

# INGRAVIDEZ

Martín LÓPEZ-GARCÍA

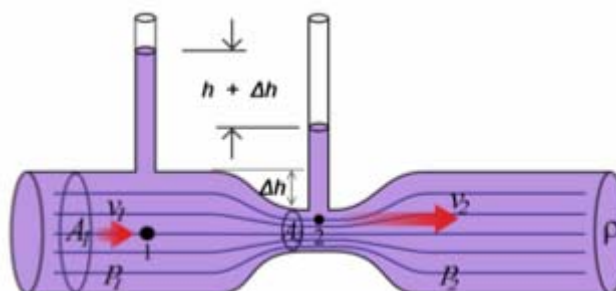
El fenómeno de Ingravidez se refiere a la sensación de experimentar una fuerza "g" cero o un peso aparente cero; de tal forma este suceso se puede lograr contrarrestando a la gravedad, mediante fuerzas que hagan nulos sus efectos, un ejemplo de esto sería: un tren que levita sobre sus rieles mediante la acción de los campos magnéticos intensos (levitación magnética), sin embargo para este ejemplo, la ingravidez solo es parcial, ya que se requiere de los rieles pegados al piso que soporten la reacción del peso del tren y que se transmite mediante la fuerza magnética; fantástico sería prescindir de los rieles y que el artefacto se mantuviera flotando por sí mismo. Ejemplos de ingravidez completa sería el efecto producido por un avión o por un helicóptero, solo por mencionar algunos.

Guiados por la intuición o por la experiencia, casi todos pensamos en que sí algún día se logra vencer a la gravedad, sin recurrir a la aerodinámica o a la propulsión a chorro, esto sucedería mediante algún sistema magnético, ya que casi todos hemos visto como las fuerzas magnéticas de repulsión intentan competir con el campo gravitacional, ¡ah! y eso sí, por lo menos reducen su acción.

El problema que evita se logre la ingravidez total mediante los campos magnéticos de repulsión, es que hay un empuje hacia arriba (alejándose del campo gravitacional) del objeto magnetizado que tendrá que levitar, pero también existe el empuje hacia abajo o en el sentido contrario que hará que el otro objeto magnetizado que soporta la levitación, incluso se adhiera más al piso y el cual se manifiesta con un incremento de presión entre las superficies de contacto. Hay que tener en cuenta: si el objeto que soporta la levitación se esfuma, entonces ¡se acabó el circo!

Mecánicamente la solución sería eliminar o disminuir la reacción hacia abajo, o más bien dicho, hacia la fuente gravitacional y que con esto se creara una fuerza neta de empuje hacia arriba o alejándose de la fuente gravitacional; por supuesto es fácil decirlo, pero muy difícil conseguirlo, por no decir casi imposible y sin embargo, en este artículo se pretenderá retar a la gravedad y eliminar las reacciones que nos preocupan, aunque más bien no se eliminaran, simplemente se intentarán "disipar" y para lograrlo se ha planeado combinar los efectos magnéticos con otro principio que también tiene que ver con los fenómenos de Ingravidez, este es: "El principio de Bernoulli".

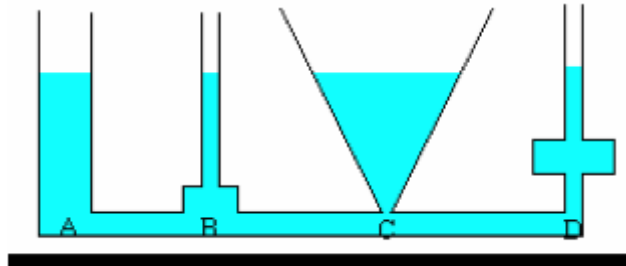
Para nuestro análisis consideremos un sistema como el siguiente:



La figura representa una tubería llena de un fluido en movimiento y con una sección más estrecha, las pipetas colocadas en las partes superiores de la tubería nos

indican la presión en las distintas secciones mediante las columnas de fluido, a mayor altura de las columnas mayor presión y viceversa y en consecuencia a mayor velocidad del fluido, menor será la presión.

