



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL

TEMA:

**“INSTALACIÓN DE UNA TURBINA TIPO TURGO PARA EL
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS
RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, CIEREE, DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**

**INFORME TÉCNICO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO INDUSTRIAL EN MECÁNICA**

AUTOR:

José Henry Merizalde Merchán

DIRECTOR:

Ing. Jorge Luis Maldonado Correa Mg.Sc.

LOJA - ECUADOR
2013

CERTIFICACIÓN

Ing.

Jorge Luis Maldonado Correa, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO

CERTIFICA:

Que el presente trabajo práctico TITULADO “**INSTALACIÓN DE UNA TURBINA TIPO TURGO PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA CIEREE, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**” de autoría de José Henry Merizalde Merchán, previo a optar el título de Tecnólogo en Mecánica Industrial, ha sido realizado bajo mi dirección, el mismo que cumple con todos los fundamentos de la investigación técnica y lo establecido en las normas de titulación institucionales, por lo que autorizo la presentación y defensa final.

Loja, Enero del 2013

Ing. Jorge Luis Maldonado Correa Mg. Sc.
DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO

AUTORÍA

Todos los conceptos, opiniones, ideas, cálculos y resultados vertidos en el siguiente trabajo de investigación son de absoluta responsabilidad del autor.

.....
JOSÉ HENRY MERIZALDE MERCHÁN

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A mi madre, mis hijas, mi mujer y hermanos; que con su apoyo incondicional supieron incentivar me para que pudiera terminar mi carrera.

Dejo constancia de mi agradecimiento al Ingeniero Jorge Maldonado por su gran apoyo y paciencia brindada durante la ejecución del presente informe técnico y práctico.

También a mis compañeros de trabajo quienes me apoyaron y me empujaron para que pueda realizarme como profesional.

José Henry Merizalde Merchán.

DEDICATORIA

A mis hijas, mi mujer y mi madre.

El autor.

RESUMEN.

El presente trabajo tiene por finalidad presentar una metodología de selección y cálculo para el diseño hidráulico y mecánico de las partes principales de una turbina Turgo así como también de los diversos elementos de esta máquina. Para ello se parte de los principios fundamentales de las turbinas hidráulicas, estudios anteriores realizados específicamente sobre turbinas Turgo, información proporcionada por fabricantes de estas máquinas, así como también de conocimientos de resistencia mecánica, diseño de elementos de máquinas, materiales de construcción para estas turbinas, entre otros

La instalación de la turbina tipo Turgo, se la realiza con el objetivo de que los estudiantes realicen pruebas sobre Micro-hidroeléctricas y ponerse al tanto de la mejor y más económica forma de generar su propia energía a través de la caída del agua.

Esta turbina tiene muchas ventajas ya que se la podría utilizar en sitios despoblados donde carezcan de energía eléctrica, donde es importante el bajo costo y la facilidad de su instalación.

Como conclusión se puede decir que la instalación de esta turbina resultaría de gran ayuda para los estudiantes de esta Universidad para la realización de las pruebas ponerlas en práctica difundirlas a toda la sociedad y dar el suministro a todas las familias que lo necesiten.

SUMMARY.

This paper aims to present a selection methodology and calculation for hydraulic and mechanical design of the main parts of a turbine Turgo as well as the various elements of this machine. This is part of the fundamental principles of hydraulic turbines, previous studies Turgo turbines specifically, information provided by manufacturers of these machines, as well as knowledge of mechanical strength, design of machine elements, building materials for these turbines inter alia.

The turbine installation for Turgo type (CIEREE) it is performed with the goal of having students take tests on micro-hydro and catch up on the best and most economical way to generate their own energy through the fall of water.

This turbine has many advantages since it could be used in deserted places where lack of electric power, which is important to the low cost and ease of installation.

In conclusion we can say that the installation of this turbine would be of great help to the students of this University for conducting such tests disseminate implement them throughout society and give the deputy minister to all fa need.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO.	PÁGINAS.
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
1. TEMA.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD.....	3
3.1 Funcionamiento.....	4
3.2 Especificaciones Técnicas.....	5
3.3 Turbinas Hidráulicas.....	5
3.3.1 Clasificación.....	6
3.4 Bombas Hidráulicas.....	11
3.5 Estaciones de Bombeo.....	12
3.6 Centrales Hidroeléctricas.....	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1 Turbina Turgo.....	16
4.2 Bomba Hidráulica de 10 HP trifásica.....	17
4.3 Piscina o estanque para pruebas.....	19

4.4 Tubos de presión de PVC.....	20
4.5 Válvula de presión para cierre o apertura de 3”	21
4.6 Codos para tubos de presión	22
4.7 “T” con reducción de 3 a 2 pulgadas.....	23
4.8 Abrazadera de platina para la sujeción de las tuberías.....	24
5. PROCESO TECNOLÓGICO EMPLEADO.....	25
6. RESULTADOS.....	26
6.1 Actividad 1.....	27
6.2 Actividad 2.....	30
6.3 Actividad 3.....	33
6.4 Actividad 4.....	36
6.5 Actividad 5.....	39
7. CONCLUSIONES.....	42
8. RECOMENDACIONES.....	43
9. BIBLIOGRAFÍA.....	44
10. ANEXOS.....	46

1. TEMA.

“INSTALACIÓN DE UNA TURBINA TIPO TURGO PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA (CIREE) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”.

2. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio de la instalación de la turbina Turgo es un alcance para los interesados de esta rama de la hidráulica y diferentes ingenierías para atender las necesidades energéticas de nuestro territorio y así promover el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida más que todo en las comunidades campesinas que están fuera del rango de acción de las grandes centrales hidroeléctricas del País. Razones suficientes que la construcción de mini centrales hidroeléctricas con turbinas Turgo en el lugar indicado asegura un desarrollo de una comunidad.

El centro de investigaciones de Energías Renovables y Eficiencia Energética (CIEREE), se define como un Centro especializado que genera conocimiento y desarrollo de tecnologías que coadyuvan a la sostenibilidad energética local, regional y nacional, respetando el medio ambiente y apoyando a la diversificación de la matriz energética del País.

En la actualidad la tecnología ha crecido a pasos agigantados es por eso que el hombre desde tiempos inmemorables, ha hecho descubrimientos fascinantes como es la creación de la energía eléctrica.

