

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UNA TURBINA MICHELL BANKI PARA SU  
IMPLEMENTACIÓN EN EL BANCO DE ENSAYOS DE  
TURBINAS DEL LABORATORIO DE ENERGÍA**

**ANEXOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico,  
que presenta el bachiller:

**JORDÁN ISRAEL MILLA ARELLANO**

**ASESOR: Mg. Estela Assureira Espinoza**

**Lima, Abril del 2015**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PROPUESTOS POR DIFERENTES INVESTIGADORES .....	1
ARCOS DE ADMISIÓN ENSAYADAS POR DIFERENTES INVESTIGADORES .....	1
INFORME DE LABORATORIO DE TURBOMÁQUINAS: TURBINA HIDRÁULICA PELTON, HORARIO 914-2.....	2
RESULTADOS DE ITERACIÓN PARA LA ALTERNATIVA DE ACOPLÉ N° 1 .....	20
RESULTADOS DE ITERACIÓN PARA LA ALTERNATIVA DE ACOPLÉ N° 2.....	27
EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS DE ACOPLÉ N°1 Y N°2 .....	40
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE ACOPLÉ N°1 Y N°2.....	41
COMPARACIÓN DE ACEROS INOXIDABLES.....	42
PRINCIPALES ACEROS INOXIDABLES DE LA SERIE 3XX .....	43
PROCESOS RECOMENDADOS PARA LA SOLDADURA DE METALES Y ALEACIONES .....	44
COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA .....	45
ELECTRODO CLASE AWS A5.4: E 316L-15.....	46
FABRICACIÓN DEL ROTOR.....	47
CÁLCULO DE CHAVETAS.....	49
MÉTODO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE TRANSICIÓN 2.....	50
CURVAS DE TRABAJO PARA BOMBAS HIDROSTAL B1. 1/2 X 2.....	51
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS DE LA BOMBA SELECCIONADA B1. 1/2 X 2 1.9T .	52
DATOS ADICIONALES DEL MOTOR DE LA BOMBA SELECCIONADA.....	53
FORMATO DE GUÍA DE OPERACIÓN PARA LOS ENSAYOS .....	54
COSTO DE ELECTROBOMBA .....	57
COSTO DE BARRAS, PLANCHAS, TUBOS Y OTROS.....	57
COSTO DE PERNERÍA, RODAMIENTOS, CHAVETAS Y OTROS.....	58
COSTO DE FABRICACIÓN.....	59

## PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PROPUESTOS POR DIFERENTES INVESTIGADORES

REFERENCIA	$D_i/D_e$	$D_e/B_r$	$z$	$\eta_h$
YOKOHAMA, 1985, JAPON	0.66	4.25	26	80.60
VIGM, 1986, CCCP	0.63	3.00	24	78.00
GANZ, 1984, HUNGRIA	0.66	1.00	30	75.00
ALABAMA, 1983, USA	0.66	0.25	20	75.00
RESITA, 1983, RUMANIA	0.66	1.28	24	73.00
KTU, 1987, TRAZBON, TURKIA	0.54	0.81	24	71.30
OREGON, 1949, USA	0.66	1.09	20	68.00
VDI, 1981, ETIOPIA	0.67	3.26	36	66.00
LOS ANDES, 1973, COLOMBIA	0.62	1.87	27	60.60
ODTU, 1985, ANKARA, TURKIA	0.83	1.44	30	55.50

## ARCOS DE ADMISIÓN ENSAYADAS POR DIFERENTES INVESTIGADORES

NOMBRE	MAX REND. [%]	ARCO DE ADMISION [°]	DIAMETRO ROTOR [cm]	ANCHO ROTOR [cm]	Nº ALABES
MOCKMORE & MERRIFIELD	68	-	33.27	30.48	20
SHEPPHERD	68	-	33	30.48	20
VARGA (1959)	-	-	20	30.48	30
JHONSON Y OTROS (1980)	69	106	26.67	30.48	20
NAKASE Y OTROS	82	30/60	30.48	30.48	26
DURGIN (1984)	61	50/63	-	-	20
KHOSROWPANAH	79.8	70/80	15.24 30.48	30.48	10, 15, 20
BUSHMAN Y OTROS (1989)	79	90/120	30.48	15.24	-

**INFORME DE LABORATORIO DE TURBOMÁQUINAS: TURBINA HIDRÁULICA  
PELTON, HORARIO 914-2**

		<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b>	
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA SECCIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE ENERGÍA			
<b>INFORME</b>			
CURSO	Lab. Turbomáq. y máq. de desplazamiento (4)	HORARIO	914
TEMA	Turbina Pelton		
CÓDIGO	NOMBRE Y APELLIDO	NOTA FINAL	
20074429	Christian Huancaya Mena		
20077101	Mario Horna Espino		
20082020	Fernando Cabanillas León		
20094008	Marco Delgado Yaranga		
20095787	Jordán Milla Arellano		
FECHA DE REALIZACIÓN:	8/11/13	FECHA DE ENTREGA:	14/11/13
JEFE DE PRÁCTICA	Jose Gálvez		
FIRMA DEL JEFE DE PRÁCTICA			



## Índice

1. OBJETIVOS .....	3
2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS .....	3
3. DATOS .....	4
4. CÁLCULOS .....	5
5. RESULTADOS OBTENIDOS .....	7
6. GRÁFICOS .....	11
7. OBSERVACIONES .....	16
8. CONCLUSIONES .....	17
9. BIBLIOGRAFÍA .....	18

## TURBINA PELTON

### 1. OBJETIVOS

- Analizar experimentalmente el comportamiento de una Turbina Pelton bajo condiciones de salto, con caudal y velocidad rotacional constante.
- Obtener las curvas Torque vs. Caudal, Potencia Mecánica vs. Caudal y Rendimiento vs. Caudal.

### 2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Banco de Ensayo para Turbinas Hidráulicas, con posibilidad de prueba de Modelos de Turbina de Acción Pelton o Turbina de Reacción Francis.
- Turbina Pelton con características nominales:
  - Diámetro del rotor: 101.6 mm
  - Caudal de agua: 0.167 m<sup>3</sup>/min
  - Número de álabes: 16
  - Salto o altura: 18 m.H<sub>2</sub>O
  - Velocidad angular: 1450 rpm
  - Potencia mecánica: 0.30 kW
- Canal con vertedero triangular de 90° para medición del caudal de agua circulante, con rango de 0 a 0.32 m<sup>3</sup>/min.
- Freno mecánico Prony para producción de torque, con un brazo de palanca de 160 mm. Un medidor de fuerza de tipo fuelle con columna de mercurio, con rango de 0 a 30 N y mínima división 1 N.
- Manómetro de Bourdon, instalado en la tubería de ingreso hacia la válvula de control de caudal del chorro de agua (aguja), con un rango de 0 a 300 kPa y mínima división 10 kPa.
- Tubería de ingreso a la turbina con un diámetro interno de 38.468 mm.
- Bomba centrífuga para generación del salto accionada por un motor DC con regulador de velocidad, de las siguientes características nominales:
  - Velocidad angular: 2900 rpm
  - Caudal desplazado: 0.167 m<sup>3</sup>/min
  - Altura manométrica: 20.4 m.H<sub>2</sub>O
  - Potencia mecánica: 1.49 kW

## 3. DATOS

PARAMETRO	TURBINA PELTON			% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
	SIMBOLO	UNIDADES	100	80	60	40	20	0
Temperatura de agua	$T_{\text{agua}}$	°C	21.5	21.5	22	22	22	22
Presión de entrada	$p_1$	bar	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Caudal en el vertedero	V	m <sup>3</sup> /min	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
Velocidad de giro_rotor	n	RPM	2233	1786.4	1339.8	893.2	446.6	0
Fuerza en el dinamómetro	F	N	0	7	13.5	18	21.5	22

PARAMETRO	TURBINA PELTON			% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
	SIMBOLO	UNIDADES	100	80	60	40	20	0
Temperatura de agua	$T_{\text{agua}}$	°C	24	24.5	24.5	25	25	25
Presión de entrada	$p_1$	bar	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
Caudal en el vertedero	V	m <sup>3</sup> /min	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Velocidad de giro_rotor	n	RPM	2225	1780	1335	890	445	0
Fuerza en el dinamómetro	F	N	0	7.5	14	18	21.5	22

PARAMETRO	TURBINA PELTON			% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
	SIMBOLO	UNIDADES	100	80	60	40	20	0
Temperatura de agua	$T_{\text{agua}}$	°C	26	26	26	26	26	26
Presión de entrada	$p_1$	bar	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
Caudal en el vertedero	V	m <sup>3</sup> /min	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Velocidad de giro_rotor	n	RPM	2210	1768	1326	884	442	0
Fuerza en el dinamómetro	F	N	0	9	15.5	20.5	22.5	24

PARAMETRO	TURBINA PELTON			% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
	SIMBOLO	UNIDADES	100	80	60	40	20	0
Temperatura de agua	$T_{\text{agua}}$	°C	27	27	27	27	27.5	27.5
Presión de entrada	$p_1$	bar	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
Caudal en el vertedero	V	m <sup>3</sup> /min	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Velocidad de giro_rotor	n	RPM	2205	1764	1323	882	441	0
Fuerza en el dinamómetro	F	N	0	8.5	16.5	22	25	26

#### 4. CÁLCULOS

➤ Ejemplo de cálculo:

Para 80% de embalamiento y  $Q = 0.20 \text{ m}^3/\text{min}$

$n = 1768 \text{ RPM}$

$F = 9 \text{ N}$

$d = 101.6 \text{ mm}$

Brazo de palanca:  $0.16 \text{ m}$

$p_1 = 1.4874 \text{ bar} = 148.74 \text{ kPa}$

$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

$\rho_{\text{agua}} = 996.81 \text{ kg/m}^3$

Salto:

$$S = 10^3 \frac{p_1}{\rho_{\text{agua}}} + 1.0248(10 \dot{V})^2 + 1.67$$

$$S = \frac{10^3 * 148.74}{996.81} + 1.0248 * (10 * 0.2/60)^2 + 1.67 = 150.88 \text{ J/kg}$$

Torque desarrollado:

$$T = 9 * 0.16 = 1.44 \text{ N} - \text{m}$$

Potencia técnica desarrollada:

$$P = \frac{2\pi}{60} * 1768 * 1.44 = 266.608 \text{ W}$$

Eficiencia total:

$$n_{\text{turbina}} = \frac{P_{\text{eje}}}{\rho Q S} = \frac{266.608}{\frac{150.88 * 996.81 * 0.20}{60}} = 0.532 = 53.2\%$$

$$\pi_2 = \frac{\dot{V}}{D^3 n} = \text{Caudal Específico}$$

$$\pi_2 = \frac{\frac{0.2}{60}}{0.1016^3 * \frac{\pi}{30} * 1768} = 0,017$$

$$\pi_3 = \frac{S}{D^2 n^2} = \text{Altura Específica}$$

$$\pi_3 = \frac{150.88}{0.1016^2 * (\frac{\pi}{30} * 1768)^2} = 0,426$$

$$\pi_4 = \frac{\dot{W}_{MEC}}{\rho D^5 n^3} = \text{Coeficiente de Potencia}$$

$$\pi_4 = \frac{266,608}{0.1016^5 * (\frac{\pi}{30} * 1768)^3 * 996.81} = 0,004$$

$$N_s = \text{Número de Vueltas Específico} = \frac{n \dot{W}_{MEC}^{1/2}}{\rho^{1/2} S^{5/4}}$$

$$\pi_2 = \frac{\frac{\pi}{30} * 1768 * (266,608)^{1/2}}{(150.88)^{5/4} * 996.81^{1/2}} = 0.18$$



**5. RESULTADOS OBTENIDOS**

Parámetro calculado	Símbolo	Unidades	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
			100	80	60	40	20	0	
Densidad del agua a Tagua	$\rho_{\text{agua}}$	kg/m <sup>3</sup>	997.9	997.9	998.23	998.23	998.23	998.23	998.23
Presión de entrada - Turbina	P1	KN/m <sup>2</sup>	150	150	150	150	150	150	150
Caudal en el vertedero	$\dot{v}$	m <sup>3</sup> /min	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
Salto	S	J/kg	151.986	151.986	151.937	151.937	151.937	151.937	151.937
Velocidad de Giro - Rotor	n	RPM	2233	1786.4	1339.8	893.2	446.6	0	0
Fuerza en el Dinamómetro	F	N	0	7	13.5	18	21.5	22	22
Torque desarrollado	T	N-m	0	1.12	2.16	2.88	3.44	3.52	3.52
Potencia Técnica desarrollada	$\dot{W}$	W	0	209.520	303.056	269.383	160.881	0	0
Eficiencia total	$\eta$	%	0	49.633	71.790	63.813	38.111	0	0

Parámetro calculado	Símbolo	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
		100	80	60	40	20	0	
Caudal específico		0.011	0.014	0.019	0.028	0.057	-	-
Altura específica		0.269	0.421	0.748	1.682	6.729	-	-
Coefficiente de potencia		0.000	0.003	0.010	0.030	0.146	-	-
Numero de vueltas específico	Ns	0.000	0.161	0.145	0.091	0.035	0.000	0.000

Parámetro calculado	Símbolo	Unidades	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
			100	80	60	40	20	0	
Densidad del agua a Tagua	$\rho_{\text{agua}}$	kg/m <sup>3</sup>	997.33	997.2	997.2	997.07	997.07	997.07	997.07
Presión de entrada - Turbina	p1	kN/m <sup>2</sup>	149.52	149.52	149.52	149.52	149.52	149.52	149.52
Caudal en el vertedero	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /min	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Salto	S	J/kg	151.591	151.611	151.611	151.630	151.630	151.630	151.630
Velocidad de Giro - Rotor	n	RPM	2225	1780	1335	890	445	0	0
Fuerza en el Dinamómetro	F	N	0	7.5	14	18	21.5	22	22
Torque desarrollado	T	N-m	0	1.2	2.24	2.88	3.44	3.52	3.52
Potencia Técnica desarrollada	$\dot{W}$	W	0	223.681	313.154	268.418	160.305	0	0
Eficiencia total	$\eta$	%	0	49.317	69.044	59.180	35.344	0	0

Parámetro calculado	Símbolo	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
		100	80	60	40	20
Caudal específico		0.012	0.015	0.020	0.031	0.061
Altura específica		0.271	0.423	0.751	1.691	6.764
Coefficiente de potencia		0.000	0.003	0.011	0.031	0.147
Numero de vueltas específico	Ns	0.000	0.166	0.147	0.091	0.035
						0.000

Parámetro calculado	Símbolo	Unidades	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
			100	80	60	40	20	0	
Densidad del agua a Tagua	$\rho_{agua}$	kg/m <sup>3</sup>	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81
Presión de entrada - Turbina	p1	KN/m <sup>2</sup>	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74
Caudal en el vertedero	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /min	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Salto	S	J/kg	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887
Velocidad de Giro - Rotor	n	RPM	2210	1768	1326	884	442	0	0
Fuerza en el Dinamómetro	F	N	0	9	15.5	20.5	22.5	24	24
Torque desarrollado	T	N-m	0	1.44	2.48	3.28	3.6	3.84	3.84
Potencia Técnica desarrollada	$\dot{w}$	W	0	266.608	344.369	303.637	166.630	0	0
Eficiencia total	$\eta$	%	0	53.178	68.688	60.564	33.236	0	0