Ahora si consideráramos a este sistema de manera estática, la diferencia que se vería de forma inmediata es que las alturas de las columnas se igualarían, como se muestra en esta otra imagen:



Comenzando con las reflexiones, hacemos notoria la relación directa de la velocidad con la presión y que no es otra cosa que el mismísimo principio de Bernoulli, que para un fluido no compresible es la relación principalmente de las energías provocadas por la presión del fluido sobre las paredes de la tubería, la energía cinética del movimiento del fluido, la energía potencial del líquido y la energía cedida debido a las fuerzas de fricción entre el fluido y las paredes de la tubería más cambios de dirección y accesorios, pero que en su forma más básica y con ciertos arreglos se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g z = cte$$

$$\frac{V_1^2 \rho}{2} + P_1 + \rho g z_1 = \frac{V_2^2 \rho}{2} + P_2 + \rho g z_2$$

Si la velocidad aumenta, la presión disminuye y si la altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia permanece constante, entonces para la evaluación de la presión quedaría:

$$P_2 = P_1 - \rho \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2}$$

Si la velocidad 2 se incrementa hasta ciertos valores, entonces podremos conseguir una presión 2 igual a "cero" (barométrica) y si velocidad 2 sigue aumentando entonces lograremos una presión negativa (barométrica), con lo cual tendríamos la presencia de dos posibles fenómenos, el primero: si la tubería fuera cerrada entonces se provocaría un vacío interior con la cual la tubería tendería a chuparse, además al reducirse tanto la presión y mantenerse la temperatura constante se llegaría a un punto de evaporación del fluido por la baja presión y habría un cambio de fase, este suceso es bastante dañino para un sistema de bombeo, ya que se produce un fenómeno conocido como: "cavitación" o succión en vacío, el cual daña severamente a los impulsores de las bombas, el segundo fenómeno que se produciría y ahora considerando una tubería con algún respiradero o pipeta abierta, sería la aspiración, de lo cual tendríamos que la tubería comenzaría a aspirar aire o

cualquier otra cosa, un ejemplo de esta aplicación son unos dispositivos conocidos como "eductores" y que sirven principalmente como mezcladores de sustancias.

### SISTEMA DE BOMBEO

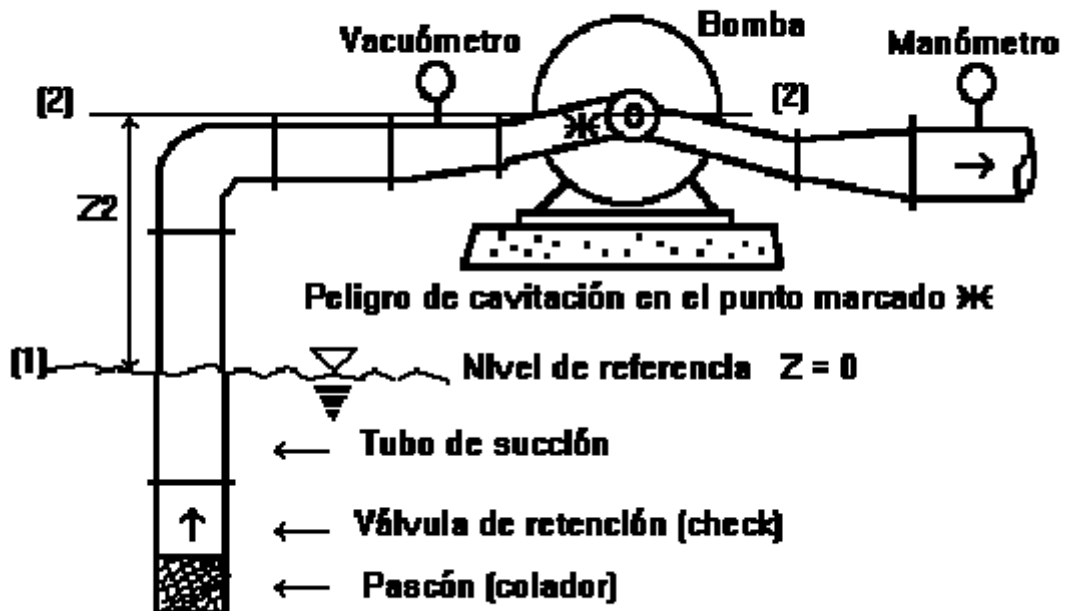
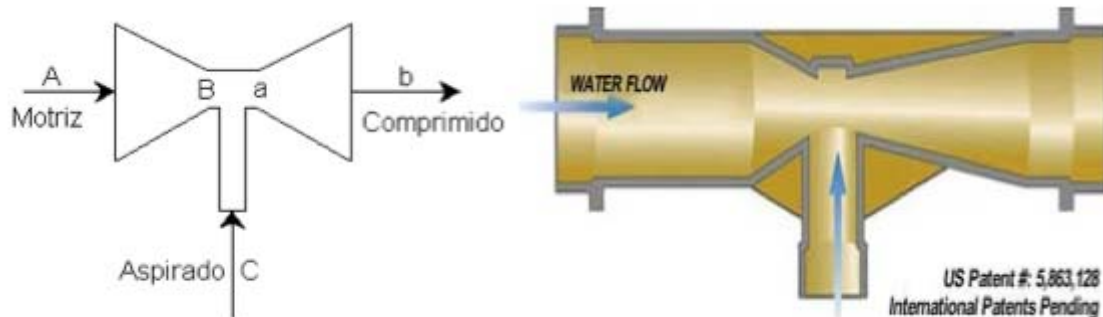