Este trabajo se basa en el estudio exclusivo de las denominadas “turbinas hidráulicas”, expresión que identifica a las máquinas motrices accionadas por el agua, podemos decir que turbina hidráulica es la máquina destinada a transformar la energía hidráulica, de una corriente o salto de agua, en energía mecánica

La instalación de la turbina tipo Turgo para el Centro de Investigaciones de Energías Renovables y Eficiencia Tnergética para la Universidad Nacional de Loja, se la ha realizado con el objetivo de que los estudiantes de dicha Universidad realicen pruebas sobre pico-hidroeléctricas y ponerse al tanto de la mejor y más económica

forma de generar su propia energía a través de una caída de agua, utilizando de tal forma el “ciclo del agua.”

La turbina tipo Turgo es una turbina hidráulica de impulso diseñada para saltos de desnivel medio, fue creada por la compañía Gilkes en 1919 a partir de la modificación de la turbina Pelton; tiene muchas ventajas en determinadas aplicaciones, es una turbina de tipo impulso, existen muchas instalaciones grandes de turbina tipo turgo que se utilizan en instalaciones hidráulicas pequeñas en la que es importante el bajo coste.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD.

Turbina de salto tipo TURGO Modelo CJ-500W.

Para proporcionar la potencia nominal de 500W, necesita un salto de 12/18 metros, y un caudal de 5 a 7 litros por segundo.

Modelo de operación simple y bajo mantenimiento, dispone de un alternador síncrono de imanes permanentes, rodete TURGO, impulsión de flujo transversal a través de un inyector. Y regulador de tensión y frecuencia automático.

La potencia nominal proporcionada es de 500W, y la tensión de salida de 220Vca. El excedente de energía se disipa mediante una resistencia. Ver figura 1.



Fig. 1: Turbina Turgo.
Fuente: Autor

3.1 FUNCIONAMIENTO:

Se utiliza el aprovechamiento de una corriente de agua como un río o arroyo en un punto alto donde exista el desnivel adecuado que la micro turbina necesita. Mediante una desviación normalmente parcial del caudal, se dirige el agua y se canaliza mediante un tubo hasta la turbina.

El agua pasa a través del inyector, incidiendo con fuerza transversalmente contra los alabes del rodete (TURGO). El alternador síncrono de imanes permanentes proporciona la energía eléctrica y el regulador de tensión y frecuencia estabiliza el voltaje de salida a 220Vca. 50Hz. Monofásica.

La instalación es muy simple y se explica en el manual que se adjunta con el equipo. Una vez instalada su micro turbina, dispondrá de energía eléctrica gratuita con un mínimo coste de mantenimiento.

La turbina Turgo es una turbina de tipo impulso. El agua no cambia de presión cuando pasa a través de los álabes de la turbina. La energía potencial del agua se convierte en energía cinética en la tobera de entrada o inyector. El chorro de agua a alta velocidad se dirige contra los álabes de la turbina que lo desvían e invierten el flujo. El impulso resultante hace girar el rodete de la turbina, comunicando la energía al eje de la turbina. Finalmente el agua sale con muy poca energía. Los rodetes de una turbina Turgo pueden tener un rendimiento por encima del 90%.

El rodete de una Turgo se parece a un rodete Pelton partido por la mitad. Para la misma potencia, el rodete Turgo tiene la mitad del diámetro que el de un rodete Pelton y dobla la velocidad específica. El turgo puede manejar un mayor flujo de

agua que el Pelton debido a que el agua que sale no interfiere con las paletas adyacentes.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Altura (salto) necesaria 12 a 18 metros.

Caudal de 5 a 7 litros por segundo.

Potencia nominal 500W.

Tensión de salida 220Vca. 50Hz.

Revoluciones por minuto 1500 (r.p.m.).

Diámetro de entrada 50-75 mm.(2 pulgadas o mayor).

Nº de inyectores 1.

Incluida 1 llave de paso para cierre/apertura.

Dimensiones aproximadas: base 28 x 25 x alto 31 cm.

Peso aproximado 21 kg.

3.3 TURBINAS HIDRÁULICAS.

Una turbina hidráulica es una turbo-máquina motora hidráulica, que aprovecha la energía de un fluido que pasa a través de ella para producir un movimiento de rotación que, transferido mediante un eje, mueve directamente una máquina o bien un generador que transforma la energía mecánica en eléctrica, así son el órgano fundamental de una central hidroeléctrica.

3.3.1 CLASIFICACIÓN

- De acuerdo al cambio de presión en el rodete o al grado de reacción
- De acuerdo al diseño del rodete

- **DE ACUERDO AL CAMBIO DE PRESIÓN EN EL RODETE O AL GRADO DE REACCIÓN.**

Turbinas de acción: Son aquellas en las que el fluido de trabajo no sufre un cambio de presión importante en su paso a través de rodete.

Turbinas de reacción: Son aquellas en las que el fluido de trabajo si sufre un cambio de presión importante en su paso a través de rodete.

Para clasificar a una turbina dentro de esta categoría se requiere calcular el grado de reacción de la misma. Las turbinas de acción aprovechan únicamente la velocidad del flujo de agua, mientras que las de reacción aprovechan además la pérdida de presión que se produce en su interior.

- **DE ACUERDO AL DISEÑO DEL RODETE**

Esta clasificación es la más determinista, ya que entre las distintas de cada género las diferencias sólo pueden ser de tamaño, ángulo de los álabes o cangilones, o de otras partes de la turbomáquina distinta al rodete. Los tipos más importantes son:

-Turbina Kaplan.

-Turbina Hélice.

-Turbina Pelton.

-Turbina Francis.

-TurbinaOssberger / Banki / Michell.

-Turbina Turgo.

Turbina Kaplan: son turbinas axiales, que tienen la particularidad de poder variar el ángulo de sus palas durante su funcionamiento. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua pequeños y con grandes caudales.(Turbina de reacción). Ver figura 2.

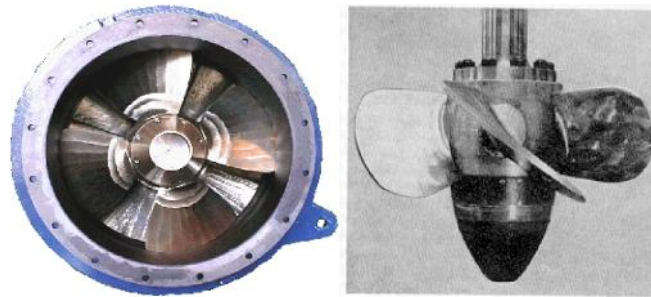


Fig 2: Turbina Kaplan.

Fuente: Sitio Web 5.

Turbina Hélice: son exactamente iguales a las turbinas kaplan, pero a diferencia de estas, no son capaces de variar el ángulo de sus palas. figura 3.



