



**IPET 132 PARAVACHASCA**  
**TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD**  
**CURSO: 5º “B” – CO INDUSTRIA DE PROCESOS**  
**ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I**  
**PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO**  
**TEMA: Agitación y Mezclado.                    Secuencia Didáctica N°3**

FUNDAMENTACIÓN	Fundamentación: Los cálculos de diseño de agitadores industriales y movimiento de fluidos dentro de los agitadores es una herramienta importante para el técnico en industria de procesos, ya que son la base para el diseño, desarrollo, análisis y optimización de líneas de procesos industriales, alimentación y diseño de equipos de agitación industriales etc.
TEMA	Agitación y Mezclado.
APRENDIZAJES Y CONTENIDOS	Distintos tipos de agitadores industriales, selección optima del tipo de agitador a utilizar para lograr un correcto mezclado de las materias primas agregadas. Calculo básico de diseño de agitadores y potencia requerida.
OBJETIVOS	Observar e identificar las variables de la operación unitaria de agitación para predecir el escalamiento requerido de equipo y la aplicación de los distintos tipos de agitadores para seleccionarlos de acuerdo al producto a obtener.
ACTIVIDADES	Actividad N° 1 Explicación de conceptos y fundamentos teóricos correspondientes a cada tema. Análisis y comprensión grupal de los fundamentos teóricos, con ejemplos prácticos. Resolución de ejercicios y problemas en clase en forma individual o grupal, puesta en común de las metodologías utilizadas. Actividad N° 2: Formar grupos de trabajos de 3 o 4 alumnos y realizar en sala de producción elaboración de pintura blanca. Realizar un informe sobre lo trabajado. Formar grupos de trabajos de 3 o 4 alumnos y realizar en sala de producción elaboración de alfajores. Realizar un informe sobre lo trabajado.
Periodo y espacios	Septiembre/Octubre Espacios (aula, sala de producción, Pc. etc.)
EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tu correcta participación en los grupos de consulta.</li> <li>● Comunicarte con tu docente para aclarar dudas.</li> <li>● Prolijidad en la entrega de las actividades, pasar las actividades a la carpeta, colocar nombre y apellido en cada hoja.</li> <li>● Resolución de las actividades de acuerdo a lo solicitado.</li> <li>● Creatividad y originalidad en el diseño de la nube de palabras.</li> <li>● Presentación de las actividades en las fechas acordadas.</li> </ul>
CIERRE	Lograr que el estudiante logre seleccionar el agitador adecuado para el producto que desee elaborar.
BIBLIOGRAFÍA	Perry, Manual del ingeniero químico. Revista científica. Diarios Enciclopedias. Apuntes y actividades diseñadas por el profesor.



**IPET 132 PARAVACHASCA**  
**TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD**  
**CURSO: 5º “B” – CO INDUSTRIA DE PROCESOS**  
**ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I**  
**PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO**  
**TEMA: Agitación y Mezclado.                    Secuencia Didáctica N°3**

	Cualquier otro material que se adecue al contenido de la asignatura.  De consulta para docentes, alumnos; cuadernillos de trabajo.
--	--

### ¿Qué es un agitador industrial?

Los agitadores industriales son máquinas o dispositivos mecánicos con un sistema rotativo (que puede ser de flujo axial y radial) que genera este fluido específico para mezclar, agitar y homogenizar dos o más productos que pueden ser líquidos o sólidos, con el objeto de obtener de ellos ciertas propiedades.

Estas máquinas industriales están compuestas por distintos elementos dependiendo del proceso que cumplan, teniendo en cuenta factores como el ambiente de trabajo, el contenedor, el producto a mezclar, entre otros.



### ¿En qué industrias o rubros se utilizan los agitadores industriales?

Debido a que los agitadores industriales son necesarios para cualquier proceso que implique mezclar o acoplar uniformemente varios materiales, son utilizados prácticamente en todas las industrias.



