

# POTENCIA OPTIMA A INSTALAR EN UNA CENTRAL REVERSIBLE DE BOMBEO PURO, EN SU ASPECTO ECONOMICO (\*)

Por ANTONIO GETE-ALONSO DE YLERA

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos  
Subdirector de ENHER, ingeniero jefe adjunto  
al director técnico

*En el presente artículo se pretende resaltar el interés —en los proyectos de centrales reversibles de bombeo puro— de tener en cuenta la zona en la que la potencia a instalar es la más conveniente, en el aspecto económico.*

## Consideraciones generales.

Dada la planificación futura, a medio y largo plazo, de la producción de energía eléctrica, con una participación cada vez más importante de la de origen nuclear, están tomando cada vez más interés las centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo, para aprovechar los excedentes de la energía nuclear en horas de valle, y disponer de la energía de punta adecuada a las curvas de la demanda previstas —independientemente de otras consideraciones y aplicaciones sobre la acumulación de energía.

Son muy diversos los temas que pudiera ser de interés tratar, a dicho respecto, por lo que en un artículo anterior, publicado en esta Revista, nos referíamos a la influencia de la evaporación en los depósitos de acumulación.

En este artículo, y en base a un emplazamiento convenientemente elegido para un aprovechamiento de bombeo puro, en cuanto se refiere a:

Relación altura salto-longitud conducción forzada.

Estructura geológica.

Posibilidad de embalse inferior y depósito superior.

Distancia a los centros de producción y/o consumo de energía, y

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 28 de febrero de 1977.

Disposición de líneas de transporte de energía, etc., hemos considerado interesante establecer, en el aspecto económico, la relación que pudiera existir entre el coste del kilovatio instalado y la potencia de la central.

Es evidente que dicha relación será variable y distinta para cada emplazamiento elegido —aún dentro de las premisas indicadas—, si bien creemos conveniente tener en cuenta, en cada caso, que hay una óptima desde el punto de vista económico (supuestos adecuados los demás condicionamientos técnicos), alrededor de la cual deberá estar la solución elegida.

Por eso, y teniendo en cuenta que casi nunca —en centrales de bombeo puro— será obligada la instalación de una potencia exactamente determinada, hemos considerado interesante resaltar la variación que existe (en cada emplazamiento estudiado) entre la potencia a disponer en la central y el coste del kilovatio instalado, para elegir —dentro de los límites deseados en otros aspectos del problema— la solución más conveniente en el aspecto económico.

## Relación coste del kilovatio instalado-potencia central.

En los estudios efectuados de diversos emplazamientos, previstos, en principio, para la instalación de una central de bombeo de unos 300 a 500 MW., se consideró conveniente ver la

influencia que pudiera tener la potencia, definitivamente, a adoptar en el coste total del kilovatio instalado.

Realizados los correspondientes anteproyectos, para diversas potencias, y calculados los presupuestos totales, a los precios actuales, pudo verse la influencia de aquéllas en el coste del kilovatio instalado.

En base a los datos disponibles, se intentó llevar la citada relación a una expresión analítica.

Así, pudo hallarse, como suficientemente aproximada, una ecuación de segundo grado para el precio del kilovatio instalado:

$$p_T = 36,125 \times 10^{-6} N^2 - 40,8 \times 10^{-3} N + 20,29375$$

una, correspondiente, de tercer grado para el coste total de la instalación:

$$C_T = p_T \times N$$

Siendo:

$p_T$  = precio del kilovatio instalado, en  $10^3$  ptas.

