórtice no causa entrada de aire, la rotación del líquido

---

<sup>8</sup> RECIPIENTES DE AGITACIÓN

FOUST A. Principios de Operaciones Unitarias. Segunda Edición. México. Continental. 1990. p.571

es siempre indeseable cuando se refiere a un sistema de dos fases con diferentes densidades, ya que la fuerza centrífuga contrarresta el proceso de agitación.



Fuente: RECIPIENTE SIN DEFLECTORES  
<http://www.directindustry.es/prod/chemineer/helices-agitadores-cintas-helicoidales-flujo-axial-14821-453350.html>  
Fig.1.2.6.1-1 PATRÓN USUAL DE FLUJO EN UN RECIPIENTE SIN DEFLECTORES

## 1.2.6.2 RECIPIENTES CON DEFLECTORES

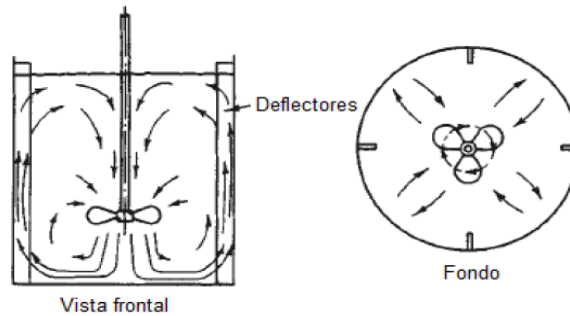
La rotación del líquido en tanques cilíndricos se previene con la instalación de deflectores que son bandas planas verticales, situadas radialmente y a lo largo de la pared del tanque. La llamada “deflexión completa” se realiza con cuatro deflectores.

### 1.2.6.2.1 DEFLECTORES

La anchura habitual para los tabiques deflectores es de  $D_T/10$ , donde  $D_T$  es el diámetro del recipiente. Las zonas muertas en la dirección del flujo detrás de los deflectores se pueden evitar usando deflectores de  $D_T/12$  de ancho, estableciendo una separación con la pared del recipiente, con lo cual se logra también minimizar la acumulación de sólidos sobre ellos o bien en su parte posterior.

La utilización de tabiques deflectores da como resultado una gran circulación desde la parte superior al fondo del recipiente, sin que se formen vórtices ni se ejerzan tensiones no balanceadas del flujo sobre el eje de impulsión. Los deflectores no son necesarios si la agitación se lleva a cabo en recipientes de sección transversal rectangular o cuando

el agitador se monta lateralmente en la pared del tanque. En caso de agitación débil, la rotación del líquido se puede prevenir instalando el agitador excéntricamente y/o en ángulo con respecto al eje del tanque.



Fuente: RECIPIENTE CON DEFLECTORES  
<http://es.slideshare.net/guest6d731e/agitacion-1735401>

**Fig.1.4.5.2.1-1 PATRÓN DE FLUJO AXIAL EN UN RECIPIENTE CON DEFLECTORES**

### 1.2.6.3 RECIPIENTES PEQUEÑOS

“Para tamaños de tanques inferiores a 1,8 m de diámetro, se debe usar para un amplio rango de requerimientos de proceso el impulsor de flujo axial sin deflectores sujetado mediante bridas y montado en posición angular excéntrica”.<sup>9</sup>

### 1.2.6.4 TANQUES DE GRAN TAMAÑO

“La mayor parte de los recipientes grandes (superiores a los 4 m<sup>3</sup>) necesitan un sistema de agitación resistente. En este caso una turbina de flujo axial o radial es recomendable.

### 1.2.7 INSTALACIÓN DE LOS IMPULSORES EN EL RECIPIENTE DE AGITACIÓN

- Impulsor vertical centrado en el tanque sin deflectores
- Impulsor vertical centrado en tanque con deflectores.

---

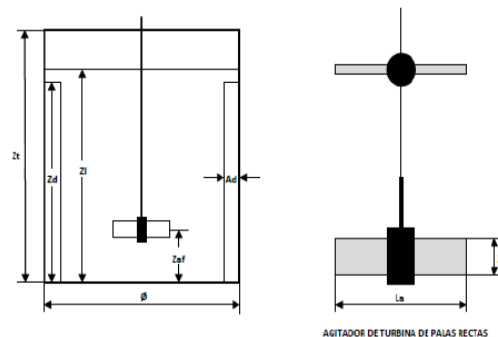
<sup>9</sup> RECIPIENTES CON DEFLECTORES Y SIN DEFLECTORES  
PERRY R.; Manual del Ingeniero Químico; Mc Graw Hill; Séptima Edición; España; 2001; p. 18-12

El ángulo formado entre el eje del impulsor y la vertical es muy crítico, así como también lo es la distancia entre el eje del impulsor y el centro del tanque.

Para tanques muy grandes este método es casi estandarizado. Aquí el eje del impulsor está siempre montado formando un ángulo con el radio del tanque este ángulo también se considera crítico.

### 1.2.8 DISEÑO “ESTÁNDAR” DE UN AGITADOR

Para diseñar un tanque agitador se tiene un gran e inusual número de elecciones sobre el tipo y localización del agitador, las proporciones del tanque, el número y las proporciones de los deflectores y otros factores. Como punto de partida para el diseño de los problemas ordinarios de agitación se tiene las siguientes proporciones típicas:



Fuente: DISEÑO DE UN AGITADOR  
<http://es.slideshare.net/guest6d731e/agitacion-1735401>  
**Fig.1.2.8-1 MEDIDAS DE UN TANQUE AGITADOR**

Estas proporciones “estándar” listadas son ampliamente aceptadas y son la base de muchas correlaciones publicadas sobre el funcionamiento de los agitadores.

#### 1.2.8.1 VARIADOR DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de

frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro drivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia)

### 1.2.8.2 MOTOR ELÉCTRICO

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estátor y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa adecuadamente o con frenos regenerativos. Son utilizados en infinidad de sectores; instalaciones industriales, comerciales, particulares; como ventiladores, teléfonos, bombas, máquinas herramientas, aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas y unidades de disco.”<sup>10</sup>

Los motores de uso general con dimensiones y características más estandarizadas proporcionan la potencia adecuada al uso industrial. Los motores eléctricos más grandes se usan para propulsión de trenes, compresores y aplicaciones de bombeo con potencias que alcanzan 100 megavatios. Estos motores pueden ser clasificados por el tipo de fuente de energía eléctrica, construcción interna, aplicación, tipo de salida de movimiento, etcétera.



Fuente: MOTORES ELÉCTRICOS  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico)  
**Fig.1.2.8.2-1 MOTOR ELÉCTRICO**

---

<sup>10</sup> AGITADORES

PERRY R.; Manual del Ingeniero Químico; Mc Graw Hill; Séptima Edición; España; 2001; p. 18-10

### 1.2.8.3 MANÓMETRO

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newton por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional. Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea. Cuando se obtiene una medida negativa en el manómetro es debida a un vacío parcial. Las presiones pueden variar entre  $10^{-8}$  y  $10^{-2}$  mm de mercurio de presión absoluta en aplicaciones de alto vacío, hasta miles de atmósferas en prensas y controles hidráulicos. Con fines experimentales se han obtenido presiones del orden de millones de atmósferas, y la fabricación de diamantes artificiales exige presiones de unas 70.000 atmósferas, además de temperaturas próximas a los 3.000 °C".



Fuente: MANÓMETRO  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Man%C3%B3metro>

**Fig.1.2.8.3-1 MANÓMETRO**

#### 1.2.8.4 TERMÓMETRO

Un termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Una forma fácil de hacerlo es encontrando una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura. Después se aclara que este es el rango de una escala ya conocida como el Fahrenheit. Por ejemplo, el mercurio es líquido dentro del rango de temperaturas de  $-38,9^{\circ}\text{C}$  a  $356,7^{\circ}\text{C}$ . Como un líquido, el mercurio se expande cuando se calienta, esta expansión es lineal y puede ser calibrada con exactitud.

La figura 1.4.11-1 del termómetro de vidrio de mercurio ilustrado abajo contiene un bulbo calibrada sobre el vidrio del termómetro.



Fuente: TERMÓMETRO  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>  
**Fig.1.2.8.4-1 TERMÓMETRO**

### 1.3 DISEÑO

#### 1.3.1 ECUACIONES PARA EL DISEÑO DE UN MEZCLADOR PARA OBTENER CREMA SOLAR

##### 1.3.1.1 VOLUMEN DEL TANQUE

Se propone un volumen y este se multiplica por el factor de seguridad que es de 0,15

$$x = v * 0.15 \quad \text{Ec. 1.3.1.1-1}$$

Donde:

v = Volumen asumido (L)

0,15 = Factor de Seguridad

x = Volumen en litros (L)

En la industria se utiliza para saber las medidas exactas que deben envasar en un recipiente determinado porque toda la producción debe tener la misma. Para esta se utilizan las medidas de litro, mililitro, mega litro, dependiendo de la cantidad que se desee medir.

