



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**REDISEÑO DE LA MINI CENTRAL
HIDROELÉCTRICA BUENOS AIRES PARA UNA
POTENCIA DE 4 MW – LA FLORIDA - SAN MIGUEL
– CAJAMARCA**

**PARA OPTENER EL TITULO DE: INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA**

Autor(es):

**Bach. Finetti Dominguez, Aldo
Bach. Ramos Chafloque, Jose Reynaldo**

Asesor:

Mg. Zapata Sernaqué Adrian

**Línea de Investigación:
Generación de energía renovable**

Pimentel - Perú

2018

REDISEÑO DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA BUENOS AIRES PARA
UNA POTENCIA DE 4 MW – LA FLORIDA - SAN MIGUEL - CAJAMARCA

Aprobación de tesis

MSc. ROJAS CORONEL ANGEL
MARCELO

Presidente del Jurado de Tesis

MSc. VILLALOBOS CABRERA
JONY

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. ZAPATA SERNAQUE

ADRIAN

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios que gracias a Él estoy aquí hoy en día, también va dedicada a mis Padres que gracias a ellos y a su apoyo he podido llegar a este capítulo de mi vida y que jamás perdieron la esperanza conmigo, a mi esposa que me ha apoyado todo este tiempo, a mi hija que por ella va el esfuerzo de poder ser un profesional, también dedico a mi mamita que siempre me encamino para poder salir adelante.

Aldo Finetti Dominguez

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico a mis padres ya que sin ellos jamás hubiese poder conseguido lo que hasta ahora eh logrado en la vida, dándome un gran ejemplo a seguir y sobresalir adelante pese a todo lo obstáculos que se presentó. También dedico esta tesis a Dios que se encuentra presente en cada día a día de mi vida.

Jose Reynaldo Ramos Chafloque

Agradecimientos

A nuestros maestros por compartir con nosotros sus conocimientos y poder transferir sus experiencias a nuestras vidas, en especial a nuestros asesores, el Ingeniero Adrian Zapata Sernaque y la Magister Ana María Guerrero Millones.

Agradecemos a la empresa Electronorte S.A.A por las facilidades brindadas para la realización del trabajo de investigación. En especial al Técnico Zapata jefe de área.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de ilustraciones.....	ix
Índice de ecuaciones	xi
Índice de fotos.....	xiii
Índice de planos	xiv
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Introducción.....	xvii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.1.1. Nivel Internacional	7
1.1.2. Nivel Nacional	11
1.1.3. Nivel Local	12
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Justificación e Importancia:	15
1.3.1. Técnica	15
1.3.2. Económica.....	15
1.3.3. Social	16
1.3.4. Ambiental.....	16
1.4. Limitaciones de la investigación.....	17
1.5. Objetivos de la investigación	18
1.5.1. Objetivo general.....	18
II. CAPÍTULO MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la Investigación	20
2.1.1. Nivel mundial.....	20
2.1.2. Nivel Nacional	24
2.1.3. Nivel local	25

2.2.	Estado del arte.....	26
2.3.	Sistemas teórico conceptuales.....	33
2.3.1.	Altura:	33
2.3.2.	Método medición de la manguera de nivelación.....	33
2.3.3.	Método de la manguera y manómetro	34
2.3.4.	Método del nivel de carpintero y reglas.....	36
2.3.5.	Método del altímetro.....	36
2.3.6.	Evaluación económica (VAN, TIR).....	37
2.3.7.	Método del eclímetro y wincha	38
2.3.8.	Método del nivel de ingeniero.....	39
2.3.9.	Ecuación de determinación del salto neto	40
2.3.10.	Caudal.....	42
2.3.11.	Método del flotador.....	43
2.3.12.	Método del recipiente	45
2.3.13.	Generalidades sobre la potencia y energía eléctrica. Potencia..	45
2.3.14.	Mini centrales hidroeléctricas.	47
2.3.15.	Mini central “De Pasada”	49
2.3.16.	Mini central de “Regulación”	50
2.3.17.	Partes de las micro centrales hidroeléctricas.....	57
2.3.18.	Normas legales	77
2.3.19.	Normas sobre sector electricidad	78
2.3.20.	Normas sobre recursos naturales.....	79
2.3.21.	Normas sobre áreas naturales protegidas	81
2.3.22.	Normas sobre evaluación de impacto ambiental.....	82
2.3.23.	Normas sobre salud	83
2.3.24.	Normas de patrimonio cultural	84
2.3.25.	Normas sobre participación ciudadana.....	84
2.3.26.	Mantenimiento.....	87
2.4.	Definición de terminología	97
III.	CAPITULO	99
	MARCO METODOLÓGICO.....	99
3.1.	Tipo y Diseño de la Investigación	100
3.2.	Población y Muestra.....	100
3.2.1.	Población.....	100
3.2.2.	Muestra	100
3.3.	Hipótesis	100
3.4.	Variabes	100
3.4.1.	Variabes independientes.....	100

3.4.2. Variables Dependientes	101
3.5. Operacionalización de variables.....	102
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	104
3.6.1. Métodos de Investigación	104
3.6.2. Técnicas de investigación.....	104
3.6.3. Instrumentos de recolección de datos:	105
3.7. Procedimiento para la recolección de datos:	106
3.7.1. Diagrama de procesos de flujo:.....	106
3.7.2. Descripción de procesos	106
3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos.....	108
3.9. Criterios éticos	108
3.6. Criterios de rigor científico.....	110
IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	112
4.1. Evaluación del recurso hídrico	158
4.1.1. Evaluar el potencial Hídrico de la cuenca proveniente del Rio Zaña	158
4.1.2. Recurso Hídrico	158
4.2. Análisis del sistema hidrométrico	160
4.3. Potencia de trabajo	161
4.3.1. Cálculo de la altura bruta	161
4.3.2. Cálculo de la potencia neta.....	161
4.4. Obras civiles	162
4.4.1. Diámetro de tubería forzada.....	162
4.5. Pérdidas Primarias	165
4.5.1. Cálculo de pérdidas en la tubería forzada	165
4.6. Pérdidas secundarias	167
4.6.1. Pérdidas en la rejilla de limpieza	167
4.6.2. Pérdidas en el codo angular	167
4.7. Pérdidas en la válvula de compuerta.....	168
4.8. Pérdidas en el pantalón	169
4.8.1. Pérdidas en el codo secundario	169
4.8.2. Pérdidas en la válvula mariposa.....	170
4.8.3. Pérdidas en la contracción anterior a la cámara espiral	171
4.9. Calculó del salto neto	173
4.9.1. Pérdidas primarias:	173
4.9.2. Pérdidas secundarias	173

4.9.3. Segundo tramo de tubería tramo del pantalón.....	173
4.10. Total de pérdidas.....	173
4.11. Dimensionamiento de la turbina y generador.....	174
4.12. Costo de la tubería forzada en el tramo del pantalón	176
4.13. Precio de la turbina y accesorios.....	177
4.14. Evolución económica.....	178
4.15. Selección de equipos de transmisión de potencia mecánica.	183
4.16. Cálculos eléctricos para la selección de equipos	185
4.16.1..... Intensidad en Alta tensión:	185
V. PROPUESTA DE INVESTIGACION.....	192
5.1. Etapas del Proceso del plan de mantenimiento	193
5.1.1. Descripción del mantenimiento para la Mini central hidroeléctrica	194
5.1.2. Mantenimiento Preventivo:	194
5.2. Descripción general del mantenimiento que se realizará en la Mini Central.....	189
5.3. Turbina puesta en marcha.....	190
5.4. Generador	191
5.5. Transmisión de acoplamiento directo	192
5.5.1. Tipo de acoplamiento para el sistema de generación	192
5.5.2. Notas generales sobre la alineación	192
5.6. Efecto de la temperatura.....	193
5.7. Errores en la alineación del eje.....	193
5.8. Generador en marcha	194
5.8.1. Pruebas de alta tensión de devanados de estator en el emplazamiento	194
5.8.2. La máquina se recalienta	194
5.9. Resistencia de aislamiento.....	195
5.10. La tensión en bornes no se mantiene correctamente.....	196
5.11. La tensión inestable:.....	196
5.12. Vibración excesiva:	196
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	197

6.1. Conclusiones	198
6.2. Recomendaciones	199
ANEXOS	200
ENTREVISTA	201

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINI CENTRAL.....	2
ILUSTRACIÓN 2 CUARTO DE MAQUINAS.....	3
ILUSTRACIÓN 3 TURBINA	3
ILUSTRACIÓN 4 GENERADOR ELÉCTRICO.....	4
ILUSTRACIÓN 5 TABLERO ANALÓGICO	4
ILUSTRACIÓN 6 TRANSFORMADOR	5
ILUSTRACIÓN 7 ALIVIADERO	5
ILUSTRACIÓN 8 MÉTODO DE NIVEL DE MANGUERA	34
ILUSTRACIÓN 9 MÉTODO DEL MANÓMETRO	35
ILUSTRACIÓN 10 MÉTODO DEL CARPINTERO	36
ILUSTRACIÓN 11 MÉTODO DEL ALTÍMETRO.....	37
ILUSTRACIÓN 12 MÉTODO DEL ECLÍMETRO Y WINCHA	39
ILUSTRACIÓN 13 MÉTODO DEL INGENIERO	40
ILUSTRACIÓN 14 ESQUEMA DE UN SALTO DE AGUA.....	41
ILUSTRACIÓN 15 MÉTODO DEL FLOTADOR	43
ILUSTRACIÓN 16 MÉTODO DEL RECIPIENTE	45
ILUSTRACIÓN 17 MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PASADA.	50
ILUSTRACIÓN 18 MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE REGULACIÓN	51
ILUSTRACIÓN 19 DIMENSIONES DE UNA TURBINA PELTON.	62
ILUSTRACIÓN 20 DIRECTRIZ DIMENSIONES DE UNA TURBINA MICHELL BANKI. .	64
ILUSTRACIÓN 21 ESQUEMA FLUVIAL DE RIO ZAÑA	159
ILUSTRACIÓN 22 SISTEMA HIDROMÉTRICO.....	160
ILUSTRACIÓN 23 VALORES DE Kb	167
ILUSTRACIÓN 24 COEFICIENTE DE LA COMPUERTA.....	168
ILUSTRACIÓN 25 PÉRDIDAS EN LA VÁLVULA MARIPOSA.....	170
ILUSTRACIÓN 26 CONTRACCIÓN DEL PANTALÓN	172
ILUSTRACIÓN 27 VELOCIDAD DE SINCRONISMO	175
ILUSTRACIÓN 28 VELOCIDAD ESPECÍFICA.....	176
ILUSTRACIÓN 28 VELOCIDAD ESPECÍFICA	176

Índice de tablas

ΤΑΒΛΑ 1: ΠΑΡΪΜΕΤΡΟΣ ΔΕ ΛΑ ΜΙΝΙ ΧΕΝΤΡΑΑ	6
ΤΑΒΛΑ 2 ΜΤΟΔΟ ΔΕΛ ΙΝΓΕΝΙΕΡΟ	40
ΤΑΒΛΑ 3 ΜΤΟΔΟ ΔΕΛ ΦΛΟΤΑΔΟΡ.....	44
ΤΑΒΛΑ 4 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 01 ΜΧΗ.	53
ΤΑΒΛΑ 5 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 02 ΜΧΗ.	54
ΤΑΒΛΑ 6 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 03 ΜΧΗ.	55
ΤΑΒΛΑ 7 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 04 ΜΧΗ.	55
ΤΑΒΛΑ 8 ΜΧΗ.....	56
ΤΑΒΛΑ 9 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 05 ΜΧΗ.	57
ΤΑΒΛΑ 10 ΧΛΑΣΙΦΙΧΑΧΙΘΝ Ν= 06 ΜΧΗ.	57
ΤΑΒΛΑ 11 ΑΝΓΥΛΟ ΔΕΛ ΙΝΨΕΧΤΟΡ.	63
ΤΑΒΛΑ 12 ΧΥΑΔΡΟ ΔΕ ΛΑΣ ΜΙΝΙ ΧΕΝΤΡΑΛΕΣ ΗΙΔΡΟΕΛΤΧΤΡΙΧΑΣ	76
ΤΑΒΛΑ 13 ΟΠΕΡΑΧΙΟΝΑΛΙΖΑΧΙΘΝ ΔΕ ϒΑΡΙΑΒΛΕΣ	103
Ταβλα 14.Δεσχιριχι Γν γενεραλ δελ μαντενιμιεντο	189
ΤΑΒΛΑ 15 ΓΥΑΣ ΔΕ ΟΒΣΕΡϒΑΧΙΘΝ	202

Índice de ecuaciones

ECUACIÓN 1 ALTURA TOTAL	34
ECUACIÓN 2 MÉTODO DEL MANÓMETRO KPA	35
ECUACIÓN 3 MÉTODO DEL MANÓMETRO PSI.....	35
ECUACIÓN 4 MÉTODO DEL MANÓMETRO ALTURA TOTAL.....	35
ECUACIÓN 5 MÉTODO DEL NIVEL DE CARPINTERO Y REGLAS.	36
ECUACIÓN 6 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	37
ECUACIÓN 7 COSTO UNITARIO.....	38
ECUACIÓN 8 MÉTODO DEL ECLÍMETRO Y WINCHA	39
ECUACIÓN 9 SALTO NETO	41
ECUACIÓN 10 PÉRDIDAS DE CARGA	42
ECUACIÓN 11 MÉTODO DEL FLOTADOR	44
ECUACIÓN 12 MÉTODO DEL RECIPIENTE.	45
ECUACIÓN 13 POTENCIA ESTIMADA.....	46
ECUACIÓN 14 POTENCIA NETA O HIDRÁULICA	46
ECUACIÓN 15 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN).....	59
ECUACIÓN 16 RADIO DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN.....	59
ECUACIÓN 17 PERDIDAS EN LA TUBERÍA DE PRESIÓN.	59
ECUACIÓN 18 VELOCIDAD DEL CHORRO A LA SALIDA DEL INYECTOR	60
ECUACIÓN 19 DIÁMETRO DEL CHORRO	60
ECUACIÓN 20 DIÁMETRO PELTON.....	61
ECUACIÓN 21 VELOCIDAD ESPECIFICA	62
ECUACIÓN 22 NÚMERO DE CUCHARAS.....	62
ECUACIÓN 23 ALTURA DE MONTAJE MÍNIMA.....	62
ECUACIÓN 24 VELOCIDAD DEL CHORRO T. MICHELL –BANKI	63
ECUACIÓN 25 ESPESOR DEL CHORRO T. MICHELL –BANKI	63
ECUACIÓN 26 DIÁMETRO EXTERNO INTERIOR T. MICHELL –BANKI	64
ECUACIÓN 27 ANCHO DEL RODETE T. MICHELL – BANKI.....	64
ECUACIÓN 28 VELOCIDAD PERIFÉRICA O TANGENCIAL.	65
ECUACIÓN 29 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	65
ECUACIÓN 30 TORQUE.....	66
ECUACIÓN 31 POTENCIA.	66
ECUACIÓN 32 EFICIENCIA.....	67
ECUACIÓN 33 ALTURA BRUTA	161
ECUACIÓN 34 POTENCIA NETA	161
ECUACIÓN 35 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.....	162
ECUACIÓN 36 TIEMPO DE CIERRE DE LA VÁLVULA	163
ECUACIÓN 37 DIAMETRO ECONÓMICO.....	164
ECUACIÓN 38 PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA FORZADA	165
ECUACIÓN 39 COLEBROOK – WHITE	166

ECUACIÓN 40 TUBERÍA FORZADA Y CÁMARA DE CARGA	166
ECUACIÓN 41 PÉRDIDAS EN LA REJILLA	167
ECUACIÓN 42 PÉRDIDAS EN EL CODO ANGULAR	167
ECUACIÓN 43 PÉRDIDAS EN LA VÁLVULA DE COMPUERTA.....	168
ECUACIÓN 44 PÉRDIDAS EN EL PANTALÓN	169
ECUACIÓN 45 PÉRDIDAS EN LA VÁLVULA MARIPOSA.....	170
ECUACIÓN 46 CONTRACCIÓN EN LA CÁMARA ESPIRAL.....	171
ECUACIÓN 47 PÉRDIDAS PRIMARIAS	173
ECUACIÓN 48 PÉRDIDAS SECUNDARIAS	173
ECUACIÓN 49. TOTAL DE PÉRDIDAS	173
ECUACIÓN 50 PÉRDIDAS SECUNDARIAS	173

Índice de fotos

<i>Φοτο 1. Χασα δε Μαθυινασ</i>	203
<i>Φοτο 2. Τρανσφορμαδορεσ Ελεπαδορεσ</i>	203
<i>Φοτο 4. Πατιο δε Αλαπες</i>	204
<i>Φοτο 3. ζιστα Φρονταλ δε λα Μινι Χεντραλ Ηιδροελχτριχα</i>	204
<i>Φοτο 6. Ταβλεροσ δε Μανδο</i>	205
<i>Φοτο 5. Λίνεασ δε Τρανσμισι /ν</i>	205
<i>Φοτο 7. Γενεραδορεσ</i>	206
<i>Φοτο 8. Τυβερία Φορζαδα δε λα εντραδα αλα Τυρβινα</i>	206
<i>Φοτο 9. Γενεραδορ Αχοπλαδο α λα Τυρβινα</i>	207
<i>Φοτο 10. Γενεραδορ Βρυση</i>	207
<i>Φοτο 11. ΓΠΣ γαρμιν α υνα αλτυρα δε 1166 μ</i>	208
<i>Φοτο 12. Ρεφιλλα δε λα χ(μαρα δε χαργα</i>	208
<i>Φοτο 13. Χ(μαρα δε Χαργα</i>	209
<i>Φοτο 14. Χαναλ δε Χαργα</i>	209
<i>Φοτο 15. τυβερία φορζαδα</i>	210

Índice de planos

<i>Πλano N°1 ΟΒΡΑ ΔΕ ΤΟΜΑ ΠΛΑΝΤΑ Ψ ΣΕΧΧΙΟΝΕΣ.....</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°2 ΔΕΤΑΛΛΕΣ ΟΒΡΑ ΔΕ ΤΟΜΑ</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°3 ΔΕΤΑΛΛΕ ΔΕ ΔΕΣΑΡΕΝΑΔΟΡ.....</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°4 ΔΕΣΑΡΕΝΑΔΟΡ □ ΧΑΜΑΡΑ ΔΕ ΧΑΡΓΑ.....</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°5 ΧΕΛΔΑ ΛΛΕΓΑΔΑ Ψ ΤΡΑΝΣΦΟΡΜΑΧΙ©Ν.....</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°6 ΧΑΣΑ ΔΕ ΜΑΘΥΝΑΣ ΠΛΑΝΤΑ, ΣΕΧΧΙΟΝΕΣ Ψ ΔΕΤΑΛΛΕ</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>
<i>Πλano N°7 ΔΙΑΓΡΑΜΑ ΥΝΙΦΙΛΑΡ ΔΕ ΛΑ ΧΕΝΤΡΑΛ.....</i>	<i>ΑΝΕΞΟ</i>

Resumen

La presente investigación se enmarca en el Rediseño De La Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires para una potencia De 4 Mw – La Florida - San Miguel – Cajamarca el cual se ha ido desarrollando mediante estudios de campo, bajo un esquema de sostenibilidad y operación adecuada.

El presente estudio se obtuvo observando el estado actual, a partir de ahí se tomó en cuenta Rediseñar la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires.

La potencia actual es de 700 KW y para el rediseño se estima una potencia de 4 Mw para la Mini Central Hidroeléctrica, suficiente para para su distribución a los distintos lugares del Perú, obtenida a partir de la energía cinética del agua, buscando optimizar el uso de recursos renovables.

Palabras Claves: Mini Central Hidroeléctrica, Recurso Hídrico, Caudal, Energía cinética, Energía mecánica, Energía potencial, Estiaje, Salto bruto, Salto útil, Salto neto, Usos productivos

Abstract

This research is part of the redesign of the Central Mini Hydroelectric Buenos Aires for a capacity of 4 MW - Florida - San Miguel - Cajamarca which has been developed through field studies , under a framework of sustainability and proper operation.

The present study was obtained by observing the current state , from there was taken into account Redesigning the Central Mini Hydroelectric Buenos Aires.

The current power is 700 KW and to redesign a power of 4 MW for Mini Hydroelectric Plant , enough for distribution to various parts of Peru , obtained from the kinetic energy of water is estimated , seeking to optimize the use renewable resources.

Keywords: Mini Hydroelectric Power, Water Resources, Flow, kinetic energy, mechanical energy, potential energy, low water, raw Salto, Salto useful Salto net productive uses.

Introducción

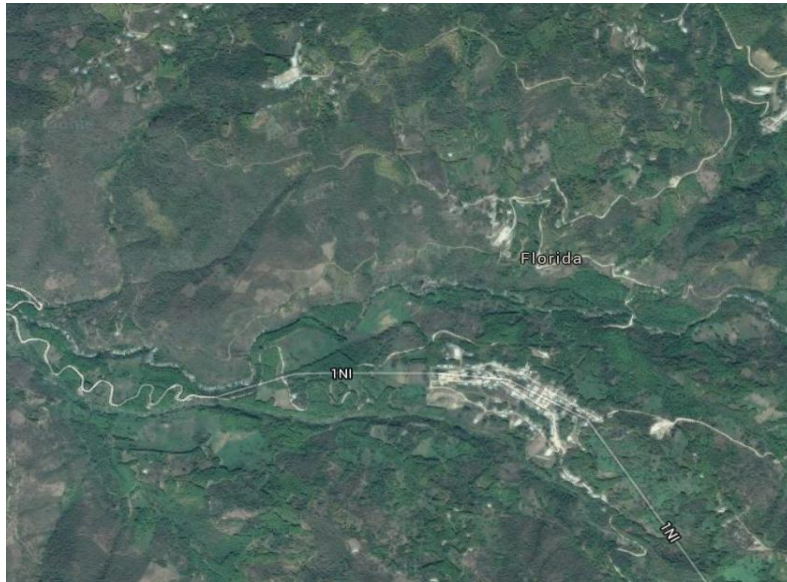
La presente investigación tiene como propósito rediseñar la Mini Central hidroeléctrica de Buenos Aires para una potencia de 4 Mw – la Florida - San Miguel – Cajamarca analizando su rendimiento inicial y después proceder a realizar una ampliación de potencia eléctrica implementando la tercera turbina para poder así llegar a una potencia de 4 Mw y también realizando estudio de factibilidad para poder determinar si conviene o no realizar un rediseño a esta Mini Central Hidroeléctrica.

Viendo la necesidad de ahora en día, el país crece acelerada mente donde es ahora que se requiere más energía de la que estamos suministrando esta falta de energía se ve reflejada en horas puntas donde se requiere la intervención de centrales termoeléctricas las cuales algunas contaminan el medio ambiente y en si la energía aumenta un porcentaje en los Kwh.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

La Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires se encuentra ubicada en La Florida distrito de San Miguel perteneciente a Cajamarca, esta Mini Central Hidroeléctrica aprovecha las aguas provenientes del Rio Zaña.



Ελυστραχι 1: Υβιχαχι 1ν γεογρ(φικα δε λα μινι χεντραλ

Fuente: (MAPS)

La Mini Central Hidroeléctrica cuenta con una extensión de 1000 metros cuadrados de los cuales se tiene un cuarto de máquinas y un ambiente de estadía para los trabajadores.



Ελσπραχι 1ν 2: Χυαρο δε μαθυνασ

(FUENTE PROPIA, 2016)

La Mini Central Hidroeléctrica cuenta con una sola tubería de aducción que tiene 210 metros de caída desde la cámara de carga hasta el cuarto de máquinas; la cual se divide actualmente en dos tuberías estas llegan a su respectiva turbina, las dos turbinas son PELTON que aprovechan la gran caída y el bajo caudal de las aguas embalsadas del rio Zaña estas se encuentran acopladas a un generador marca BRUSH de procedencia inglesa que otorga 350 Kw de potencia a plena carga, igualmente la otra turbina con el otro generador.



Ελσπραχι 1ν 3: Τυρβινα

(FUENTE PROPIA, 2016)



Ενδειξη 4: Γενεραδορ Ελκτριχο
(FUENTE PROPIA, 2016)

Cada generador cuenta con un tablero de mando y de protecci3n anal3gica. Estos tableros est3n operativos pero para la actualidad se encuentran desfasados tecnol3gicamente porque ahora contamos con nuevas tecnolog3as de monitoreo como es el SCADA o el LABVIEW.



Ενδειξη 5: Ταβλερο Αναλγκιχο
(FUENTE PROPIA, 2016)

La Mini Central Hidroeléctrica Cuenta con dos transformadores marca FABEN los cuales elevan del voltaje de 380 V a 22.9 Kv esta central actualmente tiene problemas de sobre carga en lo transformadores elevadores el recalentamiento en los bornes de cada transformador están originando quemaduras en los materiales de aislamiento esto puede con llevar a un incendio sino se soluciona este problema.



Ilustraci 6: Τρανσφορμαδορ
(FUENTE PROPIA, 2016)



Ilustraci 7: Αλιπιαδερο
(FUENTE PROPIA, 2016)

TURBINAS	Dos Turbinas Pelton,
GENERADOR	Dos generadores de 350 kw c/u marca BRUSH.
TRANSFORMADOR	Dos transformadores elevadores marca FABEN de 380 V a 22.9 Kv.
TABLEROS	Dos Tableros Analógicos que se conectan con los generadores y transformadores de la Mini Central Hidroeléctrica.
FACTOR DE POTENCIA	0.8
POTENCIA GENERADA	700 Kw.
ALTURA	210 metros de caída
CONEXIÓN	Interconectado al SEIN.
VOLTAJE DE SALIDA	380 voltios
AMPERAJE	620 Amperios.
ALIVIADORES	Un solo aliviador de caída libre.
AREA OCUPADA POR LA CENTRAL	1000 metros cuadrados.
FUNCIONAMIENTO	A plena carga.(FULL)
ESTACION DE MANTENIMIENTO	No cuenta con estación de mantenimiento.

Tabla 1: Parámetros de la Mini Central

(FUENTE PROPIA, 2016)

1.1.1. Nivel Internacional

A NIVEL ASIA

La gran potencia hídrica de esta zona es Turquía, que ha realizado grandes regulaciones de agua, destacando sobre todo la construcción de la presa de Ataturk (que es uno de los embalses más grandes del mundo) que permite producir una cantidad ingente de energía hidroeléctrica, necesaria para su desarrollo industrial y agrícola. Al mismo tiempo, esta obra ha sido, y es, un foco de conflicto permanente con sus vecinos, Siria e Iraq, por la disminución del caudal que implica esta obra. Estos países han movilizado alguna vez sus ejércitos en defensa de sus derechos hídricos del Eufrates y el Tigris.

Podemos calificar a Turquía como un país rico en agua muy alejado de lo que se da en el resto del Oriente Medio. Se calcula que el suministro total de agua disponible pasa de los 193 km³. Esta cantidad dividida por los setenta millones de turcos de 2005, nos da unos 2.800 m³ por persona/año, por encima del nivel del estrés hídrico.

Sin embargo, su población está creciendo muy rápidamente, previéndose que aumentará a unos ochenta millones, para el año 2025, lo que provocará una reducción de su disponibilidad a unos 2.400 m³/año. La mayor parte de los hidrólogos turcos calculan que el volumen real hídrico disponible es de unos 45.000 millones de m³, lo que reduce sustancialmente su uso quedando en unos 1.800 m³ por persona y año, esto sigue siendo una cantidad adecuada pero ya no tan abundante como se ha tenido anteriormente.

Ilter Turam (hidrólogo), afirma: “Se espera que el consumo de agua subirá rápidamente en los años venideros. Esto se debe a que el gobierno turco pretende hacer una serie de programas de riego que aumentará la presión de la demanda sobre los recursos hídricos de la nación. El país se está urbanizando rápidamente y la expansión de la base industrial creará nuevas y adicionales necesidades de agua”.

La cantidad de agua de que dispondrán sirios e iraquíes continuará menguando anualmente, debido al fuerte crecimiento de su población y a un mayor desarrollo de la zona. Las obras hidráulicas diseñadas por Turquía empeorarán la situación hídrica de estos dos países. Los planes, que los sirios están desarrollando, ponen en peligro el suministro a Iraq. Turquía es la potencia regional dominante tanto económicamente como militarmente, de ahí las dificultades para un conflicto militar.

Ilter Turam afirma que “cuando la renta per cápita llegue a los diez mil dólares anuales, Turquía necesitará toda el agua disponible, y en consecuencia, menor será la cantidad que llegará a Iraq y Siria”.

El mayor consumo hídrico se debe al gran plan hidráulico que se está desarrollando en el sudeste de la península de Anatolia, con un conjunto de 22 embalses, que tiene un coste previsto de 32.000 millones de dólares. Todo ello con una red auxiliar de canales de riego, pequeñas y grandes presas que regarán unas 1.700.000 Ha. De las cuales, 1.100.000 Ha están en la cuenca del Eufrates y 600.000 Ha en la del Tigris. El proyecto afecta a unos 74.000 km² y cambiará la vida de casi cinco millones de turcos.

Se construyen en este conjunto de embalses unas diecinueve centrales hidroeléctricas que generarán más de 27 millones de kw/h de electricidad, aumentando en un 40% la potencia eléctrica actual de Turquía, lo que permitirá un mayor desarrollo económico.

A NIVEL SUDÁFRICA (ONUDI y CIPCH)

Cinco de los nueve países de África central utilizan la pequeña central hidroeléctrica en cierto modo o tienen el potencial para hacerlo. África central tiene un potencial para pequeñas centrales hidroeléctricas estimado en alrededor de 328 MW (para plantas de hasta 10 MW), de los cuales 76 MW han sido desarrollados. Es necesario considerar que ninguno de estos países ha contado con una evaluación de sus recursos hídricos para la pequeña central hidroeléctrica y que su

potencial estimado está basado en listados de los países, individuales y probablemente incompletos, sobre las áreas adecuadas para las pequeñas centrales hidroeléctricas; estos podrían ser inexactos o estar desactualizados en el momento de la redacción de este documento. No existe una estrategia específica de energías renovables en los países de África central mencionados. La legislación para el sector de la energía renovable en Angola está en marcha y el apoyo a la pequeña central hidroeléctrica se manifiesta en forma de la reducción de la pobreza y las estrategias de electrificación rural. En Camerún, los objetivos de desarrollo para el 2035 incluyen las energías renovables para potenciar el desarrollo económico. La política energética de la República Centroafricana favorece a las energías renovables y a la diversificación energética. Su objetivo es el de reducir la pobreza basada en la ampliación de la electrificación rural, la construcción de micro centrales hidroeléctricas y la electrificación de los pueblos mediante la utilización de sistemas fotovoltaicos y de biomasa. Las barreras financieras y administrativas, así como la dificultad de acceso a la tecnología, han sido identificadas en Camerún. Sin embargo, es necesario realizar un análisis integral sobre las barreras para toda la región.

