

ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Ensayo de un compresor recíproco

ASIGNATURA: ICM557

PROFESOR: CRISTÓBAL GALLEGUILLOS

ALUMNO: OSCAR RAMÍREZ

06/11/2020

Contenido

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	3
TABLA DE VALORES MEDIDOS.....	4
TABLA DE VALORES CALULADOS	4
ESTANQUE DE BAJA PRESION.....	4
Fórmulas.....	5
Gráficos	9
Conclusiones	20
Anexo	21
Fotocopia de los diagramas indicados	21

Índice de gráficos

Gráfico 1	9
Gráfico 2	11
Gráfico 3	13
Gráfico 4	15
Gráfico 5	17
Gráfico 6	19

Anexos

Anexo 1.....	21
Anexo 2.....	22

INTRODUCCIÓN

Este informe es sobre un ensayo a un compresor recíproco de 2 etapas con 2 cilindros, se llevará el ensayo y se recopilarán las variables requeridas del compresor, el estanque de baja presión, agua de refrigeración y del motor eléctrico. Luego se procederá al cálculo de distintas variables solicitadas para el ensayo, y se obtendrán 6 gráficos diferentes.

OBJETIVOS

Analizar el comportamiento del compresor recíproco sometido a distintas condiciones de operación.

TABLA DE VALORES MEDIDOS

DATOS MEDIDOS																					
	Compresor						Estanque de baja presión		Agua de refrigeración			Motor Eléctrico									
	Presión	Velocid	Temperatura				tebp	ΔP	Temperatura		tiempo	Tensión	Corrientes			Potencia					
	Pd	n	tecbp	tsebp	tecap	tecap			tea	tsa	10 l	V	I1	I2	I3	W1	W2	Patm.			
	[kp/cm2]	[rpm]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]			[°C]	[mmca]	[°C]	[°C]	[s]	[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]			[kW]
1	7,0	499,3	23	48	27	89	39	514	18	26,5	78	375	17,2	15,9	16	6,53	3,28	760,1	1,03330614		
2	6,0	498,7	23	49	27	87	40	544	18,5	26,5	75	375	16,5	15,3	15,4	6,53	3,06	760,1	1,03330614		
3	4,9	500,8	23	49	27	77	41	532	18,5	26,5	77	376	15,2	13,9	13,8	5,73	2,7	760,1	1,03330614		
4	3,9	503,0	23	50	27	67	40	552	18,5	26,5	76	376	14,1	13,2	13,1	5,33	2,6	760,1	1,03330614		
5	2,8	503,4	24	56	27	56	39	562	18,5	26,5	76	376	13,2	12,6	12,1	5	2,4	760,1	1,03330614		
6	1,8	505,2	24	56	27	42	37	576	18,5	26,5	74	376	11,9	11,4	11	4,69	2,12	760,1	1,03330614		
7	1,0	507,0	23	54	27	31	39	584	18,5	26,5	77	376	10,4	9,9	9,5	4,1	1,64	760,1	1,03330614		

TABLA DE VALORES CALCULADOS

VALORES CALCULADOS																		
	pd (kp/cm ²)	Cl (m ³)	DI (m ³)	V (m ³ /h)	η_{VR}	η_{VC}	η_{VCI}	CBP (kp/cm)	CAP (kp/cm)	A DI CBP (m2)	A DI CAP (m2)	Ni CBP (kW)	Ni CAP (kW)	Ni (kW)	I (A)	N elec (kW)	V agua (l/min)	Q (kcal/min)
1	7,0	0,002950741	1,4733	73,479	0,83123	92%	88%	1,31061	2,62121	0,000519	0,000557	3,15595	1,32136	4,47731	16,3667	9,81	7,69231	65,2248146
2	6,0	0,002950741	1,47153	75,4721	0,8548	93%	88%	1,23914	2,47828	0,000491	0,000511	2,98027	1,24781	4,22808	15,7333	9,59	8	63,8435832
3	4,9	0,002950741	1,47773	74,5161	0,84043	94%	88%	1,25101	2,50202	0,000495	0,000447	3,02149	1,26507	4,28656	14,3	8,43	7,79221	62,1853083
4	3,9	0,002950741	1,48422	76,025	0,8537	95%	86%	1,19268	2,38535	0,000472	0,000371	2,89326	1,21138	4,10463	13,4667	7,93	7,89474	63,0035361
5	2,8	0,002950741	1,4854	77,0929	0,86501	96%	83%	1,23561	2,47121	0,000489	0,000266	2,99978	1,25598	4,25576	12,6333	7,4	7,89474	63,0035361
6	1,8	0,002950741	1,49071	78,2986	0,8754	97%	86%	1,19848	2,39697	0,000475	0,000141	2,92006	1,2226	4,14266	11,4333	6,81	8,10811	64,7063343
7	1,0	0,002950741	1,49603	78,3228	0,87256	99%	81%	1,11237	2,22475	0,000441	0,000051	2,71991	1,1388	3,85871	9,93333	5,74	7,79221	62,1853083

ESTANQUE DE BAJA PRESION

Estanque de baja presión						
tecbp (K)	tebp (K)	ΔP (cmagua)	Patm (cmagua)	S	α	V
296	312	51,4	1033,36355	3,80132711	0,6	73,47898749
296	313	54,4				75,47205613
296	314	53,2				74,51606158
296	313	55,2				76,02497235
297	312	56,2				77,09292077
297	310	57,6				78,29860668
296	312	58,4				78,32276798

Fórmulas

1. Capacidad:

$$V = 8,62 * \alpha * S * T_a \sqrt{\frac{H}{T * P_a}} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$\alpha = 0,600$ (coeficiente de caudal del diafragma).