### 1.3.1.2 VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE

$$V = v + x \quad \text{Ec. 1.3.1.2-1}$$

Donde:

V = Volumen total (L)

v = Volumen propuesto (L)

x = Volumen en litros (L)

El volumen de un tanque se lo utiliza en pequeña y a mayor escala, a nivel industrial para determinar el volumen total de un fluido tanto en la entrada y salida del mismo.

### 1.3.1.3 RADIO DEL MEZCLADOR

$$r = \frac{\phi i}{2} \quad \text{Ec. 1.3.1.3-1}$$

Donde:

r = Radio del mezclador (m)

$\phi i$  = Diámetro interno del mezclador (m)



#### 1.3.1.4 ALTURA DEL TANQUE

Un cilindro es un sólido compuesto de dos círculos congruentes en planos paralelos, sus interiores y todos los segmentos de líneas paralelas al segmento que contiene los centros de ambos círculos con puntos finales en las regiones circulares.

El radio del cilindro es el radio de una base. La altitud del cilindro es un segmento perpendicular del plano de una base al plano de la otra y la altura del cilindro es la longitud de la altitud. El **eje** de un cilindro es el segmento que contiene los centros de las dos bases. Si el eje es perpendicular a los planos de las dos bases, el cilindro es un **cilindro recto**; de otra forma, es un **cilindro oblicuo**.

$$h = \frac{v}{\pi r^2} \quad \text{Ec. 1.3.1.4-1}$$

Donde:

h = Altura del equipo (m)

v = Volumen (L)

r = Radio del equipo (m)

$\pi$  = Constante

#### 1.3.1.4 SISTEMA DE AGITACIÓN

##### 1.3.1.4.1 LONGITUD DEL BRAZO

Dentro del sistema de agitación el rodete es un tipo de rotor situado dentro de una tubería o un conducto y encargado de impulsar un fluido. Generalmente se utiliza este término para referirse al elemento móvil de una bomba centrífuga, pero en ocasiones también se utiliza para referirse al elemento móvil de turbinas y ventiladores. La longitud del brazo del agitador está dada por la siguiente ecuación:

$$L_B = \frac{5}{8} * \varnothing_i \quad \text{Ec. 1.3.1.4.1.-1}$$

Donde:

$L_B$  = Longitud del brazo (m)

$\varnothing_i$  = Diámetro interno del mezclador (m)

#### 1.3.1.4.2 ESPESOR DEL AGITADOR

No existe una relación fija para el espesor del rodete generalmente varía desde un sexto a un décimo de la longitud del brazo. Sin embargo la relación más estimada por Geankoplis. J, Pp127, es:

$$E_r = \frac{1}{10} * L_B \quad \text{Ec. 1.3.1.4.2-1}$$

Donde:

$E_r$  = Espesor del rodete (m)

$L_B$  = Longitud del brazo (m)

Se utiliza para la dispersión de sólidos o polvos dentro de líquidos. Esta turbina se caracteriza por su corte elevado, turbulencia fuerte y gran eficiencia de mezcla.

#### 1.3.1.5 DIÁMETRO DEL RODETE

$$\varnothing_r = \frac{3}{4} * \varnothing_i \quad \text{Ec. 1.3.1.5-1}$$

Donde:

$\varnothing_r$  = Diámetro del rodete (m)

$\varnothing_i$  = Diámetro interno del mezclador (m)

Se propone un diámetro interno, para que nos ayude con el dimensionamiento de nuestro equipo, en nuestro caso proponemos un diámetro interno de 0.41m

#### 1.3.1.6 DISTANCIA ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y EL RODETE

El agitador se mueve por medio de un motor. El efecto rotatorio del rodete consiste en bombear el líquido y crear un flujo regular. El líquido es empujado fuera del rodete, circula a través del reactor y periódicamente retorna a la región del rodete. Para que exista una mezcla eficaz con un solo rodete, la profundidad del líquido en el tanque no debe ser superior a 1,0-1,25 veces el diámetro del mismo.

$$X = h - L_B \quad \text{Ec. 1.3.1.6-1}$$

Donde:

X = Distancia entre el fondo del tanque y rodete (m)

L<sub>B</sub> = Longitud del brazo (m)

H = Altura del líquido (m)

### 1.3.1.5 ALTURA DE LA PALETA

Para determinar el alto de la paleta se emplea a menudo la siguiente expresión:

$$A_p = \frac{1}{5} * L_B \quad \text{Ec. 1.3.1.5-1}$$

### 1.3.1.6 DISTANCIA ENTRE REJILLAS

$$X_p = \frac{L_B}{4} \quad \text{Ec. 1.3.1.6-1}$$

Donde:

X<sub>p</sub> = Distancia entre rejillas

L<sub>B</sub> = Longitud del brazo

### 1.3.1.7 NÚMERO DE REYNOLDS

El número de Reynolds nos ayuda, para determinar si un fluido es laminar o Turbulento, en nuestro caso es un fluido no newtoniano como son las cremas, geles, pastas, etc. Para un fluido que circula por el interior de una tubería circular recta, el número de Reynolds viene dado por:

$$NR_e = \frac{\varnothing r^2 * N * \rho}{\mu} \quad \text{Ec. 1.3.1.7-1}$$

Donde:

∅ r<sup>2</sup> = Diámetro del rodete (m<sup>2</sup>)

N = Velocidad rotacional (rps)

ρ = Densidad del fluida (Kg/m<sup>3</sup>)

μ = Viscosidad del fluido (Kg/ms)

El número de Reynolds es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. En Hidráulica, en la construcción de canales con determinadas pendientes, en procesos de separación. Teniendo los datos de los fluidos que se usaran, las condiciones que debe llevar el proceso (separación, mezclado) se planea y diseña el proyecto.

### 1.3.1.8 VISCOSIDAD CINEMÁTICA

Indica su resistencia al flujo, es una propiedad dinámica, es medida cuando el fluido está en movimiento.

$$v = \mu / \rho \text{ (m}^2 / \text{s)} \quad \text{Ec. 1.3.1.8-1}$$

Donde:

V = Viscosidad cinemática

$\rho$  = Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$  = Viscosidad del fluido (Kg/ms)

m<sup>2</sup> = Metros cuadrados

s = Segundos

### 1.3.1.9 POTENCIA DEL AGITADOR

El consumo de la potencia se relaciona con la densidad del fluido  $\rho$ , su viscosidad  $\mu$ , la velocidad de rotación N, el diámetro del rodete r, por medio de gráficas de número de potencia Np en función de N Reynolds.

$$P = K_L * n^2 * \varnothing r^3 * \mu \quad \text{Ec. 1.3.1.9-1}$$

Donde:

P = Potencia del agitador (kw)

$K_L$  = Consistencia del flujo (adimensional)

n<sup>2</sup> = Velocidad rotacional revoluciones por segundo (rps)

$\varnothing r^3$  = diámetro del rodete (m<sup>3</sup>)

$\mu$  = viscosidad del fluido (Kg/ms)

### 1.3.1.10 RENDIMIENTO DEL EQUIPO

Permite establecer la cantidad de producto.

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_e}{V_s} * 100\% \quad \text{Ec. 1.3.1.10.-1}$$

Donde:

$V_e$  = Volumen de entrada (L)

$V_s$  = Volumen de salida (L)

### 1.3.1.11 EFICIENCIA DEL EQUIPO

Es una medida de la disponibilidad, eficiencia en el rendimiento y el índice de calidad de un equipo en particular.

$$\text{Eficiencia} = \frac{P_s}{P_e} * 100\% \quad \text{Ec. 1.3.1.11.-1}$$

Donde:

$P_s$  = Potencia de entrada (hp)

$P_e$  = Potencia de salida (hp)

## 1.3.2 BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

### 1.3.2.1 BALANCE DE ENERGÍA

#### 1.3.2.1.1 CÁLCULO DEL FLUJO DEL CALOR

La ecuación general del Balance de Energía se expresa:

$$Q_{\text{ganado}} = Q_{\text{perdido}} \quad \text{Ec. 1.3.2.1.1-1}$$

$$Q = Q_{H_2O} + Q_M \quad \text{Ec. 1.3.2.1.1-2}$$

Donde:

Q = Flujo de calor necesario para calentar la crema (kcal/h)

Q<sub>H2O</sub> = Flujo de calor del caldero (kcal/h)

Q<sub>M</sub> = Flujo de calor del metal (kcal/h)

#### **1.3.2.1.2 CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR DEL METAL**

$$Q_M = K \times A \times \Delta T \quad \text{Ec. 1.3.2.1.2-1}$$

Donde:

K = coeficiente de transmisión térmica del material (w/m<sup>2</sup> °C)

Q<sub>M</sub> = Flujo de calor del metal (kcal/h)

A = área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

ΔT = cálculo de la gradiente de temperatura (°C)

#### **1.3.2.1.3 CÁLCULO DE LA GRADIENTE DE TEMPERATURA**

$$\Delta T = T_C - T_A \quad \text{Ec. 1.3.2.1.3-1}$$

Donde:

T<sub>C</sub> = Temperatura que está lista la crema (°C)

T<sub>A</sub> = Temperatura de alimentación (°C)

#### **1.3.2.1.4 CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR**

$$A = 2 \times \pi \times r \times h \quad \text{Ec. 1.3.2.1.4-1}$$

Donde:

A = área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

r = radio del mezclador

h = altura del mezclador

### 1.3.2.1.5 CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$Q = A \times U \times \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T} \text{ Ec.1.3.2.1.5-1}$$

Donde:

A = área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = cálculo de la gradiente de temperatura (°C)

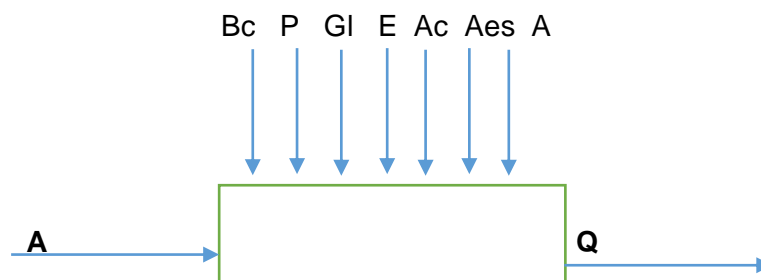
Q = Flujo de calor necesario para calentar la crema (kcal/h)

U = coeficiente global de transferencia de calor (J/ m<sup>2</sup>s °C)

### 1.3.2.2 BALANCE DE MASA

Es un método matemático utilizado en ingeniería química la cual se basa en la ley de la conservación de la materia (la materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma), que establece que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante. La masa que entra en un sistema debe, por lo tanto, salir del sistema o acumularse dentro de él es decir:

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$



Donde:

A = Agua destilada

Bc = Base crema

P = Parafina

Gl = Glicerina

E = Emulsificante

Ac = Ácido cítrico

Aes = Aceite esencial

Q = crema

### 1.3.2.2.1 CÁLCULO DE LA MASA DEL AGUA DESTILADA

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ec: 1.3.2.2.1-1}$$

$$m_A = \rho \times v \quad \text{Ec: 1.3.2.2.1-2}$$

Donde:

$\rho$  = Densidad del agua destilada g/cm<sup>3</sup>

$m_A$  = Masa del agua destilada kg

$v$  = Volumen del agua destilada L

### 1.3.2.2.2 CÁLCULO DE LA MASA DE LA GLICERINA

$$m_{Gl} = \rho \times v \quad \text{Ec: 1.3.2.2.2-1}$$

Donde:

$\rho$  = Densidad de la glicerina Kg/m<sup>3</sup>

$m_{Gl}$  = Masa de la glicerina kg

$v$  = Volumen de la glicerina L

### 1.3.2.2.3 CÁLCULO DE LA MASA DEL EMULSIFICANTE

$$m_E = \rho \times v \quad \text{Ec: 1.3.2.2.3-1}$$



Donde:

$\rho$  = Densidad del emulsificante  $g/cm^3$

$m_E$  = Masa del emulsificante kg

$v$  = Volumen del emulsificante L

#### 1.3.2.2.4 CÁLCULO DE LA MASA DEL ACEITE ESENCIAL

$$m_{Aes} = \rho \times v \quad \text{Ec: 1.3.2.2.4-1}$$

Donde:

$\rho$  = Densidad del aceite esencial  $g/cm^3$

$m_{Aes}$  = Masa del aceite esencial kg

$v$  = Volumen del esencia  $cm^3$

#### 1.3.2.2.5 CÁLCULO DE LA MASA DE LA ALIMENTACIÓN

$$M_F = \sum kg (M_{\text{agua}} + M_{\text{Base crema}} + M_{\text{parafina}} + M_{\text{glicerina}} + M_{\text{ácido cítrico}} + M_{\text{Aroma}} + M_{\text{emulsificante}} + M_{\text{aceite esencial}}) \quad \text{Ec: 1.3.2.2.5-1}$$

#### 1.3.2.2.6 BALANCE DE MASA GLOBAL

$$(B_c + P + G_l + E + A_c + A_{es} + A) - P = Q \quad \text{Ec: 1.3.2.2.6-1}$$

# **CAPÍTULO II**

## **PARTE EXPERIMENTAL**

## **2. PARTE EXPERIMENTAL**

### **2.1 PLAN DE MUESTREO**

El tipo de muestreo que se aplicó es simple para la recolección de datos experimentales, que se obtuvieron del Mezclador, para la elaboración de la crema solar, tendrá una frecuencia de una (1) vez por semana por un período de un (1) mes. Esto implicó cuatro (4) datos experimentales al mes.

### **2.2 METODOLOGÍA**

#### **2.2.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS**

##### **2.2.1.1 MÉTODOS**

En todo proceso de diseño se requiere procedimientos que son formulados de una manera lógica para la adquisición de información y cumplimientos de objetivos.

El presente estudio, utilizó la investigación tanto teórica como experimental para obtener la mejor metodología en respuesta a las posibles interrogantes que se puedan presentar, en el producto de la elaboración de cremas y su empleo en los distintos campos industriales, el mismo que utilizará el método inductivo y deductivo; ya que con estos métodos llegaremos a la recopilación de datos para así llegar a tomar decisiones para el diseño y construcción del presente equipo en cuestión.

##### **2.2.1.2 MÉTODO INDUCTIVO**

Involucra aquellos procedimientos que van de lo simple a lo complejo, se caracterizan porque tienen una síntesis. Partiendo de las propiedades de La crema solar como densidad, viscosidad, pH, etc., así como las condiciones de funcionamiento del mezclador se logró una elección correcta del material (acero de buena calidad, anticorrosivo) e implementos para el nuevo equipo. Para posteriormente determinar las variables que intervienen en el proceso de agitación y mezclado, y a continuación

calcular los valores correspondientes al diseño de dicho, para su construcción y posterior verificación de su funcionamiento.

### **2.2.1.3 MÉTODO DEDUCTIVO**

En el desarrollo de dicho estudio se parte de fundamentos y principios de Cálculos Básicos, Operaciones Unitarias, partiendo así al diseño y construcción del Mezclador, mediante la selección adecuada de los materiales para su respectivo dimensionamiento, lo cual, es de gran ayuda para obtener los cálculos necesarios y la determinación de las variables del proceso con el fin de obtener la caracterización y muestreo apropiado en cuanto al mejor diseño se refiere.

### **2.2.1.4 MÉTODO EXPERIMENTAL**

Permite descubrir propiedades de los fenómenos que en condiciones naturales sería imposible revelarlas. Es por tal motivo que se construyó el equipo considerando las normas de diseño: volumen, altura, longitud del brazo, espesor de las paletas y una vez construido el equipo se realizó los ensayos de: densidad, viscosidad, pH, para la elaboración de la crema etc., además se calculó la potencia necesaria de agitación.

### **2.2.1.5 TÉCNICAS**

Estas técnicas son indispensables en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza el diseño, a través de formas generales la cual permitirá la recopilación de información y datos; las mismas que permitirán enunciar las teorías que se basan en el estudio de los fenómenos y procesos durante la construcción del mezclador.

### CUADRO 2.2.1.5-1

#### PREPARACIÓN LA CREMA

Para preparar un lote de 13L	
✓	Diluir la fase oleosa ( crema base + parafina ) a una temperatura de 85 °C
✓	Calentar la fase acuosa ( agua destilada) a 75°C
✓	Mezclar las fases, agitando continuamente manteniendo una temperatura de 70 °C
✓	Añadir la glicerina después de media hora aproximadamente
✓	Añadir el emulsificante
✓	Añadir el ácido cítrico
✓	Añadir los principios activos agitando hasta que la mezcla este uniforme
✓	Dejar enfriar hasta una temperatura aproximada de 65 °C, para su posterior envasado.

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

**CUADRO 2.2.1.5.1-2**  
**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>La densidad (símbolo <math>\rho</math>) es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.</p>	<p>Balanza  Picnómetro 10 mL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar 10 mL de crema en una probeta.</li> <li>• Colocar el picnómetro vacío en la balanza y anotar su peso (P1).</li> <li>• Añadir la muestra de crema al picnómetro y taparlo.</li> <li>• Colocar el picnómetro con muestra en la balanza y anotar su peso (P2).</li> <li>• Realizar la diferencia de pesos y dividir por la capacidad del picnómetro</li> </ul>	$\rho = \frac{P_1 - P_2}{V_p}$ <p>Donde:</p> <p><math>\rho</math> = densidad (g/mL)</p> <p>P1= picnómetro vacío (g)</p> <p>P2= picnómetro con muestra (g)</p> <p>Vp= volumen del picnómetro (mL)</p>

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 201*

**CUADRO 2.2.1.5.1-3**  
DETERMINACIÓN DEL pH

**MEDICIÓN DE pH**

Calibrar el Peachímetro con agua destilada, medir el pH con electrodo de vidrio en unos 10 g de crema a una temperatura de 20 °C.

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

**CUADRO 2.2.1.5.1-4**  
DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

**MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD**

Se mide en un vaso de precipitación de 100ml con un volumen de 80 ml de crema a unos 25 °C, utilizando el viscosímetro adaptado.

