

## DOCUMENTACIÓN

● DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	Z1
● ÍNDICE ALFANUMÉRICO	Z2

## DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

## INDICACIONES DE NEUMÁTICA

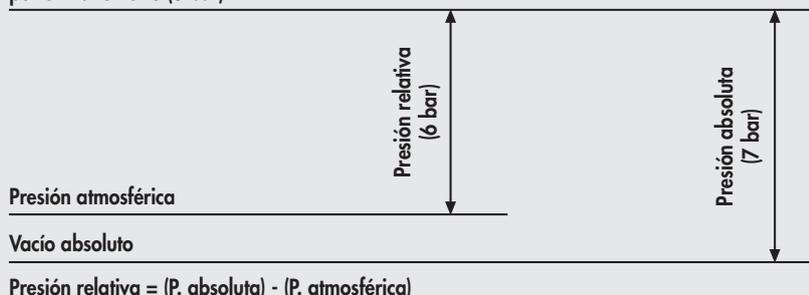
**PRESIÓN:** Es la relación entre una fuerza y la superficie sobre la cual actúa.

$$P = \frac{F \text{ (N)}}{S \text{ (m}^2\text{)}} = Pa$$

**PRESIÓN ATMOSFÉRICA:** Equivale a la presión ejercida sobre una superficie de 1 cm<sup>2</sup> sobre el nivel del mar y a una temperatura de 20°C y una humedad del 65%: 10.33 m H<sub>2</sub>O, 760 mm Hg 1.013 x 10<sup>5</sup> Pa.

**PRESIÓN ABSOLUTA:** Es la presión referida a las condiciones de presión 0: vacío absoluto.

**PRESIÓN RELATIVA:** Es la presión referida a las condiciones de presión atmosférica: es la que habitualmente indican los manómetros utilizados en los circuitos neumáticos.  
**Presión indicada por el manómetro (6 bar)**



**PRESIÓN ASCENDENTE:** Presión del aire comprendida en la entrada del componente neumático.

**PRESIÓN DESCENDENTE:** Presión del aire comprendida en la salida del componente neumático.

**ΔP CAÍDA DE PRESIÓN:** Diferencia entre la presión ascendente y la presión descendente.

**CAUDAL:** Representa el volumen de aire que pasa en una sección dada en una unidad de tiempo. En neumática, la unidad de medida del caudal es el NI (Normal-litro). En la práctica representa el caudal volumétrico del aire referido a la presión atmosférica.

Ejemplo: en un conducto de sección dado se registra un caudal de masa de 1 litro de aire (1 dm<sup>3</sup>) a 7 bar de presión absoluta. Tal valor expresado en volumen de aire equivale a 7 litros de aire (7 dm<sup>3</sup>) a la presión atmosférica (1 bar).



**Caudal volumétrico** (referido a la presión absoluta)

- A paridad de presión, el caudal es directamente proporcional a la sección de paso.
- A paridad de sección, la presión es directamente proporcional al caudal.
- Sin un ΔP (diferencia entre la presión ascendente y la presión descendente) no puede existir caudal.

**PRINCIPIO DE PASCAL:** en un fluido, encerrado en un espacio, la presión ejercida en un punto se transmite íntegramente en todas las direcciones.



Densidad del aire, medida a 20°C y presión atmosférica:  $1.275 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$



### CÁLCULO DEL CAUDAL DE UNA VÁLVULA CON EL COEFICIENTE DE CAUDAL $K_v$

El coeficiente  $k_v$  proporciona valores aproximados cuando se usa para el aire comprimido.  
El caudal  $Q_N$  a un volumen normal a través de una válvula es:

En régimen subsónico:  $P_2 > \frac{P_1}{2}$

en régimen sónico:  $P_2 < \frac{P_1}{2}$

$$Q_N = 28,6 \cdot k_v \cdot \sqrt{P_2 \cdot \Delta P} \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = 14,3 \cdot k_v \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

donde

$Q_N$  = caudal en volumen normal [NI/min]

$Q_N^*$  = caudal crítico en volumen normal [NI/min]

$k_v$  = coeficiente hidráulico en  $\frac{l}{min} \left( \frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

$P_1$  = presión absoluta de entrada [bar]

$P_2$  = presión absoluta de salida [bar]

$\Delta P$  = variación de presión  $P_1 - P_2$  [bar]

$t$  = temperatura del aire de entrada [°C]

### CÁLCULO DEL CAUDAL DE UNA VÁLVULA CON EL COEFICIENTE $C_y$ y $b$

El caudal  $Q_N$  en volumen normal, que atraviesa una válvula es:

En régimen subsónico:  $P_2 > b \cdot P_1$

en régimen sónico:  $P_2 < b \cdot P_1$

$$Q_N = C \cdot P_1 \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{r-b}{1-b} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = C \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{293}{273 + t}}$$

donde

$Q_N$  = caudal en volumen normal [NI/min]

$Q_N^*$  = caudal crítico en volumen normal [NI/min]

$C$  = conductancia en [NI/min · bar]

$P_1$  = presión absoluta de entrada [bar]

$P_2$  = presión absoluta de salida [bar]

$r$  = relación entre la presión de entrada y la de salida  $P_2 / P_1$

$b$  = relación de la presión crítica  $b = P_2^* / P_1$

$t$  = temperatura del aire de entrada [°C]

### CÁLCULO DEL CAUDAL DE UNA VÁLVULA CON EL COEFICIENTE $C_v$

El caudal  $Q_N$ , en volumen normal, que atraviesa una válvula es:

En régimen subsónico:  $P_2 > 0,528 \cdot P_1$

en régimen sónico:  $P_2 < 0,528 \cdot P_1$

$$Q_N = 400 \cdot C_v \cdot \sqrt{P_2 \Delta P} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + t}}$$

$$Q_N^* = 200 \cdot C_v \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + t}}$$

donde

$Q_N$  = caudal en volumen normal [NI/min]

$Q_N^*$  = caudal crítico en volumen normal [NI/min]

$C_v$  = coeficiente de flujo [US · GPM / p.s.i.]

$P_1$  = presión absoluta de entrada [bar]

$P_2$  = presión absoluta de salida [bar]

$t$  = temperatura del aire de entrada [°C]

### FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL NOMINAL

Para obtener el caudal nominal  $Q_{Nn}$  de una válvula, que es el flujo en volumen normal que atraviesa la válvula con  $p_1=6$  [bar] ( $P_1=7$  [bar] absolutos) y  $\Delta P=1$  [bar] las fórmulas precedentes indicadas se reducen a:

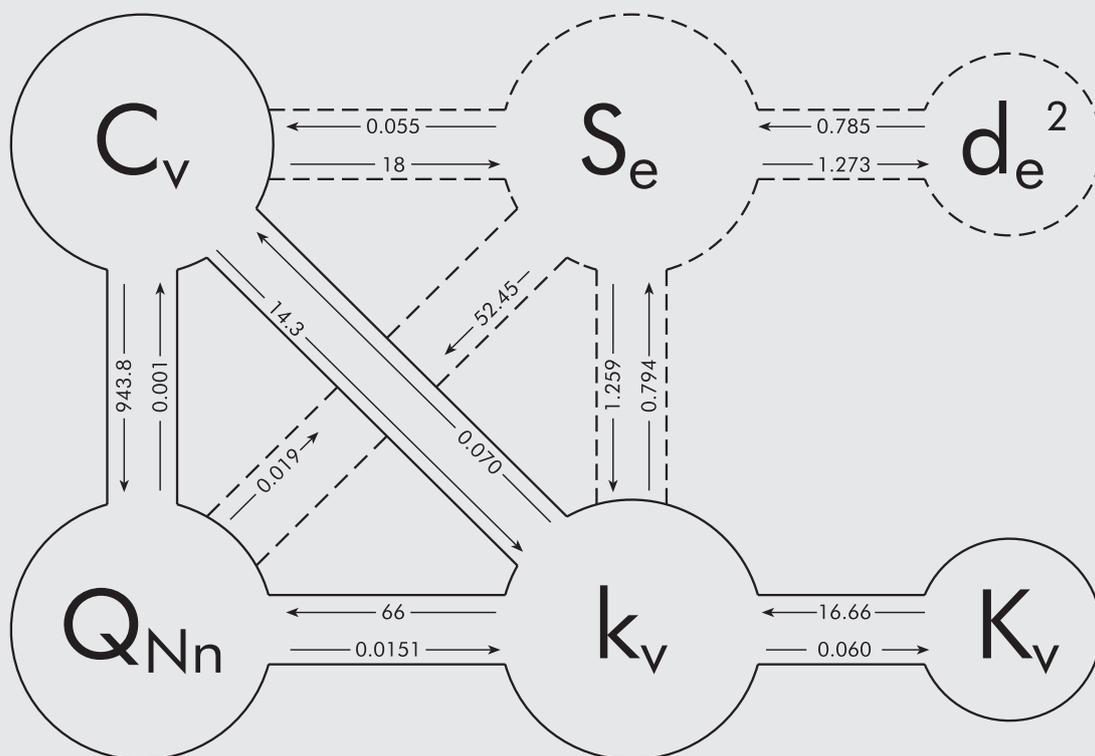
$$Q_{Nn} = 66 \cdot k_v$$

$$Q_{Nn} = 943,8 \cdot C_v$$

$$Q_{Nn} = 7 \cdot C \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{0,857 - b}{1 - b}\right)^2}$$

en consecuencia igualando las primeras dos fórmulas se obtiene:  $k_v = 14,3 \cdot C_v$

- REACCIONES ENTRE  $Q_{Nn}$  -  $C_v$  -  $k_v$  -  $K_v$  -  $S_e$  -  $d_e^2$



$Q_{Nn}$  = caudal nominal en [Nl/min] con  $p_1=6$  [bar] ( $P_1=7$  [bar] absolutos) y  $\Delta P=1$  [bar]

$k_v$  = coeficiente hidráulico en  $\frac{l}{min} \left( \frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

$K_v$  = coeficiente hidráulico en  $\frac{m^3}{h} \left( \frac{kg}{dm^3 \cdot bar} \right)^{1/2}$

$C_v$  = coeficiente de flujo [US · GPM / p.s.i.]