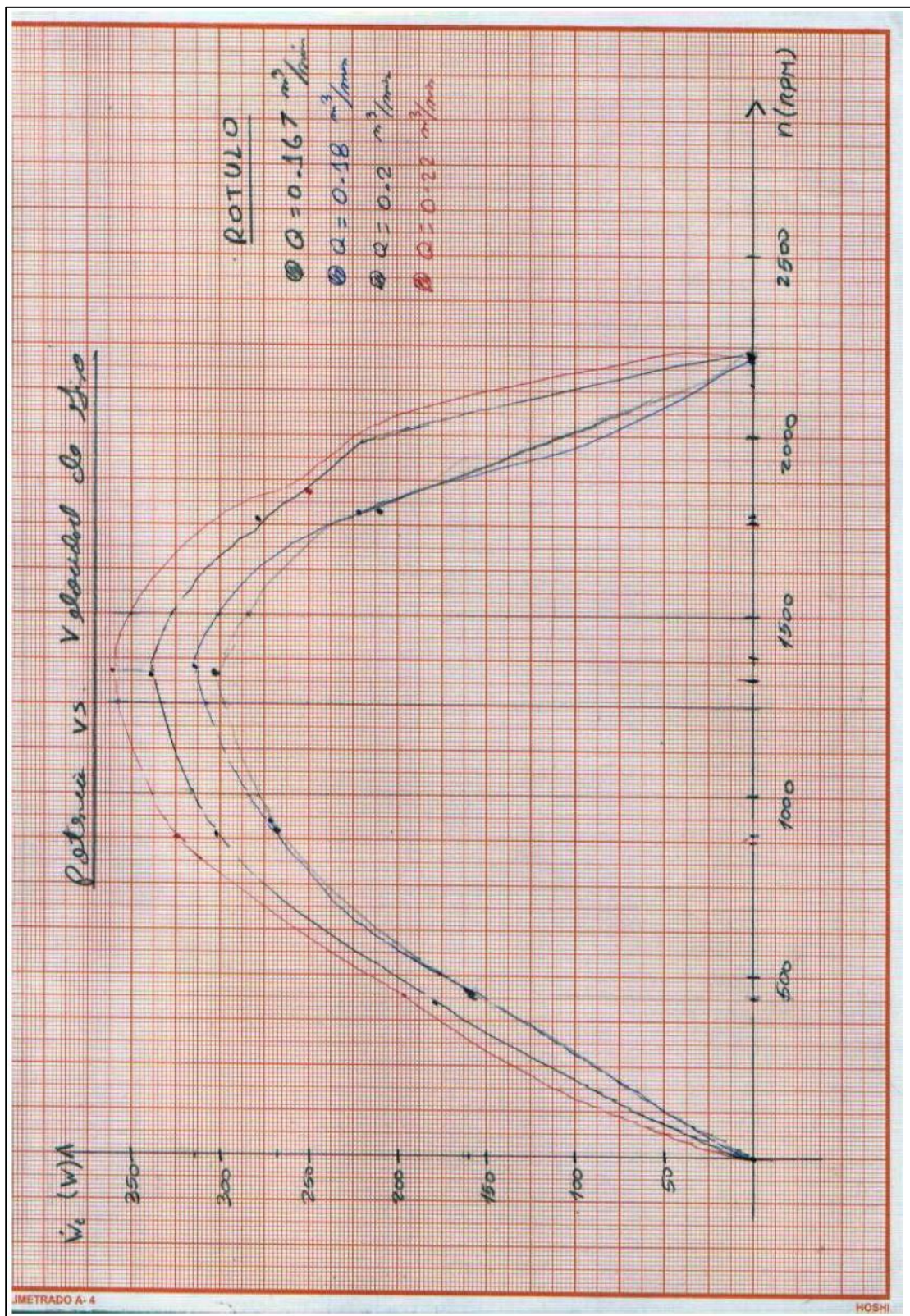
Parámetro calculado	Símbolo	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
		100	80	60	40	20	0	
Caudal específico		0.014	0.017	0.023	0.034	0.069	-	-
Altura específica		0.273	0.426	0.758	1.706	6.823	-	-
Coefficiente de potencia		0.000	0.004	0.012	0.035	0.156	-	-
Numero de vueltas específico	Ns	0.000	0.181	0.154	0.097	0.036	0.000	0.000

Parámetro calculado	Símbolo	Unidades	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
			100	80	60	40	20	0	
Densidad del agua a Tagua	pagua	kg/m <sup>3</sup>	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81	996.81
Presión de entrada - Turbina	p1	kN/m <sup>2</sup>	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74	148.74
Caudal en el vertedero	ṽ	m <sup>3</sup> /min	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Salto	S	J/kg	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887	150.887
Velocidad de Giro - Rotor	n	RPM	2210	1768	1326	884	442	0	0
Fuerza en el Dinamómetro	F	N	0	9	15.5	20.5	22.5	24	24
Torque desarrollado	T	N-m	0	1.44	2.48	3.28	3.6	3.84	3.84
Potencia Técnica desarrollada	ṽw	W	0	266.608	344.369	303.637	166.630	0	0
Eficiencia total	η	%	0	53.178	68.688	60.564	33.236	0	0

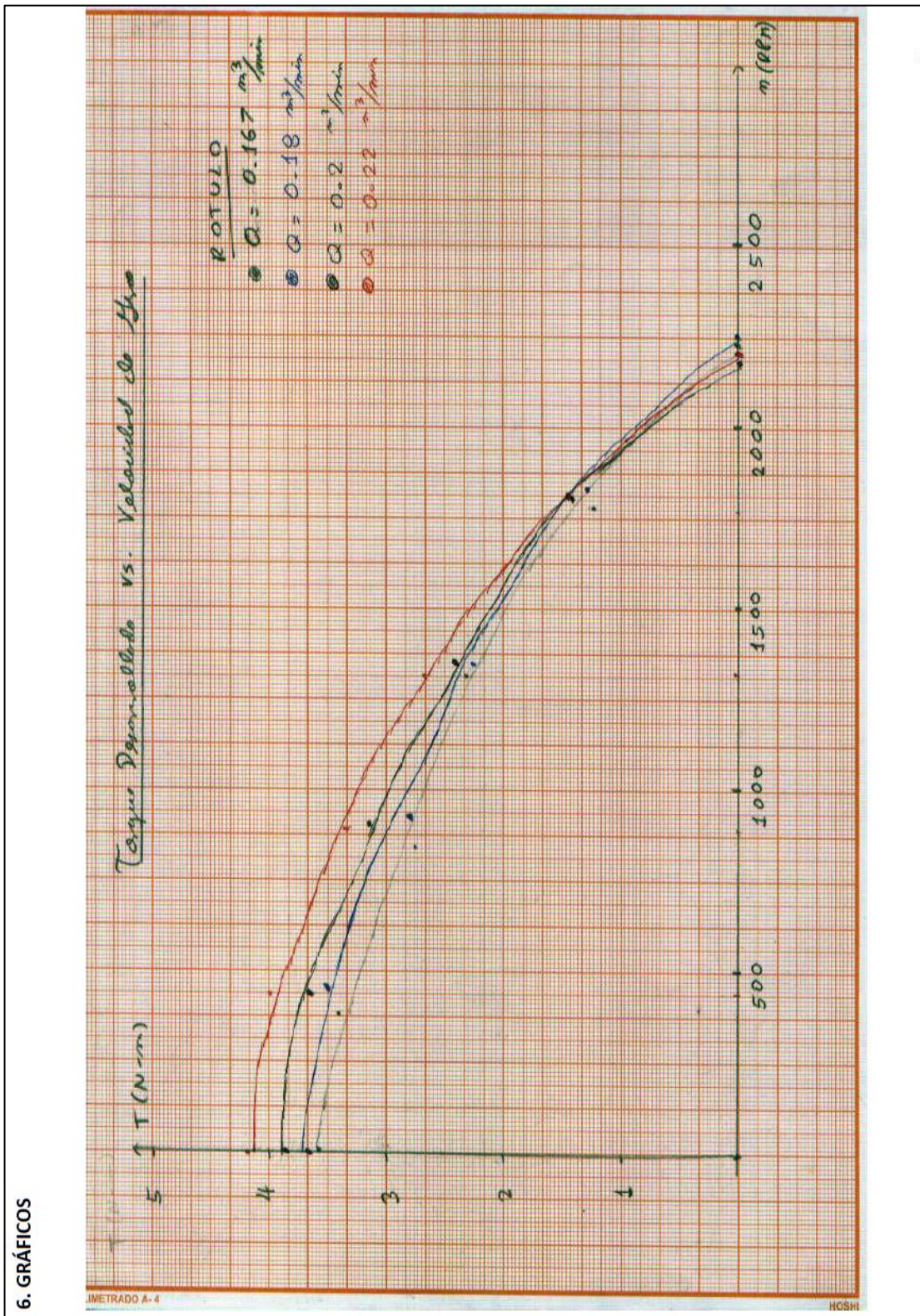
  

Parámetro calculado	Símbolo	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO						
		100	80	60	40	20	0	
Caudal específico		0.014	0.017	0.023	0.034	0.069	-	-
Altura específica		0.273	0.426	0.758	1.706	6.823	-	-
Coefficiente de potencia		0.000	0.004	0.012	0.035	0.156	-	-
Numero de vueltas específico	Ns	0.000	0.181	0.154	0.097	0.036	0.000	0.000







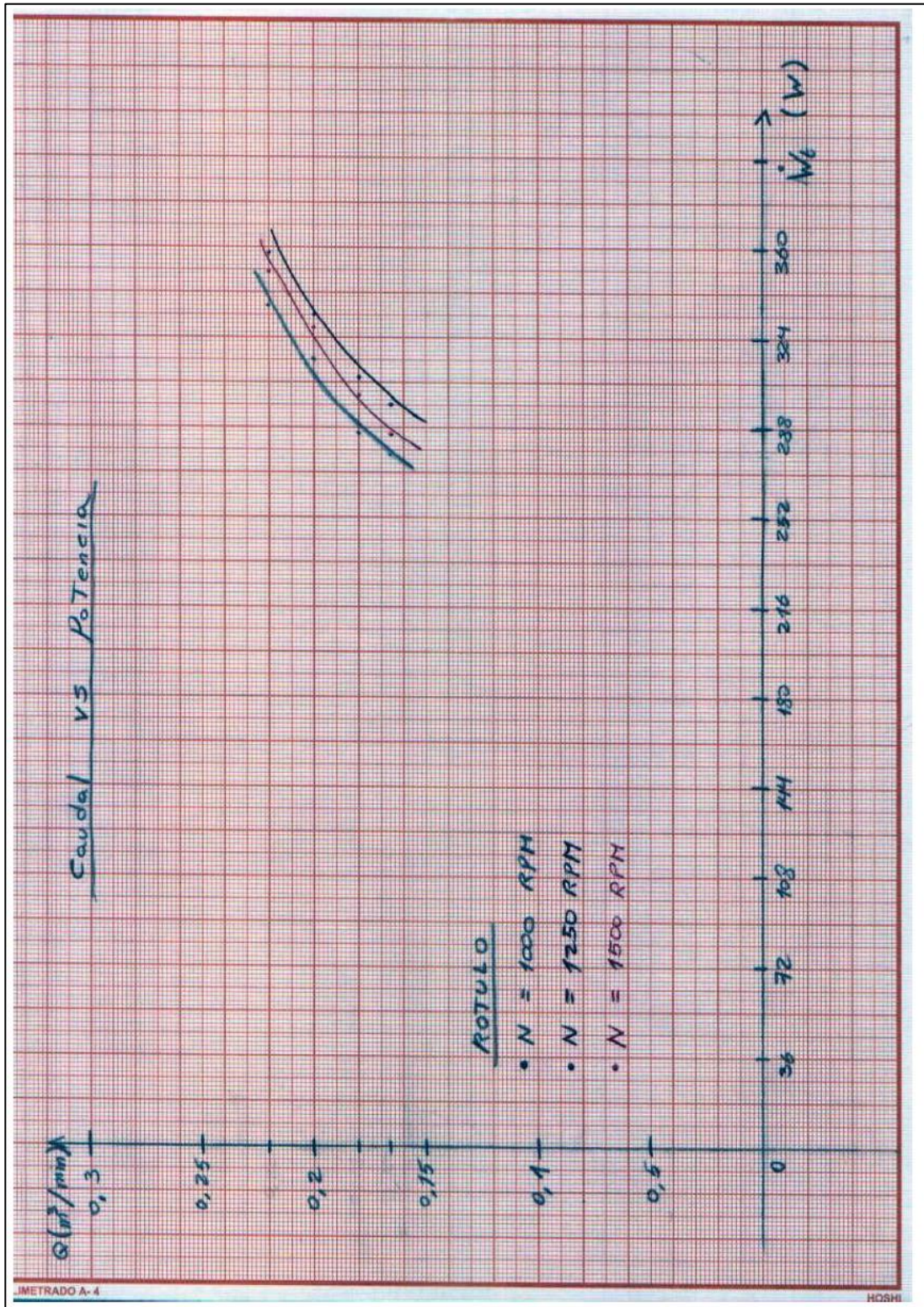


6. GRÁFICOS

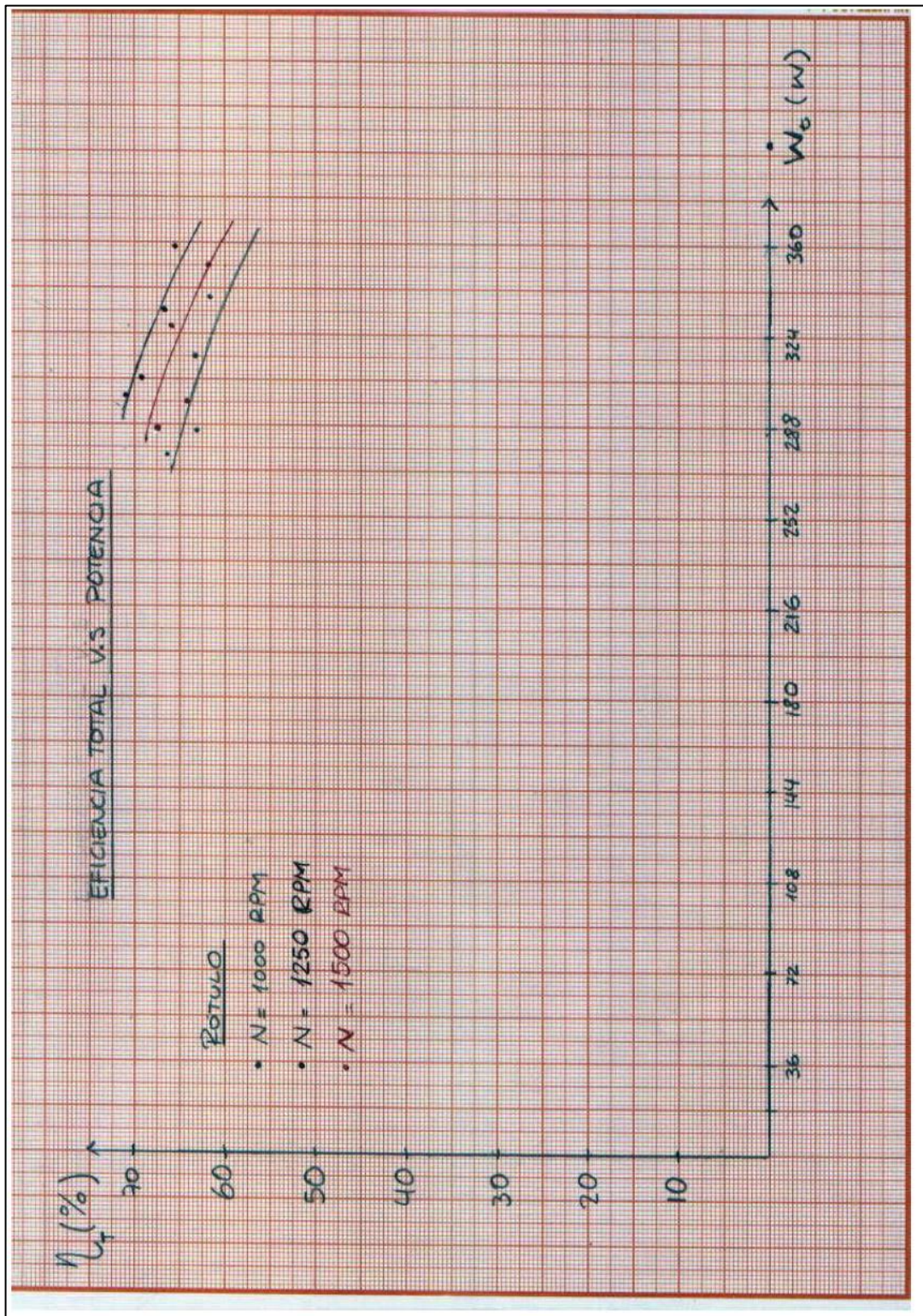












## 7. OBSERVACIONES

- Para ciertas mediciones de datos se registró el valor de la fuerza con un valor aproximado de la velocidad de rotación debido a la dificultad de ajustar el freno exactamente con el valor de la velocidad que se había calculado con anterioridad.
- Hubo un par de casos cuando la turbina, que giraba a baja velocidad, se detuvo sin ajustar más el freno. Esto debido a una dilatación del eje producto del calor producido por la fricción del freno. Finalmente, este fenómeno ha podido ocasionar ligeros errores en los datos, por ejemplo, un valor menor de la fuerza.
- Se observó que en determinados instantes la fuerza del freno era tan alta que superaba a la del chorro y la rueda se detenía, y no se podía llegar a los porcentajes de velocidad de embalamiento requeridos, por lo tanto en algunas ocasiones se tomaron valores cercanos antes de que la rueda se detenga y en otras se mantuvo la rueda detenida por algunos segundos (práctica no recomendada).
- Se observó que la temperatura del agua se incrementaba a medida que se realizaba una toma de datos. Esto es debido que en cada ensayo, la turbina se calentaba debido a la acción de frenado. Este incremento de temperatura del agua puede influir en la eficiencia total de la turbina Pelton.



