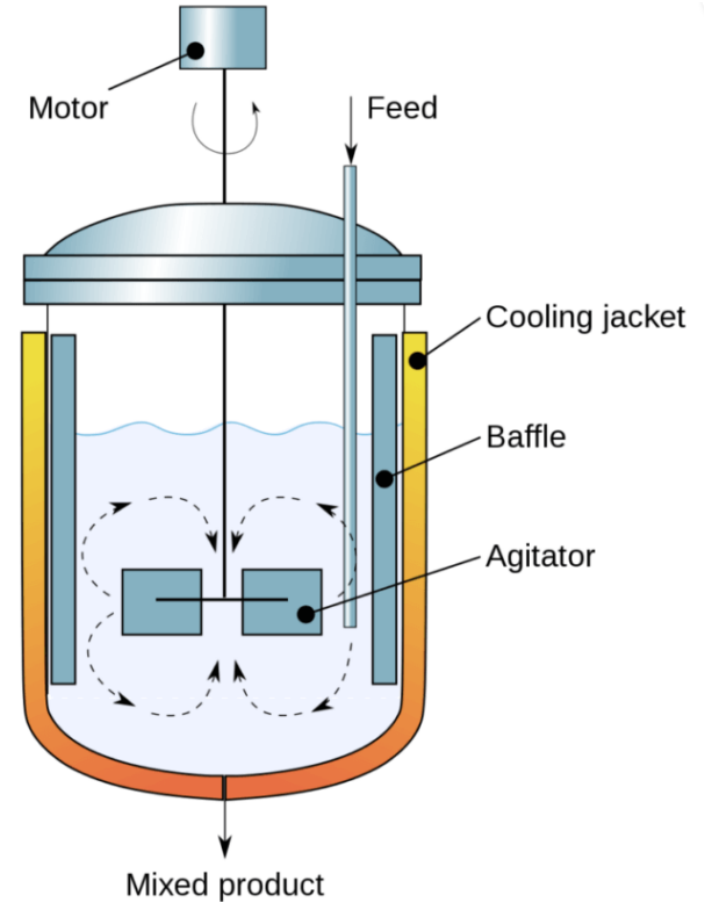


Operaciones Unitarias 1

Tanques agitados

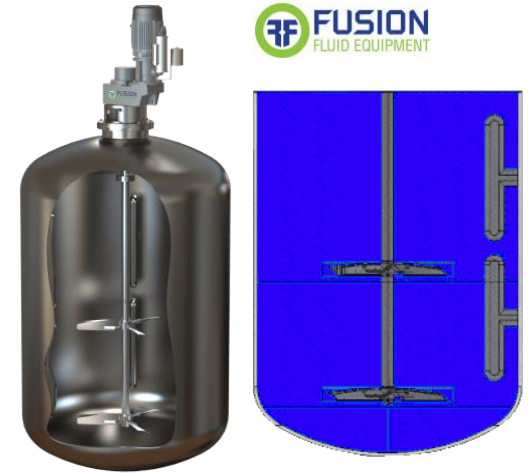
Tanques agitados, propósitos

- Mezcla de dos líquidos miscible o inmiscibles (ejemplo, alcohol etílico y agua).
- Disolución de sólidos en líquidos (ejemplo, formación de una salmuera).
- Dispersar un gas en un líquido como burbujas finas (ejemplo, oxígeno del aire en una suspensión de microorganismos para la fermentación, o para el proceso de lodos activados en el tratamiento de residuos).
- Agitación del fluido para aumentar la transferencia de calor entre el fluido y un serpentín o camisa en la pared del recipiente.
- Suspensión de partículas sólidas finas en un líquido, (ejemplo, hidrogenación catalítica de un líquido donde el catalizador sólido y las burbujas de hidrógeno se dispersan en el líquido).