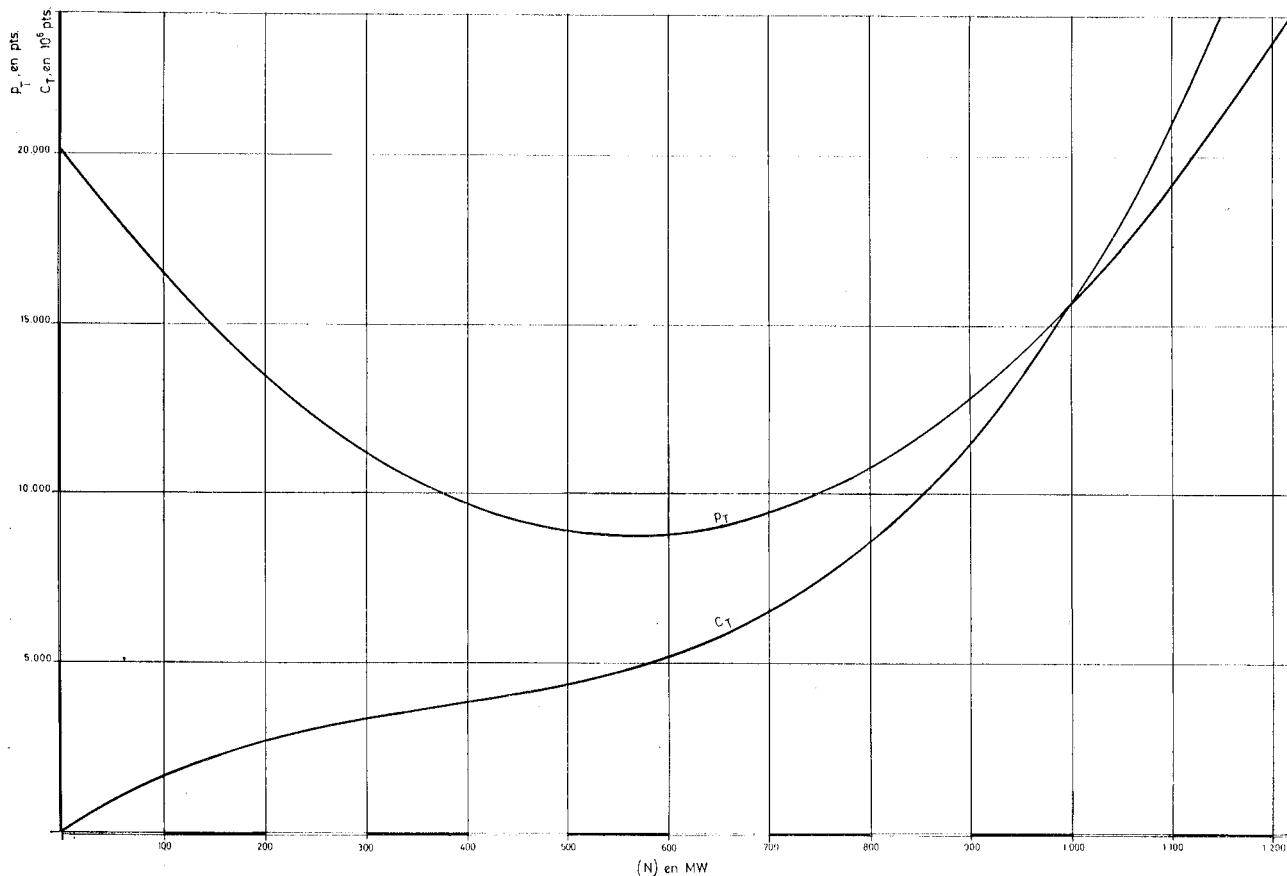
$C_T$  = coste total del aprovechamiento, en  $10^6$  ptas

$N$  = potencia de la central, en MW.

En el gráfico adjunto se ha representado las dos curvas anteriores, en las que puede apreciarse la forma de variación de  $p_T$  y  $C_T$  en función de  $N$ .

En el cuadro adjunto se han obtenido algunos valores significativos de dicha variación.

Es evidente que no todos los emplazamientos y condicionados responderán a dichas expresiones, si bien las consideramos suficientemente representativas, en cuanto hace referencia al tema tratado.



Aprovechamiento hidroeléctrico de acumulación por bombeo. Variación del precio del kW ( $p_T$ ) y del costo total ( $C_T$ ) en función de la potencia instalada ( $N$ ).

*Potencia óptima a instalar en una central reversible de bombeo puro, en su aspecto económico*

N Potencia MW	$P_T$		$C_T$	
	Precio kW $10^3$ ptas.	Incrementos $10^3$ ptas.	Coste total $10^6$ ptas.	Incrementos $10^6$ ptas.
100	16,575		1.658	
150	14.987	— 1,588	2.248	+ 590
200	13,579	— 1,408	2.716	+ 468
250	12,352	— 1,227	3.088	+ 372
300	11,305	— 1,047	3.392	+ 304
350	10,439	— 0,866	3.654	+ 262
400	9,754	— 0,685	3.902	+ 248
450	9,249	— 0,505	4.162	+ 260
500	8,925	— 0,324	4.463	+ 301
550	8,782	— 0,143	4.830	+ 367
565	8,774	— 0,008	4.957	+ 127
600	8,819	+ 0,037	5.291	+ 461
650	9,037	+ 0,218	5.874	+ 583
700	9,435	+ 0,398	6.605	+ 731
750	10,014	+ 0,579	7.511	+ 906
800	10,774	+ 0,760	8.619	+ 1.108

### Conclusiones.

En líneas generales, en un emplazamiento adecuado, para instalación de un aprovechamiento hidroeléctrico de acumulación por bombeo, pueden aceptarse las conclusiones siguientes:

1. Existe una relación entre la potencia de la central y el precio total del kilovatio instalado, que puede asimilarse a una ecuación de segundo grado. Ello da un valor mínimo, que, en el caso estudiado, corresponde a 565 MW.

2. Dada la forma de la curva, en las zonas próximas a dicho mínimo, las variaciones del precio del kilovatio son pequeñas.

Aceptando unas variaciones de hasta + 10 por 100, con respecto a dicho mínimo, la poten-

cia de la central correspondiente variaría en  $\pm 27$  por 100 de la misma. Así, en el caso estudiado, con un mínimo de 8.774 ptas./kW, para variación hasta 9.651 ptas./kW, la potencia de la central variaría entre 410 y 719 MW. En esta zona es en la que, al parecer, sería conveniente —salvo otras circunstancias a tener en cuenta— encajar la potencia definitiva de la central a instalar.

3. Volvemos a insistir sobre la justificación de este artículo —de escaso valor concreto—, en cuanto hace referencia a: en un emplazamiento adecuado elegido, estudiar y elegir la potencia a instalar, en la central reversible, en función de las condiciones específicas del caso, pero sin dejar de considerar la potencia óptima en su aspecto económico.