## 8. CONCLUSIONES

En los cálculos y gráficos se puede observar que a pesar de operar con un valor de caudal pequeño, la turbina Pelton tiene eficiencia bastante aceptable. Por lo tanto, al ser esta turbina diseñada para trabajar con saltos grandes y caudales pequeños, se puede concluir que si el salto se aumenta, la presión en la entrada simulada por la bomba también aumentaría, y con ello la eficiencia de la turbina se podría incrementar hasta su valor máximo.

*Mario Horna Espino, 20077101*

En un primer instante cuando la rueda está en reposo se requieren de mayores fuerzas para vencer la inercia de la rueda, esto se puede comprobar en base al gráfico Torque Desarrollado vs Velocidad de Giro. Por lo tanto, se concluye que el torque en el arranque es el máximo, una vez que la rueda ya se encuentre en movimiento será más sencillo variar la velocidad, razón por la cual el torque disminuye, lo anterior se comprueba en la gráfica correspondiente.

*Christian Huancaya Mena, 20074429*

Se observó que la temperatura del agua aumentaba cada vez que se realizaba un ensayo. De esto se puede deducir que debido al accionamiento del freno, los componentes de la turbina se calientan y, por lo tanto, el caudal de agua circundante aumentaría su temperatura. Este aumento de temperatura influye en los cálculos del salto en la turbina, ya que la densidad del agua disminuye en cada ensayo. De esto se puede concluir que, para obtener una eficiencia aceptable en una turbina Pelton se debe evaluar si el efecto de la temperatura del agua influye de manera considerable.

*Marco Delgado Yaranga, 20094008*

Del gráfico Eficiencia vs Potencia, observamos que para tres curvas graficadas de 1000, 1250 y 1500 rpm, la que muestra mayor eficiencia es la de 1250 rpm. Esto se debe a que con esta velocidad se tiene los valores picos de eficiencia a diferentes caudales (gráfica de Eficiencia vs Velocidad de giro). De este modo podemos concluir que no necesariamente una mayor velocidad de giro proporciona una mayor eficiencia a una determinada potencia.

*Jordán Milla Arellano, 20095787*

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ASSUREIRA, Estela. Apuntes de clase Turbomáquinas y Máquinas de Desplazamiento Positivo. 2011. Editorial PUCP.
- Guía del laboratorio de Turbina Pelton. Sección Ingeniería Mecánica, Área de Energía.

### RESULTADOS DE ITERACIÓN PARA LA ALTERNATIVA DE ACOUPLE N° 1

Consideraciones:

- Valores de caudal ( $Q$ ) y salto bruto ( $S_b$ ) según curva de la bomba (Capítulo 2, pág. 24)
- Velocidad del fluido según diámetro de tubería (Capítulo 2, pág. 22)
- Pérdidas totales en la tubería y accesorios según esquema del banco de ensayo (Capítulo 2, pág. 30)
- Variación de velocidad rotacional ( $N$ ) desde 2600 rpm a 200 rpm (Capítulo 2, pág. 35)

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	2600	75.5	49.8	1.8	42.9	11.1	242.7	2.0
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	2600	75.2	49.6	3.6	21.1	15.8	240.5	4.0
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	2600	74.7	49.2	5.4	13.8	19.5	237.0	5.9
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	2600	73.5	48.5	7.5	9.8	23.1	229.4	7.7
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	2600	71.9	47.4	9.9	7.3	26.7	218.7	9.2
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	2600	69.8	46.0	12.6	5.5	30.5	205.8	10.4
2.31	20	2.0	0.33	19.7	2600	67.0	44.2	16.2	4.1	35.1	188.8	11.1
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	2600	63.9	42.1	20.7	3.1	40.3	170.6	11.6
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	2600	59.8	39.4	27.1	2.2	47.2	148.3	11.4
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	2600	54.8	36.1	37.1	1.5	56.7	122.8	10.6
3.63	11	3.2	0.80	10.2	2600	48.3	31.8	55.4	0.9	71.9	93.3	9.1
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	2600	41.0	27.0	91.3	0.4	96.0	64.5	7.1
4.29	5	3.8	1.10	3.9	2600	29.8	19.6	240.4	0.1	160.9	29.6	4.1

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	2400	81.8	53.9	1.6	51.3	10.2	242.7	2.2
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	2400	81.5	53.7	3.2	25.3	14.6	240.5	4.3
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	2400	80.9	53.3	4.9	16.5	18.0	237.0	6.4
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	2400	79.7	52.5	6.8	11.8	21.3	229.4	8.3
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	2400	77.9	51.3	8.9	8.7	24.6	218.7	9.9
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	2400	75.6	49.8	11.4	6.6	28.2	205.8	11.2
2.31	20	2.0	0.33	19.7	2400	72.6	47.8	14.6	5.0	32.4	188.8	12.1
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	2400	69.2	45.6	18.6	3.7	37.2	170.6	12.5
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	2400	64.8	42.7	24.4	2.7	43.5	148.3	12.4
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	2400	59.3	39.1	33.2	1.8	52.3	122.8	11.5
3.63	11	3.2	0.80	10.2	2400	52.3	34.5	49.4	1.1	66.4	93.3	9.8
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	2400	44.4	29.3	80.6	0.6	88.6	64.5	7.7
4.29	5	3.8	1.10	3.9	2400	32.3	21.3	205.3	0.2	148.6	29.6	4.4

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	2200	89.3	58.8	1.4	62.2	9.4	242.7	2.4
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	2200	88.9	58.6	2.9	30.7	13.3	240.5	4.7
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	2200	88.3	58.2	4.4	20.0	16.5	237.0	7.0
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	2200	86.9	57.3	6.1	14.3	19.5	229.4	9.1
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	2200	84.9	56.0	8.0	10.6	22.6	218.7	10.8
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	2200	82.5	54.4	10.2	8.1	25.8	205.8	12.2
2.31	20	2.0	0.33	19.7	2200	79.2	52.2	13.1	6.0	29.7	188.8	13.2
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	2200	75.5	49.7	16.7	4.5	34.1	170.6	13.7
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	2200	70.7	46.6	21.8	3.2	39.9	148.3	13.5
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	2200	64.7	42.7	29.6	2.2	48.0	122.8	12.6
3.63	11	3.2	0.80	10.2	2200	57.0	37.6	43.8	1.3	60.8	93.3	10.7
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	2200	48.4	31.9	70.8	0.7	81.2	64.5	8.4
4.29	5	3.8	1.10	3.9	2200	35.2	23.2	175.1	0.2	136.2	29.6	4.8

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	2000	98.2	64.7	1.3	76.7	8.5	242.7	2.6
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	2000	97.8	64.4	2.6	37.8	12.1	240.5	5.2
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	2000	97.1	64.0	3.9	24.7	15.0	237.0	7.7
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	2000	95.6	63.0	5.4	17.6	17.7	229.4	10.0
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	2000	93.4	61.6	7.1	13.1	20.5	218.7	11.9
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	2000	90.8	59.8	9.1	9.9	23.5	205.8	13.5
2.31	20	2.0	0.33	19.7	2000	87.1	57.4	11.7	7.5	27.0	188.8	14.5
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	2000	83.0	54.7	14.8	5.6	31.0	170.6	15.0
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	2000	77.7	51.2	19.3	4.0	36.3	148.3	14.8
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	2000	71.2	46.9	26.2	2.7	43.6	122.8	13.8
3.63	11	3.2	0.80	10.2	2000	62.7	41.3	38.5	1.6	55.3	93.3	11.8
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	2000	53.3	35.1	61.8	0.9	73.8	64.5	9.3
4.29	5	3.8	1.10	3.9	2000	38.8	25.5	148.8	0.3	123.8	29.6	5.3

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	1800	109.1	71.9	1.1	96.4	7.7	242.7	2.9
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	1800	108.6	71.6	2.3	47.5	10.9	240.5	5.8
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	1800	107.9	71.1	3.5	31.0	13.5	237.0	8.6
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	1800	106.2	70.0	4.8	22.2	16.0	229.4	11.1
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	1800	103.8	68.4	6.3	16.5	18.5	218.7	13.2
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	1800	100.9	66.5	8.0	12.5	21.1	205.8	15.0
2.31	20	2.0	0.33	19.7	1800	96.8	63.8	10.3	9.4	24.3	188.8	16.1
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	1800	92.3	60.8	13.0	7.1	27.9	170.6	16.7
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	1800	86.4	56.9	17.0	5.1	32.6	148.3	16.5
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	1800	79.1	52.1	22.9	3.4	39.3	122.8	15.3
3.63	11	3.2	0.80	10.2	1800	69.7	45.9	33.6	2.1	49.8	93.3	13.1
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	1800	59.2	39.0	53.5	1.1	66.5	64.5	10.3
4.29	5	3.8	1.10	3.9	1800	43.1	28.4	125.7	0.3	111.4	29.6	5.9



	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(rpm)	(mm)	(mm)	(mm)		(kPa)	(N)	
	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)	(Ec. 2. 10)			(Ec. 1. 17)	(Ec. 1. 19)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)	
0.33	25	0.3	0.01	25.0	1600	122.7	80.9	1.0	124.3	6.8	242.7	3.3
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	1600	122.2	80.5	2.0	61.3	9.7	240.5	6.5
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	1600	121.4	80.0	3.0	40.0	12.0	237.0	9.6
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	1600	119.5	78.7	4.2	28.6	14.2	229.4	12.5
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	1600	116.8	77.0	5.5	21.3	16.4	218.7	14.9
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	1600	113.5	74.8	7.0	16.2	18.8	205.8	16.8
2.31	20	2.0	0.33	19.7	1600	108.9	71.8	8.9	12.2	21.6	188.8	18.1
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	1600	103.8	68.4	11.3	9.2	24.8	170.6	18.8
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	1600	97.2	64.0	14.7	6.6	29.0	148.3	18.5
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	1600	89.0	58.6	19.9	4.5	34.9	122.8	17.3
3.63	11	3.2	0.80	10.2	1600	78.4	51.7	28.9	2.7	44.2	93.3	14.8
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	1600	66.6	43.9	45.8	1.5	59.1	64.5	11.6
4.29	5	3.8	1.10	3.9	1600	48.5	31.9	105.3	0.5	99.0	29.6	6.7

	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(rpm)	(mm)	(mm)	(mm)		(kPa)	(N)	
	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)	(Ec. 2. 10)			(Ec. 1. 17)	(Ec. 1. 19)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)	
0.33	25	0.3	0.01	25.0	1450	135.4	89.2	0.9	153.3	6.2	242.7	3.6
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	1450	134.8	88.8	1.8	75.6	8.8	240.5	7.2
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	1450	133.9	88.2	2.7	49.3	10.9	237.0	10.6
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	1450	131.9	86.9	3.7	35.3	12.9	229.4	13.7
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	1450	128.9	84.9	4.9	26.3	14.9	218.7	16.4
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	1450	125.2	82.5	6.3	20.0	17.0	205.8	18.6
2.31	20	2.0	0.33	19.7	1450	120.2	79.2	8.0	15.0	19.6	188.8	20.0
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	1450	114.5	75.5	10.1	11.3	22.5	170.6	20.7
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	1450	107.2	70.7	13.1	8.2	26.3	148.3	20.4
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	1450	98.2	64.7	17.6	5.6	31.6	122.8	19.1
3.63	11	3.2	0.80	10.2	1450	86.5	57.0	25.6	3.4	40.1	93.3	16.3
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	1450	73.5	48.4	40.3	1.8	53.5	64.5	12.8
4.29	5	3.8	1.10	3.9	1450	53.5	35.2	91.5	0.6	89.8	29.6	7.3

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	1200	163.6	107.8	0.7	228.8	5.1	242.7	4.4
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	1200	162.9	107.4	1.4	112.8	7.3	240.5	8.7
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	1200	161.8	106.6	2.2	73.6	9.0	237.0	12.8
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	1200	159.3	105.0	3.0	52.6	10.6	229.4	16.6
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	1200	155.7	102.6	4.0	39.2	12.3	218.7	19.8
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	1200	151.3	99.7	5.1	29.9	14.1	205.8	22.5
2.31	20	2.0	0.33	19.7	1200	145.2	95.7	6.4	22.5	16.2	188.8	24.1
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	1200	138.4	91.2	8.2	17.0	18.6	170.6	25.1
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	1200	129.6	85.4	10.6	12.3	21.8	148.3	24.7
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	1200	118.7	78.2	14.2	8.4	26.2	122.8	23.0
3.63	11	3.2	0.80	10.2	1200	104.6	68.9	20.5	5.1	33.2	93.3	19.7
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	1200	88.8	58.5	31.9	2.8	44.3	64.5	15.5
4.29	5	3.8	1.10	3.9	1200	64.6	42.6	70.8	0.9	74.3	29.6	8.9

	(m)	(m/s) (Ec. 2. 9)	(m) (Ec. 2. 6)	(m) (Ec. 2. 10)	(rpm)	(mm) (Ec. 1. 17)	(mm) (Ec. 1. 19)	(mm) (Ec. 1.20)		(kPa) (Ec. 1. 22)	(kPa) (Ec. 2. 11)	(N) (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	1000	196.4	129.4	0.6	335.1	4.3	242.7	5.3
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	1000	195.5	128.8	1.2	165.3	6.1	240.5	10.4
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	1000	194.2	128.0	1.8	107.9	7.5	237.0	15.4
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	1000	191.2	126.0	2.5	77.1	8.9	229.4	19.9
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	1000	186.9	123.1	3.2	57.5	10.3	218.7	23.8
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	1000	181.5	119.6	4.1	43.8	11.7	205.8	26.9
2.31	20	2.0	0.33	19.7	1000	174.2	114.8	5.3	33.1	13.5	188.8	29.0
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	1000	166.1	109.4	6.7	24.9	15.5	170.6	30.1
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	1000	155.5	102.4	8.6	18.1	18.1	148.3	29.6
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	1000	142.4	93.8	11.5	12.4	21.8	122.8	27.6
3.63	11	3.2	0.80	10.2	1000	125.5	82.7	16.6	7.6	27.7	93.3	23.6
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	1000	106.5	70.2	25.7	4.1	36.9	64.5	18.6
4.29	5	3.8	1.10	3.9	1000	77.5	51.1	56.1	1.4	61.9	29.6	10.6

