



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI

EXTENSION CHONE

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICO

TEMA:

**“DISEÑO DE UN MICROSISTEMA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA
Y SU INFLUENCIA EN EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, PARA
EDIFICACIONES EN EL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ EN
EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012”**

AUTORES:

QUINAPALLO BRAVO CESAR AUGUSTO

MARCILLO MENDOZA VIVIANA ARACELY

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ORLEY LOOR SOLORZANO

CHONE-MANABI-ECUADOR

2013

Ing. Orley Loor Solorzano, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, en calidad de director de tesis,

CERTIFICO:

Que la presente TESIS DE GRADO titulada" **DISEÑO DE UN MICROSISTEMA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA Y SU INFLUENCIA EN EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, PARA EDIFICACIONES EN EL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012**", ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en la Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Quinapallo Bravo Cesar Augusto y Marcillo Mendoza Viviana Aracely, siendo de su exclusiva responsabilidad

Ing. Orley Loor Solorzano
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACION DE AUTORIA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en esta tesis de grado, es exclusividad de sus autores.

.....
Quinapallo Bravo Cesar Augusto
AUTOR

.....
Marcillo Mendoza Viviana Aracely
AUTOR

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI

EXTENSION CHONE

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIERO ELECTRICO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema: **“DISEÑO DE UN MICROSISTEMA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA Y SU INFLUENCIA EN EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, PARA EDIFICACIONES EN EL CANTÓN CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012”**.elaborado por los egresados Quinapallo Bravo Cesar Augusto y Marcillo Mendoza Viviana Aracely de la Escuela Ingeniería Eléctrica

.....
Dr. Marcos Zambrano ZambranoMgs. Die
DECANO

.....
Ing. Orley Loor Solorzano.
DIRECTOR DE TESIS

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS todopoderoso por permitirme lograr esta meta propuesta a lo largo de mi vida.

A mi esposa que pudo comprenderme durante mi carrera universitaria a mis hijos que han sido el pilar fundamental para seguir adelante y sepan comprender el sacrificio y ejemplo que puede mostrarle.

A mi madre y a mi hermana que me han apoyado incondicionalmente en esta etapa de mi vida.

Finalmente a mi compañera de tesis ya que con su apoyo no hubiese sido posible llegar al término de nuestro proyecto.

CESAR

DEDICATORIA

La realización el presente proyecto de tesis; se lo dedico a quienes son mi motivo de orgullo, y sobre todo pilares fundamentales en cada etapa de mi vida mis padres: Pedro Sisney Marcillo Pisco y Miriam Lucy Mendoza Vera, y mi fuente de inspiración para superarme mi hermano Pedro Luis Marcillo Mendoza y mi sobrino Naim Marcillo.

Mis tías Aracely Marcillo, Isabel Mendoza, las personas que siempre han estado conmigo aconsejándome y brindándome su apoyo incondicional para que siga con mi espíritu de lucha.

Carlina, Carolina, y María Hidalgo por haber tenido buenas expectativas de mí como ser humano y futura profesional.

Viviana

AGRADECIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos:

A nuestra noble Institución por acogernos y habernos brindado la oportunidad de crecer como profesionales y seres humanos productivos para nuestra nación y lograr el título de Ingenieros Eléctricos

Al personal Docente que día a día nos brindaron sus conocimientos en esta ardua tarea de enseñar.

Al Ing. Orley Loor por sus conocimientos brindados en nuestro sendero para formarnos como profesionales y su apoyo como catedrático , Director de carrera y director de tesis , por sacrificar su tiempo en colaborar con el desarrollo de nuestra tesis y su manifestación de apoyo en cada momento

A nuestros compañeros por todos los momentos y experiencias vividas en este camino de lucha diría para llegar a lograr nuestra meta.

Cesar y Viviana

INDICE

INTRODUCCION.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
Contextos	15
Contexto macro.	15
Contexto meso	15
Contexto micro	15
Formulación del problema.....	15
Delimitación del problema.....	16
Interrogantes de la investigación.....	16
JUSTIFICACION	17
OBJETIVOS.....	18
Objetivo General:.....	18
Objetivos específicos:	18
CAPITULO I	19
1. MARCO TEORICO	19
1.1. ENERGIA HIDRAULICA	19
1.1.1.Extracción de la energía hidráulica	19
1.1.2. Ventajas y Desventajas	20
1.1.2.1. Ventajas	20
1.1.2.2. Desventajas.....	21
1.1.3. Ventajas económicas	21
1.1.4. Impactos Ambientales	22
CENTRALES HIDROELECTRICAS	24
1.2. Tipos de centrales	24
1.2.1. Centrales Hidroeléctricas.....	27
1.2.2.Características de una central hidroeléctrica	27
1.2.3. Potencia de una central hidroeléctrica.....	28

Potencia media:	28
Potencia instalada.....	28
1.2.4. Tipos de centrales hidroeléctricas	29
1.2.4.1. Central Hidroeléctrica de Pasada.....	29
1.2.4.2. Central Hidroeléctrica con Embalse de Reserva	29
1.2.4.3. Centrales Hidroeléctricas de Bombeo	31
1.2.4.4. Según donde esté situada la casa de máquinas.....	31
1.2.4.5. Según el régimen de flujo y el tipo de embalse	32
1.2.4.6. Centrales de Derivación	34
1.2.4.7. Centrales a pie de presa.....	36
1.2.4.8. Centrales Reversibles o de Bombeo	38
1.2.4.9. Según su concepción arquitectónica	40
1.2.4.10. Según su régimen de flujo.....	40
1.2.5. Tipos de presa	41
1.2.5.1. Presas de gravedad	42
1.2.5.2. Presas de bóveda	42
1.2.5.3. Presas de contrafuertes	42
1.2.5.4. Presas de elementos sin trabar.....	43
1.2.5.5. Según su altura de caída del agua.....	44
1.2.6. Otros tipos de centrales hidroeléctricas.....	44
1.2.7. Funcionamiento	45
Principales componentes de una Central Hidroeléctrica.....	46
1.2.8. La Presa	46
1.2.9. Los Aliviaderos	47
1.2.10. Tomas de agua	47
1.2.11. Casa de máquinas	49
1.2.12. Diseño de la presa.....	50
1.2.13. Altura de la presa	51
1.2.14. Aliviaderos.....	51

1.2.15. Desaguaderos.....	52
1.2.16. Protección contra la erosión.....	52
1.3.TURBINAS PELTON	53
1.3.1. TurbinasPelton de Eje Vertical:.....	54
1.3.2. Turbinas Pelton de Eje Horizontal:.....	55
1.3.3. Rueda Pelton.....	57
1.3.4. Distribuidor.	59
1.3.5. Cámara de distribución.....	61
1.3.7. Inyector.....	62
1.3.8. Tobera.....	62
1.3.9. Aguja.....	63
1.3.10. Deflector.....	64
1.3.11. Equipo de regulación de velocidad.....	66
1.3.12. RODETE DE UNA TURBINA PELTON.....	66
1.3.13. RUEDA MOTRIZ.....	67
1.3.14. CANGILONES.....	67
1.3.15. CARCASA DE UNA TURBINA PELTON.....	68
1.3.16. CÁMARA DE DESCARGA DE UNA TURBINA PELTON.....	70
1.3.17. SISTEMA HIDRÁULICO DE FRENADO DE UNA TURBINA PELTON.....	71
1.3.19.PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TURBINAS PELTON.....	71
1.3.20. POTENCIA DE UNA TURBINA HIDRÁULICA.....	74
1.4. AGUAS RESIDUALES	76
1.4.1. Definición.....	76
1.4.2. Características de las aguas residuales.....	76
❖ Sustancias químicas (composición).....	76
1.4.3. Características bacteriológicas.....	77
1.4.4. Desagues Aguas residuales domésticas.....	78
1.4.5. Desagües de aguas pluviales:.....	78
Diseños de instalación de aguas pluviales:	80

1.4.6. Aguas negras	80
1.4.7. Aguas grises.....	80
1.4.8. Aguas jabonosas.....	81
1.4.9. Aguas residuales industriales	81
DISEÑO DE SISTEMA DE ALIMENTACION HIDRAULICA.....	83
1.5.1. Diseño de la red de aguas residuales jabonosas.....	83
1.5.2. Diseño del sistema pluvial.....	84
1.5.3. Ámbito de aplicación del sistema.	84
1.5.4. Descripción del sistema.	85
1.5.5. Capacidad del tanque recolector de agua de lluvia.	85
CAPITULO II	87
6. HIPOTESIS.....	87
6.1 Variables.....	87
6.1.1 Variable Independiente	87
6.1.2 Variable Dependiente	87
6.1.3 Término de relación.....	87
CAPITULO III	88
7. Metodología.....	88
7.1. Tipos de investigación.....	88
7.2. Niveles de investigación.....	88
7.3. Métodos.....	88
7.4. Técnicas.....	89
7.5. Población y muestra.....	89
7.5.1 Población.....	89
7.1. Instrumentos de recolección de datos	89
8. Marco administrativo.....	89
8.1. Recurso humano	89
8.2. Recursos Financieros.....	90
CAPITULO IV	91

9. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DOCUMENTAL CON SUS RESPECTIVAS INTERPRETACIONES	91
10. Comprobación de la Hipótesis.	93
CAPITULO V.....	94
11. Conclusiones.	94
12. Recomendaciones.....	95
DISEÑO DEL SISTEMA DE GENERACION Y ALMACENAMIENTO	96
13. Cronograma.	99
14. Bibliografía	100

INTRODUCCION

A través de los tiempos la sociedad ecuatoriana viene procediendo serias dificultades con la energía eléctrica, la cual afecta la calidad de vida de la población.

Con el incremento de la población y la demanda de energía hacen necesarios la implantación de un proyecto hidroeléctrico que puede apoyar el desarrollo económico y mejorar la calidad de la vida en el área servida.

Los proyectos hidroeléctricos requieren mucha mano de obra y ofrecen oportunidades de empleo. Los caminos y otras infraestructuras pueden dar a los pobladores mayor acceso a los mercados para sus productos, escuelas para sus hijos, cuidado de salud y otros servicios sociales.

Además, la generación de la energía hidroeléctrica proporciona una alternativa para la quema de los combustibles fósiles, o la energía nuclear, que permite satisfacer la demanda de energía sin producir agua caliente, emisiones atmosféricas, ceniza, desechos radioactivos.

El estudio inicia con el problema de exceso de precipitaciones en el Ecuador, en especial en la provincia de Manabí, y la falta de energía eléctrica en ciertos meses del año, ya sea por escasez de agua o cual hace imposible el funcionamiento de centrales hidroeléctrica y en invierno por el temporal que afecta las líneas de distribución

El aprovechamiento de las fuerzas naturales fue constante preocupación de la humanidad que vio en ellas un medio de aliviar el trabajo muscular con el ahorro consiguiente de las energías del hombre, quien de este modo podría realizar cantidades de trabajos importantes que hubieran precisado abundante mano de obra.

Este proyecto tiene el fin de reciclar el agua de precipitaciones de un área establecida o las de consumo que no contenga heces fecales y utilizarla en la generación de energía hidroeléctrica mediante saltos hidráulicos, luego este fluido podrá ser

eliminado o reciclado nuevamente para usos como riego o para instalaciones sanitarias como es el agua lluvia.

La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luego en eléctrica.

Un sistema de captación de agua provoca un desnivel que origina una cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el alternador y produce la corriente eléctrica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Contextos

Contexto macro.

La electricidad se desarrolla en la actualidad con una gran variedad de tareas. Estos implican la creación o la detección de sistemas eléctricos. Entonces se puede decir que la eléctrica abarca en general todo el desarrollo del universo.

la tecnología y el desarrollo técnico industrial depende de la electricidad, es por esta razón que a nivel mundial siempre ha sido prioridad la hidrogenación a grandes escalas

Contexto meso

En el Ecuador existen generadoras hidroeléctricas que mantienen alimentado a todo el país, son grandes inversiones pero muchas veces se ven limitadas por el recurso hídrico, causando pérdidas a nivel nacional en todos los sectores productivos, industriales y tecnológicos

Contexto micro

Manabí y no absuelto el cantón Chone se ve afectado por la falta de sistemas de generación, siendo una provincia con gran recurso hídrico en especial Chone que tiene una topografía irregular se puede aprovechar estas bondades de la naturaleza para la hidrogenación para así abastecer y satisfacer las demandas de electricidad

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo influye el diseño de un micro sistema de generación hidroeléctrica, en el almacenamiento de energía, para edificaciones en el cantón Chone, provincia de Manabí, en el segundo semestre del año 2012?

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo se delimita de la siguiente manera:

Campo: Investigativo-Industrial

Área: Eléctrica

Aspectos: Diseño de un microsistema de generación hidroeléctrica

Almacenamiento de energía

Problema: Falta de un diseño de un microsistema de generación hidroeléctrica, en el almacenamiento de energía, para edificaciones en el cantón Chone, provincia de Manabí, en el segundo semestre del año 2012.

Delimitación Espacial: cantón Chone.

Delimitación temporal: Segundo semestre del 2012

INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los factores que influyen en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone?

¿Cómo afecta la insuficiencia de energía eléctrica al cantón Chone.?

¿Cómo influye la falta de sistemas de generación en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone?

¿Cuáles son las bondades en cuanto a energía eléctrica puede ofrecer un microsistema de generación hidroeléctrica?

JUSTIFICACION

Teniendo en cuenta cómo influye la falta de servicios básicos en la vida del ser humano, se plantea nuestro proyecto para mejorar la calidad de vida, evitar las pérdidas en diversas industrias y la propia economía nacional.

En esta propuesta aprenderemos la relación que existe entre los sistemas de micro generación y la escasez de energía eléctrica.

El aumento en la demanda energética anual hace que se requiera contar con nuevas fuentes de energía que contribuyan al mejoramiento de las poblaciones basándose sobre todo en una energía limpia, basada en una fuente renovable donde no haya impactos ambientales negativos

A través de este proyecto se demostrara que utilizando agua residual o pluvial de un sistema domiciliario mediante grandes saltos hidráulicos y bajo caudal podemos generar energía hidroeléctrica para autoabastecer la demanda en momento de escasez de energía, realizando un diseño económico y confiable.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Ofrecer al cantón Chone un diseño adecuado de micro generación hidroeléctrica para suplir la insuficiencia de energía eléctrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer cuáles son los factores que influyen en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone.
- Señalar cómo influye la falta de sistemas de generación en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone.
- Investigar cuales son las bondades en cuanto a energía eléctrica puede ofrecer un micro sistema de generación hidroeléctrica.
- Diseñar un micro sistema de generación hidroeléctrica como energía alternativa para el cantón Chone.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. ENERGIA HIDRAULICA

Es la producida por el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura (que posee energía potencial gravitatoria). Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica.

Se denomina energía hidráulica, energía hídrica o hidroenergía, a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potenciales de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.

Es un tipo de energía verde cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla, en caso contrario es considerada sólo una forma de energía renovable.

1.1. 1.Extracción de la energía hidráulica

Se puede transformar a muy diferentes escalas, existen desde hace siglos pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, en molinos rurales. Sin embargo, la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas de presas, aunque estas últimas no son consideradas formas de energía verde por el alto impacto ambiental que producen.

Cuando el Sol calienta la Tierra, además de generar corrientes de aire, hace que el agua del mar, principalmente, se evapore y ascienda por el aire y se mueva hacia las regiones montañosas, para luego caer en forma de lluvia. Esta agua se puede coleccionar y retener mediante presas.

Parte del agua almacenada se deja salir para que se mueva los álabes de una turbina engranada con un generador de energía eléctrica

Dichas características hacen que sea significativa en regiones donde existe una combinación adecuada de lluvias, desniveles geológicos y orografía favorable para la construcción de represas.

La energía hidráulica se obtiene a partir de la energía potencial y cinética contenida en las masas de agua que transportan los ríos, provenientes de la lluvia y del deshielo.

El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual trasmite la energía a un alternador el cual la convierte en energía eléctrica.

1.1.2. Ventajas y Desventajas

1.1.2.1. Ventajas

- ❖ Las ventajas de la energía hidráulica son que es renovable, no contaminante y que produce mucha energía.
- ❖ Debido al ciclo del agua su disponibilidad es inagotable.
- ❖ Es una energía totalmente limpia, no emite gases, no produce emisiones tóxicas, y no causa ningún tipo de lluvia ácida, es una fuente de energía limpia, sin residuos y fácil de almacenar.
- ❖ Es una energía barata, los costes de operación son muy bajos, existen mejoras tecnológicas constantemente que ayudan a explotar de manera más eficiente los recursos.
- ❖ Permite el almacenamiento de agua para abastecer fácilmente a actividades recreativas o sistemas de riego.

- ❖ Se pueden regular los controles de flujo en caso que haya riesgo de una inundación, Además, el agua almacenada en embalses situados en lugares altos permite regular el caudal del río.