$S_e$  = sección equivalente [mm<sup>2</sup>]

$d_e^2 = S_e \cdot \frac{4}{\pi}$  diámetro de paso en [mm<sup>2</sup>] resultado de la sección equivalente

## TABLA DE CONVERSIÓN

**TAB. 1 - CONVERSIÓN ENTRE SISTEMAS DE MEDICIÓN**

	Sistema técnico y sistema CGS	→ Multiplicar por	Sistema S.I.	← Multiplicar por	Sistema inglés
Longitud	m	1	m	0.0254	in (pulgadas)
			m	0.3048	ft (pies)
Tiempo	s	1	s	1	s
Área	m <sup>2</sup>	1	m <sup>2</sup>	0.000645	in <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>	0.0929	ft <sup>2</sup>
Volumen	m <sup>3</sup>	1	m <sup>3</sup>	16.39·10 <sup>-4</sup>	in <sup>3</sup>
			m <sup>3</sup>	0.02832	ft <sup>3</sup>
Velocidad	m·s <sup>-1</sup>	1	m·s <sup>-1</sup>	0.3048	ft·s <sup>-1</sup>
Aceleración	m·s <sup>-2</sup>	1	m·s <sup>-2</sup>	0.3048	ft·s <sup>-2</sup>
Masa	kg·s <sup>2</sup> ·m <sup>-1</sup>	9.81	kg	0.4536	lb (libbra)
			kg	14.594	slug = lb·f·s <sup>2</sup> ·ft <sup>-1</sup>
Fuerza	kg o kp	9.81	N	4.4483	lb·f (libbra)
	kg	0.981	da N = 10 N		
Par	kg·m	9.81	N·m	1.356	lb·f·ft
Densidad	kg·s <sup>2</sup> ·m <sup>-3</sup>	9.81	kg·m <sup>-3</sup>	16.02	lb·ft <sup>-3</sup>
Peso específico	kg·m <sup>-1</sup>	9.81	N·m <sup>-3</sup>	157.16	lb·f·ft <sup>-3</sup>
Trabajo, energía	kg·m	9.81	J	1.356	lb·f·ft
			KWh=3,6·10 <sup>6</sup> J		
Calor	Cal	4186	J	1055.1	BTU
Potencia	kg·m·s <sup>-1</sup>	9.81	W	1.3558	lb·f·ft·s <sup>-1</sup>
	CV	735	W	745.7	HP
Presión	kg·m <sup>-2</sup>	9.81	Pa	6.8948·10	p.s.i.=lb·f·in <sup>-2</sup>
	kg·cm <sup>-2</sup>	9.81·10	Pa		
	kg·cm <sup>-2</sup>	0.981	bar = 10 <sup>5</sup> Pa		
Caudal másico	kg·s·m <sup>-1</sup>	9.81	kg·s <sup>-1</sup>	0.4536	lb·s <sup>-2</sup>
Caudal en volumen	m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	1	m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	0.02832	ft <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
	NI/min <sup>-1</sup>	0.0000167	Nm <sup>3</sup> ·S <sup>-1</sup>	0.000472	scfm
Viscosidad dinámica	kg·s·m <sup>-2</sup>	9.81	Pa·s	6.896	lb·f·s·in <sup>-2</sup>
	Po (sistema poise CGS)	0.1	Pa·s		
Viscosidad cinética	m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup>	1	m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup>	0.0929	ft <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup>
	St (sistema stokes CGS)				
	Sistema técnico y sistema CGS	← dividir por	Sistema S.I.	→ dividir por	Sistema inglés

**TAB. 2 - CONVERSIÓN ENTRE TEMPERATURAS**

$$^{\circ}\text{F} = [1,8 \cdot ^{\circ}\text{C}] + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = [^{\circ}\text{F} - 32] \cdot 0,55$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$^{\circ}\text{C} = \text{grado Celsius}$$

$$\text{K} = \text{grado Kelvin}$$

$$^{\circ}\text{F} = \text{grado Fahrenheit}$$

**TAB. 3 - MULTIPLOS Y SUBMULTIPLOS**

Nombre	Símbolo	Valor
tera	T	10 <sup>12</sup>
giga	G	10 <sup>9</sup>
mega	M	10 <sup>6</sup>
kilo	k	10 <sup>3</sup>
hecto	h	10 <sup>2</sup>
deca	da	10
deci	d	10 <sup>-1</sup>
centi	c	10 <sup>-2</sup>
mili	m	10 <sup>-3</sup>
micro	μ	10 <sup>-6</sup>
nano	n	10 <sup>-9</sup>
pico	p	10 <sup>-12</sup>

**TAB. 4 - FACTORES DE CONVERSIÓN POR UNIDAD DE PRESIÓN**

Para obtener la presión en las unidades siguientes, multiplicar el número dado en las unidades de partida por el coeficiente indicado.

Unidad de partida	Pa	kPa	MPa	bar	mbar	kp/cm <sup>2</sup>	cm H <sub>2</sub> O	mm H <sub>2</sub> O	mm Hg	p.s.i.
Pa	1	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup>	10.1972·10 <sup>-6</sup>	10.1972·10 <sup>-3</sup>	101.972·10 <sup>-3</sup>	7.50062·10 <sup>-3</sup>	0.145038·10 <sup>-3</sup>
kPa	10 <sup>3</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10	10.1972·10 <sup>-3</sup>	10.1972	101.972	7.50062	0.145038
MPa	10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	1	10	10 <sup>4</sup>	10.1972	10.1972·10 <sup>3</sup>	101.972·10 <sup>3</sup>	7.50062·10 <sup>3</sup>	0.145038·10 <sup>3</sup>
bar	10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10 <sup>3</sup>	1.01972	1.01972·10 <sup>3</sup>	10.1972·10 <sup>3</sup>	750.062	14.5038
mbar	100	0,1	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	1.01972·10 <sup>-3</sup>	1.01972	10.1972	0.750062	14.5038·10 <sup>-3</sup>
kp/cm <sup>2</sup>	98066.5	98.0665	98.0665·10 <sup>-3</sup>	0.989665	980.665	1	1000	10.000	735.559	14.2233
cm H <sub>2</sub> O	98.0665	98.0665·10 <sup>-3</sup>	98.0665·10 <sup>-6</sup>	0.98665·10 <sup>-3</sup>	0.98665	10 <sup>-3</sup>	1	10	0.735559	14.2233·10 <sup>-3</sup>
mm H <sub>2</sub> O	9.80665	9.80665·10 <sup>-3</sup>	9.80665·10 <sup>-6</sup>	9.80665·10 <sup>-6</sup>	9.80665·10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	0.1	1	73.5559·10 <sup>-3</sup>	14.2233·10 <sup>-3</sup>
mm Hg	133.322	133.322·10 <sup>-3</sup>	133.322·10 <sup>-3</sup>	1.33322·10 <sup>-3</sup>	1.33322	1.35951·10 <sup>-3</sup>	1.35951	13,5951	1	19.3368·10 <sup>-3</sup>
p.s.i.	6894.76	6.89476	6.89476·10 <sup>-3</sup>	68.9476·10 <sup>-3</sup>	68.9476	70.307·10 <sup>-3</sup>	70.307	703.07	51.7149	1

TAB. 5 - CONSTANTES DEL AIRE

Dimensión	Símbolo	Valor	
Viscosidad dinámica	$\mu$	$17.89 \cdot 10^{-6}$	Pa s
Viscosidad cinética	$\gamma$	$14.61 \cdot 10^{-6}$	$m^2 s^{-1}$
Densidad	$\rho$	1.225	$kg m^{-3}$
Calor específico a presión constante	$C_p$	1.004	$KJ kg^{-1} K^{-1}$
Velocidad del sonido	$a$	340.29	$m s^{-1}$
Constante del gas	R	287.1	$J kg^{-1} K^{-1}$

TAB. 6 - CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA EN AIRE COMPRIMIDO SATURADO

Gramos de vapor de agua por metro cúbico ( $g/cm^3$ ) de aire a presión atmosférica 1,013 bar (0 bar relativo) en condiciones de saturación y comprimido a las presiones y temperaturas indicadas.

Temper. °C	Presión-bar												
	0	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3	8	10	12,5	16	20
0	4.82	3.45	2.97	2.42	1.87	1.39	0.97	0.67	0.54	0.44	0.36	0.29	0.23
5	6.88	4.93	4.24	3.46	2.68	1.99	1.39	0.95	0.77	0.63	0.52	0.41	0.33
10	9.41	6.74	5.80	4.73	3.66	2.72	1.90	1.30	1.06	0.87	0.70	0.56	0.45
15	12.7	9.08	7.83	6.39	4.94	3.67	2.56	1.76	1.43	1.17	0.95	0.76	0.61
20	17.4	12.5	10.7	8.75	6.77	5.02	3.51	2.41	1.95	1.60	1.30	1.04	0.84
25	23.6	16.9	14.6	11.9	9.18	6.82	4.77	3.27	2.65	2.17	1.77	1.40	1.14
30	30.5	21.8	18.8	15.3	11.9	8.81	6.16	4.22	3.43	2.81	2.29	1.81	1.47
35	39	27.9	24	19.6	15.2	11.3	7.87	5.40	4.38	3.59	2.92	2.32	1.88
40	49.6	35.5	30.6	24.9	19.3	14.3	10	6.87	5.57	4.55	3.72	2.95	2.39
45	63.5	45.45	39.2	31.9	24.7	18.3	12.8	8.79	7.13	5.84	4.76	3.77	3.06
50	81	58	49.9	40.7	31.5	23.4	16.4	11.2	9.10	7.45	6.07	4.82	3.90

TAB. 7 - FACTORES DE CONVERSIÓN POR UNIDAD DE CAUDAL EN VOLUMEN

Para obtener el caudal en volumen en las unidades siguientes, multiplicar el número dado en las unidades de partida por el coeficiente indicado