$S = 3,801327111[cm^2]$, sección del orificio del diafragma, el diámetro del orificio es de 22 [mm].

T_a = Temperatura absoluta de aspiración del compresor.

T = Temperatura absoluta del estanque de baja presión [K].

Δh = Presión en el manómetro diferencial [cm_{agua}].

P_a = presión barométrica [cm_{agua}].

2. Cilindrada:

$$Cl = \frac{1}{4} * \pi * D_{CBP}^2 * L$$

D_{CBP} : Diámetro cilindro de baja presión (m)

L : Carrera (m)

Cl : Cilindrada (m^3)

3. Desplazamiento:

$$DI = CI * n$$

DI:	Desplazamiento por minuto	$\left(\frac{m^3}{min}\right)$
n:	Velocidad rotacional	(rpm)

4. Rendimiento Volumétrico Real:

$$\eta_r = \frac{\dot{V}}{60 * DI} * 100$$

5. Rendimiento Volumétrico Convencional:

$$\eta_{VC} = \left(1 - C \left(r^{\left(\frac{1}{k}\right)} - 1\right)\right) * 100$$

6. Porcentaje de espacio Muerto (C):

$$C = \frac{\text{Volumen espacio Muerto}_{CBP}}{CI}$$

7. Rendimiento Volumétrico Convencional indicado:

$$\eta_{VCI} = \frac{I_{Capacidad}}{I_{CI}} * 100 [\%]$$

a) Presión Media Indicada:

$$P_{mi} = \frac{A_{DICXP}}{L_{DICXP}} * K_{Resorte\ CXP}$$

A_{DICXP} : Área Diagrama Indicado del cilindro que corresponda (cm^2).

L_{DICXP} : Largo diagrama indicado del cilindro que corresponda (cm).

K_{DICXP} : Constante resorte indicador de diagramas del cilindro que corresponda (kp/cm^2)

b) Potencia Indicada:

$$N_{iCXP} = \frac{P_{miCXP} * A_{CXP} * L * n * 9,80665}{60 * 1000} [kW]$$

A_{CXP} : Area del cilindro que corresponda (cm^2)

L : Carrera del compresor (m)

c) Corriente Media:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} [A]$$

d) Potencia Eléctrica:

$$N_{Elec} = W_1 + W_2 [kW]$$

e) Caudal de agua:

$$V_{\text{agua}} = \frac{10}{\tau} * 60 \left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$$

f) Calor Transferido:

$$Q = \rho * V_{\text{agua}} * c * (t_s - t_e)$$

ρ : Densidad del agua (kg/m³)

c : Calor específico del agua (kcal/kg*K) o (J/kg*K)