**IPET 132 PARAVACHASCA**  
**TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD**  
**CURSO: 5º “B” – CO INDUSTRIA DE PROCESOS**  
**ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I**  
**PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO**  
**TEMA: Agitación y Mezclado.                      Secuencia Didáctica Nº3**

Desde las industrias para el tratamiento de aguas, industrias para tintas y pinturas, industria alimenticia, de automoción, minería, petroquímica, de papel y farmacéutica.

También todo lo que tiene que ver con productos químicos, donde podemos pensar en una empresa farmacéutica hasta una de cosméticos, productos de higiene y de limpieza.

**¿Cómo están compuestos los agitadores industriales?**

Aunque existen características específicas dependiendo del modelo y función de los agitadores, todos ellos están compuestos por un motor, un eje de transmisión, una caja reductora de engranajes y un elemento propulsor con el diseño específico para que permita mezclar los productos según sus características y naturaleza.

Esto dependen del diseño de sus rotores, que pueden ser de flujo axial o flujo radial, aunque también, dependiendo de las necesidades, existen rotores mixtos para dispersión y emulsión.

### **EQUIPOS DE AGITACIÓN:**

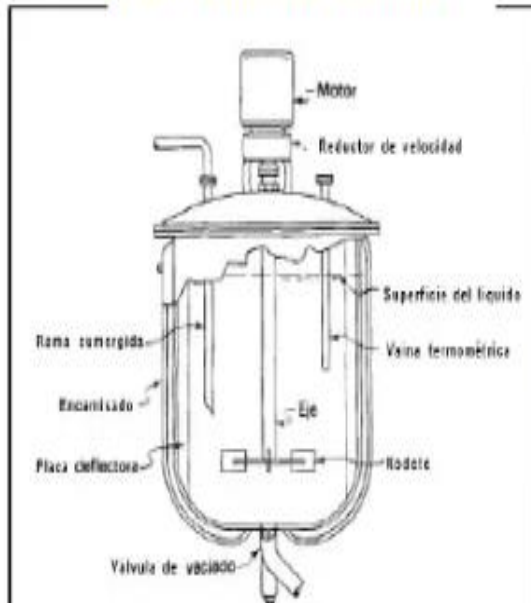
Los líquidos se agitan con más frecuencia en tanques o recipientes, generalmente de forma cilíndrica y provisto de un eje vertical. La parte superior del recipiente puede estar abierta al aire o cerrada. Las proporciones del tanque varían bastante dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. Sin embargo, en muchas situaciones se utiliza un diseño estandarizado como se muestra en la Figura 1. El fondo del tanque es redondeado y no plano, con el fin de eliminar los rincones escarpados o regiones en las que no penetrarían las corrientes de fluido. La altura del líquido es aproximadamente igual al diámetro del tanque. El rodete va instalado sobre un eje suspendido, es decir, un eje soportado en la parte superior. El eje está accionado por un motor, a veces directamente conectado al eje, pero más frecuentemente acoplado al eje a través de una caja reductora de velocidad.





IPET 132 PARAVACHASCA  
TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD  
CURSO: 5º "B" – CO INDUSTRIA DE PROCESOS  
ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I  
PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO  
TEMA: Agitación y Mezclado.      Secuencia Didáctica N°3

modo estandarizado como se muestra en la figura 1.

FIGURA 1 EQUIPO DE AGITACIÓN



<b>FLUJO AXIAL</b>	<b>FLUJO RADIAL</b>
<p>Los que generan corrientes paralelas al eje del impulsor se denominan impulsores de flujo axial.</p> 	<p>Los que generan corrientes en dirección radial tangencial se denominan impulsores de flujo radial.</p> 



IPET 132 PARAVACHASCA  
TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD  
CURSO: 5º "B" – CO INDUSTRIA DE PROCESOS  
ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I  
PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO  
TEMA: Agitación y Mezclado.      Secuencia Didáctica N°3

