

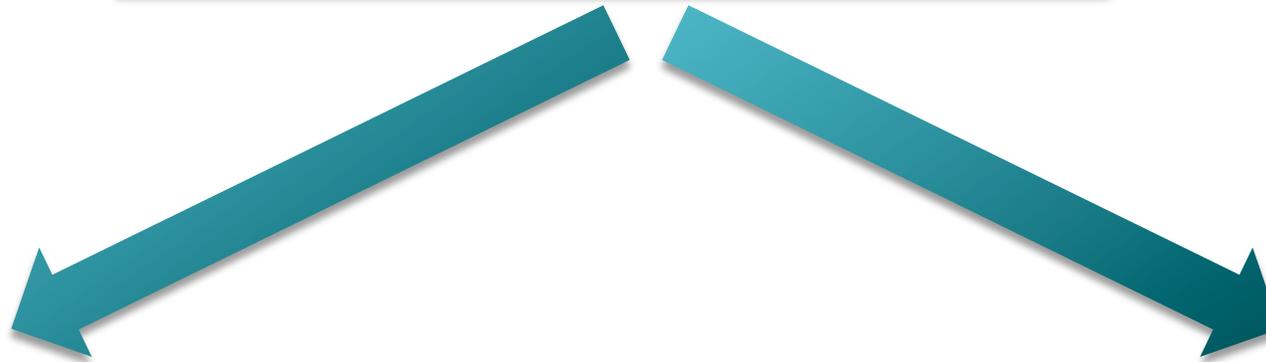
Principios de agitación de fluidos, conceptos aplicados

- Introducción
- Flujo y tipos de móviles
- Caudal-velocidad
- Intensidad de agitación
- Parámetros de selección e instalación

Introducción



METODOS BASE DE SELECCIÓN DE AGITADORES



GRADIENTE:

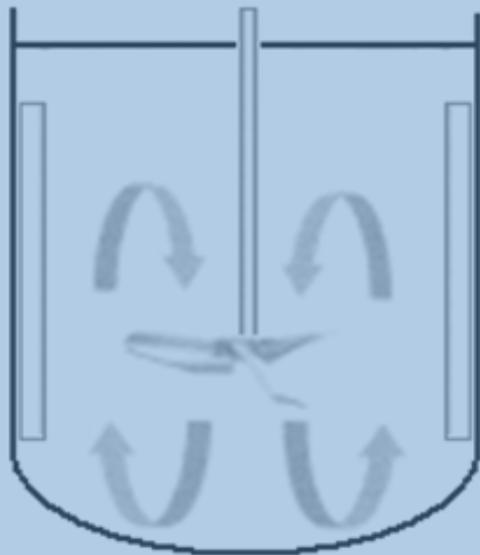
- Basado en potencia y volumen
- Válido para fluidos de alta viscosidad y/o no newtonianos

INTENSIDAD DE AGITACIÓN:

- Basado en caudal y velocidad media
- Válido para fluidos base acuosa

Conceptos aplicados de agitación, Flujo y tipo de móviles

flujo ↔ caudal



Flujo axial (hélices):

- Marina
- Perfil delgado (alta eficiencia)

- Turbina axial 4 palas @ 45 °



Flujo radial (turbinas):

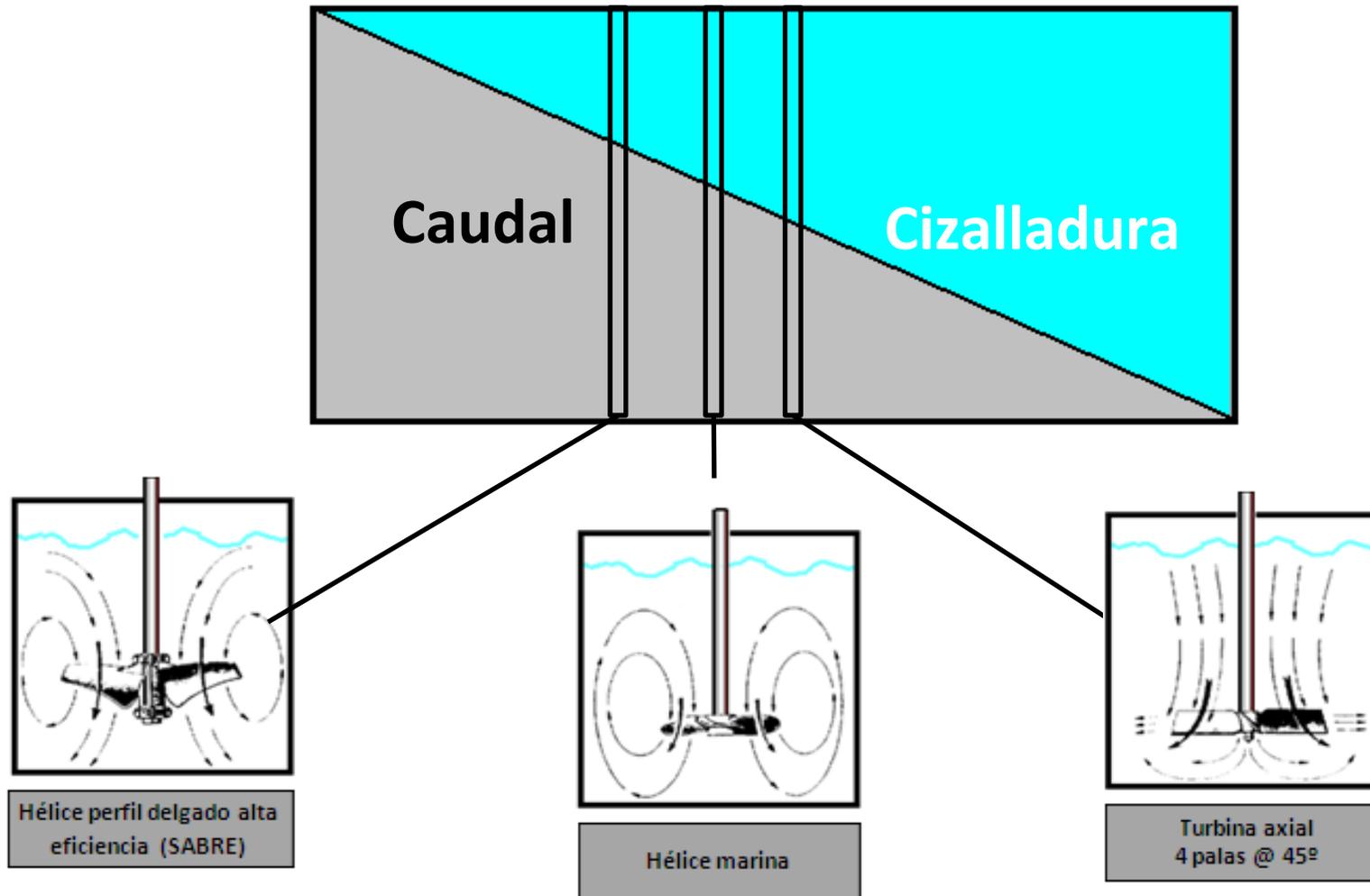
- Palas planas
- Con disco central "Rushton"



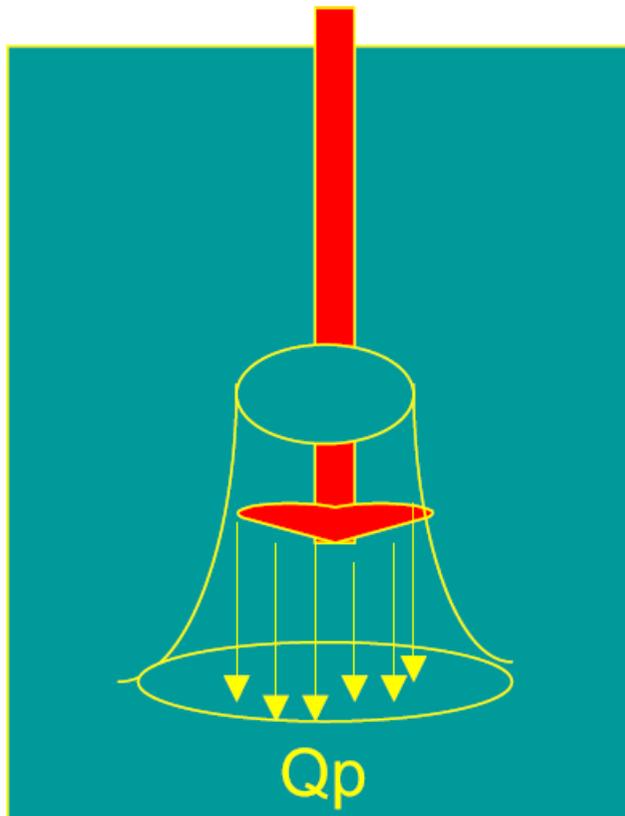
Flujo tangencial:

