

# INFORME 08 LABORATORIO: COMPORTAMIENTO COMPRESOR DE TORNILLO

Estudiante:

Teresa Almonacid F

Alumna Ing. Civil Mecánica

Docentes:

Cristóbal Galleguillos K.

Tomás Herrera M.

Escuela Ingeniería Mecánica PUCV

13 de noviembre del 2020

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. OBJETIVO DEL ENSAYO .....	3
2. DATOS DEL ENSAYO .....	4
3. FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR.....	4
4. TABLA VALORES MEDIDOS: .....	7
5. SIMBOLOGÍA.....	7
6. FÓRMULAS .....	7
6.1. DATOS CALCULADOS.....	8
6.2. TABLA ENTREGADA POR EL FABRICANTE .....	8
6.3. GRÁFICOS .....	9
6.3.1. GRÁFICO CAUDAL CORREGIDO V/S PRESIÓN DESCARGA ENSAYO .....	9
6.3.2. GRÁFICO DEL FABRICANTE .....	10
6.3.3. GRÁFICO COMPARATIVO .....	10
6.3.3.1. ANÁLISIS COMPARATIVO .....	11
6.3.3.2. ANÁLISIS DE LOS VALORES .....	11
6.3.3.3. COMENTARIOS .....	11
6.4. PUNTO DE ROCÍO A PRESIÓN.....	12
6.4.1. SIGNIFICADO .....	12
6.4.2. FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO .....	12
6.4.3. CÁLCULOS DE HUMEDAD .....	13
REFERENCIAS.....	14
ANEXO 1 .....	15
ANEXO 2 .....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

Como es sabido el compresor es una máquina utilizada en múltiples procesos y área de la ingeniería, a continuación, se analizará el comportamiento de un compresor de tornillo GA 7 VSD FF<sup>1</sup> de la compañía Atlas Copco, el cual se encuentra ubicado en la escuela de ingeniería mecánica de la PUCV.

### 1.1. OBJETIVO DEL ENSAYO

1. Conocer el comportamiento de un compresor de tornillo
2. Describir la operación del compresor
3. Graficar y comparar las curvas del compresor
4. Calcular la humedad que se encuentra presente en el proceso

---

<sup>1</sup> La placa perteneciente al compresor se encuentra en el anexo 1

## 2. DATOS DEL ENSAYO

Los siguientes datos fueron los utilizados para realizar el ensayo

- Presión nominal: 7 bar
- Rango de presión del ensayo: 5,5 – 9 bar
- Corriente límite: 17 A
- Velocidad máxima de rotación: 4350 rpm
- Factor potencia motor eléctrico: 0,9 [-]

## 3. FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR

El funcionamiento de los compresores de tornillo consiste en rotores helicoidales engranados entre ellos, y se ubican dentro de la carcasa en donde comprimen y desplazan el gas hacia la descarga.

Los lóbulos de los rotores son distintos, para poder ajustarse entre sí. A continuación, se adjunta una ilustración donde se explica mejor el funcionamiento