A NIVEL EUROPEO (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

La Unión Europea tiene como objetivo prioritario la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables. Esto se debe a razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económica y social. El marco legislativo de las Energías Renovables en la Unión Europea está basado en el “Libro Blanco para una Estrategia Común y un Plan de Acción para las Energías Renovables”, desarrollado en 1997 por parte de la Comisión de las Comunidades Europeas. El objetivo fijado en el Libro Blanco establece el incremento en 4.500 MW de potencia instalada en Europa en Mini Centrales Hidroeléctricas en el horizonte

2010, lo que significará incrementar la producción anual desde los 37 TWh actuales a los 55 TWh. Posteriormente se promulgó la Directiva 2001/77/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de la electricidad. En esta Directiva se proponen objetivos indicativos para cada Estado miembro, que en el caso de España coinciden con los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, asumidos por el Plan de Energías Renovables 2005-2010. La Directiva fija como objetivo, para el año 2010, generar el 12% de electricidad con recursos renovables y propone las siguientes medidas: - Objetivos nacionales cuantificables para el consumo de electricidad generada con renovables. - Esquemas de promoción de la electricidad verde. (Posibilidad de un sistema armonizado en la UE). - Simplificación de los procedimientos administrativos de autorización. - Acceso garantizado para la transmisión y distribución de dicha electricidad.

El objetivo general fijado por la Unión Europea marca la aportación de fuentes de energías renovables en un porcentaje del 12% de la energía primaria demandada en la UE en el año 2010. En particular se establece como objetivo para la energía hidroeléctrica alcanzar los 105.000 MW en ese año, distribuidos de la siguiente manera: - Grandes centrales (mayores de 10 MW): 91.000 MW (incluidas las de bombeo). - Pequeñas centrales (menores de 10 MW): 14.000 MW.

A NIVEL NORTE AMÉRICA (Reséndiz, D.)

Una idea que llama mucho la atención es la construcción de centrales hidroeléctricas, pero a menor escala para que sean aplicables de manera personal, sin faltar a las regulaciones impuestas por México como consta en el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Las mini-centrales hidroeléctricas se colocarían en las casas o industrias como fuentes de complemento de energía eléctrica, la cual se

alimentaría con un caudal más pequeño pero con funcionamiento parecido a la de un caudaloso río. Por su pequeña escala no podría sostener una industria grande por completo, pero sí podría aportar para que la cantidad de energía total, proveniente de combustibles fósiles o hidrocarburos, disminuya significativamente. Sería una forma de ayudar a preservar el medio ambiente cuidando las emisiones de contaminantes y también de reducir gastos ya sea en la industria o en la vivienda.

Otra de las aplicaciones que se encuentra es en la industria neumática. En esta clase de fábricas en las que se emplea aire comprimido existe desperdicio de energía ya que se requieren compresores para tener aire a presión. En este caso se puede emplear también un pequeño generador que aproveche este aire a presión que se encuentre en las tuberías, para esto es conveniente destacar que el prototipo construido fue probados con ambos fluidos, agua y aire a presión de 6 bar.

. Por ejemplo la cuenta de gastos de energía eléctrica en las casas o industrias es muy probable que disminuya, debido al uso de las ya mencionadas centrales en aparatos de bajo voltaje. Otro aspecto muy importante es la protección del medio ambiente, tomando en cuenta que la energía que consumimos en nuestras casas e industrias proviene de los combustibles fósiles e hidrocarburos, al utilizar este tipo de energía alternativa gentil con el entorno ponemos nuestro granito de arena para ayudar a controlar el calentamiento global.

1.1.2. Nivel Nacional (Merrill Energy, 2015)

En la actualidad se ha visto el crecimiento poblacional progresivo y con esto el aumento del consumo de energía eléctrica a nivel nacional según los estudios realizados por el ministerio de energía y minas hasta febrero del 2011 en nuestro país se utiliza el gran potencial hídrico de los ríos, generación hidroeléctrica representada el 64% del total de nuestra electricidad, el 32% lo generan las centrales térmicas de base

de gas natural, el 2% mediante carbón, 2% diesel. Las centrales hidroeléctricas Santiago Antúnez de Mayolo y restitución estas dos componen el complejo hidroenergético más grande del país con aproximadamente 1000 MW de generación, lo que se requiere es disminuir el uso de hidrocarburos para la generación de energía eléctrica.

En el otro aspecto se está desarrollando el estudio de una central hidroeléctrica "INAMBARI" , la cual generara una potencia de 2200 MW más del doble de lo que genera el complejo de Mantaro, esta central se ha visto opacada ya que de plasmarse este proyecto afectaría una extensión de 410 Kilómetros, lo que pondría en riesgo, además de reubicar a más 4000 personas, la conclusión de la carretera interoceánica en los tramos 3 y 4 ya que sería inundados 98 kilómetros, perjudicando las perspectivas del desarrollo agropecuario y comercial de la zona.

Según el ministerio de energía y minas las centrales hidroeléctricas generan un total de 2927 MW y se distribuyen de la siguiente manera:

En la zona norte del Perú existen tres centrales que representan el 15% de las cuales el Cañón del Pato es la que genera mayor potencia, (264 MW). Por otro lado en la zona centro de nuestro territorio se han construido 14 centrales hidroeléctricas que representan el 66% siendo esta zona las más representativas en cuanto a energía renovable aprovechando sus recursos hídricos. La central de mayor capacidad en el centro es la de Antúnez de Mayolo (798 MW). Así mismo la zona sur está constituida por 4 centrales que representan el 24% siendo la de Charcani en Arequipa la de mayor potencia con una capacidad de 134 MW.

1.1.3. Nivel Local (AGRICULTURA, 2015)

El aprovechamiento del recurso hídrico también ha sido materia de estudio en nuestra localidad es por ello que podemos ver el estudio de una mini central hidroeléctrica Patapo la cual se encuentra ubicada en

la cuenca baja del Rio Chancay – Lambayeque que pertenece a la cuenca hidrográfica del pacífico. El gobierno regional ha dado la concesión definitiva a la empresa de generación hidroeléctrica de Chancay para la generación de 1MW esta mini central ya se encuentra en el ciclo de obras la cual no genera impacto en el uso de agua ya que empleará el agua conducida por el canal Taymi no requiriendo la construcción de reservorios o de estructuras especiales.

Por otro lado el proyecto Olmos es un proyecto que consiste en el aprovechamiento de los recursos hídricos de los ríos Huancabamba, Tabaconas y Machara ubicadas en la cuenca del atlántico, derivándolos por intermedio de un túnel transandino hacia la cuenca del pacifico para irrigar tierras eriazas y generar energía hidroeléctrica. El potencial del proyecto Olmos, identificado en los estudios corresponde a una capacidad de generación de 624 MW aproximadamente con la construcción de sus dos etapas, para este proyecto se ha visto opacado ya que en nuestra región vecina de Piura reclaman las aguas del rio Huancabamba y ellos también han presentado un proyecto similar del Alto Piura , es por ello que el proyecto Olmos tiene el peligro de disminuir hasta un 30% su potencia inicial ya que todo el caudal que iba a ser usado para este proyecto será utilizado en generación de energía en la región de Piura.

Inicialmente este proceso tuvo bastante acogida con la participación de catorce empresa postoras, de las que posteriormente calificaron cinco, los conflictos surgidos con el proyecto del alto Piura, por la repartición de las aguas del Rio Huancabamba originario la falta de interés de los postores de aquel entonces.

Nuestra identificación con el desarrollo nacional regional nos ve comprometidos en desarrollar nuevas tecnologías puestas en disposición en beneficio de nuestra comunidad, es por ello que hemos visto conveniente hacer el rediseño de la central hidroeléctrica de Buenos Aires La Florida - San Miguel – Cajamarca la cual contará con estudios necesarios para el rediseño y repotenciación de esta mini

central es por ello que hemos realizado un estudio del aprovechamiento de las aguas que desembocan del Rio Zaña, con este estudio planteamos rediseñar y repotenciar la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires la cual beneficiará a toda la región interconectándola al SEIN.

Cerca al pueblo se encuentra la mini central hidroeléctrica de buenos aires la cual produce aproximadamente 700 kW de potencia, en la cual se realizó una visita técnica encontrando que la mini central de buenos aires tiene una capacidad mayor a la que fue considerada en su diseño actual.

Por ende se propone el rediseño de esta central en la cual tomando datos de caudal y altura se comprobó que la mini central de Buenos Aires se encuentra óptima para un estudio de rediseño y repotenciación de esta mini central la cual llegaría a 4 MW de potencia en generación, según el estudio realizado a esta mini central.

1.2. Formulación del Problema

¿Es factible técnicamente rediseñar y económicamente repotenciar la mini central de Buenos Aires?

a) Objeto de estudio: El mal aprovechamiento del recurso hídrico para la generación de energía eléctrica.

1.3. Justificación e Importancia:

La Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires actualmente en operación entre un rango de 700 KW, en el cual se realizará un estudio detallado para la repotenciación de dicha central, la cual contara en su rediseño con un rango de 4 MW que abastecerá al sistema interconectado en horas puntas para así mantener el equilibrio de la demanda energética en el Perú. El Perú es un país con mucha necesidad de energía eléctrica sobre todo en los pueblos aislados, debido a ello el atraso cultural de sus pobladores es muy marcado. Esto es una de las causas por las cuales existe mucha diferencia social, económica y por ende cultural. La energía eléctrica es una necesidad básica que todo ciudadano merece ser satisfecho. La falta de este servicio trae como consecuencia que no se cuente con mejores condiciones de vida, sin los adelantos y la tecnología de este mundo globalizado. Una persona que ha pasado gran parte de su vida sin haber gozado de este elemental servicio, se encontrará en desventaja con la gente de las ciudades obteniendo por ello puestos de trabajo de menor rango.

1.3.1. Técnica

Al contar con un rediseño de la mini central hidroeléctrica se estará obteniendo un mejor uso de los recursos naturales logrando el máximo potencial hidroenergético y así abasteciendo a más localidades con energía eléctrica.

1.3.2. Económica

A mediano y largo plazo los proyectos hidroeléctricos son más económicos que la obtención de energías de otras formas,. Generan empleos mejorando el ingreso económico de las familias en la etapa de estudio de factibilidad, construcción y operación de la misma.

Se disminuye el uso de divisas (Generalmente dólares) por la generación de energía con materia prima local renovable. En el espejo

de agua del embalse se generan empleos adicionales por los proyectos de cría de peces que se realizan en el mismo. La proliferación de las hidroeléctricas genera una estabilidad macroeconómica ya que siempre se utilizan préstamos a mediano y largo plazo. Se incrementa el parque de generación eléctrica mejorando la capacidad de la expansión Industrial en el sector donde se construye. La energía limpia producida es la materia prima para una cadena de productos que se elaboran con energía dándole cada vez más valor agregado a la energía.

1.3.3.Social

Se generará un impacto positivo ya que el rediseño permitirá aumentar la capacidad de energía de la mini central y así abastecer a zonas alejadas con energía eléctrica.

Sirve como un controlador de inundaciones y por lo tanto disminuye la cantidad de viviendas y personas afectadas. Al ser una generadora de empleo disminuye la migración de pobladores. Sirven como destino para fines educativos en la zona. Incrementa la capacidad de captación de agua que puede servir a la población en épocas de sequía. Ayuda a la población y a la empresa encargada del proyecto a cuidar (Agua, Flora y Fauna) con mayor responsabilidad la cuenca receptora del agua. Sirve como destino turístico para personas locales y externas.

1.3.4.Ambiental

Siempre se ha considerado que la electricidad de origen hidráulico es una alternativa energética limpia. Aun así, existen determinados efectos ambientales debido a la construcción de centrales hidroeléctricas y su infraestructura.

La construcción de presas y, por extensión, la formación de embalses, provocan un impacto ambiental que se extiende desde los límites superiores del embalse hasta la costa. Este impacto tiene las siguientes consecuencias, muchas de ellas irreversibles:

- Sumerge tierras, alterando el territorio.
- Modifica el ciclo de vida de la fauna.
- Dificulta la navegación fluvial y el transporte de materiales aguas abajo (nutrientes y sedimentos, como limos y arcillas).
- Disminuye el caudal de los ríos, modificando el nivel de las capas freáticas, la composición del agua embalsada y el microclima.

1.4. Limitaciones de la investigación

- Difícil acceso a la zona.
- Costosos instrumentos de medición.
- Inexistencia de planos.
- Peligrosidad a la hora de realizar pruebas de caudal.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Rediseñar la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires –La Florida - San Miguel – Cajamarca para una potencia de 4 Mw.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el potencial hídrico de la cuenca proveniente del Rio Zaña.
- Realizar los cálculos de la repotenciación de la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires para una potencia de 4 Mw.
- Seleccionar los equipos electromecánicos para la repotenciación de la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires.
- Evaluar económicamente la Repotenciación de la Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires.
- Realizar un plan de mantenimiento predictivo y preventivo para la Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires.
- Realizar los Planos de la Repotenciación para Mini central Hidroeléctrica Buenos Aires.

II. CAPÍTULO MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Nivel mundial

(Innovaciones Tecnológicas)

Científicos de Siberia idearon una innovadora Mini Central Hidroeléctrica de una potencia de cinco kilovatios:

Los especialistas de la Universidad Federal de Siberia y de la Sociedad anónima Radios vías planean instalar el primer modelo industrial de esta mini central hidroeléctrica en Krasnoyarsk.

Los creadores de esta hidroeléctrica están dedicados a la producción en serie, debido a que, una vez lanzada, el costo de la instalación disminuye, a medida que aumenta las características de explotación. La energía eléctrica de las plantas hidroeléctricas se produce a partir de tres componentes: la energía potencial del embalse, en esencia, la altura en que se encuentra; de la energía de presión, o sea, de la energía interna de la masa líquida, y de la energía cinética del caudal, explica Evgueni Spirin, especialista de la Universidad Federal de Siberia:

–De estos tres componentes aprovechamos la energía cinética del caudal para la producción de la electricidad. En la construcción de una mini estación hidroeléctrica y de centrales de baja potencia, de menos de un megavatio comienza a operar el factor del tamaño. Es decir, las centrales hidroeléctricas se tornan sustancialmente más costosas mientras más grande es la estación, es más, no solo en la etapa de la construcción sino en todas las etapas del ciclo de funcionamiento. El precio de un kilovatio en los modelos experimentales de hoy es de doscientos mil rublos, mientras que en una central hidroeléctrica de gran tamaño, su precio es de cuarenta a ochenta mil rublos. De suerte que por ahora, el costo de cada kilovatio producido es muy alto.

Pero, si se organiza la producción en serie será más barato. El freno principal para el desarrollo de la energía hidroeléctrica pequeña está en

el precio elevado de la construcción de las centrales. Pero los científicos siberianos pueden ofrecer hoy tecnologías de construcción de centrales hidroeléctricas que no requieren de enormes embalses ni la realización de trabajos geodésicos. Una mini estación hidroeléctrica puede armarse de bloques, sin necesidad de obras en el terreno, ni de ingeniería en los lugares de la instalación; es ecológicamente inocua y, como resultado tenemos la disminución en veinte veces del precio de la electricidad. Tales perspectivas cortan simplemente el aliento, aunque no todo es tan simple, explica el profesor Valentín Berlín, de la Universidad de Moscú de la Construcción:

–De construir estaciones en serie resultará más barato. Pero, debido a que de todos modos es considerable el consumo metálica, y la estación debe navegar, es necesario fijarla a un ancla o a una balsa, el ahorro de metal ya no será mucho. Estas centrales pequeñas no son muy gestionables. Ellas deben trabajar ya sea con baterías, y de ahí también el fluido continuo, o con un regulador de frecuencia, lo que en general es imposible, pues encarece considerablemente la construcción.

Y la conclusión es que toda Mini Central hidroeléctrica es útil en condiciones en que no se pueda obtener otra energía. Resulta bastante simple transportarla e instalarla, pero el motor diesel va a necesitar todo el tiempo de combustible. En este plano es mejor la central hidroeléctrica. “Pero existe una enorme deficiencia”, subraya Valentín Berlín. Ellas emplean el torrente superficial del agua, mientras que la mitad del país cuenta con ríos que se congelan”. Pero los científicos rusos tienen otros proyectos innovadores, como el de las estaciones marítimas, indica Valentín Berlín:

–En Moscú, el Instituto de construcciones energéticas está trabajando en una estación que utiliza las mareas. Se trata del intento de modernización del proyecto de central eléctrica de marea ascendente, la combinación de los sistemas hidroenergéticos de esa estación con los ondulatorios.

Rusia es un país de vasto territorio, del que una parte considerable no cuenta con abastecimiento eléctrico centralizado. De manera que, las mini centrales hidroeléctricas y otros proyectos son bienvenidos. La cuestión consiste en que, las innovaciones se materialicen rápidamente y encuentren su consumidor.

La Rioja (MEDICON)

- Se debe permitir el paso de la fauna tanto aguas arriba como aguas abajo, mediante la realización de obras de permeabilidad como canales, rampas o canales. Un ejemplo es la escala de artesas de las minicentrales de Molina de Suso y El Barco. La permeabilidad faunística debe ser una función preferente de tomas y desagües. Asimismo, deben diseñarse asegurando las condiciones óptimas para la fauna. –
- También debe permitirse el paso de la fauna terrestre y las personas, instalando medidas de seguridad (como un vallado) en las zonas que lo requieran para evitar accidentes.
- Además, debe tenerse en cuenta la restauración de las zonas erosionadas y corregirse el impacto paisajístico. Esto debe solucionarse mediante medidas como la revegetación, utilizando preferentemente especies autóctonas.
- Las mini centrales hidráulicas deben construirse con una distancia entre sí de 3 km en el río Ebro, y de 1 km en sus afluentes, para evitar efectos sinérgicos.
- Para proteger a la avifauna del tendido eléctrico asociado a las mini centrales, deben ponerse en prácticas las medidas incluidas en el Decreto 32/1998 de 30 de abril por el que se establecen normas de

carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna.

- Estas medidas incluyen la prohibición de aislantes eléctricos rígidos, puentes flojos no aislados y seccionadores e interruptores en intemperie. El objetivo principal es el aislamiento de los elementos de tensión para evitar la electrocución de la avifauna, empleando aisladores de cadena o compuestos por materiales que eviten el riesgo, como fibra de vidrio.
- Las mediciones automáticas de los caudales ecológicos deben enviarse con periodicidad semestral a la Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja.
- También debe controlarse la permeabilidad faunística. El mantenimiento de la diversidad y la producción debe realizarse mediante análisis limnológicos e ictiológicos.

2.1.2.Nivel Nacional

Convenio GTZ - Asociación civil PROMIHDEC – Mini Centrales Hidroeléctricas departamento de Cusco. (Promihdec)

En la primera fase del Proyecto se encontraba inmerso dentro de la estructura organizativa de la CORDE, dependiendo de la Sub- Gerencia de Proyectos Especiales que a su vez depende de la Gerencia de Desarrollo.

La Sub-Gerencia de Proyectos Especiales es encargada de dirigir, coordinar, controlar y evaluar la ejecución de proyectos especiales que se realizan mediante la cooperación técnica y/o financiera internacional en el ámbito de la CORDE CUSCO

En octubre de 1987 una comisión evaluadora conformada por el INP, CORDECUSCO y la G.T.Z. recomendaban que para la etapa de consolidación (2da. fase) se analice una propuesta de estructura administrativa del proyecto que permita crear una institución que tuviera las siguientes características:

Tener la flexibilidad y autonomía suficientes para el planeamiento, la ejecución y conducción de las actividades en el logro de sus objetivos y fines

Los niveles de ejecución deberían contar con profesionales calificados y con experiencia en sus respectivas especialidades

La administración del proyecto debería contar con la organización e infraestructura necesarias para manejar, controlar, y evaluar los recursos disponibles en apoyo de sus órganos de dirección, órganos de línea y al exterior del proyecto. Esto último se refería a fabricantes, usuarios y sector financiero.

La futura organización debería poder acceder a la captación de recursos externos vía asesoramiento, donaciones, préstamos con la

posibilidad de orientar estos recursos en la Ampliación de los servicios del Proyecto.

“Diseño de una mini central de energía hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Abancay-Apurímac” (Universidad Alas Peruanas)

Los pequeños proyectos hidroeléctricos son una alternativa para el desarrollo de la población en áreas rurales, nuestro proyecto busca incentivar la utilización de la infraestructura existente, construida en áreas urbanas para la instalación de pequeños proyectos hidroeléctricos, con la intención de reutilizar la infraestructura reduciendo así los costos y ampliando la probabilidad que los proyectos lleguen a su ejecución. El proyecto de diseño de la mini central en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales en illanlla de la ciudad de Abancay es factible, gracias a la reutilización de la infraestructura existente dentro de la planta.

2.1.3. Nivel local

(CAICEDO M, TARRILLO CH, TESIS 2012)

El crecimiento de la población y los lugares inaccesibles del SEIN han dejado de ser una utopía para la región Lambayeque quien a través de empresas privadas y otras entidades han desarrollado proyectos de generación hídrica, dando a conocer el uso de energía eléctrica a través de las Mini Centrales Hidroeléctrica.

En nuestra localidad uno de los mayores recursos es la fuente hídrica, la cual promoverá la competitividad y logrará un mejor desarrollo económico sostenible. Este proyecto sin duda nos hace sentirnos identificados con nuestra región. Por lo tanto tener que contribuir a seguir generando energía en esta caso hidroenergía es nuestro mayor compromiso, darles una mejor calidad de energía eléctrica a los usuarios. Gracias a la fuente del canal del río Zaña la cual nos hará

participe de concretar un diseño óptimo para el rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires.

Actualmente en el departamento de Lambayeque la Micro Central Hidroeléctrica en el distrito de Patapo es un gran ejemplo para la generación eléctrica.

2.2. Estado del arte

(CAICEDO M,TARRILLO CH,TESIS 2012)

Estado del arte de las Mini Centrales Hidroeléctricas. (Calderon, 2005)

La tecnología de las MCH constituye un importante logro alcanzado por el trabajo y dedicación de muchos científicos e ingenieros de ITDG en el Perú y otros países del mundo.

El desarrollo de la tecnología ha permitido alcanzar altísimos niveles de eficiencia en la conversión de la energía hidráulica en energía eléctrica así como la instalación de grandes módulos de producción eléctrica.

Este paquete consta de los siguientes elementos:

- Construcción de canales de conducción usando el método de las cerchas.
- Diseño innovador de la bocatoma con barrajes móviles.
- Uso de PVC en lugar de acero o fierro para la construcción de la tubería de presión.
- Turbinas innovadoras de diseño estandarizado: Turbina Pelton de múltiples chorros, Turbina Michel-Bankiy Turbina axial o de bajas caídas.
- Uso de reguladores de carga electrónicos, en lugar de los reguladores manuales u oleo hidráulicos tradicionales. Esto hace

más sencillo el diseño de la turbina y reduce los costos de mantenimiento.

- Uso de fajas para el alternador. Ello sirve para adaptar una misma turbina estandarizada diversas caídas útiles y potencias.

El ITDG ha transferido la tecnología desarrollada en MCH a empresas técnicas. Una de ellas es TEPERSAC (Tecnología Energética Peruana S.A.C). Para su gerente, el Sr. Celso Dávila, los mayores aportes de ITDG fueron: proporcionarlas ruedas Pelton para diferentes tamaños de turbinas, desarrollar los moldes de las cucharas y asimismo la entrega de los planos.

Al reducir los tamaños de las turbinas, los precios también descienden; y se adaptan a las realidades de las comunidades aisladas del país, y a su vez facilita la atención que ha brindarse a las MCH pues antes se traían los equipos del extranjero o, en todo caso, seré quería la presencia de un técnico o ingeniero para la operación y mantenimiento, aspecto que se ha superado.

Sin embargo, en algunos casos para la instalación de MCH que realiza TEPERSA, tanto el generador como el regulador se importan de Estados Unidos y Canadá respectivamente. A pesar de ello, se considera que la tecnología desarrollada por ITDG en las MCH tiene facilidad de adaptarse a la realidad, por ser sencilla, tener estándares apropiados, bajos costos, fabricación local y permitir su operación por los propios pobladores de las localidades, previa capacitación.

Una característica adicional de la tecnología de las MCH es que sus costos de operación y mantenimiento están al alcance de las poblaciones rurales beneficiadas. Una conexión al sistema interconectado representaría pérdidas para el agente promotor porque la población no puede asumir los costos totales, de modo que el Estado tendría que subsidiar las costosas instalaciones de redes hacia los

lugares distantes y las distribuidoras perderían porque no podrían cobrar tarifas reales.

Pretender estándares de calidad altos implicaría proyectos con tecnología sofisticada, con fuerte impacto en los costos tanto de inversión como de operación y mantenimiento.

Las obras de captación y conducción del agua hasta la sala de máquinas, si bien siguen lineamientos más convencionales, deben ser concebidas con criterios técnicos que, sin perder seguridad, reduzcan los costos de inversión y permitan tanto la integración de materiales locales como la participación de los futuros beneficiarios en su ejecución.

Debe siempre recordarse que las Mini Centrales Hidroeléctricas no son centrales grandes y en consecuencia no deben aplicarse a ellas técnicas ni modalidades constructivas y contractuales de las grandes obras. Las obras de distribución, deben adecuarse a los criterios de reducción de costos con que se desarrolla el conjunto de los micros aprovechamientos, estableciendo estándares de calidad adecuados a los mismos. Para ello es necesario revisar aquellas normas técnicas que privilegian la calidad antes que el costo y que suelen utilizarse en redes rurales de regiones más desarrolladas.

Los adelantos tecnológicos se enfocan cada vez más a la utilización de energías renovables producidas por las Micro Centrales Hidroeléctricas, ya sea por su costo o porque las tecnologías de la energía están basados en procesos de miniaturización y modularización, siendo más apropiadas para la utilización social.

En la actualidad todas las centrales y micro centrales de nueva construcción son totalmente automatizadas. De hecho, una de las actuaciones que se viene realizando en el sector hidroeléctrico consiste en la modernización de antiguas instalaciones en explotación para automatizar todos sus equipos y sistemas con objeto de obtener

mayores rendimientos energéticos y menores gastos de explotación.
(Castro, 2006)

En cuanto a la tecnología se puede distinguir entre:

- **Convencional:** Basada en los relés electromecánicos o estáticos.

La utilización de relés convencionales es la forma más sencilla y económica de automatizar una central, aunque tiene la desventaja de ser más limitada.

Esta tecnología permite automatizar:

- Secuencias de arranque.
- Secuencias de parada por protecciones.

- **Digital:** Se refiere a técnicas informáticas que permiten la gestión de todas las funciones de la central. Los equipos de automatización que funcionan con microprocesadores ofrecen un abanico mayor de posibilidades de automatización, siendo posible la programación de distintas secuencias.

- Arranque y parada normal de grupo.
- Parada de emergencia de grupo.
- Regulación del grupo por nivel o caudal.
- Optimización de funcionamiento del conjunto de la instalación.

La tecnología que se está desarrollando se basa al uso de bombas como turbinas y motores como generadores.

- **Bombas usadas como turbinas.**

Con el fin de abaratar el costo de una pequeña central hidráulica, se puede optar por el uso de bombas roto dinámicas como

turbinas, lo cual es posible invirtiendo el sentido del flujo y el de rotación. Se puede usar cualquier tipo de bomba: centrífuga, semi-axial y axial, sin difusor de alabes o con difusor, de simple o de múltiples etapas, o de eje vertical u horizontal.

Las Ventajas generales de uso en M.C.H. son:

- Las bombas estandarizadas se encuentran disponibles en el mercado.
- El costo es menor que el de una turbina convencional.
- Al poseer una geometría fija, son más fáciles de operar y mantener y mantener.
- Facilidad para la obtención de repuestos.

Características de operación de una bomba que opera como turbina:

Se señala que para en ambas situaciones se obtenga una eficiencia máxima similar, tanto el caudal con la altura o salto en la operación como turbina, en ambos casos para una velocidad de rotación constante.

En la operación como turbinas se requiere de un salto mayor a fin de compensar las pérdidas. Al mismo tiempo, al tener que operar bajo un mayor salto, la velocidad con la que discurre el agua por la maquina aumenta, lo cual, por el principio de continuidad, exige que circule un mayor caudal.,

Todo lo contrario sucede en la operación como bomba, donde el flujo es desacelerativo con tendencia a separación, de este modo, las pérdidas que pueden producirse al operar la bomba en sentido inverso se compensan tanto el flujo como en la rotación.

Selección de la bomba.

Para la selección de la bomba basado en el salto neto y caudal nominal y potencia se debe de escoger una bomba existente en el mercado que cuando opere como turbina, satisfaga con buena eficiencia.

Alternativas.

Recurrir a un proveedor de equipos hidroeléctricos que ofrezca bombas que hayan sido ensayadas como turbinas, con lo cual la selección se facilita. Es necesario señalar que se cometería un grave error si se escoge una bomba con los mismos datos de la turbina, pues el resultado sería una bomba sobredimensionada y con mala eficiencia.

Altura de succión de la bomba que opera como turbina.

El riesgo de cavitación de la bomba que opera como turbina disminuye cuando opera como bomba. Mientras en las bombas la ruptura de las burbujas de vapor se produce en el interior de los conductos formados por los alabes, en las turbinas este proceso se da en la zona externa del rodete. Debido a que la altura como turbina es mayor la altura cuando opera como bomba, se deben de verificarlos esfuerzos debido a la mayor presión que soporta.

- Generadores como motores.

El generador de inducción es conocido desde los años 20, cuando se observó que estos permanecían con tensión en bornes (generando) después de cortarles la alimentación y continuar girando.

- Principio de operación.

Se dice que al circular corriente en la armadura, el par de fuerzas creadas por la interacción entre la corriente y el campo magnético, se produce en el sentido contrario al movimiento para un generador o, en el sentido del giro si se trata de un motor.

El motor de inducción se caracteriza por:

Tomar de la red la corriente de magnetización, la cual es reactiva – inductiva. Como todo motor eléctrico, necesita mayor corriente de armadura (más potencia eléctrica) para mantener girando mayor carga montada en su eje.

La respuesta física de este motor al aumento de carga, es la disminución de su velocidad. En vacío es la síncrona y con carga disminuye la cantidad porcentual. “llamada deslizamiento”. El motor de inducción se convierte en generador cuando el deslizamiento se hace negativo, es decir, cuando a la maquina se le acopla un elemento motriz como una turbina hidráulica que gire a una velocidad ligeramente mayor que la síncrona.

Esto causa que la potencia mecánica se convierta en potencia eléctrica activa que fluirá de retorno a la red alimentadora. Como se deduce, esta operación requiere que la maquina esté conectada a la red. Para el uso en sistemas autónomos de este tipo de generador se ha utilizado el método de autoexcitación con condensadores conectados a los bornes de la máquina, los cuales entregan la corriente eléctrica o de excitación. El inicio de generación también se logra a partir del magnetismo remanente.

Construcción.

Es similar a un motor asíncrono y está compuesto por:

Armadura. Que es el estator semejante al de un alternador.

Rotor. Con el bobinado formado por barras de cobre o aluminio

cortocircuitadas entre sí

Regulación de tensión.

El generador conectado a la red no necesita regulación de la tensión pues se alimenta de ella misma. Como ya vimos, al generador auto

excitado se le conecta condensadores convenientes dimensionados para que exciten la máquina cuando alcance la velocidad próxima a la nominal y que le permitan entregar su potencia nominal a la velocidad nominal.

Criterios de selección.

Presenta las siguientes ventajas.