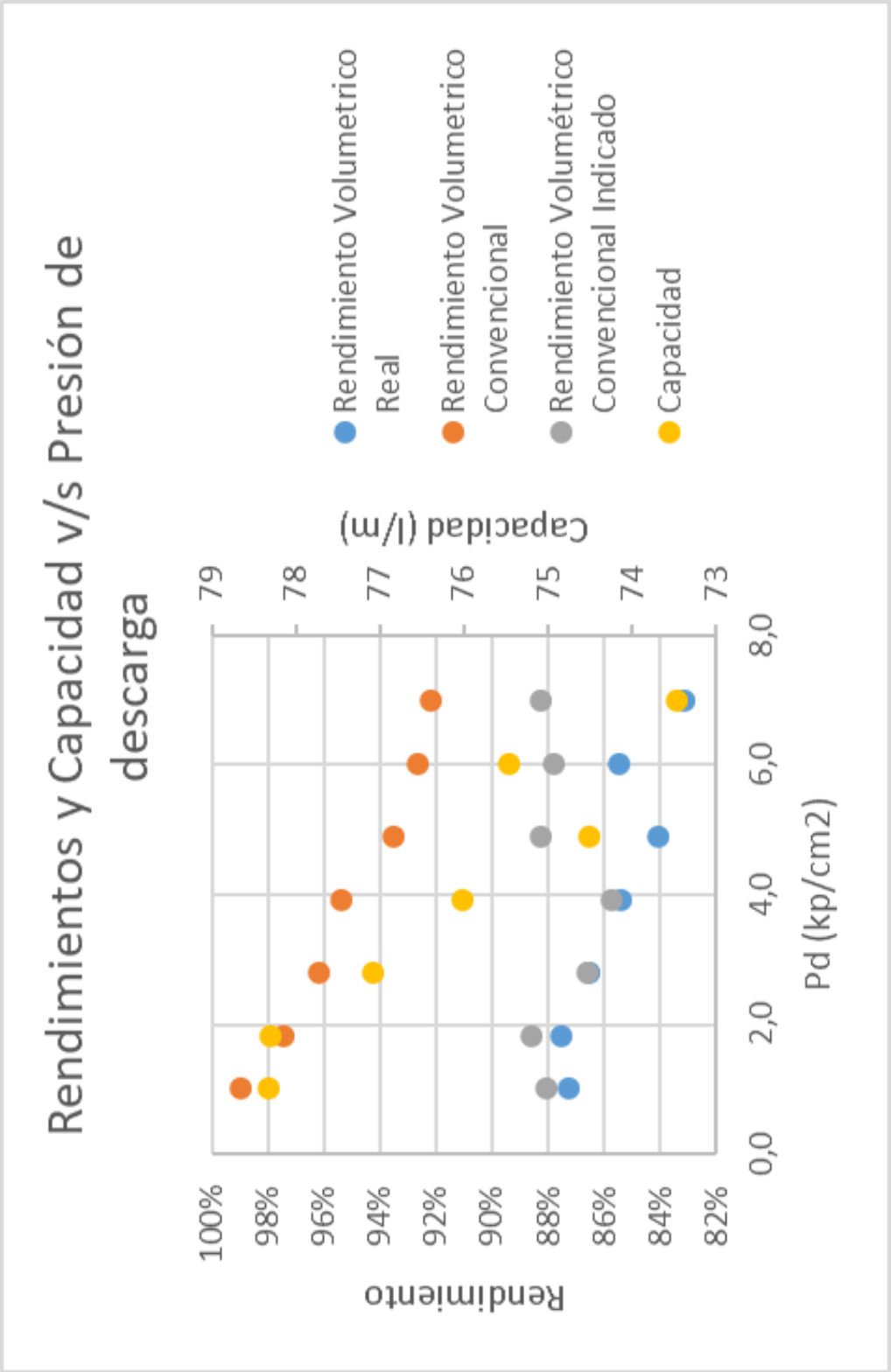


Gráfico 1

1- ¿La forma de las curvas es la correcta?

Las curvas son correctas. La capacidad disminuye a medida que aumenta la presión en el estanque de alta presión, este tiende a llenarse porque lo que el caudal debe disminuir.

2- ¿Los valores del rendimiento volumétrico real está en el rango que le corresponde?

Los valores del rendimiento volumétrico real varían entre un 83.8% a 86.5 %. Por lo que quedan fuera del rango de 50% a 80% expresado en el apunte de turbomáquinas del profesor.

3- ¿Cómo explica las diferencias entre el rendimiento volumétrico real y los otros rendimientos?

El rendimiento volumétrico real es más bajo ya que cuando el gas que ingresa al cilindro, se calienta por el contacto con zonas de altas temperaturas en el compresor; también hay pérdida de carga que implica una presión menor, todo esto disminuye la densidad del aire. Se considera incluso una pérdida de carga a causa de fuga de gas entre pistón-cilindro.

Temperaturas compresor v/s Presión de descarga



Gráfico 2

1- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

La posición de las curvas es correcta para todas las temperaturas. La temperatura de aspiración del cilindro de baja presión corresponde a la temperatura ambiente y esta se mantuvo constante durante la experiencia. La temperatura de descarga del cilindro de baja presión se mantiene constante ya que se regula la presión de descarga del cilindro de alta presión. La temperatura de aspiración del cilindro de alta presión se mantiene constante ya que tiene un sistema de refrigeración con agua. La temperatura de descarga del cilindro de alta presión aumenta a medida que aumenta la presión de descarga como era de esperar.

2- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

La norma ANSI / AMCA 210-99 considera una temperatura de 20°C, y los valores obtenidos en el ensayo nos muestran una temperatura a la entrada de 18°C, la cual es bastante cercana a la norma.

