



**PROYECTO FIN DE CARRERA
ETSID
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

**Proyecto de desmantelamiento de un grupo generador de la central
hidroeléctrica Los Villanuevas, en el río Mijares, TM Olba (Teruel).**

Documentos

- 1. Memoria**
- 2. Presupuesto**

Jesús Francés Monllor.

Salvador Alafarga Viel.

Mecánica.

Valencia X/06/2018

1. MEMORIA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Características de la central hidroeléctrica.....	13
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. VISITAS A LA CENTRAL	17
4. CONTEXTO	22
5. ALCANCE	24
6. DESARROLLO DEL TRABAJO	26
6.1. Organización del desmontaje.....	26
6.2. Realización del trabajo.....	28
6.3. Equipos y sistemas periféricos.....	28
6.4. Parte turbina.....	31
6.5. Parte alternador.....	34
6.6. Sistemas de control.....	36
6.7. Obra civil.....	37
6.8. Transporte.....	38
6.8.1.Cunas de transporte.....	42
6.8.2.Medidas y pesos.....	44
6.8.3.Recuperación de piezas.....	45
7. RIESGOS LABORALES	46
7.1. Posibles riesgos laborales.....	46
7.2. Medidas preventivas.....	46
7.3. Riesgos en la zona de trabajo.....	50
7.4. Medidas preventivas.....	50
8. CÁLCULOS	54
8.1. Tipos de turbina:.....	56
8.2. Elección del tipo de turbina.....	60
8.3. Dimensionamiento de la turbina.....	65
8.4. Coeficiente de cavitación.....	74
9. NORMATIVA	76
9.1. Normativa del Gobierno de Aragón.....	76
9.2. Normativa industrial.....	76
9.3. Ley de prevención de riesgos laborales.....	77

10. ANEXO.....	79
11. CONCLUSIONES.....	88
12. BIBLIOGRAFÍA.....	89
13. PRESUPUESTO.....	93

INDICE DE IMÁGENES.

FIGURA 1	DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	16
FIGURA 2	DIAGRAMA DEL ORDEN DE DESMANTELAMIENTO.....	23
FIGURA 3	PLANO VISTA ALZADO DEL GRUPO 1	25
FIGURA 4	DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE LAS PIEZAS.....	26
FIGURA 5	TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN DEL COJINETE DE EMPUJE.....	28
FIGURA 6	HUECO REGULADOR DE LA REFRIGERACIÓN.....	28
FIGURA 7	REGULADOR WAT	29
FIGURA 8	REGULADOR WAT 2	29
FIGURA 9	IMÁGENES DE LA REGULACIÓN DE LA VÁLVULA MARIPOSA.....	30
FIGURA 10	CAJA CABLEADO ELÉCTRICO.	30
FIGURA 11	A LA IZQUIERDA EL CABLEADO DE FUERZA, EN MEDIO EL CABLEADO DE LA EXCITATRIZ Y A LA DERECHA LA CAJA DE CONTROL DE LA EXCITATRIZ.	30
FIGURA 12	SALIDA CODO DE ASPIRACIÓN.....	31
FIGURA 13	VISTA DE LA CÁMARA ESPIRAL JUNTO AL CODO DE ASPIRACIÓN.	31
FIGURA 14	TAPA DE TURBINA DESMONTADA. PERTENECIENTE AL G2	31
FIGURA 15	A LA IZQUIERDA LA PROTECCIÓN DE LA UNIÓN DE LOS EJES Y A LA DERECHA LA UNIÓN DE LOS EJES TURBINA-ALTERNADOR.....	32
FIGURA 16	COJINETE DE EMPUJE ABIERTO.....	33
FIGURA 17	PARTE SUPERIOR COJINTE	33
FIGURA 18	ROTOR DE LA TURBINA.	33
FIGURA 19	A LA IZQUIERDA LA EXCITATRIZ, A LA DERECHA LAS ESCOBILLAS Y PORTAESCOBILLAS DE LA EXCITATRIZ	34
FIGURA 20	A LA IZQUIERDA EL COJINETE DE LA EXCITATRIZ Y A LA DERECHA LOS ANCLAJES DEL PIE DE APOYO DEL ALTERNADOR.	35
FIGURA 21	ALTERNADOR.....	35
FIGURA 22	A LA IZQUIERDA EL ARMARIO DE CONTROL CERRADO, EN EL CENTRO ESTE MISMO ABIERTO Y A LA DERECHA LA CELDA DE GENERACIÓN.....	36
FIGURA 23	PIE DE HIERRO.....	37
FIGURA 24	MAPA DE ACCESO A LA CENTRAL.	38
FIGURA 25	ENTRADA CARRETERA	39
FIGURA 26	CURVA 1	39
FIGURA 27	CURVA 2.	39
FIGURA 28	CURVA 3.	40
FIGURA 29	ÚLTIMOS DOS TRAMOS ANTES DE LLEGAR A LA CENTRAL.....	40
FIGURA 30	BORRIQUETA DE MADERA.....	42
FIGURA 31	BORRIQUETA DE ALUMINIO.	43
FIGURA 32	DIAGRAMA DEL ORDEN DE LOS CÁLCULOS.	55
FIGURA 33	TURBINA PELTON.....	56
FIGURA 34	ESQUEMA GENERAL DEL MONTAJE DE UNA TURBINA FRANCIS.....	57
FIGURA 35	ESQUEMA DEL MONTAJE DE UNA TURBINA KAPLAN	58
FIGURA 36	ESQUEMA DEL MONTAJE DE UNA TURBINA TIPO BULBO.....	59
FIGURA 37	GRAFICO DEL RANGO DE UTILIZACIÓN DE TIPOS DE TURBINAS.....	61

FIGURA 38 GRAFICO RENDIMIENTO-CAUDAL(%) PARA TURBINAS.	63
FIGURA 39 LNEA DE VALOR MEDIO COEFICIENTE DE VELOCIDAD PERIFÉRICA- VELOCIDAD ESPECÍFICA.....	66
FIGURA 40 DIMENSIONAMIENTO DEL RODETE.	66
FIGURA 41 ALZADO Y PLANTA DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA ESPIRAL.....	68
FIGURA 42 ALZADO Y PLANTA DEL DIMENSIONAMIENTO DEL TUBO DE ASPIRACIÓN. ...	71
FIGURA 43 CURVAS VELOCIDAD ESPECÍFICA - COEFICIENTE DE CAVITACIÓN Y COEFICIENTE DE CAVITACIÓN - ALTURA DE SUCCIÓN.	74
FIGURA 44 CURVA FRONTERA DE CAVITACIÓN.....	75

INDICE DETABLAS.

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS CENTRAL LOS VILLANUEVAS.	14
TABLA 2 REFERENCIAS PLANOS LOS VILLANUEVAS.	21
TABLA 3 CHECKLIST	41
TABLA 4 PESO DE LAS PIEZAS PRINCIPALES	44
TABLA 5 RIESGOS LABORALES.....	46
TABLA 6 MEDIDAS PREVENTIVAS 1	47
TABLA 7 MEDIDAS PREVENTIVAS 1.2.....	48
TABLA 8 MEDIDAS PREVENTIVAS INDIVIDUALES 1.....	49
TABLA 9 MEDIDAS PREVENTIVAS PROTECCIÓN COLECTIVA 1	49
TABLA 10 RIESGOS EN LA ZONA DE TRABAJO.	50
TABLA 11 MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS 1.....	51
TABLA 12 MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS 2.....	52
TABLA 13 MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 2	53
TABLA 14 MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 2	53
TABLA 15 RELACIÓN VELOCIDAD ESPECÍFICA-TIPO TURBINA	60
TABLA 16 RIESGOS ANEXO 1-3.	82
TABLA 17 RIESGOS ANEXO 4-8.	83
TABLA 18 RIESGOS ANEXO 9-15.	84
TABLA 19 RIESGOS ANEXO 16-20.	85
TABLA 20 RIESGOS ANEXO 21-27.	86
TABLA 21 RIESGOS ANEXO 28-32.	87

1. INTRODUCCIÓN.

La obtención de energía eléctrica se puede realizar de diversas formas aunque todas se basan en el mismo principio que más abajo veremos, entre estas formas de obtención se encuentran las centrales hidráulicas, donde esta obtención de energía se realiza mediante el uso de grupos generadores cuyo funcionamiento se redacta a continuación.

Todo comienza en el embalse de agua, el cual está contenido por una presa que puede ser de diferentes tipos, pero este es un tema del que no hablaremos, solo decir que en este proyecto estamos hablando de una central que cuenta con una presa de tipo gravedad que proporciona agua a un depósito de carga mediante un conducto. Dicho depósito de carga regula la entrada de agua en las turbinas mediante la apertura y cierre de sus compuertas de toma, que cuando se encuentran abiertas dan paso al agua hacia las tuberías forzadas, las cuales llevan el agua desde el depósito de carga hasta el grupo generador.

El proceso en el grupo inicia con la entrada de agua a la cámara espiral, la cual está regulada por una válvula mariposa en nuestro caso, de dicha cámara el agua llega al rodete, en este grupo la turbina es de tipo Francis horizontal. El agua contiene energía potencial obtenida en el salto del depósito, y una vez llega a la turbina atraviesa las palas del distribuidor y causa la rotación del rodete transformando esa energía potencial en energía cinética.

La turbina alcanza elevadas velocidades debido a los triángulos de velocidades entre los alabes del estator (distribuidor) y el rotor (turbina) y las elevadas presiones, en nuestro caso se llega a las 500r.p.m. y esta velocidad es transmitida mediante un eje al transformador, donde se produce la obtención de la Energía eléctrica.

Esta energía se genera siguiendo la ley de Faraday, y el principio de funcionamiento de los generadores, el cual se basa en el fenómeno de inducción electromagnética.

La Ley de Faraday nos dice que el voltaje inducido en un circuito es directamente proporcional al cambio del flujo magnético en un conductor o espira. Esto quiere decir que si tenemos un campo magnético generando un flujo magnético, necesitamos una espira por donde circule una corriente para conseguir que se genere la f.e.m. (fuerza electromotriz).

Esto aplicado a nuestro alternador consiste en la rotación de un rotor dentro de un estator, el rotor actúa como inductor con la ayuda de la excitatriz, la cual le proporciona una corriente continua para generar un campo magnético excitando los imanes, y el estator actúa como inducido debido a la serie de bobinas que encontramos en él.

La corriente producida en el alternador es alterna debido a que el campo magnético es cortado de forma discontinua, con una frecuencia de 50Hz, y

está regulada por un regulador de tensión para introducirla en la red, el cual actúa sobre la excitatriz.

Una vez sale la corriente del alternador es transportada al transformador donde se regula para poder introducirla con la tensión adecuada a la red eléctrica, este proceso consiste en aumentar la tensión significativamente para así reducir las pérdidas en el transporte mediante cables. Los transformadores se basan en la inducción electromagnética entre los devanados y el núcleo, que son las partes principales. Solo funciona con corriente alterna.

Una vez llegue a su destino lo más probable es que la tensión vuelva a ser reducida para así trabajar con ella.

1.1. Características de la central hidroeléctrica.

La central donde se encuentra la turbina con la cual vamos a trabajar recibe el nombre de Central Hidroeléctrica de Los Villanuevas, esta central consta principalmente de dos partes, la presa, que está formado por un azud de mampostería de 30 m. de longitud, 8 m. y 3 m. de altura sobre cimientos y que es vertedero en toda su longitud, la cual lleva el agua al depósito de carga, y el edificio de la Central, que a su vez consta de dos cuerpos, uno de ellos de una sola planta, el cual alberga a los grupos de generación, y un segundo cuerpo donde están instaladas, la sala de control, baterías y servicios auxiliares.

Nuestra central tiene una potencia instalada de 3,75 MW y está situada en el río Mijares, en el término municipal de Olba (Teruel), dentro de la zona “Los Pertegaces”.

El acceso principal a la central se realiza a través de la carretera CV-20, hasta el límite de la provincia de Teruel, donde empalma con la carretera TE-V-2001, hasta Los Villanuevas donde se coge el desvío por la A-2521.

La Central está equipada con 3 turbinas tipo Francis de eje horizontal, fabricadas por VOITH, dos de 1,129 MW, y otro de 1,502 MW de potencia con un velocidad de 500 r.p.m. cada uno, que permiten turbinar un caudal máximo de 3 m³/s. los dos primeros y 3,8 m³/aunque solo se utilizan 6,23 m³/s. con lo que conseguimos, junto a un salto bruto de 48,50m una producción media anual de 9,324 GWh

Las turbinas tienen, además, una válvula de aireación del tubo de aspiración de funcionamiento automático con un sistema de transmisión mecánico mediante varillas, que abre la válvula según la posición de la distribución.

Los 2 grupos en funcionamiento se conectan a través de un transformador trifásico, marca AEG con una potencia nominal de 2,5 MVA, con ajustador de vacío, y el neutro de alta tensión rígidamente puesto a tierra, que eleva la tensión de generación de 5,25 kV hasta 62 kV, uniéndose, a este nivel de tensión, a la red.

En la instalación se incluyen, además, todos los equipos y sistemas auxiliares y complementarios necesarios, tal como serán descritos a continuación.

La alimentación normal a los servicios auxiliares, se realiza a través de las líneas provenientes de C.H. Albentosa y C.H. Los Cantos, y a través del transformador de auxiliares de relación 5,25/0,22 kV, que alimentan a unas barras de 220 v.

De las barras de servicios auxiliares parten, entre otras, las alimentaciones a los rectificadores de 125 y 48 V c.c. para los servicios en corriente continua de la Central Hidráulica de Los Villanueva.

PRESA.	TOMA DE AGUAS.
Tipo: AZUD DE GRAVEDAD.	Compuertas: 2 verticales(2,15*2,05m)
Longitud: 30m.	Accionamiento: Manual.
Altura: 3m.	Rejillas: Si
Vertederos: Libre sobre presa.	Limpiarrejas: ---
Desagües: 2 comp verticales de fondo.	Regulación de nivel: ----
Caudal de restitución.	
Escalera de peces: NO.	CAMARA DE CARGA.
	Compuertas: 3compuertas verticales.
CONDUCCIÓN.	Accionamiento: Manual.
Tipo: Canal + 3 tuberías Ø 1,25m	Rejillas: Si.
Sección transversal: Rectangular + circular	Limpiarrejas: Si(Olano).
Longitud:3,071 m C. + 3*70m T.F.	Regulación de nivel: Si(Sonda capacitativa)
Capacidad: 7m3/s	
Estado: aceptable	GENERADORES.
	Tipo: síncronos horizontales.
TURBINAS.	Numero: 3.
Tipo: Francis horizontales.	Fabricante: A.E.G.
Número:3.	R.p.m. 500
Fabricante: VOITH	Tensión de generación: 5250 V.
R.p.m.: 500	Potencia. 1350KVA*2 + 1800KVA
Regulación: G1 mecánico, G2 y G3 oleohidráulico	Excitación: Rotativa con regulación estática.
Potencia nominal: 2*1080 + 1*1480KW.	
Multiplicador: -----	TRANSFORMADORES.
	Numero: 1.
CELDA DE GENERACIÓN.	Potencia: 2500 KVA.
Tipo: Blindadas (Metálicas).	Relación de tensiones: 5,25/66 KV.
Interruptores: 1 por grupo SF-6(ABB)	Potencia de S.S.A.A.: 140KVA.
	Tensión de S.S.A.A.: 5,25/0,22KV.
CELDA DE SALIDA DE LINEAS.	
Tipo: C.T. Intemperie.	
Interruptor: SI (ASEA) Aceite.	

Tabla 1 Características central Los Villanuevas.

2. JUSTIFICACIÓN.

El proyecto consiste en el desmantelamiento de uno de los tres grupos generadores de la central hidroeléctrica de Los Villanuevas, concretamente el del grupo G1, el cual se construyó en su día para que la central pudiese operar a máxima carga a pesar de que se produjese una avería en alguno de los tres grupos, ya que esto permitía realizar reparaciones en uno mientras los restantes seguían funcionando, pero con el paso del tiempo se vio en desuso y ahora se va a proceder a su completa eliminación, esto se debe a varias razones:

En primer lugar disponemos de un caudal de $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$, y este solo nos permite el funcionamiento simultaneo de dos de los tres grupos, por lo que ahora mismo se produce energía con un grupo de 1,129 MW trabajando a máxima carga y dejando el caudal restante para el grupo de 1,502 MW o viceversa. En el caso de que uno de los dos tuviese una avería, seríamos capaces de producir la potencia requerida por la red con el otro, por lo que no tiene sentido que se mantenga en funcionamiento un tercer grupo generador al que no se le puede suministrar agua, y que nos va a suponer un coste económico mantener en funcionamiento.

Por otra parte, el grupo lleva más de 25 años fuera de servicio, pues en su momento se produjo una avería la cual nunca se reparó, por lo que el pasar de los años y con ayuda de la corrosión, han ido desgastado gran parte de las piezas y mecanismos que tiempo atrasas permitían su correcto funcionamiento, Deberíamos pues, realizar una gran labor de reparación para su puesta en marcha, y vista su limitada función es algo que no merece la pena.

Y por último y más importante, pues al fin de cuentas es lo que nos interesa, es el tema económico, ya que como acabamos de mencionar un par de líneas arriba, si se quisiese rehabilitar el G1 serían necesarias una serie de reparaciones, cuyo valor económico se estima que alcanzaría el valor de 1,130 millones de euros, una cifra que no seríamos capaces de amortizar.

Por otra parte el objeto de este informe es explicar de manera clara y concisa como se va a proceder con el desmantelamiento de dicho grupo, para que los contratistas encargados de la obra dispongan de toda la información necesaria. En él se detallan todos los pasos a seguir para poder ir desmontando y a su vez recuperando las piezas reutilizables, así como las medidas de seguridad que se deberán ir adoptando para que se cumplan todas las normativas y no se produzca daño alguno al personal encargado.

Además veremos también el acondicionamiento de la zona, pues una vez hayamos eliminado el grupo G1 habremos dejado un espacio vacío, el cual mediante obra civil se reacondicionará para su uso posterior.

Por último llevaremos a cabo una serie de cálculos para ver cuál sería el grupo más adecuado para colocar en un futuro en el lugar que ocupa ahora el G1, a su vez esto nos permitirá comprender por qué la turbina del G1 es del tipo Francis.

Organización del proyecto

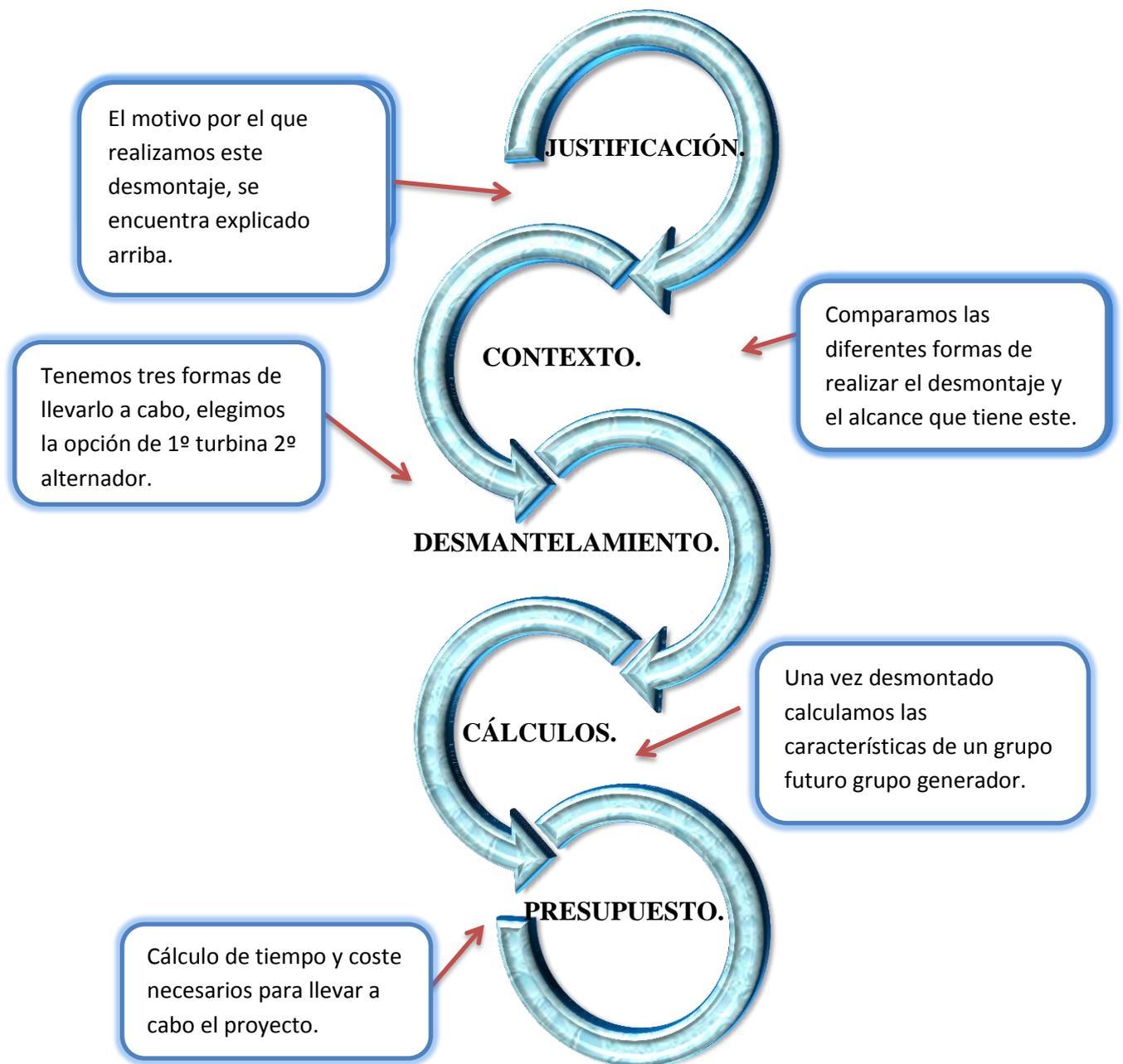


Figura 1 Diagrama de organización del proyecto

3. VISITAS A LA CENTRAL.

Durante la elaboración de este proyecto se han ido llevando a cabo una serie de visitas a centrales hidroeléctricas, principalmente a la de Los Villanueva ya que es en esta donde se realizará el desmantelamiento. Durante estas visitas se han ido realizando una serie de operaciones con el fin de llevar a cabo un proyecto lo más preciso posible, en este punto se va a redactar en que consistían las visitas realizadas y las tareas que se han ido completando durante nuestra estancia en la centrales.