- Son de construcción simple, robusta y confiable.
- Prácticamente no requieren mantenimiento.
- La tensión generada depende de la magnitud de los condensadores, etc.

2.3. Sistemas teórico conceptuales

2.3.1. Altura:

Los métodos de medición de la altura más utilizados son:

2.3.2. Método medición de la manguera de nivelación.

Este método se basa en el principio de los vasos comunicantes y es recomendado especialmente para lugares con pequeñas alturas, es económico, razonablemente preciso y poco propenso a errores.

Para medir la caída vertical la manguera se llena de agua y se sacan todas las burbujas, aunque es un sistema lento, es de bajo costo y da buenos resultados.

Para efectuar la revisión se requieren dos personas y se usa el mismo método que usan los albañiles: una manguera de plástico transparente de unos 20 m de largo y $\frac{3}{8}$ de diámetro se llena de agua, dejando unos 30 cm vacíos en un extremo.

Para evitar errores en las lecturas se sacan todas las burbujas de aire, así al levantar los extremos de la manguera el agua siempre buscará el

mismo nivel. Se utilizan estacas clavadas al suelo y desde una marca superior se toman las lecturas hacia abajo, hasta el lugar donde se espera instalar la turbina.

Para obtener el desnivel total se suman todos los valores obtenidos, tanto en el registro de desnivel como en la longitud desde el sitio probable de la presa hasta la casa de máquinas.

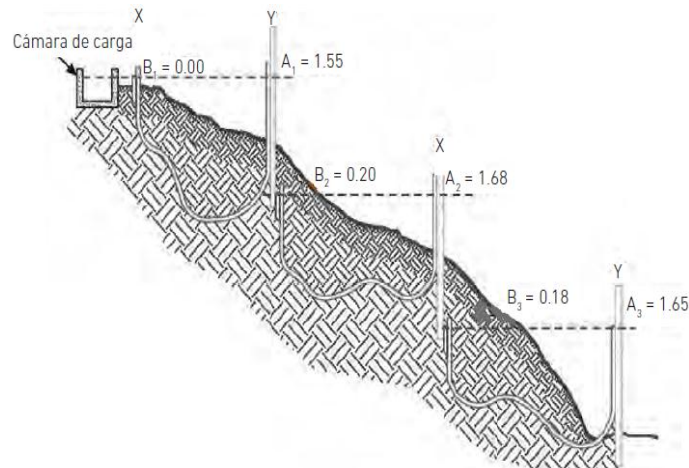


Ilustración 8 Método de nivel de manguera

Método medición de la manguera de nivelación

$$YT = Y_1 + Y_2 + Y_3$$

Ecuación 1 Altura total

$Y_t =$ Altura Total.

$Y_1 + Y_2 + Y_3 =$ alturas tomadas.

2.3.3. Método de la manguera y manómetro

Este es probablemente el mejor de los métodos simples disponibles, pero tiene sus riesgos. Los dos posibles errores son la mala calibración del manómetro y la presencia de burbujas en la manguera. Para evitar el primer error se deberá calibrar el medidor antes y después de cada prueba en el lugar. Para evitar lo segundo deberá utilizarse una manguera de plástico transparente que permita ver si existen burbujas a

eliminar. Este método puede ser usado tanto en caídas altas como bajas, pero necesitará manómetros con diferente escala.

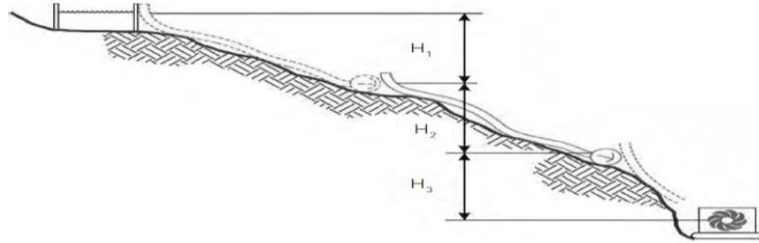


Ilustración 9 Método del manómetro

$$h(m) = P(kPa)/9.8$$

Ecuación 2 Método del manómetro kPa

$$h(m) = P(PSI) * 0.7045$$

Ecuación 3 Método del manómetro PSI

P = Presión medida en el manómetro. (Bar)

h = alturas. (m)

H = altura total. (m)

Una vez obtenidas las alturas parciales, se suman para obtener el total.

$$H = h_1 + h_2 + h_m$$

Ecuación 4 Método del manómetro altura total

2.3.4. Método del nivel de carpintero y reglas

En principio este método es idéntico al de la manguera de nivelación. La diferencia es que la horizontalidad es establecida no por niveles de agua, si no por un nivel de carpintero (o de burbuja), colocado en una tabla de madera recta y fija. En pendientes suaves este método es muy lento, pero en pendientes fuertes es apropiado especialmente si se trata de pequeñas caídas.

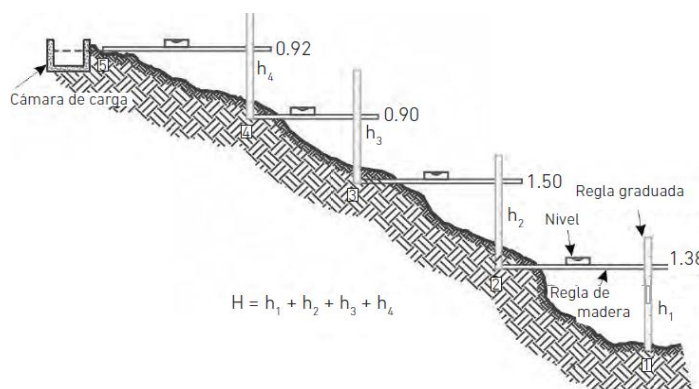


Ilustración 10 Método del carpintero

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Ecuación 5 Método del nivel de carpintero y reglas.

H = altura total.

$H_1 + h_2 + h_3 + h_4 =$ alturas tomadas.

2.3.5. Método del alfiler

El alfiler es un instrumento de medición fácil de usar pero relativamente costoso. La precisión de los resultados que se obtienen depende principalmente de la destreza de quien use la herramienta. Si se cuenta con mucha experiencia y las mediciones se realizan con cuidado, los resultados serán buenos y válidos para efectuar cálculos de ingeniería.

Sin embargo, si este no fuera el caso, el método solo arrojará datos referenciales para un estudio preliminar, no para un estudio de factibilidad, y mucho menos para cálculos de diseño de ingeniería. El altímetro mide la presión atmosférica, directamente relacionada con la altura sobre el nivel del mar, aunque varía ligeramente debido al clima, temperatura y humedad relativa. Como estas variaciones pueden ser muy significativas para la evaluación del salto, a fin de obtener resultados aceptables es necesario tomar varias lecturas durante el día y luego estimar un valor final.

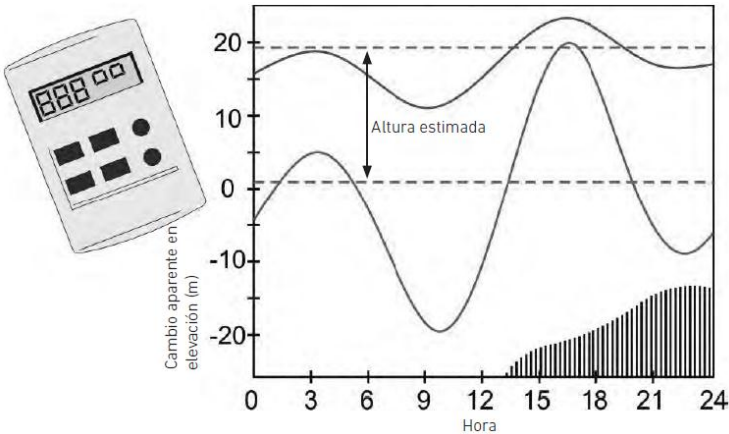


Ilustración 11 Método del altímetro

2.3.6. Evaluación económica (VAN, TIR)

Este análisis determinará si el inversionista debe invertir en este proyecto y si este dinero será recuperado a lo largo del tiempo de vida del proyecto.

$$VP = \left[\frac{1}{(1 + m)^n} \right] \times VF$$

Ecuación 6 Evaluación económica

El dinero que se invierte o se recibe en un instante del tiempo “n” es llamado valor futuro “VF”, se lo puede actualizar a un valor presente

“VP”, a una tasa de mercado “m”. El termino entre corchetes es llamado “factor de actualización”

El dinero de mañana puede valer menos que el dinero de hoy este efecto se le llama inflación. Esto es que el costo de oportunidad real “r”-taza real de actualización – es el resultado de la influencia de la inflación “f” sobre la tasa de mercado “m”.

$$1 + r = \frac{1 + m}{1 + f}$$

Costo Unitario:

Está relacionado a la inversión total de la energía producida (potencia generada).

$$Relacion = \frac{Inversion_Total}{P_Instalada_o_E_producida}$$

Ecuación 7 Costo Unitario

Esta relación si se toma el efecto en el tiempo se le llama “costo unitario de la energía (CUE).”

$$CUE = \frac{Anulidad + O\&M}{8760 \times FP \times Potencia}$$

2.3.7. Método del eclímetro y wincha

Para aplicar este método es necesaria la participación de dos personas: una persona A, que usará el eclímetro y la persona B, que apoyará en la medición. Es recomendable que la talla de ambos sea lo más parecida posible a fin de no incurrir en errores por diferencia de tamaños. No obstante, la busca de tallas similares no debe ser causa de postergación o cancelación de la evaluación del lugar; si el caso se presentara, nos podemos ayudar de una regla (de tamaño mayor a la persona A), donde previamente debe marcarse la visual, colocando el

eclímetro en la posición de 0°. El grado de precisión del método depende de la habilidad del operador en el uso del eclímetro.

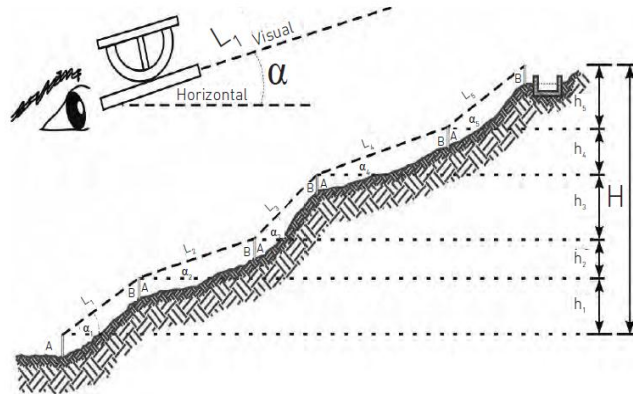


Ilustración 12 Método del eclímetro y wincha

$$H_1 = L_1 * \text{sen } \alpha$$

Ecuación 8 Método del eclímetro y wincha

Método del eclímetro y wincha

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

2.3.8. Método del nivel de ingeniero

El nivel de ingeniero tiene una precisión de ± 1 mm; pero es caro y pesado y requiere operadores diestros. Por lo general los errores se producen en las largas series de cálculos que hay que efectuar.

Debido a que es un método común, los equipos que emplean se alquilan fácilmente y a precios aceptables. Con él las distancias pueden ser medidas simultáneamente, pero no es apropiado para lugares escarpados o con muchos árboles.

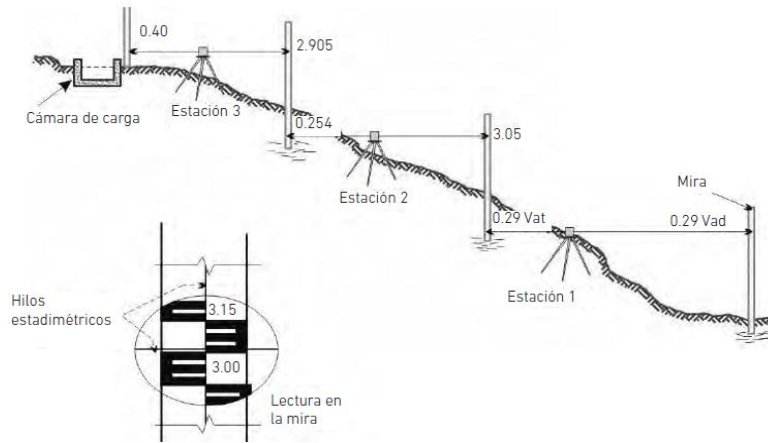


Ilustración 13 Método del ingeniero

Estación	Vad	Vat	$H_i = \text{vad} - \text{vat}$
1			$H_{i1} = \text{vad} - \text{vat}$
2			$H_{i2} = \text{vad} - \text{vat}$
3			$H_{i3} = \text{vad} - \text{vat}$
4			$H_{i4} = \text{vad} - \text{vat}$
$H_{\text{total}} \text{ (m)}$			$H_{i1} + H_{i2} + H_{i3} + H_{i4}$

Tabla 2 Método del ingeniero

2.3.9. Ecuación de determinación del salto neto

El salto es la diferencia de nivel entre la lámina de agua en la toma y el punto del río en el que se restituye el agua turbinada.

Salto neto se realiza a partir de los datos topográficos y de las pérdidas de carga.

Éstas están constituidas principalmente por:

- Pérdidas en la toma.
- Pérdidas en el canal de derivación.
- Pérdidas en la tubería forzada.

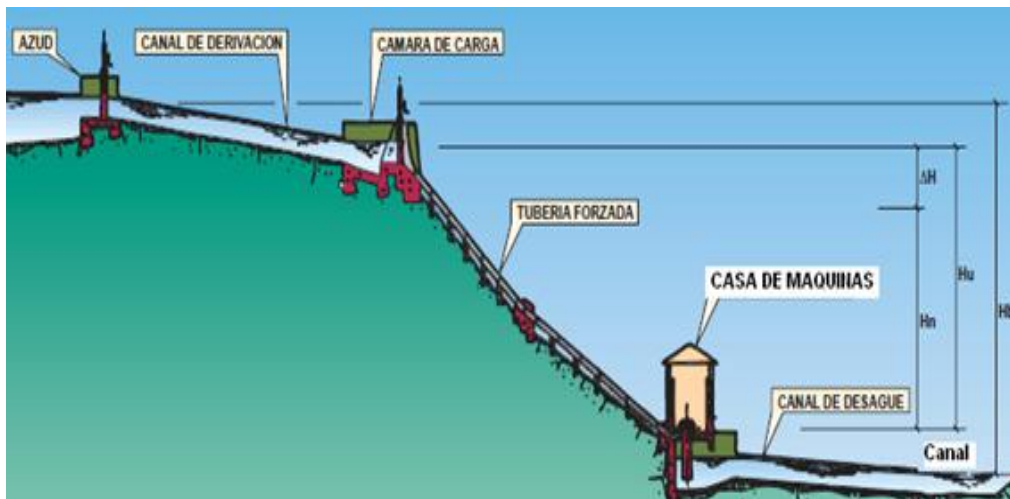


Ilustración 14 Esquema de un salto de agua

Fuente: (Ingeniería, 1995)

$$\text{Salto neto}(H_n) = \text{salto bruto}(H_b) - \text{pérdidas de carga} (\Delta H)$$

Ecuación 9 Salto Neto

Salto neto (Hn): Es el resultado de restar al salto útil (Hu) las pérdidas de carga (ΔH) originadas por el paso del agua a través de la embocadura de la cámara de carga y de la tubería forzada y sus accesorios.

Salto bruto (Hb): Diferencia de altura entre la lámina de agua en la toma y el nivel del río en el punto de descarga del agua turbinada.

Salto útil (Hu): Diferencia entre el nivel de la lámina de agua en la cámara de carga y el nivel de desagüe de la turbina.

El cálculo de las pérdidas de carga se realiza mediante fórmulas empíricas ampliamente difundidas. Una consideración aceptable es

suponer que la pérdida de carga es del orden de un 5% a un 10% del salto bruto.

$$AH = \text{perdidas decarga \%} * Hb$$

Ecuación 10 Pérdidas de carga

El salto bruto puede estimarse en primera instancia a partir de un plano topográfico.

2.3.10. Caudal

Se define al caudal como la masa de agua que pasa, en un tiempo determinado, por una sección y/o canal por un desnivel o salto bruto.

Es probable que muchas veces no exista la información necesaria para hacer un estudio de hidrología, entonces nos veremos forzados a recolectar nuestros propios datos a partir de mediciones instantáneas del caudal; sin embargo, de ser posible y si el proyecto lo amerita, habrá que buscar especialistas en el tema, de tal forma que se pueda obtener una estimación del caudal lo más certera posible.

La similitud de cuencas hidrográficas es muy utilizada para estimar un caudal donde no existe información hidrográfica.

Para nuestro caso, nos abocaremos a efectuar la descripción de métodos prácticos para medir el caudal instantáneo en un determinado río o riachuelo. Lo ideal es hacer mediciones a diario, aunque también se usan mediciones semanales y mensuales.

Es importante que estas mediciones se realicen en temporada de sequía (ausencia de lluvias), ya que es el tiempo más crítico e ideal para el diseño de un proyecto.

Los métodos de medición del caudal más utilizados son:

2.3.11. Método del flotador

El método del flotador se utiliza en los canales, acequias y da solo una medida aproximada de los caudales su uso es limitado debido a que los valores que se obtienen son estimativos del caudal, siendo necesario el uso de otros métodos cuando una mayor precisión.

Para ejecutarlo, se elige un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, de alrededor de 10 a 20 metros de largo donde el agua escurra libremente.

Se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador (por ejemplo un trozo de madera) en recorrerla con el fin de conocer la velocidad que lleva el agua en acción.

Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, corcho u otro material similar, que no ofrezca gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua.

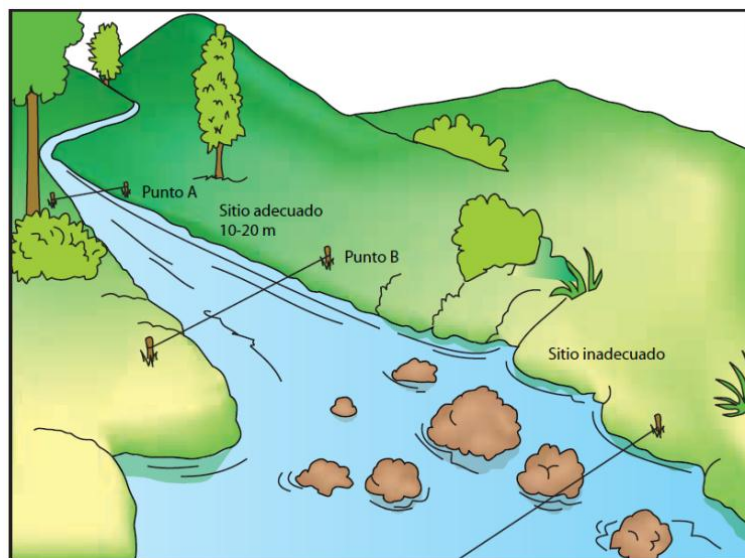


Ilustración 15 Método del flotador

Para este método del caudal se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = A * V * K$$

Ecuación 11 Método del flotador

Q = Caudal (m³/s) – (lt/s).

A = Área promedio de la sección transversal del canal (m²).

V = Velocidad del agua (m/s).

K = Factor de corrección de velocidad.

Tipo de canal o rio	Factor K
Canal revestido en concreto profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.7
Rio o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm.	0.5 a 0.25

Tabla 3 Método del flotador. Fuente (ITDG S. P., 2010)

Fuente(T, WILFREDO JARA, 2015)

2.3.12. Método del recipiente

Este método permite medir pequeños caudales de agua, como son los que escurren en surcos de riego o pequeñas acequias. Para ello es necesario contar con un depósito (balde) de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demora en llenarse.

Esta operación puede repetirse 2 o 3 veces y se promedia, con el fin de asegurar una mayor exactitud.

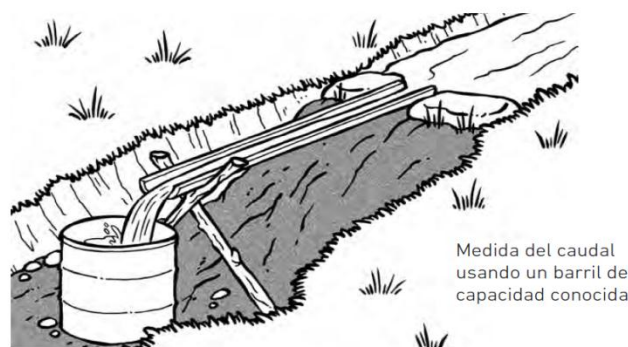


Ilustración 16 Método del recipiente

Fuente: (ITDG S. P., 2010)

$$Q = V/t$$

Ecuación 12 Método del recipiente.

Q = Caudal (m^3/s) – (lt/s).

T = Tiempo que demora en llenar el agua. (s).

V = Volumen del recipiente (lt).

2.3.13. Generalidades sobre la potencia y energía eléctrica.

Potencia (Álvarez)

La potencia es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.

Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (**J/seg**) y se representa con la letra "**P**". Cuando se habla de potencia en lenguaje técnico, generalmente se habla de "kilowatts" o kilovatios "kw". Por eso es que cuando se habla de micro centrales de 10 kilowatts (10kw) o de 20kilowatts (20kw).

Para el desarrollo y cálculo de la potencia que uno necesita es importante saber la cantidad de potencia que va a utilizar, medio por el cual se realiza un estudio de mercado eléctrico.

Potencia estimada (Viani).

Para determinar la potencia de la Mini Central se utilizara la siguiente ecuación.

$$Potencia (kw) = C * Altura(m) * Caudal(m^3/s)$$

Ecuación 13 Potencia estimada

C: es igual a 5 si la altura es menor a 40 m.

C: es igual a 6 si la altura es mayor a 40 m.

$$Potencia neta (kw) = 10 * Hdisp(m) * Caudal(m^3/s) * \eta_0$$

Ecuación 14 Potencia neta o hidráulica (Federico Coz, 1995)

H disp. = salto disponible = salto neto

Energía eléctrica.

La energía eléctrica se genera a partir de otras fuentes de energía, principalmente centrales hidroeléctricas donde se usa la fuerza mecánica de agua. También puede generarse a partir de la Energía Eólica, Solar y Biomasa entre otras.

En las centrales hidroeléctricas el agua de un río, se hace bajar por tuberías donde adquiere gran velocidad. Al llegar abajo, el agua hace girar unas turbinas conectadas a un generador (igual que un dínamo de bicicleta) produciendo la electricidad.

De acuerdo con la definición de la física, “la energía ni se crea ni se destruye, se transforma”.

En el caso de la energía eléctrica esa transformación se manifiesta en la obtención de luz, calor, frío, movimiento (en un motor), o en otro trabajo útil que realice cualquier dispositivo.

2.3.14. Mini centrales hidroeléctricas. (Muguerza)

Está constituida por una sala de dimensiones reducidas, construida en mampostería, en donde se aloja el equipamiento que realiza las conversiones de energía hidráulica a mecánica y de mecánica a eléctrica.

El producto “energía eléctrica” resultante del proceso de conversión, tiene requisitos de calidad técnica que deben ser satisfechos. Tales requisitos se expresan en valores de tensión y de frecuencia que deben

ser mantenidos dentro de un rango de tolerancia admitido. Es además conocido que este producto (energía eléctrica) debe entregarse en forma instantánea al usuario o consumidor y que este varía su demanda casi en forma permanente a lo largo del tiempo.

Por su parte la energía hidráulica que ingresa por la tubería de presión a la sala de máquina, lo hace en forma de energía cinética del agua y las cantidades de energía puestas en juego (oferta hidráulica) dependen del caudal y de la altura de la carga.

Esta energía cinética del agua se convierte en energía mecánica en el eje de una turbina. La energía mecánica es transferida a un generador eléctrico que, para mantener las condiciones de calidad exigidos al producto eléctrico, debe rotar a velocidad constante.

Para producir esta transferencia de energía es necesario entonces, además de la turbina y el generador, agregar dispositivos de conversión de velocidad de rotación entre el eje de la turbina y el del generador, y un sistema de regulación para adaptar la potencia hidráulica que se entrega con la potencia eléctrica que se demanda.

El equipamiento electromecánico constituido por turbina, generador, conversor de velocidad y sistema de regulación, se complementa con la instalación eléctrica de salida de la sala de máquina y un tablero de control con registros de tensión, frecuencia y energía suministrada a la red.

La disposición del equipamiento puede hacerse en una sola planta o en dos plantas.

En este segundo caso, se trata de instalaciones donde la sala de máquinas (y el tipo de turbina utilizada) admite quedar expuesta a inundaciones durante las máximas crecidas, en este caso el equipamiento eléctrico se instala en la planta alta y la turbina (para aprovechar el máximo desnivel) queda en la planta baja.

Si bien la obra civil de cierre de la sala de máquinas es muy sencilla, debe prestarse adecuada atención al pozo de descarga del agua turbinada y al dimensionamiento y ejecución de las fundaciones que aseguran la estabilidad de la sala durante las máximas crecidas.

2.3.15. Mini central “De Pasada”

Que aprovecha los caudales disponibles en las corrientes, desviándolos desde los causes hasta la unidad generadora mediante sencillas instalaciones de sobre elevación de agua para su adecuada captación.

Los caudales aprovechables corresponden a los de alta permanencia anual en el cauce (75 a 95% de permanencia en la Curva de Duración de Caudales), y por lo tanto son habitualmente inferiores al Caudal modulo o Medio en ese punto.



Ilustración 17 Mini central hidroeléctrica de pasada. Fuente (ITDG)

Los coeficientes de "enpuntamiento" (relación del caudal de instalación/caudal de modulo) son inferiores a la unidad. Por esta razón, las obras de cierre, de pequeña significación, deben permitir el paso de importantes caudales excedentes.

2.3.16. Mini central de "Regulación"

Adaptadas al concepto de regulación diaria y cuyas instalaciones se dimensionan para resolver situaciones donde la potencia a proveer requiere mayores caudales que los habitualmente disponibles en el arroyo.

Para este propósito requieren la conformación de un reservorio de acumulación de volúmenes líquidos para su utilización plena en los horarios de mayor consumo.



**Ilustración 18 Mini central hidroeléctrica de regulación
FUENTE (SOLUCIONES PRÁCTICAS ITDG)**

Ello se logra a expensas de una obra de cierre de mayor importancia relativa importancia, que debe igualmente prever las estructuras de alivio necesarias para descargar los caudales de crecidas ordinarias y extraordinarias que superan la capacidad del reservorio o vaso.

Para la regulación del tipo diaria se necesita calcular el volumen de masa líquida en reserva, el que a su vez determina la altura de las obras de cierre, de acuerdo con la topografía del vaso del embalse.

Ventajas de las mini centrales hidroeléctricas.

- Fuente limpia y renovable de energía.
- Recurso ampliamente disponible en muchas zonas rurales.
- Bajos costos de operación y larga vida útil.
- Generación de energía generalmente continua.
- Son Micro Centrales eficientes (75%-90%).
- Se pueden combinar con sistemas de riego.
- Permiten el desarrollo productivo y económico de la comunidad rural.

Inconvenientes de las mini centrales hidroeléctricas.

- Están condicionadas por las condiciones topográficas e hidrológicas del lugar, dado que las transmisiones a largas distancias se ven limitadas por el coste.
- La potencia del suministro está condicionada por el recurso natural existente. Esto implica que es difícil la posibilidad de extender el suministro en caso de producirse una demanda mayor.
- Es posible que según la temporada varíe el nivel del caudal, por lo tanto, es recomendable hacer un buen estudio hidrológico para evitar posibles problemas posteriores.
- Necesidad de estudios técnicos que implican un coste añadido.

Clasificación de las mini centrales hidroeléctricas.

Las Mini Centrales Hidroeléctricas se clasifican según su rango de potencia instalada en:

Clase	Rango De Potencia
Pico hidroeléctrica	Hasta 10 kw
Micro hidroeléctrica	10 a 100kw
Mini hidroeléctrica	100kw a 1MW
Pequeña hidroeléctrica	1MW a 10 MW
Mediana hidroeléctrica	10 MW a 100 MW
Gran hidroeléctrica	Superior a 100 MW

Tabla 4 Clasificación N° 01 MCH. Fuente: (Jaime Castellano)

POTENCIA (kw)	TIPO
0 - 50	Micro central
50 - 500	Minicentral
500 - 5000	Pequeña Central

Tabla 5 Clasificación N° 02 MCH. Fuente: (Ramiro, 2001)

TIPOS	Baja (m)	Media (m)	Alta (m)
Micro	$H < 15$	$15 < H < 50$	$H > 50$
Mini	$H < 20$	$20 < H < 100$	$H > 100$
Pequeña	$H < 25$	$25 < H < 130$	$H > 130$

TIPOS	POTENCIA (MW)
Micro Centrales	Menores a 0.1
Mini Centrales	De 0.1 a 1
Pequeña Central Hidroeléctrica	De 1 a 10

Tabla 6 Clasificación N° 03 MCH. Fuente: (Ramiro, 2001)

CLASIFICACIÓN DE M.C.H. SEGÚN LA POTENCIA				
REGION	INSTITUCION	MICRO	MINI	PEQUEÑA CENTRAL
Mundial	ONU DI	<100KW	101-2000KW	2000- 10000KW
Latinoamérica	OLADE	<50KW	51-500KW	500-5000KW

Tabla 7 Clasificación N° 04 MCH. Fuente: (Ramiro, 2001)

EFICIENCIA DEL GRUPO DE GENERACIÓN (HGR)				
Potencia (KW)	TIPO DE TURBINA			
	PELTON	MICHELL- BANKI	FRANCIS	AXIAL
<50	58 - 65%	54 - 62%	59 - 65%	58 - 66%
51 - 500	65 - 69	62 - 65	66 -70	66 -70
501 - 5000	69 - 73	65*	70 - 74	70 - 74

Tabla 8 MCH. Fuente: (ONUDI, 1961)

Tabla 9 Clasificación N° 05 MCH. Fuente (ITDG)

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- Organización Latinoamérica de la Energía.

TIPO		POTENCIA
Pico Hidroeléctrica	Central	Hasta 5 kw
Micro Hidroeléctrica	Central	5 kw a 100kw
Mini Hidroeléctricas	Centrales	100 1000kw

Tabla 10 Clasificación N° 06 MCH. Fuente (ITDG S. P., 2010)

2.3.17. Partes de las micro centrales hidroeléctricas.

Bocatoma.

Sirve para desviar la parte del caudal del río que será utilizado para la mini central. Para su construcción se usan estructuras de cemento o una combinación de cemento y madera. Cuando se trata de centrales muy pequeñas, las comunidades utilizan piedra, barro y ramas, como en las bocatomas que se construyen para el riego.

Desripiador.

Consiste en una cámara que sirve para detener las piedras que han logrado pasar entre los abarrotos, los cuales no deben pasar al canal.

Aliviadero.

Toda central corre el riesgo de sufrir desperfectos a causa de demasías o caudales superiores de los de diseño.

Por este motivo en ninguna central debe faltar un aliviadero encargado de regular el nivel del agua y de ese modo proteger el sistema de los riesgos que puede sufrir.

Canal de conducción.

Es una obra que sirve para conducir el agua desde la bocatoma hasta la cámara de carga. Pueden ser de tierra, revestidos con cemento, tubos de PVC u otros materiales.

Reservorio.

Capta la cantidad de agua necesaria que se necesitará para el funcionamiento, ya puede ser reservorios diarios y/o reservorios semanal.