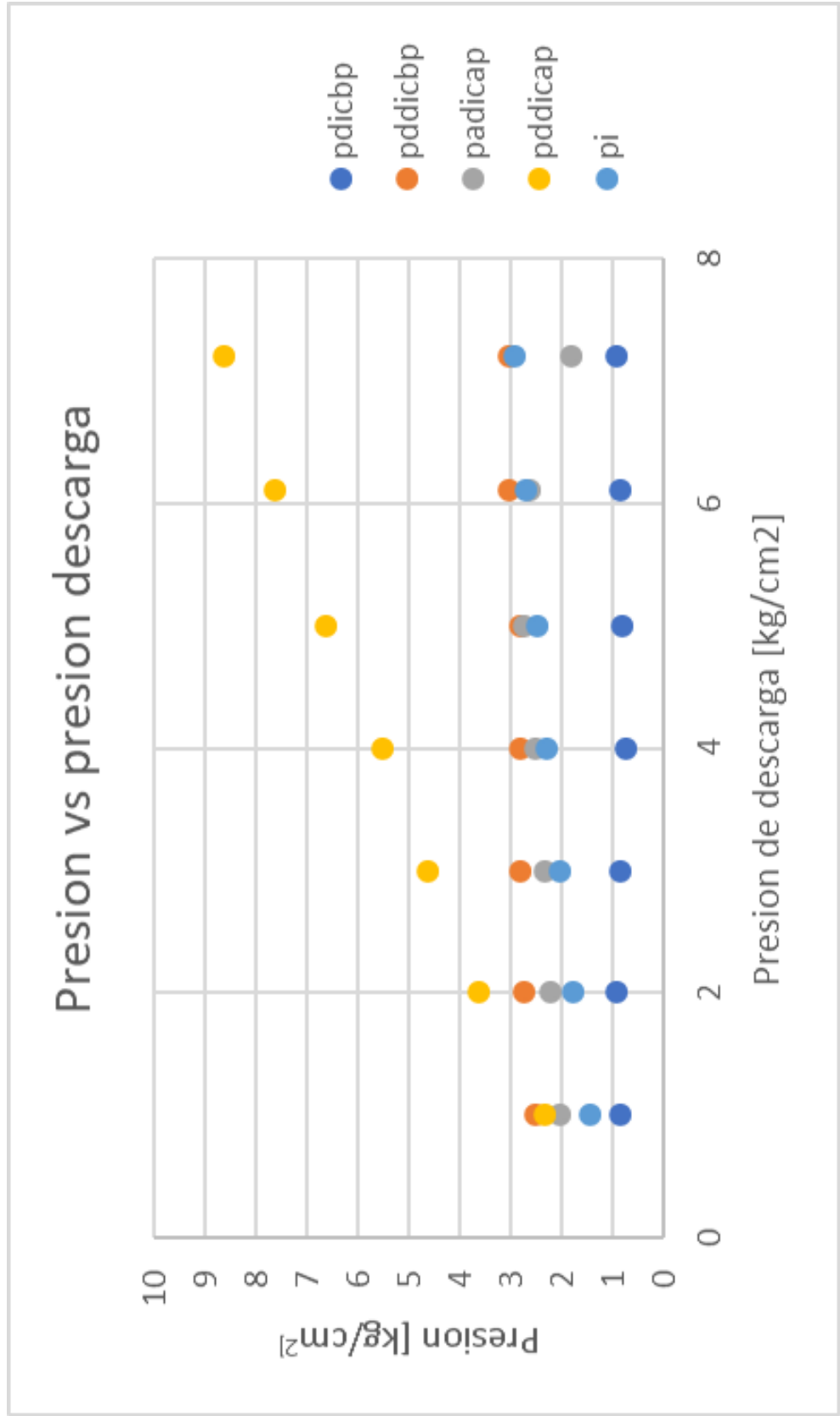


Gráfico 3

1- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

La posición de las curvas es la correcta para todas las presiones, ya que se mantienen casi constante, excepto la presión de descarga del cilindro de alta presión, que es la presión que se regula mediante la válvula.

2- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

El rango establecido en el apunte del profesor se conoce que el rango de presiones para un compresor recíproco refrigerado por agua es de 0,7 a 3500 kp/cm². Los valores del ensayo están dentro del rango.