### TIPOS DE AGITADORES O RODETES:

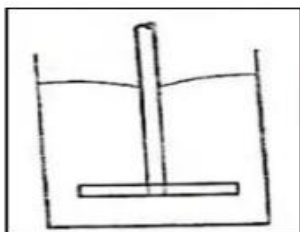
- **HELICE:** Los agitadores de hélice son agitadores de flujo axial, por lo general operan a altas velocidades y se emplean en líquidos poco viscosos. Las hélices más pequeñas, giran a una máxima velocidad rotacional, en el rotor de 1150 ó 1750 rpm; Las grandes giran de 400 a 800 rpm. los agitadores de hélice son eficaces para tanques de gran tamaño y de gran altura, pueden disponerse dos o más hélices sobre el mismo eje, moviendo el líquido generalmente en la misma dirección. (Bujaico, 2013)



FIGURA 2: IMPULSOR TIPO HELICE

### PALETAS:

Los agitadores de pala sencillos producen una acción de mezcla suave, que con frecuencia es conveniente para el trabajo con materiales cristalinos frágiles. Son útiles para operaciones de simple mezcla, por ejemplo, la mezcla de líquidos miscibles.



PALETAS

INCLINADAS

### TURBINAS:

Los agitadores de turbina son eficaces en intervalos de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. Las corrientes principales son radiales y tangenciales.



**IPET 132 PARAVACHASCA**  
**TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD**  
**CURSO: 5º "B" – CO INDUSTRIA DE PROCESOS**  
**ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I**  
**PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO**  
**TEMA: Agitación y Mezclado.                      Secuencia Didáctica N°3**

Las componentes tangenciales dan lugar a vórtices y torbellinos, que deben evitarse por medio de placas deflectoras o un anillo difusor, con el fin de que el rodete sea más eficaz.



### **NÚMERO ADIMENSIONALES EN MEZCLA**

Las correlaciones empíricas para estimar la potencia necesaria que hace girar un impulsor a una determinada velocidad, con respecto a otras variables del sistema son:

Dimensiones del tanque y el impulsor

Distancia del impulsor al fondo del tanque

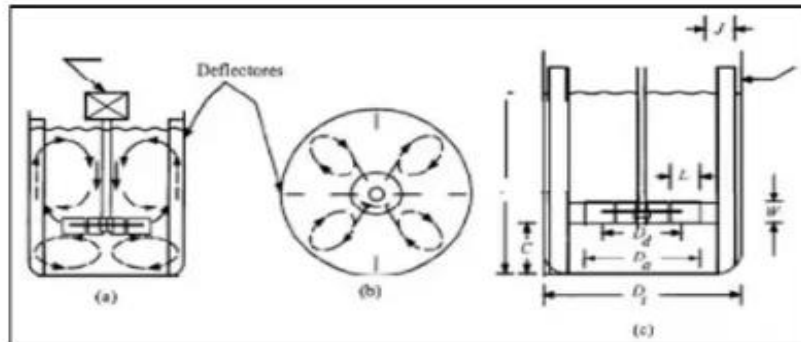
Profundidad del líquido

Dimensiones de los deflectores

Viscosidad, densidad y velocidad del fluido



IPET 132 PARAVACHASCA  
TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD  
CURSO: 5º "B" – CO INDUSTRIA DE PROCESOS  
ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I  
PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO  
TEMA: Agitación y Mezclado. Secuencia Didáctica N°3



Tanque con deflectores con un agitador de turbina de seis aspas con disco, que muestra patrones de flujo: a) vista lateral, b) vista superior, c) dimensiones de la turbina y el tanque.

#### POTENCIA CONSUMIDA EN LOS RECIPIENTES DE AGITACIÓN:

Un factor trascendental en el diseño de un recipiente de agitación es la potencia necesaria para mover el impulsor. Puesto que la potencia requerida para un sistema dado no puede predecirse teóricamente, se tienen correlaciones empíricas para estimar los requerimientos de potencia. La presencia o ausencia de turbulencia puede correlacionarse con el número de Reynolds:

#### NÚMERO DE REYNOLDS:

representa una medida de la magnitud relativa de los esfuerzos inerciales con respecto a los esfuerzos viscosos, es decir, controla los efectos de la viscosidad.

