



CONAMA10

CONGRESO NACIONAL

DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Estudio de las variables que afectan al funcionamiento de un salto hidráulico reversible

Autor: Maria Paz García Martos

Institución: Universidad de Oviedo

e-mail: mpazmartos@yahoo.es

Otros Autores: Eunice Villicaña Ortiz, Jorge Xiberta Bernat (Departamento de Energía. Universidad de Oviedo)

RESUMEN

Este proyecto tiene por objeto estudiar las variables que afectan al funcionamiento de un salto hidráulico reversible y establecer de este modo su compatibilidad, con el fin de optimizar el rendimiento del salto, así como identificar los parámetros que, para lograrlo, precisan de un control más estricto. En un principio, se describen las instalaciones mecánicas de las que dispone la central de Tanes y se intentan introducir en un marco real los condicionantes mecánicos de funcionamiento, para lo cual se realiza un análisis de entorno atendiendo a la climatología donde se encuentra ubicado el salto. Es por ello que el proyecto se acompaña de un estudio de la variación de aportaciones, pluviometría y producciones que ha existido en estos últimos 18 años de actividad (1990-2008). En la segunda parte del proyecto se analiza el funcionamiento del mercado eléctrico, que ha sufrido grandes cambios con el paso de mercado regulado al de libre competencia inicial en 1998. Y su efecto en las centrales hidroeléctricas considerando el estudio precedente. Con todo ello se pretende establecer la interdependencia entre campos, tan distantes hasta ahora y tan próximos en adelante, como son la bolsa eléctrica y la apartamentada mecánica de funcionamiento de una central hidroeléctrica, para llegar a conocer así las limitaciones de este último y en qué medida afectan a la producción. Para la mejor comprensión y análisis de esta problemática, se realiza el estudio correspondiente en la central de Tanes, ubicada en Asturias perteneciente a la empresa HC energía. El proyecto viene complementado con un apartado dedicado al estudio de impacto ambiental, asociado a la generación de electricidad de origen hidráulico y su origen como energía limpia.

Palabras Clave: Mercado eléctrico; Energía Hidráulica

**¿Existe una forma de energía más limpia que la obtenida por el paso del agua?
¿Cómo afecta la liberalización del mercado eléctrico a este tipo de energías?**

Con la liberalización del mercado eléctrico en el año 1997, la operativa de un centro de producción se ve afectada por nuevas leyes. Para comprobar de qué manera se ve afectada la energía hidráulica, se ha realizado un estudio tomando como referencia la central eléctrica reversible ubicada en la localidad de Tanes (Asturias) por la cual transcurre el río Nalón.

La energía hidráulica:

Se trata de una central reversible que, gracias a Rioseco (un pequeño embalse ubicado aguas abajo), tiene la capacidad de almacenar energía eléctrica en forma de energía potencial. Su funcionamiento, al igual que el resto de las centrales hidráulicas, contribuye al conjunto de energías de punta que buscan estabilizar la curva de producción.

La central objeto de estudio cuenta con un mecanismo Bomba-Turbina como el que se observa en la figura 1, lo que permite trabajar en ambos regímenes según convenga.

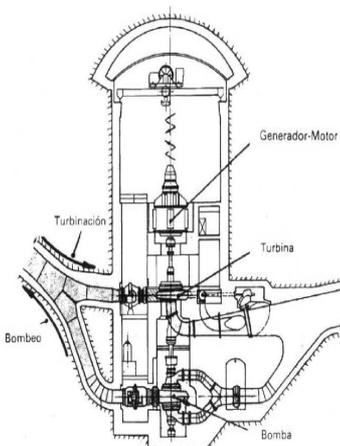


Imagen 1: Central de bombeo: turbina-bomba

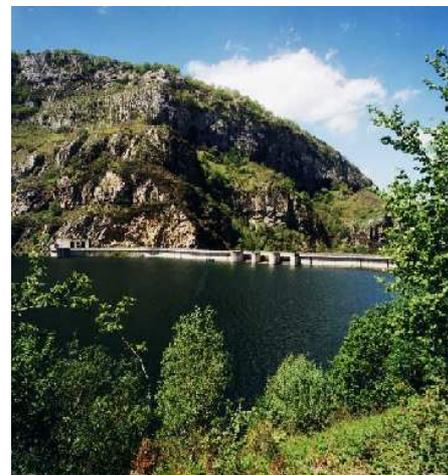


Imagen 2: Embalse de Tanes

La central se encuentra integrada completamente en el entorno natural de Tanes, colabora en la conservación de las especies de la zona creando el embalse que se observa en la imagen 2. Técnicamente, dispone de tres grupos Francis verticales con un salto neto de 120 m, un caudal turbinado de $56\text{m}^3/\text{seg}$, 50MW de potencia nominal y $45\text{m}^3/\text{seg}$ con 56MW de Potencia en bomba. Se trata de una central que empezó a funcionar a partir del año 1979 por lo que los históricos que se exponen para dicho estudio datan de 20 años atrás.