⊗ **Visita del 14/03/2018**

Esta fue la primera visita que realicé a la central, una vez tenía definido el proyecto, con los objetivos, dudas e información que recopilar, hicimos el primer viaje. En esta visita tomé fotos generales de piezas y estructuras así como de los grupos, resolví las dudas que se habían ido generando al comienzo del proyecto, como por ejemplo, por donde iba a comenzar el desmantelamiento, cuál era el alcance del desmantelamiento o que iba a hacer con la zona de los transformadores. A medida que iba resolviendo dudas iba también analizando el orden del desmontaje y a su vez como llevar a cabo ese desmontaje.

También recogí una serie de planos para su posterior utilización y pregunté por si existían informes de algún desmantelamiento o reparación que se hubiese producido en el pasado, ya que serviría para este proyecto, la respuesta fue que si pero que se encontraban en otra central, así que en futuras visitas a Los Villanueva pasaremos por esta central para recoger los informes.

Analicé la situación de aquellos elementos de obra civil que cuando se finalice el desmantelamiento permanecerán ahí, se decidieron en este momento las medidas que están redactadas en este proyecto para asear la zona y dejarla preparada para su uso posterior.

En esta visita comprobé además el estado de aquellas piezas que estaban a la vista, para así tener un poco más claro cuales aprovecharemos y cuáles no. Visitamos el embalse situado encima de la central, para analizar el estado de los elementos que correspondían al grupo uno, como son la compuerta de toma o la tubería forzada.

Por ultimo antes de finalizar la visita tomé fotos de la carretera de acceso a la central, con el objetivo de, llegado el momento de redactar la especificación técnica, hacer saber a los contratistas la situación de la carretera, para que lo tengan en cuenta a la hora de introducir los vehículos que vayan a necesitar.

En conclusión esta visita me sirvió para organizar el proyecto de una manera más correcta de la que tenía hasta la fecha y para darle un gran empujón, ya que antes de haberme presentados de manera física en la

central, había estado trabajando con informes y fotos de otros proyectos, lo cual no me permitía avanzar a un ritmo eficaz.

Previamente a la visita elaboré una serie de preguntas y dudas que luego le realice al encargado de la central.

Las dudas fueron las siguientes:

- ❖ ¿Cómo podría calcular la potencia del grupo?
- ❖ ¿Qué piezas se pueden reutilizar?
- ❖ ¿Hay algún informe de desmantelamiento?
- ❖ ¿Cuál es la presión de trabajo?
- ❖ ¿Qué operaciones preliminares se desarrollarían?
- ❖ ¿Cuál es alcance de este proyecto?
- ❖ ¿Qué riesgos laborales podemos encontrarnos en la instalación y en el proyecto?
- ❖ ¿Cuál es la situación de las piezas?

Además buscamos y comprobamos lo siguiente:

- ❖ Planos del Grupo 1.
- ❖ Planos de las electroválvulas del grupo 2.
- ❖ Riesgos tipo.
- ❖ Posibilidad de realizar un proyecto de ingeniería inversa del rodete del grupo 1 para crear un rodete para el grupo 2.

Las dos últimas dudas eran para apartados que en un comienzo pensé añadir a este proyecto pero que más adelante descarte por diversas razones.

La respuesta a la última pregunta realizada sobre la situación de las piezas fue la siguiente lo que nos permitió tener una idea de la situación interna de algunas partes del grupo.

-Estudio del grupo.

Previamente al desmantelamiento de susodicho grupo se realizó un estudio de las diferentes partes que lo componen, con el fin de poder rescatar algunas piezas y a su vez simplificar el desmontaje, ya que una vez conocidas aquellas piezas que no nos van a ser útiles podremos deshacernos de ellas sin necesidad de trabajarlas con excesiva delicadeza para su conservación, esto nos va a permitir romper algunas y así finalizar antes la obra.

A continuación se redacta la situación actual de las piezas más significativas:

- **COMPUERTA DE TOMA**

El tablero está bien. Sólo le haría falta una revisión, cambio de juntas y pintura anticorrosiva.

El accionamiento de la compuerta es manual, con volante y reductora. Dado que no se ha utilizado en 25 años está agarrotado y con corrosión. Para su correcto funcionamiento debería cambiar a un accionamiento motorizado u oleohidráulico, con cierre en carga ante determinados disparos de máquina.

- **TUBERÍA FORZADA**

Tiene una longitud aproximada de 70 m y un diámetro de 1,25 m. Los remaches van roblonados y su estado es deficiente por corrosión del material, con fugas de agua por diversas picaduras de la chapa.

La tubería se encuentra aterrada hasta la mitad o más de su sección en el tramo horizontal previo a la válvula mariposa.

Se considera necesaria la sustitución por una tubería nueva en todo su recorrido.

- **VÁLVULA MARIPOSA**

No se ha accionado en los últimos 25 años. Su accionamiento era mediante un motor de corriente continua, actualmente averiado.

Dado el estado general de deterioro la válvula y su accionamiento, en el caso de que quisiésemos mantener el grupo sería necesaria su sustitución por una nueva, con accionamiento oleohidráulico

- **TURBINA Y SISTEMA DE REGULACIÓN**

El rodete, los álabes de la distribución y los escudos en las tapas son de bronce, sumamente desgastados y no reutilizables. Se deberían sustituir por piezas nuevas de acero inoxidable.

El eje de turbina también está dañado por la corrosión. Se debería valorar su reparación o eliminación.

La cámara espiral se debería repintar interior y exteriormente con protección anticorrosiva.

El cono de aspiración se debería repintar con pintura anticorrosiva o sustituir por uno nuevo, en función de su estado real al desmontar.

El sistema de regulación está obsoleto y con el aceite retirado. Le faltan algunas piezas que se han utilizado en los otros Grupos de la Central.

- **ALTERNADOR Y SISTEMA DE EXCITACIÓN**

Tanto el devanado como la chapa magnética del estator tienen envejecimiento de los aislantes. Se debería cambiar el paquete magnético y rebobinar.

El rotor se tendría que, al menos, limpiar y, en función de las correspondientes pruebas, posiblemente rebobinar.

La excitación del Grupo consiste en excitatriz principal y piloto. Se debería rehabilitar la excitatriz principal y sustituir la piloto por excitación estática, dentro de un equipo integrado de regulación y control.

- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

No existe ningún automatismo.

⊗ **Visita del 26/04/2018**

Esta fue la segunda visita que llevamos a cabo, con el fin de resolver algunas dudas y medidas que se nos habían escapado en la visita precedente, o que habían surgido durante la elaboración del proyecto.

Primero de todo fuimos a la central de Ribesalbes, con el objetivo de encontrar los planos que nos faltaban de la central, principalmente del rotor. Encontramos los planos que se muestran en la siguiente tabla, están los números de referencia necesarios para buscar en la base de datos de Iberdrola.

No Referencia.	Nombre plano.
1015/1007/0001	EJE TURBINA G1
1015/1007/0006	RODETE G2
1015/1007/0002	EJE TURBINA G2
1015/1007/0003	RODETE G1-2
1015/1007/0005	EJE G3
1015/1007/0007	CONO GUÍA
1015/1007/0008	SITUACIÓN CORRECTA RODETE
1015/1007/0009	JUNTA DE CIERRE Y ENGRASE EJE G2
1015/1007/0004	TORNILLO UNIÓN EJES TURBINA- ALTERNADOR
1015/1002/0012	EJE DE LA TURBINA
1015/1007/0011	SIN IDENTIFICAR

Tabla 2 Referencias planos Los Villanuevas.

Una vez obtenidos los planos nos dirigimos a la central de Los Villanuevas, a una hora y media en coche de Ribesalbes, donde realizamos lo siguiente: Tomamos medidas de las dimensiones de la compuerta de entrada a la central, ya que esto nos permite saber el tamaño del camión que utilizaremos para el transporte de las piezas.

Contamos el número de tornillos que hay en la unión entre el codo de aspiración, y el suelo, y la cámara espiral y este. Esto lo hicimos para saber el número de tornillos, que se utilizaran en las tapas que colocaremos una vez realizado el desmantelamiento. A su vez medimos las dimensiones del agujero de entrada a la cámara espiral, ya que en los planos no aparece esta medida.

Tomamos fotos de los elementos de la obra civil, como son: las peanas del codo de aspiración, alternador y cámara espiral, también del hueco situado debajo del alternador y del suelo irregular.

Y por último añadimos a nuestra organización del desmontaje la limpieza del espacio donde se encuentra la cámara espiral, ya que hace años que no se limpia.

Esta fue la última visita a la central de Los Villanuevas, ya que con los datos recogidos tenía lo necesario para redactar este proyecto de manera completa.

4. CONTEXTO

A la hora de realizar el desmantelamiento del grupo lo dividimos en dos grandes partes, la turbina y el alternador y nos encontramos con varias opciones de desmantelamiento que se ven en el diagrama, nuestra duda principal es decidir si empezar por la parte de la turbina o empezar por la parte del alternador, la segunda opción tiene la ventaja de que el alternador está más cerca de la salida y no tenemos la turbina por en medio, en cambio si empezamos por la segunda, el alternador podría molestarnos a la hora de realizar algunas operaciones, aunque si analizamos bien la situación llegamos a la conclusión de que el alternador no da la opción de separarse en dos partes como la cámara espiral, y por tanto para desmontarlo necesitamos un margen de movimiento bastante amplio. Otro problema que encontramos a la hora de comenzar por el alternador es que el rotor solo puede salir por detrás y no por el lado de la excitatriz, por lo que hay que quitar la turbina para que esto ocurra. Esto nos lleva a comenzar por la parte de la turbina, pues es más sencillo, ya que la cámara espiral, la pieza más grande de este grupo, se puede dividir en dos partes y de todas formas se considera que la turbina se puede sacar entre el espacio que hay desde la tapa de turbina a la pared que se encuentra enfrente de esta.

Una vez elegida la parte de la turbina como punto de partida tenemos que estudiar si nos costará menos tiempo partir la cámara espiral en dos, y sacar a continuación el rodete junto al eje, o sacar primero el eje y rodete, y una vez los tengamos fuera realizar el desmontaje de la cámara espiral.

Teniendo a nuestra disposición una grúa móvil la opción de comenzar sacando el rodete es bastante más rápida que la de sacar la cámara espiral, si comenzásemos por la cámara espiral el rodete nos estorbaría bastante a la hora de separar las piezas, mientras que si sacamos primero el rodete solo necesitaríamos la ayuda de unas borriquetas y unos slingers para pasar el eje a través de la cámara espiral.

Orden de desmantelamiento

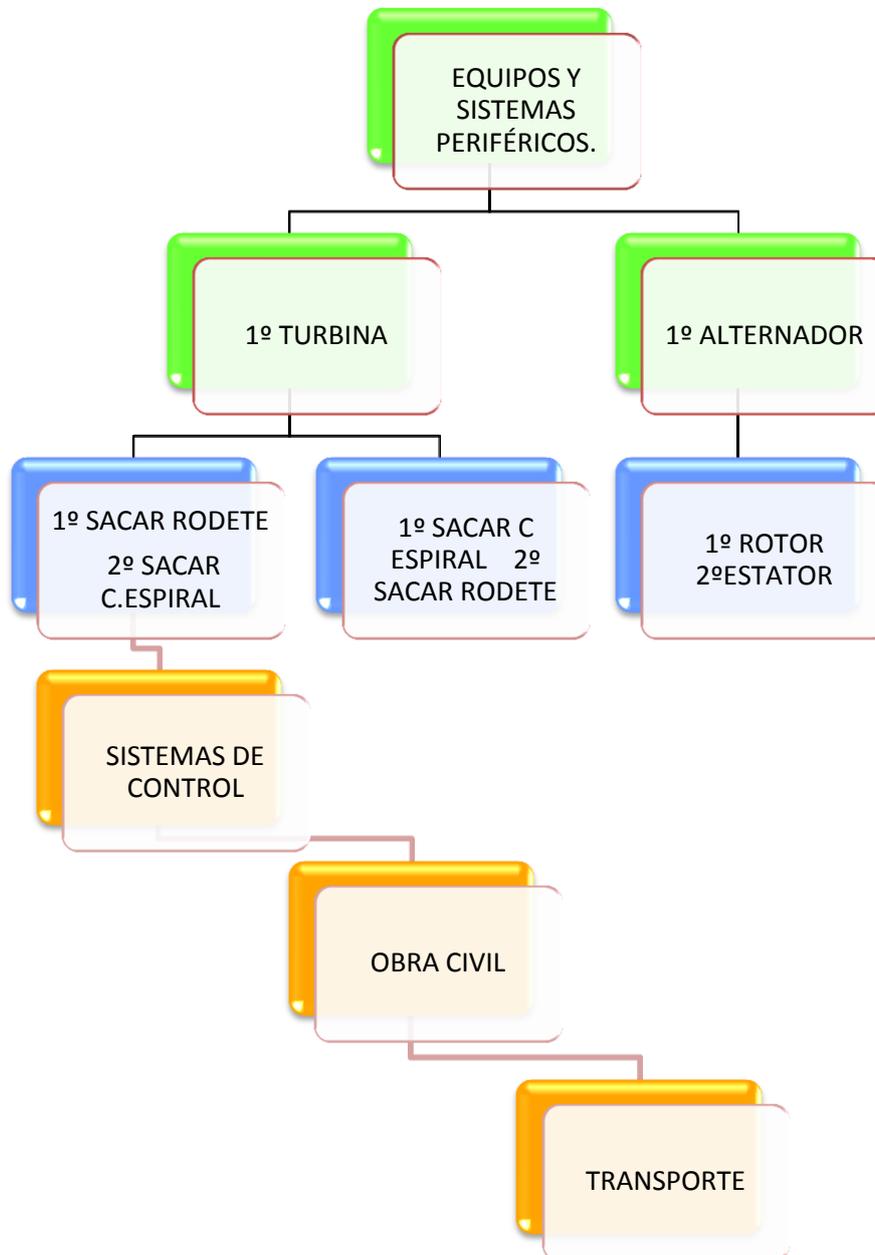


Figura 2 Diagrama del orden de desmantelamiento

5. ALCANCE.

A continuación vamos a definir los límites de este proyecto a la hora de desmantelar el grupo, para ello vamos a comenzar utilizando de referencia el circuito hidráulico y seguidamente el circuito eléctrico.

Antes de comenzar tenemos que tener en consideración que queremos conservar la gran parte de los elementos que se encuentran más allá de la turbina y el alternador, y esto se debe a que en el futuro si los grupo dos y tres comenzasen a fallar, cosa que acabará ocurriendo debido a su longevidad, entre las diferentes medidas que se podrían tomar se encuentra la opción de instalar un grupo nuevo, llamémoslo grupo cuatro, para así permitir a la central seguir funcionando sin problemas. Por lo tanto en el hipotético caso de tomar esta decisión, se reutilizarían una gran parte de elementos que ahora corresponden al grupo uno, esto nos lleva a focalizar nuestro desmantelamiento a una zona reducida en comparación a todo el sistema de producción de electricidad. Dicho esto vamos a ver qué es lo que queremos conservar y que es lo que no.

Nos situamos pues en el depósito de carga sobre la central, primer punto por donde pasa el agua, aquí encontramos las compuertas de toma, rejilla de limpieza, desagües de fondo y sistemas de regulación de agua entre otros muchos elementos. Todos estos elementos quedaran intactos, así como los restantes que podamos encontrar en el embalse, pues en esta zona no se tiene previsto realizar ningún trabajo ya que es una zona común para los tres grupos y aquellos que son exclusivos del grupo uno podrían sernos útiles en un futuro.

Una vez hemos pasado el depósito de carga nos encontramos con la tubería forzada, cuya función ya comentada previamente es conducir el agua desde el embalse hasta la central. Esta tubería no se encuentra en buen estado pero ahora no nos interesa trabajar en ella así que también quedara intacta.

Después de la tubería forzada llegamos a la válvula mariposa, esta, en un principio no se va a tocar aunque como más abajo veremos se cree que esta en bastante mal estado, pero como se encuentra por debajo del nivel del suelo no nos interesa, ya que no molesta, lo que sí que haremos será quitar el sistema de regulación manual del que dispone, ya que este estorbará a la hora de realizar el desmantelamiento, y de todas maneras si se optase por conservar la válvula mariposa debería cambiarse por un sistema motorizado.

Pasada la válvula mariposa tenemos el grupo uno, donde termina el circuito hidráulico y comienza el flujo de electricidad, y es aquí donde se centrará nuestro proyecto en su mayoría, tanto la parte de la turbina como la parte del alternador vendrán enteramente desmontadas, esto incluirá: cableado,

elementos de medición, sistemas de regulación, soportes, etc. En resumen, la zona debe quedar completamente despejada.

Ahora pasamos a utilizar de referencia el flujo de corriente eléctrica, así que nos encontramos con el armario de control, ya que los elementos que lo componen son muy antiguos en un futuro no nos servirían, así que será desmontado en su totalidad aunque dejaremos la carcasa para posibles usos como almacén.

Ya llegando al final del proceso encontramos la celda de generación, que no se pretende tocar excepto el sistema de cableado eléctrico, pero sí que reutilizaremos el interruptor como repuesto de los grupos dos y tres. Este es el último elemento que tocaremos, ya que la zona de transformación es común para los tres grupos y no tenemos ningún elemento exclusivo del grupo uno, así que el transformador, todo el cableado y los elementos de construcción de la zona de transformación no sufrirán cambio alguno.

Con los edificios de la central ocurre lo mismo que con el parque transformador, no hay ningún motivo para realizar obras, por lo que se quedarán igual exceptuando aquellas obras que se llevaran a cabo para adecuar el espacio donde ahora se encuentra nuestro grupo.

En resumidas cuentas, el alcance de este proyecto va el grupo uno hasta la zona de control, el resto de elemento quedarán intactos por el momento.

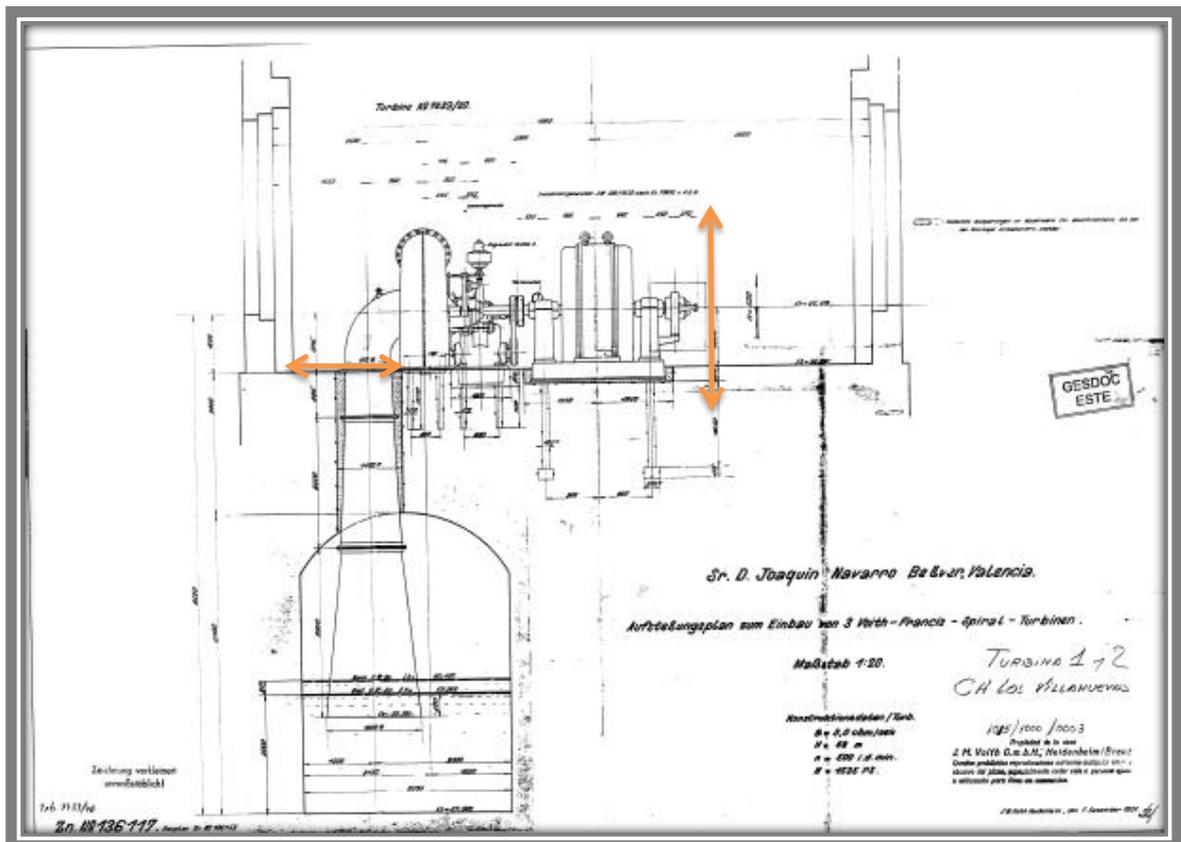


Figura 3 Plano vista alzado del Grupo 1

Exceptuando los elementos de control, el alcance de nuestro grupo está comprendido entre las dos líneas naranjas dibujadas en el plano.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO.