Cámara de carga y desarenador.

Evita que piedritas y arenilla que viene con el agua ingrese a la tubería de presión y a la turbina. Asegura que la tubería de presión esté llena, evitando el ingreso de aire. Es una estructura de hormigón armado.

Tubería de presión o forzada.

Es la encargada de Transportar el agua desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas, donde se encuentra la turbina.

Puede ser construida en acero, PVC o polietileno.

$$D = (1,27) * Q^{0,4268} / (HB + hs)^{0,1423} (m)$$

Ecuación 15 Diámetro de la tubería de presión (Según: Bondschu)

Q: caudal de diseño (m³/s).

H_B: caída bruta dada en metros (m).

h_s: sobrepresión por golpe de ariete (m).

$$r = \frac{D}{2} (m)$$

Ecuación 16 Radio de la tubería de presión.

Velocidad del caudal que fluye en la tubería de presión.

$$V = \left(\frac{Q}{\pi * r^2} \right) (m)$$

Ecuación 17 Pérdidas en la tubería de presión.

Equipo Electromecánico.

Se conoce así a todos los equipos que se encuentran dentro de la casa de máquinas: turbina, generador, regulador, tablero de control y otros.

Regulador.

Es un equipo encargado de controlar el pase del fluido de la tubería a la turbina, mediante una válvula se regula el pase del agua.

Turbina.

Son máquinas que transforman la energía del agua en energía mecánica mediante un motor que gira por la fuerza del agua.

Turbina Pelton.

Velocidad del chorro a la salida del inyector.

Tratándose de una turbina de acción donde todo el salto neto se convierte en energía cinética.

$$C = \varphi \sqrt{2gH}$$

Ecuación 18 Velocidad del chorro a la salida del inyector

Siendo:

$$\varphi = \sqrt{1 - \frac{\Delta H_i}{H}}$$

C: velocidad (m/s).

φ : Coeficiente de velocidad que depende de las pérdidas del inyector.

ΔH_i : Su valor varía entre 0.95 y 0.99. (m).

$$d = 0.55 \left(\frac{Q}{\sqrt{H}} \right)^{1/2} (m)$$

Ecuación 19 Diámetro del chorro

d: diámetro.(m).

Q: caudal. (m³/s).

Esta relación es válida para un coeficiente de velocidad promedio de φ :

0.97.

Diámetro corresponde a la circunferencia media de las cucharas, tangente a la línea media del chorro.

$$D = (37 \text{ a } 39) \frac{\sqrt{H}}{N} \quad (m)$$

Ecuación 20 Diámetro Pelton.

Esta expresión está dada:

D: diámetro. (m).

N: rpm, es válida para φ : 0.97, y la eficiencia total promedio de η : 0.88.

Los valores bajos del coeficiente se asumen para turbinas de alto N_s y los altos para los de bajo N_s .

Relación de D/d para un chorro

$$\frac{D}{d} = 7.0 \quad \text{para } N_s = 30$$

$$\frac{D}{d} = 15.0 \quad \text{para } N_s = 15$$

Velocidad específica.

Esta relación es válida para φ : 0.97 y η : 0.88.

$$N_s = 240 \left(\frac{d}{D} \right)$$

Ecuación 21 Velocidad específica

$$Z = \frac{1}{2} \left(\frac{D}{d} \right) + 14 \text{ a } 16$$

Ecuación 22 Número de cucharas

$$Hm = 10d + \frac{H}{2000}$$

Ecuación 23 Altura de montaje mínima

Donde d y H están expresados en (m).

Dimensiones básicas de la cuchara.

Los valores bajos se emplean cuando la máxima eficiencia se da a cargas parciales y los valores altos si se desea que la máxima eficiencia ocurra plena carga.

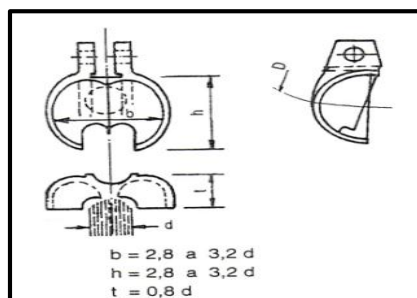


Ilustración 19 Dimensiones de una turbina Pelton.

Fuente (Federico Coz, 1995)

Velocidad del chorro.

Dada la cercanía del inyector y el rodete, existe una pequeña sobrepresión despreciable en intersticio comprendido bajo el arco de admisión, dado por el ángulo θ .

$$C = \varphi \sqrt{2gH}$$

Ecuación 24 Velocidad del chorro T. Michell –Banki

El coeficiente φ tiene el mismo significado que en las turbinas Pelton, y puede tomarse alrededor de 0.95.

$$a = k_a * D_2$$

Ecuación 25 Espesor del chorro T. Michell –Banki

DONDE:

a: está en (m).

ka: es un coeficiente que depende del ángulo del inyector α_i y el ángulo de admisión θ .

Para α_i : 16°. Se puede tomar los siguientes valores:

θ°	60°	90°	120°
k	0.144	0.21644	0.2886
a	3		

Tabla 11 Angulo del inyector.

Fuente: (Federico Coz, 1995)

En el caso de usar una paleta directriz central.

$$a = a' + a''$$

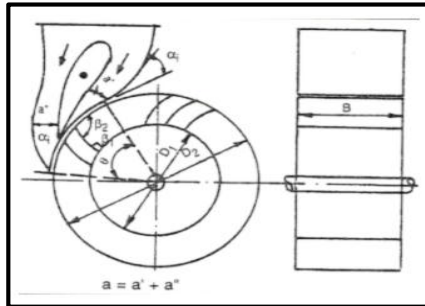


Ilustración 20 Directriz Dimensiones de una turbina Michell Banki.

(Federico Coz, 1995)

Fuente

$$D_2 = (37 \text{ a } 39) \frac{\sqrt{H}}{N}$$

Ecuación 26 Diámetro externo interior T. Michell –Banki

$$D_1 = 0.66 * D_2$$

Los valores bajo del coeficiente corresponden a las turbinas rápidas (de rodete ancho), y los valores altos a las turbinas lentas (rodete angosto).

Se recomienda escoger rodetes de 200 300 400 mm de diámetro.

Ancho del rodete ($\alpha_i=16^\circ$).

$$B = 98.8 \frac{Q}{D_2 \sqrt{H}} \frac{1}{\theta^2}$$

Ecuación 27 Ancho del rodete T. Michell – Banki

Angulo del inyector T. Michell – Banki

$$\alpha_i = 15^\circ \text{ a } 20^\circ$$

Números de álabes.

Varía entre 24 y 30 álabes según el tamaño del rodete.

Sistema de transmisión de potencia mecánica.

En una mini central hidroeléctrica, se produce una continua conversión de energía hidráulica en energía mecánica en la turbina, y de energía mecánica en energía eléctrica en el generador.

$$V = \frac{\pi * D * N}{60} \quad (m/s)$$

Ecuación 28 Velocidad periférica o tangencial.

$$V = W * \frac{D}{2}$$

D: diámetro de la rueda (m)

N: velocidad de la rueda (rpm)

W: velocidad angular (rad/s) ($w=2 \pi * N/60$)

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Ecuación 29 Relación de transmisión

N1: es la velocidad de la rueda impulsora (rpm)

N2: es la velocidad de la rueda conducida (rpm)

D1: diámetro de la rueda impulsora (rpm)

D2: diámetro de la rueda conducida (rpm)

Cuando se necesitan altas relaciones de transmisión puede utilizarse etapas sucesivas. En estos casos se cumple:

$$i_t = \frac{RPM (entrada)}{RPM (salida)}$$

$$i_t = i_1 * i_2 * \dots * i_n$$

Dónde: $i_1, i_2 \dots$ relaciones de transmisión de cada etapa.

$$T = F * r \quad (kgm)$$

Ecuación 30 Torque.

Indica la capacidad de un eje giratorio para desarrollar una fuerza tangencial F a una distancia radial r del centro del eje. Es igual a:

$$P = T * \frac{W}{102} = T * \frac{N}{974} \quad (kw)$$

Ecuación 31 Potencia.

Es la energía por unidad de tiempo que transmite un eje. Es igual a:

También:

$$P = F * \frac{V}{102}$$

Se puede apreciar que la potencia es directamente proporcional al producto del torque y la velocidad angular, lo que equivale a indicar que para un mismo valor de la potencia, el torque y la velocidad son inversamente proporcionales entre sí.

Es decir, que en un sistema se conserva la potencia mecánica, si se aumenta la velocidad, disminuirá la capacidad de desarrollar torque y viceversa.

$$\eta = \frac{\text{Pot. salida}}{\text{Pot. entrada}} = \frac{P_2}{P_1}$$

Ecuación 32 Eficiencia

Luego:

$$P_2 = P_1 * \eta$$

Considerando que:

$$P = T \frac{N}{974}$$

Se obtendrá:

$$T_2 \frac{N_2}{974} = \left(T_1 \frac{N_1}{974} \right) \eta$$

Dónde:

$$T_2 * N_2 = T_1 * N_1 * \eta$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{N_2}{N_1} \eta$$

Suele indicarse la eficiencia en forma porcentual.

Canal de desagüe.

Es una estructura de hormigón llamado canal de desagüe, recoge el agua a la salida de la turbina para devolverla nuevamente al canal.

Generador.

Esta máquina recibe el giro de la turbina y transforma la energía mecánica del eje de la turbina, en energía eléctrica.

El generador con la que cuenta la central es marca BRUSH

Reguladores y tablero de control.

Se encargan de mantener constante el voltaje de trabajo.

Evitan las subidas y bajadas de voltaje que puedan dañar a los artefactos o equipos de los usuarios.

Los reguladores pueden ser de velocidad (electromecánico u oleo-hidráulicos) o de carga.

Los reguladores electrónicos de carga son los más utilizados en MCH por su bajo costo, fácil operación y mantenimiento.

En el tablero se encuentran los instrumentos de control y protección: voltímetro, amperímetro, medidor de frecuencia y medidor de potencia y energía.

Casa de máquinas.

Es el ambiente donde se instalan todos los equipos de generación y control. Asimismo, donde se ubica el canal de descarga, que evacua el agua.

Transformador.

El transformador debe elevar la tensión generada por el generador hasta un valor normalizado y apropiado para el transporte.

Redes Eléctricas.

Se encargan de transportar la energía eléctrica desde la casa de máquinas hasta el usuario final. Cuando la casa de máquinas se encuentra lejos de la comunidad (p.e., a más de 800 metros), es necesaria la instalación de una red en media o alta tensión y se utilizan transformadores.

Cuadro de Mini Centrales Hidroeléctricas.

Fuente (ITDG) Intermediate Technology Development Group

Nº	MCHs	Familias Beneficiarias	Potencia (Kw)	Distrito, Provincia, Departamento	Año
1	Monte Salvado	400	60	Qda. Honda, Calca, Cusco	ITDG
2	Riobamba	120	25	Yanatile, Calca, Cusco	ITDG
3	Allis	80	50	Allis, Yauyos, Lima	ITDG
4	Macate	150	70	Macate, Santa, Ancash	ITDG
5	Atahualpa	85	45	Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
6	Huacataz	120	9	Baños del Inca, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
7	Combayo-Bellavista	100	8	La Encañada, Cajamarca,	ITDG

	Baja			Cajamarca	
8	Tambomayo	600	15	La Encañada, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
9	Chalán	90	25	Miguel Iglesias, Celendín, Cajamarca	ITDG
10	Yerbabuena	2	1	La Encañada, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
11	Conchán (Rehab.	150	80	Conchán, Chota, Cajamarca	ITDG
12	Luichupucro	50	1	Baños del Inca, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
13	Yumahual	15	15	Magdalena, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
14	El Tinte	100	15	Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca	ITDG

15	La Peca (Rehab.)	780	175	La Peca, Bagua, Amazonas	ITDG
16	S. Rosa de Congona	18	3	Colasay, Jaén, Cajamarca	ITDG
17	Toraya	5	25	Toraya, Aymares, Apurímac	ITDG
18	Trinidad	30	4	Trinidad, Contumazá, Cajamarca	ITDG
19	Chugur (Rehab.)	150	75	Chugur, Bambamarca, Cajamarca	ITDG
20	Incahuasi	170	50	Incahuasi, Ferreñafe, Lamba yeque	ITDG
21	Cortegana	90	30	Cortegana, Celendín, Cajamarca	ITDG
22	El Tingo	5	20	Bagua, Bagua, Amazonas	ITDG
23	Kañaris	150	40	Kañaris,	ITDG

				Ferreñafe, Lamba yeque	
24	Tamborapa Pueblo	160	40	Tabaconas, San Ignacio, Cajamarca	ITDG
25	Huarango	150	50	Huarango, San Ignacio, Cajamarca	ITDG
26	Las Juntas	65	25	Pomahuaca, Jaén, Cajamarca	ITDG
27	Combayo	120	50	La Encañada, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
28	Gómez	30	1	AcosVinchos, Huamanga, Ayacucho	ITDG
29	Mayupampa	25	1	AcosVinchos, Huamanga, Ayacucho	ITDG
30	Shillangate	90	40	Querocotillo, Cutervo,	ITDG

				Cajamarca	
31	Sondor	280	120	Sondor, Huancabamba, Piura	ITDG
32	Chetilla	180	80	Chetilla, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
33	El Pululo	83	7	Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
34	El Punre	20	24	La Encañada, Cajamarca, Cajamarca	ITDG
35	Huarandoza	320	200	Huarango, San Ignacio, Cajamarca	ITDG
36	Santo Tomás	450	200	Santo Tomás, Cutervo, Cajamarca	ITDG
37	Buenos Aires	40	5	La Coipa, San Ignacio,	ITDG

				Cajamarca	
38	Las Colmenas	2	2	S. José del Alto, Jaén, Cajamarca	ITDG
39	Nivintos	5	3	Jaén, Cajamarca	ITDG
40	Guayaquiles	40	5	Lalaquiz, Huancabamba, Piura	ITDG
41	Yanacancha	80	40	La Encañada, La Encañada, Cajamarca	ITDG
42	Yaman	90	5	Chugay, S. Carrión, La Libertad	ITDG
43	Calabazas	50	15	La Coipa, San Ignacio, Cajamarca	ITDG
44	Cochalán	50	20	S. José del Alto, Jaén, Cajamarca	ITDG
45	El Progreso	40	20	S. José del Alto, Jaén, Cajamarca	ITDG

46	Manantial Eterno	1	30	Tingo María, Tingo María, Huánuco	ITDG
47	Nuevo Progreso	10	3	Chirinos, San Ignacio, Cajamarca	ITDG
	TOTAL	5841	1827		

Tabla 12 Cuadro de las Mini Centrales Hidroeléctricas (MINEM, 2015)

2.3.18. Normas legales(HUALLAGA)

La Constitución Política del Perú, es la norma legal de mayor jerarquía en nuestro país. En ella se resalta que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Asimismo, establece que para el aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables, se define la concesión como derecho real.

La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, como la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú”, establece que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarios para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la ley.

El Reglamento N° 28245, Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental aprobado por el Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, al tratar sobre las Competencias Ambientales, precisa que las demás entidades del Estado, ejercen sus funciones apoyando el desarrollo de las actividades de gestión.

La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, Decreto Legislativo N° 757, define que los Estudios de Impacto Ambiental serán realizados por empresas o instituciones públicas y privadas, que se encuentren debidamente calificadas e inscritas en el registro del respectivo sector; ello se concuerda con la Ley General del Ambiente.

2.3.19. Normas sobre sector electricidad

La ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844, indica que los concesionarios de generación, transmisión y distribución están obligados a cumplir con las normas de conservación del medio ambiente.

El Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas (Decreto Supremo N° 029-94-EM), norma la interrelación de las actividades eléctricas en los sistemas de generación, transmisión y distribución, con el medio ambiente, bajo el concepto de desarrollo sostenible. Señala también que la autoridad encargada de dictar los lineamientos generales y específicos de la política para la protección ambiental, es la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con la Dirección General de Electricidad (DGE).

La Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA, se establece niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas, aprobado por Resolución Ministerial N° 161-2007-MEM/DM, define la prevención, protección de la seguridad y salud de la personas, mediante la consideración de planes de contingencia y programas de control y reducción de riesgos.

2.3.20. Normas sobre recursos naturales

El Decreto Legislativo N° 997 crea la Autoridad Nacional del Agua – ANA, como organismo adscrito al ministerio de agricultura (MINAG), cuya responsabilidad refiere a dictar las normas y establecer los procedimientos para la gestión integral y sostenible de los recursos. Por Decreto Supremo N° 014-2008, se dispone la fusión de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA en la Autoridad Nacional del Agua – ANA.

Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y su Reglamento aprobado vía Decreto Supremo N° 001-2010-AG se establece que el agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El uso del agua se otorga y ejerce en armonía con la protección ambiental y el interés de la Nación.

El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, se define los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua, en el cual se establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, que no representa riesgo significativo para la salud humana ni para el ambiente.

La Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821, norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares. La Ley N° 26839 sobre la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad

Biológica, establece la conservación de la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos.

El Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM, establece que la protección de la calidad de aire es obligación de todos y la información respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire, se realizarán de manera constante, confiable y oportuna.

El Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, aprueba los Estándares de Calidad para Aire. Asimismo, el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, reglamenta el Plan de Acción de Prevención y Control de la contaminación sonora en apoyo con los gobiernos provinciales y distritales.

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308), indica que el Estado promueve el manejo de los recursos forestales y de fauna silvestre en el territorio nacional, determinando su régimen de uso racional. La Ley N° 28611, Ley General del Ambiente; define que es el Estado quien establece una política forestal orientada por los principios de la presente ley, propiciando el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre, así como la conservación de los bosques naturales, priorizando la protección de las especies y variedades endémicas y en peligro de extinción.

2.3.21. Normas sobre áreas naturales protegidas

El Decreto Legislativo N° 1013, define la fusión de la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas del INRENA con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Ministerio del Ambiente – SERNANP del Ministerio del Ambiente; en su reglamento (Decreto Supremo N° 006-2008) se señala que es el ente rector de las Áreas Naturales Protegidas.

El Decreto Legislativo N° 1079 y su reglamento el Decreto Supremo N° 008-2008-MINAM norma las medidas que garanticen el patrimonio de las Áreas Naturales Protegidas y concordantemente el Decreto Supremo N° 004-2010-MINAM precisa la obligación de solicitar opinión técnica al SERNANP previa vinculante en defensa del patrimonio natural de las Áreas Naturales Protegidas

La Ley N° 26834 – Ley de Áreas Naturales Protegidas, norma los aspectos relacionados con la gestión de las Áreas Naturales Protegidas y su conservación. Adicionalmente, se determina que el aprovechamiento sólo podrá ser autorizado si resulta compatible con la categoría, la zonificación asignada y el Plan Maestro del área.

2.3.22. Normas sobre evaluación de impacto ambiental

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, Ley N° 26786, señala que la Autoridad Sectorial competente debe comunicar al Consejo Nacional del Ambiente ahora Ministerio del Ambiente (MINAM), sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, deberán presentar Estudios de Impacto Ambiental previos a su ejecución.

Ley General del Ambiente Ley N° 28611 se concuerda con la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245, asegura el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, fortalecer los mecanismos de gestión ambiental.

Los EIA deben ser presentados ante la DGAAE del MINEM, el Decreto Supremo N° 056-97 – PCM, establece los casos en que la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental requerirán la opinión técnica del INRENA, hoy dicho Decreto Supremo tiene una derogación tácita en el extremo de lo que señala el Decreto Supremo N° 004-2010-MINAM, norma que precisa la obligación de solicitar opinión técnica previa de las Áreas Naturales Protegidas.

El Decreto Supremo N° 030-2008-AG, establece la fusión del INRENA en el Ministerio de Agricultura, especificando que este proceso era hasta el 31 de diciembre del 2008 que concluido el mismo el INRENA queda extinguido. Toda referencia hecha a la intendencia Forestal y de Fauna Silvestre y a la Oficina de Gestión Ambiental Transectorial, Evaluación e

Información de Recursos Naturales, de las competencias, fusiones y atribuciones que éstas venían ejerciendo, se entenderá como efectuada al Ministerio de Agricultura (MINAG).

Mediante Ley N° 27446, debidamente reglamentada por el Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, se establece que el organismo coordinador del SEIA era el Consejo Nacional del Ambiente, ahora será el Ministerio del Ambiente (MINAM), mientras que la autoridad competente es el Ministerio del sector correspondiente a la actividad que desarrolla la empresa proponente.

2.3.23. Normas sobre salud

Ley General de Salud, Ley N° 26842, es la principal norma encargada del cuidado de la salud y bienestar de la población y la persona. El Reglamento de la Ley N° 27314 Ley General de Residuos, que los residuos de origen industrial son regulados, fiscalizados y sancionados por los ministerios o organismos regulatorios o fiscalizadores. Establece que los residuos sólidos son responsabilidad del generador estableciéndose también el manejo mediante EPS-RS. La Ley N° 28256, establece la regulación de las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos.

2.3.24. Normas de patrimonio cultural

La Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Ley N° 28296, determina políticas nacionales de defensa, protección, promoción, propiedad y régimen legal. Establece que el Patrimonio Cultural de la Nación está bajo el amparo del Estado y de la comunidad nacional cuyos miembros están en la obligación de cooperar a su conservación. El Decreto Supremo N° 016-2000-ED, aprueba el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Instituto Nacional de Cultura – INC.

La ley de creación del Ministerio de Cultura Ley N° 29565, establece que hasta que se apruebe el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Cultura, mantienen su vigencia los procedimientos aprobados en los Textos Únicos de Procedimientos Administrativos de las entidades fusionadas o adscritas a dicho Ministerio, así como aquellas funciones transferidas.

2.3.25. Normas sobre participación ciudadana

La Constitución del Política, consagra el derecho de acceso a la información pública y el derecho a participar, en forma individual o asociada, en la vida política, económica, social y cultural de la Nación, respectivamente. La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, dispone que toda persona natural o jurídica, tiene derecho a presentar, de manera responsable, opiniones, posiciones, puntos de vista, observaciones u aportes en los procesos de toma de decisiones de la gestión ambiental. Así mismo las autoridades competentes establecen los mecanismos formales para facilitar la participación efectiva. Teniendo

en cuenta ello la Ley General de Procedimiento Administrativo, Ley N° 27444 norma la institución de la Participación Ciudadana.

Los lineamientos para la Participación Ciudadana en las Actividades Eléctricas, aprobado por Resolución Ministerial N° 223-2010-MEM-DM, regula la participación de las personas naturales y jurídicas, definiéndose, además, desarrollar actividades de información y diálogo con la población involucrada en proyectos energéticos a través del Ministerio de Energía y Minas. Complementariamente el Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM.

Variables:



Variables independientes:

Caudal, cantidad de fluido que pasa en un determinado tiempo o flujo volumétrico.

Altura, basado en las alturas totales tomadas por medio de métodos aplicativos.

Variables dependientes:

Potencia eléctrica, relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo.

Energía eléctrica, basada a partir de otras fuentes de energía como puede ser energía solar, eólica, etc.

Plan de mantenimiento de la mini central:

Se realizara un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para la mini central hidroeléctrica.

Potencia eléctrica a la que se quiere llegar:

Se estima que con el rediseño de la mini central se podrá abastecer al SEIN con una potencia de 4 MW.

2.3.26. Mantenimiento

Que es el Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes).

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecnología (del griego conservar, cuidar)

"La Terotecnología es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "coste del ciclo de vida".

Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada vez que

hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

Historia y Evolución del Mantenimiento.

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento". El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global:

- Los servicios de mantenimiento, no obstante lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:
- posición fundamental en centrales e industrias aeronáuticas.
- posición importante en industrias de proceso.
 - posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.
- En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:
- Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.
- Generación: Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de

fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

- Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.
- Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:

- Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no).

- Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

Tipos de Mantenimiento.

- Mantenimiento Correctivo:

No planificado: Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo. Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

Planificado: El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuesto, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

- Mantenimiento Preventivo:

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP .

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen Mantenimiento Preventivo.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Fases del Mantenimiento Preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Mantenimiento Predictivo:

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Ventajas del Mantenimiento Predictivo:

- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.
- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.

PROCESO

Para que el mantenimiento cumpla su proceso, la meta perseguida no es la conservación en sí misma, sino en la de coincidir con las demás actividades que realice la central en la obtención de la más alta productividad.

Estos procesos en general se los puede resumir de la siguiente manera:

Mantenimiento Preventivo

- a) Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo
- b) Mantenimiento del generador para el desmontaje

Al desmontar el generador, lo primero que se debe inspeccionar son los terminales, ventilador, anillos rasantes, conmutador, escobillas.

c) Estator:

- Medida resistencia de aislamiento.
- Revisión barniz y cunas: en la mayoría de los casos se observa la presencia de grietas y cierta cantidad de polvo amarillento sobre las cunas en las ranuras, lo que indica un desgaste de estas.
- Medición del nivel de descargas: evaluación del deterioro del aislamiento, de laminación, descargas en cabezales, descargas en zona activa, etc.
- Ranuras: proceso de deterioro por descargas en las ranuras.

d) Rotor

- Inspección visual: detección de daños mayores en el rotor, cambios de coloración del barniz de protección, formación de fracturas.
- Medición de resistencia de aislamiento.
- Prueba de caída de tensión por polo y por bobina.
- Prueba de ultrasonido o de líquidos penetrantes.

Mantenimiento Predictivo

a) Vibraciones y pulsaciones

Durante el funcionamiento de una central eléctrica la turbina - generador está sometido a la acción de diferentes fuerzas perturbadoras; el identificar y evaluar las vibraciones y pulsaciones presentes en la unidad, separando aquellas que son propias del funcionamiento de la misma, de aquellas otras que tienen su origen en el funcionamiento anómalo de alguno de sus elementos se realiza mediante el estudio y el análisis de dichas vibraciones y pulsaciones. La seguridad en el funcionamiento de los grupos de las centrales hidroeléctricas depende, principalmente, de la vigilancia y mantenimiento de los cojinetes de que van provistos dichos grupos que pueden dividirse en dos categorías:

Soportes para turbinas de eje vertical; soportes para turbinas de eje horizontal.

b) Termografía

La inspección Termografía se utilizara para identificar de forma más rápida y segura los puntos calientes asociados a anomalías típicas tales como:

- Contactos con apriete insuficiente, suciedad o corrosión.
- Elementos defectuosos o mal dimensionados.
- Perdidas de calor o frio por defecto del aislamiento térmico o refractario.

- Las aplicaciones de la inspección por infrarrojos en el Mantenimiento Eléctrico:
 - Cuadros eléctricos de baja tensión (contactares, termomagnéticos, fusibles).
 - Motores eléctricos.
 - Centros de transformación de Media Tensión (transformadores, pasas muros, interruptores automáticos, fusibles).
 - Línea de distribución (aisladores, seccionadores en tendidos aéreos).
 - Subestaciones transformadoras de Alta Tensión.
 - Reducción de pérdidas de energía y detección de humedades.

2.4. Definición de terminología

Modernización:

Se entiende por Modernización de una CH a la modificación sustancial para cualquier propósito importante como el aumento de la capacidad o eficiencia, mejorar el control de operación de la misma, aumentar la seguridad y confiabilidad de la planta con el fin de reducir los costos de operación y mantenimiento. También sugiere la mejora de la CH por la actualización significativa en el rendimiento de algún componente moderno en comparación con el diseño original.

Repotenciación:

Entiéndase por repotenciación a la sustitución de las unidades existentes con nuevas, normalmente de mayor capacidad o mayor eficiencia (Blanco, 1999) El término repotenciación normalmente se refiere al proyecto dirigido a incrementar la capacidad y eficiencia de una central hidroeléctrica.

Mini central hidroeléctrica.

Es una planta que utiliza generación hidráulica para la generación de energía eléctrica.

Estas centrales aprovechan la energía potencial que posee la masa de agua pasando por una turbina hidráulica a cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

Recurso hídrico.

Es el beneficio del recurso más importante de la vida, el Agua. En este caso por medio de un canal de derivación para el mejor uso energético.

Caudal

Es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Altura

Distancia vertical de un cuerpo con respecto a la tierra o a cualquier otra superficie tomada como referencia.

Energía cinética

Energía que posee un cuerpo en movimiento. $E_c = 1/2(mv^2)$ siendo m la masa y v la velocidad.

Energía mecánica:

Suma de las energías cinética y potencial gravitatoria.

Energía potencial:

Energía que posee un cuerpo por su posición respecto a otra de referencia en el campo gravitatorio terrestre.

Estiaje:

Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río por causa de la sequía. Período que dura ese nivel.

Salto bruto:

Desnivel existente entre el nivel de agua en el aliviadero del azud y el nivel normal.

III. CAPITULO

MARCO

METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población se constituyó por la fuente hídrica y los componentes de la Mini central Hidroeléctrica

3.2.2. Muestra

La muestra se constituyó por la fuente hídrica y los componentes de la Mini Central Hidroeléctrica

3.3. Hipótesis

Con el Rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires se abastecerá al SEIN con 4MW de potencia eléctrica para su distribución a los distintos lugares del Perú, obtenida a partir de la energía cinética del agua, buscando optimizar el uso de recursos renovables.

3.4. Variables

3.4.1. Variables independientes

Las variables independientes son las variables que se toman para el Rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica y a su vez se dividen en:

- Caudal, cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.
- Altura, basado en las alturas totales tomadas por medio de métodos aplicativos, relación mediante la bocatoma y entrada de la turbina.

3.4.2. Variables Dependientes

- La variable dependiente lo constituyen la potencia y energía eléctrica cuya función fundamental es de suministrar de energía eléctrica al SEIN.
- Potencia eléctrica, relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.
- Energía eléctrica, basada en generar a partir de otras fuentes de energía, principalmente centrales hidroeléctricas.
- Altura, basado en las alturas totales tomadas por medio de métodos aplicativos, relación mediante la bocatoma y entrada de la turbina.

3.5. Operacionalización de variables.

VARIABLES		INDICADOR	SUB – INDICADOR	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENT O DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Altura	Caída	Sato neto	200 m	Observación y Entrevista	Entrevistas, Guía de análisis de documentos.	Estación total.
	Caudal	Nivel del agua	Regulación	5 – 10 m ³ /s Lts/s		Entrevistas.	Caudalímetro

DEPENDIENTE	POTENCIA ELECTRICA	Potencia Eléctrica	Potencia Instalada	0 – 4 Mw	Observación, Entrevista.	Entrevistas	Vatímetro
	ENERGIA ELECTRICA	Energía Eléctrica	Consumo de Energía Eléctrica	0 – 4000 Kw/h	Observación, Entrevista.	Guías de análisis de documentos, entrevistas.	Contador de Energía.

Tabla 13 Operacionalización de Variables

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos de Investigación

Análisis: Se descompuso el objeto de estudio en sus partes, para determinar sus riesgos y propiedades. En nuestro caso se real

Deductivo:

El proceso de repotenciación de la Mini Central Hidroeléctrica de Buenos Aires fue muy importante porque se aprovechó al máximo las aguas del Rio Zaña la cual generó energía eléctrica renovable por medio de esta Mini Central en base al recurso hídrico que se estuvo desaprovechando, ya que este es muy necesario es decir este tipo de repotenciación beneficio a las grandes demandas energéticas que tiene el Perú y de paso también contribuyó al medio ambiente. Este proyecto se realizó mediante investigaciones de campo y diferentes estudios realizados para su desarrollo.