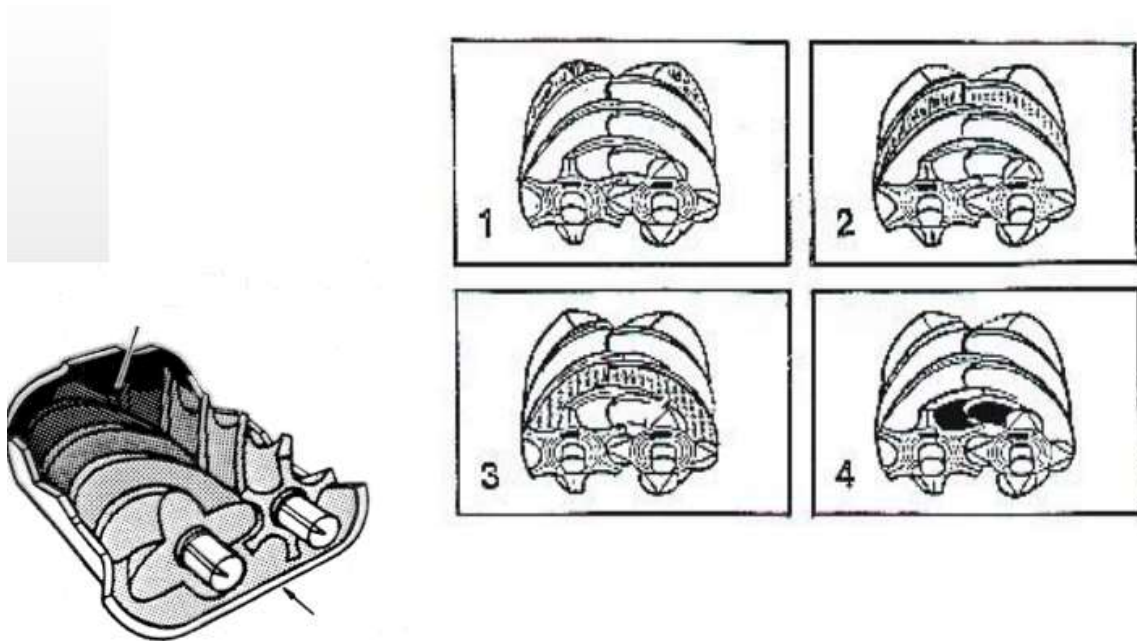
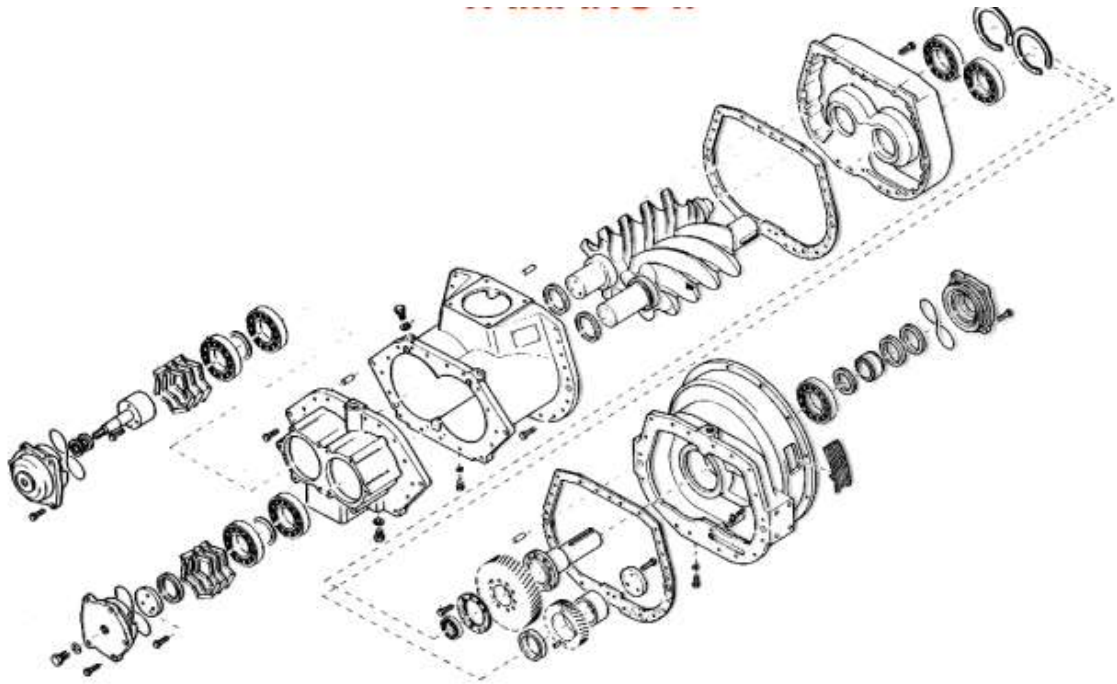


Ilustración 1, Proceso funcionamiento de los tornillos



*Ilustración 2, Despiece unidad compresora*

Las piezas principales del elemento de tornillo son los rotores macho y hembra, que giran en direcciones opuestas mientras disminuye el volumen entre ellos y la carcasa.