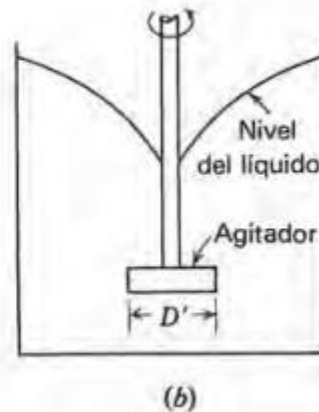
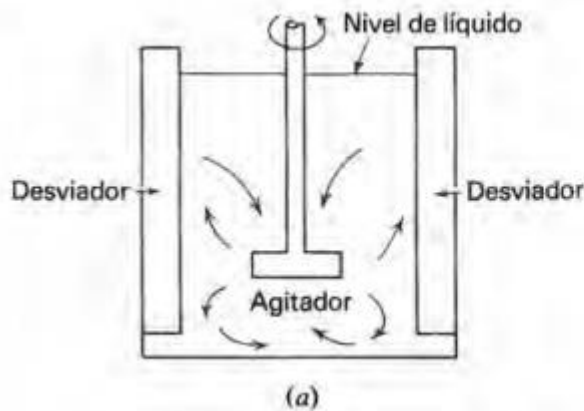


Tanques agitados, mecánica

La mezcla se logra mediante la acción giratoria de un impulsor en el fluido. Esta acción corta el fluido, creando remolinos que se mueven a través del cuerpo del sistema. El movimiento del fluido involucra (a) masa del fluido trasladada a grandes distancias y (b) el movimiento de remolinos a pequeña escala o turbulencia que mueve el fluido a distancias cortas.



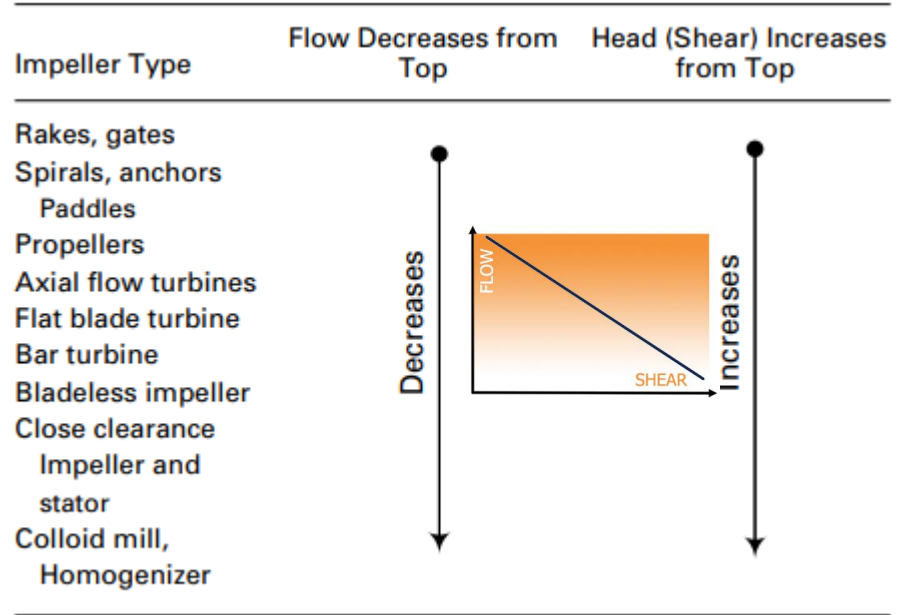
Los deflectores (o *baffles*) mantienen el nivel de fluido uniforme independientemente de la velocidad de reacción del agitador. Sin ellos, a una velocidad suficientemente alta se forma un vórtice, que eleva el nivel del mismo



Tanques agitados, mecánica

La performance de los mezcladores implica operaciones de alto volumen o flujo, o bien, operaciones de alta carga o cizallamiento. Ejemplos de operaciones según orden decreciente de requisitos de alto volumen incluyen: mezcla, transferencia de calor, suspensión de sólidos, disolución de sólidos, dispersión de gases, dispersión líquido-líquido (inmiscible) y dispersión sólida (alta viscosidad).