3.6.2. Técnicas de investigación

En este proyecto se utilizó las siguientes técnicas de investigación:

- Observación

El uso de esta técnica nos permitió describir, conocer, comparar, aprender y registrar datos en el estudio realizado en el campo, también se realizaron las visitas pertinentes a la central Mini Central Hidroeléctrica.

- Entrevista

Esta técnica nos permitió la obtención de información indispensable mediante el diálogo con los ingenieros y operarios expertos en el área de generación hidroeléctrica.

- **Análisis de documentos**

Para la revisión de la normatividad aplicada en la investigación.

3.6.3. Instrumentos de recolección de datos:

Se emplearon los siguientes instrumentos de investigación:

- **Guías de Observación:** las guías utilizadas en el área de generación hidroeléctrica, tuvieron un formato para llegar a conocer como es la generación eléctrica. (Ver anexo N°1)
- **Cuestionario:** Formamos una agenda para visitar la empresa y entrevistarnos con el ingeniero encargado para solicitar autorización de entrada a la mini central Hidroeléctrica y acceso a la información. También dialogamos con los operarios de turno con el fin de conocer al detalle el funcionamiento de la Mini Central Hidroeléctrica. (Ver anexo N°2)

3.7. Procedimiento para la recolección de datos:

3.7.1. Diagrama de procesos de flujo:

A continuación se muestra el siguiente gráfico:



3.7.2. Descripción de procesos

a) Estudio Hidrológico:

En este estudio se realizó el cálculo del caudal, aplicando el método del flotador se obtendrá la velocidad y el tiempo, se considerara varias tomas de tiempo del flotador del punto A al punto B, también se tomará las dimensiones del área del canal. Posteriormente se calculará el caudal mediante la velocidad por el área.

b) Potencia de Trabajo:

Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. Se aplicó formulas específicas tomadas de expertos en lo que son ampliación o repotenciación de mini centrales hidroeléctricas, utilizando un c: igual a 6 si la altura es mayor a 40 m.

c) Tubería de presión o forzada.

Se realizó el cálculo de la tubería de presión para transportar el agua desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas, donde se encuentra la turbina. Se aplicará formulas específicas tomadas del libro de Ramiro Ortiz Flórez (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas).

d) Selección de equipos electromecánicos.

Se observó todos los equipos que se encuentran dentro de la casa de máquinas:

Se seleccionaron los equipos electromecánicos para la Micro Central Hidroeléctrica; turbina, generador, sistema de transmisión, tablero de control y transformador. Se aplicará fórmulas específicas tomadas del libro de Ramiro Ortiz Flórez (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas).

e) Análisis sobre la factibilidad del proyecto:

Mediante este estudio se pudo obtener si la repotenciación de la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires tendrá un beneficio costo a lo largo de un tiempo determinado en este caso se estima para un tiempo de 20 años.

3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos.

Enfoque cualitativo.

Se realizó el análisis de las entrevistas a los especialistas en la repotenciación de las Mini Centrales Hidroeléctricas así como guías de observación cuyos datos se apuntaron de acuerdo a las visitas técnicas relacionadas con el tema. También se examinaron las guías de análisis de documentos obtenidos por INEI, MEM (Normatividad Peruana) y entidades que brinden datos sobre instrumentación de Mini Centrales Hidroeléctricas.

3.9. Criterios éticos

Los criterios éticos que se realizarán son: la responsabilidad, dedicación de nuestra forma de realizar el rediseño de Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires Para Una Potencia De 4 Mw – La Florida - San Miguel – Cajamarca ; dentro de este criterio; encontramos tres etapas:

a) Criterio de la Publicación

Se obtuvo beneficiar al SEIN con mayor energía eléctrica, está Ubicado en La Florida - San Miguel – Cajamarca, con este proyecto se busca generar cubrir el déficit de energía eléctrica actual.

b) Criterio de Publicidad

Dentro del desarrollo del proyecto se optó la necesidad de realizar cálculos que permitan determinar la elección de componentes para la ejecución del proyecto sea confiable, por lo que se certifica que cada elemento empleado ha sido debidamente calculado y seleccionado para que cumpla una función específica dentro del rediseño de la mini central hidroeléctrica.

c) Ética de la aplicación

Para la realización de este proyecto se pondrán en prácticas criterios, cálculos y análisis, adquiridos a lo largo del desarrollo de la carrera, por lo que en ningún momento se tomarán datos o se realizará algún tipo de selección al azar, sino por el contrario se efectuarán los respectivos cálculos, mediciones, entrevistas y guías que se han presentado en los apartados anteriores.

d) Código ético de profesión

“Código de ética del CIP (Colegio de Ingenieros del Perú) Aprobado en la III Sesión Ordinaria del Congreso Nacional de Consejos Departamentales del Periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23 y 24 de Abril de 1999.”

Título I, de la Relación con la Sociedad

Art.4.- Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. (Colegio de Ingenieros del Perú, 1999)

3.6. Criterios de rigor científico

a) Validez

En la realización de este proyecto se han tomado en cuenta las variables de la ejecución y puesta en servicio de la mini central hidroeléctrica, lo que si aseguramos es la correcta relación entre las variables dependientes e independientes de nuestro proyecto, es así que los resultados reflejan una imagen lo más completa posible, clara y representativa de la realidad o situación estudiada.

b) Generalizabilidad

Los investigadores de diseño que se propongan desarrollar innovaciones que puedan ser usadas para apoyar el aprendizaje productivo en otros entornos, pueden tener la certeza de que los métodos empleados para calcular, analizar y seleccionar los elementos en el rediseño de la mini central hidroeléctrica , en consecuencia, cualquier investigador que desee adoptar cualquier apartado dentro de su investigación pueda hacerlo, siempre y cuando ésta se enmarque dentro de la generación de energía eléctrica , de lo contrario queda a criterio de éste el uso de la información vertida dentro de esta investigación.

c) Fiabilidad

El rediseño de la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires - La Florida - San Miguel – Cajamarca, albarca cálculos suficientes y coherentes, que garantizan la puesta en marcha en forma eficiente del proyecto, lo que anula cualquier tipo de error que pueda

presentarse durante su ejecución. A su vez, el trabajo de campo y las entrevistas a los especialistas.

d) Replicabilidad

El desarrollo de esta investigación garantiza la reproducción de los modelos teóricos aquí expuestos a cualquier tipo de experimento o ejecución de este proyecto, ya que se trabajará con cálculos exactos y permitiendo analizar sus resultados obtenidos.

IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Evaluación del recurso hídrico

4.1.1. Evaluar el potencial Hídrico de la cuenca proveniente del Rio Zaña

Se evaluó el potencial hídrico debido a que representa la principal fuente de energía la cual nos dio la potencia necesaria para poder implementar la tercera turbina.

En el estudio hidrológico, se obtuvo una serie anual lo suficientemente grande que incluya años secos, húmedos y normales. Con esta serie se realiza una distribución estadística que tipifica los años en función de la aportación registrada.

4.1.2. Recurso Hídrico

La cuenca del Rio Zaña tiene una área de drenaje total de 1754,7 Km² una altitud media de 1117 msnm y una longitud máxima de recorrido 125 Km, presenta una pendiente promedio de 2.84% m^3/s obteniendo caudales máximos de 40 m³/s y caudales mínimos de 6 m³/s . El Rio Zaña tiene dos tributarios importantes: Udimá y Nanchoc que constituyen las fuentes de agua superficial más importantes. La capacidad máxima de captación del valle se estima en 20.848 m³/s valor que incluye las aguas superficiales del Rio Zaña.

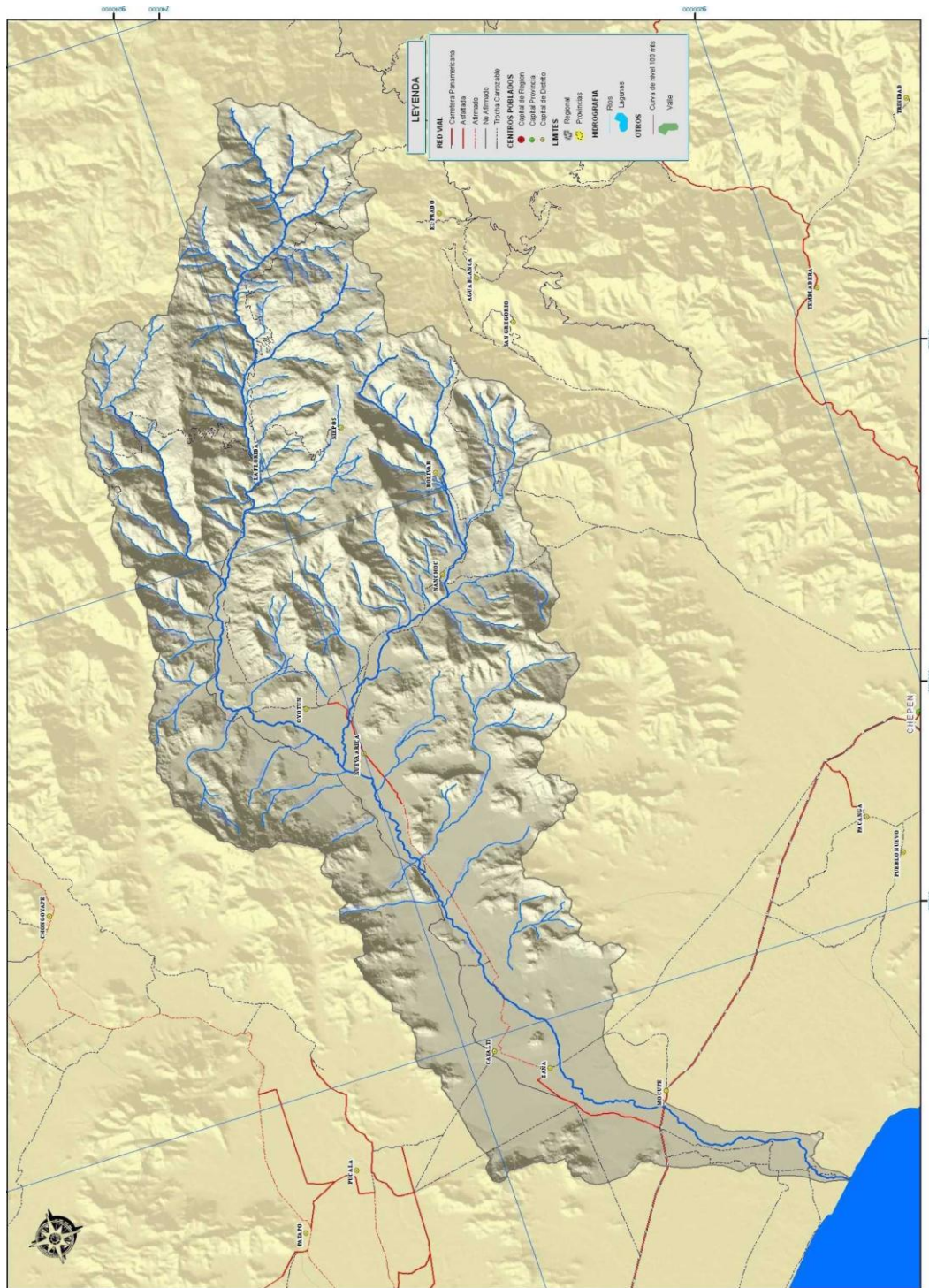


Ilustración 21 Esquema fluvial de Rio Zaña (ANA, 2016)

4.3. Potencia de trabajo

4.3.1. Cálculo de la altura bruta

La altura bruta de la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires que en estos momentos está utilizando turbinas Pelton la altura se calculó en función de la cota promedio de aguas arriba de la central y al nivel de descarga, según la ecuación siguiente:

$$H_{bruta} = Z_{aguas\ arriba_{(CCC)}} - Z_{nivel\ de\ descarga_{(CD)}}$$

Ecuación 33 Altura Bruta

Donde:

H_{bruta} : *Altura bruta.*

$Z_{(CCC)}$: Cota del nivel de agua en la cámara de carga (msnm).

$Z_{(CD)}$: Cota de descarga (msnm).

$$H_{bruta} = 1170\text{msnm} - 990\text{msnm}$$

$$H_{bruta} = 180\text{m}$$

4.3.2. Cálculo de la potencia neta

Con esta fórmula de nuestra potencia neta podremos obtener nuestro caudal de diseño con el cual podremos trabajar y después lo compararemos con nuestro caudal hídrico el cual nos proporcionó nuestras tablas de historiales hidrográficos.

$$Q = \frac{P_{neta}}{6 \times h_{disp}}$$

Ecuación 34 Potencia Neta

$$Q = \frac{3000\text{ Kw}}{6 \times 190\text{m}}$$

$$Q = 2.6\text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora que hemos calculado nuestra potencia neta ósea para obtener nuestro caudal de trabajo podemos observar que nuestro calculo nos

arroja un caudal de 2.6 m³/s el cual será nuestro caudal de diseño ahora como podemos observar este caudal se encuentra por debajo de nuestro caudal de historial hidrológico el cual es óptimo para poder generar nuestros 4 Mw de potencia eléctrica.

4.4. Obras civiles

El siguiente paso es calcular la tubería forzada la cual se calculó con el caudal de diseño el cual fue sacado y también mediante una fórmula que se verá a continuación.

4.4.1. Diámetro de tubería forzada

El diámetro de la tubería se calculará con la siguiente formula:

Se empleó esta fórmula con la cual se obtuvo el diámetro de la tubería.

$$D = \sqrt[7]{\frac{5.2 * Q^3}{H}}$$

Ecuación 35 Diámetro de la Tubería

Para alturas de caídas $H > 100$

(Fuente libro Manual de diseño de pequeñas centrales hidroeléctricas)

$$\text{Siendo: } H = h + h_1$$

h = altura de caída bruta

$$h_1 = 0.15 L V / T = \text{sobre presión debida al golpe de ariete}$$

L = longitud de la tubería en metros

V = velocidad del agua en m/s

T = tiempo de cierre de válvulas de la turbina en segundos

La fórmula es válida para

$$T > L/500$$

Se calculó el diámetro de la tubería obteniendo en primer lugar el h_1

$$h_1 = \frac{292.84m * 4 m/s}{T}$$

Se calculó el T para poder despejar la formula anterior:

$$T > \frac{L}{500}$$

Ecuación 36 Tiempo de Cierre de la Válvula

$$T > \frac{292.84m}{500}$$

$$T > 0.58 \text{ segundos}$$

Con este dato se obtuvo el tiempo de cierre de válvula que será mayor al tiempo obtenido de 0.44 segundos.

Despejando:

$$h_1 = \frac{292.84m * 4m/s}{120 s}$$

$$h_1 = 9.76 m$$

Ahora:

$$H = h + h_1$$

$$H = 180 m + 9.76 m$$

$$H = 189.76$$

Se halló la formula final con los datos obtenidos:

$$D = \sqrt[7]{\frac{5.2 * Q^3}{H}}$$

$$D = \sqrt[7]{\frac{5.2 * 2.6^3 m^3}{189.76 m}}$$

$$D = 0.9008 m$$

Se procedió a calcular el diámetro más económico:

El primer paso que se calculo fue la sección transversal:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Ecuación 37 Área de tubería

$$A = \frac{\pi * 0.90^2 m}{4}$$

$$A = 0.6361 m^2$$

Se determinó la velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{2.6 m^3}{0.6361 m^2}$$

$$V = 4.08 m/s$$

4.5. Pérdidas Primarias

4.5.1. Cálculo de pérdidas en la tubería forzada

Se calculó la pérdida por fricción mediante esta fórmula:

$$H_{rp} = \frac{V^2}{2 * g} * \frac{L}{D} * f$$

Ecuación 38 Pérdidas en la Tubería Forzada

H_{rp} = pérdidas en metros.

V = velocidad media

g = gravedad.

L = longitud de tubería.

f = es factor adimensional que se calcula mediante la ecuación de Colebrook – White.

Se calculó el número de Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

ν = la viscosidad cinemática.

V = velocidad del fluido.

D = Diámetro de la tubería.

$$Re = \frac{4.08 * 0.90}{1.01 * 10^{-6}}$$

$$Re = 3635643.56$$

Se calculó el f para poder despejar la formula anterior:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log. \left[\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right]$$

Ecuación 39 Colebrook – White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log. \left[\frac{\frac{0.2}{0.90}}{3.7} + \frac{2.51}{3635643.56 \sqrt{f}} \right]$$

$$f = 0.1825$$

Se obtuvo este dato el cual se procedió a calcular las pérdidas:

$$H_{rp} = \frac{V^2}{2 * g} * \frac{L}{D} * f$$

$$H_{rp} = \frac{2^2 m/s}{2 * 9.81 m/s^2} * \frac{292.84 m}{0.9008 m} * 0.1825$$

$$H_{rp} = 12.09 m$$

Comprobación de la sugerencia en la tubería forzada y cámara de carga:

$$\frac{V}{g * D} \leq 0.5$$

Ecuación 40 Tubería Forzada y Cámara de Carga

V = Velocidad del Fluido en la tubería forzada.

g = Gravedad.

D = Diametro de la tubería forzada.

$$\frac{4}{9.81 * 0.90} \leq 0.5$$

$$0.4530 \leq 0.5$$

Con el dato obtenido de 0.45 cumple con la separación mínima entre la entrada de a la tubería forzada y el nivel del agua.

4.6. Pérdidas secundarias

4.6.1. Pérdidas en la rejilla de limpieza

$$h_{\beta} = \frac{V_0^2}{2 * g} * sen_{\beta}$$

Ecuación 41 Pérdidas en la Rejilla

V_0 = Velocidad del fluido.

g = Gravedad.

sen_{β} = Angulo de la rejilla.

$$h_{\beta} = \frac{4^2}{2 * 9.81} * sen_{45}$$

$$h_{\beta} = 0.6939m$$

4.6.2. Pérdidas en el codo angular

$$H_{codo} = \frac{V^2}{2 * g} * K_b$$

Ecuación 42 Pérdidas en el codo Angular

V = Velocidad del fluido

g = Gravedad

K_b = valores de giro elegidos por tabla de acuerdo al Angulo.

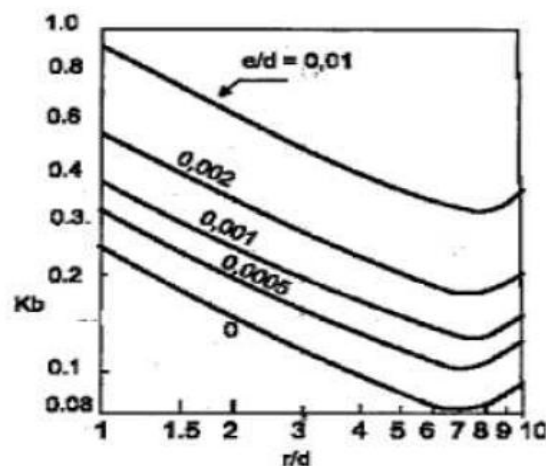


Ilustración 23 Valores de K_b

$$H_{codo} = \frac{4m/s^2}{2 * 9.81m/s^2} * 0.034$$

$$H_{codo} = 0.0069m$$

4.7. Pérdidas en la válvula de compuerta

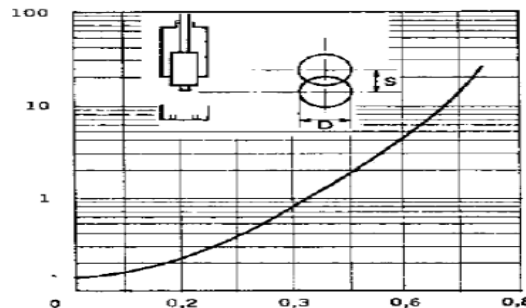
$$H_{compuerta} = 2 * \frac{V^2}{2 * g} * K_{compuerta}$$

Ecuación 43 Pérdidas en la Válvula de compuerta

V = Velocidad del fluido

g = Gravedad

$K_{compuerta}$ = coeficiente de compuerta.



$K_{compuerta}$ (POZA, 2016)

Ilustración 24 Coeficiente de la compuerta

El trabajo de la válvula será totalmente abierta la cual tendrá un valor 1 por lo tanto nuestro coeficiente de compuerta será 0.1.

$$H_{compuerta} = 2 * \frac{4^2}{2 * 9.81} * 0.1$$

$$H_{\text{compuerta}} = 0.1630m$$

4.8. Pérdidas en el pantalón

4.8.1. Pérdidas en el codos secundarios y bifurcación

$$H_{\text{codo}} = \frac{V^2}{2 * g} * K_b$$

Ecuación 44 Pérdidas en el Pantalón

$$H_{\text{codo}} = \frac{4m/s^2}{2 * 9.81m/s^2} * 0.034$$

$$H_{\text{codo}} = 0.006m$$

Bifurcación

La fórmula para calcular pérdidas en caso de bifurcación es la siguiente

$$h = K_b * \frac{V^2}{2 * g}$$

Se tuvo en cuenta que la bifurcación es simétrica se obtuvo el coeficiente de pérdida por tabla como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 25 Coeficiente de la compuerta (tubería, 2016)

$$h = 0.1 * \frac{4^2}{2 * 9.81}$$

$$h = 0.08 \text{ m}$$

Se calculo las perdidas después de las bifurcaciones utilizando codos con un angulo de 90 grados

$$H_{codo} = \frac{V^2}{2 * g} * K_b$$

$$H_{codo} = \frac{4^2}{2 * 9.81} * 0.144$$

$$H_{codo} = 0.117$$

$$H_{codo} = 2 * 0.117$$

$$H_{codo \text{ total}} = 0.234$$

4.8.2. Pérdidas en la válvula mariposa

$$H_{mariposa} = \frac{V^2}{2 * g} * K_{mariposa}$$

Ecuación 45 Pérdidas en la Válvula Mariposa

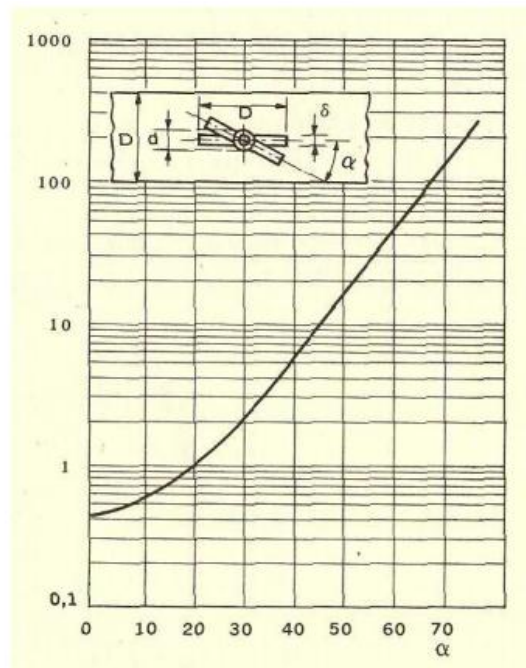


Ilustración 26 Pérdidas en la Válvula Mariposa

Fuente(POZA, 2016)

Con la ilustración 23 se obtuvo $K_{mariposa}$ para poder despejar la formula anterior.

$$H_{mariposa} = \frac{V^2}{2 * g} * K_{mariposa}$$

$$K_{mariposa} = 0.4$$

$$H_{mariposa} = \frac{4^2}{2 * 9.81} * 0.4$$

$$H_{mariposa} = 0.32m$$

4.8.3. Pérdidas en la contracción anterior a la cámara espiral

$$H_{contraccion} = \frac{V_2^2}{2 * g} * K_{contraccion}$$

Ecuación 46 Contracción en la Cámara Espiral

V_2 = velocidad del agua en el tubo de menor sección.

g = Gravedad.

$K_{contraccion}$ = coeficiente de contracción.

Se procedió a calcular la nueva velocidad en la nueva sección de tubería.

$$V_2 = \frac{Q}{Area}$$

Q = caudal de diseño.

$Area$ = Área de la tubería.

$$V_2 = \frac{2.6m^3}{\frac{\pi * 0.75^2}{4}}$$

$$V_2 = 5.88 \text{ m/s}$$

Con la velocidad obtenida se calculó la pérdida en la contracción del pantalón, se obtuvo el coeficiente de $K_{contraccion}$ de la siguiente tabla.

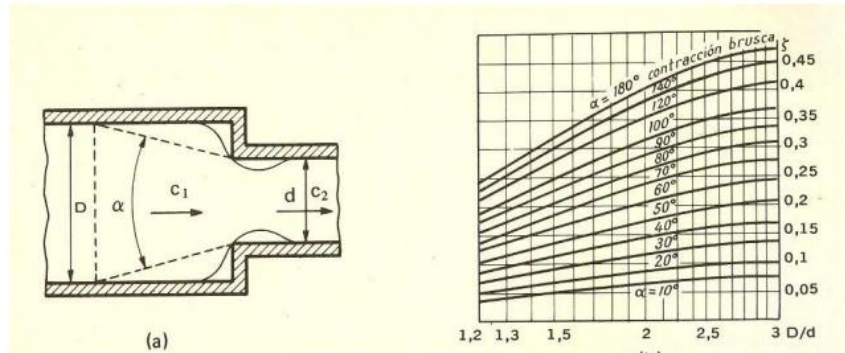


Ilustración 25 Contracción del Pantalón

Fuente: (POZA, 2016)

La contracción en el pantalón tendrá un ángulo de 10° fue una contracción suave.

$$K_{contraccion} = 0.01$$

$$H_{contraccion} = \frac{5.88^2}{2 * 9.81} * 0.01$$

$$H_{contraccion} = 0.01m$$

4.9. Cálculo del salto neto

4.9.1. Pérdidas primarias:

$$H_{rp} = 12.09m$$

Ecuación 47 Pérdidas Primarias

4.9.2. Pérdidas secundarias

$$h_{\beta} = 0.69m$$

Ecuación 48 Pérdidas Secundarias

$$H_{codo} = 0.006m$$

$$H_{compuerta} = \mathbf{0.16m}$$

$$H_{codo} = 0.006m$$

$$H_{mariposa} = 0.32m$$

$$H_{codo} = 0.234m$$

4.9.3. Segundo tramo de tubería tramo del pantalón

$$H_{contraccion} = 0.01m$$

4.10. Total de pérdidas

Ecuación 49. Total de pérdidas

$$Perdidas_{totales} = H_{rp} + h_{\beta} + H_{codo} + H_{compuerta} + H_{codo} + H_{mariposa} + H_{contraccion}$$

Ecuación 50 Pérdidas Secundarias

$$\begin{aligned} Perdidas_{totales} &= 12.09m + 0.69m + 0.006m + \mathbf{0.16m} + 0.006m + 0.32m \\ &+ 0.01m + 0.23 \end{aligned}$$

$$P\acute{e}rdidas_{totales} = 13.51 m$$

Calculado las perdidas en el sistema desde la cámara de carga hasta la casa de maquina se obtuvo el siguiente resultado 13.61 m de pérdidas.

Se procedió a realizar la resta de la altura neta con las pérdidas para poder sacar la altura real la cual sirvió para el rediseño de la mini central respetando parámetros de diseño.

$$H_{neta} = Alura\ bruta - P\acute{e}rdidas\ en\ el\ sistema$$

$$H_{neta} = 180m - 13.51m$$

$$H_{neta} = 166.49\ metros$$

4.11. Dimensionamiento de la turbina y generador

$$P = Q * \rho * g * H * \eta$$

Dónde:

Q = caudal de diseño

ρ = densidad del agua

g = gravedad.

H = altura de diseño

η = eficiencia del sistema

La eficiencia que se tomo fue de 0.8 o 80% lo cual si se alcanzó esta eficiencia en la central hidráulica.

$$P = 2.6 * 1000 * 9.81 * 166.49 * 0.8$$

$$P = 3.39\ Mw$$

Se procedió mediante esta fórmula a sacar el número específico de revoluciones de la turbina.

$$N_s = \frac{n * Q^{\frac{1}{2}}}{h^{\frac{3}{4}}}$$

n = velocidad de sincronismo del generador.

Q = caudal de diseño.

h = altura real.

Número de pares de polos	Velocidad de sincronismo (rpm)
1	3000
2	1500
3	1000
4	750
5	600
6	500

Ilustración 26 Velocidad de sincronismo

Figura: (POZA, 2016)

$$N_s = \frac{750 * 2.6^{\frac{1}{2}}}{166.49^{\frac{3}{4}}}$$

$$N_s = 26.09$$

Se obtuvo una velocidad específica de 25.30 la cual nos permitió seleccionar un generador de 4 polos con una velocidad de sincronismo de 750 rpm.

Velocidad específica N_s	Tipo de Turbina
De 5 a 30	Pelton con un inyector
De 30 a 50	Pelton con varios inyectores
De 50 a 100	Francis lenta
De 100 a 200	Francis normal
De 200 a 300	Francis rápida
De 300 a 500	Francis doble gemela rápida o express
Más de 500	Kaplan o hélice

Ilustración 27 Velocidad Específica
(FLUIDOS.EDU.CO, 2016)

La turbina a escoger es una Pelton debido a la velocidad específica.

Según las especificaciones de la ilustración 26 se obtuvo la velocidad específica que está dentro de los valores de una Pelton con un inyector.

