

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES Y MOTIVACION.....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 ALCANCES.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	6
2.1.1 Altura bruta.....	6
2.1.2 Clasificación de las centrales hidroeléctricas.....	6
2.2 TURBINAS HIDRÁULICAS.....	8
2.2.1 Turbinas de acción.....	9
2.3 ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE LAS TURBOMÁQUINAS.....	11
2.3.1 Ecuación de Euler.....	11
2.4 ECUACIÓN DE BERNOULLI.....	13
2.5 TEOREMA DE IMPULSO EN AGUA.....	14
2.6 CRITERIO DE SELECCIÓN DE TURBINA.....	17
2.6.1 Potencia hidráulica.....	17
2.6.2 Número específico de revoluciones.....	18
2.6.3 Turbinas según rango de aplicación.....	18
2.7 TURBINA BANKI.....	19
2.7.1 Geometría del rodete.....	19
2.7.2 Diseño del eje.....	25
2.7.3 Selección de rodamientos.....	27
2.7.4 Cálculo de pernos y tornillos.....	28
2.7.5 Tornillo de potencia.....	31
CAPÍTULO III: DISEÑO.....	37
3.1 PLANTA TALCA.....	38
3.1.1 Estanque de contacto de cloración.....	39
3.1.2 Salto de agua.....	40
3.2 MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	41
3.3 DISEÑO HIDRÁULICO.....	44
3.3.1 Parámetros de funcionamiento.....	44

3.3.2	Potencia hidráulica	44
3.3.3	Material de construcción.....	44
3.3.4	Diámetro del rodete.....	45
3.3.5	Velocidad de la turbina.....	45
3.3.6	Número específico de revoluciones	45
3.3.7	Selección de la turbina	45
3.3.8	Ancho del rodete	46
3.3.9	Dimensiones del rodete calculados por tabla	46
3.3.10	Numero de álabes	46
3.3.11	Espesor del álabe.....	46
3.3.12	Resumen datos	47
3.4	DISEÑO MECÁNICO.....	47
3.4.1	Cálculo del eje.....	47
3.4.2	Rodamientos del eje.....	48
3.4.3	Generador	50
3.4.4	Marco de la turbina.....	53
3.4.5	Tornillo de potencia	54
3.4.6	Volante	55
3.4.7	Rodamientos del volante	55
3.4.8	Puente de accionamiento	57
3.4.9	Estructura anclada	58
3.4.10	Unión entre el generador y el rodete	59
3.4.11	Pintura anticorrosiva.....	59
3.4.12	Tapa del generador	60
3.4.13	Canal metálico.....	61
	CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE COSTOS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA	62
4.1	EVALUACIÓN DE COSTOS.....	63
4.1.1	Generación eléctrica.....	63
4.1.2	Cotizaciones.....	63
4.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	65
4.2.1	Flujo de caja	65
	CONCLUSIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA	70
	APÉNDICE.....	71
7.1	CÁLCULO DE ECUACIONES	71
7.1.1	Ancho del rodete “A”.....	71
7.1.2	Velocidad.....	71
7.1.3	Potencia hidráulica	71

7.1.4	Número específico de revoluciones	72
7.1.5	Calculo eje.....	72
7.1.6	Fuerza en los alabes	73
7.1.7	Esfuerzo sobre el álabe.....	74
7.1.8	Capacidad de carga básica dinámica “C” para rodamientos del eje	75
7.1.9	Pernos soporte de rodamientos	76
7.1.10	Tornillo de potencia	77
7.1.11	Rodamiento axial del volante	79
7.1.12	Planos	80
7.1.13	Cotización Mecanizado y Fabricación	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Turbina Pelton.....	10
Ilustración 2:	Turbina Banki.....	10
Ilustración 3:	Plano transversal del rodete de una turbina Banki.....	11
Ilustración 4:	Triangulo de velocidades entrada agua	12
Ilustración 5:	Fuerza sobre un sistema	15
Ilustración 6:	Fuerza sobre un álabe en movimiento	16
Ilustración 7:	Velocidad del rodete y el agua a la entrada de la turbina Banki	21
Ilustración 8:	Ejemplo del cálculo para el eje de una turbina Banki	27
Ilustración 9:	Curva típica log-log de carga-vida de un cojinete	27
Ilustración 10:	Esquema de una rosca cuadrada.....	32
Ilustración 11:	Partes de un tornillo de potencia	33
Ilustración 12:	Geometría de rosca cuadrada	36
Ilustración 13:	Planta de tratamiento de aguas servidas Talca	38
Ilustración 14:	Estanque de contacto de cloración	39
Ilustración 15:	Monitor de caudal	40
Ilustración 16:	Salto Dónde se instalará la turbina.....	40
Ilustración 17:	Dos posiciones de la turbina Banki	41
Ilustración 18:	Generador y turbina.....	42
Ilustración 19:	Guías, marco, turbina y generador	42
Ilustración 20:	Volante manual, tornillo de potencia y puente de accionamiento	43
Ilustración 21:	Esquema del funcionamiento de la turbina Banki	43
Ilustración 22:	Catalogo rodamientos Y SKF	49
Ilustración 23:	Soporte de pestaña cuadrado para rodamientos Y SKF.....	49
Ilustración 24:	Generador eólico sin núcleo.....	51
Ilustración 25:	Cargas cortantes primarias y secundarias en los tornillos	52
Ilustración 26:	Esquema y medidas perfil UPE	53
Ilustración 27:	Marco de la turbina	54
Ilustración 28:	Volante de acero estampado.....	55
Ilustración 29:	Rodamiento axial de bolas	56
Ilustración 30:	Puente de accionamiento	57
Ilustración 31:	Esquema y medidas del perfil tipo canal.....	57
Ilustración 32:	Ilustración referencial de la estructura anclada	58
Ilustración 33:	Esquema perfil UPE	58
Ilustración 34:	Machón de transmisión.....	59
Ilustración 35:	Tapa del generador	60
Ilustración 36:	Canal metálico para dirigir el agua a la turbina	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Rango de aplicación de turbinas hidráulicas	19
Tabla 2:	Parámetros característicos en turbinas ensayadas por diferentes investigaciones	22
Tabla 3:	Centro de gravedad y momento de inercia del álabe	24
Tabla 4:	Dimensiones del perfil del rodete	24
Tabla 5:	Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino	30
Tabla 6:	Clases métricas de propiedad mecánica de pernos, tornillos y birlos de acero	30
Tabla 7:	Coefficiente de rozamiento μ	34
Tabla 8:	Parámetros y dimensiones del rodete	47
Tabla 9:	Superficies para pintar con anticorrosivo	59
Tabla 10:	Ahorro económico debido a la generación eléctrica con una eficiencia del 61%	63
Tabla 11:	Cotización servicio de Mecanizado y Fabricación	64
Tabla 12:	Costos de mano de obra en el montaje mecánico	64
Tabla 13:	Valores de compra e ingreso al país del generador	64
Tabla 14:	Resumen costos	65
Tabla 15:	Flujo de caja del proyecto a diez años	66