1.1.2.2. Desventajas

- ❖ La construcción de la infraestructura de las centrales hidroeléctricas es costosa, y se necesitan grandes tendidos eléctricos. Además, los embalses producen pérdidas de suelo productivo y fauna terrestre debido a la inundación del terreno destinado a ellos, depende de los factores climáticos, supone un impacto medioambiental ya que se inundan valles.
- ❖ Provocan la disminución del caudal de los ríos y arroyos bajo la presa y alteran la calidad de las aguas.
- ❖ Las presas se convierten en obstáculos para las especies como el salmón
- ❖ las represas afectan al lecho de los ríos, causando erosión y afectar el ecosistema del lugar.
- ❖ Las presas tienden a estar lejos de las grandes poblaciones, entonces es necesario transportar la electricidad producida a través de redes costosas

1.1.3. Ventajas económicas

- ❖ La gran ventaja de la energía hidráulica o hidroeléctrica es la eliminación parcial de los costes de combustible.
- ❖ El coste de operar una planta hidráulica es casi inmune a la volatilidad de los combustibles fósiles como la gasolina, el carbón o el gas natural. Además, no hay necesidad de importar combustibles de otros países.
- ❖ Las plantas hidráulicas también tienden a tener vidas económicas más largas que las plantas eléctricas que utilizan combustibles.

- ❖ Hay plantas hidráulicas que siguen operando después de 50 a 99 años. Los costos de operación son bajos porque las plantas están automatizadas y tienen pocas personas durante su operación normal.
- ❖ Como las plantas hidráulicas no queman combustibles, no producen directamente dióxido de carbono. Muy poco dióxido de carbono es producido durante el período de construcción de las plantas, pero es poco, especialmente en comparación a las emisiones de una planta equivalente que quema combustibles

1.1.4. Impactos Ambientales

Los potenciales impactos ambientales de los proyectos hidroeléctricos son siempre significativos. Sin embargo existen muchos factores que influyen en la necesidad de aplicar medidas de prevención en todo.

Principalmente:

La construcción y operación de la represa y el embalse constituyen la fuente principal de impactos del proyecto hidroeléctrico. Los proyectos de las represas de gran alcance pueden causar cambios ambientales irreversibles, en una área geográfica muy extensa; por eso, tienen el potencial de causar impactos importantes. Ha aumentado la crítica de estos proyectos durante la última década. Los críticos más severos sostienen que los costos sociales, ambientales y económicos de estas represas pesan más que sus beneficios y que, por lo tanto, no se justifica la construcción de las represas grandes. Otros mencionan que, en algunos casos, los costos ambientales y sociales pueden ser evitados o reducidos a un nivel aceptable, si se evalúan, cuidadosamente, los problemas potenciales y se implantan medidas correctivas que son costosas.

Algunas presas presentan fallos o errores de construcción.

Estas presas presentan grandes inconvenientes en las temporadas ciclónicas pasadas, producto de su poca capacidad de desagüe y también a que sus dos vertederos comienzan a operar después que el embalse está lleno.

El área de influencia de una represa se extiende desde los límites superiores del embalse hasta los esteros y las zonas costeras y costa afuera, e incluyen el embalse, la represa y la cuenca del río, aguas abajo de la represa. Hay impactos ambientales directos asociados con la construcción de la represa (p.ej., el polvo, la erosión, problemas con el material prestado y de los desechos), pero los impactos más importantes son el resultado del embalse del agua, la inundación de la tierra para formar el embalse, y la alteración del caudal de agua, aguas abajo. Estos efectos ejercen impactos directos en los suelos, la vegetación, la fauna y las tierras silvestres, la pesca, el clima y la población humana del área.

Los efectos indirectos de la represa incluyen los que se asocian con la construcción, el mantenimiento y el funcionamiento de la represa (p.ej., los caminos de acceso, los campamentos de construcción, las líneas de transmisión de energía) y el desarrollo de las actividades agrícolas, industriales o municipales que posibilita la represa.

Además de los efectos directos e indirectos de la construcción de la represa sobre el medio ambiente, se deberán considerar los efectos del medio ambiente sobre la represa. Los principales factores ambientales que afectan el funcionamiento y la vida de la represa son aquellos que se relacionan con el uso de la tierra, el agua y los otros recursos en las áreas de captación aguas arriba del reservorio (p.ej., la agricultura, la colonización, el desbroce del bosque) que pueden causar una mayor acumulación de limos, y cambios en la cantidad y calidad del agua del reservorio y del río. Se tratan estos aspectos en los estudios de ingeniería.

CENTRALES HIDROELECTRICAS

1.2. Tipos de centrales

Las Centrales Hidroeléctricas o Hidráulicas se construyen en los cauces de los ríos, en zonas donde el caudal de agua en movimiento es suficientemente abundante y continuo, para poder aprovechar la fuerza gravitacional de un salto o el fluir del agua. El aprovechamiento hidráulico de los ríos, se basa en el principio fundamental de que la velocidad del flujo de estos es básicamente constante a lo largo de su cauce. Pero la energía potencial no se convierte íntegramente en cinética como sucede en el caso de una masa en caída libre, la cual se acelera, sino que ésta es invertida en las llamadas pérdidas, que sucede cuando la energía potencial se “pierde” en vencer las fuerzas de fricción con el suelo, en el transporte de partículas, en formar remolinos, etc..

Las Centrales Hidroeléctricas se encargan de evitar estas pérdidas, aprovechando casi toda la energía potencial.

A medida que la tecnología ha avanzado, se ha ido perfeccionando la maquinaria para aprovechar mejor el salto de agua en su producción de energía y perder la menor cantidad posible de ésta.

En el pasado, con los aparatos primitivos se llegaba a perder hasta el 70% de la energía potencial, mientras que en la actualidad, las turbinas modernas permiten un rendimiento del 85 al 91%.



Uno de los tipos de centrales más comunes son las Centrales de Embalse, que con presas de contención reservan agua en un embalse. Estas centrales permiten aprovechar la energía potencial de la caída del agua entre dos niveles (salto geodésico), que pasa a convertirse en energía cinética.



El agua es impulsada a través de la tubería forzada, entrando de este modo en las turbinas hidráulicas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que produce energía mecánica, que finalmente se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores eléctricos (alternadores).

La potencia de una Central Hidroeléctrica es proporcional a la altura del salto y al caudal turbinado, por lo que es muy importante determinar correctamente estas variables para el diseño de las instalaciones, y el tipo y tamaño de los equipos.

Los elementos principales de una Central Hidroeléctrica de Embalse son:

Presas, Embalse, Toma de Agua, Tubería Forzada o de Presión, Aliviaderos, Sala de Turbinas o Casa de Máquinas (Conjunto Turbina-Alternador, Turbina, Generador), Transformadores y Líneas de transporte de Energía Eléctrica.



En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

En general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico.

El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

- ❖ La potencia, que está en función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo turbinable, además de las características de las turbinas y de los generadores usados en la transformación.
- ❖ La energía garantizada en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que está en función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.

La potencia de una central puede variar desde unos pocos MW (megavatios), como en el caso de las minicentrales hidroeléctricas.

1.2.1. Centrales Hidroeléctricas

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

En general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico.

El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

1.2.2. Características de una central hidroeléctrica

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

- ❖ La potencia, que está en función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo turbinable, además de las características de las turbinas y de los generadores usados en la transformación.
- ❖ La energía garantizada en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que está en función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.

La potencia de una central puede variar desde unos pocos MW (megavatios), como en el caso de las minicentrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas y las centrales térmicas (que usan combustibles fósiles) producen la energía eléctrica de una manera muy similar. En ambos casos la fuente de energía es usada para impulsar una turbina que hace girar un generador eléctrico, que es el que produce la electricidad. Una Central térmica usa calor para, a partir de agua, producir el vapor que acciona las paletas de la turbina, en contraste con la planta hidroeléctrica, la cual usa la fuerza del agua directamente para accionar la turbina.

1.2.3. Potencia de una central hidroeléctrica

La potencia de una central hidroeléctrica se mide generalmente en Megavatios (MW) y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$P_e = \rho \cdot 9,81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m \cdot Q \cdot H$$

Donde:

- P_e = potencia en vatios (W)
- ρ = densidad del fluido en kg/m^3
- η_t = rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,94)
- η_g = rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)
- η_m = rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (0,95/0.99)
- Q = caudal turbinable en m^3/s
- H = desnivel disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (m)

En una central hidroeléctrica se define:

Potencia media: potencia calculada mediante la fórmula de arriba considerando el caudal medio disponible y el desnivel medio disponible.

Potencia instalada: potencia nominal de los grupos generadores instalados en la central

1.2.4. Tipos de centrales hidroeléctricas

1.2.4.1. Central Hidroeléctrica de Pasada

Una central de pasada es aquella en que no existe una acumulación apreciable de agua "corriente arriba" de las turbinas.

En una central de este tipo las turbinas deben aceptar el caudal disponible del río "como viene", con sus variaciones de estación en estación, o si ello es imposible el agua sobrante se pierde por rebosamiento.

En ocasiones un embalse relativamente pequeño bastará para impedir esa pérdida por rebosamiento.

En la misma se aprovecha un estrechamiento del río, y la obra del edificio de la central (casa de máquinas) puede formar parte de la misma presa. El desnivel entre "aguas arriba" y "aguas abajo", es reducido, y si bien se forma un remanso de agua a causa del azud, no es demasiado grande.

Este tipo de central, requiere un caudal suficientemente constante para asegurar a lo largo del año una potencia determinada.

1.2.4.2. Central Hidroeléctrica con Embalse de Reserva

En este tipo de proyecto se embalsa un volumen considerable de líquido "aguas arriba" de las turbinas mediante la construcción de una o más presas que forman lagos artificiales.

El embalse permite graduar la cantidad de agua que pasa por las turbinas. Del volumen embalsado depende la cantidad que puede hacerse pasar por las turbinas. Con embalse de reserva puede producirse energía eléctrica durante todo el año.

aunque el río se seque por completo durante algunos meses, cosa que sería imposible en un proyecto de pasada.

Las centrales con almacenamiento de reserva exigen por lo general una inversión de capital mayor que las de pasada, pero en la mayoría de los casos permiten usar toda la energía posible y producir kilovatios-hora más baratos.

Pueden existir dos variantes de estas centrales hidroeléctricas:

- ❖ La de casa de máquina al pie de la presa

La casa de máquinas suele estar al pie de la presa, en estos tipos de central, el desnivel obtenido es de carácter mediano.

- ❖ Aprovechamiento por derivación del agua

En el lugar apropiado por la topografía del terreno, se ubica la obra de toma de agua, y el líquido se lleva por medio de canales, o tuberías de presión, hasta las proximidades de la casa de máquinas.

Allí se instala la chimenea de equilibrio, a partir de la cual la conducción tiene un declive más pronunciado, para ingresar finalmente a la casa de máquinas

La chimenea de equilibrio es un simple conducto vertical que asegura al cerrar las válvulas de la central, que la energía cinética que tiene el agua en la conducción, se libere en ese elemento como un aumento de nivel y se transforme en energía potencial.

Los desniveles en este tipo de central suelen ser mayores comparados con los que se encuentran en los tipos anteriores de centrales.

1.2.4.3. Centrales Hidroeléctricas de Bombeo

Las centrales de bombeo son un tipo especial de centrales hidroeléctricas que posibilitan un empleo más racional de los recursos hidráulicos de un país.

Disponen de dos embalses situados a diferente nivel. Cuando la demanda de energía eléctrica alcanza su máximo nivel a lo largo del día, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía.

Al caer el agua, almacenada en el embalse superior, hace girar el rodete de la turbina asociada a un alternador.

Después el agua queda almacenada en el embalse inferior. Durante las horas del día en la que la demanda de energía es menor el agua es bombeada al embalse superior para que pueda hacer el ciclo productivo nuevamente.

Para ello la central dispone de grupos de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

1.2.4.4. Según donde esté situada la casa de máquinas

Se clasifican en Centrales Exteriores o al aire libre y Centrales Subterráneas o en caverna.

- ❖ **Las Centrales Exteriores** tienen la casa de máquinas al pie de la presa, o relativamente alejada de esta, conectadas por medio de una tubería en presión.
- ❖ Las Centrales Subterráneas tiene la casa de máquinas dentro de una caverna o montaña, y generalmente están conectadas al embalse por medio de túneles, tuberías en presión, o por la combinación de ambas.

1.2.4.5. Según el régimen de flujo y el tipo de embalse

Según el régimen de flujo y el tipo de embalse las Centrales pueden clasificarse en:

- ❖ Centrales de Agua Fluyente o Pasada
- ❖ Centrales de Embalse o Reserva y
- ❖ Centrales Reversibles o de Bombeo.

Centrales de Agua Fluyente o Pasada



Aprovechamiento por derivación del agua y sin embalse.

Las Centrales de Agua Fluyente o Pasada se basan en la caída natural del agua de ríos con un caudal regular, siendo éste muy variable dependiendo de la hidrología. Su función es desviar el cauce de agua de un río y dirigirlo hacia las turbinas.

El proceso suele iniciarse en un azud o presa de derivación, donde se desvía el agua por un canal hasta una cámara de carga. Desde allí parte una tubería que lleva el agua hasta la turbina, situada en el edificio de la central, junto con el generador eléctrico. Luego el agua se devuelve al río a través de un canal de desagüe.

Las turbinas reciben el caudal disponible del río, con sus variaciones de estación en estación, con lo que a veces el agua sobrante se pierde por rebosamiento. Para evitarlo, a veces se añade un embalse relativamente pequeño.

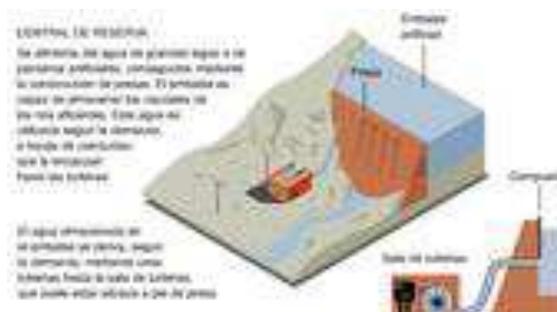
En estas centrales las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja.

Centrales de Embalse o Reserva (de Regulación)



Aprovechamiento por acumulación/retención del agua. Este es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Mediante la construcción de una o más presas, se forman embalses que se utilizan para retener grandes cantidades de agua y regular la cantidad de agua que pasa por las turbinas.

Al contrario que las anteriores, disponen de un embalse de agua que regula la cantidad de agua que pasa a las turbinas, regulando, además, el caudal del río. Suelen ser centrales con grandes caídas de agua y poco caudal, y su producción de electricidad se puede adaptar a la demanda.



El dique establece una corriente no uniforme y modifica la forma de la superficie libre del río antes y después de éste que toman forma de las llamadas curvas de remanso.

El establecimiento de las curvas de remanso determina un nuevo salto geodésico aprovechable.

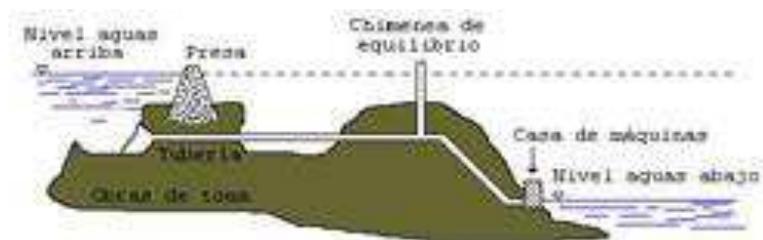
Con estas centrales puede producirse energía eléctrica durante todo el año, incluso aunque el río se seque durante algunos meses, si se dispone de reservas suficientes.

Por lo general requieren de una inversión de capital mayor que las de agua fluyente, pero en la mayoría de los casos permiten usar toda la energía posible y producir kilovatios-hora más baratos.

Hay dos variantes de estas centrales hidroeléctricas:

1.2.4.6. Centrales de Derivación

Aprovechamiento por derivación del agua con tuberías (canal de derivación o galería de conducción). La central está más o menos alejada de la presa.



Las aguas del río son desviadas mediante una pequeña presa y son conducidas a través de un canal o tubería de presión a poca velocidad, gracias a un ligero desnivel en ambos extremos, hasta llegar a un pequeño depósito llamado cámara de carga o de presión.

De esta sala arranca una tubería forzada que va a parar a la sala de turbinas. Posteriormente, el agua es devuelta río abajo, mediante un canal de descarga. Se consiguen desniveles más grandes que en las centrales anteriores.



Cuentan con una chimenea de equilibrio o cámara de presión, a partir de la cual la conducción tiene un declive más pronunciado, para ingresar finalmente a la casa de máquinas. Esta chimenea de equilibrio es un simple conducto vertical que evita que se pierda energía durante la conducción y amortigua el golpe de ariete.

Almacenan agua en el embalse por periodos más o menos prolongados, con aportes de caudales medios anuales. Prestan un gran servicio en situaciones de bajos caudales, regulando de modo conveniente la producción de electricidad, adaptándose bien a la hora de cubrir horas punta de consumo.