Potencia, corriente eléctrica vs presión

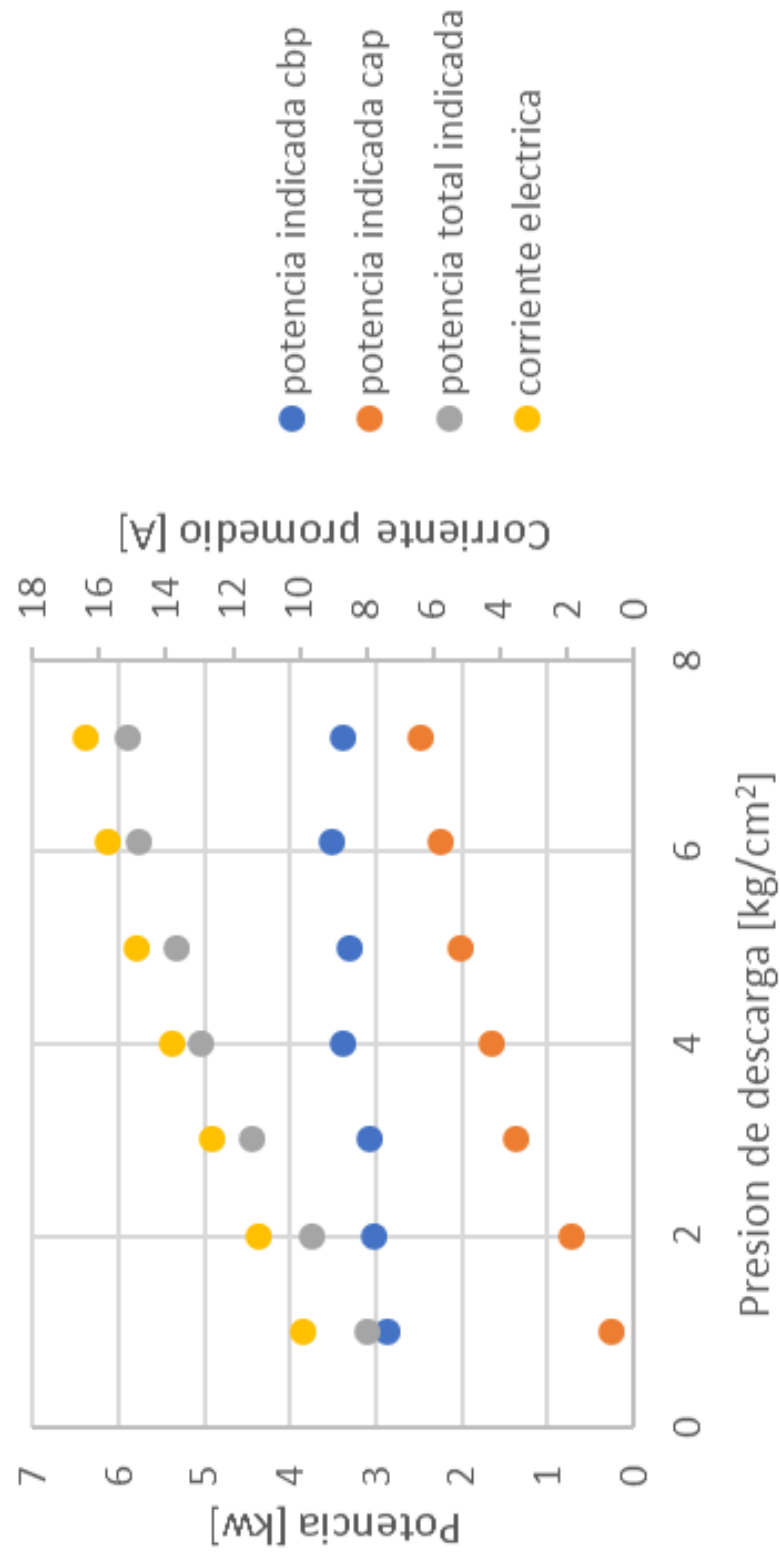


Gráfico 4

1- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

La posición es correcta para todos los valores. La potencia indicada del cilindro de baja presión se mantiene constante esto se debe a que durante la experiencia la presión de descarga se mantuvo constante. La potencia indicada del cilindro alta presión aumenta a medida que aumenta presión de descarga.

2- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Extrayendo información del apunte turbomáquinas, se conoce que el rango de potencia es de 10 a 5000 HP (7,46 a 3728.5 kW). Los valores del ensayo son menores a 7,46 kW, eso significa que no están en el rango que le corresponde