Ello implica distintos tipos de impulsores.



Tanques agitados, mecánica del impulsor

El elemento clave de una unidad de mezclado es el impulsor el que, independientemente de sus características de diseño mecánico, funciona como el de una bomba que carece de carcasa. En general, todos los diseños son de baja carga en comparación con una bomba centrífuga convencional, porque no hay un confinamiento definido para el elemento mezclador.

La acción del del impulsor produce flujo, carga sobre el fluido o cizallamiento en el fluido, todo en diversos grados dependiendo del diseño específico.

Estima de la potencia del impulsor

$$C_D = \frac{F_D/A_p}{\rho v_0^2/2} = \frac{F_D}{A_p} \frac{2}{\rho v_0^2} = \frac{F_D v_0}{A_p} \frac{2}{\rho v_0^3} \rightarrow C_D \sim \frac{Pot}{D_A^2 \rho N_w^3 D_A^3} \rightarrow N_{Po} = \frac{Pot}{\rho N_w^3 D_A^5}$$

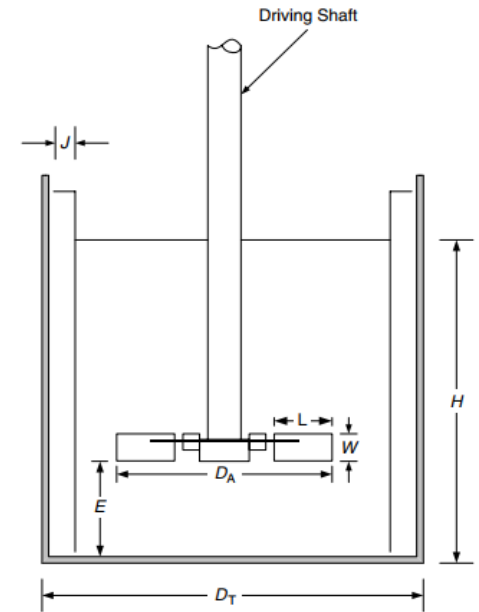
$N_{Po} = f(Re_{mix})$ Tanques agitados con deflectores

$$Re_{mix} = \frac{\rho N_w D_A^2}{\mu}$$

$$N_{Po} = f(Re_{mix}, N_{Fr}) \quad N_{Fr} = \frac{D_A N_w^2}{g}$$

$\frac{D_A}{D_T} = \frac{1}{3}$	$\frac{H}{D_T} = 1$	$\frac{J}{D_T} = \frac{1}{12}$
$\frac{E}{D_A} = 1$	$\frac{W}{D_A} = \frac{1}{5}$	$\frac{L}{D_A} = \frac{1}{4}$

- B = number of blades on impeller
- R = number of baffles
- D_A = agitator diameter
- H = liquid height
- D_T = tank diameter
- E = height of the agitator from the bottom of the tank
- J = baffle width
- L = agitator blade length
- W = agitator blade width.