Fig 3: Turbina hélice.

Fuente: Sitio Web 5.

Turbina Pelton: Son turbinas de flujo transversal, y de admisión parcial.

Directamente de la evolución de los antiguos molinos de agua, y en vez de contar con álabes o palas se dice que tiene cucharas. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua muy grandes, pero con caudales pequeños.(Turbina de acción). Tal como se muestra en la figura 4.

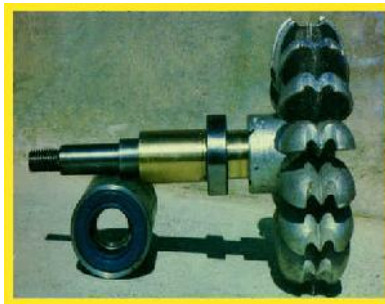


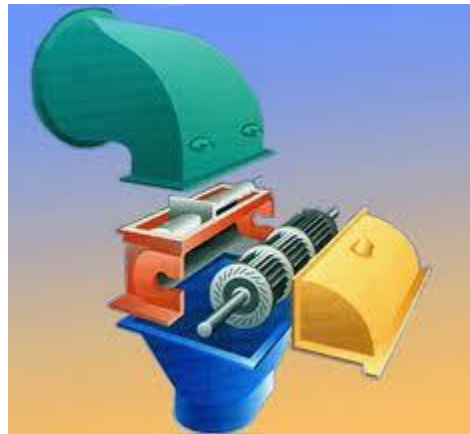
Fig 4. Turbina Pelton.
Fuente: Sitio Web 6.

Turbina Francis: Son turbinas de flujo mixto y de reacción. Existen algunos diseños complejos que son capaces de variar el ángulo de sus álabes durante su funcionamiento. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua medios y caudal medios. Ver figura 5.



Fig 5: Turbina Francis.
Fuente: Sitio Web 5

Turbina Ossberger / Banki / Michell: La turbina OSSBERGER es una turbina de libre desviación, de admisión radial y parcial. Debido a su número específico de revoluciones cuenta entre las turbinas de régimen lento. El distribuidor imprime al chorro de agua una sección rectangular, y éste circula por la corona de paletas del rodete en forma de cilindro, primero desde fuera hacia dentro y, a continuación, después de haber pasado por el interior del rodete, desde dentro hacia fuera. Ver figura 6.



**Figura 6: TurbinaOssbergerBankiMichell.
Fuente: Sitio Web 5.**

Turbina Turgo:La turbina Turgo es una turbina hidráulica de impulso diseñada para saltos de desnivel medio.

Fue desarrollada por la compañía Gilkes en 1919 a partir de una modificación de la turbina Pelton; la Turgo tiene varias ventajas sobre la turbina Francis y la Pelton en determinadas aplicaciones.

En primer lugar, el rodete es más barato de fabricar que el de una Pelton. En segundo lugar no necesita una carcasa hermética como la Francis. En tercer lugar tiene una velocidad específica más elevada y puede manejar un mayor flujo para el

mismo diámetro que una turbina Pelton, conllevando por tanto una reducción del coste del generador y de la instalación.

Las Turgo operan en un campo de desniveles en el que se solapan las turbinas Francis y Pelton. Aunque existen muchas instalaciones grandes con turbinas Turgo, estas se utilizan más en instalaciones hidráulicas pequeñas en las que es importante el bajo coste. Véase Figura 7.



**Figura 7: Turbina Turgo.
Fuente: Autor.**

3.4 BOMBAS HIDRÁULICAS.

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de

Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombeanfluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

3.5 ESTACIONES DE BOMBEO.

. Se llaman estaciones de bombeo a las estructuras que cumplen la función de elevar un fluido desde su nivel energético inicial hasta el nivel energético mayor, tal como se muestra en la figura 8. La utilización de las mismas, se extiende en los diversos campos de la ingeniería, entre ellos:



**Figura 8: Estación de Bombeo.
Fuente: Sitio Web 7.**

- Las Redes de abastecimiento de agua potable, pues el uso de ellas es prácticamente indispensable, excepto en los casos de centros poblados que se encuentran cerca de las cadenas montañosas, que tienen manantiales situados a una cota más elevada.
- Las Redes de alcantarillado, en las ocasiones en que los centros poblados se encuentran ubicados en áreas planas, de modo que las alcantarillas, no se encuentren a profundidades que superen los 4 ó 5 metros.
- Los Sistemas de riego, lo que quiere decir que resultan ser imprescindibles, en caso de que el riego se realice con agua de pozos no artesianos.
- Los Sistema de drenaje, se utilizan cuando la cota del terreno que se va a drenar, es inferior al recipiente en que se encuentran las aguas drenadas.
- En un gran número de plantas de tratamiento, no sólo de agua potable, sino también de aguas servidas, en el caso de que no se pueda contar con los desniveles necesarios en el terreno.
- Un gran número de plantas industriales.

3.6 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. Véase figura 9.



Figura 9: Central Hidroeléctrica.
Fuente: Sitio Web 8.

En general, estas centrales aprovechan la energía potencial 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 formas más frecuentemente utilizadas para explotar la energía hidráulica son:

El principio fundamental de esta forma de aprovechamiento hidráulico de los ríos se basa en el hecho de que la velocidad del flujo de estos es básicamente constante a lo largo de su cauce, el cual siempre es descendente. Este hecho revela que la energía potencial no es íntegramente convertida 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, es decir, la energía potencial se "pierde" en vencer las fuerzas de fricción con el suelo, en el transporte de partículas, en formar remolinos, etc. Entonces esta energía potencial podría ser aprovechada si se pueden evitar las llamadas pérdidas y hacer pasar al agua a través de una turbina. El conjunto de

obras que permiten el aprovechamiento de la energía anteriormente mencionada reciben el nombre de central hidroeléctrica o Hidráulica.

Este método consiste en la construcción de una represa o embalse de agua que retenga el cauce de agua causando un aumento del nivel del río en su parte anterior a la presa de agua, el cual podría eventualmente convertirse en un embalse. El dique establece una corriente de agua no uniforme y modifica la forma de la superficie de agua 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 de agua.

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.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

Los materiales y métodos que se han utilizado para instalación de la turbina tipo Turgo para el Área de la Energía, las Industrias y los Recursos no Renovables para la Universidad Nacional de Loja. Los siguientes materiales y métodos, que a continuación detallamos, con el fin de realizar un trabajo que en el futuro sirva para aquellos estudiantes que deseen realizar pruebas sobre micro-hidroeléctricas y estar al tanto de la más fácil y económica forma de crear su propia energía a través de la caída del agua.

