



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de  
la Producción**

**"Cálculo y Diseño del Sistema Centralizado de  
Distribución de Aceites Lubricantes y Red Neumática  
en un Taller Automotriz"**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**Presentado por:**

**OTTO EDWIN GARIJO ROBLES**

**Guayaquil-Ecuador**

**2012**

# AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento:

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción por haber formado las bases ingenieriles de mi carrera.

A la gran cantidad de mentores que tuve el privilegio de conocer en la vida laboral por haber transmitido mucho de su vasto conocimiento y experiencia en Neumática, Hidráulica, Electricidad y equipos industriales.

Al Ing. Ángel Vargas por su orientación y recomendaciones en el desarrollo de la metodología y elaboración de mi tesis.

## **DEDICATORIA**

A mi amada esposa Mercedes, quien es mi constante apoyo, mi mejor amiga y el impulso para mejorar cada día

A mis profesores, maestros y mentores, de quienes aprendí el orgullo de ser Ingeniero Mecánico.

Y sobre todo a Dios quien acompañó mis pasos día tras día, me sostuvo en medio de las dificultades, orientándome para ser cada vez una mejor persona, esposo y profesional.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Ángel Vargas Z.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Otto Garijo Robles

## RESUMEN

En Ecuador existe una tendencia al crecimiento del parque automotor, cuya tasa se calculaba a inicios del 2011 entre el 7% al 10% anual. Esto presionó a los concesionarios en aumentar sus locales por la creciente demanda de servicios de los vehículos que representan. Igual situación se presentó en los talleres particulares que debieron crecer y multiplicarse para atender los requerimientos de vehículos fuera de garantía, y por la tercerización de algunos concesionarios en trabajos de mecánica, electrónica de motor, alineación, pintura, etc., debido a la excesiva demanda. Sin embargo existen actualmente algunos concesionarios que invierten la tendencia y buscan reducir esta tercerización, ampliando y adecuando más sus propias instalaciones.

Actualmente no existe certeza en el sector automotriz de que se mantenga esta tasa de crecimiento en el 2012 por las últimas medidas gubernamentales, tanto de restricción de importaciones de vehículos nuevos y CKD (partes para ensambladoras), contraponiéndose al anterior impulso para la renovación del parque automotor. Sin embargo buena parte del mismo sigue apostando a esta tendencia, desarrollando nuevos talleres o expandiendo los actuales.

Se requiere por tanto una buena planificación de sus futuras instalaciones para evitar problemas posteriores. Hay dos acometidas cruciales para cualquier taller, además de las eléctricas: La red de aire comprimido y la distribución centralizada de lubricantes para despacho en sus puntos “express”. Situaciones en la red neumática como baja presión en los puntos de trabajo, presencia excesiva de condensado, corrosión interna de las líneas, daños prematuros de los equipos en empaques, cilindros, motores neumáticos, son unos cuantos ejemplos de los efectos de un mal diseño, mal dimensionamiento y/o selección. De igual forma, en la distribución de aceites lubricantes se presentan inconvenientes como baja presión en los puntos de despacho, lentitud en el llenado de los reservorios de los vehículos (Carter, diferencial, caja de cambios, etc.), etc., afectando el rendimiento de las bahías “express”, puesto que requieren más tiempo para atender cada vehículo.

Estos sistemas eran realizados con poco conocimiento técnico de la selección y dimensionamiento de sus elementos. Conceptos como caudal estándar de aire comprimido (SCFM) y dimensionamiento de las acometidas y elementos en función del mismo no se contemplan normalmente en las hojas memoria del contratista típico. De la misma forma otros conceptos como verificar de que las caídas de presión de las tuberías se encuentren dentro de los parámetros aceptables (< 10% en

tuberías neumáticas p. ej.) son muy poco abordados. Esto resulta en diseños con pobre desempeño.

Por ello el objetivo de esta tesis es presentar el proceso de cálculo de estos sistemas y elementos constitutivos, aprovechando la experiencia en la instalación de los mismos, obtenida durante algunos años. Como metodología se utiliza el desarrollo de un proyecto típico en un taller ficticio llamado Autosur.

Utilizando los conocimientos de Ingeniería Mecánica junto con tablas y procedimientos certificados de conocidos fabricantes de los equipos involucrados, se llega al dimensionamiento y diseño final teórico de estos sistemas, además del cálculo básico de costos.

Para nuestro ejemplo con una capacidad de atención de 42 vehículos diarios se encuentra un consumo promedio de aire de 78 ACFM@90 psig. Con ello se define tuberías matrices de aire de 2" y 1.1/2" e inclusive bajantes tan grandes como 1" para puntos de gran consumo (con una caída de presión calculada de 2.7% en este caso) y otras normales de 1/2". Por la forma de operación del taller se recomienda una batería de dos compresores de pistones de 15 HP, y por último equipos para tratamiento de aire conforme cada aplicación, según la



norma ISO 8573-1: 2001. Estos resultados son típicos para un taller grande con servicio de pintura.

De la misma forma se encuentran caudales para aceite de motor de 9.17 GPM@ 250 psig y 0.85 LBM@ 5800 psig para grasa NGLI#1, en líneas de 1" x 33 metros al punto más lejano en aceite y 1" x 32 metros al punto más lejano en grasa, demostrando que no es una respuesta técnica instalar la línea con tubería de 1/2", so pena de reducir caudal y aumentar exageradamente el consumo de energía neumática y el desgaste de las bombas para vencer la caída de presión. Los presupuestos de estas instalaciones indican que más del 70% del mismo se dedica a los equipos cuando estos son de calidad, y la diferencia en los materiales y mano de obra de instalación de las acometidas, lo cual también es una situación típica en los talleres.

Al mostrar los procedimientos para encontrar los resultados antes mencionados se espera que sean una útil guía para todo Ingeniero que requiera realizar estos trabajos o fiscalizar infraestructuras instaladas.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VI</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>SIMBOLOGÍA.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. FACTIBILIDAD PROYECTADA DEL TALLER.....</b>	<b>6</b>
1.1. Proyección de Vehículos a atender en el Taller.....	6
1.2. Organización de Servicios y Bahías destinadas.....	15
1.3. Datos de los Equipos Proyectados en cada Bahía.....	19
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES CENTRALIZADO.....</b>	<b>25</b>
2.1. Flujo Promedio de Despacho de Lubricantes esperado.....	27
2.2. Determinación de Componentes de la Red de distribución	36
2.3. Selección y Cálculo de las Bombas de Lubricantes.....	40
2.4. Selección de Carretes y Pistolas Medidoras para Despacho de Lubricantes en cada punto.....	53

2.5. Dimensionamiento de las Tuberías en la Red de Distribución de Lubricantes.....	60
2.6. Selección de otros Accesorios del Sistema.....	68
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>3. DISEÑO DE LA RED NEUMÁTICA DEL TALLER.....</b>	<b>75</b>
3.1. Consumo Promedio Esperado de Aire Comprimido.....	75
3.2. Determinación de Elementos del Sistema Neumático.....	81
3.3. Dimensionamiento del Compresor de la Red Neumática...	84
3.4. Cálculo y Verificación de Botella de Almacenamiento de Aire Comprimido .....	106
3.5. Selección de los Accesorios y Dispositivos de Seguridad de la Botella de Almacenamiento.....	108
3.6. Determinación de los Elementos de Acondicionamiento del Aire Comprimido según los Requerimientos de cada Aplicación.....	121
3.7. Dimensionamiento de las Tuberías del Circuito Neumático	136
3.8. Selección de otros Accesorios del Circuito.....	151
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>153</b>
4.1. Análisis de Costos de la Implantación de la Red de Distribución de Lubricantes diseñada.....	153
4.2. Análisis de Costos de la Implantación del Sistema Neumático diseñado.....	157

**CAPÍTULO 5**

**5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 163**

**APÉNDICES.**

**BIBLIOGRAFÍA.**

## ABREVIATURAS

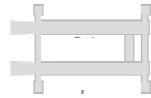
<b>AEADE</b>	Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>VAN</b>	Valor actual Neto
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos
<b>NLGI</b>	National Lubricating Grease Institute (Instituto Nacional de Lubricantes y Grasa)
<b>Rc</b>	Relación de compresión de bombas de lubricantes.
<b>Lpm</b>	Litros por minuto
<b>Lpd</b>	Litros por día
<b>Lpa</b>	Litros por año
<b>Lbm</b>	Libras por minuto
<b>Cpm</b>	Ciclos por minuto
<b>Psig</b>	Libras por pulgada cuadrada manométricas.
<b>SAE</b>	The Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)
<b>SCFM</b>	Pie cúbico por minuto estándar. Es el flujo de CFM medido en el mismo punto de referencia, pero convertido a las condiciones normales o estándar: 14.4 psia, 80°F, 60% HR.
<b>ANR</b>	Atmósfera normal de referencia: 1.01325 bar absoluto de presión, 20°C y 65% HR.
<b>CFM</b>	Pie cúbico por minuto. Medida de caudal.
<b>HR</b>	Porcentaje de Humedad Relativa del aire
<b>CAGI</b>	Compressed Air & Gas Institute (Instituto de Aire Comprimido y Gas)

<b>FAD</b>	Flujo de aire libre entregado. Es la cantidad de aire comprimido en CFM en la línea, descargado hacia las condiciones de ingreso (antes que fuera comprimido): 1 bar absoluto y 20°C (de manera similar a las condiciones de entrada de ISO 1217). Se define el caudal a la presión de línea.
<b>ASME</b>	American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
<b>Ref.</b>	Referencia
<b>ANSI</b>	Instituto Americano de Estándares
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana de Pruebas de Materiales
<b>Céd.</b>	Cédula. Clasificación de espesores de tubería de Hierro
<b>H. Negro</b>	Hierro Negro. Material de tuberías y perfiles
<b>CKD</b>	Complete Knock Down – Despiece completo

## SIMBOLOGÍA



Elevador de 2 postes 9000 lb.



Elevador de 4 postes 12000 lb.



Elevador llantero 6000 lb.



Enllantadora neumática



Balancedora electrónica de llantas



Torres de enderezado



Señalización de flujo vehicular

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Puntos del desarrollo de ecuación de curva de operación.....	63
<b>Figura 2.2:</b> Diagrama esquemático de instalación sistema de lubricación.....	70
<b>Figura 3.1:</b> Consumo de aire en función del tiempo. Sistema neumático.....	76
<b>Figura 3.2:</b> Consumo Promedio Neumático.....	78
<b>Figura 3.3:</b> Esquema de base anti-vibración compresor.....	122
<b>Figura 3.4:</b> Diagrama esquemático de instalación sistema neumático.....	149



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1:</b> Automóviles matriculados según marca.- Año 2009...	28
<b>Gráfico 2.2:</b> Vehículos matriculados según clase.- Año 2009.....	29
<b>Gráfico 2.3:</b> Vehículos matriculados por modelo.- Año 2009.....	37
<b>Gráfico 2.4:</b> Evaluación de bombas de lubricantes – Autosur.....	51
<b>Gráfico 2.5:</b> Puntos de operación de Sistemas de distribución.....	69
<b>Gráfico 3.1:</b> Comportamiento Compresores - Modelos A y B.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Bahías de trabajo en Autosur S.A.....	23
<b>Tabla 2:</b> Tiempos de llenado de aceite de motor.....	30
<b>Tabla 3:</b> Flujos máximos recomendados de bombas de lubricantes	31
<b>Tabla 4:</b> Clasificación de las bombas de lubricantes.....	41
<b>Tabla 5:</b> Cuadro comparativo de resultados. Bomba SAE 10W-30.	45
<b>Tabla 6:</b> Cuadro comparativo para selección de Bomba de grasa NGLI#1.....	47
<b>Tabla 7:</b> Cuadro de datos para selección de carretes.....	55
<b>Tabla 8:</b> Cuadro de accesorios líneas de lubricantes.....	72
<b>Tabla 9:</b> Cuadro de factores de uso y consumo promedio total del taller Autosur.....	82
<b>Tabla 10:</b> Cuadro Comparativo de Compresores.....	93
<b>Tabla 11:</b> Carga con retardo por temporizador.....	102
<b>Tabla 12:</b> Carga solo por eventos de presión.....	103
<b>Tabla 13:</b> Carga para el consumo máximo ( $q_o$ máx.). Enfoques A y B	104
<b>Tabla 14:</b> Cálculo de respaldo por tanques de compresores.....	107
<b>Tabla 15:</b> Clases ISO de calidad de aire comprimido.....	123
<b>Tabla 16:</b> Calidades ISO requeridas según el área del taller Autosur.....	127

<b>Tabla 17:</b> Elementos finales de acondicionamiento de aire por punto neumático.....	136
<b>Tabla 18:</b> Tramos de tubería matriz neumática de Autosur.....	137
<b>Tabla 19:</b> Cálculos de tuberías líneas neumáticas Autosur.....	139
<b>Tabla 20:</b> Materiales para tuberías neumáticas.....	141
<b>Tabla 21:</b> Carga solo por eventos de presión. Nueva constante C...	150
<b>Tabla 22:</b> Evaluación de Costos Red de Distribución de Lubricantes Autosur.....	154
<b>Tabla 23:</b> Evaluación de Costos Sistema Neumático Autosur.....	158

## ÍNDICE DE PLANOS

<b>Plano 1:</b>	Distribución básica del taller Autosur S.A.....	173
-----------------	---	-----

# INTRODUCCIÓN

## GENERALIDADES

El número de vehículos en el Ecuador aumenta cada año, conforme estadísticas hasta el 2011. En Julio del 2010 se calcula que en Guayaquil circulaban 240,000 vehículos, [1] mientras que en 1992 circulaban solo 100,000 unidades. [2] En Quito crece de forma explosiva, existiendo actualmente alrededor de 500,000 unidades, aumentando cada año un 10%. [3] En Cuenca existen 85,000 vehículos y cada año ingresan otras 9,000 unidades. [1]

Conforme el Anuario 2009 de la AEADE, indica que desde el año 2007 ingresaron al parque automotriz ecuatoriano más de 90,000 vehículos nuevos en cada año. [4]

De igual forma, las instalaciones de los concesionarios aumentaron para suplir la creciente demanda de venta y mantenimiento de autos.

---

[1] Artículo: "Congestión vehicular en 9 ciudades del Ecuador" del diario El Comercio del 5 de Julio 2010.

[2] Artículo: "El parque automotor" del diario Hoy del 28 de Mayo del 1992.

[3] <http://ecuadorecuatoriano.blogspot.com/2010/01/quito-restringira-transito-con-pico-y.html>

[4] Anuario 2009 de la AEADE, página 42.

Solo en Guayaquil pasamos de aproximadamente 30 talleres concesionarios en 2004, a más de 50 talleres en 2010. Esto significa una tasa de crecimiento de 3 a 4 talleres de este tipo por año en la ciudad.

Durante este mismo periodo se han desarrollado y establecido en Guayaquil muchos otros talleres pequeños, que se dedican al servicio de flotas privadas, mantenimiento de vehículos fuera de garantía, servicios llanteros (alineación, enllantado y balanceo), pintura y enderezada, mecánica general y especializada.

Algunos concesionarios y talleres particulares no crecieron en número, pero aumentaron su infraestructura de forma importante en su propio terreno. Ejemplos de esto son Mavesa y Miglia Motors en Guayaquil.

Tomando en cuenta estos datos, este incremento fluctuaba a inicios del 2011 entre el 7% al 10% anual. Sin embargo, nuevas políticas gubernamentales vigentes desde finales del 2011 de restricción de importaciones de vehículos y CKD (partes) versus los impuestos verdes e impulso a la renovación de automotores provocan actualmente incertidumbre en el sector automotriz del posible

porcentaje de incremento en el 2012. A pesar de ello buena parte del sector todavía apuesta por un crecimiento al mismo ritmo, y construyen nuevas instalaciones para este 2012.

Al analizar un taller automotriz de concesionario, se encuentra que está compuesto de un conjunto de sistemas que son interdependientes, sustentando la operación de los equipos instalados y los servicios ofertados por el taller. Entre los principales sistemas están:

- ❖ Las acometidas eléctricas
- ❖ La red neumática
- ❖ La red de agua potable
- ❖ El sistema de tratamiento de efluentes, aguas servidas y aguas lluvias.

Como sistemas secundarios, pero de igual importancia se tiene:

- ❖ La red de distribución centralizada de lubricantes
- ❖ El sistema de recolección de aceites y fluidos usados
- ❖ El sistema de canalización de gases de escape

- ❖ El sistema de distribución de combustibles (para generadores y quemadores. Rara vez dispensador propio)

De los sistemas principales, el menos conocido por el instalador y contratista común es la red neumática, sin embargo el más común en los talleres, razón por la que las instalaciones de aire comprimido eran realizadas de forma anti-técnica.

De los sistemas secundarios es extremadamente raro que el instalador común conozca los principios técnicos de alguno de ellos, sin embargo el que más se construye es la red de distribución de lubricantes. Al igual que para la red neumática, es común observar acometidas de distribución extremadamente largas con tubería de 1/2", y/o materiales y trazados inapropiados, lo cual es incorrecto.

Se escoge entonces tratar en esta tesis el desarrollo de estos dos sistemas. En el Capítulo 1 se muestran los procedimientos y cálculos para encontrar las capacidades proyectadas del taller, utilizando un ejemplo ficticio. En el Capítulo 2, con los datos encontrados en el Capítulo 1, se desarrolla el dimensionamiento de la red de distribución centralizada de lubricantes, y de igual forma, en el Capítulo 3 el cálculo de las redes neumáticas, (se requiere un



resultado del Capítulo 2 para su diseño). En el Capítulo 4 se presentan los cálculos finales de costos - presupuesto del proyecto para terminar en el Capítulo 5 con las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el proceso.

Por tanto, el objetivo de esta tesis es primeramente ayudar a los técnicos e ingenieros a cargo del diseño e instalación de estos sistemas con procedimientos sencillos, a fin que puedan realizar los cálculos requeridos para lograr redes funcionales que cumplan con los estándares y con las expectativas de los usuarios en los futuros talleres. El segundo propósito de la misma radica en orientar a los encargados de fiscalizar los problemas de estas redes para encontrar las causas de los mismos y desarrollar soluciones efectivas.

La metodología de la tesis se basa, en resumen, en la aplicación de estas guías y principios en el cálculo y desarrollo de estos dos sistemas en un taller ficticio, donde se abordará los requerimientos y desafíos comunes que los diseñadores normalmente enfrentarán en las instalaciones reales. Aplicando ingeniería inversa a instalaciones existentes y guiándose por los procedimientos presentados, el contratista y/o fiscalizador podrá encontrar la(s) causa(s) de los problemas de las mismas y plantear soluciones efectivas.

# CAPÍTULO 1

## 1. FACTIBILIDAD PROYECTADA DEL TALLER

### 1.1. Proyección de Vehículos a atender en el Taller

La proyección de un nuevo taller normalmente requiere de un análisis profundo de mercado, descubriendo a través de ello nichos de servicios automotrices no explotados o sub-atendidos, verificando posteriormente con sus resultados variables económicas, por ejemplo el TIR y el VAN, para confirmar la rentabilidad de lo proyectado, además de un análisis serio de financiamiento del mismo con entidades bancarias - sociedades.

Estos procedimientos económicos sobrepasan el objetivo de esta tesis, por lo que no se los abarcará, pero se los menciona ya que sus resultados son la base para diseñar un proyecto

completamente sustentable, tanto en la técnica como en lo monetario, y la base para desarrollar los cálculos de los sistemas, cuyo diseño se abarcará a continuación.

Como se indicó anteriormente, el objetivo de esta tesis es servir de guía para el diseño y auditoría de la infraestructura del taller en sus sistemas neumáticos y de distribución de lubricantes. Basándose en esta premisa, para el planteamiento de un nuevo taller se requiere analizar las siguientes variables principales:

- ❖ Mercado total de vehículos en el sector de influencia (M)
- ❖ Porcentaje esperado de cobertura (P)
- ❖ Crecimiento del mercado (C)

### **Mercado total de Vehículos en el Sector de Influencia.**

Fruto del análisis de mercado, por experiencias personales, informaciones de la marca (para concesionarios) y/u oportunidades de locales para los inversionistas que planifican el futuro taller, en el momento cuando se comience a trabajar en la Ingeniería Básica del proyecto, con el diseño de las

instalaciones se tendrá una idea clara de la futura localización del mismo y el volumen de vehículos que se encuentran en su sector de influencia, de su marca para los concesionarios o en general para los talleres particulares, como también una idea del crecimiento de este mercado potencial.

Salvo excepciones, como pequeñas ciudades o pueblos donde casi no haya talleres, el volumen de mercado objetivo del mismo será solamente la cantidad de vehículos que se encuentren alrededor del barrio o zona donde se ubicará el proyecto.

### **Porcentaje Esperado de Cobertura**

Se refiere al porcentaje de vehículos que el taller tendrá como objetivo atender del volumen de mercado objetivo del mismo, expresado un total anual o mensual.

### **Crecimiento del Mercado.**

Como se indicó anteriormente el crecimiento del mercado automotriz ecuatoriano experimenta desde hace algunos años una tasa uniforme entre el 7% al 10% anual. Los nuevos

talleres deben proyectar sus instalaciones para poder responder a este crecimiento, que afecta a la cantidad total de vehículos del mercado y en consecuencia indicará un aumento por defecto de clientes año a año en igual proporción, pero en la medida que los servicios se mantengan competitivos y con altos niveles de calidad.

### **Análisis de las Variables.**

El ingeniero diseñador se encontrará en la mayor parte de las situaciones que estos datos ya fueron analizados en el estudio de mercado y factibilidad.

Sus resultados normalmente sirven para que los propietarios tomen decisiones respecto a la ubicación y tamaño del futuro taller, al punto de tener un terreno adquirido o definido para el proyecto en la etapa en la que el diseñador de estas instalaciones (neumáticas y de distribución de lubricantes) contribuye con su trabajo.

Algunas veces se comienza a definir el diseño de las acometidas posteriormente a los planos desarrollados por el

arquitecto encargado. Esto sucede normalmente en los futuros locales de concesionarios o grandes talleres de redes particulares (Tecnicentros, Servitecas®).

En los talleres pequeños en cambio, no siempre se encuentra un plano, pero el diseñador puede colaborar en las decisiones de definir la ubicación del futuro taller, o si el propietario ya tiene un terreno o edificio, en el diseño o readecuación del local. Es en este caso cuando las tres variables anteriores se vuelven importantes para un asesoramiento técnico. Los propietarios normalmente tienen un conocimiento empírico de estas variables, pero siempre es bueno cotejarlas con información estadística y de experiencia obtenida en talleres similares.

Por ejemplo, tomando el caso de la ciudad de Guayaquil, se estima que la población total en el 2010 es de 3'050,728 habitantes [5]. La relación con el total de vehículos en la ciudad, indicado anteriormente, sería un promedio de 12 personas por vehículo, para Guayaquil.

---

[5] [http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Guayaquil/Destacado/A%C3%B1o\\_2010/Semana\\_2](http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Guayaquil/Destacado/A%C3%B1o_2010/Semana_2)

Este resultado es más preciso para las zonas de población de clase media, variando hacia arriba y abajo en las zonas de clase baja y alta respectivamente. Sin embargo es una buena aproximación, ya que es más sencillo obtener las estadísticas de población que las de automóviles.

Analizando con este dato la población de la parroquia Tarqui, de 740,000 habitantes [6] aproximadamente, se tendría un potencial de alrededor de  $M = 62,000$  vehículos.

El porcentaje esperado de cobertura se puede analizar de diferentes maneras. La mejor forma es un estudio de mercado para encontrar un nicho de servicio no explotado, o con poca cobertura, en la zona del taller.

Con el porcentaje obtenido y la población del sector de influencia se puede obtener el volumen neto esperado de vehículos a atender.

Otra manera es la experiencia del propietario en su anterior taller o negocio relacionado (vulcanizadora, venta de llantas, baterías, repuestos, etc.) con el que puede tener su propia

---

[6] Artículo: Mall del nuevo norte. Revista Vistazo publicada en Julio 2009.

experiencia y posible cartera de clientes.

Otra manera es analizar la limitación física del local donde se instalará el negocio, según los servicios a ofrecer y las bahías destinadas para ello. Esto se analizará en el siguiente punto de forma más profunda.

El crecimiento del mercado afecta todos estos resultados. Por el momento, en el caso del Ecuador de forma positiva, pues se puede esperar un crecimiento en la atención de vehículos mínima de 7% a 10% anual, siempre que los servicios ofertados sean de calidad, generando fidelidad en los consumidores.

Por ello se podría sobredimensionar un poco el área del taller, para ir implementando otras bahías conforme crezca el negocio. Necesario es tomar en cuenta este futuro crecimiento al diseñar las acometidas, de tal forma que se pueda instalar de forma sencilla ampliaciones a las líneas sin requerir paralizar todos los servicios por estos trabajos.



### **Aplicación de Diseño.**

Aunque se comenzó analizando la zona norte de Guayaquil (parroquia Tarqui), tomando en cuenta la cantidad de talleres concesionarios y particulares instalados en esta zona, no se podría obtener el porcentaje de cobertura sin hacer un estudio de mercado de la zona colindante al futuro taller, o tener una cartera de clientes cautiva que pueda ser orientada al mismo.

Sin embargo se encontró un estudio de mercado básico para un posible taller multimarca en la zona sur de la ciudad, similar a los datos que se podrían recabar en un proyecto de taller particular. El documento de la ESPAE del Plan de Negocios (Resumen Ejecutivo) del Ing. Otto Astudillo Astudillo sobre el taller Autosur S.A. se encuentra en el Apéndice I, y es la base del dimensionamiento y diseño teórico de este proyecto de taller que se mostrará a través de toda esta tesis.

Las variables obtenidas de este documento para empezar nuestro análisis son las siguientes:

Mercado total en zona sur:  $M = 42,000$  vehículos

Porcentaje de cobertura:  $P = 1.43\%$  anual

Crecimiento del mercado:  $C = 6\%$  esperado.

Año de los datos del estudio: 2004.

Volumen neto esperado de vehículos a atender (V):

Para el 2004.  $n = 0$

$$V = M \times P \times (1 + C)^n = \begin{array}{l} 600 \text{ vehículos/año} \\ 50 \text{ vehículos / mes} \end{array}$$

Proyección al 2014.  $n = 10$

$$V = M \times P \times (1 + C)^n = \begin{array}{l} 1075 \text{ vehículos/año} \\ 90 \text{ vehículos / mes} \end{array}$$

Estos valores son muy pequeños para tomarlos como parámetros para diseñar, como se verá en análisis posteriores, donde se estudia además los equipos automotrices planificados para este taller, que permiten obtener valores más altos y reales, conforme las bahías de trabajo relacionadas con estos equipos, lo que se expone en el punto a continuación.

Sin embargo como información, conforme el análisis económico del documento, aunque no se muestran los cálculos, con solo lograr el 73% de sus metas se alcanza el

punto de equilibrio económico. Se plantea un TIR a 10 años del 66% anual y un retorno a tres años de la inversión.

## **1.2. Organización de los Servicios y Bahías Destinadas**

Un taller automotriz puede ser enfocado a uno o varios servicios a la vez. Se enumeran a continuación los más comunes:

- ❖ Lubricación
- ❖ Lavado, limpieza y pulverizado
- ❖ Mecánica rápida (tren de rodaje, dirección, frenos y suspensión principalmente)
- ❖ Servicio a llantas y alineación de tren de rodaje
- ❖ Electromecánica
- ❖ Mecánica de motor – caja – diferencial, normalmente especializadas en marcas y modelos.
- ❖ Pintura y enderezada
- ❖ Climatización (Aire acondicionado Automotriz)
- ❖ Talleres de Escapes, Catalizadores y Parachoques
- ❖ Tapicería e interiores de vehículos
- ❖ Cerrajería y elevadores de vidrios

- ❖ Talleres de fibra de vidrio
- ❖ Accesorización de vehículos (alarmas, sonido, etc.)
- ❖ Servicios especializados como limpieza de inyectores y banco de pruebas, rectificado de discos y tambores de frenos, reparación de galletas, rectificado de cilindros y cigüeñales, etc. Estos servicios normalmente residen en unos cuantos talleres, con los cuales los demás tercerizan sus trabajos.

Se aclara también que existe una diferenciación para servicio a vehículos livianos, respecto a los mismos servicios para vehículos pesados. La diferencia existe por los equipos requeridos y los procedimientos necesarios para realizar estos trabajos, que son distintos en cada caso.

Se define a una “**bahía de trabajo**” como un espacio de 3 a 4 metros de ancho por 5 a 7 metros de largo, donde se efectúan los trabajos de mantenimiento y reparación automotriz definidos por el propietario del taller, de acuerdo a uno o varios de los servicios antes indicados.

Todo local tiene un límite máximo de bahías que se pueden planificar, obviamente por la limitación física del espacio, principalmente. Existen parámetros empíricos de capacidad de atención por bahía de trabajo, según el destino que se le dé. Por ejemplo:

- ❖ 5 vehículos diarios por bahía de mecánica rápida.
- ❖ 5 vehículos diarios por bahía de servicio a llantas
- ❖ 1 a 2 vehículos por bahía de mecánica normal.
- ❖ 12 vehículos diarios por bahía de lubricación.
- ❖ 5 a 10 vehículos diarios por bahía de alineación.
- ❖ 1 vehículo diario (o menos) por bahía de pintura – enderezada

Estos valores son promedios empíricos, que pueden servir también para dimensionar la cobertura, por capacidad proyectada de la suma de todas las bahías. Además se debe aclarar que no todo el terreno puede ser fraccionado en bahías, pues debe existir espacios para oficinas, baños, vestidores, sala de espera, salas de exhibición de productos, bodega, estacionamientos, área de circulación vehicular interna, etc.

La cantidad de bahías dedicadas a cada servicio se definen en función del objetivo general del taller que el propietario del mismo decida. Por ejemplo un nuevo Tecnicentro ofrecería servicios de Lubricación, mecánica rápida, servicio a llantas y alineación, accesorización de vehículos y servicios especializados de mantenimiento de baterías, limpieza de inyectores, etc., para vehículos livianos, o para pesados, o para ambos en algunos casos. Todo depende de la planificación del espacio físico del nuevo taller

Para un futuro taller concesionario, se ofrecería al público todos los servicios anteriormente listados, aunque en la realidad se tercerice algunos, llevando los vehículos a talleres especializados con los que tiene convenios.

Principalmente un concesionario destina sus bahías a lubricación, mecánica rápida y especializada, electromecánica. Los demás servicios como alineación, rectificación de frenos, pintura, enderezada, fibra y tapicería, accesorización de vehículos normalmente se tercerizan, pero en los grandes

talleres se destina espacio para los mismos en sus propias bahías de trabajo.

Para el diseño de Autosur S.A., conforme se lee en el Apéndice I, se planifica un listado de equipos según los servicios que se espera brindar, y aunque no se definen la cantidad de bahías, en el próximo punto se analizará esta información para definir las bahías necesarias, el porcentaje máximo de cobertura esperado y un plano preliminar de la distribución de este proyecto de taller.

### **1.3. Datos de los Equipos Proyectados en cada Bahía**

Conforme el listado de servicios, indicado en el punto anterior, y de la información del Apéndice I se puede obtener los siguientes datos:

Área total del terreno: 1000 m<sup>2</sup>

#### **Servicios y equipos planificados:**

##### **Lubricación:**

- ❖ 2 Torres hidráulicas
- ❖ 1 Sistema de aire a presión

- ❖ 1 kit de herramientas
- ❖ 1 kit de accesorios
- ❖ 1 extintor

Por las dos torres – elevadores hidráulicos se define que este servicio tendrá 2 bahías.

### **Mecánica rápida y servicio a llantas y alineación**

- ❖ 2 Torres hidráulicas
- ❖ 1 Sistema computarizado para alineación y balanceado  
(también enllantado)
- ❖ 1 kit de herramientas
- ❖ 1 kit de accesorios
- ❖ 1 extintor

Por las dos torres – elevadores hidráulicos se define que este servicio tendrá 2 bahías. Uno de los elevadores será de tijera pequeño (tipo llantero) y el otro será de 4 columnas para alineación.



**Mecánica de Motor y caja**

- ❖ 2 Torres hidráulicas
- ❖ 1 banco de pruebas
- ❖ 1 Sistema a presión
- ❖ 1 kit de herramientas de precisión
- ❖ 1 kit de accesorios
- ❖ 1 extintor

Por las dos torres – elevadores hidráulicos se define que este servicio tendrá 2 bahías. El banco de pruebas normalmente no ocupa una bahía, sino que tiene un cuarto de máquinas propio.

**Electromecánica**

- ❖ 5 equipos de medición
- ❖ 1 equipo de diagnóstico para computadoras automotrices
- ❖ 1 scanner universal
- ❖ 1 kit de herramientas
- ❖ 1 kit de accesorios
- ❖ 1 extintor

Los 5 equipos de medición se puede asumir que son para baterías. Como son portátiles pueden ser usados en cualquier bahía. Sin embargo como en todo taller multidisciplinario que tiene este servicio, se le asigna por lo menos una sola bahía sin elevador, pues no es necesario para este trabajo.

### **Enderezada y pintura**

- ❖ 5 Estructuras metal mecánicas
- ❖ 1 kit de herramientas
- ❖ 1 kit de accesorios
- ❖ 1 extintor

Aunque no se define exactamente a que se refiere con estructuras metalmecánicas, se puede asumir que no son bancos de enderezado, sino torres de enderezado móvil. Tomando en cuenta que algunos servicios de enderezado requieren dos torres por trabajo, se puede asumir una planificación de 3 bahías para este servicio.

Con los datos enunciados se puede realizar el siguiente cuadro, con el número estimado de bahías conforme el listado

de equipos planificados y la cantidad máxima de vehículos al día atendidos en cada una.

**TABLA 1**  
**BAHÍAS DE TRABAJO EN AUTOSUR S.A.**

<b>SERVICIOS</b>	<b>BAHIAS</b>	<b><u>VEH.</u> DÍA.BAHÍA</b>	<b><u>VEH.</u> DÍA</b>
Lubricación	2	12	24
Servicio a Llantas y mecánica rápida	2	5	10
Mecánica de motor	2	1	2
Electromecánica	1	5	5
Enderezada y pintura	3	0.5	1
<b>Total Bahías</b>	10		
<b>Total vehículos atendidos en taller por día</b>			42

El resultado de 42 vehículos, es la máxima cantidad que podría atender diariamente Autosur. Esto significa 924 vehículos al mes (con 5 ½ días laborables por semana). Se puede notar que este número es muy superior a 90 vehículos por mes, encontrado inicialmente en el punto 1.1.

Tomando en cuenta que el taller debe ser completamente funcional hasta su máxima capacidad, los sistemas neumáticos y de distribución de lubricantes se deberán diseñar para poder suplir esta máxima demanda. El diseño y dimensionamiento de los mismos se tratará en los dos capítulos siguientes. Como conclusión se presenta un plano inicial de la distribución básica del taller. (Plano 1 – Tecnicentro Autosur General)

## CAPÍTULO 2

### 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES CENTRALIZADO

Los sistemas de distribución de lubricantes se instalan normalmente en talleres de concesionarios y en talleres de flotas particulares, donde sus propietarios han hecho convenios de compra de lubricantes al mayoreo con los proveedores, a fin de reducir costos y obtener alguna utilidad adicional. [7]

Sin embargo, también existen unos pocos Tecnicentros que tienen instalados estos sistemas para mejorar su imagen, al lograr un convenio con los mismos proveedores de los concesionarios de las marcas de vehículos que más atienden en su local.

Para el caso de Autosur, se asume que el propietario logró un convenio con Mobil, proveedor para los concesionarios Chevrolet,

---

[7] Algunos importadores de lubricantes ofrecen servicios de pintura del local, otros diferentes equipos en comodato para el taller, según el monto de lubricantes y tiempo definido dentro del contrato

que es la marca con la mayor cantidad de vehículos en circulación en el Ecuador: 38% del total de automóviles matriculados en el año 2009, según las estadísticas del INEC. Gráfico 2.1.

Conforme convenio, Mobil proveerá a Autosur lubricantes en tanques de 55 Galones, para comercializarlos a través de un sistema de distribución centralizado, ya que un mínimo del 38% de los vehículos atendidos debería ser entonces de la marca Chevrolet. Parte del convenio es la provisión en comodato de los equipos de lubricación, aunque le toca al ingeniero diseñador del proyecto definir e indicar a Mobil los equipos e instalación necesaria.

Esto permitiría también a Autosur atender flotas particulares de vehículos que ya salieron del periodo de Garantía, cuyos propietarios desean que sigan siendo atendidas al mismo nivel de concesionario, pero con mejores precios.

Otras ventajas para Autosur es reducción de costos de insumos y disminuir su contaminación al ambiente por envases plásticos descartados con aceite remanente, puesto que los tanques metálicos de 55 galones son reutilizables.

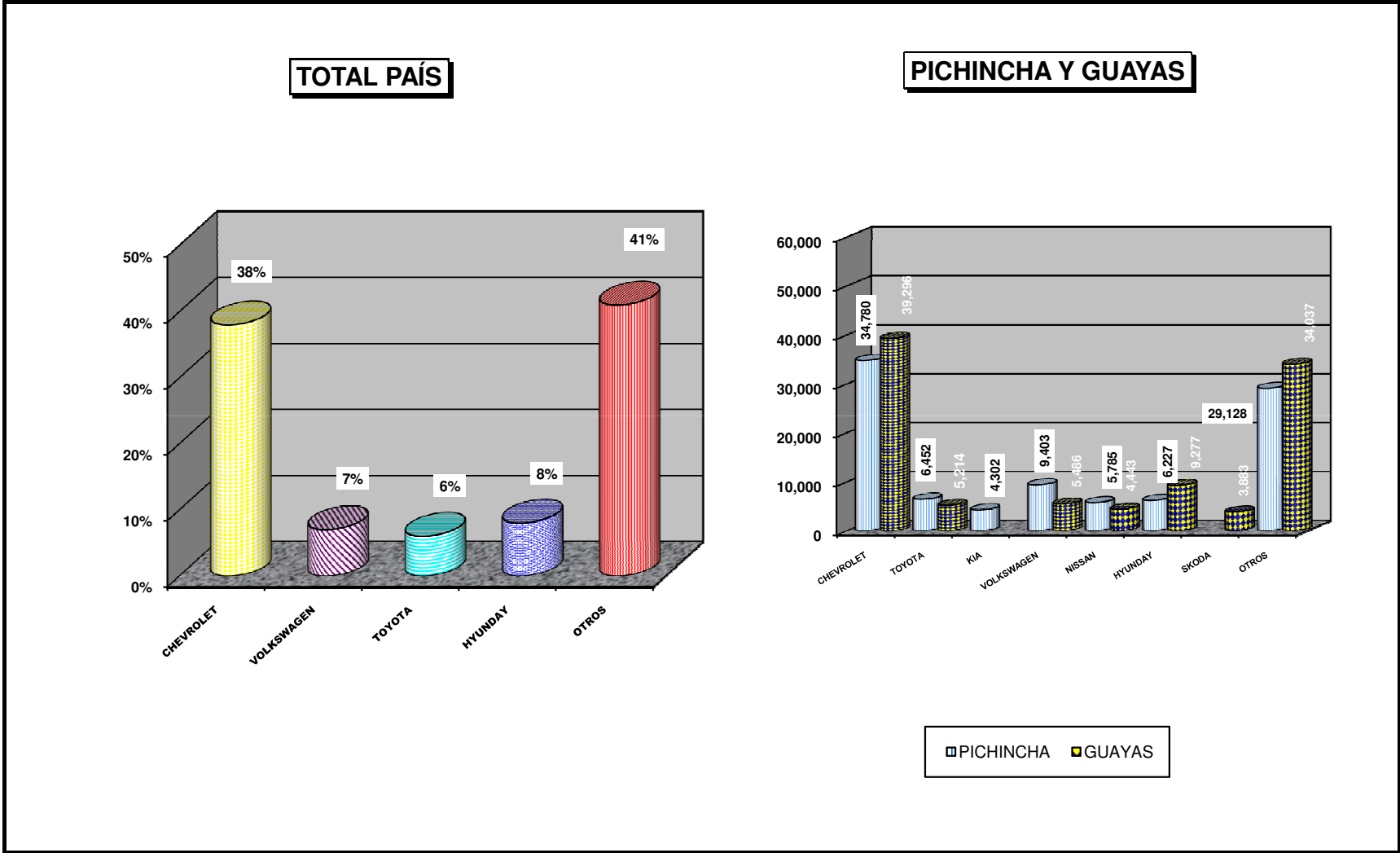
Aunque existen bombas con motor eléctrico para lubricantes en sistemas similares, por sencillez de instalación y operación en los talleres automotrices se suelen utilizar bombas de desplazamiento positivo con motor reciprocante neumático (oscilante).

Se procede entonces con el cálculo y dimensionamiento del sistema de distribución de lubricantes antes del sistema neumático, puesto que las bombas para el movimiento de lubricantes requieren aire comprimido para impulsarse, por lo que necesitamos su consumo.

Por tanto se define primero esta instalación para proceder con la red neumática y los equipos de generación de aire comprimido.

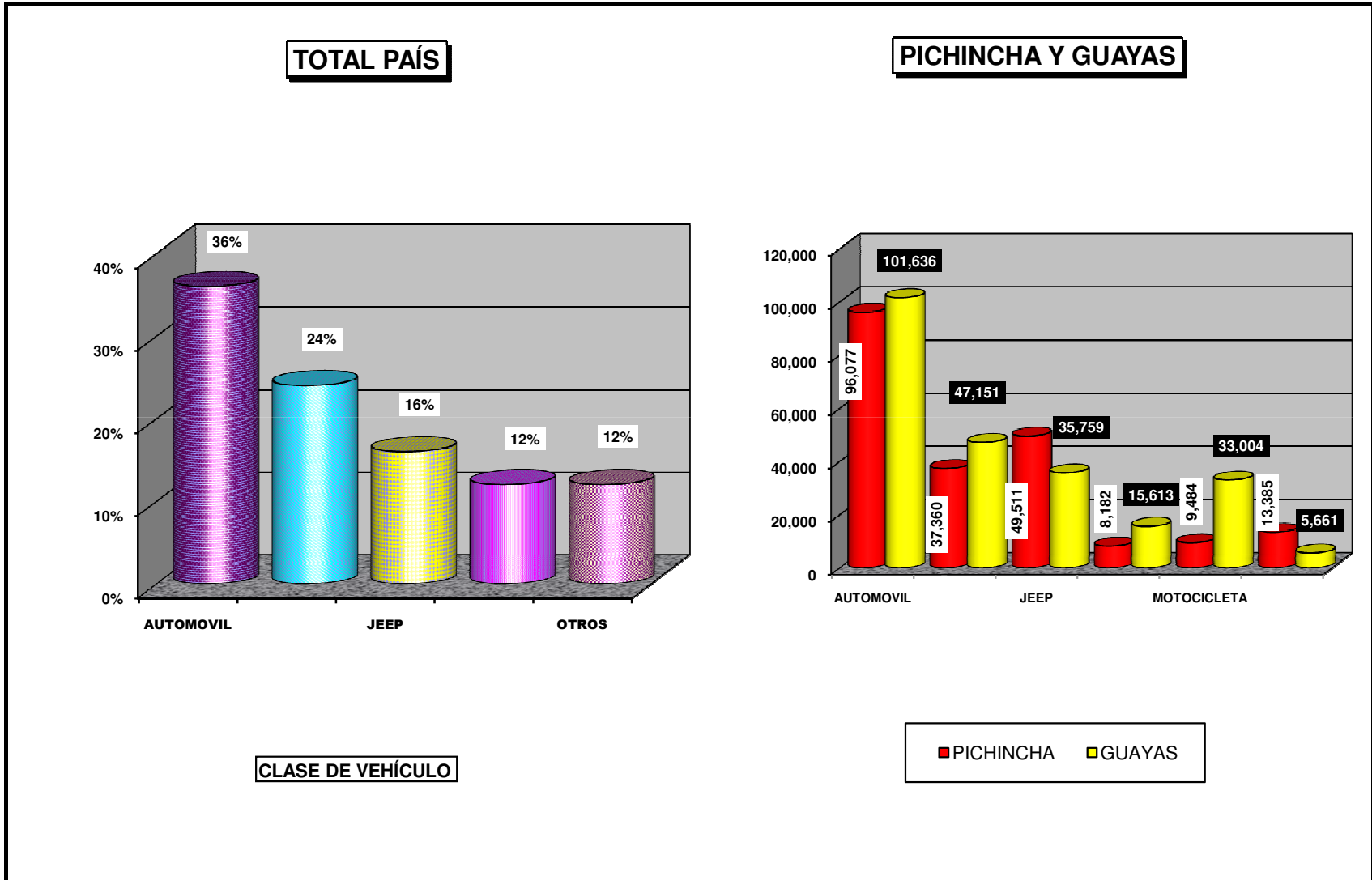
### **2.1. Flujo Promedio de Despacho de Lubricantes esperado**

Se presenta a continuación la Tabla 2, con observaciones empíricas de tiempos de llenado de aceite del cárter, para vehículos de cilindrada hasta 2.4 L, que tienen la mayor probabilidad (36%) de ser atendidos en Autosur, conforme los datos del INEC que se presentan en el Gráfico 2.2:



**GRÁFICO 2.1. AUTOMÓVILES MATRICULADOS, SEGÚN MARCAS.- AÑO 2009**





**GRÁFICO 2.2. VEHÍCULOS MATRICULADOS, SEGÚN CLASE.- AÑO 2009**

**TABLA 2**  
**TIEMPOS DE LLENADO DE ACEITE DE MOTOR**

<b>Obs.</b>	<b>Cilindrada [cc]</b>	<b>Volumen [L]</b>	<b>Tiempo [s]</b>
1	2400	3.75	107
2	2000	3.50	105
3	1700	3.50	135
4	1000	3.50	97
5	1300	3.50	81
6	2400	3.75	102
<b>PROMEDIOS</b>		<b>3.58</b>	<b>104.5</b>

Estos resultados permiten asumir un flujo promedio de 2.06 Lpm para el llenado manual sin ningún equipo de bombeo.  
( $3.58 \text{ L} \times 60 \text{ s/min} / 104.5 \text{ s} = 2.06 \text{ Lpm}$ )

Como se observa en el Apéndice III, una bomba de despacho de aceites lubricantes produce diferentes caudales según su relación de compresión (Rc), modelo y marca. A continuación la Tabla 3 muestra un resumen de los flujos máximos de cada equipo según Rc, marca y modelo.

**TABLA 3**  
**FLUJOS MÁXIMOS RECOMENDADOS [8] DE**  
**BOMBAS DE LUBRICANTES**

<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Rc</b>	<b>Caudal [Lpm]</b>	<b>Cmp</b>
Graco	Fireball 225	3:1	7	80
Graco	Fireball 425	3:1	50.6	80
Graco	Fireball 300	5:1	9.3	80
RAASM	238	3:1	2.9	80
RAASM	200	3:1	4.9	80
RAASM	238	5:1	8.3	80
RAASM	312	5:1	17.8	80

Las curvas de las bombas Graco fueron realizados con aceite SAE 10, y los de las bombas RAASM con aceite SAE 30. Los fabricantes no facilitan un factor de corrección por viscosidad, sin embargo dan ciertas directivas de tipo de fluido a manejar por bomba. RAASM da una viscosidad límite para cada modelo y una distancia máxima de bombeo por viscosidad manejada.

Se observa que las bombas Graco Americanas producen un mayor caudal a similar Cpm, en comparación con las RAASM

---

*[8] Graco no recomienda superar los 80 Cpm para bombeo continuo. Se toma esto como referencia para el flujo máximo permitido en este cuadro. RAASM no indica alguna limitación similar, sin embargo para comparar los equipos se toma de las curvas los flujos al mismo Cpm.*

italianas, debido a un diseño más robusto, permitiendo una mayor duración por el menor desgaste y por materiales más resistentes.

Tomando en cuenta que solo la Fireball 425 y la RAASM 312 tienen flujos altos, de 50 Lpm y 17 Lpm respectivamente, no se las toma en cuenta para un promedio de flujo típico. Con las demás bombas, cuyos valores se encuentran en un rango estrecho, de 2.9 Lpm a 9.3 Lpm, se obtiene un caudal promedio representativo de **6.5 Lpm** (primera aproximación), que alimentaría en este caso a las dos bahías de Autosur, es decir **3.25 Lpm** para cada bahía, en el caso que ambas estén siendo utilizadas a la vez.

Se evalúa a continuación el factor de uso,  $F_b$ , que es el porcentaje del tiempo de la jornada del taller en que la bomba está activada:

**Variables a utilizar:**

$F_v$  Flujo Vehicular en automóviles por día y por bahía

$T_s$  Tiempo por servicio

Td	Tiempo por despacho
Ttb	Tiempo total de uso de bomba
Qb	Caudal de la bomba: 6.5 Lpm
Qe	Caudal entregado
Vau	Volumen por cambio de aceite unitario. Depende del tamaño del Carter del motor, sin embargo se asumirá el valor máximo de 5 Litros por vehículo (diseño conservador).
Nb	Número de bahías. Para Autosur es 2.
Fb	Factor de uso de la bomba.

### **Cálculos:**

Para una jornada normal de 8 horas, menos una de almuerzo y una perdida esperada de tiempo del 30% (Movimiento de vehículos y otros factores)

$$\begin{aligned}
 Fv &= 12 \text{ veh. /día. bahía} && \text{De la tabla 1.} \\
 Ts &= [7 \text{ h/ día} * 60 \text{ min/h} * 70\%] / 12 \text{ veh. / día} \\
 Ts &= 24.5 \text{ min/veh.} && \text{Tiempo de lubricación} \\
 Td &= Vau / Qb \\
 &= 0.77 \text{ min /veh.} \\
 Ttb &= Td * Fv * Nb
 \end{aligned}$$

$$= 18.5 \text{ min /día laboral}$$

$$Fb = Ttb / (8 \text{ h/ día laboral} * 60 \text{ min / h})$$

$$= 3.9\% \text{ de la jornada}$$

$$Qe = Qb * Fb * (480 \text{ min / día laboral})$$

$$= 121.7 \text{ Lpd}$$

Verificación de resultados:

$$Qe = Fv * Nb * Vau$$

$$= 120 \text{ Lpd} \quad \text{Que nos indica un 1.4\% de error.}$$

Utilizando el resultado de la observación indicada en la tabla 2, el tiempo de despacho manual total para Autosur sería de 49.44 minutos, apenas un 10.3% del total de la jornada, en comparación con 3.9% con el sistema de distribución. En ambos casos un poco más del 48% de la jornada se utiliza para preparar el vehículo y drenar el aceite. El resto del tiempo (42%) se pierde en movimiento de vehículos, almuerzos y otros. Tomando en cuenta que el ahorro de tiempo es de apenas alrededor de un 6% del tiempo de la jornada, no influye grandemente en el proceso.

Se podría suponer que el flujo de despacho para cada punto final de lubricación no debería ser menor al de llenado manual, a fin de mantener la ventaja de menor tiempo por despacho.

El flujo entregado por la bomba es aproximadamente 3 veces mayor que lo observado para llenado manual, y aunque encontramos un factor de uso de la bomba de 3.9% (18.5 minutos durante el día) esto no implica que se pueda instalar una cantidad ilimitada de puntos de despacho para la línea de esta bomba.

En la práctica, el mecánico común tiende a trabajar de forma automática, tratando de despachar lo más pronto posible su vehículo. Al coincidir los despachos, el flujo de la bomba se divide para servir a todos a la vez.

Por esta causa, fabricantes como Graco, indican un límite máximo recomendado de puntos de lubricación que se pueden instalar para un modelo de bomba definido. Se adjunta en el Apéndice II las Guías de Selección Rápida de los modelos de bombas de aceite y grasa Graco, según la aplicación.

Para el caso de Autosur, se resume la información de aceites de motor y caja:

- Flujo de aceite de motor: 120 Lpd
- Viscosidad de aceite de motor: SAE 10W-30 [9]

Otros tipos de aceite de motor por el momento se manejarán por medio de envases de galón y litros. Aceite de caja y corona SAE 90 se manejará por medio de un dispensador portátil. Otros aceites similares se despacharán por envases.

Se solicita también la instalación de una línea de distribución de grasa NLGI# 1, con puntos en las bahías de mecánica de motor y mecánica rápida. Como el volumen de consumo de este producto no se conoce normalmente, se lo dimensionará solo por los dos puntos de despacho solicitados.

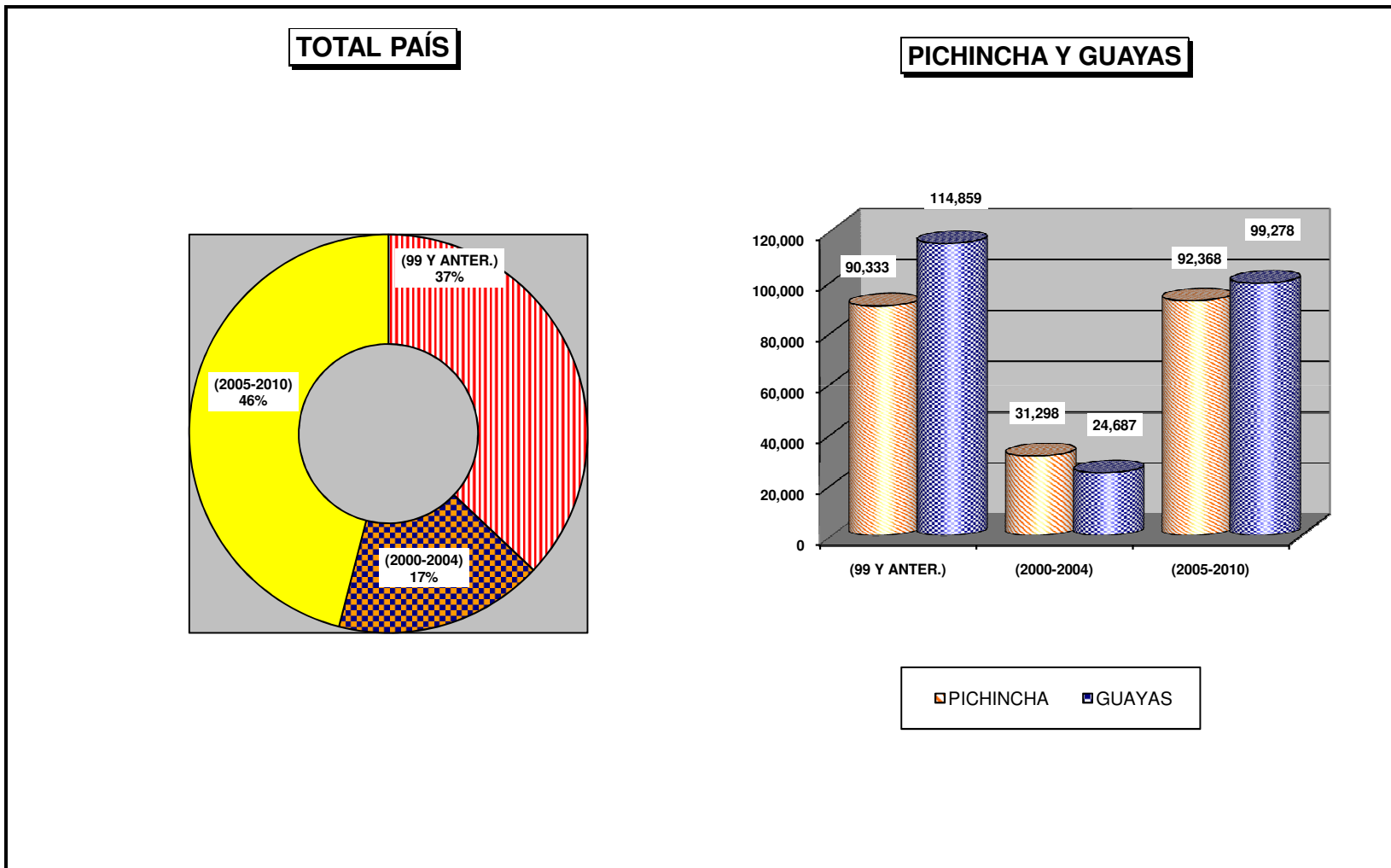
## **2.2. Determinación de Componentes de la Red de distribución**

Se puede agrupar estos componentes en 4 clases de elementos:

---

[9] El más utilizado por vehículos a gasolina relativamente nuevos (año 2005 a 2010), los cuales son el 46% del parque automotor actual, como indica el Gráfico 2.3.





**GRÁFICO 2.3. VEHÍCULOS MATRICULADOS, POR MODELO.- AÑO 2009**

- Bombas de lubricantes
- Equipos de despacho y control: Carretes y pistolas dispensadoras con contador digital de flujo
- Líneas de distribución y accesorios: Tubería de transporte y distribución, mangueras de conexión, valvulería recomendada
- Otros accesorios: Reservorios, transductores, controles, etc.

En el caso de Autosur, se indicó anteriormente que solo se bombearía un tipo de lubricante de motor: Mobil 1 10W-30. Por tanto los componentes de la red serían los siguientes:

- Bomba de lubricante neumática
- 2 juegos de carretes con pistola dispensadora y contador integrado (uno por cada punto)
- Tubería de transporte y distribución con sus accesorios bien dimensionados.
- Un tanque de 55 Gal SAE 10W-30, actuando como reservorio, donde se instala la bomba y se cambia cuando se vacía.

Para la distribución de aceite de caja y corona Sae 90, se realizará con los siguientes elementos:

- Un tanque de 55 Gal actuando como reservorio base.
- Una Bomba manual de engranajes a instalar en el tanque y que alimenta al equipo portátil.
- Un equipo portátil de despacho con tanque y pistola con contador incorporado completará el paquete para este tipo de aceite, entendiendo que engloba en si mismo desde un equipo de bombeo en sitio, hasta un elemento de medición.

Para la distribución de grasa NGLI # 1 se utilizará los siguientes elementos:

- Una bomba neumática para grasa
- 2 juegos de carretes con pistola dispensadora y contador integrado (uno por cada punto)
- Tubería de transporte y distribución con sus accesorios bien dimensionados.
- Un tanque de 400 Libras de grasa NGLI# 1 (similar en tamaño a los de 55 Gal), actuando como reservorio, donde se instala la bomba y se cambia cuando se vacía.

Otras grasas, o despacho en otras bahías se realizarán por graseros manuales pequeños. Por último, para el aceite usado se propone los siguientes elementos:

- Tres tanques con embudo receptores de aceite usado por gravedad y capacidad de bombeo por presión de aire al reservorio de aceite usado
- Tanques vacíos de 55 Gal que se usan como reservorio del aceite usado, a ser retirados por la empresa recicladora.

Existen otras opciones para el aceite usado, como tanques receptores conectados a una línea de succión centralizada con bomba neumática y reservorio de doble pared. Sin embargo estos sistemas se utilizan muy poco en nuestro medio (solo en muy pocos talleres concesionarios grandes). Autosur no los implementará, por lo que solo se los menciona para conocimiento del lector.

### **2.3. Selección y Cálculo de las Bombas de Lubricantes**

Independiente del fabricante, sea de procedencia americana o alemana, italiana, brasileña o china, (en ese orden su nivel de

calidad, de mayor a menor) estas bombas se pueden clasificar de la siguiente forma:

**TABLA 4**  
**CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS DE LUBRICANTES**

<b>Tipo de bomba</b>	<b><i>Por el fluido a bombear:</i></b>	Bombas de aceite lubricante
		Bombas de grasas
		Bombas de aceites usados
		Bombas de otros fluidos (refrigerante, limpiaparabrisas, etc.)
	<b><i>Por la forma de bombeo:</i></b>	Bombas de pistón
		Bombas de diafragma
		Por presión hidrostática
<b><i>Por su relación de compresión (Rc)</i></b>		

**Definición de la Relación de Compresión y Teoría Básica de Funcionamiento de las Bombas de Lubricantes:** La relación de compresión,  $R_c$ , se refiere a la relación de la presión de salida del lubricante respecto a la presión de aire de alimentación.

Por ejemplo: Una bomba de aceite 3:1 indica que la presión de salida de aceite es máximo 3 veces mayor a la presión de entrada de aire comprimido.

El principio de operación de estos equipos se basa en la fuerza hidrostática. El elemento de trabajo es el mecanismo de la bomba (émbolo transmisor) y lo que se transmite son las fuerzas resultantes de los fluidos sobre los respectivos émbolos:

$$F_{\text{resultante}} = P_{\text{aire}} * A_{\text{aire}} = P_{\text{aceite}} * A_{\text{aceite}}$$

$$P_{\text{aceite}} = [A_{\text{aire}}/A_{\text{aceite}}] P_{\text{aire}}$$

$$Rc = [P_{\text{aceite}}/P_{\text{aire}}] = [A_{\text{aire}}/A_{\text{aceite}}]$$

Como se puede observar, el diseño y funcionamiento de estos equipos se basa en la diferencia física de áreas, que define la relación de multiplicación de presión (Rc estándares de 1:1, 3:1, 5:1, etc.)

Además las bombas tienen un mecanismo reciprocante que impulsa fluido hasta que las presiones de los lados de aceite

( $P_{\text{aceite}}$ ) y aire ( $P_{\text{aire}}$ ) se equilibren en la proporción definida por esta relación, momento en el cual deja de bombear.

Una consecuencia ventajosa de este diseño es que al disminuir la presión en la línea de lubricantes (al momento de despacho, por ejemplo) se rompe el equilibrio y el equipo vuelve a bombear hasta desaparecer este gradiente de presión entre la  $P_{\text{aceite}}$  real en la línea y la presión esperada, definida por  $R_c$ . Este es un sencillo servosistema que la vuelve automática por diseño.

En caso de disminuir la presión de aire, la presión esperada de aceite también disminuirá, ubicando el “set point” del sistema más abajo, y solo cuando la  $P_{\text{aceite}}$  en el sistema disminuya más abajo del mismo, la bomba se activará hasta restablecer el equilibrio.

Normalmente casi todos los fabricantes de estos equipos utilizan las siguientes relaciones de compresión de forma estándar para diseñar sus equipos, según el fluido a bombear:

**Para aceites lubricantes:**  $R_c$  de 1:1; 3:1 y 5:1

**Para grasas bombeables:** Rc de 50:1

**Para líquidos de poca densidad:** Rc de 1:1

**Para aceite quemado:** Rc de 1:1 (bombas de diafragma)

Al utilizar estas bombas para otros líquidos automotrices distintos a los aceites y grasas, habrá que verificar compatibilidad química de los sellos y material de la bomba.

Graco y RAASM además de las relaciones de compresión estándar, desarrolló otras: 3.5:1, 4.5:1, 6:1, 7:1; 9:1; 10:1; 11:1, 12:1 y 23:1 para aceites y 10:1; 11:1; 14:1; 15:1; 26:1; 29:1; 45:1; 55:1; 63:1; 65:1; 68:1 y 75:1 para grasas o fluidos muy viscosos. Más información se puede apreciar en el Apéndice II.