Fig. V.19 - ANALISIS DE LA CAVITACION

### EDUCTORES



Al llegar al punto de presión 2 igual a "cero".

$$P_2 = P_1 - \rho \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} = 0$$

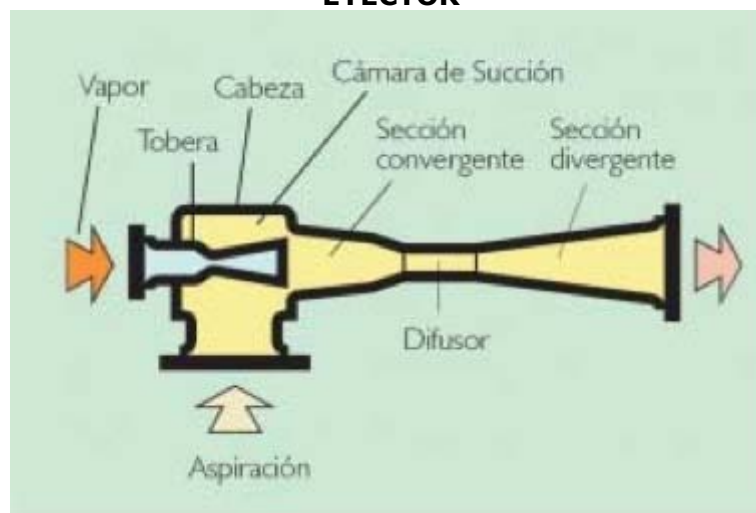
La pregunta es: "¿existe alguna fricción entre el fluido y las paredes de la tubería?", más aún al manifestarse una presión negativa.

$$P_2 = P_1 - \rho \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} = \textit{negativa}$$

¿Qué hay entre el fluido y las paredes de la tubería?

Para la primera pregunta, al disminuir la presión a "cero" en las paredes de la tubería, se entiende que la fricción debe desaparecer y para la segunda pregunta, se entiende que al haber una aspiración es porque se ha formado una cámara de vacío entre el fluido y las paredes de la tubería, por tal motivo si se sacara un radiografía de lo que sucede en el interior del tubo, probablemente veríamos que se ha formado un hilo de flujo de líquido que se va adelgazando y despegándose más y más de las paredes de la tubería conforme aumenta la velocidad, es decir un hilo que se adelgaza hacia el centro del tubo; la verdad es que conforme se incrementa la velocidad del fluido y se disminuye la presión hasta niveles críticos, entonces como habíamos mencionado antes, el fluido se evapora, aunque aún quedaría analizar lo que sucedería si se enfría el sistema y se evita la evaporación, finalmente no entraremos en más complejidades y no analizaremos las situaciones de los flujos turbulentos y burbujeos, porque se considera que aun conservando un flujo laminar a bajas velocidades o un flujo turbulento a altas velocidades, la presión en verdad disminuye y el fenómeno de la aspiración existe, tanto en los dispositivos que se mencionaron llamados eductores y que trabajan con líquidos, como en otros dispositivos llamados eyectores y que trabajan con vapor.