Según los datos obtenidos tenemos:

GRUPO	TURBINA	GENERADOR
2	PELTON DE 1.5 Mw	1.5 Mw

Estimación económica del sistema de generación:

Costo de la tubería Forzada en el tramo 1:

Para un diámetro de 0.90m

El metro de tubería forzada obtuvo un precio de:

1 metro = 250 dólares

Ahora:

$$\text{costo total} = 220 \text{ m} * 250 \text{ dolares}$$

$$\text{costo total} = 55\,000 \text{ dolares}$$

4.12. Costo total de la tubería forzada

Para un diámetro de 0.75m

El metro de tubería forzada obtuvo un precio de:

1 metro = 6765.55 dólares

Ahora:

$$\text{costo total} = 292.84\text{m} * 6765.55 \text{ dolares}$$

$$\text{costo total} = 1,981,224 \text{ dolares}$$

4.13. Precio de la turbina y accesorios

Turbina y Generador = 40 000 dólares (Wa Wu Shan)

Válvulas = 8000 dólares. (TFC)

Generador:

Generador de 3.5 Mw

DESCRIPCION	Unidad 1
MARCA	Wa Wu Shan
Potencia instalada KVA	1666
Tensión (KV) FASE-FASE	1000
Tensión (KV)FASE-NEUTRO	4.16
Frecuencia (Hz)	60
corriente (A)	440
cos fi	0.9
Excitatriz	
tensión (V)	70
corriente (A)	260

Ilustración 29 Datos de Generador

4.14. Evolución económica

Calculo mensual

Potencia solicitada	3000 kw	
tarifa	BT3	
Energía	1,166,400	kWh - mes
Calculo de la energia kWh Hora P	72,000	120
Calculo de la energia kWh Hora FP	1,094,400	456

venta			
	Cargo Fijo Mensual(S./mes)	8.83	8.83
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta (ctm. S./kW.h)	17.75	12,780.00
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta (ctm. S./kW.h)	15.21	166,458.24
	Cargo por Potencia Activa de Generación Presente FP	6.41	19,230.00
	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de distribución Presente FP	32.29	96,870.00
			295,34 7.07

venta	precio medio venta energía	S/. 14.47
	precio medio venta potencia	S/. 38.70
compra	precio medio compra energía	S/. 11.70
	precio medio compra potencia	S/. 28.14

Compra	
Energía	136,460
Potencia	16,884
TOTAL	153,344

UTILIDAD BRUTA	142,003
MARGEN BRUTO	48%

IMPUESTOS DE VALOR	
Potencia solicitada por cliente	3,000
Opción tarifaria	BT3
Numero de días/mes considerado calculo	24
N de horas al mes hora punta	120
N de horas al mes fuera punta	456
Hora punta	0.20
fuera de punta	0.80
calculo de la energía kWh mes HP	72,000
calculo de la energía kWh mes FP	1,094,400
Cargo por Energía Activa en Horas de Punta (ctm. S/./kW.h)	17.75
Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta (ctm. S/./kW.h)	15.21
Cargo por Potencia Activa de Generación Presente FP	6.41
Cargo por Potencia Activa por uso de redes de distribución Presente FP	32.29
Calculo venta de energia en soles Mes	295,338
Calculo compra de energía en soles Mes	92,007
precio medio de compra energía	7.02
precio medio de compra potencia	16.88
soles energía	81,876.27
soles potencia	10,130.40
Margen bruto	68.85%
Depreciación Lineal	20 años
Tasa impositiva	30%
Soles por energia anual	3,544,059
Inversión S./	1,344,000
Costo fijo	5%
Costo de la deuda (antes de impuesto)	4.50%
Costo de la deuda (después imp)	3.15%
Riesgo País	2.17%
Beta desapalancada	0.4500

Beta apalancado	3.2850
Rf	2.89%
Prima de mercado	5.62%
Retorno del accionista	23.52%
Pasivo	90%
Patrimonio	10%
Plazo crédito	5 año
ROA de la empresa 8.00%	
Fondo de Maniobra	
Inversión en clientes	30
Inventarios	30
Proveedores	15
Efectivo	1.30%
base de cálculo Año	365

CCPP	5.19%
VAN	34,277,728
TIR	131.38%

Analisis de sensibilidad	variable potencia	variable Margen bruto	
---------------------------------	--------------------------	------------------------------	--

	34,277,728
10	-978,787
30	-742,957
40	-625,043
50	-507,128
60	-389,213
70	-271,298
80	-153,384
90	-35,469
100	82,446
150	672,020
175	966,807
200	1,261,594

	34,277,728
10%	873,787
20%	6,550,191
30%	12,226,594
40%	17,902,998
48%	22,444,120
50%	23,579,401
52%	24,714,682

Pasivo

	34,277,728
10%	28,208,992
20%	28,881,794
30%	29,577,142
40%	30,295,963
50%	31,039,225
60%	31,807,944
70%	32,603,183
80%	33,426,055
90%	34,277,728

4.15. Selección de equipos de transmisión de potencia mecánica. (SISTEMA DE CONTROL)

Potencia de la Mini Central Hidroeléctrica = 4 MW

Turbina = 750 rpm

Generador= 750 rpm

Potencia de diseño.

Pd: 4.5 MW

Pd: 6034.599 CV

Generador	Rango de	Sistema de Regulación	Eficiencia ³	Aplicaciones	Comentario
Generador Sincrónico	5kW – 100kW	Regulación por carga	70% a 80%	Se pueden utilizar conectados a la red. Iluminación, electrodomésticos y	Existen con imán permanente o con un circuito de campo para generar la i_F .
	100kW – 1MW	Regulación por	80% a 90%	Iluminación, electrodomésticos y motores	
Generador Asincrónico o de Inducción	1kW - 100kW	Regulación por carga	80 a 90%	Se puede utilizar conectado a la red (para más de 5kW) Iluminación, electrodomésticos y	Eficiencia es un 2% a 4% menor que los GS debido al deslizamiento. Si se interconecta con la red no requiere sistema de regulación. Después de esta potencia tope es más barato utilizar generadores sincrónicos.
	100kW-200kW	Regulación por caudal	80 a 90%	motores pequeños monofásicos y	

Generador	Rango de Potencias	Sistema de Regulación	Eficiencia	Aplicaciones	Comentario
Motor de inducción como generador	2kW – 15kW	Regulación por carga Si se conecta a la red no requiere regulación	77% a 95%	Se puede conectar a la red (más de 5kW) Iluminación, electrodomésticos y motores pequeños monofásicos.	Tienen buena eficiencia (siempre y cuando operen cercanos a las condiciones nominales, requieren de poco mantenimiento. Son fáciles de conseguir.
Alternador con bobinas	200W – 1kW	Regulador de voltaje	50 a 70%	Carga de baterías	Requieren mucho mantenimiento
Alternador con magnetos permanentes	200W – 2kW	Regulador de voltaje	80 a 97% (con modificaciones para microhidro)	Carga de baterías	Son más duraderos, más eficientes y requieren menos mantenimiento que los alternadores con arrollados
Motor como generador PMDC con escobillas	1kW – 5kW	Regulación por carga	60 a 75%	Carga de baterías	Tienen la desventaja de requerir mucho mantenimiento, su aplicación es para la carga de baterías principalmente
Motor como generador PMDC sin escobillas	1kW – 10kW	Regulación por carga	80 a 90%	Carga de baterías	No requieren de tanto mantenimiento, su eficiencia es mejor que la de los PMDC

4.16. Cálculos eléctricos para la selección de equipos

4.16.1. Intensidad en Alta tensión:

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene:

$$I_p = \frac{P}{1.73 * V_p}$$

P – potencia del transformador en Kva

V_p – Tensión primaria en Kv

I_p – intensidad primaria en Amperios

En nuestro caso la tensión primaria en el sistema es de 60Kv

La potencia del transformador es de 2000 Kva

Ahora:

$$I_p = \frac{3000}{1.73 * 60}$$

$$I_p = 28.90 \text{ Amperios en alta tension}$$

4.16.2. Intensidad en baja tensión:

La intensidad secundaria en baja tensión en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1.73 * V_s}$$

P – potencia del transformador en Kva

V_s – Tensión secundaria en Kv

I_s – intensidad primaria en Amperios

La potencia de nuestro transformador es de 2000 KVA y la tensión en el secundario es de 440 V.

$$I_s = \frac{3000}{1.73 * 380}$$

$$I_s = 4563.4317 \text{ Amperios}$$

4.16.3. Cálculo de la línea subterránea de media tensión:

La unión de transformación y la intensidad máxima que circulara en función del transformador será como ya se ha calculado anteriormente:

$$I_p = 28.90 \text{ Amperios en alta tensión}$$

4.16.4. Cálculo de corrientes de cortocircuito:

Observaciones:

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red, la cual nos vendrá especificada por la compañía suministradora.

4.16.5. Cálculo de corrientes de cortocircuito en la banda de alta tensión:

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en nuestra instalación se utilizara la siguiente ecuación:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{1.73 * V_p}$$

Donde:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en KVA

V_p = Tension de la red en KV

I_{ccp} = Corriente de cortocircuito en KA

La potencia de cortocircuito es de 500 MVA, la tensión de la red es de 60 Kv.

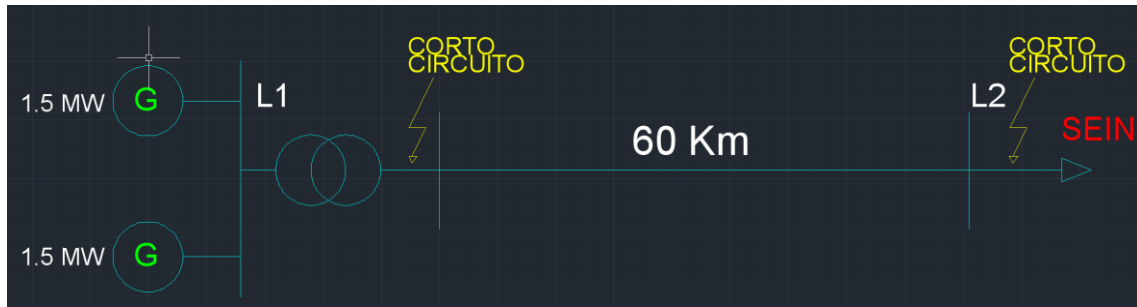
Sustituyendo en la ecuación de arriba obtenemos un valor de la intensidad de:

$$I_{ccp} = \frac{500}{1.73 * 60}$$
$$I_{ccp} = 4.81 KA$$

Calculo de las corrientes de cortocircuito en la franja de alta tensión en la línea para seleccionar los aparatos de protección.

La corriente de cortocircuito se calculó para el punto del SEIN el punto en donde se interconectara la central el cual la potencia de cortocircuito en ese punto es de 500 MVA para una tensión de 60 KV.

$$I_{ccp} = 4.81 KA$$



Ενσπραχι 30. Διαγραμμα Υνιφιλαρ δε Χορτοχιρχυιτο

El segundo punto que se calculo fue para la barra donde se encuentra la generaci3n en este punto tambi3n se instalara interruptores de cortocircuito para este punto se calcul3 la potencia de cortocircuito en ese punto.

4.16.6. Impedancias de los medios de servicio y de la v3a de la corriente:

Impedancia de la red:

$$Z_Q = \frac{1.1 * V_N^2}{S_{cc}}$$

$Z_Q =$ Impedancia de la red

$V_N =$ Tension de la linea = 60 Kv

$S_{cc} =$ Potencia de cortocircuito de la red = 500 MVA

$$Z_Q = \frac{1.1 * 60^2}{500}$$

Se obtuvo el valor de:

$$Z_Q = 7.92 \text{ Ohms}$$

Ahora tenemos que:

$$X_Q = \frac{Z_Q}{1.005}$$

$$X_Q = 7.8805 \text{ Ohms.}$$

Ahora:

$$R = (0.1) * (X_Q)$$

$$R = (0.1) * (7.8805)$$

$$R = 0.7880$$

La forma compleja será:

$$R = 0.7880 + j7.8805$$

b) Impedancia de la línea:

$$Z_l = l * (r' + jx')$$

De donde:

$Z_l = \text{Impedancia de la línea}$

$r' = \text{resistencia de la línea (cable del fabricante AAAC)}$.

$x' = \text{reactancia inductiva (cable del fabricante AAAC)}$.

$l = \text{Longitud de la línea de transmisión (Km)}$.

Se reemplazaron valores:

$$r' = 0.3194/Km \text{ (TABLA DE FABRICANTE)}$$

$$x' = 0.3967/Km \text{ (TABLA DE FABRICANTE)}$$

$$Z_l = 60 * (0.3194 + j0.3967)$$

$$Z_l = 1.916 + j2.3802$$

Después:

$$Z_{equivalente} = (1.916 + j2.3802) + (0.7880 + j7.8805)$$

$$Z_{equivalente} = (2.7041 + j10.2608)$$

Modulo:

$$Z_{equivalente} = \sqrt{2.7041^2 + 10.2608^2}$$

$$Z_{equivalente} = 10.61$$

Se procedió a reemplazar el $Z_{equivalente}$ en la formula de la impedancia con esto se obtuvo la potencia de cortocircuito en el punto de la central mi punto 1.

$$Z_Q = \frac{1.1 * V_N^2}{S_{cc}}$$

Despejando:

$$S_{cc} = \frac{1.1 * V_N^2}{Z_Q}$$

$$S_{cc} = \frac{1.1 * 60^2}{10.61}$$

$$S_{cc} = 373.23 \text{ MVA}$$

Se calculó la corriente de cortocircuito I_{ccp} en la 1 de la central para seleccionar los interruptores.

$$I_{ccp} = \frac{373}{1.73 * 60}$$

$$I_{ccp} = 3.59 \text{ KA}$$

4.16.7. Conexiones de la Central Hidroeléctrica:

La conexión se realizó Estrella/Estrella debido a que ofrece mejores beneficios que una conexión delta.

V. PROPUESTA DE INVESTIGACION

5.1. Etapas del Proceso del plan de mantenimiento

Con todo lo dicho hasta ahora podríamos resumir las distintas etapas que supone establecer un plan de mantenimiento:

- Clasificación e Identificación de Equipos.- El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos
- Recopilar información.- Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:
- Condiciones de Trabajo, de Diseño, recomendaciones del fabricante y condiciones legales.
- Selección de la Política de Mantenimiento.- Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento se aplicara a cada equipo.
- Programa de Mantenimiento Preventivo.- Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por familias, tipos de equipos, etc., a fin de optimizar la mano de obra. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección y de lubricación.
- Guía de Mantenimiento Correctivo.- Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento Correctivo esperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para su presupuesto.
- Organización del Mantenimiento.- El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:
 - La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena.
 - La estructura administrativa. El sistema de planificación y programación de trabajos.

5.1.1.Descripción del mantenimiento para la Mini central hidroeléctrica según el cronograma (Anexo N°3) elaborado para dichas actividades durante el año:

5.1.1.1. Actividades Preliminares:

Estas actividades se llevaran a cabo el primer mes del año en un plazo máximo de ejecutables de 5 semanas en las cuales se realizara requerimientos para llevar acabo el mantenimiento a través del año.

5.1.1.2. Obras de mantenimiento:

Las obras de mantenimiento se llevaran a cabo todo el año empezando desde el mes de febrero y terminando en el mes de diciembre como lo estipula el cronograma de mantenimiento diseñado para el óptimo funcionamiento de la mini central hidroeléctrica.

5.1.1.2.1. Mantenimiento Predictivo:

Este mantenimiento predictivo se llevó a cabo en los meses de febrero realizando en la semana 7 estudios termográfico que consistirá en realizar mediciones en puntos críticos que están expuestos a altas temperaturas causadas por la fricción o paso de energía a través de un componente.

5.1.1.2.2. También se realizarán estudios vibratoriales en elementos rotatorios.

5.1.2.Mantenimiento Preventivo:

Se realizara este mantenimiento en el mes de mayo contando con la rehabilitación de la turbina, rehabilitación del generador, trabajos eléctricos y obras civiles.

5.1.3.Mantenimiento Correctivo:

Este mantenimiento se dará a través de todo el año en la Mini central se desarrolla a base de imprevistos que pueden suceder en la Mini central hidroeléctrica como cortocircuitos, lluvias, desbordes, etc.

5.2. Descripción general del mantenimiento que se realizará en la Mini Central: (FUENTE PROPIA, 2016)

TIPOS DE MANTENIMIENTO	TÉCNICAS	MES DE EJECUCIÓN	EQUIPOS PARA EL DIAGNOSTICO	EQUIPOS DIAGNOSTICADOS
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	TERMOGRAFÍA Y ANÁLISIS VIBRACIONAL	FEBRERO	CÁMARA TERMOGRAFÍA Y ANALIZADOR DE VIBRACIONES	COJINETES, EJES, GENERADOR, TRANSFORMADOR, BORNERAS, CONDUCTORES.
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	REHABILITACIÓN DE LA TURBINA, DEL GENERADOR Y OBRAS CIVILES	MAYO	GUÍAS, MANUALES, CATÁLOGOS, HORAS DE TRABAJO, ETC	COJINETES, LUBRICACIÓN, BORNES, PRUEBA DE AISLAMIENTO, INYECTOR DE TURBINA, TURBINA, CÁMARA DE CARGA, DESARENADOR, ETC
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CORRECCIÓN DE AVERÍAS, FALLAS O IMPREVISTOS EN LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA	TODO EL AÑO	TODA LA MINI CENTRAL	TODA LA MINI CENTRAL

Ταβλα 14.Δεσχριπχι σν γενεραλ δελ μαντενιμιεντο

5.3. Turbina puesta en marcha

El equipo para la central de Niepos consiste en montar 4 generadores horizontales de turbina hidráulica.

Cada montaje costa de una turbina de impulsión con chorro sencillo tipo pelton con volante de acero, acoplamiento flexible y funcionamiento directo, generador síncrono montado sobre una placa de asiento de acero común.

Cada turbina puede ser aislada de la tubería de presión individualmente por medio de una válvula seccionadora de entrada operada manualmente. Esta válvula no deberá ser una para regular el caudal de agua de la tubería de presión a la turbina.

Todas las turbinas montadas son trabajadas individualmente o conjuntamente según sea la demanda de potencia de salida. El arranque y la parada de potencia de salida.

El arranque y la parada de la turbina se realizan manualmente y la frecuencia de potencia de salida de cada generador se mantiene automáticamente en 60 Hz por medio de un regulador hidráulico. En la caja de la turbina se halla montada una boquilla variable conteniendo una punta de lanza de tal forma que el chorro incida sobre la rueda Pelton a una distancia diametral de 670 mm. La aguja se encuentra conectada mecánicamente al servomotor del gobernador, estando el servomotor conectado hidráulicamente al gobernador. Una fuente de alimentación AC hidráulica separada provee la fuerza motriz necesaria. La abertura de la aguja es controlada por el gobernador lo cual permite que la presión de aceite actúe a ambos lados del pistón del servomotor manteniendo así una velocidad constante en una turbina que a su vez asegura una frecuencia constante en la potencia de salida.

5.4. Generador

El estator y el rotor son suministros completamente conectados y pueden entonces ser manipulados e instalados como una unidad.

El imán excitador es suministro separadamente.

El generador de imán permanente, el taco – generador y escabel son suministros completamente montados y pueden por lo tanto ser manipulados e instalados como una unidad completa.

Se tendrá que sacar las cubiertas de los cojinetes y se removerá las películas protectoras de la muñonera y piezas de empaque de entre la tajuela y el hombro de la muñonera del cojinete.

Se montara medio acoplamiento en extremo de eje.

Se colocara el estator en plato base pero no se ejercerá torque en los tornillos que soportan el estator. La altura de la maquina se ajustara por chavetas bajo el pie del estator. Las posiciones transversa y axial pueden ser ajustadas moviendo el estator una pequeña distancia en el plato base.

El alineamiento preciso de la maquina es necesario. Cuando sea completado los pernos de sujeción deben ser apretados, el alineamiento verificado y si se encuentra correcto, los orificios de tarugos deberán ser taladrados, abocardados y los tarugos fijados.

Se montara el excitador en el plato base sobre la armadura del excitador pero no se apretara los pernos de sujeción en esta etapa.

Se ajustara el espacio de aire del excitador de la periferia, colocando cuatro puntos equidistantes alrededor de la periferia, colocando chavetas bajo el pie del excitador para ajustar la altura.

Se alineara precisamente el imán del excitador será necesario. Cuando este sea completado los pernos de sujeción deben ser apretados, el alineamiento se verificara y si se encuentra correcto los orificios tarugos deben ser taladrados.

5.5. Transmisión de acoplamiento directo

5.5.1. Tipo de acoplamiento para el sistema de generación

Se ofrecen las notas siguientes para la guía general únicamente y no cubren todas las circunstancias posibles. El contratista del montaje de los equipos deberá asegurarse de que se obtenga información completa y específica del fabricante del acoplamiento para la instalación, funcionamiento y mantenimiento del mismo.

Se pueden usar un acoplamiento sólido o uno flexible, pero de preferencia un acoplamiento flexible ya que reduce las tensiones producidas por el ligero desalineamiento. En cualquier caso, no se puede tomar por la máquina ningún empuje axial a no ser que esto haya especificado en la compra.

5.5.2. Notas generales sobre la alineación

Es demasiado importante la alineación exacta de todas las máquinas rotativas y es necesario reducir al mínimo el desgaste del acoplamiento, desgaste de los cojinetes, la flexión del eje y la vibración de la máquina. Aun en el caso de máquinas sobre placa de asiento la alineación se habrá de comprobar después de fijarlas con pernos para determinar si se ha producido distorsión, ya que la alineación de fábrica puede perturbarse durante el envío, manejo o instalación de los equipos.

La alineación y concentricidad se han de comprobar antes de conectar los semi acoplamientos y antes de apretar finalmente los pernos de cimentación y las clavijas.

Si una máquina dotada de cojinetes de bolas y rodillos se acopla a un eje soportado por cojinetes lisos, surgirá una causa posible de cambio de alineación por diversas razones. La más notoria es que uno de los cojinetes lisos va a sufrir desgaste inevitablemente y se producirá un cambio de alineación.

5.6. Efecto de la temperatura

Se deberá también tener presente el cambio de dimensiones en los ejes de máquinas impulsoras e impulsadas debido a las variaciones de la temperatura que se deberá tener presente.

Una variación de temperatura cambia también la altura de un eje sobre sus cimentaciones y si existe mucha diferencia entre la temperatura de una máquina impulsora o caja de mecanismo. El coeficiente de expansión lineal del acero es de 0.0000067 por grado Fahrenheit; por lo tanto para un centro de 20 pulg por encima de la placa de asentamiento y una diferencia de temperatura entre las máquinas impulsora e impulsada.

Estas condiciones pueden imponer cargas muy severas sobre los cojinetes, particularmente en el caso de equipos grandes y de aquellos que se encuentran acoplados en forma compacta y en algunos casos se recomienda que se deje una holgura de modo que la alineación resulte casi correcta en condiciones normales de trabajo.

5.7. Errores en la alineación del eje

Los errores más comunes se tendrán por cuidado para el montaje de los equipos:

Errores de angularidad. Se entiende por angularidad el tipo en que los ejes geométricos de los ejes reales no se encuentran en línea sino en intersección en el plano de las superficies del acoplamiento.

Errores de excentricidad. En la figura----- se muestra un error de excentricidad, en ella los ejes reales se encuentran paralelos pero sus ejes geométricos no coinciden ni son concéntricos.

5.8. Generador en marcha

5.8.1. Pruebas de alta tensión de devanados de estator en el emplazamiento

Se realizaran pruebas de alta tensión en fabrica en todas las maquinas después de las pruebas de marcha de acuerdo con las normas británicas, americanas o I.E.C.

La recomendación será pruebas de tensión reducida por acuerdo en el montaje de las maquinas instaladas en el emplazamiento. Cuando se lleva a cabo una prueba de alto voltaje reducido, se deberá tomar las precauciones normales. Ejemplo el devanado debe estar limpio y seco, todos los otros devanados y componentes auxiliares deben conectarse a tierra. Se deberán cumplir las precauciones adecuadas de seguridad.

Por seguridad después de las pruebas correspondientes se ha de poner a tierra los devanados y tenerlos así hasta que se descarguen totalmente.

5.8.2. La máquina se recalienta

Si la maquina llegara a recalentarse seriamente, se pondrá inmediatamente fuera de servicio, la causa debe investigarse y remediarse.

Si el recalentamiento ocurre en los devanados puede ser debido a sobrecarga, ventilación defectuosa o una falla eléctrica. El sistema de ventilación y refrigeración debe comprobarse, pues se pueden hallar fallas evidentes como un atasco. Se comprobara que la temperatura del aire a la entrada no sea excesiva y que existe un tiro razonable del aire a través de la máquina.

Si la falla parece ser de origen eléctrico, los devanados que se sospechan las fallas deben examinarse por si hay síntomas de arcos o recalentamiento local. Las resistencias de los devanados deben medirse para constatar el equilibrio de las partes similares y deben

medirse el aislamiento a tierra. Si existe una falla en el conjunto rectificador o en el devanado del inducido de la excitatriz, normalmente esto será acusado por el indicador de falla de diodos.

La sobrecarga del devanado estatorico es indicada por exceder la corriente estatorica el valor normal, pero puede sobrecargarse el rotor y la excitatriz:

- Si el factor de potencia es bajo, incluso aunque la corriente estatorica no exceda de la indicada en la placa del fabricante.
- Si la velocidad es baja.
- Si la tensión es superior al valor normal.

5.9. Resistencia de aislamiento

Es difícil establecer una norma mínima de resistencia de aislamiento admisible. La mayoría de las especificaciones internacionales y nacionales no tratan de este asunto, es igualmente interpretar el significado de una sola lectura de resistencia de aislamiento. Las recomendaciones siguientes se dan entendiéndose que no son completas pero pensamos que establecen una meta más alta y realista que las recomendaciones anteriores.

5.10. La tensión en bornes no se mantiene correctamente

Si el generador se excita correctamente cuando está funcionando en vacío pero no consigue mantener la tensión cuando está en carga, en primer lugar hay que comprobar que la velocidad del generador es la correcta y que el generador no está sobrecargado.

Si no existe un panel amperímetro que mida la corriente de campo de la excitatriz, se deberá conectar uno en c.c. en serie con uno de los bornes de la excitatriz para medir dicha corriente.

Compruebe la corriente de campo en carga no supera el valor que se indica en la placa del fabricante de la excitatriz para plena carga. Una discrepancia en esto indicaría que el fallo está en la máquina.

Deben comprobarse los diodos y fusibles. La resistencia del inducido de la excitatriz deben comprobarse para constatar el equilibrio entre fases y las bobinas del campo del generador también deben comprobarse en cuanto a igualdad de resistencia. Si se realizan investigaciones más complicadas podemos suministrar un conjunto de anillos rozantes y escobillas similar al de las pruebas de fábrica.

5.11. La tensión inestable:

Si la tensión oscila de manera que dé lugar a que parpadee la lámpara se comprobara que ello no se debe a fluctuaciones correspondientes de velocidad. Esto podría ser ocasionado por un acoplamiento suelto, en el caso de un motor síncrono por la oscilación de fases del motor.

5.12. Vibración excesiva:

La vibración puede surgir de causas mecánicas o eléctricas y a menos que la causa sea evidentemente, como hallarse flojo un componente rotativo que se haya movido. Un zumbido de baja frecuencia, solo cuando la maquina esta excitada, podría ser ocasionado por espiras cortocircuitadas en el devanado del campo del rotor.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Para el análisis de este proyecto, se consideró estudios hidrológicos obteniendo un caudal promedio anual en los meses de estiaje que fue de 20.612 m³/s que garantizaron un resultado favorable siendo suficiente este caudal con el cual se procedió a repotenciar la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires alcanzando una potencia de 4 Mw.
- El rediseño conto con obras civiles suficientes para soportar un caudal de 2.6 m³/s tomando en cuenta criterios de diseño ya planteados anteriormente los cuales se verificaron y se repotenciaron las partes necesarias como la tubería forzada, las máquinas de generación etc.
- Se evaluó económicamente haciendo estudios del VAN y TIR obteniendo buenos resultados como un VAN de 34 277 728 y un TIR de 131.38% en una estimación económica de 20 años.
- Los costos de mantenimiento son económicos por que conto con equipos altamente sofisticados teniendo altos controles de calidad en fin se realizó un plan de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo los cuales se realizan rutinariamente.
- Se realizó los planos de rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica De Buenos Aires como: obra de toma planta y secciones , detalles de obra de toma, desarenador , cámara de carga, celda llegada y transformación, casa de máquinas, diagrama unifilar.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda mejorar el plan de evacuación en caso ocurra un sismo o una inundación por sobre caudales que puedan afectar las máquinas que se encuentran operando en la Mini Central hidroeléctrica de Buenos Aires.
- Crear accesos como carreteras para poder permitir el acceso más rápido a la Mini Central Hidroeléctrica en caso de cualquier desastre que se pueda presentar.

ANEXOS

Anexo N° 1
ENTREVISTA



**“FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO”
“ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA”**

**REDISEÑO DE LA MINI CENTRAL HIDROELECTRICA BUENOS AIRES PARA
UNA POTENCIA DE 4 MW – LA FLORIDA - SAN MIGUEL - CAJAMARCA**

Entrevistado:

Nombre:

Especialidad:

Institución:

Área:

Cargo:

Cuestionario.

- ¿Cuáles son las etapas para el rediseño de una mini central hidroeléctrica?
- ¿Qué finalidad tiene la turbina hidráulica y cuáles son sus partes?
- ¿Porque hay que regular la velocidad en una mini central hidroeléctrica?
- ¿A qué se debe el embalamiento de una turbina?
- ¿Cuáles son los métodos de medición más utilizados?
- ¿Cuáles son las ventajas de una mini central hidroeléctrica?
- ¿Cree usted que con el desarrollo de la mini central hidroeléctrica se solucionara el problema?

Anexo N°2

Guías de observación. (FUENTE PROPIA, 2016)

Tabla 15 *Guías de observación*

Fases	Duración	Herramientas	Materiales	Equipos	Responsables
Verificación de las condiciones de la mini central hidroeléctrica.	2h.				Finetti D. Ramos Ch.
Entrevistas a responsable de la mini central hidroeléctrica.	30 min		Papel Lapiceros		Finetti D. Ramos Ch.
Entrevista realizada a un especialista.	40 min		Papel Lapiceros		Finetti D. Ramos Ch.
Medidas realizadas					Finetti D. Ramos Ch.
Obtención de datos.	1h.				Finetti D. Ramos Ch.