Cabe mencionar que todos estos materiales son garantizados por cada uno de los fabricantes.

4.1. TURBINA TURGO.

Estas turbinas tienen un campo de aplicación muy amplio, pudiendo instalarse en aprovechamientos con saltos comprendidos entre 1 y 200 metros y con un rango de variación de caudales muy grande.

Es una turbina de impulso similar a la Peltón Con la diferencia de que el chorro es diseñado para incidir sobre el plano del rodete con ángulo (generalmente de 20 grados).

En esta turbina, el agua entra por un lado del rodete y sale por el otro costado. Como consecuencia el flujo que la turbina Turgo puede aceptar es mayor que el de una turbina Pelton por lo que estas turbinas pueden tener un diámetro de rodete menor que el de una Pelton para una potencia equivalente. A diferencia de la Pelton la Turgo es eficiente es un amplio rango de velocidades y no necesita sellos alrededor del eje. La Turbina Turgo es utilizada para presiones medias y altas para caídas entre 20-300m cuando se presentan grandes variaciones del caudal y muchas

materias en suspensión del agua a turbinar. Puede ser instalada en los proyectos donde normalmente se utilizarían Turbinas Pelton con múltiples chorros o Turbinas Francis de baja velocidad. La Turgo tiene ciertas desventajas, primeramente es más difícil de fabricar que una Pelton ya que los álabes son complejos en su forma y más frágiles que los cangilones de la Pelton. En segundo lugar las turbinas Turgo producen una significativa carga axial la cual debe ser soportada con los cojinetes adecuados. Véase figura 10.



Fig. 10: Turbina Turgo.
Fuente: Autor

4.2 BOMBA HIDRÁULICA DE 10 HP TRIFÁSICA.

El uso que se le da a las bombas de agua es para poder incrementar la presión de un líquido añadiendo energía a la instalación hidráulica del inmueble en cuestión, para mover cierta cantidad del líquido en cuestión, de una zona de menor presión o

altitud a otra de mayor altitud. Generalmente este concepto de **Bombas de Agua** es utilizado para referirse a las máquinas que transfieren energía a un líquido, o bombas de fluidos, a diferencia de otras máquinas como lo son las Compresoras de aire, cuya aplicación es el trabajo Neumático. Pero también es común encontrar el término Bombas de Agua para referirse a aparatos que puedan *bombear* otro tipo de líquidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire. Bombas de agua, como se muestra en la figura 11.



**Figura 11: Bomba Hidráulica de 10 hp trifásica.
Fuente: Autor**

4.3 PISCINA O ESTANQUE PARA PRUEBAS.

Para la construcción de la piscina o estanque para pruebas sobre la utilización de la turbina Turgo se la ha realizado con materiales como son el hormigón, ladrillo y hierro, las medidas aproximadas son 5 metros de largo por 2.5 metros de ancho y la profundidad es 2.20 metros. Luego se procedió a llenarla de agua, para de esta manera realizar las determinadas pruebas sobre micro-hidroeléctricas. Véase figura 12.



Fig. 12: Piscina de pruebas.
Fuente: Autor.

4.4 TUBOS DE PRESIÓN DE PVC DE 2 Y 3 PULGADAS.

Las tuberías de presión el PVC se cuenta con una gran variedad de materiales que permiten ofrecer la solución adecuada a cada necesidad. se fabrican utilizando la tecnología de producción y control de procesos más avanzados hoy en día. Son capaces de soportar más de cincuenta años a un trabajo continuado a la presión nominal requerida por su fabricante dependiendo de su uso y la razón a la que es destinada. Ver figura 13.



**Fig. 13: Tubería de presión de 3 pulgadas.
Fuente: Autor**

4.5 VÁLVULA DE PRESIÓN PARA PARA CIERRE O APERTURA DE 3 PULGADAS.

La válvula de presión de PVC para sierre o apertura se la utilizó con el objetivo de regular la entrada y salida del agua para las diferentes pruebas de la turbina Turgo, la instalación es muy fácil de realizar al ser del mismo material que la tubería se sigue el mismo procedimiento.

A esta válvula se la colocó a una altura de 80 centímetros aproximadamente sujeta con unas bridas de platina que van empernadas al muro de hormigón, para que de esta manera permanezca en tal sitio sin que la fuerza del agua la vaya a mover. Ver figura 14.



**Fig. 14: Válvula de presión de 3 pulgadas.
Fuente: Autor**

4.6 CODOS PARA TUBO DE PRESIÓN.

La utilización de los codos, las uniones y los demás accesorios son de fácil instalación por ejemplo.

-El primer paso es limpiar cuidadosamente las partes a unir, a continuación humedecemos ambas superficies.

-Aplicamos el adhesivo para PVC con la ayuda de un pincel, se aplicará desde dentro hacia fuera evitando las cantidades excesivas en el fondo del embocado.

-Unimos la tubería hasta el fondo o tope.

-Retiramos el sobrante con un trapo limpio y húmedo. Ver figura 15.



**Fig. 15: Codo de presión de 3 pulgadas.
Fuente: Autor**

4.7 “T” CON REDUCCIÓN DE 3 A 2 PULGADAS.

Son hechos del mismo material y su instalación se la realiza de la misma manera que los codos y las uniones, con la diferencia que vamos a utilizar la tubería de dos diámetros diferentes. Ver figura 16.



**Figura 16: Codo de presión de 3 pulgadas.
Fuente: Autor**

4.8 ABRAZADERAS DE PLATINA PARA LA SUJECIÓN DE LOS TUBOS.

Para la elaboración de las abrazaderas de sujeción para la tubería de PVC hemos utilizado la platina de hierro, tomando en cuenta primeramente las dimensiones de los diámetros de la tubería luego se las construyó y se las adaptó al muro a una distancia de 2 metros para así poder sostener la tubería y los accesorios dispuestos para este trabajo práctico.



**Figura 17: Abrazadera de platina.
Fuente: Autor**

5. PROCESO TECNOLÓGICO EMPLEADO.

Para el desarrollo de este proyecto, es necesario utilizar los distintos métodos y técnicas de investigación los mismos que nos ayudaran a cumplir con el desarrollo investigativo, los cuales nos proporcionan un mejor conocimiento y utilidad acerca de la instalación de la turbina tipo turgo, con el fin de llevar a cabo las prácticas propuestas.