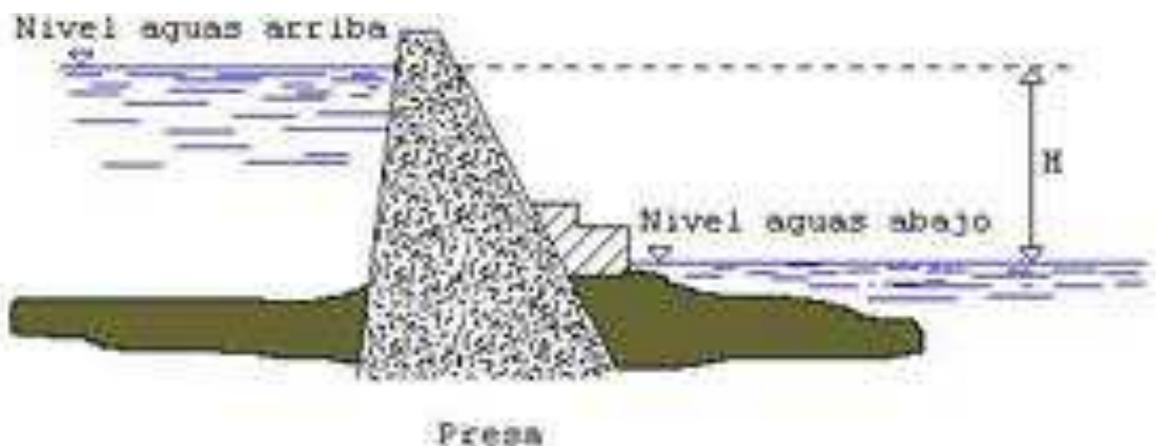
Los desniveles en este tipo de central suelen ser mayores comparados con los que se encuentran en los tipos anteriores de centrales.

1.2.4.7. Centrales a pie de presa

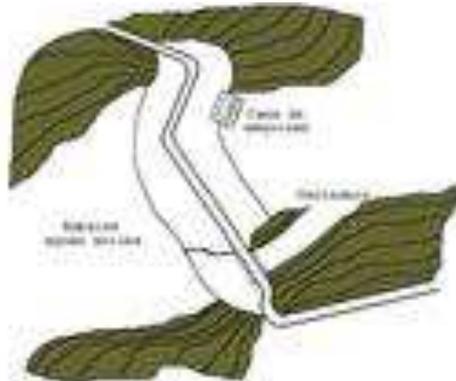


Aprovechamiento por acumulación de agua y con la casa de máquinas a pie de presa. Son las más comunes y se sitúan en tramos de ríos con un marcado desnivel, debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros fines como el riego o abastecimiento de agua.

La toma de agua se realiza en un punto situado a media altura de la presa, lo que permite aprovechar el peso del agua situada por encima, pero además posibilita el disponer de agua incluso en épocas en las que su nivel se encuentra muy bajo. Al mismo tiempo, compensa la pérdida de energía potencial que supone no tomar las aguas en la parte superior del embalse, construyendo la central en las inmediaciones de la presa, pero aguas abajo de la misma.



Cuentan con la capacidad de regulación de los caudales de salida del agua, que será turbinada en los momentos que se precise. Esta capacidad de controlar el volumen de producción se emplea en general para proporcionar energía durante las horas punta de consumo.



Según la capacidad de agua que tenga, la regulación puede ser horaria, diaria o semanal.

En las minicentrales hidroeléctricas el volumen de almacenado suele ser pequeño, permitiendo por ejemplo producir energía eléctrica un número de horas al día, llenándose el embalse durante la noche.

Si la regulación es semanal, se garantiza la producción de electricidad durante el fin de semana, llenándose de nuevo el embalse durante el resto de la semana.

Este tipo de centrales tienen un salto variable -que suele ser elevado-, y suelen turbinar caudales importantes. Normalmente son las que regulan la capacidad del sistema eléctrico y con las que se logra de mejor forma el balance consumo/producción.

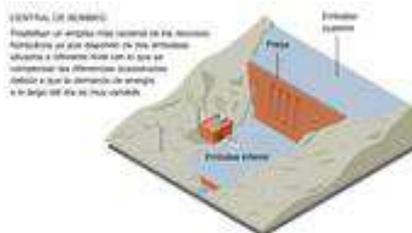
1.2.4.8. Centrales Reversibles o de Bombeo

Aprovechamiento por acumulación del agua. Están formadas por dos embalses situados a diferente nivel, uno al pie de la central y el otro a una altura superior, que puede ser natural o artificial, y es al que se bombea el agua.



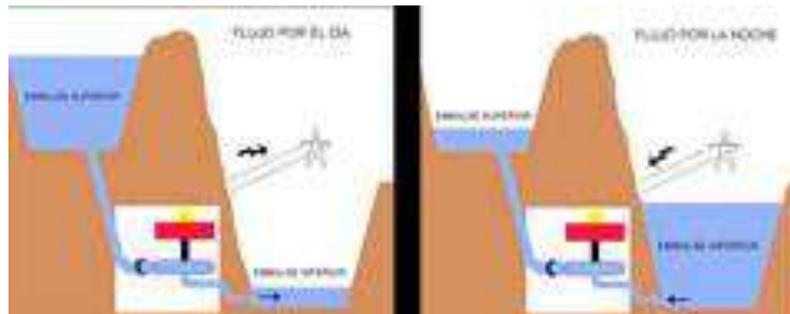
El agua llega a través de una galería de conducción a una tubería forzada que la conduce hasta la sala de máquinas de la central eléctrica.

Para la regulación de las presiones del agua entre las conducciones anteriores se construye en ocasiones una chimenea de equilibrio.



Una central hidroeléctrica de este tipo, además de poder transformar la energía potencial del agua en electricidad, tiene la capacidad de hacerlo a la inversa, es decir, retornar el agua hacia la presa mediante bombas, o mediante la misma turbina funcionan como bomba, en los momentos de menor demanda eléctrica e impulsar posteriormente este agua en los momentos de mayor demanda eléctrica.

En los períodos de poca demanda de energía (horas valle) se utiliza el excedente de energía en la red, procedente de otras centrales conectadas eléctricamente con la central de bombeo, para bombear agua del embalse inferior al embalse superior.



Mientras que en las horas de mayor demanda energética (horas punta), se turbinan el agua desde el embalse superior con gran altura de salto, funcionando entonces la máquina eléctrica reversible como alternador.

Permite régimen más uniforme para centrales térmicas y nucleares, mejor rendimiento, mayor factor de utilización, menor coste del kW/h. El conjunto de turbinas normalmente son Francis, y los generadores suelen ser síncronos.

El beneficio que se consigue es la diferencia entre el precio de la energía en horas punta y horas valle. Su utilización para acumular energía puede ser muy interesante para apoyar a centrales que no pueden acumular, como las solares o eólicas.



Lo habitual es que estas centrales turbinen/bombeen el agua entre dos embalses a distinta altura, aunque existe un caso particular llamado 'Centrales de Bombeo Puro',

donde el embalse superior se sustituye por un gran depósito cuya única aportación de agua es la que se bombea del embalse inferior. Si es posible, es conveniente que este depósito sea como una caverna, para evitar la evaporación de agua.

1.2.4.9. Según su concepción arquitectónica

- ❖ Centrales al aire libre, al pie de la presa, o relativamente alejadas de esta. Están conectadas por medio de una tubería en presión.
- ❖ Centrales en caverna, generalmente conectadas al embalse por medio de túneles, tuberías en presión, o por la combinación de ambas

1.2.4.10. Según su régimen de flujo

❖ Centrales de agua fluyente.

También denominadas centrales de filo de agua o de pasada, utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja.

❖ Centrales de embalse.

Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Es posible generar energía durante todo el año si se dispone de reservas suficientes. Requieren una inversión mayor.

❖ Centrales de regulación.

Almacenamiento del agua que fluye del río capaz de cubrir horas de consumo.

❖ Centrales de bombeo o reversibles

Una central hidroeléctrica reversible es una central hidroeléctrica que además de poder transformar la energía potencial del agua en electricidad, tiene la capacidad de hacerlo a la inversa, es decir, aumentar la energía potencial del agua (por ejemplo subiéndola a un embalse) consumiendo para ello energía eléctrica. De esta manera puede utilizarse como un método de almacenamiento de energía (una especie de batería gigante). Están concebidas para satisfacer la demanda energética en horas pico y almacenar energía en horas valle.

Aunque lo habitual es que estas centrales turbinen/bombeen el agua entre dos embalses a distinta altura, existe un caso particular llamado centrales de bombeo puro donde el embalse superior se sustituye por un gran depósito cuya única aportación de agua es la que se bombea del embalse inferior.

1.2.5. Tipos de presa

Las presas se clasifican según la forma de su estructura y los materiales empleados. Las grandes presas pueden ser de hormigón o de elementos sin trabar. Las presas de hormigón más comunes son de gravedad, de bóveda y de contrafuertes. Las presas de elementos sin trabar pueden ser de piedra o de tierra. También se construyen presas mixtas, por ejemplo de gravedad y de piedra, para conseguir mayor estabilidad. Además, una presa de tierra puede tener una estructura de gravedad de hormigón que soporte los aliviaderos. La elección del tipo de presa más adecuado para un emplazamiento concreto se determina mediante estudios de ingeniería y consideraciones económicas. El coste de cada tipo de presa depende de la disponibilidad en las cercanías de los materiales para su construcción y de las facilidades para su transporte. Muchas veces sólo las características del terreno determinan la elección del tipo de estructura.

1.2.5.1. Presas de gravedad

Las presas de gravedad son estructuras de hormigón de sección triangular; la base es ancha y se va estrechando hacia la parte superior; la cara que da al embalse es prácticamente vertical. Vistas desde arriba son rectas o de curva suave. La estabilidad de estas presas radica en su propio peso. Es el tipo de construcción más duradero y el que requiere menor mantenimiento. Su altura suele estar limitada por la resistencia del terreno. Debido a su peso las presas de gravedad de más de 20 m de altura se construyen sobre roca. La presa Grande Dixence, en Suiza, que se terminó de construir en 1962, tiene una altura de 284 m y es una de las más grandes del mundo. Tiene una estructura de hormigón de gravedad de 700 m de longitud, construida sobre roca.

1.2.5.2. Presas de bóveda

Este tipo de presa utiliza los fundamentos teóricos de la bóveda. La curvatura presenta una convexidad dirigida hacia el embalse, así la carga se distribuye por toda la presa hacia los extremos; las paredes de los estrechos valles y cañones donde se suele construir este tipo de presa. En condiciones favorables, esta estructura necesita menos hormigón que la de gravedad, pero es difícil encontrar emplazamientos donde se puedan construir.

1.2.5.3. Presas de contrafuertes

Las presas de contrafuertes tienen una pared que soporta el agua y una serie de contrafuertes o pilares, de forma triangular, que sujetan la pared y transmiten la carga del agua a la base. Estas presas precisan de un 35 a un 50% del hormigón que necesitaría una de gravedad de tamaño similar. Hay varios tipos de presa de contrafuertes: los más comunes son de planchas uniformes y de bóvedas múltiples. En las de planchas uniformes el elemento que contiene el agua es un conjunto de

planchas que cubren la superficie entre los contrafuertes. En las de bóvedas múltiples, éstas permiten que los contrafuertes estén más espaciados.

A pesar del ahorro de hormigón las presas de contrafuertes no son siempre más económicas que las de gravedad. El coste de las complicadas estructuras para forjar el hormigón y la instalación de refuerzos de acero suele equivaler al ahorro en materiales de construcción. Pero este tipo de presa es necesario en terrenos poco estables.

1.2.5.4. Presas de elementos sin trabar

Las presas de piedra o tierra y los diques son las estructuras más usadas para contener agua. En su construcción se utiliza desde arcilla hasta grandes piedras. Las presas de tierra y piedra utilizan materiales naturales con la mínima transformación, aunque la disponibilidad de materiales utilizables en los alrededores condiciona la elección de este tipo de presa. El desarrollo de las excavadoras y otras grandes máquinas ha hecho que este tipo de presas compita en costes con las de hormigón. La escasa estabilidad de estos materiales obliga a que la anchura de la base de este tipo de presas sea de cuatro a siete veces mayor que su altura. La cuantía de filtraciones es inversamente proporcional a la distancia que debe recorrer el agua; por lo tanto, la ancha base debe estar bien asentada sobre un terreno cimentado.

Las presas de elementos sin trabar pueden estar construidas con materiales impermeables en su totalidad, como arcilla, o estar formadas por un núcleo de material impermeable reforzado por los dos lados con materiales más permeables, como arena, grava o roca. El núcleo debe extenderse hasta bastante más abajo de la base para evitar filtraciones.

1.2.5.5. Según su altura de caída del agua

Centrales de alta presión

Que corresponden con el high head, y que son las centrales de más de 200 m de caída del agua, por lo que solía corresponder con centrales con turbinas Pelton.

Centrales de media presión

Son las centrales con caída del agua de 20 a 200 m, siendo dominante el uso de turbinas Francis, aunque también se puedan usar Kaplan.

Centrales de baja presión

Que corresponden con el low head, son centrales con desniveles de agua de menos de 20 m, siendo usadas las turbinas Kaplan.

Centrales de muy baja presión

Son centrales correspondientes con nuevas tecnologías, pues llega un momento en el cuál las turbinas Kaplan no son aptas para tan poco desnivel. Serían en inglés las verylow head, y suelen situarse por debajo de los 4m..

1.2.6. Otros tipos de centrales hidroeléctricas

Centrales mareomotrices

Utilizan el flujo y reflujo de las mareas. Pueden ser ventajosas en zonas costeras donde las diferencias entre las mareas son amplias y las condiciones morfológicas de la costa permiten la construcción de una presa que corta la entrada y salida de la marea en una bahía. Se genera energía tanto en el momento del llenado como en el momento del vaciado de la bahía.

Centrales mareomotrices sumergidas.

Utilizan la energía de las corrientes submarinas.

Centrales que aprovechan el movimiento de las olas.

Este tipo de central es objeto de investigación desde la década de los 80. A inicios de agosto de 1995, el "Ocean Swell Powered Renewable Energy (OSPREY)" construyó la primera central que utiliza la energía de las olas en el norte de Escocia. La potencia de esta central es de 2 MW. Lamentablemente fue destruida un mes más tarde por un temporal.

1.2.7. Funcionamiento

El tipo de funcionamiento de una central hidroeléctrica puede variar a lo largo de su vida útil. Las centrales pueden operar en régimen de:

- ❖ Generación de energía de base;
- ❖ Generación de energía en períodos de punta. Estas a su vez se pueden dividir en:
 - ❖ Centrales tradicionales;
 - ❖ Centrales reversibles o de bombeo.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región, o país, tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que se destacan:

- ❖ Tipos de industrias existentes en la zona, y turnos que estas realizan en su producción;
- ❖ Tipo de cocina doméstica que se utiliza más frecuentemente;
- ❖ Tipo de calentador de agua que se permite utilizar;
- ❖ La estación del año;
- ❖ La hora del día en que se considera la demanda.

La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda, así, a medida que aumenta la potencia demandada deberá incrementarse el caudal turbinado, o iniciar la generación con unidades adicionales, en la misma central, e incluso iniciando la generación en centrales reservadas para estos períodos.

Principales componentes de una Central Hidroeléctrica

1.2.8. La Presa

El primer elemento que encontramos en una central hidroeléctrica es la presa o azud, que se encarga de atajar el río y remansar las aguas.

Con estas construcciones se logra un determinado nivel del agua antes de la contención, y otro nivel diferente después de la misma. Ese desnivel se aprovecha para producir energía.

Las presas pueden clasificarse por el material empleado en su construcción en:

- ❖ Presa de tierra
- ❖ Presa de hormigón

Las presas de hormigón son las más utilizadas y se puede a su vez clasificar en:

De gravedad:

Como se muestra en la figura tienen un peso adecuado para contrarrestar el momento de vuelco que produce el agua

De bóveda:

Necesita menos materiales que las de gravedad y se suelen utilizar en gargantas estrechas.

En estas la presión provocada por el agua se transmite íntegramente a las laderas por el efecto del arco

1.2.9. Los Aliviaderos

Los aliviaderos son elementos vitales de la presa que tienen como misión liberar parte del agua detenida sin que esta pase por la sala de máquinas.

Se encuentran en la pared principal de la presa y pueden ser de fondo o de superficie.

La misión de los aliviaderos es la de liberar, si es preciso, grandes cantidades de agua o atender necesidades de riego.

Para evitar que el agua pueda producir desperfectos al caer desde gran altura, los aliviaderos se diseñan para que la mayoría del líquido se pierda en una cuenca que se encuentra a pie de presa, llamada de amortiguación.

Para conseguir que el agua salga por los aliviaderos existen grandes compuertas, de acero que se pueden abrir o cerrar a voluntad, según la demanda de la situación.

1.2.10. Tomas de agua

Las tomas de agua son construcciones adecuadas que permiten recoger el líquido para llevarlo hasta las máquinas por medios de canales o tuberías.

La toma de agua de las que parten varios conductos hacia las tuberías, se hallan en la pared anterior de la presa que entra en contacto con el agua embalsada. Esta toma además de unas compuertas para regular la cantidad de agua que llega a las turbinas, poseen unas rejillas metálicas que impiden que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos

El canal de derivación se utiliza para conducir agua desde la presa hasta las turbinas de la central.

Generalmente es necesario hacer la entrada a las turbinas con conducción forzada siendo por ello preciso que exista una cámara de presión donde termina el canal y comienza la turbina.

Es bastante normal evitar el canal y aplicar directamente las tuberías forzadas a las tomas de agua de las presas.

Debido a las variaciones de carga del alternador o a condiciones imprevistas se utilizan las chimeneas de equilibrio que evitan las sobrepresiones en las tuberías forzadas y álabes de las turbinas. A estas sobrepresiones se les denomina "golpe de ariete".