Temperaturas, caudal y calor vs presion de descarga

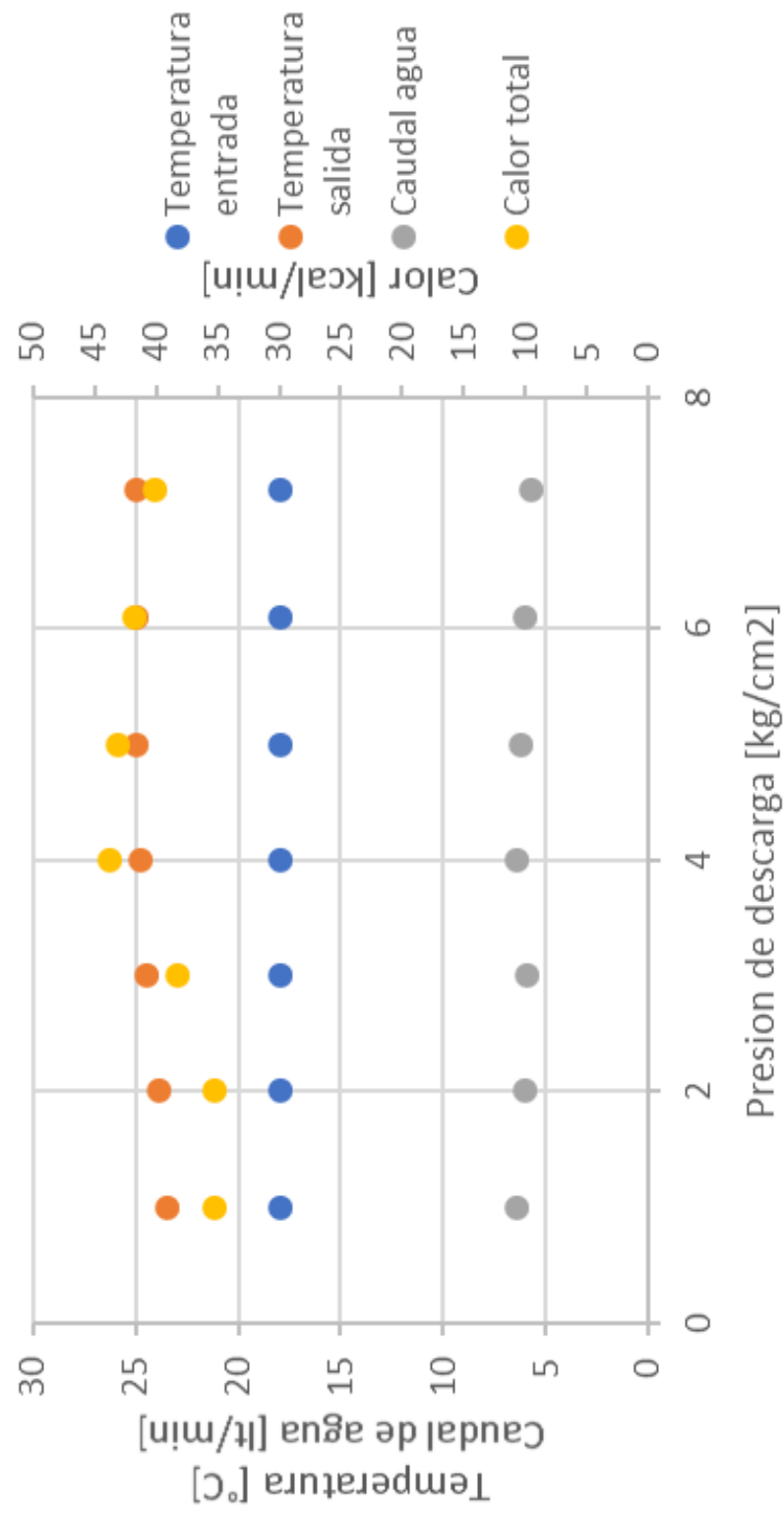


Gráfico 5

1- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

La posición de las curvas es la correcta. Durante el ensayo se procuró tener un caudal de agua constante, en donde la temperatura de entrada al compresor de baja presión fue de 14°C para toda la experiencia.

2- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Son valores que aumentan en conjunto con el aumento de la presión de descarga nominal, podría concluirse que son valores correspondientes con las temperaturas del compresor, es decir, la temperatura del agua está a disposición del cambio de temperatura del compresor.