- Ancora

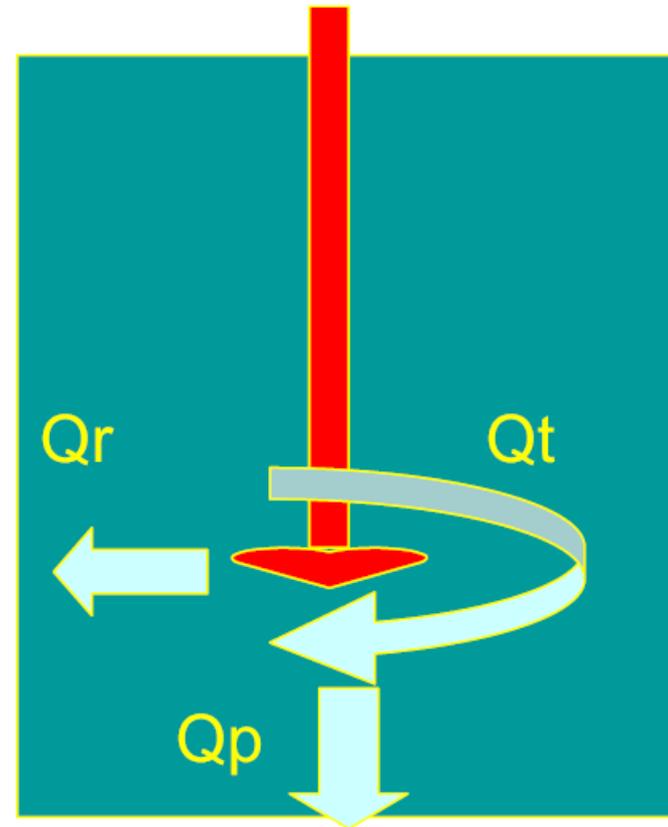
Conceptos aplicados de agitación, Flujo y tipo de móviles



Conceptos aplicados de agitación, Caudal - velocidad



Q_p : Caudal propio o de **bombeo**
(básicamente axial)

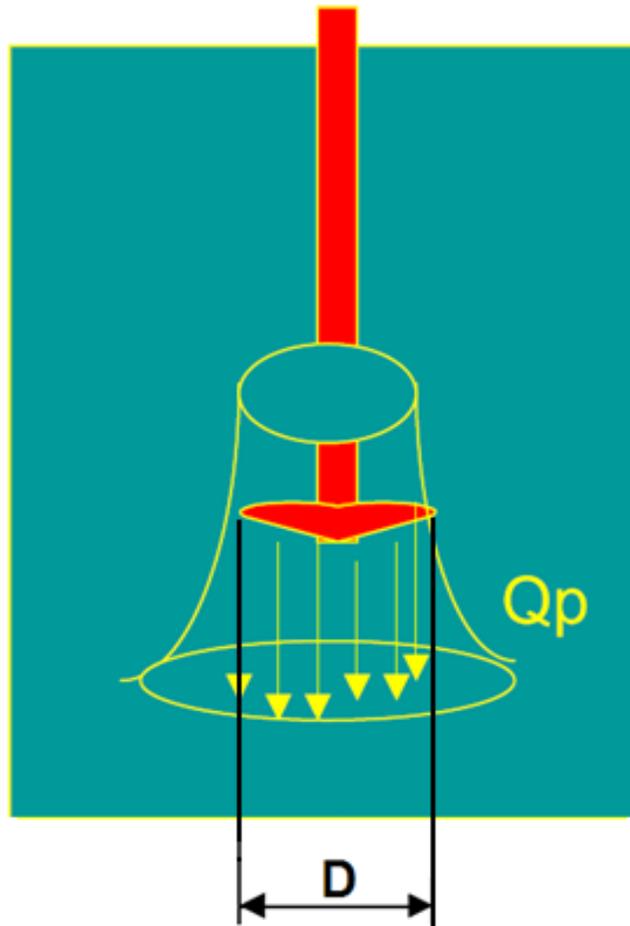


Q_r : Caudal **inducido**

Q_t : Caudal total (o **de circulación**)

Q_t : Caudal total (o de circulación) = Q_p (caudal propio o de bombeo) + Q_r (Caudal inducido)

Conceptos aplicados de agitación, Caudal - velocidad



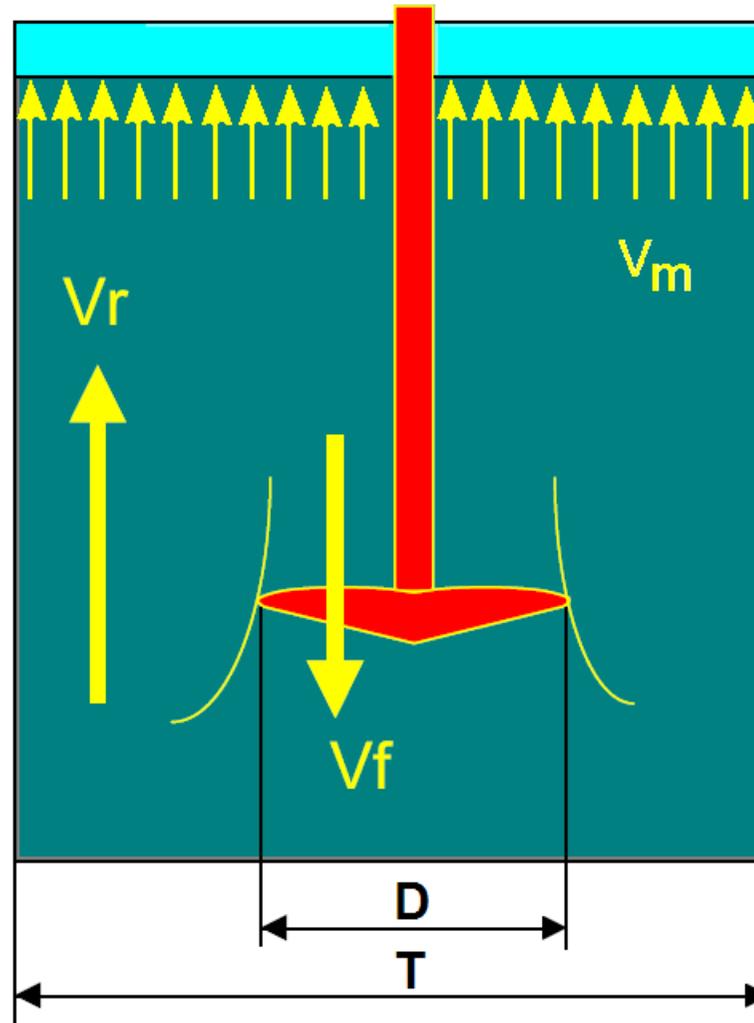
Q_p : Caudal propio o de bombeo

$$Q_p = N_Q \cdot D^3 \cdot n$$

v_f : Velocidad de flujo

$$v_f \text{ (m/s)} = \frac{Q_p \text{ (m}^3\text{/h)}}{\frac{\pi}{4} D^2 \text{ (m}^2\text{)}}$$

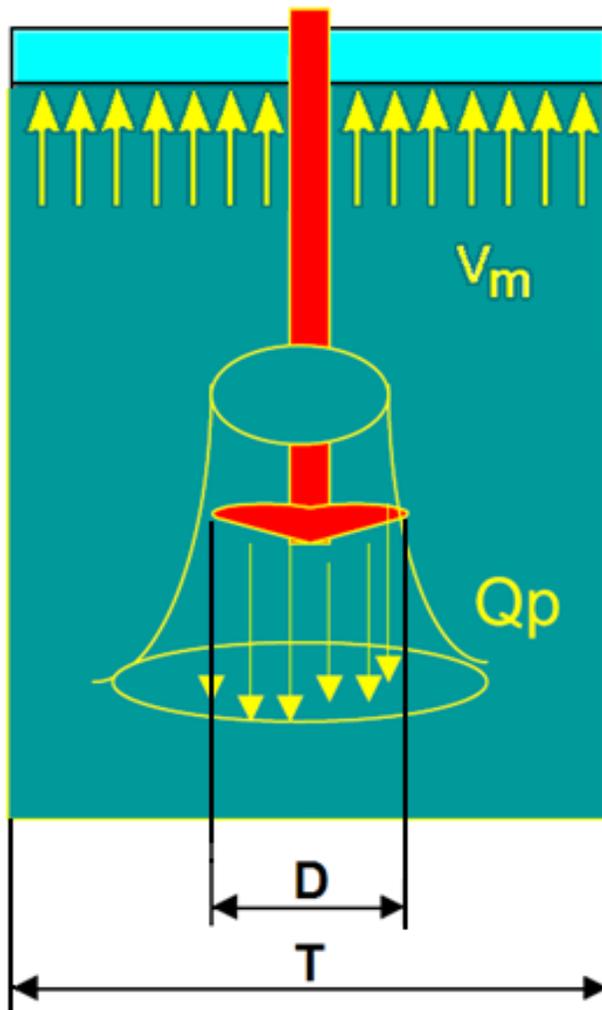
Conceptos aplicados de agitación Caudal - velocidad