6.1. Organización del desmontaje.

En los días previos al inicio de los trabajos los responsables de realizar el proyecto comprueban las condiciones de la instalación, se definen los alcances, necesidades y condiciones del trabajo a desarrollar.

Se delimita la zona de trabajos que se señalizara y se revisan los riesgos identificados en la instalación, comprobando los ya definidos en la misma presa y los que se considera que irán surgiendo durante el desarrollo del proyecto.

El desmantelamiento será llevado a cabo por un equipo de trabajo con varios empleados y un encargado al mando, utilizaran las herramientas pertinentes y el tiempo que sea necesario, siempre dentro de un tiempo acorde con el trabajo.

Los materiales se clasifican en tres grupos, con esto se conseguirá que se tenga especial cuidado con algunas piezas. La clasificación que utilizaremos es la siguiente:

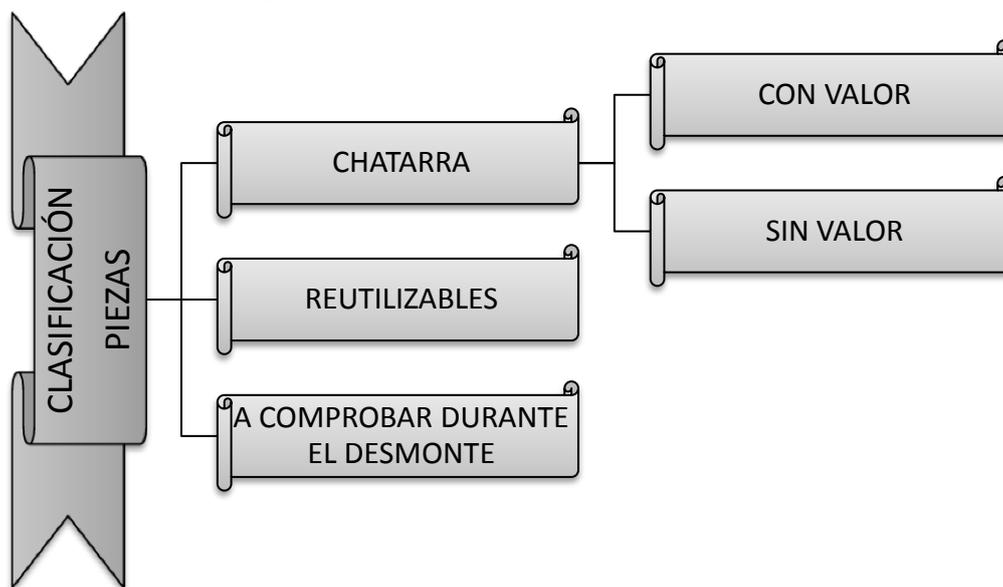


Figura 4 Diagrama de organización de las piezas.

CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS

CHATARRA CON VALOR:

- Cableado fuerza
- Escobillas
- Cableado control
- Brazo de distribución
- Cableado generación.
- Regulador WAT
- Bobinado estator
- Cámara espiral
- Rotor.
- Codo de aspiración.
- Excitatriz.
- Ochos distribución
- Reguladores manuales
- Tapa turbina
- Eje turbina
- Eje rotor.
- Tuberías
- Apoyo cojinetes

CHATARRA SIN VALOR.

- Aceites
- Trapos impregnados con aceites.
- Elementos de aislamiento.
- Escombros de la obra.
- Barómetro, manómetro.
- La mayoría de elementos del armario control
- Elementos de plástico y de madera.

REUTILIZABLES:

- Tapa cojinete de empuje.
- Celda de generación
- Armario de control
- Cono de aspiración.
- Interruptor.
- Tapas cojinetes
- alternador

VER DURANTE EL DESMONTAJE:

- Anillo de la distribución.
- Vallas de seguridad
- Turbina
- Ejes de los álabes.
- Protección unión ejes.
- Álabes

6.2. Realización del trabajo.

En este apartado se redacta el orden que se seguirá a la hora de desmontar el grupo uno, utilizando como ayuda los planos de los que disponemos cuando sea posible, y usando además las imágenes que se han ido tomando a lo largo de las visitas, esto facilitará la comprensión de la mayoría de los procesos. Por otra parte explicaré como ir desmontando cada parte y que consideraciones y precauciones se deberán tomar a la hora de hacerlo.

Para quitarle complejidad al desarrollo del trabajo voy a separar el grupo en cinco partes: parte turbina, parte alternador, sistemas periféricos, sistemas de control y obra civil.

Antes de comenzar se realizó un ensayo de presencia de amianto para ver si existía presencia de este material en los aislamientos del alternador, hasta no saber los resultados de esta prueba no se podía comenzar a trabajar en el alternador, esto se debe a que este material si no sufre ninguna manipulación no genera riesgo alguno para la salud de los operarios, pero si se pulveriza mediante una radial por ejemplo, produce cáncer de pulmón, por lo que se debería adecuar la zona para su segura manipulación.

El resultado de las pruebas dio negativo, por lo que no se deben tomar medidas preventivas.

6.3. Equipos y sistemas periféricos.

Se comenzará por esta parte ya que son los elementos más superficiales y a su vez más simples de retirar, de no comenzar por aquí nos estorbarían considerablemente en futuras operaciones.

- Se comprueban las condiciones de seguridad del descargo, elementos de corte abiertos, extraídos, bloqueados y señalizados, ausencia de tensión tanto de fuerza como de señalización (c.a. y c.c.) ausencia o inexistencia de presión en fluidos.
- Se protege ante la suciedad el grupo dos y si fuera necesario también al grupo tres.
- Se desmonta la barrera de protección situada enfrente del eje así como aquellas que rodean al regulador WAT (Regulador de turbina).

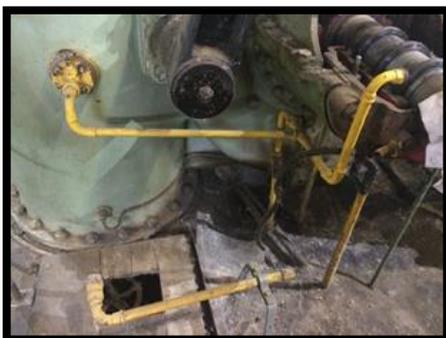


Figura 6 Tuberías de refrigeración del cojinete de empuje



Figura 6 Hueco regulador de la refrigeración

- Se saca la válvula de refrigeración situada en el hueco detrás de la cámara espiral.
- Se tapa correctamente con una plancha metálica el vacío dejado por la regulación de la refrigeración, de manera provisional.
- Se desmontan y retiran tuberías de agua refrigeración y aceite sistemas de accionamiento.
- Se desconectan cableados de instrumentación, termómetros, manómetros y del regulador WAT.
- Se retira instrumentación, termómetros, manómetros y se desmonta el regulador WAT.
- Para el regulador WAT comenzaremos quitando la correa de transmisión y desacoplándolo de la distribución, a la hora de desmontarlo no queremos conservar nada, por lo que se podrán romper elementos con total libertad si así se facilita la tarea de desmontaje.
- Como segunda parte desmontaremos todos los volantes y válvulas, así como la parte superior donde se encuentra el propio regulador WAT.
- Seguidamente desmontamos las tuberías y las partes más internas, separando así el depósito de aceite del suelo, deberemos tener en cuenta las medidas de prevención necesarias para tratar los posibles aceites que encontremos. Dispondremos de la grúa móvil para desplazar las piezas pesadas.
- Una vez hayamos quitado el regulador WAT deberemos colocar una tapa en el hueco que este deje en el suelo, para poder seguir trabajando sin que nos estorbe.
- Se elimina el sistema de regulación manual de la válvula mariposa y se coloca una tapa de madera provisional en el hueco del suelo que este deja.
- Se señala con un cono la zona para evitar caídas con el pie de hierro que ha dejado al descubierto el sistema de regulación.



Figura 7 Regulador WAT



Figura 8 Regulador WAT 2



Figura 9 imágenes de la regulación de la válvula mariposa.

- Se extrae el cableado de fuerza hasta la zona de control, para ello levantaremos las tapas metálicas del suelo y lo extraeremos teniendo precaución con el resto de cables pertenecientes a los grupos dos y tres, ya que comparten el mismo conducto.
- Una vez extraído se desacopla del suelo la caja de fuerza.
- Se extrae los cables de generación siguiendo el mismo procedimiento.
- Se extraen los cables de excitación evitando picar la pequeña porción de suelo situada debajo de la excitatriz por debajo de la cual pasan los cables.
- Se extraen los cables de control y la palanca de control se desmontará.
- Todo el proceso de extracción de cableado se puede realizar conjuntamente pues están situados en el mismo conducto y así reduciremos el tiempo de las operaciones. Una vez finalizado volvemos a colocar la tapa metálica.



Figura 10 Caja cableado eléctrico.

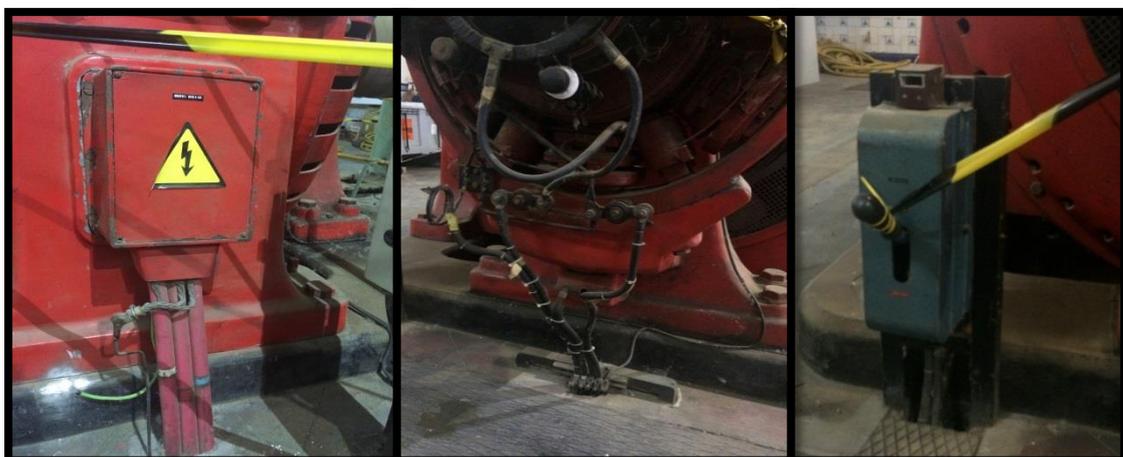


Figura 11 A la izquierda el cableado de fuerza, en medio el cableado de la excitatriz y a la derecha la caja de control de la excitatriz.

De esta manera habremos finalizado con todos los elementos periféricos y habremos preparado la zona para trabajar con los bloques de la turbina y el alternador sin ningún obstáculo que no pertenezca a alguno de los dos grupos.

6.4. Parte turbina.

Para realizar el desmontaje de la turbina los operarios deberán trabajar con herramientas withworth, ya que toda la tornillería está realizada en pulgadas, estas herramientas no serán suministradas por Iberdrola.

El proceso de desmantelamiento de la turbina sigue el siguiente orden, y al igual que ocurría con el regulador de turbina, se podrán romper la mayoría de elementos con total libertad si así se facilita la tarea de desmontaje.

- Se quita el brazo de la distribución.
- Se libera el codo de aspiración, el cual asienta plano en la tapa de la turbina con junta Klingerit aparentemente de 0,5 mm de grosor y se encuentra acoplado mediante tornillería, utilizaremos la grúa móvil para desplazarlo, enganchando el gancho de esta en la argolla de la que dispone el codo en su parte superior. Debemos tener especial precaución en los movimientos que realizaremos debido a la proximidad de la pared del edificio.
- Se toman medidas del cono de aspiración para la fabricación de una tapa y se coloca una tapa provisional que ocultará el agujero.



Figura 13 Vista de la cámara espiral junto al codo de aspiración.

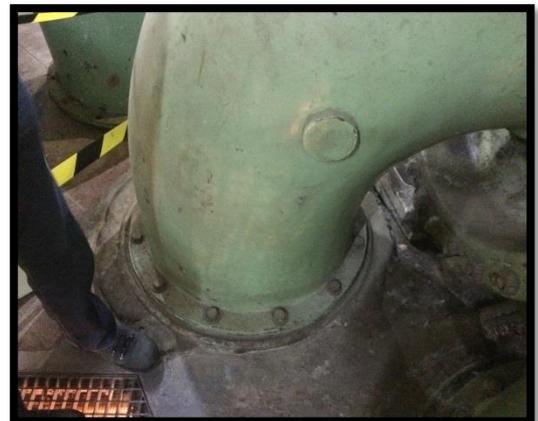


Figura 12 Salida codo de aspiración.



Figura 14 Tapa de turbina desmontada.
Pertenece al G2

- Se extrae la tapa de la turbina con ayuda de la grúa, se sueltan las tuercas de fijación de la tapa de turbina a la cámara espiral, retirando los espárragos de la parte superior donde posicionaremos el útil de desmontaje que permite la extracción de la tapa.
 - Una vez tenemos acceso al interior de la cámara espiral se extraen

los álabes de la distribución y los ejes de estos, se comprobará también el estado de ambos elementos para su posible reutilización en el grupo dos.

- Se extrae el anillo de la distribución, llegados a esta fase se decidirá si el anillo saldrá solidario a los álabes o primero extraeremos estos. Para su extracción desatornillaremos la tornillería que se encuentra en la parte exterior del lado alternador de la cámara espiral.
- Acabado los trabajos en el lado contrario al de la cara que da al alternador comenzamos los trabajos en este lado, iniciando con el desacoplamiento de los ejes turbina/alternador.
- Comenzamos quitando las cuatro tuercas y contratueras de la envolvente de protección del acoplamiento que cubre la unión.
- Una vez tengamos acceso a la unión entre ejes los desacoplamos aflojando y retirando las tuercas y contratueras de los ocho pernos de la unión.
- Extraemos la parte superior del cojinete con la ayuda de un cáncamo extractor.



Figura 15 A la izquierda la protección de la unión de los ejes y a la derecha la unión de los ejes turbina-alternador.

- Colocamos borriquetas para soportar el peso del eje y quitaremos la parte inferior de la tapa del cojinete, con ella saldría solidaria la parte inferior del cojinete, pues es una sola pieza.
- Separamos la parte superior de la tapa de la cámara espiral.
- Quitamos la junta de estanqueidad.

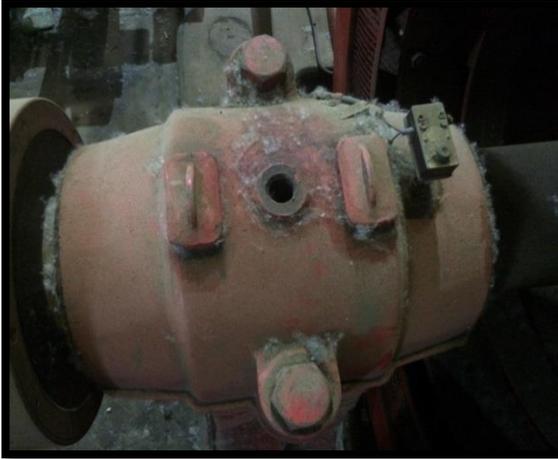


Figura 17 Parte superior cojinte

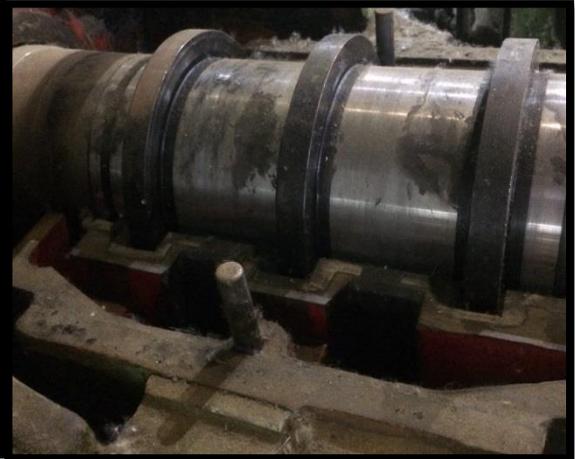


Figura 16 Cojinete de empuje abierto.

- Ahora tendríamos el eje junto al rodete sueltos, apoyados en borriquetas, les colocamos protecciones para no dañarlos y evitar que dañen otras piezas a la hora de su extracción.
- Estrobarlos con silingas, y con ayuda de la grúa y las borriquetas sacarlos por delante de la cámara espiral. Se realizará un tiro fijo en la turbina y dos tiros ajustables a lo largo del eje, de este modo mantendremos la nivelación de la pieza.



Figura 18 Rotor de la turbina.

- La cámara espiral es bipartida, se retira la tornillería y las guías que unen las dos mitades.
- Una vez desmontada, para la elevación de cada mitad estrobamos por ambos lados de esta aprovechando los agujeros donde antes encontrábamos la tornillería.
- Tomamos medidas del agujero de entrada a la cámara espiral y colocamos una tapa provisional para poder seguir trabajando en la zona.
- Se despejan todos los elementos de la zona para comenzar a trabajar con el alternador.

6.5. Parte alternador.

Una vez se hayan retirado todos los elementos de la turbina y se hayan preparado o no la zona según la presencia de amianto en los aislantes del alternador, se podrá comenzar a trabajar en este. Ahora se dispondrá de un amplio espacio para trabajar. Los pasos a seguir serán los siguientes.

- Se comenzará por la excitatriz, quitando la carcasa protectora y seguidamente escobillas, portaescobillas, imanes y cualquier elemento que pueda ser extraído.
- Una vez finalizado nos quedará el colector delgas y el bobinado, los cuales no se pueden separar del eje.
- A continuación se retira la tapa del cojinete de alternador del lado de la excitatriz.
- Se extrae seguidamente la parte superior del cojinete con ayuda de un cáncamo extractor.



Figura 19 A la izquierda la excitatriz, a la derecha las escobillas y portaescobillas de la excitatriz

- Para finalizar con el cojinete se desatornilla el pie de apoyo del suelo, la parte de abajo del cojinete saldrá solidario a este. Se coloca un soporte para apoyar el eje.
- Se repite la operación con el cojinete situado al otro lado del alternador.
- Se desatornillan las defensas que encontramos a ambos lados del alternador, hay cuatro partes por lado.



Figura 20 A la izquierda el cojinete de la excitatriz y a la derecha los anclajes del pie de apoyo del alternador.

- Estrobamos y sacamos el eje junto al rotor por detrás del alternador, teniendo así más rango de movimientos. Se estudiará la posibilidad de cortar con una radial el rotor de la excitatriz para así disminuir el peso del bloque.
- Soltamos el estator del suelo y lo sacamos de una sola pieza, ya que no se puede partir debido al devanado. Utilizamos las dos argollas de las que dispone en su parte superior.
- Una vez retirado el alternador este deja al descubierto un escalón de unos 10cm de altura y 15 de ancho que rodea un agujero de 60x25x35cm, colocaremos una tapa encima de este y lo señalizaremos hasta su posterior eliminación.



Figura 21 Alternador

6.6. Sistemas de control.

En los sistemas de control apenas se realizaran trabajos una vez hayamos retirado el grupo ya que la mayoría del cableado se habrá extraído previamente. Aquellos trabajos de los que hablaremos a continuación se llevaran a cabo en la sala de mando.

- Se vacía la celda de control aprovechando algunos elementos para los otros grupos.
- Se eliminan todos los paneles de medida y control situados fuera del armario.
- Se limpia la celda de generación, esta la utilizaremos como repuesto junto al interruptor.
- se extrae el cableado que llega a la celda de generación.



Figura 22 A la izquierda el armario de control cerrado, en el centro este mismo abierto y a la derecha la celda de generación.

Por último se realiza una reordenación de piezas y materiales, limpieza de la zona de trabajo y de las superficies sobre las que se tomaran medidas de referencia, se revisa la señalización de riesgos.

6.7. Obra civil.

Último paso del desmantelamiento del grupo donde prepararemos la zona para su posterior utilización. Una vez este todo desmantelado y listo para transportar se realizarán las siguientes operaciones.

- Con las medidas tomadas previamente se realizarán tapas de acero para los agujeros del cono de aspiración, entrada a la cámara espiral y la zona de la válvula de entrada.
- Cortamos el pie de hierro situado donde antes estaba la rueda de regulación manual de la válvula mariposa, para ello utilizamos una radial pues su espesor es de tres centímetros.
- Colocamos una reja metálica en el hueco que ha dejado el pie de hierro y la ausencia del regulador manual, la reja será del mismo tipo que la que hay en las zonas colindantes.