El compresor de tornillo no está equipado generalmente con válvulas y no tiene fuerzas mecánicas que ocasionen desequilibrio. Esto significa que puede funcionar con una alta velocidad del eje y puede combinar un gran caudal con unas pequeñas dimensiones exteriores.

En el mercado existen compresores de tornillo con inyección de aceite y compresores de tornillo exento de aceite. A continuación, se muestra el diagrama de flujo de un compresor de tornillo con inyección de aceite.

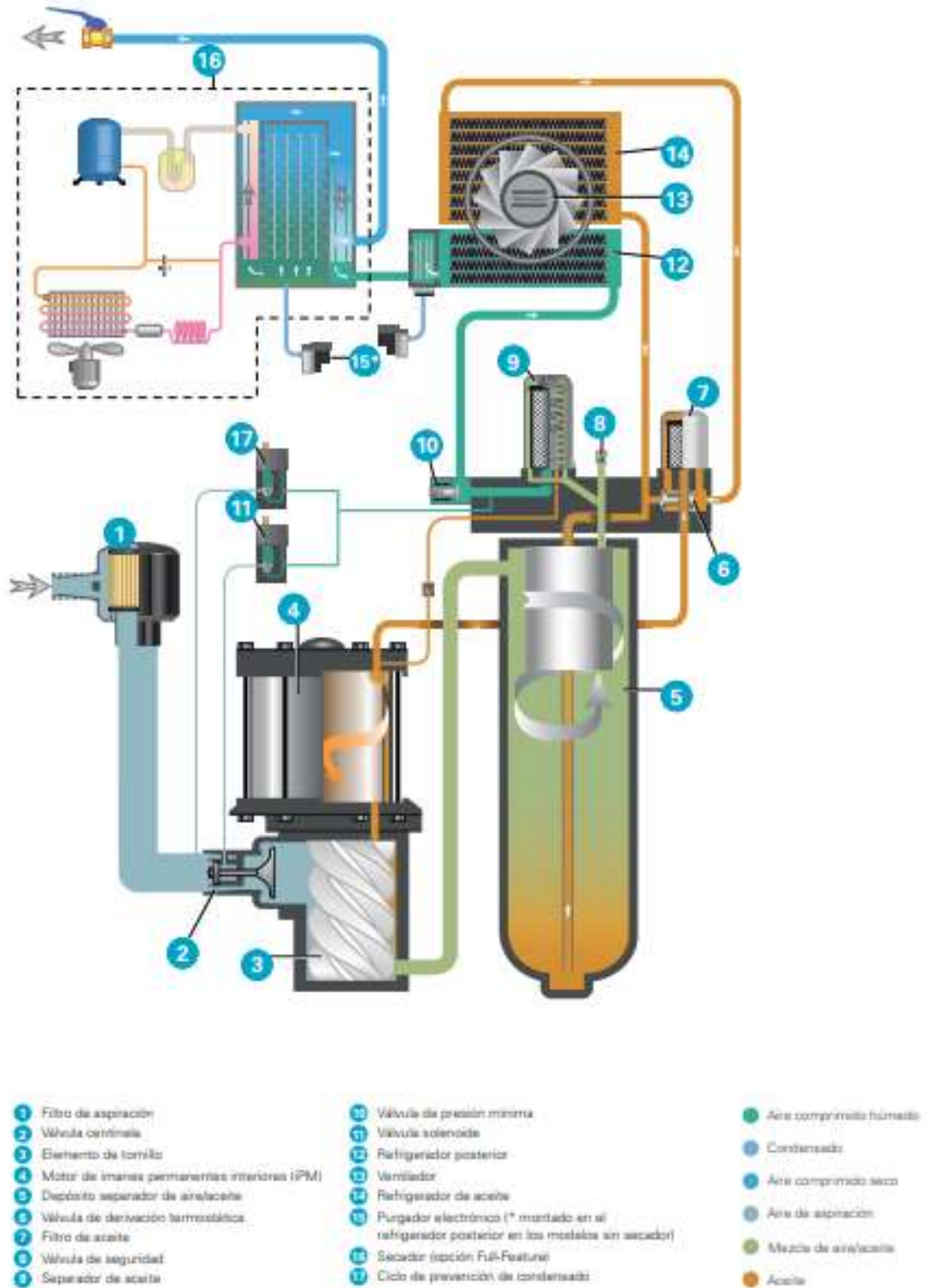


Ilustración 3, Diagrama de flujo compresor de tornillo

#### 4. TABLA VALORES MEDIDOS:

Los datos conseguidos en el ensayo fueron los siguientes:

*Tabla 1, Valores dados en el ensayo*

<b>COMPRESOR DE TORNILLO</b>										
P.Des	Veloc.	Temp Amb	Hum. Amb.	Temp Desc.	Punto Rocio	Temp. EBP	Pres. EBP	Corriente	Caudal	Pres. Atm
$p_d$ [bar]	$n$ [rpm]	$t_{amb}$ [°C]	$H_{amb}$ %	$t_{desc}$ [°C]	PRP [°C]	$t_{EBP}$ [°C]	$\Delta h$ [mm <sub>ca</sub> ]	$I$ [A]	$Q$ [%]	$P_{atm}$ [mm <sub>H<sub>2</sub>O</sub> ]
5,5	4315	18	59,4	73	4	20	476	17	98%	759,5
6	4350	19	58,9	73	4	20	484	16	100%	759,5
7	4350	18	58,6	75	4	21	464	17	100%	759,5
8	4176	18	58,9	76	4	21,5	406	17	100%	759,5