V_m :
velocidad
media

V_r : velocidad de
retorno

V_f : velocidad de **flujo**



Conceptos aplicados de agitación, Caudal - velocidad

V_m : velocidad **media**

Q_p : Caudal propio o de **bombeo**

$$V_m \text{ (m/s)} = \frac{Q_p \text{ (m}^3\text{/h)}}{\frac{\pi}{4} T^2 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$Q_p = N_Q \cdot D^3 \cdot n$$

Velocidad media del fluido es:

- **directamente** proporcional al tipo de hélice (N_Q), a la velocidad de giro (n) y, al cubo del diámetro de la hélice (D)
- **inversamente** proporcional al cuadrado del diámetro del depósito (T)

Conceptos aplicados de agitación, Intensidad de agitación

DEFINICION : INTENSIDAD DE AGITACION

Es referida a la **velocidad media** (y por tanto al **caudal propio**) según la siguiente escala:

ESCALA DE LA INTENSIDAD DE AGITACION:

- nivel 1: $V_m = 0,03 \text{ m/s}$
- nivel 10: $V_m = 0,3 \text{ m/s}$

Rango 1 a 3:	intensidad baja (almacenamiento)
Rango 4 a 6:	intensidad media (homogeneización)
Rango 7 a 9:	intensidad fuerte (disolución complicada)
Rango superior a 10:	intensidad violenta (CONSULTAR)

Conceptos aplicados de agitación, Intensidad de agitación

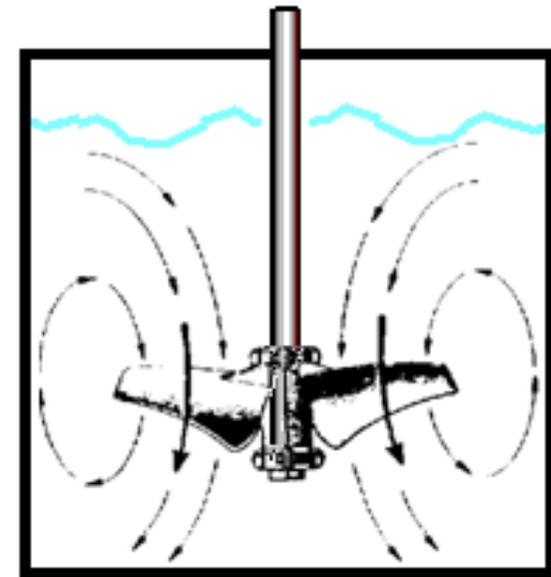
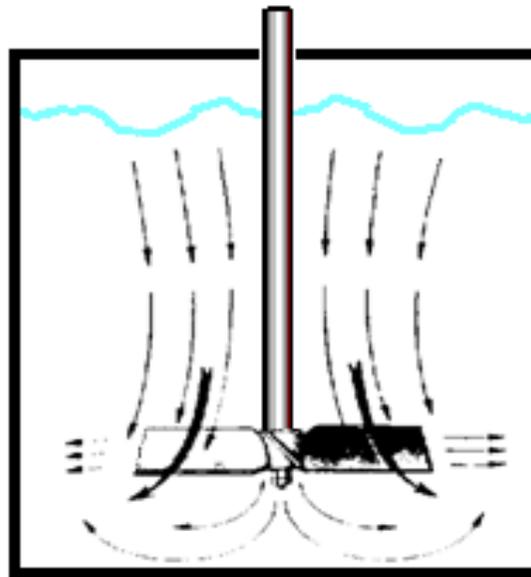
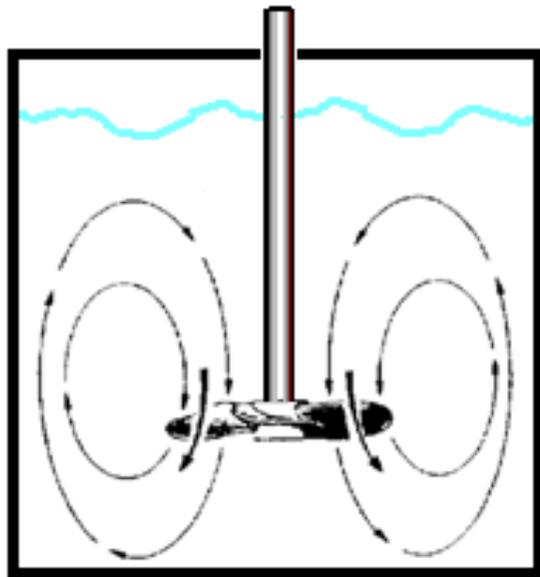
APLICACIÓN	NA	NOTAS
Lechada de Cal. Preparación 10%	4 - 5	
Lechada de Cal. Preparación 20%	5 - 6	
Neutralización	2 - 4	
Homogeneización agentes reactivos	2 - 4	
Mantenimiento de lechadas	4 - 8	
Disolución de reactivos	3 - 4	
Mezcla rápida (Flash Mixing)	3 - 10	s/tiempo retención
Floculación	2 - 4	Móvil específico
Preparación Polielectrolitos	3 - 4	producto en polvo
Desnitrificación	2 - 4	
Decromatización	2 - 4	
Homogeneización de biosólidos	2 - 5	s/concentración
Mantenimiento en suspensión biosólidos	2 - 3	de 0 - 20% m.s
	4 - 5	de 21 - 38 % m.s
Acondicionamiento de biosólidos	5 - 7	s/concentración

Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación

Planteamiento de un problema de agitación

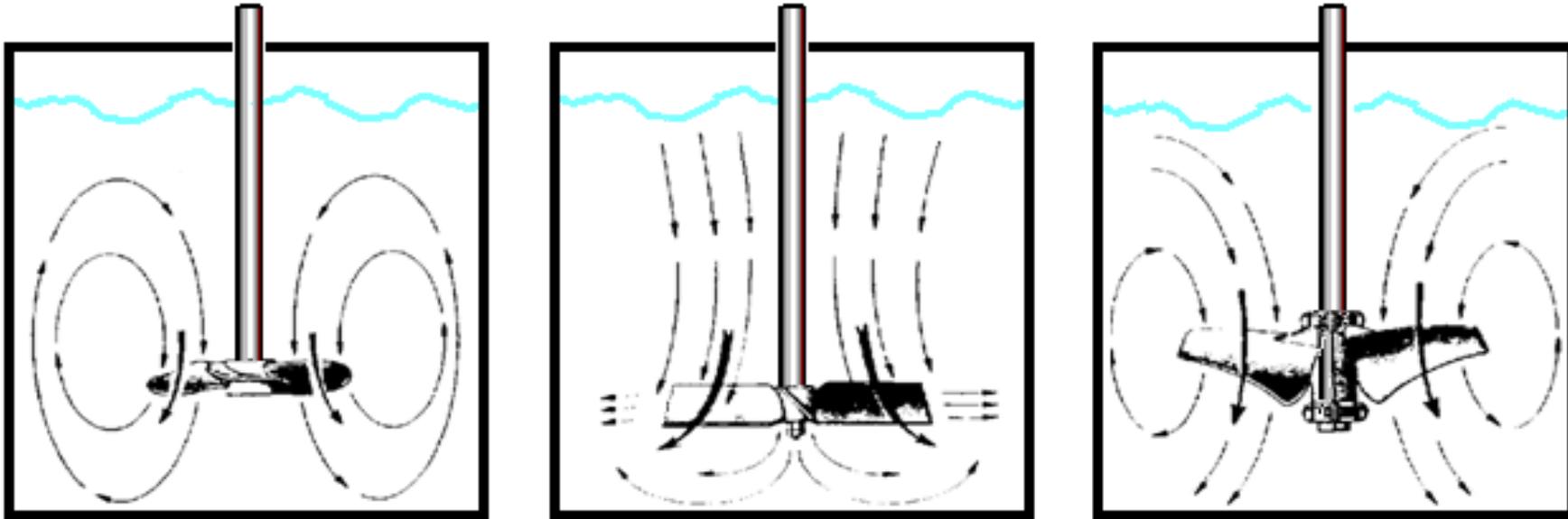
- *Seleccionar el **tipo móvil** en función de los resultados requeridos para la aplicación*
- *Considerar **la geometría** del depósito, **situación** del agitador y **patrón de flujo** requerido*
- ***Deflectores***
- *Seleccionar el **modelo concreto** dentro de la gama disponible.*

Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Elección de móvil (I)



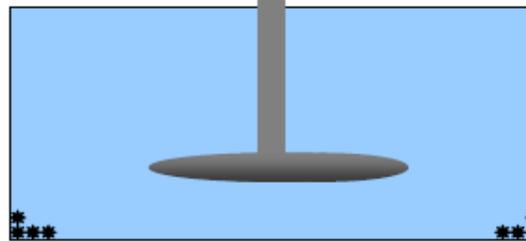
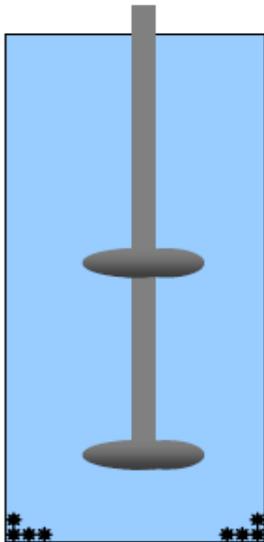
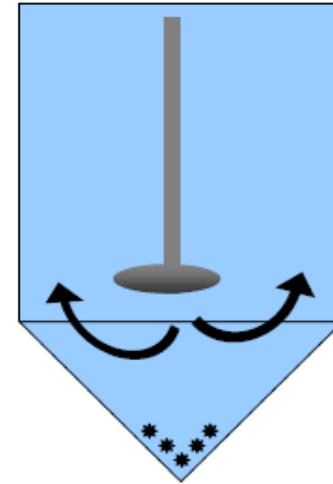
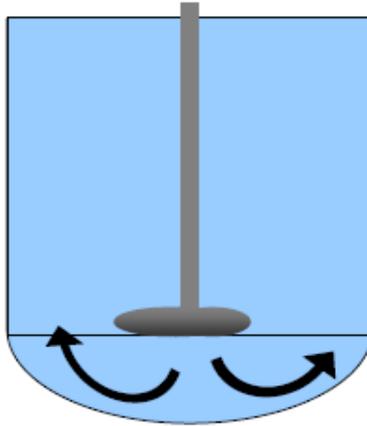
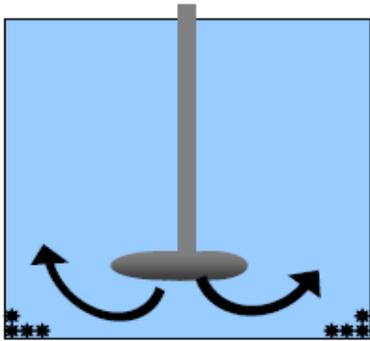
Hélice marina	Turbina axial 4 palas @ 45º	Hélice perfil delgado alta eficiencia (SABRE)
<p>Homogeneización económica en pequeño volumen</p> <p>Móvil clásico de flujo axial, con un porcentaje medio de turbulencia.</p> <p>Funcionamiento a alta velocidad</p>	<p>Homogeneización económica en pequeño y mediano volumen</p> <p>Móvil clásico de flujo predominantemente axial, con cierta componente radial.</p> <p>Mayor porcentaje de turbulencia, puede ser una solución de coste competitivo para problemas sencillos.</p> <p>Funcionamiento a media/baja velocidad</p>	<p>Homogeneización con un consumo energético mínimo</p> <p>Móvil de flujo predominantemente axial, asegura un bombeo de gran eficacia.</p> <p>Funcionamiento a baja velocidad con un porcentaje de turbulencia, de muy bajo a moderado.</p> <p>Solución óptima para una gran cantidad de aplicaciones.</p>

Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Elección de móvil (II)

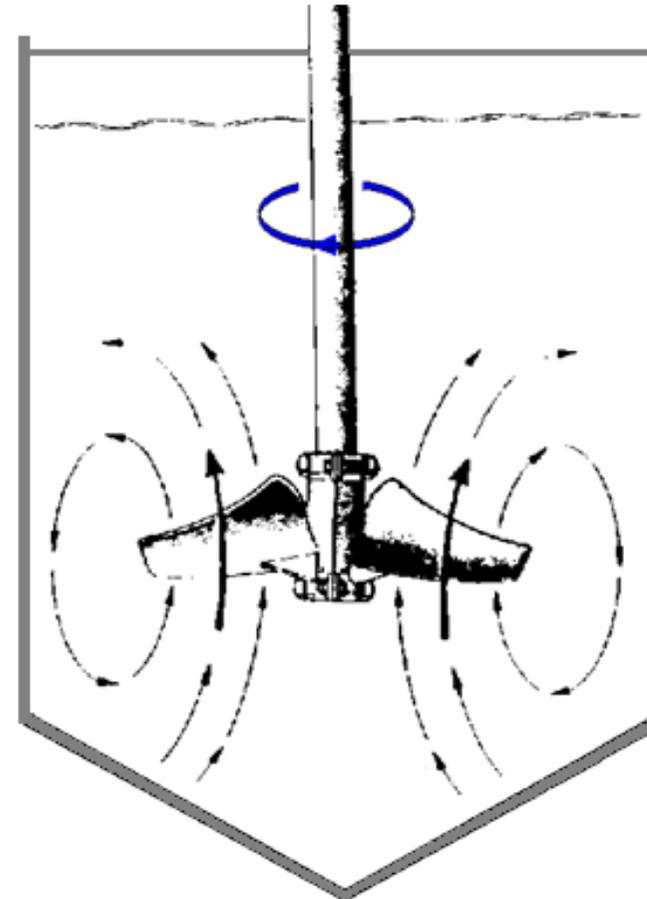
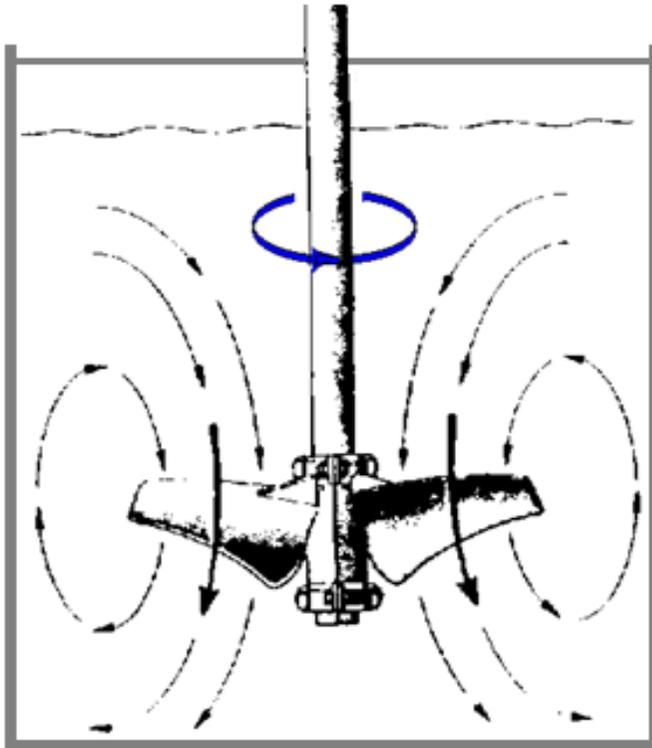


	Hélice marina	Turbina axial 4 palas @ 45°	Hélice perfil delgado alta eficiencia (SABRE)
Diámetro (mm)	1.000		
Velocidad giro (rpm)	125	88	58
Caudal (m³/h)	3.000		
Potencia absorbida (kW)	3,7	3,3	0,9