**Análisis del caso Autosur:** Para la distribución de aceite SAE 10W-30, tomando en cuenta dos puntos de despacho, se procede a realizar una aproximación de la distancia de bombeo al punto más lejano, midiéndola sobre el plano 1. Se obtiene una distancia horizontal aproximada de 22 metros, más 12 metros asumidos por curvas y subientes y bajantes de la línea,



dando un total de 34 metros, o 112.2 pies, como primera aproximación.

Del total obtenido de 120 Lpd para SAE10W-30, proyectándolo a un consumo anual de 288 días hábiles (6 días por semana, con 12 meses de 4 semanas) se tendría un total de 34,560 litros anuales.

Comparando estos resultados con las guías de selección rápida GRACO y RAASM del Apéndice II, se seleccionan los siguientes posibles equipos que se muestran en la Tabla 5 a continuación:

**TABLA 5**  
**CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS. BOMBA**  
**SAE 10W-30**

<b>Bomba</b>	<b>Valores calculados</b>	<b>RAASM 200</b>	<b>RAASM 238</b>	<b>GRACO FIREBALL425</b>
<b>Viscosidad</b>	10W-30	Hasta SAE	Hasta SAE130	Aceites en general

<b>Rc</b>	Por definir	3:1	5:1	3:1
<b>Qb probable @ 80Cpm (de la Tabla 3)</b>	6.5 Lpm	4.9 Lpm	8.3 Lpm	50.6 Lpm
<b>Puntos de lubricación</b>	2	No definido	No definido	Hasta 4
<b>Longitud línea</b>	34 m	Hasta 90.9 m	Hasta 181.8 m	Hasta 76.2 m
<b>Uso anual</b>	34,560 Lpa	No definido	No definido	Hasta 114,000 Lpa

No se incluye la Fireball 225 puesto que su uso anual debe ser inferior a 24,602 Lpa. Tampoco se incluye la RAASM 238 de 3:1, puesto que su caudal a 80 Cpm apenas llega a 2.9 Lpm.

De la misma forma se realiza la preselección de la bomba de grasa para los 2 puntos de lubricación (1 para las dos bahías de mecánica y otro en mecánica rápida). Del Apéndice II:

**TABLA 6:**  
**CUADRO COMPARATIVO PARA SELECCIÓN DE**  
**BOMBA DE GRASA NGLI#1**

<b>Bomba</b>	<b>Datos Autosur</b>	<b>RAASM 238</b>	<b>RAASM 234</b>	<b>GRACO FIREBALL300</b>
<b>Dureza</b>	NGLI#1	Grasa NGLI#1	Grasa NGLI#1	Grasa hasta NGLI#2
<b>Rc</b>	Por definir	50:1	65:1	50:1
<b>Q<sub>b</sub>sugerido.</b> [10] (de Apéndice III)	Por definir	3.3 Lb/min	4.2 Lb/min	1.19 Lb/min
<b>Puntos de lubricación</b>	2	No definido	No definido	Hasta 2
<b>Longitud línea</b>	44 m	No definido	No definido	Hasta 76.2 m
<b>Uso anual</b>	Por definir	No definido	No definido	Hasta 20,000 Lb/año

[10] El caudal sugerido (Q<sub>b</sub>) es el que indican primordialmente cada ficha técnica de la correspondiente bomba.

En el Apéndice III se encuentran las fichas técnicas de las bombas Graco y RAASM para la selección apropiada del caso Autosur. Se realizará un análisis basado en los datos de las mismas para encontrar los equipos más eficientes y con menor desgaste, permitiendo una larga vida útil.

Tomando en cuenta la regla de pulgar, que se requiere 1 hp eléctrico de motor de compresor para producir 4 cfm de aire a 100 psig teóricos, se puede obtener la potencia eléctrica teórica consumida del compresor [Pe] para impulsar las bombas relacionándole con su consumo de aire.

$$Pe = (1/4) * Qa$$

Donde Qa es el caudal consumido. Las fichas muestran los valores en Scfm [11], los cuales deberán ser transformados a cfm @ 100 psig.

La potencia hidráulica teórica [Ph]:

$$Ph = Qb * Pb * C$$

---

[11] Para el cálculo en esta sección de los caudales en scfm se utiliza una aproximación basada únicamente en la relación de presiones absolutas del punto de operación respecto a la presión atmosférica estándar. En el capítulo 4 se verá los cálculos más exactos, que incluyen las relaciones de temperatura y humedades relativas. Pero para esta sección se menosprecian sus efectos, que normalmente tienden a reducir los valores, a fin de conseguir en este capítulo un diseño más conservador con valores más altos.

Donde  $Q_b$  = Caudal de aceite de la bomba (Gpm) en el punto de operación.

En el caso de la grasa, que expresa su flujo másico (Lbm), se transforma a Gpm, utilizando la densidad de una grasa típica, Shell Malleus GL 500, de 1,090 Kg/L (2,398 Lb/L) [12].

$P_b$  = Presión de salida del aceite de la bomba (psig) en el punto de operación.

$$C = [1 \text{ ft}^3 / 7.48 \text{ Gal}] * [1 \text{ min} / 60 \text{ s}] * [144 \text{ in}^2 / \text{ft}^2] * [1 \text{ hp. s} / 550 \text{ ft lbf}] = 1/1714.2 [\text{hp} / \text{Gpm} * \text{psi}]$$

Estas variables servirán para calcular la eficiencia de cada bomba  $[\eta]$  en cada punto de operación obtenido de las curvas en sus fichas técnicas.

$$\eta = P_h / P_e$$

---

[12] Ficha técnica Shell Malleus GL

Al realizar el análisis en los cálculos del Gráfico 2.4, se encontró algunas inexactitudes de las informaciones de ambos fabricantes. Sin embargo, conforme los resultados de eficiencias y menor desgaste se seleccionan los siguientes equipos:

**Para la distribución de Aceite 10W-30:**

**1º Opción:** Graco Fireball 425 3:1

**2º Opción:** RAASM 238 5:1

**Para la distribución de Grasa NGLI#1:**

**1º Opción:** Graco Fireball 300 50:1

**2º Opción:** RAASM 234 65:1

Aunque en ambos casos las bombas Graco mostraron una menor eficiencia en rangos pequeños de flujo, su desgaste era mucho menor, por mayor volumen bombeado por ciclo. Esto último permite una vida útil larga y menores consumos de aire para el mismo caudal de lubricante requerido.

**EVALUACIÓN DE BOMBAS DE ACEITE**

MODELO: **RAASM 200 3:1**

PSI IN: **116**

CPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0	0.00	348	0.00	0	
80	1.3	6.16	0.79	218	0.20	0.17	83.74%
160	2.7	12.32	1.58	122	0.39	0.19	48.66%
240	4	17.79	2.28	52	0.57	0.12	21.28%
320	5.3	23	2.95	0	0.74	0	0.00%

\* Los gráficos de RAASM tienen un error. Indican el consumo de aire como CFM y no como SCFM.

MODELO: **RAASM 238 5:1**

PSI IN: **116**

CPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0	0.00	507	0.00	0	
50	1.38	8	1.03	308	0.26	0.25	96.70%
100	2.75	14	1.77	172	0.45	0.28	61.49%
150	4.13	21.6	2.77	74	0.69	0.18	25.75%
200	5.5	30	3.85	0	0.96	0	0.00%

MODELO: **GRACO FIREBALL 425 3:1**

PSI IN: **100**

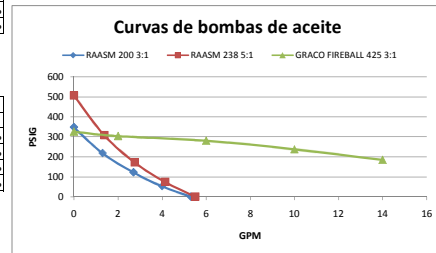
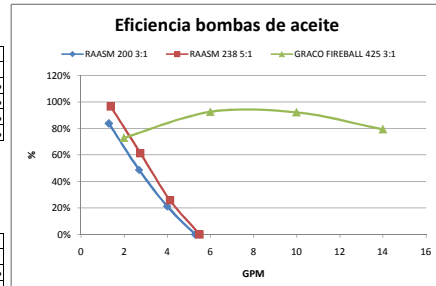
CPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0	0.00	326	0.00	0	
12	2	15.19	1.95	304	0.49	0.35	72.85%
36	6	33.14	4.25	281	1.06	0.98	92.60%
60	10	46.95	6.02	238	1.50	1.39	92.26%
84	14	59.38	7.61	185	1.90	1.51	79.39%

\* El gráfico Graco se encuentra con una ligera desviación en el eje Scfm. Tomando en cuenta que para un caudal de 13.4 gpm se tiene un consumo de aire a 100 psi de 58 scfm, las divisiones no son a 15 scfm sino a 13.8 scfm.

RELACIÓN DE DESGASTE: CPM/GPM

MODELO:	RAASM 200 3:1	Ciclo/Gal
MODELO:	RAASM 238 5:1	61.54
MODELO:	GRACO FIREBALL 425 3:1	36.23
		6.00

\* A mayor cantidad de ciclos por galón significa mayor desgaste y menor tiempo de vida útil.



**EVALUACIÓN DE BOMBAS DE GRASA**

\* para grasa con densidad 1.09 Kg/l

MODELO: **GRACO FIREBALL300 50:1**

PSI IN: **100**

CPM	LBM	LPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0.00	0	0	0.00	6000	0.00	0	
30	1	0.42	0.11	21.53	2.76	5692	0.69	0.37	53.51%
60	2	0.83	0.22	27.31	3.50	5385	0.88	0.70	79.82%
90	3	1.25	0.33	33.46	4.29	4923	1.07	0.96	89.34%
120	4	1.67	0.44	39.23	5.03	4462	1.26	1.16	92.08%

\* El gráfico de Graco tiene un error. El eje Scfm comienza con 10 no con 0. En las especificaciones indican que para un flujo de 1.19 Lbm a 100 psi corresponde un flujo de aire de 22.8 scfm y no de 12.8 scfm.

MODELO: **RAASM 238 50:1**

PSI IN: **116**

CPM	LBM	LPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0.00	0	0	0.00	5510	0.00	0	
112	0.8	0.33	0.09	6.3	0.81	3375	0.20	0.18	86.74%
225	1.6	0.67	0.18	12.6	1.62	1929	0.40	0.20	49.58%
337	2.5	1.04	0.28	18.55	2.38	827	0.59	0.13	22.56%
450	3.3	1.38	0.37	26	3.33	0	0.83	0	0.00%

MODELO: **RAASM 234 65:1**

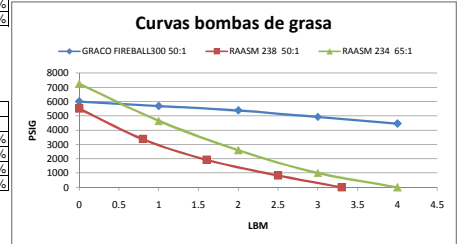
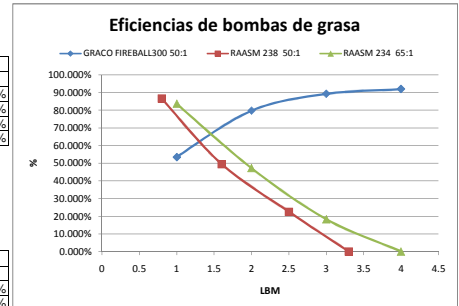
PSI IN: **116**

CPM	LBM	LPM	GPM	SCFM	CFM@100PSI	PSI OUT	HP ELECTRICO	HPHidráulico	n
0	0	0.00	0	0	0.00	7250	0.00	0	
90	1	0.42	0.11	11.25	1.44	4654	0.36	0.30	83.73%
180	2	0.83	0.22	22.22	2.85	2594	0.71	0.34	47.26%
270	3	1.25	0.33	33.33	4.27	1001	1.07	0.19	18.24%
360	4	1.67	0.44	42	5.38	0	1.35	0	0.00%

RELACIÓN DE DESGASTE: CPM/LBM

MODELO:	GRACO FIREBALL300 50:1	Ciclo/Lb
MODELO:	RAASM 238 50:1	30
MODELO:	RAASM 234 65:1	140
		90

\* A mayor cantidad de ciclos por libra significa mayor desgaste y menor tiempo de vida útil.



**GRÁFICO 2.4. EVALUACIÓN DE BOMBAS DE LUBRICANTES - AUTOSUR**

Otra bomba a definir es el equipo manual para el tanque de 55 Gal de aceite SAE 90, a fin de trasvasarlo al dispensador móvil. Se prefiere una bomba manual Graco 112202 de palanca y diafragma, para tanque de 55 Gal y con manguera de 2.5 metros para vaciado al depósito del dispensador. El caudal indicado es de 1 Gal por 9 ciclos de bombeo.

Se selecciona el dispensador móvil RAASM 32068 para aceite SAE90, que cuenta con bomba manual a doble efecto para fluidos de alta viscosidad (hasta SAE240), medidor digital de caudal, tanque de 65 litros, bandeja portaherramientas y embudo anti-reflujo.

Para la recolección y bombeo de aceite de motor y caja usado se seleccionan dos recuperadores de aceite usado con depósito de 90 L, modelo RAASM 42090.

Tomando en cuenta que cada bahía de cambio de aceite rápido atiende hasta 12 vehículos por día, con un volumen de 5 L por cambio promedio, se tiene un total de 60 L/ día.



Para realizar solo un vaciado diario por recuperador, se escoge el equipo con tanque de 90 L, puesto que se puede vaciar hasta 75 L, dejando la diferencia de 15 L por cualquier cambio de aceite de caja – corona. Además el equipo de 65 L solo tiene una capacidad máxima de 52 L, que no es suficiente para evacuar todos los cambios esperados de aceite de caja.

El bombeo del aceite quemado se realiza por presión hidrostática, al inyectar aire comprimido al tanque con una regulación de 0.5 bar (7 psig), el cual es suficiente para trasvasar el aceite usado a los tanques de 55 Gal

Toda la información técnica de estos equipos finales antes mencionados se encuentra en el Apéndice IV.

#### **2.4. Selección de Carretes y Pistolas Medidoras para Despacho de Lubricantes en cada punto**

Los carretes y las pistolas de despacho, con medidores integrados o no, son los elementos normales en los puntos finales típicos de los sistemas de lubricación.

Para seleccionar los carretes se requiere considerar las siguientes variables:

**Ubicación del Carrete:** Según el trazado seleccionado de la tubería y la infraestructura del local: Sobre-piso, en la pared, sobre-cabeza en pórtico metálico o en estructura metálica colgada del techo

**Longitud requerida:** Según la ubicación del carrete, se suma la distancia al piso desde la ubicación del carrete con la distancia horizontal al punto más lejano donde se espera despachar. El resultado es la longitud mínima de la manguera del carrete.

**Fluido a manejar:** Aire comprimido, liquido refrigerante, limpiaparabrisas, aceite lubricante, grasa bombeable u otro líquido automotriz. Según el líquido se verifica la compatibilidad química de los sellos, mangueras y piezas metálicas con el mismo.

**Presión de Operación**

**Caudal Manejado**

Para el caso de Autosur se puede analizar las variables en el siguiente cuadro:

**TABLA 7**  
**CUADRO DE DATOS PARA SELECCIÓN DE CARRETES.**

Carretes	En Bahías “express”	En mecánica y mecánica rápida
Ubicación	2 Sobre-cabeza en pórtico metálico a 4 metros sobre el piso, entre las dos bahías de servicio “express”	1 Sobre-cabeza en pórtico metálico a 4 metros sobre el piso, entre las dos bahías de mecánica. 1 en pared a 4 metros sobre el piso a la mitad de la bahía de enllantaje.

Longitud requerida	Tomando en cuenta algunos vehículos que tienen el motor en el eje posterior y hay que engrasarlos también en puntos del tren posterior: <b>Longitud:</b> 4 metros al piso + 7 metros al final de la bahía + 3.8 metros de ancho = 14.8 metros. Se escogen entonces carretes de 15 metros de manguera mínimo.	
FLUIDO	Aceite lubricante SAE 10W-30	Grasa bombeable NGLI# 1
Presión de operación	272 psig a 500 psig	4822 psig a 5000 psig
Caudal requerido	3.25 Lpm a 6.5 Lpm (1 o 2 puntos funcionando respectivamente)	0.13 lb/min a 0.26 lb/min (1 o 2 puntos funcionando respectivamente)

La presión en las líneas de distribución sube a la máxima (definida por Rc) a caudal 0, cuando deja de dispensar.

De la información que se encuentra en el Apéndice V de equipos Graco y RAASM se selecciona los siguientes carretes, por el fluido, presiones y caudales, relacionados a la aplicación, [13] conforme la Tabla 8. Para los dos carretes de despacho de aceite 10W-30:

- Carrete Graco SD20 HPM65D
- Carrete RAASM Serie 430 modelo 8430.402-55

Ambos carretes tienen características similares (15 metros de manguera 1/2", de 2000 psig), por lo que en este caso se selecciona los carretes RAASM, por costo menor.

Para los dos carretes de despacho de Grasa NGLI # 1:

- Carrete Graco SD10 HPH15B
- Carrete RAASM Serie 430 modelo 8430.506-55

En este caso el carrete Graco tiene una manguera de 1/4" D.I. y una capacidad de solo 5000 psig. El carrete RAASM en cambio tiene una manguera de 3/8" D.I. y capacidad de 6500

---

[13] Los fabricantes no expresan curvas o datos de caudales para sus carretes, pero los clasifican por servicio: Vehículos livianos, servicio a pesados, trasvase de gran volumen, obviamente de menor a mayor flujo. Se debe seleccionar entonces el carrete según la aplicación y con el mayor diámetro de manguera posible.

psig, por lo que en este caso se selecciona los carretes RAASM por mejores prestaciones.

Las pistolas de despacho pueden o no tener integrado un cuenta-litros. Cuando no lo tienen existe la opción de integrarlo, ubicarlo cercanamente, o utilizar un sistema de despacho y control centralizado con transductores, válvulas de control y un PLC con comunicación a PC y network interna del taller. Este último sistema solo se aplica en sitios con grandes despachos de fluidos automotrices, como por ejemplo ensambladoras.

Para el caso de Autosur, solo se requiere pistolas con medidores digitales de caudal para el aceite y para la grasa. De la información del Apéndice V y los carretes seleccionados anteriormente, se definen las siguientes posibilidades:

Para aceite 10W-30

- Pistola con medidor digital Graco EM6 243604, con boquilla anti-goteo para un caudal máximo de 23.01 Lpm, presión de 1500 psig, para todos los aceites sintéticos y de base petróleo, y precisión  $\pm 1.0\%$

- Pistola con medidor digital RAASM 65AP – ½” modelo 37765-55 con boquilla anti-goteo para caudal máximo de 9.24 Gpm (34.65 Lpm), presión de 1450 psig, viscosidad máxima de SAE 240 y precisión + 0.3%

Para Grasa NGLI#1:

- Pistola con medidor digital Graco Accu-Shot 233933 con capacidades máximas de presión 5000 psig, caudal de 1 Kg/min y precisión de  $\pm 3\%$
- RAASM como algunos otros fabricantes de equipos de lubricación no tiene medidores para grasa.

Para aceite 10W-30 se define la pistola RAASM 65AP – ½”, por mayor precisión de medida, aunque su vida útil estimada, aproximadamente 3 años, es mucho menor a la del equipo Graco. Por ello también se explica diferencia de precios.

Para la Grasa NGLI#1 se escoge la pistola Graco Accu-Shot, puesto que no se tiene otra opción de comparación. Para otras bahías se utilizará una pistola portátil manual sencilla.

## **2.5. Dimensionamiento de las Tuberías en la Red de Distribución de Lubricantes.**

Algunos fabricantes de equipos de lubricación han publicado tablas para dimensionamiento de tuberías de distribución. En el Apéndice VI se puede observar las tablas recomendadas por Graco y RAASM.

Para el caso de Autosur primero se define un trazado más preciso de las líneas de lubricantes en la Figura 2.2. Del mismo se obtiene los siguientes datos:

### **LINEA DE ACEITE 10W-30:**

Longitud al punto más lejano: 33 metros (108 pies)

Diámetro sugerido Graco: D.I. 1" Cédula 40

Diámetro sugerido RAASM: D.I. 1".

### **LINEA DE GRASA NGLI#1:**

Longitud al punto más lejano: 32 metros (105 pies)

Diámetro sugerido Graco: D.I. 1" Cédula 160 [14]

Longitud al segundo punto: 26 metros (85 pies)

Diámetro sugerido Graco: D.I. 1" Cédula 160

[14] Se aproxima el diámetro al anterior rango mostrado en el Apéndice VI, debido a que es un poco difícil encontrar localmente tuberías de medidas 1.1/4" Cédula 160. Solo se tiene un exceso del 5% del diámetro máximo.



RAASM no tiene definiciones respecto a las líneas de distribución de grasa, por lo que se toma las de Graco.

**Desarrollo de ecuaciones de la curva de operación:**

Tomando la información del texto “Introducción a la Mecánica de Fluidos” de Fox – McDonald, Capítulos 8 y 11, se desarrollará las ecuaciones para los cálculos de la curva de operación de los sistemas de distribución de lubricantes.

La mayor parte de los fabricantes de bombas indican que el flujo dentro de las tuberías de distribución de lubricantes es laminar. Este supuesto también se puede verificar examinando la Figura A.3 del Apéndice A del libro. Los valores de la curva de viscosidad cinemática del agua son inferiores a los observados en las curvas de aceites lubricantes típicos graficados en la misma. La mayor viscosidad provocaría flujo lento, que caería en el rango laminar. ( $Re < 2 \times 10^3$ ) Esto sería obvio con fluidos aún más densos y viscosos como las grasas bombeables.

De la hipótesis base de flujo laminar, como se indica en el punto 8-6.1 del libro, el coeficiente de energía cinética sería:

$$\alpha = 2.0$$

Aplicando la ecuación 8.28 a las líneas de distribución, donde se tiene 4 diámetros determinantes: Diámetro del tubo de succión, de la manguera de conexión de la bomba a la línea, de la línea y de la manguera del carrete, se desarrolla la ecuación de la curva de operación de forma similar al problema ejemplo 11.8.

$$(p_1/\rho + \alpha_1 \bar{V}_1^2/2 + gz_1) - (p_2/\rho + \alpha_2 \bar{V}_2^2/2 + gz_2) = h_l + h_{lm}$$

En la Figura 2.1 se puede observar los 6 puntos base para desarrollar las ecuaciones.

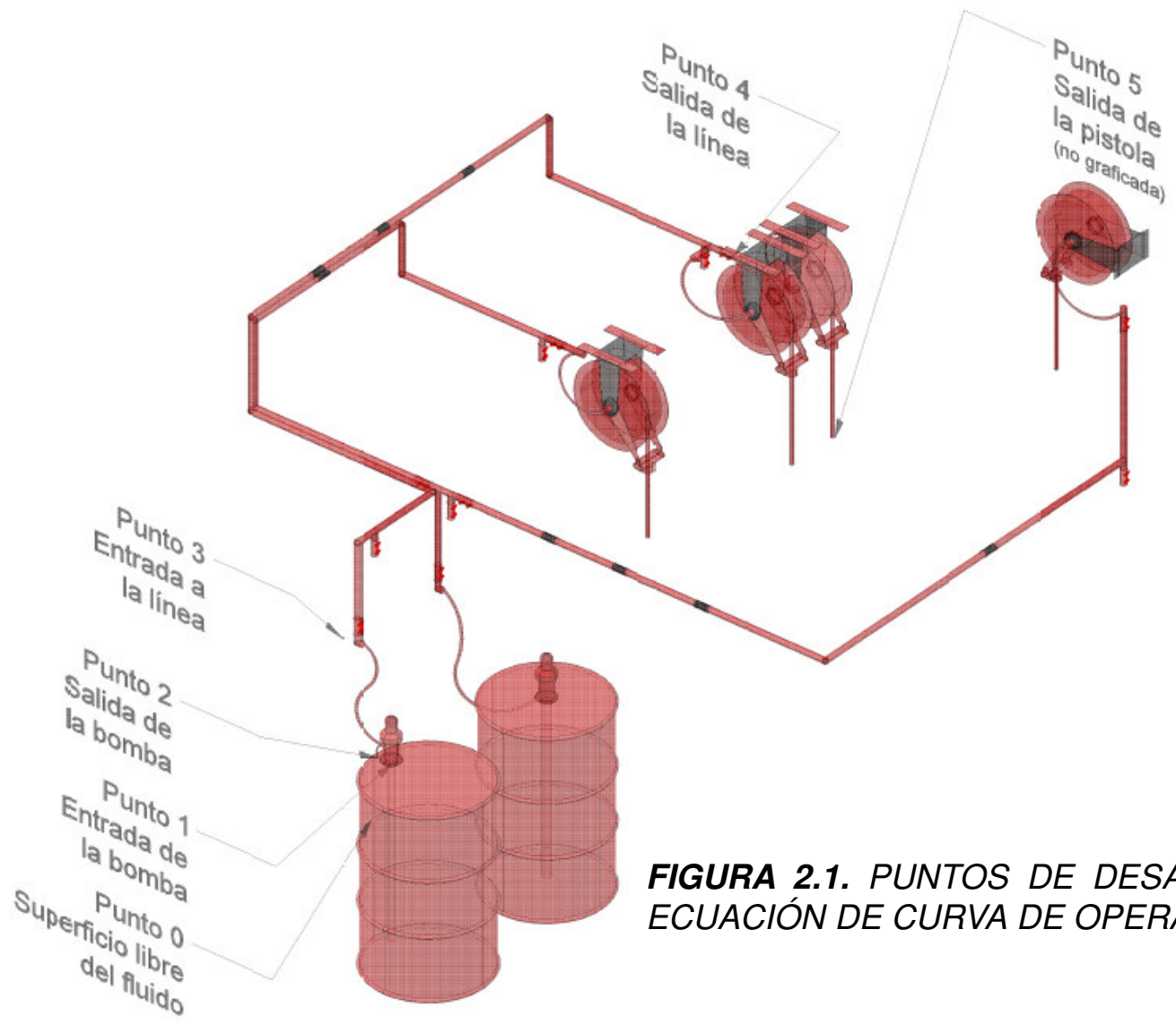
Por hipótesis laminar  $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$

$$gz_0 - (p_1/\rho + \alpha \bar{V}_1^2/2 + gz_1) = h_{lt01}$$

$$p_2/\rho + \alpha \bar{V}_2^2/2 + gz_2 - (p_3/\rho + \alpha \bar{V}_3^2/2 + gz_3) = h_{lt23}$$

$$p_3/\rho + \alpha \bar{V}_3^2/2 + gz_3 - (p_4/\rho + \alpha \bar{V}_4^2/2 + gz_4) = h_{lt34}$$

$$p_4/\rho + \alpha \bar{V}_4^2/2 + gz_4 - gz_5 = h_{lt45}$$



**FIGURA 2.1. PUNTOS DE DESARROLLO DE ECUACIÓN DE CURVA DE OPERACIÓN**

Se asume  $z_1 \approx z_2$  (bastante aproximado en la realidad) y al sumar todas las ecuaciones anteriores se tiene:

$$gz_0 - (p_1/\rho + \alpha \bar{V}_1^2/2) + p_2/\rho + \alpha \bar{V}_2^2/2 + gz_5 = h_{lt01} + h_{lt23} + h_{lt34} + h_{lt45}$$

Con  $\Delta p = p_2 - p_1$ , se ordena y multiplica todo por  $\rho$  para obtener unidades de presión:

$$\Delta p = \frac{1}{2} \alpha \rho (\bar{V}_1^2 - \bar{V}_2^2) + \rho g(z_5 - z_0) + \rho (h_{lt01} + h_{lt23} + h_{lt34} + h_{lt45})$$

De la ecuación de caudal:

$$Q = \bar{V}_1 A_1 = \bar{V}_2 A_2 = \dots = \bar{V}_n A_n$$

$$\bar{V}_1 D_1^2 = \bar{V}_2 D_2^2 = \dots = \bar{V}_n D_n^2$$

$$\bar{V}_n = \bar{V}_2 (D_2/D_n)^2$$

$$\Delta p = \frac{1}{2} \alpha \rho \bar{V}_2^2 ((D_2/D_1)^4 - 1) + \rho g(z_5 - z_0) + \rho (h_{lt01} + h_{lt23} + h_{lt34} + h_{lt45})$$

$$\bar{V}_2^2 = (16/\pi^2) (Q^2/D_2^4)$$

Para cualquier  $h_{lt}$  del punto x al y:  $h_{ltxy} = (\sum_{i=1}^n (a_i K x y_i)) +$

$$f_{xy} \sum_{j=1}^m (b_j \left(\frac{L_e}{D}\right) x y_j) + f_{xy} \left(\frac{L_{ab}}{D}\right) \left(\frac{D_2}{D_{xy}}\right)^4 0.5 \bar{V}_2^2$$

$$h_{ltxy} = \sum_{i=1}^n (a_i K_{xyi}) + f_{xy} \sum_{j=1}^m \left( b_j \left( \frac{L_e}{D} \right)_{xyj} \right) + f_{xy} \left( \frac{L_{ab}}{D} \right) \left( \frac{D_2}{D_{xy}} \right)^4 (8/\pi^2) (Q^2/D_2^4)$$

Donde:

$K_{xyi}$  = Coeficiente de pérdida menor según accesorio en el tramo xy

$a_i$  = Cantidad del accesorio en el tramo xy

$n$  = Cantidad de modelos de accesorios con coeficientes de pérdida en el tramo xy

$f_{xy} = 64 / Re_{xy}$ ; Factor de fricción de Darcy en tramo xy, para flujo laminar

$\left( \frac{L_e}{D} \right)_{xyj}$  Relación de longitud equivalente según accesorio en el tramo xy

$b_j$  = Cantidad del accesorio en el tramo xy

$m$  = Cantidad de modelos de accesorios con relación de longitud equivalente en el tramo xy

$\left( \frac{L_{ab}}{D} \right) =$  Relación de Longitud de tramo con el diámetro xy

$\left( \frac{D_2}{D_{xy}} \right) =$  Relación de diámetros. Diámetro de salida de la bomba con el del tramo xy

Se escoge los tramos xy conforme los puntos en la Figura 2.1, y se desarrolla la ecuación final con los valores encontrados y los siguientes:

$$Re_{xy} = [4\rho / (\pi\mu D_{xy})] Q$$

Para el aceite 10W30, con datos tomados del Apéndice A del libro de Fox-McDonald

$$\rho = 0.92 \text{ kg/L}$$

$$\mu = 4E-2 \text{ Ns /m}^2 \text{ (a } 40^{\circ}\text{C según Figura A2 del texto)}$$

Para la grasa NGLI#1: (datos tomados de la ficha técnica de la grasa Malleus)

$$\rho = 1.09 \text{ kg/L}$$

$$\mu = 30000 \text{ cP} = 30 \text{ Ns/ m}^2 \text{ (dato único a } -18^{\circ}\text{C)}$$

$z_0$  es un valor que varía con el tiempo y el caudal, puesto que el volumen de lubricante en el tanque solo es extraído del mismo. Por ecuación de continuidad:

$V_{to}$  = Volumen inicial del tanque (55 galones)

$D_t$  = Diámetro del tanque (22.1/2")

$V_{to} - V(t) = Q t$

$V_{to} - Q t = (\pi/4) D_t^2 z_0$

$z_0 = (4/\pi) (1/D_t^2) (V_{to} - Q t)$

$Q$  y  $t$  son variables. Para no complicar los cálculos se asume el valor mayor de  $z_0$ , cuando  $t = 0$ , o en el inicio del bombeo. Lo que sucederá es que mientras se bombee, la curva va a decaer un poco, pero este valor se lo descarta en función de otros factores más primordiales que definen la curva.

Las curvas encontradas para el aceite y la grasa se muestran en el Gráfico 2.5, sobre los valores de las curvas de operación de las bombas seleccionadas.

**Resultados del Gráfico 2.5:** Se obtienen los siguientes resultados.

- **Para el aceite 10W-30.** El mejor punto de operación se lo obtiene para la bomba Graco, **9.17 GPM@ 250 psig** (mayor caudal entregado para el sistema) con lo que se

confirma la selección del equipo. Para este nuevo caudal:

$$T_d = 0.15 \text{ min /veh.}$$

$$T_{tb} = 3.6 \text{ min/día laboral}$$

$$\mathbf{F_b = 0.75\% \text{ de la jornada}}$$

- **Para la Grasa NGLI#1.** Los puntos de operación son muy similares para ambas bombas, pero técnicamente se opta por la bomba Graco debido a su menor desgaste: **0.85 LBM@ 5800 psig**

## 2.6. Selección de otros Accesorios del Sistema

Conforme la Figura 2.2. se puede observar el trazado general y un esquema, donde se observan más detenidamente los accesorios y acoples utilizados, que se especifican a continuación.

Conforme recomendaciones de Graco en el Apéndice VI, se indica que los accesorios para la línea de aceite deberán ser



## CALCULO DE CURVA DE OPERACIÓN SISTEMA HIDRÁULICO - DISTRIBUCIÓN. FLUJO LAMINAR

### LINEAS DE ACEITE LUBRICANTE

#### DATOS DE FLUIDO

FLUIDO: **ACEITE 10W-30**  
 $\rho$ : 0.92 Kg/L  
 $\mu$ : 4.00E-02 N s/m<sup>2</sup>

#### DATOS DEL SISTEMA

D1	1.5 IN	=	0.0381 M	L1	0.9144 M
D2	0.5 IN	=	0.0127 M	L2	1.8 M
D3	1 IN	=	0.0254 M	L3	33.36 M
D4	0.5 IN	=	0.0127 M	L4	18 M
Tanque	55 Gal	=	0.20625 M <sup>3</sup>	Zof	0.80 M
Diámetro	22.5 IN	=	0.5715 M	Zof	0 M
$\alpha$	2 Para flujo laminar				

### LINEAS DE GRASA BOMBEABLE

#### DATOS DE FLUIDO

FLUIDO: **GRASA NGLI#1**  
 $\rho$ : 1.09 Kg/L  
 $\mu$ : 3.00E+01 N s/m<sup>2</sup>

#### DATOS DEL SISTEMA

D1	1.5 IN	=	0.0381 M	L1	0.9144 M
D2	0.25 IN	=	0.00635 M	L2	1.8 M
D3	1 IN	=	0.0254 M	L3	32.05 M
D4	0.375 IN	=	0.009525 M	L4	18 M
Tanque	55 Gal	=	0.20625 M <sup>3</sup>	Zof	0.80 M
Diámetro	22.5 IN	=	0.5715 M	Zof	0 M
$\alpha$	2 Para flujo laminar				

### ACCESORIOS DE TUBERÍAS

PARTE 1	CODOS 90°	T DIRECTA	T DERIVADA	REDUCC.	AUMENT.	V. CHECK	V. BOLA	ENTRADA	SALIDA
PARTE 2		1			1				
PARTE 3		8	3		1	1	2		
PARTE 4							1		1

\* Parte 1 se relaciona al tramo de D1 y L1, y así sucesivamente  
 \* La cuenta de accesorios se toma en la ruta al punto más lejano de despacho

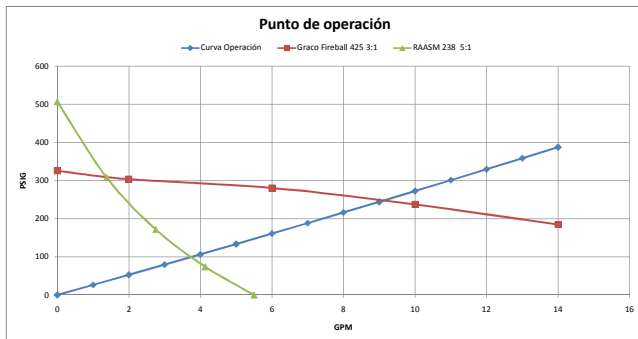
### TABLA DE CÁLCULOS

Q GPM	Q m <sup>3</sup> /s	Re1	Re2	Re3	Re4	ht1 Pa	ht2 Pa	ht3 Pa	ht4 Pa	P Pa	P Psi
0	0	0	0	0	0						0
1	0.00006	48.0	144.1	72.1	144.1	2301.7	16084.8	20145.6	141793.2	182320.8	26.5
2	0.00013	96.1	288.2	144.1	288.2	4610.0	32169.6	40319.3	284661.3	364435.8	52.9
3	0.00019	144.1	432.4	216.2	432.4	6924.8	48254.4	60520.9	428604.5	548113.7	79.5
4	0.00025	192.2	576.5	288.2	576.5	9246.1	64339.2	80750.5	573622.6	733354.5	106.4
5	0.00031	240.2	720.6	360.3	720.6	11573.9	80424.0	101008.2	719715.6	920158.3	133.5
6	0.00038	288.2	864.7	432.4	864.7	13908.3	96508.8	121293.8	866883.6	1108524.9	160.9
7	0.00044	336.3	1008.8	504.4	1008.8	16249.2	112593.6	141607.4	1015126.6	1298454.5	188.4
8	0.00050	384.3	1152.9	576.5	1152.9	18596.6	128678.4	161949.0	116444.6	1489947.0	216.2
9	0.00056	432.4	1297.1	648.5	1297.1	20950.5	144763.2	182318.6	1314837.5	1683002.4	244.2
10	0.00063	480.4	1441.2	720.6	1441.2	23111.0	160848.0	202716.2	1466305.4	1877630.8	272.5
11	0.00069	528.4	1585.3	792.6	1585.3	25678.0	176932.8	221141.7	1618848.2	2073802.0	300.9
12	0.00075	576.5	1729.4	864.7	1729.4	28051.5	193017.6	243995.3	1772466.0	2271546.2	329.6
13	0.00081	624.5	1873.5	936.8	1873.5	30431.5	209102.4	264076.9	1927158.8	2470853.3	358.6
14	0.00088	672.5	2017.6	1008.8	2017.6	32818.1	225187.2	284586.4	2082926.5	2671723.3	387.7

\* Los valores de Re se encuentran dentro del rango de flujo laminar, lo que confirma la hipótesis

### GRAFICO DE PUNTO DE OPERACIÓN SISTEMA DE BOMBEO

Curva Operación		Graco Fireball 425 3:1		RAASM 238 5:1	
Q GPM	P PSIG	Q GPM	P PSIG	Q GPM	P PSIG
0	0	0	326	0	507
1	26.5	2	304	1.38	308
2	52.9	6	281	2.75	172
3	79.5	10	238	4.13	74
4	106.4	14	185	5.5	0
5	133.5				
6	160.9				
7	188.4				
8	216.2				
9	244.2				
10	272.5				
11	300.9				
12	329.6				
13	358.6				
14	387.7				



### ACCESORIOS DE TUBERÍAS

PARTE 1	CODOS 90°	T DIRECTA	T DERIVADA	REDUCC.	AUMENT.	V. CHECK	V. BOLA	ENTRADA	SALIDA
PARTE 2		1			1				
PARTE 3		2	1	2	1	1	2		
PARTE 4							1		1
k					0.5	0.8			
Le/D	30	20	60				600	3	

\* Parte 1 se relaciona al tramo de D1 y L1, y así sucesivamente  
 \* La cuenta de accesorios se toma en la ruta al punto más lejano de despacho  
 \* Se muestran los valores k y Le/D que se utilizó para el cálculo de la presión

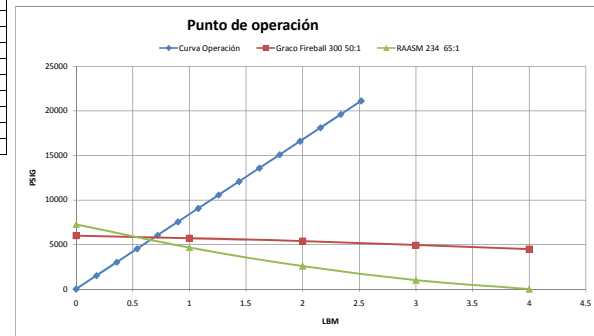
### TABLA DE CÁLCULOS

Q GPM	Q m <sup>3</sup> /s	Re1	Re2	Re3	Re4	ht1 Pa	ht2 Pa	ht3 Pa	ht4 Pa	P Pa	P Psi
0	0	0	0	0	0						0
0.02	0.00000	0.00152	0.00911	0.00228	0.00607	34477.1	3382976.4	273709.8	6693031.6	10386292.2	1507.2
0.04	0.00000	0.00304	0.01821	0.00455	0.01214	68954.3	6765952.7	547419.6	13386065.0	20770493.9	3014.1
0.06	0.00000	0.00455	0.02732	0.00683	0.01821	103431.4	10148929.1	821129.5	20079100.0	31154700.7	4521.0
0.08	0.00001	0.00607	0.03643	0.00911	0.02428	137905.5	13531905.5	1094839.4	2672136.6	41538912.7	6027.9
0.1	0.00001	0.00759	0.04554	0.01138	0.03036	172385.7	16914881.9	1368549.2	33465175.0	51923129.7	7534.7
0.12	0.00001	0.00911	0.05464	0.01366	0.03643	206862.8	20297858.2	1642259.1	40158215.0	62307351.9	9041.6
0.14	0.00001	0.01063	0.06375	0.01594	0.04250	241339.9	23680834.6	1919699.1	46851256.7	72601579.1	10548.5
0.16	0.00001	0.01214	0.07285	0.01821	0.04857	275814.1	27063811.0	2189679.0	53544300.1	83075811.4	12055.4
0.18	0.00001	0.01366	0.08196	0.02049	0.05464	310294.2	30446787.3	2463388.9	60237345.2	93460048.8	13562.3
0.2	0.00001	0.01518	0.09107	0.02277	0.06071	344771.4	33829763.7	2737098.9	66930391.0	103844291.4	15069.2
0.22	0.00001	0.01670	0.10017	0.02504	0.06678	379248.6	37212740.1	3018008.9	73623440.3	114228539.0	16576.1
0.24	0.00002	0.01821	0.10928	0.02732	0.07285	413725.7	40595716.4	3284518.9	80116490.4	124612791.7	18083.0
0.26	0.00002	0.01973	0.11838	0.02960	0.07892	448202.9	43978692.8	3558228.0	8709542.2	134997046.5	19589.9
0.28	0.00002	0.02125	0.12749	0.03187	0.08499	482680.1	47361669.2	3831939.0	93702595.6	145381312.4	21096.8

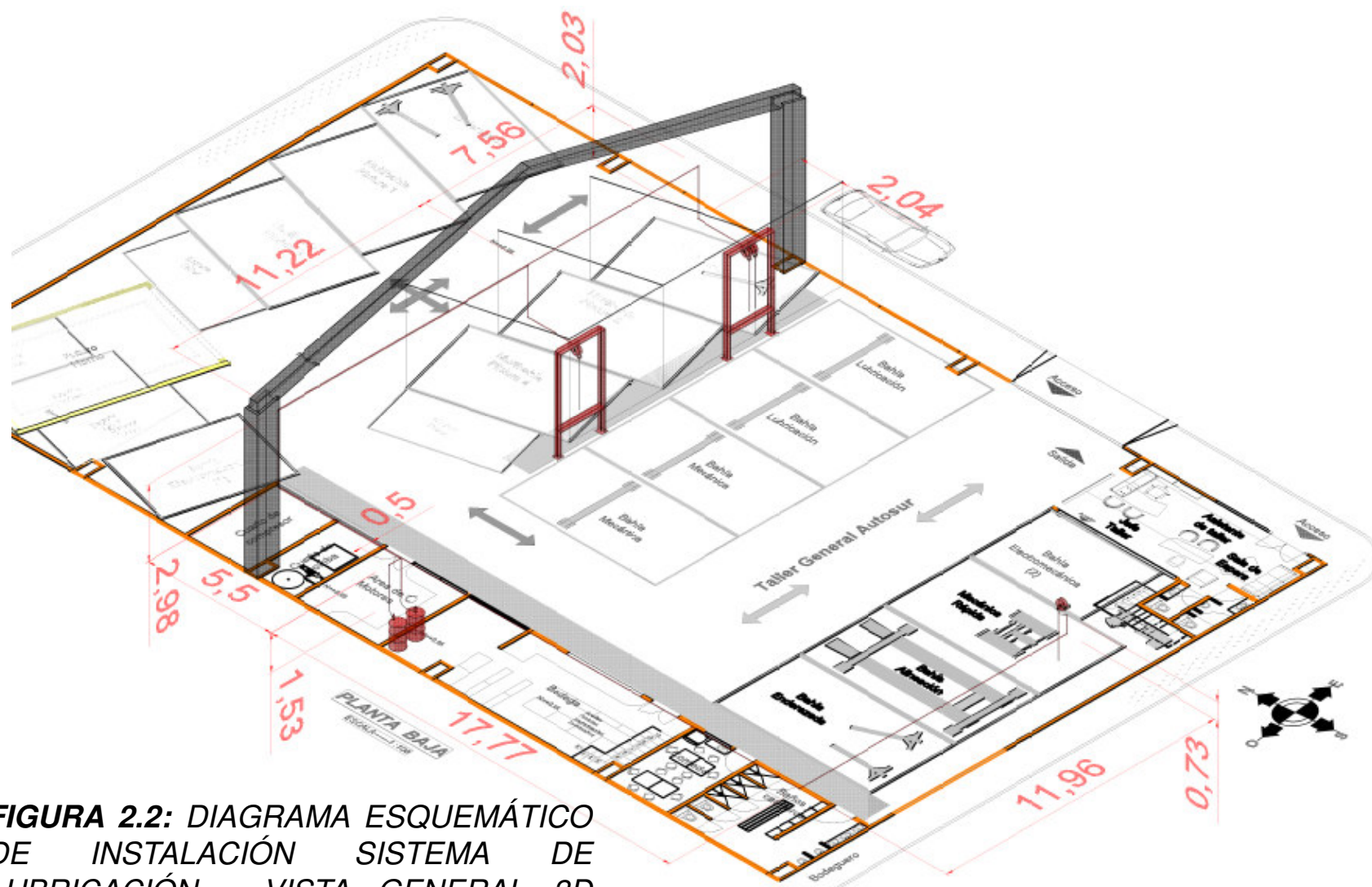
\* Los valores de Re se encuentran dentro del rango de flujo laminar, lo que confirma la hipótesis

### GRAFICO DE PUNTO DE OPERACIÓN SISTEMA DE BOMBEO

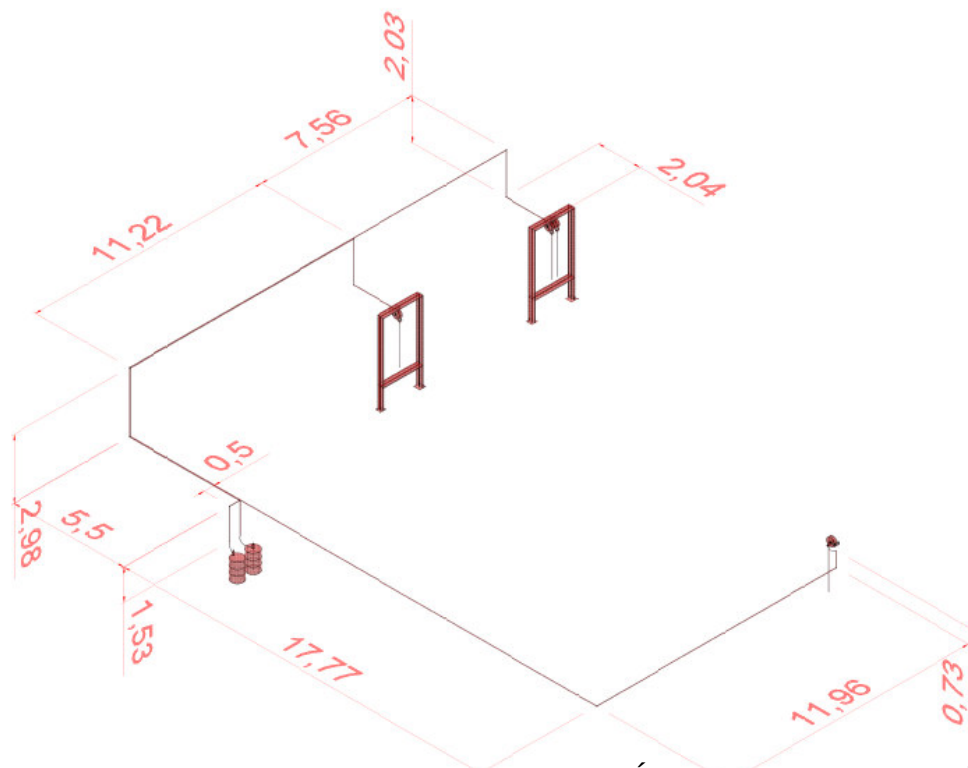
Curva Operación		Graco Fireball 300 50:1		RAASM 234 65:1		
Q GPM	Q LBM	P PSIG	Q LBM	P PSIG	Q LBM	P PSIG
0	0	0	6000	0	7250	
0.02	0.18	1507.2	1	5692	1	4654
0.04	0.36	3014.2	2	5385	2	2594
0.06	0.54	4521.0	3	4923	3	1001
0.08	0.72	6027.9	4	4462	4	0
0.1	0.90	7534.7				
0.12	1.08	9041.6				
0.14	1.26	10548.5				
0.16	1.44	12055.4				
0.18	1.62	13562.3				
0.2	1.80	15069.2				
0.22	1.98	16576.1				
0.24	2.16	18083.0				
0.26	2.34	19589.9				
0.28	2.52	21096.8				



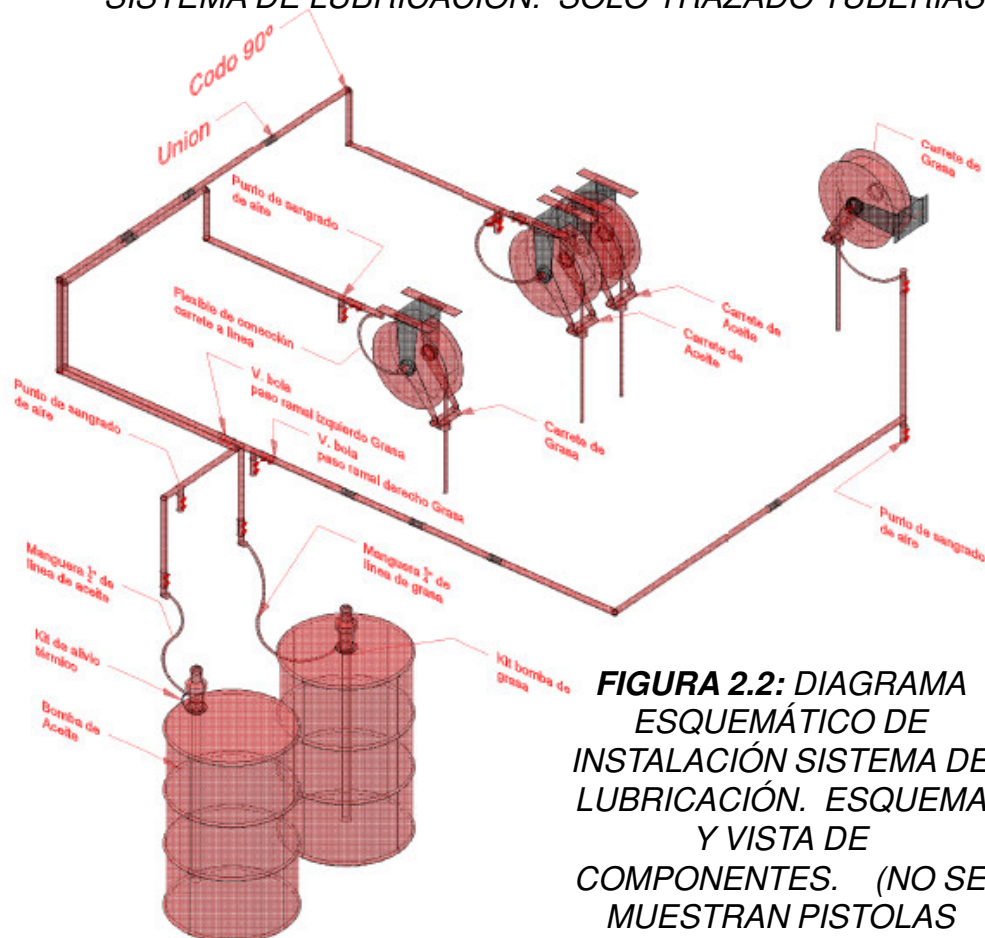
## GRÁFICO 2.5. PUNTOS DE OPERACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN



**FIGURA 2.2:** DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE INSTALACIÓN SISTEMA DE LUBRICACIÓN. VISTA GENERAL 3D SOBRE PLANO.



**FIGURA 2.2: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE INSTALACIÓN SISTEMA DE LUBRICACIÓN. SOLO TRAZADO TUBERÍAS.**



**FIGURA 2.2: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE INSTALACIÓN SISTEMA DE LUBRICACIÓN. ESQUEMA Y VISTA DE COMPONENTES. (NO SE MUESTRAN PISTOLAS DISPENSADORAS)**

de Clase 300, hierro negro, roscados y los que se utilizarán en la línea de grasa de Clase 3000, hierro negro, roscados.

**TABLA 8**  
**CUADRO DE ACCESORIOS LÍNEAS DE LUBRICANTES.**

<b>Elemento</b>	<b>Línea de Aceite</b>	<b>Línea de grasa</b>
<b>Codo 90° 1"</b>	9 u	8 u
<b>Tee 1"</b>	3 u	4 u
<b>Unión 1"</b>	3 u	5 u
<b>Válvula de bola 1"</b>	5 u	8 u
<b>Flexible de bomba</b>	1 u	1 u
<b>Flexible de carrete</b>	2 u	2 u
<b>Bushing 1" – 1/2"</b>	3 u	No requerido
<b>Bushing 1 – 1/4"</b>	No requerido	1 u
<b>Bushing 1 – 3/8"</b>	No requerido	2 u
<b>Kit de alivio térmico</b>	1 u	No requerido

Los flexibles de bombas y carretes vienen normalmente incluidos en los equipos Graco y en los carretes RAASM.

En la Figura 2.2 se pueden observar también unos puntos de sangrado de aire, que deben ser utilizados cuando se cambia el tanque de aceite o grasa, o se realicen mantenimientos en la línea, a fin de permitir la salida del aire que pueda introducirse, el cual al ser compresible provoca problemas en el bombeo de los lubricantes (bolsas de aire, espuma, errores de medición de los cuenta-litros, etc.).

Tomando en cuenta que el fluido bombeado es lubricante, no se espera corrosión interna de las tuberías y accesorios de hierro negro, por lo que se ubica estos puntos de sangrado cerca de las bombas y los carretes, que serán los elementos con mayor frecuencia de mantenimiento y operación.

La mayor parte de los fabricantes recomiendan la instalación de un Kit de alivio térmico para evitar sobrepresiones debidas a la alta temperatura del ambiente actuando en conjunto con la presión de línea cerrada en la tubería de aceite.

Se calcula que aproximadamente la presión de aceite en un circuito aumenta 43 psig por cada grado Fahrenheit que se

pueda incrementar. Esto es particularmente cierto en tuberías instaladas cerca de los tumbados calientes en climas tropicales, como el presentado en la costa y oriente ecuatoriano. Graco define el número de parte del kit como 237893, seteado a 900 psig.

Aparentemente este problema no se presenta en las líneas de grasa, posiblemente por ser un fluido tixotrópico (fluido pseudoplástico no newtoniano), que para fluir requiere ser agitado, batido o estresado de alguna otra forma.

Posiblemente por esta característica y su alta viscosidad no es afectada su presión en línea de forma excesiva por el incremento de temperatura, por lo que los fabricantes no recomiendan en este caso un kit similar.

Tomando en cuenta que la presión final de la línea de Grasa se estabiliza en más de 5000 psig, que supera el límite de resistencia de la pistola medidora de Grasa Accu – Shot, se decide instalar el equipo sin medidor Graco 242056.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. DISEÑO DE LA RED NEUMÁTICA DEL TALLER**

En un taller automotriz existen tantos equipos con alimentación neumática para su funcionamiento total o parcial, que la provisión de aire comprimido adquiere tanta importancia como las acometidas eléctricas y la obra civil.

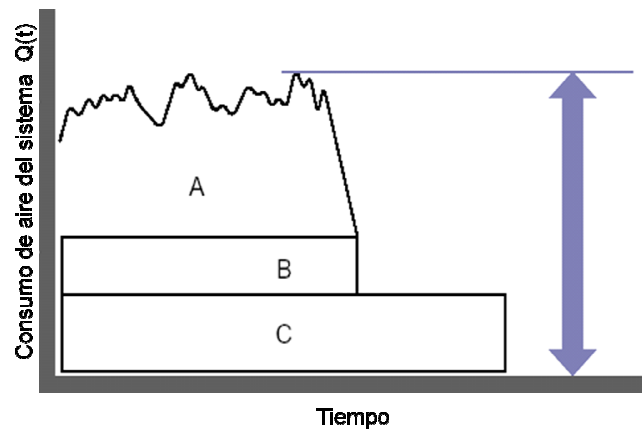
A continuación se desarrollan los procedimientos típicos para definir el sistema neumático del taller automotriz.

#### **3.1. Consumo Promedio Esperado de Aire Comprimido**

Para dimensionar un proyecto de instalación neumática, primero se debe calcular uno de los valores determinantes de la misma: el consumo promedio neumático.

El consumo neumático de un equipo o herramienta de taller se refiere al flujo volumétrico de aire comprimido, referido a una presión indicada por el fabricante en sus tablas o manuales, que utiliza para realizar el trabajo esperado. Un listado de estos consumos se pueden observar en el Apéndice VII

Al sumar los consumos individuales de cada herramienta o elemento del sistema en función del tiempo, se puede obtener una curva real de consumo, similar a la Figura 3.1.



**FIGURA 3.1. CONSUMO DE AIRE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO.  
SISTEMA NEUMÁTICO**

En toda curva de consumo real se visualizan tres secciones: La sección A, variable, con picos producidos por la operación de los cilindros, motores y válvulas neumáticas de los equipos,



o sopleteo por pintura u otras herramientas. La sección B que corresponde al consumo constante y permanente del sistema, producido por traslape total de los consumos de las herramientas o por el uso de alguna(s) de forma continua. Por último la sección C, también continua, pero provocada por fugas del sistema, que se espera por diseño no debe superar el 3% del consumo total.

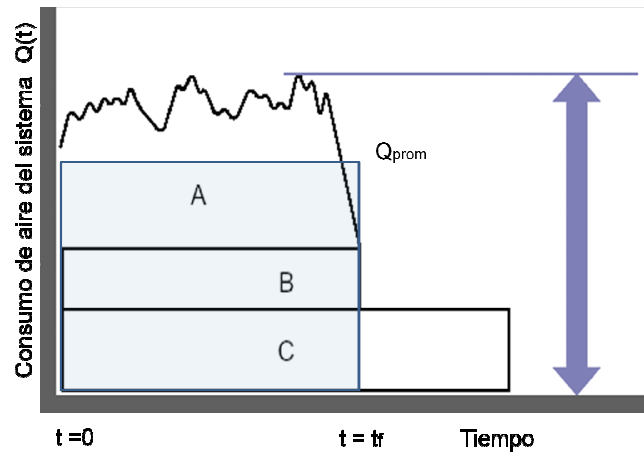
$$Q_{prom} = \left( \frac{\int_{t_f}^{t=0} Q(t) dt}{t_f} \right)$$

El consumo promedio del taller se puede definir como el valor medio de la curva antes mostrada (Figura 3.2).

Se obtiene una buena aproximación al cálculo del consumo promedio mostrado anteriormente al sumar los consumos individuales de cada herramienta, ponderados con su correspondiente factor de uso en el taller. Este método es el recomendado por casi todos los fabricantes de compresores y herramientas neumáticas.

Para el caso del taller ficticio Autosur, en el Capítulo 1, punto 3, se definieron los equipos a utilizar en cada bahía. Con estos

datos y con los resultados del Capítulo 2 para los equipos del sistema de lubricación, se puede obtener el siguiente grupo de herramientas que utilizarían aire comprimido:



**FIGURA 3.2. CONSUMO PROMEDIO NEUMÁTICO**

#### **Herramientas del taller ficticio Autosur:**

- 9 Pistolas neumáticas mando 1/2": una para cada bahía de mecánica (2) y mecánica rápida (2), y una pistola por cada 2 multibahías de pintura (4) y una por cada bahía de enderezada (3).
- Bomba neuma-hidráulica para el gato móvil del elevador de 4 columnas para alineación
- Punto de alimentación al seguro neumático del elevador de 4 columnas de alineación.

- 7 picos de inflado de llantas: uno por cada bahía de mecánica rápida (2), uno por cada dos bahías de lubricación, mecánica de motor, enderezada y multibahías de pintura (11)
- 7 picos de sopleteo: uno por cada dos bahías de mecánica rápida, de mecánica de motor, de lubricación, de enderezada y multibahías de pintura (13)
- Dos (2) puntos de aire comprimido a bancos de pruebas de inyectores.
- Punto de aire comprimido a enllantadora.
- 1 pulidora neumática de llantas.
- 4 pistolas de pintura HVLP, una para cada multibahía de pintura.
- 2 pistolas de pintura normales para fondo, una por cada dos multibahías de pintura.
- 2 pistolas de pulverizada, una por cada dos multibahías de pintura.
- 4 lijadoras neumáticas orbitales con aspiración de polvos, una por cada multibahía de pintura.
- 1 abrillantadora neumática de pintura.
- 1 calafateadora neumática de tubo de silicón.

- 3 sierras neumáticas de metales, una por cada dos multibahías de pintura (4), una para las bahías de enderezado (3)
- 1 bomba neumática para aceite 10W-30.
- 1 bomba neumática para grasa NGLI#1.
- 1 dispensador neumático portátil de aceite de caja
- 2 recolectores de aceite usado con bombeo hidrostático de aire comprimido.

Para evaluar el Factor de uso (Fu) de cada una de estas herramientas y equipos neumáticos, se aplicará para cada caso el siguiente análisis general, con base en las siguientes variables:

- Tu      Tiempo de uso de la herramienta por vehículo, en minutos. Esto se puede evaluar de dos formas: Al preguntar directamente al usuario, si tiene una idea del uso exacto que le va a dar. En último caso analizar y obtener este tiempo de equipos parecidos trabajando en situaciones similares (p. ejemplo en otro taller)
- Fv      Flujo Vehicular en automóviles por día y por bahía

Nj	Número de jornadas a trabajar durante el día.
Tut	Tiempo de uso total. En el caso que se pueda conocer directamente cuanto tiempo durante la jornada la herramienta accionará neumáticamente, sin necesidad de la evaluación por vehículos atendidos

Con estas variables se evaluarán una de las dos ecuaciones siguientes, dependiendo del caso, en la Tabla 9.1:

$$Fu = [Tu * Fv] / [Nj * 480 \text{ min/jornada laboral}]$$

$$Fu = Tut / [Nj * 480 \text{ min/jornada laboral}]$$

Con los valores de Fu se podrá calcular el Consumo promedio de aire comprimido en la Tabla 9.2.

