



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad Politécnica de Valencia



MEMORIA

Proyecto de Obra Civil para Aprovechamiento Hidroeléctrico en el río Cabriel en el T.M. CASAS IBAÑEZ (ALBACETE)

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso académico 2013-2014

Fecha presentación Julio 2014

Alumno:

Alejandro Romaguera Meseguer

Parte desarrollada:

Desarrollo De la central hidroeléctrica



ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL PROYECTO Y SITUACIÓN.
2. ANTECEDENTES.
3. DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE.
4. ESTUDIO DE SOLUCIONES.
5. CENTRAL.
6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SALTO.
7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.
8. DOCUMENTOS CONSTITUYENTES DEL PROYECTO.
9. CONCLUSIONES.



MEMORIA

1. OBJETIVO DEL PROYECTO Y SITUACIÓN.

El objetivo de este proyecto es ver si es viable la construcción de un azud para dar un determinado nivel de agua y luego aprovechar el salto de agua existente entre el punto de toma y el de reintegro al río, casi 11km aguas abajo y 3,45km en línea recta entre el punto de toma y el punto de turbinación, con un salto de agua existente de 28m.

El objetivo de este azud será el de dar nivel aguas arriba para que se turbine aguas abajo con la finalidad de generar energía eléctrica y venderla en el mercado energético. Dado que la situación de esta nueva presa en el río Cabriel se encuentra entre dos grandes presas, las cuales si están construidas frente a posibles avenidas, este azud no se dimensionara para contrarrestar dichas posibles avenidas ya que se supone que la presa de Contreras será suficiente, situada a 21km en línea recta aguas arriba.

En cuanto a la situación de este aprovechamiento, se encuentra en el río Cabriel entre dos grandes presas, Contreras y Cortes de Pallas. La zona del río en la que se encuentra el presente proyecto está en el límite de comunidades autónomas, estas comunidades autónomas son la Comunidad Valenciana y la Comunidad de Castilla-La Mancha en los términos municipales de Venta del Moro, en la zona valenciana, y Villamalea, en la zona manchega. Para tener una referencia visual de la zona se ha incluido en el anejo fotográfico algunas imágenes obtenidas tanto de Google Earth así como del Instituto Geográfico Nacional y de Google Maps para ilustrar la zona.

2. ANTECEDENTES.

En el actual marco fluvial e hidrológico español todos los ríos tienen un cierto control humano con el fin de aprovechar al máximo los recursos hídricos que proporciona cada río. Por ello principalmente, en este estudio no se ha pensado en otra presa reguladora más, pues en el actual río Cabriel ya cuenta con 2 grandes presas que se encargan de ello, sino en un azud que trabaje sumergido.

Se pretende aprovechar además el conocido problema de Contreras, pues tiene muchas pérdidas las cuales retornan al río, por lo que este caudal de más puede ser aprovechado aguas abajo por cualquier tipo de aprovechamiento hidroeléctrico, como es nuestro caso. La cantidad de agua retornada al río es de 5 m³/s.

En cuanto al marco social, se presenta el problema de un aumento de la población que cada vez demanda más energía para realizar sus necesidades básicas, así como una demanda cada vez mayor de agua con una calidad adecuada, por lo que añadir otro azud que produzca más energía puede ser una solución a un problema futuro de mayor demanda que oferta.

3. DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE.

Para la realización del presente Proyecto se han utilizado los planos geológicos del Instituto Geominero, la documentación asociada al embalse de Contreras, la topografía asociada por la Cuenca Hidrográfica del Júcar (CHJ) y los datos hidrológicos del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) proporcionados también por la Cuenca Hidrográfica del Júcar (CHJ).



4. ESTUDIO DE SOLUCIONES.

El proyecto del aprovechamiento hidroeléctrico se ha concebido de manera que el resultado final es una decisión tomada a partir de varios estudios de soluciones.

Entre ellos cabe destacar las siguientes elecciones tomadas:

- Elección del lugar para realizar el Proyecto.
- Elección de la ubicación de la toma y del canal de retorno al río.
- Elección de la ubicación del azud.
- Elección del caudal ecológico.
- Elección del canal para peces.
- Elección del canal de derivación y longitud.
- Elección de la cámara de carga.
- Elección de la ubicación de la central.
- Elección de la disposición del número de turbinas.
- Elección de si la instalación eléctrica es interior o exterior.
- Elección de la altura de la turbina.
- Elección del tipo de eje a disponer.
- Elección si el retorno es por gravedad o a presión.