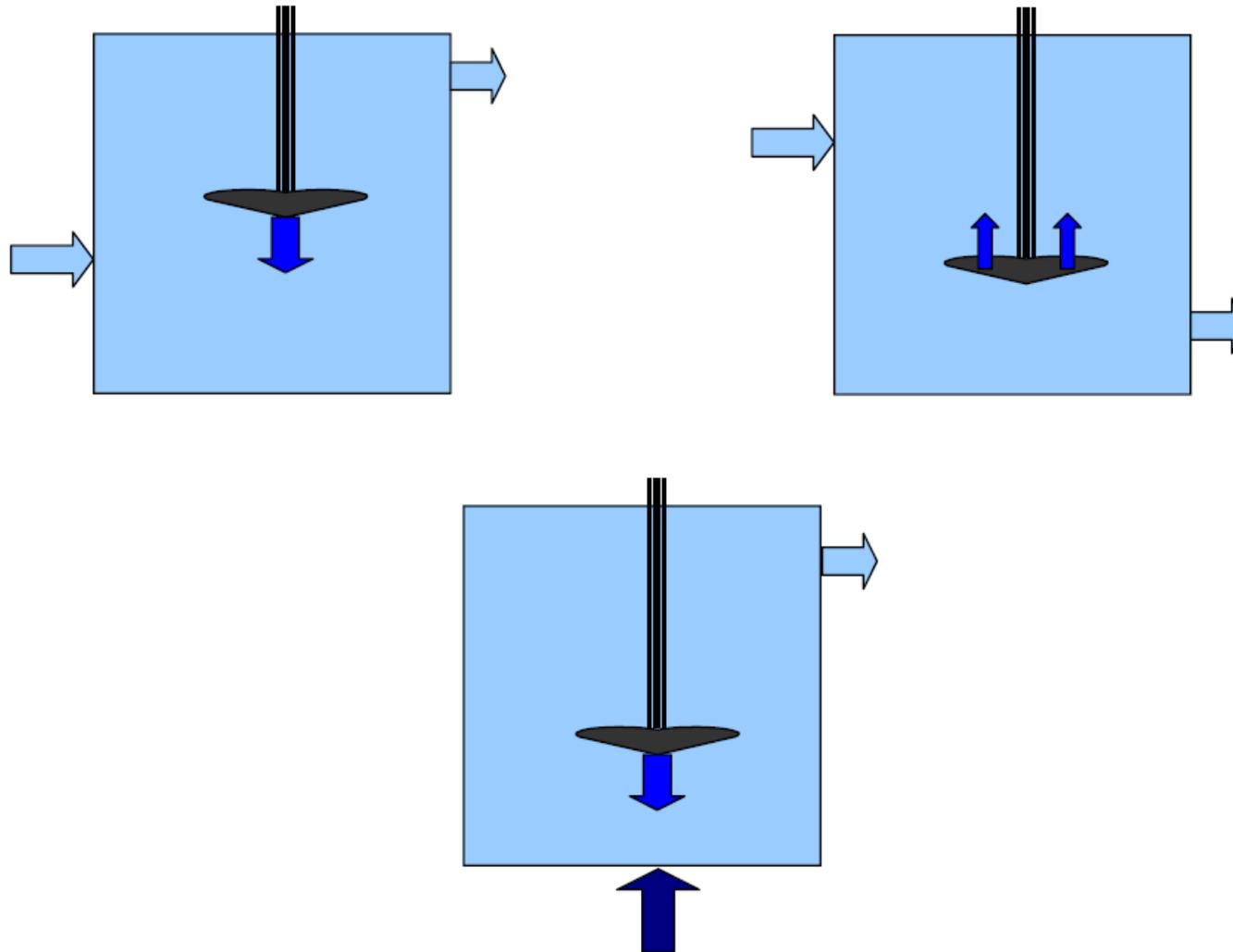
Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Influencia de la geometría del depósito en la agitación



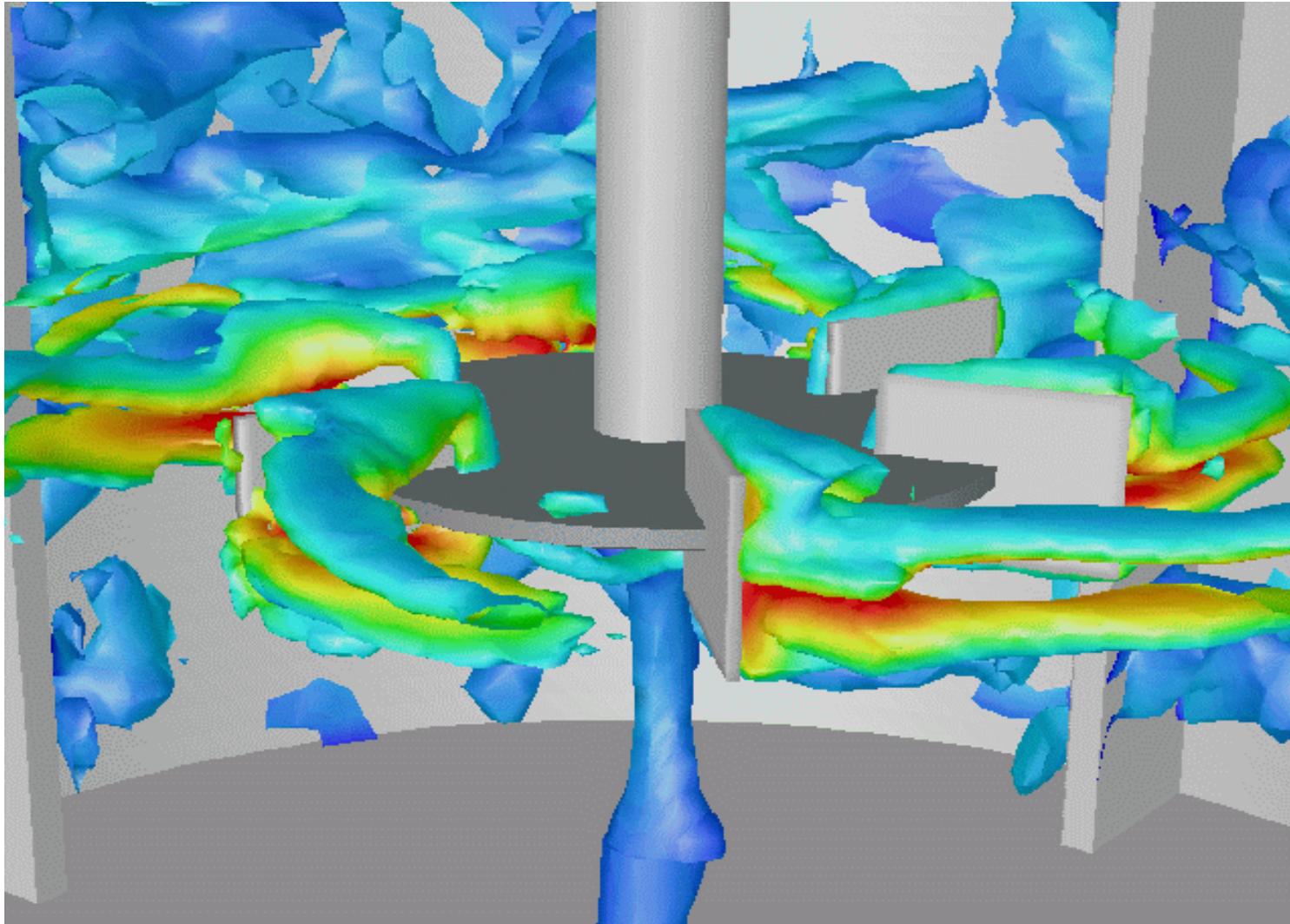
Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Patrón de flujo (I)