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

**CUADRO 2.2.1.5.1-5**  
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMULSIÓN

**TIPO DE EMULSIÓN**

Prueba de dilución	Dispersar 0,5 g de producto en 50 mL de agua. Se obtiene una emulsión lechosa cuando es aceite/agua (o/w). Las emulsiones agua/aceite no permiten dilución.
Prueba de lavado	Colocar sobre la superficie seca de la mano aproximadamente 1 g de emulsión. Aplicar un chorro pequeño de agua

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

**CUADRO 2.2.1.5.1-6**  
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMULSIÓN

**EXTENSIBILIDAD O ESPARCIMIENTO**

- ✓ Colocar la placa inferior de vidrio sobre una hoja de papel milimetrado

✓ Trazar las diagonales.

✓ Colocar una  $1 \pm 0,1$  g de emulsión sobre el punto de intersección

✓ Pesar la placa de vidrio superior de  $10 \text{ cm}^2$

✓ Poner la placa de vidrio de  $10 \text{ cm}^2$  sobre la formulación

✓ Después de 1 minuto, medir el diámetro (mm) de la circunferencia o elipse formada (diámetro inicial)

✓ Comprimir con peso de 200 g por 1 minuto a  $20^\circ \text{ C}$

✓ Medir el diámetro (mm) de extensibilidad del producto (diámetro final).

*Fuente: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

## 2.3 DATOS EXPERIMENTALES

### 2.3.1 DETERMINACIÓN DE LAS CANTIDADES ADECUADAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CREMA

**TABLA 2.3.1-1**

**FORMULACIÓN DE LA CREMA**

Ingredientes	Ensayo I	Ensayo II	Ensayo III
	Cantidad (kg)	Cantidad Adecuada (kg)	Cantidad (kg)
Crema Base	1	2,5	4
Parafina	0,04	0,10	0,19
Ácido cítrico	0,001	0,004	0,06
Emulsificante	0,02	0,253	0,5
Glicerina	0,015	0,253	0,6
Aceite esencial	0,03	0,0358	0,1
Agua destilada	11	10	9,5

*Fuente: VALVERDE D., SÁNCHEZ M., 2014*



### 2.3.2 DATOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

**TABLA 2.3.2-1**

DATOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA CREMA

Peso picnómetro vacío(g)	Peso picnómetro + muestra (g)	Masa de la crema (g)
10,85	19,69	8,84

*Fuente: VALVERDE D., SÁNCHEZ M., 2014*

### 2.3.3 VALORES DE VISCOSIDAD OBTENIDOS A 50 RPM

**TABLA 2.3.3-1**

VALORES DE VISCOSIDAD OBTENIDOS A 50 RPM

Viscosidad (cp)	%
6315,9	52
6348,1	54,2
6470,5	53,5
6611,1	54,1
6465,9	52,1
6430	52,1
6339,8	53,3
6488,4	54,2

*Fuente: VALVERDE D., SÁNCHEZ M., 2014*

### 2.3.4 VALORES DE pH

**TABLA 2.3.4-1**  
VALORES DE pH

Muestra # 1	5,5
Muestra # 2	5,7
Muestra # 3	5,8
Muestra # 4	5,3

*Fuente: VALVERDE D., SÁNCHEZ M., 2014*

## 2.4 CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO

El control de calidad de producto terminado tiene como propósito determinar si una forma farmacéutica posee los atributos de calidad previamente establecidos. Estos atributos buscan poder conseguir en último término que el medicamento cumpla el objetivo para el cual fue diseñado de manera segura y eficaz.

### 2.4 DATOS ADICIONALES

**Tabla 2.4-1**

DATOS ADICIONALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR
Factor de seguridad (fs)	%	15

*FUENTE: VALVERDE D, SÁNCHEZ M., 2014*

# **CAPÍTULO III**

## **CÁLCULOS Y**

### **RESULTADOS**

### **3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MEZCLADOR**

#### **3.1 DISEÑO**

##### **3.1.1 DISEÑO DEL MEZCLADOR**

###### **3.1.1.1 VOLUMEN DEL TANQUE**

De la Ec. 1.3.1.1-1

$$x = v * 0,15$$

$$x = 50 \times 0,15$$

$$x = 7,5 \text{ L}$$

###### **3.1.1.2 VOLUMEN DEL TANQUE TOTAL**

De la Ec. Ec. 1.3.1.2-1

$$V = v + x$$

$$V = 50 + 7,5$$

$$V = 57,5 \text{ L}$$

###### **3.1.1.3 CÁLCULO DEL ALTURA DEL TANQUE**

###### **3.1.1.3.1 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL MEZCLADOR**

Se propone un diámetro interno del mezclador de 0,41 m

### 3.1.1.3.2 CÁLCULO DEL RADIO DEL MEZCLADOR

De la ecuación Ec. 1.3.1.3-1

$$r = \frac{\phi_i}{2}$$

$$r = \frac{0,41}{2}$$

$$r = \mathbf{0,205m}$$

### 3.1.1.3.3 ALTURA DEL TANQUE

De la Ec. 1.3.1.4-1

$$h = \frac{v}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{57.5}{\pi * (0,042)^2} \times \frac{1}{1000}$$

$$h = \mathbf{0,435 m}$$

Por condiciones de diseño a la altura del tanque se aumenta 0,025 m, y 0,05 m en el diámetro, es decir 0,025 de cada lado. Por lo tanto se tiene:

$$h_t = 0,435 + 0,025$$

$$h_t = 0,46 m$$

$$\phi_t = 0,41 + 0,05$$

$$\phi_t = \mathbf{0,46 m}$$

### 3.1.1.4 CÁLCULO PARA EL SISTEMA DE AGITACIÓN

#### 3.1.1.4.1 CÁLCULO PARA EL AGITADOR TIPO REJILLA DE PALAS PLANAS INCLINADAS

##### 3.1.1.4.1.1 LONGITUD DEL BRAZO

De la Ec. 1.3.1.4.1.-1

$$L_B = \frac{5}{8} * \varnothing i$$

$$L_B = \frac{5}{8} * 0,41$$

$$L_B = 0,2562 \approx \mathbf{0,26 \text{ m}}$$

##### 3.1.1.4.1.2 ESPESOR DEL AGITADOR

De la Ec. 1.3.1.4.2-1

$$E_r = \frac{1}{9} * L_B$$

$$E_r = \frac{1}{9} * 0,26$$

$$E_r = 0,0288 \approx \mathbf{0,029 \text{ m}}$$

##### 3.1.1.4.1.3 DIÁMETRO DEL RODETE

De la Ec. 1.3.1.5-1

$$\varnothing r = \frac{3}{4} * \varnothing i$$

$$\varnothing r = \frac{3}{4} * 0,41$$

$$\phi_r = 0,3075 \text{ m}$$

#### 3.1.1.4.1.4 DISTANCIA ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y RODETE

De la Ec. 1.3.1.6-1

$$X = h_L - L_B$$

$$X = 0,30 - 0,26$$

$$X = 0,04$$

#### 3.1.1.4.1.5 ALTURA DE LA PALETA

De la Ec. 1.3.1.5-1

$$A_p = \frac{1}{5} * L_B$$

$$A_p = \frac{1}{5} * 0,26$$

$$A_p = 0,052$$

#### 3.1.1.4.1.6 DISTANCIA ENTRE REJILLAS

De la Ec. 1.3.1.6-1

$$X_p = \frac{L_B}{4}$$

$$X_p = 0,065 \text{ m.}$$

### 3.1.1.5 CÁLCULO DEL SISTEMA DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

#### 3.1.1.5.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

De la Ec.1.3.1.7-1

$$NR_e = \frac{\varnothing r^2 * N * \rho}{\mu}$$

$$NR_e = 0,3075^2 * 45 * 884 / 6,4337$$

$$NR_e = \mathbf{584,65}$$

### 3.1.1.5.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

De la Ec. 1.3.1.8-1

$$P = N_{po} * n^3 * \varnothing r^5 * d$$

$$P = 22 * 45^2 * 0,3075^5 * 884$$

$$P = 237,78 \text{ w} * \frac{1 \text{ Hp}}{746 \text{ w}}$$

$$P = \mathbf{0,32 \text{ Hp}}$$

### 3.1.1.5.3 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO

De la Ec. 1.3.1.10.-1

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_e}{V_s} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{10}{11.5} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \mathbf{90.9 \%}$$

### 3.1.1.5.4 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA

De la Ec. 1.3.1.11.-1

$$\text{Eficiencia} = \frac{P_s}{P_e} * 100\%$$

$$\frac{850}{1000} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \mathbf{85 \%}$$