D_A : diámetro del impulsor

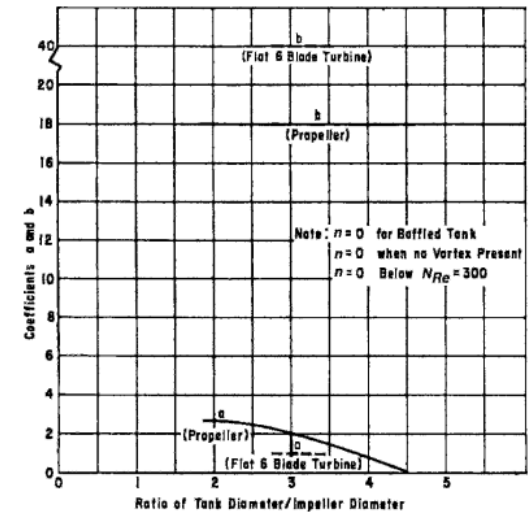
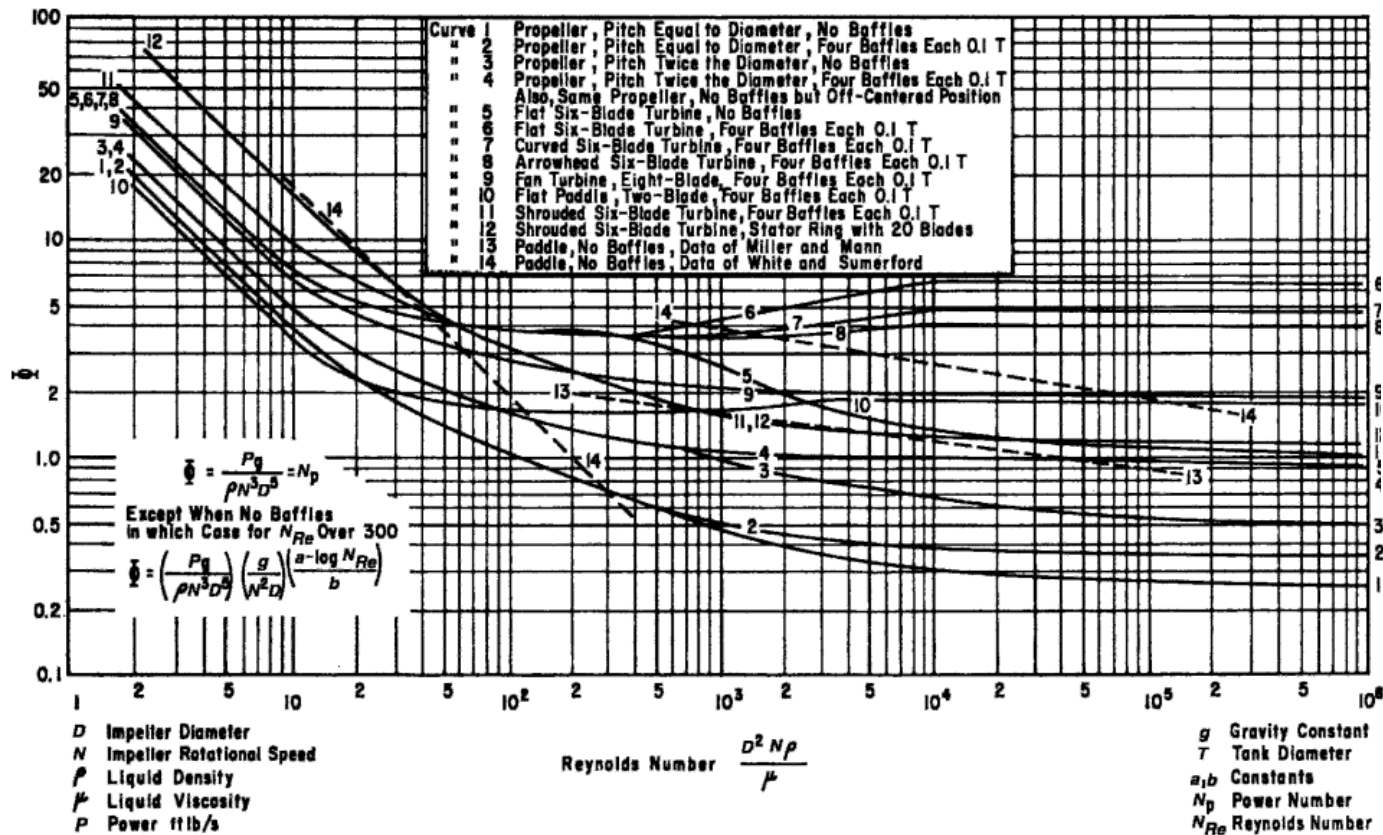
N_w : revoluciones por segundo (rps)