Figura 23 Pie de hierro.

- Picamos la peana con la que se elevaba el alternador, para ello utilizamos un martinete.
- Picamos el hueco donde se encuentra el regulador de la cámara espiral, para ello picamos el bordillo que sobresale por encima del nivel del suelo.
- Se realiza el hormigonado y relleno de nivelación de los agujeros del depósito de aceite del regulador WAT y del alternador.
- Se utilizará una hormigonera
- Dejar fraguar durante 48h.
- Una vez seco se acaba la superficie con una lijadora de hormigón.
- Se regulariza el suelo mediante hormigonado ya que tiene bastantes discontinuidades superficiales.
- Colocar las tapas en sus respectivos sitios.
- Se lleva a cabo la limpieza del espacio donde se encuentra la válvula mariposa, así como la rejilla que la cubre.
- Por último, adecuamos la zona para su posterior utilización.

6.8. Transporte

Una vez hayamos finalizado con el desmantelamiento se procederá al transporte de piezas. El procedimiento de desmontaje será el siguiente: Primero analizar la entrada a la central que se proporciona a continuación, ya que la carretera de acceso es estrecha y con giros bruscos que para un camión son difíciles de superar, segundo completar la checklist que veremos abajo y que nos servirá para comprobar que están todas las piezas, tercero fabricar las cunas de madera para apoyar las piezas más pesadas y por último, respetando la clasificación de piezas que se muestra en el apartado de organización del desmontaje, transportar aquellas que se encuentren dentro del grupo de transportar.

A continuación mostraremos la ruta de acceso a la central con fotos correspondientes a cada tramo con la finalidad de que el contratista prevea como actuar ante esta carretera un tanto complicada.



Figura 24 Mapa de acceso a la central.

La estrella en negro cercana al punto 0 corresponde al desvío de la carretera, es decir, al inicio de la carretera de acceso a la central (círculo amarillo).

La imagen de abajo es la correspondiente al punto 0 del plano, o a la estrella negra, en este tramo de la carretera encontramos el desvío hacia la central. Se puede reconocer por la señal de entrada al pueblo de los



Figura 25 Entrada carretera

Pertegaces o con el edificio perteneciente a la central, el cual está situado al lado de la carretera.



Figura 26 Curva 1

Esta curva será la que encontraremos al pasar por el punto 1, no es la curva más cerrada del tramo, pero se deberá tener en cuenta a la hora de pasar el camión de transporte.



Figura 27 Curva 2.

Esta curva es la que encontramos al pasar por el punto 2, es bastante cerrada y un poco concurrida, por lo que se deberá prestar atención al posible encuentro con otros vehículos.

Esta imagen corresponde con el punto 3, que es la curva más cerrada del tramo y donde se deberá llevar especial precaución. En la imagen se aprecia que un coche ya tiene difícil el giro.



Figura 28 Curva 3.

Abajo a la izquierda la imagen del punto 4 y a la derecha la del punto 5, donde se aprecia la poca anchura de la calzada.

Estas dos imágenes corresponden al último tramo de la carretera de acceso a la central.



Figura 29 Últimos dos tramos antes de llegar a la central.

Una vez el contratista haya remediado los problemas de acceso se procederá a completar la siguiente checklist para verificar que dispongamos de todas las piezas y no quede ninguna olvidada una vez realizado el transporte.

CHECKLIST		
NOMBRE PIEZA	ESTÁ LA PIEZA	
TURBINA	SI	NO
EJE TURBINA	SI	NO
P1 CÁMARA ESPIRAL	SI	NO
P2 CÁMARA ESPIRAL	SI	NO
20 ÁLABES	SI	NO
CODO DE ASPIRACIÓN	SI	NO
20 EJES ÁLABES	SI	NO
BRAZO DISTRIBUCIÓN	SI	NO
ANILLO DISTRIBUCIÓN	SI	NO
TAPA TURBINA	SI	NO
TAPA UNIÓN EJES	SI	NO
8 PERNOS UNIÓN EJE	SI	NO
JUNTA DE ESTANQUEIDAD	SI	NO
TAPA COJINETE DE EMPUJE	SI	NO
TAPA INFERIOR COJINETE EMPUJE	SI	NO
PARTE SUPERIOR COJINETE EMPUJE	SI	NO
PARTE INFERIOR COJINETE EMPUJE	SI	NO
CABLEADO FUERZA	SI	NO
CABLEADO GENERACIÓN	SI	NO
CABLEADO CONTROL	SI	NO
ESCOBILLAS EXCITATRIZ	SI	NO
PORTAESCOBILLAS	SI	NO
PROTECCIONES EXCITATRIZ	SI	NO
TAPA COJINETE EXCITATRIZ	SI	NO
PIE DE APOYO COJINETE	SI	NO
PARTE SUPERIOR COJINETE EXCITATRIZ	SI	NO
PARTE INFERIOR COJINETE EXCITATRIZ	SI	NO
TAPA COJINETE ALTERNADOR	SI	NO
PARTE SUPERIOR COJINETE ALTERNADOR	SI	NO
PARTE INF COJINETE ALTERNADOR	SI	NO
PIE DE APOYO COJINETE ALTERNADOR	SI	NO
8 DEFENSAS ESTATOR	SI	NO
EJE + RODETE + EXCITATRIZ	SI	NO
ESTATOR	SI	NO
REGULADOR WAT	SI	NO
REGULADOR VÁLVULA MARIPOSA	SI	NO
VALLA DE SEGURIDAD 1	SI	NO
VALLA DE SEGURIDAD 2	SI	NO
VALLA DE SEGURIDAD 3	SI	NO
INTERRUPTOR	SI	NO
SOPORTES APOYO ALTERNADOR	SI	NO

Tabla 3 Checklist

6.8.1. Cunas de transporte.

El siguiente paso a realizar será la colocación de las cunas para que apoyen las piezas más pesadas y no dañen el camión que las transportará. Realizaremos cunas para el rodete junto a su eje y para el rotor junto a su eje. Para la cámara espiral y para el estator utilizaremos tacos de madera. En el caso del estator, en la base que antes apoyaba en el suelo ahora se colocarán estos tacos atornillados, aprovechando los agujeros de la antigua tornillería para los nuevos tornillos. En la cámara espiral se pondrá una plancha de madera. Todos los elementos quedaran fijados mediante el uso de cinchas para evitar que se separen de sus soportes y queden libres durante el transporte.

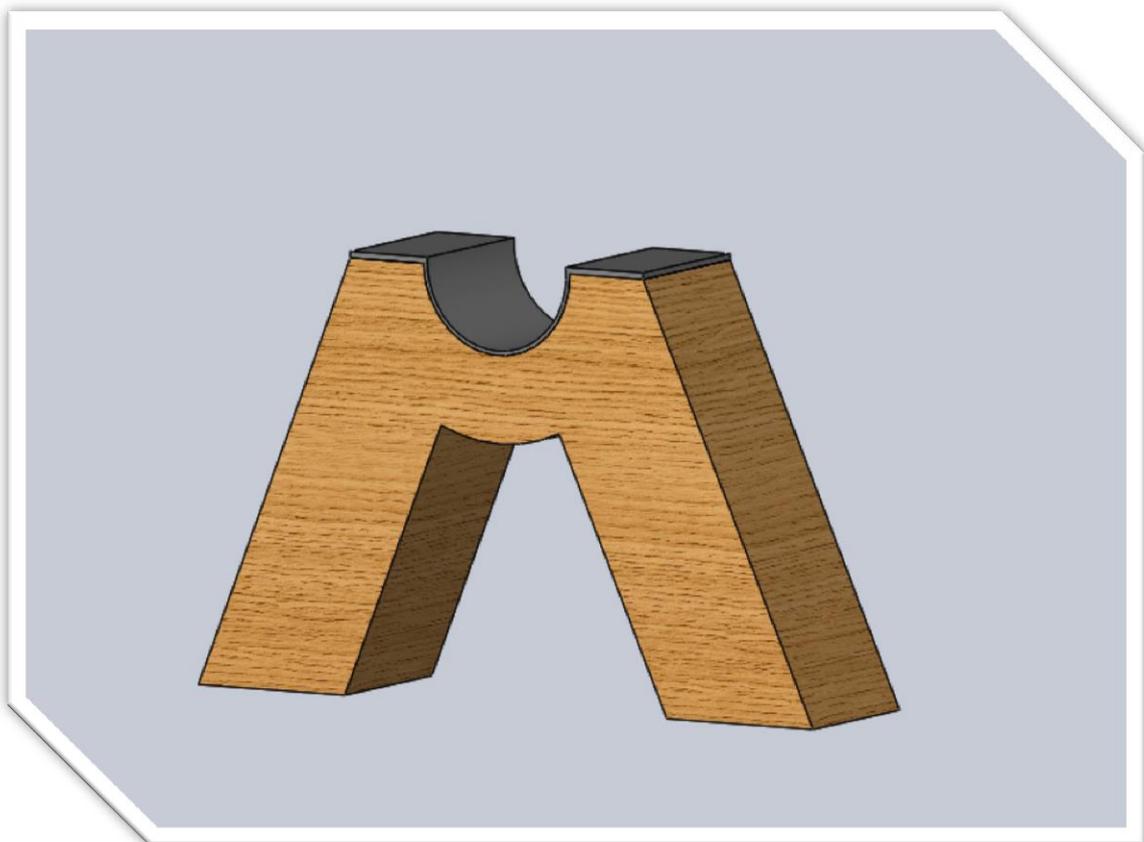


Figura 30 Borriqueta de madera.

El diseño de la cuneta podría ser como la de la imagen precedente o bastante parecida, la imagen está diseñada con el programa SolidWorks, en la parte superior, donde apoyan los ejes, colocaríamos un material blando para que estos se apoyen sin ser dañados, utilizaríamos poliuretano como material para apoyar por ejemplo. El resto del soporte lo realizaríamos en madera.

El siguiente soporte presenta una serie de inconvenientes:

- El coste de la madera es bastante elevado respecto a otros materiales.

- El peso será mucho más elevado que si fabricamos los apoyos con otro material como es el aluminio.
- El coste por realizar esa forma cilíndrica en la parte superior supondría un coste que se podría evitar.
- Solo podrían reutilizarse con ejes del mismo diámetro o un poco inferior.
- El hecho de disponer de únicamente dos puntos de apoyo, lo convierte en una pieza bastante inestable si se pretende transportar en un camión.

Por estas razones he decidido buscar otra solución, la solución es este soporte formado por un marco de aluminio hueco por dentro. Sería mucho más barato de fabricar, más ligero y más estable. Este soporte cuenta con dos enganches en sus extremos que tienen la finalidad de, con ayuda de una cincha, sujetar el eje, y colocando otra cincha entre el marco superior y el eje dejaría todo el conjunto bien sujeto.

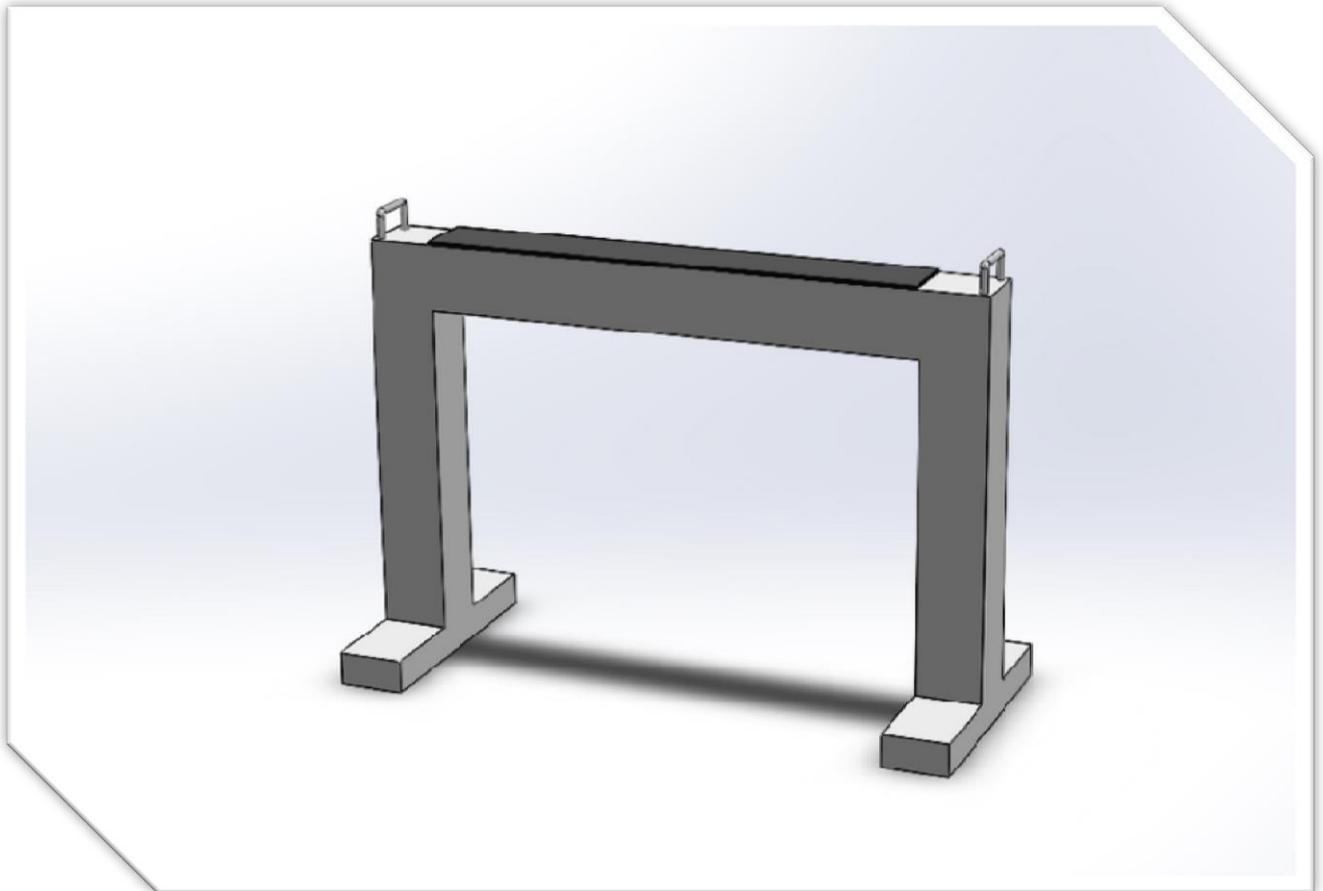


Figura 31 Borriqueta de aluminio.

6.8.2. Medidas y pesos.

Ahora especificaremos las medidas y los pesos de las piezas de mayor tamaño que pueden generar alguna complicación a la hora de transportarlas, los pesos están calculados de forma aproximada, ya que solo se pueden pesar las piezas una vez hayan sido desmontadas, mediante el uso de un dinamómetro.

EJE+RODETE estas dos piezas salen solidariamente y serán transportadas de la misma manera, por lo que se tendrán en cuenta los pesos y las medidas de ambas piezas juntas.

El diámetro del eje máximo es de 350mm y el mínimo de 150mm, es importante conocerlos para el diseño de las cunas de transporte. La longitud total del conjunto es de 1051mm.

CÁMARA ESPIRAL: tiene una altura de 2400mm y un ancho de 850mm, la longitud de cada parte es de 1500mm.

CODO DE ASPIRACIÓN: h=1497mm, el ancho= 1317,5mm, el diámetro máximo que apoya en el suelo es de 915mm y el que engancha con la tapa de turbina es de 1040mm.

EJE+ROTOR: Ocurre lo mismo que en el caso de la turbina y su eje, salen solidariamente, pero además a estos hay que sumarles la excitatriz.

Longitud eje=2920mm. Long excitatriz= 350mm. Long TOT= 3270mm.

Eje: \varnothing_{max} =350mm. \varnothing_{min} = 150mm.

Rotor: \varnothing =875mm. Ancho= 600mm

Estator del alternador: \varnothing =2250mm, ancho=1200mm.

Los pesos aparecen a continuación, son todas aproximaciones exceptuando el eje del rodete que ha sido calculado. Están separados pesos y medidas con la finalidad de facilitar la lectura al operario. Se incluyen otros elementos cuyas medidas son indiferentes para el transporte pero sus pesos no.

Nombre de la pieza.	Peso(Kg)
Eje + rodete.	900
Cámara espiral (Cada parte).	1000
Codo de aspiración	200
Eje + rotor + excitatriz.	6000
Estator	5000
Regulador de turbina	1500
Escombros	150
Pequeño material	100

Tabla 4 Peso de las piezas principales

Al contratista se le pedirá un dinamómetro para medir el peso exacto de las piezas.

He realizado los siguientes cálculos para sacar un peso aproximado del eje.

Peso del eje:

Volumen eje: altura x área base= $1775\text{mm} \times \text{PI} \times 95^2/2 = 25 \times 10^6 \text{ mm}^3$

Eje: Densidad acero: $7,85\text{gr/cm}^3$ vol. eje: 25263cm^3 . Peso=Densidad x Volumen.

Peso= 197,53 Kg

6.8.3. Recuperación de piezas.

Una vez hayan finalizado las operaciones de desmantelamiento y de transporte de piezas se tendrán que gestionar aquellas piezas que se quieren conservar para un uso futuro, ya que como se dijo líneas arriba, el grupo dos es igual al grupo uno, por lo que las piezas de este le servirían de repuesto.

En un principio pensé en realizar la reparación de las piezas nada más acabar todo el desmantelamiento, pero finalmente optamos por guardar las piezas y dejar para más adelante su recuperación.

Dicho esto, la solución propuesta consiste en limpiar, empaquetar, y engrasar (siempre que sea necesario) todas las piezas, y una vez hecho esto se etiquetarán y se transportarán a un almacén de Iberdrola.

Por ahora no se verán sometidas a ningún proceso de recuperación, como por ejemplo un niquelado o un refrentado, esto se debe a que a día de hoy no hay que sustituir ninguna pieza en el grupo dos, por lo que no tiene sentido que se reparen ahora, ya que pueden pasar años hasta que se haga uso de ellas.

7. RIESGOS LABORALES.

7.1. Posibles riesgos laborales.

A continuación se exponen todos los riesgos que podemos encontrar durante la realización del proyecto, estos se sitúan en la zona de la turbina, en la zona del alternador y en las restantes zonas.

En este apartado únicamente se expone el nombre del riesgo y un número que nos servirá de localizador y nos ayudará en el punto posterior para simplificar las tablas. Para conocer a qué hace referencia cada uno de los riesgos se ha incluido en el anexo un archivo con los riesgos tipo, donde se explica cada uno de ellos y en que situaciones podemos encontrarlos. (pulsar botón para ver) ANEXO.

Nº	RIESGOS GENERALES
1	Caídas de personas al mismo nivel
2	Caídas de personas a distinto nivel
3	Caídas de objetos
5	Choques y golpes
6	Maquinaria automotriz y vehículos (en el centro de Trabajo)
7	Atrapamientos
9	Proyecciones
12	Contactos eléctricos
13	Arco eléctrico
16	Incendios
21	Ruido
22	Vibraciones

Tabla 5 Riesgos laborales.

7.2. Medidas preventivas.

Ahora, una vez conocidos los riesgos que podemos encontrar, vamos a exponer con la ayuda de una serie de tablas las medidas preventivas que se deben aplicar en este proyecto, y en qué situaciones de riesgo las aplicaremos. La finalidad de incluir estas medidas en el informe es debido a que queremos que desde un primer momento los contratistas sepan qué medidas deberán adoptar para realizar el trabajo, y así incluyan en el presupuesto que nos ofertaran los costes generados por estas, además también sirve para que sepan que no estamos dispuestos a aceptar ninguna oferta que no cumpla con estos requisitos, ya que gracias a ellos las posibilidades de sufrir un accidente se reducen ampliamente.