9	3984	19	58,9	77	4	21	348	17	100%	759,5

#### 5. SIMBOLOGÍA

*Tabla 2*

Símbolo	Unidad	Significado
V	m <sup>3</sup> /h	Capacidad, caudal de aire libre
$\alpha$	-	Coeficiente de caudal del diafragma su valor es 0,600
S	cm <sup>2</sup>	Sección del orificio del diafragma es igual a 2,2 cm
T <sub>a</sub>	K	Temperatura abs. De aspiración del compresor
T	K	Temperatura abs. Del estanque de baja presión
H	cm <sub>agua</sub>	Presión en el manómetro diferencial
P <sub>a</sub>	cm <sub>agua</sub>	Presión barométrica
n	rpm	Velocidad rotacional

#### 6. FÓRMULAS

Capacidad:

$$V = 8,62 * \alpha * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Caudal corregido<sup>2</sup>:

$$V' = \frac{V * n_{máx}}{n} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

<sup>2</sup> El caudal fue corregido con respecto a la velocidad

## 6.1. DATOS CALCULADOS

Los datos se calcularon en base a las ecuaciones mostradas en el apartado anterior.

Tabla 3

Datos calculado en el ensayo			
P. Des	Caudal		Velocidad
$p_d$	Q		n
[bar]	m <sup>3</sup> /hr	%	rpm
5,5	72,4387817	98%	4315
6	72,7062503	100%	4350
7	70,8236556	100%	4350
8	68,9512508	100%	4176
9	67,1999207	100%	3984