### 3.2. Determinación de Elementos del Sistema Neumático

Todo sistema de provisión de aire comprimido para herramientas o equipos posee las siguientes partes:

- Generación de aire comprimido, con adecuación básica conforme los requerimientos del sistema. En este caso la

**TABLA 9: CÁLCULO DE LOS FACTORES DE USO Y CONSUMO PROMEDIO TOTAL DEL TALLER AUTOSUR.**

**Cuadro de factores de uso herramientas del taller**

Nj =  Jornada /día

It.	Herramienta	Ubicación	Cantidad	Datos de uso	CALCULOS INDIVIDUALES.			
					Tu [min/auto]	Fv [autos/día equipo]	Tut [min/día bahía]	Fu %
1	Picos de inflado de llantas	B. Lubricación	1	Tu = 1.6 min/llanta x4 llantas/veh.	6.4	6	38.4	8.00%
2	Picos de sopleteo	B. Lubricación	1	Tu = (Aproximadamente)	0.33	24	8.00	1.67%
3	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica rápida	2	Tu = 10 seg/perno x6 pernos/llanta x4 llantas x2 trabajos (extracción y puesta)	8	5	40	8.33%
4	Bomba gato móvil	B. Mecánica rápida	1	Aproximadamente	0.5	10	5	1.04%
5	Seguro neumático elevador 4 postes	B. Mecánica rápida	1	Aproximadamente	0.083	10	0.83	0.17%
6	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica rápida	2	Tu = 1.6 min/llanta x4 llantas/veh.	6.4	5	32	6.67%
7	Picos de sopleteo	B. Mecánica rápida	1	Tu = (Aproximadamente)	0.33	10	3.33	0.69%
8	Enllantadora	B. Mecánica rápida	1	Tu = 4 llantas/veh. X2.5 min/llanta	10	5	50	10.42%
9	Pulidor neumático de llantas	B. Mecánica rápida	1	Tu = 4 llantas/veh. x50% x0.5 min/llanta	1	5	5	1.04%
10	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica motor	2	Tu = 10 seg/perno x6 pernos/llanta x4 llantas x2 trabajos (extracción y puesta)	8	1	8	1.67%
11	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica motor	1	Tu = 1.6 min/llanta x4 llantas/veh.	6.4	2	12.8	2.67%
12	Picos de sopleteo	B. Mecánica motor	1	Tu = (Aproximadamente)	0.33	2	0.67	0.14%
13	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Enderezada	2	Tu = 10 seg/perno x24 pernos x2 trabajos (extracción y puesta)	8	2	16	3.33%
14	Picos de inflado de llantas	B. Enderezada	1	Tu = 1.6 min/llanta x4 llantas/veh.	6.4	2	12.8	2.67%
15	Picos de sopleteo	B. Enderezada	2	Tu = (Aproximadamente)	0.33	2	0.67	0.14%
16	Pistolas neumáticas mando 1/2"	Multibahía pintura	3	Tu = 10 seg/perno x6 pernos/llanta x4 llantas x2 trabajos (extracción y puesta)	8	1	8	1.67%
17	Picos de inflado de llantas	Multibahía pintura	2	Tu = 1.6 min/llanta x4 llantas/veh.	6.4	2	12.8	2.67%
18	Picos de sopleteo	Multibahía pintura	2	Tu = (Aproximadamente)	0.33	2	0.67	0.14%
19	Pistolas de pintura HVLP	Multibahía pintura	4	Aproximadamente	120	1	120	25.00%
20	Pistolas de pintura normales	Multibahía pintura	2	Aproximadamente	120	2	240	50.00%
21	Pistolas de pulverizada	Multibahía pintura	2	Aproximadamente	20	2	40	8.33%
22	Lijadoras neumáticas orbitales	Multibahía pintura	4	Aproximadamente	120	1	120	25.00%
23	Abrillantadora neumática de pintura	Multibahía pintura	1	Aproximadamente	60	4	240	50.00%
24	Calafateadora neumática	Multibahía pintura	1	Aproximadamente	10	4	40	8.33%
25	Sierra neumática de metales	Multibahía pintura	3	Aproximadamente	20	2	40	8.33%
26	Alimentación banco de pruebas inyectoros	Cuarto Motores	2	Aproximadamente	15	5	75	15.63%
27	Bomba neumática para aceite 10W-30	Area Bodega	1	De los cálculos del Capítulo 3: Fb=				0.75%
28	Bomba para grasa NGLI#1	Area Bodega	1	Aproximadamente	0.05	2	0.1	0.02%
29	Dispensador neumático portatil aceite	Area Bodega	1	Aproximadamente al día:			2	0.42%
30	Recolectores de aceite usado con bombeo	Area Bodega	2	Aproximadamente al día:			5	1.04%

**Notas:**

El cálculo de Fv a través de promedio se realiza cuando el mismo tipo de herramienta se encuentra en diferentes tipos de bahías con diferente cantidad de flujo vehicular

Se aproximan los valores de tiempo de uso por vehículo de algunas herramientas conforme lo observado en talleres reales

En las fórmulas para Tu mostradas se asumen los valores máximos posibles para una aproximación conservadora. P. ejemplo para las pistolas neumáticas se asumió 6 pernos, que es la cantidad máxima, presentada en los aros 16 en adelante. Tiempo de inflado de llanta 195/65R15 con 2 cfm@90 psig = 1.6 min

**TABLA 9: CÁLCULO DE LOS FACTORES DE USO Y CONSUMO PROMEDIO TOTAL DEL TALLER AUTOSUR.**

**Cuadro de cálculo de Consumo Promedio Neumático.**

It.	Herramienta	Ubicación	Cantidad de equipos	Consumo unitario		Fu %	Consumo unitario ponderado		Subtotales	
				CFM	LPM		CFM	LPM	CFM	LPM
1	Picos de inflado de llantas	B. Lubricación	1	2	55.65	8.00%	0.16	4.45	0.16	4.45
2	Picos de sopleteo	B. Lubricación	1	50	1391.32	1.67%	0.83	23.19	0.83	23.19
3	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica rápida	2	5	139.13	8.33%	0.42	11.59	0.83	23.19
4	Bomba gato movil	B. Mecánica rápida	1	6	166.96	1.04%	0.06	1.74	0.06	1.74
5	Seguro neumático elevador 4 postes	B. Mecánica rápida	1	0.02	0.43	0.17%	2.68E-05	7.45E-04	0.00	7.45E-04
6	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica rápida	2	2	55.65	6.67%	0.13	3.71	0.27	7.42
7	Picos de sopleteo	B. Mecánica rápida	1	50	1391.32	0.69%	0.35	9.66	0.35	9.66
8	Enllantadora	B. Mecánica rápida	1	10	278.26	10.42%	1.04	28.99	1.04	28.99
9	Pulidor neumático de llantas	B. Mecánica rápida	1	24	667.84	1.04%	0.25	6.96	0.25	6.96
10	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica motor	2	5	139.13	1.67%	0.08	2.32	0.17	4.64
11	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica motor	1	2	55.65	2.67%	0.05	1.48	0.05	1.48
12	Picos de sopleteo	B. Mecánica motor	1	50	1391.32	0.14%	0.07	1.93	0.07	1.93
13	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Enderezada	3	5	139.13	3.33%	0.17	4.64	0.50	13.91
14	Picos de inflado de llantas	B. Enderezada	1	2	55.65	2.67%	0.05	1.48	0.05	1.48
15	Picos de sopleteo	B. Enderezada	2	50	1391.32	0.14%	0.07	1.93	0.14	3.86
16	Pistolas neumáticas mando 1/2"	Multibahías pintura	2	32	890.45	1.67%	0.53	14.84	1.07	29.68
17	Picos de inflado de llantas	Multibahías pintura	2	2	55.65	2.67%	0.05	1.48	0.11	2.97
18	Picos de sopleteo	Multibahías pintura	2	50	1391.32	0.14%	0.07	1.93	0.14	3.86
19	Pistolas de pintura HVLP	Multibahías pintura	4	20	556.53	25.00%	5	139.13	20.00	556.53
20	Pistolas de pintura normales	Multibahías pintura	2	7	194.79	50.00%	3.5	97.39	7.00	194.79
21	Pistolas de pulverizada	Multibahías pintura	2	7	194.79	8.33%	0.58	16.23	1.17	32.46
22	Lijadoras neumáticas orbitales	Multibahías pintura	4	22	612.18	25.00%	5.5	153.05	22.00	612.18
23	Abrillantadora neumática de pintura	Multibahías pintura	1	30	834.79	50.00%	15	417.40	15.00	417.40
24	Calafateadora neumática	Multibahías pintura	1	12	333.92	8.33%	1	27.83	1.00	27.83
25	Sierra neumática de metales - sabre	Multibahías pintura	3	7	194.79	8.33%	0.58	16.23	1.75	48.70
26	Alimentación banco de pruebas inyectores	Cuarto Motores	2	5	139.13	15.63%	0.78	21.74	1.56	43.48
27	Bomba neumática para aceite 10W-30	Area Bodega	1	4.31	120.00	0.75%	0.03	0.90	0.03	0.90
28	Bomba para grasa NGL#1	Area Bodega	1	1.29	35.94	0.02%	2.69E-04	0.01	0.00	0.01
29	Dispensador neumático portatil aceite	Area Bodega	1	2	55.65	0.42%	0.01	0.23	0.01	0.23
30	Recolectores de aceite usado con bombeo	Area Bodega	2	0.36	10.00	1.04%	3.74E-03	0.10	0.01	0.21
31	Fugas esperadas (3% del máximo)								2.13	59.14
<b>TOTALES CFM / LPM</b>									<b>77.74</b>	<b>2163.27</b>

Notas:

Los consumos unitarios (ACFM) están definidos a una presión de línea de 6.2 barg (90 psig)

unidad compresora, la botella de almacenamiento, elementos de filtración y acondicionamiento, como otros accesorios y equipos de seguridad.

- Transmisión de aire comprimido a través de tuberías hasta los puntos de consumo. Tuberías principales, secundarias y accesorios.
- Elementos para acondicionamiento y control de aire en los puntos de consumo. Equipos de filtración, acondicionamiento final, control y accesorios.

Conforme los resultados de la Tabla 9, se conoce el monto de aire a proveer, tanto de manera global como individual para cada punto de consumo. Con ello se procederá a dimensionar los elementos del sistema.

### **3.3. Dimensionamiento del Compresor de la Red Neumática**

Tomando en cuenta los diferentes tipos de compresores existentes, se menciona a continuación las dos opciones más prácticas para el compresor de un taller automotriz:

- Compresor de pistones.



- Compresor de tornillo.

Los parámetros de selección básicos de un compresor para taller automotriz son los siguientes:

- Presión de operación
- Caudal requerido - Potencia instalada
- Tipo de motor
- Planificación de trabajo de equipos neumáticos.
- Regulaciones ambientales. (Ruido)
- Factor económico

**La Presión Máxima de Operación:** normalmente no supera los 175 psig. Las pistolas de pintura HVLP trabajan en 40 psig. La mayor parte de las herramientas neumáticas y equipos operan en 90 a 100 psig. La presión de inflado de llantas de camión máxima es de 120 psig.

Normalmente los compresores de pistones para taller no son de operación continua, sino intermitente por presostato, así que la presión mínima de encendido debe ser un poco superior a la máxima requerida por el sistema.

Los compresores de tornillo para taller son normalmente continuos y su presión de operación debería estar seteada un poco más arriba de la presión máxima del sistema, en este caso 120 psig.

**Caudal requerido – Potencia instalada:** Del resultado de la Tabla 9 se obtiene para Autosur un consumo promedio neumático total de 78 cfm @ 90 psig. Tomando en cuenta la regla de pulgar que la potencia de compresión necesaria para generar 4 cfm @ 100 psig es 1 HP, se puede obtener una potencia teórica aproximada de 19.5 HP.

De ser un compresor de pistones intermitente con motor eléctrico, la potencia teórica indicada es máximo el 70% de la potencia real del motor instalado. Por tanto se requiere realmente mínimo unos 28 HP. Ahora al aproximar a una potencia comercial de motor se concluye que se requiere un compresor de 30 HP.

El 30% de diferencia se debe a que los compresores intermitentes requieren un tiempo mínimo de enfriamiento para mantener su vida útil. Los fabricantes lo expresan normalmente

en un porcentaje de eficiencia, que está alrededor del 70% para la mayoría de los casos.

De ser un compresor de tornillo, de operación continua por fabricación, su caudal de operación se selecciona como la potencia superior más aproximada al consumo promedio neumático total calculado, en este caso 20 HP.

**Tipo de Motor:** Depende de la acometida instalada en el taller. En Ecuador no es común la corriente trifásica para talleres, y la potencia monofásica estaría limitada a regulaciones de consumo según capacidad de transformadores instalados de la Empresa Eléctrica en la zona, además de lo que producen los fabricantes de compresores, que no superan los 7.5 HP para equipos monofásicos (realmente bifásicos 220V).

En caso de instalar el taller en un sitio donde no existe red eléctrica (por ejemplo una vulcanizadora en un camino apartado) y no se cuente con un generador para alimentar al compresor, el motor del equipo deberá ser de combustión interna (GLP, Gasolina, Diesel) cuya potencia sería aproximadamente el doble

de lo calculado para el motor eléctrico equivalente para el compresor.

En el caso ejemplo de Autosur, existe la red eléctrica porque se plantea su instalación en zona urbana, y por la potencia requerida (20 o 30 HP) se decide por una acometida trifásica con un banco de transformadores de delta abierta.

#### **Planificación de Trabajo de Equipos Neumáticos:**

Normalmente un taller no conoce exactamente el flujo real diario de trabajo que tendrá, a diferencia de las industrias con su volumen de producción proyectado constante. En un taller puede haber días de trabajo a su completa capacidad y otros casi vacío (uno o dos vehículos), aunque su total mensual llegue al valor esperado.

Excepciones son los concesionarios que pueden proyectarse según el volumen de vehículos vendidos y en circulación, por los programas de mantenimiento del fabricante. También los talleres contratados por concesionarios para atender la gran demanda que sobrepasa sus instalaciones, con precios especiales de servicios por el volumen de vehículos pactado, o los talleres

asociados a aseguradoras (principalmente de enderezada y pintura), que pueden proyectar sus servicios para los contratos según las estadísticas de las mismas.

Para el caso de Autosur, se observó en el punto 1.1 una proyección económica esperada de 90 vehículos por mes, cuando el taller tiene capacidad máxima calculada de 924 vehículos por mes (punto 1.3). Por tanto se podría concluir que no se han realizado contratos con concesionarios y/o aseguradoras. No se recomienda en este caso un solo compresor para toda la potencia requerida. Habría que dividirla entre varios equipos por motivos que se explican a continuación.

Si fueran compresores de pistón, se podría utilizar solo dos compresores de 15 HP comandados por presostatos o desde un panel eléctrico con presostato central y temporizadores, ambos métodos para arranques en tándem. Un compresor de pistón no tiene problemas con tiempos prolongados sin o con poco funcionamiento, en el caso de muy bajos consumos. El funcionamiento en tándem evita traslapes de picos de arranque y una mejor administración del consumo y red eléctrica.

Si fueran compresores de tornillo la mejor configuración para este caso sería dos compresores de 10 HP, solo que uno sería continuo normal y el otro modulante (también conocidos como de velocidad variable) comandados por un panel central. Aunque se podría utilizar un solo compresor modulante de 20 HP, para este caso no es recomendable, puesto que su caudal mínimo modulado estaría alrededor de 30 a 40 cfm @ 100 psig (dependiendo de la marca del equipo), lo cual todavía es muy alto para un consumo mínimo. El compresor podría entrar a recirculación demasiado tiempo y recalentarse.

Es mejor utilizar un modulante de 10 HP como compresor maestro, cuyo caudal mínimo estaría alrededor de 15 a 20 cfm @ 100 psig, y más cercano a un consumo mínimo real. En los casos que el caudal requerido supere los 40 cfm @ 100 psig, el panel encendería el otro compresor de 10 HP continuo, y trabajarían en conjunto, hasta el caudal máximo. Este planteamiento es inverso a lo utilizado normalmente en la industria, pero se debe a la naturaleza muy variable del consumo del taller.

**Regulaciones Ambientales:** Dependiendo del sitio de instalación y/o requerimientos corporativos de la marca de vehículos representada por el taller, pueden existir regulaciones ambientales al ruido. Normalmente los compresores de pistones producen sonidos superiores a los 80 dBA, que los pone fuera de rango (exceptuando ciertos modelos con aislamiento acústico de fábrica). En estos casos casi siempre es mejor utilizar equipos de tornillo.

Para el caso de Autosur, no existen regulaciones de este tipo, por lo que se puede utilizar compresores de pistón o tornillo. Sin embargo por consideración a los vecinos y al ambiente laboral del taller, siempre es recomendable tomar previsiones de ubicación y aislamiento acústico en la obra civil del cuarto de máquinas (sin perturbar la ventilación necesaria), además de adquirir compresores con la menor emisión de ruido posible.

**Factor Económico:** Aunque se encuentra al final del análisis, normalmente es un factor prioritario en la decisión del compresor a instalar. Siempre se buscará un equipo que cumpla con todos los requerimientos técnicos al menor costo posible.

Tomando en cuenta esto, se plantea la hipótesis que el taller ejemplo Autosur no tiene ni se le exige limitantes ambientales de ruido, que es lo más común en la instalación típica de un taller.

Por este motivo entonces se prefieren los compresores de pistón sobre los de tornillo, como resultado de este análisis para Autosur, por dos factores principales:

- Por el factor económico, (normalmente su costo es menor a la mitad de uno de tornillo similar)
- Por la flexibilidad de su uso para caudales casi nulos sin reducir su vida útil (funcionamiento intermitente con presostato), definido en el punto 4.3.4.

En la Tabla 10 se encuentra la comparación entre 3 modelos de compresores de 15 HP con pistón lubricado que se pueden conseguir localmente y se perfilan para esta tarea.



**TABLA 10**  
**CUADRO COMPARATIVO DE COMPRESORES.**

Compresor	Ingersoll Rand	Schulz	Campbell H.
Modelo	7100E15-FP	MSWV60FORT	CI15K3120H
P <sub>máx.</sub> Operación	175 psig		
Vol <sub>Tanque</sub>	120 gal.		
Caudal teórico [15]	584.2 scfm (50cfm@175 psig)	386.9 scfm (60cfm@90 psig)	350.8 scfm (54.4cfm@90 psig)
No. Pistones	2	5	4
RPM Cabezal	710 RPM	710 RPM	1020 RPM
Arrancador	Integrado	Por instalar	Por instalar
Dimensiones (LxAxH)	1.83x0.74x1.45 metros	1.99x0.65x1.68 metros	1.88x0.66x1.37 metros
Otros accesorios	Sensor de nivel de aceite. Válvula de drenaje automático	Visor de nivel de aceite	Visor de nivel de aceite
Costo Equipo	\$ 6,000.00	\$ 4,000.00	\$ 3,500.00

*[15] Para el cálculo de scfm de los compresores se asume la temperatura de salida del aire de cada tanque a 50°C (122°F) que está relacionado al punto de rocío de 7.9°C (46.22°F), transportado a presión atmosférica estándar. Para 50°C (Bulbo seco) se tiene una humedad relativa (RH) del 8.5% (Los cálculos de estos valores se muestran en el punto 4.7). Las condiciones estándar serían 14.7 psia, 68°F y 36% de humedad relativa (RH) según estándares de CAGI y ASME. La fórmula de cálculo de SCFM se muestra en el Apéndice VIII y más adelante.*

Al evaluar se selecciona el compresor Schulz MSWV 60FORT. Aunque no es el más económico, ni tampoco el que mayor caudal produce, se encuentra en un punto medio: Su cabezal gira a baja velocidad, similar a la del cabezal Ingersoll, asegurándole larga vida útil, porque sus materiales de construcción son similares.

Su giro es un 30% menor que el Campbell y con una producción de aire 9% mayor. Esto significa que a lo largo de su vida útil va a producir un 36.3% más aire que el Campbell.

Aunque no viene con el arrancador y el drenaje automático integrado como el Ingersoll, estos son elementos que se consiguen localmente a buen precio. El sensor de nivel puede ser relativamente reemplazado con el visor de nivel, pero requiere supervisión humana. Sin embargo, permite inspeccionarla con el compresor en funcionamiento, además de apreciar el estado del aceite. Ingersoll tiene una sonda de nivel, pero debe supervisarse con el compresor apagado.

Normalmente para coordinar la operación conjunta de ambos compresores, los usuarios buscan que no se enciendan a la vez,

para evitar el traslape de los picos de arranque. Por este motivo se buscará modelar el comportamiento de los mismos.

Se adelantará para realizar los cálculos actuales valores y conceptos como el punto de rocío equivalente, datos de humedad relativa y presión de vapor, que se explicarán más adelante en este punto, como en el punto 4.7.

**Datos:**

Volumen de tanque ( $V_t$ ):	480 Litros = 17.25 cf
Presión máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ):	170 psig
Presión mínima ( $P_{m\acute{i}n}$ ):	130 psig
Presión promedio ( $P_{prom}$ ):	150 psig
Temperatura de tanque ( $T_t$ ):	50°C (operación) = 122°F
Punto de Rocío relacionado a $P_b$ ( $T_r$ ):	7.9°C = 46.22°F
Humedad relativa a presión:	100% (Sistema Bifásico)
Humedad relativa a $P_b$ , $T_r$ ( $RH_a$ ):	8.5%
Presión de vapor saturado a $T_t$ ( $P_{V_a}$ ):	1.7904 psia
Temperatura ambiente taller ( $T_{at}$ ):	30°C = 86°F
Punto de Rocío relacionado a $P_b$ , $T_{at}$ ( $T_{rat}$ ):	-8.1°C = 17.42°F
Humedad relativa a $P_b$ , $T_{rat}$ ( $RH_{at}$ ):	5%
Temperatura secador a presión ( $T_s$ ):	3°C = 37.4 °F

Punto de Rocío relacionado a  $P_b$ ,  $T_s$  ( $T_{rs}$ ):  $-28.8^\circ\text{C} = -19.84^\circ\text{F}$

Humedad relativa a  $P_b$ ,  $T_{rs}$ ,  $T_{at}$  ( $RH_s$ ): 0.75%

Presión de vapor saturado a  $T_{at}$  ( $PV_{at}$ ): 0.6158 psia

Presión barométrica GYE ( $P_b$ ): 14.7 psia

### Condiciones estándar según Normas CAGI y ASME:

Presión atmosférica ( $P_o$ ): 14.7 psia

Temperatura atmosférica ( $T_o$ ):  $20^\circ\text{C} = 68^\circ\text{F}$

Humedad relativa ( $RH_o$ ): 36%

Presión de vapor saturado a  $T_o$  ( $PV_o$ ): 0.3391 psia

Del Apéndice VIII, se encuentra la definición de scfm como una medida de flujo en base de una presión, temperatura y humedad relativa de referencia. Los valores referenciales (condiciones estándar) según las normas CAGI y ASME se mostraron anteriormente y la relación se describe de la siguiente manera:

$$ACFM = SCFM \left[ \frac{P_o - (RH_o * PV_o)}{P_b - (RH_a * PV_a)} \right] \left[ \frac{T_t}{T_o} \right] \left[ \frac{P_b}{P} \right]$$

$$SCFM = ACFM \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_o - (RH_o * PV_o)} \right] \left[ \frac{T_o}{T_t} \right] \left[ \frac{P}{P_b} \right]$$

De forma similar se puede encontrar la ecuación del volumen de aire comprimido estándar en la botella, en función de la presión y las otras variables. Integrando la ecuación entre 0 y t y aplicándola para el volumen de control (botella de almacenaje):

$$\begin{aligned}
 V_t(P) - V_t &= V_t \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_0 - (RH_o * PV_o)} \right] \left[ \frac{T_o}{T_t} \right] \left[ \frac{P}{P_b} \right] \\
 &\quad - V_t \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_0 - (RH_o * PV_o)} \right] \left[ \frac{T_o}{T_t} \right] \\
 \frac{d}{dt} V_t(P) &= V_t \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_0 - (RH_o * PV_o)} \right] \left[ \frac{T_o}{T_t} \right] \left[ \frac{1}{P_b} \right] \frac{dP}{dt}
 \end{aligned}$$

Donde ACFM se refiere al caudal a la presión P que se requiere convertir a la medida referencial SCFM. De igual forma,  $V_t(P)$  se refiere al volumen de aire comprimido a la presión P que se requiere convertir a la medida referencial estándar SCF. Estas últimas ecuaciones son las que se aplicarán para las conversiones. Despejando las constantes para la primera y segunda ecuación:

$$\begin{aligned}
 q_{SCFM} &= c * q_{ACFM} * P \\
 \frac{d}{dt} V_t(P) &= c * V_t * \frac{dP}{dt} \\
 c &= \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_0 - (RH_o * PV_o)} \right] \left[ \frac{T_o}{T_t} \right] \left[ \frac{1}{P_b} \right] \quad \left[ \frac{1}{psia} \right]
 \end{aligned}$$

En la Tabla 9 se encontró el consumo promedio del taller ( $q_o \text{ prom}$ ), es de 77.74 cfm@ 90 psig. Considerando que existen momentos que el taller tiene un consumo mínimo por fugas máximas calculadas, 2.13 cfm, el consumo máximo esperado sería el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo } (q_o \text{ máx.}): &= 2 * 77.74 - 2.13 \\ &= 153.35 \text{ cfm @ 90 psig} \end{aligned}$$

Usando la ecuación de conservación de masa:

$$0 = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho \, dV + \int_{SC} \rho \, \mathbf{V} \cdot d\mathbf{A}$$

Si se evalúa los caudales y volúmenes en valores estándar, se puede eliminar la densidad. Se calcula con  $2V_t$  por el volumen de ambos tanques:

$$0 = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} dV + \int_{SC} \mathbf{V} \cdot d\mathbf{A}$$

$$c * 2V_t * \frac{\partial}{\partial t} P(t) = q_i - q_o$$

$$q_i = q_1(P, t) + q_2(q_1, t)$$

( $q_i$ ) representa a los caudales de entrada de los 2 compresores.

Además se puede definir los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \text{Caudal teórico de compresor } (q_c) &= 60 \text{ cfm@90psig; } 122^\circ\text{F} \\ &= 386.9 \text{ scfm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo promedio taller } (q_o \text{ prom}) &= 77.74 \text{ cfm@ } 90 \text{ psig} \\ &\quad 30^\circ\text{C} - \text{Aire seco} \\ &= 539.76 \text{ scfm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo del taller } (q_o \text{ máx.}) &= 153.35 \text{ cfm @ } 90 \text{ psig} \\ &= 1064.73 \text{ scfm} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo de retardo arranque } (t_d) = 5 \text{ s} = 0.08 \text{ min.}$$

(Retardo para encendido segundo compresor, puesto que ambos tienen los mismos parámetros en sus presostatos en el evento de control por presión y retardo de arranque equipo esclavo)

$$C * 2V_t \frac{\partial}{\partial t} P(t) = q_1 + q_2 - q_o$$

$$C = C * 2V_t = 2.11 \frac{\text{scf}}{\text{psia}}$$

$$C \frac{\partial}{\partial t} P(t) = q_1 + q_2 - q_o$$

C se calculó utilizando los valores de  $T_t$  y sus relacionados dentro del volumen de control del tanque. Para modelar las funciones

de caudal de entrada de los dos compresores ( $q_1$  y  $q_2$ ) se puede utilizar dos enfoques:

A. Modelo por eventos de presión (compresor maestro) y retardo por temporizador (compresor esclavo), donde:

$$q_1(P, t) = \begin{cases} 0, & P \geq P_{max} \\ q_c, & P \leq P_{min} \\ q_{1\ i-1}, & \text{Resto de valores} \end{cases}$$

$$q_2(q_1, t) = \begin{cases} 0, & q_1 = 0 \\ q_1(t - t_d), & \text{Resto de valores} \end{cases}$$

B. Modelo solo por eventos de presión (compresor maestro y esclavo), donde:

$$q_1(P, t) = \begin{cases} 0, & P \geq P_{1max} \\ q_c, & P \leq P_{1min} \\ q_{1\ i-1}, & \text{Resto de valores} \end{cases}$$

$$q_2(P, t) = \begin{cases} 0, & P \geq P_{2max} \\ q_c, & P \leq P_{2min} \\ q_{2\ i-1}, & \text{Resto de valores} \end{cases}$$

En este caso cada compresor tiene sus propios valores de presiones máximas y mínimas traslapadas. Se puede asumir la configuración típica siguiente:

Presión 1 máxima ( $P_{1max}$ ):	170 psig
Presión 1 mínima ( $P_{1min}$ ):	130 psig
Presión 2 máxima ( $P_{2max}$ ):	160 psig
Presión 2 mínima ( $P_{2min}$ ):	120 psig



Al ser funciones por evento, es más fácil resolver la ecuación diferencial por tramos entre eventos. Para el análisis se utilizarán dos hipótesis generales: se menosprecia el volumen de aire dentro de las tuberías, por facilidad de cálculos y para concentrar el análisis en el respaldo de los tanques, y se comienza con los tanques completamente cargados a 170 psig.

Para todos los tramos, los caudales se comportan como constantes, por lo tanto.

$$C \frac{\partial}{\partial t} P(t) = q_1 + q_2 - q_o$$

$$P(t) = \frac{1}{C} [q_1 + q_2 - q_o] t + P_o$$

$$t = \frac{P(t) - P_o}{\frac{1}{C} [q_1 + q_2 - q_o]}$$

#### **Enfoque A:**

Coordenada inicial:  $P_o = 170$  psig,  $t_o = 0$  s

$q_1 = q_2 = 0$ ;  $q_o = q_{oprom} = 539.76$  scfm

Entonces, para descarga inicial:

$P_1 = P_{min} = 130$  psig;  $t_1 = 9.4$  s.

Periodo de recarga con compresor maestro:

$$q_1 = 386.9 \text{ scfm } q_2 = 0; q_o = q_{oprom} = 539.76 \text{ scfm}$$

Entonces, si no encendiera el compresor esclavo:

$$P_2 = 90 \text{ psig. } \Delta t_2 = 33.3 \text{ s. } t_2 = t_1 + \Delta t_2 = 42.7 \text{ s}$$

Sin embargo enciende con el retardo  $t_d$ .

$$\text{Para } \Delta t_2 = t_d = 5 \text{ s. } P_2 = 124 \text{ psig. } t_2 = t_1 + \Delta t_2 = 14.4 \text{ s.}$$

Periodo de recarga con ambos compresores:

$$q_1 = q_2 = 386.9 \text{ scfm}; q_o = q_{oprom} = 539.76 \text{ scfm}$$

$$P_3 = 170 \text{ psig. } \Delta t_3 = 25 \text{ s. } t_3 = t_2 + \Delta t_3 = 39.4 \text{ s.}$$

Se puede resumir los resultados en la siguiente tabla:

**TABLA 11**  
**CARGA CON RETARDO POR TEMPORIZADOR.**

<b>Periodo</b>	<b>P(t) [psig]</b>	<b>T [s]</b>
Inicio	170	0
Descarga	130	9.4
Carga compresor maestro	124	14.4
Carga conjunta	170	39.4

De forma similar se calcula la curva para el **enfoque B**, solo por eventos de presión, para  $q_o = q_{oprom} = 506.64$  scfm:

**TABLA 12**  
**CARGA SOLO POR EVENTOS DE PRESIÓN.**

<b>Periodo</b>	<b>P(t) [psig]</b>	<b>T [s]</b>
Inicio	170	0
Descarga	130	9.4
Carga compresor maestro	120	17.7
Carga conjunta	160	39.4
Carga compresor maestro	120	72.7
Carga conjunta	160	94.4

Mientras se mantenga el caudal promedio se obtendrá un funcionamiento permanente del compresor maestro y un funcionamiento intermitente del esclavo de 21.7 s. encendido y 33.3 s apagado. Esto es común, pues los presostatos siendo elementos mecánicos, es complicado setearlos en la práctica para que apaguen los dos a la misma presión, después de ubicar al equipo esclavo para que encienda a una presión menor.

De igual forma se puede analizar los comportamientos para el consumo máximo ( $q_{o\text{ máx.}}$ ).

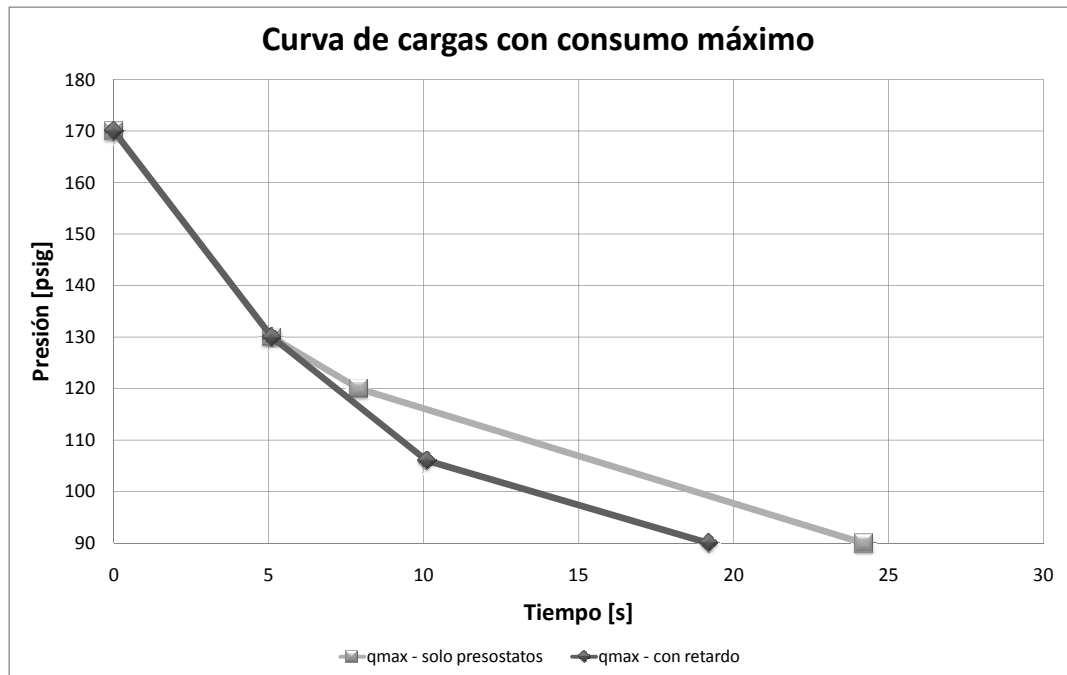
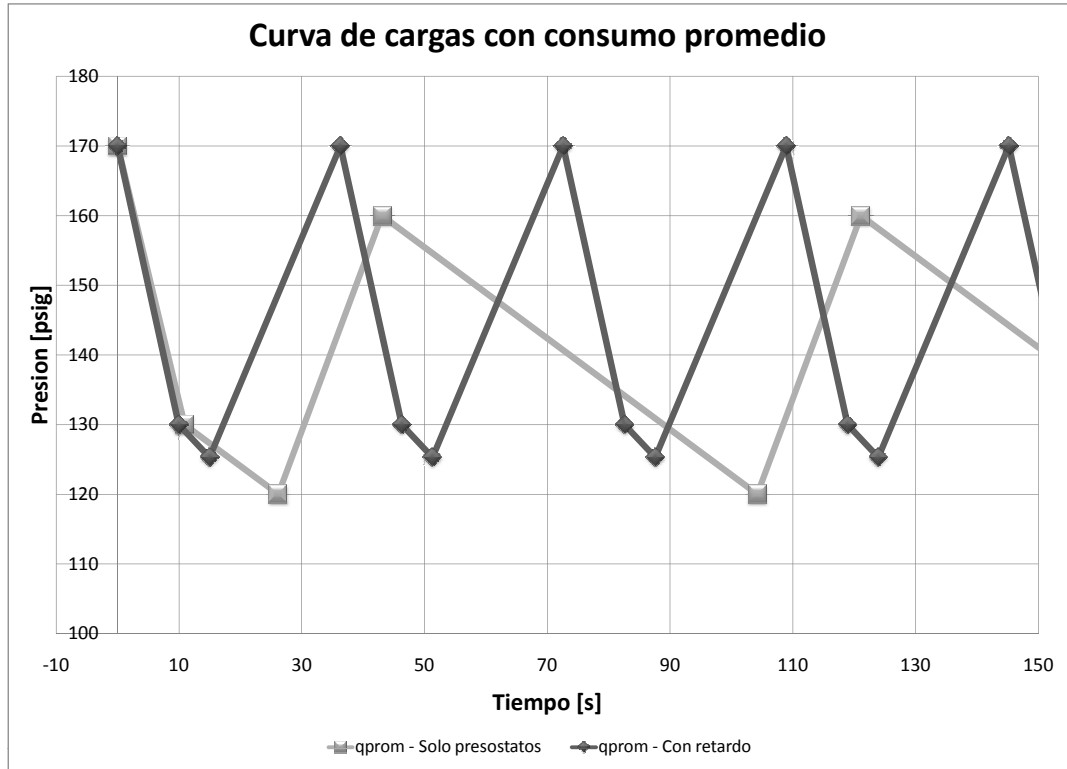
**TABLA 13**  
**CARGA PARA EL CONSUMO MÁXIMO ( $q_{o\text{ máx.}}$ ).**  
**ENFOQUES A Y B**

Enfoques	Modelo A		Modelo B	
	P(t) [psig]	T [s]	P(t) [psig]	T [s]
Inicio	170	0	170	0
Descarga	130	4.8	130	4.8
Carga compresor maestro	103.4	9.8	120	6.7
Carga Conjunta	90	15.7	90	19.8

Se puede observar los resultados en el Gráfico 3.1. Analizando los resultados se concluye que la mejor disposición es el modelo B (solo control por presión).

Este arreglo permite la menor cantidad de encendidos, tanto del compresor maestro como en ciclaje del compresor esclavo (por tanto un menor desgaste), y un relativamente mayor tiempo de respaldo para consumos extremos.

**CURVAS DE CARGA DE COMPRESORES EN CONSUMO PROMEDIO Y MÁXIMO**



**GRÁFICO 3.1. COMPORTAMIENTO COMPRESORES - MODELOS A Y B**

### 3.4. Cálculo y Verificación de Botella de Almacenamiento de Aire Comprimido

Tomando en cuenta que el compresor viene armado de fábrica con su botella horizontal, se procede primero a analizar la capacidad de respaldo de la misma.

Se utiliza el consumo máximo ( $q_o_{m\acute{a}x.}$ ), promedio ( $q_o_{prom}$ ) y el mínimo ( $q_o_{fugas}$ ) para encontrar el tiempo de respaldo de los tanques, con las ecuaciones anteriormente encontradas.

Datos:

$$P_o = 170 \text{ psig}$$

$$P(t)_1 = 130 \text{ psig; Encendido compresor maestro.}$$

$$P(t)_2 = 90 \text{ psig; La menor presión aceptable para herramientas.}$$

$$q_1 = q_2 = 0 \text{ scfm}$$

$$C = 2.12 \text{ scf/psia}$$

**TABLA 14**  
**CÁLCULO DE RESPALDO POR TANQUES DE**  
**COMPRESORES**

<b>Consumos</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínimo</b>
<b>q<sub>o</sub></b>	998.49 scfm	506.64 scfm	2.13cfm@90 psig = 14.79 scfm
<b>t1</b> <b>(130 psig)</b>	5.1 s.	10 s.	5' 44"
<b>t2</b> <b>(90 psig)</b>	10.2 s.	20.1 s.	11' 28"

Según los resultados obtenidos, el sistema en la improbable operación a flujo máximo en el caso de una falla de suministro eléctrico tendría solamente 10.2 s. de respaldo de aire. En el pico más probable, a valores promedio, solo 20.1 s. El caudal mínimo, provocado por la máxima cantidad de fugas permitidas, indica que el compresor maestro encendería a un poco menos de 6 minutos desde su apagado en la presión máxima, aunque no exista ningún consumo de herramientas. Esto puede mermarse al mantener el sistema lo más estanco posible. Sin embargo, al presentarse encendidos en periodos más cortos, sin consumo

aparente de herramientas, se debería planificar un mantenimiento al sistema neumático para corregir las fugas.

Conforme la lista de herramientas en el punto 3.1 y la Tabla 9, no se encuentra ningún requerimiento de un alto flujo instantáneo (golpe de aire), como los utilizados en filtros de mangas, embragues neumáticos de prensas excéntricas, etc. Por este motivo no existe mayor requerimiento de botellas de respaldo en puntos de la red, o de mayor capacidad de almacenaje con tanques pulmón extras en el área de generación. La tubería matriz también tiende a comportarse como un pulmón extra y se calculará más adelante una aproximación de su aporte a estos tiempos de respaldo.

### **3.5. Selección de los Accesorios y Dispositivos de Seguridad de la Botella de Almacenamiento**

Los accesorios más comunes para una botella de almacenamiento, además de las tomas de ingreso – salidas, son los siguientes:

- Válvula(s) de seguridad



- Manómetro – visor de presión interna
- Presostato
- Válvula check
- Válvula de drenaje manual y/o automática
- Ventanas de inspección (armholes y/o manholes)
- Bases para los tanques/compresores

Similar a la premisa anterior, los compresores de pistones seleccionados vienen armados de fábrica con estos elementos. Se procede primero a analizar el equipo estándar y a seleccionar cambios de ser necesario.

**Válvula de seguridad:** Conforme información del compresor estándar MSWV 60 FORT y su cabezal en el Apéndice VIII, (se presenta el cabezal MSWV 80 MAX que es básicamente el mismo, solo con diferencia en las tapa-válvulas, caudal entregado y velocidad del volante) Este contiene las siguientes válvulas de seguridad:

- 3 Válvulas 1/8" ASME LP en los pistones de baja presión  
(Cód. 022.0177-0)

- 2 Válvulas de 1/8" ASME HP en los pistones de alta presión (Cód. 022.0189-0)
- 1 Válvula de 1/8" ASME en la toma del presostato y manómetro.

Conforme la Sección VIII – Aire, del Código ASME y los fabricantes, las válvulas de seguridad de aire comprimido, se construyen y tabulan para caudales estandarizados en función de la presión de apertura y del diámetro de agujero estándar, que en estos elementos está en relación con la rosca de conexión, la que se muestra en las tablas o diagramas de la información de un fabricante en el Apéndice VIII.

Aunque no hay información en los catálogos disponibles, Schulz construye compresores de una etapa con una presión máxima de trabajo de 140 psig. Los compresores de dos etapas llegan a 175 psig, que es la presión entregada.

La presión de trabajo máxima del elemento bajo protección debe ser hasta el 90% de la presión de apertura de la válvula, porque es su umbral. La máxima presión que debería llegar el elemento del compresor es un 10% superior a la presión de apertura.

Tomando estos datos se procede a los cálculos:

### 1º ETAPA COMPRESION

Modelo de válvulas:	1/8" ASME LP
Cantidad de válvulas (n):	3 unidades
Presión de trabajo ( $P_w$ ):	140 psig
Presión de apertura ( $P_a = P_w/0.9$ ):	156 psig
(Se aproxima entonces a 160 psig)	
Caudal de apertura ( $Q_a = f(P_a)$ ):	141 scfm
Caudal desalojable total ( $Q_t = n*Q_a$ ):	423 scfm
Caudal producido ( $q_c$ )	386.9 scfm
Porcentaje de cobertura ( $Q_t/q_c$ )	109.3%

### 2º ETAPA COMPRESION

Modelo de válvulas:	1/8" ASME HP
Cantidad de válvulas (n):	3 unidades
(2 en cabezote y 1 en toma presostato)	
Presión de trabajo ( $P_w$ ):	175 psig
Presión de apertura ( $P_a = P_w/0.9$ ):	194 psig
(Se aproxima entonces a 195 psig)	
Caudal de apertura ( $Q_a = f(P_a)$ ):	169 scfm

Caudal desalojable total ( $Q_t = n \cdot Q_a$ ):	507 scfm
Caudal producido ( $q_c$ )	386.9 scfm
Porcentaje de cobertura ( $Q_t/q_c$ )	131%

Lo que confirma que la capacidad de desalojo de las válvulas que vienen en el equipo es suficiente para el caudal a presión producido, y también indica que se requiere de todas en perfecto estado para mantener al equipo seguro (solo dos válvulas operativas en la primera o segunda etapa no cubren un 100% de la capacidad de generación de aire).

Su inspección y mantenimiento es crucial. No es una buena práctica reemplazarlas por tapones cuando presenten fugas. Es necesario instalar el repuesto correcto.

**Manómetro:** Se observa en el Apéndice VIII que el equipo viene con un manómetro en la toma en cruz del Presostato. Normalmente este manómetro viene con una escala de 0 a 200 psig, o hasta 220 psig de fábrica, con escala dual de unidades de medida (bar y psig). La escala es suficiente para el rango de operación del compresor (cíclico entre 140 a 170 psig).

**Presostato:** Los compresores Schulz vienen equipados con presostatos marca Lefoo, de procedencia China. El modelo instalado en el MSWV 60 FORT es el LF10A-4H4. Por experiencia viene seteado de fábrica a 130 a 170 psig (ON – OFF).

El presostato solo debe ser utilizado como un interruptor por presión para el circuito de control de encendido del motor en el sistema del arrancador, como se verá más adelante. Su capacidad máxima de 26 A (corriente de arranque) solo permitiría un arranque directo para motores bifásicos de 2 HP 230 V, o trifásicos 3 HP 230 V. Esto está indicado en el mismo presostato, en el interior de su tapa.

Por este motivo Schulz no recomienda la conexión directa para compresores con motores de potencia superior a la indicada anteriormente, sino que se requiere un arrancador.

Información básica del presostato se encuentra en el Apéndice VIII. Aunque se indica que son regulables, no se recomienda por experiencia una modificación de sus parámetros. El elemento tiende a descalibrarse fácilmente después de esta maniobra la

mayor parte de las veces, en especial cuando se afecta el tornillo del diferencial. Por ello si se requiere modificar parámetros, solo se debería regular el tornillo de presión máxima, para aumentarla o reducirla dentro de los márgenes indicados en su ficha técnica, manteniendo el diferencial. (Como se planteó anteriormente en el Enfoque B del punto 3.3)

**Válvula Check:** También conocida como válvula de retención. Evita el retorno de aire a las cañerías del cabezal cuando se procede a la despresurización, después del apagado del equipo por la válvula de descarga centrífuga del cabezote, a fin que en el próximo arranque comience sin carga por el aire presurizado en sus cañerías, disminuyendo la potencia efectiva de arranque del motor.

Del despiece mostrado en el Apéndice VIII para el modelo MSWV60FORT, se encuentra que la válvula instalada es de tipo buzo, de pastilla y resorte con agujero calibrado en base, para rosca NPT 1.1/4" en el tanque, con conexión NPT 3/4" al manifold de descarga del cabezote y una conexión lateral NPT 1/4" a la cañería de la válvula de descarga centrífuga. En el codo de 3

vías superior se encuentra una conexión de despresurización extra a la válvula electromecánica del presostato.

**Válvula de Drenaje Manual y/o Automática:** Los compresores seleccionados, junto con la mayor parte de los de otras marcas, vienen equipados con una válvula de bronce para tanque tipo mariposa, con sellado metal - metal de ¼" MNPT. Esta mariposa es relativamente auto-limpiante cuando se abre para desalojar condensados.

Sin embargo su característica de sellado metal – metal, tiende a presentar fugas con el tiempo, debido a ralladuras por mala manipulación o residuos no expulsados correctamente. Por ello es recomendable sustituirla por una válvula de bola manual y un drenaje automático.

Existen tres tipos básicos de drenajes automáticos de condensado para tanques:

**a. De válvula eléctrica temporizada:**

**Funcionamiento básico:** Temporizador electrónico comanda una válvula 2/2 de actuador eléctrico.

**Ventajas:** No ocupa mucho espacio. Elemento económico. Fácil de conseguir e instalar. Mantenimiento mínimo.

**Desventajas:** Pérdida de aire comprimido junto con el condensado drenado. Tiende a taponarse por condensados con restos o viscosos. Debería instalarse con un prefiltro Y. Normalmente no tienen repuestos y/o reparación (equipos más económicos). Requiere punto eléctrico para energizar sus circuitos y actuador.

**Aplicaciones sugeridas:** Botellas de aire comprimido para compresores eléctricos, principalmente estacionarios. Es uno de los drenadores más comunes.

**b. De Flotador:**

**Funcionamiento básico:** Flotador conectado a mecanismo interno, abre paso de drenaje cuando el condensado llega a nivel máximo.

**Ventajas:** Solo expulsa condensado sin desperdiciar aire comprimido. No requiere energía externa para accionar. Normalmente son reparables. Tienen mecanismos de auto-limpieza.



**Desventajas:** Requieren espacio para su instalación. Deben ser instalados en equipos estáticos y con una orientación definida. Sin mantenimiento tienden a atascarse. Equipos económicos normalmente no tienen reparación.

**Aplicaciones sugeridas:** Botellas de aire comprimido estáticas donde se busque ahorro de energía (no desperdiciar aire comprimido)

**c. De diafragma tipo trampa termodinámica:**

**Funcionamiento básico:** Diafragma o pastilla abre de forma cíclica el paso de drenaje por diferencia de presión entre cámaras superior e inferior.

**Ventajas:** Mantiene las botellas de aire comprimido casi sin condensados por su funcionamiento cíclico y continuo. Ocupa normalmente poco espacio (la mayor parte de modelos) y tiene facilidades de instalación y mantenimiento. No requiere energía externa para funcionamiento.

**Desventajas:** Gran derrochador de energía, descarga mucho aire comprimido junto con el condensado.

**Aplicaciones sugeridas:** Como drenaje para ciclones separadores de condensado (tecnología antigua). Como drenador de tanques pulmón en sistemas de alto consumo y gran producción (donde la pérdida de aire comprimido sea similar a las de equipos temporizados) con la ventaja de no requerir energía externa.

Se selecciona los drenadores SMC modelo ADH4000 por flotador para tanque pulmón, por sus características de ahorro de energía. Se tomarán las previsiones de espacio requerido en la instalación en cada compresor en el cálculo de las acometidas neumáticas.

**Ventanas de Inspección:** Los compresores seleccionados tienen una ventana de inspección en su botella horizontal. Se ubica en el casquete opuesto donde se encuentra el bushing reductor 2" a 1" FNPT para la conexión a manguera – tubería de 1". Es un tapón de rosca 2" MNPT. Se recomienda abrirlo para la inspección del tanque a los 5 años de operación del equipo.

**Bases para los Tanques/Compresores:** Los modelos seleccionados de compresores tienen su cabezote y motor

montados sobre la botella horizontal. Por este motivo se requiere seleccionar bases aislantes de vibración para la instalación de estas máquinas.

Del libro “Montaje de Maquinaria Industrial” Tomo I, por el Ing. Ángel Vargas Zúñiga, se tomará la información básica para el cálculo de estos aisladores. Se puede clasificar a estos compresores como máquinas de fuerza periódica de media a alta frecuencia (300 a 1000 RPM). Además para información al encargado de la obra civil, se deberán realizar dos losetas similares en el cuarto de máquinas para instalar cada compresor, tomando en cuenta la recomendación de no instalar ambos equipos en una cimentación larga. [16]

De la Tabla 10 se conoce que el compresor opera a 1800 RPM en su motor y a 710 RPM en su cabezal (elemento generador de la mayor amplitud de vibración. Esto indica una posible superposición cada 5 ciclos del motor. Además se conoce que al ser un taller es un área no crítica y se permite hasta un 75% de eficiencia de aislamiento, según la Tabla 6.1 del libro.

---

[16] Como dato general, se acostumbra realizar el piso de Tecnicentros y Talleres de concesionarios con losetas de hormigón armado de 6" de espesor con resistencia de 3000 psi, sobre el piso. Esto es suficiente como cimentación de elevadores, por lo que también sirve para los compresores y otros equipos.

De la Figura 6.6 del libro se obtiene una deflexión estática ( $\delta$ ) de 0.3" y 343 RPM de frecuencia natural ( $f_n$ ) para el cabezal. De la misma forma,  $\delta = 0.055$ " y  $f_n = 800$  RPM para la frecuencia del motor. Se toma la mayor deflexión para el análisis, que es la del cabezal.

De la Tabla 6.3 del libro se obtienen las deflexiones mínimas de 0.795" (20.2 mm.) para el cabezal. De la Tabla 6.2 se puede definir que se requeriría un aislador de hasta 1.5" de deflexión, con resortes de acero o capas múltiples de caucho o neopreno.

Del Apéndice VIII, se tiene una parte del catálogo de elementos anti-vibratorios de la empresa Cambesa (Barcelona – España). Se selecciona los aisladores metálicos (elementos con muelle de acero) modelo 21020020, cuyos rangos de carga y deflexión corresponden a los valores requeridos (carga esperada por base de 149 Kg. y deflexión esperada de 20.2 mm.).

Además, su forma y base metálica facilita la instalación directa entre el piso y el compresor, por medio de 8 pernos de anclaje tipo Hilti Kwik Bolt de  $\varnothing 1/2$ " x 3.3/4" (ref. 12-334); 8 pernos completos de 1/2" SAE 5 y dos tramos de 650 mm. de perfil U

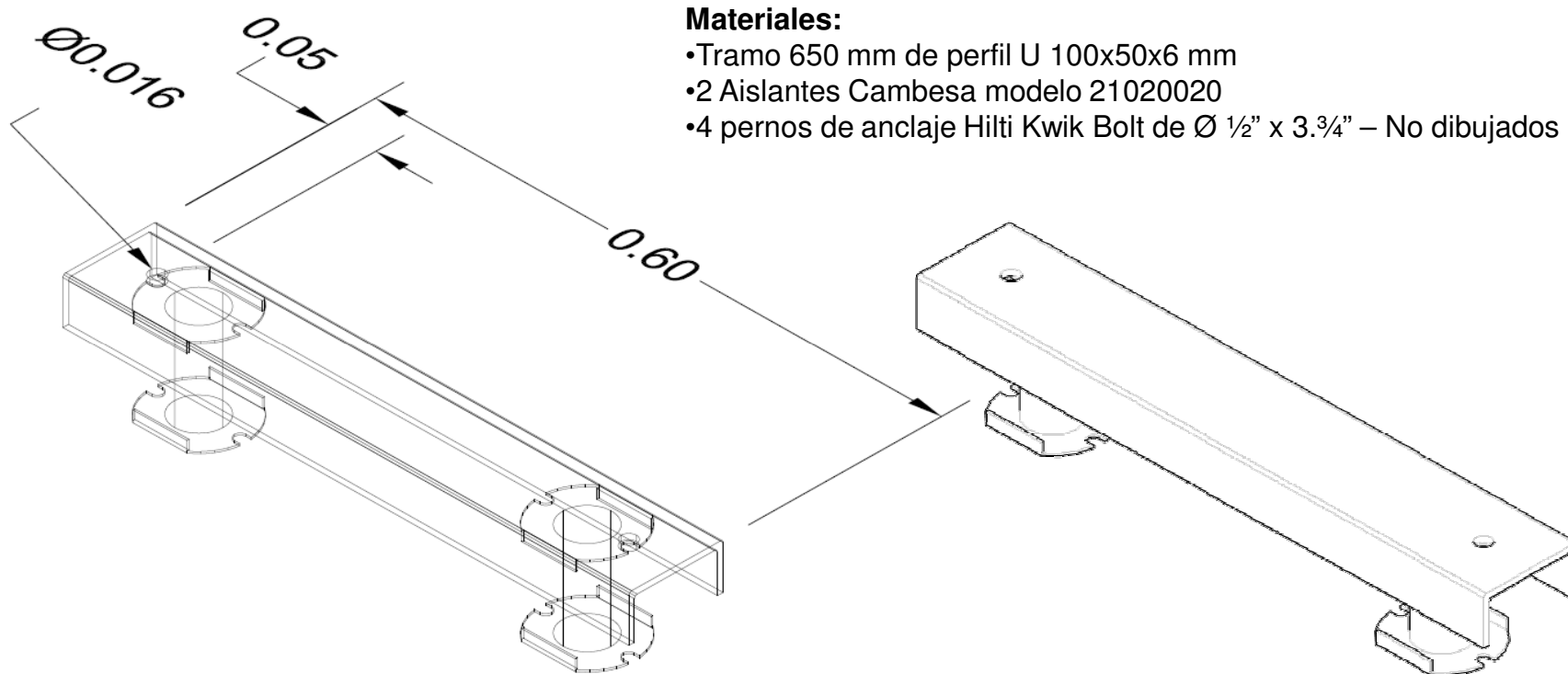
100x50x6mm. ASTM A36, como bases para las patas del tanque - compresor. (Figura 3.3)

### **3.6. Determinación de los Elementos de Acondicionamiento del Aire Comprimido según los Requerimientos de cada Aplicación**

Los compresores proveen el aire a la presión y caudal requerido. Sin embargo la calidad del fluido suministrado normalmente no es la adecuada para la mayor cantidad de aplicaciones.

Lastimosamente es común encontrar instalaciones neumáticas de talleres con pocos o ningún elemento de acondicionamiento y filtrado de aire. Los usuarios en los talleres tampoco tienen una idea clara de los requerimientos de pureza de aire que los equipos conectados a la red necesitan.

La norma ISO 8573-1: 2001 define el grado de pureza del aire comprimido en función de la cantidad de partículas sólidas, agua condensada y aceite.



**FIGURA 3.3. ESQUEMA DE BASE ANTI-VIBRACIÓN COMPRESOR.**

**TABLA 15**  
**CLASES ISO DE CALIDAD DE AIRE COMPRIMIDO.**

Clase	Número máx. de partículas sólidas por m <sup>3</sup>			Máx. punto de condensación bajo presión a 0.7 MPa (°C)	Concentración máx. de aceite (mg/m <sup>3</sup> )
	0.1 a 0.5 µm	0.5 a 1.0 µm	1.0 a 5.0 µm		
1	100	1	0	-70	0.01
2	100000	1000	10	-40	0.1
3	-	10000	500	-20	1
4	-	-	1000	3	5
5	-	-	20000	7	-
6	-	-	-	10	-

La calidad de aire comprimido en un punto definido de una instalación cualquiera se puede expresar respecto a la clasificación ISO anteriormente indicada en la Tabla 15, utilizando 3 valores de la siguiente forma:

### ISO A, B, C

Donde:

- A:** Clasificación ISO según el número máximo de partículas sólidas presentes en el caudal
- B:** Clasificación ISO según el punto de rocío del vapor de agua contenido en el caudal

**C:** Clasificación ISO según la concentración máxima de aceite presente en el caudal

**Cuando uno de los valores no tiene ningún número asignado, se escribe un guión, porque está fuera del rango o no es importante en la aplicación.**

El aire entregado directamente del tanque del compresor alternativo se encuentra normalmente en la calidad ISO 6, -, - la cual es inadecuada para casi todas las aplicaciones. El aire debe ser tratado para no ocasionar daños en las herramientas neumáticas y afectar la calidad de la pintura automotriz.

Una de las principales consecuencias de utilizar aire no tratado es la reacción de los contaminantes entre sí y con los elementos del sistema neumático. El óxido producido por la corrosión del agua condensada en los componentes ferrosos del sistema es uno de los principales contaminantes. Otro es el carbón producido por aceite quemado y polvos aglutinados en las temperaturas de operación del cabezal junto con otros contaminantes no filtrados en la admisión, que son absorbidos y enviados al sistema.



SMC ha realizado un resumen de los efectos de los contaminantes en los componentes representativos del sistema y herramientas conectadas [17]. Se puede observar este resumen en el Apéndice IX.

A continuación se enlistan los principales problemas presentados por contaminación del aire comprimido en los equipos e instalaciones de los talleres automotrices en general:

- Corrosión en líneas y botellas de almacenamiento de aire comprimido por el condensado
- Reducción del espesor de los elementos. Perforaciones y fugas por corrosión interna.
- Obturación prematura de elementos filtrantes, atascamientos en boquillas de sopleado, de pintura, motores neumáticos, válvulas, cilindros, drenajes por partículas sólidas contaminantes, especialmente producidas por la corrosión, carbonilla, etc.
- Fugas en empaques y orines, junto con ralladuras en camisas de cilindros y válvulas por partículas sólidas contaminantes y/o ataque químico del aceite del

---

[17] Documento en internet: "Sistema de Purificación de Aire" por SMC. Código: EMC-AirPrep-01A-ES. Archivo: "AirPreparationSystem\_leaflet\_es.pdf"

compresor y condensado. También se pueden considerar provocadas por esta causa las fugas en los acoples rápidos prematuras, que no pueden ser imputadas a mala manipulación o calidad del elemento.

- Emulsificación del aceite del lubricador en las unidades de mantenimiento por contaminación del condensado, haciéndolo inservible, aumentando la velocidad de desgaste, corrosión de las herramientas, y por último disminuyendo abruptamente su vida útil esperada.
- Contaminación de partículas, aceite y agua (condensado) en el espray de pintura automotriz, provocando mal acabado del producto.
- Obturación de los drenajes automáticos debido al fluido viscoso que se forma de la mezcla del condensado, corrosión, carbonilla y aceite del compresor no drenados convenientemente.
- Desgaste prematuro de herramientas y equipos neumáticos por falta de lubricación adecuada. (El aceite que expulsa el compresor nunca es suficiente para lubricar las herramientas. Normalmente termina capturado su mayor parte en los filtros iniciales, y la niebla de aceite posterior no es recomendable como única lubricación)

- Contaminación por aceite de equipos y elementos especiales, por ejemplo los elementos separadores (en forma de lechos) de los secadores regenerativos y los generadores de nitrógeno por absorción.

Para el caso de Autosur, el listado de herramientas y equipos del punto 3.1 y la Tabla 9, se presenta a continuación una tabla donde se indican los niveles de calidad de aire ISO, según el gráfico de calidades recomendadas por aplicación, realizado por SMC, que se encuentra en el Apéndice IX:

**TABLA 16**  
**CALIDADES ISO REQUERIDAS SEGÚN EL ÁREA DEL**  
**TALLER AUTOSUR.**

<b>Área del Taller</b>	<b>Calidad mínima de aire requerida</b>
Bahías de Lubricación	ISO 3, 4, -
Bahías de Mecánica Rápida	ISO 3, 4, -
Bahías de Mecánica de Motor	ISO 3, 4, -
Bahías de Enderezada	ISO 3, 4, -
Multibahías de Pintura	ISO 1, 4, 1
Cuarto de Motores	ISO 1, 4, 1
Área de Bodega	ISO 3, 4, -

Aunque se permite en muchas herramientas de taller operar con cierta cantidad de condensado llegando en la alimentación de aire comprimido, es recomendación general de todos los fabricantes de herramientas y equipos neumáticos evitar en lo posible que el condensado llegue a las mismas, por los problemas anteriormente expresados en este punto. Por ello se selecciona un nivel ISO 4 para contaminación por condensado (Punto de rocío 3°C). Esto significa que se dimensionará un secador refrigerado para el caudal total producido de aire.