Relaciones de compresión CBP CAP v/s presión de descarga

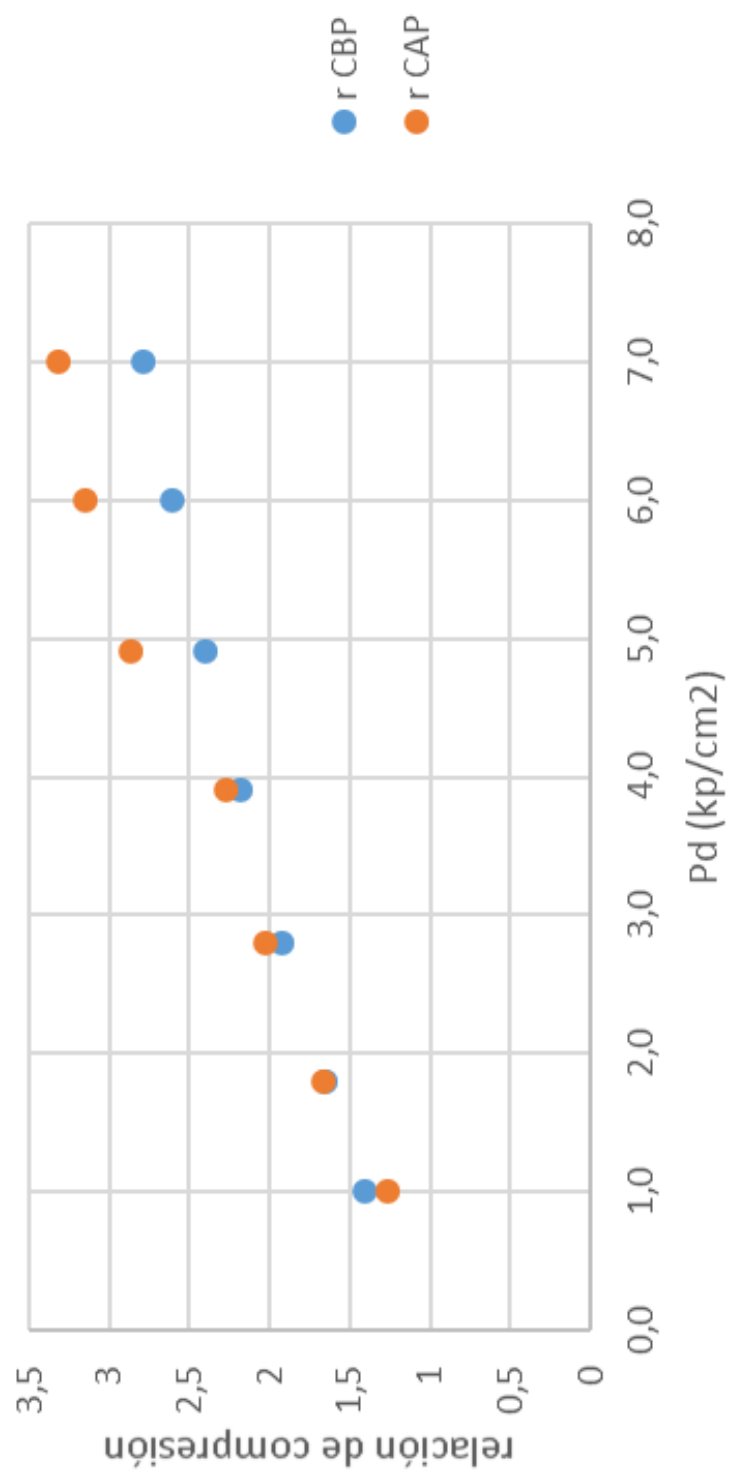


Gráfico 6

1- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique

Es correcta porque las curvas concuerdan con los diagramas, ya que, si observamos en los diagramas indicados, se ve que la relación de compresión disminuye a medida que la presión manométrica de descarga nominal disminuye

2- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los valores de relación de compresión se reducen a medida que la presión de descarga se reduce, esto coincide con la teoría. Además, la relación de compresión del compresor de alta presión es mayor que la del de baja, esto también coincide con la teoría.