Cuando la carga de trabajo de la turbina disminuye bruscamente se produce una sobrepresión positiva, ya que el regulador automático de la turbina cierra la admisión de agua.

La chimenea de equilibrio consiste en un pozo vertical situado lo más cerca posible de las turbinas. Cuando existe una sobrepresión de agua esta encuentra menos resistencia para penetrar al pozo que a la cámara de presión de las turbinas haciendo que suba el nivel de la chimenea de equilibrio. En el caso de depresión ocurrirá lo contrario y el nivel bajará.

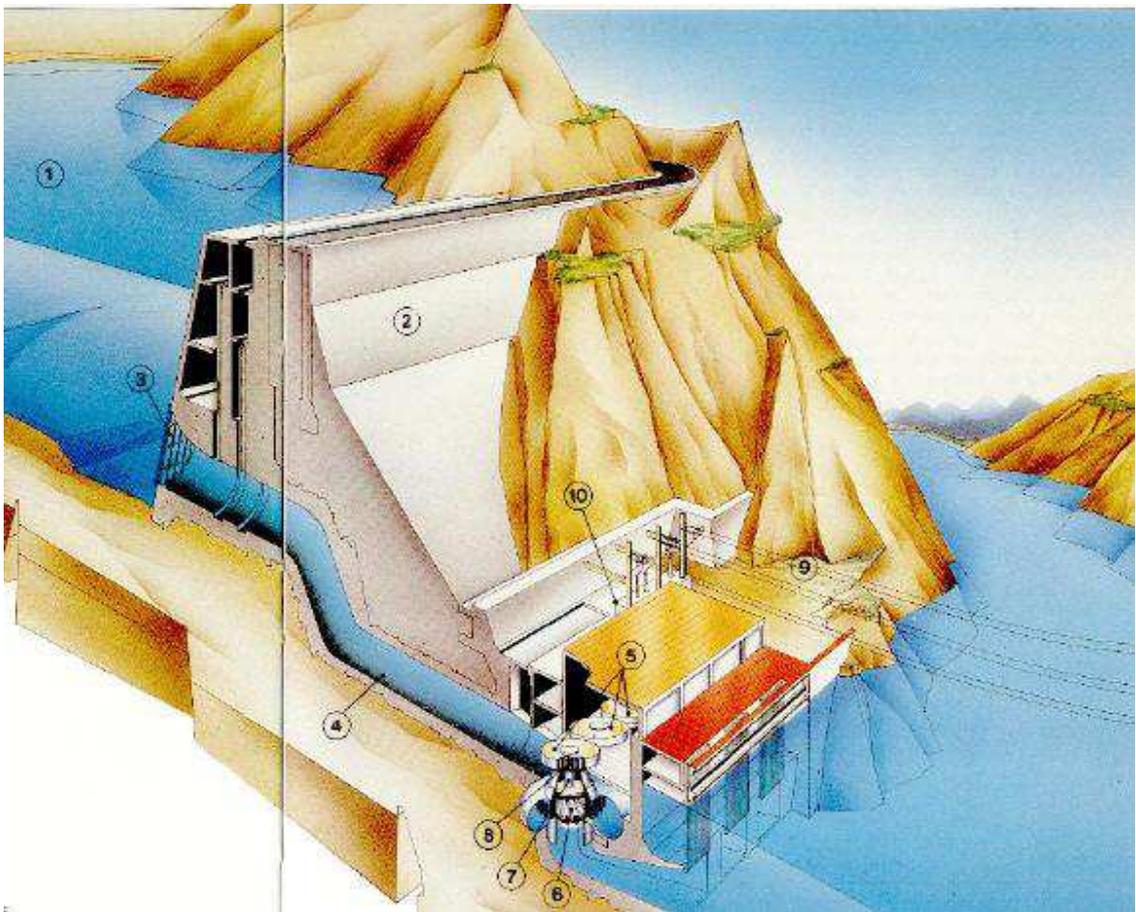
Con esto se consigue evitar el golpe de ariete.

Actúa de este modo la chimenea de equilibrio como un muelle hidráulico o un condensador eléctrico, es decir, absorbiendo y devolviendo energía.

Las estructuras forzadas o de presión, suelen ser de acero con refuerzos regulares a lo largo de su longitud o de cemento armado, reforzado con espiras de hierro que deben estar ancladas al terreno mediante solera adecuada.

1.2.11. Casa de máquinas

Es la construcción en donde se ubican las máquinas (turbinas, alternadores, etc.) y los elementos de regulación y comando.



2. PARTES

- | | | |
|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1. Agua | 5. Conjunto turbina-alternador | 9. Líneas eléctricas |
| 2. Presa | 6. Turbina | 10. Transformadores |
| 3. Rejas filtradoras | 7. Eje | |
| 4. Tubería forzada | 8. Generador | |

1.2.12. Diseño de la presa

Una presa debe ser impermeable las filtraciones a través o por debajo de ella deben ser controladas al máximo para evitar la salida del agua y el deterioro de la propia estructura. Debe estar construida de forma que resista las fuerzas que se ejercen sobre ella. Estas fuerzas que los ingenieros deben tener en cuenta son: la gravedad (que empuja a la presa hacia abajo) la presión hidrostática (la fuerza que ejerce el agua contenida), la presión hidrostática en la base (que produce una fuerza vertical hacia arriba que reduce el peso de la presa), la fuerza que ejercería el agua si se helase, y las tensiones de la tierra, incluyendo los efectos de los sismos.

Cuando se valora el mejor emplazamiento para construir una presa, el riesgo de terremotos forma parte del análisis geológico. Además, los geólogos deben determinar qué tipo de terreno está expuesto a filtraciones y cuál puede soportar el peso de la presa y el agua que contendrá detrás de ella.

Análisis geológicos inadecuados han tenido consecuencias catastróficas. Un ejemplo es el desastre ocurrido con la presa Vaiont, en los Alpes italianos. El 9 de octubre de 1963 perdieron la vida 4.000 personas cuando un desprendimiento de rocas detrás de

la presa produjo una enorme ola que rebasó los 265 m de la estructura de hormigón. La fuerza de esta ola, al caer desde una altura tan grande, devastó varios kilómetros de valle río abajo. Varios factores geológicos fueron responsables del desprendimiento, sobre todo el debilitamiento de las paredes de roca, inestable en el agua embalsada.

1.2.13. Altura de la presa

La altura de la presa está limitada por la topografía de su emplazamiento, aunque otros factores pueden determinar una altura máxima menor. Si la función principal de la presa es la obtención de energía la altura es un factor crítico, ya que la energía potencial del agua embalsada es mayor cuanto mayor es la altura a la que se encuentra. Si la presa es de contención el factor más importante es la capacidad de almacenamiento. El volumen de agua embalsada es mayor cuanto más alta es la presa.

Otros factores son la utilidad y el valor de las tierras que quedarán sumergidas, y si las aguas afectarán a importantes vías de comunicación.

1.2.14. Aliviaderos

Después de determinar el nivel del embalse en condiciones normales, hay que establecer los procedimientos que aseguren que este nivel no se supere. Los aliviaderos son necesarios para descargar el excedente de agua para que éste no dañe la presa, la central eléctrica ni la ribera del río delante de la presa. El tipo de aliviadero más común es el derrame. Este sistema consiste en que una zona de la parte superior es más baja. Para permitir el aprovechamiento máximo de la capacidad de almacenamiento estas partes más bajas están cerradas con unas compuertas móviles. En algunas presas, los excedentes de agua son tan grandes que hay aliviaderos en todo el ancho de la presa, de forma que la estructura es una sucesión de pilares que sujetan compuertas levadizas. Otro tipo de aliviadero es el salto de agua,

un canal de hormigón ancho, con mucha pendiente, que se construye en la base de algunas presas de altura moderada.

Las grandes presas de bóveda construidas en cañones rocosos río abajo paredes demasiado inclinadas para utilizar aliviaderos de derrame. Un ejemplo de esto es la presa Hoover, en el río Colorado (EEUU), en la que se utilizan vertederos de pozo, que consisten en un conducto vertical que conduce agua del embalse, cuando el nivel es alto, hasta un conducto horizontal que atraviesa la presa y la lleva río abajo.

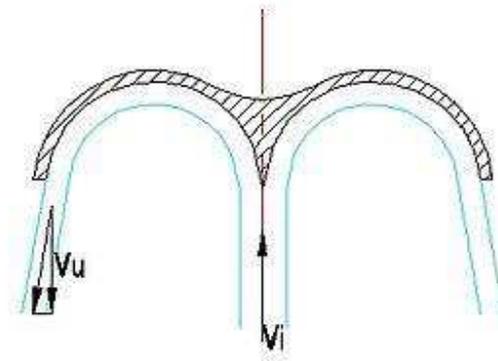
1.2.15. Desaguaderos

Además de los aliviaderos, que aseguran que el embalse no rebase la presa, los desaguaderos son necesarios para extraer de modo constante agua del embalse. El agua extraída puede descargarse río abajo, puede llevarse a los generadores para obtener energía hidroeléctrica o puede utilizarse para riego. Los desaguaderos son conductos o túneles cuyas entradas se encuentran a la altura del nivel mínimo del embalse. Estas tomas poseen unas compuertas o válvulas que regulan la entrada de agua.

1.2.16. Protección contra la erosión

Hay que evitar que el agua que se envía río abajo erosione la base de la presa. Para reducir la velocidad del agua se construyen unos embalses llamados cuencas amortiguadoras, que forman parte de la estructura de la presa. Existen dos tipos de estructura que se utilizan para disipar la energía destructiva que lleva el agua al caer. Uno en el que el flujo rápido y de poca profundidad que baja de la presa se convierte en un flujo profundo y lento al hacerlo pasar por una falda horizontal o poco inclinada de hormigón, construida río abajo desde la base de la presa. En el otro tipo la base de la presa tiene una forma que desvía el flujo, que baja a gran velocidad, hacia arriba y lo hace girar. Este giro disipa la energía destructiva del agua.

1.3.TURBINAS PELTON



Una turbina Pelton es uno de los tipos más eficientes de turbina hidráulica. Es una turbo máquina motora, de flujo transversal, admisión parcial y de acción.

Consiste en una rueda (rodete o rotor) dotada de cucharas en su periferia, las cuales están especialmente realizadas para convertir la energía de un chorro de agua que incide sobre las cucharas.

Las turbinas Pelton están diseñadas para explotar grandes saltos hidráulicos de bajo caudal. Las centrales hidroeléctricas dotadas de este tipo de turbina cuentan, la mayoría de las veces, con una larga tubería llamada galería de presión para transportar al fluido desde grandes alturas, a veces de hasta más de doscientos metros. Al final de la galería de presión se suministra el agua a la turbina por medio de una o varias válvulas de aguja, también llamadas inyector, los cuales tienen forma de tobera para aumentar la velocidad del flujo que incide sobre las cucharas.

Existen turbinas Pelton de muy diversos tamaños. Hay turbinas de varias toneladas montadas en vertical sobre cojinetes hidráulicos en las centrales hidroeléctricas. Las turbinas Pelton más pequeñas, solo de unos pocos centímetros, se usan en equipamientos domésticos.

En general, a medida que la altura de la caída de agua aumenta, se necesita menor caudal de agua para generar la misma potencia. La energía es la fuerza por la

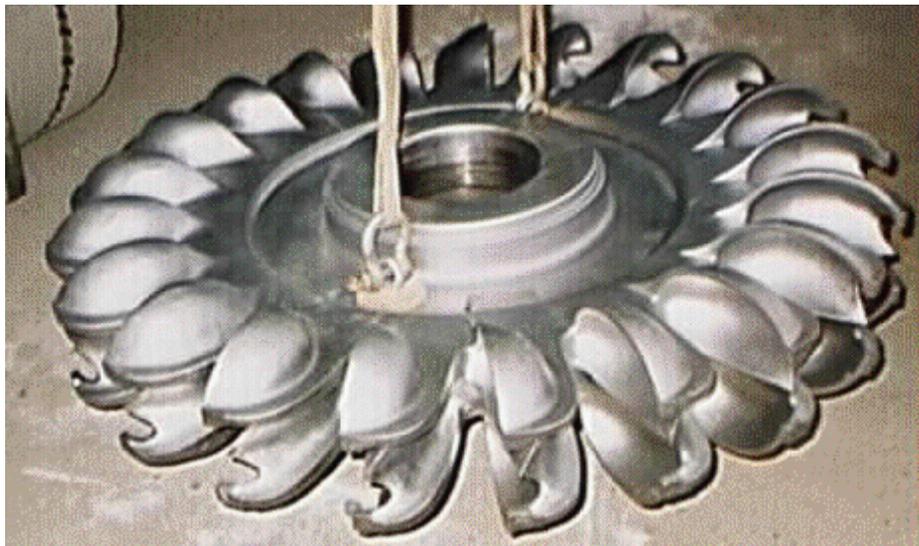
distancia, y, por lo tanto, una presión más alta puede generar la misma fuerza con menor caudal.

Cada instalación tiene, por lo tanto, su propia combinación de presión, velocidad y volumen de funcionamiento más eficiente. Usualmente, las pequeñas instalaciones usan paletas estandarizadas y adaptan la turbina a una de las familias de generadores y ruedas, adecuando para ello las canalizaciones. Las pequeñas turbinas se pueden ajustar algo variando el número de toberas y paletas por rueda, y escogiendo diferentes diámetros por rueda. Las grandes instalaciones de encargo diseñan el par torsor y volumen de la turbina para hacer girar un generador estándar

Componentes de una turbina Pelton.

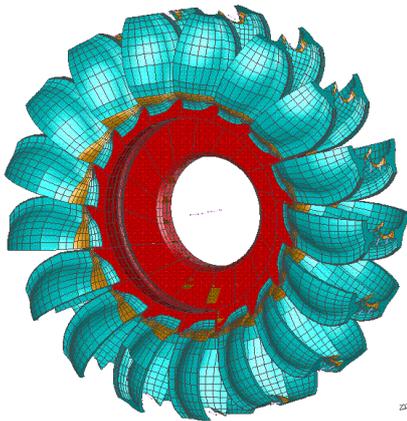
La clasificación más general que puede hacerse de las turbinas Pelton es en tipos de eje horizontal y tipos de ejes vertical

1.3.1. Turbinas Pelton de Eje Vertical:



En este tipo de turbinas Pelton el número de chorros por rueda se reduce generalmente a uno o dos, por resultar complicada la instalación en un plano vertical de las tuberías de alimentación y las agujas de inyección. Este sistema de montaje encuentra aplicación en aquellos casos donde se tienen aguas sucias que producen deterioros o notable acción abrasiva. Con el eje horizontal se hace también posible instalar turbinas gemelas para un solo generador colocado entre ambas, contrarrestando empujes axiales

1.3.2. Turbinas Pelton de Eje Horizontal:



En este tipo de turbinas Pelton se facilita la colocación del sistema de alimentación en un plano horizontal, lo que permite aumentar el número de chorros por rueda (4 a 6); con esto se puede incrementar el caudal y tener mayor potencia por unidad.

Se acorta la longitud del eje turbina-generador; se amenguan las excavaciones; se puede disminuir el diámetro de rueda y aumentar la velocidad de giro, se reduce en fin el peso de la turbina por unidad de potencia.

Esto hace que la utilización de esta disposición en turbinas Pelton sea más ventajosa que la disposición horizontal. Su aplicación es conveniente en aquellos casos donde se tienen aguas limpias que no produzcan gran efecto abrasivo sobre los alabes e

inyectores, debido a que la inspección y las reparaciones con este montaje se hacen más difíciles.

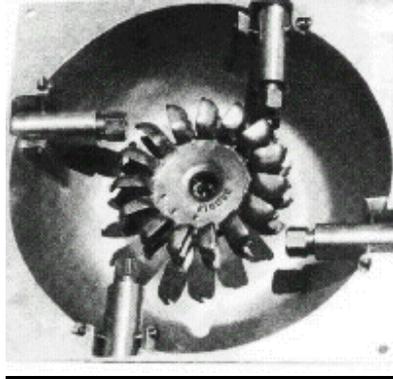
Por otra parte, las turbinas Pelton se clasifican también en sencillas (un rodete y un chorro) y múltiples.

Las turbinas Pelton se multiplican por el número de chorros, llamándose Pelton doble, triple, etc. Las turbinas Pelton séxtuples (1 rodete de eje vertical y 6 chorros) cayeron un tiempo en desuso, por la complicación que entraña su duodécuple regulación (6 inyectores y 6 pantallas deflectoras y por tanto, 12 servomotores).

El rol de la rueda y los álabes o cucharas en la turbina Pelton

El rodete o rueda Pelton, como se muestra en la figura, está constituido por un disco de acero con alabes periféricos en forma de doble cuchara.

Estos pueden estar fundidos en el disco en una sola pieza o individualmente, sujetándose después al disco por medio de bulones. El diámetro de la rueda suele ser grande, quedando determinado por la necesidad de instalar el número requerido de álabes de dimensiones apropiadas y evitar al mismo tiempo las salpicaduras. Por tanto, dependerá del diámetro del chorro; la relación entre el diámetro de la rueda y el diámetro del chorro, suele oscilar entre 10 y 14. Generalmente el montaje es horizontal resultando a veces económico el montaje gemelo de dos ruedas Pelton, una a cada lado del alternador.