Tomando en cuenta que se requerirá una alta calidad de aire comprimido para la pintura automotriz, a fin de llenar los estándares que muchos concesionarios requieren de sus tercerizados, como también las aseguradoras, se selecciona el nivel ISO 1 o menor, tanto para partículas sólidas como para aceite en suspensión en la línea de aire. (<100 partículas de 0.1  $\mu\text{m}$  por  $\text{m}^3$  y < 0.01  $\text{mg}/\text{m}^3$  o < 0.008 ppm de aceite suspendido en aire comprimido ANR). Normalmente la calidad ISO 1, 4, 1 es la normalmente recomendada por los concesionarios en este caso.

Una realidad es que no se puede en un solo elemento realizar la filtración total del aire que sale del compresor hasta niveles como ISO 1, 4, 1. Se requiere tratar gradualmente el aire, a fin de que la saturación de los elementos no sea inmediata, que los contaminantes sean atrapados por su correspondiente elemento filtrante, como también evitar que el intercambiador de calor del secador refrigerado se tapone con lodos o reduzca su eficiencia con una capa de aceite en sus paredes internas.

Tomando en cuenta estos datos se calculará y seleccionará los elementos filtrantes y el (o los) secador(es) refrigerado(s) requeridos en el sistema de Autosur:

- Filtros de descarga del compresor
- Prefiltro al secador
- Secador refrigerado
- Filtración y acondicionamiento en puntos finales.

**Filtro de Descarga del Compresor:** Este elemento se instala entre el compresor y la línea matriz. Cuando se utiliza un compresor recíprocante, antes de este filtro se instala un

elemento flexible (manguera) para absorber y aislar las vibraciones del mismo al filtro y a la línea.

Para el caso de Autosur se puede enfocar la solución a este punto de dos maneras:

- Seleccionar un filtro para cada compresor
- Seleccionar un filtro con la capacidad de ambos compresores.

Tomando en cuenta que el filtro típico es un equipo con casi ninguna parte móvil, (exceptuando el drenador automático integrado) se podría seleccionar uno solo para la capacidad de ambos compresores.

**Datos de selección de Filtro:**

Presión máxima:	175 psig (1.2 MPa)
Caudal máximo:	120 cfm @ 90 psig (3.4m <sup>3</sup> /min 0.6 MPa)
Filtración requerida:	3 micras partículas
Humedad relativa ingreso:	100% HR (Sistema bifásico)

Drenaje automático:                      Requerido. Con capacidad de  
no taponamiento

De la información de los filtros de línea en el Apéndice IX (Gráfico de flujo máximo para selección y tabla de cómo ordenar equipo - nomenclatura) se selecciona el Filtro SMC modelo AFF37B-14D-T, que normalmente se encuentra en stock del representante de la marca en el país. Se prefiere la marca SMC para este caso por tener el filtrado más fino en este tipo de filtros (el menor filtrado que se encuentra en otras marcas para filtros de salida de compresor recíprocante es 5 micras de partículas sólidas) y mayor resistencia y eficiencia probada en campo versus otras marcas. La calidad de aire a la salida de este filtro estaría en el ISO 3, -, -.

**Prefiltro al Secador:** Este elemento se instala entre el filtro de salida del compresor y el secador. Corresponde a una segunda etapa de filtrado donde se acondiciona el aire para evitar taponamientos y reducción de la eficiencia del intercambiador de calor del secador por una película de aceite proveniente del compresor en las paredes internas.

De la misma manera que el análisis del punto anterior, se prefiere un solo filtro para la capacidad combinada de los compresores.

**Datos de selección de Filtro:**

Los mismos que para el anterior filtro, con las siguientes diferencias:

Filtración requerida: 1.0 mg/m<sup>3</sup> de aceite (ANR).  
Requerimiento mínimo para la entrada a un secador refrigerado.

Tomando estos datos, en la información del Apéndice IX se selecciona el filtro modelo AM650-14D-T (3400 Lpm @ 0.6 MPa), que tiene un nivel de filtración de 0.3 micras de partículas y solo hasta 1.0 mg/m<sup>3</sup> de aceite ANR. Esto corresponde a un nivel ISO 2, -, 3.

**Secador Refrigerado:** Este elemento se instala después de su prefiltro. Corresponde a una tercera etapa de filtrado donde se acondiciona el aire para reducir su punto de rocío, haciendo pasar el caudal a través de un intercambiador de calor, cuyo otro fluido normalmente es un refrigerante, que absorbe el calor del aire



comprimido, reduciendo su temperatura y provocando la condensación de agua, que es retirada. Cuando el flujo de aire comprimido avanza aguas abajo en la línea, se calienta, reduciendo su HR.

Tomando en cuenta que este es un equipo con algunas partes móviles, y otras partes que requieren mantenimiento periódico, que puede tomarse hasta un día laboral, se prefiere en este caso instalar dos equipos: uno para el caudal producido por cada compresor, a fin de tener por lo menos la capacidad de manejar la mitad del flujo, con uno solo trabajando, en el peor caso de avería o día de mantenimiento programado.

**Datos extras para selección del Secador:**

Caudal a tratar:	60 cfm @ 90 psig
Filtración requerida:	Punto de rocío presurizado de 3°C a la salida del secador

Tomando en cuenta los datos, se define el modelo de secador refrigerado Schulz SRS 60, con capacidad de 60 cfm @ 101.5 psig y punto de rocío a presión de 3°C, conforme norma ISO 7183-B

Se requiere 2 secadores de este modelo conectados en paralelo para el caudal total de 120 cfm @ 90 psig. La calidad de aire a la salida de los secadores estaría en el nivel ISO 2, 4, 3

Tomando en cuenta que para la mayoría de los puntos de trabajo se requiere solo una calidad ISO 3, 4, -, el aire a la salida del secador estaría listo para estos casos. Para los puntos donde se requiere ISO 1, 4, 1, se llegará a estos niveles con filtros más finos, calculados para estos consumos puntuales, manteniendo costos de equipos instalación y operativos en niveles razonables.

**Filtración y Acondicionamiento en Puntos Finales:** Todos los puntos finales requieren, sin excepción, de regulación de presión de salida de aire.

Aunque la presión de aire comprimido generada por la batería de compresores que se encuentran en la línea está normalmente en el rango de 120 a 170 psig (on – off de los presostatos del punto 3.3), no se utiliza estos niveles para alimentar los equipos y herramientas. Normalmente tienen una presión de operación inferior. Por ejemplo 90 psig para la mayoría de herramientas, las

pistolas de pintura 40 psig, etc. De esta forma también aumenta el volumen de aire contenido en las líneas aguas arriba de los reguladores transformándolas en un pulmón extra, además de reducir de forma efectiva el gasto de energía por salida libre de aire a la atmosfera con la presión de la línea, sobre todo en sopleteo, para el cual se recomienda un máximo de 40 psig.

De la Tabla 9 se conoce las herramientas y equipos neumáticos a utilizar, junto con su consumo. Sin embargo normalmente no se instala una bajante o punto de aire por cada equipo, sino que se agrupan según la ubicación dentro de las bahías del taller, en una cantidad limitada de bajantes.

Se toma entonces en cuenta los requerimientos de filtración y lubricación (de requerirla) punto por punto de cada herramienta y su ubicación cerca de las bajantes, que para economía de la instalación se realizan una por cada 2 bahías de trabajo similares (respecto a la calidad de aire indicada en la Tabla 16). De esta forma se realiza una agrupación de equipos según las bajantes proyectadas en la Tabla 17.

**TABLA 17**  
**ELEMENTOS FINALES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE POR PUNTO NEUMÁTICO.**

Punto	Herramienta	Ubicación	Requerimiento mínimo de aire	Cantidad de equipos	Subtotales consumos ponderados		Equipo y filtración recomendada	Modelo seleccionado.
					CFM	LPM		
1	Picos de inflado de llantas	B. Lubricación	ISO 3, 4, -	1	0.16	4.45	R: Regulador Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G
	Picos de sopleteo	B. Lubricación		1	0.83	23.19		
	<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 1</b>					<b>0.99</b>		
2	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica motor	ISO 3, 4, -	2	0.17	4.64	R+L: Regulador+ (1) salida intermedia + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03 Derivación: AKM3000-03
	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica motor		1	0.05	1.48		
	Picos de sopleteo	B. Mecánica motor		1	0.07	1.93		
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 2</b>					<b>0.29</b>	<b>8.05</b>		
3	Enlantadora	B. Mecánica rápida	ISO 3, 4, -	1	1.04	28.99	R+L: Regulador+ (2) salidas intermedias + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03 Derivación: AKM3000-03
	Pulidor neumático de llantas	B. Mecánica rápida		1	0.25	6.96		
	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica rápida		1	0.42	11.59		
	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica rápida		1	0.13	3.71		
Picos de sopleteo	B. Mecánica rápida	1	0.13	3.71				
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 3</b>					<b>1.84</b>	<b>51.25</b>		
4	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Mecánica rápida	ISO 3, 4, -	1	0.42	11.59	R+L: Regulador+ salida intermedia + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03 Derivación: AKM3000-03
	Bomba gato móvil	B. Mecánica rápida		1	0.06	1.74		
	Seguro neumático elevador 4 postes	B. Mecánica rápida		1	0.00	0.00		
	Picos de inflado de llantas	B. Mecánica rápida		1	0.13	3.71		
	Picos de sopleteo	B. Mecánica rápida		1	0.35	9.66		
	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Enderezada		1	0.17	4.64		
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 4</b>					<b>1.13</b>	<b>31.34</b>		
5	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Enderezada	ISO 3, 4, -	1	0.17	4.64	R+L: Regulador+ salida intermedia + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03 Derivación: AKM3000-03
	Picos de inflado de llantas	B. Enderezada		1	0.05	1.48		
	Picos de sopleteo	B. Enderezada		1	0.07	1.93		
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 5</b>					<b>0.29</b>	<b>8.05</b>		
6	Pistolas neumáticas mando 1/2"	B. Enderezada	ISO 3, 4, -	1	0.17	4.64	R+L: Regulador+ salida intermedia + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03 Derivación: AKM3000-03
	Picos de sopleteo	B. Enderezada		1	0.07	1.93		
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 6</b>					<b>0.24</b>	<b>6.57</b>		
7	Pistolas neumáticas mando 1/2"	Multibahías pintura	ISO 1, 4, 1	1	0.53	14.84	F + R + L: Filtro superfino + filtro de carbón + regulador + salida intermedia + válvula antirretorno + Lubricador. Calidad final de aire ISO 1, 4, 1	Filtro: AMD450C-10BDT Filtro carbón: AMF450-10 Regulador: AR50-10D Derivación: AKM4000-04 Derivación: Y44-03 Lubricador: AL40-04
	Picos de inflado de llantas	Multibahías pintura		1	0.05	1.48		
	Picos de sopleteo	Multibahías pintura		1	0.07	1.93		
	Pistolas de pintura HVLP	Multibahías pintura		2	10.00	278.26		
	Pistolas de pintura normales	Multibahías pintura		1	3.50	97.39		
	Pistolas de pulverizada	Multibahías pintura		1	0.58	16.23		
	Lijadoras neumáticas orbitales	Multibahías pintura		2	11.00	306.09		
	Sierra neumática de metales - sable	Multibahías pintura		2	1.17	32.46		
	<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 7</b>					<b>26.91</b>		
8	Pistolas neumáticas mando 1/2"	Multibahías pintura	ISO 1, 4, 1	1	0.53	14.84	F + R + L: Filtro superfino + filtro de carbón + regulador + salida intermedia + válvula antirretorno + Lubricador. Calidad final de aire ISO 1, 4, 1	Filtro: AMD450C-04BDT Filtro carbón: AMF450-10 Regulador: AR50-10D Derivación: AKM4000-04 Derivación: Y44-03 Lubricador: AL40-04
	Picos de inflado de llantas	Multibahías pintura		1	0.05	1.48		
	Picos de sopleteo	Multibahías pintura		1	0.07	1.93		
	Pistolas de pintura HVLP	Multibahías pintura		2	10.00	278.26		
	Pistolas de pintura normales	Multibahías pintura		1	3.50	97.39		
	Pistolas de pulverizada	Multibahías pintura		1	0.58	16.23		
	Lijadoras neumáticas orbitales	Multibahías pintura		2	11.00	306.09		
	Abrillantadora neumática de pintura	Multibahías pintura		1	15.00	417.40		
	Calafateadora neumática	Multibahías pintura		1	1.00	27.83		
Sierra neumática de metales - sable	Multibahías pintura	1	0.58	16.23				
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 8</b>					<b>42.32</b>	<b>1177.69</b>		
9	Alimentación banco de pruebas inyectoras	Cuarto Motores	ISO 1, 4, 1	2	1.56	43.48	FR: Filtro superfino con regulador. Calidad final de aire ISO 1, 4, 1	FR: AW30-03BDG Elemento: AFD30P-060AS Filtro carbón: AMF350-04
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 9</b>					<b>1.56</b>	<b>43.48</b>		
10	Bomba neumática para aceite 10W-30	Area Bodega	ISO 3, 4, -	1	0.03	0.90	R+L: Regulador+ salida intermedia + Lubricador. Calidad final de aire ISO 2, 4, 3	Regulador: AR30-03G Lubricador: AL30-03
	Bomba para grasa NGL#1	Area Bodega		1	0.00	0.01		
	Dispensador neumático portátil aceite	Area Bodega		1	0.01	0.23		
	Recolectores de aceite usado con bombeo	Area Bodega		2	0.01	0.21		
<b>TOTAL CAUDALES PUNTO 10</b>					<b>0.05</b>	<b>1.35</b>		

Fugas esperadas (3% del máximo)	2.13	59.14
---------------------------------	------	-------

<b>TOTALES CFM / LPM</b>	<b>77.74</b>	<b>2163.27</b>
--------------------------	--------------	----------------

**Notas:**

Los consumos (ACFM) están definidos a una presión de línea de 6.2 barg (90 psig)

La información de los modelos de equipos SMC seleccionados se encuentran en el Apéndice XI

No se indica los espaciadores simples y con soporte T que serán necesarios para unir las piezas modulares (Y300, Y300T) ni las Tee con acoples rápidos para las salidas múltiples a mar gueras para alimentación a los equipos y herramientas.

Se selecciona los modelos serie 30 para la mayor parte de los puntos más por experiencia en talleres similares, ya que el caudal que pueden manejar es muy superior a los requerimientos de la mayor parte de los puntos (bajantes) calculados en la tabla. La serie 40 es para las bajantes que manejan mayor caudal (Multibahías pintura)

Para los puntos que requieren un nivel ISO 1, 4, 1 se selecciona un FR común, y se le intercambiará el elemento filtrante superfino, que logra niveles de filtración de 0.01 micras par partículas y 0.01 mg/m3 aceite en aire (0.008 ppm) en la alimentación a los limpiadores de inyectoras. Para los puntos de pintura se selecciona un filtro superfino del doble de capacidad de lo calculado en la tabla, pues son valores promedio

La información de la Tabla sirve como base para los cálculos de dimensionamiento de tuberías del punto siguiente.

### 3.7. Dimensionamiento de las Tuberías del Circuito Neumático

Tomando en cuenta los resultados de las Tablas 9, 12, 14 y 17 se realizan los cálculos de las acometidas neumáticas. De un trazado previo se obtienen las distancias de los tramos principales:

**TABLA18**

#### **TRAMOS DE TUBERÍA MATRIZ NEUMÁTICA DE AUTOSUR.**

Tramo	Ubicación	Longitud
1	Manguera de Compresor	1.5 m
2	Acometida común hasta los Secadores	7.88 m
3	Tramo desde Secadores a Anillo matriz	1.92 m
4	Tramo desde alimentación Anillo a Ramal medio	1.72 m
5	Ramal matriz Mecánica Rápida. Puntos 1 al 4, 9 y 10 (Tabla 17)	70.08 m
6	Ramal matriz medio. Puntos 6 y 8	25.42 m
7	Ramal pintura. Puntos 5 y 7	55.88 m

**Dimensionamiento de Tuberías:** Para el dimensionamiento del diámetro requerido de tuberías se utilizará la Tabla del Flujo máximo de aire recomendado (SCFM) a través de tubería ANSI cédula 40 de peso estándar, que se encuentra en el Apéndice X.

Esta tabla es bastante utilizada por contratistas. Sin embargo se requiere convertir los caudales ACFM a SCFM. Para ello se necesita las humedades relativas del caudal convertidas a presión atmosférica estándar, junto con la presión de vapor (Apéndice VIII).

Para realizar estos cálculos se utiliza los gráficos de equivalencias del punto de rocío a presión respecto a los valores a presión atmosférica y temperatura estándar y la carta psicométrica para presión atmosférica. Ambas se encuentran también en el Apéndice X.

Tomando en cuenta esta información, se presenta a continuación la Tabla 19 con los cálculos de los anteriores valores presentados de caudales en scfm, junto con el resto de valores necesarios para el diseño y selección de las tuberías.

## TABLA 19: CÁLCULOS DE TUBERÍAS LÍNEAS NEUMÁTICAS AUTOSUR

### CÁLCULOS ANTERIORES - CAUDALES ESTANDAR:

DESCRIPCION	Caudal a P [acfm]	P [psig]	Punto de rocío a presión P [°F]	Punto de rocío a P <sub>o</sub> [°F]	Rha [%]	PVa [psia]	Tt [°F]	Caudal [scfm]
Caudal del Compresor Ingersoll Rand 7100E15-FP	50	175	122	46.22	8.50%	1.7904	122	584.16
Caudal del Compresor Schulz MSWV60FORT	60	90	122	46.22	8.50%	1.7904	122	386.90
Caudal del Compresor Campbell CH15K3120H	54.4	90	122	46.22	8.50%	1.7904	122	350.79
Caudal consumo promedio	77.74	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	539.76
Caudal consumo máximo	153.35	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	1064.73
Caudal consumo mínimo	2.13	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	14.79

### CÁLCULOS DE CAUDALES ESTANDAR PARA DETERMINAR DIÁMETROS DE TUBERÍAS (ANSI)

Tramo Matriz	Ubicación	Q <sub>tramo</sub> a P [acfm]	P [psig]	Punto de rocío a presión P [°F]	Punto de rocío a P <sub>o</sub> [°F]	RH a P <sub>o</sub> y T <sub>a</sub> [%]	Presión de vapor PV [psia]	Tt [°F]	Q <sub>tramo</sub> [scfm]	Ø min. Recomendado a 150 psig [Pulgadas]	Ø seleccionados a 150 psig [Pulgadas]
1	Manguera de compresor	60	90	122	46.22	8.5%	1.7904	122	386.90	1.1/4"	1"
2	Acometida común hasta los Secadores	120	90	86	17.42	5%	0.6158	86	831.69	2"	2"
3	Tramo desde Secadores a Anillo matriz	120	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	833.18	2"	2"
4	Tramo desde alimentación Anillo a Ramal medio	91.64	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	636.27	1.1/2"	1.1/2"
5	Ramal matriz mecánica rápida. Puntos 1 al 4, 9 y 10 (Tabla 17)	49.08	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	340.77	1.1/4"	1.1/2"
6	Ramal matriz medio. Puntos 6 y 8	42.56	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	295.50	1.1/4"	1.1/2"
7	Ramal pintura. Puntos 5 y 7	27.2	90	37.4	-19.84	0.8%	0.6158	86	188.85	1.1/4"	1.1/2"

Bajante	Ubicación	Q <sub>tramo</sub> a P [acfm]	P [psig]	Punto de rocío a presión P [°F]	Punto de rocío a P <sub>o</sub> [°F]	RH a P <sub>o</sub> y T <sub>a</sub> [%]	Presión de vapor PV [psia]	Tt [°F]	Q <sub>tramo</sub> [scfm]	Ø min. Recomendado a 150 psig [Pulgadas]	Ø seleccionados a 150 psig [Pulgadas]
1	B. Lubricación	0.99	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	6.87	1/8"	1/2"
2	B. Mecánica Motor	0.29	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	2.01	1/8"	1/2"
3	B. Mecánica Rápida	1.84	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	12.78	1/4"	1/2"
4	B. Mecánica Rápida	1.13	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	7.85	1/8"	1/2"
5	B. Enderezada	0.29	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	2.01	1/8"	1/2"
6	B. Enderezada	0.24	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	1.67	1/8"	1/2"
7	Multibahías pintura	26.91	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	186.84	1"	1"
8	Multibahías pintura	42.32	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	293.83	1.1/4"	1"
9	Cuarto Motores	1.56	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	10.83	1/4"	1/2"
10	Area Bodega	0.05	90	37.4	-19.84	0.75%	0.6158	86	0.35	1/8"	1/2"

**CALCULOS DE VERIFICACIÓN DE DIÁMETROS DE TUBERÍAS MATRIZ - CAIDA DE PRESIÓN ESPERADA**

Tramo	Ubicación	Qtramo [scfm]	Ø seleccionado a 150 psig [Pulg.]	Longitud Tubería [m]	Longitud Tubería [ft]	Accesorios (al paso del flujo de aire)	Cant	Le de accesorios unitaria [ft]	Le de accesorios total [ft]	Longitud total [ft]	ΔP para 100 ft / 150 psi según tabla [psi]	ΔP (psi)	% ΔP
1	Manguera de compresor	386.90	1"	1.5	4.95	entrada	1	0.22	0.22	6.57	14.07	0.92	0.62%
						codo largo	4	0.35	1.4				
						Total tramo:			1.62				
2	Acometida común hasta los Secadores	831.69	2"	7.88	26.00	expansión	1	0.5	0.5	66.02	2.55	1.68	1.12%
						expansión	2	0.45	0.9				
						reducción	2	0.16	0.32				
						reducción	1	0.4	0.4				
						válvulas	6	5	30				
						codos 90º	3	1.2	3.6				
						Tee perp.	3	1.2	3.6				
						Tee paral.	2	0.35	0.7				
Total tramo:			40.02										
3	Tramo desde Secadores a Anillo matriz	833.18	2"	1.92	6.34	válvulas	2	5	10	19.94	2.56	0.51	0.34%
						codos 90º	2	1.2	2.4				
						Tee perp.	1	1.2	1.2				
Total tramo:			13.6										
4	Tramo desde alimentación Anillo a Ramal medio	636.27	1.1/2"	1.72	5.68	Válvulas	1	4	4	11.08	6.36	0.70	0.47%
						Tee bifurc.	2	0.7	1.4				
						Total tramo:			5.4				
5	Ramal matriz mecánica rápida. Puntos 1 al 4, 9 y 10 (Tabla 17)	340.77	1.1/2"	70.08	231.26	Válvulas	2	4	8	249.76	1.31	3.28	2.19%
						codos 90º	7	1	7				
						Tee bifurc.	5	0.7	3.5				
						Total tramo:			18.5				
6	Ramal matriz medio. Puntos 6 y 8	295.50	1.1/2"	25.42	83.89	Válvulas	2	4	8	94.99	1.01	0.96	0.64%
						Codo 90º	1	1	1				
						Tee bifurc.	3	0.7	2.1				
Total tramo:			11.1										
7	Ramal pintura. Puntos 5 y 7	188.85	1.1/2"	55.88	184.40	Válvulas	2	4	8	198.80	0.38	0.75	0.50%
						codos 90º	5	1	5				
						Tee bifurc.	2	0.7	1.4				
Total tramo:			14.4										

**CALCULOS DE VERIFICACIÓN DE DIÁMETROS DE BAJANTES REPRESENTATIVAS - CAIDA DE PRESIÓN ESPERADA**

PUNTO	Ubicación	Qtramo [scfm]	Ø seleccionado a 150 psig [Pulg.]	Longitud Tubería [m]	Longitud Tubería [ft]	Accesorios (al paso del flujo de aire)	Cant	Le de accesorios unitaria [ft]	Le de accesorios total [ft]	Longitud total [ft]	ΔP para 100 ft / 150 psi según tabla [psi]	ΔP (psi)	% ΔP
3	B. Mecánica Rápida	12.78	1/2"	1.75	5.78	Reduccion	1	0.13	0.13	8.46	0.31	0.03	0.02%
						codo 90º	3	0.35	1.05				
						válvula	1	1.5	1.5				
						Total tramo:			2.68				
8	Multibahías Pintura	293.83	1"	4.77	15.74	Reduccion	1	0.22	0.22	20.26	19.98	4.05	2.70%
						codo 90º	3	0.6	1.8				
						válvula	1	2.5	2.5				
						Total tramo:			4.52				

\* Se confirman los diámetros de tubería seleccionados, puesto que ningún porcentaje de pérdida supera el 10% de la presión de alimentación para las distancias calculadas.



**Material de construcción:** Existen una gran variedad de materiales utilizados en la construcción de las líneas neumáticas para los talleres.

A continuación se presenta la Tabla 20 con una comparación rápida entre los más conocidos.

**TABLA 20**  
**MATERIALES PARA TUBERÍAS NEUMÁTICAS.**

<b>TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Extremadamente durable y resistente: No se afecta por corrosión de condensado, o por humedad externa.</p> <p><i>Alta resistencia mecánica.</i></p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Muy alto costo (Alrededor de 5 veces más de una similar en H.Negro Céd. 40)</p> <p><i>Puede ser afectado en algunos ambientes corrosivos. (verificar compatibilidad química)</i></p>

<b>TUBERÍA DE ALUMINIO</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Muy durable.</p> <p><i>Muy liviana en comparación con el A. Inoxidable.</i></p> <p>Fácil montaje (viene con kits de instalación desde fábrica)</p> <p><i>No se afecta por corrosión producida por humedad o condensado, interna o externamente (pátina)</i></p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Costo elevado</p> <p><i>Normalmente no existe stock de ella en el país, ni repuestos. Todo se trae bajo pedido (USA, Italia)</i></p> <p>Es afectada en ciertos ambientes corrosivos, sobre todo porque sus accesorios son de plástico. (Verificar compatibilidad química)</p>
<b>TUBERÍA DE BRONCE</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Muy durable</p> <p><i>No se afecta por corrosión de condensado interno o externo (pátina)</i></p> <p>Tubería liviana y fácil de trabajar para personal experimentado (normalmente contratistas)</p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Costo elevado</p> <p><i>Requiere instaladores con experiencia en tubería de bronce.</i></p> <p>Es afectada en ciertos ambientes corrosivos (verificar compatibilidad química)</p>

<p>experimentados con acometidas de GLP - Propano).</p>	
<b>TUBERÍA GALVANIZADA</b>	
<p><b>Ventajas:</b></p> <p>Tubería económica</p> <p><i>Partes y piezas de stock normal en ferreterías – fácil de conseguir.</i></p> <p>Fácil de trabajar e instalar</p> <p><i>El material más utilizado en acometidas para talleres automotrices.</i></p>	<p><b>Desventajas:</b></p> <p>Se corroe, aunque más lentamente que el H. Negro</p> <p><i>Se afecta en ambientes corrosivos (Verificar compatibilidad química)</i></p> <p>Se requiere filtración elevada para retener las partículas de zinc precipitadas por corrosión (3 a 8 años desde instalación sin secador).</p> <p><i>No se recomienda instalar un secador en acometidas antiguas con tuberías galvanizadas. El aire seco provocará una precipitación acelerada de la corrosión en</i></p>

	<p><i>las paredes internas</i></p> <p><i>(descascamiento)</i></p> <p>Accesorios de calidad regular (roscados)</p>
<b>TUBERÍA DE HIERRO NEGRO</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Tubería con un costo intermedio.</p> <p><i>Alta resistencia mecánica.</i></p> <p><i>(Un poco mayor que la galvanizada)</i></p> <p>Accesorios de mejor calidad que los galvanizados (mejor maquinados)</p> <p><i>Fácil de instalar</i></p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Muy afectada por la corrosión. Requiere pintura protectora externa para el ambiente y que el aire comprimido sea seco.</p> <p><i>Se corroe en mayor velocidad y magnitud que una similar galvanizada.</i></p> <p>No se usa tanto en instalaciones modernas. Se aplican normalmente los otros materiales.</p>

<b>TUBERÍA DE PVC PARA NEUMÁTICA - IMPORTADA</b> <b>(Resistente en ambientes corrosivos)</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Tubería con un costo intermedio (entre H. Negro y similar en aluminio)</p> <p><i>Resistencia química al ambiente corrosivo del sitio, conforme selección en manuales.</i></p> <p>Rango de resistencia mecánica a seleccionar según catálogos.</p> <p><i>Conocimiento experto de los instaladores.</i></p> <p>Muy liviana.</p> <p><i>Buena durabilidad.</i></p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Tiende a pandearse en tramos largos</p> <p><i>Dificultad para conseguir las partes: Normalmente los accesorios y tuberías se traen bajo pedido.</i></p>
<b>TUBERÍA DE PVC LOCAL</b>	
<p><b><i>Ventajas:</i></b></p> <p>Precio realmente bajo</p> <p><i>Extrema facilidad de instalación</i></p>	<p><b><i>Desventajas:</i></b></p> <p>Muy baja resistencia mecánica: No se recomienda en sistemas con</p>

<p>Partes y piezas muy fáciles de conseguir: Mismos elementos y tuberías que los utilizados en líneas de agua en PVC (Céd. 80)</p> <p><i>Material inerte ante el condensado y/o humedad ambiental.</i></p>	<p>presiones mayores de 200 psig, y se pandea en largas distancias.</p> <p><i>Se envejece rápidamente ante los rayos UV. No se la recomienda para exteriores.</i></p> <p>Los accesorios de PVC tienen poca resistencia mecánica, provocando fugas o roturas de elementos.</p> <p><i>Su tiempo de vida útil esperado no es mayor de 20 años bajo condiciones recomendadas.</i></p> <p>Existe riesgo de explosión en la aplicación de aire comprimido por su baja resistencia, presentando peligro en condiciones extremas u accidentes (golpes, temperaturas elevadas, etc.)</p>
--	---

Al visitar los talleres automotrices del país se puede notar que los materiales más utilizados en las acometidas de las tuberías de aire comprimido en talleres automotrices son: Acero galvanizado, Tubos de PVC producido localmente, y muy raramente tubería soldada de bronce. Talleres con instalaciones muy antiguas pueden también tener acometidas de Hierro Negro, normalmente Céd. 40.

Evaluando el punto económico, de seguridad y durabilidad, se selecciona como material las tuberías de acero galvanizado ASTM A-53, que poseen una resistencia mínima esperada de 700 psig (Tubería de 1/2").

Tomando en cuenta que la presión máxima del sistema es 175 psig, se obtiene un factor de seguridad de 4.

Por los niveles elevados de filtración y secado que se aplicarán en el sistema, se puede confiar que el problema de descascarado de la capa protectora de zinc por corrosión interna al tubo no se presentará en mucho tiempo, siempre y cuando que los equipos de tratamiento de aire funcionen adecuadamente.

**Aumento de la Capacidad de Respaldo del Sistema:** Se utiliza las ecuaciones desarrolladas en el punto 3.3. para recalculer la variable  $c$ , tomando en cuenta los siguientes valores que cambian respecto a los anteriores utilizados:

Temperatura de operación ( $T_t$ ):	86°F
Punto de Rocío relacionado a $P_b$ , $T_s$ ( $T_{rs}$ ):	-19.84°F
Humedad relativa a $P_b$ , $T_{rs}$ , $T_{at}$ ( $RH_s$ ):	0.75%
Presión de vapor saturado a $T_{at}$ ( $PV_{at}$ ):	0.6158 psia.

Aplicando nuevamente la ecuación:

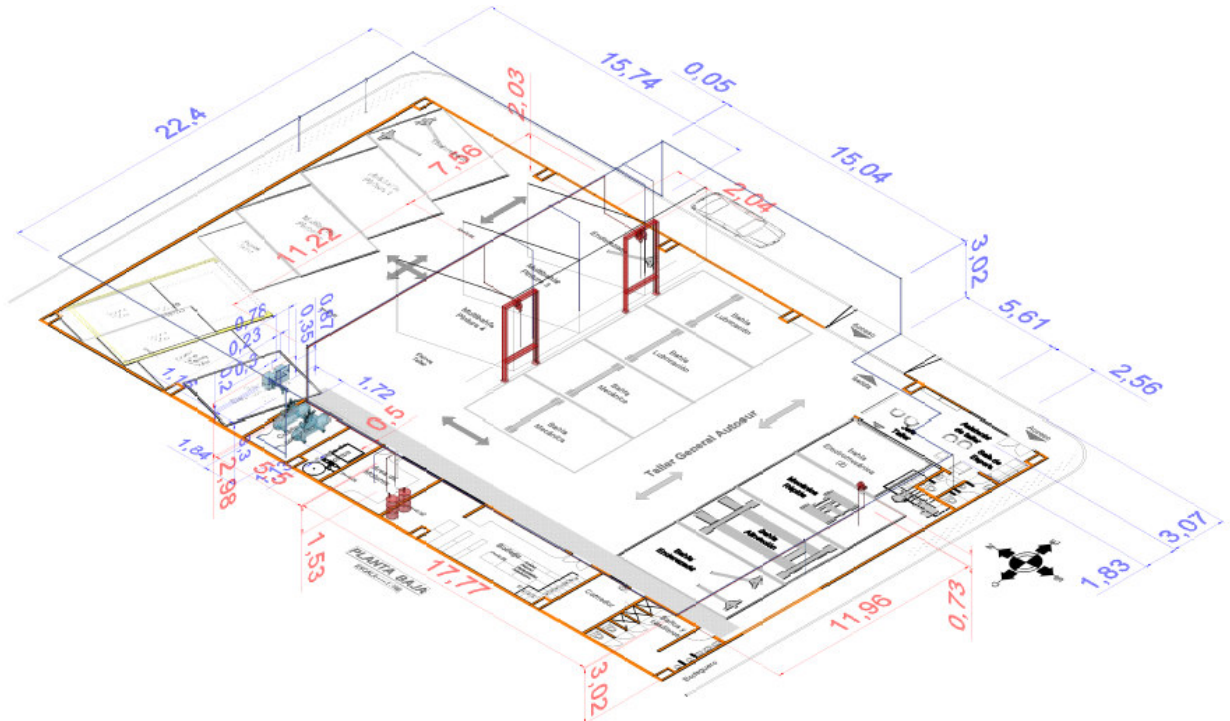
$$c = \left[ \frac{P_b - (RH_a * PV_a)}{P_0 - (RH_0 * PV_0)} \right] \left[ \frac{T_0}{T_t} \right] \left[ \frac{1}{P_b} \right] \quad \left[ \frac{1}{psia} \right]$$

$$c = 0.0661 \text{ psia}^{-1}$$

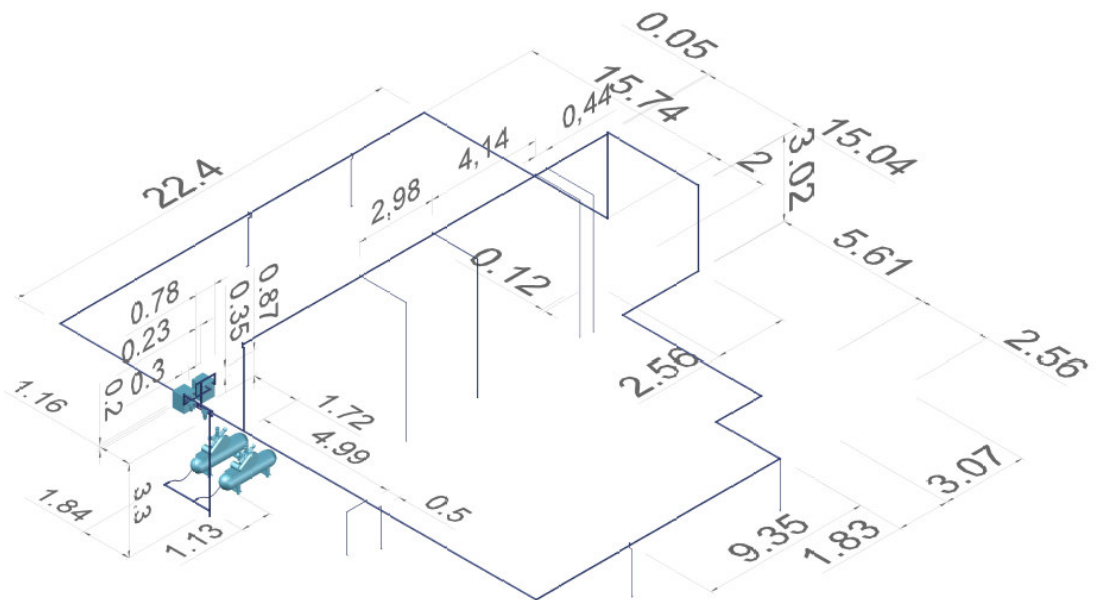
Se evalúa las distancias de las tuberías de la Figura 3.4: (aproximación hasta las unidades de mantenimiento en los puntos finales)

Tuberías de 2":	12.49 m.
Tuberías de 1.½":	154.16 m.





VISTA EN CONJUNTO CON TUBERÍAS DE LUBRICANTES.



TRAZADO DE TUBERÍAS (NO A ESCALA).

**FIGURA 3.4.** DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE INSTALACIÓN SISTEMA NEUMÁTICO.

Tuberías de 1”:	12.02 m.
Tuberías de ½”:	29.56 m.

Se obtiene un volumen extra aproximado de 0.21 m<sup>3</sup>, o 7.58 cf. Sumando al volumen de ambos tanques, 34.5 cf. se obtiene 42.08 cf. Entonces el valor de C = 2.78 psia/scf.

Evaluando para el peor caso,  $q_o$  máx.:

**TABLA 21**  
**CARGA SOLO POR EVENTOS DE PRESIÓN. NUEVA**  
**CONSTANTE C.**

<b>Periodo</b>	<b>P(t) [psig]</b>	<b>T [s]</b>
Inicio	170	0
Descarga	130	6.3
Carga compresor maestro	120	8.8
Carga conjunta	90	26

El nuevo valor C es un 24% mayor que el anterior, lo que provoca también respaldos con un incremento en igual proporción.

### 3.8. Selección de otros Accesorios del Circuito.

**Accesorios Roscados de Tuberías:** Los accesorios como codos, válvulas, tees, etc., se seleccionan tipo clase 150 para vapor, es decir una presión de operación esperada de 300 psig para aire – agua. Esto permite un factor de seguridad de 1.8 (presión máxima de operación de 170 psig), y también galvanizados, de forma similar a la tubería

Las dimensiones de estos elementos son de acuerdo al diámetro seleccionado para cada tramo de acometida neumática.

**Arrancadores para cada compresor:** Para disminuir los picos de encendido, se seleccionan arrancadores YD. Conforme los datos de los motores, 15 hp a 220 V, se requerirían los siguientes elementos mínimos para cada arrancador: Un breaker, un temporizador, 3 contactores y un térmico:

Intensidad nominal:	42 A.
Breaker:	3 polos 63 A. - 80 A. comercial
Contactador red:	40 A.
Contactador Estrella:	25 A.

Contactador Triángulo: 40 A.  
Térmico: con rango de 20 a 32 A.  
(seteado al 54% de la intensidad nominal: 25 A.)  
Temporizador: con un rango de 5 a 30 s.

Otros componentes a utilizar son los botones de arranque, parada, luces piloto, riel Din y cableado.

Se puede observar un diagrama de cada arrancador como información y tablas para el arrancador en el Apéndice X.

# CAPÍTULO 4

## 4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A continuación se presentan los presupuestos de las instalaciones de los sistemas de distribución de lubricantes y de la línea neumática del taller Autosur.

### 4.1. Análisis de Costos de la Implantación de la Red de Distribución de Lubricantes diseñada

Se utiliza los resultados del Capítulo 3 para realizar la Tabla 22 de evaluación de costos para la instalación.

Se observa un costo elevado en la adquisición de la bomba Graco para aceite seleccionada, pero como se explicó en el Capítulo 3 esto se compensa por su larga vida útil, existencia de repuestos, y ahorro de energía por un menor consumo de aire comprimido para el volumen de aceite transferido.

## TABLA 22 EVALUACIÓN DE COSTOS RED DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES AUTOSUR

### PRESUPUESTO 1: TUBERÍAS Y ACCESORIOS. LÍNEAS DE ACEITE

#### TUBERIA Y ACCESORIOS EN H.NEGRO

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
TUBERIA H/N CED. 40 - 1"	6	\$ 25.01	25%	\$ 18.76	\$ 112.55
CODO ROSCADO 90º 1" C. 300	9	\$ 2.77	0%	\$ 2.77	\$ 24.93
TEE ROSCADA 1" C. 300	3	\$ 3.83	0%	\$ 3.83	\$ 11.49
UNION ROSCADA 1" C. 300	3	\$ 0.67	25%	\$ 0.50	\$ 1.51
VALVULA BOLA ROSCADA 1" C. 300	5	\$ 26.40	0%	\$ 26.40	\$ 132.00
BUSH. 1- 1/2" ROSCADO C. 300	3	\$ 1.20	25%	\$ 0.90	\$ 2.70

**TOTAL COSTOS MATERIALES 1** =====> **\$ 285.17**

### PRESUPUESTO 2: TUBERÍAS Y ACCESORIOS. LÍNEAS DE GRASA

#### TUBERIA Y ACCESORIOS EN H.NEGRO

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
TUBERIA H/N CED. 160 - 1"	10	\$ 50.80	25%	\$ 38.10	\$ 381.00
CODO ROSCADO 90º 1" C. 3000	8	\$ 9.70	0%	\$ 9.70	\$ 77.60
TEE ROSCADA 1" C. 3000	4	\$ 12.60	0%	\$ 12.60	\$ 50.40
UNION ROSCADA 1" C. 3000	5	\$ 8.70	0%	\$ 8.70	\$ 43.50
VALVULA BOLA ROSCADA 1" C. 3000	5	\$ 43.40	0%	\$ 43.40	\$ 217.00
BUSH. 1 - 1/2" ROSCADO C. 3000*	3	\$ 2.43	25%	\$ 1.82	\$ 5.47
BUSH. 1/2" - 3/8" ROSCADO C. 3000*	2	\$ 2.05	25%	\$ 1.54	\$ 3.08
BUSH. 1/2 - 1/4" ROSCADO C. 3000*	1	\$ 2.15	25%	\$ 1.61	\$ 1.61

**TOTAL COSTOS MATERIALES 2** =====> **\$ 779.66**

\* Los accesorios son los utilizados para sistemas hidráulicos de alta presión.

### PRESUPUESTO 3: EQUIPOS PARA DISTRIBUCIÓN DE ACEITE

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
BOMBA GRACO FIREBALL 425 3:1 - ACEITE	1	\$ 2,800.00	0%	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
CARRETE RAASM S.430 - M.8430.402-55	2	\$ 669.53	0%	\$ 669.53	\$ 1,339.05
PISTOLA CUENTALITROS ACEITE RAASM 37765-55	2	\$ 465.56	0%	\$ 465.56	\$ 931.12
BOMBA GRACO MANUAL 112202	1	\$ 190.00	0%	\$ 190.00	\$ 190.00
DISPENSADOR RAASM 32068	1	\$ 916.15	0%	\$ 916.15	\$ 916.15
RECOLECTOR RAASM 42090	2	\$ 671.79	0%	\$ 671.79	\$ 1,343.57

**TOTAL COSTOS MATERIALES 3** =====> **\$ 7,519.89**

### PRESUPUESTO 4: EQUIPOS PARA DISTRIBUCIÓN DE GRASA

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
B. GRACO FIREBALL 300 50:1 - GRASA	1	\$ 986.18	0%	\$ 986.18	\$ 986.18
CARRETE RAASM S.430 - M.8430.506-55	2	\$ 716.42	0%	\$ 716.42	\$ 1,432.84
PISTOLA DE GRASA RAASM 66889	2	\$ 95.06	0%	\$ 95.06	\$ 190.12
PISTOLA DE GRASA PORTATIL MANUAL	1	\$ 30.00	0%	\$ 30.00	\$ 30.00

**TOTAL COSTOS MATERIALES 4** =====> **\$ 2,639.15**

**PRESUPUESTO 5: SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS Y VARIOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
VARILLA CONSTRUCCIÓN - TIRANTES	5	\$ 9.28	0%	\$ 9.28	\$ 46.40
CHANEL 1/16" X 1.22 M	4	\$ 7.29	0%	\$ 7.29	\$ 29.16
ABRAZADERA P. CHANEL 1"	20	\$ 1.25	0%	\$ 1.25	\$ 25.00
PERNO CON TACO FISHER	32	\$ 0.50	0%	\$ 0.50	\$ 16.00
PINTURA CAFE LTR	6	\$ 10.05	0%	\$ 10.05	\$ 60.30
PASTA DE TEFLON (FRASCO)	5	\$ 10.00	0%	\$ 10.00	\$ 50.00
CONSUMIBLES E IMPREVISTOS (5%)					\$ 196.54

**TOTAL COSTOS MATERIALES 5** =====> **\$ 423.40**

**TOTAL GENERAL TUBERÍAS Y SOPORTERÍA (1+2+5)** =====> **\$ 1,488.23**

**TOTAL GENERAL MATERIALES (1+2+3+4+5)** =====> **\$ 11,647.26**

**CALCULO MANO DE OBRA INSTALACIÓN DE LÍNEAS:**

**1.- Aproximacion del 40% costo tuberías y soportería** =====> **\$ 595.29**

**2.- Aproximacion por tiempo - costo m.o hora**

Cantidad de operarios	3	personas
Tiempo de instalación por metro:*	0.296	h/m
metros a instalar:	90	mtrs
Tiempo total instalación:	26	h
	3.3	dias laborables
Costo Alimentación x operario x día	\$ 3.00	por operario por día
Costo M/Ox Hombre x hora**	\$ 1.45	por operario por hora
Costo alquiler Neplera	\$ 60.00	por día
Costo alquiler andamios (4 tramos)	\$ 16.72	por quincena

**Costo total M/O y Alimentación. Aproximación 2.** =====> **\$ 696.82**

**Notas**

\* por experiencia para 3 operarios con neplera

\*\* De un salario de \$280 mensuales por operario con un incremento del 25% por contrato por horas.

**Promedio aproximación 1 y 2. Costo estimado M/O** =====> **\$ 646.06**

**COSTO FINAL. SISTEMA DE LUBRICACIÓN COMPLETO: MATERIALES + M/O.** =====> **\$ 12,293.32**

**OTRAS EVALUACIONES:**

COSTO GENERAL. TUBERÍAS + SOPORTERÍA + M/O:	=====>	<b>\$ 2,134.29</b>	
PRECIO POR METRO INSTALACIÓN:	=====>	<b>\$ 23.71</b>	POR METRO

**Nota: Información del listado de accesorios tomada de la Tabla 8**

El costo total encontrado para la instalación de las líneas de lubricantes es de \$ 12,293.32. El mayor porcentaje del mismo se debe a los equipos (83%). Esto es de esperarse, debido a que la procedencia de los mismos es americana e italiana. Es posible disminuir en gran manera este costo al adquirir equipos similares más económicos de procedencia brasileña y/o china. Sin embargo la calidad junto con la vida útil de estos equivalentes sería mucho menor. Otra opción que se está presentando actualmente en el mercado local es la compra de equipo americano o italiano usado o reconstruido.

El costo inicial de inversión para los equipos de lubricación es el motivo principal por el que el mercado ecuatoriano está tendiendo a equipos de menor calidad, debido también a la falta de capital que es lo normal para el inversionista nacional común.

Sin embargo, a la larga los costos terminan siendo similares con los equipos más caros, debido a la corta vida útil de los económicos, junto con la falta de repuestos que obligan a reponerlos completamente y no repararlos. Por último, el alto consumo energético de estos afecta el presupuesto operativo programado, pues son recomendados por sus fabricantes para



ser comercializados en el límite de su capacidad física, normalmente un punto de baja eficiencia. Esto además del lucro cesante por tener este tipo de equipos parados debido a problemas de funcionamiento y daños por la calidad inferior de sus materiales.

En el caso de considerar el cambiar los equipos por otros no tan costosos, no se recomienda hacerlo con las bombas neumáticas, escogidas en el caso de Autosur por su eficiencia y duración, conforme se explicó anteriormente. Sin embargo se podría utilizar la segunda opción de bombas italianas (u otras americanas de similar capacidad) con un costo mucho menor pero teniendo presente que su vida útil va a ser corta, por lo cual necesitarán repuestos y reemplazos más seguido, como también su consumo de aire comprimido (energía del motor del compresor) va a ser mayor, aproximadamente el doble para el mismo volumen bombeado.

#### **4.2. Análisis de Costos de la Implantación del Sistema Neumático diseñado**

Utilizando los resultados del Capítulo 4 se realiza la Tabla 23 de evaluación de costos para la instalación.

**TABLA 23**  
**EVALUACIÓN DE COSTOS SISTEMA NEUMÁTICO AUTOSUR**

**PRESUPUESTO 1: TUBERÍAS Y ACCESORIOS. LÍNEAS NEUMÁTICAS**

TUBERÍA Y ACCESORIOS EN A. GALVANIZADO CON MANGUERAS COMPRESORES.

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
TUBERIA GALVANIZADA 2" ASTM A53	2	\$ 75.50	25%	\$ 56.63	\$ 113.25
TUBERIA GALVANIZADA 1.1/2" ASTM A53	26	\$ 54.50	25%	\$ 40.88	\$ 1,062.75
TUBERIA GALVANIZADA 1" ASTM A53	2	\$ 29.50	25%	\$ 22.13	\$ 44.25
TUBERIA GALVANIZADA 1/2" ASTM A53	5	\$ 13.60	25%	\$ 10.20	\$ 51.00
CODO 90° ROSCADO 2" GALVANIZADO C. 150	12	\$ 1.50	25%	\$ 1.13	\$ 13.50
TEE 2" ROSCADA GALVANIZADO C. 150	9	\$ 2.90	25%	\$ 2.18	\$ 19.58
NUDO 2" ROSCADO GALVANIZADO C. 150	6	\$ 4.70	25%	\$ 3.53	\$ 21.15
VALVULA DE BOLA 2" BRONCE ROSCADA C. 150	13	\$ 36.00	25%	\$ 27.00	\$ 351.00
BUSH. 2" - 1" ROSCADA GALVANIZADA C. 150	4	\$ 1.05	25%	\$ 0.79	\$ 3.15
CODO 90° ROSCADO 1.1/2" GALVANIZADO C. 150	16	\$ 1.05	25%	\$ 0.79	\$ 12.60
TEE 1.1/2" ROSCADA GALVANIZADO C. 150	12	\$ 1.80	25%	\$ 1.35	\$ 16.20
NUDO 1.1/2" ROSCADO GALVANIZADO C. 150	19	\$ 3.40	25%	\$ 2.55	\$ 48.45
VALVULA DE BOLA 1.1/2" BRONCE ROSCADA C. 150	6	\$ 25.80	25%	\$ 19.35	\$ 116.10
BUSH. 1.1/2" - 1" ROSCADA GALVANIZADA C. 150	10	\$ 0.98	25%	\$ 0.74	\$ 7.35
CODO 90° ROSCADO 1" GALVANIZADO C. 150	6	\$ 0.69	25%	\$ 0.52	\$ 3.11
CODO 45° ROSCADO 1" GALVANIZADO C. 150	2	\$ 0.80	25%	\$ 0.60	\$ 1.20
VALVULA DE BOLA 1" BRONCE ROSCADA C. 150	2	\$ 10.99	25%	\$ 8.24	\$ 16.49
BUSH. 1 - 3/4" ROSCADA GALVANIZADA C. 150	4	\$ 1.00	25%	\$ 0.75	\$ 3.00
BUSH. 1- 1/2" ROSCADA GALVANIZADA C. 150	12	\$ 0.69	25%	\$ 0.52	\$ 6.21
CODO 90° ROSCADO 1/2" GALVANIZADO C. 150	27	\$ 0.38	25%	\$ 0.29	\$ 7.70
CODO 45° ROSCADO 1/2" GALVANIZADO C. 150	2	\$ 0.39	25%	\$ 0.29	\$ 0.59
TEE 1/2" ROSCADA GALVANIZADO C. 150	49	\$ 0.60	0%	\$ 0.60	\$ 29.40
VALVULA DE BOLA 1/2" BRONCE ROSCADA C. 150	9	\$ 4.45	25%	\$ 3.34	\$ 30.04
BUSH. 1/2 - 3/8" ROSCADO ACERO	25	\$ 2.50	25%	\$ 0.50	\$ 12.50
BUSH. 1/2 - 1/4" ROSCADO ACERO	1	\$ 2.40	25%	\$ 0.50	\$ 0.50
NEPLO GALVANIZADO 3/4" X 3"	4	\$ 0.55	25%	\$ 0.50	\$ 2.00
ACOPLES RAPIDOS 1/4" - 3/8" PAR M-H	25	\$ 18.90	10%	\$ 17.01	\$ 425.25
ACOPLES RAPIDOS 1/4" - 1/4" PAR M-H	1	\$ 10.50	10%	\$ 9.45	\$ 9.45
MANGUERA ESPIRAL 1/4"	1	\$ 5.00	0%	\$ 5.00	\$ 5.00
NEPLO REDUCTOR 1/2" - 1/4" ROSCADO ACERO	1	\$ 2.50	25%	\$ 1.88	\$ 1.88
NEPLO CORTO 3/8"	16	\$ 3.00	0%	\$ 3.00	\$ 48.00
MANGUERA 1" X 1.5 MTRS	2	\$ 120.00	0%	\$ 120.00	\$ 240.00

**TOTAL COSTOS MATERIALES 1**

=====

**\$ 2,722.62**

**PRESUPUESTO 2: EQUIPOS SISTEMA NEUMÁTICO**

COMPRESORES, SISTEMA DE FILTRACIÓN Y ACCESORIOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
COMPRESOR 15 HP SCHULZ MSWV60 MAX	2	\$ 4,000.00	15%	\$ 3,400.00	\$ 6,800.00
ARRANCADORES TRIFÁSICOS ESTRELLA - DELTA 15 HP	2	\$ 600.00	0%	\$ 600.00	\$ 1,200.00
FILTRO SMC MODELO AFF37B-14D-T	1	\$ 657.43	10%	\$ 591.69	\$ 591.69
FILTRO SMC MODELO AM650-14D-T	1	\$ 444.67	10%	\$ 400.20	\$ 400.20
SECADOR REFRIGERADO SCHULZ MODELO SRS60	2	\$ 2,258.29	15%	\$ 1,919.55	\$ 3,839.09
DRENADOR AUTOMÁTICO SMC MODELO ADH4000	2	\$ 370.50	10%	\$ 333.45	\$ 666.90
REGULADOR SMC MODELO AR30-03G	7	\$ 54.33	10%	\$ 48.90	\$ 342.28
LUBRICADOR SMC MODELO AL30-03	6	\$ 41.13	10%	\$ 37.02	\$ 222.10
DERIVACIÓN SMC MODELO AKM3000-03	5	\$ 25.70	10%	\$ 23.13	\$ 115.65
DERIVACIÓN SMC MODELO Y310-02	1	\$ 20.88	10%	\$ 18.79	\$ 18.79
FILTRO COALESCENTE SUPERFINO SMC MOD. AMD450C-04BDT	2	\$ 327.88	10%	\$ 295.09	\$ 590.18
REGULADOR SMC MODELO AR40-04G	2	\$ 79.14	10%	\$ 71.23	\$ 142.45
LUBRICADOR SMC MODELO AL40-04	2	\$ 49.12	10%	\$ 44.21	\$ 88.42
DERIVACIÓN SMC MODELO AKM4000-04	2	\$ 30.80	10%	\$ 27.72	\$ 55.44
DERIVACIÓN SMC MODELO Y410-03	2	\$ 25.87	10%	\$ 23.28	\$ 46.57
FILTRO REGULADOR SMC MODELO AW30-03BDG	1	\$ 127.91	10%	\$ 115.12	\$ 115.12
ELEMENTO FILTRANTE SUPERFINO SMC MOD. AFD30P-060AS	1	\$ 16.00	10%	\$ 14.40	\$ 14.40

**TOTAL COSTOS MATERIALES 2**

=====

**\$ 15,249.28**

**PRESUPUESTO 5: SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS Y VARIOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	LISTA PROV.	DCTO	COSTO U	COSTO TOT.
BASES ANTIVIBRACIÓN PARA COMPRESORES	4	\$ 85.00	0%	\$ 85.00	\$ 340.00
VARILLA CONSTRUCCIÓN - TIRANTES	1	\$ 4.00	0%	\$ 4.00	\$ 4.00
PERFIL L 1"x 1/8" x 6 M	2	\$ 11.24	25%	\$ 8.43	\$ 16.86
CHANEL 1/16" X 1.22 M	11	\$ 7.29	0%	\$ 7.29	\$ 80.19
ABRAZADERA P. CHANEL 2"	6	\$ 3.80	0%	\$ 3.80	\$ 22.80
ABRAZADERA P. CHANEL 1.1/2"	40	\$ 2.75	0%	\$ 2.75	\$ 110.00
ABRAZADERA P. CHANEL 1"	4	\$ 1.25	0%	\$ 1.25	\$ 5.00
ABRAZADERA P. CHANEL 1/2"	16	\$ 0.80	0%	\$ 0.80	\$ 12.80
PERNO CON TACO FISHER	100	\$ 0.50	0%	\$ 0.50	\$ 50.00
PINTURA CELESTE LTR	16	\$ 10.05	0%	\$ 10.05	\$ 160.80
PASTA DE TEFLON (FRASCO)	15	\$ 10.00	0%	\$ 10.00	\$ 150.00
CONSUMIBLES E IMPREVISTOS (5%)					\$ 166.75

**TOTAL COSTOS MATERIALES 5** =====> **\$ 1,119.20**

**TOTAL GENERAL TUBERÍAS Y SOPORTERÍA (1+2+5)** =====> **\$ 3,841.82**

**TOTAL GENERAL MATERIALES (1+2+3+4+5)** =====> **\$ 19,091.10**

**CALCULO MANO DE OBRA INSTALACIÓN DE LÍNEAS:**

**1.- Aproximacion del 40% costo tuberías y soportería** =====> **\$ 1,536.73**

**2.- Aproximacion por tiempo - costo m.o hora**

Cantidad de operarios	3	personas
Tiempo de instalación por metro:*	0.296	h/m
metros a instalar:	180	mtrs
Tiempo total instalación:	53	h
	6.6	dias laborables
Costo Alimentación x operario x día	\$ 3.00	por operario por día
Costo M/Ox Hombre x hora**	\$ 1.45	por operario por hora
Costo alquiler Neplera	\$ 60.00	por día
Costo alquiler andamios (4 tramos)	\$ 16.72	por quincena

**Costo total M/O y Alimentación. Aproximación 2.** =====> **\$ 1,381.27**

**Notas**

\* por experiencia para 3 operarios con neplera

\*\* De un salario de \$280 mensuales por operario con un incremento del 25% por contrato por horas.

**Promedio aproximación 1 y 2. Costo estimado M/O** =====> **\$ 1,459.00**

**COSTO FINAL. SISTEMA NEUMÁTICO COMPLETO: MATERIALES + M/O.** =====> **\$ 20,550.10**

**OTRAS EVALUACIONES:**

COSTO GENERAL. TUBERÍAS + SOPORTERÍA + M/O:	=====>	<b>\$ 5,300.82</b>
PRECIO POR METRO INSTALACIÓN:	=====>	<b>\$ 29.45</b> POR METRO

**Nota: Información del listado de accesorios evaluada de la Figura 3.4. y equipos en puntos finales de la tabla 17**

Se evaluó de la Figura 3.4 la cantidad total de accesorios en la tubería, ya que la Tabla 19 se refiere solamente a los elementos en la trayectoria del flujo al punto más lejano, para evaluar de caída de presión.

De la Tabla 23 se obtiene un costo total de \$ 20,550.10 por instalación, donde el 74% corresponde a los equipos neumáticos: compresores, secadores, equipos de filtración y acondicionamiento de aire, como también los arrancadores.

Tomando en cuenta lo expresado en el Capítulo 3, no es factible cambiar los compresores por otros más económicos sin afectar la eficiencia energética del sistema, tomando en cuenta la oferta en el mercado nacional. Se podría analizar una importación de equipos desde USA, donde existen una mayor variedad de marcas a un precio más conveniente, siempre y cuando se analice de forma concienzuda que la capacidad de los nuevos compresores y sus eficiencias energéticas sean iguales o superiores a los equipos seleccionados anteriormente. Sin embargo también se deberá considerar que traer una marca que no tiene respaldo en el país, complicaría tanto el servicio técnico

como el stock de repuestos, lo cual correría a cuenta del propietario.

Respecto a los equipos del sistema de filtración (el 35% de la cotización), se conoce que no hay mucha diferencia de precios entre marcas de alta calidad: SMC, Norgreen, Festo, Parker. Otras marcas de procedencia sudamericana, china, hindú y taiwanesa, e inclusive de algunas pequeñas fábricas en USA, con un precio muchísimo menor, tienen el problema que su calidad y duración es muy inferior (normalmente un tercio o un cuarto de la vida útil de los equipos similares de mejor rendimiento)

Sin embargo ciertos elementos en los puntos finales, como reguladores y lubricadores, en este caso podrían ser reemplazados por equipos más económicos, entendiendo que su vida útil sería muy limitada. Se evitaría cambiar los filtros seleccionados por equipos más económicos ya que son cruciales para evitar problemas de calidad en la pintura, además de proteger de esta forma los equipos y herramientas automotrices del taller. Sin embargo el ahorro máximo con esta medida es solo del 4%.

El factor económico y la falta de conocimiento técnico en neumática de los propietarios de talleres automotrices y concesionarios son dos de los motivos por los que la mayoría de locales construidos en los últimos años poseen sistemas neumáticos anti-técnicos. Otra razón es la falta de conocimiento experto de muchos contratistas. Esto provoca que se realice la instalación de líneas sin filtros ni unidades de mantenimiento, o con equipos de mala calidad.

Al final, como consecuencia de estos errores casi siempre el usuario termina con los problemas descritos en el Capítulo 3, al trabajar con aire no tratado en sus equipos y producto final (pintura automotriz). Muchas veces los costos de reparación de los equipos automotrices más los costos de resarcimiento a los clientes por trabajos de pintura mal realizados, los reprocesamientos y el lucro cesante de tener equipos automotrices parados por problemas en válvulas, cilindros y motores neumáticos es mucho mayor a lo que se intentó ahorrar al reducir los costos de instalación con elementos de filtración económicos, o con ninguno en la línea.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque es seguro que el diseñador típico de estos sistemas no requiera realizar todos estos cálculos para validar la selección y dimensionamiento de las acometidas y elementos de las redes de distribución de lubricantes y neumática, todos los elementos expresados a lo largo de esta tesis se vuelven una herramienta útil para desarrollar un trabajo responsable con bases de conocimientos de Ingeniería y no solo “sentido común”.