N_{Po} : número de potencia

N_{Fr} : número de Froude

Re_{mix} : número de Reynold agitación

























Tanques agitados, mecánica del impulsor

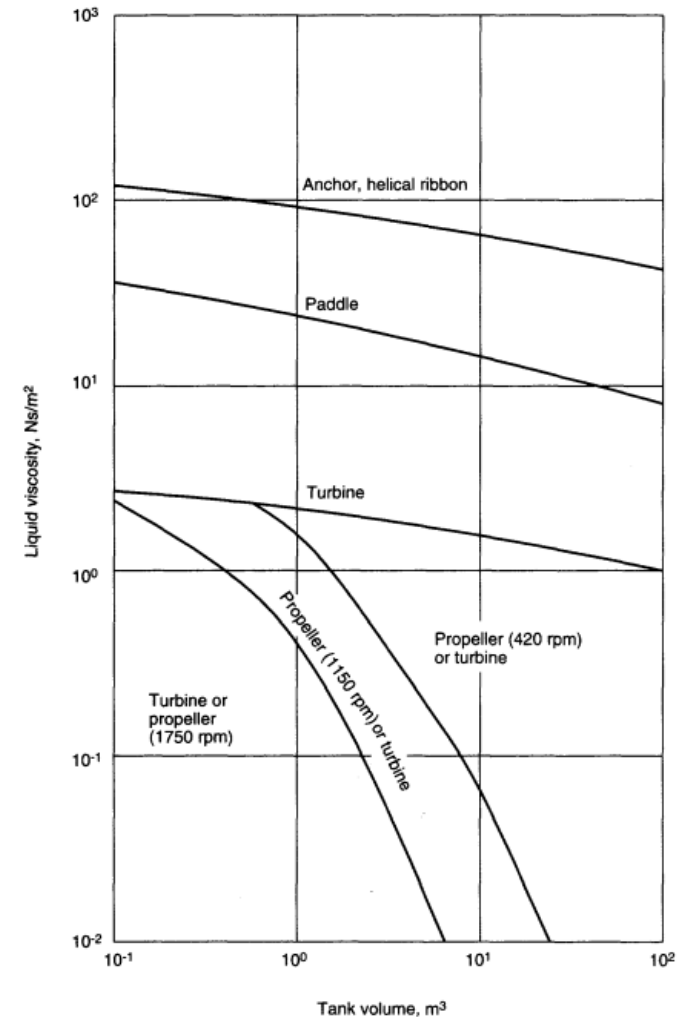


$\Phi \equiv N_{Po}$, para tanques agitados con deflectores

$$\Phi = N_{Po} \left(\frac{1}{N_{Fr}} \right)^{\frac{a - \log(Re_{mix})}{b}}$$
 para tanque agitados sin deflectores (formación de vórtices)

Tanques agitados, mecánica del impulsor

Impeller	Flow Pattern	Name and Description	Applications
		HE-3 Narrow-blade, high-efficiency impeller	Blending, Turbulent heat transfer, Solid suspension, Upper impeller for gas dispersion, $N_p = 0.27, N_q = 0.05$ (turbulent)
		P-4 Pitched-blade turbine	Blending, Dispersion, Solid suspension Heat transfer, Surface motion, $N_p = 125, N_q = 0.07$ (turbulent)
		S-4 Straight-blade turbine	Local liquid motion for blending, Dispersion, keeping outlets clear from solids, $N_p = 3.0$
		Maxflo T Wide-blade, high-efficiency impeller	Blending, Transitional flow, Simultaneous gas dispersion and solid suspension (like mining), N_p and N_q vary with tip angle and number of blades
		ChemShear Narrow-blade turbine	Liquid-liquid dispersion, Solid-liquid dispersion, Local shear
		D-6 Flat-blade disc turbine (Rushton turbine)	Gas dispersion, low and intermediate gas flows, Liquid-liquid dispersion; $N_p = 5.5, N_q = 0.75$
		CD-6 Concave-blade disc turbine (Smithturbine)	Gas dispersion, intermediate and high gas flows
		Helical ribbon (Double flight shown)	Blending and heat transfer in viscous media ($\mu > 50 \text{ Pa s}$ or $N_{Re} < 100$) $-N_p = 350/N_{Re}, N_{Re} < 100$
		Anchor	Heat transfer in viscous media $N_p = 400/N_{Re}, N_{Re} < 10$
		CD-6 / HE-3 / P-4	Gas dispersion and blending for tall reactors Fermentations (food products, pharmaceuticals)
		CD-6 / HE-3	Combined gas-dispersion, blending, and material drawdown (corn wet milling)
		Side-entering wide blade impeller (HE3-S or Mark II)	Oil storage, Paper pulp, Waste water circulation, Flue gas desulphurisation