	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(rpm)	(mm)	(mm)	(mm)		(kPa)	(N)	
	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)	(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 17)	(Ec. 1. 19)	(Ec. 1.20)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)	
0.33	25	0.3	0.01	25.0	800	245.5	161.8	0.5	532.4	3.4	242.7	6.6
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	800	244.4	161.0	0.9	262.6	4.9	240.5	13.0
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	800	242.7	159.9	1.4	171.5	6.0	237.0	19.3
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	800	239.0	157.5	1.9	122.6	7.1	229.4	24.9
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	800	233.6	153.9	2.6	91.4	8.2	218.7	29.7
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	800	226.9	149.5	3.3	69.7	9.4	205.8	33.7
2.31	20	2.0	0.33	19.7	800	217.8	143.5	4.1	52.7	10.8	188.8	36.2
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	800	207.6	136.8	5.2	39.8	12.4	170.6	37.6
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	800	194.3	128.1	6.7	28.8	14.5	148.3	37.1
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	800	178.0	117.3	9.0	19.8	17.4	122.8	34.5
3.63	11	3.2	0.80	10.2	800	156.8	103.4	12.9	12.2	22.1	93.3	29.5
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	800	133.2	87.8	19.9	6.7	29.5	64.5	23.2
4.29	5	3.8	1.10	3.9	800	96.9	63.9	42.8	2.3	49.5	29.6	13.3

	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(rpm)	(mm)	(mm)	(mm)		(kPa)	(N)	
	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)	(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 17)	(Ec. 1. 19)	(Ec. 1.20)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)	
0.33	25	0.3	0.01	25.0	600	327.3	215.7	0.3	962.2	2.6	242.7	8.8
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	600	325.8	214.7	0.7	474.6	3.6	240.5	17.4
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	600	323.6	213.3	1.0	309.9	4.5	237.0	25.7
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	600	318.6	210.0	1.4	221.7	5.3	229.4	33.2
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	600	311.4	205.2	1.9	165.4	6.2	218.7	39.7
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	600	302.6	199.4	2.4	126.2	7.0	205.8	44.9
2.31	20	2.0	0.33	19.7	600	290.4	191.3	3.0	95.4	8.1	188.8	48.3
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	600	276.8	182.4	3.8	72.1	9.3	170.6	50.1
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	600	259.1	170.7	4.9	52.4	10.9	148.3	49.4
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	600	237.3	156.4	6.6	36.0	13.1	122.8	46.0
3.63	11	3.2	0.80	10.2	600	209.1	137.8	9.4	22.2	16.6	93.3	39.3
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	600	177.6	117.0	14.5	12.3	22.2	64.5	30.9
4.29	5	3.8	1.10	3.9	600	129.2	85.1	30.7	4.2	37.1	29.6	17.7

$Q(l/s)$	$S_b (m)$	$V_t (m/s)$ (Ec. 2. 9)	$h_{wT} (m)$ (Ec. 2. 6)	$S_n (m)$ (Ec. 2. 10)	$N$ (rpm)	$D_e (mm)$ (Ec. 1. 17)	$D_i (mm)$ (Ec. 1. 19)	$B_r (mm)$ (Ec. 1.20)	$D_e/B_r$	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$p1 (kPa)$ (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x} (N)$ (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	400	490.9	323.5	0.2	2200.3	1.7	242.7	13.1
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	400	488.8	322.1	0.5	1085.5	2.4	240.5	26.0
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	400	485.4	319.9	0.7	708.9	3.0	237.0	38.5
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	400	478.0	315.0	0.9	507.2	3.5	229.4	49.8
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	400	467.2	307.8	1.2	378.6	4.1	218.7	59.5
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	400	453.8	299.1	1.6	289.0	4.7	205.8	67.4
2.31	20	2.0	0.33	19.7	400	435.6	287.0	2.0	218.6	5.4	188.8	72.4
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	400	415.2	273.6	2.5	165.4	6.2	170.6	75.2
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	400	388.7	256.1	3.2	120.3	7.3	148.3	74.1
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	400	356.0	234.6	4.3	82.9	8.7	122.8	69.1
3.63	11	3.2	0.80	10.2	400	313.7	206.7	6.1	51.2	11.1	93.3	59.0
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	400	266.3	175.5	9.3	28.5	14.8	64.5	46.4
4.29	5	3.8	1.10	3.9	400	193.8	127.7	19.6	9.9	24.8	29.6	26.6

$Q(l/s)$	$S_b (m)$	$V_t (m/s)$ (Ec. 2. 9)	$h_{wT} (m)$ (Ec. 2. 6)	$S_n (m)$ (Ec. 2. 10)	$N$ (rpm)	$D_e (mm)$ (Ec. 1. 17)	$D_i (mm)$ (Ec. 1. 19)	$B_r (mm)$ (Ec. 1.20)	$D_e/B_r$	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$p1 (kPa)$ (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x} (N)$ (Ec. 2. 12)
0.33	25	0.3	0.01	25.0	200	981.8	647.0	0.1	8942.7	0.9	242.7	26.3
0.66	24.8	0.6	0.03	24.8	200	977.5	644.2	0.2	4411.9	1.2	240.5	52.1
0.99	24.5	0.9	0.06	24.4	200	970.9	639.8	0.3	2881.7	1.5	237.0	77.1
1.32	23.8	1.2	0.11	23.7	200	955.9	629.9	0.5	2062.4	1.8	229.4	99.6
1.65	22.8	1.4	0.17	22.6	200	934.3	615.7	0.6	1539.9	2.1	218.7	119.0
1.98	21.6	1.7	0.24	21.4	200	907.7	598.1	0.8	1176.0	2.3	205.8	134.7
2.31	20	2.0	0.33	19.7	200	871.1	574.0	1.0	890.4	2.7	188.8	144.8
2.64	18.3	2.3	0.43	17.9	200	830.3	547.2	1.2	674.2	3.1	170.6	150.3
2.97	16.2	2.6	0.54	15.7	200	777.3	512.2	1.6	491.0	3.6	148.3	148.2
3.3	13.8	2.9	0.66	13.1	200	711.9	469.2	2.1	338.9	4.4	122.8	138.1
3.63	11	3.2	0.80	10.2	200	627.4	413.4	3.0	210.2	5.5	93.3	118.0
3.96	8.3	3.5	0.94	7.4	200	532.7	351.0	4.5	117.4	7.4	64.5	92.8
4.29	5	3.8	1.10	3.9	200	387.6	255.4	9.4	41.3	12.4	29.6	53.2

### RESULTADOS DE ITERACIÓN PARA LA ALTERNATIVA DE ACOUPLE N° 2

Consideraciones:

- Valores mínimos de diámetro exterior y ancho de rotor ( $D_e > 80$  mm y  $B_r > 35$  mm, respectivamente) (Capítulo 2, pág. 41)
- Velocidad del fluido según diámetro de tubería (Capítulo 2, pág. 22)
- Pérdidas totales en la tubería y accesorios según esquema del banco de ensayo (Capítulo 2, pág. 30)
- Variación de velocidad rotacional ( $N$ ) desde 800 rpm a 1800 según conceptos N°1 y N°2 (Capítulo 2, pág. 39)

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{máx}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	800	2.6	2.3	48.3	2.0	0.3	3.0	22.3	4.8
85.0	35.0	56.0	2.4	800	3.0	2.6	47.1	2.3	0.4	3.4	25.0	6.2
90.0	35.0	59.3	2.6	800	3.3	3.0	46.1	2.6	0.5	3.9	27.8	7.9
95.0	35.0	62.6	2.7	800	3.7	3.4	45.1	2.9	0.7	4.4	30.7	10.0
100.0	35.0	65.9	2.9	800	4.1	3.7	44.2	3.3	0.8	5.0	33.6	12.3
105.0	35.0	69.2	3.0	800	4.6	4.2	43.3	3.7	1.0	5.6	36.5	15.1
110.0	35.0	72.5	3.1	800	5.0	4.6	42.5	4.0	1.3	6.3	39.4	18.4
115.0	35.0	75.8	3.3	800	5.5	5.1	41.7	4.4	1.5	7.0	42.3	22.1
133.0	35.0	87.6	3.8	801	7.3	6.9	39.2	6.1	2.8	10.2	52.3	40.5
151.0	35.0	99.5	4.3	802	9.5	9.1	37.0	8.0	4.8	14.3	60.5	68.4
169.0	35.0	111.4	4.8	803	11.9	11.5	35.2	10.1	7.7	19.6	65.6	108.9
187.0	35.0	123.2	5.3	804	14.6	14.3	33.6	12.5	11.8	26.4	66.0	165.2
205.0	35.0	135.1	5.9	805	17.6	17.3	32.2	15.2	17.3	34.9	59.8	241.1

$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	1000	4.1	2.9	48.3	2.5	0.5	4.6	35.8	7.5
85.0	35.0	56.0	2.4	1000	4.7	3.3	47.1	2.9	0.7	5.3	40.0	9.7
90.0	35.0	59.3	2.6	1000	5.2	3.7	46.1	3.3	0.8	6.1	44.4	12.4
95.0	35.0	62.6	2.7	1000	5.8	4.2	45.1	3.7	1.1	6.9	48.9	15.6
100.0	35.0	65.9	2.9	1000	6.5	4.7	44.2	4.1	1.3	7.8	53.4	19.3
105.0	35.0	69.2	3.0	1000	7.1	5.2	43.3	4.6	1.6	8.7	58.0	23.6
110.0	35.0	72.5	3.1	1000	7.8	5.8	42.5	5.1	2.0	9.8	62.6	28.7
115.0	35.0	75.8	3.3	1000	8.5	6.3	41.7	5.6	2.4	10.9	67.1	34.5
133.0	36.0	87.6	3.7	1001	11.5	8.9	39.7	7.8	4.7	16.1	81.0	65.0
151.0	37.0	99.5	4.1	1002	14.8	12.0	38.1	10.5	8.4	23.2	89.8	112.9
169.0	38.0	111.4	4.4	1003	18.6	15.6	36.7	13.7	14.1	32.7	89.6	184.5
187.0	39.0	123.2	4.8	1004	22.8	19.9	35.5	17.4	22.6	45.4	75.5	287.1
205.0	40.0	135.1	5.1	1005	27.4	24.7	34.5	21.7	34.8	62.2	41.4	429.5

$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	1200	6.0	3.4	48.3	3.0	0.7	6.7	52.2	10.9
85.0	35.0	56.0	2.4	1200	6.7	3.9	47.1	3.4	0.9	7.7	58.4	14.0
90.0	35.0	59.3	2.6	1200	7.5	4.5	46.1	3.9	1.2	8.7	64.7	17.9
95.0	35.0	62.6	2.7	1200	8.4	5.0	45.1	4.4	1.5	9.9	71.1	22.4
100.0	35.0	65.9	2.9	1200	9.3	5.6	44.2	4.9	1.9	11.2	77.7	27.8
105.0	35.0	69.2	3.0	1200	10.3	6.3	43.3	5.5	2.3	12.6	84.2	34.0
110.0	35.0	72.5	3.1	1200	11.3	6.9	42.5	6.1	2.8	14.1	90.8	41.3
115.0	35.0	75.8	3.3	1200	12.3	7.6	41.7	6.7	3.4	15.7	97.3	49.7
133.0	36.0	87.6	3.7	1201	16.5	10.7	39.7	9.4	6.7	23.2	117.4	93.5
151.0	37.0	99.5	4.1	1202	21.3	14.4	38.1	12.6	12.0	33.3	130.0	162.5
169.0	38.0	111.4	4.4	1203	26.7	18.8	36.7	16.5	20.2	46.9	129.6	265.4
187.0	39.0	123.2	4.8	1204	32.8	23.8	35.5	20.9	32.4	65.1	109.3	412.9
205.0	40.0	135.1	5.1	1205	39.4	29.6	34.5	26.0	49.8	89.2	60.3	617.4



$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	1400	8.1	4.0	48.3	3.5	1.0	9.1	71.7	14.8
85.0	35.0	56.0	2.4	1400	9.2	4.6	47.1	4.0	1.3	10.4	80.1	19.1
90.0	35.0	59.3	2.6	1400	10.3	5.2	46.1	4.6	1.6	11.9	88.7	24.3
95.0	35.0	62.6	2.7	1400	11.4	5.9	45.1	5.1	2.0	13.5	97.4	30.5
100.0	35.0	65.9	2.9	1400	12.7	6.6	44.2	5.8	2.5	15.2	106.3	37.8
105.0	35.0	69.2	3.0	1400	14.0	7.3	43.3	6.4	3.1	17.1	115.3	46.3
110.0	35.0	72.5	3.1	1400	15.3	8.1	42.5	7.1	3.8	19.2	124.2	56.3
115.0	35.0	75.8	3.3	1400	16.7	8.9	41.7	7.8	4.6	21.4	133.1	67.7
133.0	36.0	87.6	3.7	1401	22.4	12.5	39.7	10.9	9.0	31.5	160.3	127.3
151.0	37.0	99.5	4.1	1402	29.0	16.8	38.1	14.7	16.3	45.2	177.5	221.0
169.0	38.0	111.4	4.4	1403	36.3	21.9	36.7	19.2	27.4	63.7	176.9	361.0
187.0	39.0	123.2	4.8	1404	44.5	27.8	35.5	24.4	43.9	88.4	149.2	561.5
205.0	40.0	135.1	5.1	1405	53.6	34.5	34.5	30.3	67.4	121.0	82.5	839.4

$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	1600	10.6	4.6	48.3	4.0	1.3	11.8	94.1	19.3
85.0	35.0	56.0	2.4	1600	12.0	5.2	47.1	4.6	1.6	13.6	105.1	25.0
90.0	35.0	59.3	2.6	1600	13.4	5.9	46.1	5.2	2.1	15.5	116.3	31.7
95.0	35.0	62.6	2.7	1600	14.9	6.7	45.1	5.9	2.7	17.6	127.8	39.8
100.0	35.0	65.9	2.9	1600	16.5	7.5	44.2	6.6	3.3	19.9	139.4	49.4
105.0	35.0	69.2	3.0	1600	18.2	8.3	43.3	7.3	4.1	22.3	151.1	60.5
110.0	35.0	72.5	3.1	1600	20.0	9.2	42.5	8.1	5.0	25.0	162.7	73.5
115.0	35.0	75.8	3.3	1600	21.9	10.1	41.7	8.9	6.0	27.9	174.3	88.4
133.0	36.0	87.6	3.7	1601	29.3	14.3	39.7	12.5	11.8	41.1	209.9	166.2
151.0	37.0	99.5	4.1	1602	37.8	19.2	38.1	16.8	21.1	59.0	232.2	288.6
169.0	38.0	111.4	4.4	1603	47.4	25.0	36.7	21.9	35.6	83.1	231.5	471.2
187.0	39.0	123.2	4.8	1604	58.1	31.7	35.5	27.8	57.1	115.2	195.2	732.8
205.0	40.0	135.1	5.1	1605	70.0	39.4	34.5	34.6	87.7	157.6	108.2	1095.4



$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	35.0	52.7	2.3	1800	13.4	5.2	48.3	4.5	1.6	15.0	119.6	24.4
85.0	35.0	56.0	2.4	1800	15.1	5.9	47.1	5.2	2.1	17.2	133.4	31.6
90.0	35.0	59.3	2.6	1800	17.0	6.7	46.1	5.9	2.7	19.6	147.7	40.2
95.0	35.0	62.6	2.7	1800	18.9	7.5	45.1	6.6	3.4	22.2	162.2	50.4
100.0	35.0	65.9	2.9	1800	20.9	8.4	44.2	7.4	4.2	25.1	176.9	62.5
105.0	35.0	69.2	3.0	1800	23.1	9.4	43.3	8.2	5.2	28.2	191.6	76.6
110.0	35.0	72.5	3.1	1800	25.3	10.4	42.5	9.1	6.3	31.6	206.4	93.0
115.0	35.0	75.8	3.3	1800	27.7	11.4	41.7	10.0	7.6	35.3	221.0	111.9
133.0	36.0	87.6	3.7	1801	37.1	16.0	39.7	14.1	14.8	51.9	266.0	210.3
151.0	37.0	99.5	4.1	1802	47.8	21.6	38.1	18.9	26.7	74.5	294.3	365.2
169.0	38.0	111.4	4.4	1803	60.0	28.1	36.7	24.7	44.9	104.9	293.3	596.1
187.0	39.0	123.2	4.8	1804	73.5	35.7	35.5	31.3	72.0	145.5	247.4	927.0
205.0	40.0	135.1	5.1	1805	88.5	44.4	34.5	38.9	110.6	199.1	137.3	1385.4
$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	800	2.6	2.6	51.6	2.3	0.4	3.1	21.7	5.5
85.0	40.0	56.0	2.1	800	3.0	3.0	50.4	2.6	0.5	3.5	24.2	7.1
90.0	40.0	59.3	2.3	800	3.3	3.4	49.3	3.0	0.7	4.0	26.8	9.1
95.0	40.0	62.6	2.4	800	3.7	3.8	48.2	3.4	0.9	4.6	29.4	11.4
100.0	40.0	65.9	2.5	800	4.1	4.3	47.2	3.8	1.1	5.2	32.0	14.1
105.0	40.0	69.2	2.6	800	4.6	4.8	46.3	4.2	1.4	5.9	34.6	17.3
110.0	40.0	72.5	2.8	800	5.0	5.3	45.4	4.6	1.7	6.7	37.0	21.0
115.0	40.0	75.8	2.9	800	5.5	5.8	44.6	5.1	2.0	7.5	39.4	25.3
133.0	41.0	87.6	3.2	801	7.3	8.1	42.4	7.1	3.9	11.2	45.7	47.4
151.0	42.0	99.5	3.6	802	9.5	10.9	40.6	9.6	6.9	16.4	47.1	82.1
169.0	43.0	111.4	3.9	803	11.9	14.2	39.0	12.4	11.6	23.5	40.6	133.8
187.0	44.0	123.2	4.3	804	14.6	17.9	37.7	15.7	18.5	33.1	22.3	207.7
205.0	45.0	135.1	4.6	805	17.6	22.3	36.6	19.5	28.3	45.9	-12.4	310.0