### 5.1. Conclusiones:

Tomando en cuenta lo desarrollado en los capítulos anteriores concluimos:

- El sector automotriz ecuatoriano está aumentando a un ritmo de un 7% al 10% anual. Esto significa para Guayaquil un crecimiento de 3 a 4 talleres de concesionarios por año, junto con una mayor cantidad de talleres más pequeños. Esto indica la importancia del sector que puede representar para el ingeniero contratista.
- El diseñador o contratista de las acometidas neumáticas siempre tendrá un papel clave para orientar y ayudarle a definir al propietario y/o arquitecto encargado, no solo en el trazado de las líneas, sino en la efectividad y rendimiento del taller proyectado, si tiene claro el papel que tienen dentro de la planificación económica - técnica la ubicación del futuro taller como la distribución interna de bahías para atender los vehículos proyectados, tomando en cuenta la capacidad de atención esperada en cada bahía según servicio ofertado, el área de circulación vehicular y otras aéreas administrativas y de bodega necesarias.



- Los talleres que planean instalar líneas de distribución de lubricantes deben analizar los tipos de lubricantes que necesitan bombear conforme el tipo y volumen de vehículos que proyectan atender. Los montos resultantes de caudales y distancias servirán para una primera aproximación de diseño de líneas, utilizando las tablas de los fabricantes de bombas neumáticas.
- Una tubería de ½" está recomendada para una tubería de longitud máxima de 15 metros (50 pies), según tablas, para una bomba de relación 5:1 (aceite) o 50:1 (grasa). Una línea de distribución más larga con este diámetro está mal dimensionada.
- Todos los fabricantes de equipo de distribución de lubricantes recomiendan una tubería de hierro negro, con espesor en función de la presión de operación, lo cual se expresa en tablas. Una línea de distribución hecha de otro material está mal diseñada.
- El equipo más importante del sistema de lubricación es la bomba neumática. Siempre deberá ser seleccionada buscando la mejor eficiencia: el mayor caudal para la

menor relación de ciclos por galón del equipo. Esto asegurará una mayor vida útil y eficiencia energética.

- Una línea de distribución de lubricantes sin haber instalado o proyectado puntos para purga de aire no está bien diseñada.
- Para el análisis del consumo neumático debe tomarse en cuenta todos los equipos que pueden conectarse al sistema, como también su uso (tiempos). El diseño del sistema por el consumo promedio neumático permite un resultado elegante y conservador.
- Un sistema que tenga un compresor que casi no encienda está sobredimensionado. Un sistema que tenga un compresor que se mantenga encendido durante mucho tiempo, con la presión bajando a menos de la presión mínima del presostato, tiene un consumo mayor a la producción del compresor, salvo que después de este tiempo vuelva a subir la presión y se apague, por lo que se tendría que analizar los consumos y sus tiempos para evitar sobredemandas.

- El equipo más importante del sistema neumático es el compresor. Debe ser bien seleccionado tomando en cuenta las presiones de operación, el consumo promedio del taller, como también la forma de este consumo, que define principalmente si se podrá utilizar un compresor de tornillo o uno de pistón, aunque normalmente en los talleres es mejor utilizar equipos de pistones, salvo limitantes ambientales, conforme se explicó en el Capítulo 4. El compresor o compresores seleccionados deben ser los equipos con mayor flujo entregado para la potencia del motor instalado.
- Si un sistema neumático de un taller presenta alguno de los problemas presentados en el Apéndice IX indica que le hace falta un sistema de filtración y tratamiento de aire para la aplicación, o si lo tiene, no es de buena calidad o no está funcionando correctamente.
- Las aplicaciones de pintura automotriz de calidad requieren un tratamiento de aire. No se deberían operar sin un sistema de filtración y secado.
- A pesar de los problemas de descascarado de la capa zincada interna con el tiempo por la corrosión de la

tubería galvanizada, sigue siendo la mejor opción de material de instalación de líneas neumáticas para el taller común, por una buena relación costo/resistencia, una vida útil suficientemente larga (mucho más si se instala el sistema de secado desde el inicio de su servicio), y por último mayor seguridad que la tubería PVC común. Sin embargo existen talleres en el país instalados con materiales más caros y durables, como también muchos con tubería PVC común (para agua potable, no para redes neumáticas) en cuyo caso sus usuarios deberán tomar previsiones de seguridad por su baja resistencia mecánica y a los rayos UV.

- Una tubería neumática bien dimensionada aporta a la capacidad de almacenamiento de aire del sistema y no provoca pérdidas de presión en línea mayor a un 10%. Para el caso de Autosur, se consiguió un 24% extra de capacidad de almacenaje y una pérdida de presión máxima acumulada de 7.44% (desde el compresor a la bajante 8).
- La mayor presión de servicio de un sistema neumático de un taller es 120 psig, para inflado de llantas de

camiones – maquinaria pesada. Normalmente se usan 40 psig para pistolas de pintura - sopleteo, 90 psig para herramientas. Un taller que no tenga reguladores o unidades de mantenimiento para controlar la presión de salida es ineficiente energéticamente hablando.

- Los mejores equipos (en eficiencia como durabilidad) normalmente son los más caros, pero se puede encontrar equipamiento en un rango de precios intermedio con buena eficiencia y un tiempo de vida útil estimado muy aceptable
- Los equipos más económicos normalmente son los menos eficientes de su ramo y con una vida útil muy corta. Esto se debe a sus materiales de construcción más económicos, procesos con menor control de calidad y mano de obra barata. Son equipos comerciales que han sido hechos para ser reemplazados periódicamente. Al final los costos relacionados al utilizarlos en un proyecto de taller pueden ser iguales o mayores que haber invertido en uno un poco más caro, pero mejor construido, si el

usuario espera que funcionen de manera similar que los más costosos.

## **5.2. Recomendaciones:**

Tomando en cuenta lo anterior se recomienda:

- Se recomienda al ingeniero contratista y/o diseñador que debe estar al día con los conocimientos de estadísticas y el mercado automotriz, como también de la forma como otros colegas han realizado sus diseños de acometidas, y los resultados de los mismos con el tiempo, a fin de estar plenamente capacitado para orientar a los propietarios y arquitectos, volviéndose un experto en el área, al juntarlo con su conocimiento de ingeniería y mejorando sus propios trabajos cada vez.
- No se recomienda acometidas de aceite sino para las viscosidades y tipos que vayan a ser comercializados en el local en gran volumen para flotas bajo contrato, puesto que la infraestructura es costosa. Los proveedores de aceite normalmente no subsidian una

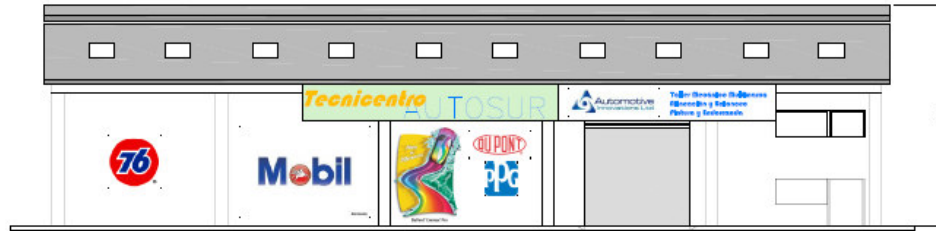
instalación de este tipo si resulta muy costosa. Solo se ven ahorros con el tiempo en grandes volúmenes despachados.

- En el caso que se vaya a instalar las líneas de lubricantes, siempre se recomienda que se instalen bombas de alta calidad y eficiencia, ya que es el corazón del sistema. Normalmente estos equipos tienen respaldo en el país, servicio técnico, repuestos e información para evaluarla en la proyección del sistema. Con esto se evitarán los problemas antes mencionados.
- Se recomienda de igual forma seleccionar el compresor de mayor eficiencia energética posible y mejores materiales que esté dentro del presupuesto, con respaldo técnico y de repuestos en la ciudad o cerca de ella. Esto siempre va a representar un ahorro en los costos operativos (energía eléctrica y evitar el lucro cesante)
- De igual forma no se recomienda instalar un sistema neumático sin la filtración y regulación adecuada. Se recomienda analizar la tabla ISO de calidades del aire, a fin que se pueda diseñar y seleccionar el sistema de

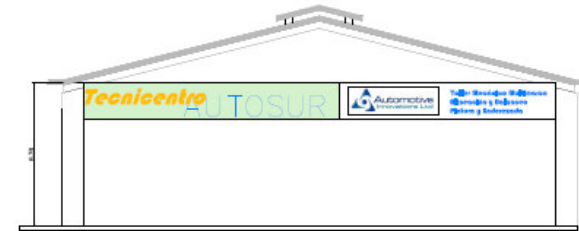
filtración adecuado para cada caso. Un sistema neumático que no tenga por lo menos filtros y reguladores está mal instalado, más aún si es para un taller de pintura automotriz.

- Se recomienda en la medida de lo posible instalar la acometida neumática en anillos, a fin de compensar presiones.
- Se recomienda por lo menos utilizar tubería galvanizada, en los diámetros recomendados según cálculos, como el material más económico y a la vez seguro. Se podría instalar, y sería mejor, con materiales más caros, pero solo si el presupuesto lo permite.
- Tomando en cuenta los costos de la instalación total, se recomienda al instalador común aconsejar que su cliente compre directamente los elementos más caros (compresores, bombas neumáticas, elementos de filtración, secadores, etc.) a las casas proveedoras locales, o del extranjero, a fin que puedan presentar un presupuesto conservador y que les permita ser competitivos en el mercado.

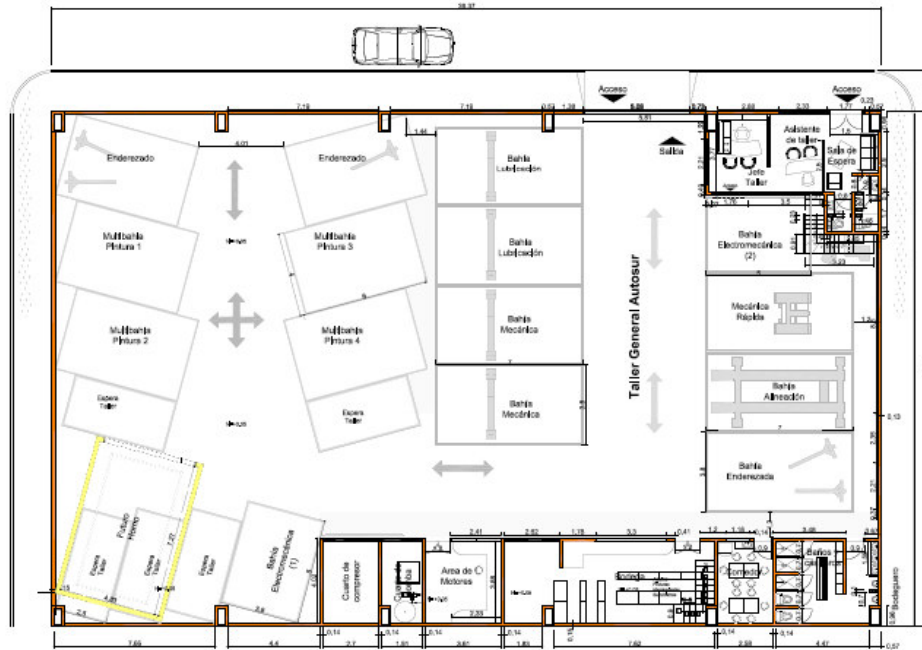




**ELEVACIÓN FRONTAL**  
ESCALA 1:100



**ELEVACIÓN LATERAL**  
ESCALA 1:100

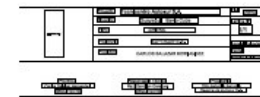


**PLANTA BAJA**  
ESCALA 1:50



**DETALLE: PLANTA ALTA**  
ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1. ESTRUCTURA	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
2. FUNDACIONES	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
3. MUROS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
4. CUBIERTOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
5. PUERTOS Y VENTANAS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
6. BAÑOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
7. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
8. ESCALERAS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
9. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
10. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
11. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
12. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
13. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
14. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
15. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
16. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
17. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
18. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
19. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO
20. PASADIZOS	DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO



**PLANO 1. DISTRIBUCIÓN BÁSICA DEL TALLER AUTOSUR S,A,**  
(SE ADJUNTA AL FINAL UN PLANO EN A1)

# **APÉNDICE I:**

Plan de Negocios  
(Resumen Ejecutivo)  
del Ing. Otto Astudillo Astudillo  
sobre el taller Autosur S.A. ESPAE

## PLAN DE NEGOCIOS (RESUMEN EJECUTIVO)

---

AUTOR: ING. OTTO W. ASTUDILLO ASTUDILLO

# ANÁLISIS DEL MERCADO

---

La reactivación económica del país al consolidarse la dolarización como sistema económico ha favorecido el retorno de algunas marcas que habían salido del mercado ecuatoriano, y a las marcas existentes les permitió manejar mejor sus importaciones, planificar su producción y aplicar nuevas estrategias comerciales. El mercado automotriz en el Ecuador supera todas las expectativas, alcanzando en el 2004 un total de ventas de 59348 vehículos.

Las principales marcas que se importan desde América del Sur son Peugeot y Mercedes Benz, en el caso de Argentina y Volkswagen, Chevrolet, Fiat, Ford y Honda, desde Brasil.

Todo lo mencionado ocasionó que grandes empresas automotrices como General Motors con su marca Chevrolet, Mazda, Hino, entre otras, se vieran motivadas a invertir en grandes concesionarias en todo el país principalmente en las ciudades más importantes como Quito, Guayaquil y Cuenca. Estas empresas no solo ofrecían autos nuevos, sino que al mismo tiempo ofrecían Servicio Automotriz Integrado, pero el servicio era costoso y sólo enfocado a vehículos de su marca, de poder brindar un servicio similar a un menor costo y para todas las marcas existentes.

Considerando que actualmente en Guayaquil existen alrededor de 31 concesionarias automotrices y 23 talleres independientes especializados, la mayoría en el sector norte, es muy tentativa la formación de un Taller Automotriz de Servicios Integrales Multimarca para vehículos livianos en el sector sur de la ciudad, es así como nace "AUTO SUR S.A."

Auto Sur S.A. busca cubrir un mercado del 0.12% mensual durante el primer año, esto corresponde 50 vehículos de un total de 42.000 existentes en el sur de la ciudad. A partir del segundo año hasta el décimo buscará mantenerse en un segmento de 1.43% anual de

un mercado global que se estima tiene un crecimiento anual del 8%; esto significa que las proyecciones para el primer año es atender 600 vehículos, aunque el mercado automotriz tiende a crecer al 8%, Auto Sur S.A. solo buscará captar un 6%, estos porcentajes demuestran que en la práctica fácilmente se alcanzaran dichos índices, lo cual convierte a Auto Sur S.A. en un oportunidad de negocio atractiva.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

“AUTO SUR S.A.”, se establecerá en la intersección de las calles 5 de Junio y Chambers, en el Barrio Cuba, Guayaquil-Ecuador, en un local de 1.000 metros cuadrados, cuyo costo es de USD 50.000,00 (terreno).

Este terreno cuenta con los servicios básicos tales como: red de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, líneas telefónicas disponibles, etc.

### SERVICIO/PRODUCTO

Sus servicios están proyectados de manera personalizada a cubrir las necesidades de: lavado, pulverizado, engrasado, cambio de aceite, pintura, latonería, mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos, aire acondicionado; reparación y mantenimiento de sistemas mecánicos tales como: afinación de motores, inyección a diesel y gasolina, frenos, cajas automáticas, transmisión, servicio de scanner y diagnóstico eléctrico, electrónico y mecánico en general de vehículos livianos multimarca, todo esto con equipos y sistemas de tecnología automotriz de última generación.

## 2. PLAN DE MARKETING

El plan de marketing que se utiliza para Auto Sur S.A. se divide en tres etapas, las mismas que son:

- Estrategia de Precios.
- Estrategia de Promoción.

- Políticas de Servicio.

#### ESTRATEGIA DE PRECIOS

Para establecer una estrategia de precios para nuestro servicio, se debe realizar un análisis de las políticas de precios de la competencia. Debido a que la competencia en este sector no es fuerte por lo que el análisis de precios se lo realizó a los talleres existentes en la ciudad de Guayaquil de lo que se obtuvo los siguientes puntos:

- Diferenciación de precios dependiendo de cuando fue comprado el vehículo. Si tiene menos de un año de comprado, posee beneficios adicionales.
- Tipos de mantenimiento (diferentes costos), dependiendo del kilometraje recorrido del vehículo.
- Formas de pago: a crédito, con tarjeta o de contado contra entrega del vehículo.
- No tienen establecidos políticas de crédito directo para mantenimiento o reparación. El

costo del servicio que ofrece Auto Sur S.A. tiene cuatro componentes:

- El costo de la mano de obra especializada.
- El costo de diagnóstico del vehículo.
- El costo de los insumos empleados en el mantenimiento del vehículo. ➤ El costo de repuestos y partes utilizados en la reparación del vehículo.

#### ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN

Las estrategias básicas de promoción serán:

- Entrega de un tríptico a color que describa la empresa y el paquete de servicios que brinda.
- Presencia en ferias automotrices y actividades afines al mercado en cuestión.
- Contacto directo (personalizado) con empresas que realizan sus actividades diarias mediante el uso de vehículos multimarcas (cadenas alimenticias, hoteleras, ropa, etc.)

#### POLÍTICAS DE SERVICIO

Auto Sur S.A. ofrece a sus clientes como políticas de servicio las siguientes ventajas: ➤

Atención personalizada al cliente.

- Respuesta rápida y segura a los problemas que representa su vehículo.
- Garantía en los insumos, partes y repuestos utilizados en la reparación de su vehículo, según las características ofrecidas por los fabricantes (proveedores).
- Garantía en la mano de obra, determinado un tiempo que va de acuerdo con el tipo de trabajo realizado en común acuerdo con el cliente.

### 3. ANÁLISIS TÉCNICO

#### EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Auto Sur S.A. para su buen funcionamiento requiere, en sus respectivas secciones los siguientes equipos y herramientas:

- Punto de Lubricación
  - 2 Torres hidráulicas
  - 1 Sistema de aire a presión
  - 1 kit de herramientas
  - 1 kit de accesorios
  - 1 extintor
- Alineación y Balanceado
  - 2 Torres hidráulicas
  - 1 Sistema computarizado para alineación y balanceado
  - 1 kit de herramientas
  - 1 kit de accesorios

- 1 extintor**
- Servicios Mecánicos en General**
  - 2 Torres hidráulicas**
  - 1 banco de pruebas**
  - 1 Sistema a presión**
  - 1 kit de herramientas de precisión**
  - 1 kit de accesorios**
  - 1 extintor**
- Servicios eléctricos y electrónicos**
  - 5 equipos de medición**
  - 1 equipo de diagnóstico para computadoras automotrices**
  - 1 scanner universal**
  - 1 kit de herramientas**
  - 1 kit de accesorios**
  - 1 extintor**
- Servicio de enderezado y pintura**
  - 5 Estructuras metal mecánicas**
  - 1 kit de herramientas**
  - 1 kit de accesorios**
  - 1 extintor**
- Entrada y Parqueo**
  - 1 escritorio**

- 2 sillas
- 1 archivador
- 1 teléfono

#### 4. ANÁLISIS ADMINISTRATIVO

Auto Sur S.A. estará formada por las siguientes instancias administrativas:



#### 5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Auto Sur S.A. se constituirá según el régimen de sociedad anónima. La misma estará compuesta por 10 accionistas que poseen mil acciones cada uno, y los cuales aportarán el 10% del capital cada accionista, esto es, USD 13,323.40, formándose así el 60% de la inversión total de USD 220,540.00; de modo que la estructura del capital del plan de negocios, se formará con un 60% de capital propio, y un 40% de capital restante, esto es USD 88,216.00 financiado a través del Banco Guayaquil.



Es importante recalcar que el valor nominal de cada acción es de USD 123,3, ofrecidas en paquetes de 100 acciones.

La oportunidad de negocio es clara, pues en el sur de la ciudad existen apenas tres concesionarias automotrices, y dos talleres especializados, con características similares a las que tendría Auto Sur S.A., por lo tanto el mercado está sub-atendido y en expansión.

La rentabilidad del proyecto para el inversionista, en un período de diez años (TIR), es del 66% anual, tasa que resulta atractiva para los accionistas y quienes participan de este negocio.

El Valor Presente Neto (VAN), para un costo de capital al 20% es de USD 636,959.77, y el período de recuperación descontando está alrededor de tres años.

El Valor Actual Neto del proyecto (VAN), una vez que ha sido implementado y listo para atender al público con toda su capacidad instalada es, USD 768,683.77.

El proyecto, cumpliendo el 72% de sus metas de mercado, logra su equilibrio económico, esto es, atender en el año 1 a 430 vehículos de un mercado objetivo de 600 vehículos livianos multimarca.

## **APÉNDICE II:**

Guías de Selección Rápida de los  
modelos de bombas de aceite y  
grasa

Marcas Graco, RAASM

(Tomadas y traducidas de  
catálogos de lubricación  
Graco Y RAASM)

# Bombas de Aceite

## Guía de Selección Rápida

1

Bomba	Fast-Ball 1:1	Mini Fire-Ball 225, 3:1	Fire-Ball 300, 5:1
Longitud de Línea‡	Hasta 100 ft (30.5 m)	Hasta 250 ft (76.2 m)	Hasta 500 ft (152.5 m)
Puntos de Despacho (simultáneos)	1*	1 a 2	1 a 3
Uso Anual	Hasta 5,000 gal (19,000 l)	6,500 gal (24,602 l)	Hasta 30,000 gal (114,000 l)
Aplicación Típica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talleres de Servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talleres de Servicio</li> <li>Concesionarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talleres de Servicio</li> <li>Mantenimiento de Equipos para la Construcción</li> <li>Talleres de Servicio</li> <li>Lubricadoras Rápidas</li> <li>Flotas</li> </ul>
Páginas de Referencia para Bombas y Paquetes	8-9	10-11	12-13



‡ Consulte a su representante autorizado local de Graco para dimensionamiento de líneas o tuberías  
 \* No recomendadas para carretes

# Bombas de Aceite

## Guía de Selección Rápida

1

Bomba	Fire-Ball 425, 3:1	Fire-Ball 425, 6:1	Fire-Ball 425, 10:1
Longitud de Línea‡	Hasta 250 ft (76.2 m)	Hasta 500 ft (152.5 m)	Hasta 750 ft (22.8 m)
Puntos de Despacho (simultáneos)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
Uso Anual	Sobre los 30,000 gal (114,000 l)	Sobre los 30,000 gal (114,000 l)	Sobre los 30,000 gal (114,000 l)
Aplicación Típica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flotas Grandes</li> <li>• Concesionarios</li> <li>• Mantenimiento de Equipos de construcción</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Lubricadoras Rápidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concesionarios</li> <li>• Mantenimiento de Equipos de Construcción</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Lubricadoras Rápidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flotas Grandes</li> <li>• Concesionarios</li> <li>• Mantenimiento de Equipos de Construcción</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Lubricadoras Rápidas</li> </ul>
Páginas de Referencia para Bombas y Paquetes	14	15	16-17



‡ Consulte a su representante autorizado local de Graco para dimensionamiento de líneas o tuberías

# Bombas de Aceite

## Referencia Rápida

### Bombas de Aceite

Modelo	Universal	16 Gal. (60 l)	55 Gal. (200 l)	55 Gal. (200 l)	275 Gal. (1040 l)	
Relación de Bomba		Mt. con Tapa	Mt. en Tanque	Mt. con Tapa	Mt. en Tanque	Aplicación Típica
Fast-Ball						
1:1	222051	N/A	222103	N/A	222104	Transferencia a Corta Distancia MO, GO, ATF, HYD
Fast-Flo Aprobado-UL						
1:1	226944	N/A	226941	N/A	N/A	Transferencia a Corta Distancia MO, GO, ATF, HYD
Fast-Flo Acero Inoxidable; Aprobado-UL						
1:1	226945	N/A	226942	N/A	N/A	Transferencia a Corta Distancia WWS, MO, WA, GO, ATF, HYD
Mini Fire-Ball 225						
3:1	246775	246904	246907	246906	246907	Facilidad de Mantenimiento MO, GO, ATF, HYD
Fire-Ball 300						
5:1	203876	203872	204254	203857	222087	Uso Continuo, Facilidad de Mantenimiento MO, GO, ATF, HYD
Fire-Ball 425						
3:1	237526	N/A	N/A	N/A	N/A	Alto Flujo, Baja Presión Facilidad de Mantenimiento, MO, GO, ATF, HYD
6:1	238108	N/A	N/A	N/A	N/A	Alto Flujo, Presión Media Facilidad de Mantenimiento, MO, GO, ATF, HYD
10:1	205626	N/A	222095	222065	N/A	Larga Distancia Facilidad de Mantenimiento, MO, GO, ATF, HYD

### Accesorios de Montaje

Bomba	Fast-Ball	Mini Fire-Ball 225	Fire-Ball 300	Fire-Ball 425	Fire-Ball 425
Relación	1:1	3:1	5:1	3:1	6:1
Adaptador a Tanque	222308	222308	222308	N/A‡	N/A‡
Kit Mangueras de Conexión	222118 (18 in [45.7 cm]) 222119 (72 in [182.8 cm])	222062 (18 in [45.7 cm]) 222063 (72 in [182.8 cm])	222062 (18 in [45.7 cm]) 222063 (72 in [182.8 cm])	238246 (24 in [60.9 cm]) -	238246 (24 in [60.9 cm]) -
Soporte de Montaje en Pared	203987	203987	203987	238245	238245
Kit de Alivio Térmico	-	235998	237893	237601	240429
Regulador de Aire con Manómetro	110147	109075	109075	104266/100960	104266/100960
Filtro de Aire	110146	106148	106148	106149	106149
Lubricador de Aire	110148	N/A	214847	214848	214848
FRL*	110149	N/A	110150	217072	217072
Válvula de Cierre de Línea de Aire	110223	110224	110224	110225	110225
Válvula de Cierre de Fluido	108537	108458	108458	108537	108537
Filtro de Salida de Fluido	240417	240417	240417	101078	112087
Cierre por Bajo Nivel	203688	203688	203688	203688	203688
Kit Manguera de Succión	236054	236054	236054	N/A**	N/A**

\*Filtro, Regulador, Lubricador y Manómetro

\*\*Recomendado 6 ft de manguera de 1-1/2" como kit de succión

‡Debe ser montada en la pared o en brida

Materiales Húmedos	Presión Max. de Salida Fluido	Rango de Operación Aire	Ciclos/Galón (ciclos/litro)	Flujo Fluido @ 80 cpm gpm (lpm)	Consumo Aprox. Aire	Entrada Aire (npt)	Salida de Material (npt)	Entrada de Material (npt)
CS Uretano	180 psi (12.4 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	10 gpm (45.5 lpm)	4-5 gpm (18-22.7 lpm)	7cfm @ 100 psi (7 bar)	1/4 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)
CS Polietileno	180 psi (12.4 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	10 gpm (45.5 lpm)	4-5 gpm (18-22.7 lpm)	7cfm @ 100 psi (7 bar)	1/4 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)
SS Polietileno	180 psi (12.4 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	10 gpm (45.5 lpm)	4-5 gpm (18-22.7 lpm)	7cfm @ 100 psi (7 bar)	1/4 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)
Acero, Buna, Rulón, Aluminio, Poliuretano	450 psi (31 bar)	40-150 psi (2.8-10.4 bar)	43.5 gpm (11.4 lpm)	1.84 gpm (7 lpm)	15cfm @ 100 psi (7 bar)	3/8 (f)	1/2 (f)	1-1/2 (f)
Nitrilo, Acero, Aluminio Poliuretano	900 psi (62 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	28.4 gpm (8.6 lpm)	2.8 gpm (9.3 lpm)	18cfm @ 100 psi (7 bar)	3/8 (f)	1/2 (f)	1-1/2 (f)
Nitrilo, Acero, Aluminio Poliuretano	540 psi (37 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	6 gpm (1.6 lpm)	13.4 gpm (50.6 lpm)	40cfm @ 100 psi (7 bar)	1/2 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)
Nitrilo, Acero, Aluminio Poliuretano	1100 psi (76 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	12 gpm (3.2 lpm)	6.6 gpm (25.3 lpm)	40cfm @ 100 psi (7 bar)	1/2 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)
Nitrilo, Acero, Aluminio Poliuretano	1800 psi (124 bar)	40-180 psi (2.8-12.4 bar)	19.6 gpm (5.2 lpm)	4.1 gpm (15.4 lpm)	40cfm @ 100 psi (7 bar)	1/2 (f)	3/4 (f)	1-1/2 (f)

**Fire-Ball 425**

10:1

222308

222068 (18 in [45.7 cm])

222066 (72 in [182.8 cm])

203987

240429

104266/100960

106149

214848

217072

110225

108537

112087

203688

236054

**Abreviaturas:**

MO = Aceite de Motor

GO = Aceite de Caja

WWS = Solvente de Limpiaparabrisas

WA = Agua, Anti-Congelante

HYD = Fluido Hidráulico

ATF = Fluido de Transmisión Automático







# Bombas de Grasa

## Guía de Selección

2

Bomba Mostrada	Mini Fire-Ball 225	Fire-Ball 300	Fire-Ball 425	Fire-Ball 425
Relación	50:1	50:1	50:1	75:1
Longitud de Línea*	Hasta 100 ft (30.5 m)	Hasta 250 ft (76.2 m)	Hasta 500 ft (152.4 m)	Hasta 500 ft (152.4 m)
Puntos de Despacho (simultáneos)	1	1 a 2	4 o más	4 o más
Uso Anual lb (kg)	Hasta 5,000 (Hasta 2,268)	Hasta 10,000 (Hasta 4,535)	20,000 o más (9,072 o más)	15,000 o más (6,804 o más)
Aplicación Típica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concesionarios de Flotas</li> <li>• Centros Lubricación Rápida</li> <li>• Talleres de Servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concesionarios de Flotas</li> <li>• Concesionarios de Pesados</li> <li>• Centros Lubricación Rápida</li> <li>• Talleres dedicados a flotas</li> <li>• Talleres de Servicio</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Minería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concesionarios de Flotas</li> <li>• Concesionarios de Pesados</li> <li>• Talleres dedicados a flotas</li> <li>• Talleres de Servicio</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Camiones Lubricación móvil</li> <li>• Minería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concesionarios de Flotas</li> <li>• Concesionarios de Pesados</li> <li>• Talleres dedicados a flotas</li> <li>• Talleres de Servicio</li> <li>• Dentro de Plantas</li> <li>• Camiones Lubricación móvil</li> <li>• Minería</li> </ul>
Bombas & Paquetes				
Páginas de Referencia	29-31	32-35	36-37	38-39



\* Consulte a su distribuidor autorizado local Graco para dimensionamiento de líneas o tuberías

# Bombas de Grasa

## Referencia Rápida

### Bombas de Grasa

Modelo	35 lb (16 kg)	70 lb (31 kg)	120 lb (55 kg)	400 lb (180 kg)	Aplicación Típica	Partes Húmedas	Presión máx. de Salida de Fluido
<b>Mini Fire-Ball 225</b>							
50:1	246909	N/A	246780	246781	Despacho de grasa a Alta Presión	Acero Buna-N Delrin Bronce	8400 psi (578 bar)
<b>Fire-Ball 300</b>							
15:1	206405	206405	206699	206700	Despacho de Grasa a Media Presión	CS Cuero	2700 psi (186 bar)
50:1	239877	N/A	239887	239888	Despacho de Grasa a Alta Presión	CS/Delrin Poliuretano Buna-N	8400 psi (579 bar)
<b>Fire-Ball 425</b>							
10:1	**	**	N/A	965129	Despacho de Grasa a Alta Presión	CS Cuero	1800 psi (124 bar)
50:1	N/A	N/A	205394	205395	Despacho de Grasa a Alta Presión	CS Cuero	7500 psi (517 bar)
75:1	239731	239731	239729	239730	Despacho de Grasa a Alta Presión	CS Cuero	7500 psi (517 bar)

\*\*Contacte al Servicio al Cliente Graco para detalles del montaje en tanques de mano

### Accesorios de Montaje†

Bomba	Mini Fire-Ball 225	Fire-Ball 300	Fire-Ball 425	Fire-Ball 425
Relación	50:1	50:1	50:1	75:1
Cubierta para tanque de 35 lb (16 kg)	222058	222058	N/A	204574
Cubierta para tanque de 70 lb (32 kg)	204574	204574	N/A	204574
Cubierta para tanque de 120 lb (55 kg)	204574	204574	204574	204574
Cubierta para tanque de 400 lb (180 kg)	200326	200326	200326	200326
Plato Seguidor para 35 lb (16 kg)	220653	220653	N/A	220653
Plato Seguidor para 70 lb (32 kg)	220654	220654	N/A	223344
Plato Seguidor para 120 lb (55 kg)	220654	220654	223344	223344
Plato Seguidor para 400 lb (180 kg)	223845	223845	223846	223846
Kit de Mangueras y Acoples	222072 (6 ft [1.8 m])	222072 (6 ft [1.8 m])	222076 (6 ft [1.8 m])	222076 (6 ft [1.8 m])
Kit de Despacho	236058 (12 ft [3.7 m]) 222838 (25 ft [7.6 m])	222070 (12 ft [3.7 m]) 222383 (25 ft [7.6 m])	N/A	N/A
Regulador de Aire y Manómetro	109075	109075	104266/100960	104266/100960
Filtro de Aire	106148	106148	106149	106149
Lubricador de Aire	N/A	214847	214848	214848
FRL*	N/A	110150	217072	217072

\*Filtro, Regulador, Lubricador y Manómetro

†Ver Págs. 47 - 49 para adaptador a Tanques y accesorios de bridas

Rango de Operación del Aire	Monto de flujo Uso Continuo	Rec. Máx. CPM	Consumo Aire Aproximado	Entrada Aire NPT	Salida Material NPT	Entrada Material
40-140 psi (3-10 bar)	0.319 lb/min (0.15 kg/min)	95	15 cfm	3/8(f)	1/4(f)	Ranurada
40-180 psi (2.8-12.5 bar)	0.7 gpm (2.7 lpm)	60	17 cfm	3/8(f)	1/4(f)	Ranurada
30-140 psi (2.1-9.7 bar)	1.19 lb/min (0.54 kg/min)	76	23 cfm	3/8(f)	1/4(f)	Ranurada
40-180 psi (2.8-12.5 bar)	3.5 gpm (13.3 lpm)	60	30 cfm	1/2(f)	3/4(f)	Ranurada
40-180 psi (2.8-12.4 bar)	3.35 lb/min (1.52 kg/min)	100	19 cfm	1/2(f)	3/8(f)	Ranurada
40-100 psi (2.8-12.4 bar)	2.9 lb/min (1.3 kg/min)	60	26 cfm	1/2(f)	3/8(f)	Ranurada

Fire-Ball 300	Fire-Ball 425**
15:1	10:1
204574	N/A
204574	N/A
204574	N/A
200326	200326
N/A	N/A
N/A	N/A
N/A	N/A
N/A	223701
N/A	N/A
222080 (15 ft [4.6])	N/A
222081 (25 ft [7.6 m])	
109075	104266/100960
106148	106149
214847	214848
110150	217072

\*\*Contacte al Servicio al Cliente Graco para detalles del montaje en tanques de mano

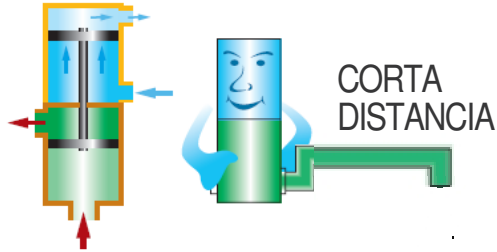
# Seleccionar la bomba correcta

## Tecnología, calidad y versatilidad

RAASM fabrica un amplio rango de bombas que se encuentran entre los líderes del mercado. Diseño innovador combinado con materiales de alta calidad garantiza un alta capacidad y presión.

1

- Bombas con relación 1:1
- Tienen poco cabezal (potencia) pero gran capacidad
- Transferencia de fluidos de baja y media viscosidad



Quando se selecciona una bomba, es importante considerar los siguientes elementos básicos:

Tipo de Fluidos y su viscosidad	Capacidad relativa para despacho				
Distancia Entre la bomba y el punto de uso	Presión del fluido para el tipo de uso				

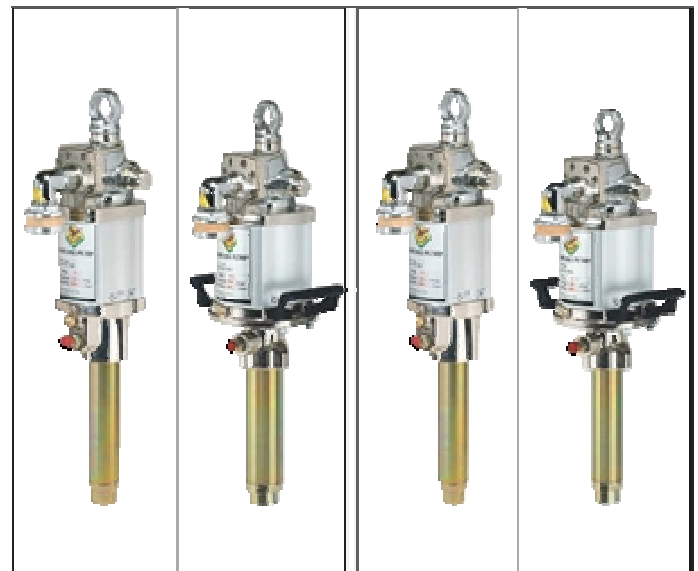
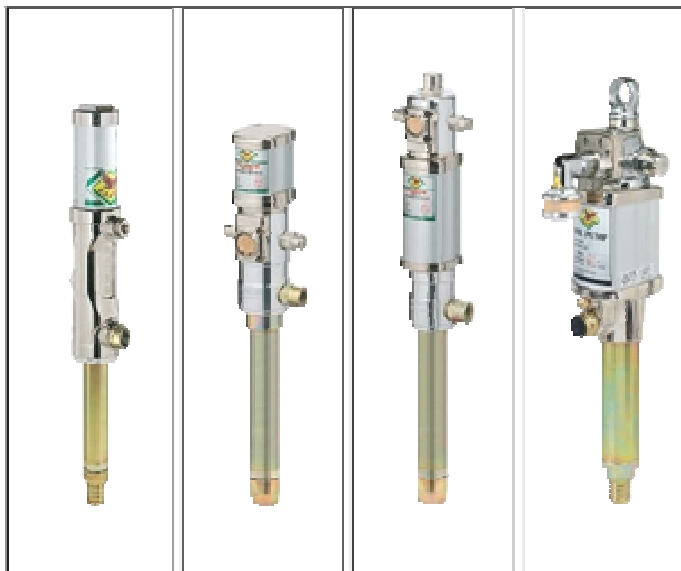


Series	3/4" - 1 1/4"	A. Inox 238	200	238
Relación de compresión	1:1	1:1	1:1	1:1
Capacidad	18-52 gpm	8 gpm	9.25 gpm	6 gpm
Fluidos de baja viscosidad: varios aceites de baja viscosidad (SAE 15/20), fluidos y aceites hidráulicos	para distancias < 50'	-	para distancias < 50'	para distancias < 50'
Fluidos de viscosidad media: aceite de motor, aceite de caja (SAE 15/140).	para distancias < 50'	-	para distancias < 50'	para distancias < 50'
Fluidos de alta viscosidad: aceite de motor, aceite de caja (SAE 240).	-	-	-	-
Grasas de media y alta viscosidad.	-	-	-	-
Anti-congelante, Diesel.	para distancias < 150'	para distancias < 150'	para distancias < 150'	para distancias < 150'
Fluido limpiaparabrisas.	-	para distancias 150'-300'	-	-
Para otros datos técnicos ver las págs. indicadas.	pág. 68	pág. 72	pág. 48	pág. 49

Tres grupos básicos solucionan los más variados requerimientos en las aplicaciones.

**2** ■ Bombas con Relación 3:1 - 5:1  
 ■ Poseen cabezal y capacidad media ■ Despacho de fluidos de viscosidad media/alta

**3** ■ Bombas con Relación 7:1 - 9:1 - 11:1 - 12:1  
 ■ Poseen alto cabezal y capacidad media ■ Despacho de fluidos de viscosidad media/alta



200 3:1 5.30 gpm	238 3:1 4.40 gpm	238 5:1 5.50 gpm	312 5:1 12 gpm	312 7:1 8 gpm	412 9:1 12 gpm	312 11:1 8 gpm	412 12:1 8 gpm
para distancias 150'-300'	para distancias 150'-300'	para distancias 300'-600'	para distancias 300'-600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'
para distancias 150'-300'	para distancias 150'-300'	para distancias 300'-600'	para distancias 300'-600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'
-	-	para distancias 150'-300'	para distancias 150'-300'	para distancias 300'-600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'	para distancias < 600'
-	-	-	-	-	-	para distancias < 50'	-
para distancias 150'-328'	para distancias 150'-300'	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
pág. 50	pág. 51	pág. 56	pág. 60	pág. 61	pág. 63	pág. 64	pág. 65

## **APÉNDICE III:**

Fichas técnicas de bombas para  
selección caso Autosur

Marcas Graco, RAASM

(Tomadas y traducidas de  
catálogos de lubricación  
Graco Y RAASM)

# MINI FIRE-BALL® 225, 3:1

## BOMBA DE PISTONES OPERADA POR AIRE

1

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- DISEÑO ANTICORROSIVO (PARTES DE METAL HECHAS DE SST, ALUMINIO Y CROMO) PARA LARGA VIDA
- EVITAR EL CONTACTO METAL - METAL ASEGURA LARGA VIDA DE LA BOMBA Y PERMITIRÁ QUE SOPORTE SU USO EN AMBIENTES HOSTILES
- LA DOBLE ACCIÓN DE LA BOMBA PROVEE UN FLUJO CONFIABLE
- POCAS PARTES MÓVILES PERMITEN UN MANTENIMIENTO MÍNIMO Y BAJO COSTO PARA EL DUEÑO
- PUERTO DE ESCAPE ABIERTO PERMITE OPERACIÓN CONTINUA SIN ESCARCHA

### APLICACIONES TÍPICAS

- TRANSFERENCIA DE LUBRICANTES DE MEDIO A BAJO VOLUMEN
- CONCESIONARIOS DE AUTOMÓVILES
- CONCESIONARIOS DE CAMIONES Y EQUIPO CAMINERO
- CENTROS DE LUBRICACIÓN EXPRESS
- INSTALACIONES PARA SERVICIO A FLOTAS
- TALLERES AUTOMOTRICES
- EN PLANTAS INDUSTRIALES
- SERVICIO MÓVIL DE LUBRICACIÓN EN CAMIONES
- EN MINERÍA

### FLUIDOS TÍPICOS MANEJADOS

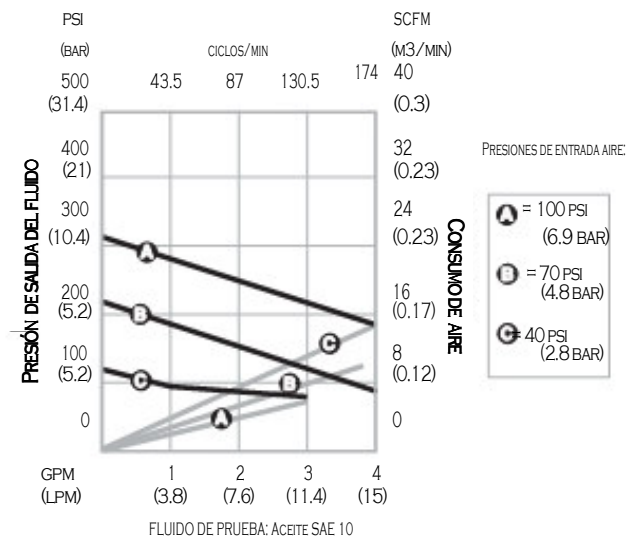
- ACEITES CON BASE EN PETRÓLEO Y SINTÉTICOS

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CICLOS/GALÓN (CICLOS/LITRO)...	43.5 (11.4)
FLUJO DEL FLUIDO @ 80 CPM (GPM/LPM).	1.84 (7.0)
PRESIÓN MÁXIMA DE FLUIDO... AIRE	540 PSI (37 BAR, 3.7 MPA)
DIÁMETRO EFECTIVO DE MOTOR... AIRE	2.25" (57.2 MM)
RANGO OPERATIVO. ...	40-180 PSI 2.8-12 BAR (0.28- 1.2 MPA)
CONSUMO DE AIRE APROX. Y	8.5 SCFM @ 2.1 GPM
FLUJO DE FLUIDO @ 100 PSI AIRE Y 80 CPM	(0.241 M <sup>3</sup> /MIN @ 7.9 LPM)
MATERIALES MOJADOS. ...	... ACERO, POLIURETANO, ALUMINIO, BUNA-N, RULON®
TAMAÑO DE ENTRADA AIRE	3/8 NPT(F)
TAMAÑO DE ENTRADA FLUIDO. ...	1-1/2 NPT(F)
TAMAÑO DE SALIDA FLUIDO	1/2 NPT(F)
MANUAL DE INSTRUCCIONES	309869



### DESEMPEÑO DE LA BOMBA



# FIRE-BALL 300, 5:1

## BOMBA DE PISTONES OPERADA POR AIRE

1

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- DISEÑO ANTICORROSIVO (PARTES DE METAL HECHAS DE SST, ALUMINIO Y CROMO) PARA LARGA VIDA
- EVITAR CONTACTO METAL - METAL ASEGURA LARGA VIDA DE LA BOMBA Y PERMITIRÁ QUE SOPORTE SU USO EN AMBIENTES HOSTILES
- LA DOBLE ACCIÓN DE LA BOMBA PROVEE UN FLUJO CONFIABLE
- POCAS PARTES MÓVILES PERMITEN UN MANTENIMIENTO MÍNIMO Y BAJO COSTO PARA EL DUEÑO
- PUERTO DE ESCAPE ABIERTO PERMITE OPERACIÓN CONTINUA SIN ESCARCHA

### APLICACIONES TÍPICAS

- TRANSFERENCIA DE LUBRICANTE DE MEDIO A ALTO VOLUMEN PARA MÚLTIPLES PUNTOS DE DESPACHO CON MEDIDOR
- CONCESIONARIOS DE AUTOMÓVILES
- CONCESIONARIOS DE CAMIONES Y EQUIPO PESADO
- CENTROS DE LUBRICACIÓN EXPRESS
- INSTALACIONES PARA SERVICIO A FLOTAS
- TALLERES AUTOMOTRICES
- EN PLANTAS INDUSTRIALES
- SERVICIO MÓVIL DE LUBRICACIÓN EN CAMIONES
- EN MINERÍA

### FLUIDOS TÍPICOS MANEJADOS

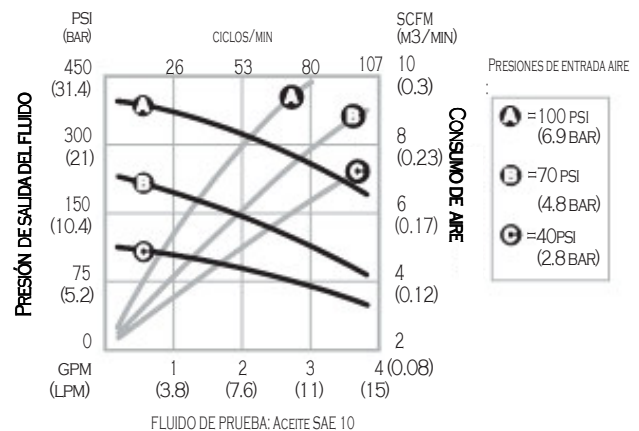
- ACEITES CON BASE EN PETRÓLEO Y SINTÉTICOS

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CICLOS/GALÓN (CICLOS/LITRO)	28.4 (8.6)
FLUJO DEL FLUIDO @ 80 CPM (GPM/LPM)	2.8 (9.3)
PRESIÓN MÁXIMA DE FLUIDO...	900 PSI (62 BAR, 6.2 MPA)
DIÁMETRO EFECTIVO MOTOR... AIRE	3" (76.2 MM)
RANGO OPERATIVO... AIRE	40-180 PSI 2.8-12 BAR (0.28-1.2 MPA)
CONSUMO DE AIRE APROX. Y...	27 SCFM @ 3 GPM
FLUJO DE FLUIDO @ 100 PSI AIRE Y 80 CPM	(0.765 M <sup>3</sup> /MIN @ 11.5 LPM)
MATERIALES MOJADOS	.. ACERO, POLIURETANO, ALUMINIO, BUNA-N
TAMAÑO DE ENTRADA AIRE	3/8 NPT(F)
TAMAÑO DE ENTRADA FLUIDO...	1-1/2 NPT(F)
TAMAÑO DE SALIDA FLUIDO	1/2 NPT(F)
MANUAL DE INSTRUCCIONES	309869



### DESEMPEÑO DE LA BOMBA





# FIRE-BALL 425, 3:1

## BOMBA DE PISTONES OPERADA POR AIRE

1

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- DISEÑO ANTICORROSIVO (PARTES DE METAL HECHAS DE SST, ALUMINIO Y CROMO) PARA LARGA VIDA
- EVITAR CONTACTO METAL - METAL ASEGURA LARGA VIDA DE LA BOMBA Y PERMITIRÁ QUE SOPORTE SU USO EN AMBIENTES HOSTILES.
- LA DOBLE ACCIÓN DE LA BOMBA PROVEE UN FLUJO CONFIABLE
- POCAS PARTES MÓVILES PERMITEN UN MANTENIMIENTO MÍNIMO Y BAJO COSTO PARA EL DUEÑO

### APLICACIONES TÍPICAS

- TRANSFERENCIA DE LUBRICANTES DE ALTO VOLUMEN, PRESIÓN MEDIA
- CONCESIONARIOS DE AUTOMÓVILES
- CONCESIONARIOS DE CAMIONES Y EQUIPO PESADO
- INSTALACIONES PARA SERVICIO A FLOTAS
- TALLERES AUTOMOTRICES
- EN PLANTAS INDUSTRIALES
- SERVICIO MÓVIL DE LUBRICACIÓN EN CAMIONES
- EN MINERÍA

### FLUIDOS TÍPICOS MANEJADOS

- ACEITES CON BASE EN PETRÓLEO Y SINTÉTICOS

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CICLOS/GALÓN (CICLOS/LITRO)	6 (1.6)
FLUJO DEL FLUIDO @ 80 CPM (GPM/LPM)	13.4 (50.6)
PRESIÓN MÁXIMA DEL FLUIDO...	540 PSI (37 BAR, 3.7 MPA)
DIÁMETRO EFECTIVO MOTOR DE AIRE...	4.25" (107.9 MM)
RANGO OPERATIVO... AIRE	40-180 PSI 2.8-12 BAR (0.28-1.2 MPA)
CONSUMO DE AIRE APROX. Y...	58 SCFM @ 13.4 GPM
FLUJO DE FLUIDO @ 100 PSI AIRE Y 80 CPM	(1.64 M <sup>3</sup> /MIN @ 50.6 LPM)
MATERIALES MOJADOS	ACERO, POLIURETANO, ALUMINIO, NITRILLO
TAMAÑO DE ENTRADA AIRE	1/2 NPT(F)
TAMAÑO DE ENTRADA FLUIDO...	1-1/2 NPT(F)
TAMAÑO DE SALIDA FLUIDO	3/4 NPT(F)
MANUAL DE INSTRUCCIONES	309869



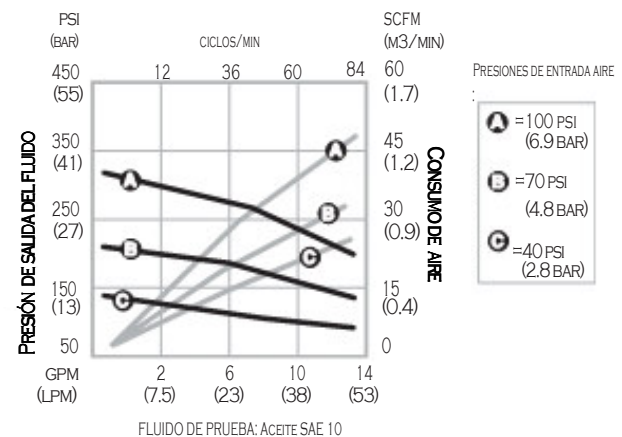
237526

PAQUETE DE MONTAJE EN LA PARED #244846 INCLUYE:

- 237526 BOMBA
- 217072 FILTRO REGULADOR
- 222068 KIT DE MANGUERAS Y ACOPLES
- 110225 VÁLVULA DE PASO DE AIRE
- 108537 VÁLVULA DE PASO DEL FLUIDO
- 238245 SOPORTE DE MONTAJE A LA PARED

VER PÁG. 148-149 PARA PAQUETES DE MAYORES VOLÚMENES

### DESEMPEÑO DE LA BOMBA



# FIRE-BALL 300, 50:1

## BOMBA DE PISTONES OPERADA POR AIRE

2

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- DISEÑO DEL MOTOR DE AIRE ANTICORROSIVO (PARTES DE METAL DE SST, ALUMINIO Y CROMO) PARA LARGA VIDA
- EVITAR CONTACTO METAL - METAL ASEGURA LARGA VIDA DE LA BOMBA Y PERMITIRÁ QUE SOPORTE SU USO EN AMBIENTES HOSTILES
- LA DOBLE ACCIÓN DE LA BOMBA PROVEE UN FLUJO CONTINUO
- POCAS PARTES MÓVILES PERMITEN UN MANTENIMIENTO MÍNIMO Y BAJO COSTO PARA EL DUEÑO
- COMPARTIMIENTO DE ENTRADA DE GRASA ROBUSTO PERMITE EL MANEJO MÁS RUDO POSIBLE

### APLICACIONES TÍPICAS

- ALTA PRESIÓN, DISPENSADOR DE GRASA DE MEDIO VOLUMEN
- CONCESIONARIOS DE AUTOMÓVILES
- CONCESIONARIOS DE CAMIONES Y EQUIPO PESADO
- CENTROS DE LUBRICACIÓN EXPRESS
- INSTALACIONES PARA SERVICIO A FLOTAS
- TALLERES AUTOMOTRICES
- EN PLANTAS INDUSTRIALES
- SERVICIO MÓVIL DE LUBRICACIÓN EN CAMIONES
- EN MINERÍA

### FLUIDOS TÍPICOS MANEJADOS

- GRASA BOMBEABLE HASTA NGLI #2

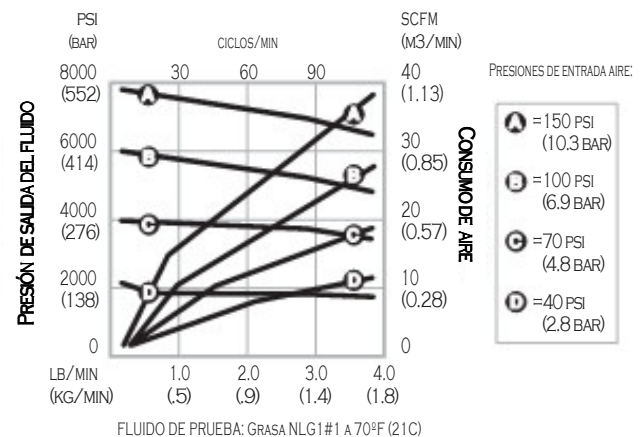


239888

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRESIÓN MÁXIMA DE FLUIDO...	8400 PSI (580 BAR)
DIÁMETRO EFECTIVO MOTOR DE AIRE...	3 IN (76.2 MM)
RANGO OPERATIVO...	30-140 PSI (3.09.7 BAR)
FLUJO EN USO CONTINUO	1.19 LB/MIN
CONSUMO DE AIRE APROX. @100 PSI (7 BAR)...	22.8 CFM
ENTRADA DE AIRE	3/8 NPT (F)
SALIDA DE MATERIAL	1/4 NPT (F)
ENTRADA DE MATERIAL	... RANURADA
PARTES HÚMEDAS	... CS, DELRIN, BUNAN, POLIURETANO
MANUAL DE INSTRUCCIONES	308883

### DESEMPEÑO DE LA BOMBA





Bombas neumáticas para cortas/medias **distancias de distribución**. Ideales para transferencia de fluidos de baja/media viscosidad como: aceites y lubricantes. La versión montada en la pared, o en una posición fija por medio de accesorios especiales (Ver pág. 86), permite numerosos usos por medio de la aplicación de extensiones modulares (Ver pág. 90).

## Sellos de Vitón



P/N 35061-55

P/N 35076-55

P/N 35094-55

Fluidos compatibles	Aceites, lubricantes y similares
Tipo de sellos	Vitón
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	18.71 cfm
Longitud Tubo de Succión	-
Diámetro Tubo de Succión	1.3"
Uso en tanques o contenedores	modular - personalizado 1"

Fluidos compatibles	Aceites, lubricantes y similares
Tipo de sellos	Vitón
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	18.71 cfm
Longitud Tubo de Succión	29"
Diámetro Tubo de Succión	1.3"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 120 lb

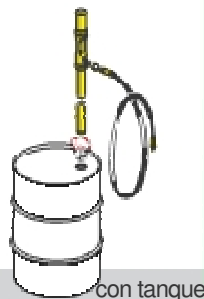
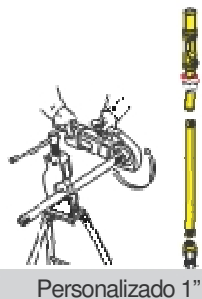
Fluidos compatibles	Aceites, lubricantes y similares
Tipo de sellos	Vitón
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	18.71 cfm
Longitud Tubo de Succión	37"
Diámetro Tubo de Succión	1.3"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 400 lb

Empaque No.1 0.35 ft<sup>3</sup> 13 lb

Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 13 lb

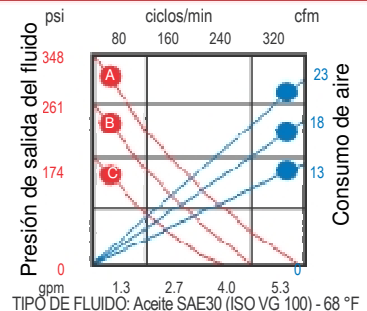
Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 14 lb

### Tipo de Instalación



### Rendimiento de Bomba

- A 116 psi
- B 87 psi
- C 58 psi



# 3:1 - 4.40 gpm - Series 238

Aceite



Series 238  
Bombas neumáticas de distribución de aceite media distancia.  
Ideal para distribuir aceite de viscosidad media/alta y anti-congelante.  
Adecuada para instalaciones móviles y sistemas fijos.  
La versión de bomba montada en la pared o en una posición fija por medio de accesorios especiales (Ver pág. 86), permite numerosos usos a través de la aplicación de extensiones modulares (Ver pág. 90).

## Sellos NBR



P/N 35561-55

P/N 35564-55

P/N 35567-55

Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	26 cfm
Longitud Tubo de Succión	-
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	modular - personalizado 1"

Empaque No.1 0.35 ft<sup>3</sup> 13 lb

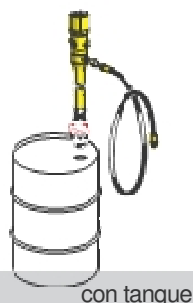
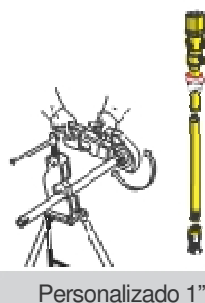
Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	26 cfm
Longitud Tubo de Succión	29"
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 120 lb

Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 15 lb

Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	130 SAE
Máx. consumo aire @ 120 psi	26 cfm
Longitud Tubo de Succión	37"
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 400 lb

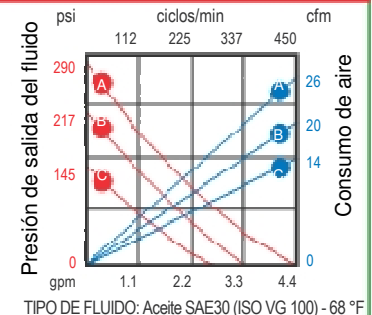
Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 16 lb

### Tipo de Instalación



### Rendimiento de Bomba

A 116 psi  
B 87 psi  
C 58 psi





## Serie 238

Bombas neumáticas de doble acción para distribución de aceite a media distancia. Ideal para aceite de alta viscosidad. La doble acción garantiza la entrega de flujo constante y continuo, ideal para todas las instalaciones, excelentes para distribución a largas distancias. La versión montada en la pared o en posición fija por medio de accesorios especiales (Ver pág. 86), permite numerosos usos a través de extensiones modulares. (Ver pág. 90).

Sellos NBR



P/N 36161-55

P/N 36164-55

P/N 36167-55

Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	240 SAE
Max. consumo aire @ 120 psi	30 cfm
Longitud Tubo de Succión	-
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	modular - personalizado 1"

Empaque No.1 0.35 ft<sup>3</sup> 12 lb

Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	240 SAE
Max. consumo aire @ 120 psi	30 cfm
Longitud Tubo de Succión	29"
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 120 lb

Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 15 lb

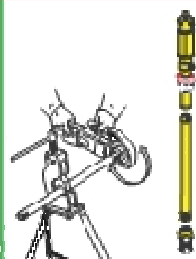
Fluidos Compatibles	aceite de media/alta viscosidad
Tipo de sellos	NBR
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conector salida fluido	1/2" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	81 dB
Temperatura aceite	14 - 122 °F
Máx. viscosidad bombeable	240 SAE
Max. consumo aire @ 120 psi	30 cfm
Longitud Tubo de Succión	37"
Diámetro Tubo de Succión	1.7"
Uso en tanques o contenedores	con tanque 400 lb

Empaque No.1 0.71 ft<sup>3</sup> 16 lb

## Tipo de Instalación



modular



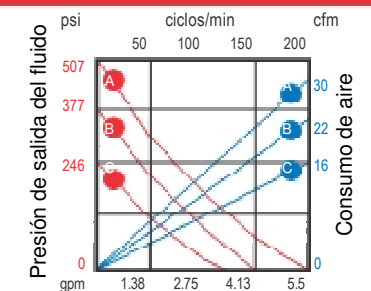
Personalizado 1"



con tanque

## Rendimiento de Bomba

A 116 psi  
B 87 psi  
C 58 psi



TIPO DE FLUIDO: Aceite SAE30 (ISO VG 100) - 68 °F



Series 312 Bombas neumáticas industriales doble acción Perfectas para distribución de aceites y lubricantes de muy alta viscosidad. La doble acción garantiza una entrega de flujo continuo y constante. Particularmente efectiva en sistemas con múltiples puntos de distribución.