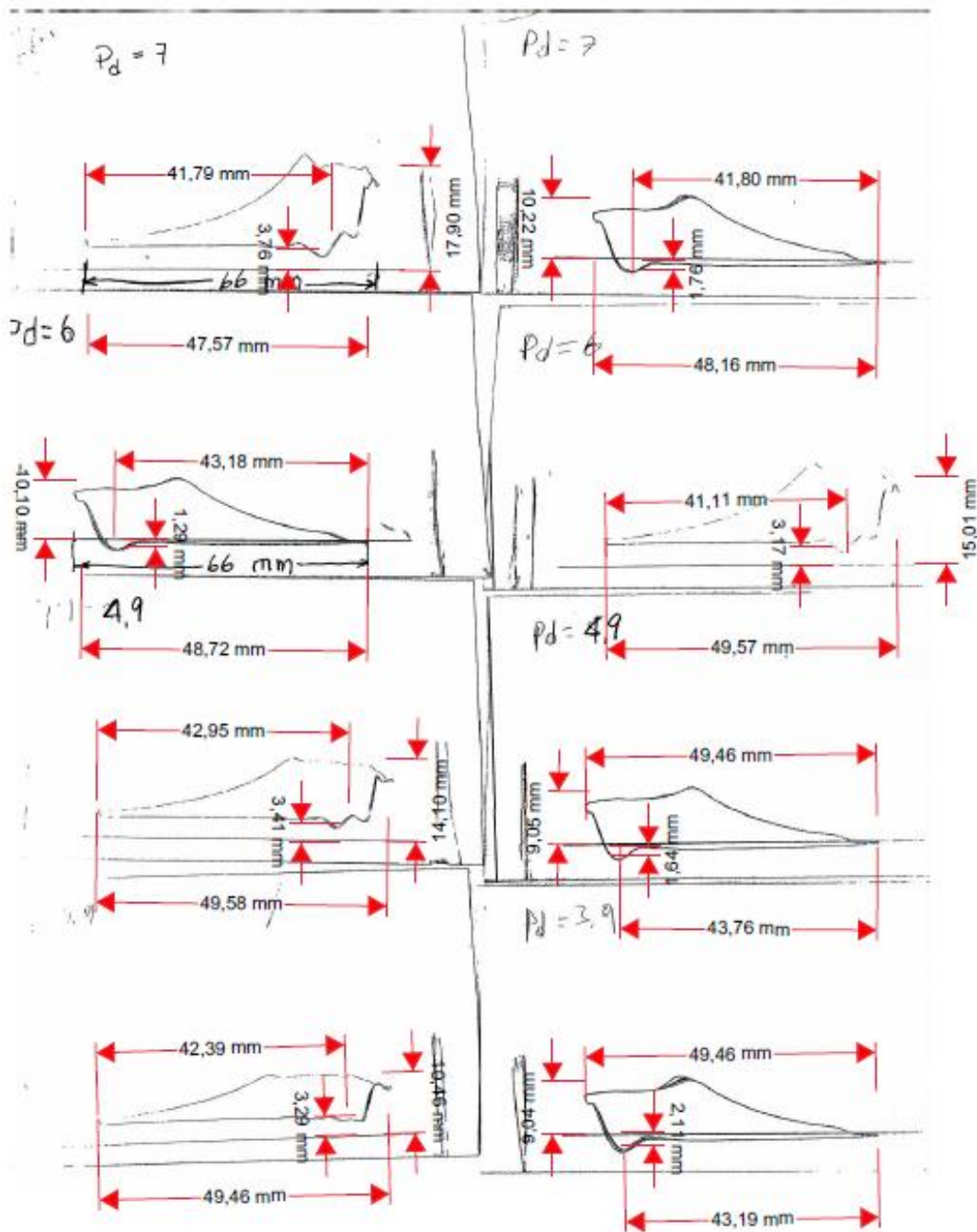
Conclusiones

Se concluye que la variación de la presión de descarga nominal provoca considerables cambios de propiedades tanto aire comprimido como en el agua que es utilizada como refrigerante. Las potencias resultaron ser todas menores que la potencia eléctrica, lo cual es correcto. El rendimiento volumétrico real es el más bajo de todos los rendimientos. La relación de compresión se observó mayor en el compresor de alta presión que en el cilindro de baja presión, siendo esto correcto según la teoría.

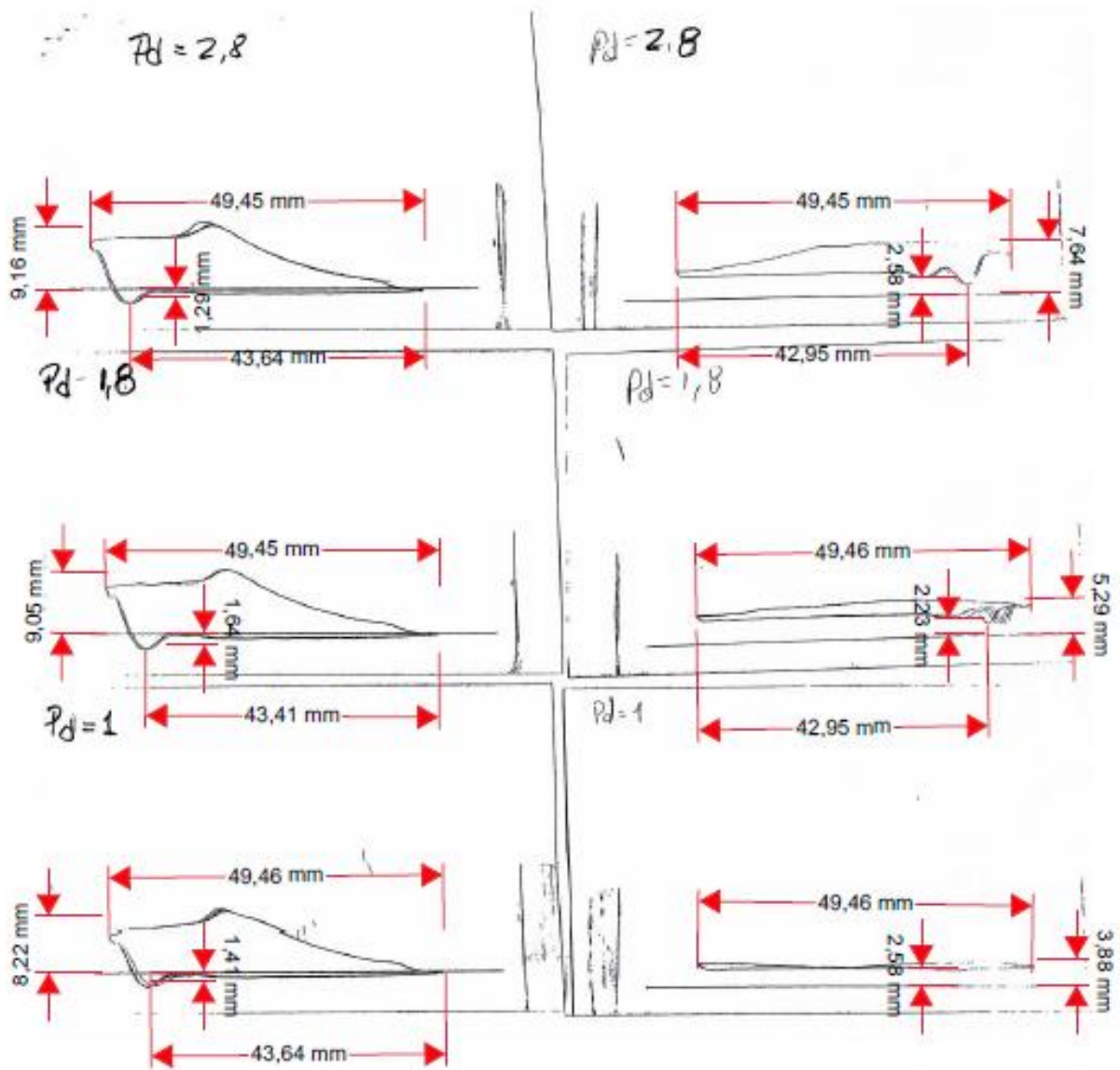
Anexo

Fotocopia de los diagramas indicados

DIAGRAMAS INDICADOS



Anexo 1



Anexo 2