Para adoptar la solución final se han tenido en cuenta en todos esos puntos varios factores, el económico, el medioambiental y la energía generada, dado que las alternativas propuestas son viables técnicamente.

El hecho de que se haya valorado medioambientalmente es para establecer una antesala de lo que será el Estudio de Impacto Ambiental de dicha solución.

Todos los datos en los que se apoya la decisión están expresados en el Anejo de Estudio de Soluciones, aquí solo se interpretaran los resultados obtenidos.

Alternativa 1. Esta primera alternativa se encuentra a 4km de la alternativa 2 que ha sido la que finalmente se ha adoptado ver Anejo de Estudio de Soluciones. Esta alternativa aunque técnicamente es viable y proporciona una cantidad de energía similar puesto que la diferencia de salto entre ambas es de 1m, tiene el inconveniente que su tramo de conducción discurre en su totalidad en túnel, lo que provoca principalmente un impacto ambiental alto, un sobre coste en los métodos de excavación. Además esta actuación se produciría sobre una zona verde, el Parque Natural de Hoces de Cabriel, por lo que se rechaza por su gran impacto desde el punto de vista medioambiental.

Alternativa 2. Tras ver el problema con la alternativa anterior se ha querido solucionar trasladando la obra a otro punto donde la orografía del lugar fuera un inconveniente menor. Este punto, situado a 4Km aguas debajo de la alternativa anterior, ver Anejo de Estudio de Soluciones, en este caso la sección en túnel se reduce a la mitad, pero en cambio la superficie ocupada por la obra en canal se dobla. De todas formas y dado que la zona no se encuentra en ningún paraje natural ni tiene un alto interés paisajístico se puede permitir esto con el fin de evitar el gran coste que supone una obra que discurra más de 2Km en túnel.

Para la elección del tipo de turbina se ha tenido en cuenta el régimen de caudales medio diarios que suele circular por el río Cabriel en la zona de estudio, ver Anejo de Estudio de Soluciones. Donde los caudales más habituales suelen ser de entre 10-20m³/s, se elige una turbina con capacidad para turbinar 15m³/s, la cual tendrá un volumen turbinado anual en



torno a los 300Hm³, con un porcentaje de aprovechamiento del 66%. Con este sistema el proyecto lograra generar entorno a los 25MWh anuales, con mínimos de 16MWh y máximos en años de bonanza hídrica que pueden alcanzar los 27MWh como podría haber ocurrido en el año 2010.

También sería recomendable realizar una explotación de la central de manera coordinada con la Cuenca Hidrográfica del Júcar (CHJ) para verter los caudales indicados por esta y desconectar la central en caso de avenidas, ya que, como se indica en la Ley de Aguas en el artículo 58 el orden de prioridad de un salto está en tercer lugar del ranking de prioridades, por detrás del uso agrícola que está en segundo lugar y el uso para abastecimiento que está en primer lugar. Este ranking similar al que fija el Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar.

5. CENTRAL.

La obra se compone fundamentalmente de los siguientes elementos:

- Cámara de carga.
- Tubería forzada.
- Componentes de la Central.

Una vez realizadas las correspondientes gestiones con la administración, los trabajos previos y el replanteo empieza a construirse la Central. La obra comienza a construirse desde el azud hasta la central. Pudiendo construir la central y la cámara de carga al mismo tiempo que las demás obras existentes. Se intentará que estas obras comiencen en época de estiaje para facilitar los trabajos de ejecución.

Primero, se realizará las obras de la cámara de carga, la cámara de carga va a ser construida en desmante, y no en desmante y terraplén para evitar diferencias de asientos. Además, habrá un carril de mantenimiento en un lado de la cámara de carga para procesos de mantenimiento. Las dimensiones de la cámara de carga serán las que cumpla la velocidad permisible, por lo tanto, las dimensiones de la cámara de carga es de 20x20x2.5 m³. También construiremos un aliviadero, para aliviar el agua de excedente que nos llegue a la cámara de carga, es decir, el agua que nos llega de lluvia.

A continuación, tenemos la tubería forzada donde tenemos una válvula de mariposa en el interior de la tubería forzada de 2750 mm, para la regulación del caudal turbinado, además la distancia de la tubería forzada es de 36 metros hasta el encuentro con el edificio de la Central. También hay que decir que las dimensiones de la tubería son de 2.75 metros de diámetro y casi 40 metros de largo. Esto se ejecutara una vez realizadas la cámara de carga y los cimientos y de la central. Es decir, se colocará en la última parte de la construcción.