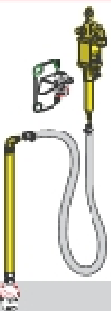


P/N 90C/51-55

Fluidos Compatibles	Aceites, lubricantes y similares
Tipo de sellos	Poliuretano
Parte superior de succión	aluminio
Tubo de Succión	Acero al carbono
Conexión entrada aire	1/2" NPT (f)
Conector salida fluido	3/4" NPT (f)
Presión de Trabajo Aire	90 - 120 psi
Presión Máx. Aire	120 psi
Nivel de Ruido	80 dB
Temperatura aceite	14 - 140 °F
Max. consumo aire @ 120 psi	56.5 cfm
Longitud Tubo de Succión	9.5"
Diámetro Tubo de Succión	2.4"
Uso en tanques o contenedores	modulares (1" NPT (f))

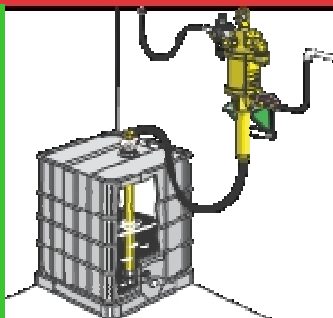
Empaque No.1 1.4 ft<sup>3</sup> 26 lb

## Tipo de Instalación



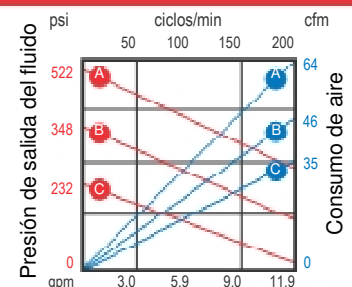
Modular

## Uso



## Rendimiento de Bomba

A 116 psi  
B 87 psi  
C 58 psi



TIPO DE FLUIDO: Aceite SAE30 (ISO VG 100) - 68 °F

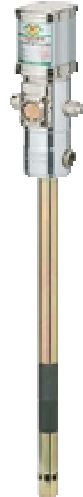


Series 238  
Bombas neumáticas para distribución de grasa en cortas – largas distancias, para engrase de alta presión. Ideal para despachos de grasa con viscosidad media/alta. Para instalaciones móviles o sistemas centralizados fijos.

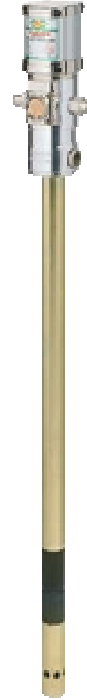
**Sellos de Poliuretano**



P/N 62141-55



P/N 62148-55



P/N 62174-55



P/N 62195-55

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	26 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	35 - 44 lb
Longitud Tubo de succión	16"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 11 lb  
0.35 ft<sup>3</sup>

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	26 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	44 - 66 lb
Longitud Tubo de succión	19"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 11 lb  
0.35 ft<sup>3</sup>

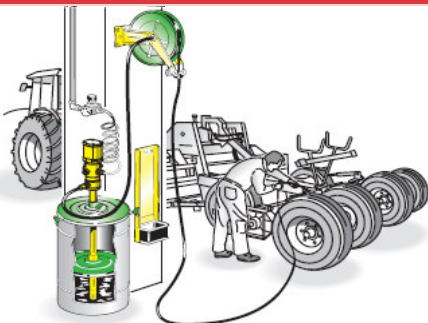
Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	26 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	120 lb
Longitud Tubo de succión	29"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 14 lb  
0.70 ft<sup>3</sup>

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	26 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	400 lb
Longitud Tubo de succión	37"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 16 lb  
0.70 ft<sup>3</sup>

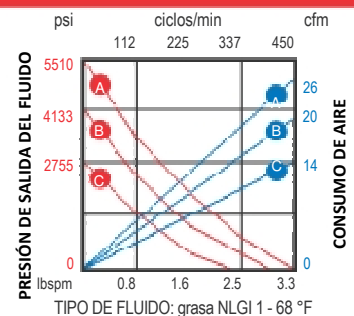
**USOS**



El tubo de succión de la bomba es hecho de una combinación de aceros con tratamientos térmicos especiales, sin el uso de sellos, a fin de eliminar todo problema de desgaste.

**RENDIMIENTO DE BOMBA**

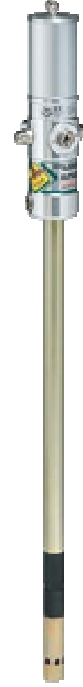
- A 116 psi
- B 87 psi
- C 58 psi





Series 234  
Bombas neumáticas para distribución de grasa en cortas – largas distancias, para engrase a altas presiones. Ideal para despacho de grasa de media/alta viscosidad. Para despachos a largas distancias. Recomendada cuando se requiere grandes caudales a alta presión.

### Sellos de Poliuretano



P/N 63041-55

P/N 63048-55

P/N 63074-55

P/N 63095-55

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	16 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	35 - 44 lb
Longitud Tubo de succión	16"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 13 lb  
0.35 ft<sup>3</sup>

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	16 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	44 - 66 lb
Longitud Tubo de succión	19"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 13 lb  
0.35 ft<sup>3</sup>

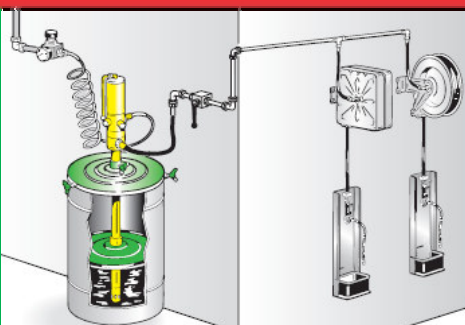
Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	16 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	120 lb
Longitud Tubo de succión	29"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 16 lb  
0.70 ft<sup>3</sup>

Fluidos compatibles	grasas
Tipo de sellos	poliuretano
Cuerpo de la bomba	aluminio
Tubo de succión	Acero al Carbono
Conexión entrada aire	1/4" NPT (f)
Conexión salida de grasa	1/4" NPT (f)
Presión de trabajo aire	90 - 120 psi
Presión máx. aire	120 psi
Consumo máx. aire a 120 pis	16 cfm
Nivel de ruido	81 dB
Conveniente para tanques	400 lb
Longitud Tubo de succión	37"
Diámetro Tubo de succión	ø 1.18"

Empaque No. 1 18 lb  
0.70 ft<sup>3</sup>

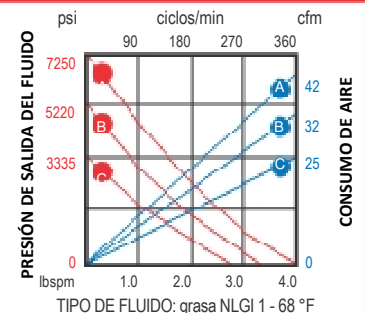
### USOS



Las bombas están equipadas con un filtro en la entrada de aire y un filtro en el fondo del pasaje de ingreso de grasa en el tubo de succión. Tienen una doble válvula que permite el despacho de grasa en un flujo continuo y constante. Estos elementos impiden obstrucciones y sus consecuentes interrupciones debido al paso de impurezas.

### RENDIMIENTO DE BOMBA

- 116 psi
- 87 psi
- 58 psi





## **APÉNDICE IV:**

Fichas técnicas de otros equipos  
para el sistema de distribución de  
aceite

Marcas Graco, RAASM

(Tomadas y traducidas de  
catálogos de lubricación  
Graco Y RAASM)

# Bombas de Transferencia de Operación Manual

## Bombas de Aceite y Grasa manuales

### Bombas de Trasvase para tanques de 16 gal (60 l) o 55 gal (200 l) de Lubricantes\*

Todas las bombas vienen con tubo de succión y adaptador para tanque.

Descripción	Bomba de Palanca**	Bomba Rotativa†	Bomba de Diafragma de Palanca Manual‡
Bomba No.	114829	226290	112202
Flujo entregado	0.1 gal (0.4 l) por bombeo	1 gal (3.7 l) por 18 ciclos	1 gal (3.7 l) por 9 ciclos
Fluidos Manejados	Productos basados en Petróleo Anti-congelante	Productos basados en Petróleo	Productos basados en Petróleo+
Longitud de Manguera	-	-	8 ft (2.5 m)
Manual de Instrucción	308896	306876	-



114829



226290



112202 Incluye  
Tubo inferior y manguera

\* Tanques no incluidos

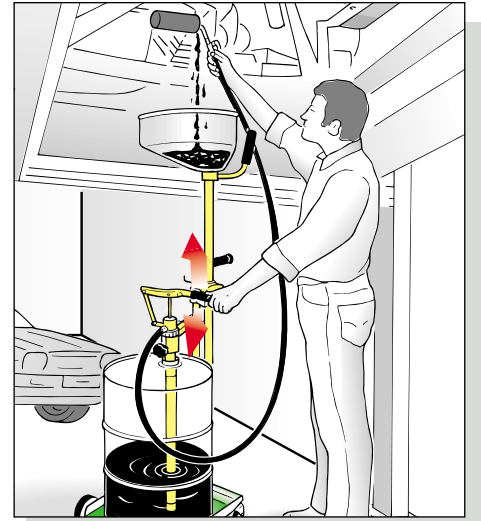
\*\* Tubo de succión telescópica con montaje de 2" npt par tanque de 16 gal (60 l) o 55 gal (200 l).  
Paquete incluye adaptador y pico de salida.

† Paquete incluye un adaptador ajustable de 2 npt para permitir su uso con ambos tanques de 16 gal (60 l) o 55 gal (200 l).  
Paquete incluye adaptador y pico de salida.

‡ Una bomba de doble acción alto volumen para gasolina y productos similares de petróleo. Para tanques de 30 gal (113 l) a 55 gal (200 l).  
Completo con una manguera de 8 ft (2.4 m) con accesorios de 3/4" y tubería de succión de aluminio. Despacha aproximadamente un galón por nueve bombeadas.

+ Este paquete es recomendado para gasolina, diesel, aceite térmico y productos de petróleo, pero NO se recomienda para productos basados en agua, solventes o ácidos diluidos.

## BANDEJA RECOGEDORA móvil



**Distribuidores de aceite con carro con bomba manual a doble efecto adecuada para aceites de alta viscosidad (densidad) Utilizados para llenar o rellenar aceites cambio, diferenciales, etc.**

**El distribuidor de aceite siendo dotado de bandeja recogedora lateral regulable en altura y móvil, permite la recuperación de eventuales escapes de aceite durante el llenado.**

**Art. 30051 Kit para distribución aceite manual con bandeja recogedora móvil con carro (art. 80050) adecuado para bidones de 30/60 kg**

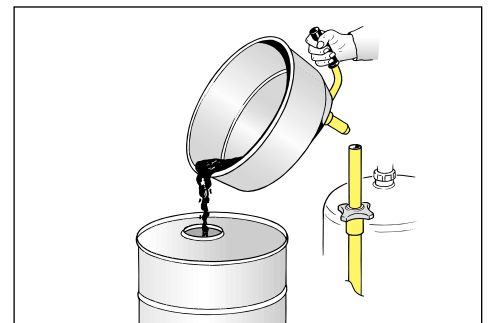
N° 2 packing  $m^3$  0,108 kg 20,6

**Art. 32067 Distribuidor de aceite manual con bandeja recogedora móvil depósito con carro de 65 litros dotado de indicador de nivel, bandeja apoya herramientas móvil con embudo antirreflujo (art. 24891).**

N° 2 packing  $m^3$  0,232 kg 31

**Art. 32068 Distribuidor de aceite manual con bandeja recogedora extraíble depósito con carro de 65 litros dotado de indicador de nivel, cuentalitros digital (art. 32711 ver pag. 36) cubeta apoya herramientas móvil con embudo antirreflujo (art. 24891).**

N° 2 packing  $m^3$  0,232 kg 32

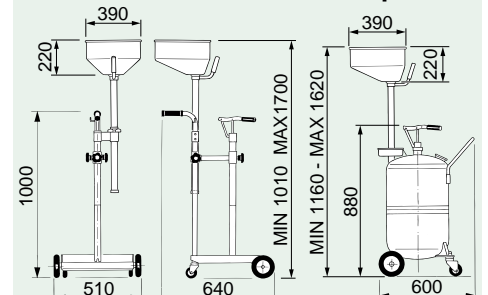


La bandeja recogedora siendo móvil puede limpiarse y vaciarse con facilidad;

Siendo además regulable en altura y girando alrededor del grupo de sostén, facilita un posicionamiento óptimo durante el trabajo.

Artículo	30051	32067	32068
Capacidad depósito	bidones 30/60kg	65 l	65 l
Estructura	con carro	con carro	con carro
Extensión tubo suministro	2 m	2 m	2 m
Cantidad suministrable por ciclo completo de la palanca	220 g	220 g	220 g
Densidad de aceite suministrable max	SAE 240	SAE 240	SAE 240

## Dimensiones máximas ocupadas



art. 30051

art. 32067-32068

**Atención:** No usar con líquidos inflamables o corrosivos.



a bandeja **CENTRAL**



Art. 42065 **65l**

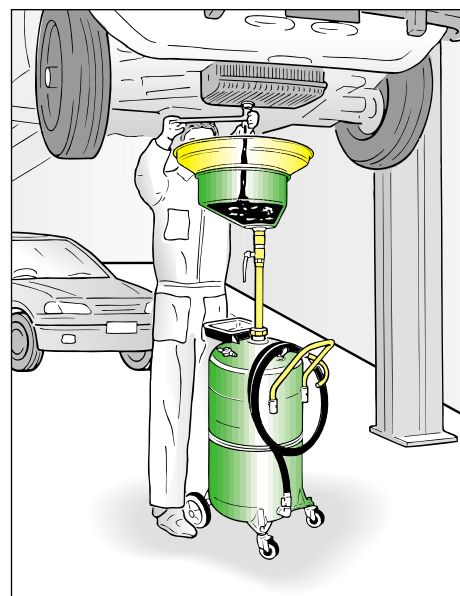
Art. 42090 **90l**

**Art. 42065 Recuperador aceite usado con depósito con carro de 65 l** dotado de indicador de nivel, bandeja de recuperación regulable en altura con embudo sobredimensionado e rejilla/filtro deflector y bandeja apoya herramientas móvil

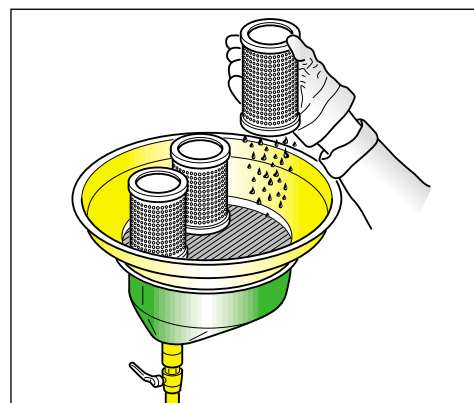
N° 2 packing  $m^3$  0,270 kg 33

**Art. 42090 Recuperador aceite usado con depósito con carro de 90 l** dotado de indicador de nivel, bandeja de recuperación regulable en altura con embudo sobredimensionado e rejilla/filtro deflector y bandeja apoya herramientas móvil

N° 2 packing  $m^3$  0,300 kg 34



**Recuperadores aceite** con depósito con carro: **práctico y funcional** adecuados para la recuperación, por caída, del aceite motor, cambio y diferencial de todos los autovehículos colocados en el puente elevador o foso. La **bandeja** de capacidad 13 litros es montada centralmente y además de ser regulable en altura puede ser posicionada mejor gracias a la articulación giratoria sobre la cual es aplicada.

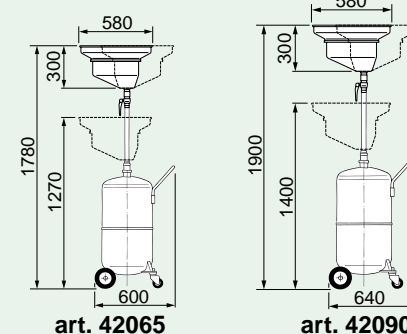


La rejilla deflactora además de servir como filtro es un útil apoyo para escurrir los filtros apenas sustituidos.

Artículo	42065	42090
Capacidad depósito	65 l	90 l
Capacidad max recuperación	52 l	75 l
Capacidad bandeja	13 l	13 l
Diámetro embudo sobredimensionado	ø 580 mm	ø 580 mm
Largo tubo de descarga	2 m	2 m
Altura máxima	1780 mm	1900 mm
Altura mínima	1270 mm	1400 mm
Presión de vaciado	0,5 bar	0,5 bar

**Atención:** No usar con líquidos inflamables o corrosivos

### Dimensiones máximas ocupados



art. 42065

art. 42090

Bandeja apoya herramientas extraíble



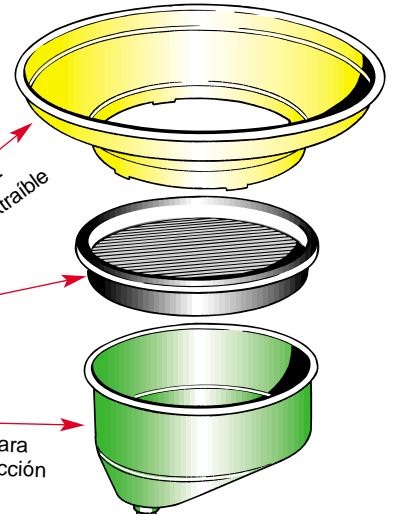
Radio de acción total de la bandeja 780 mm

Ø bandeja 580 mm

Embudo sobredimensionado extraíble

Rejilla/filtro deflector

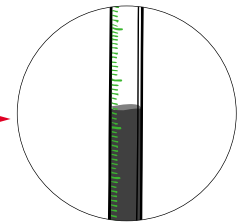
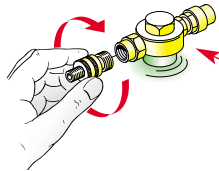
Bandeja orientable para aumentar el radio de acción



Grifo de cierre aceite en bandeja

Abrazadera bloquea tubo regula bandeja

Grupo con válvula de seguridad de 1 bar, y grifo universal 1/4" G

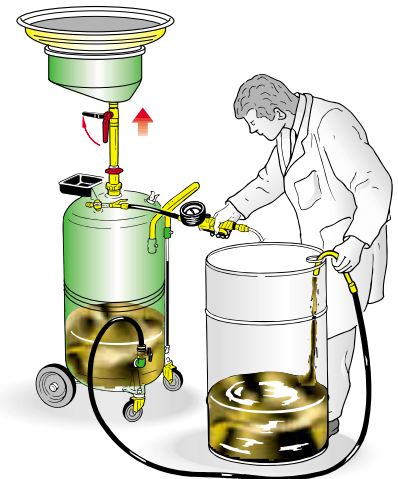
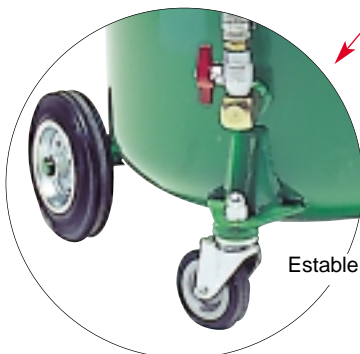


Indicador de nivel con escala en litros y galones

Grifo de descarga depósito



Estable y práctica base con carro



Tubo de 2 m para descarga neumática depósito

# **APÉNDICE V:**

Fichas técnicas de carretes,  
pistolas y medidores digitales

Marcas Graco, RAASM

(Tomadas y traducidas de  
catálogos de lubricación  
Graco Y RAASM)

# Medidor Electrónico EM6™

## Medidores de dispensado y válvulas de control

### Características y Beneficios

- Boquilla atornillada para lograr un cierre positivo
- Conector giratorio con cojinetes de bola para facilitar el uso
- Diseño duradero ideal para uso en entornos severos
- Capacidad de puesta en cero para ver información periódica del historial de dispensado

### Aplicaciones Típicas

- Dispensado medido de aceite en entornos demandantes
- Distribuidores de autos
- Distribuidores de maquinaria pesada
- Talleres de servicio y lubricación
- Mantenimiento a flotillas
- Aplicaciones industriales
- Camiones de lubricación
- Minería

### Fluidos Típicos Manejados\*

- Aceites sintéticos y base petróleo

\* No recomendado para uso con anticongelante o fluido para limpiar parabrisas



### Información para Pedidos

Medidores Electrónicos EM6	
243599	Medidas inglesas (extensión rígida)
243600	Medidas inglesas (extensión de lubricante para engrane)
243601	Medidas inglesas (extensión flexible)
243602	Medidas métricas (extensión rígida)
243603	Medidas métricas (extensión de lubricante para engrane)
243604	Medidas métricas (extensión flexible)
243992	1/2" (12.7 mm) válvula sola (sin disparador con bloqueo)
Accesorios	
235878	Repuesto del control electrónico para medidas inglesas
235901	Repuesto del control electrónico para medidas métricas
203655	Repuesto de la boquilla con cierre por torsión de 1/4 npt(m)
203687	Extensión flexible, manguera con boquilla 203655
201701	Extensión de lubricante para engrane con boquilla
203265	Extensión rígida con boquilla
Protectores de color contra impactos para medidores electrónicos	
Marcar con colores diferentes fluidos dispensados para reducir errores, igualar colores de tienda o crear una apariencia personalizada. Para medidores electrónicos solamente.	
191782	Negro
191783	Rojo
191784	Azul

### Especificaciones Técnicas

Máximo caudal recomendado.....	6 gpm (23.01 lpm)
Máxima presión de operación.....	1500 psi (105 bar, 10.5,)
Rango de temperatura de operación.....	-40-180° F (-40-82° C)
Rango de temperatura de almacenamiento.....	-40-140° F (-40-60° C)
Entrada.....	1/2 npt
Salida.....	1/2 npt
Partes húmedas.....	aluminio, SST, CS, acetal, hule de nitrilo, Geolast™
Manual de instrucciones.....	<a href="#">308642</a>
Precisión/Repetibilidad.....	+/- 0.6%

Geolast™ es una marca comercial registrada de Advanced Elastomer Systems.





# Válvulas de Dispensado de Grasa

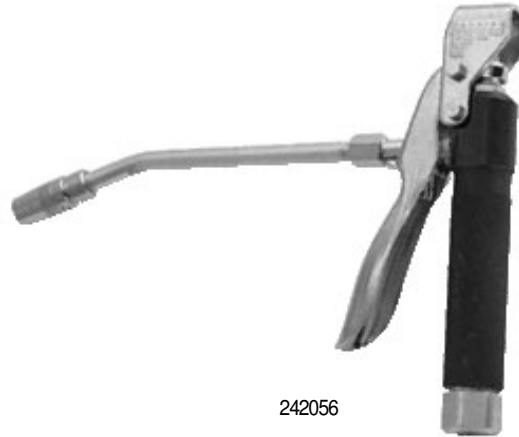
## Medidores de dispensado y válvulas de control

### Dispensadores de grasa sin medición Pro Shot™

- Diseño robusto para entornos severos
- Gatillo de precisión para facilitar la operación
- Ajuste fácil superior con tuerca de fijación
- Tuerca de ajuste Pro-Shot protegida por la guarda rígida

### Aplicaciones Típicas

- Talleres de servicio
- Distribuidores de maquinaria pesada
- Talleres de lubricación
- Distribuidores de autos
- Aplicaciones industriales
- Camiones de lubricación
- Minería



242056

### Fluidos Típicos Manejados

- Grasa hasta NLGI #2

### Información para Pedidos

Válvula dispensadora de grasa Pro-Shot	
242056	Entrada de 1/4 npt(f) con cople y extensión 200389
242055	Entrada de 1/4 npt(f) sin cople o extensión
242058	Entrada de 3/8 npt(f) con cople y extensión 200389
242057	Entrada de 3/8 npt(f) sin cople o extensión
224872	Incluye manguera flexible de 30" (76.2 cm) (109148), conector giratorio Z (202577) y válvula de grasa (242056)

### Válvulas de grasa con medición Accu-Shot™

- Medición precisa de grasa dentro de  $\pm 3\%$
- Visualizador LCD fácil de leer
- Maneja presiones hasta 5000 psi (345 bar) y flujos hasta 36 oz/min (1 kg/min)

### Aplicaciones Típicas

- Camiones de lubricación
- Distribuidores de maquinaria pesada
- Aplicaciones industriales
- Mantenimiento a flotillas
- Minería



233807

### Fluidos Típicos Manejados

- Grasa hasta NLGI #2

### Información para Pedidos

Válvula dispensadora de grasa electrónica con medición Accu-Shot	
233807	Medidas inglesas (E.U.), incluye extensión y cople hidráulico
233933	Medidas métricas, incluye extensión y cople hidráulico



Carretes con mangueras en caucho sintético negro y accesorios de acero galvanizado. Los carretes están equipados con un tope universal de manguera; versión con manguera se proveen con manguera de entrada de 2'



PINTADO



ACERO INOXIDABLE

	P/N	Manguera de despacho	Conexión de entrada	Conexión de salida
Aire - Agua 300 psi	8430.100-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8430.101-55	ø 3/8" - 40' (995.211-55)	1/2"NPTF (m)	3/8"NPTF (m)
	8430.102-55	ø 3/8" - 60' (995.217-55)	1/2"NPTF (m)	3/8"NPTF (m)
	8430.103-55	ø 1/2" - 35' (996.210-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8430.104-55	ø 1/2" - 50' (996.215-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Agua ≤ 266 °F 1400 psi	8430.200-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8430.201-55	ø 1/2" - 35' (996.311-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8430.202-55	ø 1/2" - 50' (996.316-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Agua ≤ 266 °F 3000 psi	8430.300-55	sin manguera	3/8"NPSM (f)	3/8"NPSM (f)
	8430.301-55	ø 3/8" - 40' (995.512-55)	3/8"NPTF (m)	3/8"NPSM (f)
	8430.302-55	ø 3/8" - 60' (995.518-55)	3/8"NPTF (m)	3/8"NPSM (f)
Aceite 2000 psi	8430.400-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8430.401-55	ø 1/2" - 35' (996.310-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8430.402-55	ø 1/2" - 50' (996.315-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Grasa 6500 psi	8430.500-55	sin manguera	3/8"NPSM (f)	3/8"NPSM (f)
	8430.501-55	ø 1/4" - 40' (993.511-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8430.502-55	ø 1/4" - 60' (993.518-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8430.505-55	ø 3/8" - 35' (995.710-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8430.506-55	ø 3/8" - 50' (995.715-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)

	P/N	Manguera de despacho	Conexión de entrada	Conexión de salida
Aire - Agua 300 psi	8432.100-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8432.101-55	ø 3/8" - 40' (995.211-55)	1/2"NPTF (m)	3/8"NPTF (m)
	8432.102-55	ø 3/8" - 60' (995.217-55)	1/2"NPTF (m)	3/8"NPTF (m)
	8432.103-55	ø 1/2" - 35' (996.210-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8432.104-55	ø 1/2" - 50' (996.215-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Agua ≤ 266 °F 1400 psi	8434.200-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8432.201-55	ø 1/2" - 35' (996.311-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8432.202-55	ø 1/2" - 50' (996.316-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Agua ≤ 266 °F 3000 psi	8434.300-55	sin manguera	3/8"NPSM (f)	3/8"NPSM (f)
	8432.301-55	ø 3/8" - 40' (995.512-55)	3/8"NPTF (m)	3/8"NPSM (f)
	8432.302-55	ø 3/8" - 60' (995.518-55)	3/8"NPTF (m)	3/8"NPSM (f)
Aceite 2000 psi	8434.200-55	sin manguera	1/2"NPSM (f)	1/2"NPSM (f)
	8432.401-55	ø 1/2" - 35' (996.310-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
	8432.402-55	ø 1/2" - 50' (996.315-55)	1/2"NPTF (m)	1/2"NPTF (m)
Grasa 6500 psi	8432.500-55	sin manguera	3/8"NPSM (f)	3/8"NPSM (f)
	8432.501-55	ø 1/4" - 40' (993.511-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8432.502-55	ø 1/4" - 60' (993.518-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8432.505-55	ø 3/8" - 35' (995.710-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)
	8432.506-55	ø 3/8" - 50' (995.715-55)	3/8"NPTF (m)	1/4"NPTF (m)

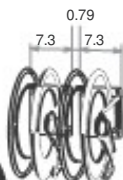
INSTALACION

La plantilla proporcionada, facilita la perforación de agujeros y la sujeción del carrete



El soporte acople de rápido ajuste que permite una rotación de 40° a la derecha o a la izquierda del carrete puede ser incluida bajo pedido

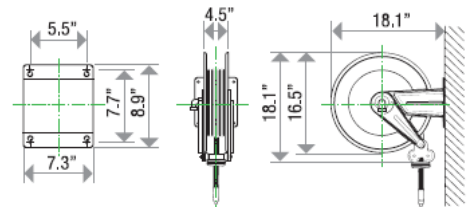
Para instalar algunos carretes en serie, mantener la distancia entre soportes como indica el dibujo, para mantenerlos alineados con eventuales bandejas ensambladas abajo.



El brazo ajustable puede fácilmente ser re-posicionado conforme se necesite.

DIMENSIONES GENERALES

Pulgadas



Empaque No.1 3.0 pie<sup>3</sup> De 31 a 53 lb

# Carretes para Manguera

## Guía de selección



Carrete manguera	Serie LD	Serie SD	Serie XD	Serie 700	Serie 750
Longitud de la manguera	Hasta 65 pies (19.8 m)		Hasta 75 pies (22.9 m)	75 pies (22.9 m)	50 pies (15.2 m)
Aplicaciones Típicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeños talleres de mantenimiento</li> <li>• Llanteras</li> <li>• Pequeños talleres de lubricación</li> <li>• Talleres independientes de reparación</li> <li>• Instalaciones industriales de manufactura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidores de autos</li> <li>• Distribuidores de camiones medianos</li> <li>• Servicio a flotillas</li> <li>• Servicio en la minería</li> <li>• Talleres obras públicas</li> <li>• Mantenimiento a vehículos de construcción</li> <li>• Camiones de servicios utilitarios ligeros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidores de camiones pesados</li> <li>• Servicio a flotillas</li> <li>• Servicio en la minería</li> <li>• Talleres obras públicas</li> <li>• Mantenimiento a vehículos de construcción</li> <li>• Camiones de servicio móvil heavy-duty</li> <li>• Minería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo extremo</li> <li>• Distribuidores de autos</li> <li>• Distribuidores heavy-duty</li> <li>• Servicio a flotillas</li> <li>• Talleres de servicio</li> <li>• Aplicaciones industriales</li> <li>• Camiones de lubricación</li> <li>• Minería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo extremo</li> <li>• Distribuidores heavy-duty</li> <li>• Servicio a flotillas</li> <li>• Talleres de servicio</li> <li>• Aplicaciones industriales</li> <li>• Camiones de lubricación</li> <li>• Minería</li> </ul>
Fluidos Típicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites sintéticos y base petróleo</li> <li>• Grasa</li> <li>• Aire solamente</li> <li>• Aire/agua</li> <li>• Anticongelante</li> <li>• Fluido limpiaparabrisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites sintéticos y base petróleo</li> <li>• Grasa</li> <li>• Aire</li> <li>• Agua</li> <li>• Anticongelante</li> <li>• Fluido limpiaparabrisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites sintéticos y base petróleo</li> <li>• Grasa</li> <li>• Vaciado de combustible</li> <li>• Lavado a presión</li> <li>• Aire</li> <li>• Agua</li> <li>• Anticongelante</li> <li>• Fluido limpiaparabrisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites sintéticos y base petróleo</li> <li>• Aire</li> <li>• Agua</li> <li>• Anticongelante</li> <li>• Fluido limpiaparabrisas</li> <li>• Aceite usado y anticongelante</li> <li>• Combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites sintéticos y base petróleo</li> <li>• Agua</li> <li>• Anticongelante</li> <li>• Combustible sin plomo y diesel</li> </ul>
Cerrado	Cerrado	Cubierta disponible		Cubierta disponible	

# Serie SD

## Carretes con bobina de acero para manguera



Pedestal sencillo con bobina de metal. Se vende por separado el kit de la manguera de entrada.

### Características

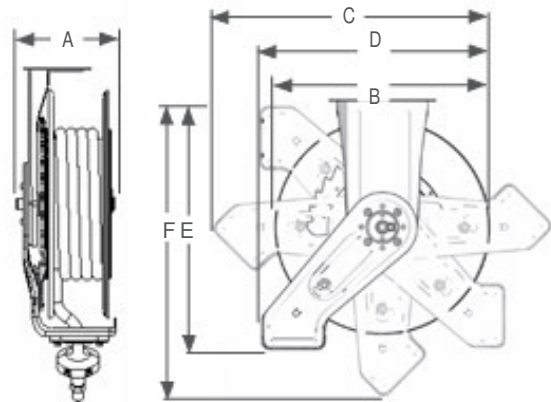
- Para uso diario como distribuidores de autos, servicio a flotillas y talleres de mantenimiento
- Marco diseñado estructuralmente hecho de acero de alta resistencia que no se doblar o flexionar
- Resorte duradero que provee un torque de resorte constante en todo el rango de movimiento
- Posicionamiento flexible del brazo guía para montar en banca o techo, muro o camión de servicio
- Bobina de acero para aplicaciones demandantes
- Puertos giratorios abiertos aseguran un alto caudal con una pérdida de presión mínima
- Paquetes con cubierta disponibles - ideal cuando es importante la apariencia y protección
- Disponible en seis colores. El azul metálico es estándar.
- Se vende por separado el kit de la manguera de entrada (consulte accesorios)

### Dimensiones

Serie SD Tamaño 10	
A	7.0" (177 mm)
B	16.2" (412 mm)
C	21.0" (533 mm)
D	17.1" (435 mm)
E	19.5" (495 mm)
F	22.5" (571 mm)

Serie SD Tamaño 20	
A	7.0" (177 mm)
B	18.1" (460 mm)
C	23.4" (594 mm)
D	19.2" (488 mm)
E	21.8" (554 mm)
F	25.2" (640 mm)



Carretes para Mangueras y Paquetes

### Información para Pedidos

### Especificaciones Técnicas

Aplicaciones	Números de modelo por color						Presión psi (bar)	Manguera		Tamaño de conexión		Temp. de operación	
	Azul metálico	Blanco	Rojo	Negro	Azul oscuro	Amarillo		D.I. (pulg)	Largo pie (m)	Entrada npsm(m)	Salida		
Aire, Agua, Anticongelante, Fluido para limpiar parabrisas	Tamaño 10	HPL23B	HPL23A	HPL23C	HPL23D	HPL23E	HPL23F	300 (20.7)	3/8	35 (11)	1/2	3/8 npt (m)	-20°-190° F (-28°-87° C)
		HPL25B	HPL25A	HPL25C	HPL25D	HPL25E	HPL25F	300 (20.7)	3/8	50 (15)	1/2	3/8 npt (m)	
		HPL33B	HPL33A	HPL33C	HPL33D	HPL33E	HPL33F	300 (20.7)	1/2	35 (11)	1/2	1/2 npt (m)	
	Tamaño 20	HPL56B	HPL56A	HPL56C	HPL56D	HPL56E	HPL56F	300 (20.7)	3/8	65 (20)	1/2	3/8 npt (m)	
	HPL65B	HPL65A	HPL65C	HPL65D	HPL65E	HPL65F	300 (20.7)	1/2	50 (15)	1/2	1/2 npt (m)		
Aceites sintéticos o base petróleo	Tamaño 10	HPM33B	HPM33A	HPM33C	HPM33D	HPM33E	HPM33F	2,000 (138)	1/2	35 (11)	1/2	1/2 npt (m)	
		HPM3BB*	HPM3BA*	HPM3BC*	HPM3BD*	HPM3BE*	HPM3BF*	2,000 (138)	1/2	35 (11)	1/2	1/2 npsm (f)	
	Tamaño 20	HPM65B	HPM65A	HPM65C	HPM65D	HPM65E	HPM65F	2,000 (138)	1/2	50 (15)	1/2	1/2 npt (m)	
		HPM6DB*	HPM6DA*	HPM6DC*	HPM6DD*	HPM6DE*	HPM6DF*	2,000 (138)	1/2	50 (15)	1/2	1/2 npsm (f)	
Grasa	Tamaño 10	HPH15B	HPH15A	HPH15C	HPH15D	HPH15E	HPH15F	5,000 (345)	1/4	50 (15)	3/8	1/4 npt (m)	-40°-200° F (-40°-93° C)
		HPH23B	HPH23A	HPH23C	HPH23D	HPH23E	HPH23F	4,000 (276)	3/8	35 (11)	3/8	1/4 npt (m)	
		HPH1DB*	HPH1DA*	HPH1DC*	HPH1DD*	HPH1DE*	HPH1DF*	5,000 (345)	3/8	35 (11)	3/8	1/4 npt (f)	
	Tamaño 20	HPH55B	HPH55A	HPH55C	HPH55D	HPH55E	HPH55F	4,000 (276)	3/8	50 (15)	3/8	1/4 npt (m)	
		HPH5DB*	HPH5DA*	HPH5DC*	HPH5DD*	HPH5DE*	HPH5DF*	4,000 (276)	3/8	50 (15)	3/8	1/4 npt (f)	

\* Carrete sólo se vende la manguera por separado  
Partes húmedas-carrete básico para manguera solamente: acero zincado (galvanizado), acero, Hule de nitrilo

Peso en seco: 52 lbs (23.5 kg) Manual de instrucciones: 313431



**P/N 37750-55**

Manija de aluminio para el medidor con rosca 1/2" NPT (f) de entrada con swivel - 1/2" BSP (f) de salida, con botón seguro de gatillo  
Para presiones y caudales máximos referirse a la pág. 79

■ Provistas para todo el rango

Seguro de gatillo



**P/N 37711-55**

Medidor Electrónico. Para datos técnicos referirse a la pág. 76



**P/N 37751-55**

Pistola manual de aceite equipada con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada, extensión flexible y boquilla semiautomática anti-goteo  $\varnothing$  0.83" – Botón seguro de gatillo



**P/N 37765-55**

Pistola manual de aceite equipada con medidor electrónico P/N 37711-55. Con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada, extensión flexible y boquilla anti-goteo  $\varnothing$  0.83"



**P/N 37752-55**

Pistola manual de aceite equipada con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada, terminal rígido y boquilla anti-goteo semiautomática  $\varnothing$  0.83" – Botón seguro de gatillo



**P/N 37766-55**

Pistola manual de aceite equipada con medidor electrónico P/N 37711-55. Con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada, extensión rígida y boquilla anti-goteo  $\varnothing$  0.83"



**P/N 33140-55**

Pistola manual de aceite de alta capacidad equipada con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada, extensión rígida – botón seguro de gatillo



**P/N 37767-55**

Pistola manual equipada con medidor electrónico P/N 37711-55. Con 1/2" NPT (f) junta swivel de entrada y extensión de alta capacidad





## Pistolas manuales de aceite SERIES 40AP-1/2"

■ P/N 38015-55  
Semiautomática anti-goteo 0.39"

■ P/N 38016-55  
Semiautomática anti-goteo 0.63"

■ P/N 38017-55  
Semiautomática anti-goteo 0.32"

■ P/N 38018-55  
Semiautomática anti-goteo  
ø 0.32" pico curvo

■ P/N 38010-55  
Extensión Flexible  
con P/N 38016-55

■ P/N 38011-55  
Extensión Rígida  
con P/N 38016-55

■ P/N 38013-55  
Extensión Rígida 45°  
con P/N 38016-55

■ P/N 38012-55  
Extensión rígida de  
alto despacho con  
salida libre ø 0.79"



Seguro de  
gatillo

■ P/N 37740-55  
Manija en aleación de  
aluminio con 1/2" NPT (f)  
junta swivel de entrada  
y botón de seguro de gatillo

■ P/N 38062-55  
Junta Swivel  
para manija,  
1/2" BSP (m)  
x 1/2" NPT (f)

## Pistolas manuales de aceite SERIES 65AP-1/2"

■ P/N 38034-55  
Semiautomática anti-goteo  
ø 0.83"

■ P/N 38035-55  
Semiautomática anti-goteo  
ø 1.06"

■ P/N 38029-55  
Extensión Flexible  
con P/N 38034-55

■ P/N 38030-55  
Extensión Rígida  
con P/N 38034-55

■ P/N 38031-55  
Extensión Rígida 45°  
con P/N 38034-55

■ P/N 38032-55  
Extensión rígida de  
alto despacho salida  
libre ø 0.79"



Seguro de  
gatillo

■ P/N 37750-55  
Manija en aleación de aluminio  
con 1/2" NPT (f) junta swivel  
de entrada y botón de seguro  
de gatillo

■ P/N 38063-55  
Junta Swivel  
Para manija,  
entrada 1/2"  
BSP (m) x 1/2"  
NPT (f)

## **APÉNDICE VI:**

Tablas para dimensionamiento de  
tuberías de distribución de  
lubricantes

Marcas Graco, RAASM

(Tomadas y traducidas de  
catálogos de lubricación  
Graco Y RAASM)

# Sistemas de Lubricación

## Instalación / Recomendaciones de Tubería

### Información Técnica

#### Instaladores Calificados

Siempre trabaje con un instalador calificado y asegúrese que siga las instrucciones detalladas con cada producto Graco ®

1. Siempre use tubería nueva. Asegúrese que la tubería esté limpia y libre de óxido y basuras.
2. Al cortar tubería remueva rebabas y astillas que puedan dañar las válvulas de despacho y los medidores.
3. Siempre purgue el sistema con aceite antes de conectar las válvulas de despacho y los medidores.

#### Líneas de Aire

Principal	Ramal - Bajante	Modelo de Bomba
3/4 " o 1 " ID	3/8 " o 1/2 " ID	Fast-Ball; Mini Fire-Ball 225; Fire-Ball;
3/4 " o 1 " ID	1/2 " ID	Fire-Ball

#### Líneas de Fluidos

Esta información aplica a los requerimientos típicos de flujo para servicio automotriz.

#### Líneas de Despacho para Grasa Lubricante de Chasis

Basado en 5000 psi de presión máxima de trabajo

Longitud de Línea	Bomba de Despacho	Manguera Hidráulica de Bomba	Tubería Sin Costura Tipo ASTM A53 o A106 Grado "B" (Accesorios de 6000 psi)
Hasta 50 pies	50:1 Fire-Ball 300 50:1 Fire-Ball 425	5/8" OD x .109" Pared de Tubo	1/2" Cédula 80
50 a 100 pies	50:1 Fire-Ball 300 50:1 Fire-Ball 425	5/8" OD x .109" Pared de Tubo	1" Cédula 160
100 a 200 pies	50:1 Fire-Ball 300	N/A	1-1/4" Cédula 160
100 a 200 pies	50:1 Fire-Ball 425	N/A	1-1/2" Cédula 160
200 pies y más	50:1 Fire-Ball 300 50:1 Fire-Ball 425	N/A	1-1/2" Cédula 160

#### Líneas de Despacho para aceite de Motor, Caja y ATF

Basado en 1000 psi de presión máxima de trabajo

Longitud de Línea	Bomba de Despacho	Manguera Hidráulica de Bomba	Tubería soldada ASTM A53 (Accesorios maleables Clase 300)
Hasta 50 pies	5:1 Fire-Ball 300	5/8" OD x .049" Pared de Tubo	1/2" Cédula 40
Hasta 50 pies	10:1 Fire-Ball 425	3/4" OD x .049" Pared de Tubo	3/4" Cédula 40
50 a 100 pies	5:1 Fire-Ball 300	3/4" OD x .049" Pared de Tubo	3/4" Cédula 40
50 a 100 pies	10:1 Fire-Ball 425	1" OD x .049" Pared de Tubo	1" Cédula 40
100 a 200 pies	5:1 Fire-Ball 300	1" OD x .049" Pared de Tubo	1" Cédula 40
100 a 200 pies	10:1 Fire-Ball 425	1-1/2" OD x .095" Pared de Tubo	1-1/4" Cédula 40
200 pies y más	5:1 Fire-Ball 300	1-1/2" OD x .095" Pared de Tubo	1-1/4" Cédula 40
200 pies y más	10:1 Fire-Ball 425	1-1/2" OD x .095" Pared de Tubo	1-1/4" Cédula 40

#### Precaución

Algunos equipos contenidos en esta Guía de Comprador son capaces de producir alta presión. Errores de uso o aplicación de estos equipos pueden causar ruptura de componentes, fuego o explosión y resultar con heridas serias, incluyendo inyección de fluidos o salpicaduras en los ojos o en la piel. Nunca exceda la presión máxima de trabajo del componente más débil del sistema. Revise el manual de instrucciones incluido con el equipo para información más detallada.



# Sistemas de Lubricación

## Instalación / Recomendaciones de Tubería

### Información de Tubería de Acero y Hierro

Tubería sin costura de acero se define por su diámetro externo (OD) y su espesor de pared. Se la encuentra en un amplio rango de tamaños (3/8", 1/2", 5/8", 7/8", y 1" OD) las que se usan comúnmente como líneas de fluidos. Se puede encontrar una variedad grande de espesores de pared y se define por la presión de trabajo utilizada.

Esesor de Pared de Tubos	.025"	.028"	.032"	.035"	.042"	.049"	.058"	.065"	.072"	.083"	.095"	.109"	.125"	
Tubería de Acero O.D.	1/8"	6000	6700	7680	8430	9920	11750	----	----	----	----	----	----	
	3/16"	4000	4470	5100	5610	6750	7850	----	----	----	----	----	----	
	1/4"	2980	3350	3830	4200	5040	5980	7000	7850	----	----	----	----	
	5/16"	2410	2690	3080	3370	4040	4710	5610	6290	6950	8010	----	----	
	3/8"	1990	2240	2560	2800	3360	3920	4660	5240	5790	6660	7640	8720	
	13/32"	1845	2070	2360	2585	3100	3620	4285	4800	5320	6130	7015	8050	9235
	7/16"	1715	1920	2190	2400	2880	3360	4000	4500	4960	5720	6550	7490	8580
	1/2"	1490	1675	1920	2100	2520	2940	3500	3925	4340	5000	5720	6540	7500
	9/16"	1330	1490	1705	1870	2240	2620	3110	3490	3860	4450	5090	5810	6660
	5/8"	1200	1340	1535	1680	2020	2350	2800	3140	3470	4000	4580	5230	6000
	11/16"	1090	1220	1395	1530	1830	2135	2530	2835	3140	3620	4145	4755	5455
	3/4"	1000	1120	1280	1400	1640	1960	2320	2600	2880	3320	3800	4360	5000
	7/8"	860	960	1090	1200	1440	1680	1985	2225	2465	2845	3255	3740	4285
	1"	750	840	960	1050	1260	1470	1740	1950	2160	2490	2850	3270	3750
	1 1/8"	665	747	854	935	1120	1310	1545	1735	1920	2215	2535	2910	3330

Nota: Los valores arriba se basan en un esfuerzo permisible de 15,000 psi (1,034 bar). Para presiones de ruptura aproximadas, multiplique estos valores por un factor de 3.3.

Tubería de Hierro estándar se define por su diámetro interno nominal (ID), en pulgadas 1/8", 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/2", 2", 2-1/2", y 3".

Mientras los errores de las primeras manufacturas de tuberías causaron inconsistencias en las ID pequeñas, las designaciones de tamaño se mantuvieron. Los tubos vienen en tres pesos:

Estándar, extra-heavy, doble extra-heavy, todas con el mismo diámetro externo (OD). Accesorios de acero fundido se recomiendan para tubería extra-heavy pipe y accesorios de acero forjado son recomendados para tuberías Doble extra-heavy.

Diámetro Nominal (pulgadas)	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	
Tubería Estándar Céd. 40	Actual OD (pulgadas)	0.405	0.54	0.675	0.84	1.05	1.315	1.66	1.9	2.375	2.875	3.5
	Actual ID (pulgadas)	0.269	0.364	0.493	0.622	0.824	1.049	1.38	1.61	2.067	2.469	3.068
	Área interna (pulgadas cuadradas)	0.06	0.1	0.19	0.3	0.53	0.86	1.49	2.04	3.36	4.79	7.39
	Presión de Trabajo (psi)	2820	2172	1797	1731	1434	1348	1124	1017	864	940	822
	Galones americanos por pie lineal	0.003	0.005	0.01	0.016	0.028	0.045	0.077	0.106	0.174	0.248	0.383
	Pie de tubería con 1 U.S. gal	333.7	185.1	100.8	63.33	36.12	22.21	12.87	9.45	5.74	4.02	2.59
	Pesos (Libras U.S) por pie	0.244	0.424	0.567	0.85	1.13	1.68	2.27	2.72	3.65	5.79	7.58
Tubería Céd. 80	Actual OD (pulgadas)	0.405	0.54	0.675	0.84	1.05	1.315	1.66	1.9	2.375	2.875	3.5
	Actual ID (pulgadas)	0.215	0.302	0.423	0.546	0.742	0.957	1.278	1.5	1.939	2.323	2.9
	Área interna (pulgadas cuadradas)	0.036	0.071	0.141	0.231	0.425	0.71	1.28	1.75	3	4.24	6.6
	Presión de Trabajo (psi)	3977	2937	2488	2333	1954	1814	1533	1403	1222	1280	1142
	Galones americanos por pie lineal	0.0018	0.0037	0.008	0.012	0.022	0.0375	0.0675	0.09	0.15	0.225	0.345
	Pie de tubería con 1 U.S. gal	534.7	266.5	133.3	82	44.4	26.6	14.8	11.1	6.66	4.4	2.9
	Pesos (Libras U.S) por pie	0.314	0.538	0.738	1.09	1.47	2.2	3	3.6	5	7.7	10.25
Tubería Céd. 100	Actual OD (pulgadas)	0.84	1.05	1.315	1.66	1.9	2.375	2.875	3.5			
	Actual ID (pulgadas)	0.464	0.612	0.815	1.16	1.338	1.687	2.125	2.624			
	Área interna (pulgadas cuadradas)	0.05	0.148	0.282	0.63	0.95	1.77	2.46	4.15			
	Presión de Trabajo (psi)	4666	3910	3629	3068	2807	2560	2446	2285			
	Galones americanos por pie lineal	0.0026	0.0075	0.015	0.033	0.049	0.092	0.127	0.216			
	Pie de tubería con 1 U.S. gal	381.8	133.2	66.6	30.3	20.2	10.8	7.84	4.53			
	Pesos (Libras U.S) por pie	1.71	2.44	3.66	5.21	6.4	9.03	13.7	18.6			

# Sistemas de distribución

La tubería usada para la transferencia de fluidos debe ser específica para alta presión (870 psi) y debe ser lisa para evitar cualquier fricción con el fluido. Los accesorios deben tener un diámetro interior tan grande como el diámetro interior de la tubería para evitar cualquier restricción.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS PARA LAS LÍNEAS

Tubería para la línea principal de aceite de motor

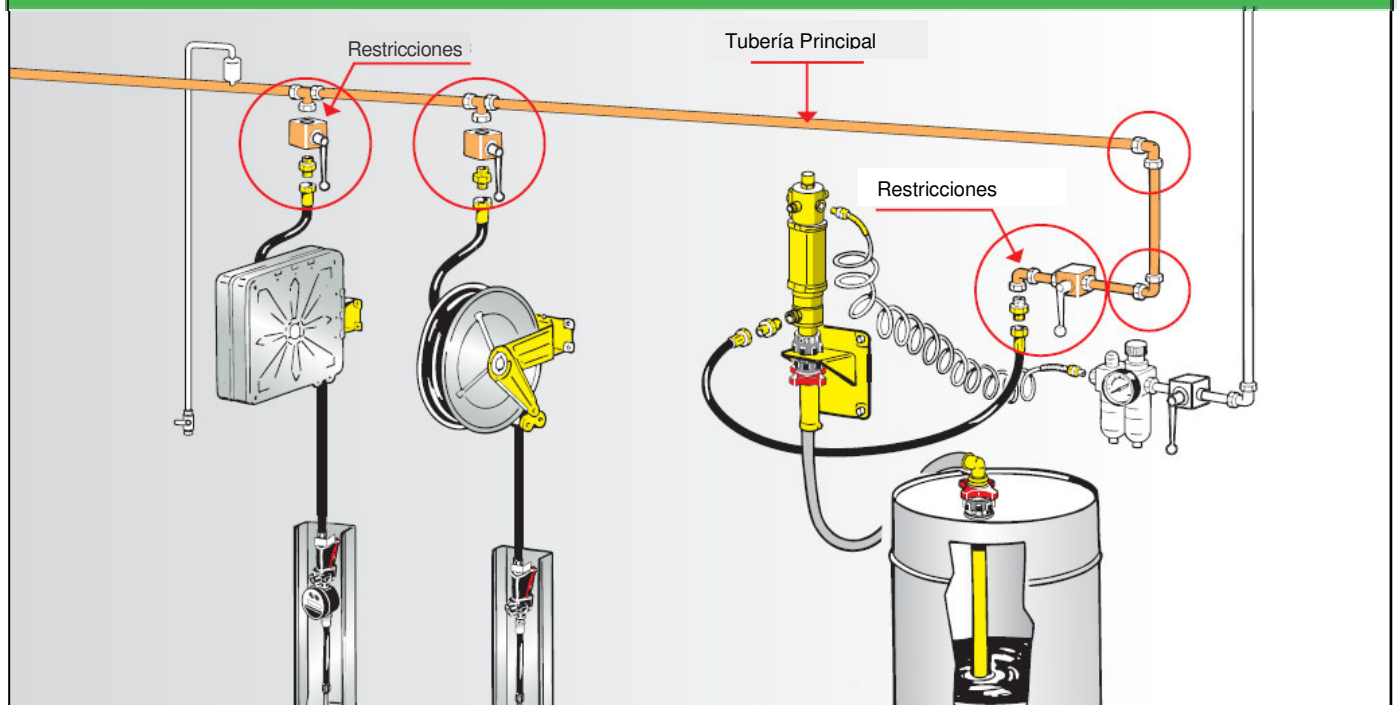
- distancia 0 - 50':	3/4"
- distancia 50' - 150':	1"
- distancia 150' - 300':	1 1/4"
- distancia 300' - 600':	1 1/2"

Pendiente de la tubería de aceite: 3/4"

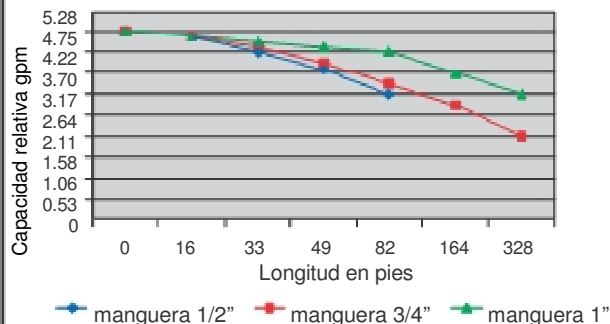
Tubería para la línea principal de aceite de caja

- distancia 0 - 50':	1"
- distancia 50' - 150':	1 1/2"
- distancia 150' - 300':	2"

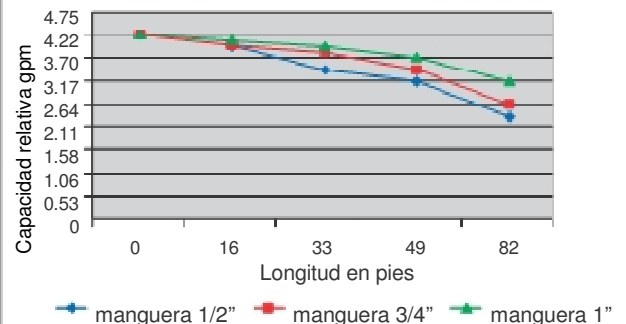
Quando se prepara un sistema, además de la correcta selección de tubería, es también importante instalar elementos secundarios funcionales para asegurar la mejor eficiencia del sistema: VALVULAS, SISTEMA DE SANGRADO, DESCARGA DE CONDENSADO O FILTROS.