Φωτο 1. Χασα δε Μαθυνασ(φυεντε προπια)



Φωτο 2. Τρανσφορμαδορεσ Ελεπαδορεσ(φυεντε προπια)



Φωτο 4.Πατιο δε Αλαψεσ(φθεντε προπια)



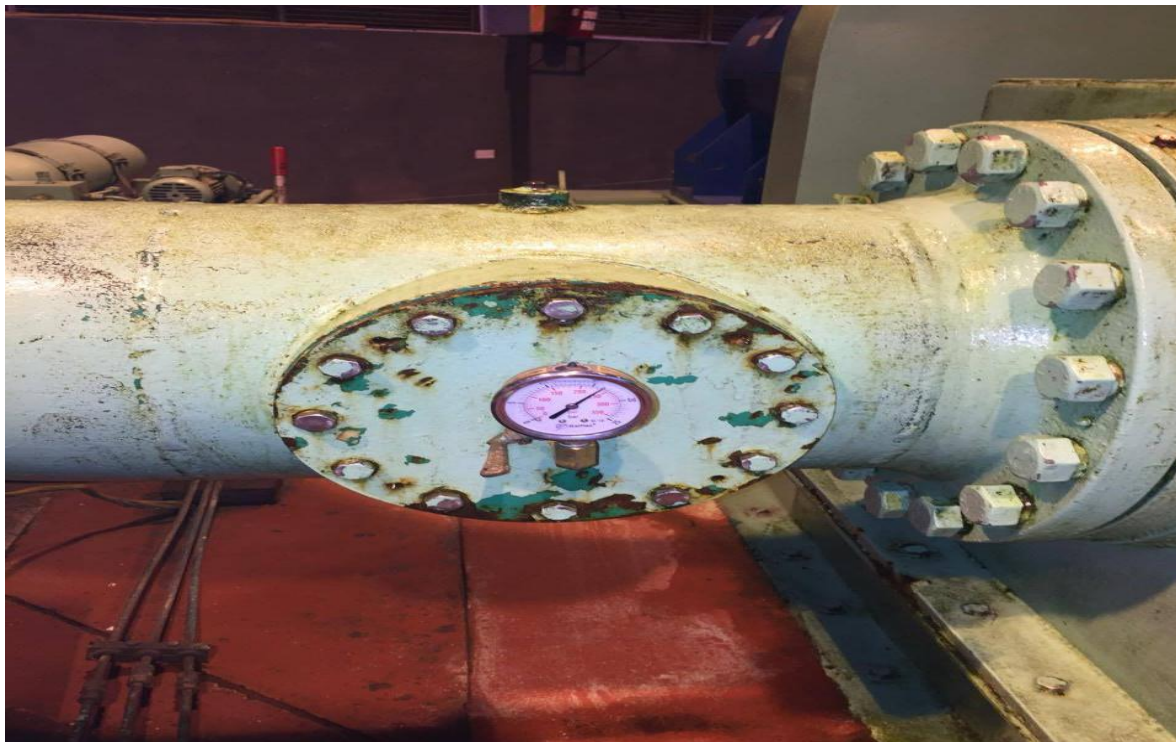
Φωτο 3.σιστα Φρονταλ δε λα Μινι Χεντραλ Ηιδροελχτριχα(φθεντε προπια)



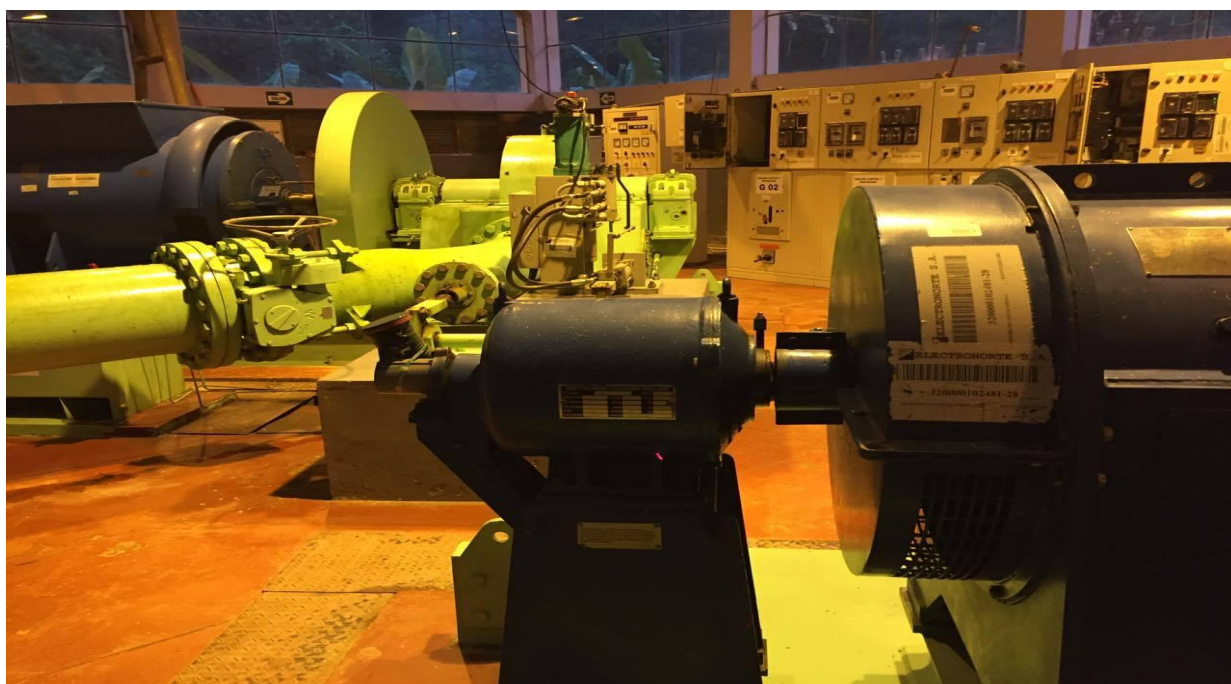
Φωτο 5. Λίνεας δε Τρανσμισιόν



Φωτο 6. Ταβλερος δε Μανδο(φνεντε προπια)



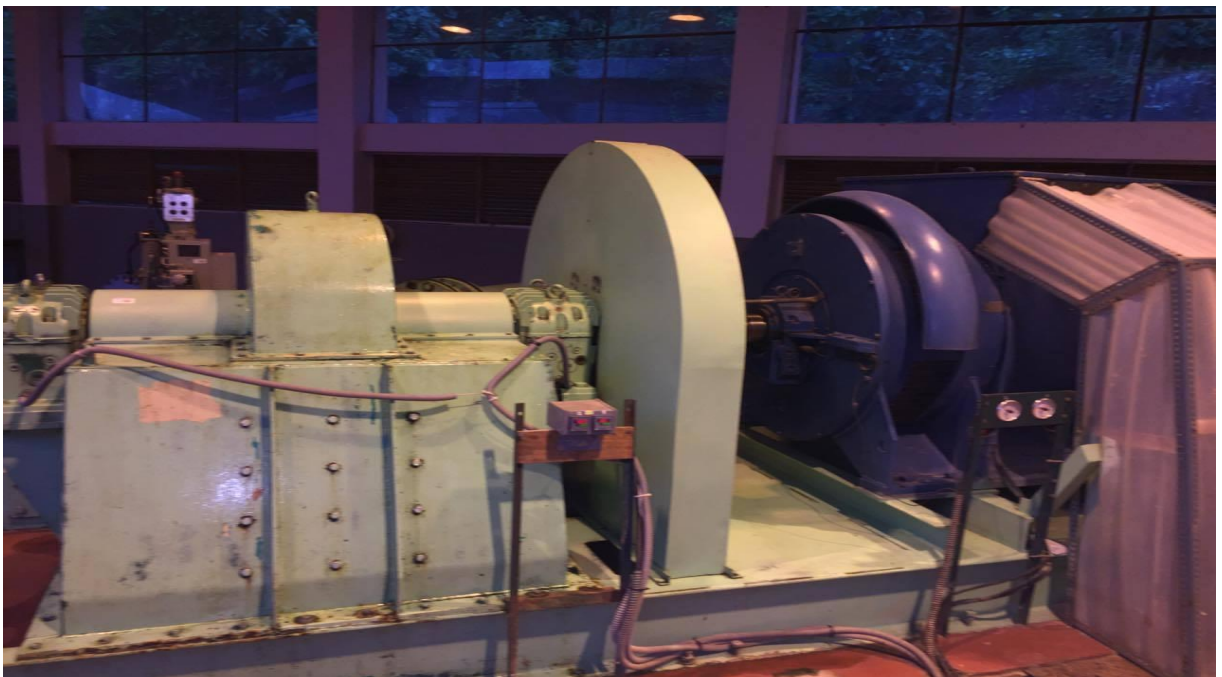
Φωτο 7.Τυβερύα Φορζαδα δε λα εντραδα αλα Τυρβινα(φυντε προπια)



Φωτο 8.Γενεραδορεσ(φυντε προπια)



Φωτο 10. Γενεραδορ Αχοπλαδο α λα Τυρβινα(φυνεντε προπια)



Φωτο 9. Γενεραδορ Βρυση(φυνεντε προπια)



Φωτο 12. Ρεφιλλα δε λα χ(μαρα δε χαργα(φνεντε προπια)



Φωτο 11. ΓΠΣ γαρμιν α υνα αλτυρα δε 1166 μ(φνεντε προπια)



Φοτο 13. Χ(μαρα δε Χαργα(φυνεντε προπια)



Φοτο 14.Χαναλ δε Χαργα(φυνεντε προπια)



Φοτο 15. τυβεργά φορζαδα(φυεντε προπια)

ACTIVIDAD	PLAZO DE EJECUCION MES / SEMANA																																										
	CRONOGRAMA GENERAL DE MANTIMIENTO																																										
	E					F					M					A					M					J																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32												
MANTIMIENTO																																											
ACTIVIDADES PRELIMINARES																																											
Movilización																																											
ETAPA DE INICIACION																																											
ETAPA DE PLANIFICACION																																											
PRESENTACION DEL EXPEDIENTE DE MANTENIMIENTO																																											
OBRAS MANTENIMIENTO																																											
MANTENIMIENTO PREDICTIVO																																											
Termografia																																											
Análisis Vibracional																																											
MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																											
Rehabilitación de Turbina																																											
Rehabilitación de Generador																																											
Trabajos Eléctricos																																											
Obras Civiles																																											
SUPERVISION MENSUAL/AREA TALLER																																											
INFORMES																																											
Informes de AREA DE MANTENIMIENTO																																											

Anexo 4.Costos de Mantenimiento.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN		ESCUELA DE ING.MEC.ELC					
PROGRAMA DETALLADO DE MANTENIMIENTO DE C. H. BUENOS AIRES							
CENTRAL	:	"BUENOS AIRES-CAJAMARCA NIEPOS"					
NUMERO DE VALORIZACIÓN	:	02					
FECHA	:						
MONTO DE CONTRATO DE MANTENIMIENTO	:						
ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	ene-16					COSTO
		1	2	3	4	5	
	SEMANA	1/1	4/1	11/1	18/1	25/1	S/. 1800.000
1.00	ETAPA DE INICIACION						S/. 1000.0

2.00	ETAPA DE PLANIFICACION						S/. 800.0
3.00	MANTENIMIENTO PREDICTIVO						S/. .0
3.01	Termografia						S/. .0
3.02	Analisis Vibracional						S/. .0
4.00	MANTENIMIENTO PREVENTIVO						S/. .0
4.01	Rehabilitación de Turbina						S/. .0
4.02	Rehabilitación de Generador						S/. .0
4.03	Trabajos Eléctricos						S/. .0
4.04	Obras Civiles						S/. .0
5.00	SUPERVICION MENSUAL						S/. .0
6.00	ETAPA DE CIERRE/INFORME FINAL						S/. .0
	TOTAL						
ITEM	MONTO S/. (SIN IGV)	feb-16					COSTO
		1	2	3	4	5	
	SEMANA	1/2	8/2	15/2	22/2	29/2	S/. 6000.0.00
1.00	ETAPA DE INICIACION						S/. .0
2.00	ETAPA DE PLANIFICACION						S/. .0
3.00	MANTENIMIENTO PREDICTIVO						S/. 4000.0

3.01	Termografia						S/. 2000.0
3.02	Analisis Vibracional						S/. 2000.0
4.00	MANTENIMIENTO PREVENTIVO						S/. .0
4.01	Rehabilitación de Turbina						S/. .0
4.02	Rehabilitación de Generador						S/. .0
4.03	Trabajos Eléctricos						S/. .0
4.04	Obras Civiles						S/. .0
5.00	SUPERVICION MENSUAL						S/. 2000.0
6.00	ETAPA DE CIERRE/INFORME FINAL						S/. .0
	TOTAL						
ITEM	MONTO S/. (SIN IGV)	mar-16					COSTO
		1	2	3	4	5	
	SEMANA	1/2	7/2	14/2	21/2	28/2	S/. 1500.0.00
1.00	ETAPA DE INICIACION						S/. .0
2.00	ETAPA DE PLANIFICACION						S/. .0
3.00	MANTENIMIENTO PREDICTIVO						S/. .0
3.01	Termografia						S/. .0
3.02	Analisis Vibracional						S/. .0

4.00	MANTENIMIENTO PREVENTIVO						S/. .0
4.01	Rehabilitación de Turbina						S/. .0
4.02	Rehabilitación de Generador						S/. .0
4.03	Trabajos Eléctricos						S/. .0
4.04	Obras Civiles						S/. .0
5.00	SUPERVICION MENSUAL						S/. 1500.0
6.00	ETAPA DE CIERRE/INFORME FINAL						S/. .0
	TOTAL						

Anexo 5. SERIE HISTORICA DE CAUDALES RIO ZAÑA - ESTACION BATAN (ANA, 2016)

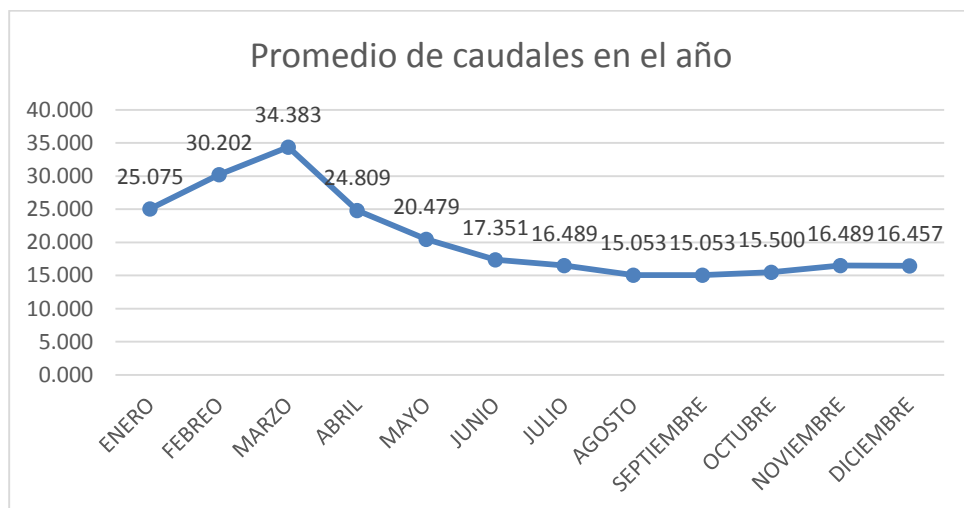
JUNTA USUARIOS DEL DISTRITO DE RIEGO ZAÑA UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
SERIE HISTORICA DE CAUDALES RIO ZAÑA - ESTACION BATAN (1926 - 2015)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1926	25.631	31.254	45.000	25.000	20.000	15.000	17.000	14.000	15.000	15.000	17.000	16.000	21.324
1927	24.396	28.145	35.000	28.000	21.000	17.000	17.000	16.000	14.000	15.000	16.000	17.000	20.712
1928	28.541	27.631	27.000	25.000	20.000	16.000	16.000	15.000	14.000	16.000	17.000	16.000	19.848
1929	27.123	25.639	43.000	22.000	23.000	17.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	17.000	21.147
1930	28.145	26.745	35.000	24.000	18.000	20.000	18.000	15.000	14.000	15.000	17.000	17.000	20.658
1931	24.000	25.641	30.000	22.000	20.000	18.000	16.000	15.000	16.000	16.000	17.000	16.000	19.637
1932	25.631	28.369	29.000	23.000	22.000	20.000	18.000	14.000	15.000	15.000	16.000	16.000	20.167
1933	26.312	24.781	43.000	24.000	18.000	16.000	17.000	15.000	14.000	15.000	16.000	17.000	20.508
1934	25.129	27.663	28.000	27.000	22.000	15.000	18.000	16.000	14.000	16.000	17.000	16.000	20.149
1935	24.156	28.645	28.000	27.000	21.000	19.000	18.000	14.000	16.000	15.000	17.000	17.000	20.400
1936	24.684	29.356	40.000	26.000	23.000	15.000	17.000	14.000	16.000	15.000	16.000	17.000	21.087
1937	25.941	31.254	39.000	24.000	20.000	18.000	15.000	16.000	16.000	15.000	16.000	17.000	21.100
1938	24.960	28.631	38.000	26.000	19.000	20.000	16.000	15.000	14.000	16.000	17.000	16.000	20.883
1939	25.746	27.641	32.000	24.000	19.000	19.000	18.000	15.000	16.000	16.000	16.000	16.000	20.366
1940	26.489	30.469	40.000	28.000	19.000	17.000	17.000	14.000	16.000	15.000	16.000	17.000	21.330
1941	24.364	29.641	35.000	25.000	21.000	19.000	17.000	16.000	14.000	15.000	17.000	17.000	20.834
1942	28.694	28.691	42.000	26.000	19.000	18.000	16.000	16.000	16.000	15.000	17.000	17.000	21.615

1943	24.364	29.456	44.000	28.000	18.000	19.000	17.000	16.000	14.000	15.000	16.000	17.000	21.485
1944	24.654	30.241	42.000	24.000	20.000	18.000	18.000	16.000	15.000	15.000	16.000	17.000	21.325
1945	21.854	28.145	33.000	26.000	23.000	19.000	17.000	15.000	14.000	15.000	17.000	16.000	20.417
1946	25.741	31.254	39.000	23.000	22.000	18.000	15.000	15.000	14.000	16.000	16.000	17.000	21.000
1947	22.364	30.584	31.000	24.000	23.000	18.000	18.000	16.000	15.000	15.000	16.000	16.000	20.412
1948	24.581	29.914	36.000	25.000	21.000	18.000	18.000	15.000	16.000	16.000	16.000	17.000	21.041
1949	28.964	29.244	36.000	26.000	20.000	19.000	16.000	16.000	15.000	16.000	16.000	17.000	21.267
1950	24.373	30.243	35.000	25.000	21.000	16.000	16.000	14.000	14.000	15.000	16.000	17.000	20.301
1951	24.874	31.365	33.000	23.000	23.000	19.000	18.000	16.000	14.000	15.000	17.000	17.000	20.937
1952	25.698	30.488	44.000	26.000	20.000	18.000	17.000	14.000	14.000	15.000	16.000	17.000	21.432
1953	23.684	38.145	41.000	24.000	23.000	18.000	15.000	15.000	16.000	15.000	16.000	16.000	21.736
1954	25.367	30.843	31.000	27.000	19.000	16.000	15.000	15.000	14.000	15.000	17.000	16.000	20.101
1955	26.145	31.543	45.000	24.000	18.000	15.000	16.000	16.000	16.000	15.000	17.000	16.000	21.307
1956	28.364	32.478	37.000	27.000	19.000	20.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	16.000	21.570
1957	25.132	28.941	33.000	23.000	18.000	17.000	15.000	16.000	14.000	15.000	17.000	16.000	19.839
1958	27.961	30.245	42.000	26.000	19.000	15.000	16.000	16.000	14.000	16.000	16.000	17.000	21.267
1959	26.851	32.874	42.000	26.000	23.000	19.000	17.000	14.000	15.000	16.000	16.000	17.000	22.060
1960	24.985	31.245	33.000	25.000	19.000	20.000	18.000	14.000	16.000	15.000	17.000	16.000	20.769
1961	26.341	32.145	38.000	22.000	18.000	15.000	17.000	14.000	15.000	16.000	17.000	17.000	20.624
1962	27.964	31.985	45.000	25.000	21.000	19.000	15.000	16.000	16.000	16.000	17.000	17.000	22.246
1963	24.823	30.210	41.000	28.000	18.000	19.000	18.000	16.000	15.000	16.000	17.000	17.000	21.669
1964	28.147	32.314	28.000	28.000	22.000	19.000	18.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	21.205
1965	27.987	29.654	34.000	22.000	19.000	17.000	16.000	14.000	15.000	16.000	16.000	16.000	20.220
1966	28.415	31.542	31.000	22.000	19.000	20.000	16.000	14.000	16.000	16.000	17.000	16.000	20.580
1967	25.941	30.584	38.000	27.000	21.000	15.000	16.000	16.000	14.000	15.000	17.000	16.000	20.960
1968	26.451	33.214	37.000	28.000	22.000	19.000	15.000	14.000	14.000	16.000	17.000	17.000	21.555
1969	25.641	30.251	36.000	24.000	23.000	17.000	17.000	16.000	15.000	16.000	17.000	17.000	21.158
1970	23.786	28.634	34.000	22.000	21.000	20.000	16.000	14.000	15.000	16.000	17.000	16.000	20.285

1971	22.976	29.365	37.000	27.000	21.000	20.000	17.000	16.000	15.000	15.000	16.000	17.000	21.112
1972	28.346	30.251	40.000	28.000	21.000	16.000	15.000	14.000	16.000	15.000	17.000	16.000	21.383
1973	25.684	32.251	42.000	23.000	21.000	15.000	18.000	14.000	15.000	16.000	17.000	16.000	21.245
1974	22.354	30.541	39.000	23.000	21.000	18.000	17.000	14.000	14.000	16.000	16.000	16.000	20.575
1975	24.873	29.632	36.000	26.000	19.000	19.000	18.000	14.000	15.000	15.000	17.000	16.000	20.792
1976	22.364	31.256	40.000	23.000	23.000	15.000	18.000	15.000	14.000	16.000	16.000	16.000	20.802
1977	25.697	32.100	33.000	25.000	23.000	17.000	18.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	21.066
1978	27.694	30.256	35.000	23.000	22.000	16.000	15.000	16.000	15.000	16.000	17.000	16.000	20.746
1979	25.641	29.145	44.000	22.000	21.000	20.000	17.000	15.000	14.000	15.000	16.000	16.000	21.232
1980	22.684	28.341	42.000	25.000	20.000	17.000	16.000	15.000	15.000	16.000	17.000	17.000	20.919
1981	24.740	30.214	45.000	22.000	21.000	19.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	16.000	21.413
1982	25.397	33.251	43.000	25.000	21.000	20.000	16.000	15.000	14.000	15.000	17.000	16.000	21.721
1983	38.452	55.625	33.000	23.000	20.000	19.000	15.000	14.000	16.000	15.000	17.000	17.000	23.590
1984	29.458	31.240	44.000	26.000	23.000	17.000	16.000	15.000	16.000	16.000	16.000	16.000	22.142
1985	26.541	30.745	40.000	23.000	23.000	15.000	15.000	16.000	14.000	15.000	17.000	16.000	20.941
1986	26.587	31.236	44.000	26.000	20.000	18.000	16.000	16.000	15.000	16.000	16.000	17.000	21.819
1987	28.964	30.745	39.000	22.000	18.000	16.000	18.000	16.000	15.000	16.000	16.000	16.000	20.976
1988	25.147	32.254	30.000	27.000	19.000	16.000	15.000	14.000	16.000	15.000	17.000	16.000	20.200
1989	26.874	33.296	29.000	24.000	19.000	18.000	17.000	16.000	14.000	15.000	16.000	17.000	20.431
1990	24.698	30.849	28.000	28.000	21.000	19.000	16.000	15.000	14.000	16.000	17.000	17.000	20.546
1991	25.748	31.748	42.000	28.000	19.000	16.000	15.000	14.000	14.000	16.000	17.000	17.000	21.291
1992	26.496	33.746	41.000	26.000	22.000	16.000	17.000	16.000	14.000	16.000	17.000	17.000	21.854
1993	25.198	32.468	30.000	23.000	20.000	20.000	18.000	16.000	14.000	16.000	16.000	17.000	20.639
1994	26.317	30.176	34.000	23.000	22.000	16.000	18.000	14.000	16.000	16.000	17.000	17.000	20.791
1995	24.347	31.485	43.000	28.000	23.000	16.000	16.000	15.000	14.000	15.000	16.000	16.000	21.486
1996	25.316	33.479	36.000	23.000	18.000	20.000	17.000	16.000	16.000	16.000	17.000	16.000	21.150
1997	28.631	30.781	42.000	23.000	20.000	17.000	18.000	14.000	14.000	16.000	16.000	17.000	21.368
1998	40.589	81.553	42.000	25.000	21.000	18.000	18.000	15.000	16.000	16.000	16.000	16.000	27.095

1999	26.345	26.588	37.000	27.000	20.000	15.000	15.000	14.000	15.000	15.000	16.000	17.000	20.328
2000	24.322	30.542	27.000	24.000	19.000	15.000	16.000	14.000	16.000	15.000	16.000	16.000	19.405
2001	24.317	33.175	45.000	26.000	20.000	16.000	15.000	15.000	14.000	16.000	17.000	17.000	21.541
2002	25.360	30.469	41.000	25.000	18.000	19.000	15.000	15.000	15.000	16.000	16.000	17.000	21.069
2003	24.367	28.654	30.000	26.000	23.000	20.000	15.000	14.000	16.000	15.000	16.000	17.000	20.418
2004	25.347	29.378	44.000	22.000	20.000	15.000	16.000	14.000	14.000	15.000	17.000	16.000	20.644
2005	27.215	30.846	39.000	24.000	20.000	20.000	17.000	15.000	16.000	15.000	16.000	17.000	21.422
2006	26.345	28.946	44.000	25.000	20.000	18.000	17.000	15.000	15.000	16.000	17.000	16.000	21.524
2007	25.369	29.585	43.000	23.000	20.000	16.000	18.000	16.000	14.000	16.000	17.000	16.000	21.163
2008	26.396	30.846	31.000	23.000	18.000	15.000	15.000	14.000	14.000	16.000	16.000	17.000	19.687
2009	25.688	33.460	31.000	28.000	22.000	18.000	18.000	15.000	14.000	16.000	17.000	16.000	21.179
2010	26.321	30.846	29.000	28.000	21.000	15.000	18.000	15.000	16.000	16.000	16.000	16.000	20.597
2011	25.120	35.476	35.000	24.000	19.000	19.000	15.000	16.000	15.000	15.000	16.000	17.000	20.966
2012	26.543	32.498	44.000	28.000	23.000	20.000	17.000	15.000	16.000	15.000	17.000	16.000	22.503
2013	28.645	30.631	37.000	22.000	21.000	20.000	17.000	14.000	15.000	15.000	16.000	16.000	21.023
2014	24.146	33.165	40.000	22.000	20.000	19.000	15.000	15.000	16.000	16.000	16.000	16.000	21.026
2015	23.540	30.458	35.000	22.000	19.000	15.000	16.000	16.000	15.000	15.000	16.000	16.000	19.917
	25.075	30.202	37.223	24.840	20.404	17.521	16.489	14.989	14.926	15.521	16.521	16.511	

ENERO	25.075
FEBREO	30.202
MARZO	34.383
ABRIL	24.809
MAYO	20.479
JUNIO	17.351
JULIO	16.489
AGOSTO	15.053
SEPTIEMBRE	15.053
OCTUBRE	15.500
NOVIEMBRE	16.489
DICIEMBRE	16.457
PROMEDIO ANUAL	20.612 m ³ /s



ANEXO 6. CABLES DE ALUMINIO Y DATOS TÉCNICOS DEL FABRICANTE.

AAAC CABLES DE ALUMINIO ALEACIÓN 6201

Tensión de Servicio
500 kV

Temperatura de Servicio
90° C

Temp. Sobrecarga de Emergencia
100° C

Temperatura de Cortocircuito
180° C



Tendido
Aéreo



Alta
Tensión



Imagen suministrada por Nexans para fines de información.

Uso / Aplicaciones

Conductores para líneas de transmisión y distribución con características maximizadas de resistencia mecánica y conductividad requeridas.

Para tendidos aéreos de media, alta y extra alta tensión

Normas de fabricación

ASTM B399

Construcción

Formación

Conductor homogéneo encordonado concéntricamente, formado por cables de aluminio liga 6201.

Conductor

Conductor de aluminio aleación 6201.

Características

Ventajas; la flexibilidad posibilita proyectos de líneas de transmisión y distribución con características maximizadas de resistencia mecánica y conductividad requeridas.

Composición Química; el material es un compuesto de Magnesio y Silicio, que proporciona aproximadamente el doble de la resistencia mecánica, en comparación al AL v1350 H19, utilizado en cables ACSR.

Resistencia a la corrosión.

Dureza superficial; le otorga a los conductores una resistencia a la abrasión superior.



Temperatura de
cortocircuito



Resistencia a la intemperie
superficial

AAAC

CABLES DE ALUMINIO ALEACIÓN 6201

Diseño

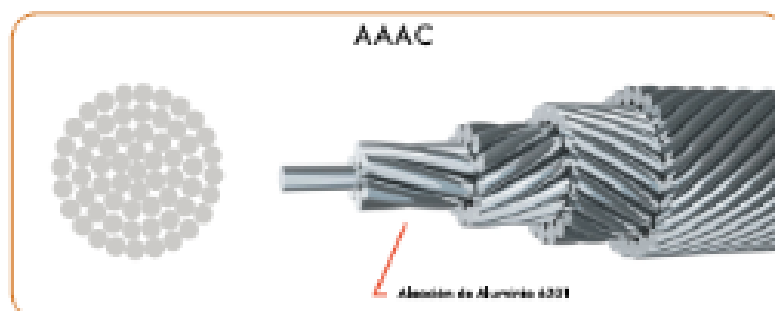


Imagen referencial. Puede diferir de la realidad.

Características Técnicas

Nombre	Calibre [mm ²]	Sección del cond. [mm ²]	Tipo de cable	Número de alambres de aleación AL 6201	Diámetro del alambre [mm]	Diámetro conductor [mm]	Peso nominal [kg/km]	Radio medio geométrico (M)
Aizer	30,6	11,5	Aizer	7	1,679	5	42,5	0,00180
Aitor	40,7	14,7	Aitor	7	2,118	6,4	47,6	0,0023
43,36 MCM	43,4	16,6	43,36 MCM	7	2,474	7,4	52,3	0,00249
Ares	77,5	30,3	Ares	7	2,673	8	107,2	0,00291
105,6 MCM	105,6	53,5	105,6 MCM	7	3,119	9,4	144,8	0,00339
Arosa	103,8	62,5	Arosa	7	3,371	10,1	171,4	0,00367
133,1 MCM	133,1	67,5	133,1 MCM	7	3,550	10,5	185,1	0,00380
Isabelín	155,4	71,6	Isabelín	7	3,785	11,4	215,8	0,00402
167,8 MCM	167,8	85	167,8 MCM	7	3,930	11,8	230,2	0,00420
Isibarrí	193,7	111,2	Isibarrí	7	4,240	12,7	272,1	0,00462
213,4 MCM	213,4	107,3	213,4 MCM	7	4,417	13,3	294,3	0,00440
Alfonso	246,9	125,1	Alfonso	7	4,77	14,3	343,2	0,00519
250,0 MCM	250	136,7	250,0 MCM	11	2,113	14,6	347,5	0,00532
300,0 MCM	300	153,1	300,0 MCM	11	3,119	16	407,4	0,00605
Berrio	312,8	158,5	Berrio	11	3,259	16,3	434,8	0,00618
350,0 MCM	350	177,3	350,0 MCM	11	3,440	17,2	486,4	0,00653
Carro	394,5	199,9	Carro	11	3,66	18,3	548,5	0,00693
400,0 MCM	400	203,7	400,0 MCM	11	3,686	18,4	556,3	0,00698
450,0 MCM	450	228	450,0 MCM	11	3,999	19,6	625,7	0,0074
Caio	465,4	235,8	Caio	11	3,975	19,9	646,9	0,00753
500,0 MCM	500	252,3	500,0 MCM	11	4,12	20,6	695	0,0078
550,0 MCM	550	278,6	550,0 MCM	37	3,074	21,7	764,4	0,00832
Isere	597,5	282,5	Isere	11	4,359	21,8	777,9	0,00836
600,0 MCM	600	303,8	600,0 MCM	37	3,333	22,4	833,6	0,00869
650,0 MCM	650	329,1	650,0 MCM	37	3,366	23,6	903,1	0,00904
Elgin	662,5	336,6	Elgin	11	4,707	23,6	907,2	0,00912
700,0 MCM	700	354,5	700,0 MCM	37	3,493	24,5	972,4	0,00939
Ilari	740,8	375,4	Ilari	37	3,514	25,1	1079,9	0,00966
750,0 MCM	750	380,2	750,0 MCM	37	3,617	25,3	1043,1	0,00972

La información presentada en estos tablos es solo de carácter referencial, para solicitar información específica sobre un producto en particular consultar al área de ventas.