MEDIDAS TÉCNICAS	RIESGOS QUE PROTEGE											
	1	2	3	5	6	7	9	12	13	16	21	22
Acondicionamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aislamiento de los elementos de ruido											X	
Aislar o proteger las partes móviles o				X			X					
Almacenamiento adecuado de materiales,	X		X	X								
Almacenamiento de combustibles, pinturas, etc. según norma										X		
Antes de iniciar los trabajos comprobar el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.			X									
Apantallar los puntos con riesgo de contacto directo								X	X			
Cabina antivuelco					X							
Colocación de apoyos antivibratorios en máquinas											X	X
Colocación de rodapiés			X									
Colocar líneas de vida		X										
Conductores con cubierta aislante con grado de aislamiento acorde al uso y tensión nominal								X	X			
Contenedores, recipientes, soportes y medios de transporte adecuados para el material	X		X									
Control de los elementos que generan vibraciones											X	X
Cubrir los huecos y/o protegerlos	X	X	X									

Tabla 6 Medidas preventivas 1

Delimitar y señalizar la zona de trabajo y de paso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dimensiones adecuadas de zonas de paso: pasillos, puertas, etc.	X			X									
Disponer de máquinas, herramientas y equipos construidos de acuerdo con la reglamentación. Marcado CE			X	X	X	X	X	X	X				
Disponer de protección magnetotérmica diferencial								X	X				
Dotación suficiente y adecuada de										X			
Eliminar los huecos y desniveles de	X	X											
En trabajos con equipos generadores										X			
Facilitar cajas y paneles portaherramientas	X	X											
Facilitar cubetos y bandejas de	X									X			
Facilitar materiales absorbentes para emergencia	X									X			
Focos de calor protegidos										X			
Identificación, señalización de los lugares y equipos con este riesgo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminación adecuada al lugar de	X	X		X	X	X							
Información sobre los niveles de ruido en la instalación												X	
Inspecciones periódicas/reglamentarias					X			X	X	X			
Instalaciones eléctricas protegidas								X	X	X			
Las zanjas deben tener acceso fácil y		X											
Luces y señal acústica de marcha atrás					X								
Mantenimiento predictivo y correctivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaje normalizado de andamios	X	X	X										
No eliminar los elementos de protección de los equipos o máquinas				X		X	X	X	X	X			
Paradas de emergencia y apertura manual en puertas automáticas				X		X							
Proteger con barandillas, rodapié y protección intermedia los riesgos de caída de > 2m.		X	X										
Reponer los elementos rotos o deformados del suelo	X												
Respetar distancias de seguridad								X	X				
Restituir los elementos de protección desmontados				X	X	X	X	X	X	X			
Señales de uso obligatorio de EPIS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Señalización a la altura de la vista en las puertas transparentes				X									
Señalización de zonas de poca altura				X									
Señalizar los riesgos: huecos, hoyos, desniveles, etc.	X	X			X								
Separación física con pantallas						X	X	X	X				
Sistemas de detección de incendios										X			
Tensión de seguridad de 24 voltios o transformador de separación de circuitos, en zonas húmedas.								X	X				
Transportar solamente carga autorizada			X		X								
Uso de recipientes con cierre hermético y etiquetados paratrasvase y utilización de líquidos combustibles							X				X		
Vehículos adaptados al terreno					X								
Vehículos con ITV y revisiones periódicas pasadas					X								
Vías de evacuación, circulación y puertas de acceso según norma	X				X						X		

Tabla 7 Medidas preventivas 1.2

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	RIESGOS QUE PROTEGE.											
	1	2	3	5	6	7	9	12	13	16	21	22
Arnés anticaídas		X										
Banquetas o alfombrillas aislantes								X				
Calzado adecuado de seguridad	X	X	X	X		X	X					
Casco de seguridad	X		X	X		X	X	X	X			
Casco de Seguridad con barboquejo		X										
Chaleco de alta visibilidad					X	X						
Chaleco de alta visibilidad					X	X						
Cinturón de seguridad en vehículos					X							
Dispositivos de suspensión doble amarre esternal		X										
Faja de protección dorso lumbar		X										
Gafas o pantalla facial							X	X	X			
Guantes aislantes para trabajos en instalaciones eléctricas								X	X			
Guantes de seguridad de protección mecánica				X		X						
Prendas de trabajo y protección adecuadas al riesgo			X	X		X	X	X	X	X		
Protección auditiva											X	
Respetar distancias de seguridad								X	X			
Ropa ignífuga									X	X	X	
Uso de herramientas aisladas								X	X			
Uso de herramientas eléctricas con marcado "CE" y doble								X	X			

Tabla 8 Medidas preventivas individuales 1

MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	RIESGOS QUE PROTEGE											
	1	2	3	5	6	7	9	12	13	16	21	22
Barandillas reglamentarias		X										
Cintas, cadenas, vallas para delimitar y señalizar la zona	X	X	X	X				X	X			
Disponer de botiquín de primeros auxilios	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
Limitación de velocidad					X							
Líneas de vida o dispositivos de seguridad		X										
Manta ignífuga								X	X	X		
Pantallas acústicas											X	
Pantallas aislantes								X	X			
Realización de trabajos sin riesgo								X	X			
Redes de protección		X	X									
Respetar distancias de seguridad								X	X			
Señales de advertencia del peligro	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
Señales de información de seguridad											X	
Señales de tráfico				X	X							
Separación física de las partes móviles o peligrosas con pantallas...				X								
Tensión de seguridad de 24 voltios o transformador de seguridad								X	X			
Uso de herramientas aisladas								X	X			
Uso de herramientas eléctricas con marcado "CE" y doble aislamiento de seguridad								X	X			

Tabla 9 Medidas preventivas protección colectiva 1

7.3. Riesgos en la zona de trabajo.

Tenemos que distinguir la diferencia entre los riesgos que están definidos en la central, que son aquellos que están predefinidos, y los riesgos que podemos encontrar una vez comencemos el desmantelamiento, que son aquellos que nos pueden surgir una vez comenzados los trabajos. A continuación se incluye una tabla con los riesgos que no han aparecido previamente pero que si nos pueden surgir cuando llevemos a cabo el proyecto de desmantelamiento.

La definición de cada riesgo como bien se ha dicho previamente, se encuentra en la lista de riesgos tipo situada en el (pulsar botón para ver) ANEXO.

Nº	RIESGOS EN LA ZONA DE TRABAJO.
4	Desprendimiento, desplome y derrumbe.
8	Cortes.
10	Contactos térmicos.
11	Contactos químicos.
14	Sobreesfuerzo.
18	Tráfico.
19	Agresión de animales.
21	Ruido
29	Carga física.

Tabla 10 Riesgos en la zona de trabajo.

7.4. Medidas preventivas.

Con la ayuda de una serie de tablas vamos a ver, como hemos hecho arriba, las medidas preventivas que se deben aplicar en estos riesgos.

Cabe destacar que es bastante improbable que se dé el caso del riesgo número 29, pero por prevención vamos a incluirlo.

MEDIDAS TÉCNICAS	RIESGOS QUE PROTEGE								
	4	8	10	11	14	18	19	21	29
Acondicionamiento	X		X	X	X				X
Aislamiento de los elementos de ruido								X	
Aislar o proteger las partes móviles o peligrosas		X				X			
Almacenamiento adecuado de materiales, en zonas de paso		X							
Almacenamiento de combustibles, pinturas, etc. según norma			X	X					
Antes de iniciar los trabajos comprobar el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.	X								
Apantallar los puntos con riesgo de contacto directo		X							
Cabina antivuelco						X			
Colocación de apoyos antivibratorios en máquinas		X				X			
Colocación de rodapiés									
Colocar líneas de vida									
Conductores con cubierta aislante con grado de aislamiento acorde al uso y tensión nominal									
Contenedores, recipientes, soportes y medios de transporte adecuados para el material				X					
Control de los elementos que generan vibraciones								X	
Cubrir los huecos y/o protegerlos		X							

Tabla 11 Medidas técnicas preventivas 1

Delimitar y señalizar la zona de trabajo y de paso	X					X			
Dimensiones adecuadas de zonas de paso: pasillos, puertas, etc.									
Disponer de máquinas, herramientas y equipos construidos de acuerdo con la reglamentación. Marcado CE								X	
Disponer de protección magnetotérmica diferencial			X	X					
Dotación suficiente y adecuada de equipos portátiles de extinción			X	X					
Eliminar los huecos y desniveles de terreno		X							
En trabajos con equipos generadores de calor o proyecciones de partículas incandescentes se tomarán medidas de control limitado de señalización			X	X					
Facilitar cajas y paneles portaherramientas									
Facilitar cubetos y bandejas de recogida de líquidos				X	X				X
Facilitar materiales absorbentes para emergencia				X					
Focos de calor protegidos			X						
Identificación, señalización de los lugares y equipos con este riesgo	X		X	X					
Iluminación adecuada al lugar de tránsito o de trabajo			X				X		
Información sobre los niveles de ruido en la instalación								X	
Inspecciones periódicas/reglamentarias									
Instalaciones eléctricas protegidas			X						
Las zanjas deben tener acceso fácil y seguro	X								
Luces y señal acústica de marcha atrás	X					X			
Mantenimiento predictivo y correctivo									
Montaje normalizado de andamios	X								
No eliminar los elementos de protección de los equipos o máquinas		X							
Paradas de emergencia y apertura manual en puertas automáticas		X	X						
Proteger con barandillas, rodapié y protección intermedia los riesgos de caída de > 2m.									
Reponer los elementos rotos o deformados del suelo		X							
Respetar distancias de seguridad	X					X			
Restituir los elementos de protección desmontados		X							
Señales de uso obligatorio de EPIS		X			X		X		X
Señalización a la altura de la vista en las puertas transparentes		X							
Señalización de zonas de poca altura		X							
Señalizar los riesgos: huecos, hoyos, desniveles, etc.		X							
Separación física con pantallas			X	X				X	
Sistemas de detección de incendios			X						
Tensión de seguridad de 24 voltios o transformador de separación de circuitos, en zonas húmedas.									
Transportar solamente carga autorizada						X			
Uso de recipientes con cierre hermético y etiquetados paratrasvase y utilización de líquidos combustibles			X						
Vehículos adaptados al terreno						X			
Vehículos con ITV y revisiones periódicas pasadas						X			
Vías de evacuación, circulación y puertas de acceso según norma		X	X	X	X		X		X

Tabla 12 Medidas técnicas preventivas 2

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	RIESGOS QUE PROTEGE.								
	4	8	10	11	14	18	19	21	29
Arnés anticaídas	X								
Banquetas o alfombrillas aislantes			X	X					
Calzado adecuado de seguridad		X	X	X	X	X	X		X
Casco de seguridad	X	X	X	X	X	X	X		X
Casco de Seguridad con barboquejo	X	X							
Chaleco de alta visibilidad		X			X	X	X		X
Chaleco de alta visibilidad		X			X	X	X		X
Cinturón de seguridad en vehículos						X			
Dispositivos de suspensión doble amarre externo						X			
Faja de protección dorso lumbar		X			X	X			X
Gafas o pantalla facial	X		X	X		X	X		
Guantes aislantes para trabajos en			X	X					
Guantes de seguridad de protección mecánica		X							
Prendas de trabajo y protección adecuadas al riesgo		X		X		X	X		
Protección auditiva						X		X	
Respetar distancias de seguridad		X							
Ropa ignífuga			X						
Uso de herramientas aisladas			X						
Uso de herramientas eléctricas con marcado "CE" y doble									

Tabla 13 Medidas de protección individual 2

MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	RIESGOS QUE PROTEGE								
	4	8	10	11	14	18	19	21	29
Barandillas reglamentarias	X								
Cintas, cadenas, vallas para delimitar, acotar y señalizar	X					X			
Delimitar y señalizar la zona de trabajo y de paso	X								
Disponer de botiquín de	X	X	X	X		X	X		
Limitación de velocidad						X			
Líneas de vida o dispositivos de suspensión									
Manta ignífuga			X						
Pantallas acústicas								X	
Pantallas aislantes			X	X					
Realización de trabajos sin tensión			X						
Redes de protección	X								
Respetar distancias de seguridad	X					X			
Señales de advertencia del riesgo	X					X			
Señales de información de niveles de ruido								X	
Señales de tráfico						X			
Separación física de las partes móviles o peligrosa		X							
Tensión de seguridad de 24 voltios o transformador de separación de circuitos, en zonas húmedas									
Uso de herramientas aisladas			X	X					
Uso de herramientas eléctricas con marcado "CE" y doble aislamiento de									

Tabla 14 Medidas de protección colectiva 2

8. CÁLCULOS.

En este apartado voy a calcular y elegir cual es la turbina más adecuada que se debería colocar en el lugar del G1, y también realizaré el dimensionamiento de las piezas más significativas de esta, estas son: rodete, cámara espiral y cono de aspiración. Por último calcularé el coeficiente de cavitación, pues es algo que se debe tener en consideración si se quiere que nuestra turbina nos dure durante un largo periodo de tiempo. Todo esto no se incluye en el presupuesto ya que es algo que no se pretende llevar a cabo en este proyecto. Se llevaría a cabo en el caso de que el G2 o el G3 ya no estuvieran operativos, para lo cual se prevé que queden muchos años.

Las turbinas se pueden clasificar de varias maneras estas son:

1. Según la dirección en que entra el agua:
 - Turbinas axiales: el agua entra en el rodete en la dirección del eje.
 - Turbinas radiales: el agua entra en sentido radial, no obstante el agua puede salir en cualquier dirección.
2. De acuerdo al modo de obrar del agua:
 - Turbinas de chorro o de acción simple o directa.
 - Turbinas de sobrepresión o de reacción.
3. Según la dirección del eje:
 - Horizontales.
 - Verticales.

Dentro de estas clasificaciones las turbinas más importantes son las turbinas Pelton, Francis y Kaplan y un poco menos utilizada, la turbina tipo bulbo.

A continuación se muestra un diagrama donde viene recogido el orden que seguiremos para este apartado.

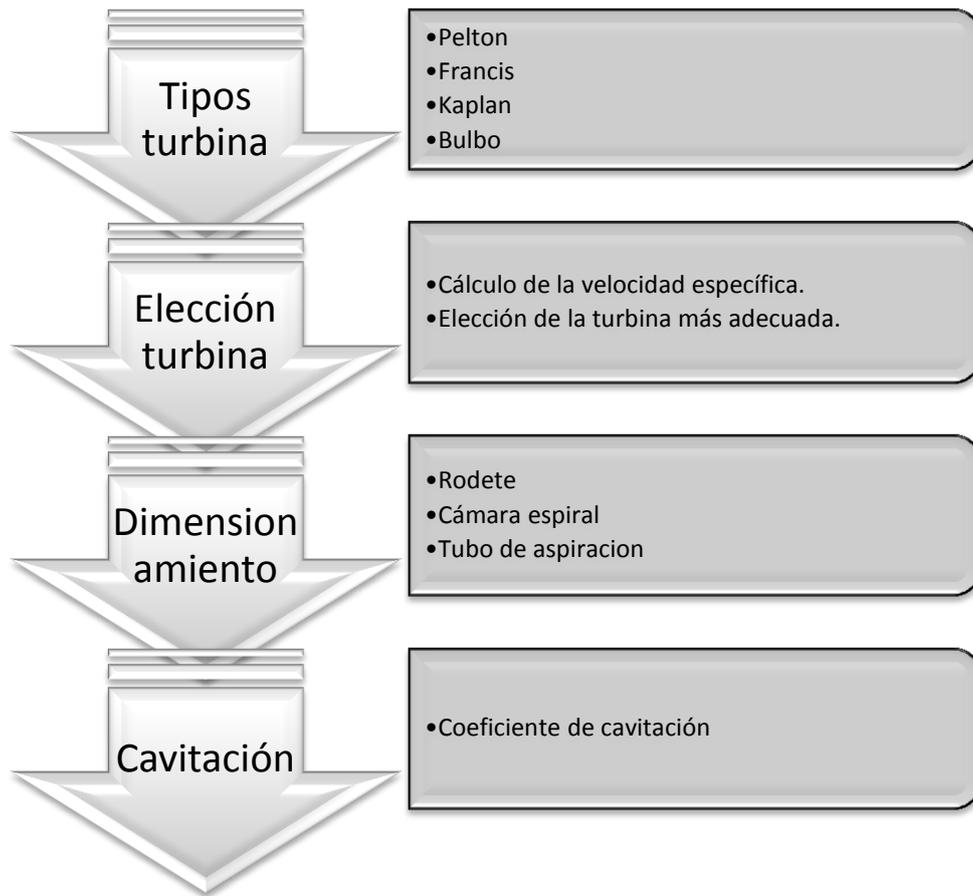


Figura 32 Diagrama del orden de los cálculos.

8.1. Tipos de turbina:

Ⓢ Turbina Pelton:

Es un tipo de turbina de acción, en la que el agua golpea sobre el rodete a través de una o varias toberas en dirección tangencial, como se puede apreciar en la imagen inferior. En este tipo de turbinas es fácil adoptar valores entre ciertos límites de velocidad tangencial, esto hace posible conseguir un número de revoluciones adecuado, lo cual posibilita el acoplamiento con el alternador y obtener entonces una frecuencia de 50 o 60 periodos por segundo. Este tipo de turbinas tienen un excelente rendimiento, ya que permiten hacer mínima la pérdida por velocidad residual, sin necesidad de que sus palas tengan un gran desarrollo, y esto reduce también en gran cantidad las pérdidas provocadas por la fricción del agua con las cucharas.

Para saltos muy grandes las cucharas se construyen de acero fundido y después se trabajan sus superficies, quedando perfectamente lisas, consiguiendo una muy baja resistencia al frotamiento.

Se utilizan cuando tenemos un salto alto (entre 240 a 600 metros) y un caudal de agua bastante pequeño.

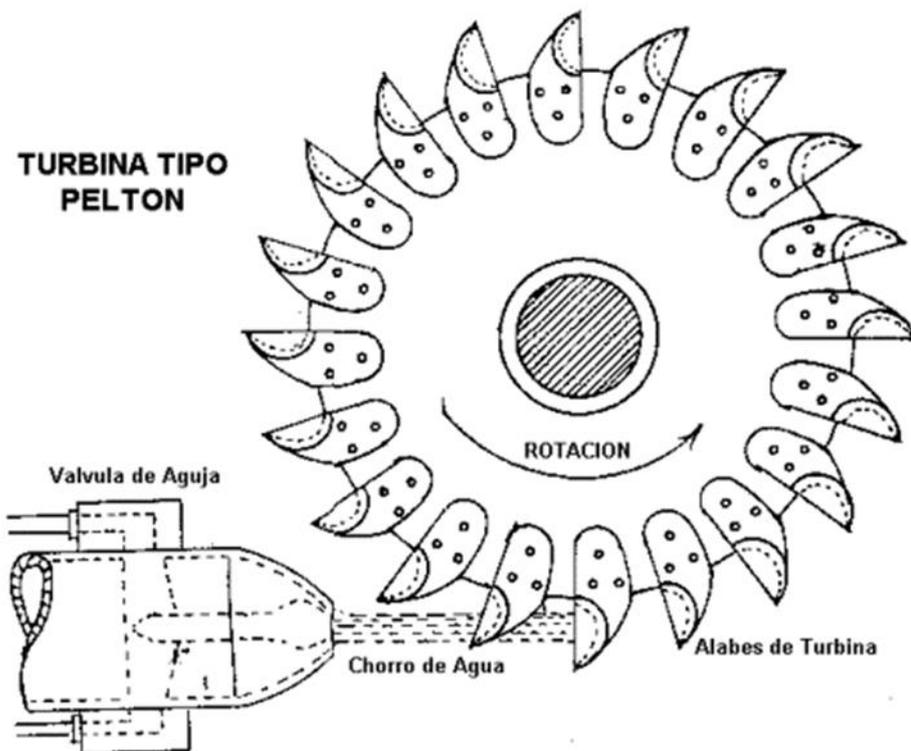


Figura 33 Turbina Pelton.

🌐 Turbina Francis:

Es el tipo de turbina que más se utiliza a día de hoy, es un tipo de turbina de reacción, su principal diferencia con el resto de turbinas es que el agua llega radialmente sobre el rodete, y al atravesarlo se desvía con un ángulo de noventa grados para descargarse de forma paralela al eje del rodete.

Sus características principales son las siguientes:

- Consta de una cámara espiral que va a alimentar al rodete.
- Se utilizan para saltos medios.
- Tienen un distribuidor con unos álabes orienta el agua hacia el rodete.
- Pueden ser: lentas, normal, rápidas y extrarápidas
- El agua no está a la presión atmosférica.
- Cuando descargan se produce una depresión.
- Están provistas de una válvula que regula la entrada de agua.

Las turbinas Francis tienen rendimiento óptimo, pero solamente para unos determinados márgenes de caudal (entre el 60 % y 100 % del caudal máximo), siendo una de las razones por las que se suelen encontrar varias unidades en una misma central, con el objetivo de que ninguna trabaje, individualmente, con valores por debajo del 60 % de la carga total.

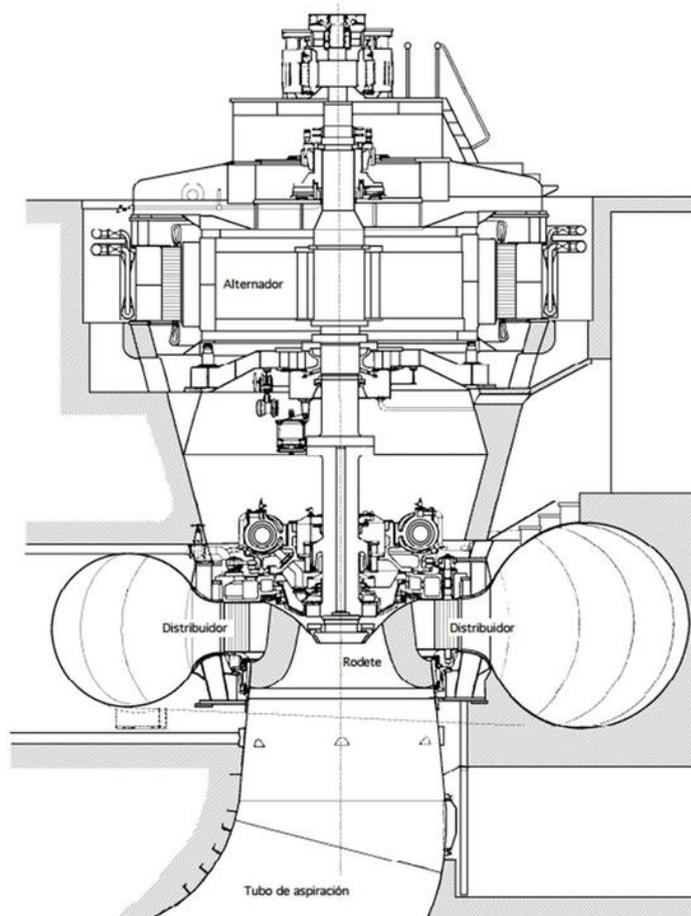


Figura 34 Esquema general del montaje de una turbina Francis

📍 Turbina Kaplan

Es uno de los tipos de turbinas de agua más eficientes, es de reacción de flujo axial, con un rodete que tiene un funcionamiento muy similar al de la hélice de un barco.