Unidad de partida	$m^3/s$	l/s	$cm^3/s$	$m^3/h$	$m^3/min$	l/h	l/min	$ft^3/min$ (scfm)	galón/min UK	galón/min USA
$m^3/s$	1	$10^3$	$10^6$	3600	60	$3.6 \cdot 10^3$	$60 \cdot 10^3$	$2.1188 \cdot 10^3$	$13.198 \cdot 10^3$	$15.850 \cdot 10^3$
l/s	$10^{-3}$	1	$10^3$	3.6	$60 \cdot 10^{-3}$	$3.6 \cdot 10^3$	60	2.1188	13.198	15.850
$cm^3/s$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	$3600 \cdot 10^{-6}$	$60 \cdot 10^{-6}$	3.6	$60 \cdot 10^{-3}$	$2.1188 \cdot 10^{-3}$	$13.198 \cdot 10^{-3}$	$15.850 \cdot 10^{-3}$
$m^3/h$	$0.277778 \cdot 10^{-3}$	0.27778	$0.277778 \cdot 10^3$	1	$16.667 \cdot 10^{-3}$	$10^3$	16.667	0.58856	3.6661	4.4028
$m^3/min$	$16.667 \cdot 10^{-3}$	16.667	$16.667 \cdot 10^3$	60	1	$6 \cdot 10^4$	$10^3$	35.313	219.97	$264.17 \cdot 10^{-3}$
l/h	$0.27778 \cdot 10^{-6}$	$0.27778 \cdot 10^{-3}$	0.27778	$10^{-3}$	$16.667 \cdot 10^{-6}$	1	$16.667 \cdot 10^{-3}$	$0.58856 \cdot 10^{-3}$	$3.6661 \cdot 10^{-3}$	$4.4028 \cdot 10^{-3}$
l/min	$16.667 \cdot 10^{-6}$	$16.667 \cdot 10^{-3}$	$16.667 \cdot 10^{-6}$	$60 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$60^{-3}$	1	$35.313 \cdot 10^{-3}$	$219.97 \cdot 10^{-3}$	$264.17 \cdot 10^{-3}$
$ft^3/min$	$0.47195 \cdot 10^{-3}$	0.47195	$0.47195 \cdot 10^3$	1.6990	$28.317 \cdot 10^{-3}$	$1.6990 \cdot 10^3$	28.317	1	6.2288	7.4804
galones m. UK	$75.768 \cdot 10^{-6}$	$75.768 \cdot 10^{-3}$	75.768	0.27276	$4.5461 \cdot 10^{-3}$	272.76	4.5461	0.16054	1	1.2009
galones m. USA	$63.090 \cdot 10^{-6}$	$63.090 \cdot 10^{-3}$	63.090	0.22712	$3.7854 \cdot 10^{-3}$	227.12	3.7854	0.13368	0.83266	1

## CAUDAL ACONSEJADO

Caudal máximo aconsejado en Nl/min. para conductos de circuitos neumáticos. Los datos de caudal se calculan de la forma siguiente:

- tubos de  $\varnothing 2$  a  $\varnothing 12$  con caída de presión equivalente al 0,3% de la presión de trabajo por cada metro de longitud del conducto
- tubos de  $\varnothing 15$  a  $\varnothing 40$  con caída de presión equivalente al 0,15% de la presión de trabajo por cada metro de longitud del conducto.

Presión bar	Diámetro interno en mm- Diámetro nominal en pulgadas gas											
	$\varnothing 2$	$\varnothing 4$	1/8"	1/4"	3/8"	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
2	3,5	19	53	110	190	300	370	750	1350	2500	4300	
4	6,2	35	97	200	350	550	700	1400	2400	4500	7800	
6	9	50	140	290	500	800	1000	2000	3500	6500	11500	
8	11,8	66	185	380	660	1050	1300	2600	4500	8500	15000	
10	14,5	82	230	470	820	1300	1600	3250	5700	10500	18500	

TAB. 9 - CONSUMO DE AIRE INDICATIVO PARA DIVERSOS TIPOS DE APARATOS

Tipo de aparato	Consumo a plena carga NL/min.	Tipo de aparato	Consumo a plena carga NL/min.
Taladro Ø 6 mm	300	Pistón para moldes pequeños	350
Taladro Ø 12 mm	500	Pistón 8 Kg	700
Taladro Ø 20 mm	1150	Remachador Ø 10	450
Taladro Ø 45 mm	1650	Remachador Ø 20	1000
Destornillador o atornillador M 6	300	Cinzel 4 kg	380
Destornillador o atornillador M 10	400	Cinzel 6 kg	500
Atornillador de impulso M 16	1150	Pistola pequeña pint.	160
Atornillador de impulso M 25	1650	Pistola industrial pint.	500
Esmerilador de muela Ø 1"	350	Fuelle de limpieza Ø 1 mm	65
Esmerilador de muela Ø 6"	1500	Fuelle de limpieza Ø 2 mm	250
Esmerilador de muela Ø 9"	2100	Limpiadora de arena con boquilla Ø 5	1600
Pulidora	1200	Limpiadora de arena con boquilla Ø 8	4200
Montacargas 1000 kg	2150	Pulidora	500
Soldador de puntos	300	Vibrador pesado para hormigón	2500
		Martillo demoledor 35 kg	1650
		Perforadora 18 kg	1850
		Perforadora 30 kg	2850

## GRADO DE PROTECCIÓN

### GRADO DE PROTECCIÓN ELÉCTRICO (NORMA EN 60529 E CEI 529)

# IP 65

GRADO DE PROTECCIÓN FRENTE A LA PENETRACIÓN DE LIQUIDOS

GRADO DE PROTECCIÓN FRENTE A LA PENETRACIÓN DE CUERPOS EXTRAÑOS QUE PUEDEN ENTRAR EN CONTACTO CON LAS PARTES EN TENSIÓN

1º N.	DESCRIPCIÓN	2º N.	DESCRIPCIÓN
0	No protegido	0	No protegido
1	Protegido frente a los cuerpos sólidos superiores a Ø 50 mm	1	Protegido frente a la caída vertical de agua (condensación)
2	Protegido frente a los cuerpos sólidos superiores a Ø 12 mm	2	Protegido frente a la caída de gotas de agua hasta 15° en vertical
3	Protegido frente a los cuerpos sólidos superiores a Ø 2.5 mm	3	Protegido frente al agua de lluvia hasta 60° en vertical
4	Protegido frente a los cuerpos sólidos superiores a Ø 1 mm	4	Protegido frente a salpicaduras de agua en cualquier dirección
5	Protegido frente al polvo	5	Protegido frente a los chorros de agua lanzados desde cualquier dirección
6	Totalmente protegido contra el polvo	6	Protegido frente a las olas del mar o similares
		7	Protegido frente a los efectos de la inmersión

## ¡CUIDADO A LA COMPATIBILIDAD!

Los productos neumáticos incluyen juntas en elastómeros, que pueden ser en NBR, en poliuretano o en FKM/FPM.

Es importante que no se pongan en contacto con sustancias incompatibles, que causan deformaciones o grietas y malfuncionamientos.

En particular se tiene que verificar la compatibilidad de:

- Aceite empleado en el compresor de aire
- Aceite empleado en el lubricante, si hay
- Aceite o fluidos de corte empleados en la máquina, que pueden entrar en los cilindros y remontar a las válvulas.

Se dispone de una tabla de compatibilidad, elaborada por nosotros, entre cierto número de sustancias químicas, los elastómeros y también el Hostaform®, que es el tecnopolímero más empleado con nuestros productos.

Ver la página web en inglés <https://www.metalwork.it/pneumatic-components/compatibility-materials-0001408.html> o bien, en lengua italiana, <https://www.metalwork.it/componenti-pneumatici/materiali-compatibilita-0001407.html>.

En el sitio web de la Parker Pradifa, que es uno de nuestros proveedores de juntas, hay una tabla interactiva de definición de las incompatibilidades a la página [www.parker.com/o-ring/fcg.asp](http://www.parker.com/o-ring/fcg.asp)

Indicamos, a título de ejemplo y no exhaustivo, uno de los aceites que son compatibles con todos los elastómeros empleados con nuestros productos:

- Aceite para lubricación: Uni e Iso FD22 (Energol, Spinesso, Mobil DTE, Tellus oil)
- Aceite para compresor a baja presión: Shell Corena oil D46
- Aceite para compresor a alta presión: Shell Rimula x oil 40

**Al contrario señalamos que algunos aceites sintéticos a base de ésteres, son particularmente incompatibles con NBR y poliuretano. Entre estos está el aceite ROTORIL 8000 F2**

Metal Work está disponible para dar informaciones y, si es necesario, a ejecutar nuevas búsquedas y pruebas.

## CLASIFICACIÓN DE LA PUREZA DEL AIRE

La norma ISO 8573-1 establece el nivel de calidad del aire en términos de partículas sólidas, humedad y concentración de aceite.