A partir de la altura de salto, teniendo en cuenta las restricciones medio ambientales referentes al caudal ecológico y la cota máxima y mínima de actuación permitida, se dan

una serie de ensayos según el método Winter Kennedy. Actuando primero sobre ambos grupos a la vez, variando la potencia de los mismos y más tarde realizando ensayos sobre cada uno de los grupos por separado y variando la frecuencia. De ello, se obtiene una gráfica que determina los puntos de actuación para los cuales se establece un rendimiento razonable que oscila entre el 85% y 89%. (Figura1). Si se toma en cuenta las pérdidas por conducción, las pérdidas en los transformadores, las pérdidas de vacío, las relacionadas con el cobre y las de la línea, no llegan a suponer ni un 0,1KW.

Además de los factores mecánicos, hay que tener en cuenta la materia prima necesaria para llevar dicho proceso, el agua. Por ello, se ha realizado un análisis de las pluviometrías y aportaciones recogidas desde 1989, pues la información que existe en el periodo 1979-1989 puede no resultar fiable, ya que en aquel entonces los elementos de medida y el sistema de tomas no era el adecuado. A pesar de no ser un periodo de tiempo demasiado largo como para poder dar datos definitivos, si se observa los comparativos mensuales de las aportaciones en Junio, Agosto y Octubre de los últimos 20 años, se ve que son ligeramente inferiores a las del resto de meses del año. Así como que 1994 ha quedado fuera del cálculo de la mediana de las aportaciones por tratarse de un año seco puntual, aunque no tanto como para concluir que existió sequía y que las aportaciones en los meses de Abril y Mayo suelen ser mayores.

Además del estudio anual de aportaciones se adjuntan las gráficas de evolución en las que se comparan las contribuciones mes a mes. De dichas gráficas se concluye que, por lo general, existe un aumento de aportaciones, bastante acusado, sobre todo en estos últimos 10 años, en donde se registra una media, entre unos 10 000- 15 000 MWh al mes. La pluviometría sigue representando una parte ínfima dentro de las aportaciones generales.

Además del estudio de aportaciones, se realizó un comparativo de las producciones mensuales desde el año 1979 en el cual se concluye que en el tiempo, la curva de producción anual acumulada tiene tendencia creciente. En el año 1991, existe un dato irregular, que aunque no se ha considerado representativo en la evolución hidráulica, conviene tenerlo presente.

Otro de los análisis realizados trata de un estudio comparativo con la producción de energía térmica. En él se observó que mientras en el año 1978, de donde datan los primeros registros, la representación de producción eléctrica de origen hidráulico podía llegar en sus mejores días a aproximarse al 25% de la producción total respecto a la térmica (meses de Abril y Mayo), con una producción de 400 000 MWh y un 10 % en los meses más secos de Noviembre-Diciembre, mientras que en la producción térmica se mantenía más o menos constante. A partir del año 1999 la producción de energía térmica se ve incrementada de forma notable llegando en 2007 a unos 1 200 000 MWh/mes frente a 66 577 MWh/mes en el año pasado.

Se desconoce si los problemas asociados a la utilización de carbón Nacional o de exportación han afectado de alguna manera a la producción final de las centrales térmicas asturianas, pues siempre ha existido una actividad en constante aumento.

La unificación de todos los estudios realizados y su relación con las características climatológicas e hidrológicas de la cuenca, sus puntos de funcionamiento real, sus

desviaciones y su rendimiento teórico, dan como resultado una gráfica que refleja los puntos óptimos de funcionamiento y las medidas de mejora se encaminan a necesidades puramente mecánicas. Finalmente, estos valores, se comparan más adelante, con las puntas de oferta marcadas por las necesidades que dictan las leyes del mercado eléctrico, para poder concluir si dicho cambio ha afectado al rendimiento de este tipo de energía, y de qué manera.

El mercado liberalizado:

El funcionamiento del sistema eléctrico nacional actual está gestionado por dos entidades, el operador del mercado (OMEL) a cargo del pago y cobro de la energía contratada en los mercados diario e intradiario, y el operador del sistema, Red Eléctrica S.A, la cual realiza todas las funciones derivadas del funcionamiento de los servicios de ajuste del sistema y desviaciones producidas en el mercado de producción de energía eléctrica, así como la liquidación y comunicación de las obligaciones de pago y derechos de cobro a que den lugar los servicios de ajuste del sistema, la garantía de potencia y los desvíos.