Se utilizan con saltos de pequeña altura pero con mucho caudal de agua (aproximadamente de 15 m³/s en adelante). Las amplias palas o álabes de la turbina son impulsadas por agua a alta presión liberada por una compuerta. Son más pequeñas que las turbinas Francis.

Permiten su regulación mediante el giro de los álabes alrededor de del eje del rodete, accionados por unas manijas, que son solidarias a unas bielas, que se mueven hacia arriba o hacia abajo por el interior del eje hueco de la turbina. Este movimiento se produce gracias a un servomotor hidráulico, el cual nos permite realizar esta regulación incluso con la turbina en movimiento.

Los álabes del rodete son siempre regulables en este tipo de turbinas, mientras que los álabes de los distribuidores pueden ser fijos o regulables, según la construcción de la turbina. Generalmente se instalan con el eje en posición vertical, pero también se pueden colocar en posición horizontal o inclinada.

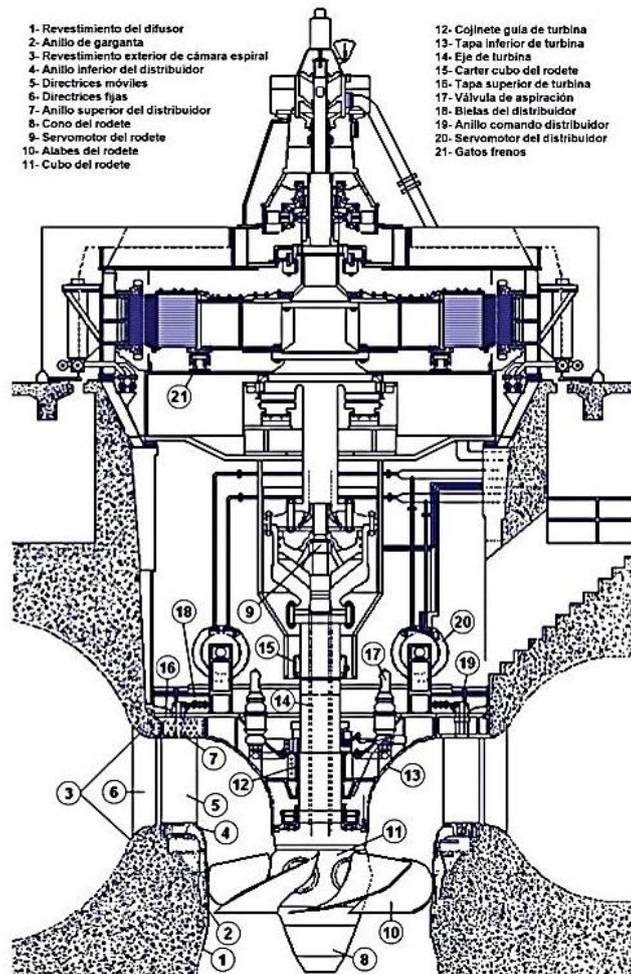


Figura 35 Esquema del montaje de una turbina Kaplan

Ⓢ Turbina tipo bulbo.

La diferencia principal con el resto de turbinas es que, por lo general, todo el grupo de generación se encuentra sumergido dentro del agua, mientras que en el resto de turbinas prácticamente es el rodete y los elementos que lo rodean los únicos en estar cerca del agua.

El rotor poseen alabes orientables como los de la turbina tipo Kaplan. Hay dos tipos, los que en el interior del bulbo, que es una cámara estanca, se coloca un sistema de transmisión por engranajes que permite transmitir el movimiento del eje del rotor al alternador, en cual se encuentra fuera del agua.

O el segundo tipo, que son los modelos más avanzados, en los cuales el propio generador esta instado dentro del bulbo ahorrando ese sistema de engranajes. Las turbinas bulbo no necesitan la cámara espiral ni el tramo vertical del tubo de succión. La velocidad específica de una turbina bulbo es muy alta, oscila entre 600 y 1150 revoluciones.

Las turbinas del tipo bulbo las mueve el caudal y la velocidad natural del río. Así, no hay necesidad de formación de grandes caídas de agua, pero si de grandes caudales.

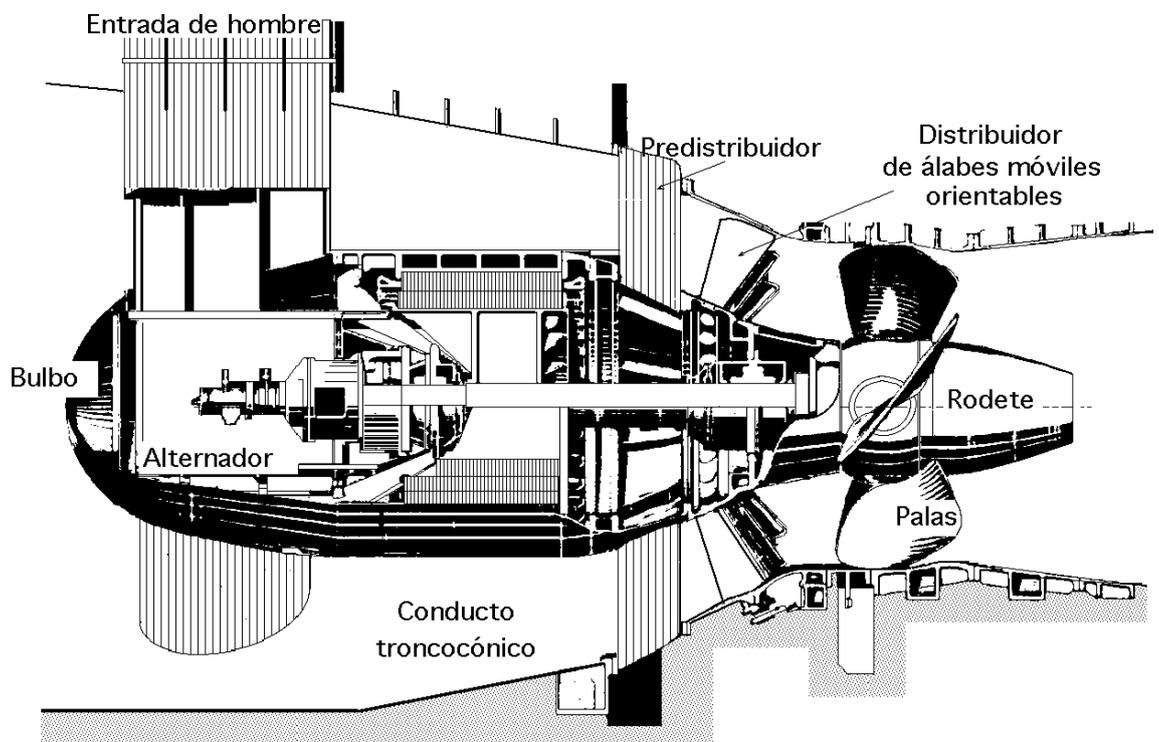


Figura 36 Esquema del montaje de una turbina tipo bulbo.

8.2. Elección del tipo de turbina.

El criterio que se seguirá para la elección del tipo de turbina en función de las características de la instalación será:

- En saltos de poca altura, hasta 50 m: turbina Kaplan, sobre todo si hay variaciones considerables en el caudal, en el salto, o en ambos a la vez, y la turbina Francis para valores bajos de relación Q/H.
- En saltos medios, hasta 300 metros de altura se adoptará una turbina tipo Francis.
- Para saltos de gran altura (más de 300 metros), se usa turbina Pelton.
- En el caso de no tener salto se coloca la turbina tipo bulbo.
- Para reducir el coste de los grupos lo que se hace es aumentar en lo posible el número de revoluciones y, por lo tanto la velocidad específica (n_s).
- Cuando lo que tengamos sean alturas reducidas pero con caudales importantes, se deberá limitar el número de revoluciones por minuto, de forma que la velocidad específica no llegue a valores superiores a 900 o 950.

En la siguiente tabla tenemos una clasificación del tipo de turbina más adecuada en función de la velocidad específica y del salto neto.

Ns	Tipo de turbina	Altura del salto metros
Hasta 18	Pelton con un inyector	800 o más
De 18 a 25	» un inyector	de 800 a 400
De 26 a 35	» un inyector	de 400 a 100
De 26 a 35	» dos inyectores	de 800 a 400
De 36 a 50	» dos inyectores	de 400 a 100
De 51 a 72	» cuatro inyectores	de 400 a 100
De 55 a 70	Francis lentísima	de 400 a 200
De 70 a 120	Francis lenta	de 200 a 100
De 110 a 200	Francis media	de 100 a 50
De 200 a 300	Francis veloz	de 50 a 25
De 300 a 450	Francis ultravelocísima	de 25 a 15
De 400 a 500	Hélice velocísima	hasta 15
De 270 a 500	Kaplan lenta	de 50 a 15
De 500 a 800	Kaplan veloz	de 15 a 5
De 800 a 1100	Kaplan velocísima	5
Más de 1100	Bulbo	Menor de 5

Tabla 15 Relación velocidad específica-tipo turbina

Hay que tener en cuenta cuando se trate de rodetes veloz y velocísimo, es decir, con elevada velocidad específica, que al aumentar la velocidad específica aumenta también la velocidad de salida del agua del rodete y que cuanto mayor sea esta velocidad, mayores son las depresiones, que por otra parte crecen con el aumento del salto. Todo ello da origen al fenómeno de cavitación, muy perjudicial para la vida de las turbinas y que influye también en el rendimiento; por lo cual, los rodetes muy veloces deberán emplearse con saltos de poca altura.

La cavitación corroe los álabes del rodete que queda, con el tiempo, inservible. Ello es debido a que se produce una disminución de presión cuando se presentan ciertas condiciones, entre ellas la relativa a la altura de la aspiración, que da origen a que el agua se evapore en los puntos de mayor velocidad de la misma, es decir, en las aristas de los álabes y en la superficie de salida de éstos, con los cuales se halla en contacto, produciéndose de este modo la formación de burbujas de vapor. Entonces el agua salta en los huecos así creados y con los golpes que se suceden ataca a los álabes, fenómeno que se agrava con el efecto de los gases químicos desprendidos, esto lo calcularemos en la parte final de este apartado cálculos.

Volviendo a la elección de turbina, tenemos un salto neto de 48,5 metros, lo cual nos dice que la turbina más adecuada es una Francis veloz.

Otra forma de ver el tipo de turbina adecuado es mediante la gráfica que relaciona caudal y salto neto. A continuación vemos en el punto negro que turbina es más recomendable para nuestro caso.

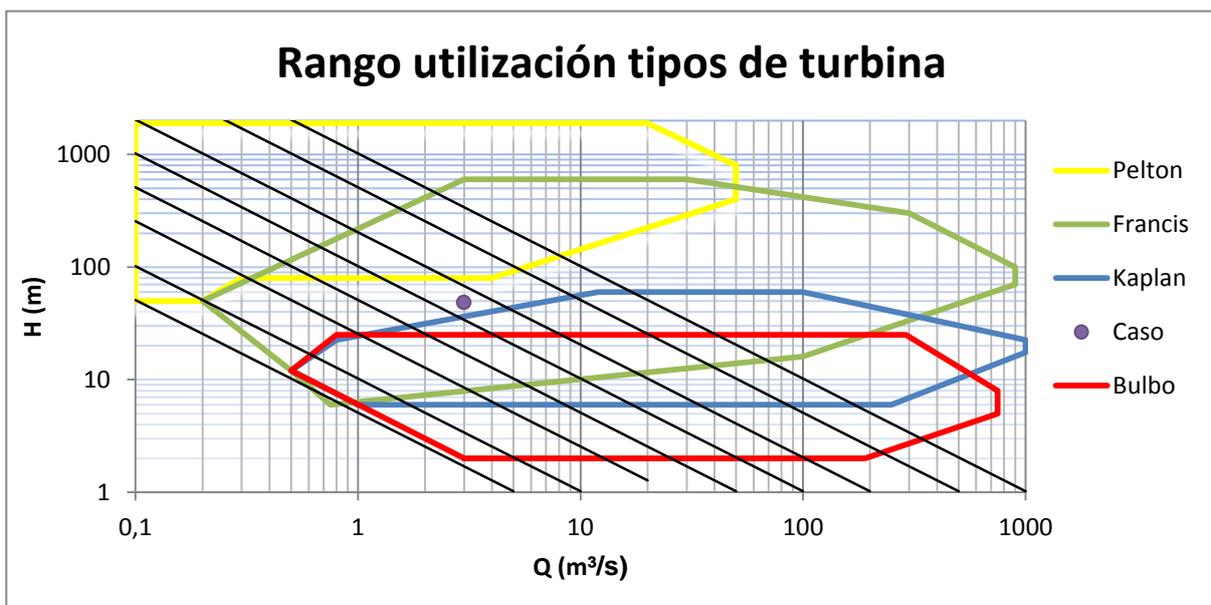


Figura 37 Grafico del rango de utilización de tipos de turbinas.

Ahora una vez seleccionado el tipo de turbina y conocido el caudal y el salto vamos a calcular las características de esta.

Vamos a calcular la velocidad específica (n_s) para verificar que corresponde con la tabla.

$$n_s = \frac{n}{H} * \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}}$$

En la que:

n_s = velocidad específica en rpm.

n = velocidad de sincronismo en rpm.

P = potencia de la turbina en CV

H = altura del salto en m.

Conocemos-> $H=48,5\text{m}$ por lo que tenemos que calcular la potencia y la velocidad de sincronismo.

Potencia ->

$$P = \frac{1000 * Q * H}{75} * \eta_t$$

En la que:

P = potencia en CV.

Q = caudal en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

η_t = rendimiento de la turbina, en tanto por uno.

1000 = cantidad de litros de agua (o kg) en un m^3 .

75 = proviene de la equivalencia existente entre el CV y el kgm/s , como unidades de potencia.

Así: $75 \text{ kgm/s} = 1 \text{ CV}$

$1000 * Q * H \text{ kgm/s} = P$

Siendo $1 \text{ KW} = 1,36 \text{ CV}$, la expresión de la potencia en KW es:

$$P = \frac{1000 * Q * H}{1,36 * 75} * \eta_t$$

Ahora solo nos falta conocer el rendimiento de la turbina, por lo que nos fijamos en la siguiente gráfica:

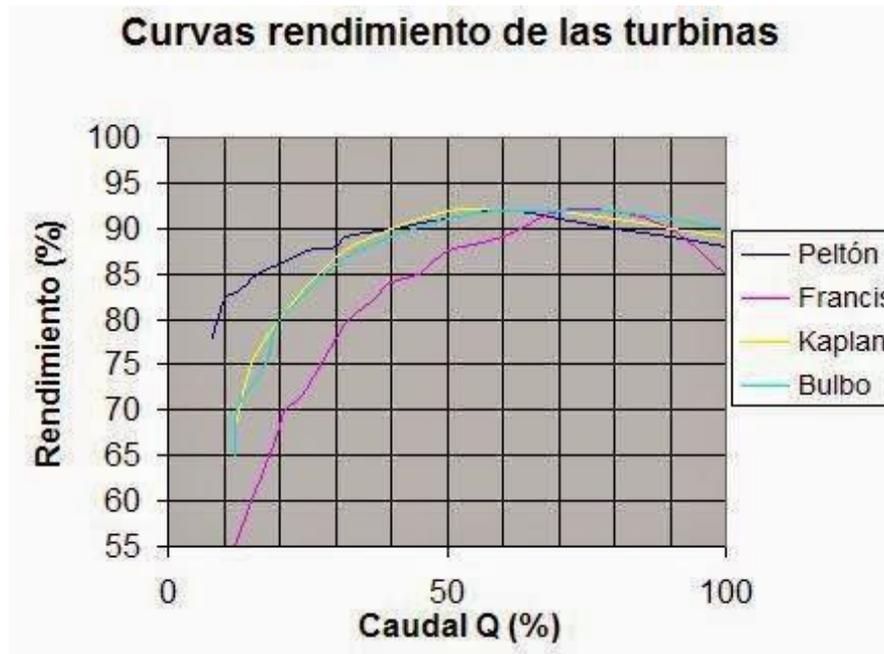


Figura 38 Grafico Rendimiento-Caudal(%) para turbinas.

Los valores del rendimiento máximo en la turbina oscilan entre 0'8 y 0'92. Hacemos una estimación y suponemos un $\eta_t=0,85$
Una vez conocido este valor la potencia es:

$$P = \frac{1000 * 3 * 48,5}{1,36 * 75} * 0,85$$

$$P= 1212,5Kw$$

$$P=1649CV$$

La potencia que tenía el grupo 1 era de 1080 Kw, suponemos que esta diferencia de potencia viene dada por el rendimiento de la turbina, algo que se ajusta bastante a la realidad ya que el grupo anterior cuenta con 100 años de antigüedad, lo cual nos hace imaginar que el rendimiento debía ser menor.

Ahora nos falta calcular la velocidad de sincronismo para así poder obtener la velocidad específica.

$$n = \frac{60 * f}{P}$$

En la que:

n = número de revoluciones por minuto (r.p.m.).

f = frecuencia del sistema 50 períodos por segundo (p.p.s).

P = número de pares de polos del alternador (Pe mayúscula).

60 = segundos en un minuto.

En caso de trabajar con el número de polos usamos esta fórmula:

$$n = \frac{120 * f}{p}$$

El número de polos de la instalación precedente era 12, esto se debe al tamaño del alternador, ya que la infraestructura no se va a tocar el tamaño será similar, por lo que mantendremos el número de polos.

La velocidad de giro será:

$$n = \frac{120 * 50}{12}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

Esto quiere decir que tanto la turbina como el alternador girarán a 500 revoluciones por minuto.

Ahora procederemos a calcular la velocidad específica.

$$n_s = \frac{n}{H} * \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}}$$

$$n_s = \frac{500}{48,5} * \sqrt{\frac{1649}{\sqrt{48,5}}}$$

$$n_s = 158,64$$

Esta velocidad corresponde a una turbina Francis media, esto no coincide con el salto correspondiente, pero ya que 48,5 está muy cerca de 50 optaríamos por la turbina Francis media en lugar de la rápida.

Una vez conocida la turbina que queremos utilizar vamos a proceder con el dimensionamiento de la misma, Para ello vamos a calcular las medidas de las piezas más significativas.

8.3. Dimensionamiento de la turbina.

Tamaño del rodete.

Las leyes de similitud aplicadas a turbinas hidráulicas muestran que con la misma velocidad específica, el coeficiente de velocidad periférica ϕ permanece constante y está definido por:

$$\phi = \frac{U}{(2 * g * H)^{0,5}}$$

En la que:

U =es la velocidad tangencial y ϕ se puede calcular como:

$$\phi = \frac{D_3 * n * \pi}{60 * \sqrt{2 * g * H}}$$

En la que:

D₃= diámetro de descarga del rodete en m.

n=velocidad de rotación síncrona en rpm.

H =carga neta de diseño en m.

La razón de variación de ϕ respecto a la velocidad específica es:

$$\phi = 0,31 + 2,5 * 10^{-3} n_s$$

$$\phi = 0,31 + 2,5 * 10^{-3} * 158,64$$

$$\phi = 0,7066$$

Una vez conocido el coeficiente de velocidad periférica pasamos a calcular el Diámetro de descarga:

$$D_3 = \frac{84,5 * \phi * \sqrt{H}}{n}$$

$$D_3 = \frac{84,5 * 0,7066 * \sqrt{48,5}}{500}$$

$$D_3 = 0,8316m = 831,6mm$$

A continuación se muestra un gráfica que relaciona la velocidad específica con el coeficiente de velocidad periférica de una turbina tipo Francis.

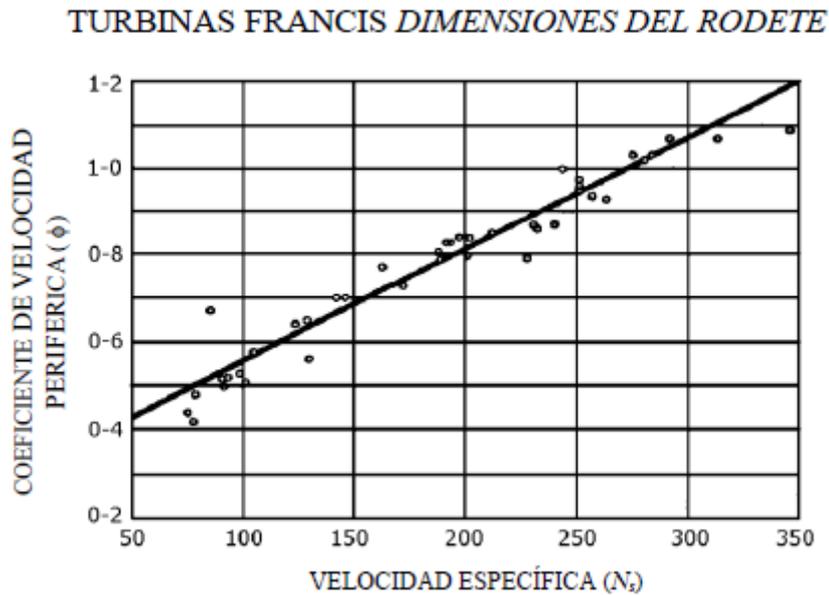


Figura 39 Lnea de valor medio coeficiente de velocidad periférica-velocidad específica

Ahora ya conocemos el diámetro de descarga del rodete, así que vamos a calcular el resto de medidas necesarias para su dimensionamiento.