## 6.2. TABLA ENTREGADA POR EL FABRICANTE <sup>3</sup>

Tabla 4

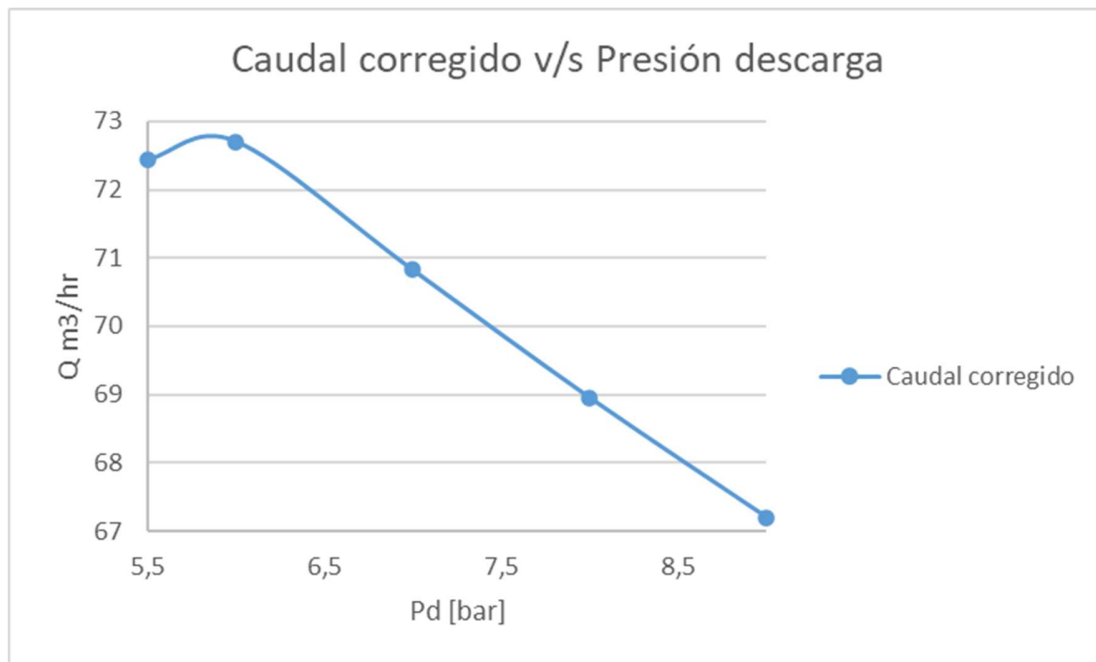
Datos Fabricante		
P. Des	Caudal	
$p_d$	Q	m <sup>3</sup> /hr
[bar]	mínimo	máximo
5,5	25,9	78,8
7	25,2	78,1
9,5	24,5	64,8
12,5	26,3	51,12

<sup>3</sup> Valores sacados del manual del fabricante y medidos con norma ISO1217

