

I N D I C E

Introducción.....	1
Objetivos.....	2
1. Descripción y Generalidades de las Turbinas.	
1.0. La Turbina Tubular.....	3
1.1. Generalidades Sobre las Máquinas Hidráulicas...	4
1.2. Clasificación de las Máquinas Hidráulicas.....	5
1.3. Energía Hidráulica.....	5
1.4. Selección de las Turbinas.....	7
1.5. Clasificación de las Turbinas.....	9
1.6. Tabla de Valores de Velocidad Específica.....	10
1.7. Variables que Determinan el Funcionamiento de la Máquina Hidráulica.....	11
1.7.1. Caudal.....	11
1.7.2. Altura.....	11
1.7.3. Velocidad.....	11
1.7.4. Potencia.....	11
1.7.5. Número Especifico.....	11
1.7.6. Rendimiento.....	12
2. Teoría de Diseño para la Turbina.	
2.0. Ecuaciones de las Turbomáquinas.....	13
2.1. Energía Entregada al Rodete.....	17

2.2.	Potencia Disponible y Rendimientos.....	20
2.3.	Grado de Reacción	23
2.4.	Turbinas de Reacción.....	23
2.5.	Turbinas de Acción.....	24
2.6.	Fuerzas Ejercidas por la Corriente Uniforme en un Ala Aislada.....	25
3.	Diseño y Cálculo de la Turbina Hidráulica Tubular.	
3.0	Cálculo del Caudal para la Instalación.....	28
3.1.	Cálculo de la Velocidad en el Ducto.....	29
3.2.	Determinación de la Altura Neta Real de Trabajo de la Turbina.....	29
3.3.	Cálculo de la Potencia de la Turbina.....	30
3.4.	Cálculo del Número Especifico de Revoluciones..	30
3.5.	Cálculo del Diámetro de la Maza.....	31
3.6.	Cálculo del Tubo Difusor.....	31
3.7.	Cálculo de la Velocidad del Agua que Entra en Contacto con el Alabe.....	33
3.8.	Diseño Hidráulico.....	34
3.9.	Cálculo de las Fuerzas en el Alabe.....	39
3.10.	Cálculo de las Tensiones en los Ramales de la Correa del Freno Prony.....	45
3.11.	Cálculo del Angulo de Recubrimiento.....	45

3.12.	Fuerza Horizontal que Actúa en el Eje. Producto de la Diferencia de los Diámetros.....	47
3.13.	Fuerzas Aplicadas Sobre los Ejes.....	47
3.14.	Cálculo de los Momentos Flectores para las Diferentes Secciones del Eje.....	49
3.15.	Diagrama de Momentos Flectores.....	51
3.16.	Cálculo del Diámetro del Eje.....	52
3.17.	Cálculo del Esfuerzo Medio de Flexión.....	52
3.18.	Cálculo del Esfuerzo Variable de Flexión.....	53
3.19.	Cálculo del Limite de Resistencia a la Fatiga..	53
3.20.	Cálculo del Esfuerzo Cortante Equivalente.....	55
3.21.	Cálculo del Esfuerzo Cortante Medio.....	56
3.22.	Cálculo del Esfuerzo Cortante Variable.....	56
3.23.	Cálculo del Limite de Fluencia en Corte.....	57
3.24.	Cálculo del Limite de Resistencia al Corte.....	57
3.25.	Cálculo de la Chaveta.....	60
3.25.1.	Cálculo de Chaveta para el Rodete.....	60
3.25.2.	Cálculo de la Chaveta para la Polea.....	62
3.26.	Cálculo de Rodamiento.....	64
3.26.1.	Rodamiento Nº 1.....	64
3.26.2	Rodamiento Nº 2.....	66
4.	Construcción de la Turbina Hidráulica Tubular.	
4.0.	Materiales.....	68
4.1.	Montaje e Inspección.....	68

4.2.	Rodete y Estator.....	69
4.3.	Mazas.....	69
4.4.	Alabes.....	69
4.5.	Fijación de los Alabes.....	69
4.6.	Tubería.....	70
4.7.	Eje.....	71
4.8.	Descanso de la Turbina.....	71
4.8.1.	Descanso Exterior.....	71
4.8.2.	Descanso Interior.....	72
4.9.	Chavetas.....	72
4.10.	Tubo Difusor.....	72
4.11.	Base de la Turbina.....	72
4.12.	Anillo de Acople de la Turbina.....	73
4.13.	Tubos Estabilizadores de Caudal.....	73
4.14.	Gráfica de Ensamble.....	74
5.	Desarrollo de los Ensayos Efectuados a la Turbina Tubular.	
5.0.	Desarrollo de los Ensayos Efectuados.....	75
5.1.	Equipo Utilizado en los Enayos.....	75
5.1.1	Estanque de Acumulación.....	75
5.1.2.	Estanque de Evacuación.....	76
5.1.3	Tubería de Evacuación.....	76
5.1.4.	Tubería de Succión.....	76
5.1.5.	Válvula de Globo.....	76

5.1.6.	Bomba.....	77
5.2.	Instrumentos Utilizados en los Ensayos.....	77
5.2.1.	Freno Prony.....	77
5.2.2.	Manómetro Diferencial.....	78
5.2.3.	Tacómetro.....	78
5.2.4.	Cronómetro.....	78
5.3.	Tipos de Ensayos Efectuados.....	79
5.3.1.	Ensayo de Máquina.....	79
5.3.2.	Ensayo de Central.....	79
5.4.	Presentación de Resultados.....	80
5.4.1.	Cálculo de la Altura Hidráulica.....	80
5.4.2.	Cálculo de la Potencia Hidráulica.....	81
5.4.3.	Cálculo de la Potencia Efectiva.....	81
5.4.4.	Cálculo del Rendimiento de la Turbina.....	82
5.4.5.	Cálculo del Torque.....	82
5.4.6.	Cálculo de la Altura Hidráulica.....	83
5.4.7.	Cálculo del Caudal.....	84
5.4.8.	Cálculo de la Potencia Hidráulica.....	84
5.4.9.	Cálculo de la Potencia Efectiva.....	85
5.4.10.	Cálculo del Rendimiento de la Turbina.....	85
5.4.11.	Cálculo del Torque.....	86
6.	Presentación de Resultados en gráficos.	
6.0	Presentación de Resultados en Gráficas.....	87
6.1	Análisis de resultados de los Gráficos.....	115

6.2	Ecuaciones de los Gráficos y Coeficientes de Correlación.....	118
7.0	Conclusiones.....	124
	Antecedentes Bibliográficos.....	126
	Apéndice I.	
	Tabla de Valores Obtenidos para Ensayos de Máquina.....	128
	Tabla de Valores Obtenidos para Ensayos de Central.....	132
	Tabla de Valores Calculados para Ensayos de Máquina.....	136
	Tabla de Valores Calculados para Ensayos de Central.....	140
	Gráficos de Coeficientes para el Cálculo del Eje.....	144
	Apéndice II.	
	Fotografías de la turbina.....	147