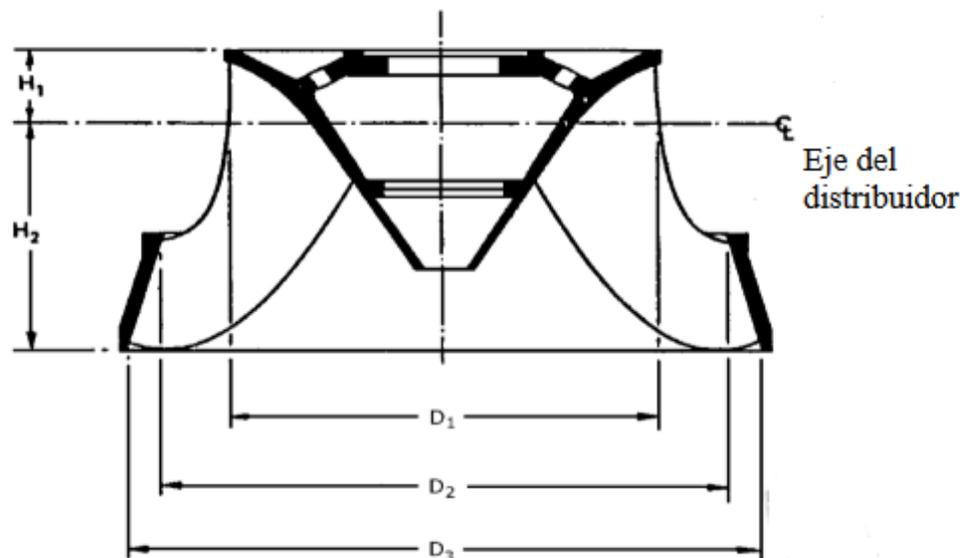


Figura 40 Dimensionamiento del rodete.

Ahora, a partir de la velocidad específica y el diámetro de descarga calcularemos los valores de la imagen anterior.

D_1 = Diámetro de entrada

$$D_1 = \frac{D_3 * (0,4 + 94,5)}{n_s}$$

$$D_1 = \frac{831,6 * (0,4 + 94,5)}{158,64}$$

$$D_1 = 497,47mm$$

D_2 = Diámetro medio.

$$D_2 = \frac{D_3}{(0,96 + 0,00038 * n_s)}$$

$$D_2 = \frac{831,6}{(0,96 + 0,00038 * 158,64)}$$

$$D_2 = 815,29mm$$

H_1 = Distancia de D_1 al eje del distribuidor.

$$H_1 = D_3 * (0,094 + 0,00025 * n_s)$$

$$H_1 = 831,6 * (0,094 + 0,00025 * 158,64)$$

$$H_1 = 111,15 mm$$

H_2 = Distancia del eje del distribuidor a D_3 .

$$H_2 = \frac{D_3}{(3,16 - 0,0013 * n_s)}$$

$$H_2 = \frac{831,6}{(3,16 - 0,0013 * 158,64)}$$

$$H_2 = 281,52mm$$

-Tamaño cámara espiral.

Los datos que necesitamos obtener para el dimensionamiento de la cámara espiral se muestran en la imagen sucesiva.

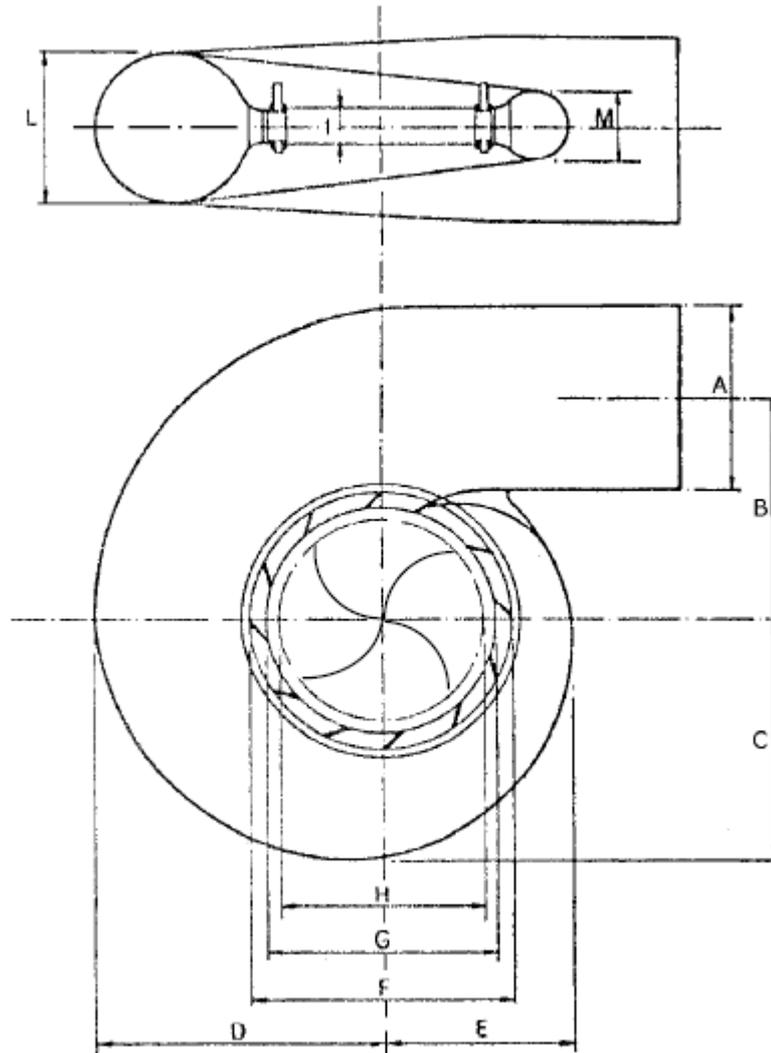


Figura 41 Alzado y planta del dimensionamiento de la cámara espiral.

A, entrada cámara espiral:

$$A = D_3 * \left(1,2 - \frac{19,56}{n_s}\right)$$

$$A = 0,8316 * \left(1,2 - \frac{19,56}{158,64}\right)$$

$$A=895 \text{ mm}$$

B, parte 1:

$$B = D_3 * \left(1,1 + \frac{54,8}{n_s}\right)$$

$$B = 0,8316 * \left(1,1 + \frac{54,8}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{B=1202,02 \text{ mm}}$$

C, parte 2:

$$C = D_3 * \left(1,32 + \frac{49,25}{n_s}\right)$$

$$C = 0,8316 * \left(1,32 + \frac{49,25}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{C=1355,88 \text{ mm}}$$

D, parte 3:

$$D = D_3 * \left(1,5 + \frac{48,8}{n_s}\right)$$

$$D = 0,8316 * \left(1,5 + \frac{48,8}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{D=1503,21 \text{ mm}}$$

E, parte 4:

$$E = D_3 * \left(0,98 + \frac{63,60}{n_s}\right)$$

$$E = 0,8316 * \left(0,98 + \frac{63,60}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{E=1148,36 \text{ mm}}$$

F, diámetro exterior:

$$F = D_3 * \left(1 + \frac{131,4}{n_s}\right)$$

$$F = 0,8316 * \left(1 + \frac{131,4}{158,64}\right)$$

$$F=1520,4 \text{ mm}$$

G, diámetro medio:

$$G = D_3 * \left(0,89 + \frac{96,5}{n_s} \right)$$

$$G = 0,8316 * \left(0,89 + \frac{96,5}{158,64} \right)$$

$$G=1245,98 \text{ mm}$$

H, salida cámara espiral:

$$H = D_3 * \left(0,79 + \frac{81,75}{n_s} \right)$$

$$H = 0,8316 * \left(0,79 + \frac{81,75}{158,64} \right)$$

$$H=1085,5 \text{ mm}$$

I ,anchura mínima:

$$I = D_3 * \left(0,1 + \frac{0,00065}{n_s} \right)$$

$$I = 0,8316 * \left(0,1 + \frac{0,00065}{158,64} \right)$$

$$I=831,8 \text{ mm}$$

L, diámetro intermedio:

$$L = D_3 * \left(0,88 + \frac{0,00049}{n_s} \right)$$

$$L = 0,8316 * \left(0,88 + \frac{0,00049}{158,64} \right)$$

$$L=731,8 \text{ mm}$$

M, diámetro mínimo:

$$M = D_3 * \left(0,60 + \frac{0,000015}{n_s} \right)$$

$$M = 0,8316 * \left(0,60 + \frac{0,000015}{158,64} \right)$$

$$M=498,9 \text{ mm}$$

-Tamaño del tubo de aspiración

Para calcular el tamaño del tubo de aspiración deberemos obtener los siguientes valores:

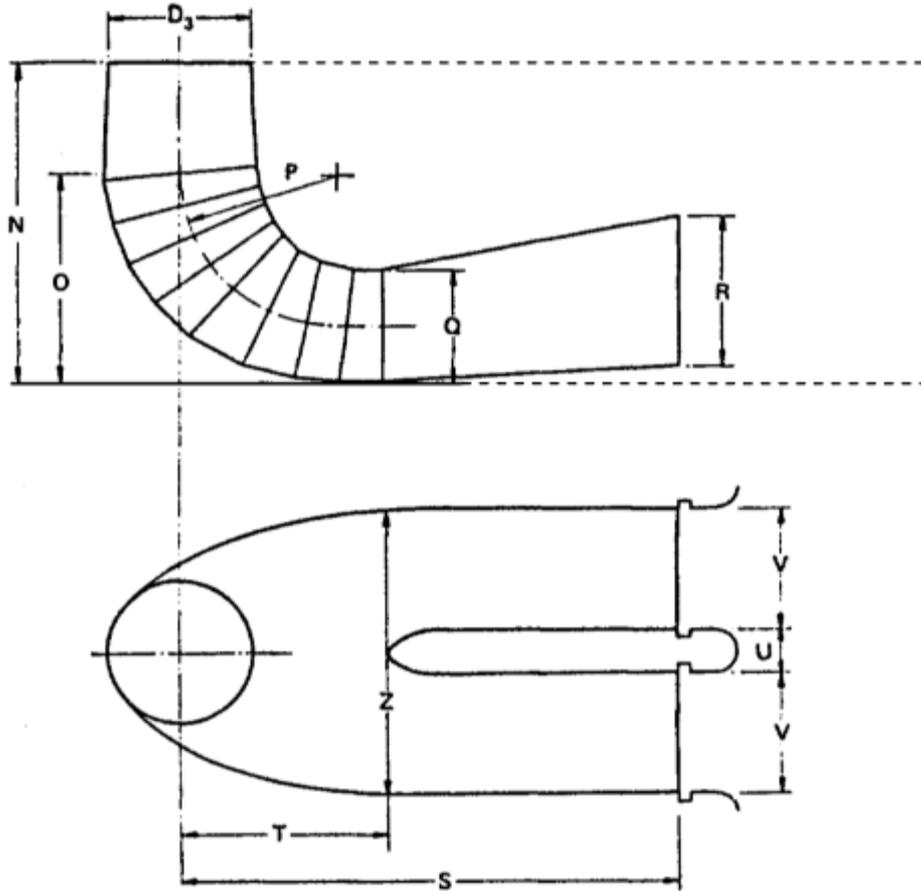


Figura 42 Alzado y planta del dimensionamiento del tubo de aspiración.

Dónde:

N, altura:

$$N = D_3 * \left(1,54 + \frac{203,5}{n_s} \right)$$

$$N = 0,8316 * \left(1,54 + \frac{203,5}{158,64} \right)$$

$$N=2347,42 \text{ mm}$$

O, altura curva:

$$O = D_3 * \left(0,83 + \frac{140,7}{n_s} \right)$$

$$O = 0,8316 * \left(0,83 + \frac{140,7}{158,64} \right)$$

$$O=1427,7 \text{ mm}$$

P, radio del codo:

$$P = D_3 * \left(1,37 - \frac{0,00056}{n_s} \right)$$
$$P = 0,8316 * \left(1,37 - \frac{0,00056}{158,64} \right)$$

$$P=1139,28mm$$

Q ,salida 1:

$$Q = D_3 * \left(0,58 + \frac{22,6}{n_s} \right)$$
$$Q = 0,8316 * \left(0,58 + \frac{22,6}{158,64} \right)$$

$$Q=600,7mm$$

R, salida total cono de aspiración:

$$R = D_3 * \left(1,6 - \frac{0,0013}{n_s} \right)$$
$$R = 0,8316 * \left(1,6 - \frac{0,0013}{158,64} \right)$$

$$R=1330,6mm$$

S, longitud:

$$S = \frac{D_3 * n_s}{(-9,28 + 0,25 * n_s)}$$
$$S = \frac{0,8316 * 158,64}{(-9,28 + 0,25 * 158,64)}$$

$$S=4341,4 mm$$

T, distancia entrada y salida:

$$T = D_3 * (1,50 + 0,00019 * n_s)$$
$$T = 0,8316 * (1,50 + 0,00019 * 158,64)$$

$$T=1272,46mm$$

U, chaveta:

$$U = D_3 * (0,51 + 0,0007 * n_s)$$
$$U = 831,6 * (0,51 + 0,0007 * 158,64)$$

$$U=516mm$$

V, tamaño salidas:

$$V = D_3 * \left(1,1 + \frac{53,7}{n_s}\right)$$

$$V = 0,8316 * \left(1,1 + \frac{53,7}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{V=1196,25mm}$$

Z, ancho salida:

$$Z = D_3 * \left(2,63 + \frac{33,8}{n_s}\right)$$

$$Z = 0,8316 * \left(2,63 + \frac{33,8}{158,64}\right)$$

$$\mathbf{Z=2364,28mm}$$

Conocida la entrada al tubo de aspiración y la salida de la cámara espiral, podemos construir también el codo de aspiración, ya que es unir estos dos diámetros únicamente.

Ahora ya podríamos construir las piezas más importantes de nuestra turbina, pero nos falta saber un dato muy importante, la cavitación, la cual puede hacer que toda nuestra turbina quede fuera de servicio en pocos años.

8.4. Coeficiente de cavitación

Este número nos dice si se evita la cavitación o no, la cavitación, como hemos nombrado anteriormente, es la formación de burbujas en un flujo de agua, lo cual puede dañar los elementos metálicos, produciendo su oxidación.

Estas burbujas se forman en las turbinas debido a las depresiones que se generan a la salida del rodete.

El coeficiente de cavitación para turbinas tipo Francis se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\sigma = 0,043 * \left(\frac{n_s}{100}\right)^2$$
$$\sigma = 0,043 * \left(\frac{158,64}{100}\right)^2$$
$$\sigma = 0,108$$

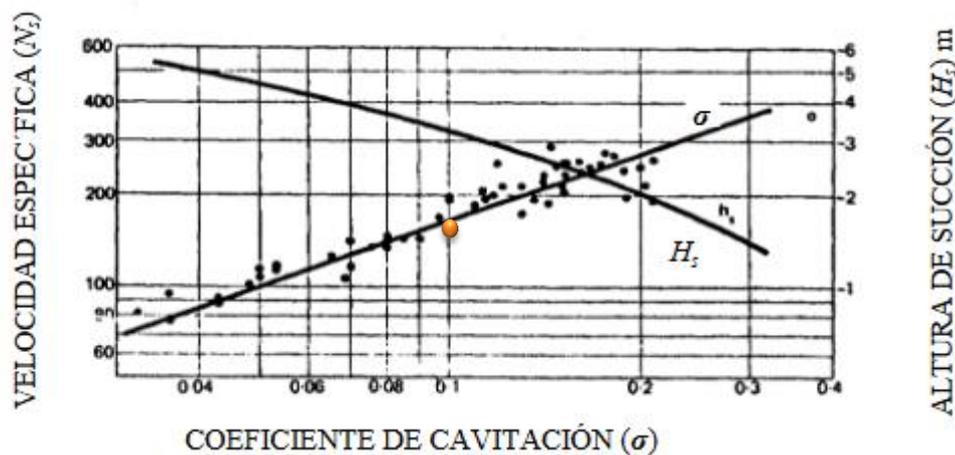


Figura 43 Curvas velocidad específica - coeficiente de cavitación y coeficiente de cavitación - altura de succión.

En el punto naranja se encuentra nuestro caso, por lo que está dentro de los valores reales, ya que está situado sobre la línea de coeficientes en función de la velocidad específica.

Ahora vamos a ver si se produce cavitación con este coeficiente, para ello vamos a calcular el valor límite y comparar.

El valor límite es el valor por debajo del cual si se produciría cavitación y por encima del cual no, por lo que si nuestro valor de cavitación se encuentra por encima de este límite quiere decir que estamos en un punto donde no encontraremos cavitación.

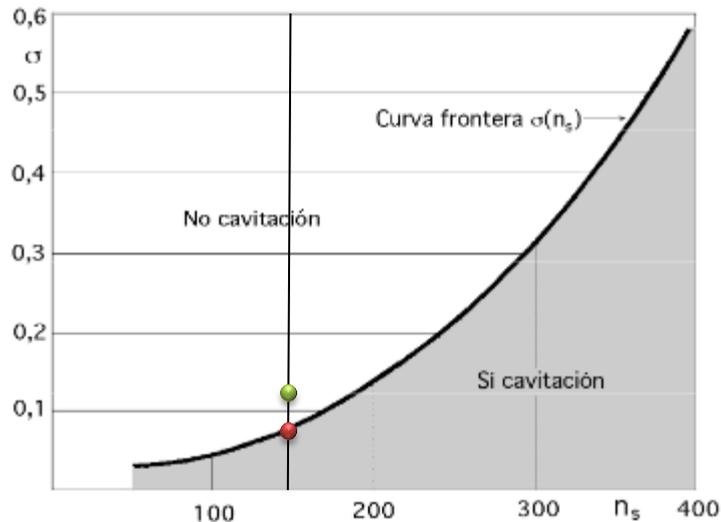


Figura 44 Curva frontera de cavitación.

Nuestra velocidad específica se sitúa entre el 100 y el 200, por lo que nuestro valor límite debería estar próximo a 0,05, de todas formas vamos a calcularlo con exactitud.

El valor crítico de una turbina modelo, pasado el cual sí que se produciría cavitación, es el siguiente:

$$\sigma = 0,0348 * \left(\frac{n_s}{100}\right)^{1,283}$$

$$\sigma = 0,0348 * \left(\frac{158,64}{100}\right)^{1,283}$$

$$\sigma = 0,0629$$

Con nuestro coeficiente no se produciría cavitación, pues se encuentra muy por encima del valor límite, esto viene representado en la imagen superior mediante los puntos verde y rojo.

9. NORMATIVA

[Ley 24/2013](#), de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

9.1. Normativa del Gobierno de Aragón.

[Real Decreto 180/2015](#), de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. (BOE núm. 83, de 7 de abril de 2015).

VERTEDEROS.

[Real Decreto 1481/2001](#), de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE nº25, de 29 de enero de 2002, páginas 3507 a 3521).

[Real Decreto 1304/2009](#), de 31 de julio, por el que se modifica el anterior (BOE nº 185, de 1 de agosto de 2009)

[Decisión del Consejo de 19 de diciembre de 2002](#), por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE (DOCE de 16 de enero de 2003)

RESIDUOS NO PELIGROSOS.

[Decreto 2/2006, de 10 de enero, del Gobierno de Aragón](#), por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos industriales no peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos industriales no peligrosos no susceptibles de valorización en la Comunidad Autónoma de Aragón. (BOA nº 8, 23 de enero 2006)

ACEITES INDUSTRIALES.

[Real Decreto 679/2006, de 2 de junio](#), por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.(BOE núm. 132, de 3 de junio de 2006)

APARATOS ELÉCTRICOS.

[Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero](#), sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (BOE núm. 45, de 21 de febrero de 2015)

9.2. Normativa industrial.

-Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (2014)

[Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo](#), por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14)

[Corrección de errores](#) del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14)

-Reglamentos para baja tensión.

[Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto](#), por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE 18.09.02)

[Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias \(ITC\) BT 01 a BT 51.](#) (BOE 18.09.02)

[SENTENCIA de 17 de febrero de 2004](#), de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 anexa al Reglamento Electrónico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (BOE 05.04.04)

[Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo](#), por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (BOE 22.05.10)

[Corrección de errores](#) del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (BOE 19.06.10)

[Corrección de errores](#) del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (BOE 26.08.10)

[Reglamento Delegado UE 2016/364 de](#) la Comisión de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) n.o 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo (BOE 15.03.16)

9.3. Ley de prevención de riesgos laborales.

[Ley 31/1995, de 8 de noviembre](#), de Prevención de Riesgos Laborales.