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	1000	4.1	3.3	51.6	2.9	0.6	4.8	34.8	8.6
85.0	40.0	56.0	2.1	1000	4.7	3.7	50.4	3.3	0.8	5.5	38.8	11.1
90.0	40.0	59.3	2.3	1000	5.2	4.2	49.3	3.7	1.1	6.3	42.9	14.2
95.0	40.0	62.6	2.4	1000	5.8	4.8	48.2	4.2	1.4	7.2	46.9	17.8
100.0	40.0	65.9	2.5	1000	6.5	5.4	47.2	4.7	1.7	8.2	51.0	22.0
105.0	40.0	69.2	2.6	1000	7.1	6.0	46.3	5.2	2.1	9.2	54.9	27.0
110.0	40.0	72.5	2.8	1000	7.8	6.6	45.4	5.8	2.6	10.4	58.8	32.8
115.0	40.0	75.8	2.9	1000	8.5	7.2	44.6	6.4	3.1	11.6	62.5	39.5
133.0	41.0	87.6	3.2	1001	11.5	10.2	42.4	8.9	6.0	17.5	72.3	74.0
151.0	42.0	99.5	3.6	1002	14.8	13.6	40.6	12.0	10.8	25.6	74.5	128.2
169.0	43.0	111.4	3.9	1003	18.6	17.7	39.0	15.5	18.0	36.6	64.3	208.8
187.0	44.0	123.2	4.3	1004	22.8	22.4	37.7	19.7	28.7	51.5	35.7	323.9
205.0	45.0	135.1	4.6	1005	27.4	27.8	36.6	24.4	43.9	71.3	-18.4	483.2

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	1200	6.0	3.9	51.6	3.4	0.9	6.9	50.9	12.4
85.0	40.0	56.0	2.1	1200	6.7	4.5	50.4	3.9	1.2	7.9	56.6	16.0
90.0	40.0	59.3	2.3	1200	7.5	5.1	49.3	4.5	1.6	9.1	62.5	20.4
95.0	40.0	62.6	2.4	1200	8.4	5.7	48.2	5.0	2.0	10.4	68.3	25.6
100.0	40.0	65.9	2.5	1200	9.3	6.4	47.2	5.6	2.4	11.8	74.1	31.7
105.0	40.0	69.2	2.6	1200	10.3	7.1	46.3	6.3	3.0	13.3	79.8	38.9
110.0	40.0	72.5	2.8	1200	11.3	7.9	45.4	6.9	3.7	14.9	85.4	47.2
115.0	40.0	75.8	2.9	1200	12.3	8.7	44.6	7.6	4.4	16.7	90.8	56.8
133.0	41.0	87.6	3.2	1201	16.5	12.2	42.4	10.7	8.6	25.1	104.8	106.5
151.0	42.0	99.5	3.6	1202	21.3	16.3	40.6	14.3	15.4	36.7	107.9	184.4
169.0	43.0	111.4	3.9	1203	26.7	21.2	39.0	18.6	25.8	52.5	93.2	300.3
187.0	44.0	123.2	4.3	1204	32.8	26.9	37.7	23.6	41.1	73.9	52.1	465.8
205.0	45.0	135.1	4.6	1205	39.4	33.3	36.6	29.2	62.8	102.3	-25.7	694.6

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	1400	8.1	4.6	51.6	4.0	1.3	9.4	69.9	16.9
85.0	40.0	56.0	2.1	1400	9.2	5.2	50.4	4.6	1.6	10.8	77.7	21.8
90.0	40.0	59.3	2.3	1400	10.3	5.9	49.3	5.2	2.1	12.4	85.6	27.8
95.0	40.0	62.6	2.4	1400	11.4	6.7	48.2	5.9	2.7	14.1	93.6	34.9
100.0	40.0	65.9	2.5	1400	12.7	7.5	47.2	6.6	3.3	16.0	101.5	43.2
105.0	40.0	69.2	2.6	1400	14.0	8.3	46.3	7.3	4.1	18.0	109.3	53.0
110.0	40.0	72.5	2.8	1400	15.3	9.2	45.4	8.1	5.0	20.3	116.9	64.3
115.0	40.0	75.8	2.9	1400	16.7	10.1	44.6	8.9	6.0	22.8	124.2	77.3
133.0	41.0	87.6	3.2	1401	22.4	14.2	42.4	12.5	11.7	34.1	143.3	145.0
151.0	42.0	99.5	3.6	1402	29.0	19.1	40.6	16.7	20.9	49.8	147.4	250.9
169.0	43.0	111.4	3.9	1403	36.3	24.8	39.0	21.7	35.0	71.3	127.4	408.5
187.0	44.0	123.2	4.3	1404	44.5	31.3	37.7	27.5	55.7	100.2	71.5	633.5
205.0	45.0	135.1	4.6	1405	53.6	38.9	36.6	34.1	85.1	138.7	-34.4	944.3

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	1600	10.6	5.2	51.6	4.6	1.6	12.2	91.8	22.1
85.0	40.0	56.0	2.1	1600	12.0	6.0	50.4	5.3	2.1	14.1	102.0	28.5
90.0	40.0	59.3	2.3	1600	13.4	6.8	49.3	6.0	2.7	16.1	112.3	36.3
95.0	40.0	62.6	2.4	1600	14.9	7.7	48.2	6.7	3.5	18.4	122.7	45.5
100.0	40.0	65.9	2.5	1600	16.5	8.6	47.2	7.5	4.3	20.9	133.0	56.4
105.0	40.0	69.2	2.6	1600	18.2	9.5	46.3	8.4	5.3	23.6	143.2	69.2
110.0	40.0	72.5	2.8	1600	20.0	10.5	45.4	9.2	6.5	26.5	153.1	84.0
115.0	40.0	75.8	2.9	1600	21.9	11.6	44.6	10.2	7.8	29.7	162.7	101.0
133.0	41.0	87.6	3.2	1601	29.3	16.2	42.4	14.2	15.2	44.5	187.6	189.3
151.0	42.0	99.5	3.6	1602	37.8	21.8	40.6	19.1	27.2	65.0	193.0	327.6
169.0	43.0	111.4	3.9	1603	47.4	28.3	39.0	24.8	45.5	92.9	166.8	533.2
187.0	44.0	123.2	4.3	1604	58.1	35.8	37.7	31.4	72.4	130.6	93.8	826.8
205.0	45.0	135.1	4.6	1605	70.0	44.4	36.6	38.9	110.7	180.6	-44.3	1232.3

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	40.0	52.7	2.0	1800	13.4	5.9	51.6	5.2	2.1	15.5	116.6	27.9
85.0	40.0	56.0	2.1	1800	15.1	6.7	50.4	5.9	2.7	17.8	129.5	36.1
90.0	40.0	59.3	2.3	1800	17.0	7.6	49.3	6.7	3.4	20.4	142.6	45.9
95.0	40.0	62.6	2.4	1800	18.9	8.6	48.2	7.6	4.4	23.3	155.7	57.6
100.0	40.0	65.9	2.5	1800	20.9	9.6	47.2	8.5	5.4	26.4	168.8	71.4
105.0	40.0	69.2	2.6	1800	23.1	10.7	46.3	9.4	6.7	29.8	181.7	87.5
110.0	40.0	72.5	2.8	1800	25.3	11.9	45.4	10.4	8.2	33.5	194.3	106.3
115.0	40.0	75.8	2.9	1800	27.7	13.0	44.6	11.4	9.9	37.6	206.3	127.8
133.0	41.0	87.6	3.2	1801	37.1	18.3	42.4	16.0	19.2	56.3	237.8	239.6
151.0	42.0	99.5	3.6	1802	47.8	24.5	40.6	21.5	34.3	82.1	244.6	414.5
169.0	43.0	111.4	3.9	1803	60.0	31.8	39.0	27.9	57.4	117.4	211.4	674.6
187.0	44.0	123.2	4.3	1804	73.5	40.3	37.7	35.3	91.3	164.9	119.1	1045.8
205.0	45.0	135.1	4.6	1805	88.5	49.9	36.6	43.8	139.6	228.0	-55.6	1558.6

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	800	2.6	2.9	54.7	2.6	0.5	3.2	21.0	6.2
85.0	45.0	56.0	1.9	800	3.0	3.4	53.5	3.0	0.7	3.7	23.4	8.0
90.0	45.0	59.3	2.0	800	3.3	3.8	52.3	3.4	0.9	4.2	25.7	10.2
95.0	45.0	62.6	2.1	800	3.7	4.3	51.1	3.8	1.1	4.8	28.0	12.8
100.0	45.0	65.9	2.2	800	4.1	4.8	50.1	4.2	1.4	5.5	30.2	15.9
105.0	45.0	69.2	2.3	800	4.6	5.4	49.1	4.7	1.7	6.3	32.3	19.5
110.0	45.0	72.5	2.4	800	5.0	5.9	48.2	5.2	2.1	7.1	34.3	23.6
115.0	45.0	75.8	2.6	800	5.5	6.5	47.3	5.7	2.5	8.0	36.1	28.4
133.0	46.0	87.6	2.9	801	7.3	9.1	44.9	8.0	4.9	12.2	39.4	53.2
151.0	47.0	99.5	3.2	802	9.5	12.2	42.9	10.7	8.7	18.1	36.1	91.9
169.0	48.0	111.4	3.5	803	11.9	15.8	41.2	13.9	14.4	26.3	22.4	149.4
187.0	49.0	123.2	3.8	804	14.6	20.0	39.8	17.5	22.9	37.5	-6.2	231.3
205.0	50.0	135.1	4.1	805	17.6	24.7	38.5	21.7	34.9	52.5	-55.3	344.4

$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	1000	4.1	3.7	54.7	3.2	0.8	5.0	33.8	9.7
85.0	45.0	56.0	1.9	1000	4.7	4.2	53.5	3.7	1.1	5.7	37.4	12.5
90.0	45.0	59.3	2.0	1000	5.2	4.8	52.3	4.2	1.4	6.6	41.1	15.9
95.0	45.0	62.6	2.1	1000	5.8	5.4	51.1	4.7	1.7	7.6	44.7	20.0
100.0	45.0	65.9	2.2	1000	6.5	6.0	50.1	5.3	2.2	8.6	48.1	24.8
105.0	45.0	69.2	2.3	1000	7.1	6.7	49.1	5.9	2.7	9.8	51.5	30.4
110.0	45.0	72.5	2.4	1000	7.8	7.4	48.2	6.5	3.2	11.1	54.6	36.9
115.0	45.0	75.8	2.6	1000	8.5	8.2	47.3	7.2	3.9	12.5	57.4	44.4
133.0	46.0	87.6	2.9	1001	11.5	11.4	44.9	10.0	7.6	19.0	62.5	83.0
151.0	47.0	99.5	3.2	1002	14.8	15.2	42.9	13.4	13.4	28.2	57.2	143.4
169.0	48.0	111.4	3.5	1003	18.6	19.8	41.2	17.3	22.4	41.0	35.8	233.0
187.0	49.0	123.2	3.8	1004	22.8	25.0	39.8	21.9	35.5	58.3	-8.8	360.7
205.0	50.0	135.1	4.1	1005	27.4	30.9	38.5	27.1	54.1	81.5	-85.2	536.9

$D_e$ (mm)	$B_r$ (mm)	$D_i$ (mm)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m)	$Q$ (l/s)	$N_s$	$V_t$ (m/s)	$h_{wT}$ (m)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa)	$F_{m\acute{a}x}$ (N)
(Ec. 1. 17)	(Ec. 1.20)	(Ec. 1. 19)			(Ec. 2. 10)		(Ec. 1. 22)	(Ec. 2. 9)	(Ec. 2. 6)		(Ec. 2. 11)	(Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	1200	6.0	4.4	54.7	3.9	1.2	7.1	49.4	14.0
85.0	45.0	56.0	1.9	1200	6.7	5.1	53.5	4.4	1.5	8.2	54.7	18.0
90.0	45.0	59.3	2.0	1200	7.5	5.7	52.3	5.0	2.0	9.5	59.9	23.0
95.0	45.0	62.6	2.1	1200	8.4	6.5	51.1	5.7	2.5	10.9	65.1	28.8
100.0	45.0	65.9	2.2	1200	9.3	7.2	50.1	6.3	3.1	12.4	70.1	35.7
105.0	45.0	69.2	2.3	1200	10.3	8.0	49.1	7.0	3.8	14.1	74.8	43.8
110.0	45.0	72.5	2.4	1200	11.3	8.9	48.2	7.8	4.6	15.9	79.3	53.1
115.0	45.0	75.8	2.6	1200	12.3	9.8	47.3	8.6	5.6	17.9	83.4	63.9
133.0	46.0	87.6	2.9	1201	16.5	13.7	44.9	12.0	10.8	27.3	90.7	119.5
151.0	47.0	99.5	3.2	1202	21.3	18.3	42.9	16.0	19.2	40.5	83.1	206.4
169.0	48.0	111.4	3.5	1203	26.7	23.7	41.2	20.8	32.1	58.8	52.3	335.2
187.0	49.0	123.2	3.8	1204	32.8	29.9	39.8	26.3	50.8	83.6	-11.9	518.8
205.0	50.0	135.1	4.1	1205	39.4	37.0	38.5	32.5	77.4	116.8	-121.8	771.8



$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	1400	8.1	5.2	54.7	4.5	1.6	9.7	67.8	19.0
85.0	45.0	56.0	1.9	1400	9.2	5.9	53.5	5.2	2.1	11.2	75.0	24.6
90.0	45.0	59.3	2.0	1400	10.3	6.7	52.3	5.9	2.7	12.9	82.1	31.2
95.0	45.0	62.6	2.1	1400	11.4	7.5	51.1	6.6	3.4	14.8	89.2	39.2
100.0	45.0	65.9	2.2	1400	12.7	8.4	50.1	7.4	4.2	16.8	96.0	48.6
105.0	45.0	69.2	2.3	1400	14.0	9.4	49.1	8.2	5.2	19.1	102.5	59.6
110.0	45.0	72.5	2.4	1400	15.3	10.4	48.2	9.1	6.3	21.6	108.5	72.3
115.0	45.0	75.8	2.6	1400	16.7	11.4	47.3	10.0	7.6	24.3	114.1	87.0
133.0	46.0	87.6	2.9	1401	22.4	15.9	44.9	14.0	14.7	37.1	124.0	162.6
151.0	47.0	99.5	3.2	1402	29.0	21.3	42.9	18.7	26.1	55.0	113.6	280.8
169.0	48.0	111.4	3.5	1403	36.3	27.6	41.2	24.2	43.4	79.8	71.7	456.0
187.0	49.0	123.2	3.8	1404	44.5	34.9	39.8	30.6	68.9	113.4	-15.6	705.4
205.0	50.0	135.1	4.1	1405	53.6	43.2	38.5	37.9	104.8	158.4	-165.0	1049.3