Se inició desde el análisis, revisión bibliográfica estudio de catálogos llegando hasta las conclusiones y determinar de esta manera su verdadera utilidad, así mismo se sugiere las recomendaciones necesarias como todas las posibles soluciones a darse, se ha utilizado los siguientes materiales:

Una bomba trifásica de 10 HP, tubería de pvc, abrazaderas, una T con reducción de tres a dos pulgadas, uniones, una válvula de presión de tres pulgadas.

Partimos de la bomba trifásica colocando tubería de pvc de tres pulgadas luego una t con reducción de 3 a 2 donde colocaríamos un tubo de presión de 2 pulgadas hasta llegar a la turbina Turgo, que previamente la anclamos a una base de hormigón donde se ajustaría con unas bridas de tal forma que la presión del agua no la separe.

Por último se realizó las respectivas pruebas sobre micro- hidroeléctricas para ponernos al tanto de más fácil y económica manera de crear nuestra propia energía y a un bajo costo, siguiendo desde luego todos los pasos aprobados para la presentación del trabajo investigativo.

6. RESULTADOS.

METODOLOGÍA PARA LA INSTALACIÓN DE LA TURBINA TIPO TURGO PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

Para la instalación de la turbina tipo TURGO se realizaron las siguientes actividades:

- ACTIVIDAD N° 1: OBRAS CIVILES MENORES..
- ACTIVIDAD N° 2: INSTALACIÓN DE LA BOMBA TRIFÁSICA DE 10 HP.
- ACTIVIDAD N° 3: INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.
- ACTIVIDAD N° 4: INSTALACIÓN DE LA TURBINA TURGO.
- ACTIVIDAD N° 5: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

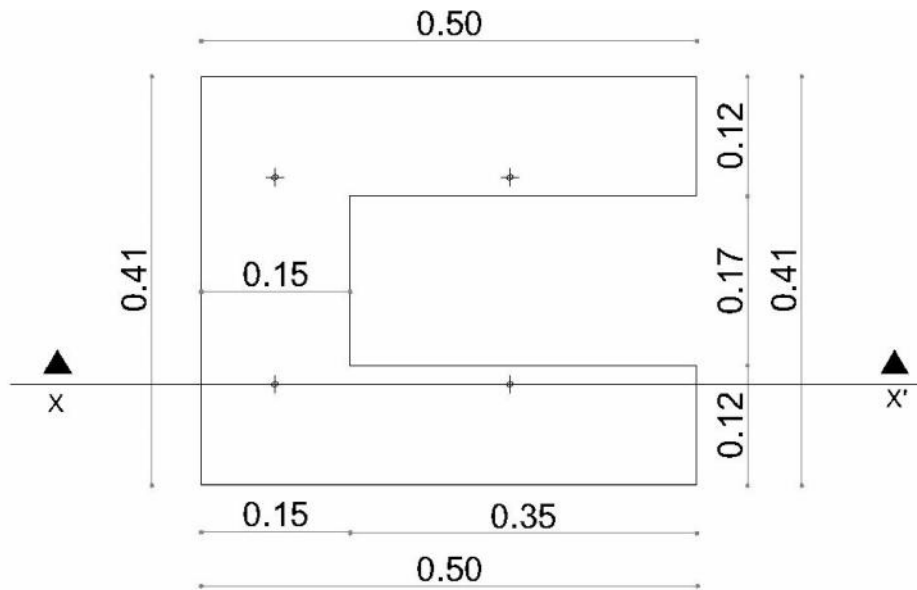
ACTIVIDAD N° 1

6.1 OBRAS CIVILES MENORES.

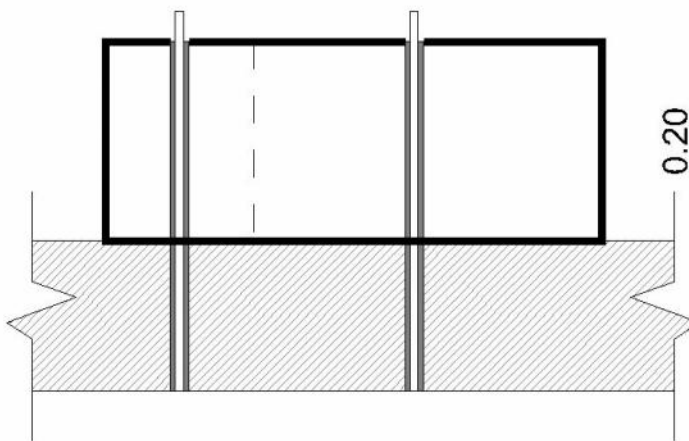
Realizar una base o plataforma para sentar la turbina tipo Turgo.

PROCEDIMIENTO.

Para realizar la base donde se va a ubicar la turbina se procedió a: tomar las medidas de la turbina, señalar el sitio donde va ir colocada dicha turbina, y los hierros de anclaje. Luego se realizó una pasta o mezcla de cemento y arena para la colocación de los ladrillos que previamente se los había remojado y una vez colocados y endurecidos todos estos materiales los recubrimos del mismo material para que nos proporcione una mejor firmeza y resistencia a la vez que lo nivelamos. Para la sujeción y seguridad del muro y tratando de que la fuerza del agua no lo levante construimos una estructura de hierro que lo colocamos alrededor de la turbina y lo anclamos al suelo con tirafondos, tal como se muestra en la fotografía que a continuación la detallamos.



PLANTA
ESCALA GRAFICA



CORTE X-X'
ESCALA GRAFICA

Esquema de la obra civil para sentar la turbina.



Fig. 18: Base para anclar la Turbina.