### EYECTOR



Existe una fórmula ampliamente usada en la hidráulica que permite el cálculo de la pérdida de carga o energía según se platee por fricción dentro de una tubería llena, esta es la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

- $h_f$  = pérdida de carga debida a la fricción (m)
- $f$  = factor de fricción de Darcy (adimensional)
- $L$  = longitud de la tubería (m)
- $D$  = diámetro de la tubería (m)
- $V$  = velocidad media del fluido (m/s)
- $g$  = aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Esta fórmula permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de energía en una tubería. Es una de las pocas expresiones que agrupan estos factores. La ventaja de esta fórmula es que puede

aplicarse a todos los tipos de flujo hidráulico (laminar, transicional y turbulento), debiendo el coeficiente de fricción tomar los valores adecuados, según corresponda.

Hemos hecho mención a esta ecuación ya que nos indica que la pérdida de energía por fricción aumenta conforme se incrementa la velocidad y anteriormente, hemos insinuado que cuando la presión llega a cero, la fricción debe desaparecer.

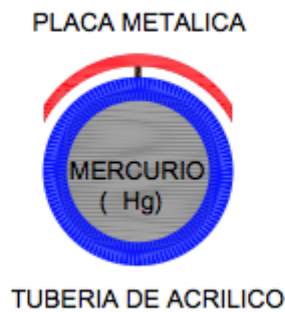
$$P_2 = P_1 - \rho \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} = 0$$

La insinuación continúa porque la fórmula de Darcy-Weisbach aplica para una tubería llena y al reducirse la presión hasta cero, nos encontramos en un punto donde la tubería va a dejar de estar llena si continua bajando la presión. ¡Si no hay presión sobre las paredes de la tubería, entonces no debe existir la fricción!

Cuando la presión toma valores negativos y comienza el proceso de aspiración, tal vez de aire o de algún gas, debe existir un espacio entre la tubería y el fluido que será ocupado por el aire o el gas, de tal forma el fluido ya no toca las paredes de la tubería, en este momento ya podríamos estar experimentando un fenómeno de ingravidez para el fluido debido a la distribución de la energía del sistema. Ahora si hemos analizado correctamente y hemos comprendido bien el fenómeno, podemos proceder con algún desarrollo de ideas para lograr un fenómeno de ingravidez consistente.

Seleccionando al elemento Mercurio (Hg) como fluido, podemos presionar una tubería con respiraderos de un material como el PVC o algún acrílico de alta resistencia, después aprovechando las características del metal líquido a temperaturas ambiente hacemos pasar una corriente eléctrica para generar un campo magnético; al pasar la corriente eléctrica por el metal se debe producir un calentamiento del elemento y por lo tanto una dilatación del mismo, que se manifiesta mediante la elevación de la presión en el interior de la tubería y que se puede apreciar en las pipetas o respiraderos, posteriormente si colocamos placas metálicas electrificadas amoldadas a la parte superior de la tubería plástica que contiene al Mercurio (Hg), y en las secciones donde no hay pipetas y creamos repulsión entre las placas y el Mercurio (Hg) por fuerzas magnéticas provocadas por las corrientes eléctricas, estaremos consiguiendo en menor grado el mismo mecanismo que se usa para la levitación magnética y que es utilizado para los conocidos trenes que levitan, sin embargo aún nos falta añadir más detalles a este procedimiento.