El edificio de dimensiones 12x12x16 metros se compone de una estructura de hormigón armado anclada a la roca mediante unos pernos y de una cubierta metálica. La cimentación se resuelve con la una losa de 2 metros de canto.

A continuación con una perforadora se insertan los anclajes necesarios para asegurar la estabilidad frente a flotación del edificio en el supuesto de la avenida de 500 años de periodo de retorno.

El edificio cuenta una planta baja más una planta superior, y el acceso se hace a través de una rampa metálica que comunica el forjado de la primera planta con el terreno exterior. En la planta baja se dispone la turbina y en la primera planta se dispone el equipo eléctrico, es



PROYECTO DE OBRA CIVIL DE UN APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO

decir, alternador y sala de transformación. Además en esta planta se encuentra la sala de control de la Central.

La turbina de la Central será Kaplan de eje vertical con una potencia de 0.9 MW, conectada a un generador síncrono. Para realizar la transformación se instalan dos trafos en paralelo con una potencia aparente, teniendo así la posibilidad de que trabajen a menor carga e incluso que se puedan realizar operaciones de mantenimiento de alguno de ellos aún funcionando la Central. También se dotará al edificio de un transformador auxiliar que alimente las instalaciones de la central tales como: iluminación, cuadros de mando, bomba de achique, etc.

Una vez ya se tienen insertados los pernos de anclaje después de excavar, se procede a hormigonar con una capa de hormigón pobre que servirá de transición entre el cimientado y el terreno. Será de un espesor de 20 centímetros y será de HM-25.

Se construye primeramente la cámara de carga de la Central. Luego se pasa a ejecutar el cimientado donde irá la turbina. A su vez se van construyendo los alzados de los muros y el forjado de la primera planta donde irá la maquinaria eléctrica.

Una vez se haya dispuesto la zona donde irán las virolas de la cámara espiral, se colocará la turbina. Antes de hormigonar la cámara espiral se someterá a una prueba de carga hidráulica con el objeto de determinar posibles pérdidas. Se hará con una presión del 150% de la presión estática.

Una vez se haya comprobado la estanqueidad de la cámara espiral se embeberá en hormigón HA-20/P/20/IIb y se colocará el armado según planos realizados.

Una vez terminados los alzados y el muro se procederá a construir la estructura metálica que servirá para aguantar el peso de la cubierta. Una vez terminada esta se colocará el panel tipo sándwich con la impermeabilización y luego el cerramiento exterior.

El cerramiento exterior se realizará con aplacados de piedra caliza para que se integre en el entorno y su impacto visual sea el menor posible.

Una vez están ya acabadas las obras de fábrica propiamente dichas se procede a instalar la maquinaria. Esto se hace así ya que el polvo generado por las obras de fábrica es muy perjudicial para toda la maquinaria, especialmente para arrollamientos y cojinetes.

Antes de colocar el grupo deben practicarse y comprobarse todos los agujeros que se hayan realizado en el muro de hormigón para el paso de las tuberías de aceite y de agua, así como los canales para el paso del aire y de los cables de media y baja tensión.

Una vez colocado el grupo se realizan las instalaciones antes mencionadas. Una vez terminadas estas y colocados los cerramientos interiores se puede dar por concluida la construcción del edificio.

Por último, la construcción del depósito de recogida de aceite se llevará a cabo una vez se terminen las obras de fábrica del edificio. Tendrá unas dimensiones de 3.25 x 2 metros cuadrados en planta e irá enterrado bajo una profundidad de 3 metros. Su misión es proteger el medio ambiente en caso de rotura de los transformadores por accidente o incendio u otro caso fortuito.



6. CARACTERÍSTICAS DEL SALTO.

- Altura del salto: 32.5 metros.
- Caudal de diseño: 15 m³/s.
- Número de grupos: 1
- Tipo de turbina: Kaplan vertical.
- Potencia de la turbina: 0.9 MW
- Producción energética estimada anual: 21 MW
- Factor de utilización: 0.27
- Horas equivalentes de funcionamiento: 2386.36 horas

7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

Los cálculos necesarios para el presente proyecto comprenden:

- Cálculos hidrológicos.
- Cálculos de las turbinas y generadores.
- Cálculos hidráulicos.
- Cálculos de las distintas instalaciones.