Ejemplo:

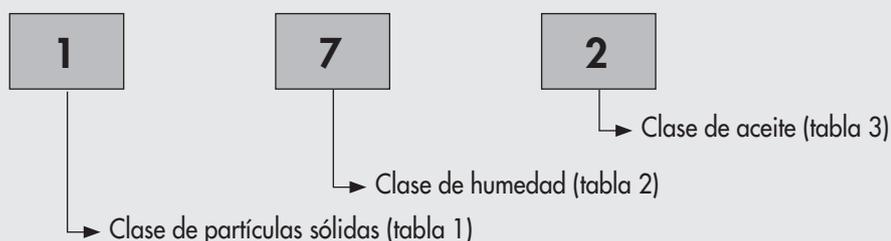


TABLA 1 - CLASE DE PARTÍCULAS SÓLIDAS

Clase	Número máximo de partículas por m <sup>3</sup> Tamaño de las partículas, d [µm]		
	0.1 < d ≤ 0.5	0.5 < d ≤ 1.0	1.0 < d ≤ 5.0
0	Según lo especificado por el usuario o proveedor del equipo y más estricto que la clase 1		
1	≤ 20000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400000	≤ 6000	≤ 100
3	No especificado	≤ 90000	≤ 1000
4	No especificado	No especificado	≤ 10000
5	No especificado	No especificado	≤ 100000
Clase	Concentración, C <sub>p</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]		
6	0 < C <sub>p</sub> ≤ 5		
7	5 < C <sub>p</sub> ≤ 10		
X	C <sub>p</sub> > 10		

TABLA 2 - CLASE DE HUMEDAD

Clase	Punto de condensación [°C]
0	Según lo especificado por el usuario o proveedor del equipo y más estricto que la clase 1
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10
Clase	Concentración de agua líquida, C <sub>w</sub> [g/m <sup>3</sup> ]
7	C <sub>w</sub> ≤ 0.5
8	0.5 < C <sub>w</sub> ≤ 5
9	5 < C <sub>w</sub> ≤ 10
X	C <sub>w</sub> > 10

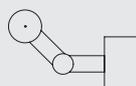
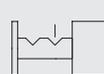
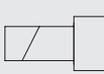
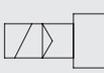
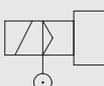
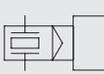
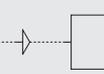
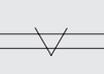
TABLA 3 - CLASE DE ACEITES

Clase	Concentración de aceite (aerosol, líquido, vapor) [mg/m <sup>3</sup> ]
0	Según lo especificado por el usuario o proveedor del equipo y más estricto que la clase 1
1	≤ 0.01
2	≤ 0.1
3	≤ 1
4	≤ 5
X	> 5

## SÍMBOLOS NEUMÁTICOS

DISTRIBUCIÓN Y REGULACIÓN			
	Válvula 2 vías/2 posiciones (2/2) normalmente cerrada		Válvula de secuencia
	Válvula 2 vías/2 posiciones (2/2) normalmente abierta		Regulador de presión sin válvula de purga
	Válvula 3 vías/2 posiciones (3/2) normalmente cerrada		Regulador de presión con válvula de purga (Relieving)
	Válvula 3 vías/2 posiciones (3/2) normalmente abierta		Regulador de presión pilotado con válvula purga (Relieving)
	Válvula 3 vías/2 posiciones (3/2) NC-NO		Válvulas de interceptación
	Válvula 5 vías/2 posiciones (5/2)		Válvulas a dos presiones (elemento AND)
	Válvula 5 vías/3 posiciones (5/3) centros en presión		Arrancador progresivo de acondicionamiento neumático (APR)
	Válvula 5 vías/3 posiciones (5/3) centros abiertos		Arrancador progresivo con accionamiento electro neumático (APR)
	Válvula 5 vías/3 posiciones (5/3) centros cerrados		Arrancador progresivo (APR) con accionamiento neumático (solamente SK 100)
	Válvula unidireccional		Arrancador progresivo (APR) con accionamiento electro neumático (solamente SK 100)
	Válvula antirretorno con muelle		Válvula seccionadora de circuito de 3 vías (V3V) con mando susceptible de incorporar candado
	Válvula seleccionadora de circuito (elemento OR)		Válvula seccionadora de circuito de 3 vías (V3V) con mando neumático
	Válvula de escape rápido		Válvula seccionadora de circuito de 3 vías (V3V) con mando eléctrico
	Regulador de caudal con estrechamiento variable		Válvula 2/2 de accionamiento progresivo neumático (VAP) (solamente SK 100)
	Regulador de caudal unidireccional con estrechamiento variable		Válvula 2/2 de accionamiento progresivo ELPN (VAP) (solamente SK 100)

ACCIONAMIENTOS

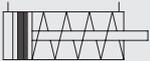
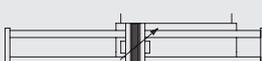
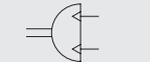
	Accionamiento manual genérico		Accionamiento mecánico con palanca rodillo sensible
	Accionamiento manual con pulsador		Accionamiento mecánico con palanca-rodillo unidireccional
	Accionamiento manual con palanca		Accionamiento mecánico con tirador
	Accionamiento manual con palanca 2 posiciones		Accionamiento eléctrico
	Accionamiento manual con palanca 3 posiciones		Accionamiento electroneumático
	Accionamiento manual de pedal		Accionamiento ELPN asistido
	Accionamiento mecánico con puntal de empuje		Accionamiento piezoeléctrico
	Accionamiento mecánico con puntal sensible		Accionamiento neumático
	Accionamiento mecánico con muelle		Sujetador mecánico
	Accionamiento mecánico con palanca-rodillo		Dispositivo de resorte



TRANSMISIÓN Y PREPARACIÓN

	Fuente de presión neumática o red		Enchufe rápido (desconexión con parte terminal cerrada)
	Línea de trabajo		Conexión rotativa de 1 vía
	Línea de pilotaje		Conexión rotativa de 3 vías
	Línea de purga		Silenciador
	Conexión flexible de líneas		Depósito
	Cable eléctrico		Filtro
	Conexión de líneas (soldadura, enroscado)		Separador de condensados con purga manual
	Conexión de líneas (soldadura, enroscado)		Separador de condensados con purga automática
	Cruce de líneas no convexas		Filtro con separador de condensados con purga manual
	Final de línea		Filtro con separador de condensados con purga automática
	Purga sin posibilidad de empalme		Lubrificador
	Purga con posibilidad de empalme		Manómetro
	Punto de extracción de energía con tapa de cierre		Presóstato
	Punto de extracción de energía con conexión		Indicador óptico
	Enchufe rápido sin válvula unidireccional		Unidad de mantenimiento FRL + manómetro
	Enchufe rápido con válvula unidireccional		Unidad de mantenimiento FRL + manómetro simplificado
	Enchufe rápido (desconexión con terminal abierta)		Unidad de mantenimiento FR + manómetro

TRANSFORMACIÓN

	Cilindro DE magnético con amortiguación bilateral regulable		Cilindro SE magnético
	Cilindro vástagos gemelos DE magnético con amortiguación bilateral regulable		Freno hidráulico con regulación en una sola dirección
	Cilindro vástagos gemelos DE magnético con amortiguación bilateral regulable		Freno hidráulico con regulación por ambas partes
	Cilindro vástagos gemelos DE magnético con amortiguación bilateral regulable vástago pasante simple		Amortiguador
	Cilindro DE magnético con amortiguación bilateral regulable + blq mecánico DZB		Multiplicador de presión para fluidos con características idénticas
	Cilindro DE magnético con amortiguación bilateral regulable + blq mecánico DZBA		Multiplicador de presión para fluidos con características diversas
	Cilindro DE con amortiguación bilateral regulable vástago pasante		Transductor neumohidráulico
	Cilindro DE de vástago pasante		Compresor de volumen constante
	Cilindro DE magnético con amortiguación bilateral regulable vástago pasante		Motor neumático de volumen constante 1 dirección de flujo
	Cilindro DE magnético vástago pasante		Motor neumático de volumen variable 2 direcciones de flujo
	Cilindro DE		Motor neumático de volumen variable 1 direcciones de flujo
	Cilindro DE amortiguado		Motor neumático de volumen variable 2 direcciones de flujo
	Cilindro DE magnético		Motor neumático rodante
	Cilindro SE		Cilindro con amortiguador simple regulable



NOTAS

A large rectangular area with horizontal grey lines, intended for technical notes or specifications.

## MEDIO AMBIENTE Y AHORRO ENERGÉTICO





Metal Work SpA ha puesto siempre un gran énfasis en los problemas medioambientales, y ahora, tras la creación del Sistema de Gestión Ambiental y de la certificación UNI EN ISO 14001 recibida en el año 2000, queremos hacer público dicho compromiso.

Metal Work está totalmente comprometido con:

- A. cumplir con todas las leyes y regulaciones aplicables
- B. continuamente buscando reducir emisiones y residuos
- C. buscando continuamente reducir el consumo de agua, energía y materias primas
- D. adoptar procesos tecnológicos que tengan el menor impacto ambiental
- E. capacitar a todos los empleados para alentar la adopción de medidas para salvaguardar el medio ambiente.



Los productos de Metal Work se venden en todo el mundo. Al ser productos neumáticos, consumen intrínsecamente grandes cantidades de energía. Somos conscientes de esto y creemos que es nuestra responsabilidad proporcionar a nuestros clientes información para ayudarlos a reducir el consumo de energía.

Al final de su vida útil, nuestros productos deben ser eliminados. Incluso en esta etapa final, es importante tener en cuenta que la mayoría de sus piezas pueden reciclarse, por lo que le brindamos información para ayudarlo a deshacerse de ellas correctamente.

## MATERIALES UTILIZADOS EN LOS PRODUCTOS METAL WORK

Casi todos los **productos** de Metal Work están diseñados para que, al final de su vida útil, puedan desmontarse para separar los componentes. Sólo algunos subconjuntos pequeños son difíciles de desmontar, por lo que deben desecharse aún ensamblados.

Los materiales con los que están fabricados nuestros productos se detallan en la primera página del catálogo para cada familia, bajo el título "Componentes". Hay una lista completa y un dibujo en sección de un producto típico en cada familia.

La elección del uso de materiales y lubricantes seleccionados ha contribuido a posicionar los productos Metal Work en la clase de RESIDUOS ESPECIALES NO PELIGROSOS al final de su vida útil, de acuerdo con la Directiva 91/689 / CE.

Esta condición solo se aplica si los productos no han sido contaminados durante la operación por contaminantes incluidos en la lista de sustancias peligrosas.

El **embalaje** del producto adopta los siguientes criterios:

- Cada producto viene en una caja de cartón. El cartón es corrugado y está hecho de material reciclado. Las palabras impresas cubren un área pequeña para ahorrar la mayor cantidad de tinta posible.
  - Cuando no se pueden usar cajas de cartón, ya que no proporcionan suficiente protección o el tamaño adecuado no está disponible, algunos productos están protegidos por láminas de plástico de polietileno con burbujas.
  - Los productos pequeños están contenidos en bolsas transparentes de polietileno.
  - Las juntas están contenidas en bolsas de polietileno negro ya que son sensibles a la luz.
  - Los cilindros neumáticos están protegidos con mallado de polietileno.
  - Los productos individuales se colocan en cajas más grandes, que también están hechas de cartón corrugado reciclado y tienen una película de papel blanco en el exterior.
  - Las cajas y los productos sueltos se mantienen en posición dentro de la caja más grande por medio de hojas de papel desmenuzadas que se reciclan completamente y se pueden reutilizar.
- Como resultado de esta política, el 95% del material de empaque está compuesto de cartón, y el 80% de este se obtiene del papel reciclado.