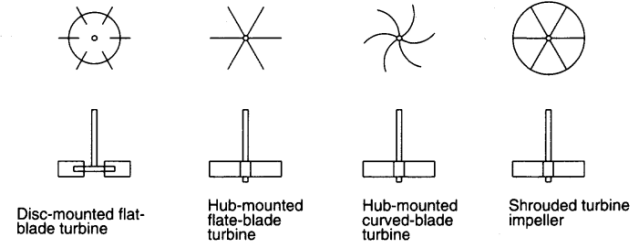


Industrial Mixing Equipment by Fusion
fusionfluid.com

Cálculo de tanques agitados



Calcular la potencia mínima necesaria para agitar un líquido de densidad 950 kg.m^{-3} y viscosidad de 250 cP , dada la siguiente configuración: se utiliza una turbina plana montada en disco dotada de 6 cuchillas (*flat, six blade turbine*); diámetro del impulsor, $D_A = 0,61 \text{ m}$ funcionamiento a 90 rpm ; a) el tanque presenta 4 deflectores. b) sin deflectores

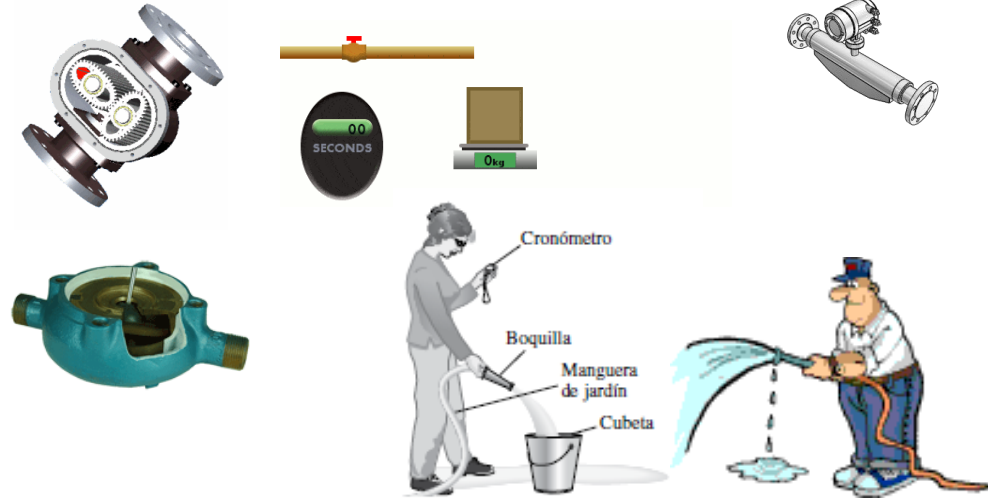


Operaciones Unitarias 1

Elementos de control de caudal

Medición de flujo otros flujómetros

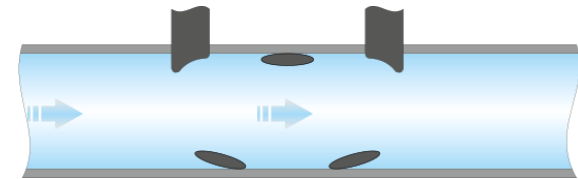
Desplazamiento positivo: Funcionan tomando una cierta cantidad del fluido a la entrada, desplazándola al lado de la descarga del medidor y contando el número de tales ciclos de descarga y carga para determinar la cantidad total de fluido desplazado.