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot D_a^2}{\bar{\mu}}$$

P = Densidad del Fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

$\bar{\mu}$  = Viscosidad del fluido (N.s/m<sup>2</sup>)

N = Velocidad de Rotación (rev/s)

D<sub>a</sub> = Diámetro del Impulsor (m)

#### NÚMERO DE POTENCIA:

da una idea de la cantidad total de potencia necesaria para el funcionamiento del agitador.

$$N_p = \frac{P}{\rho \times N^3 \times D_a^5}$$

P = Potencia del Motor (W)

N = Velocidad de Rotación (rev/s)

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

D<sub>a</sub> = Diámetro del Impulsor (m)



IPET 132 PARAVACHASCA  
TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD  
CURSO: 5º “B” – CO INDUSTRIA DE PROCESOS  
ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I  
PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO  
TEMA: Agitación y Mezclado.      Secuencia Didáctica N°3

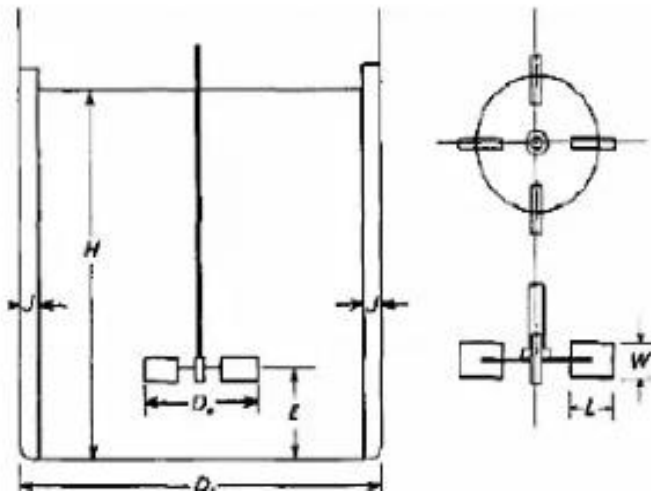
## TRATAMIENTO DE DATOS

### Caracterización de las turbinas:

Para la caracterización de las turbinas se hace uso de:

$$S_1 = \frac{D_a}{D_t} \quad S_2 = \frac{E}{D_t} \quad S_3 = \frac{L}{D_a}$$
$$S_4 = \frac{W}{D_a} \quad S_5 = \frac{J}{D_t} \quad S_6 = \frac{H}{D_t}$$

Los valores de cada parámetro se observan en la siguiente figura:







IPET 132 PARAVACHASCA  
TRABAJO PRÁCTICO DE LA ESPECIALIDAD  
CURSO: 5º “B” – CO INDUSTRIA DE PROCESOS  
ASIGNATURA: OPERACIONES Y CONTROL DE PROCESOS I  
PROFESOR: RONZA, ALEJANDRO  
TEMA: Agitación y Mezclado.      Secuencia Didáctica N°3

**EXPERIMENTOS:**

Turbina	$S_1$ (Da/Dt)	$S_2$ (E/Da)	$S_3$ (L/Da)	$S_4$ (W/Da)	$S_5$ (J/Dt)	$S_6$ (H/Dt)
Palas curvas grande	0.41	1.09	0.39	0.12	0.1	1
Palas curvas mediana	0.31	1.47	0.39	0.13	0.1	1
Palas curvas pequeña	0.26	1.77	0.36	0.14	0.1	1
Hélices marinas grande	0.46	0.99	0.22	0.36	0.1	1
Hélices marinas mediana	0.36	1.28	0.25	0.37	0.1	1
Hélices marinas pequeña	0.26	1.75	0.37	0.37	0.1	1

Cuestionario:

- 1) ¿En qué industrias se utilizan los agitadores?
- 2) ¿Para qué tipo de fluido se utilizan los agitadores tipo turbina?
- 3) ¿Para qué tipo de fluido se utilizan los agitadores tipo paletas?
- 4) ¿Porque es necesario saber la potencia que se necesita para mover el impulsor?
- 5) ¿Que es un flujo radial y un flujo axial?
- 6) ¿Si tuvieses que mezclar leche con azúcar para hacer helado, que agitador seleccionarías?