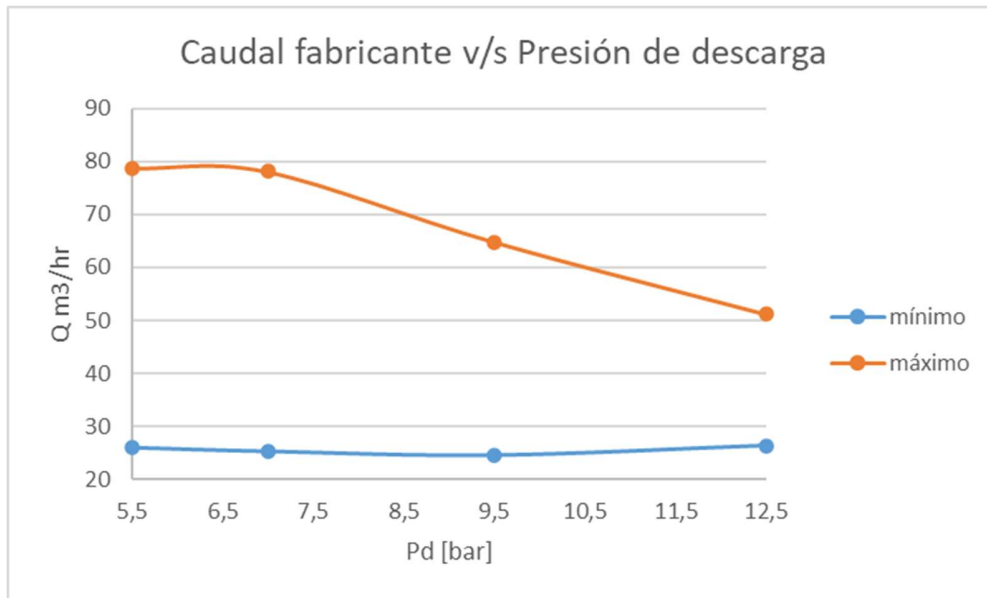


### 6.3. GRÁFICOS

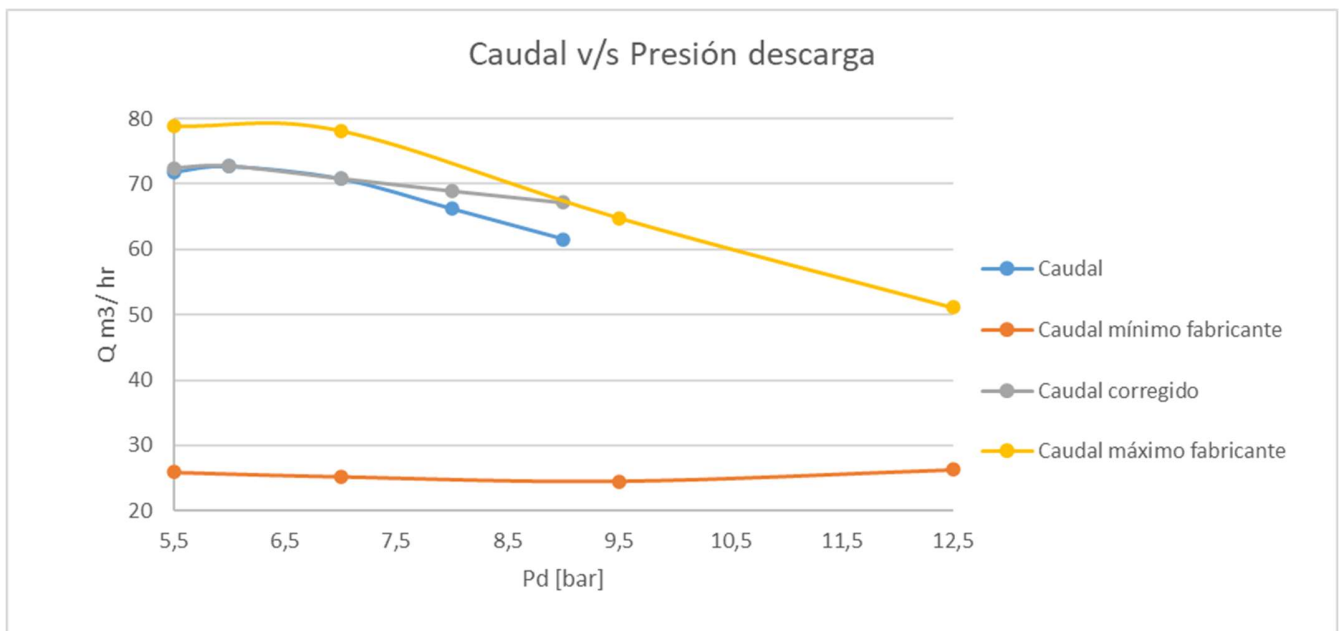
#### 6.3.1. GRÁFICO CAUDAL CORREGIDO V/S PRESIÓN DESCARGA ENSAYO



### 6.3.2. GRÁFICO DEL FABRICANTE



### 6.3.3. GRÁFICO COMPARATIVO



#### 6.3.3.1. ANÁLISIS COMPARATIVO

¿Compare los valores obtenidos con los que señala el fabricante?

Se puede ver en el gráfico que a pesar de que el dibujo de las curvas son los esperados y bastante similares entre ellos, los valores de alguno de los puntos no son los esperados ya que a igual presión de descarga y caudal al 100% debieron haber coincidido. Esto se puede explicar debido a que el fabricante no debió haber considerado las pérdidas que se producen en el proceso a la hora de entregar el caudal, sumado a otros factores de entrada como la humedad, temperatura o altitud.

También hay que mencionar que, al trabajar con la capacidad máxima del caudal, a mayor presión va disminuyendo el caudal. Mientras, que si por el contrario trabajamos con el caudal mínimo a mayor presión va aumentando el caudal, es decir, son inversamente proporcionales.