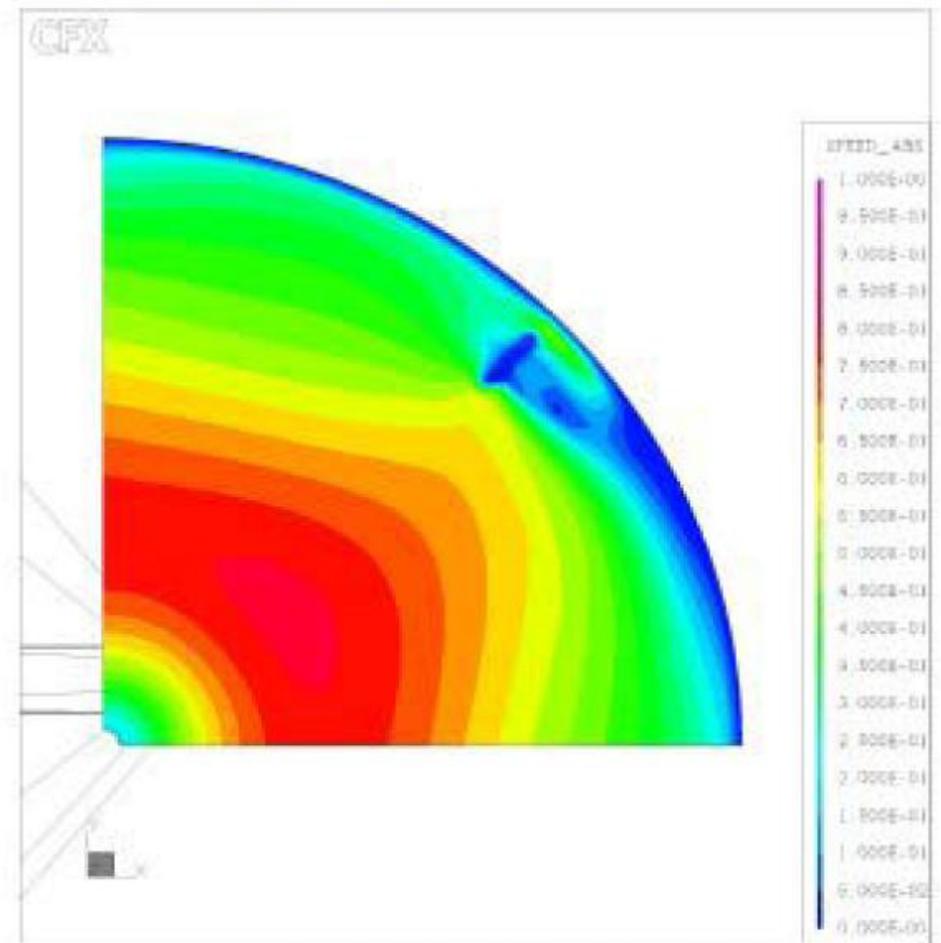
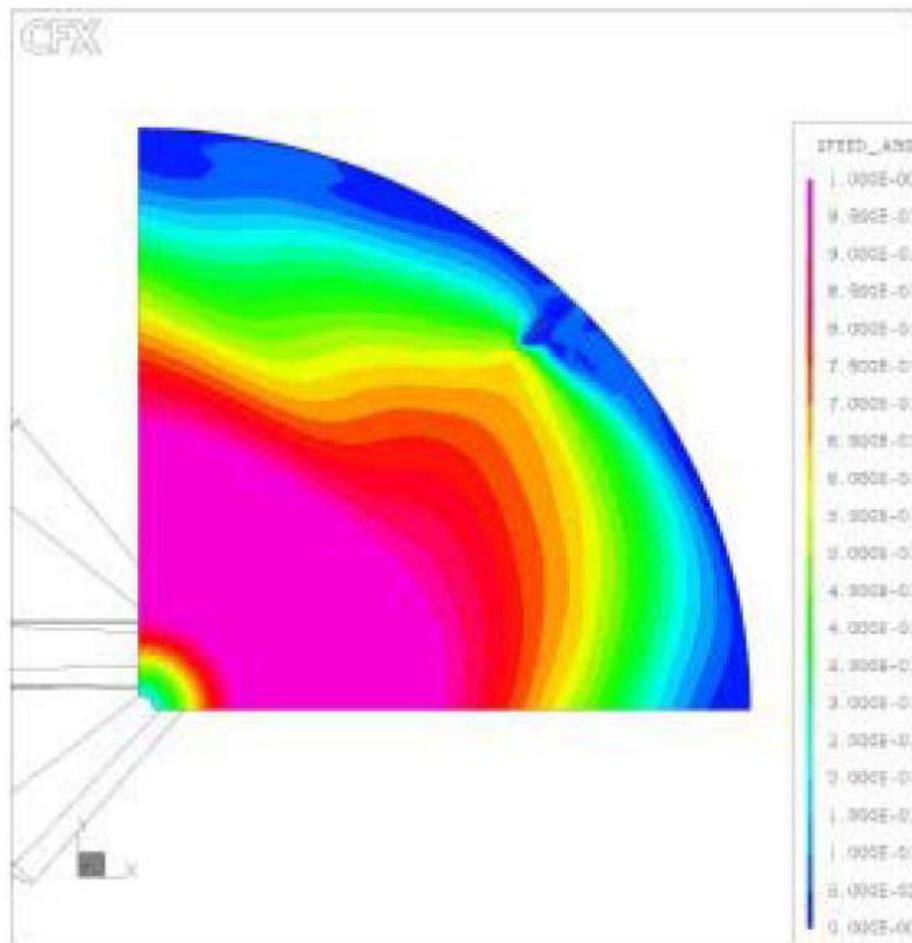
Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Patrón de flujo (II)



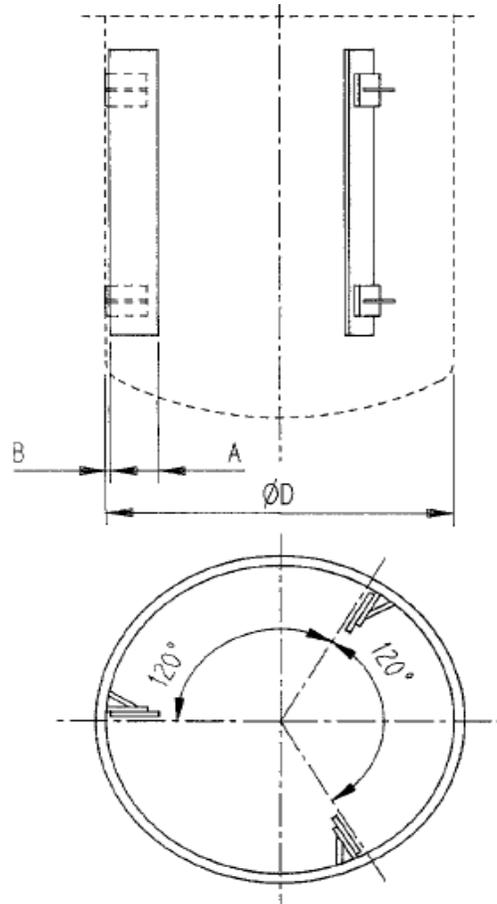
Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Deflectores (anti-VORTICE) (I)



Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Deflectores (anti-VORTICE) (II)



Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Deflectores (anti-VORTICE) (III)



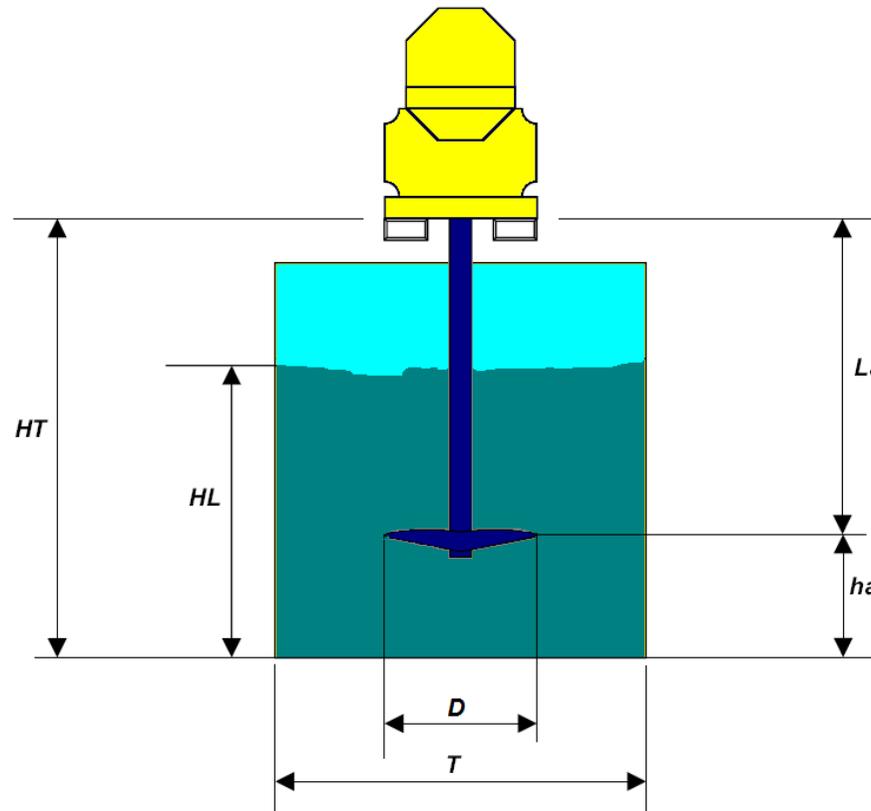
∅D	A	B
100	8	2
200	16	4
300	24	6
400	32	8
500	40	10
600	48	12
800	64	16
1000	80	20
1200	96	24
1600	128	32
2000	160	40
2500	200	50
3000	240	60
4000	320	80
4500	360	90
5000	400	100
6000	480	120
7500	600	150
10000	800	200
12000	960	240

En caso de que el agitador se coloque centrado en un tanque cilíndrico, es necesario instalar en dicho tanque tres deflectores anti-rotación, para :

- **Evitar** que toda la **masa** fluida, como un todo, **gire** alrededor del **eje**.
- Evitar el **vórtice** que pueden **dañar** al **agitador** e introducen **aire** en el producto.
- Conseguir una **agitación correcta**.