Metal Work es miembro de CONAI, el Consorcio Italiano de Empaquetado, creado para promover la recuperación y el reciclaje de material de empaquetado. Debe destacarse que la ley requiere que Metal Work le pague a CONAI una contribución ambiental de € 30/tonelada para papel y cartón, y € 72.30/tonelada para envases de plástico (cifras de 2008). Claramente, nos interesa a todos reducir el peso del embalaje, reciclarlo y preferir el papel al plástico.





A continuación hay una lista de materiales e indicaciones generales sobre cómo desecharlos.

#### METAL

- Aluminio
- Aleación de aluminio fundido
- Zamak fundido
- Acero
- Latón
- Bronce sinterizado

Estos materiales pueden llevarse a una planta de reciclaje como chatarra.

#### EL PLÁSTICO

- POM - Copolímero de polioximetileno de acetal: Hostaform® y otros
- PA - Polímero de poliamida / Nylon: Grilamid, Durethaned, Zytel y otros
- ABS - Polímero de acrilonitrilo butadieno estireno: Novodur y otros
- PET - Resina de poliéster: Rynite® y otros.
- PPS - Sulfuro de poli-fenileno: Fortron®
- PTFE - Politetrafluoroeteno

Estos materiales pueden llevarse a una planta de reciclaje.

#### ELASTÓMEROS

- NBR
- Poliuretano
- FKM/FPM

Dado que solo se usan en nuestros productos en pequeñas cantidades, son grasientos y, después de un uso prolongado, también están cubiertos con limaduras metálicas, estos materiales no se llevan a una planta de reciclaje, sino que se clasifican como **residuos especiales no peligrosos**.

#### OTROS

- Imanes (neodimio, plastroferrita, plasto-neodimio)
- Tarjetas de PC
- Sensores magnéticos
- Bobinas (PA + acero + cobre)
- Cables de alimentación (PA o PU + cobre)

Estos materiales, que generalmente están presentes en nuestros productos en pequeñas cantidades, se clasifican como **residuos especiales no peligrosos** y normalmente se aceptan como **residuos urbanos**.

Se pueden **vender** una gran cantidad de cables de alimentación y bobinas como **chatarra** a empresas especializadas en el reciclaje de cables de alimentación

#### EMBALAJE

- Cartón
- Plástico de burbujas de polietileno - LDPE
- Malla de polietileno - LDPE
- Bolsas de polietileno transparente o negro.

Estos materiales pueden ser **totalmente reciclables** y pueden **llevarse a centros de eliminación** de papel y plástico.

## SÍMBOLOS EN EL ETIQUETADO Y EMBALAJES DE LOS MATERIALES

El etiquetado para identificar el material de embalaje es opcional y es una declaración autodeclarada por el fabricante. La referencia normativa para la manipulación de envases usados es la Directiva 94/62 / CE, revisada por la Directiva 2004/12 / CE.

Otros estándares internacionales interesantes son:

- EN ISO 1043: 2002: Plásticos - Símbolos y abreviaturas
- EN ISO 11469: 2001: Plásticos - Identificación y marcado de productos plásticos.
- EN ISO 14021: 2002: Etiquetas y declaraciones ambientales - Declaraciones ambientales autodeclaradas.



Ciclo de Mobius. Esto significa que el material puede ser reciclado.



Esto significa que el material, que puede reciclarse, contiene X% en masa de material reciclado.



El símbolo RESY, junto con el código de identificación del fabricante, certifica que el embalaje de cartón posee los requisitos para ser reciclado por la Asociación Paper Mills.



Marcas que indican el material utilizado para el envasado y los contenedores de líquidos.  
**YA NO SE UTILIZAN.**

### Abreviatura y número de identificación del material (Resolución 97/129 / CE) + símbolo gráfico (CR 14311:2002)

MATERIAL	ABREVIACIÓN	NÚMERO	SÍMBOLO
Tereftalato de polietileno	PET	1	
Polietileno de alta densidad	HDPE	2	
Cloruro de polivinilo	PVC	3	
Polietileno de baja densidad	LDPE	4	
Polipropileno	PP	5	
Poliestireno	PS	6	
Otros tecnopolímeros		7	
Cartón corrugado	PAP	20	
Cartón no corrugado	PAP	21	
Papel	PAP	22	
Acero FE	40		
Aluminio	ALU	41	
Otros metales		42	
Madera	FOR	50	
Vidrio transparente	GL	70	
Vidrio verde	GL	71	
Vidrio marrón	GL	72	
Papel y cartón/diversos metales	C/*	80	
Papel y cartón/plástico	C/*	81	
Papel y cartón/aluminio	C/*	82	
Papel y cartón/estaño	C/*	83	
Papel y cartón/plástico/aluminio	C/*	84	
Papel y cartón/plástico/aluminio/estaño	C/*	85	
Plástico/aluminio	C/*	90	
Plástico/estaño	C/*	91	
Plástico/diversos metales	C/*	92	
Vidrio/plástico	C/*	95	
Vidrio/aluminio	C/*	96	
Vidrio/estaño	C/*	97	
Vidrio/diversos metales	C/*	98	

\*: Abreviatura de material predominante. Ejemplos:

C/PAP 84: material compuesto de papel o cartón, plástico y aluminio, con predominio del papel o cartón (ladrillo).

C/LPDE 90: material compuesto de plástico y aluminio, con predominio del plástico (paquete de café).



## AHORRO ENERGÉTICO

El aire comprimido es energía limpia, pero su producción requiere electricidad, lo que cuesta dinero y consume recursos ambientales.

A continuación se presentan algunos promedios indicativos de la relación de energía del aire comprimido con sus fuentes. Los valores varían en función de la salida del compresor y otros factores.

Potencia específica:	6.5	W/Nl/min	es decir, se necesitan 6.5 W para generar 1 litro normal por minuto de aire comprimido.
Factor de aceite:	0.254	lit aceite/kWh	es decir, se queman 0.254 litros de aceite para producir 1 kW/h.
	0.00165	lit aceite/Nl/min/h	es decir, se queman 0.00165 litros de aceite para producir 1 Nl/min de aire comprimido.
Factor CO <sub>2</sub> :	0.702	kg/kWh	es decir, 0.702 kg de dióxido de carbono se dispersan en el medio ambiente para producir 1 kWh.
	0.00456	kg/Nl/min/h	es decir, 0.00456 kg de dióxido de carbono se dispersan en el medio ambiente para producir 1 Nl/min. durante 1 hora.
Coste del aire:	0.00065	€/Nl/min/h	es decir, cuesta € 0.00065 generar 1 litro/minuto normal de aire comprimido durante una hora.

### EJEMPLO:

**Caudal de 100 Nl/min, durante 10 horas al día durante 230 días al año:**

<b>Potencia:</b>	$6.5 \times 100 \text{ Nl/min} = 650 \text{ W}$
<b>Consumo de electricidad:</b>	$650 \text{ W} \times 10 \text{ horas/día} \times 230 \text{ días/año} = 1495.000 \text{ Wh} = 1495 \text{ kWh/año}$
<b>Aceite quemado equivalente:</b>	$0.254 \text{ l/kWh} \times 1495 \text{ kWh} = 380 \text{ litros/año}$
<b>Emisiones de dióxido de carbono:</b>	$0.702 \text{ kg/kWh} \times 1495 \text{ kWh} = 1050 \text{ kg/año}$

## LOS 4 PILARES PARA EL AHORRO

Se puede lograr un considerable ahorro de energía siguiendo cuatro simples reglas

### 1 Escoger el tamaño de cilindro correcto

Los actuadores neumáticos, especialmente los cilindros, consumen en cada carrera una cantidad de aire que depende de la presión y el diámetro interior.

Usar el cilindro correcto a la presión correcta permite un ahorro considerable.

Además, un cilindro que requiere un flujo más pequeño le permite asociar válvulas, accesorios y tuberías de un tamaño más pequeño, ahorrando así en el coste de los productos.

#### Ejemplo

Cilindro Ø 80 mm, carrera 200 mm, 6 bar, 12 ciclos/min, 16 horas al día, 230 días al año.

Consumo: 144 NI/min => 940 W => 3460 kWh/año

=> 880 litros de aceite => 2428 kg de CO<sub>2</sub>

Si paga 0,10 €/kWh: => 346 €/año.

Si el cilindro se ha sobredimensionado por error y se podría usar un cilindro de 63 mm en su lugar, la cifra sería:

Consumo: 90 NI / min => 584W => 2140 kWh/año

=> 546 litros de aceite => 1502 kg de CO<sub>2</sub>

Si paga 0,10 €/kWh: => 214 €/año.

**AHORRO: 132 € al año.**

### 2 Utilice economizadores

Si en un cilindro necesita un empuje en una sola dirección, p.e. la extensión del vástago, y un empuje y presión más bajos es suficiente en la otra dirección, puede ahorrar mucha energía montando una válvula economizadora.

Reduce la presión de alimentación a la cámara del cilindro y permite que el aire fluya libremente durante la descarga.

