

# POTENCIA DE SALIDA DE PLANTAS DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

En la nomenclatura hidroeléctrica, el flujo volumétrico de agua se denomina "flujo" y las unidades en SI son m<sup>3</sup>/s. De manera similar, la altura vertical se denomina "cabeza" y la unidad SI es m. La relación entre la producción de potencia, el flujo y la altura, que se conoce como la "ecuación de potencia", se calcula de la siguiente manera: La energía potencial de un cuerpo de masa M, que cae desde una cierta altura h se expresa como:

$$E = mgh. \quad (\text{Ec.1})$$

Donde m es la masa del agua medida en kg, obtenida típicamente a partir de la multiplicación de la densidad del agua con el volumen de líquido medido en metros cúbicos, la altura es medida en metros y es h es la altura en metros, g es la constante de aceleración de la gravedad en la Tierra y su valor típicamente se aproxima en 9.8 m/s<sup>2</sup>. La energía E se mide en Joules.

La potencia obtenida por el movimiento del agua desde una altura determinada h se obtiene mediante la ecuación:

$$P = \rho Qgh. \quad (\text{Ec.2})$$

Donde  $\rho$  es la densidad del agua, Q es el gasto volumétrico, medido en m<sup>3</sup>/s y representa el volumen de agua desplazado por unidad de tiempo.

De acuerdo con los principios de la termodinámica, cuando la energía se cambia de una forma a otra, habrá algunas pérdidas basadas en la eficiencia del proceso o equipo de conversión.

La energía hidroeléctrica se genera cuando la energía potencial del agua que cae se convierte por primera vez en energía mecánica cuando hace girar la turbina. El eje de la turbina, a su vez, impulsa el eje del generador y el generador giratorio convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Las pérdidas por fricción se generan a medida que el agua corre por la tubería de la compuerta y en la turbina, mientras que hay pérdidas eléctricas en el generador. La eficiencia general de la planta de energía depende de la eficiencia de la tubería de compuerta, la turbina y el generador.

Modificando la Ec. (2), podemos establecer nuevos parámetros reescribiendo la ecuación como:

$$P = Q\gamma h e_0 \quad (\text{Ec.3})$$

El término  $e_0$  representa la eficiencia general (tubería de compuerta, turbina y generador) de la planta de energía y es adimensional, no tiene unidades.  $\gamma$  representa la multiplicación de  $g$  por la densidad del agua, y tiene un valor de  $9.8 \text{ kN/m}^3$ . Esta ecuación es más útil y nos ofrece una aproximación más realista a la potencia de generación.

A menudo, en la energía hidroeléctrica, también se utilizan los términos “carga bruta” y “carga neta”. La altura bruta ( $h_g$ ) es la diferencia de elevación desde el compartimento de carga para una planta fluvial o el nivel del agua detrás de la presa para un proyecto de almacenamiento hasta la línea central de la turbina en el cuarto

de máquinas para turbinas de impulso, como las de tipo Pelton o Turgo. Para turbinas de reacción, como Francis o Propeller, en las que a menudo se instalan tubos de tiro, se usa el nivel de agua corriente abajo en la salida del tubo de tiro (también conocido como "nivel de agua de cola") en lugar de la línea central de la turbina.

La altura neta ( $h_n$ ) es la altura de presión a la entrada del rodete de la turbina. A medida que el flujo desciende por la tubería de la compuerta (o a través de un túnel en el caso de algunas grandes centrales hidroeléctricas), habrá algunas pérdidas (caída de presión o pérdida de carga) principalmente debido a la fricción entre el agua que fluye y las paredes de la tubería o túnel como curvas y otras obstrucciones a lo largo de la alineación, que también obstaculizan la trayectoria del flujo.

***Referencias:***

- International Hydropower Association 2020. (2020). *Hydropower worldwide*.  
<https://www.hydropower.org/discover/hydropower-around-the-world>
- Pandey, B., & Karki, A. (2017). Hydroelectric Energy. In *Hydroelectric Energy* (First). CRC Press.