

## Tabla de Contenido

RESUMEN	I
TABLA DE CONTENIDO	III
ILUSTRACIONES	V
TABLAS	VII
GRÁFICOS	VIII
ECUACIONES	VIII
<b>1. CAPITULO I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	2
1.2. ALCANCES	3
1.3. RESULTADOS ESPERADOS	3
1.4. OBJETIVO GENERAL	3
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
<b>2. CAPITULO II ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>6</b>
2.1. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	7
2.1.1. CAPACIDAD INSTALADA Y GENERACIÓN	8
2.1.2. CONSUMO GWH, AÑO 2007	8
2.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	9
2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	9
2.3. CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN CLEMENTE	12
2.4. TURBO MÁQUINAS HIDRÁULICAS: TURBINAS	13
2.4.1. TURBINA DE ACCIÓN:	14
2.4.2. TURBINA DE REACCIÓN:	14
2.4.3. SELECCIÓN DE TURBINAS:	15
2.5. TURBINAS COMPACT	16
2.5.1. SELECCIÓN DE TURBINA COMPACT:	16
2.5.2. EXPERIENCIA EN CHILE DE TURBINAS COMPACT:	18
2.5.3. TURBINA DE CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CLEMENTE	22
2.5.3.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS:	22
2.5.3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:	23
2.5.3.3. LUBRICACION Y REFRIGERACIÓN	24

<b>3. CAPITULO III</b>	<b>MONTAJE MECÁNICO</b>	<b>25</b>
3.1.	DEFINICIÓN	26
3.2.	<i>ETAPAS DEL MONTAJE MECÁNICO:</i>	26
3.3.	ELEMENTOS A MONTAR:	30
3.3.1.	MONTAJE DE DIFUSOR:	30
3.3.1.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	31
3.3.1.2.	<i>PROCEDIMIENTO DEL MONTAJE</i>	32
3.3.1.3.	<i>PROCESO DE MONTAJE</i>	32
3.3.1.4.	<i>DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DE MONTAJE</i>	34
3.3.1.5.	<i>ESTADO FINAL DE MONTAJE DEL DIFUSOR</i>	44
3.3.2.	MONTAJE DE COMPUERTAS EN OBRA DE TOMA:	46
3.3.2.1.	<i>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE COMPUERTAS EN OBRA DE TOMA:</i>	46
3.3.2.2.	<i>PROCESO DE MONTAJE</i>	47
3.3.2.3.	<i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:</i>	49
3.3.2.4.	<i>ESTADO FINAL DEL MONTAJE DE COMPUERTAS</i>	65
3.3.3.	NOTA:	68
3.4.	MONTAJE DE TURBINA COMPACT KAPLAN EJE VERTICAL	69
3.4.1.	<i>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPONENTES DE TURBINA COMPACT:</i>	70
3.4.2.	<i>PROCESO DE MONTAJE:</i>	70
3.4.3.	<i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE:</i>	72
<b>4. CAPITULO IV</b>	<b>RESULTADOS DE TIEMPO Y COSTO</b>	<b>85</b>
4.1.	TIEMPOS DE TRABAJO	86
4.1.1.	MONTAJE DE DIFUSOR:	86
4.1.1.1.	<i>CARTA GANTT: MONTAJE DE DIFUSOR</i>	87
4.1.2.	MONTAJE DE COMPUERTAS OBRA DE TOMA	88
4.1.2.1.	<i>CARTA GANTT: MONTAJE COMPUERTAS SECTOR OBRA DE TOMA</i>	89
4.1.3.	MONTAJE DE TURBINA COMPACT	91
4.1.3.1.	<i>CARTA GANTT: MONTAJE TURBINA COMPACT</i>	92
4.2.	COSTOS ASOCIADOS A MONTAJE	93
<b>5. CAPITULO V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>100</b>
5.1.	CONCLUSIONES	101
<b>6. ANEXOS</b>		<b>105</b>