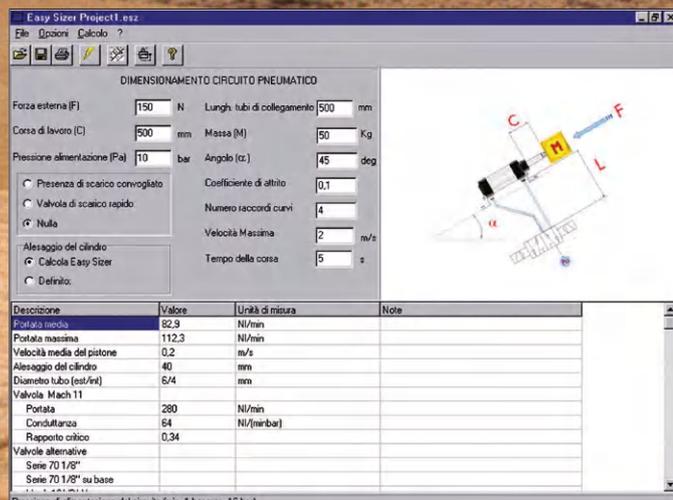
#### Ejemplo

Si, en el ejemplo anterior, instala en uno de los puertos del cilindro de Ø 80 un economizador que reduce la presión de 6 a 12 bar,

**AHORRA: 115 € al año.**



proporciona un software fácil de usar llamado **EASY SIZER**...



propone una serie de **economizadores en miniatura**...



...para dimensionar cilindros neumáticos, válvulas, tuberías y unidades.

Puede descargarlo desde [www.metalwork.it](http://www.metalwork.it)

...para montar directamente en el puerto del cilindro o en línea en la tubería.

Ver el catálogo en línea, serie RML-RMS-RMC.

### 3 Eliminar fugas de aire

Las fugas de aire comprimido en el sistema desperdician una gran cantidad de dinero.

El problema es que, además del consumo de electricidad, el compresor sufre más estrés del necesario, incluso cuando la máquina no está en funcionamiento.

Se pueden hacer dos cosas para reducir este desperdicio:

- Revise periódicamente si hay fugas de aire.

Esto debe hacerse cuando la maquinaria no está funcionando, para que se puedan escuchar las fugas.

Los llamados rastreadores se pueden comprar en el mercado para ayudarle a detectar incluso fugas pequeñas.

- Instale válvulas solenoides en cada máquina.

Estos dispositivos de corte sellan el flujo de aire cuando la máquina está apagada.

Esto evita fugas accidentales y desperdicio por requisitos de producción cuando se limpia con aire comprimido.

#### Ejemplo

En un sistema que funciona a 6 bar, hay una fuga equivalente a la de un agujero de 2 mm.

El flujo de aire, en este caso, es de 220 Nl/min.

La fuga es las 24 horas del día durante todo el año.

Consumo: 220 Nl/min => 1430 W => 12526 kWh/año

=> 3180 litros de aceite => 8.8 toneladas de CO<sub>2</sub>

Si la electricidad cuesta 0,10 €/kWh

=> **DESECHAS 1252 € al año**

### 4 Diseñe y opere el sistema de distribución de aire correctamente

Se deben seguir las reglas de buenas prácticas al diseñar, desarrollar y operar un sistema neumático.

Los siguientes aspectos deben tenerse en cuenta:

- Dimensione las tuberías para no tener pérdidas de carga excesivas.

Consulte la Tabla 8 - TASA DE FLUJO RECOMENDADA en la página Z1.6 del catálogo.

- Dimensione el compresor y el sistema para la presión mínima requerida: la presión que es demasiado alta requiere energía adicional, que luego se pierde.

Si un sistema contiene algunos componentes que requieren una presión más alta, puede usar un multiplicador de presión o un refuerzo, solo para ellos.

- Desactive los compresores cuando no se utilicen. Incluso cuando no están en uso, consumen 30-40% de la potencia total.

#### Ejemplo

Un sistema funciona a 7 bar. El consumo medio de aire es de 10 Nm<sup>3</sup>/min durante 16 horas al día durante 230 días al año.

Pero sería suficiente usar aire a 6 bar.

Reducir la presión de 7 a 6 bar da lo siguiente:

Ahorro de aire de 142 Nm<sup>3</sup>/min. => 929 kWh

=> 34100 kWh/año => 8680 litros de aceite

=> 24 toneladas de CO<sub>2</sub>

Si la electricidad cuesta 0.10 €/kWh: =>

**AHORRA 3410 € al año**



ofrece **válvulas solenoides de cierre...**



...del tipo V3V, con apertura instantánea, o del tipo APR, con arranque progresivo.  
Consulte el catálogo de unidades Skillair, New Deal y One.



propone multiplicadores de presión de alta **eficiencia...**



...que puede usarse para aumentar la presión del aire sólo para componentes que efectivamente lo requieren.

# LA NEUMÁTICA Y LAS ZONAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS: LA DIRECTIVA EUROPEA 2014/34/EU (ATEX)

Desde el 1º julio 2003, todos los productos puestos en comercio en la Unión Europea y destinados a ser utilizados en zonas potencialmente explosivas, tienen que ser aprobados segundo la directiva 2014/34/EU mejor conocida como ATEX.

Esta nueva directiva implica también los particulares no eléctricos, como los elementos de mando neumático, que tendrán que estar certificados por dicha directiva.

## Estas son las principales novedades introducidas con la nueva directiva 2014/34/EU:

- Hay en la directiva también instrumentaciones y dispositivos no eléctricos, como los cilindros neumáticos.
- Los dispositivos se asocian en categorías, las que se asignan a determinadas zonas potencialmente explosivas.
- Los productos se identifican con la marca CE.
- Instrucciones de empleo y declaraciones de conformidad tienen que ser entregadas con cada producto vendido para ser empleado en zonas potencialmente explosivas.
- Productos destinados para que se usen en zonas potencialmente explosivas, por la presencia de polvo, están en la directiva análogamente a los productos destinados a zonas con presencia de gases peligrosos.

Una atmósfera potencialmente explosiva puede ser compuesta por gases, nieblas, vapores o polvos que se pueden crear en la industria o en todas esas áreas en las que hay presencia, constante o no, de sustancias inflamables.

Una explosión se puede verificar cuando en una atmósfera potencialmente explosiva se detecta la presencia contemporánea de una sustancia inflamable y de una fuente de detonación de la explosión.

## Una fuente de detonación puede ser:

- De origen eléctrica (arcos eléctricos, corrientes inducidas, calor generado por efecto Joule)
- De origen mecánica (superficies calientes generadas por el rozamiento, chispas generadas por el impacto entre cuerpos metálicos, descargas electrostáticas, compresiones adiabáticas)
- De origen química (reacciones exotérmicas entre materiales)
- Llamas libres

Los productos sujetos a aprobación son todos los que, durante la utilización normal o por causas debidas a malfuncionamiento, presenten una o más fuentes de detonación para las atmósferas potencialmente explosivas.

La responsabilidad la tiene sea el constructor del dispositivo o sea quien instala este dispositivo en un equipamiento que tiene que funcionar en una atmósfera peligrosa.

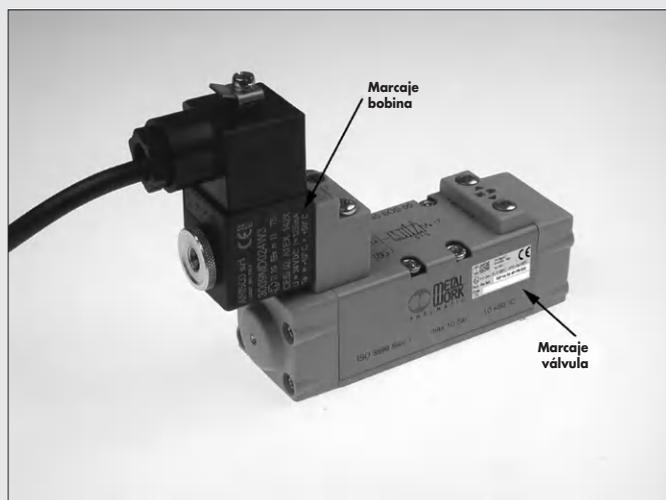
Por eso la necesidad de una cooperación entre las partes, en manera de que se haya la correspondencia entre la clase de adhesión del dispositivo y la zona peligrosa en la que se activará.

El constructor del dispositivo tiene que respetar las indicaciones de la normativa y clasificar el producto según la normativa 2014/34/EU; según la categoría de adhesión del producto, el montador de la instalación, que conoce la zona en la que esto funcionará tiene que escoger el dispositivo correcto, de acuerdo con la directiva 99/92/CE.

## LA UNIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS

Según la directiva 2014/34/EU, sean tanto los dispositivos eléctricos como los mecánicos estarán sujetos a la aprobación de conformidad. Es importante notar que el componente que se clasifica en la categoría más baja define la clase de adhesión de todo el dispositivo del que pertenece.

Si, por ejemplo, la bobina es marcada Ex II 2... y la válvula es marcada Ex II 3... el conjunto de válvula más bobina, no se podrá montar en servicio en zona 1 o 21 sino solo en zona 2 o 22.





## GRUPOS Y CATEGORÍAS

Los dispositivos por la utilización en zonas potencialmente explosivas se dividen en GRUPOS:

- GRUPO I: dispositivos utilizados en minas;
- GRUPO II: dispositivos para las instalaciones de superficie;

### DISPOSITIVOS PARA MINAS GRUPO I

Contenido de gas explosivo	Ningún límite	Bajo un valor límite
Categoría del dispositivo para utilizar según 2014/34/UE	M1	M2

### DISPOSITIVOS PARA INSTALACIONES EN SUPERFICIE GRUPO II

ZONA	0	20	1	21	2	22
Tipología de la atmósfera	G	D	G	D	G	D
	GAS	POLVO	GAS	POLVO	GAS	POLVO
Presencia de la atmósfera peligrosa	Continuada (>1000 h/año)*		No presente durante el funcionamiento normal (>10 <1000 h/año)*		Presencia accidental (>0,1 <10 h/año)*	
Categoría de dispositivos para utilizar 2014/34/UE *Según	1		2		3	

### CORRESPONDENCIAS ENTRE ZONAS Y CATEGORIAS SEGÚN LA 2014/34/EU

- ZONA 0/ZONA 20 → CATEGORÍA 1: Los dispositivos de esta categoría garantizan el adecuado nivel de seguridad también en presencia de raros malfuncionamientos. Estos dispositivos se usan en zonas donde la atmósfera explosiva está presente de manera continuada en largos periodos.
- ZONA 1/ZONA 21 → CATEGORÍA 2: Los dispositivos de esta categoría garantizan el adecuado nivel de seguridad también en presencia de probables malfuncionamientos. Estos dispositivos se usan en zonas donde la atmósfera explosiva está presente de manera ocasional.
- ZONA 2/ZONA 22 → CATEGORÍA 3: Los dispositivos de esta categoría garantizan el adecuado nivel de seguridad durante su normal funcionamiento. Estos dispositivos se usan en zonas donde la atmósfera explosiva está presente raramente y por periodos breves.