Las placas metálicas montadas sobre las tuberías de acrílico deben estar separadas del lomo del tubo, pero unidas al tubo por elementos sujetadores, la separación debe ser la mínima para que la repulsión magnética sea mayor e incluso si existe algún material que ayude a mejorar la intensidad magnética, este deberá ir entre el espacio de las placas y la tubería.



Se deberá añadir un sistema de enfriamiento al complejo descrito, para mejorar la conducción de la corriente eléctrica y evitar en buena medida la dilatación del Mercurio (Hg), además que nos ayudará para el paso final de la invención.

Una vez que se consigue el anterior arreglo, si se hace pasar la corriente eléctrica y comienza la repulsión magnética, entonces tendremos una reacción equilibrada, es decir las placas tirarán hacia arriba, pero el Mercurio (Hg) se repelerá hacia abajo con la misma intensidad, más el peso del propio sistema y no habrá ninguna elevación conseguida, si se continúa enfriando al sistema y logrando mayor repulsión magnética ahora lo que sigue es poner en movimiento al fluido, es decir al Mercurio (Hg).



Al entrar en movimiento el Mercurio (Hg), para lo cual debe existir un sistema de bombeo también, la presión sobre las paredes de la tubería de acrílico deberá disminuir y esta disminución de presión es nuestra medida de la repulsión hacia abajo, pero como la corriente eléctrica no disminuye, tampoco lo hará el campo magnético e incluso se puede aumentar la corriente con su respectivo aumento del campo magnético, en este momento empieza el desequilibrio de fuerzas que favorece a la elevación.

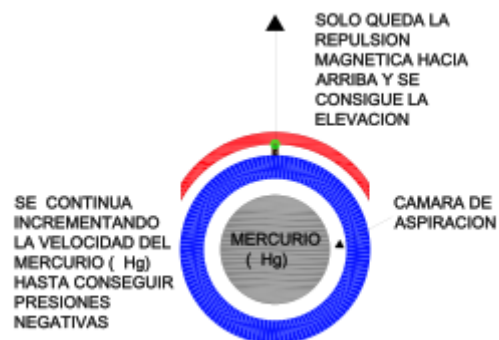


En la medida que sigue aumentando la velocidad del Mercurio (Hg) se verá como los respiraderos o pipetas comienzan a disminuir su altura, hasta el punto en que ya no hay altura de Mercurio (Hg) en el interior de las pipetas, lo cual nos dice que hemos llegado a una presión cero "0", si la velocidad continúa aumentando empezará la aspiración de aire o tal vez de algún gas frío que nos ayudará aún más con el proceso de enfriamiento tan necesario.

Mencionaremos que una vez que se supera la presión cero, la reacción hacia abajo ha sido eliminada, abatida o disipada por el movimiento del Mercurio (Hg) y solo quedará vencer al propio peso del sistema para que comience la elevación.



El Mercurio (Hg) se ha despegado de las paredes de la tubería por efecto de la velocidad y la reacción inferior aplica sobre él, además el tubo al ser de acrílico no resiente los fenómenos magnéticos y no manifiesta fuerza alguna más que su propio peso, al aumentar en demasía la velocidad del Mercurio (Hg) se favorece al campo magnético, sin embargo se puede alcanzar el punto de evaporación por baja presión, por tal motivo el enfriamiento del sistema evitaría la evaporación del Mercurio (Hg) a ciertas temperaturas y esta es otra de las razones por las que se requiere el enfriamiento.



En combinación sumando los efectos del movimiento del Mercurio (Hg) que reduce la presión y aumenta el campo magnético de repulsión, más el enfriamiento extremo que nos ayuda a reducir la resistencia al paso de electrones para mejorar la corriente eléctrica, con lo cual se aumenta también la intensidad del campo magnético y se evita además la evaporación del líquido, podremos conseguir un fenómeno de levitación de los objetos a los cuales se les instale un sistema como el anterior descrito.

**Martín LOPEZ-GARCIA**

Pemex-Refinación, Refinería Francisco I. Madero  
Cd. Madero, Tamaulipas, México  
Email: [mlgamx@yahoo.com.mx](mailto:mlgamx@yahoo.com.mx)