<b>6.1. SEGURIDAD LABORAL</b>	<b>106</b>
<b>6.1.1.ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	<b>106</b>
6.1.1.1. ARNÉS ATOX DE 3 ARGOLLAS	108
6.1.1.2. CASCO DE SEGURIDAD	109
6.1.1.3. GUANTES: CABRITILLA SIN FORRO	110
6.1.1.4. ANTEOJOS	111
6.1.1.5. MÁSCARA DE SOLDAR ESTÁNDAR	111
6.1.1.6. GUANTES PARA SOLDAR	112
6.1.1.7. CONOS DE PVC DE 1 CINTA	112
6.1.1.8. ACCESORIO RECOMENDADO.	113
6.1.1.9. MUÑEQUERA PORTA HERRAMIENTAS	113
<b>6.2. PLANOS</b>	<b>114</b>
<b>6.2.1.PLANO A: ELEVACIÓN EJE LONGITUDINAL CASA DE MAQUINAS</b>	<b>114</b>
<b>6.2.2.PLANO B: COMPUERTAS DE SERVICIO BOCATOMA</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>116</b>

## **Ilustraciones**

Fíg. 2-1 Distribución del sistema interconectado chileno	7
Fíg. 2-2 Diagrama del recorrido de agua, para generar de electricidad	13
Fíg. 2-3 Diagrama de tipo clasificación de turbinas.	14
Fíg. 2-4 Turbina Compact, tipo Kaplan a instalar en CHSC.	22
Fíg. 2-5 Principio de funcionamiento de turbina Kaplan	23
Fíg. 2-6 Alabes del rotor de turbina Kaplan eje vertical, de CHSC	24
Fíg. 3-1 Dimensiones placas de anclaje	34
Fíg. 3-2 Planta distribución placas de anclaje difusor	35
Fíg. 3-3 Sistema de levante y regulación A36.	36
Fíg. 3-4 Fijación en parte inferior de difusor	36
Fíg. 3-5 Izamiento parte inferior difusor	37
Fíg. 3-6 Enfrentamiento parte superior e inferior	38
Fíg. 3-7 Unión ambas partes mediante pernos M16	38
Fíg. 3-8 Personal de topografía en trabajos de alineación y nivelación	39
Fíg. 3-9 Ejes referencial unidad generadora (turbina) para alineación y nivelación de difusor	40
Fíg. 3-10 Puntos de referencia, salida de difusor	42
Fíg. 3-11 Sistema de refuerzo para fijación de difusor	43
Fíg. 3-12 Soldadura tubería vaciado difusor	43
Fíg. 3-13 Puntos de medida de nivel en difusor	44
Fíg. 3-14 Puntos de medida en boca de salida de difusor	45