Las medidas de los deflectores han de ser aproximadamente como se indica en la tabla. La altura de los deflectores ha de ser aproximadamente el 75% de la altura de la virola del tanque)

Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Selección del modelo de agitador (I)



T: Diámetro (equivalente) del Depósito $T_{eq} = \sqrt{\frac{4 \times A \times B}{\pi}}$

D: Diámetro del móvil

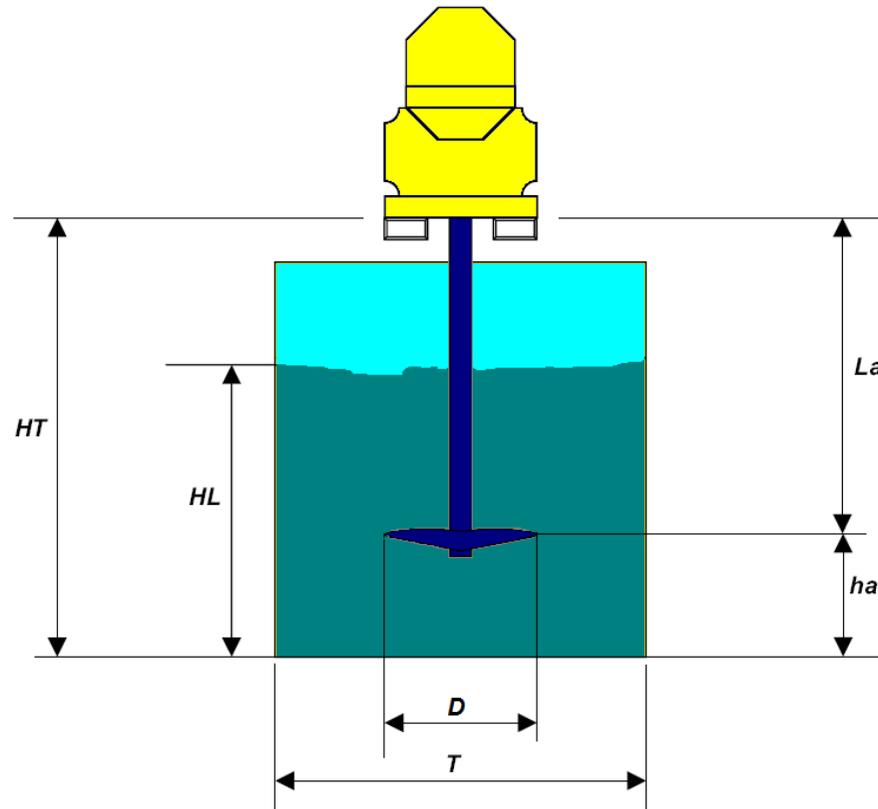
HL: Altura (nivel) de fluido

HT: Altura al apoyo del agitador

La: Longitud de eje (árbol)

ha: Distancia al fondo del borde de ataque de la hélice

Conceptos aplicados de agitación, agitadores verticales Parámetros de selección e instalación Selección del modelo de agitador (II)



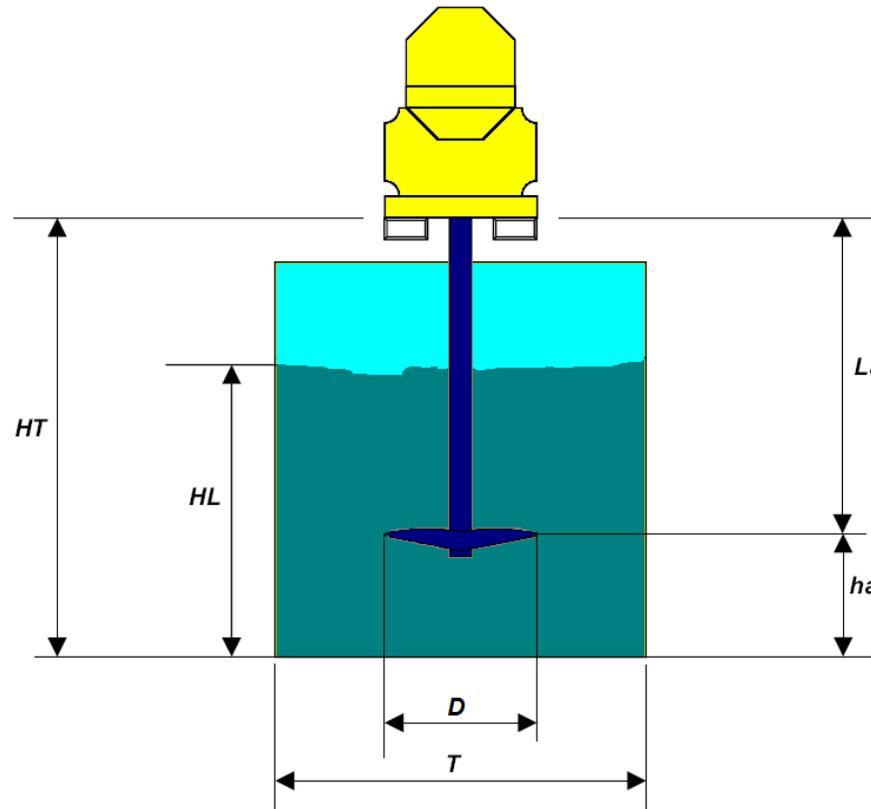
RELACIONES USUALES (para un único móvil) :

$$D/T : 0,3 \text{ a } 0,6$$

$$ha = HL/3, \text{ mínimo } 0,25 D \text{ (flujo aspirante)}$$

$$La = HT - ha$$

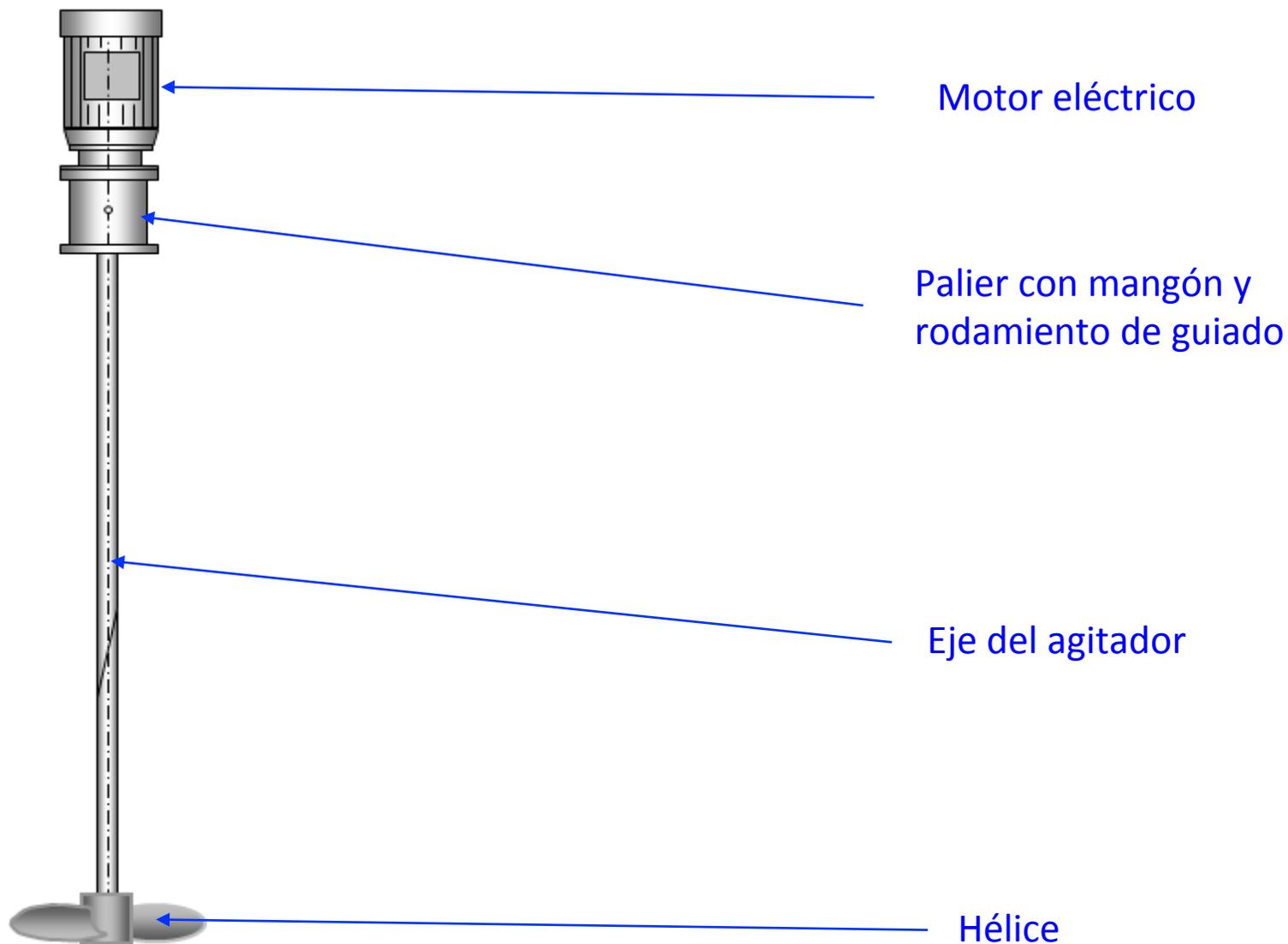
Conceptos aplicados de agitación, agitadores verticales Parámetros de selección e instalación Selección del modelo de agitador (III)