Diariamente, se realiza una sesión en la cual el operador del sistema regula con las previsiones de demanda y teniendo en cuenta las diferentes ofertas propuestas y los contratos bilaterales, un programa de funcionamiento que garantice la seguridad y fiabilidad del suministro, en caso de que este programa no resultase del todo seguro, el operador del sistema tiene la función de modificar las unidades de producción llegando a un equilibrio siempre mediante un proceso competitivo de ofertas.

Además, existe un mercado intradiario que consta de seis sesiones celebradas a lo largo de las 24h del día al cual se puede acudir respetando las restricciones propuestas por el operador del sistema. Como resultado de dichas bolsas de electricidad, se efectúa la liquidación, se determina los derechos de cobro y obligaciones de pago.

El precio de la electricidad para un consumidor tiene dos componentes, el precio que se ha marcado en el mercado, y el precio derivado de los servicios de ajuste de garantía de potencia. Además de: IVA, moratoria nuclear, garantía de potencia, peaje, termino de facturación de potencia, facturación de energía activa y reactiva y peajes por el uso de las redes. Todo este proceso se encuentra vigilado por la Comisión Nacional de Energía que vela porque todas las actividades se realicen en régimen de libre competencia.

En secuencia: primero se envían las ofertas con un límite de hora de cierre, en el cual la energía hidráulica, en este caso Tanes, puede ofertar a un coste de 0 Euros para así asegurarse de que en caso de ser requerida, su oferta se aprobaría. Antes del cierre se comunica la ejecución de la energía adquirida por las distribuidoras en la subasta. Se procede a planificar las interconexiones con identificación de los agentes que han obtenido derechos de uso (pueden existir interconexiones con Francia o cualquier otro país). En el paso siguiente se incorporan los contratos bilaterales y con todo ello se publica: el programa diario viable.

Quedan por celebrar las seis sesiones del mercado intradiario que realizan un ajuste más preciso y proporcionan un equilibrio a la red entre producción y consumo en cada momento.

Conclusiones:

Una vez expuesto de forma breve los dos estudios realizados, se pretenden exponer en una misma grafica los puntos de funcionamiento óptimos derivados del estudio mecánico y de aportaciones, y los puntos resultantes de las necesidades que marca el mercado eléctrico y que en definitiva son los puntos de funcionamiento reales del centro de producción. El resultado es la grafica 1 de la cual se concluye:

- Una vez evaluadas las reservas disponibles en esos últimos años, las pérdidas, los caudales, las diferentes potencias de funcionamiento y los saltos, se llega a la conclusión de que, partiendo de un margen de funcionamiento determinado, el mercado eléctrico, es en realidad, el factor último y decisivo, que va a marcar las paradas y la marcha de cualquier central hidroeléctrica.
- Los estudios realizados en los años de inicio de la central (1979), en contraste con los ensayos llevados a cabo en el año 2004, indican una continuidad de las características mecánicas, pues existe una misma respuesta de funcionamiento en el tiempo, en cuanto a condicionamientos mecánicos se refiere. Lo que indican un plus de rentabilidad a la energía hidráulica
- Observando los puntos de funcionamiento real, existe una compatibilidad entre necesidades de mercado y funcionamiento mecánico, a pesar de la influencia que la bolsa eléctrica ejerce sobre la marcha o parada de producción energética. En el caso de la generación hidráulica, y concretamente en el estudio de la Central de Tanes, las máquinas consiguen tener un rango de funcionamiento que rodea un rendimiento medio del 82% cuando se trabaja con un grupo y del 87% cuando funcionan ambos.
- Atendiendo al estudio de históricos, se observa un cambio en la climatología, si se hace referencia a la distribución mensual, pues a pesar de que las aportaciones anuales no se ven afectadas, sí se ha observado que la diferencia de caudales registrados entre los meses que se suponen de esquiaje (estación de verano) y los meses de abundancia (estación de invierno), disminuyen notablemente. En algunos años, ya comentados en el apartado 5, se han registrado abundantes aportaciones en los meses de Julio y Agosto.