Fíg. 3-15 Vanos compuertas barrera móvil, igual a bocatoma	50
Fíg. 3-16 Parte de viga radier en posición y pernos reguladores de alineación	51
Fíg. 3-17 Izamiento de guía	52
Fíg. 3-18 Acercamiento guía lateral a viga radier	52
Fíg. 3-19 Soporte trazado de lienzas	53
Fíg. 3-20 Ejes en los vanos	54
Fíg. 3-21 Eje de referencia para alineación longitudinal	54
Fíg. 3-22 Soldadura perno con placa de anclaje lateral	55
Fíg. 3-23 Soldadura de perno y tuercas	57
Fíg. 3-24 Antes de hormigonado	58
Fíg. 3-25 Después de hormigonado	58
Fíg. 3-26 Modificaciones realizadas en terreno	59
Fíg. 3-27 Sellos neopreno: inferior y lateral	60
Fíg. 3-28 Comienzo del izamiento	60
Fíg. 3-29 Acercamiento a guías laterales	60
Fíg. 3-30 Sello Neopreno tipo nota musical	61
Fíg. 3-31 Contra tope AISI 304L	61
Fíg. 3-32 Esquina más favorable para las filtraciones	62
Fíg. 3-33 Izamiento vástago	62
Fíg. 3-34 Fijación de vástago	63
Fíg. 3-35 Rotación manual del sistema Lentax	64
Fíg. 3-36 Vástago acoplado con moto-reductor	64
Fíg. 3-37 Viga superior apernada en conjunto con sistema Lentax	64
Fíg. 3-38 Esquema de distribución de compuertas, bocatoma	65
Fíg. 3-39 Compuertas barrera móvil	68
Fíg. 3-40 Fijación elementos de izaje	73
Fíg. 3-41 Izamiento de turbina	73
Fíg. 3-42 Estibamiento de turbina	74
Fíg. 3-43 Anillo de turbina y difusor	75
Fíg. 3-44 Mega Lift	76
Fíg. 3-45 Izaje de Turbina	77
Fíg. 3-46 Turbina sostenida por Mega Lift	78
Fíg. 3-47 Sistema de regulación de nivel	79
Fíg. 3-48 Indicador de Nivel, precisión 0,02mm/m	81
Fíg. 3-49 Brida de Acople (Turbina – Codo de entrada)	82
Fíg. 3-50 Sistema Acoplado	83
Fíg. 3-51 Verticalidad del eje	83
Fíg. 6-1 Arnés de seguridad	108
Fíg. 6-2 Casco de seguridad	109
Fíg. 6-3 Guante gabritilla	110

Fíg. 6-4 Anteojos de seguridad	111
Fíg. 6-5 Mascara de soldar	111
Fíg. 6-6 Guantes para soldar	112
Fíg. 6-7 Conos PVC	112
Fíg. 6-8 Muñequera porta herramienta	113

## Tablas

Tabla 2-1 Velocidad especifica según tipo de turbina	15
Tabla 2-2 Especificaciones técnicas central Florida III	18
Tabla 2-3 Especificaciones técnicas central Juncalito	19
Tabla 2-4 Especificaciones técnicas central Chacabuquito	19
Tabla 2-5 Especificaciones técnicas central Mariposas	20
Tabla 2-6 Especificaciones técnicas central Chiburgo	20
Tabla 2-7 Especificaciones técnicas central Lircay	21
Tabla 2-8 Especificaciones técnicas central Lican	21
Tabla 3-1 Nivel de boca de entrada	44
Tabla 3-2 Dimensiones boca de salida	45
Tabla 3-3 Distribución de placas de anclaje en bocatoma	49
Tabla 3-4 Separación de guías	56
Tabla 3-5 Dist. A-B Compuerta de servicio N°1	66
Tabla 3-6 Dist. C-D Compuerta de servicio N°1	66
Tabla 3-7 Dist. B-D Compuerta de servicio N°1	66
Tabla 3-8 Dist. A-C compuerta de servicio N°1	66
Tabla 3-9 Dist. A-B Compuerta de servicio N°2	67
Tabla 3-10 Dist. C-D compuerta de servicio N°2	67
Tabla 3-11 Dist. B-D Compuerta de servicio N°2	67
Tabla 3-12 Dist. A-C compuerta de servicio N°2	67
Tabla 6-1 Características del Arnés de seguridad	108
Tabla 6-2 Características del casco de seguridad	109
Tabla 6-3 Características del guante de gabritilla	110
Tabla 6-4 Características de las gafas de seguridad	111

## **Gráficos**

Grafico 2-1 Capacidad instalada en Chile año 2007	8
Grafico 2-2 Consumo GWh año 2007	8
Grafico 2-3 Selección del tipo de turbina en función de Ns y Hn.	15
Grafico 2-4 Selección turbina Compact, suministrado por Va Tech Hidro Company	17

## **Ecuaciones**

Ecuación 2—1 Grado de reacción	13
Ecuación 2—2 Calculo de velocidad especifica	16