Fuente: Autor

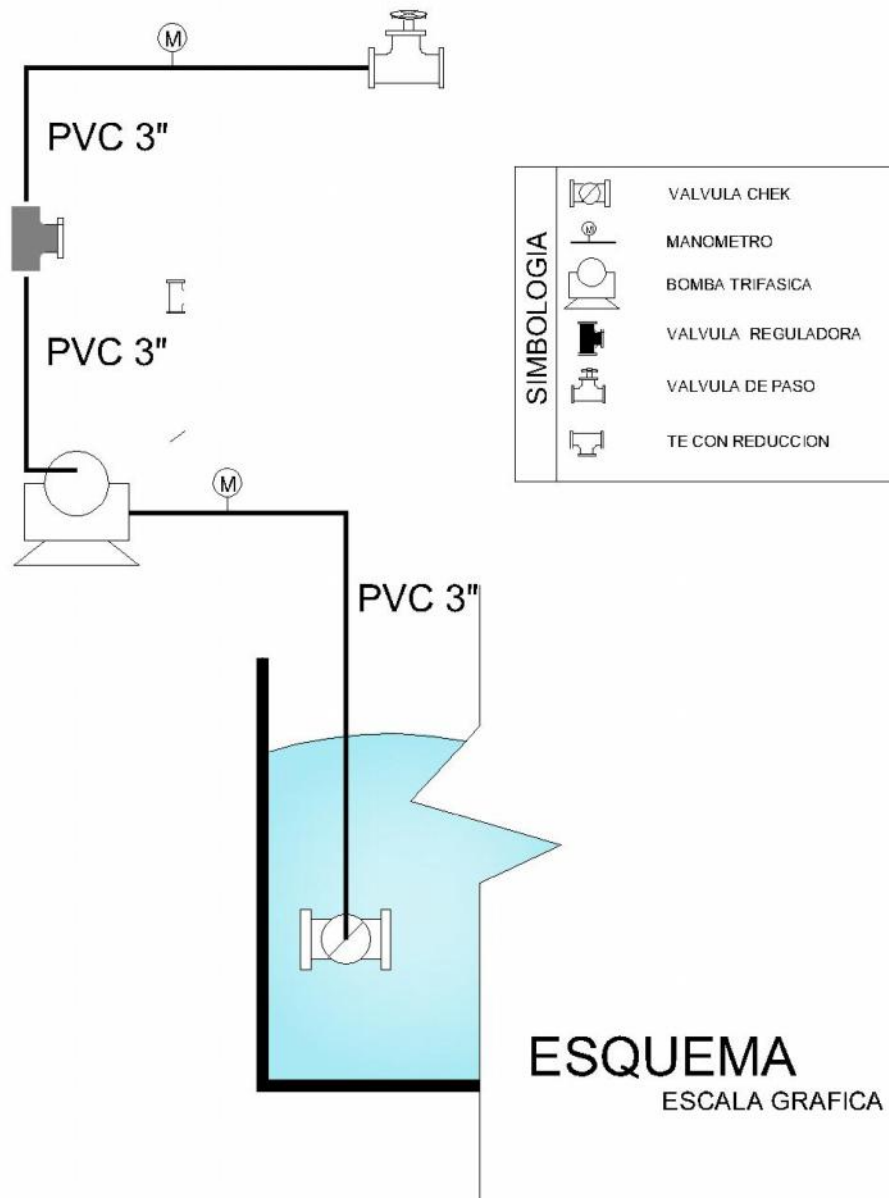
ACTIVIDAD N° 2

6.2. INSTALACIÓN DE LA BOMBA TRIFÁSICA DE 10 HP.

COLOCAR LA BOMBA TRIFÁSICA DE 10 HP CON EL PROPÓSITO DE QUE BOMBEE EL AGUA DE LA PISCINA POR LA TUBERÍA HASTA LLEGAR A LA TURBINA TURGO.

PROCEDIMIENTO.

Para la instalación de la bomba trifásica de 10 HP se procedió a ubicarla en la parte superior de la piscina y centrada, sujeta con tirafondos de tal manera que la presión con la que bombea el agua no la desprenda de su base, previo a esto ya se contaba con la instalación eléctrica y un transformador de energía para su funcionamiento. En el siguiente gráfico se muestra el esquema de la instalación, ver figura 19.



Esquema de la instalación de La bomba trifásica de 10 HP



Fig. 19: Imagen de la bomba trifásica de 10 HP.

Fuente: Autor

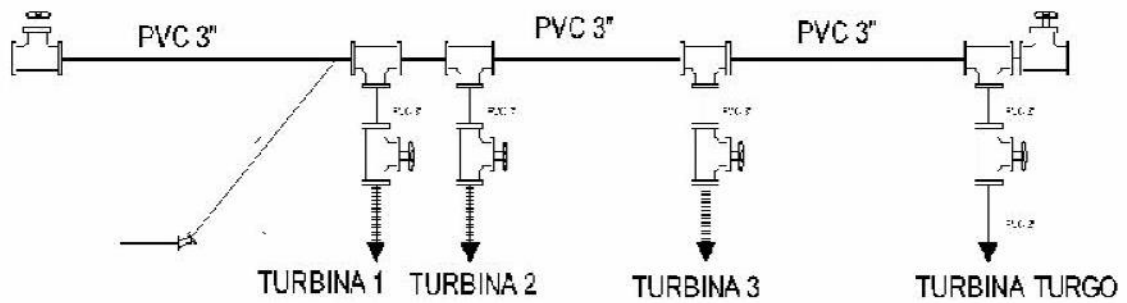
ACTIVIDAD N° 3

6.3. INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.

REALIZAR LAS CONEXIONES ADECUADAS PARA PODER LLEGAR A LA TURBINA TURGO.

PROCEDIMIENTO.

Para lograr el desarrollo de la práctica que es la realización de una adecuada y funcional conexión de las tuberías empezamos empalmando desde la boca de la bomba trifásica a una altura de 80 centímetros con tubo de PVC de presión de tres pulgadas sujetadas con bridas de hierro hechas a la medida hasta llegar a la turbina turgo en donde hicimos una reducción de tres a dos pulgadas colocando a continuación una válvula de presión de cierre y apertura para el agua. Luego se procedió a empatarla con la turbina de la práctica (turbina turgo), para la unión de la tubería se utilizó un pegamento especial que luego de secarse tomaría la adecuada resistencia para dicho caso, todos estos pasos nos proporcionarían una instalación acorde a las exigencias de esta turbina. Tal como se muestra en la figura 20 siguiente.



ESQUEMA

ESCALA GRAFICA

SIMBOLOGIA		MANGUERA ANILLADA DE 3"
		CODO A 45
		VALVULA DE PASO
		TE CON REDUCCION

Esquema de las instalaciones de la tubería de PVC.



Fig. 20: Instalación de las tuberías de PVC.

Fuente: Autor.

Actividad N° 4

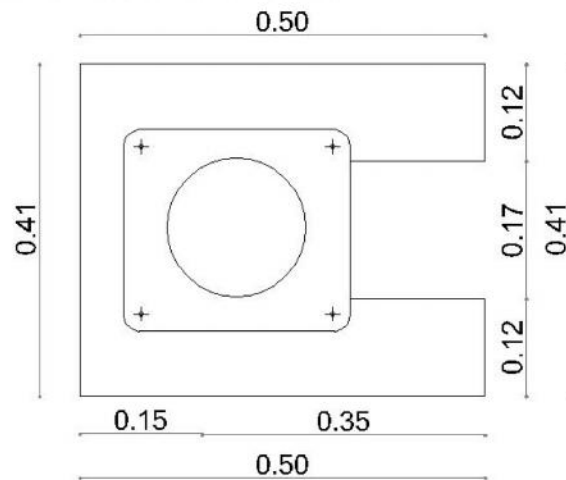
6.4. INSTALACIÓN DE LA TURBINA TURGO.