AAAC

Nombre	Calibre (mil)	Sección del cond. (mm ²)	Tipo de cable	Número de alambres de aleación AL 6201	Diámetro del alambre (mm)	Diámetro conductor (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio medio geométrico (m)
800,0 AOA	800	485,1	800,0 AOA	37	3,734	26,1	111,6	0,0103
900,0 AOA	900	484,3	900,0 AOA	37	3,762	27,7	121,9	0,0106
Grealy	937,2	485,8	Grealy	37	4,021	28,2	129,2	0,0107
1000,0 AOA	1000	504,7	1000,0 AOA	37	4,176	29,2	139,1	0,0112

Nombre	Carga de rotura (kg)	Resistencia eléctrica máxima (Ω/km/km)		Radio medio geométrico (m)	Reactancia inductiva (Ω/km/Hz)	Reactancia capacitiva (MΩ/km/km)	Amplitud (A)
		CC 20°C	AC - 60 Hz 75° C				
Alex	502	2,618	2,5725	0,0088	0,4754	0,2856	185
Alto	799	1,3662	1,6164	0,0039	0,458	0,2746	145
62,50 AOA	1090	0,9155	1,0697	0,00269	0,4462	0,2672	90
Ares	1272	0,8534	1,0791	0,00267	0,4484	0,2628	100
105,4 AOA	1739	0,6263	0,7457	0,00239	0,4289	0,2541	201
Azax	1929	0,5342	0,6388	0,0017	0,4229	0,2524	255
133,1 AOA	2093	0,4944	0,5716	0,00388	0,42	0,2506	275
Arstein	2448	0,4259	0,5071	0,00462	0,412	0,2469	295
167,8 AOA	2438	0,3941	0,4698	0,00428	0,403	0,245	320
Ambert	3077	0,3378	0,4037	0,00578	0,4065	0,2404	340
171,4 AOA	3229	0,3103	0,3722	0,0048	0,4025	0,2395	365
Altoa	3882	0,2478	0,3094	0,00578	0,3967	0,2368	395
250,0 AOA	3974	0,2445	0,3057	0,00552	0,393	0,235	400
300,0 AOA	4375	0,2292	0,2828	0,00485	0,3852	0,2306	440
Arts	4345	0,2103	0,2523	0,00618	0,3805	0,2296	460
350,0 AOA	5238	0,1869	0,2256	0,00653	0,3734	0,2289	521
Carax	6029	0,1624	0,2001	0,00693	0,3749	0,2241	530
400,0 AOA	6094	0,1633	0,1976	0,00698	0,3744	0,2237	535
450,0 AOA	6855	0,1469	0,1759	0,0074	0,37	0,2229	670
Cato	7088	0,1421	0,1696	0,00753	0,3667	0,2201	590
500,0 AOA	7414	0,1323	0,1585	0,0078	0,364	0,2184	635
550,0 AOA	8557	0,1202	0,1442	0,00832	0,3612	0,216	655
Dolan	8524	0,1181	0,1417	0,00836	0,3617	0,2157	665
600,0 AOA	9332	0,1093	0,1324	0,00869	0,3579	0,2139	710
650,0 AOA	9482	0,1018	0,1224	0,00904	0,3549	0,212	725
Elga	9928	0,1018	0,1208	0,00892	0,3539	0,2121	730
700,0 AOA	10427	0,0946	0,1137	0,00939	0,3523	0,2102	745
Filo	10941	0,0892	0,1075	0,00966	0,3489	0,2089	790
750,0 AOA	1083	0,0881	0,1063	0,00972	0,3484	0,2086	800
800,0 AOA	1097	0,0827	0,0994	0,01003	0,347	0,2071	785
900,0 AOA	13421	0,0754	0,0889	0,01045	0,3436	0,2042	880
Grealy	13821	0,0713	0,0864	0,01081	0,3414	0,2025	910
1000,0 AOA	14905	0,0682	0,0802	0,01122	0,3386	0,2017	980

La información presentada en estos tablos es solo de carácter referencial, para solicitar información específica sobre un producto en particular consultar al área de ventas.

ANEXO 7. DATOS TECNICOS DE TRANSFORMADOR DEL FABRICANTE

PROMELSA ELÉCTRICOS S.A.



TRANSFORMADORES

DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS -TRIFÁSICOS /TIPO PEDESTAL / MIXTOS Y SECOS ENCAPSULADOS



OCTUBRE 2010

WWW.PROMELSA.COM.PE

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICOS

5 a 5000 kVA



Los Transformadores de Distribución Trifásicos marca ELKO son utilizados para reducir el voltaje de la red de media tensión a los niveles de las redes de distribución de baja tensión, aplicables en zonas urbanas, industriales, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización eficiente de energía eléctrica. Su rango de fabricación va desde 5 kVA a 5.000 kVA, con nivel de tensión hasta 30 kV.

Todos los Transformadores de Distribución Trifásicos ELKO son Diseñados, Fabricados y Probados de acuerdo a las prescripciones de las Normas Nacionales e Internacionales: NTP-INTEC, IEC, ANSI, así como especificaciones técnicas requeridas por el cliente y en base al sistema de gestión de calidad ISO 9001 : 2008.

PROMELSA es una empresa certificada con ISO 9001: 2008, tiene implementado procedimientos de Control eficaz de la Calidad y del Producto. Este sistema de calidad pone una atención especial en el control de los materiales que ingresan a fábrica, en el control de procesos y en las pruebas eléctricas previas realizadas durante el proceso de fabricación, que asegura que las unidades que llegan al Laboratorio de Pruebas después de haber completado su proceso

de fabricación, pasen satisfactoriamente las pruebas reales conocidas como "Pruebas Eléctricas de Rutina", prescritas en las Normas Nacionales e Internacionales para estos equipos, con lo que garantizamos la confiabilidad y performance del producto terminado.

Los Transformadores de Distribución Trifásicos ELKO son diseñados para operar a su potencia nominal en servicio continuo pudiendo ser instalados en recinto al aire o a intemperie.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

NUCLEO: Fabricado con laminas de acero silíceo de gran calidad de alta permeabilidad magnética con recubrimiento aislante (Dieltrix), laminado en frío utilizando dos tipos de núcleos:

Núcleo Tipo Columna, conformado por laminas cortadas en ángulo de 45° y apiladas formando escuadras para obtener la sección circular más optimizada. Este tipo de núcleo se utiliza para transformadores trifásicos de todas las potencias.

Núcleo Tipo Toroidal, conformado por laminas perforadas, con dobleces

a 45° formando una sección única cuadrangular, esta particular solución favorece el flujo magnético, obteniéndose características constructivas más compactas en el Transformador. Este tipo de núcleo se utiliza para transformadores trifásicos hasta 350 KVA.

Los aislamientos empleados en la construcción de los núcleos proporcionan adecuados niveles de pérdidas, intensidad de vacío y ruido.

BOBINAS. Las bobinas de M.T. y B.T. son fabricadas con cobre electrolítico de alta conductividad y están provistas de canales de refrigeración. Las bobinas de M.T. están fabricadas con conductores eléctricos de sección circular recubiertas con doble capa de esmalte clase térmica 180°C, y las bobinas de B.T. son fabricadas con plátano de Ca de sección rectangular formadas con papel kraft.

Los aislamientos usados en las bobinas son de clase térmica 120°C consistiendo en papel kraft, cartón y papel presopapier y papel orpaf, estos se destacan por sus excelentes propiedades mecánicas y dieléctricas a las condiciones electrodinámicas y sobre tensiones transitorias que se presentan en la línea.

TANQUES. Los tanques son fabricados de acero laminado de triple de primera calidad y con espesores adecuados para evitar cualquier tipo de deformación o fisura, los costuras de soldadura son verificadas presurizando el tanque y con un detector ultrasónico se descartan posibles filtraciones. La refrigeración del Transformador se realiza por medio de estatores por cuyo interior circula el fluido aislante.

El proceso de pintado comprende: tratamiento del espesa de las superficies con granalla, aplicación de una capa base (previamente anticorrosiva) y otra con pintura de acabado (previamente epóxica) en color RAL 7032. Este proceso, nos permite obtener un transformador protegido contra la corrosión, abrasión, humedad, rayos solares y atmósferas industriales agresivas.

FLUIDO AISLANTE. El interior del Transformador se encuentra sumergido en un fluido aislante, el que cumple la función de dar la rigidez dieléctrica y de refrigerar el Transformador.

El sistema de refrigeración puede ser ONAN (refrigeración externa Aire Natural) ó ONAF (refrigeración externa Aire Forzada, con instalación de ventiladores).

En función a las características de seguridad ambiental requeridas, podemos suministrar modelos con:

- + Aceites Dieléctricos Minerales: Con punto de inflamación aproximado de 150°C.
- + Fluidos Dieléctricos Ecológicos (Silicona ó Emulsión FFC): Con punto de inflamación superior a los 300°C.

AISLADORES PARA TAPAS. Los aisladores para tapas de porcelana para bajo tensión son de 1 KV hasta 3150A y en media tensión de 12, 24 y 36 KV de 250A ó 630A. Con accesorios completos: espárragos, arandelas, juntas, etc. Especialmente los Transformadores en posición báltica con aisladores de esmalte epóxico en bajo tensión con terminal tipo biadura y en media tensión

del tipo enchufe, para ser conectados con conectores enchufables de material electrolítico tipo cobre o esta según lo requerido, con la finalidad de ofrecer flexibilidad y protección.

ACCESORIOS ESTÁNDAR

- + Placa de características.
- + Tanque conservador (para potencias > 75 KVA).
- + Indicador de nivel de aceite sin contactos.
- + Conmutador con mando exterior manobra de torsión.
- + Niple de llenado de aceite con tapón incorporado.
- + Oros de carga.
- + Válvula de sobrepresión.
- + Válvula para vaciado y toma de muestras de aceite.
- + Puro termométrico.
- + Barras de puesta a tierra.
- + Bases con canal "U" para su fijación.
- + Ruedas orientables en ambos sentidos (para potencias > 500KVA).

EQUIPOS Y ACCESORIOS OPCIONALES

- + Indicador de nivel de aceite con contactos.
- + Termómetro de aceite con ó sin contactos.
- + Relé Buchholz con contactos.
- + Noé de línea Térmica con contactos.
- + Válvula de sobrepresión con contactos.
- + Válvula para llenado de aceite.
- + Densímetro de Aire.
- + Capota de protección para aislar los bornes de MT y BT.
- + Ruedas orientables en ambos sentidos (para potencias > 500 KVA).

PRUEBAS

PRUEBAS DE RUTINA

- + Medida de la Resistencia de los Arrollamientos.
- + Medida de la Relación de Transformación, verificación de la Polaridad y del Grupo de Conexión.
- + Medida de la Pérdida con Carga y de la Impedancia de Cortocircuito.
- + Medida de la Pérdida de Vacío y de la Constante en Vacío.
- + Pruebas Dieléctricas.

PRUEBAS TIPO

- + A solicitud del Cliente se pueden realizar las Pruebas Tipo, como Prueba de Calentamiento y Prueba de Impacto.

PARTES DEL TRANSFORMADOR

- 1 Tanque conservador de aceite
- 2 Aisladores para tipo de MT
- 3 Aisladores para tipo de BT
- 4 Placa de características
- 5 Válvula para vaciado y toma de muestras de aceite
- 6 Densímetro de Aire
- 7 Indicador de nivel de aceite
- 8 Conmutador con mando exterior manobra de torsión
- 9 Conservador
- 10 Oros de carga
- 11 Tanque de aceite
- 12 Barra de puesta a tierra
- 13 Bases con canal "U" para su fijación



ESPECIFICACIONES

INFORMACIÓN GENERAL

Tensión Máxima del Sistema	Hasta 36 kV
Nivel de Aislamiento BIL	75, 125, 150, 170, 200, 250 kV
Neutro del Sistema	Aislado u puesto a tierra
Frecuencia de la Red	60 Hz
Altitud de Operación	≤ 5000 msnm
Modelo de Transformador	Monofásico: S13-11 (1TP + 1TC) Trifásico: S13-22 Delta Abierto (2TP + 2TC) S13-33 Estrella (3TP + 3TC)

Clase de Aislamiento	A ₁ (Aislamientos sólidos y Fluido refrigerante Clase A)
	A ₂ (Aislamientos sólidos Clase A y Fluido refrigerante Clase C)
	Exterior u Interior

Montaje

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Potencia	Hasta 50 VA
Relación	Primario: 2.3, ..., 36 kV Secundario: 0.1, 0.22 kV Para Medida: 0.2, 0.5 Para Protección: 3P - 6P
Clase de Precisión	Para Medida: 0.2, 0.5 Para Protección: 3P - 6P
Conexión	Monofásico: Δ (Fase-Fase) ó Δ (Fase-Tierra) Trifásico: Delta Abierto Estrella con neutro accesible (Yyn0), Estrella sin neutro accesible (Yyn0)

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Potencia	Hasta 30 VA
Relación	Primario: Hasta 300 A Secundario: 5 ó 1 A
Clase de Precisión	Para Medida: 0.2, 0.5 Para Medida: 0.2S, 0.5S (Rango Extendido) Para Protección: 5P10, 5P20, 10P10, 10P20
Conexión	Monofásico: Δ Trifásico: Delta Abierto ó Estrella (Yyn0)
Capacidad Límite Térmica (Ith)	100 In (a falta de Especificación)
Capacidad Límite Dinámica (Idyn)	2.5 Ith (a falta de Especificación)

ACCESORIOS ESTÁNDAR

- + Aislador A.T.
- + Placa de características.
- + Indicador de nivel de aceite.
- + Niple de llenado de aceite con tapón.
- + Orejas de izaje.
- + Válvula de sobrepresión.
- + Válvula de drenaje.
- + Bomes de puesta a tierra.
- + Tablero con bomes de conexión B.T.

- + Interruptor termomagnético.
- + Llave seccionador RITZ.
- + Resistencia antiferroresonante (sólo conexión Estrella).
- + Interruptor termomagnético para resistencia antiferroresonante.
- + Conmutador para cambio de tensión (solo doble tensión A.T.).
- + Bases con canal "U" para su fijación (para transformadores trifásicos)
- + Soporte para fijación en poste (solo para transformadores monofásicos)

ACCESORIOS OPCIONALES

- + Deshumecedor de Aire (600 Kg de volumen de aceite).
- + Juego de abrazaderas para fijación a poste.

MANTENIMIENTO

La Parte Activa del Transformador Mixto casi no requiere de mantenimiento por presentar un calentamiento moderado, este calentamiento sólo es generado por la temperatura ambiente; estando sometidas a esta condición las unidades que se encuentran instaladas a la Intemperie; sin embargo, la parte externa del Transformador Mixto está expuesta a un Grado de Contaminación según las condiciones del medio ambiente del lugar de instalación.

Con el objeto de garantizar el buen funcionamiento del Transformador Mixto se recomienda realizar los siguientes trabajos anualmente:

- + Verificar el correcto nivel de aceite.
- + Observar el estado de conservación de la pintura.
- + Mantener los aisladores y cuba libre de la contaminación.
- + Revisar el ajuste para evitar posibles resistencias de contactos de los empalmes y conexiones.
- + Medir el valor de la Resistencia antiferroresonante del Transformador Mixto provisto con esta (comparar con el protocolo de pruebas).
- + Medir la Resistencia de los Pozos de Tierra, siendo el valor recomendado $R_t < 5 \Omega$ constante.
- + Medir la Rigidez Dieléctrica del aceite y llevar un control del comportamiento de sus propiedades dieléctricas.

ENSAYO DEL TRANSFORMADOR

Como Política nuestra empresa viene implementado procedimientos de Control eficaz de Calidad y del Producto de acuerdo con la ISO 9001 :2008; este sistema de calidad pone una atención especial en el control de los materiales que ingresan a almacén, en el control de procesos y en las pruebas eléctricas previas realizada durante el proceso de fabricación, que asegura que las unidades que llegan al Laboratorio de Pruebas después de haber completado el proceso de fabricación, pasarán satisfactoriamente las pruebas finales denominada "Pruebas Eléctricas de Rutina", prescritas en las Normas Nacionales e Internacionales para estos equipos, con lo que garantizamos la confiabilidad y performance del producto terminado.

Para la ejecución de las Pruebas de Precisión se utilizan Cargas Patrones y Transformadores Patrones de Clase 0.1 y módulos de Medición con lo que garantizamos la Clase de Precisión de cada uno de los Transformadores Mixtos que suministramos.

CROQUIS DEL TRANSFORMADOR

Conexión delta abierto 10kV



Vista de Planta
5 Aisladores

Conexión estrella 10 kV



Vista de Planta
6 Aisladores

CENTRALITA PARA CONTACTOS TÉRMICOS Ó PTC

Las sondas térmicas (3-3) están colocadas en las tres fases con dos umbrales de actuación de prealarma a 140°C y desconexión a 150°C. Bajo pedido la centralita PTC, si se añaden tres sondas adicionales, puede realizar el control de los ventiladores.

- Carga máxima de los contactos: 3 SA, 250V
- Alimentación universal.

CENTRALITA PARA TERMORESISTENCIAS

Permite controlar la temperatura de las tres fases y bajo pedido también del núcleo.

El control electrónico de la temperatura se obtiene por medio de unas termopares PT 100 (100 Ω a 0°C). La centralita visualiza la temperatura máxima presente en las tres fases.

Sin embargo, el operador puede, con secuencia lógica, visualizar las temperaturas de las tres fases.

La función de Alarma y Desconexión se obtiene con contactos eléctricos con conmutación (Apertura/Cierre).

Las temperaturas a las que interviene pueden ser elegidas por el operador, pero aconsejamos no superar los 140°C para la alarma y los 150°C para la desconexión. Además hay disponible un contacto para controlar eventual ventiladores de enfriamiento.

- Carga de los contactos: 3A, 250V
- Alimentación universal.

NORMAS DE FABRICACIÓN Y SISTEMA DE CALIDAD

Toda la producción GBE es controlada y fabricada de acuerdo con las normas siguientes:

- IEC 60076, EN 60076, EN 61378, ISO 9001:2000
- Mantenimiento mínimo y simple.

VENTAJAS DE LOS TRANSFORMADORES SECOS ENCAPSULADOS

Todos los transformadores secos encapsulados presentan las siguientes ventajas:

- Ahorro de espacio.
- Fácil instalación.
- Minimiza el riesgo de incendio.
- Resistencia a las variaciones de temperatura.

- Ideal para ambientes con altos niveles de contaminación.
- Flexibilidad y seguridad en los proyectos.

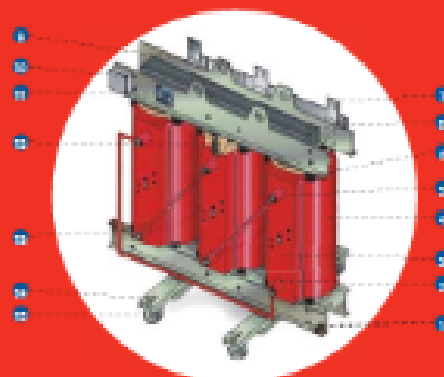
FIABILIDAD DE LOS PRODUCTOS GBE

Toda la producción GBE está realizada según las clases E2, C2, F1. Como indica la siguiente tabla éstas son las condiciones proveas en las que puede trabajar un transformador eléctrico. Dichas pruebas fueron realizadas en el Centro Electrónico experimental CEEI según normativas 14-4, 14-8 y pliego de condiciones técnicas de ITCU UE 73 161.

Clase	Símbolo	Definición
Ambiente	E2	El transformador está sometido a una condensación consistente o a una intensa contaminación de aerosol feoómeros.
Climática	C2	Instalación al aire libre. El transformador está concebido para funcionar, ser transportado y almacenado a temperaturas ambientales de hasta - 25°C.
Comportamiento frente al fuego	F1	Transformadores sujetos a riesgo de incendio. Se requiere una inflamabilidad reducida. Durante un tiempo determinado, a concordar entre el fabricante y el comprador, el fuego tiene que autoextinguirse. La emisión de sustancias tóxicas y de humos opacos tiene que ser mínima. Los materiales y los productos de la combustión no tienen que tener componentes atóxicos y de alta contribución limitada de energía térmica a un incendio externo.

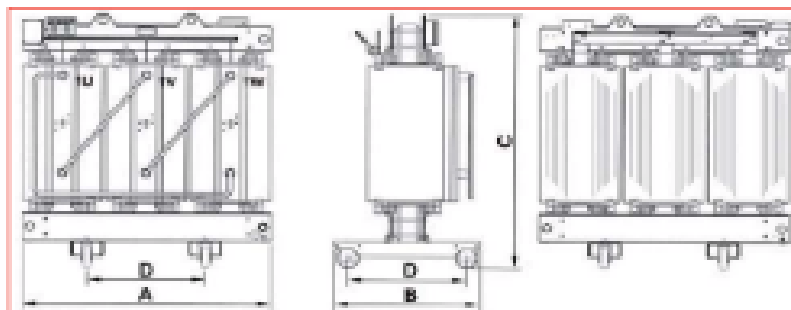
PARTES DEL TRANSFORMADOR

- 1 Bornes de puesta a tierra.
- 2 Reguladores de media tensión.
- 3 Regulación de media tensión.
- 4 Devanado de media tensión.
- 5 Devanado de baja tensión.
- 6 Tapones de apertura.
- 7 Barra de salida baja tensión.
- 8 Núcleo magnético.
- 9 Carro de base.
- 10 Caja de conexión serenos.
- 11 Placa de características.
- 12 Termopares control de temperatura.
- 13 Barra de fijación del núcleo.
- 14 Apoyos de frenado longitudinal.
- 15 Ruedas orientadas oblicuamente.



PÉRDIDAS ESTÁNDARES TRANSFORMADORES

Potencia (KVA)	Clase (VA)	P _{Fe} (W)	P _{Co} (W)	Voc	Is %	L _{max} (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Peso (Kg)
100	12/24	420/480	1800/1900	6	1,68/2,10	69	1120/1120	670	1100	520	530/550
160	12/24	580/650	2550/2700	6	1,68/2,30	62	1230/1230	670	1150	520	720/780
200	12/24	700/750	2900/3100	6	1,50/1,87	64	1230/1270	670	1200	520	840/880
250	12/24	800/880	3400/3500	6	1,42/1,78	65	1230/1300	670	1300	520	970/1020
315	12/24	950/1000	4100/4100	6	1,40/1,65	67	1300/1330	620	1300	670	1100/1160
400	12/24	1150/1200	4850/4900	6	1,18/1,48	68	1330/1360	620	1400	670	1290/1360
500	12/24	1300/1400	5700/6000	6	0,96/1,20	69	1380/1410	620	1500	670	1530/1610
630	12/24	1450/1600	6700/6900	6	0,85/1,06	70	1410/1460	620	1550	670	1760/1850
800	12/24	1750/2000	8300/8500	6	0,72/0,90	72	1460/1530	1000	1650	620	2080/2190
1000	12/24	2000/2300	9800/9900	6	0,64/0,80	73	1530/1620	1000	1750	620	2480/2610
1250	12/24	2400/2700	11200/11500	6	0,56/0,70	75	1530/1640	1000	1850	620	2970/3020
1600	12/24	2800/3100	12700/14000	6,5	0,52/0,65	76	1640/1700	1000	2150	620	3350/3530
2000	12/24	3400/3850	16000/18500	6,5	0,48/0,60	78	1700/1790	1300	2300	1070	3850/4610
2500	12/24	4300/4800	18000/20000	7	0,45/0,56	79	2000/2080	1300	2350	1070	4700/4980
3150	12/24	5400/5600	22500/23500	7	0,40/0,50	80	2060/2150	1300	2450	1070	5540/5840
4000	12/24	6800/7500	26000/27000	7,5	0,32/0,40	82	2200/2260	1350	2500	1070	7700/8100
5000	12/24	7500/8100	29000/30000	8	0,29/0,36	83	2350/2380	1500	2680	1250	9600/10100



RESUMEN DE LA ENTREVISTA

Se entrevistó al técnico Luis Alberto Zapata Oliva quien nos proporcionó datos específicos de la mini central hidroeléctrica la cual fue fundada el 27 de enero de 1992 , la cual cuenta con dos turbinas pelton con una potencia nominal de 500 Kw y 450 Kw potencia efectiva. El caudal de la central es de 600 l/seg , no cuentan con un embalse solo es una central de pasada el cual cuenta con un desarenador .Lo únicos problemas suscitados son por la vegetación o por las lluvias cuando hay derrumbes que tapan el canal de entrada , en estos últimos tiempos se ha presentado problemas solo por una semana , la mini central se encuentra interconecta al SEIN actualmente así pudiendo salir del sistema sin afectar a la población ,cuenta con mantenimiento programado preventivo y correctivo .Las únicas fallas son por inyectores desgastados, cuenta actualmente con turbinas de repuesto adquiridas recientemente. Todo depende de la limpieza que haga el tomero el cual se encarga de limpiar el canal la cámara de carga, el canal debe estar limpio para evitar que las turbinas tengan desgaste por estos sedimentos alojados en el canal o la cámara de carga. Ing. Jorge farro es el encargado de la generación de la Mini Central, utilizan todos los EPP. Actualmente esta central cuenta con equipos electrónicos analógicos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

AGRICULTURA, M. D. (25 de SEPTIEMBRE de 2015). Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/media/406324/caratula%20diagnostico%20chancaylamb.pdf>

Álvarez, J. A. (s.f.). QUÉ ES LA POTENCIA ELÉCTRICA. Obtenido de QUÉ ES LA POTENCIA ELÉCTRICA: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_1.htm

AMERICA, M. D. (s.f.). Recuperado el 2015 de SEPTIEMBRE de 26, de http://www.cec.org/soe/files/es/SOE_SharedWater_es.pdf

ANA. (2016). Chiclayo.

CAICEDO M, TARRILLO CH, TESIS 2012. (s.f.). DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA EN EL CASERIO DE MARAYHUACA CON UNA POTENCIA DE 40 KW, DISTRITO DE INCAHUASI, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE – 2012. TESIS. CHICLAYO, LAMBAYEQUE.

Calderon. (17 de julio de 2005). microcentrales hidroelectricas. Obtenido de microcentrales hidroelectricas.

Castro, A. (octubre de 2006). Minicentrales hidroeléctricas. Obtenido de Minicentrales hidroeléctricas: www.idae.es

Colegio de Ingenieros del Perú. (1999). Código de Ética del CIP. Tacna.

Departamento de Derecho y Economía Internacionales, U. d. (s.f.). Obtenido de [http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gDCyNfMy8_10BXA08jI1AnTxdzAwjQL8h2VAQATt1nbQ!/?WCM_PORTLET=PC_7_082M6JNEQE0I2DUB2G8000000000000000_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/elcano/elcano_es/zonas_es/ari77-](http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gDCyNfMy8_10BXA08jI1AnTxdzAwjQL8h2VAQATt1nbQ!/?WCM_PORTLET=PC_7_082M6JNEQE0I2DUB2G800000000000000_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/elcano/elcano_es/zonas_es/ari77-)

Federico Coz, B. V. (1995). Manual de mini y microcentrales hidráulicas. En ITDG.

FLUIDOS.EDU.CO. (15 de abril de 2016). <http://fluidos.eia.edu.co/>. Obtenido de http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/sel_turbinas/fondos/criterios.htm

FUENTE PROPIA. (24 de JUNIO de 2015). CAJAMARCA, PERU.

HUALLAGA, E. (s.f.). Recuperado el 28 de septiembre de 2015, de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=36234118>

Ingeniería, E. y. (1995). *MINIHIDRÁULICA EN EL PAÍS VASCO*. Bilbao.

Innovaciones Tecnológicas. (s.f.). http://mundo.sputniknews.com/spanish_ruvr_ru/2012_11_07/Siberia-cientificos-central-hidroelectrica-innovaciones-tecnologias/. Recuperado el 15 de octubre de 2015

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (s.f.). Recuperado el 10 de OCTUBRE de 2015, de http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Minicentrales_hidroelectricas_A2006.pdf

ITDG. (s.f.). Micro centrales instaladas por los proyectos de ITDG. Obtenido de Micro centrales instaladas por los proyectos de ITDG.

ITDG, S. P. (18 de JUNIO de 2010). Microcentrales hidroeléctricas. Obtenido de Microcentrales hidroeléctricas: www.solucionespracticas.org.pe

Jaime Castellano, M. T. (s.f.). CENTRALES ELÉCTRICAS MICROHIDRÁULICAS: APLICACIÓN EN UNA ZONA RURAL SUBDESARROLLADA. Obtenido de CENTRALES ELÉCTRICAS MICROHIDRÁULICAS: APLICACIÓN EN UNA ZONA RURAL SUBDESARROLLADA.

MAPS, G. (s.f.). Recuperado el 28 de SEPTIEMBRE de 2015, de <https://www.google.com.pe/maps/place/Florida/@-6.8648205,-79.1157355,15.75z/data=!4m2!3m1!1s0x91b32405b5617521:0x3be334c5c3221d7d?hl=es>

MEDICON. (s.f.). Recuperado el 25 de agosto de 2015, de <https://medicon.wikispaces.com/Estrategias+instituciones+mini-centrales+hidr%C3%A1ulicas+%28grupo+A%29>

Merrill Energy, L. (15 de SEPTIEMBRE de 2015). Obtenido de http://www.coes1.org.pe/planificacion/plantrasmision/Primer%20Plan%20de%20transmision/PrePublicacion/Informe/Capitulo_4_ConexionDeLaZonaOrientalRedColectora.pdf

MINEM. (5 de OCTUBRE de 2015). <http://www.minem.gob.pe/>.

MINETUR. (s.f.). Recuperado el 28 de septiembre de 2015, de http://www.minetur.gob.es/energia/es-ES/Novidades/Documents/PER_2011-2020_VOL_I.pdf

- Muguerza, I. D. (s.f.). Micro Centrales. Obtenido de Micro Centrales.
- ONUDI. (1961). HYDRO POWER STATIONS. Obtenido de HYDRO POWER STATIONS.
- ONUDI y CIPCH . (s.f.). Recuperado el 10 de OCTUBRE de 2015, de http://www.smallhydroworld.org/fileadmin/user_upload/pdf/WSHPDR__2013_Executive_Summary_Spanish.pdf
- PABLO TELLO GUEVARA, C. (s.f.). Obtenido de http://www.inapiprojecta.cl/605/articles-1659_recurso_1.pdf
- POZA, J. M. (18 de FEBRERO de 2016). DISEÑO HIDRAULICO Y MECANICO . ESPAÑA.
- Promihdec. (s.f.). Recuperado el 20 de octubre de 2015, de http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_energia/Cap11.pdf
- Ramiro, o. f. (2001). pequeñas centrales hidroelectricas. Obtenido de pequeñas centrales hidroelectricas.
- Reséndiz, D. . (s.f.). Recuperado el 14 de OCTUBRE de 2015, de http://vinculando.org/ecologia/viabilidad_implementacion_minicentrales_hidroelectricas.html
- SCALING. (marzo de 2006). ESTUDIO DE SCALING UP. Obtenido de ESTUDIO DE SCALING UP.
- Soluciones Practicas ITDG, 2. (s.f.). Microcentrales Hidroelectricas una alternativa para el desarrollo rural. En T. Sánchez, R. Escobar, S. Ramírez, W. Canedo, & Gamarra.
- T, WILFREDO JARA. (2015). MÁQUINAS HIDRÁULICAS. CHICLAYO: W&H.
- Universidad Alas Peruanas. (s.f.). Recuperado el 20 de OCTUBRE de 2015, de <http://html.rincondelvago.com/disenio-de-una-minicentral-de-energia-hidroelectrica.html>
- Viani, b. (s.f.). microcentrales hidroelectricas. Obtenido de microcentrales hidroelectricas.
- wikipedia. (10 de agosto de 2015). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/presa_de_las_tres_gargantas
- Yacyretá. (5 de agosto de 2015). Obtenido de <http://www.bnamericas.com/project-profile/es/ampliacion-represa-hidroelectrica-yacyreta-ampliacion-yacyreta>