#### 6.3.3.2. ANÁLISIS DE LOS VALORES

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Si, ya que como podemos apreciar la curva corregida se encuentra entremedio de la curva de caudal máximo y caudal mínimo que nos entregó el fabricante

#### 6.3.3.3. COMENTARIOS

¿Qué comentario surge de lo anterior?

Es necesario considerar factores como la presión de descarga, temperatura de entrada, altitud, y el tipo de trabajo a realizar el compresor a la hora de seleccionar el equipo.

Si bien son cercanos los valores calculados y los valores entregados por el fabricante a igual presión de descarga, sus diferencias pueden deberse a diversos factores como una mala medición, por las pérdidas, condiciones de entrada al compresor, o a las condiciones de trabajo del motor. Esto es normal ya que los valores entregados por el fabricante fueron calculados en condiciones ideales de trabajo cosa que en la realidad.

## 6.4. PUNTO DE ROCÍO A PRESIÓN

### 6.4.1. SIGNIFICADO

Primero que todo debemos conocer el concepto de punto de rocío el cual se utiliza en los compresores para medir la sequedad del aire comprimido. La temperatura a la que comienza a condensarse el agua es la que se denomina temperatura de rocío, es decir esta temperatura es la temperatura límite a la cual puede llegar el agua antes de comenzar a condensarse en nuestra red de aire comprimido.

El punto de rocío se divide en 2, el punto de rocío atmosférico y el punto de rocío a presión. El primero se refiere al vapor saturado a presión ambiente, mientras que el segundo se refiere a una presión superior es decir la temperatura de condensación que puede afectar al compresor.



Ilustración 4, medidor de PRP

### 6.4.2. FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO

Humedad relativa de salida

$$HR_{\text{salida}} = \frac{110 + T^{\circ}_{\text{PRP}}}{(110 + T^{\circ}_{\text{des}})^8} \% \quad \text{Ecuación 5.1.}$$

Humedad absoluta entrada

$$W_{\text{entrada}} = \frac{0,622 * (HR_{\text{ent}}) * P_{\text{sat}_{\text{ent}}}}{P_{\text{atm}} * 133,322 - HR_{\text{ent}} * P_{\text{sat}_{\text{ent}}}} \quad \text{Ecuación 5.2.}$$

Humedad absoluta salida

$$W_{\text{salida}} = \frac{0,622 * HR_{\text{salida}} * P_{\text{sat}_{\text{salida}}}}{P_{\text{desc}} - HR_{\text{salida}} * P_{\text{sat}_{\text{salida}}}} \quad \text{Ecuación 5.3.}$$

<sup>4</sup> La presión de descarga debe estar en pascales.

### 6.4.3. CÁLCULOS DE HUMEDAD

Utilizando las fórmulas mencionadas en el apartado anterior, se realizaron los siguientes cálculos:<sup>5</sup>

*Tabla 5, Cálculos de humedad*

Pdesc bar	HR entrada %	HR salida %	P sat entrada Pa	P sat salida Pa	H. abs. Entrada Kg agua/kg aire seco	H. abs. Salida
5,5	59,4	2,26793%	2064	35475	0,007623377	0,000911205
6	58,9	2,26793%	2198	35475	0,008055494	0,000835169
7	58,6	2,07905%	2064	38592	0,007519464	0,000713761
8	58,9	1,99129%	2064	40236	0,007558427	0,000623571
9	58,9	1,90768%	2198	41938	0,008055494	0,000553411

<sup>5</sup> La presión de saturación de entrada y salida se calcularon mediante la carta psicométrica

## REFERENCIAS

Mege, R. (s. f.). *Fundamentos turbomáquinas*. Recuperado de <https://www.nave13.cl>

Atlas Copco. (2011). *Manual de aire comprimido* (7.<sup>a</sup> ed.). Wilrijk, Bélgica: Atlas Copco Airpower NV.

Atlas Copco. (s. f.). *Ficha técnica compresor de tornillo*. Wilrijk, Bélgica: Atlas Copco.