Cabe destacar que la conclusión anterior procede de un registro histórico no muy abundante en el tiempo (18 años), por lo que se puede considerar acertada en el marco de la vida operativa del salto hidráulico objeto de estudio, pero no ha de ser extrapolada a deducciones relacionadas con la existencia o no de un cambio climático. Se trata de un estudio hidrológico enmarcado en la región de Asturias, y

como consecuencia, las variaciones ambientales en cualquier otro punto del planeta, o en su conjunto, pueden resultar ser muy diferentes

- El estudio realizado trata de un salto reversible, lo que a efectos de rendimiento, permite asemejar su marcha a la función que desempeña cualquier otra central hidráulica, mas el añadido de un acumulador de energía.

El agua se bombea en momentos de escasez, y/o cuando su precio es bajo (puede alcanzar 0 euros /kW), y se turbinan en horas dónde la electricidad adquiere un precio elevado (pudiendo llegar a ser 90euros/kW), o las condiciones de mercado lo exijan.

- Por último no se debe de olvidar que se está hablando de una forma de energía limpia, por lo que otra de las ventajas que se deduce, es la baja, o casi nula, emisión de contaminantes producida, y como consecuencia, una posible venta de la cuota de gases asociada al protocolo de Kioto.

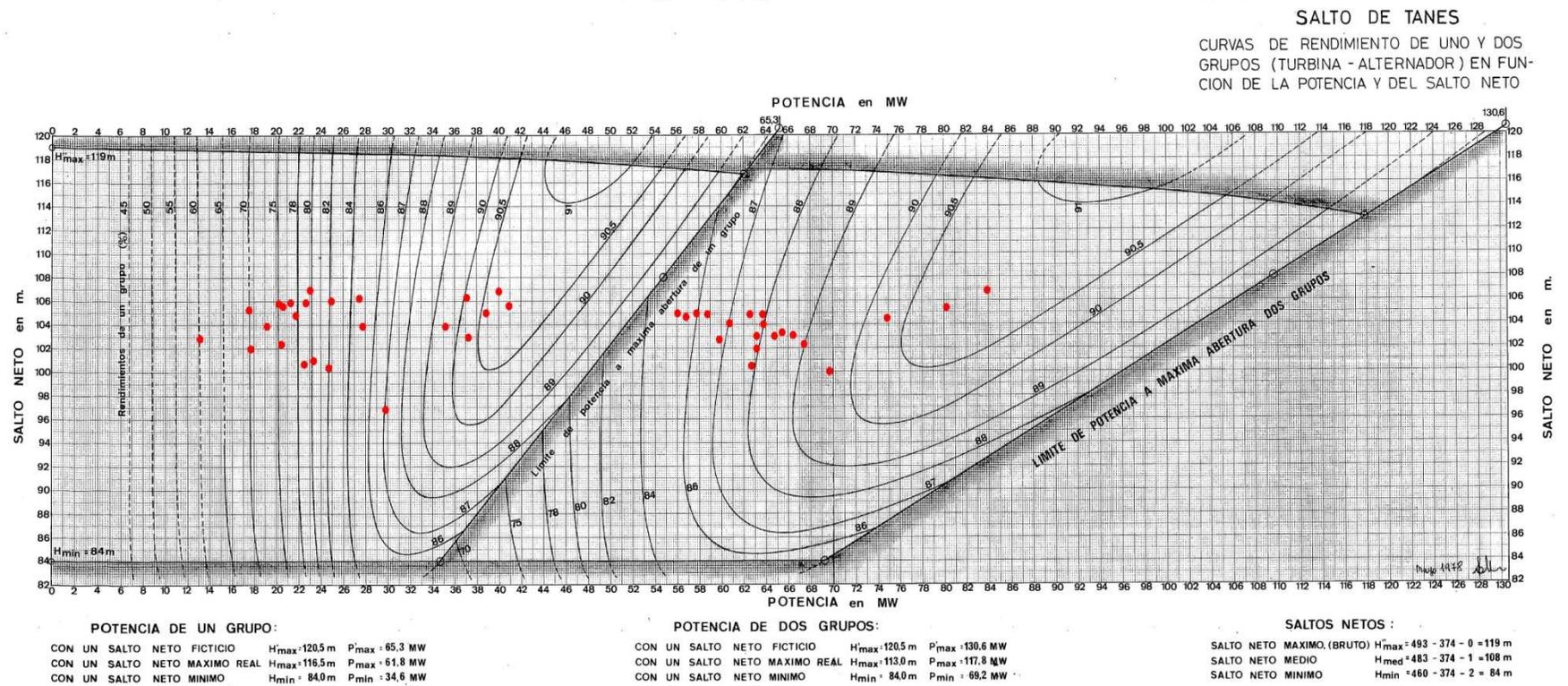


Figura 1. Curvas de rendimiento de los grupos turbina alternador en función de la potencia y el salto neto