Bomba 5:1-4.75 gpm



Bomba 3:1-3.70 gpm



# **APÉNDICE VII:**

Tablas de Requerimientos de Aire  
de Herramientas

## Requerimientos de aire de herramientas

Herramientas	CFM a 90 psiG a la herramienta Fu = 100% (FAD)	LPM a 6.2 barG a la herramienta Fu = 100% (FAD)
<b>Esmeriladoras Horizontales</b>		
Discos de 7"	37	1030
Discos de 4.1/2" y 5"	29 - 30	807 - 835
Discos de 2" a 2.1/2"	14 - 20	390 - 557
Discos de 1.1/2" y menores	10	278
<b>Rectificadoras rectas - limadoras</b>		
Rectificadora de 1/4"	26	723
Micro rectificadora	10 - 13	278 - 362
Mini rectificadora	16 - 24	445 - 668
<b>Rectificadora angular de 1/4"</b>	18	501
<b>Rectificadora de neumático</b>	24	668
<b>Rectificadora de válvulas</b>	8	223
<b>Lijadoras neumáticas</b>		
Lijadoras roto - orbitales	16 - 22	445 - 612
Lijadoras orbitales (oscilantes)	10 - 36	278 - 1002
Lijadora tipo Roloc® /Speedloc®	25	696
Lijadoras orbitales grandes	32 - 60	890 - 1670
Lijadoras duales	44 - 52	1224 - 1447
Lijadora angular 7"	30	835
Lijadoras rectas de alta velocidad	25	696
Lijadoras de cinta	25 - 28	696 - 779
<b>Pulidora neumática</b>	30	835
<b>Sierra recta - sable neumática</b>	7 - 20	195 - 779
<b>Sierra de cadena neumática</b>	28 - 88	779 - 2449
<b>Sierras circulares neumáticas</b>		
Sierra circular 3"	20	557
Sierra circular 8"	48	1336
Sierra circular 12"	68	1892
<b>Sierra de alta velocidad neumática</b>	20	557
<b>Destornilladores neumáticos</b>	25	696
<b>Llaves Ratchet neumáticas</b>		
Ratchet, 1/4"	12	334
Ratchet, 3/8"	18	501
Ratchet, 1/2"	25	696
Ratchet, 3/4"	30	835
Ratchet, 1"	48	1336
<b>Pistolas de impacto neumáticas</b>		
Pistolas de impacto - 3/8"	18 - 23	501 - 640
Pistolas de impacto - 1/2"	24 - 34	668 - 946

## Requerimientos de aire de herramientas

Herramientas	CFM a 90 psiG a la herramienta Fu = 100% (FAD)	LPM a 6.2 barG a la herramienta Fu = 100% (FAD)
<b>Pistolas de impacto neumáticas</b>		
Pistolas de impacto 3/4"	35 - 45	974 - 1252
Pistolas de impacto - 1"	45 - 50	1252 - 1391
Pistolas de impacto 1.1/2"	50	1391
Pistolas de impacto de 2" a 3"	55	1530
Pistolas de impacto de 3" a 12"	100	2783
<b>Taladro neumático - reversible o de un giro</b>	24 - 34	668 - 946
<b>Taladro angular 3/8"</b>	24	668
<b>Taladro de rocas - O. Civil</b>		
Agujeros de 1 ft profundidad	21.3	593
Agujeros de 10 ft profundidad	47 - 51	1308 - 1419
Agujeros de 20 ft profundidad	79 - 124	2198 - 3450
Agujeros mayores a 20 ft profundidad	400	11131
<b>Taladradoras de madera</b>		
A 1" diámetro	40	1113
A 2" diámetro	80	2226
<b>Taladros de acero - con motor rotativo</b>		
Capacidad hasta 1/4"	18 - 20	501 - 557
Capacidad de 1/4" a 3/8"	20 - 40	557 - 1113
Capacidad de 1/2" a 3/4"	70	1948
Capacidad de 7/8" a 1"	85	2365
Capacidad 1.1/4"	95	2644
<b>Taladros de acero - tipo pistón</b>		
Capacidad de 1/2" a 3/4"	45	1252
Capacidad de 7/8" a 1.1/4"	75 - 80	2087 - 2226
Capacidad 1.1/4" a 2"	80 - 90	2226 - 2504
Capacidad 2" a 3"	100 - 110	2783 - 3061
<b>Taladros tipo plug</b>	40 - 50	1113 - 1391
<b>Punzonador pequeño</b>	16	445
<b>Grapadora de tapicería (30 psi)</b>	8	223
<b>Grapadoras ( 70 - 120 psi)</b>	2 - 5	56 - 139
<b>Clavadoras neumáticas ( 70 - 120 psi)</b>	2 - 10	56 - 278
<b>Clavadora (30 psi)</b>	8	223
<b>Clavadora (50 psi)</b>	16	445
<b>Desincrustador de agujas</b>		
Pequeños	6 - 12	167 - 334
Grandes	32 - 64	891 - 1781

## Requerimientos de aire de herramientas

Herramientas	CFM a 90 psiG a la herramienta Fu = 100% (FAD)	LPM a 6.2 barG a la herramienta Fu = 100% (FAD)
<b>Tallador neumático</b>	40 - 60	1113 - 1670
<b>Remachador neumático</b>		
Remaches de 3/32" a 1/4"	2 - 3	56 - 83
Remaches de 1/4" a 1"	12	334
Remaches mayores	35	974
<b>Remachador hidráulico</b>	16	445
<b>Martillo rebarbador - remachador, liviano</b>	12 - 16	334 - 445
<b>Martillos Picadores</b>		
Pequeños	13 - 21	362 - 584
Medianos	29 - 36	807 - 1002
Grandes	120 - 160	3339 - 4452
<b>Martillo picador Jackhammer, medio</b>	540	15026
<b>Demolidor rompempavimentos</b>		
Pequeños	49 - 75	1364 - 2087
Medianos Heavy duty	76 - 85	2115 - 2365
Grandes	140 - 240	3896 - 6678
<b>Rompedor de remaches / O. Civil.</b>		
Pequeños	35 - 39	974 - 1085
Medianos	42 - 50	1169 - 1391
Grandes	160 - 200	4452 - 5565
<b>Martillo clavador neumático / O. Civil</b>	59 - 75	1642 - 2087
<b>Compactadora de relleno neumática</b>	38.5	1071
<b>Vibradores de concreto neumáticos</b>		
Pequeños	30	835
Grandes	80 - 200	2226 - 5565
<b>Excavadora de barro neumática</b>	40 - 49	1113 - 1364
<b>Golpeador neumático - 3/8"</b>	12 - 20	334 - 557
<b>Tecles neumáticos</b>		
Inferior o igual a 1000 lb	1 cf/ft elevacion	92 Lt/m elevación
De 2000 lb a 10000 lb	5 cf/ft elevación	459 Lt/m elevación
De 10000 lb y mayores	15 cf/ft elevación	1377 Lt/m elevación
<b>Motores neumáticos</b>		
0.5 hp	24 - 40	668 - 1113
1 hp	48 - 60	1336 - 1670
2 hp	72 - 80	2004 - 2226

## Requerimientos de aire de herramientas

Herramientas	CFM a 90 psiG a la herramienta Fu = 100% (FAD)	LPM a 6.2 barG a la herramienta Fu = 100% (FAD)
Pistola de sopleteo	12	334
Removedor de carbón	12	334
Limpiador de filtro de manga	12	334
Limpiador de conector de bujias neumático	20	557
Boquilla limpiadora - sopladora	20	557
Pistola de pintura, Básica (30 - 90 psi)	2 - 14	56 - 390
Pistola de pintura, HVLP (14 - 40 psi)	11 - 17.3	306 - 481
Sand Blasters	24 - 1600	668 - 44522
<b>Cortadora neumática</b>		
Pequeños	16 - 40	445 - 1113
Grandes	24 - 64	668 - 1781
Aceitera neumática	16	445
Engrasadora neumática	16	445
Lavador de transmisión (Flusher)	12	334
Aspiradoras	24	668
Probador de Frenos	16	445
Pistola calafateadora neumática	16	445
Prensa neumática de banco	20	557
Prensa neumática de piso	28	779
Pistón - Pequeño	12	334
Piston - Largo	40	1113
Puerta de garaje. Neumática	12	334
Puerta neumática	8	223
<b>Elevador Neumático</b>		
Para vehículos livianos	24	668
Para vehículos pesados	40	1113
Elevador neuma - hidráulico 8000 lb	24	668
Destalonador neumático	48	1336
Enllantadora neumática - motor eléctrico	10	278
Inflado de llantas	2 - 8	56 - 223

## Requerimientos de aire de herramientas

### Notas:

#### ***Información del cuadro tomada de las siguientes fuentes:***

- \* Air Guide Handbook - Ingersoll Rand
- \* Catálogo de herramientas neumáticas Schulz - 2009
- \* Catálogo de compresores de aire portátiles Schulz - 2010
- \* Herramientas Atlas Copco de <http://www.crowderhydraulictools.com>
- \* Boletines de servicio Devlbiss: SB-2-540-B; SB-2-543-C
- \* [http://www.engineeringtoolbox.com/air-consumption-tools-d\\_847.html](http://www.engineeringtoolbox.com/air-consumption-tools-d_847.html)



# **APÉNDICE VIII:**

Información Técnica de  
Compresores y Elementos

CT 134 - MSWV 60 FORT/ART - W 960 (60/AD) - MSWV 60 FORT/425 - W 96011 H  
 W 972 (72/AD) - W 97211 HL - MSWV 72 FORT/425 - MSWV 120 FORT/ART  
 W2-9120 (120/AD) - MSWV 120 FORT/460 - W2-912012 H - MSWV 144 FORT/ART  
 W2-9144 (144/AD) - MSWV 144 FORT/460 - W2-914412 HL - W 640 (40/AD) - W 64012 H



**CATÁLOGO TÉCNICO**  
**COMPRESOR - MSWV 60 FORT/ART - W 960 (60/AD) - MSWV 60 FORT/425**  
**W 96011 H - W 972 (72/AD) - W 97211 HL - MSWV 72 FORT/425**  
**MSWV 120 FORT/ART - W2-9120 (120/AD) - MSWV 120 FORT/460**  
**W2-912012 H - MSWV 144 FORT/ART - W2-9144 (144/AD) - MSWV 144 FORT/460**  
**W2-914412 HL - 2 ETAPAS - W 640 (40/AD) - W 64012 H - 3 ETAPAS**

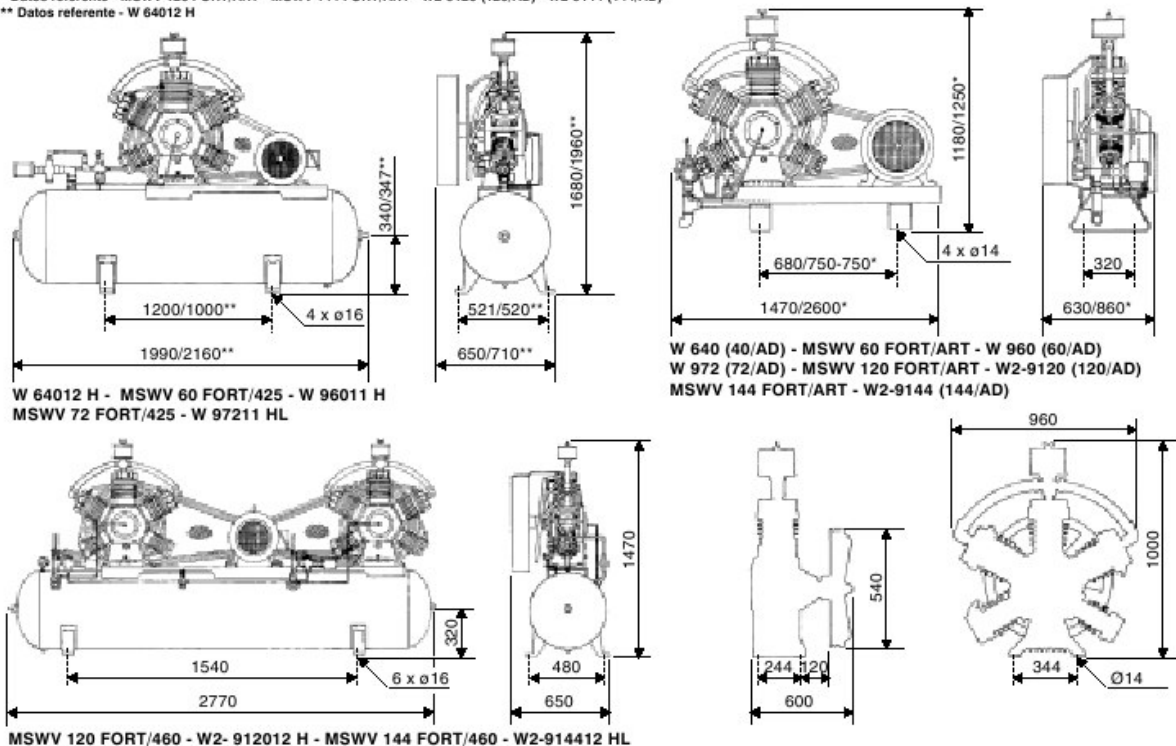
SCHULZ: INICIO DE FABRICACIÓN - JUNIO/1998  
 WAYNE: INICIO DE FABRICACIÓN - AGOSTO/1993

ACEITES LUBRICANTES RECOMENDADOS PARA COMPRESORES		
Abajo 32 °F Abajo 0 °C	32 °F hasta 68 °F 0 °C hasta 20 °C	68 °F hasta 113 °F 20 °C hasta 45 °C
SAE 10W o ISO 32	SAE 20W o ISO 68	SAE 30 o ISO 100

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

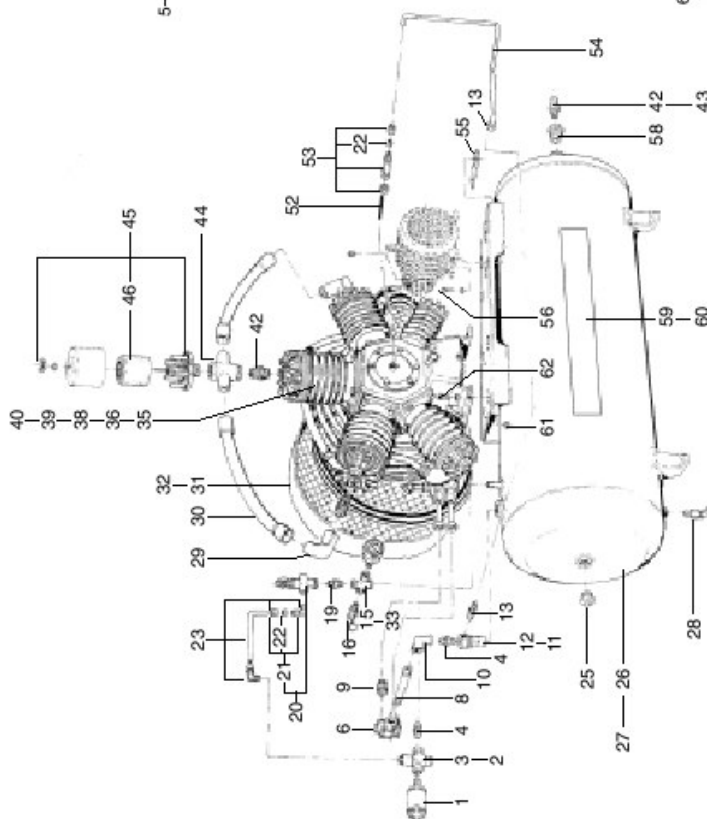
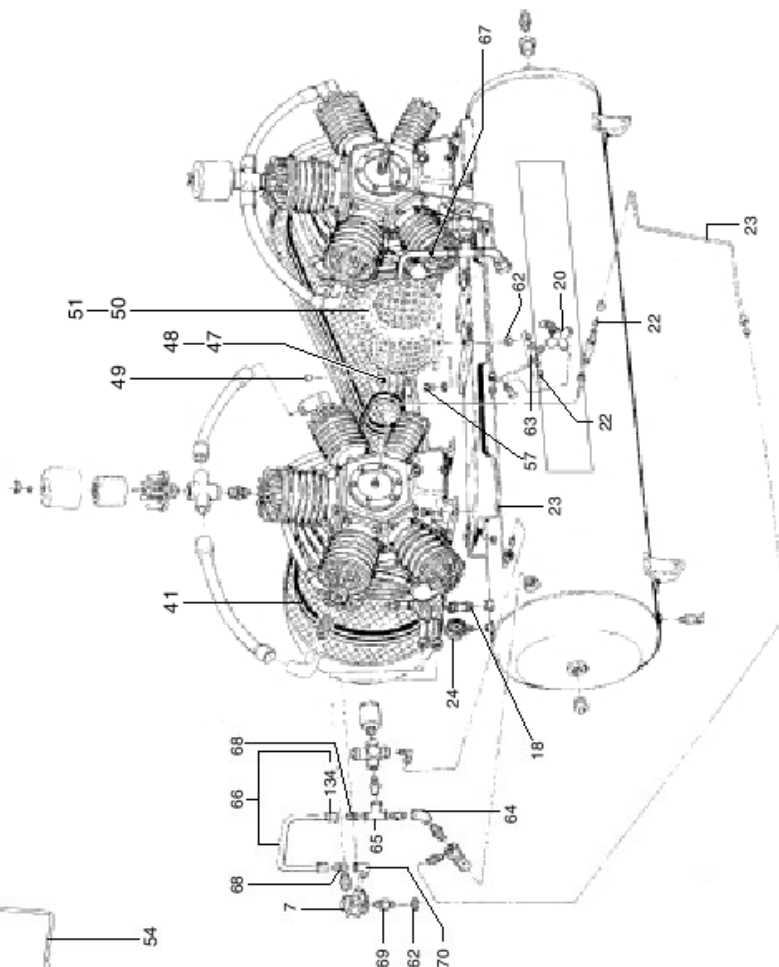
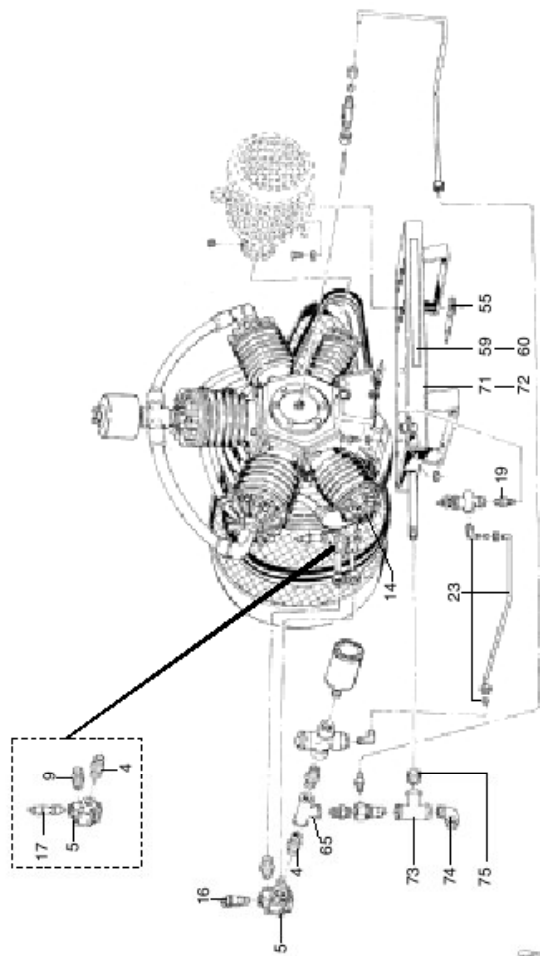
MODELO	CAUDAL TEÓRICO		PRESIÓN MÁX.		RESERVATORIO (TANQUE) DE AIRE		rpm	Polea (mm)		Correa	MOTOR ELÉCTRICO			ACEITE LUBRICANTE	PESO C. MOTOR (kg)	PINTURA	
	pies <sup>3</sup> /min	l/min	lbf/pulg <sup>2</sup>	bar	Volumen geom.(l)	Tiempo en llenarse		50 Hz	60 Hz		4P	cv	kw				Tensión (V)
MSWV 60 FORT/ART	60	1700	175	12	-	-	710	262	218	B97	15	11,3	4400	339	RAL 5004 (Schulz)		
W 960 (60/AD)					-	-										596	RAL 3001 (Wayne)
MSWV 60 FORT/425					425	3'30"											
W 96011 H					-	-											
W 972 (72/AD)	72	2036	100	7	-	-	850	318	262	B105	30	22,5	220/380 y 380/660 trifásico	600	RAL 3001 (Wayne)		
W 97211 HL					425	2'40"										830	RAL 5004 (Schulz)
MSWV 72 FORT/425					460	2'											
MSWV 120 FORT/ART					-	-											
W2-9120 (120/AD)	120	3400	175	12	-	-	710	262	218	B105	30	22,5	2 x 4400	834	RAL 5004 (Schulz)		
MSWV 120 FORT/460					460	2'										519	RAL 3001 (Wayne)
W2-912012 H					460	1'20"											
MSWV 144 FORT/ART					-	-											
W2-9144 (144/AD)	144	4078	100	7	-	-	850	318	262	B105	10	7,5	4400	608	RAL 3001 (Wayne)		
MSWV 144 FORT/460					460	1'20"										339	RAL 5004 (Schulz)
W2-914412 HL					475	8'45"											
W640 (40/AD)					-	-											
W64012 H	40	1132	250	17	-	-	710	262	218	B97	10	7,5	4400	608	RAL 3001 (Wayne)		

\* Datos referente - MSWV 120 FORT/ART - MSWV 144 FORT/ART - W2-9120 (120/AD) - W2-9144 (144/AD)  
 \*\* Datos referente - W 64012 H

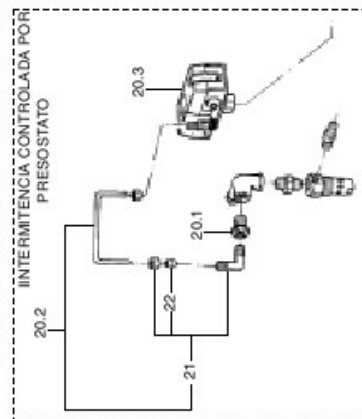




CT 134 - MSWV 60 FORT/ART - W 960 (60/AD) - MSWV 60 FORT/425 - W 96011 H  
 W 972 (72/AD) - W 97211 HL - MSWV 72 FORT/425 - MSWV 120 FORT/ART  
 W2-9120 (120/AD) - MSWV 120 FORT/460 - W2-912012 H - MSWV 144 FORT/ART  
 W2-9144 (144/AD) - MSWV 144 FORT/460 - W2-914412 HL - W 640 (40/AD) - W 64012 H

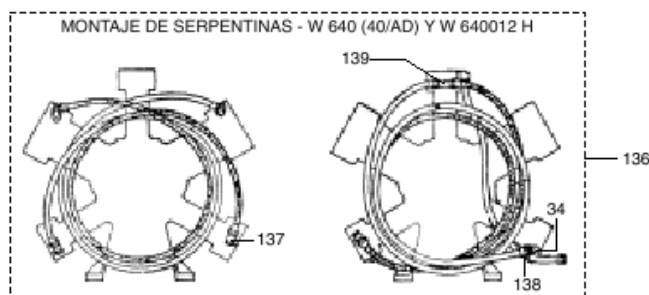


NOTA: La pieza 33 - es utilizada para adaptar el manómetro 24 en el modelo W 64012 H.  
 La pieza 34, que no está identificada en los diseños, es utilizada para conectar la culata AP 126 y el codb. 140 en los modelos W 640 (40/AD) y 64012H.

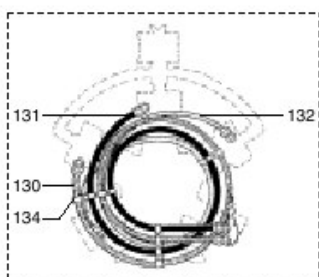
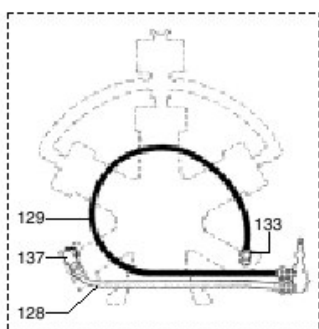


COMPONENTES DEL BLOQUE COMPRESOR				
Nº	CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	
			W 640(40/AD) W 640012 H	DEMAIS MODELOS
76	20513001	Volante	01	01
77	*	Ton. cab. sext. UNC 1/4" x 3/4"	04	04
78	20505001	Tapa flanje	01	01
79	34007508	Empaquetadura cárter	01	01
80	60082501	Retén	01	01
81	830.0932-0	Tuerca gollita traba	01	01
82	60154502	Rodamiento 33109	01	01
83	*	Torn. cab. sext. NC 1/2" x 1"	26	26
84	60259501	Espiga	01	01
86	20504001	Flanje	01	01
87	60154501	Rodamiento 32211	01	01
88	830.0933-0	Cigüeñal	01	01
89	60267503	Chaveta	01	01
90	*	Torn. cab. sext. UNC 3/8" x 3"	02	02
91	20508005	Contra peso cigüeñal	01	01
92	830.0934-0	Vástago brazo biela	04	04
93	30008502	Brazo biela	04	04
94	830.0938-0	Biela maestra	01	01
95	60152502	Casquillo asiento biela	02	02
96	60152501	Buje biela	09	09
97	30007007	Contra peso c/ mecanismo centrifugo	01	01
98	830.0937-0	Repuesto contra peso c/ mecanismo centrifugo	01	01
99	*	Torn. cab. sext. UNC 5/16" x 1.1/4"	02	02
100	20501001	Cárter	01	01
101	003.0029-2	Tapón 3/8"	01	01
102	830.0775-0	Visor nivel de aceite 3/4"	01	01
103	20506001	Tapa cárter	01	01
104	*	Torn. cab. sext. UNC 5/16" x 3/4"	06	06
105	003.0031-4	Tapón 3/4"	01	01
106	60273501	Pistón BP 4.3/4"	02	03
107	830.0936-0	Pistón AP 3.1/4"	-	01
108	830.0939-0	Pistón AP 2.1/2"	03	01
109	000.0077-0	Anillo BP	02	03
110	000.0076-0	Anillo AP 3.1/4"	-	01
111	000.0075-0	Anillo AP 2.1/2"	03	01
112	34007501	Empaquetadura superior	-	01
113	44100649	Empaquetadura superior	01	-
114	20502001	Cilindro BP	02	03
115	20502003	Cilindro AP 31/4"	-	01
116	20502002	Cilindro AP 2.1/2"	03	01
117	34005501	Conjunto repuesto placa válvula AP/BP	-	01
118	34005504	Conjunto repuesto placa válvula AP/BP	01	-
119	830.0931-0	Conjunto torn. Fij. placa válvula c/ tuerca	01	01
120	20511001	Placa válvula BP	02	03
121	20511002	Placa válvula AP 3.1/4"	-	01
122	20511003	Placa válvula AP 2.1/2"	03	01
123	20503005	Culata BP (c/ respiro)	01	01
124	20503002	Culata BP (s/ respiro)	01	02
125	20503004	Culata AP 3.1/4"	-	01
126	20503003	Culata AP 2.1/2"	03	01
127	*	Torn. cab. sext. UNF 3/8" x 2.1/4"	28	28
128	22029501	Serpentina descarga corta nº 1	-	01
129	22029502	Serpentina descarga larga nº 2	-	01
130	22029505	Serpentina intermediaria corta nº 5	-	01
131	22029504	Serpentina intermediaria media nº 4	-	01
132	22029503	Serpentina intermediaria larga nº 3	-	01
133	21011004	Tuerca 3/4" p/ serpentina	10	10
134	21029003	Abrazadera serpentina	-	03
135	30022001	Conjunto serpentina	-	01
136	30022009	Conjunto serpentina	01	-
137	003.0113-2	Codo 1/2" 90° MF	05	02
138	003.0163-9	Codo 1/2" 90°	01	-
139	44100286	Adaptador *T* 3/4" x 1/2"	01	-

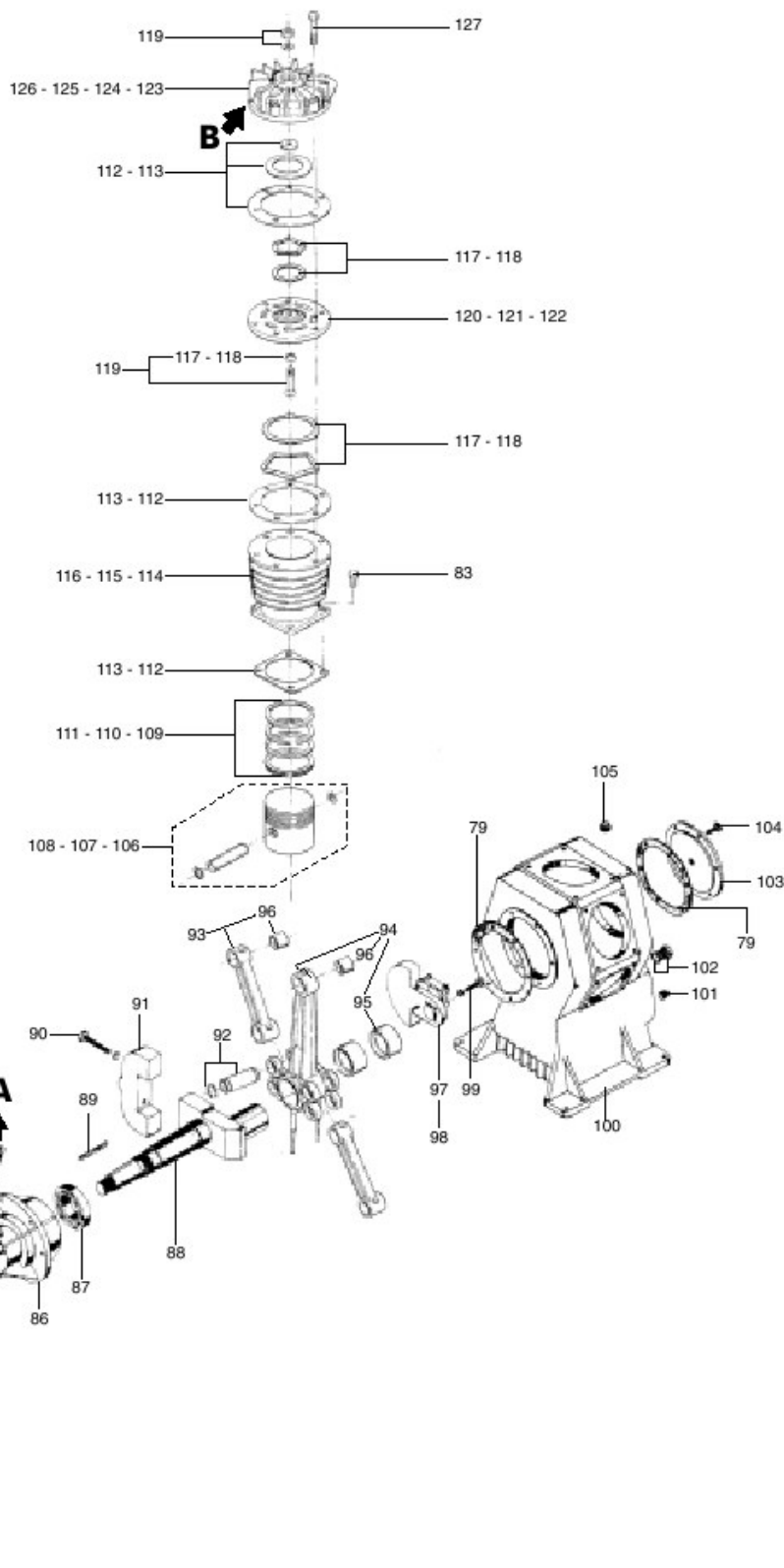
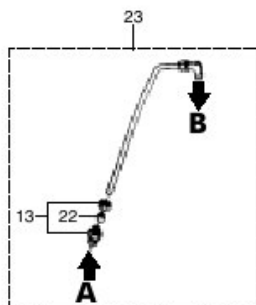
\* Pieza de mercado (no comercializada por Schulz S.A.).



CT 134 - MSWV 60 FORT/ART - W 960 (60/AD) - MSWV 60 FORT/425 - W 96011 H  
 W 972 (72/AD) - W 97211 HL - MSWV 72 FORT/425 - MSWV 120 FORT/ART  
 W2-9120 (120/AD) - MSWV 120 FORT/460 - W2-912012 H - MSWV 144 FORT/ART  
 W2-9144 (144/AD) - MSWV 144 FORT/460 - W2-914412 HL - W 640 (40/AD) - W 64012 H



MONTAJE DE SERPENTINAS  
 EN LOS OTROS MODELOS



## DIAGNÓSTICO DE FALLAS

DEFECTOS EVENTUALES	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIÓN	DEFECTOS EVENTUALES	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIÓN
Motor no parte o no reconecta.	Caida o falta de tensión en la red eléctrica. Instalación en desacuerdo con la Norma local.	Verifique la instalación y/o espere la estabilización de la red eléctrica.	Sobrecalienta.	Operando en ambiente sin ventilación.	Mejore las condiciones del local.
	Motor eléctrico dañado (quemado o rotor con falla).	Encaminelo al Técnico Credenciado.		Presión de trabajo sobre la indicada.	Ajuste la válvula piloto 20 y nunca opere el equipo sobre la presión máxima de trabajo indicada en la placa.
	Aire comprimido retenido en el tubo de alivio o en la serpentina por no actuación de la válvula del aliviador centrífugo.	Despresurice el sistema, ajuste la válvula o cámbiela si es necesario 53.		Polea motora o motor fuera de especificación.	Consulte la Tabla de Características Técnicas y efectúe el cambio.
	Retorno de aire por la válvula de retención.	Inspeccione la válvula de retención, proceda a limpiarla o cambie el repuesto 12 o la válvula 11.		Bajo nivel de aceite o aceite incorrecto.	Complete con aceite.
	Unidad compresora trabada (falta de aceite lubricante).	Cambie los componentes dañificados y recoloque el aceite.		Sentido de rotación incorrecto (vea flecha orientadora en el volante).	Invierta cualquiera de los cables principales.
	Tiempo de conmutación de la llave estrella triángulo muy alto, ocasionando la parada del motor.	Reduzca el tiempo de actuación del relé de la llave estrella - triángulo.		Acumulación de polvo sobre el compresor.	Limpie el compresor externamente.
No alivia en la presión máxima.	Válvula piloto desregulada.	Ajuste la válvula piloto 20.	Válvulas no vedan.	Cambie las placas de válvulas 120, 121 y 122.	
	Válvula piloto dañificada.	Cámbiela.	Escape de aire en las conexiones, serpentina o empaquetaduras superiores, red de distribución o válvula del aliviador centrífugo.	Efectúe el cambio de los componentes defectuosos o reaprete las conexiones 9, 53, 66, 67, 68, 112, 113, 135 y 136.	
	Válvula de descarga trabada cerrada.	Ajuste la válvula o cambie el repuesto 3.	Consumo de aire mayor que la capacidad del compresor.	Redimensione el compresor.	
No alcanza la presión máxima.	Válvula de descarga trabada abierta.	Ajuste la válvula o cambie el repuesto 3.	Elemento del filtro de aire obstruido.	Limpie o cámbielo si es necesario 46.	
	Escape en las conexiones, serpentina, empaquetaduras superiores o red de distribución o válvula del aliviador.	Efectúe el cambio de los componentes defectuosos o reaprete las conexiones 9, 53, 66, 67, 68, 112, 113, 135 y 136.	Elementos de fijación sueltos.	Localice y reaprete.	
	Válvulas no vedan.	Ajuste o cambie las placas de válvulas 120, 121 y 122.	Desgaste de los componentes internos de la unidad compresora.	Cambie los componentes dañificados.	
	Consumo de aire mayor que la capacidad del compresor.	Redimensione el compresor.	Válvula de retención golpeando.	Cambie el repuesto 12 o la válvula 11.	
Aceite lubricante con color extraño.	Polea motora o motor fuera de especificación.	Consulte la Tabla de Características Técnicas y efectúe el cambio.	Empaquetadura de la segunda o tercera etapa dañificada (compresor trabaja con exceso de carga en uno de los cilindros)	Cambie la empaquetadura 112 y 113.	
	No fué realizado el cambio de aceite en el intervalo recomendado.	Cambie el aceite: Primer cambio con 8 horas de servicio. Segundo cambio con 40 horas de servicio siguientes al primer cambio. Los demás cambios a cada 200 horas de servicio o 2 meses (lo que primero ocurra)	Pie o base del reservatorio (tanque) de aire dañificados.	Efectúe la reparación (no soldar en el cuerpo).	
	Aceite incorrecto.	Vea Tabla Características Técnicas.	Correa suelta.	Estire la correa 41.	
Consumo excesivo de aceite lubricante. Obs.: Es común el compresor consumir más aceite en las primeras 200 horas de trabajo, hasta el perfecto asentamiento de los anillos.	Presencia de agua en el aceite.	Cambie el aceite.	Desalineamiento polea/volante.	Efectúe el alineamiento polea/volante 47, 48 y 76.	
	Elemento del filtro de aire obstruido.	Límpielo o cámbielo si es necesario 46.	Rotación sobre la especificada.	Consulte la Tabla de Características Técnicas y efectúe el cambio.	
	Filtración de aceite.	Localice y elimínela.	Válvula de retención no veda debido a la presencia de impurezas entre el émbolo y el asiento.	Proceda a la limpieza o cambie el repuesto 12 o la válvula 11.	
	Obstrucción en la válvula de admisión.	Ajuste o cambie las placas de válvulas 120, 121 y 122.	Válvula aliviadora con escape durante el funcionamiento del compresor.	Rotación insuficiente.	Consulte la Tabla de Características Técnicas y efectúe el cambio.
Caida excesiva de la presión entre el reservatorio (tanque) de aire y el punto de consumo (local de trabajo).	Anillos o cilindro con desgaste normal.	Cambie las piezas 109, 110, 111, 114, 115 y 116.	Desgaste prematuro de los componentes internos de la unidad compresora.	Operando en ambiente agresivo.	Mejore las condiciones del local.
	Anillos o cilindro con desgaste prematuro debido a la presencia de impurezas.	Cambie las piezas, evalúe las causas y elimínelas para evitar reincidencia.	Entra y sale de alivio o parte con mucha frecuencia.	No fué realizado el cambio de aceite en el intervalo recomendado.	Cambie el aceite: Primer cambio con 8 horas de servicio. Segundo cambio con 40 horas de servicio siguientes al primer cambio. Los demás cambios a cada 200 horas de servicio o 2 meses (lo que ocurra primero).
	Aceite incorrecto (baja viscosidad).	Vea Tabla Características Técnicas.	Desgaste prematuro de las correas o las correas no permanecen alojadas en los canales de la polea/volante.	Exceso de condensado en el reservatorio (tanque) de aire.	Drene el condensado a través del purgador 28.
	Volumen de aceite en el cárter sobre el nivel especificado.	Retire el exceso de aceite (el nivel ideal es el centro del visor 102).	Desalineamiento polea/volante.	Correa incompatible con el canal de la polea/volante.	Cambie las piezas correspondientes.
Tiempo de llenarse el reservatorio (tanque) de aire está sobre lo especificado en la Tabla de Características Técnicas.	Escape en las conexiones, serpentina o empaquetaduras superiores o válvula del aliviador centrífugo.	Efectúe el cambio de los componentes defectuosos o reaprete las conexiones 9, 53, 66, 67, 68, 112, 113, 135 y 136.	El conjunto transmite corriente eléctrica (choque eléctrico).	Instalación en desacuerdo con la Norma local.	Verifique la instalación y proceda a los ajustes necesarios.
	Válvulas no vedan.	Ajuste o cambie las placas de válvulas 120, 121 y 122.	Válvula de seguridad con escape.	Válvula dañificada.	Cámbiela 16 y 18.
	Correa suelta.	Estire la correa 41.	Está en alivio y no entra en carga o entra en carga con presión muy baja.	Válvula piloto desregulada o dañificada.	Regule o cambie la válvula 20.
	Polea motora o motor fuera de especificación.	Consulte la Tabla de Características Técnicas y efectúe el cambio.		Escape en la tubería entre las válvulas piloto y descarga.	Elimine el escape.
			Válvula de descarga traba abierta.	Ajuste la válvula o cambie el repuesto 3.	

NOTA: Schulz se reserva el derecho de alterar su producto sin aviso previo.

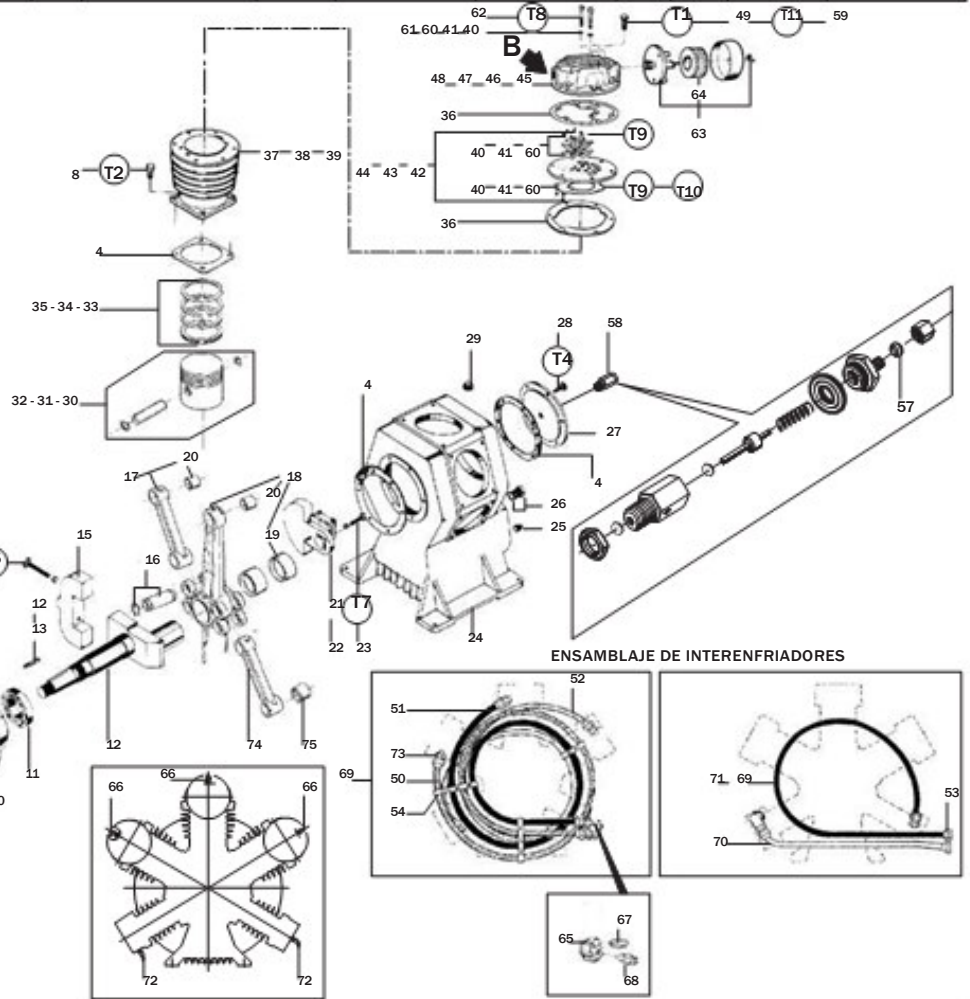
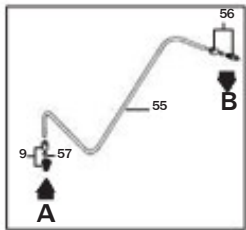
ATENCIÓN - Utilice solamente repuestos originales Schulz / Wayne.  
 - Preserve el medio ambiente, no deseche el aceite usado.

#### TECHNICAL DATA

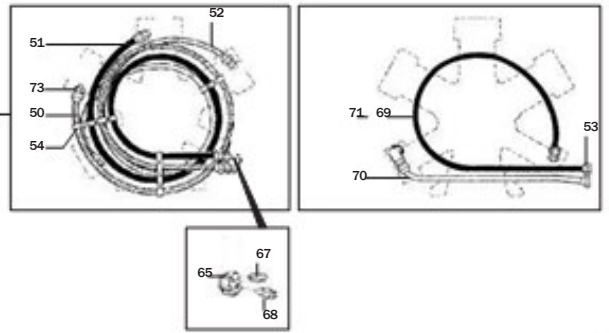
MODELO	DESPLAZAMIENTO cfm	PRESIÓN MÁXIMA psig	RPM	MOTOR hp	BANDA	POLEA DE MOTOR		CAP. ACEITE		PESO in lbs	DESCARGA (TAMAÑO)
						2 POLOS		qt.	qt.		
MSWV 80 MAX	80	175	910	20	2-B	mm	pulgadas	4.5	4.65	397.3	2 x 3/4" BSP
						145	5.7				

Posición	lbf.in	N.m
(T1) 49	304	34
(T2) 8	704	80
(T3) 2	70	8
(T4) 28	158	18
(T5) 12	1215	137
(T6) 14	334	38
(T7) 23	185	21
(T8) 62	141	16
(T9) HP-LP40-41-60	19	2.2
(T10) LP40-41-60	44	5
(T11) 59	264	30

TABLA 1 - TORQUE  
ESPECIFICACIONES PARA PERNOS



ENSAMBLAJE DE INTERENFRIADORES



#### PARTES DE CABEZOTE

No.	CODIGO	DENOMINACIÓN	CTD.	No.	CODIGO	DENOMINACIÓN	CTD.
1	709.1346-0	Volante	01	39	709.1347-0	HP 2.1/2" Cilindro	01
2	*	UNC 1/4" x 3/4" Perno de cabezote	04	40	830.0955-0	LP 4.3/4" Kit de placa-válvula	03
3	20505001	Cubierta de brida	01	41	830.1002-0	HP 90 mm Kit de placa-válvula	01
4	830.1033-0/NA	Kit de empaques del cárter	01	42	809.1028-0	LP 4.3/4" Placa-válvula	03
5	60082501	Sello de aceite	01	43	809.1027-0	HP 90mm Placa-válvula	01
6	830.0932-0	Kit anillo de presión y tuerca	01	44	809.1029-0	HP 2.1/2" Placa-válvula	01
7	60154502	33109 rodamiento	01	45	709.1272-0	LP 4.3/4" Cubierta de cilindro (con respiradero)	01
8	*	NC 1/2" x 1" Perno de cabezote	26	46	709.1423-0	LP 4.3/4" Cubierta de cilindro (sin respiradero)	02
9	60259501	Acople recto	01	47	709.1424-0	HP 90mm Cubierta de cilindro	01
10	20504001	Brida	01	48	709.1389-0	HP 2.1/2" Cubierta de cilindro	01
11	60154501	32211 rodamiento	01	49	*	UNC 3/8" x 1.1/2" perno de cabezote	23
12	830.0933-0	Cigüeñal	01	50	709.1457-0	Interenfriador corto No. 2	01
13	60267503	Llave	01	51	709.1459-0	Interenfriador medio No. 3	01
14	*	UNF 3/8" x 3" perno de cabezote	02	52	709.1458-0	Interenfriador largo No. 4	01
15	20508005	Contrapeso de cigüeñal	01	53	21011004	3/4" Tuerca para interenfriador	10
16	830.0934-0	Pin de biela	04	54	21029003	Grapa para interenfriador	03
17	30008502	Biela	03	55	830.0340-5	1/4" Kit de tubo de respiradero para cárter	01
18	830.0938-0	Biela Maestra	01	56	003.0054-3	1/8" x 1/4" Conector recto	01
19	60152502	Cojinete interno de biela	02	57	830.0599-8	1/4" Kit de rines	01
20	60152501	Cojinete de biela	07	58	022.0174-0	Válvula centrífuga de descarga	01
21	30007007	Contrapeso con mecanismo centrífugo	01	59	383.0111-0	HP 5/16" x 1.1/2" Perno hexagonal Allen	06
22	830.0937-0	Kit de contrapeso con mecanismo centrífugo	01	60	830.0957-0	HP 2.1/2" Kit de placa-válvula	01
23	*	UNF 5/16" x 1.1/4" Perno de cabezote Allen	02	61	830.1032-0	Kit arandelas	01
24	20501001	Cárter de cigüeñal	01	62	013.0752-0	M6 x 1 x 55 Perno hexagonal Allen	08
25	003.0029-2	3/8" Conector	01	63	007.0116-0	Filtro de Aire (opcional)	03
26	830.0775-0	3/4" Mirilla de nivel de aceite	01	64	007.0118-0	Elemento filtrante	03
27	709.1316-0	Cubierta del cárter de cigüeñal	01	65	20517005	Adaptador de interenfriador	02
28	*	UNC 5/16" x 3/4" perno de cabezote	06	66	022.0177-0	LP 1/8" ASME Válvula de seguridad	03
29	003.0031-4	3/4" Conector	01	67	21011001	3/4" x 1/2" Conector recto	04
30	60273501	LP 4.3/4" Pistón	03	68	003.0036-5	3/4" Nepló	01
31	830.1000-0	HP 90mm Kit de pistón	01	69	809.1043-0	Kit interenfriador (sin tubo No. 1 ítem 70)	01
32	830.0939-0	HP 2.1/2" Kit de pistón	01	70	709.1369-0	Tubo de descarga No. 1	01
33	000.0077-0	LP 4.3/4" Kit de rines	03	71	709.1456-0	Tubo de descarga No. 5	01
34	000.0080-0	HP 90mm Kit de rines	01	72	022.0189-0	HP 1/8" ASME Válvula de seguridad	02
35	000.0075-0	HP 2.1/2" Kit de rines	01	73	21011002	3/4" x 3/4" Conector recto	06
36	830.1031-0/NA	Kit de empaques superiores	01	74	830.1202-0	Biela con rodamiento de agujas	01
37	709.1306-0	LP 4.3/4" Cilindro	03	75	019.0079-0	Rodamiento de agujas	02
38	709.1308-0	HP 90mm Cilindro	01	-	709.1359-0	Polea [opcional] (no mostrada)	01

\* Parte disponible en el mercado - no vendida por Schulz Nota: HP = alta presión LP = baja presión





INICIO

ACERCA DE  
EE.UU.

PRODUCTOS

CERTIFICADO

COMENTARIOS

CONTACTO  
EE.UU.

中文版 | INGLÉS

LEFOO



Mostrar productos

## LF10 Interruptores de Presión de Aire (25-175 PSI)

 Texto original:   
 Imprimir | Cerrar

DbClick a scrollwindow

Fecha y hora: 2007-06-06 Visitas: 15789

Imprimir | Cerrar

Los interruptores de presión **LF10** se utilizan para regular la presión del tanque entre dos valores preestablecidos en los pequeños (hasta 175psi) compresores de aire de accionamiento eléctrico. Están disponibles con una válvula de descarga, que evita que los compresores arranquen bajo carga, y con apagado automático de selección manual con palanca para el apagado del compresor. Un estilo de puerto múltiple de cuatro puntos está disponible proporcionando un medio para facilitar el montaje de válvulas y medidores.



LF10-1H



LF10-4H

Resistente a la corrosión y cubierta no metálica  
 Sin cables internos  
 Contacto visible  
 Ajuste de presión sin deriva  
 Tornillo de la cubierta cautivo  
 Espacio amplio para cableado  
 Dos Tornillos de tierra  
 Fácil de ajustar  
 Válvula de despresurización automática disponible  
 Amortiguador de pulsación estándar



UL E228961



CSA220707



A030034



MODELO	Min. ON (arranque) PSI	Max Off (apa- gado) PSI	Diferencial PSI	Configuración de fábrica de la ISP	Clasificación eléctrica		Accesorios de tubería	Configuración de los contactos
					120VAC	240VAC		
LF10-1H1	25	100	20-30	50-80	20A	12A	NPT 1 / 4 M o H	NC
LF10-1H2	35	150	30-40	85-115	20A	12A	NPT 1/4" M o H	NC
LF10-1H3	50	175	35-55	110-150	20A	12A	NPT 1/4" M o H	NC

LF10-4H1	25	100	20-30	50-80	20A	12A	HNPT 1/4" (4 puertos)	NC
LF10-4H2	35	150	30-40	85-115	20A	12A	HNPT 1/4" (4 puertos)	NC
LF10-4H3	50	175	35-55	110-150	20A	12A	HNPT 1/4" (4 puertos)	NC

MODELO	Min ON (arranque) PSI	Max Off (apa- gado) PSI	Diferencial PSI	Configuración de fábrica de la ISP	Clasificación eléctrica		Accesorios de tubería	Configuración de los contactos
					120VAC	240VAC		
LF10A-1H1	25	100	20-30	50-80	26A	26A	NPT1/4" M o H	NC
LF10A-1H2	35	150	30-40	85-115	26A	26A	NPT 1/4" M o H	NC

LF10A-1H3	50	175	35-55	110-150	26A	26A	NPT 1/4" M o H	NC
LF10A-1H4	70	200	40-55	130-175	26A	26A	NPT 1/4" M o H	NC

LF10A-4H1	25	100	20-30	50-80	26A	26A	HNPT 1/4" (4 puertos)	NC
LF10A-4H2	35	150	30-40	85-115	26A	26A	HNPT 1/4" (4 puertos)	NC
LF10A-4H3	50	175	35-55	110-150	26A	26A	HNTP 1/4" (4 puertos)	NC
LF10A-4H4	70	200	40-55	130-175	26A	26A	HNTP 1/4" (4 puertos)	NC

Accesorios de tubería G1/4" (BSP 1/4) Macho (M) o Hembra (H) están disponibles.

Conversión: 1Kg/cm<sup>2</sup> = 14.2PSI, 1 bar = 14.5PSI

Anterior: Ninguno  
Siguiente: Ninguno

Válvulas de Seguridad Kingston

# Kingston Modelos KSV12 & KSV25

Válvula de Seguridad de bajo perfil y alto flujo según Código ASME Sección VIII "UV"



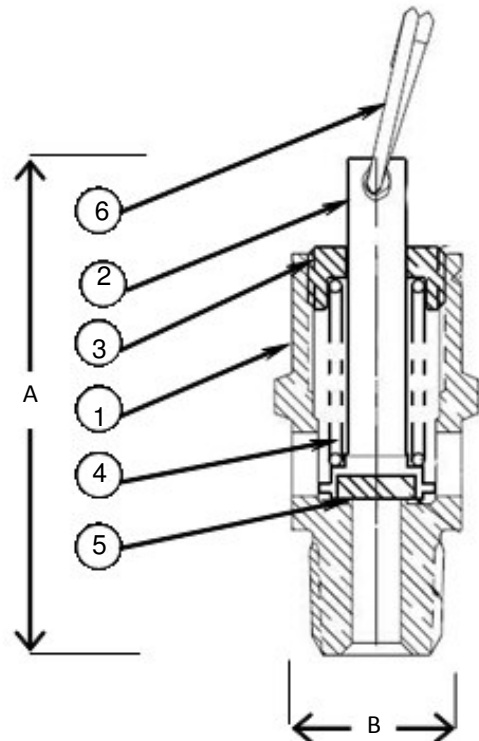
## Características:

Válvula de Seguridad de Alto Flujo y Bajo Perfil  
 Compacta, diseño ahorrador de espacio  
 De Bronce ASTM B16 maquinado con precisión.  
 Disco de Silicón como sello suave de alta calidad  
 Resorte de acero inoxidable  
 Certificación Junta Nacional, "NB" estampada.  
 SME B&PVC Sec: VIII "UV" .ir/Gas aplicaciones  
 Temperatura máxima 250°F  
 Tamaños: 1/8" NPT y 1/4" NPT

Modelos	Tamaños	Orificios	Figura/No. parte	Alto (A)	Tuerca (B)	Presión Rango PSIG	Peso embarque aproximado	Max Temp.
KSV12	1/8" NPT	.250	KSV12-1-000	1.91"	11/16"	25-375	1.4 oz	250°F
KSV25	1/4" NPT		KSV25-2-000	2.1"			1.8 oz	

## Materiales

No.	Nombre Parte	Materiales
1	Cuerpo	Bronce (ASTM-B16)
2	Vástago	Bronce (ASTM-B16)
3	Tuerca adj.	Bronce (ASTM-B16)
4	Resorte	Cable musical Acero Inox.
5	Disco	Silicón
6	Anillo de tirar	Acero Inoxidable

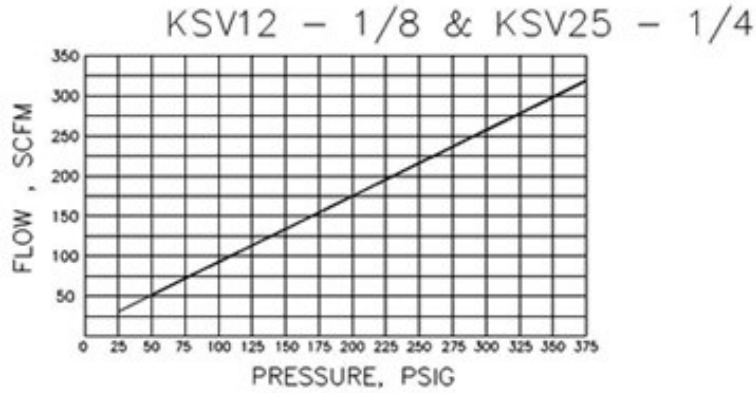


Storm Manufacturing Group  
 23201 Normandie Ave., Torrance CA 90501-5050  
 Llamar gratis: 866-628-8287 Fax: 800-997-0500 Directo: 310-326-8287

Copyright 2010 © Storm Manufacturing Group. Todos los derechos reservados.  
 Diseños y especificaciones sujetos a cambio sin aviso. r.10a

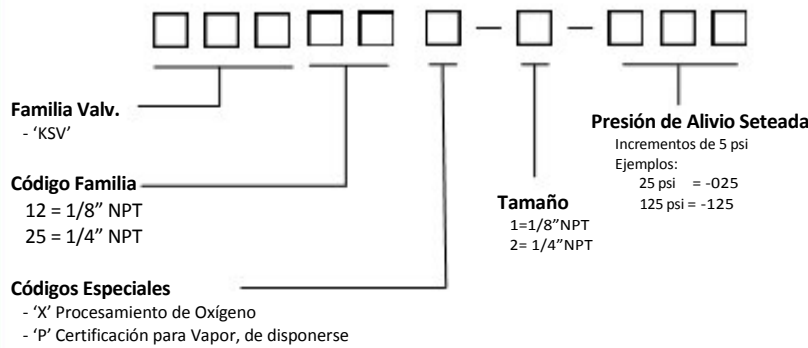
# Válvula de Seguridad de Bronce Kingston Modelo KSV12 & KSV25 Bajo Perfil y Alto Flujo

## Información de Capacidades de Flujo



PRESIÓN SETEADA Psi	CFM ESTAMPADO		PRESIÓN PRESSURE psi	CFM ESTAMPADO	
	1/8"	1/4"		1/8"	1/4"
25	29	29	205	165	165
30	33	33	210	169	169
35	36	36	215	173	173
40	40	40	220	177	177
45	44	44	225	181	181
50	48	48	230	184	184
55	52	52	235	188	188
60	55	55	240	192	192
65	59	59	245	196	196
70	63	63	250	200	200
75	67	67	255	203	203
80	71	71	260	207	207
85	74	74	265	211	211
90	78	78	270	215	215
95	82	82	275	219	219
100	86	86	280	222	222
105	90	90	285	226	226
110	93	93	290	230	230
115	97	97	295	234	234
120	101	101	300	238	238
125	105	105	305	241	241
130	109	109	310	245	245
135	112	112	315	249	249
140	116	116	320	253	253
145	120	120	325	257	257
150	124	124	330	260	260
155	128	128	335	264	264
160	131	131	340	268	268
165	135	135	345	272	272
170	139	139	350	276	276
175	143	143	355	279	279
180	146	146	360	283	283
185	150	150	365	287	287
190	154	154	370	291	291
195	158	158	375	294	294
200	162	162			

## Información para pedidos



## Notas del Producto

Todas las Válvulas de Seguridad Kingston son manufacturadas bajo un sistema de control de calidad aprobado por la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión.

La capacidad de las válvulas se certifica por la Junta Nacional, manufacturadas de acuerdo con el Código ASME, seteadas y selladas en la fábrica.

La desviación de la presión seteada marcada en  $\pm 2$  psig para presiones hasta 70 psig y  $\pm 3\%$  psig para mayores de 70 psig.

Estándar de fábrica de estanqueidad de las válvulas de sello suave: Ninguna fuga audible en valores inferiores al 10% seteado. Es normal para válvulas operadas por resorte que muestren una fuga o bajo calentamiento, cuanto la presión del sistema se aproxime a la presión seteada. Para válvulas de sello suave esto ocurre típicamente a presiones de o sobre el 90% de la presión de seteo marcada.

A presiones de conjunto muy baja (20 psi o menos), la proporción de la fuerza del muelle hacia abajo en comparación con la fuerza de presión hacia arriba es muy pequeña. En estos casos puede ser imposible de lograr estanqueidad del asiento

Las válvulas de sello suave permitirán un mayor grado de estanqueidad que los sellos duros y de metal. La estanqueidad estándar de fabricación no asegura un sellado hermético, independiente del material.

El diseño e integración final de los productos Kingston es de responsabilidad única del usuario final.

Storm Manufacturing se reserva todos los derechos. Las especificaciones y diseños de los productos están sujetos de cambio sin previo aviso.



## FORMULA DE RELACIÓN SCFM & ACFM

(Resumen tomado de <http://www.pdblowsers.com/t6-scfm-standard-cfm-vs-acfm-actual-cfm.php>)

$$ACFM = SCFM \cdot \frac{P_s - (RH_s \cdot PV_s)}{P_b - (RH_a \cdot PV_a)} \cdot \frac{T_a}{T_s} \cdot \frac{P_b}{P_a}$$

Donde:

**Ps** = Presión estándar (PSIA)

**Pb** = Presión atmosférica - barométrica (PSIA)

**Pa** = Presión actual (PSIA)

**RHs** = Humedad Relativa Estándar

**RHa** = Humedad Relativa Actual

**PVs** = Presión de vapor saturado de agua a temperatura estándar (PSI)<sup>1</sup>

**PVa** = Presión de vapor saturado de agua a temperatura actual (PSI)<sup>1</sup>

**Ts** = Temperatura estándar (°R) NOTE: °R = °F+460

**Ta** = Temperatura Actual (°R)<sup>1</sup>:

## Tabla de presión de vapor de agua

Temp °F	Pres. PSIA	Temp °F	Pres. PSIA	Temp °F	Pres. PSIA	Temp °F	Pres. PSIA	Temp °F	Pres. PSIA	Temp °F	Pres. PSIA
t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
32	.08859	47	.15909	63	.2850	79	.4909	95	.8162	111	1.3133
32.018	.08866	48	.16520	64	.2952	80	.5073	96	.8416	112	1.3516
33	.09223	49	.17151	65	.3057	81	.5241	97	.8677	113	1.3909
34	.09601	50	.17803	66	.3165	82	.5414	98	.8945	114	1.4311
35	.09992	51	.18477	67	.3276	83	.5593	99	.9220	115	1.4723
36	.10397	52	.19173	68	.3391	84	.5776	100	.9503	116	1.5145
37	.10816	53	.19892	69	.3510	85	.5964	101	.9792	117	1.5578
38	.11250	54	.20635	70	.3632	86	.6158	102	1.0090	118	1.6021
39	.11700	55	.2140	71	.3758	87	.6357	103	1.0395	119	1.6475
40	.12166	56	.2219	72	.3887	88	.6562	104	1.0708	120	1.6940
41	.12648	57	.2301	73	.4021	89	.6772	105	1.1029	121	1.7417
42	.13146	58	.2386	74	.4158	90	.6988	106	1.1359	122	1.7904
43	.13662	59	.2473	75	.4300	91	.7211	107	1.1697	123	1.8404
44	.14196	60	.2563	76	.4446	92	.7439	108	1.2044	124	1.8915
45	.14748	61	.2655	77	.4596	93	.7674	109	1.2399	125	1.9438
46	.15319	62	.2751	78	.4750	94	.7914	110	1.2763	126	1.9974

**Tablas de Presión de saturación ( $P_s$ ) y la densidad de vapor de agua pura ( $p_v$ ) 1)**

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
-100	1,403 X 10 <sup>-3</sup>	1,756 X 10 <sup>-3</sup>
-99	1,719 X 10 <sup>-3</sup>	2,139 X 10 <sup>-3</sup>
-98	2,101 X 10 <sup>-3</sup>	2,599 X 10 <sup>-3</sup>
-97	2,561 X 10 <sup>-3</sup>	3,150 X 10 <sup>-3</sup>
-96	3,117 X 10 <sup>-3</sup>	3,812 X 10 <sup>-3</sup>
-95	3,784 X 10 <sup>-3</sup>	4,002 X 10 <sup>-3</sup>
-94	4,584 X 10 <sup>-3</sup>	5,544 X 10 <sup>-3</sup>
-93	5,542 X 10 <sup>-3</sup>	6,668 X 10 <sup>-3</sup>
-92	6,685 X 10 <sup>-3</sup>	7,996 X 10 <sup>-3</sup>
-91	8,049 X 10 <sup>-3</sup>	9,574 X 10 <sup>-3</sup>
-90	9,672 X 10 <sup>-3</sup>	11,44 X 10 <sup>-3</sup>
-89	11,60 X 10 <sup>-3</sup>	13,65 X 10 <sup>-3</sup>
-88	13,88 X 10 <sup>-3</sup>	16,24 X 10 <sup>-3</sup>
-87	16,58 X 10 <sup>-3</sup>	19,30 X 10 <sup>-3</sup>
-86	19,77 X 10 <sup>-3</sup>	22,89 X 10 <sup>-3</sup>
-85	23,53 X 10 <sup>-3</sup>	27,10 X 10 <sup>-3</sup>
-84	27,96 X 10 <sup>-3</sup>	32,03 X 10 <sup>-3</sup>
-83	33,16 X 10 <sup>-3</sup>	37,78 X 10 <sup>-3</sup>
-82	39,25 X 10 <sup>-3</sup>	44,49 X 10 <sup>-3</sup>
-81	46,38 X 10 <sup>-3</sup>	52,30 X 10 <sup>-3</sup>
-80	0,5473 X 10 <sup>-3</sup>	0,6138 X 10 <sup>-3</sup>
-79	0,6444 X 10 <sup>-3</sup>	0,7191 X 10 <sup>-3</sup>
-78	0,7577 X 10 <sup>-3</sup>	0,8413 X 10 <sup>-3</sup>
-77	0,8894 X 10 <sup>-3</sup>	0,9824 X 10 <sup>-3</sup>
-76	1,042 X 10 <sup>-3</sup>	1,145 X 10 <sup>-3</sup>
-75	1,220 X 10 <sup>-3</sup>	1,331 X 10 <sup>-3</sup>
-74	1,425 X 10 <sup>-3</sup>	1,550 X 10 <sup>-3</sup>
-73	1,662 X 10 <sup>-3</sup>	1,799 X 10 <sup>-3</sup>
-72	1,936 X 10 <sup>-3</sup>	2,085 X 10 <sup>-3</sup>
-71	2,252 X 10 <sup>-3</sup>	2,414 X 10 <sup>-3</sup>
-70	2,615 X 10 <sup>-3</sup>	2,789 X 10 <sup>-3</sup>
-69	3,032 X 10 <sup>-3</sup>	3,218 X 10 <sup>-3</sup>
-68	3,511 X 10 <sup>-3</sup>	3,708 X 10 <sup>-3</sup>
-67	4,060 X 10 <sup>-3</sup>	4,267 X 10 <sup>-3</sup>
-66	4,688 X 10 <sup>-3</sup>	4,903 X 10 <sup>-3</sup>
-65	5,406 X 10 <sup>-3</sup>	5,627 X 10 <sup>-3</sup>
-64	6,275 X 10 <sup>-3</sup>	6,449 X 10 <sup>-3</sup>
-63	7,159 X 10 <sup>-3</sup>	7,381 X 10 <sup>-3</sup>
-62	8,223 X 10 <sup>-3</sup>	8,438 X 10 <sup>-3</sup>
-61	9,432 X 10 <sup>-3</sup>	9,633 X 10 <sup>-3</sup>
-60	10,80 X 10 <sup>-3</sup>	10,98 X 10 <sup>-3</sup>
-59	12,36 X 10 <sup>-3</sup>	12,51 X 10 <sup>-3</sup>
-58	14,13 X 10 <sup>-3</sup>	14,23 X 10 <sup>-3</sup>

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
-57	16,12 X 10 <sup>-3</sup>	16,16 X 10 <sup>-3</sup>
-56	18,38 X 10 <sup>-3</sup>	18,34 X 10 <sup>-3</sup>
-55	20,92 X 10 <sup>-3</sup>	20,78 X 10 <sup>-3</sup>
-54	23,80 X 10 <sup>-3</sup>	23,53 X 10 <sup>-3</sup>
-53	27,03 X 10 <sup>-3</sup>	26,60 X 10 <sup>-3</sup>
-52	30,67 X 10 <sup>-3</sup>	30,05 X 10 <sup>-3</sup>
-51	34,76 X 10 <sup>-3</sup>	33,90 X 10 <sup>-3</sup>
-50	39,35 X 10 <sup>-3</sup>	38,21 X 10 <sup>-3</sup>
-49	44,49 X 10 <sup>-3</sup>	43,01 X 10 <sup>-3</sup>
-48	50,26 X 10 <sup>-3</sup>	48,37 X 10 <sup>-3</sup>
-47	56,71 X 10 <sup>-3</sup>	54,33 X 10 <sup>-3</sup>
-46	63,93 X 10 <sup>-3</sup>	60,98 X 10 <sup>-3</sup>
-45	71,93 X 10 <sup>-3</sup>	68,36 X 10 <sup>-3</sup>
-44	80,97 X 10 <sup>-3</sup>	76,56 X 10 <sup>-3</sup>
-43	90,08 X 10 <sup>-3</sup>	85,65 X 10 <sup>-3</sup>
-42	102,1 X 10 <sup>-3</sup>	95,70 X 10 <sup>-3</sup>
-41	114,5 X 10 <sup>-3</sup>	106,9 X 10 <sup>-3</sup>
-40	0,1283	0,1192
-39	0,1436	0,1392
-38	0,1606	0,1480
-37	0,1794	0,1646
-36	0,2002	0,1820
-35	0,2232	0,2032
-34	0,2488	0,2254
-33	0,2769	0,2494
-32	0,3079	0,2767
-31	0,3421	0,3061
-30	0,3798	0,3385
-29	0,4213	0,3739
-28	0,4669	0,4127
-27	0,5170	0,4551
-26	0,5720	0,5015
-25	0,6323	0,5521
-24	0,6985	0,6075
-23	0,7709	0,6678
-22	0,8502	0,7336
-21	0,9370	0,8053
-20	1,032	0,8835
-19	1,135	0,9678
-18	1,248	1,060
-17	1,371	1,160
-16	1,506	1,269
-15	1,652	1,367

1) Fuente: "The Smithsonian Meteorological Tables, 6th revised edition (1971), Washington D.C. for temperatures between -100 and 0°C" y del "National Bureau of Standards and National Research of Canadá": "Steam tables (1984) for temperatures between +7 and +140°C". Los valores por debajo de 0 °C se refieren a la saturación sobre hielo

**Tablas de Presión de saturación ( $P_s$ ) y la densidad de vapor de agua pura ( $p_v$ ) 1)**

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
-14	1,811	1,515
-13	1,984	1,653
-12	2,172	1,803
-11	2,376	1,964
-10	2,597	2,139
-9	2,837	2,328
-8	3,007	2,532
-7	3,379	2,752
-6	3,625	2,990
-5	4,015	3,246
-4	4,372	3,521
-3	4,757	3,817
-2	5,173	4,136
-1	5,623	4,479
0	6,108	4,487
1	6,572	5,196
2	7,001	5,563
3	7,581	5,952
4	8,136	6,364
5	8,726	6,802
6	9,354	7,265
7	10,02	7,756
8	10,73	8,275
9	11,48	8,824
10	12,28	9,405
11	13,13	10,02
12	14,03	10,67
13	14,98	11,35
14	15,99	12,08
15	17,06	12,84
16	18,19	13,64
17	19,38	14,49
18	20,64	15,38
19	21,98	16,32
20	23,39	17,31
21	24,88	18,35
22	26,45	19,44
23	28,10	20,59
24	29,85	21,80
25	31,69	23,07
26	33,63	24,40
27	35,67	25,79
28	37,82	27,26
29	40,08	28,79
30	42,46	30,40
31	44,95	32,08
32	47,58	33,85
33	50,34	35,70
34	53,23	37,63
35	56,27	39,65
36	59,45	41,76

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
37	62,80	43,07
38	66,30	46,28
39	69,97	48,64
40	73,81	51,21
41	77,84	53,83
42	82,05	56,57
43	88,46	59,43
44	91,08	62,41
45	95,90	65,52
46	100,9	68,75
47	106,2	72,12
48	111,7	75,63
49	117,4	79,28
50	123,4	83,08
51	129,7	87,03
52	136,2	91,14
53	143,0	95,41
54	150,1	99,85
55	157,5	104,5
56	165,2	109,3
57	173,2	114,2
58	181,6	119,4
59	190,3	124,8
60	199,3	130,3
61	208,7	136,1
62	218,5	142,0
63	228,7	148,2
64	239,3	154,7
65	250,2	161,3
66	261,6	168,2
67	273,5	175,3
68	285,8	182,7
69	298,5	190,3
70	311,8	198,2
71	325,5	206,4
72	339,7	214,4
73	354,5	223,6
74	369,8	232,6
75	385,6	241,9
76	402,1	251,6
77	419,1	261,5
78	436,7	271,8
79	454,9	282,4
80	473,7	293,4
81	493,2	304,7
82	513,4	316,3
83	534,3	328,3
84	555,9	340,7
85	578,2	353,5
86	601,2	366,7
87	625,0	380,2

1) Fuente: "The Smithsonian Meteorological Tables, 6th revised edition (1971), Washington D.C. for temperatures between -100 and 0°C" y del "National Bureau of Standards and National Research of Canadá": "Steam tables (1984) for temperatures between +7 and +140°C". Los valores por debajo de 0 °C se refieren a la saturación sobre hielo

**Tablas de Presión de saturación ( $P_s$ ) y la densidad de vapor de agua pura ( $p_v$ ) 1)**

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
88	649,6	394,2
89	675,0	408,6
90	701,2	423,4
91	728,2	438,7
92	756,1	454,4
93	785,0	470,6
94	814,7	487,2
95	845,3	504,3
96	876,9	522,0
97	909,5	540,1
98	943,0	558,7
99	977,6	577,8
100	1013,2	597,5
101	1050	617,7
102	1088	638,5
103	1127	659,8
104	1167	681,7
105	1208	704,2
106	1250	727,3
107	1294	751,1
108	1339	775,4
109	1385	800,4
110	1432	826,0
111	1481	852,3
112	1531	879,3
113	1583	906,9
114	1636	935,3
115	1690	964,3
116	1746	994,1
117	1803	1025
118	1862	1056
119	1923	1088
120	1985	1121
121	2049	1155
122	2114	1189
123	2181	1224
124	2250	1260
125	2320	1297
126	2392	1335
127	2467	1374
128	2543	1413
129	2620	1454
130	2700	1495
131	2782	1538
132	2866	1581
133	2952	1626
134	3039	1671
135	3129	1717
136	3221	1765
137	3316	1813
138	3412	1863

t (°C)	$P_s$ mbar	$p_v$ g/m <sup>3</sup>
139	3511	1913
140	3612	1965

1) Fuente: "The Smithsonian Meteorological Tables, 6th revised edition (1971), Washington D.C. for temperatures between -100 and 0°C" y del "National Bureau of Standards and National Research of Canadá": "Steam tables (1984) for temperatures between +7 and +140°C". Los valores por debajo de 0 °C se refieren a la saturación sobre hielo





## Aisladores metálicos Metallic insulators

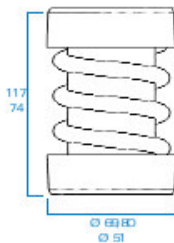
### Características comunes /General characteristics

Muelle de acero normalizado de alta resistencia según norma DIN y tratado en proceso "shoot peeling" para prolongar su resistencia al envejecimiento dinámico. Acabado en epoxi (negro para la serie de 71 de altura y azul para el resto) con lo cual resiste los ambientes salinos a diferencia de los que van protegidos con baño galvanico. Además los tratamientos galvanicos debilitan la superficie del hilo del muelle debido al ataque de iones ricos en hidrógeno. Cazoletas adheridas mediante doble sistema de seguridad por pivotes internos y masilla viscoelástica (en la serie de 111 de altura) y sólo por masilla viscoelástica en la serie de 71 de altura. Esta masilla evita el contacto directo de las partes metálicas y favorece la opacidad del sonido. Peza interna de polietileno flexibilizado que evita la entrada de elementos sólidos. Bases metálicas con orificios abiertos para facilitar el montaje y su centrado al suelo.