INSTALAR LA TURBINA TURGO CON EL PROPÓSITO DE GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA.

PROCEDIMIENTO.

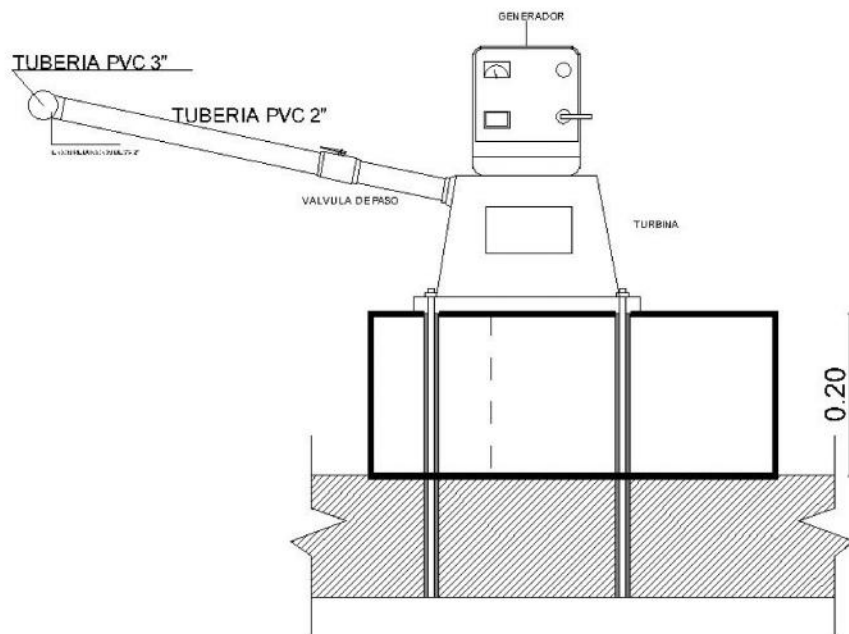
Para el desarrollo de la práctica instalación de una turbina turgo se procedió primeramente a informarnos en el manual que viene en esta máquina para no correr el riesgo de una mala instalación, pero esto no pasaría puesto que su instalación es muy sencilla, una vez colocada la turbina en la plataforma y muy sujeta el tubo de presión de dos pulgadas que anteriormente ya lo habíamos colocado uniendo este tubo a la boca de la turbina quedaría ya lista para las pruebas respectivas. Esta turbina estaría en condiciones para atender las diferentes necesidades energéticas de nuestro medio y así promover el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida en las comunidades campesinas que están fuera del rango de acción de las grandes centrales hidroeléctricas del País.

La turbina instalada quedaría de la forma que se muestra en el esquema e imagen siguiente.



PLANTA

ESCALA GRAFICA



ELEVACION

ESCALA GRAFICA

Esquema de instalación de turbina turgo



Fig. 21: Instalación de la turbina Turgo.

Fuente: Autor.

ACTIVIDAD N° 5

6.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

REALIZAR PRUEBAS EN LA TURBINA SOBRE EL CONTROL DE VOLTAJE Y FRECUENCIA.

PROCEDIMIENTO.

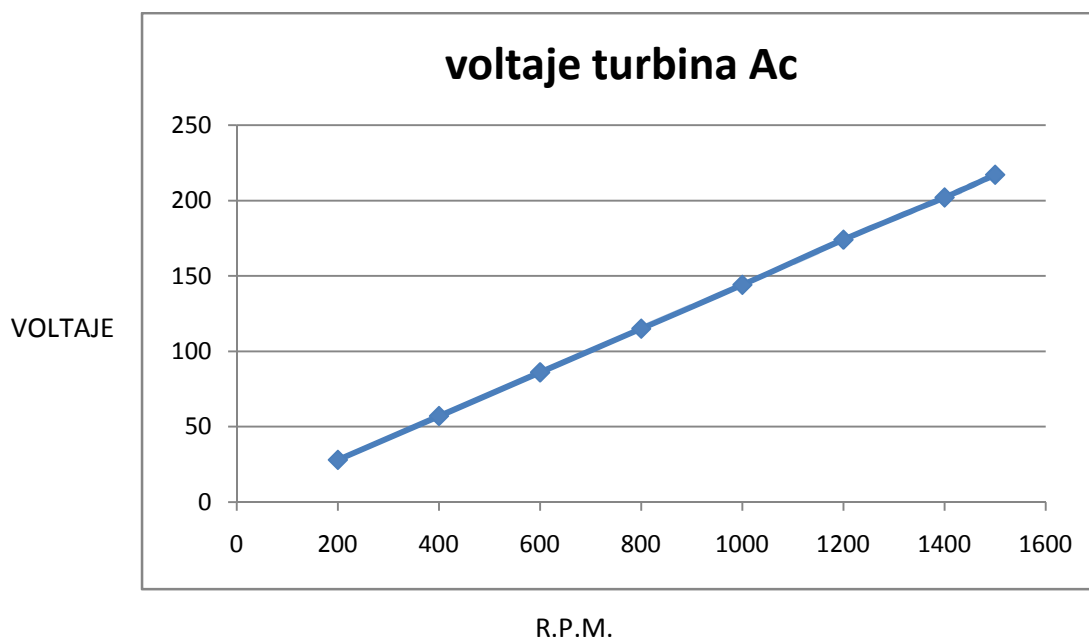
Para el desarrollo de esta práctica se utilizó un tacómetro y un multímetro, tomando datos que nos proporcionaría la turbina en base al caudal de agua.

De las prácticas realizadas en el taller se pudo obtener los siguientes resultados.