## MARCAJE: COMO LEERLO

## MARCAJES EN EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO (EN 60079)

	A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	O
EJEMPLO	⊕ Ex	II	3	G	Ex	nA c	IIC	T4	Gc	/	x	20°C<Ta<60°C
		II	3	D	Ex	tc	IIIC	T120°C	Dc	IP65	x	20°C<Ta<60°C

**A** Significa que el equipo se puede usar en una zona ATEX

**B** Grupo: minería u otras industrias

**C** Categoría: indica uso en varias zonas

**D** Tipo de atmósfera explosiva:

**G** = gas;

**D** = polvo

**E** Significa que el equipo puede usarse en una zona ATEX

**F** Método de protección contra fuentes de ignición (más de una posible)

**c** = protección por seguridad constructiva

**tc** = protección por envoltentes

**nA** = protección sin chispas

**mA, mB** = protección por encapsulación

**ia, ib, ic** = seguridad sintrínseca

**G** División del grupo de explosividad.

**IIC**: subgrupo explosivo que comprende todos los tipos de gas.

**IIIC**: subgrupo explosivo que incluye partículas combustibles, polvo conductor y no conductor

**H** Clase de temperatura:

temperatura máxima de superficie en atmósfera con gas  
temperatura máxima de la superficie en atmósferas con polvo

**L** **Gc** = atmósferas explosivas debido a la presencia de gas  
**Dc** = atmósferas explosivas debido a la presencia de polvo

**M** Índice de protección

**N** Presencia de condiciones específicas de uso

**O** Temperatura ambiente para el uso del equipo

MARCAJES EN EQUIPAMIENTO NO ELÉCTRICO (UNI CEI EN ISO 80079-36 y UNI CEI EN ISO 80079-37) DESDE EL 1 DE NOVIEMBRE 2019

	A	B	C	D	E	G	H	L	N	O
EJEMPLO	⊕ Ex	II	2	G	Ex h	IIC	T5	Gb	X	-10°C<Ta<80°C
		II	2	D	Ex h	IIIC	T100°C	Db	X	-10°C<Ta<80°C

**A** Significa que el equipo se puede usar en una zona ATEX

**B** Grupo: minería u otras industrias

**C** Categoría: indica uso en varias zonas

**D** Tipo de atmósfera explosiva:

**G** = gas;

**D** = polvo

**E** Significa que el equipo puede usarse en una zona ATEX

**G** División del grupo de explosividad.

**IIC**: subgrupo explosivo que comprende todos los tipos de gas.

**IIIC**: subgrupo explosivo que incluye partículas combustibles, polvo conductor y no conductor

**H** Clase de temperatura:

temperatura máxima de superficie en atmósfera con gas  
temperatura máxima de la superficie en atmósferas con polvo

**L** **Gc** = atmósferas explosivas debido a la presencia de gas  
**Dc** = atmósferas explosivas debido a la presencia de polvo

**N** Presencia de condiciones específicas de uso

**O** Temperatura ambiente para el uso del equipo

**MARCAJES EN EQUIPAMIENTO NO ELÉCTRICO (UNI EN 13463) HASTA EL 31 DE OCTUBRE 2019**

EJEMPLO	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(L)
		II	2	GD	c	T4	T120°C	X	20°C < aT < 60°C

- |  |   |
|--|---|
| (A) Símbolo CE   | (F) Método protección de las detonaciones   |
| (B) Indica que el dispositivo puede ser utilizado en zonas peligrosas  | (G) Clase de temperatura: máxima temperatura de las superficies                             |
| (C) Grupo de adhesión del dispositivo (minas u otras zonas)            | (H) Máx. temperatura para uso en zonas peligrosas por polvo                                 |
| (D) Categoría de adhesión: indica el uso en las varias zonas eligrosas | (L) Rango de temperatura en el que se puede utilizar el dispositivo en atmósfera peligrosa. |
| (E) Indica el tipo de atmósfera explosiva:<br>G = gas;<br>D = polvo    |   |

**MÉTODO DE PROTECCIÓN DE LAS DETONACIONES**

Símbolo de protección	Zona					Descripción	
	0	20	1	21	2		22
c			X	X	X	X	Protección con seguridad constructiva (UNI CEI EN ISO 80079-37)
d			X	X	X	X	<b>Envoltura antideflagrante:</b> Método de protección de un aparato eléctrico que aísla las partes que pueden inducir a una explosión, en una envoltura que puede resistir a las presiones generadas por las explosiones interiores.
e			X	X	X	X	<b>Seguridad aumentada:</b> Aparado eléctrico con alto coeficiente de seguridad
i	ia	X	X	X	X	X	<b>Seguridad intrínseca:</b> Circuito eléctrico en el que ni las chispas ni las temperaturas pueden iniciar una explosión, durante las condiciones de utilización previstas (normal o malfuncionamiento)
	ib			X	X	X	
m			X	X	X	X	<b>Encapsulamiento:</b> Envoltura especial en la que las partes que podrían iniciar una explosión están dentro de una sustancia que no permite el contacto con la atmósfera explosiva
n					X	X	Método de protección para aparatos eléctricos, proyectados de manera que no contacten con la atmósfera explosiva durante el funcionamiento normal y en específicas condiciones de malfuncionamiento. Hay 5 categorías: <b>nA</b> (no chispanete); <b>nC</b> (cierre hermético); <b>nR</b> (Respiración limitada); <b>nL</b> (energía limitada); <b>nP</b> (presurización).
o			X	X	X	X	<b>Inmersión:</b> Aparado eléctrico sumergido en aceite.
p			X	X	X	X	<b>Envoltura presurizada.</b> La presurización en comparación a la presión exterior se mantiene con un gas inerte..
q			X	X	X	X	Envoltura que contiene polvo de relleno.

**CLASES DE TEMPERATURAS**

GRUPO I: Temperatura 150 °C o 450 °C según la capa de polvo acumulado sobre la superficie del aparato.

GRUPO II	Clases de temperatura para gases (G)	Temperatura superficial admisible
	T1	450 °C
	T2	300 °C
	T3	200 °C
	T4	135 °C
	T5	100 °C
	T6	85 °C

**CLIENTE Y PROVEEDOR: DEBERES Y RESPONSABILIDADES**

Es importante subrayar la necesidad de que las partes, cliente y proveedor, colaboren y se crucen informaciones útiles para definir la correcta topología de productos que se pueden utilizar en el proyecto, respecto a las condiciones de seguridad.

**CLIENTE:** después de hacer el análisis de riesgo de la propia empresa (en base a la directiva 99/92/CE) y individualizar la zona de riesgo en la que irán a operar los productos comprados, tiene que comunicarlo al proveedor, el cual tiene que verificar que los productos entregados sean compatibles con la zona indicada, que las condiciones ambientales entren en los límites de funcionamiento de los productos. Además tiene que verificar que las instrucciones de utilización acompañen siempre a los productos.

**DECLARACIONES DE CONFORMIDAD, CERTIFICADOS, INSTRUCCIONES**

Por favor visite nuestra página web <https://www.metalwork.it/pneumatic-components/certificates-products/cert-8>.



## COMPONENTES DE SEGURIDAD: RESUMEN DE LAS NORMAS

### INTRODUCCIÓN

La cuestión de la seguridad en el lugar de trabajo es de absoluta importancia y, a lo largo de los años, los creadores de estándares han desarrollado una serie de estándares en constante evolución, cuyo punto focal sigue siendo la Directiva de Maquinaria.

Para garantizar la conformidad de la máquina, el fabricante debe verificar que cumple con los requisitos de seguridad enumerados en la directiva y garantizar el cumplimiento de las normas armonizadas publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea y relacionadas con el producto en cuestión.

Existen tres tipos de normas de seguridad para maquinaria:

- tipo **A**, que establece los principios generales que se aplican al diseño de toda maquinaria.
- tipo **B**, que se ocupa de uno o más aspectos de seguridad para una amplia gama de maquinaria
- tipo **C**, que trata en detalle con la categoría específica de máquinas

Las normas de Tipo **A** incluyen EN ISO 12100, que cubre los conceptos básicos y principios generales para el diseño de maquinaria segura, y EN ISO 14121, que describe un método de identificación y evaluación de riesgos.

Los estándares Tipo **B** incluyen EN ISO 13840, que proporciona las herramientas para diseñar partes de sistemas de control vinculados a la seguridad de la máquina, principalmente los sistemas de control, que están hechos de componentes que presentan varios tipos de tecnologías para reducir los riesgos asociados con el uso de la máquina, y IEC 62061, que solo se refiere a sistemas que utilizan tecnologías eléctricas y electrónicas.

Una de las principales afinidades entre EN ISO 13849 e IEC 62061 es que el primero establece como parámetro de seguridad deseado un índice llamado PL (nivel de rendimiento) y el segundo identifica un parámetro similar llamado SIL (nivel de integridad de seguridad). Ambos índices representan la fiabilidad de la máquina en términos de la probabilidad de una falla peligrosa. La siguiente tabla muestra su relación:

PL	SIL
a	Sin correspondencia
b	1
c	1
d	2
e	3

EN 982 y EN 983 también son estándares de tipo B y ambos se refieren a la seguridad, pero a diferencia de los estándares anteriores, se refieren a componentes (hidráulicos y neumáticos, respectivamente) en lugar de dispositivos controlados.

Cuando existen estándares tipo **C** para una máquina en particular, el fabricante puede adoptarlos directamente para lograr la presunción de cumplimiento de la Directiva de Maquinaria; si no existe un estándar tipo **C**, aún es necesario implementar una estrategia de reducción de riesgos como la descrita en los estándares armonizados tipo A y B.