1.3.3. Rueda Pelton

Por otra parte, la fundición por separado de disco y alabes ha sido la forma más tradicional, ya que no solo se facilita la construcción (fundición, maquinado y pulido de piezas) sino que también hace posible la reposición de cucharas averiadas por la erosión. Sin embargo, modernamente se advierte una gran tendencia a fundir el disco y alabes en una sola pieza, sobre todo cuando se trata de ruedas de alta velocidad específica. Se consigue con este procedimiento mayor rigidez y solidez; uniformidad en la resistencia y montaje rápido. Para la misma potencia, las ruedas resultan más ligeras. Métodos modernos de fundición y de control de calidad (Magnaflux, Magnaglo, ultrasonidos, etc.) permiten obtener piezas sin grietas ni fisuras en el templado.

El material de los alabes debe resistir a la fatiga, a la corrosión y a la erosión. Cuando estas acciones son moderadas puede bastar la fundición de grafito laminar. Si las condiciones de trabajo son más drásticas debe recurrirse al acero, al carbono aliado con níquel (0.7 a 0.1)-molibdeno (0.3).

Aceros con 13% de cromo y los aceros austeno-ferríticos (Cr 20, Ni 8, Mo 3) presentan una resistencia extraordinaria a la cavitación y la abrasión. El material del disco de la rueda es de acero fundido o forjado. El número de alabes suele ser de 17 a

26 por rueda, dependiendo de la velocidad específica de la turbina. Para alta velocidad específica el número de alabes es menor.

En efecto, para una rueda de un diámetro determinado por una carga y una velocidad de giro si la velocidad específica es alta es que el gasto es grande, lo exige alabes mayores, y por tanto caben menos en la misma periferia de la rueda.

El espacio requerido por alabe suele estar entre 1.4 do y 1.6 do, siendo do el diámetro del chorro. El valor del coeficiente depende de la alta velocidad específica por chorro. Para una alta velocidad específica del chorro, el coeficiente será menor.

Alabes Pelton

Turbinas Pelton y el número específico de revoluciones

Todas las turbinas hidráulicas geoméricamente semejantes tienen un mismo número específico de revoluciones, n_s , siendo:

$$n_s = n \text{ Nu}^{1/2} \text{ Hn}^{-5/4}$$

con

n = revolución por minuto

Nu = potencia útil

Hn = salto neto

Las turbinas Pelton cuyo n_s es pequeño se llaman lentas y aquellos cuyo n_s es grande se llaman rápidas. En efecto, la ecuación anterior demuestra que de dos turbinas de la misma potencia y el mismo salto neto, la que tenga un n_s más pequeño girará más lentamente: dicha turbina es más lenta que la otra. Sin embargo, la misma ecuación demuestra que el término lento o rápido no se refiere al r.p.m. real de la máquina. En efecto, si dos turbinas Pelton de n_s pequeño y grande respectivamente giran a la misma velocidad n y tienen la misma potencia N_u , la turbina llamada lenta (aunque en este caso gira al mismo r.p.m. que la rápida) requerirá un salto mayor (para óptimo rendimiento) que la turbina llamada rápida. O bien, la misma ecuación demuestra que si estas dos turbinas giran al mismo número de revoluciones y trabajan en el mismo salto neto, la turbina rápida tendrá que desarrollar mayor potencia y por tanto, deberá absorber mayor caudal, porque la altura neta es la misma (para óptimo rendimiento) que la turbina lenta.

1.3.4. Distribuidor.

Está constituido por uno o varios equipos de inyección de agua. Cada uno de dichos equipos, formado por determinados elementos mecánicos, tiene como misión dirigir, convenientemente, un chorro de agua, cilíndrico y de sección uniforme, que se proyecta sobre el rodete, así como también, regular el caudal preciso que ha de fluir hacia dicho rodete, llegando a cortarlo totalmente cuando proceda (Fig. 7).

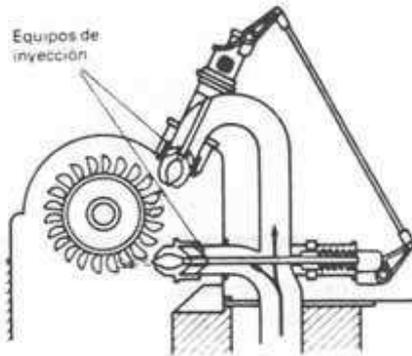


Fig.7 Esquema de un distribuidor.

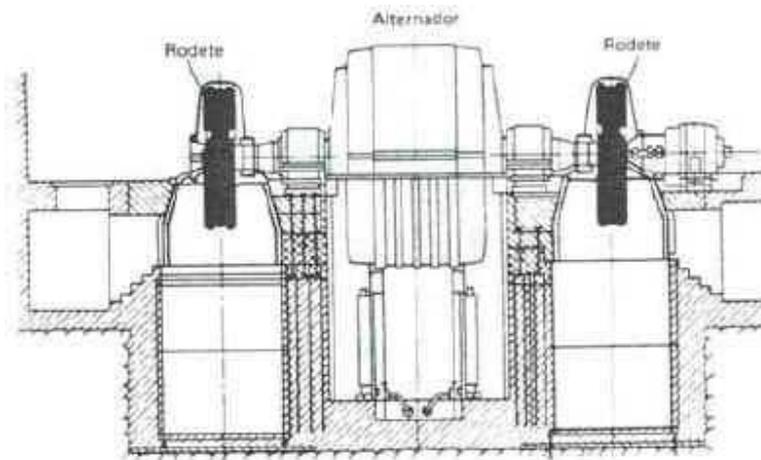


Fig.8 Esquema de un distribuidor.

El número de equipos de inyección, colocados circunferencialmente alrededor de un rodete, depende de la potencia y características del grupo, según las condiciones del salto de agua. Así mismo, se puede disponer de más de un rodete en el mismo eje, cada uno de ellos dotado del distribuidor apropiado (Fig. 8).

Hasta seis suelen ser los equipos que proyectan chorros de agua sobre un mismo rodete, derivando todos y cada uno de ellos de la tubería forzada. Dicho número de equipos de inyección, se instala en turbinas Pelton con eje vertical, siendo, normalmente, uno o dos inyectoros los instalados cuando la disposición del eje es horizontal (Fig. 3, 6 y 9).

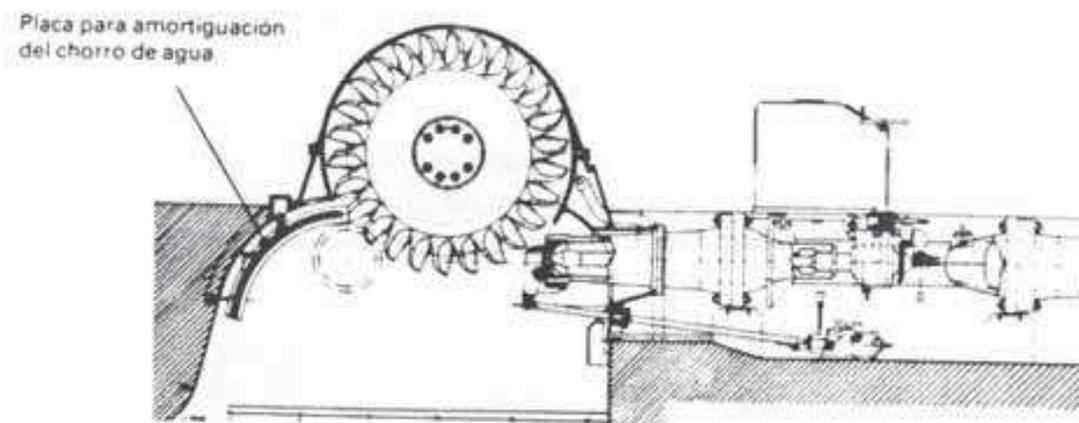


Fig. 9 – Turbina Pelton de eje horizontal, con un equipo de inyección.

Para mejor comprensión, describiremos los elementos que forman un solo equipo de inyección, mediante el cual se obtiene un chorro de agua. Estos elementos son

1.3.5. Cámara de distribución.

Consiste en la prolongación de la tubería forzada, acoplada a ésta mediante brida de unión, posteriormente a la situación de la válvula de entrada a turbina, según la trayectoria normal del agua (Fig. 6). También se nombra cámara de inyectoros.

Tiene como misión fundamental, conducir el caudal de agua. Igualmente, sirve de soporte a los demás mecanismos que integran el distribuidor (Fig. 10).

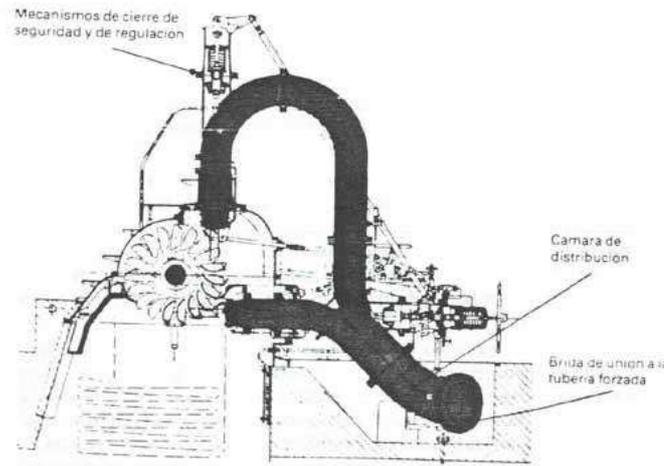


Fig. 10 – Cámara de distribución de una turbina Pelton.

1.3.7. Inyector.

Es el elemento mecánico destinado a dirigir y regular el chorro de agua. Está compuesto por:

1.3.8. Tobera.

Se entiende como tal, una boquilla, normalmente con orificio de sección circular (puede tratarse de otra sección), de un diámetro aproximado entre 5 y 30 cm, instalada en la terminación de la cámara de distribución (Fig. 11)

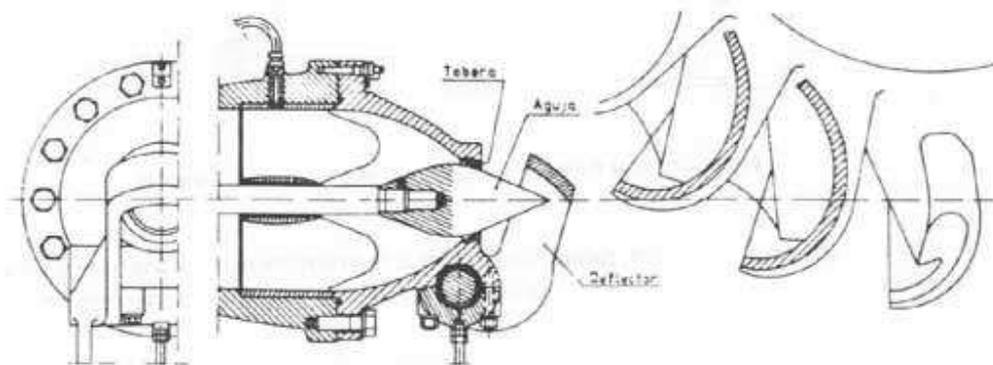


Fig. 11 - Detalles de la tobera de una turbina Pelton.

Proyecta y dirige, tangencialmente hacia la periferia del rodete, el chorro de agua, de tal modo que la prolongación de éste forma un ángulo prácticamente de 90° con los imaginarios radios de aquel, en los sucesivos puntos de choque o incidencia del agua. Con lo últimamente expuesto se explica el concepto de turbina tangencial, del cual se hizo mención al iniciar el estudio de las turbinas Pelton.

1.3.9. Aguja.

Está formada por un vástago situado concéntricamente en el interior del cuerpo de la tobera, guiado mediante cojinetes sobre los cuales tiene un libre movimiento de desplazamiento longitudinal en dos sentidos (Fig. 6).

Uno de los extremos del vástago, el orientado hacia el orificio de salida de la tobera, termina en forma esférico-cónica a modo de punzón, fácilmente recambiable, el cual regula el caudal de agua que fluye por la misma, de acuerdo con el mayor o menor grado de acercamiento hacia el orificio, llegando a cortar totalmente el paso de agua cuando se produce el asentamiento de dicho punzón sobre el mencionado orificio, según las circunstancias de funcionamiento del grupo (Fig. 11 y 12).

En el otro extremo (Fig. 10), están dispuestos mecanismos tales como un muelle de cierre de seguridad, que tiende a cerrar el orificio de tobera, presionando al punzón

sobre el mismo, cuando la turbina está parada, o se pone fuera de servicio de manera brusca debido a un determinado defecto que afecte al grupo. También, sobre dicho extremo, actúan una serie de palancas o de servomecanismos, que regulan la posición del punzón, al que de ahora en adelante llamaremos **aguja** o **válvula de aguja**, según las órdenes recibidas del **regulador de velocidad**, al que nos referiremos más adelante.

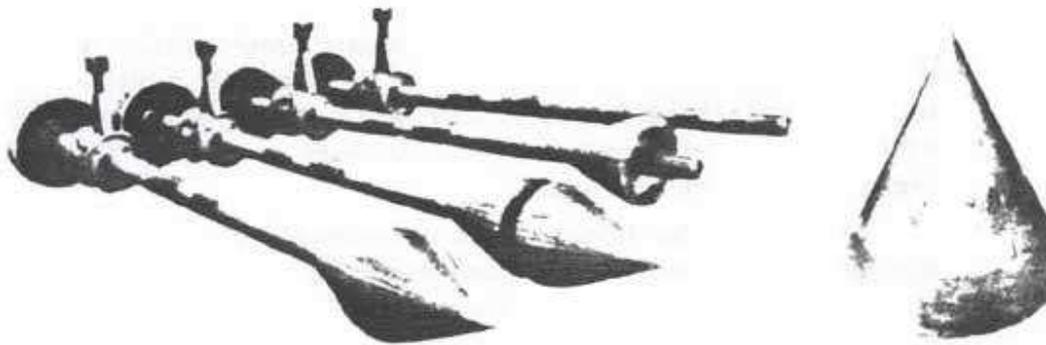


Fig. 12 – Distintos aspectos de la aguja del inyector de una turbina Pelton. Detalle de punta de aguja erosionada.

1.3.10. Deflector.

Es un dispositivo mecánico que, a modo de pala o pantalla, puede ser intercalado con mayor o menor incidencia en la trayectoria del chorro de agua, entre la tobera y el rodete, presentando la parte cóncava hacia el orificio de tobera (Fig. 11 y 13).

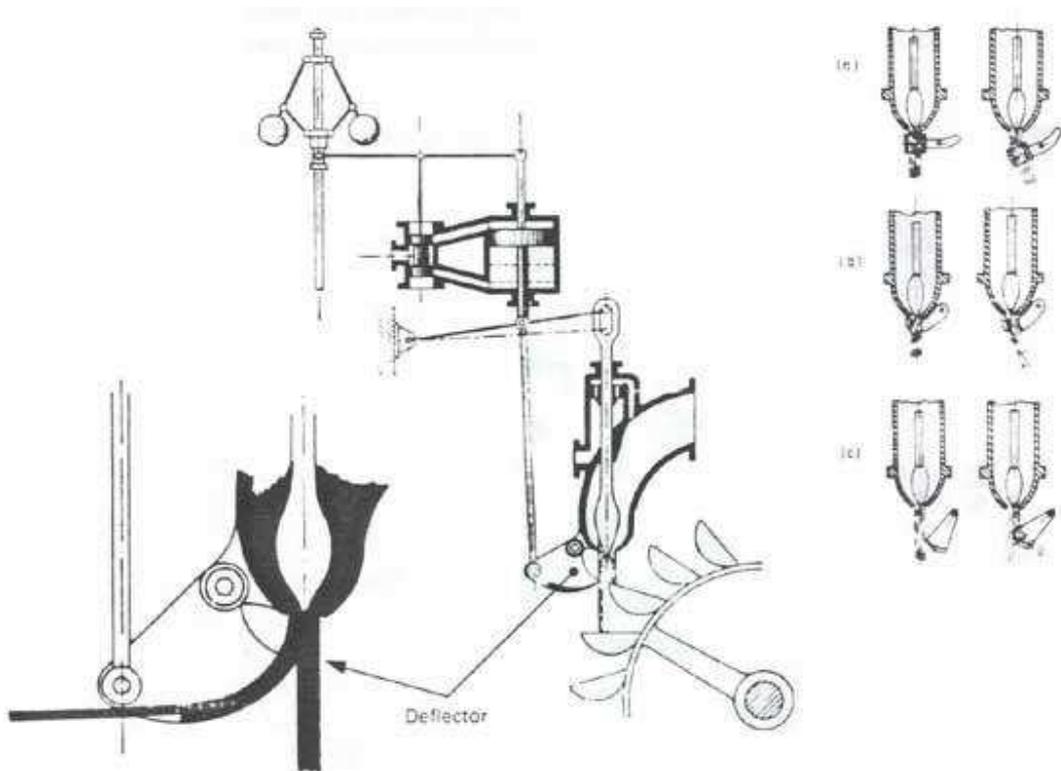


Fig. 13 – Representación esquemática de la actuación de un deflector. Distintas formas de acción sobre el chorro de agua.