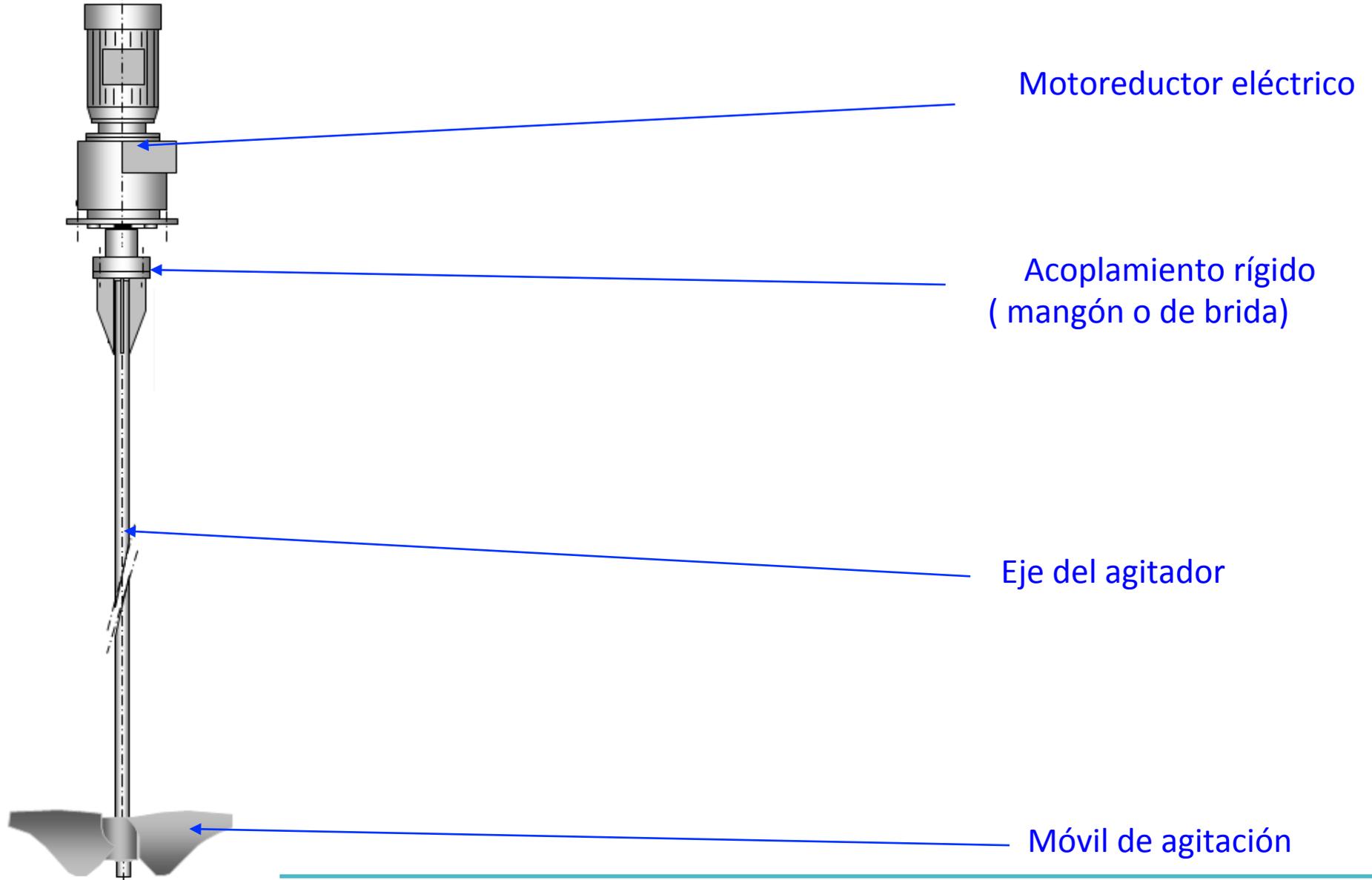
NOTA IMPORTANTE :

Si $HL / T \gg 1,4-1,5$ suele requerir MAS DE UNA HELICE → REALIZAR CONSULTA

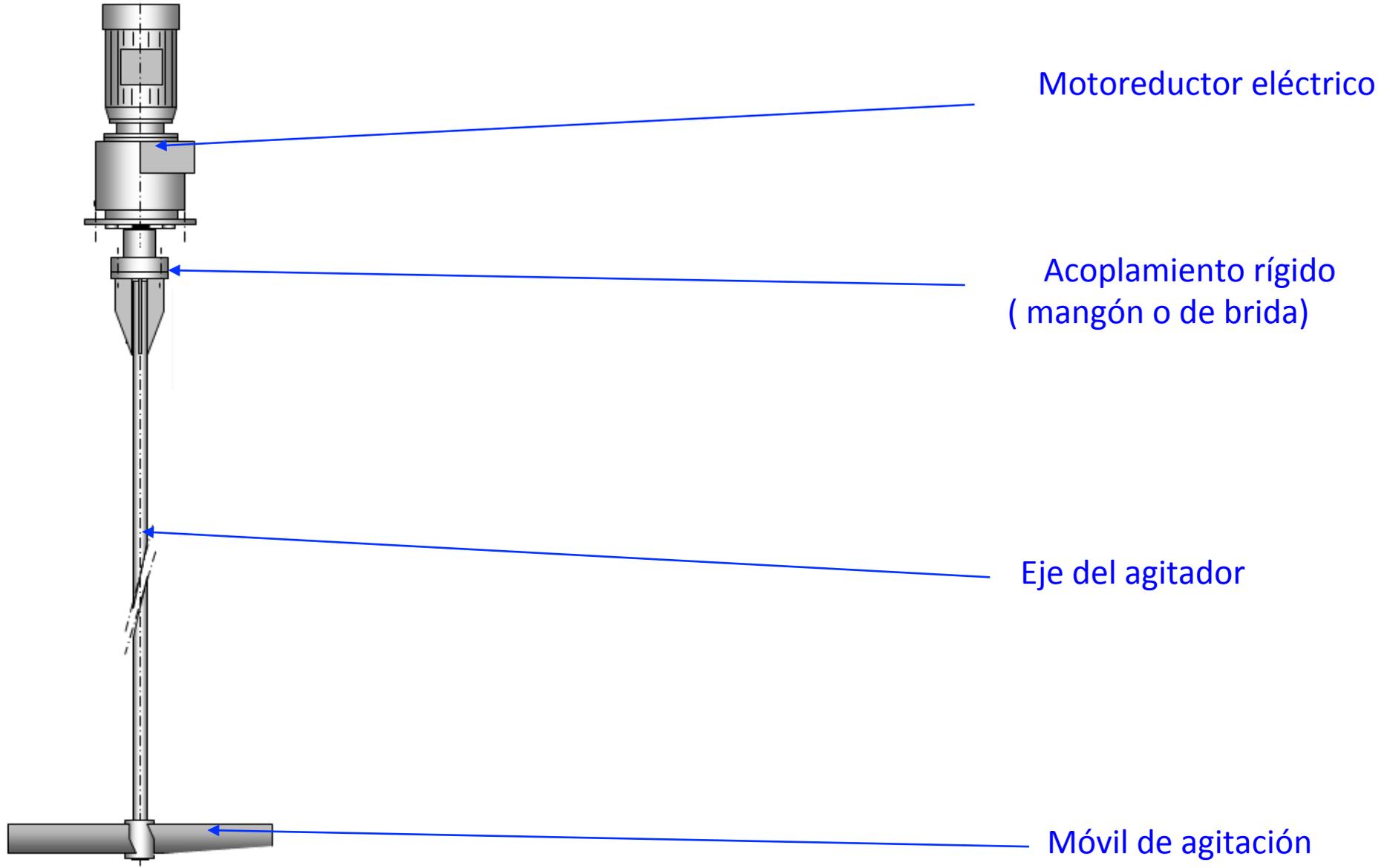
Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Componentes de un agitador vertical



Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Componentes de un agitador vertical



Conceptos aplicados de agitación, Parámetros de selección e instalación Componentes de un agitador vertical



Ejemplos de agitadores para aplicaciones en tratamiento de aguas