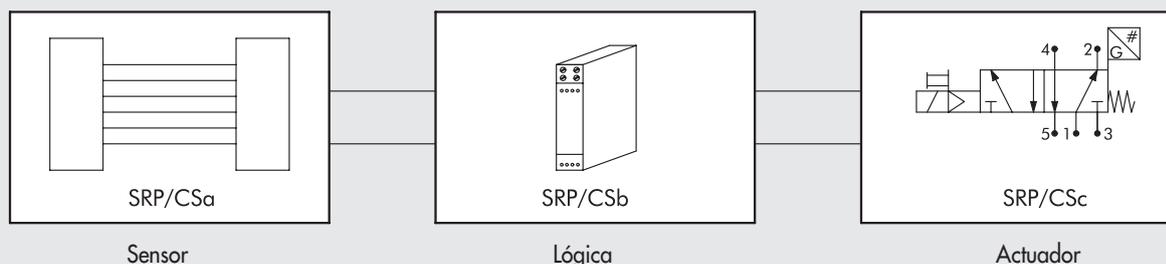
Desde la revisión 98/37/CE, la Directiva de Maquinaria se ha ocupado no solo de las máquinas, sino también de los componentes de seguridad, es decir, los componentes fabricados y vendidos específicamente para lograr una función de seguridad y cuya rotura o mal funcionamiento ponen en peligro la salud y la seguridad personal.

### EN ISO 13849

Cuando no existen estándares de tipo C para una máquina en particular, el fabricante puede adoptar la estrategia de reducción de riesgos indicada en EN ISO 13849. Este estándar se divide en dos partes: la primera establece los principios generales y el método a seguir; la segunda está dedicada a la validación de los resultados.

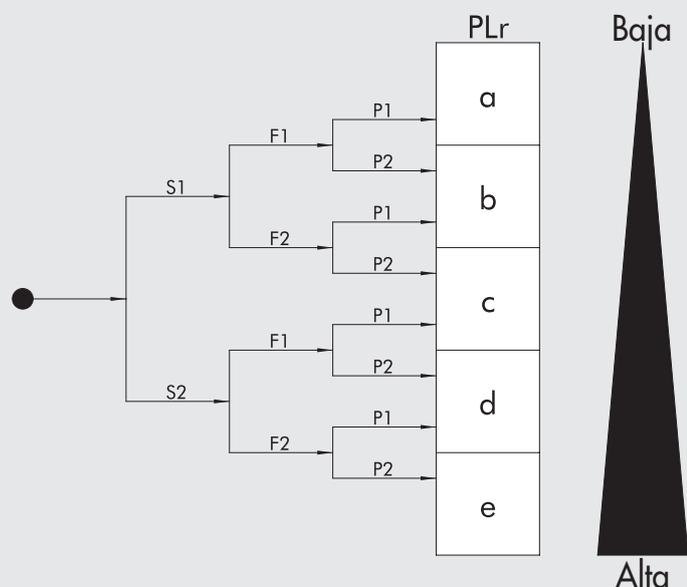
Según la primera parte de la norma, un diseñador de maquinaria puede reducir el riesgo diseñando partes especiales de sistemas de control (SRP/CS) relacionadas con la seguridad que realizan una o más funciones de seguridad, como paradas de emergencia, prevención de arranque inesperado, aislamiento y disipación de energía.

Citamos el ejemplo de una función que comprende tres SRP/CS: una barrera de seguridad (entrada - sensor), un PLC (procesamiento - lógica) y una válvula (salida - actuador). En caso de intrusión, la barrera transmite una señal al PLC, que activa la válvula, cuyo trabajo es aliviar una sección del circuito neumático presurizado, proporcionando así aislamiento y disipación de energía.



Para cada función de seguridad es necesario determinar el Nivel de rendimiento solicitado (PLr), de acuerdo con el procedimiento indicado en el Anexo A de la norma. Se evalúan los siguientes:

- la gravedad de la lesión (S), resultante de la falla
- la frecuencia de exposición al peligro (F)
- la posibilidad de evitar el peligro (P)



Si, por ejemplo, la gravedad de una lesión resultante de una falla es baja y/o la frecuencia de exposición al peligro es baja y/o la posibilidad de evitar el peligro es alta, el PLr será bajo. Por el contrario, si la gravedad y/o la frecuencia de exposición es/son altas y/o la posibilidad de evitar peligros es baja, entonces el PLr para esa función de seguridad será alto.

Por lo tanto, para cada SRP/CS o combinación de SRP/CS que realizan una función de seguridad, el diseñador de la máquina debe determinar el nivel de rendimiento alcanzable PL.

Ciertos parámetros que incluyen lo siguiente deben usarse para este cálculo:

- MTTFd (Tiempo medio de falla peligrosa) de los componentes individuales
- DC (Cobertura de diagnóstico)
- CCF (Falla de causa común)
- estructura de funciones
- cumplimiento de los componentes utilizados con los principios básicos y / o probados de seguridad.

El **MTTFd**, que es el tiempo medio entre dos fallas peligrosas, puede obtenerse a partir de valores que se refieren a los ciclos operativos de la función de seguridad y el B10d de los componentes, a saber el número de ciclos un 10 por ciento de componentes sufren una falla peligrosa. El B10d es igual al doble B10, que a su vez es un índice de la fiabilidad del componente que se puede obtener siguiendo las instrucciones de la norma EN ISO 19973. Los valores B10d de los productos de Metal Work se publican en el sitio web de la compañía:

<https://www.metalwork.it/pneumatic-components/safety-directive-0001162.html>

**DC** (cobertura de diagnóstico) y **CCF** (falla de causa común) se obtienen utilizando los apéndices de EN ISO 13849-1; la DC se puede determinar utilizando instrumentos para el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) o otros métodos similares.

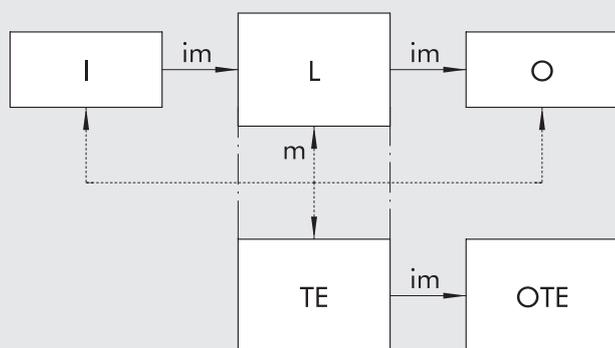
La estructura de la función depende de la arquitectura. Un posible ejemplo es la arquitectura de un solo canal no monitorizada:



Dónde:

- im:** medios de interconexión
- I:** dispositivo de entrada, p.ej. sensor
- L:** lógica
- O:** dispositivo de salida, p.ej. válvula

Luego viene la arquitectura de un solo canal con diagnósticos. En este caso, un módulo llamado Test Equipment (TE) proporciona una salida (OTE) de alguna manera vinculada al estado de la función de seguridad:



Dónde:

**im:** medios de interconexión

**I:** dispositivo de entrada, p.ej. sensor

**L:** lógica

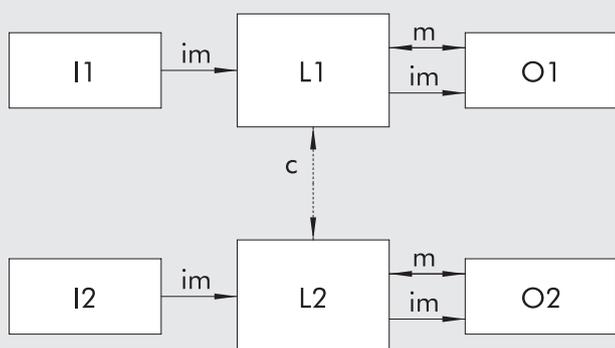
**m:** medios de vigilancia

**O:** dispositivo de salida, p.ej. válvula

**OTE:** Test Equipment SALIDA

**TE:** Equipo de prueba

Un tercer ejemplo es la arquitectura de doble canal, que aprovecha la redundancia de una función; si un canal falla, el otro permanece activo:



Dónde:

**im:** medios de interconexión

**I1, I2:** dispositivo de entrada, p.ej. sensor

**L1, L2:** lógica

**m:** medios de vigilancia

**O1, O2:** dispositivo de salida, p.ej. válvula

**c:** check cruzado

En cuanto a la conformidad de los componentes utilizados con los principios de seguridad básicos y/o probados, debe hacerse referencia a una serie de consideraciones presentadas en las normas EN ISO 13849, que garantizan que el SRP/CS y los componentes relacionados cumplen con el diseño, construcción y principios de montaje.

Con estos datos, el diseñador de la máquina puede determinar la categoría de la función de seguridad (B, 1, 2, 3 o 4, en orden creciente de importancia) y el PL alcanzado; por lo tanto, es importante verificar que sea igual o mayor que el PLr requerido.

## ESTÁNDARES UL Y CSA



UL es una organización independiente involucrada en la certificación de seguridad de productos para el mercado norteamericano. Las bobinas están certificadas según la norma UL 429: válvulas operadas eléctricamente.

La marca UR se refiere a componentes reconocidos por UL y se utiliza para los componentes que forman parte de un producto o sistema más grande.

Es por eso que UR se puede leer en la bobina.

La certificación de estos componentes solo es válida si se usan bajo las condiciones establecidas por el fabricante (por ejemplo, en nuestro caso, voltaje +10%). Las empresas que fabrican componentes certificados están incluidas en la lista UL de fabricantes certificados.

La lista no incluye el nombre Metal Work sino el nombre AMISCO (archivo UL E343908), con el que tenemos un acuerdo para el suministro y la personalización de bobinas.

El uso de bobinas aprobadas no certifica automáticamente su aplicación en una máquina o planta específica.

Dicha aprobación dependerá por lo tanto del fabricante de la máquina o planta.

Las normas de seguridad CSA (Canadian Standard Association) son aplicables en Canadá. La bobina cumple con CSA 22.2.