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	1600	10.6	5.9	54.7	5.2	2.1	12.6	89.1	24.8
85.0	45.0	56.0	1.9	1600	12.0	6.7	53.5	5.9	2.7	14.6	98.5	32.1
90.0	45.0	59.3	2.0	1600	13.4	7.6	52.3	6.7	3.4	16.8	107.8	40.8
95.0	45.0	62.6	2.1	1600	14.9	8.6	51.1	7.6	4.4	19.3	117.0	51.2
100.0	45.0	65.9	2.2	1600	16.5	9.6	50.1	8.5	5.4	22.0	125.8	63.5
105.0	45.0	69.2	2.3	1600	18.2	10.7	49.1	9.4	6.7	24.9	134.3	77.8
110.0	45.0	72.5	2.4	1600	20.0	11.9	48.2	10.4	8.2	28.2	142.3	94.5
115.0	45.0	75.8	2.6	1600	21.9	13.0	47.3	11.4	9.9	31.8	149.5	113.6
133.0	46.0	87.6	2.9	1601	29.3	18.2	44.9	16.0	19.1	48.4	162.4	212.4
151.0	47.0	99.5	3.2	1602	37.8	24.4	42.9	21.4	33.9	71.7	148.8	366.6
169.0	48.0	111.4	3.5	1603	47.4	31.6	41.2	27.7	56.5	103.9	94.1	595.2
187.0	49.0	123.2	3.8	1604	58.1	39.9	39.8	35.0	89.6	147.7	-19.8	920.7
205.0	50.0	135.1	4.1	1605	70.0	49.3	38.5	43.3	136.3	206.2	-214.8	1369.2

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	45.0	52.7	1.8	1800	13.4	6.6	54.7	5.8	2.6	16.0	113.2	31.4
85.0	45.0	56.0	1.9	1800	15.1	7.6	53.5	6.7	3.4	18.5	125.0	40.6
90.0	45.0	59.3	2.0	1800	17.0	8.6	52.3	7.5	4.4	21.3	136.9	51.7
95.0	45.0	62.6	2.1	1800	18.9	9.7	51.1	8.5	5.5	24.4	148.5	64.8
100.0	45.0	65.9	2.2	1800	20.9	10.8	50.1	9.5	6.9	27.8	159.7	80.3
105.0	45.0	69.2	2.3	1800	23.1	12.1	49.1	10.6	8.5	31.5	170.4	98.5
110.0	45.0	72.5	2.4	1800	25.3	13.3	48.2	11.7	10.3	35.6	180.5	119.6
115.0	45.0	75.8	2.6	1800	27.7	14.7	47.3	12.9	12.5	40.1	189.6	143.8
133.0	46.0	87.6	2.9	1801	37.1	20.5	44.9	18.0	24.1	61.1	206.0	268.8
151.0	47.0	99.5	3.2	1802	47.8	27.4	42.9	24.1	42.8	90.6	188.7	463.8
169.0	48.0	111.4	3.5	1803	60.0	35.5	41.2	31.2	71.3	131.3	119.5	753.0
187.0	49.0	123.2	3.8	1804	73.5	44.8	39.8	39.3	113.0	186.5	-24.6	1164.7
205.0	50.0	135.1	4.1	1805	88.5	55.5	38.5	48.6	171.9	260.3	-271.3	1731.8

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	800	2.6	3.3	57.7	2.9	0.6	3.3	20.3	6.9
85.0	50.0	56.0	1.7	800	3.0	3.7	56.4	3.3	0.8	3.8	22.4	8.9
90.0	50.0	59.3	1.8	800	3.3	4.2	55.1	3.7	1.1	4.4	24.4	11.3
95.0	50.0	62.6	1.9	800	3.7	4.8	53.9	4.2	1.4	5.1	26.4	14.2
100.0	50.0	65.9	2.0	800	4.1	5.4	52.8	4.7	1.7	5.8	28.2	17.6
105.0	50.0	69.2	2.1	800	4.6	6.0	51.8	5.2	2.1	6.7	29.8	21.6
110.0	50.0	72.5	2.2	800	5.0	6.6	50.8	5.8	2.6	7.6	31.3	26.2
115.0	50.0	75.8	2.3	800	5.5	7.2	49.8	6.4	3.1	8.6	32.4	31.6
133.0	51.0	87.6	2.6	801	7.3	10.1	47.3	8.9	6.0	13.3	32.4	58.9
151.0	52.0	99.5	2.9	802	9.5	13.5	45.1	11.8	10.6	20.0	23.7	101.7
169.0	53.0	111.4	3.2	803	11.9	17.5	43.3	15.3	17.6	29.5	2.1	164.9
187.0	54.0	123.2	3.5	804	14.6	22.0	41.8	19.3	27.8	42.4	-37.8	254.9
205.0	55.0	135.1	3.7	805	17.6	27.2	40.4	23.9	42.1	59.7	-102.7	378.9



$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	1000	4.1	4.1	57.7	3.6	1.0	5.1	32.6	10.8
85.0	50.0	56.0	1.7	1000	4.7	4.7	56.4	4.1	1.3	6.0	35.9	13.9
90.0	50.0	59.3	1.8	1000	5.2	5.3	55.1	4.7	1.7	6.9	39.1	17.7
95.0	50.0	62.6	1.9	1000	5.8	6.0	53.9	5.2	2.1	8.0	42.2	22.2
100.0	50.0	65.9	2.0	1000	6.5	6.7	52.8	5.9	2.7	9.1	45.0	27.6
105.0	50.0	69.2	2.1	1000	7.1	7.4	51.8	6.5	3.3	10.4	47.6	33.8
110.0	50.0	72.5	2.2	1000	7.8	8.2	50.8	7.2	4.0	11.8	49.8	41.0
115.0	50.0	75.8	2.3	1000	8.5	9.1	49.8	7.9	4.8	13.4	51.6	49.3
133.0	51.0	87.6	2.6	1001	11.5	12.6	47.3	11.1	9.3	20.7	51.5	92.1
151.0	52.0	99.5	2.9	1002	14.8	16.9	45.1	14.8	16.4	31.2	38.0	158.7
169.0	53.0	111.4	3.2	1003	18.6	21.8	43.3	19.1	27.2	45.8	4.2	257.3
187.0	54.0	123.2	3.5	1004	22.8	27.5	41.8	24.1	43.0	65.8	-58.1	397.6
205.0	55.0	135.1	3.7	1005	27.4	34.0	40.4	29.8	65.2	92.7	-159.1	590.5

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	1200	6.0	4.9	57.7	4.3	1.4	7.4	47.7	15.5
85.0	50.0	56.0	1.7	1200	6.7	5.6	56.4	4.9	1.9	8.6	52.4	20.1
90.0	50.0	59.3	1.8	1200	7.5	6.4	55.1	5.6	2.4	9.9	57.1	25.5
95.0	50.0	62.6	1.9	1200	8.4	7.2	53.9	6.3	3.0	11.4	61.4	32.0
100.0	50.0	65.9	2.0	1200	9.3	8.0	52.8	7.0	3.8	13.1	65.5	39.7
105.0	50.0	69.2	2.1	1200	10.3	8.9	51.8	7.8	4.7	14.9	69.2	48.6
110.0	50.0	72.5	2.2	1200	11.3	9.9	50.8	8.7	5.7	17.0	72.5	59.0
115.0	50.0	75.8	2.3	1200	12.3	10.9	49.8	9.5	6.9	19.2	75.1	71.0
133.0	51.0	87.6	2.6	1201	16.5	15.2	47.3	13.3	13.3	29.8	74.9	132.5
151.0	52.0	99.5	2.9	1202	21.3	20.2	45.1	17.8	23.5	44.8	55.4	228.3
169.0	53.0	111.4	3.2	1203	26.7	26.2	43.3	23.0	39.0	65.7	6.8	370.2
187.0	54.0	123.2	3.5	1204	32.8	33.0	41.8	28.9	61.6	94.3	-82.8	571.7
205.0	55.0	135.1	3.7	1205	39.4	40.7	40.4	35.7	93.4	132.8	-228.0	849.0

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	1400	8.1	5.7	57.7	5.0	1.9	10.1	65.5	21.1
85.0	50.0	56.0	1.7	1400	9.2	6.6	56.4	5.7	2.5	11.7	72.0	27.3
90.0	50.0	59.3	1.8	1400	10.3	7.4	55.1	6.5	3.3	13.5	78.3	34.7
95.0	50.0	62.6	1.9	1400	11.4	8.4	53.9	7.3	4.1	15.6	84.2	43.6
100.0	50.0	65.9	2.0	1400	12.7	9.4	52.8	8.2	5.1	17.8	89.8	54.0
105.0	50.0	69.2	2.1	1400	14.0	10.4	51.8	9.1	6.3	20.3	94.8	66.2
110.0	50.0	72.5	2.2	1400	15.3	11.5	50.8	10.1	7.7	23.1	99.2	80.4
115.0	50.0	75.8	2.3	1400	16.7	12.7	49.8	11.1	9.3	26.1	102.8	96.7
133.0	51.0	87.6	2.6	1401	22.4	17.7	47.3	15.5	18.0	40.4	102.5	180.3
151.0	52.0	99.5	2.9	1402	29.0	23.6	45.1	20.7	31.8	60.8	75.9	310.6
169.0	53.0	111.4	3.2	1403	36.3	30.5	43.3	26.8	52.8	89.2	9.9	503.5
187.0	54.0	123.2	3.5	1404	44.5	38.5	41.8	33.7	83.4	128.0	-112.0	777.4
205.0	55.0	135.1	3.7	1405	53.6	47.5	40.4	41.6	126.5	180.1	-309.4	1154.2

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p_1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{m\acute{a}x}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	1600	10.6	6.5	57.7	5.7	2.5	13.1	86.1	27.6
85.0	50.0	56.0	1.7	1600	12.0	7.5	56.4	6.6	3.3	15.3	94.5	35.6
90.0	50.0	59.3	1.8	1600	13.4	8.5	55.1	7.5	4.2	17.6	102.7	45.3
95.0	50.0	62.6	1.9	1600	14.9	9.6	53.9	8.4	5.4	20.3	110.5	56.9
100.0	50.0	65.9	2.0	1600	16.5	10.7	52.8	9.4	6.7	23.2	117.8	70.5
105.0	50.0	69.2	2.1	1600	18.2	11.9	51.8	10.4	8.2	26.5	124.4	86.5
110.0	50.0	72.5	2.2	1600	20.0	13.2	50.8	11.6	10.1	30.1	130.1	105.0
115.0	50.0	75.8	2.3	1600	21.9	14.5	49.8	12.7	12.2	34.0	134.8	126.3
133.0	51.0	87.6	2.6	1601	29.3	20.2	47.3	17.7	23.4	52.7	134.3	235.5
151.0	52.0	99.5	2.9	1602	37.8	27.0	45.1	23.7	41.4	79.2	99.7	405.6
169.0	53.0	111.4	3.2	1603	47.4	34.9	43.3	30.6	68.7	116.2	13.4	657.2
187.0	54.0	123.2	3.5	1604	58.1	43.9	41.8	38.5	108.5	166.7	-145.7	1014.7
205.0	55.0	135.1	3.7	1605	70.0	54.2	40.4	47.6	164.5	234.5	-403.3	1506.2

$D_e$ (mm) (Ec. 1. 17)	$B_r$ (mm) (Ec. 1.20)	$D_i$ (mm) (Ec. 1. 19)	$D_e/B_r$	$N$ (rpm)	$S_n$ (m) (Ec. 2. 10)	$Q$ (l/s)	$N_s$ (Ec. 1. 22)	$V_t$ (m/s) (Ec. 2. 9)	$h_{wT}$ (m) (Ec. 2. 6)	$S_b$ (m)	$p1$ (kPa) (Ec. 2. 11)	$F_{máx}$ (N) (Ec. 2. 12)
80.0	50.0	52.7	1.6	1800	13.4	7.4	57.7	6.5	3.2	16.6	109.4	34.9
85.0	50.0	56.0	1.7	1800	15.1	8.4	56.4	7.4	4.2	19.3	120.1	45.1
90.0	50.0	59.3	1.8	1800	17.0	9.6	55.1	8.4	5.4	22.3	130.4	57.4
95.0	50.0	62.6	1.9	1800	18.9	10.8	53.9	9.4	6.8	25.7	140.3	72.0
100.0	50.0	65.9	2.0	1800	20.9	12.0	52.8	10.6	8.4	29.4	149.5	89.3
105.0	50.0	69.2	2.1	1800	23.1	13.4	51.8	11.7	10.4	33.5	157.9	109.4
110.0	50.0	72.5	2.2	1800	25.3	14.8	50.8	13.0	12.7	38.0	165.1	132.8
115.0	50.0	75.8	2.3	1800	27.7	16.3	49.8	14.3	15.3	43.0	171.0	159.8
133.0	51.0	87.6	2.6	1801	37.1	22.7	47.3	19.9	29.5	66.6	170.4	298.0
151.0	52.0	99.5	2.9	1802	47.8	30.3	45.1	26.6	52.2	100.1	126.6	513.2
169.0	53.0	111.4	3.2	1803	60.0	39.2	43.3	34.4	86.7	146.7	17.4	831.5
187.0	54.0	123.2	3.5	1804	73.5	49.4	41.8	43.4	136.9	210.4	-183.8	1283.5
205.0	55.0	135.1	3.7	1805	88.5	61.0	40.4	53.5	207.5	296.0	-509.6	1904.9

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS DE ACOPLA N°1 Y N°2

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS								
Valor técnico (Xi)								
<p><b>p:</b> puntaje de 1 a 4 (Según Tabla 2.11 - Puntaje de valoración técnica, pág. 47)</p> <p><b>g:</b> peso ponderado en porcentaje según importancia del criterio (pág. 46)</p>								
Variantes de Concepto/Proyectos			Opción 1		Opción 3		Ideal	
Nr.	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp
1	Alternativas de rotor	50.0%	1	0.5	3	1.5	4	2
2	Eficiencia de electrobomba	30.0%	1	0.3	3	0.9	4	1.2
3	Velocidad en la tubería	20.0%	1	0.2	2	0.4	4	0.8
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		100.0%		1		2.8		4
Valor técnico Xi				0.25		0.70		1

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE ACOPLE N°1 Y N°2

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE OPCIONES										
Valor económico (Yi)										
<p><b>p:</b> puntaje de 1 a 4 (Según Tabla 2.12 - Puntaje de valoración técnica, pág. 48)</p> <p><b>g:</b> peso ponderado en porcentaje según importancia del criterio (pág. 47)</p>										
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos										
Variantes de Concepto/Proyectos					Opción 1		Opción 2		Ideal	
Nr.	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp		
1	Costo de componentes	50.00%	3	1.5	2	1	4	2		
2	Costo de implementación	30.00%	3	0.9	2	0.6	4	1.2		
3	Costo de mantenimiento	20.00%	1	0.2	3	0.6	4	0.8		
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		100.00%		2.6		2.2		4		
Valor técnico Yi				0.65		0.55		1		



**COMPARACIÓN DE ACEROS INOXIDABLES<sup>1</sup>**

		Descripción	Características	Aplicación
<b>Martensítico</b>	4XX	Aceros al Cromo; maquinables y magnéticos	Se usan en condición de Temple y Revenido. Buena resistencia a la corrosión y altas propiedades mecánicas.	Fabricación en cuchillería, discos de freno, equipos quirúrgicos, odontológicos, turbinas, válvulas, etc.
	50X	Aceros de bajo cromo y resistentes al calor		
<b>Ferrítico</b>	4XX	Aceros al Cromo y magnéticos (bajo carbono).	Endurecimiento por deformación en frío. Buena resistencia a la corrosión, en particular al ataque del ácido nítrico.	Fabricación de cubiertos, vajillas, cocinas, piletas, monedas, revestimientos, mostradores y mesadas.
<b>Austenítico</b>	20X	Aceros al Cromo, Níquel y Magnesio; no maquinables y no magnéticos.	No endurecen por tratamiento térmico. Buena tenacidad y alta ductilidad. Excelente resistencia a la corrosión y oxidación. Alta soldabilidad.	Industrias químicas, farmacéuticas, de alcohol, aeronáutica, naval, arquitectura, alimenticia, transporte, cubiertos, vajillas, piletas, revestimientos y un sin número de aplicaciones.
	3XX	Aceros al Cromo y Níquel; maquinables y no magnéticos.		