### 3.1.2. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

#### 3.1.2.1 BALANCE DE ENERGÍA

##### 3.1.2.1.1 CÁLCULO DEL FLUJO DEL CALOR

De la Ec. 1.6.1.1-2, se tiene:

$$Q = Q_{H2O} + Q_M$$

$$Q = 23,88 + 361,13$$

$$Q = \mathbf{385,01 \text{ Kcal/h}}$$

##### 3.1.2.1.2 CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR DEL METAL

De la Ec. 1.6.1.2-1

$$Q_M = K \times A \times \Delta T$$

$$Q_M = 16,28 \times 0,56 \times 46$$

$$Q_M = 419,37 \text{ w} \times \frac{1\text{k}}{1000\text{w}}$$

$$Q_M = 0.42 \text{ kw} \times \frac{1\text{Kcal/h}}{0,001163\text{Kw}}$$

$$Q_M = \mathbf{361,13 \text{ Kcal/h}}$$

##### 3.1.2.1.3 CÁLCULO DEL GRADIENTE DE TEMPERATURA

De la Ec. 1.6.1.3-1

$$\Delta T = T_C - T_A$$

$$\Delta T = 65 - 19$$

$$\Delta T = \mathbf{46 \text{ }^\circ\text{C}}$$

### 3.1.2.1.4 CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

De la Ec. 1.6.1.4-1

$$A = 2 \times \pi \times r \times h$$

$$A = 2 \times \pi \times 0,205 \times 0,435$$

$$A = 0,56\text{m}^2$$

### 3.1.2.1.5 CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

De la Ec.1.6.1.5-1

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

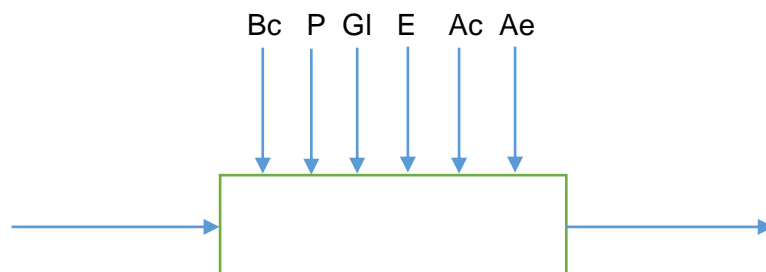
$$U = \frac{385,01}{0,56 \times 46}$$

$$U = 14,946 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} \times \frac{1,163 \frac{\text{J}}{\text{m}^2\text{s}^{\circ}\text{C}}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}}}$$

$$U = 14,38 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{s}^{\circ}\text{C}}$$

### 3.1.3 BALANCE DE MASA

Entrada = Salida + Acumulación



### 3.1.3.1 CÁLCULO DE LA MASA DEL AGUA DESTILADA

De la Ec. 1.6.2.1-2

$$m_A = \rho \times v$$

$$m_A = 1 \times 10$$

$$m_A = 10 \times 1000c$$

$$m_A = 10000 \times 1 / 1000$$

$$m_A = \mathbf{10 \text{ kg}}$$

### 3.1.3.2 CÁLCULO DE LA MASA GLICERINA

De la Ec: 1.6.2.2-1

$$m_{Gl} = \rho \times v$$

$$m_{Gl} = 1261 \times 0,15625$$

$$m_{Gl} = 197,031 \times 1 / 1000$$

$$m_{Gl} = \mathbf{0,197 \text{ Kg}}$$

### 3.1.3.2 CÁLCULO DE LA MASA DEL EMULSIFICANTE

De la Ec: 1.6.2.3-1

$$m_E = \rho \times v$$

$$m_E = 0,811 \times 312,5$$

$$m_E = 253,437 \text{ gx}1\text{kg}/1000\text{g}$$

$$m_E = \mathbf{0,253 \text{ Kg}}$$

### 3.1.3.3 CÁLCULO DEL ACEITE ESENCIAL

De la Ec: 1.6.2.4-1

$$m_{Aes} = \rho \times v$$

$$m_{Aes} = 0,957 \times 37,5$$

$$m_{Aes} = \mathbf{0,0358 \text{ kg}}$$

**Tabla 3.1.3.3.1**

PESOS PARA LOS BALANCES DE MATERIA

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>
Crema Base	2,5 kg
Parafina	0,10 kg
Ácido cítrico	0,004 kg
Emulsificante	0,253 kg
Glicerina	0,253 kg
Aceite esencial	0,0358 kg
Agua destilada	10 kg

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

### 3.1.3.4 CÁLCULO DE LA MASA DE LA ALIMENTACIÓN

De la Ec: 1.6.2.5-1

$$M_F = \sum \text{kg} (M_{\text{agua}} + M_{\text{Base crema}} + M_{\text{parafina}} + M_{\text{glicerina}} + M_{\text{ácido cítrico}} + M_{\text{Aroma}} + M_{\text{emulsificante}} + M_{\text{aceite esencial}})$$

$$M_F = \sum \text{kg} = (10 + 0,0358 + 0,253 + 0,253 + 0,004 + 0,10 + 2,5)$$

$$M_F = \mathbf{13,1458 \text{ kg}}$$

## 3.2 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

### 3.2.1 MATERIALES

Para la selección del material más adecuado que deberá emplearse en la construcción del mezclador, se debe tomar en cuenta su resistencia a la corrosión, costo, manipulación, entre otros.

Dentro de las opciones existentes tenemos:

### 3.2.1.1 ACERO INOXIDABLE

Los aceros inoxidable son una gama de aleaciones que contienen un mínimo de 11% de cromo. El cromo forma en la superficie del acero una película pasivante, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable.

**TABLA 3.2.1.1-1**

**ESPECIFICACIONES PARA EL ACERO INOXIDABLE 304**

<b>Composición química aproximada (%)</b>	<b>Cr 17 – 19</b> <b>Ni 8 – 11</b> <b>Mn &lt; 2</b>
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	8,0
<b>Punto de fusión (°C)</b>	1454
<b>Coefficiente de dilatación</b>	18,2 μ m/m °C a 20 – 100 °C
<b>Límite de resistencia a la tracción</b>	Recocido 650 – 800 N/mm <sup>2</sup> Revenido de resorte 1300 – 1900 N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de rigidez</b>	70,3KN/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidad</b>	187,5 KN/nm <sup>2</sup>
<b>Temperaturas aproximadas de servicio</b>	-200 a 300°C

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

### 3.2.2 SELECCIÓN DE ACCESORIOS

#### 3.2.2.1 VÁLVULA

Se utilizó una válvula sanitaria de ½. Está colocada en el fondo del tanque, la misma que se utiliza para descargar la crema del Mezclador.

### **3.2.3 CONSTRUCCIÓN**

En la construcción del mezclador para crema, el material a utilizar fueran planchas de acero inoxidable cuyo espesor es de 2.5mm. Cortadas y soldadas de modo unánime, para garantizar el correcto almacenamiento de la crema, su capacidad es de 50L, el recipiente cuenta con una pequeña abertura acoplada a una válvula de seguridad, cuya función es la liberación y o retención de la crema, y también sirve que el momento de realizar la limpieza del equipo el agua sea liberada, y así no queden residuos estancados en el recipiente.

Es importante tener mucho cuidado al elegir los materiales que serán la base de soporte del mezclador, ya que estos garantizan la durabilidad del equipo.

#### **3.2.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGITACIÓN**

El sistema de agitación consta de los siguientes elementos:

- ❖ La base del puente del motor
- ❖ El motor
- ❖ El eje de agitación
- ❖ Agitador tipo palas planas inclinadas

Una vez calculada la potencia requerida para el equipo, tomando en cuenta todos los parámetros de trabajo, se empleó un motor de una potencia superior por factor de seguridad, será uno de 1 hp. De tamaño no muy grande para poderlo montar en la parte superior del reactor.

La construcción ha correspondido tanto a la parte mecánica como eléctrica, para la adaptación del motor de 220 V.

#### **3.2.3.2 MONTAJE DEL EQUIPO**

Una vez realizado el diseño del mezclador y de haber procedido a la construcción de cada uno de los elementos, el primer paso para el montaje del equipo es:

- Colocar las camisas en la parte exterior del mezclador, además incorporar el medidor de presión llamado manómetro y el termómetro, a la pared del equipo.
- En segundo lugar, se procede a incorporar en el mezclador los brazos de soporte, a los costados y en la parte de atrás.
- El tercer paso, es adherir un tubo en la parte superior, pero al costado derecho del mezclador como pilote para sostener el regulador de velocidad del agitador.
- El cuarto paso, es acoplar el sistema de agitación, es decir el puente del motor, el motor, el eje rotacional, el agitador tipo palas planas inclinadas.
- El siguiente paso es el ajuste de la instalación eléctrica para el arranque del motor.
- Después de haber acoplado los elementos, se procede al ajuste de la tubería, en donde entran a su vez los acoples de la válvula universal y los acoples de válvulas de desfogue o trampa de vapor.
- Por último se conecta la manguera de vapor a una tubería de vapor procedente de un caldero mediante una unión universal, en la que el equipo ya está listo para ser utilizada y realizar las prácticas respectivas.

### **3.2.3.3. MANEJO Y OPERACIÓN DEL MEZCLADOR**

- Encender la caldera 1 hora antes de encender el mezclador para disponer de energía al sistema (vapor).
- Colocar el equipo al sistema de energía.
- Abrir y encender la válvula de vapor. Comprobar que a la entrada del vapor estén disponibles correctamente las llaves de paso a la línea principal.
- Cuando se ha cumplido esto, se procede a receptor el agua destilada (25L).