Tiene como misión desviar, total o parcialmente según proceda, el caudal de agua, impidiendo el embalamiento del rodete al producirse un descenso repentino de la carga. Su intervención, evita variaciones bruscas de presión en la tubería forzada, al permitir una respuesta más lenta de la válvula de aguja, ante fuertes oscilaciones de carga.

La situación del deflector se controla con el regulador de velocidad; al igual que las distintas secciones de paso de agua por las toberas, al controlar las posiciones de la válvula de aguja. Oportunamente se ampliarán estas actuaciones.

1.3.11. Equipo de regulación de velocidad.

Está constituido por un conjunto de dispositivos electro-mecánicos, a base de servomecanismos, palancas y bielas. Su función, como veremos en el momento oportuno, es la de mantener constante la velocidad del grupo, a fin de que la frecuencia de la corriente generada tenga, en todas las circunstancias de carga, 50 períodos por segundo (p.p.s.). Este valor es general en toda Europa; sin embargo, en América del Norte y algunos países de Hispanoamérica, el valor normalizado es de 60 p.p.s.

1.3.12. RODETE DE UNA TURBINA PELTON.

Es la pieza clave donde se transforma la energía hidráulica del agua, en su forma cinética, en energía mecánica o, dicho de otra manera, en trabajo según la forma de movimiento de rotación. Esencialmente consta de los siguientes elementos (Fig. 14 y 15).





Fig. 14 - Rodete de una turbina Pelton. Fig. 15 – Detalles de un rodete Pelton.

1.3.13. RUEDA MOTRIZ.

Está unida rígidamente al eje, montada en el mismo por medio de chavetas y anclajes adecuados. Su periferia está mecanizada apropiadamente para ser soporte de los denominados cangilones.

1.3.14. CANGILONES.

También llamados álabes, cucharas o palas.

Son piezas de bronce o de acero especial para evitar, dentro de lo posible, las corrosiones y cavitaciones, concepto este último que será tratado convenientemente. Están diseñados para recibir el empuje directo del chorro de agua. Su forma es similar a la de una doble cuchara, con una arista interior lo más afilada posible y situada

centralmente en dirección perpendicular hacia el eje, de modo que divide al cangilón en dos partes simétricas de gran concavidad cada una, siendo sobre dicha arista donde incide el chorro de agua. En sección, el conjunto toma forma de omega abierta (Fig. 16).

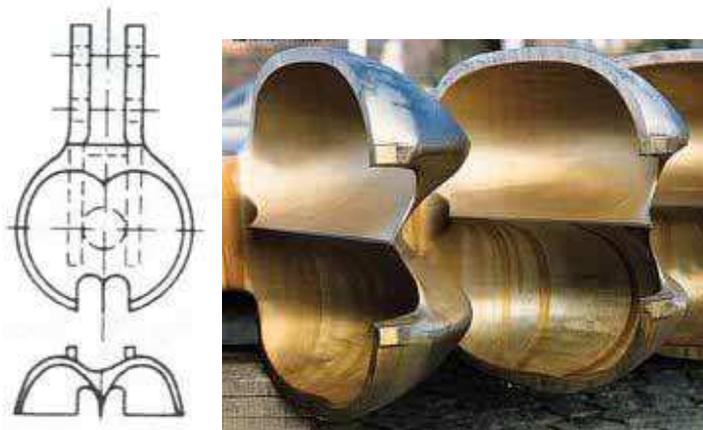


Fig. 16 – Detalles de un cangilón.

Su situación sobre la rueda motriz, se consigue por dos procedimientos. Uno de ellos consiste en montarlos de uno en uno o de dos en dos, sobre la periferia de la misma, haciendo la fijación mediante tornillos y cuñas, de tal manera que no existan juegos ni holguras (Fig. 17). Modernamente, y para rodetes de cualquier tamaño, los cangilones están forjados con la misma rueda, formando pieza única, lo cual permite una economía en la construcción; y mayor seguridad de funcionamiento, dado el impacto inicial del agua que han de soportar en el momento del arranque, la fuerza centrífuga alcanzada en caso de embalamiento, etcétera.

Fig. 17 - Montaje de cangilones.

Cada cangilón lleva, en su extremo periférico, una escotadura en forma de uve doble, perfectamente centrada. Tiene como objeto conseguir que, la parte cóncava del cangilón precedente, según el sentido de giro, reciba el chorro de agua cuando su

arista se encuentra en posición lo más perpendicular posible, respecto al eje del chorro, aprovechando al máximo el caudal y el impulso que éste le proporciona al acompañarle durante un corto trayecto, razón por la cual las turbinas Pelton se denominan turbinas de impulsión. Dichas escotaduras favorecen un mayor acercamiento de las toberas hacia el rodete.

1.3.15. CARCASA DE UNA TURBINA PELTON.

Es la envoltura metálica que cubre los inyectores, rodete y otros elementos mecánicos de la turbina (Fig. 18)





Fig. 18 - Conjunto de una turbina Pelton.

Con el eje horizontal, la aireación se efectúa desde la cámara de descarga. Su misión consiste en evitar que el agua salpique al exterior cuando, después de incidir sobre los cangilones, abandona a éstos.

Dispone de un equipo de sellado, en las zonas de salida del eje, a fin de eliminar fugas de agua. Puede estar formado por un laberinto metálico dotado de drenajes, o bien por juntas de estanqueidad, prensaestopas, etc.

Cuando se trata de turbinas Pelton instaladas con el eje en posición vertical, la carcasa, situada horizontalmente, tiene convenientemente distribuidos en su periferia unos conductos de paso de aire para aireación del rodete, lográndose, alrededor del mismo, el adecuado equilibrio de presiones. En el caso de turbinas

1.3.16. CÁMARA DE DESCARGA DE UNA TURBINA PELTON.

Se entiende como tal la zona por donde cae el agua libremente hacia el desagüe, después de haber movido al rodete (3.1.-Fig. 6). También se conoce como tubería de

descarga.

Para evitar deterioros debidos a la acción de los chorros de agua, especialmente de los originados por la intervención del deflector, se suele disponer, en el fondo de la cámara de descarga, de un colchón de agua de 2 a 3 m de espesor. Con el mismo fin, se instalan blindajes o placas, situadas adecuadamente, que protegen la obra de hormigón (3.1.1.-Fig. 9)

1.3.17. SISTEMA HIDRÁULICO DE FRENADO DE UNA TURBINA PELTON.

Consiste en un circuito de agua derivado de la cámara de distribución. El agua, proyectada a gran velocidad sobre la zona convexa de los cangilones, favorece el rápido frenado del rodete, cuando las circunstancias lo exigen (3.1.-Fig. 6).

1.3.18. EJE DE UNA TURBINA PELTON.

Rígidamente unido al rodete, y situado adecuadamente sobre cojinetes debidamente lubricados, transmite el movimiento de rotación al eje del alternador (Fig. 19). Fig. 19 - Eje de una turbina Pelton, con tres rodetes. Detalle de cojinete axial. El número de cojinetes instalados así como su función, radial o radial-axial, depende de las características de cada grupo.

1.3.19. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TURBINAS PELTON.

Una vez identificados los elementos componentes de las turbinas Pelton, y conocidas las funciones respectivas, se comprende fácilmente el funcionamiento de las mismas. La sucesiva transformación de la energía se efectúa del modo siguiente. La energía potencial gravitatoria del agua embalsada, o energía de presión hasta los orificios de las toberas, se convierte, prácticamente sin pérdidas, en energía cinética, al salir el agua a través de dichos orificios en forma de chorros libres, a una velocidad que corresponde a toda la altura del salto útil, estando referida ésta, para el caso concreto de las turbinas Pelton, al centro de los chorros considerados. Se dispone de la máxima energía cinética en el momento en que el agua incide

tangencialmente sobre el rodete, empujando a los cangilones que lo forman, obteniéndose el trabajo mecánico deseado.

Las formas cóncavas de los cangilones hacen cambiar la dirección del chorro de agua, saliendo éste, ya sin energía apreciable, por los bordes laterales, sin ninguna incidencia posterior sobre los cangilones sucesivos. De este modo, el chorro de agua transmite su energía cinética al rodete, donde queda transformada instantáneamente en energía mecánica.

La válvula de aguja, gobernada por el regulador de velocidad, cierra más o menos el orificio de salida de la tobera, consiguiendo modificar el caudal de agua que fluye por ésta, al objeto de mantener constante la velocidad del rodete, evitándose embalamiento o reducción del número de revoluciones del mismo, por disminución o aumento respectivamente de la carga solicitada al generador.

La arista que divide a cada cangilón en dos partes simétricas, corta al chorro de agua, seccionándolo en dos láminas de fluido, teóricamente del mismo caudal, precipitándose cada una hacia la concavidad correspondiente. Tal disposición permite contrarrestar mutuamente los empujes axiales que se originan en el rodete, equilibrando presiones sobre el mismo, al conseguir cambiar, simétrica y opuestamente, los sentidos de ambas láminas de agua (Fig. 20)

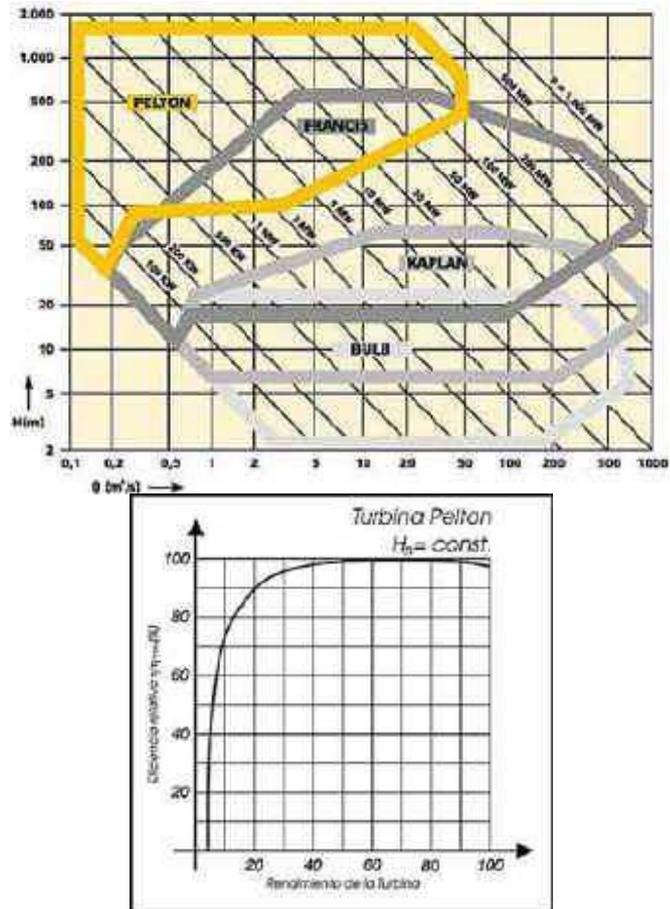


Fig. 20.- Funcionamiento de las turbinas Pelton. Acción del chorro de agua sobre cada cangilón de un rodete Pelton.

1.3.20. POTENCIA DE UNA TURBINA HIDRÁULICA.

Son elevados y complejos los cálculos relacionados con las turbinas hidráulicas, los cuales se ponen de manifiesto, en la mayoría de los casos como resultado de los ensayos y experiencias llevadas a cabo por los técnicos de las casas constructoras.

No obstante, existen unas series de fórmulas basadas en fenómenos físicos ligados con la mecánica, hidráulica, etc.

Aunque está fuera de nuestro cometido la realización de todo planteamiento matemático sobre las turbinas hidráulicas, las cuales, previamente a ser instaladas en la central, han sido perfectamente calculadas, de acuerdo con las características y exigencias del aprovechamiento hidroeléctrico para el que son proyectadas, vamos a hacer referencia a una expresión que consideramos de utilidad con vista a temas futuros, la potencia de una turbina hidráulica.

Tal concepto, depende directamente de la potencia del salto de agua, perteneciente a la turbina para la que se plantea el cálculo de la potencia útil presente en el eje del grupo.

Fórmulas: Expresando la potencia de la turbina en CV tenemos:

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

en la que: P = potencia en CV.

Q = caudal en metros cúbicos por segundo (m³/s).

H = altura del salto en m.

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

1000 = cantidad de litros de agua (o kg) en un m³.

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

Así: 75 kgm/s 1 CV

1000*Q*H kgm/s P

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

de donde:

Ampliando el cálculo al alternador, y considerando el rendimiento total η_T , producto del rendimiento η_t en la turbina por el rendimiento η_a en el alternador tenemos:

$$P = \frac{1000 * Q * H}{75} * \eta_T \quad \text{Donde} \quad \eta_T = \eta_t + \eta_a$$

Siendo 1 KW = 1'36 CV, la expresión de la potencia en KW es:

$$P_{KW} = \frac{1000 * Q * H}{1'36 * 75} * \eta_T$$

Los valores del rendimiento en la turbina oscilan entre 0'8 y 0'95, y en el alternador entre 0'92 y 0'98. en ambos casos dependen de las dimensiones de las máquinas, llegándose a valores de rendimiento total entre 0'8 y 0'92.

Si hacemos una estimación en la que $\eta_T \cong 0'9$, obtenemos las siguientes fórmulas generalizadas, fáciles de recordar:

$$P \cong 12 * Q * H \quad P_{KW} \cong 9 * Q * H$$

1.4. AGUAS RESIDUALES

1.4.1. Definición

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

A las aguas residuales también se les llama aguas servidas, fecales o cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

El término aguas negras también es equivalente debido a la coloración oscura que presentan.

1.4.2. Características de las aguas residuales

❖ Sustancias químicas (composición)

Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos.

Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.

La concentración de materiales orgánicos en el agua se determina a través de la DBO₅, la cual mide material orgánico carbonáceo principalmente, mientras que la DBO₂₀ mide material orgánico carbonáceo y nitrogenado DBO₂.

- Aniones y cationes inorgánicos y compuestos orgánicos

1.4.3. Características bacteriológicas

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus

1.4.4. Clasificación de las aguas residuales

1. **Aguas residuales domésticas:** Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Esta agua están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

2. **Aguas residuales industriales:** Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

3. **Aguas de lluvia:** Proveniente de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos

1.4.4. Desagues Aguas residuales domésticas

Los desagües domiciliarios cumplen un papel fundamental en la conservación de la salud, al hacerse cargo de la evacuación de los desechos y de las aguas pluviales, los que podrían conformar focos infecciosos. Estos fluidos se desplazan por las cañerías, por acción de la fuerza de la gravedad.

Los sistemas de desagüe domiciliarios tienen gran importancia en la conservación de la salud, porque encausan los desechos y las aguas pluviales, que podrían provocar focos infecciosos.

El desplazamiento de los fluidos es por pendiente de las cañerías, y debe garantizar que su velocidad no provoque el lavado o la sedimentación de los sólidos que éstos contengan.

1.4.5. Desagües de aguas pluviales:

Se toma como nivel natural para la evacuación de las aguas de los desagües domiciliarios, el cordón de la vereda. De modo que cualquier parte del terreno o edificación, que esté por debajo de este nivel, debe ser evacuado por mecanismos artificiales, como los pozos de bombeo.

Instalación de desagües de aguas pluviales



Cuando no existen las redes de alcantarillado, se emplean soluciones alternativas para las aguas pluviales, como emplear la absorción del terreno, o el encauce por medio de las alcantarillas.

Los desagües pluviales son diseñables. El diseño está presente en faldones de techos inclinados o planos, en los patios que necesitan una evacuación del agua. Estas deben planificarse previamente, pues hacerlo luego de la construcción del edificio implica una serie de contratiempos y gastos de importancia.

El diseño de las pendientes es fundamental, porque el movimiento de los fluidos es por la fuerza de la gravedad, y debe estudiarse para cada caso en particular, tomando en cuenta las características de la edificación y el terreno.

El mantenimiento de la instalación es muy importante, por tanto el sistema debe ser accesible para su limpieza.

Los materiales que pueden emplearse para las instalaciones son los plásticos que brindan menores espesores, los materiales metálicos presentan mejor comportamiento mecánico, los cementicos son más económicos.

Todos son eficientes si su puesta en obra es adecuada.

Diseños de instalación de aguas pluviales:

- ❖ Ubicación de la referencia del nivel cero
- ❖ Graficar en el terreno, el relieve y el edificio
- ❖ Graficar los techos y el pavimento, con las pendientes de escurrimiento posibles
- ❖ Ubicación de canaletas, rejillas, y demás artefactos colectores de aguas pluviales
- ❖ Elegir los materiales que se emplearán
- ❖ Vinculación de los artefactos con la red, en el menor recorrido posible
- ❖ Cálculo de las pendientes y determinación de las tapadas
- ❖ Verificación de la accesibilidad a toda la cañería

1.4.6. Aguas negras

Las aguas negras son los fluidos procedentes de vertidos cloacales, de instalaciones de saneamiento; son líquidos con materia orgánica, fecal y orina, que circulan por el alcantarillado.

Las aguas negras a aquel tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, que justamente proceden de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos.

1.4.7. Aguas grises

Las aguas grises o por los procesos de un hogar, tales como el lavado de utensilios y de ropa así como el baño de las personas.

Las aguas grises se distinguen de las aguas cloacales contaminada con desechos del retrete, llamadas aguas negras, porque no contienen bacterias Escherichiacoli. Las aguas grises son de vital importancia, porque pueden ser de mucha utilidad en el campo del regadío ecológico.