ANEXO 1



ANEXO 2

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GA 7-37 VSD<sup>+</sup>

Tipo	Presión de trabajo		Capacidad FAD* (mín.-máx.)			Potencia instalada del motor		Nivel sonoro***	Peso, WorkPlace	Peso, WorkPlace Full-Feature
	bar(e)	psig	l/s	m³/h	cfm	kW	CV			
Versión a 50/60 Hz										
GA 7 VSD+	5,5	80	7,2-21,9	25,9-78,8	15,2-46,4	7,5	10	62	193	277
	7	102	7,0-21,7	25,2-78,1	14,8-46,0	7,5	10	62	193	277
	9,5	138	6,8-18,0	24,5-64,8	14,4-38,1	7,5	10	62	193	277
	12,5	181	7,3-14,2	26,3-51,12	15,5-30,1	7,5	10	62	193	277
GA 11 VSD+	5,5	80	7,3-32,9	26,3-118,4	15,5-69,7	11	15	63	196	280
	7	102	7,3-32,5	26,3-117,0	15,5-68,8	11	15	63	196	280
	9,5	138	7,0-22,2	25,2-97,9	14,8-57,8	11	15	63	196	280
	12,5	181	7,6-23,5	27,4-84,6	16,1-49,8	11	15	63	196	280
GA 15 VSD+	5,5	80	7,2-42,3	25,9-152,3	15,2-99,6	15	20	64	199	288
	7	102	7,1-41,8	25,6-150,5	15,0-88,6	15	20	64	199	288
	9,5	138	6,8-35,5	24,5-127,8	14,4-75,2	15	20	64	199	288
	12,5	181	7,3-27,9	26,3-100,4	15,5-69,1	15	20	64	199	288
GA 18 VSD+	4	58	15,0 - 63,2	53,9 - 227,5	31,7 - 133,8	18	25	67	367	480
	7	102	14,7 - 61,8	53,0 - 222,6	31,2 - 131,0	18	25	67	367	480
	9,5	138	16,9 - 53,0	61,0 - 190,8	35,9 - 112,3	18	25	67	367	480
	12,5	181	16,3 - 43,0	58,5 - 154,8	34,4 - 91,1	18	25	67	367	480
GA 22 VSD+	4	58	15,2 - 70,1	54,6 - 274,0	32,1 - 161,2	22	30	67	363	485
	7	102	14,8 - 74,3	53,3 - 267,6	31,3 - 157,4	22	30	67	363	485
	9,5	138	17,1 - 64,5	61,5 - 232,1	38,2 - 136,6	22	30	67	363	485
	12,5	181	16,9 - 53,5	60,7 - 192,5	35,7 - 113,2	22	30	67	363	485
GA 26 VSD+	4	58	14,8 - 85,8	53,2 - 309,0	31,3 - 181,8	26	35	67	373	490
	7	102	14,5 - 85,3	52,1 - 307,2	30,6 - 180,7	26	35	67	373	490
	9,5	138	16,9 - 77,9	60,7 - 280,5	35,7 - 166,1	26	35	67	373	490
	12,5	181	16,3 - 64,1	58,8 - 230,8	34,6 - 135,8	26	35	67	373	490
GA 30 VSD+	4	58	15,1 - 98,0	54,3 - 352,8	31,9 - 207,6	30	40	67	376	500
	7	102	15,0 - 97,4	54,1 - 350,5	31,8 - 206,2	30	40	67	376	500
	9,5	138	17,2 - 86,6	61,7 - 308,2	36,3 - 181,3	30	40	67	376	500
	12,5	181	16,7 - 72,0	60,0 - 259,1	35,3 - 152,4	30	40	67	376	500
GA 37 VSD+	4	58	15,3 - 116,4	55,1 - 418,9	32,4 - 246,4	37	50	67	376	500
	7	102	14,8 - 114,8	53,2 - 413,2	31,3 - 243,1	37	50	67	376	500
	9,5	138	17,1 - 102,1	61,5 - 367,7	36,2 - 216,3	37	50	67	376	500
	12,5	181	16,4 - 86,6	58,9 - 311,8	34,6 - 183,4	37	50	67	376	500