<sup>1</sup> OUTOKUMPU FORTINOX (2013). *Aceros inoxidables-Guía de productos*. Buenos Aires, p.7.

**PRINCIPALES ACEROS INOXIDABLES DE LA SERIE 3XX<sup>2</sup>**

	Descripción	Composición Química (%)	Aplicación
<b>304</b>	Bajo C para mejorar la resistencia a la corrosión en estructuras soldadas.	C 0,08 Mn 2 Si 0,75 P 0,045 S 0,03 Cr 18-20 Ni 8-10,5 Mo - N 0,1	Equipos de la industria aeronáutica, ferroviaria, naval, petroquímica, de papel, textil, frigorífica, de hospitales, lácteos, farmacéutica, cosmética, tubos, tanques, utensilios domésticos, estampados general y profundo
<b>304L</b>	Reducción de C para evitar sensibilización durante la soldadura.	Misma composición química que el 304, a diferencia de C: 0,03 máx.	
<b>316</b>	Adición de Mo para incrementar la resistencia a la corrosión.	Misma composición química que el 304, a diferencia de Cr: 16-18 y Mo: 2-3	Construcción civil y uso para arquitectura, equipos para industrias aeronáutica, ferroviaria, naval, química, petroquímica, farmacéutica, cosmética, textil, de gomas, de tintas, láctea, de hospitales, minería, refinerías, tubos, tanques, destilerías y calderas.
<b>316L</b>	Además de la adición de Mo, se reduce el C para evitar sensibilización durante la soldadura.	Misma composición química que el 316, a diferencia de C: 0,03 máx.	

<sup>2</sup> INGEFILTER. *Manual del acero inoxidable*. Cali, p. 9./OUTOKUMPU FORTINOX (2013). *Aceros inoxidables-Guía de productos*. Buenos Aires, p.8.

**PROCESOS RECOMENDADOS PARA LA SOLDADURA DE METALES Y ALEACIONES<sup>3</sup>**

PROCESO DE SOLDADURA	Acero dulce bajo carbono -tipos SAE 1010 y 1020	Aceros de mediano carbono -tipos SAE 1030 y 1050	Aceros de baja aleación - tipos SAE 2340, 3145, 4130 y 4350	Aceros austeníticos inoxidables tipos AISI 301, 310, 316 y 347	Aceros ferríticos y martensíticos inoxidables - tipos AISI 405, 410, 430	Titanio y aleaciones de titanio
Arco metálico protegido	R	R	R	R	R	NA
Arco sumergido	R	R	R	R	S	NA
Soldadura TIG	S	S	S	R	S	R
Soldadura MIG	S	S	S	R	S	S
Soldadura por Arco con presión	R	R	R	R	S	S
Soldadura por puntos	R	R	R	R	S	S
Soldadura a Gas	R	R	S	S	S	NA
Soldadura fuerte al horno	R	R	S	R/S	S	S
Soldadura fuerte a soplete	S	S	NR	S	S	S

R=Recomendado    S= Satisfactorio    NR= No recomendado    NA=No aplicable

<sup>3</sup> OERLIKON (2010). *Manual de soldadura y catálogo de productos*. Lima, p.35.



COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA [3.22]<sup>4</sup>

	Descripción	Aplicación
<b>SMAW</b>	1. Operación en áreas de acceso limitado.	1. Altas temperaturas de trabajo producen mayor deformación en el metal base
	2. Equipo sencillo, económico y portátil	2. Baja estabilidad del arco
<b>SAW</b>	1. Excelente calidad de la unión soldada	1. No recomendable para espesores menores a 6 mm
	2. Escoria fácilmente removible	2. Proceso costoso y equipo con muchos accesorios
<b>MIG</b>	1. Al tener buena estabilidad de arco y baja energía de ionización es recomendable para soldar bajos espesores	1. Alto consumo por lo que es un proceso menos económico
	2. Buena protección por parte del gas inerte	2. Baja estabilidad de arco
<b>TIG</b>	1. Bajas temperaturas de trabajo por lo que se cuida la deformación del metal base	1. Baja tasa de deformación de material de aporte (proceso lento)
	2. El bajo contenido de impurezas y defectos generan una excelente calidad de la soldadura	2. Requiere buena habilidad del soldador

<sup>4</sup> Rozas, Aníbal (2014). *Principales procesos de soldadura* [diapositivas]. Material de enseñanza. Lima, p 3-48.

ELECTRODO CLASE AWS A5.4: E 316L-15<sup>5</sup>

BASINOX 316L™

Electrodo manual  
Aceros inoxidables y refractarios

Electrodo básico para la soldadura de aceros inoxidables austeníticos Cr-Ni-Mo con bajo contenido en Carbono. Para temperaturas de trabajo hasta +400°C. Adecuado para la soldadura en toda posición y fácil desprendimiento de escoria. Empaquetado al vacío.

Clasificación	Homologaciones	Grado
EN ISO 9681-A: E 19 12 3 L B 22	DB	●
AWG A5.4: E 316L-15	TÜV	●
WR 1.4430	CE	

Composición química (Valores típicos %)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Ferrita
≤ 0.025	1	0.3	≤ 0.025	≤ 0.020	18.5	11.5	2.7	5-10

Características mecánicas metal depositado

Limite elástico (MPa)	Carga rotura (MPa)	Alargamiento A5 (%)	Energía impacto ISO - V (J)	
			+20 °C	-60 °C
≥ 420	≥ 520	≥ 30	≥ 60	≥ 32

Materiales

1.4401 (X4CrNiMo17-12-2), 1.4435 (X2CrNiMo18-14-3)  
 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2), 1.4583 (X10CrNiMoNb18-12)  
 AISI 316L

Corriente y posición soldadura

DC+

Empaquetado

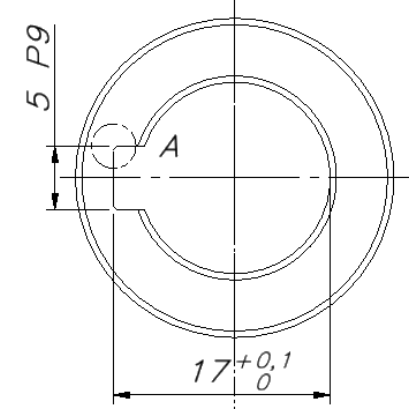
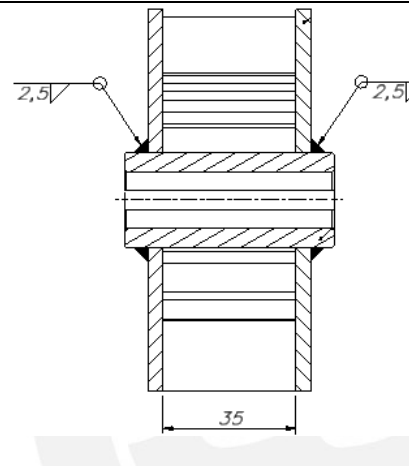
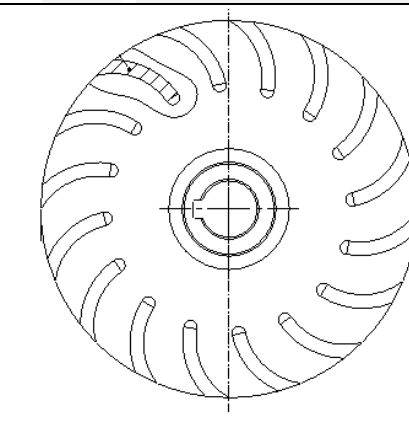
Diam. (mm)	Longitud (mm)	Intensidad (A)	Peso aproximado (kg/1000)	GASP	
				Nº de electrodos/paquete	Código
2.5	300	45-70	16.8	200	●
3.2	350	65-120	33.3	135	●
4.0	350	115-140	47.5	90	●
5.0	350	130-170	71.3	65	●

<sup>5</sup> OERLIKON (2010). Manual de soldadura y catálogo de productos.

### FABRICACIÓN DEL ROTOR

Pieza	Elemento	Cantidad	Dimensiones	Material
ROTOR	Disco lateral	2	PL. 100x100x5	AISI 316L
	Álabe	16	Tubo $\varnothing$ 1 1/4" SCH 40	AISI 316L
	Cubo	1	BARRA $\varnothing$ 1"	AISI 316L

N°	Componente	Equipo	Operación
1		1. Torno 2. Sierra alternativa 3. CNC	1. Torneado del cilindro exterior e interior. 2. Corte longitudinal de acuerdo al espesor requerido. 3. Mecanizado CNC
2		1. Sierra alternativa 2. Fresado universal	1. Corte longitudinal de acuerdo al número de álabes. 2. Corte del tubo según arco de circunferencia indicado.

<p>3</p>		<p>1. y 2. Torno 3. Fresado universal</p>	<p>1. Refrentado en torno 2. Torneado del cilindro exterior e interior. 3. Freasado para el canal chavetero</p>
<p>4a</p>		<p>1. y 2. Soldadura</p>	<p>1. Soldar discos laterales al cubo con la ayuda de una platina como distanciador intermedio y un álabe montado (coaxialidad) 2. Soldar el resto de álabes (15)</p>
<p>4B</p>		<p>3. y 4. Torno</p>	<p>3. Torneado exterior para mecanizar sobresalte del álabe. 4. Refrentado en ambas caras laterales.</p>



### CÁLCULO DE CHAVETAS

La presión generada entre el flanco de la chaveta y el cubo debe ser menor a 90 N/mm<sup>2</sup>: presión admisible para cubos de acero y acero fundido<sup>6</sup>. Por ende, la longitud de la chaveta se selecciona a partir de la siguiente ecuación.

$$L - b = L_{ef} > \frac{2 \cdot M_{t\text{máx}}}{d(h - t_1) \cdot p_{adm}}; M_t = 3200 \text{ Nmm}$$

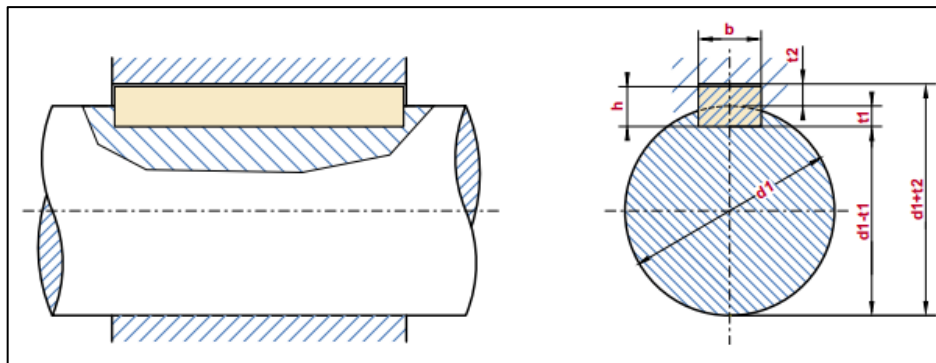


Figura 3. 1-Dimensiones de eje, cubo y chaveta<sup>7</sup>

#### Dimensiones de chaveta en el cubo del rotor

Símbolo de parámetro	Valor	Unidades
d	15.00	mm
b	5	mm
h	5	mm
t1	2.9	mm
Lef	2.3	mm
L	7.3	mm

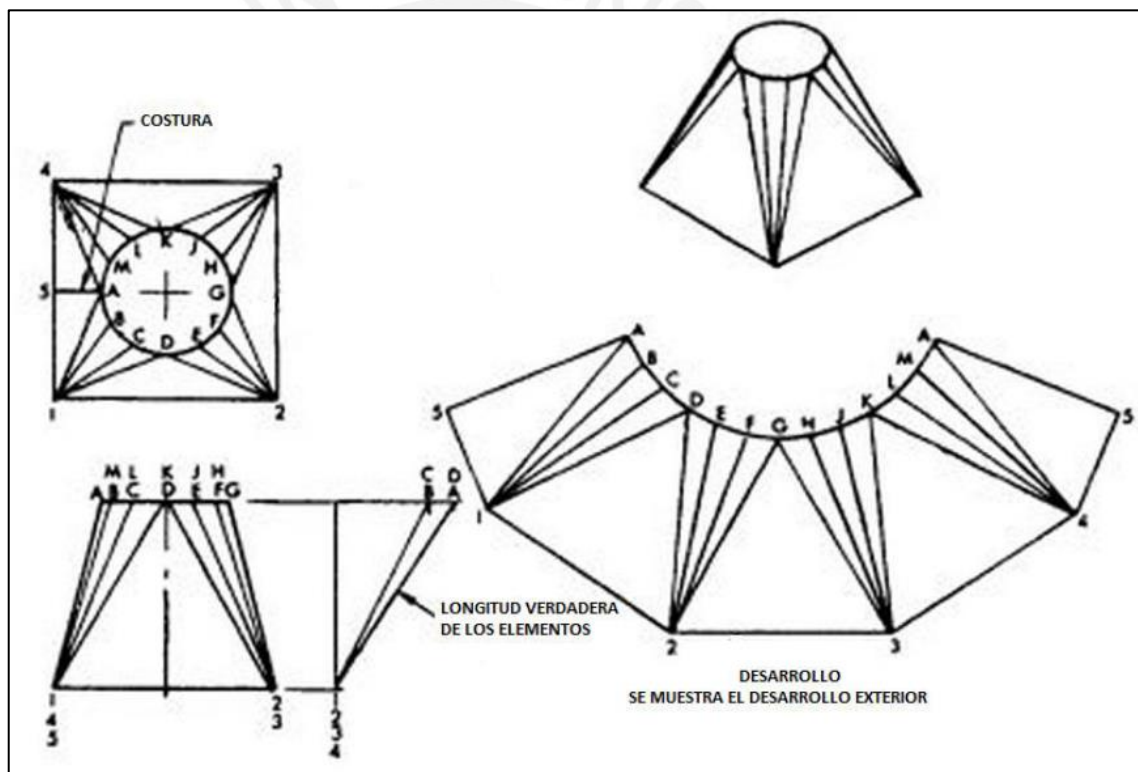
<sup>6</sup> PAULSEN, Kurt (2012). *Ejes y árboles*. Material de enseñanza. Lima, p 6.