Las aguas grises generalmente se descomponen más rápido que las aguas negras y tienen mucho menos nitrógeno y fósforo. Sin embargo, las aguas grises contienen algún porcentaje de aguas negras, incluyendo patógenos de varias clases.

Las aguas grises recicladas de la bañera o tina de baño pueden ser utilizadas en los retretes, lo que ahorra grandes cantidades de agua. Los pioneros en la depuración de aguas fueron los israelíes, que llevan 15 años investigando sistemas de reaprovechamiento de aguas usadas. Sin embargo, las aguas grises sin tratar no pueden utilizarse para la descarga del excusado ya que generan malos olores y manchas si se dejan más de un día.

Las aguas grises deben su nombre a su aspecto turbio y su condición de estar entre el agua dulce y potable (conocido como aguas blancas) y aguas residuales (aguas negras). En un contexto familiar, las aguas grises son las aguas sobrantes de baños, regaderas , lavabos y lavadoras solamente. Algunas definiciones de las aguas grises incluyen el agua de la pileta de la cocina.

Cualquier agua que contiene desechos humanos se consideran aguas negras.

1.4.8. Aguas jabonosas

Son las provenientes de los baños, mingitorios etc de uso domestico o industrial. Aguas con jabones y detergentes.

1.4.9. Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente

variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.

También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

DISEÑO DE SISTEMA DE ALIMENTACION HIDRAULICA

1.5.1. Diseño de la red de aguas residuales jabonosas

El agua de primer uso, procedente de la red de abastecimiento o de la captación de agua de lluvia termina derivando, generalmente, en aguas jabonosas.

El tratamiento de las aguas jabonosas se simplifica si se sigue el principio de la separación de las aguas residuales por tipo de contaminante.

Las aguas residuales jabonosas contienen cantidades importantes de jabón, detergentes y compuestos activos al azul de metileno, como las aguas residuales procedentes de cocinas, regaderas, duchas, lavabos y lavanderías de ropa.

Los buenos hábitos de higiene y limpieza en el agua de primer uso redundan en la calidad del agua después de su tratamiento. La separación previa de contaminantes extraordinarios (como sólidos, aceites y grasas) facilita el tratamiento al obtenerse agua de excelente calidad para los servicios de segundo uso. De este modo, la concentración de contaminantes sólidos (cabello, costras de jabón, muy pequeñas cantidades de aceites, grasas y bacterias corporales) en los servicios de primer uso resulta muy pequeña.

El tratamiento de las aguas jabonosas provenientes de servicios de higiene personal (baños, lavabos) y de objetos personales (lavado de ropa y trastes), cuyos contaminantes son de baja concentración, se realiza con facilidad por medio de mecanismos naturales de separación.

Las partículas en suspensión se separan por densidad mientras que la carga micro orgánica lo hace por oxidación natural con oxígeno del aire y luz ultravioleta del sol, lo que se denomina oxidación aeróbica.

La filtración y tratamiento de las aguas jabonosas se reducen, por tanto, a mecanismos de separación de sólidos en suspensión por densidad. Las desnatadoras, sedimentadores contruidos en celdas de mampostería, tuberías y conexiones de PVC que eliminan las partículas mayores, garantizan la eliminación total de sólidos en suspensión.

La eliminación de carga orgánica microbacteriana se realiza por medio de procesos naturales biológicos de oxidación aeróbica y exposición a la radiación ultravioleta natural. En caso de ser necesario, se pueden emplear **generadores de ozono**, que utilizan pequeñas cantidades de energía, para garantizar la esterilización.

1.5.2. Diseño del sistema pluvial

Economizar el agua potable mediante el aprovechamiento del agua de lluvia para usos secundarios en los edificios en los casos en que la potable no sea necesaria. Y al mismo tiempo disminuir el volumen de agua pluvial volcado a la red de recolección para disminuir los efectos perjudiciales para los habitantes de la ciudad en los casos de grandes precipitaciones.

1.5.3. Ámbito de aplicación del sistema.

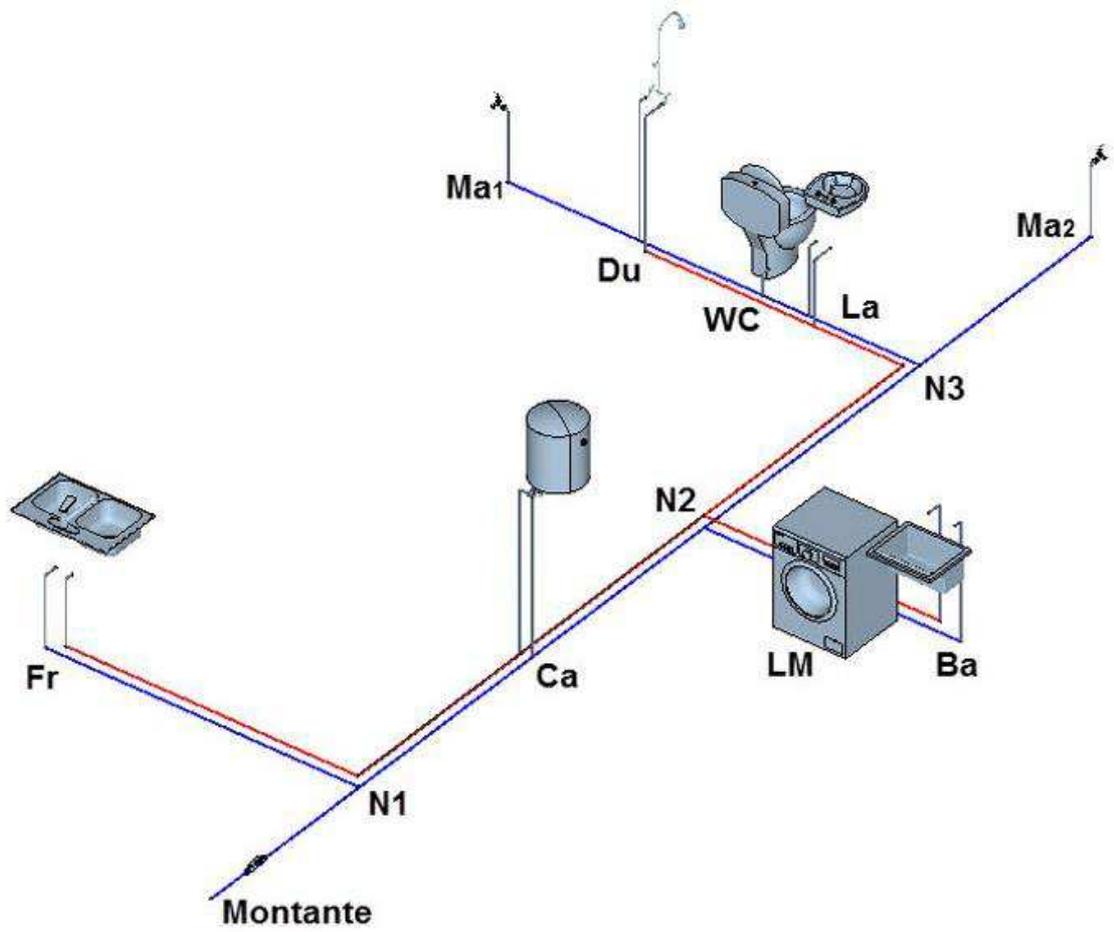
El mismo se aplicará a todos los edificios de más de 6 metros de altura con relación al nivel de la acera, y 100 o más metros cuadrados de superficie de techos medidos en proyección horizontal, sean públicos o privados, destinados a vivienda, comercio, industria y en general a todo edificio que admita para determinados usos la energía hidráulica residual aquella recolectada por precipitaciones pluviales y de depósitos lavado de automotores o limpieza de aceras, aguas jabonosas

1.5.4. Descripción del sistema.

Los edificios mencionados en el artículo 2º deberán contar con un tanque elevado de almacenamiento de agua de lluvia, complementario del tanque de reserva diario de agua potable, para su utilización en los usos secundarios allí enunciados. Dicho tanque estará conectado a un sistema de cañerías independiente de las del resto del edificio, para alimentar a los diferentes artefactos y/o canillas de servicio que abastezca. Asimismo tendrá un desagüe pluvial a la vía pública en su parte superior para evitar los desbordes en el caso de que la precipitación pluvial supere la capacidad del tanque. También contará con un flotante mecánico conectado al tanque de reserva de agua principal, para permitir que el tanque secundario de reserva pluvial quede siempre con el nivel necesario para satisfacer el uso diario del sistema secundario. Para una mayor calidad del agua de lluvia recolectada, la misma deberá pasar previamente por un filtro que retenga impurezas.

1.5.5. Capacidad del tanque recolector de agua de lluvia.

La capacidad del tanque a instalar guardará relación con la cantidad de personas que ocupen el edificio de manera permanente o temporaria, y de los usos que se le de al agua recolectada.



CAPITULO II

6. HIPOTESIS

¿El Diseño de un microsistema de generación hidroeléctrica influye en el almacenamiento de energía, para edificaciones en el cantón Chone, provincia de Manabí para el segundo semestre del año 2012?

6.1 Variables

6.1.1 Variable Independiente

Microsistema de Generación Hidroeléctrica

6.1.2 Variable Dependiente

Almacenamiento de Energía

6.1.3 Término de relación

Influye

CAPITULO III

7. Metodología

7.1. Tipos de investigación

En este proyecto se utilizo la investigación documental bibliográfica, también se utilizara de campo, para probar la hipótesis se realizaran algunos experimentos por lo que también la investigación experimental ayudara en este proyecto.

7.2. Niveles de investigación

Para plantear el problema se utilizara los niveles exploratorios y descriptivos porque se tiene conocimientos previos del tema.

Para verificar la hipótesis se usara el nivel correlacional.

7.3. Métodos

Inductivo-deductivo, En este proyecto se utilizara el método para el planteamiento del problema, análisis de datos, verificación de hipótesis y elaboración de conclusiones.

Analítico - sintético, porque se analizara cada uno de los elementos para luego diseñar el tema a estudiar

Bibliográfico. Se utiliza para la recolección del marco teórico

7.4. Técnicas

7.4.1 Primarias:

Técnicas de fichajes para elaborar el marco teórico y la hipótesis.

Técnica de observación

Observación directa

7.4.2. Secundarias:

Análisis de documentos

7.5 Población y muestra

7.5.1 Población

Se utilizara los documentos

7.8. Instrumentos de recolección de datos

Fichas nemotécnicas y bibliográficas

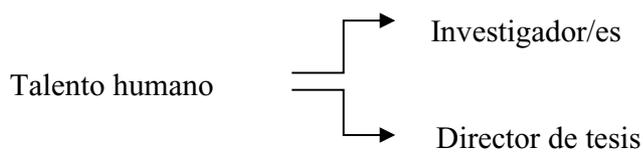
Fichas de observación

Cuestionario

Guía de entrevista

8. Marco administrativo

8.1. Recurso humano



8.2. Recursos Financieros

X	cantidad	Costo/unitario	Costo total
Papel	1000	0.05	50.00
Material escritorio		35.00	35.00
Impresión	1000	0.20	200.00
Anillado	4	2.00	8.00
Computadora	150 horas	1.00	150.00
Salidas	10 horas	4.00	40.00
Internet	2 meses	25.00	50.00
Imprevistos		150.00	150.00
TOTAL			683.00

CAPITULO IV

9. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DOCUMENTAL CON SUS RESPECTIVAS INTERPRETACIONES.

Establecer cuáles son los factores que influyen en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone.

- ❖ La escasez de agua en verano hace que las centrales hidroeléctricas no generen energía debido a que el nivel del fluido es menor que la cota mínima que necesita la central para que realice el movimiento de las turbinas generadoras de energía y por lo tanto existe una limitación de energía eléctrica a nivel nacional, provincial y cantonal
- ❖ En la época invernal el temporal afectan los sistemas de distribución causando los cortes de energía.
- ❖ Las inundaciones que afectan a la subestación de energía eléctrica de Chone.

Determinar cómo afecta la insuficiencia de energía eléctrica al cantón Chone.

- ❖ Afecta la economía, se reducen ventas y pérdidas en el sector, en especial la de los microempresarios,
- ❖ La falta de energía eléctrica en la zona impide el desarrollo socioeconómico de la población (poco desarrollo comercial y turístico) las escuelas debido a la falta de energía se encuentran limitadas cuya población estudiantil no tiene acceso a la tecnología del mundo moderno.
- ❖ Motiva que no sean atractivos a la inversión privada y requieran de la participación activa del Estado.
- ❖ Irremediablemente, la escasez de luz provocará pérdidas en el sector industrial, como en el resto de áreas productivas, pues los generadores de energía con los que cuentan los sectores no abastecen al 100 por ciento las

necesidades de las máquinas, por tanto, se reducirá la elaboración de manufacturas y no se cubrirá la demanda normal, menos aún la que suele originarse en noviembre y diciembre.

- ❖ Fabián Cueva, gerente regional del Banco Pichincha, expresa que, al ser computarizados, todos los sistemas financieros dependen de la luz, los más concurridos son las cajas y cajeros automáticos.

Señalar cómo influye la falta de sistemas de generación en la insuficiencia de energía eléctrica en el cantón Chone.

- ❖ La falta de sistemas de generación influye directamente a la falta de energía eléctrica ya que en la ciudad no hay sistemas de energía alternativa y no hay un sistema de generación para la ciudad lo cual puede suplir las necesidades acaecidas por la demanda del cantón

Investigar cuales son las bondades en cuanto a energía eléctrica puede ofrecer un microsistema de generación hidroeléctrica.

- ❖ La generación hidroeléctrica es la más eficiente forma de aprovechamiento energético, ya que es un recurso que tiene muy bajo impacto ambiental. Una central hidroeléctrica no contamina el medio con ningún tipo de emanaciones, con lo que no contribuye a la lluvia ácida o a provocar el Efecto invernadero.
- ❖ Evita también todo otro tipo de residuos sólidos o líquidos, y goza al presente de ciertas ventajas con respecto a otras formas de generación que utilizan recursos renovables y no contaminantes, por ejemplo: no hallarse en una fase meramente experimental y ser económicamente rentables, así como contribuir al desarrollo de comunidades que se encuentran bajo su área de influencia, permitiendo también que sean explotadas como áreas de turismo.

10. Comprobación de la Hipótesis.

En base a la investigación realizada y los criterios vertidos por la información documental de blog de noticias, Crisis energética en el Ecuador debida al cambio climático, publicado el 27 noviembre 2009 por Valjean, y reportaje de prensa escrita, Falta de agua acentúa la crisis publicado el Jueves 12 Abril 2007, se determina que la hipótesis **“El Diseño de un microsistema de generación hidroeléctrica influye en el almacenamiento de energía, para edificaciones en el cantón Chone, provincia de Manabí para el segundo semestre del año 2012”** es positiva ya que a través de la investigación documental se pudo determinar que un microsistema de generación hidroeléctrica si influye en el almacenamiento de energía ya que todas las edificaciones ya sean comerciales, turísticas, tecnológicas , tienen la necesidad de un sistema de generación para suplir la energía cuando hay déficit, inclusive como energía verde alternativa para reciclar agua que no es aprovechada y que será útil para la generación de micro generadoras eléctricas.

CAPITULO V

5.1.Conclusiones.

- El diseño de un microsistema de generación es un proyecto muy importante en el almacenamiento de energía, para edificaciones, ya que puede utilizarse como energía alternativa para alimentar a la edificación, dependiendo de la demanda de agua que se tendrá
- Para este diseño se tendrá que realizar un diseño de agua residual separando las aguas jabonosas y grises del agua negra, llevándolos a un sistema donde se almacenara para cuando llegue al volumen requerido se abra una válvula y elimine este fluido que adquirirá una velocidad y caerá a una altura establecida dependiendo el edificio. En épocas de inviernos se utilizara aguas lluvias para garantizar la generación y mayor almacenamiento de energía. Para aguas lluvias, se utilizara la precipitación del área del edificio que será recolectada y con unas rejillas para evitar las obstrucciones y enviada por tuberías directamente a la turbina. La potencia que se producirá depende directamente del caudal y la altura del fluido.

5.2 Recomendaciones

Construcción de este sistema de generación para suplir las pérdidas económicas, financieras y de productos en momentos de racionalización de la energía.