8. DOCUMENTOS CONSTITUYENTES DEL PROYECTO.

He aquí los documentos que forman parte del “Proyecto de obra civil de un aprovechamiento hidroeléctrico”.

Documento N° 1: MEMORIA Y ANEJOS.

Memoria.

Anejo I: Antecedentes.

Anejo II: Estado Actual.

Anejo III: Legislación.

Anejo IV: Accesos a la obra.

Anejo V: Topografía, Geología y Geotecnia.

Anejo VI: Estudio previo.

Anejo VII: Estudio de soluciones.

Anejo VIII: Estudio hidrológico.

Anejo IX: Cálculos.

Anejo X: Estudio de impacto ambiental.

Anejo XI: Programa de obra.

Anejo XII: Presupuesto.

Anejo XIII: Fotográfico.

Documento N° 2: PLANOS.

Localización y situación de la obra y accesos.

Planta topográfica.

Llanura de inundación.

Perfil azud.

Alzado y planta del azud.

Perfil longitudinal canal.

Secciones transversales a,b,c del canal.

Secciones transversales d,e,f del canal.



PROYECTO DE OBRA CIVIL DE UN APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO



Secciones de movimiento de tierras.
Planta general de la central hidroeléctrica.
Sección de la turbina.
Sección cámara de carga.
Detalles turbina Kaplan.

9. CONCLUSIONES.

Finalmente se ha calculado que con los trabajos propuestos y un programa de tareas medianamente detallado se podrá acabar la obra en 1 años más o menos. El presupuesto final de la obra que se estima es de alrededor unos 10.000.000€, y como se sacan unos 900.000 euros anuales por este aprovechamiento se estima que la obra podría ser rentable a largo plazo el cual debería ser mayor de 12 años.

Estimamos que se incluyen los elementos imprescindibles para la obra, que las partes de la misma cuyas dimensiones resulten diferentes del proyecto en la ejecución por su encaje en el terreno, han sido previstas con la suficiente amplitud y que han sido tenidas en cuenta las circunstancias desfavorables de este tipo de obra.

Se considera que todos estos datos que estamos dispuestos a aclarar y completar si se considera necesario, serán suficientes para que la Administración competente se forme juicio exacto de lo que se pretende realizar, por lo que se somete el presente documento a los Organismos Superiores para su aprobación.

Valencia, Julio de 2014

El autor del TFG

Alejandro Romaguera Meseguer



PROYECTO DE OBRA CIVIL DE UN APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad
Politécnica de Valencia*



MEMORIA

Proyecto de Obra Civil para Aprovechamiento Hidroeléctrico en el río Cabriel en el T.M. CASAS IBAÑEZ (ALBACETE)

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso académico 2013-2014

Fecha presentación Julio 2014

Alumno:

Alejandro Romaguera Meseguer

Parte desarrollada:

Desarrollo De la central hidroeléctrica



Índice General de Proyecto

Documento Nº1: Memoria y anejos

Memoria
Anejo I
Anejo II
Anejo III
Anejo IV
Anejo V
Anejo VI
Anejo VII
Anejo VIII
Anejo IX
Anejo X
Anejo XI
Anejo XII
Anejo XIII

Documento Nº2: Planos

1. Situación y emplazamiento de la obra
2. Estado Actual
3. Llanura de inundación del azud
4. Planta y alzado de la presa
5. Perfil transversal del azud
6. Sección longitudinal del canal
7. Secciones transversales del canal a, b, c
8. Secciones transversales del canal d, e, f
9. Detalle de excavación, juntas, sección en túnel y sección del sumidero
10. Planta general del edificio de la central
11. Sección vertical por el eje de la tubería forzada
12. Cámara de carga
13. Tubería



Documento Nº1: Memoria y anejos

Índice

Memoria

Anejo I: Antecedentes

Anejo II: Estado actual

Anejo III: Legislación

Anejo IV: Accesos a la obra

Anejo V: Topografía, Geología y Geotecnia

Anejo VI: Estudio previo

Anejo VII: Estudio de soluciones

Anejo VIII: Estudio hidrológico

Anejo IX: Cálculos

Anejo X: Estudio de impacto ambiental

Anejo XI: Programa de obra

Anejo XII: Presupuesto

Anejo XIII: Fotográfico