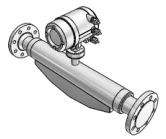
De turbina: consiste de una sección de flujo cilíndrico que alberga una turbina (un rotor con alabes directores) que es libre de rotar y un sensor que genera un pulso cada vez que lo pasa un punto marcado en la turbina para determinar la razón de rotación



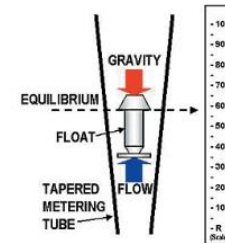
Ultrasónico: operan mediante la generación de ondas sonoras con un transductor y miden la propagación de dichas ondas a través de un fluido que fluye. El flujómetro de tiempo de tránsito trasmite ondas sonoras en las direcciones corriente arriba y corriente abajo y mide la diferencia en el tiempo de viaje.



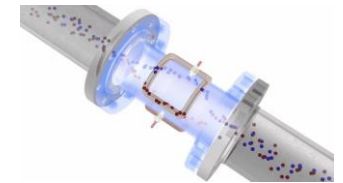
Medición de flujo otros flujómetros



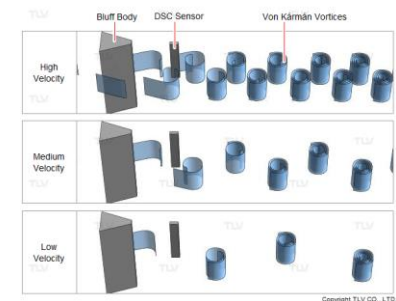
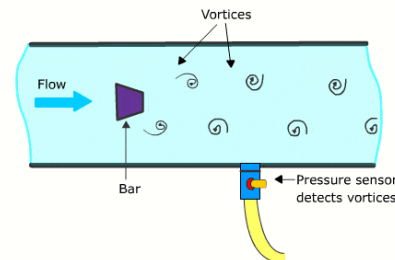
Área variable (rotámetros): consiste de un estrecho tubo transparente cónico vertical fabricado de vidrio o plástico con un flotador en su interior que tiene libertad de moverse. Conforme el fluido fluye a través del tubo estrecho, el flotador sube dentro del tubo hasta una posición donde el peso del flotador, la fuerza de arrastre y la fuerza de flotabilidad se equilibran mutuamente y la fuerza neta que actúa sobre el flotador es cero. El caudal se determina con simplemente igualar la posición del flotador contra la escala de flujo graduada en el exterior del estrecho tubo transparente.



Electromagnético: Las bobinas generan un campo magnético y un voltímetro mide la diferencia de potencial eléctrico entre electrodos ubicado en un flujo conductor. Esta diferencia de potencial es proporcional a la velocidad del flujo del fluido conductor



De vórtice: El caudal se determina cuando se generan vórtices en el flujo al colocar una obstrucción a lo largo del flujo y medir la frecuencia de remolinos.



Medición de flujo flujómetros de obstrucción: Placa orificio, tobera, Venturi

Balace de masa: $\dot{Q}_V = \bar{v}_1 A_1 = \bar{v}_2 A_2 \rightarrow \bar{v}_1 = \left(\frac{d}{D}\right)^2 \bar{v}_2$

Ecuación de Bernoulli ideal $\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}; Z_1 = Z_2$

Obstrucción ideal $v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} \quad \beta = \frac{d}{D} \quad \dot{Q}_V = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}}$

Obstrucción real $\dot{Q}_V = \frac{\pi d^2}{4} C_d \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} C_d$ coeficiente de descarga

Placas orificio $C_d = 0,5959 + 0,0312\beta^{2,1} - 0,184\beta^8 + \frac{91,71\beta^{2,5}}{Re^{0,75}}$

Toberas de flujo $C_d = 0,9975 - \frac{6,53\beta^{0,5}}{Re^{0,5}}$

Medidores Venturi $C_d = 0,98$