Implementar un sistema donde el agua que se utiliza para generación sea reutilizada para riego o para otro tipo de actividad, como en el caso de aguas lluvias para utilizar en inodoros y mingitorios

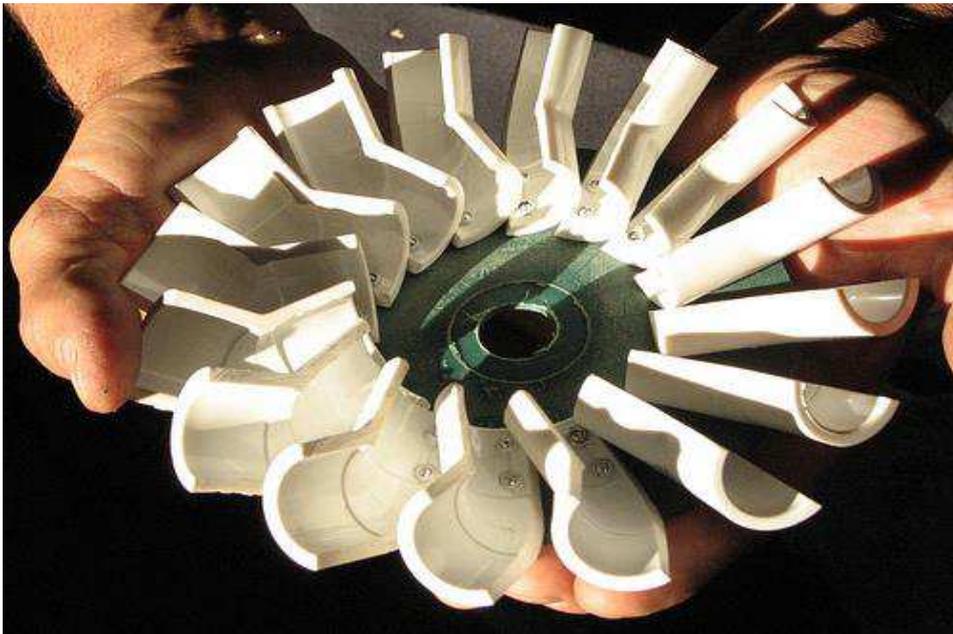
Dar a conocer a la sociedad este tipo de energía alternativa y verde, que también puede ser utilizada en mayor escala para saltos hidráulicos que hay en el cantón, donde se aprovechara el caudal y la altura, para generar energía eléctrica y abastecer la demanda del lugar.

Difundir al cantón mediante la prensa la existencia de un microsistema de generación hidroeléctrica.

DISEÑO DEL SISTEMA DE GENERACION Y ALMACENAMIENTO

Se ha diseñado un pequeño generador hidroeléctrico de bajo costo que puede construirse casi completamente a partir de PVC y plástico.

Turbina para la cual se utilizara codos en PVC para evitar el desgaste por caídas y por abrasión, además este material tiene un tiempo de vida útil mínimo de 25 años



Esta rueda estará unida a una batería de automóvil.

Al generador se le instala un regulador de voltaje, una batería de automóvil y un inversor. La batería almacena la energía, el regulador controla el voltaje e impide la sobrecarga de la batería y el inversor transforma la corriente directa en 110 voltios ac.

Se reporta que **genera 60 vatios (W)**, capaz de cargar 10 teléfonos móviles al mismo tiempo sin que se reduzca la carga de la batería. No es mucha energía, no obstante, es necesario considerar que este generador al contrario que otras alternativas como la eólica o solar dispone de su fuente de poder las 24 horas del día y en general, sin interrupciones.



Utiliza un alternador de imanes permanentes como generador eléctrico.

Este tipo de sistemas hidroeléctricos, Permiten producir energía eléctrica aprovechando con caídas de agua como fuente energía.

Se utilizara un tapón reductor en PVC para dirigir el chorro de agua a las palas de la rueda pero con un pequeño grado de inclinación, no directamente porque provocaría pérdidas ya que el chorro sale con velocidad contraria luego de golpear las palas



La potencia la determina la altura del edificio y el caudal generado por la lluvia o por el sistema de aguas residuales

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

en la que: P = potencia en CV.

Q = caudal en metros cúbicos por segundo (m³/s).

H = altura del salto en m.

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

1000 = cantidad de litros de agua (o kg) en un m³.

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

5.3. Cronograma.

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																											
	Año 2012																Año 2013											
	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diagnostico del problema	X																											
Tutorías para análisis del problema		X																										
Aprobación del tema			X	X																								
Tutorías para planteamiento del problema					X	X																						
Orientación y formulación de objetivos						X																						
Reuniones con el tutor para elab. De marco teórico							X	X	X	X																		
Formulación de hipótesis										X																		
Revisión de metodología											X	X																
Tutorías para revisión y corrección del proyecto													X	X	X													
Presentación y aprobación														X	X	X												
Tutorías para desarrollo del marco teórico																	X	X										
Investigación de campo																	X	X	X	X								
Comprobación de hipótesis																			X	X								
Revisión de conclusiones y recomendaciones																				X	X							
Revisión del trabajo final																					X	X	X					
Aprobación y sustentación final																									X	X		

5.4. Bibliografía

VARGAS E Byron, “Anteproyecto de Normas de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industrial para la Provincia del Guayas”(Tesis, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, 1981)

CARMONA P Rafael, “Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones”(Bogotá Colombia, 2002).pp47-123

RODRÍGUEZ Mariano, “Instalaciones Sanitarias para edificios”(Quinta edición, Madrid España, 1971).pp71-95

GIUSEPPINA Da Ros. La contaminación de aguas en el Ecuador. CAAM, 1995. Volumen de una colección.

INEC. Compendio de Necesidades Básicas Insatisfechas de la población ecuatoriana, 1995.

STEVENS. James, Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences (SPSS). Lawrence

MELGUIZO B., Samuel. Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de abasto en las edificaciones. Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín 1994. Quinta edición, primera parte, pág. 165, 318-326.

ACEVEDO A., Antonio Caso. Manual de Hidráulica. Prensa Técnica S.A. Mexico 1976. Págs. 482-485.

Manual técnico del agua. SAE depuración de agua degremunt

ROBERT L. MOTT, Mecánica de Fluidos Aplicada

WIGGER T C, David Mecánica de fluidos. Ed Pretince hall. México 1998.

F. Ugarte P. Mecánica de Fluidos II.

MATAIX, CLAUDIO, Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas.

EribaumAssociates. Tercera Edición, 1996.

HOEPLI, Milano, "Manual del ingeniero "Edición 81. Editado por Ulrico, 1987.

MATAIX, Claudio. Turbomáquinas Hidráulicas.

CAPUTO, Carmelo. Energia Limpia..

.LINSLEY Ray y. FRANZINI Joseph B, "Ingenieria de Recursos Hídricos".
Editora da Universidad de Sao Paulo e Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda.
1978.

Handbook of Applied Hydrology. A Compendium of Water-resources
Technology. VenTe Chow, Ph.D., Editor in Chief. Editora McGraw-Hill Book
Company. ISBN 07-010774-2. 1964.

Hidráulica de los Canales Abiertos. . Editorial Diana, México, 1983.

Handbook of AppliedHydraulics. Library of Congress Catalog Card Number 67-
25809

Web grafia

<http://www.conelec.gob.ec/>

<http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/predomina-generacion-hidroelectrica-en-el-pais-81238.html>

<http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/255696-el-comercio-local-esta-lastimado/>

<http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/255592-chone-fue-declarado-en-emergencia-por-el-invierno-que-lo-azota/>

<http://www.cnel.gob.ec/noticias/403-cnel-restablece-servicio-electrico-en-chone-y-flavio-alfaro-afectados-por-lluvias.html>

<http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/255585-chone-y-flavio-alfaro-pasan-12-horas-sin-luz-por-las-inundaciones/>

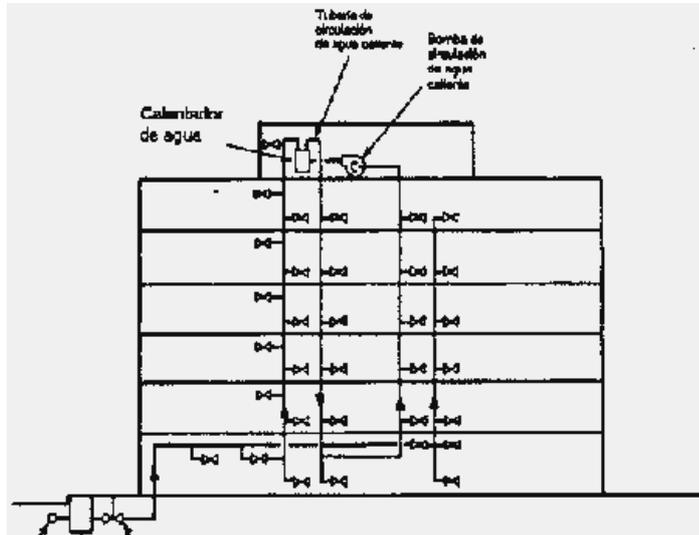
<http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/78933-chone-se-agrava-crisis-electrica/>

http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10046_Folleto%20Resumen%202010.pdf

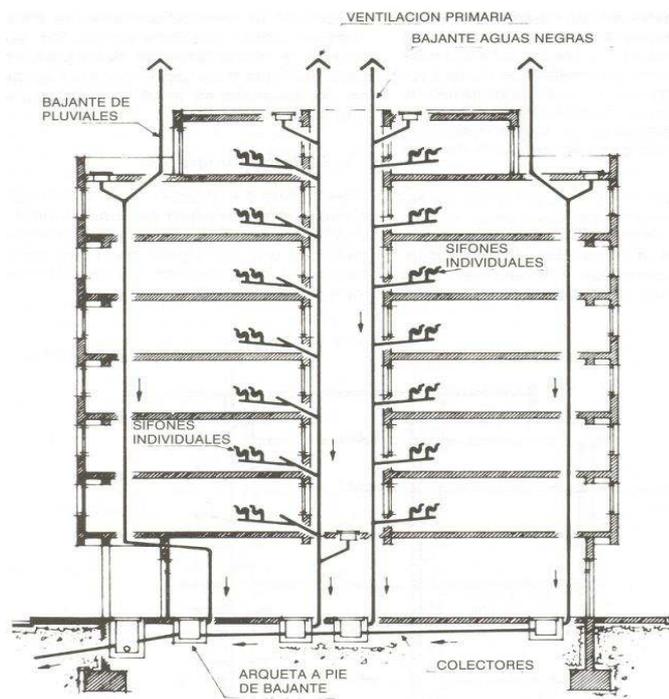
<http://www.termopichincha.com.ec/index.php/noticias/49-operacion-y-mejoramiento-de-la-eficiencia-de-las-empresas-del-sector-electrico-del-ecuador>

http://es.wikipedia.org/wiki/Empresa_El%C3%A9ctrica_del_Ecuador

ANEXOS



Red de distribución



Línea de drenaje

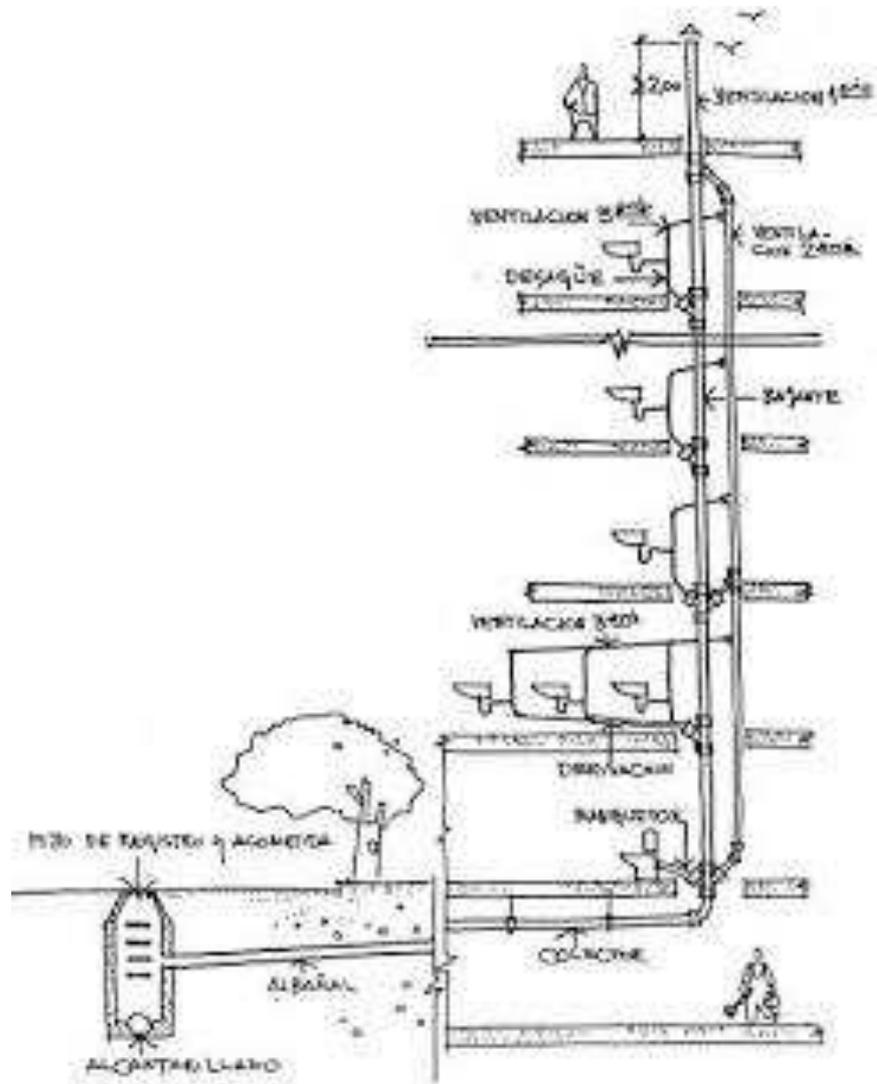
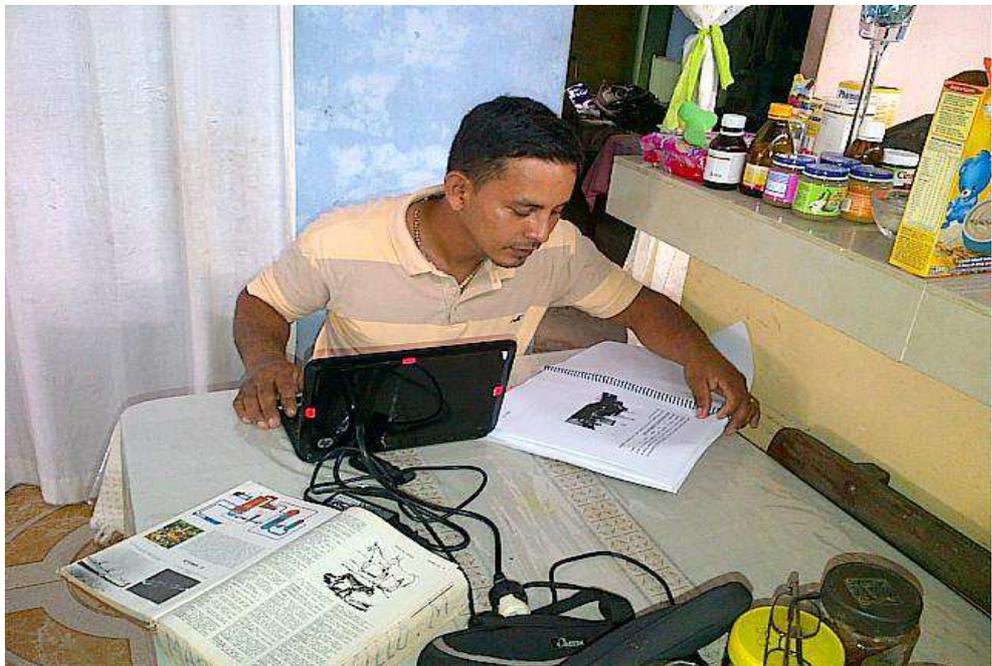
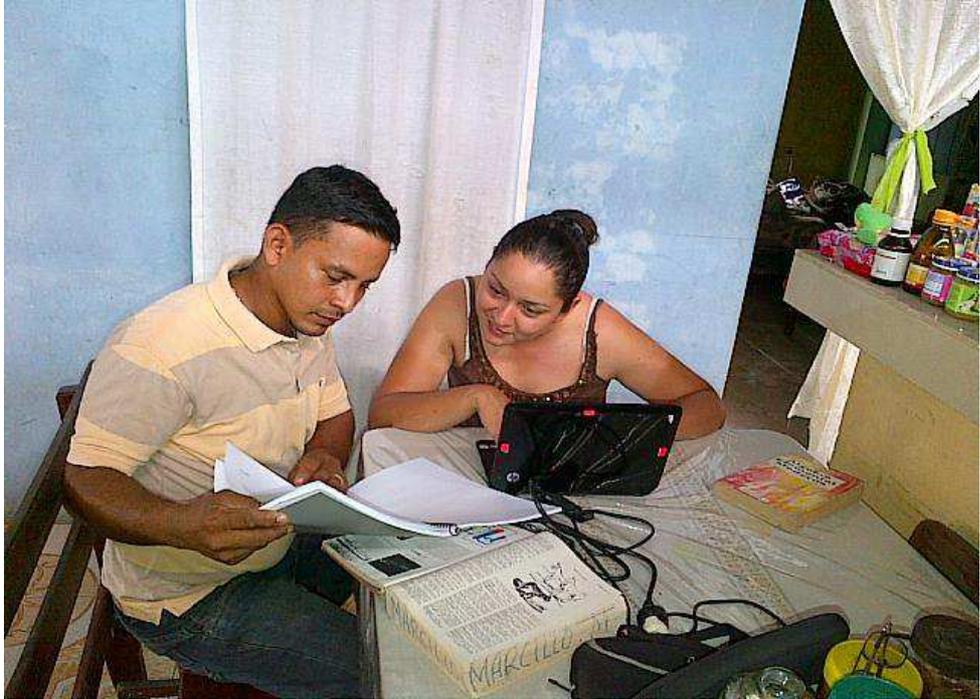


FIG. 12

Red de Distribución





Revisando información acerca del tema