- Luego se procede a encender el sistema de agitación el cual requiere un servicio eléctrico de 220 V, Y regular el aparato de velocidad de la misma. Se debe tener en cuenta, que el regulador de velocidad del agitador, debe ser adecuado, para la agitación de la crema 60 Hz
- Cuando el agua destilada ha alcanzado la temperatura de 75°C, Y la presión de vapor dentro del mezclador es 14,5 kpa se procede a apagar el caldero y por ende se detiene el paso de vapor, es allí donde comienza a intervenir la trampa de vapor desfogando a su vez como condensado, hasta que el agua destilada alcance la temperatura de 75 °C, donde se añade glicerina y se activa nuevamente el agitador tipo palas planas inclinadas para homogenizar la mezcla por unos 10 minutos, después se agrega emulsificante, luego se agrega ácido cítrico, luego de 5 minutos se añade el extracto manteniendo una agitación constante en el mezclador de 45 rpm, luego se apaga y se retira el agitador, y por último se procede a retirar el producto terminado por medio de la válvula sanitaria, posterior a su envasado.
- Cerrar la válvula de entrada y salida de vapor.
- Apagar el equipo.

### **3.3 MANTENIMIENTO**

- Una vez realizado las operaciones de trabajo en el equipo, es importante recalcar, que se debe realizarse su respectiva limpieza y acondicionamiento, para una nueva operación, por esta razón es necesario lavar el equipo con agua a vapor a presión, ya esta es una manera más factible en la que pueda ser removida cualquier residuo grasoso o viscos, y matar cualquier agente microbiano, ya que se trabaja con crema.
- Se debe considerar en el mantenimiento, es el uso mismo del equipo, debido a que si no se procede a utilizarlo con regularidad algunos elementos pueden resultar susceptibles al daño.
- Es importante siempre chequear la tubería y los acoples, así como la trampa de vapor, verificar su correcto funcionamiento.



### 3.4 RESULTADOS

#### 3.4.1 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA CREMA

**TABLA 3.4-1**  
RESULTADOS DE ENSAYO: ESPOCH

<b>Características a analizar</b>	<b>Valores Obtenidos</b>
Densidad a 20°C	884 Kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad aparente a 27 °C	6,433 kg/ms
Ph 20°C	5,4
Extensibilidad	4,15 mm
Tipo de emulsión	Aceite / agua
Punto de mezcla	75°C
Temperatura de envasado	65°C

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

Los resultados expresados, indican que el pH de la crema se encuentra dentro de los límites permitidos según la USP 30. Siendo un resultado beneficioso para nuestro objetivo debido a que el pH de la piel está entre 5.5.

**TABLA 3.4-2**

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS  
EXAMEN FISICO ( Temperatura del laboratorio 18°C)**

COLOR	Amarillo
OLOR	Cosmético
ASPECTO	Libre de material extraño
DURACIÓN	La crema a los 30 días no presenta ninguna degradación

**EXAMENES MICROBIOLÓGICOS**

<b>Parámetros</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Referencial</b>
<i>Recuento de aerobios mesófilos UFC/g</i>	Siembra vertido en placa	30	Max. 5 * 10 <sup>2</sup>
<i>Pseudomonas aerogimosas UFC/g</i>	Siembra en placa	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus UFC/g</i>	Siembra en extensión	Ausencia	Ausencia

**NTE INEN 093:2013**

**FUENTE: SAQMIC**

### 3.4.2 RESULTADOS DEL DISEÑO

**TABLA 3.4.2-1**  
HOJA TÉCNICA DE DISEÑO

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDAD
<b>Requerimiento de Servicio</b>	Energía Eléctrica	220	Voltios
	Flujo de calor	385,01	Kcal/h
<b>Mezclador</b>	Tipo circunferencial		
	Acero Inoxidable	304	ASTM
	Volumen	50	L
<b>Accesorios</b>	Regulador de Velocidad	30-150	Rpm
	Motor Agitador	45	Rpm
	• Potencia	1	0,32 hp
	Manómetro	1	Bar
	Termómetro	1	°C
	Tubería	3/4	pulg
	Tubería Sanitaria	1/2	pulg
<b>Propiedades Físicos – Químicos de Alimentación</b>	Punto de mezclado	75	°C
	Punto de envase	65	°C
	Densidad	884	$\frac{kg}{m^3}$
	Presión dentro de la camisa	72,4	kpa

Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.

### 3.4.3 RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

**TABLA 3.4.3-1**  
PARÁMETROS FÍSICOS DEL EQUIPO

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDADES
<b>Dimensiones del Mezclador</b>	Tipo Circunferencial		
	Acero Inoxidable	304	ASTM
	Volumen	50	L
	Diámetro	0,41	m
	Altura	0,435	m
	Espesor de la camisa	0,025	m
<b>Dimensiones del sistema de agitación</b>	Longitud del Brazo	0,26	m
	Espesor del rodete	0,029	m
	Diámetro del Rodete	0,3075	m
	Altura de la paleta	0,052	m
	Distancia entre Rejillas	0,065	m
	Angulo de la paleta	45	°
	Distancia entre el fondo del tanque y el rodete	0,04	m

*Fuente:* VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.

**TABLA 3.4.3-2****RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL EQUIPO**

Q(kcal/h)	Q <sub>M</sub> (Kcal/h)	A (m <sup>2</sup> )	ΔT(°C)	U(J/m <sup>2</sup> s°C)
<b>385,01</b>	361,13	0,56	46	14,8

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

**3.5 REQUERIMIENTO PRESUPUESTARIO****3.5.1 RECURSOS MATERIALES**

**TABLA 3.5.1-1**  
**RECURSOS MATERIALES**

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>Costo(dólares)</b>
Prueba de Laboratorio	40
Materiales para la construcción del equipo	2500
Transporte	80
Materias primas para la elaboración de la crema	150
Varios	100
Instalación del equipo	50
Accesorios del equipo	180
<b>TOTAL</b>	<b>3100</b>

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

**3.5.2 COSTOS Y RENTABILIDAD DEL PRODUCTO**

**TABLA 3.5.2-1**  
**INGRESO DEL PRODUCTO**

<b># de unidades producidas</b>	46
<b>(250mL c/u)</b>	
<b>Precio de unidad</b>	3\$
<b>Total de Ingreso</b>	138\$

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

**TABLA 3.5.2-2**  
INVERSIÓN DEL PRODUCTO

SUSTANCIAS	TOTAL
Base Crema	\$ 124.5
Agua Destilada	
Glicerina Ácido cítrico	
Parafina	
Deycuar ( emulsificante)	
Aceite esencial ( extracto)	
Envases para la crema	

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

**TABLA 3.5.2-3**  
TOTAL HORAS HOMBRES DE TRABAJO

Número de operarios	2
Horas laborables por día	4
Valor de la hora de trabajo	1,0 \$
Total de horas hombres	2*4*(1,0 \$)= 8\$

*Fuente: VALVERDE H., SÁNCHEZ M., 2014.*

Ganancia= Ingreso – Inversión – Hora de trabajo

Ganancia= 138 – 124,5 – 8

Ganancia = **5,5 \$**

Por 138 \$ en total de ingreso se obtuvo 46 unidades de crema producidos es decir cada envase de crema se vendió al público a 3 \$, en el mercado encontramos a diferentes precios dependiendo de la marca, los valores promedian entre 8, 10, 15,20 \$, la inversión que se hizo para elaborar el producto fue 124,5 \$, el total de personas trabajando para su elaboración son dos durante un día de trabajo es de 8 \$, la ganancia que se obtiene es de 5,5 \$ lo que quiere decir que la ganancia no es rentable ya que el equipo se diseñó y se construyó sirve para las prácticas ilustrativas de los estudiantes.

### 3.6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Una vez identificadas las variables que intervienen en un proceso de agitación y mezclado, se realizaron los cálculos para dimensionar el Turbo Mezclador Automático, y los valores para este fueron: Volumen = 50 L, Altura del Tanque = 0,43 m, Diámetro = 0,41 m, Longitud del Brazo = 0,26 m, etc., para este tamaño de mezclador se recomienda un motor de 1 Hp; debido a que se necesita una agitación en un intervalo de 30 a 50 rpm para la obtención óptima de la crema solar.
- La construcción del equipo es en Acero Inoxidable AISI 304, debido a que es el más resistente a la corrosión y tiene una mayor prolongación de vida útil.
- La fórmula para la realización de la crema solar más óptima en cuanto a cantidades de reactivos fue: agua destilada 10 L, Base crema 2,5 kg, glicerina 156,25 mL, ácido cítrico 4 g, parafina 100 g, emulsificante 312,5 mL, aceite esencial 37,5mL., debido a que al realizar la crema con las fórmulas de los ensayos anteriores no se obtuvo las características necesarias y óptimas requerida por la norma NTE INEN 093:2013.
- Con esta cantidad de reactivos se consigue un rendimiento de 90,9% de de crema y una eficiencia del 85%., debido a que lo restante del producto se queda en las paredes del recipiente, en el agitador y en la válvula sanitaria; además no todo el calor que ingresa al mezclador se va a convertir en trabajo, ya que existen pérdidas que se van al sumidero.
- Una vez elaborada la crema solar se realizaron los correspondientes análisis: **Físicos:**  $\rho = 884 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\mu = 6,43 \text{ Kg/ms}$ , extensibilidad = 4,15 mm. **Químicos:** pH = 5,4 **microbiológicos:** Recuento de *aerobios mesófilos* = 30 UFC/g, *Pseudomonas aerogimosas* = Ausencia, *Staphylococcus aereus* = Ausencia; debido a la utilización de ácido cítrico, que actúa como inhibidor bacteriano en la elaboración de la crema.