<sup>7</sup> TOSUGA [En línea]. – Chavetas. - 14 de Noviembre 2014.-  
<http://www.tosuga.com/pdf/pespeciales/Chavetas.pdf>

**Dimensiones de chaveta en el cubo de la polea**

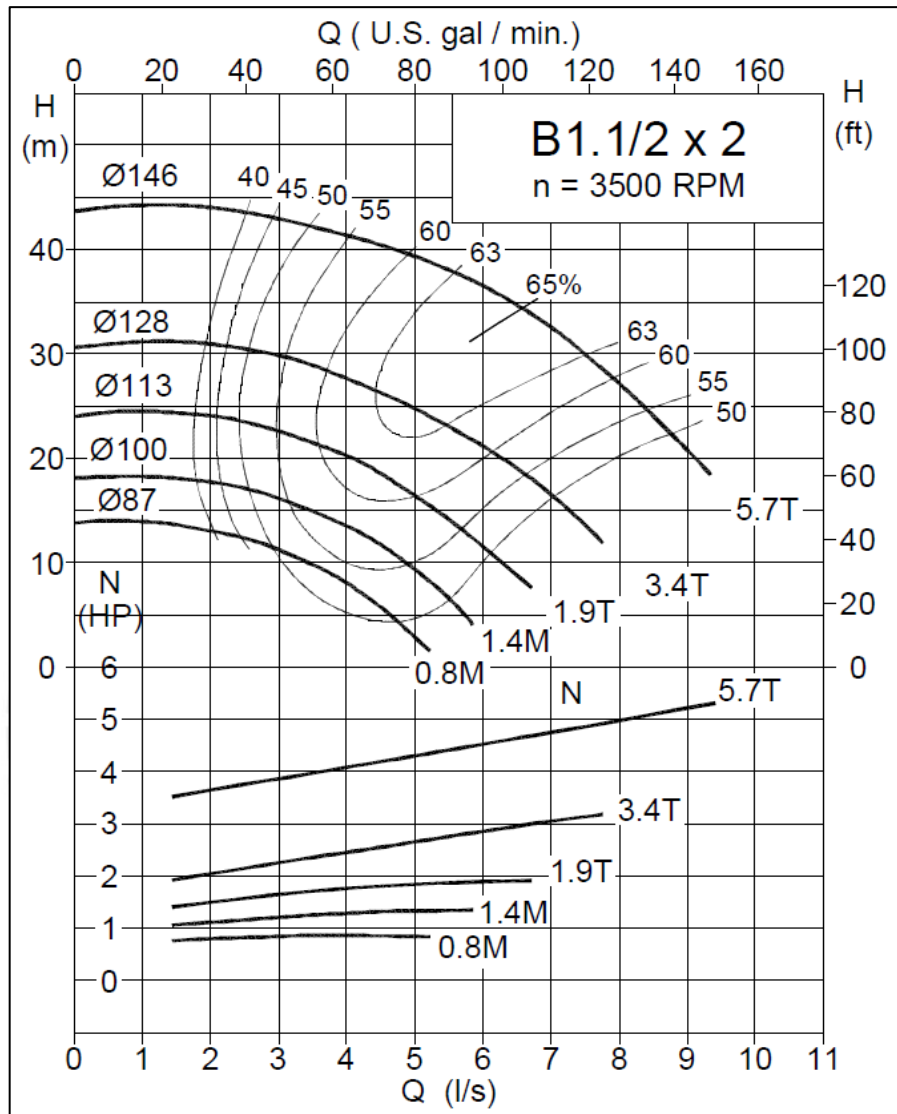
Símbolo de parámetro	Valor	Unidades
d	19.00	mm
b	6	mm
h	6	mm
t1	3.5	mm
Lef	1.5	mm
L	7.5	mm

**MÉTODO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE TRANSICIÓN 2<sup>8</sup>**



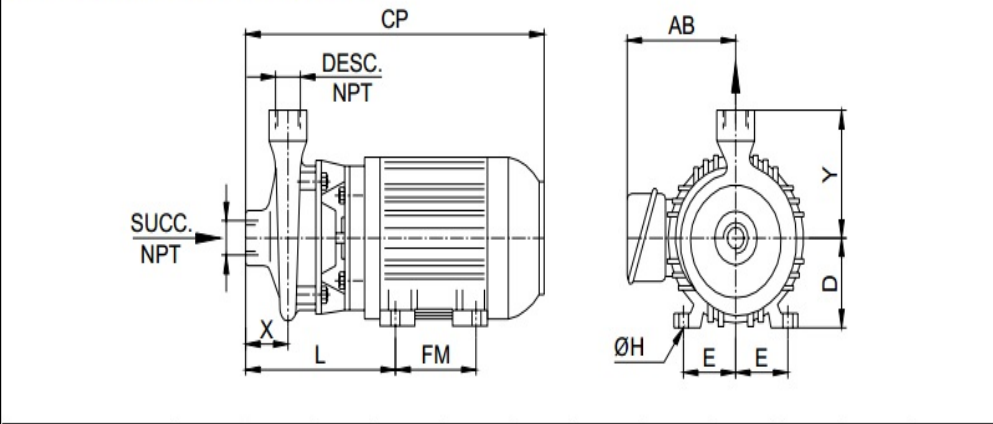
<sup>8</sup> ZULOETA, Rosa (2012). *Diseño de un grupo hidroenergético con una turbina Michell-Banki de 40kW*. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. Lima: PUCP, p. 48.

**CURVAS DE TRABAJO PARA BOMBAS HIDROSTAL B1. 1/2 X 2<sup>9</sup>**



<sup>9</sup> HIDROSTAL [En línea] – Catálogo de productos bombas monoblock series B y C – 29 de Octubre del 2014- <http://www.hidrostal.com.pe/>

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS DE LA BOMBA SELECCIONADA B1. 1/2 X 2 1.9T<sup>10</sup>



MODELO	SUC.	DES.	AB	CP	D	E	FM	ØH	L	X	Y	PESOKg.
B1x1.1/2-3.4 T	1.1/2"	1"		441	95				115	50	150	26.2
B1.1/2x2-0.8 M				385								20.0
B1.1/2x2-1.4 M	2"	1.1/2"		427	108				130	70		25.6
B1.1/2x2-1.9 T			95	457		70	-	-				24.6
B1.1/2x2-3.4 T				457								28.1
B1.1/2x2.1/2-1.4 M				447								28.0
B1.1/2x2.1/2-1.9 T	2 1/2"	1.1/2"		477	95				150	90	155	27.1
B1.2/2x2.1/2-3.4 T												30.7
B1.1/2x2-5.7 T	2"		160	482	100	80			241	70		42.8
B1.1/2x2.1/2-5.7 T	2 1/2"			502	113				261	90		46.3
B1.1/2x2.1/2-8.6 T		1.1/2"	175	523	112	95			268			53.0
C1.1/2x2-5.7 T	2"		160	482	113	80	140	12	241	70	170	47.6
C1.1/2x2-8.6 T			175	503	112	95			248			54.3
C1.1/2x2.1/2-11.5 T	2 1/2"			556					282	85	180	75.9
C2x3-11.5 T	3"	2"	205	571	132	108			297	100	200	76.2

<sup>10</sup> HIDROSTAL [En línea] – Catálogo de productos bombas monoblock series B y C – 29 de Octubre del 2014- <http://www.hidrostal.com.pe/>



DATOS ADICIONALES DEL MOTOR DE LA BOMBA SELECCIONADA<sup>11</sup>

MODELO	DIAMETRO EJE (PULG.)		MOTOR		
	IMPULSOR	SELLO	F.S.	HP	FRAME
B1x1.1/2-3.4 T	NF 7/16	5/8	1.0	3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-0.8 M				0.8	NEMA C56
B1.1/2x2-1.4 M				1.4	NEMA D56
B1.1/2x2-1.9 T				1.9	
B1.1/2x2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8	1.0	5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-1.4 M	NF 7/16	5/8		1.4	NEMA D56
B1.1/2x2.1/2-1.9 M				1.9	
B1.1/2x2.1/2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2.1/2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8		5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-8.6 T				8.6	IEC 112M
C1.1/2x2-5.7 T				5.7	IEC 100L
C1.1/2x2-8.6 T				8.6	IEC 112M
C1.1/2x2.1/2-11.5 T				11.5	IEC 132S
C2x3-11.5 T				11.5	IEC 132S

<sup>11</sup> HIDROSTAL [En línea] – Catálogo de productos bombas monoblock series B y C – 29 de Octubre del 2014- <http://www.hidrostal.com.pe/>

## FORMATO DE GUÍA DE OPERACIÓN PARA LOS ENSAYOS

### ENSAYOS A REALIZAR

Ensayo bajo salto y caudal ambos constantes y velocidad de rotación variable, y Ensayo bajo salto y velocidad de rotación ambos constantes y caudal variable.

### PROCEDIMIENTO

1. Verificar que el nivel de agua en el canal sea el adecuado, en caso contrario llenar el nivel a la altura del vértice del vertedero (el agua deberá estar libre sin impurezas).
2. Regular la escala de los instrumentos al punto cero.
3. Cerrar completamente la válvula de codo (control de chorro en el inyector) y abrir totalmente la válvula instalada antes del manómetro en la tubería de descarga.
4. Conectar a la línea de suministro de energía el regulador de velocidad de la electrobomba. Poner en funcionamiento la bomba centrífuga aumentando la velocidad de la misma hasta obtener la presión de 80 kPa.
5. Abrir gradualmente la válvula de codo y regular la velocidad de la bomba hasta obtener un caudal de agua cercano al nominal de la turbina (4,7 l/s) y una presión en el manómetro de aproximadamente 55 kPa.
6. Con los valores de caudal y presión determinados, calcular el Salto neto correspondiente.
7. Medir la velocidad de rotación del eje de la turbina bajo estas condiciones nominales (con el freno desmontado). Esta es la velocidad de embalamiento y se utilizará como valor referencial.
8. Ajustar el freno para obtener cinco (05) velocidades de rotación distintas, las cuales serán porcentajes de la velocidad de embalamiento. En cada posición del freno registrar el valor de la fuerza producida.
9. Repetir el paso 8 con cuatro (04) diferentes caudales, los cuales serán porcentajes del caudal nominal de la turbina. Asimismo, se deberá procurar obtener un Salto neto cercano al valor inicial calculado.

HOJA DE DATOS (Repetir cuadro según número de caudales variables).

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDADES	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
			100%	75%	50%	25%	0%
Temperatura del agua	$T_{agua}$	$^{\circ}C$					
Presión de entrada - turbina	$p_1$	$kPa$					
Caudal en el vertedero	$Q$	$m^3/mín$					
Velocidad de giro - turbina	$n$	$rpm$					
Fuerza en el medidor	$F$	$N$					

HOJA DE CÁLCULOS (Repetir cuadro según número de caudales variables)

PARÁMETRO	SÍMBOLO	FÓRMULA	UNIDADES	% DE VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO				
				100%	75%	50%	25%	0%
Densidad del agua	$\rho$	Seleccionar de tabla según temperatura del agua	$kg/m^3$					
Salto neto	$S_n$	$S_n = \frac{10^3 * p_1}{\rho g} + 10,45 \cdot Q^2 + 0,17$	$m$					
Torque desarrollado	$T$	$T = 0,16 * F$	$N \cdot m$					
Potencia técnica desarrollada	$P$	$P = \frac{T * n * 2\pi}{60}$	$W$					
Eficiencia total	$\eta$	$\eta = \frac{P}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot S_n}$						
Velocidad específica	$n_s$	$\frac{n * \sqrt{P}}{S_n^{1,25}}$	-					



**COSTO DE ELECTROBOMBA**

ITEM	Elemento	Cant.	Costo unit.	Costo Total
1	ELECTROBOMBA MONOBLOCK B1 1/2 X 2 1.4M	1	S/. 1,586.00	S/. 1,586.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 1,586.00</b>

**COSTO DE BARRAS, PLANCHAS, TUBOS Y OTROS**

ITEM	MATERIAL	DIMENSIONES DE MATERIA PRIMA ADQUIRIDA	Unidad	Cant	Costo Unitario	Costo Total
1	AISI 316L	BARRA Ø1"	kg	0.22	S/. 18.80	S/. 4.20
2	AISI A570	BARRA Ø1 1/8"	kg	1.67	S/. 6.00	S/. 10.02
3	ASTM A-36	PERFIL L 25x25x4 mm	kg	0.33	S/. 10.00	S/. 3.34
4	AISI 316L	PL 316L ESPESOR 5 mm	kg	0.79	S/. 15.74	S/. 12.35
5	ASTM A-36	PL ESPESOR 10 mm	kg	1.54	S/. 2.95	S/. 4.54
6	ASTM A-36	PL ESPESOR 15 mm	kg	1.87	S/. 2.95	S/. 5.51
7	ASTM A-36	PL ESPESOR 2 mm	kg	1.00	S/. 2.95	S/. 2.95
8	ASTM A-36	PL ESPESOR 4 mm	kg	4.90	S/. 2.95	S/. 14.46
9	ASTM A-36	PL ESPESOR 5/16"	kg	1.45	S/. 2.95	S/. 4.26
10	AISI 316L	TUBO Ø1 1/4" SCH 40	kg	2.08	S/. 17.25	S/. 35.96
11	ASTM A-53	TUBO Ø1 1/2" SCH 80	kg	0.92	S/. 4.80	S/. 4.41
12	ASTM A-53	TUBO Ø1 1/4" SCH 40	kg	0.27	S/. 4.80	S/. 1.30
13	ASTM A-53	TUBO Ø2" SCH 40	kg	0.44	S/. 4.80	S/. 2.09
14		GALÓN DE PINTURA EPÓXICA, CATALIZADOR Y DISOLVENTE	UN	0.5	S/. 300.00	S/. 150.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 255.40</b>

## COSTO DE PERNERÍA, RODAMIENTOS, CHAVETAS Y OTROS

ITEM	ELEMENTO	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
1	RODAMIENTO RÍGIDO DE BOLAS 61805-2RS1	2	S/. 32.00	S/. 64.00
2	ANILLO ELÁSTICO 25 x 1.2 DIN 471	2	S/. 0.50	S/. 1.00
3	T. DE CABEZA HEXAGONAL M5 x 25 ISO 4018 Gr8.8 INC. TUERCA/ARANDELA	12	S/. 0.50	S/. 6.00
4	T. DE CABEZA HEXAGONAL M6 x 30 ISO 4018 Gr8.8 INC. TUERCA/ARANDELA	10	S/. 0.50	S/. 5.00
5	T. DE CABEZA HEXAGONAL M8 x 30 ISO 4018 Gr8.8 INC. TUERCA/ARANDELA	15	S/. 0.50	S/. 7.50
6	T. DE CABEZA HEXAGONAL M12 x 50 ISO 4018 Gr8.8 INC. TUERCA/ARANDELA	8	S/. 0.50	S/. 4.00
7	ARANDELA PLANA M12 ISO 7091	1	S/. 0.25	S/. 0.25
8	ARANDELA PLANA M14 ISO 7091	1	S/. 0.25	S/. 0.25
9	TUERCA HEXAGONAL M12 ISO 4032 Gr 8	1	S/. 0.25	S/. 0.25
10	TUERCA HEXAGONAL M14 ISO 4032 Gr 8	1	S/. 0.25	S/. 0.25
11	TORNILLO M8 x 20 - 4.8 - H	6	S/. 0.50	S/. 3.00
12	CHAVETA PARALELA PLANA DIN 6885 b1xh1x1	1	S/. 1.50	S/. 1.50
13	CHAVETA PARALELA PLANA DIN 6885 b2xh2x2	1	S/. 1.50	S/. 1.50
			<b>TOTAL</b>	<b>S/. 94.50</b>

**COSTO DE FABRICACIÓN**

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTE	MATERIAL	OPERACIONES EN:								Costo total por unidad	Cant.	Costo total
		Torno	Taladro	Fresa	Banco	Oxicorte	Soldadura	Rol./Dob./Arm.	CNC			
ÁLABE	AISI 316L			0.125		0.03				S/. 4.94	16	S/. 79.00
DISCO LATERAL	AISI 316L	1							4	S/. 265.00	2	S/. 530.00
CUBO	AISI 316L	2.5		2.5						S/. 150.00	1	S/. 150.00
ENSAMBLE DE ROTOR	AISI 316L	2					3	2		S/. 157.00	1	S/. 157.00
EJE DE ROTOR	AISI A570	8		2						S/. 270.00	1	S/. 270.00
SOPORTE DE EJE	ASTM A36	2	0.5	0.5		1	1			S/. 129.50	1	S/. 129.50
INYECTOR	ASTM A36				1	4	4	2		S/. 232.00	1	S/. 232.00
CARCASA	ASTM A36					3	3	4		S/. 163.00	1	S/. 163.00
BRIDA CUADRADA	ASTM A36		0.25	0.5	0.5	1				S/. 49.00	4	S/. 196.00
BRIDA OVALADA	ASTM A36		0.25	1	1	1				S/. 75.50	1	S/. 75.50
TUBERÍA RECTANGULAR	ASTM A36			1		0.5	2	0.5		S/. 114.50	1	S/. 114.50
PIEZA DE TRANSICIÓN	ASTM A36						2	2		S/. 72.00	1	S/. 72.00
BRIDA DESCARGA	ASTM A53	2	0.5	0.5		1	1			S/. 129.50	1	S/. 129.50
BRIDA SUCCIÓN	ASTM A53	2	0.5	0.5		1	1			S/. 129.50	1	S/. 129.50
<b>TOTAL</b>												<b>S/. 2,427.50</b>