[Real Decreto 485/1997, de 14 de abril](#), sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas

10. ANEXO.

RIESGOS TIPO EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

1 RIESGOS DE SEGURIDAD

1. CAÍDAS DE PERSONAL AL MISMO NIVEL
2. CAÍDAS DE PERSONAL A DISTINTO NIVEL
3. CAÍDA DE OBJETOS
4. DESPRENDIMIENTO, DESPLOME Y DERRUMBE
5. CHOQUES Y GOLPES
6. MAQUINARIA AUTOMOTRIZ Y VEHÍCULOS (DENTRO DEL CENTRO DE TRABAJO)
7. ATRAPAMIENTOS
8. CORTES
9. PROYECCIONES
10. CONTACTOS TÉRMICOS
11. CONTACTOS QUÍMICOS
12. CONTACTOS ELÉCTRICOS
13. ARCO ELÉCTRICO
14. SOBRESFUERZO
15. EXPLOSIONES
16. INCENDIOS
17. CONFINAMIENTO
18. TRÁFICO (FUERA DEL TRABAJO)
19. AGRESIÓN DE ANIMALES

2 RIESGOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

20. SOBRE CARGA TÉRMICA
21. RUIDO
22. VIBRACIONES
23. RADIACIONES IONIZANTES
24. RADIACIONES NO IONIZANTES
25. VENTILACIÓN
26. ILUMINACIÓN
27. AGENTES QUÍMICOS
28. AGENTES BIOLÓGICOS

3 FACTORES ERGONÓMICOS

29. CARGA FÍSICA
30. CARGA MENTAL
31. CONDICIONES AMBIENTALES DEL PUESTO DE TRABAJO
32. CONFIGURACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
<p>1. CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caída por deficiencias en el suelo. 2. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. 3. Caída por existencia de vertidos o líquidos. 4. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas. (heladas, nieve, agua...) 5. Resbalones/tropezones por malos apoyos del pie.
<p>2. CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, aunque sea muy ocasionalmente, en zonas elevadas sin protección adecuada, con barandilla, murete, antepecho, barrera, etc. En los accesos a estas zonas y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caída por huecos. 2. Caída desde escaleras portátiles 3. Caída desde escaleras fijas. 4. Caída desde andamios y plataformas temporales. 5. Caída desde tejados y muros. 6. Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc. 7. Caída desde apoyos de madera 8. Caída desde apoyos de hormigón 9. Caída desde apoyos metálicos. 10. Caída desde torres metálicas de transporte. 11. Caída desde estructuras, pórticos, grúas, etc. 12. Caída desde árboles
<p>3. CAÍDA DE OBJETOS: Este riesgo se presenta cuando existe la posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, puede presentarse cuando existe la posibilidad de caída de objetos que no están manipulando y se caen de su emplazamiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. 2. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores. 3. Caída de elementos apilados (almacén).

Tabla 16 Riesgos Anexo 1-3.

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
4. DESPRENDIMIENTOS, DESPLOMES Y DERRUMBES: El riesgo puede presentarse por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desprendimientos de elementos de montajes fijos. 2. Desprendimientos de muros. 3. Desplome de muros. 4. Hundimientos de zanjas o galerías.
5. CHOQUES Y GOLPES: Este riesgo puede presentarse cuando existe la posibilidad de que provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura. Etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Choques contra objetos fijos. 2. Choque contra objetos móviles. 3. Golpes por herramientas manuales. 4. Golpes por herramientas manuales eléctricas. 5. Golpes por otros objetos.
6. MAQUINARIA AUTOMOTRIZ Y VEHÍCULOS (DENTRO DEL CENTRO DE TRABAJO): Posibilidad de que se produzca un accidente al utilizar maquinaria/vehículos o por atropellos de estos elementos dentro del lugar de trabajo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atropello de peatones. 2. Choques y golpes entre vehículos 3. Choques y golpes contra elementos fijos. 4. Vuelco de vehículos (caída). 5. Caída de cargas.
7. ATRAPAMIENTO: Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atrapamiento por herramientas manuales. 2. Atrapamiento por herramientas portátiles eléctricos.. 3. Atrapamiento por máquinas fijas. 4. Atrapamientos por objetos. 5. Atrapamiento por mecanismo en movimiento.
8. CORTES: Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquinas-herramientas, etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortes por herramientas portátil eléctricas. 2. Cortes por herramientas manuales. 3. Cortes por máquinas fijas. 4. Cortes por objetos o superficies. 5. Cortes por objetos punzantes.

Tabla 17 Riesgos Anexo 4-8.

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
<p>9. PROYECCIONES: Posibilidad de que se produzcan lesiones por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramientas o acción mecánica. Incluye, además, las proyecciones líquidas originadas por fugas, escapes de vapor, gases licuados. Etc.</p>	<p>1. Impacto de fragmentos o partículas sólidas. 2. Proyecciones líquidas. (Se excluyen las proyecciones provocadas por arco eléctrico)</p>
<p>10. CONTACTOS TÉRMICOS: Posibilidad de quemaduras o lesiones ocasionadas por contacto con superficies o productos calientes o fríos.</p>	<p>1. Contacto con fluidos o sustancias calientes/frías 2. Contactos con focos de calor/frío. 3. Contacto con proyecciones calientes/frías.</p>
<p>11. CONTACTOS QUÍMICOS: Posibilidad de lesiones producidas por contacto con sustancias agresivas o afecciones motivadas por presencia de éstas en el ambiente.</p>	<p>1. Contacto con sustancias corrosivas. 2. Contacto con sustancias irritantes/alergizantes. 3. Otros contactos con sustancias químicas.</p>
<p>12. CONTACTOS ELÉCTRICOS: Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo.</p>	<p>1. Contactos directos. 2. Contactos indirectos. 3. Descargas eléctricas (inductiva/capacitiva).</p>
<p>13. ARCO ELÉCTRICO: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.</p>	<p>1. Calor. 2. Proyecciones. 3. Radiaciones no ionizantes.</p>
<p>14. SOBRESFUERZOS: (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo.</p>	<p>1. Esfuerzos al empujar o tirar objetos. 2. Esfuerzos por el uso de herramientas. 3. Movimientos bruscos. 4. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.</p>
<p>15. EXPLOSIONES: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o sobrepresión de recipientes a presión.</p>	<p>1. Atmósferas explosivas. 2. Máquinas, equipos o botellas. 3. Voladuras o material explosivo. 4. Deflagraciones.</p>

Tabla 18 Riesgos Anexo 9-15.

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
16. INCENDIOS: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acumulación de material combustible. 2. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. 3. Foco de ignición. 4. Atmósfera inflamable. 5. Proyecciones de chispas. 6. Proyecciones de partículas calientes (soldadura) 7. Llamas abiertas. 8. Descarga de electricidad estática. 9. Sobrecarga de la red eléctrica.
17. CONFINAMIENTO: Posibilidad de quedarse recluso o aislado en recintos cerrados, o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera respirable en dicho recinto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recintos cerrados con atmósferas bajas en oxígeno. 2. Recinto cerrado con riesgo de puesta en marcha accidental de elementos móviles o fluidos.
18. TRÁFICO: (fuera del centro de trabajo): Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la Empresa) durante la jornada de trabajo, fuera del lugar de trabajo. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo pero fuera del lugar de trabajo. Excluye los accidentes al ir o volver del trabajo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Choques entre vehículos en vías urbanas o interurbanas. 2. Atropellos de peatones. 3. Atropellos en situaciones de trabajo. 4. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico 5. Fallos mecánicos de vehículos. 6. Choques de vehículos contra objetos fijos.
19. AGRESIÓN DE ANIMALES: Riesgo de lesiones o afecciones por la acción sobre el organismo de animales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Picaduras de insectos. 2. Ataque de perros. 3. Agresiones de otros animales.
20. SOBRECARGA TÉRMICA: Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivo. Este riesgo se evalúa por mediciones de diferentes tipos de temperaturas (seca, humeada, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exposición prolongada al calor. 2. Exposición prolongada al frío. 3. Cambios bruscos de temperatura. 4. Estrés térmico.

Tabla 19 Riesgos Anexo 16-20.

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
21. RUIDO: Posibilidad de producirse una lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles. Este riesgo se evalúa por medición y cálculo del nivel equivalente.	1. Exposición a ruidos. (máquinas, radiales, etc.).
22. VIBRACIONES: Posibilidad de que se produzcan lesiones por exposición prolongada a vibraciones mecánicas. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con los valores de referencia.	1. Exposición a vibraciones (martillos neumáticos, vibradores de hormigón, etc.)
23. RADIACIONES IONIZANTES: Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones ionizantes. Este riesgo se evalúa por medición.	1. Exposición a radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, etc.). 2. Contacto con productos radiactivos.
24. RADIACIONES NO IONIZANTES: Posibilidad de lesión por la acción de radiaciones no ionizantes.	1. Exposición a radiación no ionizante ultravioleta (soldadura, etc.) 2. Exposición a radiación no ionizante infrarroja. 3. Exposición a radiación visible o luminosa.
25. VENTILACIÓN: Posibilidad de que se produzcan lesiones como consecuencia de la permanencia en locales o salas con ventilación insuficiente o excesiva por necesidad de la actividad. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con los valores de referencia.	1. Ventilación ambiental insuficiente. 2. Ventilación excesiva (zonas de ventilación forzada etc.). 3. Condiciones de ventilación especiales. 4. Atmósferas bajas en oxígeno.
26. ILUMINACIÓN: Posible riesgo por falta de o insuficiente iluminación, reflejos, deslumbramientos, etc.	1. Iluminación ambiental insuficiente. 2. Deslumbramientos y reflejos.
27. AGENTES QUÍMICOS: Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por la exposición o sustancias perjudiciales para la salud.	(Pueden producir enfermedades profesionales) 1. Exposición a sustancias asfixiantes. 2. Exposición a otras sustancias tóxicas. 3. Exposición a atmósferas contaminadas

Tabla 20 Riesgos Anexo 21-27.

RIESGOS	SITUACIONES DE RIESGO
28. AGENTES BIOLÓGICOS: Riesgo de lesiones o afecciones por la exposición a contaminantes biológicos.	1. Exposición a agentes biológicos. 2. Calidad del aire y agua.
29. CARGA FÍSICA: (Carga estática postural) Posibilidad de fatiga física al producirse un desequilibrio ligero entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del trabajador	(Pueden producir enfermedades profesionales) 1. Movimientos repetitivos. 2. Espacios de trabajo. 3. Condiciones climáticas exteriores. 4. Carga estática 5. Carga dinámica.
30. CARGA MENTAL: Cuando el trabajo exige una elevada concentración, rapidez de respuesta y un esfuerzo prolongado de atención, a los que la persona no puede adaptarse aparece la fatiga nerviosa y la posibilidad de trastornos emocionales y alteraciones psicósomáticas.	1. Carga mental
31. CONDICIONES AMBIENTALES DEL PUESTO DE TRABAJO: Posibilidad de que el trabajador tenga molestias derivadas de factores físicos y químicos que se originen en el puesto de trabajo y puedan provocarle incomodidad.	1. Iluminación del puesto 2. Ventilación/Calidad del aire. 3. Humedad. 4. Temperatura. 5. Ruido molesto.
32. CONFIGURACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO: Posibilidad de que las condiciones y distribución física del puesto de trabajo produzcan incomodidad en el trabajador.	1. Espacios de trabajo. 2. Distribución de equipos. 3. Características de equipos (PDV's, pantallas, iluminación, reflejos, etc.).

Tabla 21 Riesgos Anexo 28-32.

11. CONCLUSIONES.

En el siguiente proyecto he elaborado un plan de desmantelamiento de un grupo generador de una central hidroeléctrica, para ello he seguido un determinado orden siguiendo una serie de preguntas: ¿Que voy a desmontar? ¿Por qué lo voy a desmontar? ¿Cómo lo voy a desmontar? ¿Qué voy a hacer una vez lo haya desmontado? Entre otras.

Además en este proyecto he comprendido de manera más precisa como se produce la generación de energía en una central hidroeléctrica, he visto paso a paso el circuito que sigue el agua así como el circuito que sigue la electricidad, y gracias a Iberdrola y a mi tutor he podido ver con mis propios ojos varias centrales reales, lo que me ha permitido tener una visión más real de lo que es un grupo generador.

Además este proyecto me ha permitido ser capaz de preparar un plan de desmantelamiento de un grupo generador y gracias a esto he ido viendo como están montados pieza a pieza y cuál es la finalidad de cada una de sus partes, algo que hasta el momento desconocía en su mayoría.

A parte durante las visitas a las centrales que hemos ido realizando durante la organización del desmantelamiento, he podido ver cómo trabajan los empleados de las centrales hidroeléctricas y como está organizado todo el equipo de mantenimiento, así como los sistemas de control remoto para la detección de averías y los métodos utilizados para la recuperación de piezas dañadas.

Por otro lado, en este proyecto he podido profundizar en los cálculos relacionados con turbinas, y así he podido ver como se calculan las medidas para el dimensionamiento de estas. Además he mejorado mis conocimientos sobre los tipos principales de turbinas que encontramos en el mercado, viendo cómo según el caudal y altura se aplica un tipo u otro.

Por último, he tratado bastante con la prevención de riesgos laborales, tanto normativa como con las medidas preventivas que se aplican en los diferentes casos, esto es muy importante y es algo que hasta el inicio de este proyecto era un aspecto al que no le daba la importancia que realmente tiene.

En resumidas cuentas, la proyección de este desmantelamiento me ha dado la oportunidad de adquirir una gran cantidad de conocimientos nuevos sobre generación hidráulica, dimensionado de turbinas, prevención de riesgos laborales y metodología de trabajo en centrales hidroeléctricas.

12. BIBLIOGRAFÍA.

A continuación se muestran algunos de los libros y páginas webs que he utilizado como apoyo para este proyecto.

Libros:

- Prevención de riesgos laborales, Ley y normas complementarias, sexta edición ISBN 84-309-4161-4.
- Centrales hidroeléctricas, G. Zopetti. ISBN-968-6085-55-6
- Máquinas, ISBN 84-400-7216-3
- Turbinas Hidráulicas, Pedro Fernández Díez.
- Tratado teórico práctico de Elementos de Máquinas, G.Niemann

Páginas webs:

- www.insht.com
- [-http://boj.pntic.mec.es/~lalbuern/Plasticos.htm](http://boj.pntic.mec.es/~lalbuern/Plasticos.htm)
- [-www.fondear.org](http://www.fondear.org)
- <http://www.generadordeprecios.info>
- <http://construccionyservicios.ccoo.es>
- <http://www.maquindal.es/doc/alquiler>
- <http://www.rentaire.es>
- <http://copitival.es/servicios-profesionales/>
- <http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos>
- www.endesaeduca.com

2. PRESUPUESTO

13. PRESUPUESTO.

En el presupuesto comienzo con el informe final donde veremos el coste total del proyecto y las horas de trabajo que serán necesarias.

A continuación aparecerá el coste de cada material así como de la mano de obra junto a otros elementos, y por último veremos paso a paso el desglose de las operaciones, cuánto cuesta cada una y que equipo de trabajo las va a realizar, además del material utilizado.

Todo el presupuesto se ha realizado a través del programa Project Libre, el cual es el equivalente gratuito a Microsoft Project, este programa me ha permitido organizar paso por paso el desmontaje , pudiendo organizar a lo largo de las semanas a que se destinarán las horas de trabajo, además nos permitirá ir modificando elementos a medida que se desarrolla el proyecto.

En las páginas siguientes se muestra lo expuesto anteriormente.

LOS VILLANUEVAS

INFORME PRESUPUESTARIO

Dates

Start	4/02/19 8:00	Finish	7/03/19 9:00
Baseline Start		Baseline Finish	
Actual Start		Actual Finish	

Duration

Scheduled	23 days	Remaining	23 days
Baseline	0 days	Actual	0 days
		Percent Complete	0%

Work

Scheduled	563 horas	Remaining	563 horas
Baseline	0 horas	Actual	0 horas

Costs

Scheduled	38839,02 €	Remaining	38839,02 €
Baseline	0,00 €	Actual	0,00 €
		Variance	0,00 €

Notes

Duración estimada de 5 semanas.

Coste mano de obra y material.

		Nombre	Tipo	Etiqueta material	Iniciales	Tasa Estandar
1		GRUPO DE TRABAJO 1	Trabajo		GT1	47,80 €/hora
2		Encargado.	Trabajo		ENC	25,23 €/hora
3		Oficial 1	Trabajo		E1	22,57 €/hora
4		GRUPO DE TRABAJO 2	Trabajo		GT2	45,14 €/hora
5		Oficial 2	Trabajo		E2	22,57 €/hora
6		Oficial 3	Trabajo		E3	22,57 €/hora
7		SUPERVISOR IBERDROLA	Trabajo		SPIB	45,11 €/hora
8		Grúa de la central	Material		G	0,00 €/hora
9		Camión	Trabajo		C	31,00 €/hora
10		Hormigón	Material	70euros/m3	Hg	140,00 €
11		Tapas de acero	Material		TA	1200,00 €
12		Hormigonera	Material		Hm	12,00 €/day
13		Aspiradora industrial	Material		AI	16,50 €/day
14		Lijadora de Hormigón	Material		LH	48,00 €/day
15		Vibrador hormigón.	Material		Vh	13,00 €/day
16		Martillo eléctrico picador.	Material		M elect	21,39 €/day
17		Radial eléctrica	Material		R elect	13,20 €/day
18		Soportes de madera	Material		Spm	450,00 €
19		Otros costes	Material	10% coste total	I	3530,00 €

Costo	Costo Por Uso
12460,60 €	200,00 €
0,00 €	100,00 €
0,00 €	100,00 €
11599,50 €	200,00 €
280,56 €	100,00 €
0,00 €	100,00 €
8255,13 €	0,00 €
25,00 €	5,00 €
744,00 €	0,00 €
280,00 €	0,00 €
1200,00 €	0,00 €
24,00 €	12,00 €
66,00 €	16,50 €
144,00 €	48,00 €
13,00 €	13,00 €
21,39 €	21,39 €
26,40 €	13,20 €
450,00 €	0,00 €
3530,00 €	0,00 €

Desglose de operaciones.

		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Costo
1		PROYECTO	23,125 day...	4/02/19 7:00	7/03/19 9:00	38839,02 €
2		Implantación	2,875 days?	4/02/19 7:00	6/02/19 15:30	2537,62 €
3		Descargo	1 day?	7/02/19 7:00	7/02/19 15:30	1143,52 €
4		Adecuación zona	1 day	8/02/19 7:00	8/02/19 15:30	1160,02 €
5		DESMANTELAMIENTO ELEMENTS PERIF	3 days?	11/02/19 7:00	13/02/19 15:30	2643,76 €
6		Elementos periféricos	3 days?	11/02/19 7:00	13/02/19 15:30	2643,76 €
7		DESMANTELAMIENTO TURBNINA	4,25 days?	14/02/19 7:00	20/02/19 9:00	4933,22 €
8		Codo aspiración , Tapa turbina	0,5 days?	14/02/19 7:00	14/02/19 11:00	391,20 €
9		Álabes, Ejes álabes, Anillo distribución	0,5 days	14/02/19 11:00	14/02/19 15:30	391,20 €
10		Brazo distribución	0,25 days?	14/02/19 7:00	14/02/19 9:00	290,28 €
11		Envolvente unión ejes, separar ejes	0,25 days?	14/02/19 9:00	14/02/19 11:00	290,28 €
12		Cojinete de empuje	1 day	15/02/19 7:00	15/02/19 15:30	561,12 €
13		Tapa camara espiral, junta de estanqueidad	0,25 days?	18/02/19 7:00	18/02/19 9:00	295,60 €
14		Eje junto al rodete	0,75 days?	18/02/19 9:00	18/02/19 15:30	962,64 €
15		Cámara espiral	0,5 days?	19/02/19 7:00	19/02/19 11:00	776,76 €
16		Adecuación posterior	0,75 days?	19/02/19 11:00	20/02/19 9:00	974,14 €
17		DESMANTELAMIENTO ALTERNADOR	4 days?	20/02/19 9:00	26/02/19 9:00	4800,58 €
18		Excitatriz	0,5 days?	20/02/19 9:00	20/02/19 13:30	391,20 €
19		Cojinete lado excitatriz	0,5 days?	20/02/19 13:30	21/02/19 9:00	391,20 €
20		Cojinete lado turbina, Defensas alternador	1 day?	20/02/19 9:00	21/02/19 9:00	561,12 €
21		Eje junto al rotor	1 day?	21/02/19 9:00	22/02/19 9:00	1148,52 €
22		Estator	1,25 days?	22/02/19 9:00	25/02/19 11:00	1334,40 €
23		Adecuación posterior	0,75 days?	25/02/19 11:00	26/02/19 9:00	974,14 €
24		SISTEMAS DE CONTROL	2 days?	26/02/19 9:00	28/02/19 9:00	1887,04 €
25		Desmantelamiento de los sist de ctrl	2 days?	26/02/19 9:00	28/02/19 9:00	1887,04 €
26		OBRA CIVIL	1 day?	28/02/19 9:00	1/03/19 9:00	3255,61 €
27		Eliminar peanas y otros elementos	0,5 days?	28/02/19 9:00	28/02/19 13:30	490,29 €
28		Colocar tapas y otros elementos	0,5 days?	28/02/19 13:30	1/03/19 9:00	1591,20 €
29		Hormigonado agujero alternador	0,5 days?	28/02/19 9:00	28/02/19 13:30	593,56 €
30		Nivelación suelo	0,5 days?	28/02/19 13:30	1/03/19 9:00	580,56 €
31		TRANSPORTE	4 days?	1/03/19 9:00	7/03/19 9:00	4692,52 €
34		Supervisión del desmantelamiento	22,875 days	4/02/19 7:00	6/03/19 15:30	8255,13 €
35		Otros costes	0 days?	4/02/19 8:00	4/02/19 8:00	3530,00 €