**CAPÍTULO IV**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**



## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Las variables del equipo son: Volumen = 50L, altura = 0,435 m, diámetro = 0,41 m, longitud del Brazo = 0,26 m, distancia entre rejillas 0,066m y se utilizó un motor de 1 Hp.
- El Diseño y Construcción del Equipo permitió la obtención de crema solar la cual, cumple con las exigencias establecidas por la NTE INEN 093:2013 en cuanto a productos cosméticos se refiere.
- Es importante destacar que el equipo cuenta con un panel de control, esto permite programar el tiempo de encendido, apagado y mezclado, debido a las diferentes velocidades que presenta el variador de frecuencia que es de 30 a 250 Rpm.
- Para la elaboración del protector solar se utilizó las siguientes cantidades de reactivos: crema base= 2,5 (kg), parafina= 0,10(kg), ácido cítrico= 0,04(kg), emulsificante= 312,5(mL), glicerina= 156,25(mL), extracto=37,5(mL), agua destilada= 10 L, con esto se tuvo un rendimiento del protector solar del 90,9%.
- Luego de realizar los respectivos análisis de las pruebas de ensayo tanto, físicas, químicas y microbiológicas de la crema, se obtuvieron los siguientes resultados:  $\rho = 884 \text{ kg/m}^3$ , viscosidad= 6,433 kg/m\*s, Ph= 5,4
- Extensibilidad= 4,15 mm, tipo de emulsión w/o, Punto de mezcla 75 °C, temperatura de envasado 65°C, recuento de *aerobios mesófilos* 30 UFC/g, *pseudomonas aeruginosa*= ausencia, *estafilococcus aureus*= ausencia, color= amarillo-pálido, olor=cosmético, aspecto= libre de material extraño.
- Finalmente se demostró que en el equipo, se obtiene el protector solar en 35 min, utilizando una velocidad rotacional de (rpm) de 30 a 50, ya que a esta se consigue una mezcla homogénea.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar el respectivo chequeo del mezclador, sus componentes y partes que forman este, como energía eléctrica, producción de vapor proveniente del caldero, lo que garantiza un buen funcionamiento y arranque del equipo.
- El proceso debe hacerse con estrictas condiciones de higiene y seguridad, el lugar donde se ubique el mezclador debe ser en un área amplia para el buen desenvolvimiento de la persona a cargo del proceso.
- Se debe chequear constantemente la válvula de seguridad para cerciorarse que funcione bien, de lo contrario un aumento descontrolado de la presión puede hacer estallar la chaqueta del mezclador.
- Se debe realizar la limpieza antes y después de su uso, es necesario lavar el equipo con agua a vapor a presión, ya que esta es una forma más factible en la que puede ser removida cualquier residuo grasoso y viscoso, y matar cualquier agente microbiano, ya que se trabaja con un producto cosmético.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## **LIBROS**

**BRITO, Hannibal.** Texto Básico de Operaciones Unitarias I, Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2006, pp. 77-97.

**BRITO, Hannibal.** Texto Básico de Operaciones Unitarias I. 2a. ed, Riobamba- Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., 2006, pp. 20-21.

**GEANKOPOLIS, C.** Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 4a. ed, D.F.- México. Continental S.A. 1991, pp. 580.

**HERRMANN, W.A.** Synthetic Methods of Organometallic and Inorganic Chemistry. 5a. ed, USA. Theime. 1996, pp. 345-378.

**KATRITZKY, A.** Comprehensive Organic Functional Groups Transformations. 3a. ed, Distrito Federal-México. Continental S.A. 1991, pp. 580.

**OCÓN, J. y TOJO, G.** Problemas de Ingeniería Química. 3a. ed, Madrid-España. Agilar S.A. 1980, pp. 283-309-311-320-326.

**PERRY, R.** Manual del Ingeniero Químico. 7a. ed, New York-USA. McGraw Hill. 2000, pp. 303.

## INTERNET

➤ **ACCESORIOS PARA MEZCLADORES**

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores/manometro/manometro.html>

2014 – 04 - 25

➤ **AGITADORES**

[http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/helice-para-agitador-cinta-helicoidal-flujo-axial-453350.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/helice-para-agitador-cinta-helicoidal-flujo-axial-453350.jpg)

2014 – 04 – 12

➤ **FOTOTIPOS CUTÁNEOS**

[www.uv.es/~vicaleg/CLindex/CLcancer/CLprecan11.htm](http://www.uv.es/~vicaleg/CLindex/CLcancer/CLprecan11.htm)

2013 – 09 – 07

➤ **MEZCLADORES DE DOBLE CHAQUETA**

[http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/614/1/CD-1576\(2008-07-09-11-21-43\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/614/1/CD-1576(2008-07-09-11-21-43).pdf)

2014 – 03 – 10

➤ **RADIACIÓN UV**

[http://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documents/04\\_informe\\_tecnico\\_proteccion\\_solar.pdf](http://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documents/04_informe_tecnico_proteccion_solar.pdf)

2014 – 01 – 12

➤ **TIPOS DE FILTROS SOLARES**

<http://es.scribd.com/doc/55142085/36/FOTOPROTECCIÓN>

2014 – 01 – 22

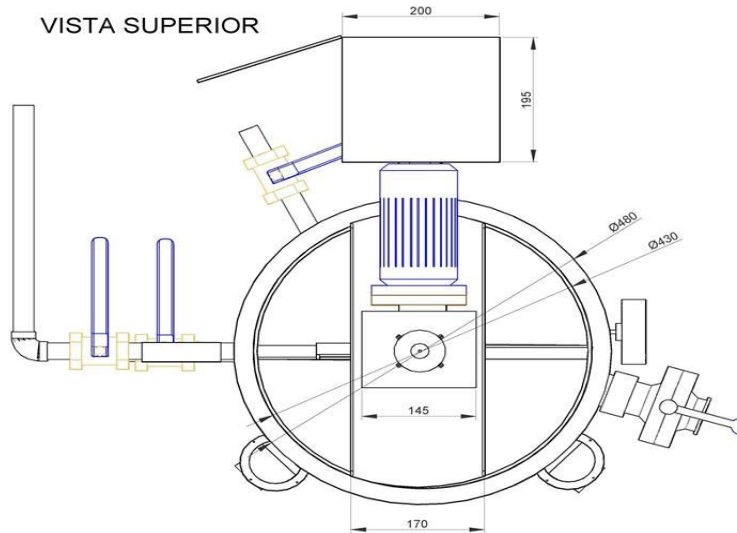
➤ **TIPOS DE MEZCLADORES**

<http://proteccionsolar.lazonaclave.com/danosdelsolenlapiel.html>

2014 – 02 – 04

# **ANEXOS**

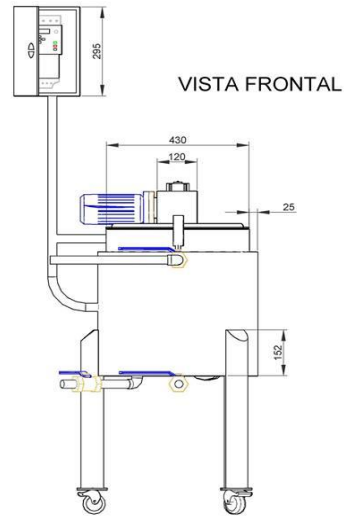
**ANEXO I**



NOTAS			<b>MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS</b>		
a) Vista Superior del Mezclador	<p align="center"><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <p> <input type="checkbox"/> Certificado                      <input type="checkbox"/> Para Información  <input type="checkbox"/> Por Aprobar                      <input type="checkbox"/> Por calificar  <input type="checkbox"/> Aprobado                 </p>	<p align="center">                     ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE                      CHIMBORAZO                       FACULTAD DE CIENCIAS                       ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA                       REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE                       MIGUEL SÁNCHEZ                 </p>	Lámina	Escala	Fecha
			01	x: y:	11/06/2014



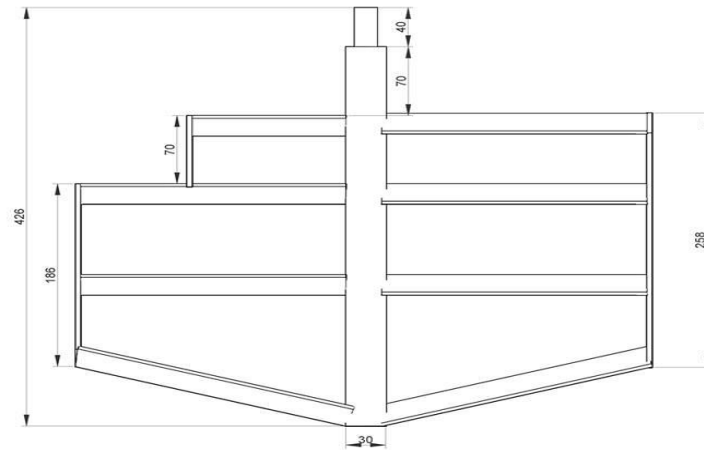
**ANEXO II**



<b>NOTAS</b>		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS</b>		
a) Vista Frontal del Mezclador		o Certificado                      o Para Información o Por Aprobar                      o Por calificar o Aprobado		<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE</b> <b>MIGUEL SÁNCHEZ</b>	Lámina	Escala	Fecha