Bomba en vacío

r.p.m. de Bomba	voltaje turbina Ac
1500	217
1400	202
1200	174
1000	144
800	115
600	86
400	57
200	28

GRÁFICA EN VACÍO

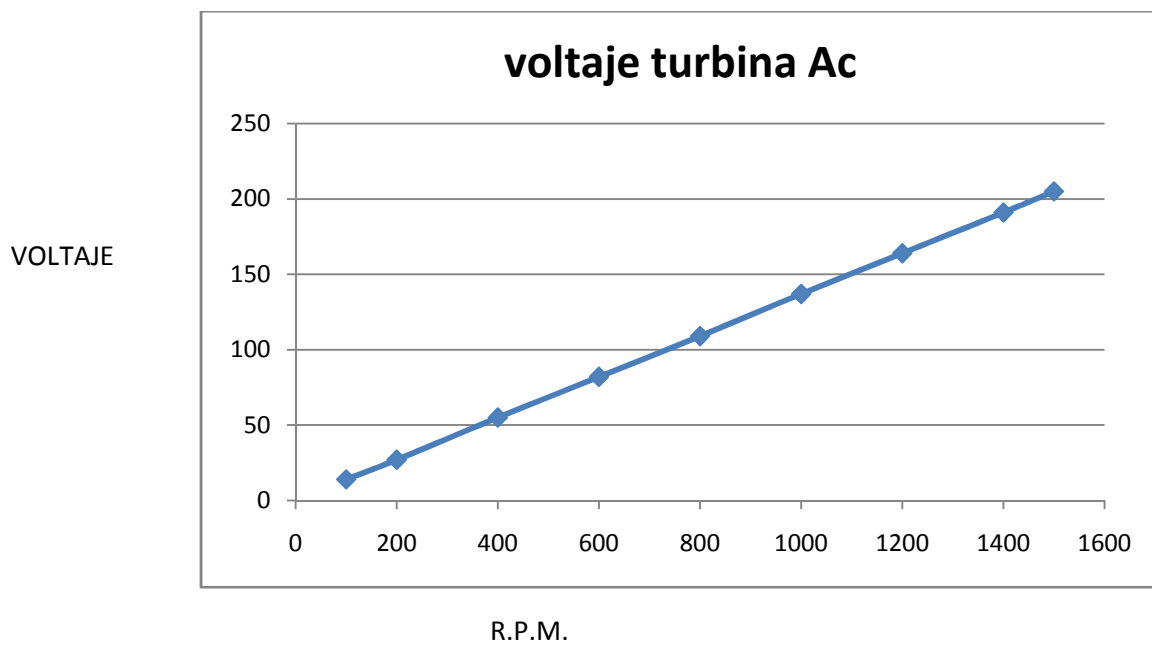


Bomba con carga de 225 V.

r.p.m. de Bomba	voltaje turbina Ac
1500	205
1400	191
1200	164
1000	137
800	109
600	82
400	55
200	27
100	14

R.P.M. DE BOMBA

GRÁFICA CON CARGA



6. CONCLUSIONES.

- La instalación de esta turbina permitió conocer más a fondo sobre la problemática de las familias campesinas que sufren desde hace mucho tiempo de la necesidad de poseer la energía eléctrica.
- Se puede dar solución a la problemática antes mencionada, dando charlas o cursos sobre cómo generar energía en los lugares donde la gente no tiene conocimiento sobre el mencionado tema.
- Es importante que los estudiantes de las Carreras Técnicas del, **ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**, estén al tanto de cómo generar energía de la forma más fácil y con un módico precio de mantenimiento.
- La utilización de la turbina tipo, Turgo permite conocer y desarrollar destrezas habilidades sobre como implantar una pequeña central hidroeléctrica y proporcionar energía a todo un poblado.
- Según los valores obtenidos se puede dar cuenta que mientras más carga tenga la turbina el voltaje disminuirá.
- En las gráficas obtenidas según los valores permite conocer que el resultado sería una recta, ya que conforme se aumente las revoluciones por minuto aumenta el voltaje siendo estos valores proporcionales.

7. RECOMENDACIONES.

- Para obtener un valor más exacto de la eficiencia hidráulica de la bomba se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- Calibrar el tacómetro cuando la turbina gire sin carga.
- Colocar las luminarias o los aparatos eléctricos utilizados en el ensayo en serie sin que sean demasiados para que esto no sobrecargue la turbina.
- Conseguir un tacómetro de alta precisión.
- Evitar el calentamiento de la turbina mediante el uso de algún líquido refrigerante, esto ocurrirá siempre que se deje trabajar la turbina sin carga.
- Es recomendable que el caudal de agua de entrada de la turbina no sea menor de 3 ni mayor a 7 litros por segundo, para que la turbina no tenga problemas por falta o por exceso de caudal.
- Para mantener una salida constante del voltaje en una instalación hidroeléctrica la velocidad de la turbina debe mantenerse constante independientemente de la variación de presión del agua que las mueve, esto requiere un gran número de controles.

9. BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS:

1. **BATHIE, WILLIAM.**México DF 1987. Fundamentos de las turbinas de gas. Editorial Limusa.
2. **BLOCH, HEINZ P.** México D.F. 1998. Guía práctica para la tecnología de las turbinas de vapor, Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
3. **CISNEROS JIMÉNEZ, LUIS MARÍA.** Barcelona 1977, Manual de bombas. Editorial Blume.
4. **GREEN, RICHARD.** México DF 1992. Válvulas selección uso y mantenimiento. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
5. **JOHNSON, OLAF A.** Buenos Aires 1973. Diseño de Máquinas y Herramientas. Editorial Roble.
6. **LINCOLN, ES.** Buenos Aires 1948, Motores y generadores eléctricos y mecánicos afines. Editorial Sudamérica.
7. **POLOUJADOFF, M.** Barcelona 1973, Tratamiento de la energía eléctrica, Editorial MarcomBoixareu.
8. **ROSENBERG, ROBERT.** Barcelona 1978, Tipos de motores Eléctricos. Editorial Gustavo Pili.
9. **SILVESTRE, PASCHOAL.** México 1983. Fundamentos de Hidráulica General. Editorial Limusa.
10. **SHAMES, IRVING H.** Bogotá 1995. Mecánica de fluidos, Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
11. **SOTELO ÁVILA, GILBERTO.** Marzo de 1987. Hidráulica General, Editorial Limusa. México.

SITIOS WEB:

1. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Turbina-Turgo/3372046.html>.
2. http://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_hidraulica.
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Estaciones-de/bombeo>
4. <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinashidraulica/turbinashidraulicas.html>.
5. <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinashidraulica/turbinashidraulicas.html>.
6. http://www.google.es/images?hl=es&q=imágenes+de+turbinas+Kaplan&gbv=2&gs_l=heirloom-hp.3...826.14710.0.15598.25.21.0.4.4.0.447.4388.5
7. <http://www.google.com/images/centraleshidroeléctrica>.
8. <http://www.solostocks.com.co/venta-productos/equipo-electrico-suministros/generadores-electricidad/300w-hydro-power-generator-turbo-turbina-967863>.

10 ANEXOS.