**ANEXO III**

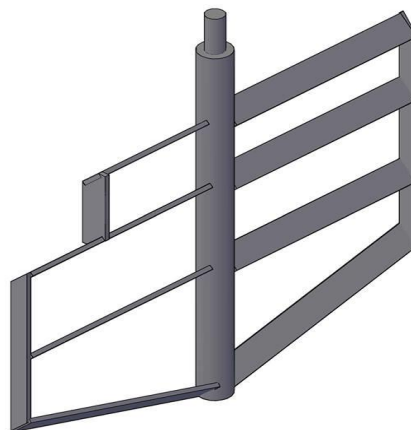
**a) DIMENSIONES DEL AGITADOR**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
a) Dimensiones del Agitador	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	Lámina	Escala	Fecha
			03	x: y:	11/06/2014

**ANEXO IV**

**a) VISTA LATERAL DEL AGITADOR**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
a) Vista Lateral del Agitador	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	Lámina	Escala	Fecha
			04	x: y:	11/06/2014

**ANEXO V**

**a) DIMENSIONES DEL SOPORTE DEL MEZCLADOR**



<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS</b>		
a) Dimensiones del Soporte del Mezclador	o Certificado      o Para Información o Por Aprobar      o Por calificar o Aprobado	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE</b> <b>MIGUEL SÁNCHEZ</b>	Lámina	Escala	Fecha
			5	x: y:	11/06/2014

**ANEXO VI**

**a) EQUIPO INSTALADO**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
a) Equipo Instalado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA <b>REALIZADO POR:</b> DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	Lámina	Escala	Fecha
			6	x: y:	11/06/2014

**ANEXO VII**

**a) VARIADOR DE FRECUENCIA**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
		FACULTAD DE CIENCIAS	Lámina	Escala	Fecha
a) Variador de Frecuencia	o Certificado                      o Para Información o Por Aprobar                      o Por calificar o Aprobado	ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	7	x: y:	11/06/2014

ANEXO VIII

a) ANÁLISIS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA CREMA

**SAQMIC**  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO CÓDIGO 136-14

CLIENTE: Srs. Fredy Sánchez y Daniel Valverde  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1/2 TELEFONO:  
TIPO DE MUESTRA: Crema "Protector solar"  
FECHA DE RECEPCIÓN: 02 de mayo de 2014  
FECHA DE MUESTREO: 02 de mayo de 2014

EXAMEN FÍSICO: Temperatura del laboratorio 18°C, 58 Humedad relativa  
COLOR: Amarillo pálido  
OLOR: Cosmético  
ASPECTO: Libre de material extraño  
Duración: de la crema a los 30 días no presenta ninguna degradación

PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO	*REFERENCIAL
Recuento de aerobios mesófilos UFC/g	Siembra vertido en placa	30	Max. 5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> UFC/g	Siembras en placa	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Siembra en extensión	Ausencia	Ausencia
* NTE INEN 093:2013			

OBSERVACIONES:  
FECHA DE ANÁLISIS: 02 de mayo de 2014  
FECHA DE ENTREGA: 11 de junio de 2014  
RESPONSABLES:  
Dra. Gina Álvarez R. Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.  
\*Las muestras son receptadas en laboratorio.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
			Lámina	Escala	Fecha
a) Análisis Físicos Y Microbiológicos De La Crema	<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Para Información <input type="radio"/> Por Aprobar <input type="radio"/> Por calificar <input type="radio"/> Aprobado		8	x: y:	11/06/2014

ANEXO IX

a) NTE INEN 093:2013 ( NORMA UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN)

3305.10.00.00	- Shampúes.	
3305.20.00.00	-Preparaciones para ondulación o desrizado permanente.	
3305.30.00.00	- Láacas para el cabello.	
3305.90.00.00	- Las demás.	
3306	Preparaciones para higiene bucal o dental, incluidos los polvos y cremas para la adherencia de las dentaduras; hilo utilizado para la limpieza de los espacios interdetales (hilo dental); individuales para la venta al por menor.	Excepto: los polvos y cremas para la adherencia de las dentaduras e hilo utilizado para la limpieza de los espacios interdetales (hilo dental).
3306.10.00.00	- Dentríficos.	
3306.90.00.00	-Los demás.	
3307	Preparaciones para afeitlar o para antes o después del afeitado, desodorantes corporales, preparaciones para el baño, depilatorios y demás preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética, no expresadas ni comprendidas en otra parte; preparaciones desodorantes de locales, incluso sin perfumar, aunque tengan propiedades desinfectantes.	Excepto: preparaciones desodorantes de locales, incluso sin perfumar, aunque tengan propiedades desinfectantes.
3307.10.00.00	- Preparaciones para afeitlar o para antes o después del afeitado.	
3307.20.00.00	-Desodorantes corporales y antitranspirantes.	
3307.30.00.00	- Sales perfumadas y demás preparaciones para el baño.	
3307909000	-Los demás	Solo: paños y toallas húmedas.

2.2.1 Este Reglamento Técnico no cubre las excepciones indicadas en esta clasificación de partidas arancelarias.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, se adoptan y aplican las definiciones contempladas en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN-ISO 22715, NTE INEN-ISO 22716 y en los documentos normativos internacionales ISO que se citan en este Reglamento; y, además las siguientes:

3.1.1 **Producto cosmético.** Toda sustancia o formulación de aplicación local a ser usada en las diversas partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos o en los dientes y las mucosas bucales, con el fin de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto y protegerlos o mantenerlos en buen estado y prevenir o corregir los olores corporales.

3.1.2 **Sustancia.** Un elemento químico y sus compuestos naturales o los obtenidos mediante algún proceso industrial, incluidos los aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente se produzcan en el proceso, con exclusión de todos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición;

3.1.3 **Mezcla.** Producto obtenido mediante la agregación o incorporación de dos o más sustancias;

3.1.4 **Etiquetado (Rotulado).** Cualquier material escrito, impreso o gráfico que contiene el rótulo o etiqueta;

2013-051 Página 5 de 11

<b>NOTAS</b>			<b>MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS</b>		
	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	Lámina	Escala	Fecha
A) Norma Técnica Utilizada En La Investigación	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE  MIGUEL SÁNCHEZ	9	x: y:	11/06/2014



**ANEXO X**

**a) MEDICIÓN DEL PH    b) MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD    c) MEDICIÓN DE LA DENSIDAD**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE  MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
			Lámina	Escala	Fecha
a) MEDICIÓN DEL PH b) MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD c) MEDICIÓN DE LA DENSIDAD	o Certificado                      o Para Información o Por Aprobar                    o Por calificar o Aprobado		10	x: y:	11/06/2014

**ANEXO XI**  
**PREPARACIÓN DE LA CREMA BASE**

a) Pesar la parafina



b) diluir



c) agregar la crema base



NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
				Lámina	Escala	Fecha
a) Pesar la parafina		o Certificado      o Para Información o Por Aprobar      o Por calificar o Aprobado	11	x: y:	11/06/2014	
b) Diluir						
c) Agregamos la crema base						

**ANEXO XII**

**PREPARACIÓN DE LA CREMA**

a) calentar hasta su dilución



b) Añadir glicerina al mezclador



c) Añadir la solución al mezclador



NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
				Lámina	Escala	Fecha
a) Calentar Hasta Su Dilución		<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Para Información <input type="radio"/> Por Aprobar <input type="radio"/> Por calificar <input type="radio"/> Aprobado	12	x: y:	11/06/2014	
b) Añadir Glicerina Al Mezclador						
c) Añadir La Solución Al Mezclador						

**ANEXO XIII**  
**PREPARACIÓN DE LA CREMA**

a) Agitar la fase oleosa y acuosa



b) Mezclar a 45 rpm



c) Añadir emulsificante



NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
				Lámina	Escala	Fecha
a) Agitar la fase oleosa y acuosa		<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Aprobado	13	x: y:	11/06/2014	
b) Mezclar a 45 rpm						
c) Añadir emulsificante						



**ANEXO XIV**

**PREPARACIÓN DE LA CREMA**

a) Añadir el emulsificante



b) Apagar el equipo



c) Envasar



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
a) Equipo Instalado	o Certificado                      o Para Información o Por Aprobar                      o Por calificar o Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	Lámina	Escala	Fecha
			14	x: y:	11/06/2014

**ANEXO XV**

**a) PRODUCTO TERMINADO**



NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: DANIEL VALVERDE MIGUEL SÁNCHEZ	MEZCLADOR PARA OBTENER CREMAS		
a) Producto Terminado				Lámina	Escala	Fecha
		o Certificado o Por Aprobar o Aprobado	o Para Información o Por calificar	15	x: y:	11/06/2014