High resistance normalized iron spring according to DIN norm and treated with shoot peeling process to prolong its resistance to dynamic ageing. Its finish is done with epoxy (black for the low serie and blue for the rest) superior to those that are only protected with galvanic baths, so they are indicated for saline environments, furthermore the galvanic bath weakens the spring's surface due to ion attacks rich in hydrogen. The shields are stuck on through a double safety system by internal pivots and viscoelastic putty (in high serie) and only with the viscoelastic putty in the low serie. This putty avoids direct contact of the metallic parts and favours the sound capacity. Internal flexible polyethylene piece that avoids the entrance of solid elements. Metallic bases with open holes to allow assembly and centring on the ground.

### Sin bases metálicas / No base

Código	Carga mínima-máxima kg	Flecha mm	Sobrecarga admisible transitoria	U.Emb.	Caja
<b>Con altura libre de 71 a 74 mm /Free height from 71 to 74 mm</b>					
20001500	6-15	10-25	10%	50	
20002500	10-25	10-25	10%	50	
20005000	20-50	10-25	10%	50	
20007500	30-75	10-25	10%	50	
20010000	40-100	10-25	10%	50	
20012500	50-125	10-25	10%	50	
<b>Con altura libre de 111 a 117 mm /Free height from 111 to 117 mm</b>					
21015000	64-150	15-35	30%	12	
21020000	86-200	15-35	25%	12	
21025000	107-250	15-35	20%	12	
21035000	150-350	15-35	14%	12	
21045000	193-450	15-35	11%	12	
21055000	261-550	15-35	11%	12	



**Con base metálica inferior / With metallic base**

Código	Carga mínima-máxima kg	Flecha mm	Sobrecarga admisible transitoria	U.Emb.	Caja
<b>Con altura libre de 71 a 74 mm / Free height from 71 to 74 mm</b>					
20001510	6-15	10-25	10%	50	
20002510	10-25	10-25	10%	50	
20005010	20-50	10-25	10%	50	
20007510	30-75	10-25	10%	50	
20010010	40-100	10-25	10%	50	
20012510	50-125	10-25	10%	50	
<b>Con altura libre de 111 a 117 mm / Free height from 111 to 117 mm</b>					
21015010	64-150	15-35	30%	20	
21020010	86-200	15-35	25%	20	
21025010	107-250	15-35	20%	20	
21035010	150-350	15-35	14%	20	
21045010	193-450	15-35	11%	20	
21055010	261-550	15-35	11%	20	


**Con 2 bases metálicas en ambos extremos / Two metallic bases**

Código	Carga mínima-máxima kg	Flecha mm	Sobrecarga admisible transitoria	U.Emb.	Caja
<b>Con altura libre de 71 a 74 mm / Free height from 71 to 74 mm</b>					
20001520	6-15	10-25	10%	40	
20002520	10-25	10-25	10%	40	
20005020	20-50	10-25	10%	40	
20007520	30-75	10-25	10%	40	
20010020	40-100	10-25	10%	40	
20012520	50-125	10-25	10%	40	
<b>Con altura libre de 111 a 117 / Free height from 111 to 117mm</b>					
21015020	64-150	15-35	30%	12	
21020020	86-200	15-35	25%	12	
21025020	107-250	15-35	20%	12	
21035020	150-350	15-35	14%	12	
21045020	193-450	15-35	11%	12	
21055020	261-550	15-35	11%	12	



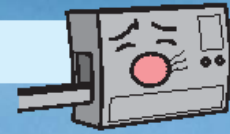
# **APÉNDICE IX:**

Información Técnica de  
Tratamiento de Aire y Equipos

# Sistema de purificación de aire

## ¿Tiene alguno de estos problemas?

Fallo de arranque y elevadas tasas de rechazo de productos



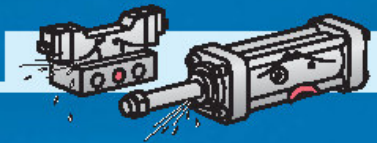
Fallo de suministro a la tolva



Distribución irregular de la pintura



Grandes fugas de aire y reducida vida útil de las válvulas y actuadores



Disminución de la fuerza de salida de los cilindros



Fallo de control de la presión



Grandes caídas de presión, elevadas tasas de sustitución de filtros



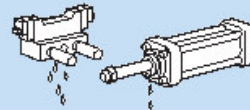
Purga automática con flujo constante



Esta clase de problemas puede surgir por diversos factores.

**Problemas debidos a la humedad y al aceite**

Averías en las válvulas y actuadores causadas por falta de grasa



Hinchamiento de juntas de goma



**Generación de óxido**

Válvula corredera oxidada



Regulador corroído



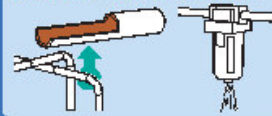
**Contaminación por agua en la pistola de soplado**

Gotitas de agua

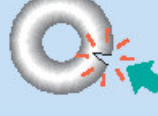


**Problema con óxido y partículas en los conductos**

Válvula de purga automática atascada por el óxido en el interior de los conductos



Fuga de aire causada por daño en la junta



**Solidificación del polvo**

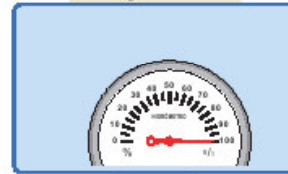
Solidificación o adhesión causada por la humedad



Avería causada por válvula obstruida



**Problemas relacionados con el clima y la estación**

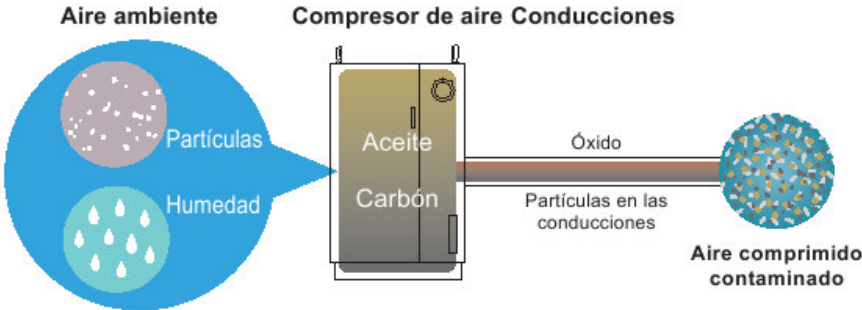


**Efecto sobre cada dispositivo**

	Efecto				
	Humedad	Aceite	Carbón	Carbón con alquitrán	Óxido
Electroválvula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avería por falta de grasa</li> <li>Válvula atascada debido al óxido</li> <li>Válvula de goma hinchada</li> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula de goma hinchada</li> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula atascada</li> </ul>		
Cilindro neumático Actuador de giro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avería por fugas de grasa</li> <li>Válvula atascada debido al óxido</li> <li>Componente bloqueado</li> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo rendimiento de la junta del vástago del pistón</li> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vástago del pistón bloqueado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo rendimiento de la junta del vástago del pistón</li> <li>Reducción de vida útil</li> </ul>
Regulador Relé neumático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red. del rendimiento o fallo</li> <li>Red. de vida útil debido al óxido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red. del rendimiento o fallo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula atascada</li> </ul>		
Equipo de instrumentación neumática	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red. de vida útil debido al óxido</li> <li>Mal funcionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mal funcionamiento</li> </ul>			
Conducciones	Formación de óxido en el interior de un conducto				
Pulverizador de aire	Formación de óxido en el interior de un conducto				
Pulverizador de aire (pintura)	Formación de óxido en el interior de un conducto				
Motor de aire (Accionador de aire/turbina de aire)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menores revoluciones</li> <li>Red. de vida útil debido al óxido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menores revoluciones o fallo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallo del componente bloqueado</li> </ul>		
Soplado de aire	Formación de gotitas de agua				
Pulverizador de aire (pintura)	Formación de gotitas de agua				
Transferencia de polvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>El polvo se adhiere a la superficie mojada de la pared.</li> <li>Polvo contaminado</li> <li>Polvo solidificado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Polvo contaminado</li> </ul>		
Micrómetro de aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Error o fallo de instrumentación</li> </ul>				
Agitación (relacionado con cemento/comida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallo por contaminación, agitación</li> </ul>				

### Problemas con el aire comprimido

El aire comprimido está formado por aire ambiental comprimido. Durante este proceso, se recogen también las sustancias presentes en el ambiente, y se añaden otras sustancias durante el proceso de compresión y suministro del aire.



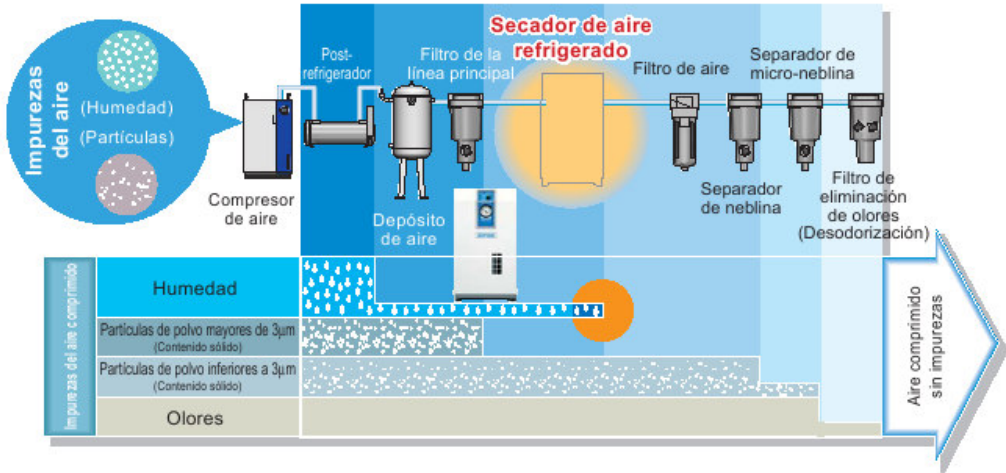
En definitiva, ésta es la cantidad de humedad que puede incluir el aire comprimido.

**113 l = 0.75 l x Aprox. 150 botellas de vino**

<Condiciones> Salida del compresor: 75 kW. El aire a 30 °C y una humedad relativa del 80% se comprime a 0,7 MPa durante 8 horas.

### Importancia de un secador

El aire comprimido incluye objetos extraños como la humedad (vapor de agua, gotitas de agua), aceite y partículas. Las gotitas de agua, el aceite y las partículas pueden eliminarse usando filtros de aire, separadores de neblina, etc., pero la humedad debe eliminarse mediante un secador..



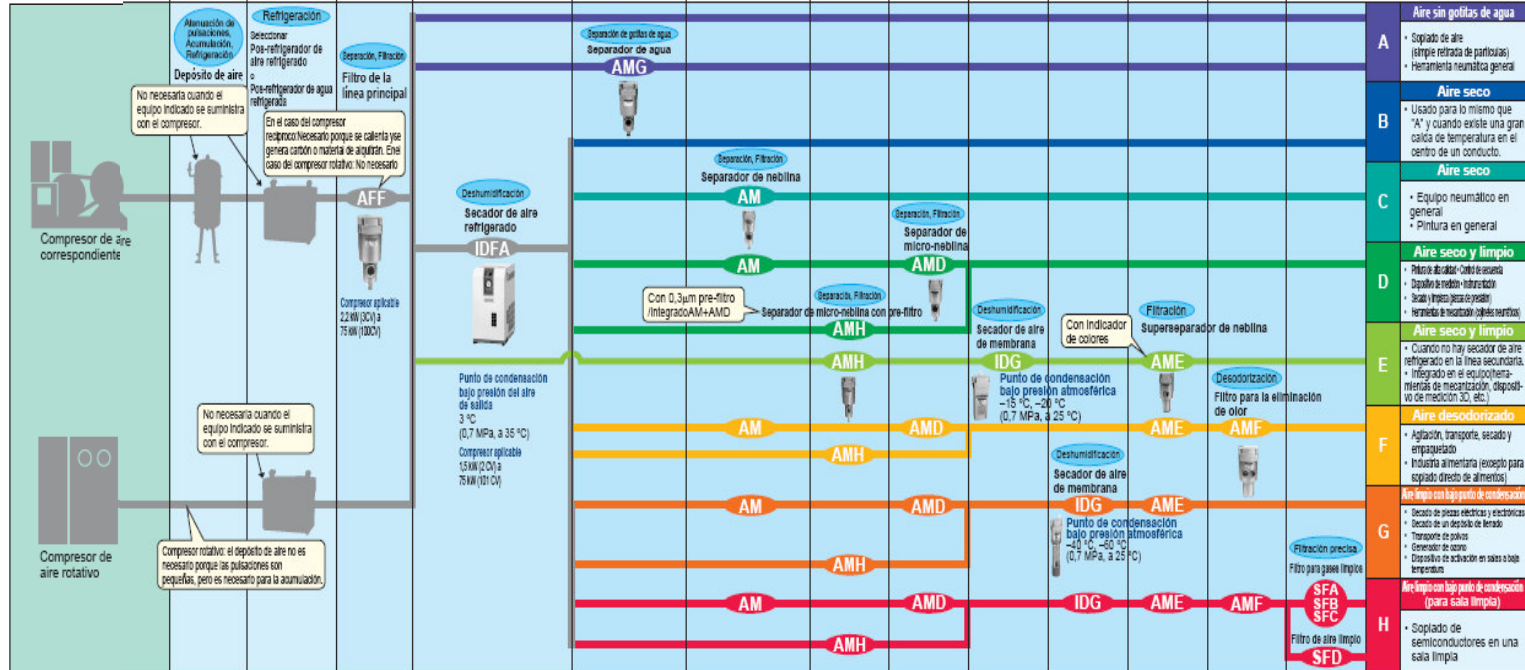
# ¡SMC presenta su sistema de purificación de aire!

## Caudal del sistema de purificación de aire de SMC

Nota 1) Cuando la concentración de neblina de aceite (concentración de descarga del compresor) en el lado de entrada es aprox. 30 mg/m<sup>3</sup> (ANR) o menos.  
 Nota 2) Se refiere a la calidad del aire comprimido basada en ISO8573-1:2001 (consulte la página 6), así como el mejor grado de caudal sicado por cada sistema.  
 La calidad del aire de entrada afectará a la clase de calidad del aire.  
 Nota 3) La clase de calidad del aire 1, 1, 1 también está disponible como pedido especial. Para obtener más detalles, contacte con SMC.

Sistema	Ejemplo de aplicación	Impurezas del aire comprimido					Clase de calidad del aire
		Grado de filtración nominal (tamano de partículas retenidas 99%)	Humedad	Concentración de neblina de aceite	Limpieza	Olor a aceite	
A	<b>Aire sin gotitas de agua</b> • Soplado de aire (simple retirada de partículas) • Herramienta neumática general	3 µm	Punto de condensación: 17 MPa, 41°C 7 g/m <sup>3</sup> (ANR) (A 0,7 MPa, 25°C)	—	—	—	3, -
B	<b>Aire seco</b> • Usado para lo mismo que "A" y cuando existe una gran caída de temperatura en el centro de un conducto.	—	—	—	—	—	3, 4, - 3, 5, - 3, 6, -
C	<b>Aire seco</b> • Equipo neumático en general • Pintura en general	0.3 µm	—	Máx. 1 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.8 ppm	—	Olor a aceite	2, 4, 3 2, 5, 3 2, 6, 3
D	<b>Aire seco y limpio</b> • Puntos de soldadura / Control de descarga • Operación de medición / Instrumentación • Secado / Limpieza (puntas de presión) • Herramientas de mecanización (puntos de medición)	—	Punto de condensación bajo presión atmosférica: -15 a -23°C 1.7 g/m <sup>3</sup> (ANR) a 0.8 g/m <sup>3</sup> (ANR)	Máx. 0.1 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.08 ppm	—	—	1, 4, 2 1, 5, 2 1, 6, 2
E	<b>Aire seco y limpio</b> • Cuando no hay secador de aire refrigerado en la línea secundaria. • Integrado en el equipo/herramientas de mecanización, dispositivo de medición (3D, etc.)	—	Punto de condensación bajo presión de 0.7 MPa: 13 a 3°C	Máx. 0.01 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.008 ppm	35 partículas o menos de 0.3 µm o más de diámetro (10 (ANR))	—	1, 4, 1 1, 5, 1 1, 6, 1
F	<b>Aire desodorizado</b> • Agitación, transporte, secado y empaquetado • Industria alimentaria (excepto para soplado directo de alimentos)	0.01 µm	—	Máx. 0.004 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.0032 ppm	—	Sin olor a aceite	—
G	<b>Aire limpio con bajo punto de condensación</b> • Secado de piezas eléctricas y electrónicas • Secado de un conducto de llenado • Transporte de gases • Generador de vapor • Dispositivo de activación en salas o bodegas limpias	—	Punto de condensación bajo presión atmosférica: -40 a -60°C 0.5 g/m <sup>3</sup> (ANR) a 0.02 g/m <sup>3</sup> (ANR)	Máx. 0.01 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.008 ppm	—	Olor a aceite	1, 1, 1 1, 2, 1 1, 3, 1
H	<b>Aire limpio con bajo punto de condensación (para sala limpia)</b> • Soplado de semiconductores en una sala limpia	—	Punto de condensación bajo presión de 0.7 MPa: -18 a -42°C 0.02 g/m <sup>3</sup> (ANR)	Máx. 0.004 mg/m <sup>3</sup> (ANR) 0.0032 ppm	Partícula de 0.1 µm o más de diámetro 0 un, 16 e	Sin olor a aceite	—

Nombre del producto	Depósito de aire	Línea principal		Línea secundaria		Línea local						
		Post-refrigerador de aire refrigerado / Post-refrigerador de agua refrigerada	Filtro de línea principal	Secadores de aire refrigerado	Separador de agua	Separador de neblina	Separador de micro-neblina con pre-filtro	Separador de micro-neblina	Secador de aire de membrana	Super separador de neblina	Filtro para la eliminación de olores	Filtros de gas limpio / Filtro de aire limpio
Modelo	-	AFF	IDFA	AMG	AM	AMH	AMD	IDG	AME	AMF	SFA, SFB, SFC, SFD	
Caudal de aire (min ANR)	-	300 a 12000	200 a 11000	300 a 12000	200 a 12000	200 a 12000	200 a 12000	10 a 1000	75 a 300 / 50 a 150	200 a 12000	200 a 12000	26 a 500
Máx. temperatura del aire de entrada	-	60 °C	50 °C	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C	50 °C, 55 °C (El valor cambia dependiendo del modelo)	60 °C	60 °C	80 °C, 120 °C, 45 °C (El valor cambia dependiendo del modelo)	
Grado de filtración nominal (tamano de partículas filtradas 99%)	-	3 µm	-	99 %	0.3 µm	0.01 µm (0.3 µm con pre-filtro)	0.01 µm	-	0.01 µm (ANR) (0.008 ppm)	0.01 µm (ANR) (0.008 ppm)	0.01 µm	
(Nota 1) Concentración de neblina de aceite salida Máx.	-	-	-	-	1 mg/m <sup>3</sup> (ANR) (0.8 ppm)	0.1 mg/m <sup>3</sup> (ANR) (0.08 ppm)	-	-	0.01 mg/m <sup>3</sup> (ANR) (0.008 ppm)	0.004 mg/m <sup>3</sup> (ANR) (0.0032 ppm)	-	
Limpieza de salida	-	-	-	-	-	-	-	-	El caudal es menor de 0.3 µm (en el diametro) (10 (ANR))	-	Partícula con 0.1 µm o más de diametro 0 un, 16 e	
Punto de condensación bajo presión atmosférica (Presión de entrada de aire 0.7 MPa)	-	-	-23 °C Temperatura de entrada: 35 °C	-	-	-	-	-15 °C / -20 °C Temp. de entrada: 25 °C	-40 °C / -60 °C Temp. de entrada: 25 °C	-	-	



# Equipo de purificación de aire SMC

## Tabla/guía de selección de equipos de purificación de aire

\* A continuación se muestran las combinaciones estándar de filtro-secador de aire.

Para obtener detalles adicionales de cada serie, consulte el catálogo ES30-9 "Secador de aire refrigerado" y el catálogo "Best Pneumatics" de SMC.

\* El símbolo "—" de la tabla indica que el equipo no es aplicable, el símbolo "#" indica la disponibilidad. Si desea obtener más detalles, contacte con SMC.

\* Los valores de capacidad de caudal se dan únicamente como referencia y se basan en la salida del compresor.

La tabla siguiente muestra las situaciones en las que el punto de condensación bajo presión (PDP) es 3 °C, 7 °C y 10 °C a 0,7 MPa.

\* Cuando se necesiten otros puntos de condensación bajo presión, consulte el catálogo ES30-9 "Secador de aire refrigerado" y el catálogo "Best Pneumatics" de SMC.

Póngase en contacto con SMC cuando la presión máxima de funcionamiento del sistema sea superior a 1,0 MPa.

Compresor de aire		Línea secundaria (Nota 1)				Línea local (Nota 1)				
Potencia (kW)	Capacidad de caudal (m³/min) (ANR)	Filtro de la línea principal	Secador de aire refrigerado (Nota 2)			Separador de neblina	Separador de micro-neblina con pre-filtro	Separador de micro-neblina	Super separador de neblina	Filtro de eliminación de olor
			3 °C PDP	7 °C PDP	10 °C PDP					
0.75	0.1	AFF2B-F03D-T	-	-	-	AM150-F03D-T	AMH150-F03D-T	AMD150-F03D-T	AME150-F03	AMF150-F03
1.5	0.2	AFF2B-F03D-T	IDFA3E-23	IDFA3E-23	IDFA3E-23	AM150-F03D-T	AMH150-F03D-T	AMD150-F03D-T	AME150-F03	AMF150-F03
2.2	0.3	AFF2B-F03D-T	IDFA4E-23	IDFA4E-23	IDFA4E-23	AM150-F03D-T	AMH250-F03D-T	AMD250-F03D-T	AME250-F03	AMF250-F03
3.7	0.5	AFF4B-F03D-T	IDFA6E-23-K	IDFA4E-23	IDFA4E-23	AM250-F03D-T	AMH250-F03D-T	AMD250-F03D-T	AME250-F03	AMF250-F03
5.5	0.7	AFF4B-F04D-T	IDFA8E-23-K	IDFA6E-23-K	IDFA6E-23-K	AM250-F04D-T	AMH350-F04D-T	AMD350-F04D-T	AME350-F04	AMF350-F04
7.5	1.0	AFF4B-F04D-T	IDFA8E-23-K	IDFA8E-23-K	IDFA8E-23-K	AM350-F04D-T	AMH350-F04D-T	AMD350-F04D-T	AME350-F04	AMF350-F04
11	1.5	AFF8B-F06D-T	IDFA15E-23-K	IDFA11E-23-K	IDFA8E-23-K	AM350-F06D-T	AMH450-F06D-T	AMD450-F06D-T	AME450-F06	AMF450-F06
15	2.0	AFF11B-F06D-T	IDFA15E-23-K	IDFA15E-23-K	IDFA15E-23-K	AM450-F06D-T	AMH450-F06D-T	AMD450-F06D-T	AME450-F06	AMF450-F06
22	3.0	AFF22B-F10D-T	IDFA22E-23-K	IDFA22E-23-K	IDFA22E-23-K	AM550-F10D-T	AMH550-F10D-T	AMD550-F10D-T	AME550-F10	AMF550-F10
27	3.5	AFF22B-F10D-T	IDFA37E-23-K	IDFA22E-23-K	IDFA22E-23-K	AM550-F10D-T	AMH550-F10D-T	AMD550-F10D-T	AME550-F10	AMF550-F10
37	5.0	AFF37B-F14D-T	IDFA55E-23-L	IDFA37E-23-K	IDFA37E-23-K	AM650-F14D-T	AMH650-F14D-T	AMD650-F14D-T	AME650-F14	AMF650-F14
55	7.5	AFF75B-F20D-T	IDFA75E-23-L	IDFA75E-23-L	IDFA55E-23-L	AM850-F20D-T	AMH850-F20D-T	AMD850-F20D-T	AME850-F20	AMF850-F20
75	10.0	AFF75B-F20D-T	IDFA75E-23-L	IDFA75E-23-L	IDFA75E-23-L	AM850-F20D-T	AMH850-F20D-T	AMD850-F20D-T	AME850-F20	AMF850-F20

Nota 1) En las referencias de las series AFF, AM, AMH y AMD se incluyen las opciones de purga automática normalmente abierta y de indicador de servicio de elemento.

Consulte el catálogo "Best Pneumatics" de SMC cuando se requieran otras opciones.

Nota 2) Temperatura del aire de entrada: saturado a 35 °C.

## Clases ISO de calidad del aire comprimido

El grado de pureza del aire comprimido con partículas sólidas, agua y aceite se define en ISO 8573-1: 2001

Clase	Número máx. de partículas sólidas por m³			Máx. punto de condensación bajo presión a 0,7 MPa (°C)	Concentración máx. de aceite (mg/m³)
	0,1 a 0,5 µm	0,5 a 1,0 µm	1,0 a 5,0 µm		
1	100	1	0	-70	0.01
2	100000	1000	10	-40	0.1
3	-	10000	500	-20	1
4	-	-	1000	3	5
5	-	-	20000	7	-
6	-	-	-	10	-

Cómo utilizar la tabla:

Ej. En el caso de la siguiente condición:

Tamaño de partícula sólida: 0,1 µm

Número de partículas sólidas: 100

Punto de condensación bajo presión: 3 °C

Concentración de aceite: 0,1 mg/m³

La clase de calidad se muestra como 1, 4, 2.



## Secador de aire refrigerado: Serie IDFA□□



- Tensión de alimentación eléctrica: **Monofásica 230 Vca (50 Hz)**
- Punto de condensación bajo presión del aire de salida: **3 °C**
- Refrigerante: **R134a (HFC), R407C (HFC)**

Coefficiente de disminución de ozono igual a cero



Serie	Compresor aplicable	Caudal de aire m³/h (ANR)
IDFA3 a 75E	1,5 a 75 kW	12 a 822



# Equipo de purificación de aire SMC



## Filtro de la línea principal: Serie AFF



Serie	Grado de filtración nominal (µm)	Caudal nominal l/min (ANR)	Tamaño conexión
<b>AFF</b>	3 (tamaño de partículas filtradas 95%)	300 a 12000	1/8 a 2



## Separador de neblina: Serie AM Separador de micro-neblina: Serie AMD Separador de micro-neblina con pre-filtro: Serie AMH



Serie	Grado de filtración nominal (µm)	Caudal nominal l/min (ANR)	Tamaño conexión
<b>AM</b>	0,3 (tamaño de partículas filtradas 95%)	300 a 12000	1/8 a 2
<b>AMD</b>	0,01 (tamaño de partículas filtradas 95%)	200 a 12000	1/8 a 2
<b>AMH</b>	0,01 (tamaño de partículas filtradas 95%)	200 a 12000	1/8 a 2



## Super separador de neblina: Serie AME



Serie	Grado de filtración nominal (µm)	Caudal nominal l/min (ANR)	Tamaño conexión
<b>AME</b>	0,01 (tamaño de partículas filtradas 95%)	200 a 12000	1/8 a 2



## Filtro de eliminación de olores: Serie AMF



Serie	Grado de filtración nominal (µm)	Caudal nominal l/min (ANR)	Tamaño conexión
<b>AMF</b>	0,01 (tamaño de partículas filtradas 95%)	200 a 12000	1/8 a 2

### SMC CORPORATION (Europe)

Austria	☎ +43 226262280	www.smc.at	office@smc.at
Belgium	☎ +32 (0)33551464	www.smc-pneumatics.be	post@smcpneumatics
Bulgaria	☎ +359 2 9744492	www.smc.bg	office@smc.bg
Croatia	☎ +385 1 377 66 74	www.smc.hr	office@smc.hr
Czech Republic	☎ +42 0541424611	www.smc.cz	office@smc.cz
Denmark	☎ +45 70252900	www.smc-pneumatik.com	smc@smc-pneumatik.dk
Estonia	☎ +372 (0)6593540	www.smc-pneumatics.ee	smc@smcpneumatics
Finland	☎ +358 207 513513	www.smc.fi	smcfi@smc.fi
France	☎ +33 (0)164761000	www.smc-france.fr	contact@smc-france.fr
Germany	☎ +49 (0)61034020	www.smc-pneumatik.de	info@smc-pneumatik.de
Greece	☎ +30-210-2717265	www.smchellas.gr	sales@smchellas.gr
Hungary	☎ +36 13711343	www.smc.hu	office@smc.hu
Ireland	☎ +353 (0)14039000	www.smc-pneumatics.ie	sales@smcpneumatics
Italy	☎ +39 (0)292711	www.smcitalia.it	mailbox@smcitalia.it
Latvia	☎ +371 (0)7779474	www.smc.lv	info@smclv.lv
Lithuania	☎ +370 5 264 81 26		
Netherlands	☎ +31 (0)205318888	www.smc-pneumatics.nl	info@smcpneumatics
Norway	☎ +47 67129020	www.smc-norge.no	post@smc-norge.no
Poland	☎ +48 225485085	www.smc.pl	office@smc.pl
Portugal	☎ +351 226108922	www.smces.es	postpt@smc.smces.es
Romania	☎ +40 213205111	www.smcromania.ro	smcromania@smcromania.ro
Russia	☎ +812 1185445	www.smc-pneumatik.ru	marketing@smc-pneumatik.ru
Slovakia	☎ +421 244456725	www.smc.sk	office@smc.sk
Slovenia	☎ +386 73885249	www.smc.si	office@smc.si
Spain	☎ +34 945184100	www.smces.es	post@smc.smces.es
Sweden	☎ +46 (0)86031200	www.smc.nu	post@smcpneumatics
Switzerland	☎ +41 (0)523963131	www.smc.ch	info@smc.ch
Turkey	☎ +90 (0)2122211512	www.entek.com.tr	smc-entek@entek.com.tr
UK	☎ +44 (0)8001382930	www.smc-pneumatics.co.uk	sales@smcpneumatics

SMC CORPORATION [www.smcworld.com](http://www.smcworld.com)  
European Marketing Centre [www.smceu.com](http://www.smceu.com)

European Marketing Centre

Zuazobidea 14, 01015 Vitoria-Gasteiz, España

Teléfono: +34 945 184100

Fax: +34 945 945124

# Filtros de línea

## Serie AFF

La serie AFF se monta en las redes principales para eliminar impurezas como aceite, agua, partículas extrañas del aire comprimido. Mejora el funcionamiento del secador colocado hacia abajo, aumenta la vida del filtro de precisión y previene futuros problemas en el equipo neumático.



AFF □ B



Fluido	Aire comprimido
Presión máx. de trabajo	1.0MPa
Presión mín. de trabajo □	0.05MPa
Presión de prueba	1.5MPa
Temperatura ambiente y de fluido	5 a 60°C
Grado de filtración	3µm (recolección tamaño partículas 95%)
Vida cartucho filtrante	2 años (1 año mod. A) o cuando la caída de presión sea 0.1MPa

□Purga automática N.A.: 0.15MPa

### Accesorios (opción )/Para AFF2B a AFF75B

Modelo aplicable	AFF2B	AFF4B	AFF8B	AFF11B	AFF22B	AFF37B	AFF75B
Conjunto fijación (con perno capuchino, con arandela elástica)	BM51	BM52	BM53	BM54	BM55	BM56	BM57

### Modelo

Modelo	AFF2B	AFF4B	AFF8B	AFF11B	AFF22B	AFF37B	AFF75B
Caudal nom. <sup>(1)</sup> (l /min (ANR))	300	750	1500	2200	3500	6000	12000
Conexión	1/8, 1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/8, 1/2, 3/4	1/2, 3/4, 1	3/4, 1	1, 1 1/2	1 1/2, 2
Peso (kg)	0.38	0.55	0.9	1.4	2.1	4.2	10.5



Nota 1) El caudal máx. está a 0.7MPa. El caudal máximo depende de la presión de trabajo. Véase las características de caudal en la pág. 4.4-3 y el gráfico del caudal máximo en la pág. 4.4-1.

### Forma de selección

Proceda como se indica a continuación para seleccionar el modelo en relación con los requisitos de presión de entrada y de caudal de aire máximo.

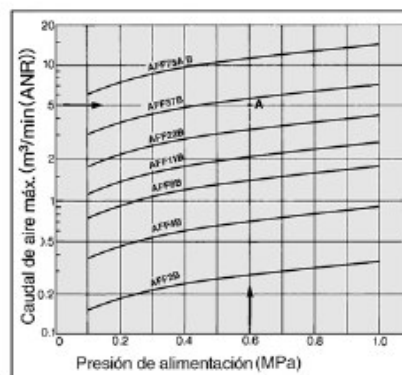
(Ejemplo) Presión de entrada : 0.6MPa

Caudal de aire máx.: 5m<sup>3</sup>/min (ANR)

- Mediante el "Gráfico de caudal máx.", halle el punto A, en el que la presión de entrada y el caudal de aire máximo se unen.
- Seleccione un modelo con el caudal de aire máximo que se encuentra sobre el punto de intersección A obtenido, en este caso el modelo es el AFF37B.

Nota) Asegúrese de seleccionar un modelo con la línea de caudal de aire máximo que se encuentra sobre el punto de intersección obtenido. Si selecciona un modelo con la línea de caudal de aire máximo que se encuentra debajo del punto de intersección obtenido, tendrá un caudal excesivo y causará problemas.

### Gráfico del caudal máximo



HA □

ID □

AMG

**AFF**

AM □

FQ1

Productos relacionados



Pág.4.4-7

# Serie AFF

## Forma de pedido AFF2B a AFF75B

**AFF 8B 03 B J**

**Tamaño cuerpo**

2B	1/8 base
4B	1/4 base
8B	3/8 base
11B	1/2 base
22B	3/4 base
37B	1 base
75B	1 1/2 base

**Rosca**

—	Rc(PT)
F	G(PF)
N	NPT

**Características opcionales**

J	Rosca hembra 1/4" guía purga
R	IN/OUT invertidos
T	Indicador saturación cartucho

**Accesorios (Opción)**

Símbolo	Designación
—	Sin accesorios
B	Fijación
C	Purga automática N.C.
D	Purga automática N.A.

☐ Véase las combinaciones de los accesorios y de las opciones en la tabla inferior.

Nota) Véase "Forma de pedido" del conjunto del vaso en la pág. 4.6-6.

**Opción**       Disponible     No disponible     Según el modelo

Accesorios/Caracterist. opcionales	Accesorios		Opciones				Modelo aplicable					
	C	D	J	R	T	AFF2B	AFF4B	AFF8B	AFF11B	AFF22B	AFF37B	AFF75B
Accesorios												
Purga autom. N.C.	C					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Purga autom. N.A.	D					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Caracter. técnicas												
Guía purga 1/4"	J					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
IN/OUT invertidos	-R					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Indicador de saturación	-T					☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉

**Conexión**

01	1/8"	06	3/8"
02	1/4"	10	1"
03	3/8"	14	1 1/2"
04	1/2"	20	2"

## ⚠ Precauciones

Léase detenidamente las instrucciones antes de su uso. Véase en las págs. 0-26 y 0-27 las normas de seguridad y las precauciones generales relativas a los productos mencionados en este catálogo, y véase de la pág.4.0-5 a la 4.0-7 las precauciones más detalladas de cada serie.

## Diseño

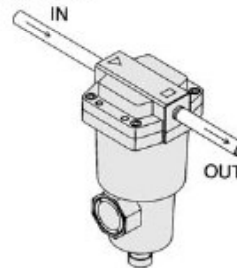
### ⚠ Precaución

- Coloque este producto donde no se produzcan vibraciones. Si la diferencia de presión interna/externa excede 0.1 MPa, el cartucho filtrante podría romperse.
- Cuando utilice una purga automática, realice el conexionado con el rango que se indica a continuación:  
Norm. cerrado (N.C.) } Los racores de los tubos están incluidos. Utilice un tubo Norm. abierto (N.A.) } externo de 10mm y una long. de conexionado de 5m.
- Cuando utilice una purga automática normalmente abierta (N.A.) , como la válvula no se cierra hasta que la presión no es mayor de 0.15MPa, el aire, en pequeñas cantidades, podría seguir descargándose de la zona de purga de un compresor de aire. Por lo tanto, asegúrese de utilizar una purga automática normalmente cerrada (N.C.) con un compresor menor de 3.7kW.
- La fijación que se incluye con el producto es para soportar el producto en sí. Se necesitan soportes por separado para el conexionado y otros dispositivos de conexión.

## Instalación

### ⚠ Precaución

- Compruebe la dirección del caudal de aire comprimido y la marca " > " que señala el lado de entrada del producto antes de su conexión. No se puede utilizar con su dirección invertida.



- Asegúrese de instalar este producto horizontalmente. Si se instala en diagonal, de lado o hacia abajo, los condensados separados mediante el cartucho filtrante salpicarán el lado secundario.

## Mantenimiento

### ⚠ Precaución

- Para los modelos AFF2B al AFF75B, la sustitución del cartucho filtrante se realiza cuando la caída de presión alcanza 0.1MPa o después de 2 años de su puesta en servicio, la que tenga lugar primero. La caída de presión se puede verificar mediante un producto que esté equipado con un indicador de saturación del cartucho filtrante (-T) o con un manómetro de presión diferencial (ejecución especial).
- En el momento de sustituir el cartucho filtrante, sustituya también la junta tórica y la junta de sellado.
- Cuando utilice los modelos AFF2B a AFF75B equipados con una válvula de purga, una guía de purga o una válvula de bola, descargue los condensados antes de que el fluido de purga alcance el centro de la mirilla. Si no se descarga adecuadamente, los condensados fluirán hacia el lado secundario.

# Separador de neblina

## Serie AM

La serie AM puede separar y eliminar la neblina del aceite en el aire comprimido lo que para filtros de aire ordinarios era una tarea difícil y también elimina partículas sólidas como son moho o carbono de más de 0.3µm. Es la más adecuada para fuentes de aire que accionan pilotos, electroválvulas metálicas.



### Modelo

Modelo	AM150	AM250	AM350	AM450	AM550	AM650	AM850
Caudal nominal (d/min (ANR)) <sup>(1)</sup>	300	750	1500	2200	3500	6000	12000
Conexión (Tamaño nominal B)	1/8, 1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/8, 1/2, 3/4	1/2, 3/4, 1	3/4, 1	1, 1 1/2	1 1/2, 2
Peso (kg)	0.38	0.55	0.9	1.4	2.1	4.2	10.5



Nota 1) Capacidad de fluido máx. a presión de 0,7 Mpa. Varía dependiendo de la presión de trabajo. Véase las "Características de caudal" (pág. 4.5-2) y la figura del "Caudal de aire máx." (pág. 4.5-3).

### Características técnicas

Fluido	Aire comprimido
Presión máx. de trabajo.	1.0MPa
Presión mín. de trabajo <sup>(1)</sup>	0.05MPa
Presión de prueba	1.5MPa
Temperatura ambiente y de fluido	5 a 60°C
Filtración	0,3µm (recolección tamaño partículas 95%)
Porcentaje eliminación neblina de aceite	Máx. 1.0mg/m <sup>3</sup> (ANR) (≤0.8ppm) <sup>(2)</sup>
Duración cartucho filtrante	Para dos años o cuando la presión cae a 0.1MPa

Nota 1) Con purga automática: 0.15MPa

Nota 2) El compresor de explosión de eliminación de neblina de aceite a 30mg/m<sup>3</sup>(ANR) (ANR)

### Accesorios (opciones)

Modelos aplicables	AM150	AM250	AM350	AM450	AM550	AM650	AM850
Conjunto fijación (Con perno capuchino arandela muelle)	BM51	BM52	BM53	BM54	BM55	BM56	BM57

### Símbolo



Pág. 4.6-6

### Forma de pedido

**E** **AM** **250** **F** **03** **B** **J**

Tamaño del cuerpo

150	1/8
250	1/4
350	3/8
450	1/2
550	3/4
650	1
850	1 1/2

Código de área

-	Japón, Asia, Australia
E	Europa
N	Norteamérica

Rosca

-	Rc(PT)
F	G(PF)
N	NPT

Conexión

01	1/8 <sup>B</sup>	06	3/4 <sup>B</sup>
02	1/4 <sup>B</sup>	10	1 <sup>B</sup>
03	3/8 <sup>B</sup>	14	1 1/2 <sup>B</sup>
04	1/2 <sup>B</sup>	20	2 <sup>B</sup>

opciones

Accesorios (opciones)

Símbolo	Designación
-	Ninguno
B	Fijación
C	Purga automática N.C.
D	Purga automática N.A.

<sup>1</sup>Véase la tabla inferior para los accesorios/combinaciones de opciones.

J	Guía de purga 1/4" Rosca hembra
R	ENTRADA →SALIDA inversa
T	Indicador de saturación del cartucho filtrante



Nota) Véase en la pág. 4.6-6 la "Forma de pedido" del conjunto.

Tabla: Accesorios/Combinaciones opciones  Disponible  No disponible  Depende del modelo

Accesorios/ opciones	Accesorios		opciones				Modelos aplicables						
	C	D	J	R	T	AM150	AM250	AM350	AM450	AM550	AM650	AM850	
Accesorios													
N.C. Purga automática	C												
Purga automática N.A.	D												
opciones													
Guía de purga 1/4"	-J												
ENTRADA →SALIDA inversa	-R												
Indicador de saturación del cartucho filtrante	-T												

# Separador de neblina Serie AM

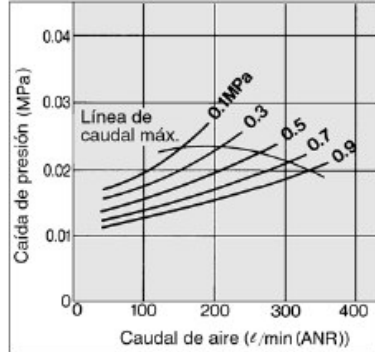
## Curvas de caudal

## Saturación de aceite del elemento filtrante

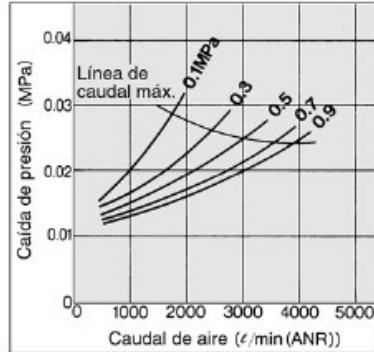


Nota) El aire comprimido máx. sobre la línea de fluido en la tabla siguiente no entraría dentro de las especificaciones del producto. Produciría daños en el elemento.

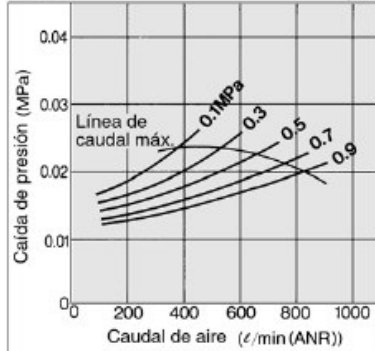
AM150  $\frac{1}{8}B$



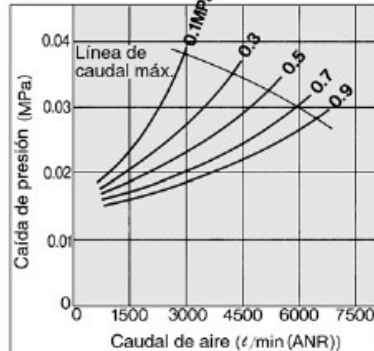
AM550  $\frac{3}{4}B$



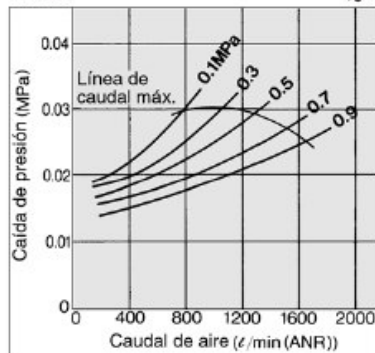
AM250  $\frac{1}{4}B$



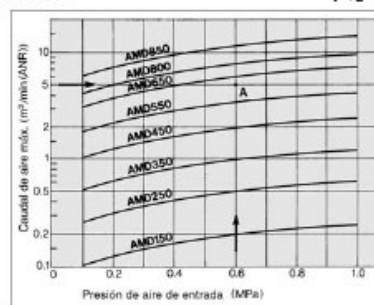
AM650 1B



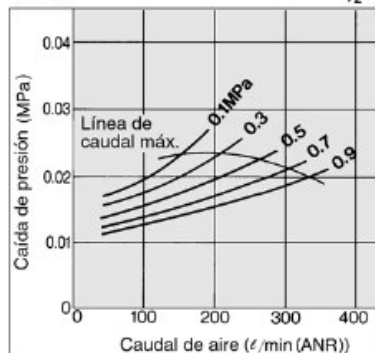
AM350  $\frac{3}{8}B$



AM850  $1\frac{1}{2}B$



AM450  $\frac{1}{2}B$



③ Cuando se utiliza con válvula de purga, guía de purga, o válvula de bola, descargue la purga antes de que el nivel de purga alcance el centro del vaso. Si no se descarga la purga adecuadamente, fluirá al lado secundario.

## Precauciones

Léase detenidamente las instrucciones antes de su uso. Véase de la pág. 0-26 a la 0-27 las normas de seguridad y las precauciones generales de los productos mencionados en este catálogo, y véase de la pág. 4.0-5 a 4.0-7 más información sobre las precauciones de cada serie.

### Diseño

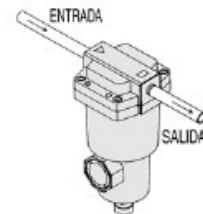
## Precaución

- El separador de neblina tiene que estar colocado en una zona menos susceptible a producirse pulsaciones. Se puede dañar el filtro si las presiones internas y externas exceden de 0.1MPa
- Cuando se utilice la purga automática, conecta el conexionado de purga en el siguiente rango: Normalmente cerrado (N.C.) ..... Normalmente abierto (N.A.) } Al proveerse los racores, utilice un tubo con un diámetro de 10mm, y mantenga una longitud de tubería en general de hasta 5m. Modelo AM850 (N.A.) ..... Utilice un tubo con un diámetro de 9mm o mayor y mantenga en general una longitud de tubería de hasta 2.8m. Si se utiliza la purga automática (N.A.) normalmente abierta, la válvula no se abrirá según diseño a menos de que el aire a presión sea de 0.15MPa o mayor, el aire podría continuar saliendo de la zona de descarga de purga si se utiliza un compresor de aire con un volumen de descarga pequeño. Por este motivo, cuando se utilice un compresor más pequeño de 3.7 kW, asegúrese de utilizar una purga automática (N.C.) normalmente cerrada.
- La fijación que se incluye con el producto es para aguantar el propio producto. Por este motivo, no puede aguantar la tubería u otros artículos que tengan que ser conectados. Si necesitan ser soportados, instale un soporte adicional.

### Montaje

## Precaución

- Compruebe la dirección del caudal de aire comprimido y la "D" marca que indica la entrada del producto antes de la conexión. No puede ser utilizado si se conecta en dirección contraria.



- Asegúrese de instalar este producto la tubería horizontal. Si se instala en diagonal, lateral o hacia arriba, la purga separada por el filtro saldría al lado secundario.

### Mantenimiento

## Precaución

- El intervalo de sustitución para el filtro corresponde al momento en el que la presión llega a 0.1MPa o después de un periodo de 2 años de funcionamiento, lo que primero venga. La caída de presión puede comprobar con un modelo con comprobador de obstrucción (-T) o con un modelo con manómetro de presión diferencial (Ejecuciones especiales).
- Cuando el filtro llega al momento del intervalo de sustitución, reemplácelo inmediatamente con uno nuevo. Sustituya la junta tórica, la junta de sellado y el filtro por nuevos. Para la nota ③, véase a la izquierda.

HA

ID

AMG

AFF

AM

FQ1

Productos relacionados

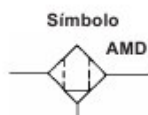
# Separador de neblina micrónico

## Serie AMD

La serie AMD puede separar y eliminar la neblina de aceite en estado de aerosol en el aire comprimido y elimina el polvo de más de  $0,01\mu\text{m}$ . Debe usarse como prefiltro para aire comprimido en instrumentos de precisión o para salas limpias.



 Pág. 4.5-14



### Modelo

Modelo	AMD150	AMD250	AMD350	AMD450	AMD550	AMD650	AMD850
Caudal nominal ( $\mu\text{min}$ (ANR)) <sup>1)</sup>	200	500	1000	2000	3500	6000	12000
Conexión (Tamaño nominal B)	1/8, 1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/8, 1/2, 3/4	1/2, 3/4, 1	3/2, 1	1, 1 1/2	1 1/2, 2
Peso (kg)	0.38	0.55	0.9	1.4	2.1	4.2	10.5



Nota 1) Capacidad de fluido máx. a presión de 0,7 Mpa.  
Varía dependiendo de la presión de trabajo. Véanse las "Características de caudal" (pág. 4.6-9) y la figura del "Caudal de aire máx." (pág. 4.5-8).

### Características técnicas

Fluido	Aire comprimido
Presión máx. de trabajo.	1.0MPa
Presión mín. de trabajo <sup>1)</sup>	0.05MPa
Presión de prueba	1.5MPa
Temperatura ambiente y de fluido	5 a 60°C
Filtración	0,01 $\mu\text{m}$ (recolección tamaño partículas 95%)
Porcentaje eliminación neblina de aceite	Máx.0.1mg/m <sup>3</sup> (ANR) <sup>2)</sup> (Saturación de aceite del elemento filtrante, a menos de 0.08ppm)
Duración cartucho filtrante	Para dos años o cuando la presión cae a 0.1MPa

Nota 1) Con purga automática N.A.: 0.15MPa

Nota 2) Compresor de explosión de eliminación de neblina de aceite es de 30mg/m<sup>3</sup>(ANR)

### Accesorios (opciones)

Modelos aplicables	AMD150	AMD250	AMD350	AMD450	AMD550	AMD650	AMD850
Conjunto fijación (Con perno capuchino, arandela muelle)	BM51	BM52	BM53	BM54	BM55	BM56	BM57



Véanse las "Precauciones" en la pág. 4.5-13.

# Separador de neblina micrónico Serie AMD

## Forma de pedido

AMD150 a AMD850

AMD **250** **03** **B** **J**

Tamaño del cuerpo	
150	1/8"
250	1/4"
350	3/8"
450	1/2"
550	3/4"
650	1"
850	1 1/2"

Rosca	
—	Rc (PT)
F	G (PF)
N	NPT

Conexión	
01	1/8"
02	1/4"
03	3/8"
04	1/2"
06	3/4"
10	1"
14	1 1/2"
20	2"

### Accesorios (opciones)

Símbolo	Designación
—	Ninguno
B	Fijación
C	Purga automática N.C.
D	Purga automática N.A.

☐ Véase la siguiente tabla para los accesorios/combinaciones de opciones

### Opciones

J	Guía de purga rosca macho 1/4B
R	ENTRADA → SALIDA inversa
T	Indicador de saturación del cartucho filtrante



Véase en la pág. 4.6-6 la "Forma de pedido" del conjunto.

## Tabla: Accesorios/Combinaciones opciones

☉ Disponible ☐ No disponible ☉ Depende del modelo

Accesorios/ opciones	Accesorios		Opciones			Modelos aplicables						
	C	D	J	R	T	AMD150	AMD250	AMD350	AMD450	AMD550	AMD650	AMD850
Accesorios												
Purga automática N.C.	C			☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Purga automática N.A.	D			☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Opciones												
Guía de purga 1/4B	-J			☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
ENTRADA → SALIDA inversa	-R	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Indicador de saturación del cartucho filtrante	-T	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉

## Forma de selección

Seleccione el modelo de acuerdo con el siguiente procedimiento teniendo en cuenta la presión de entrada y el caudal de aire máx. (Ejemplo) Presión de entrada: 0.6MPa

Capacidad de caudal máx.: 5m<sup>3</sup>/min. (ANR)

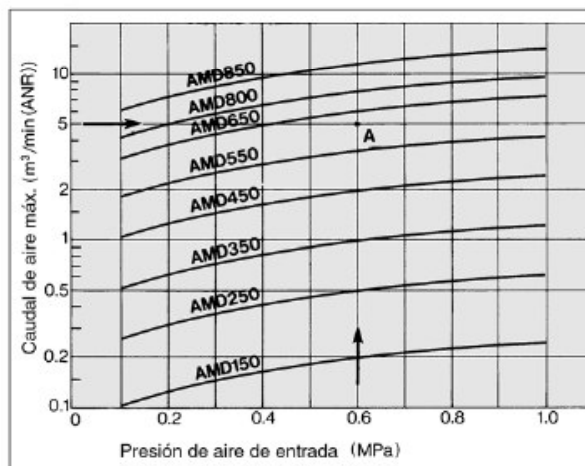
- 1 Seleccione el punto de contacto A de la presión de entrada y la capacidad de caudal de aire máx.
- 2 Seleccione el modelo que su capacidad de caudal de aire máx. esté por encima de este punto; AMD650.



Nota: asegúrese de seleccionar un modelo con la línea de caudal máx. por encima del punto de intersección obtenido. Con un modelo con la línea de caudal máx. por debajo del punto de intersección obtenido, se excederá el caudal haciendo imposible satisfacer las características del producto.

## Caudal de aire máx.

Caudal de aire máx.



HA ☐

ID ☐

AMG

AFF

AM ☐

FQ1

Productos relacionados

# Filtro para eliminación de olores

## Serie AMF

Puede eliminar eficazmente olores en el aire comprimido gracias a un cartucho filtrante de carbón activado. La unidad está diseñada para ser usada en áreas como una sala limpia, donde deben evitarse los olores.

Puede eliminar olores y los ingredientes de gas en el aire comprimido. Cartucho filtrante de carbón activado con una gran área de filtración. Fácil sustitución de los cartuchos filtrantes.

Es posible la conexión modular con AMF150C a 550C. (Para más información, consulte la pág. 58).



AMF150C a 350C AMF450C/650C



AMF650/850

Símbolo



Ejecuciones especiales  
(Para más información,  
consulte la pág. 63).

### Modelo

Modelo	AMF150C	AMF250C	AMF350C	AMF450C	AMF550C	AMF650	AMF850
Caudal nominal (l/min [ANR])	200	500	1000	2000	3700	6000	12000
Tamaño de conexión	1/8, 1/4	1/4, 3/8	3/8, 1/2	1/2, 3/4	3/4, 1	1, 1 1/2	1 1/2, 2
Peso (kg)	0,3	0,48	0,8	1,3	2,0	4,2	10,5



Nota) Caudal máx. a 0,7 MPa.

El caudal máx. varía dependiendo de la presión de trabajo.

Véase "Curvas de caudal" (página 52) y "Caudal máximo de aire" (página 52).

### Características técnicas

Fluido	Aire comprimido
Presión máx. de trabajo	1,0 MPa
Presión mín. de trabajo	0,05 MPa
Presión de prueba	1,5 MPa
Temperatura ambiente y de fluido	5 a 60°C
Grado de filtración nominal	0,01 µm (Eficiencia de filtración: 99,9%)
Limpieza en la salida	Menos de 100 partículas de 0,3µm o mayores por pie cúbico [Menos de 35 partículas por 10 litros [ANR]] (Se requiere la serie "AME" en el lado de entrada).
Desc. máxima de aceite en la salida	Máx. 0,004 mg/m <sup>3</sup> [ANR] (=0,0020 ppm) (Se requiere la serie "AME" en el lado de entrada).
Duración del cartucho filtrante	1. Sustitúyalo cuando el lado de salida huele a aceite. 2. Incluso si el rendimiento de desodorización no disminuye, lleve a cabo la sustitución cuando la caída de presión alcance 0,1MPa o cuando hayan transcurrido 2 años, lo que ocurra primero.

### Accesorios (Opción)

Modelo aplicable	AMF150C	AMF250C	AMF350C	AMF450C	AMF550C	AMF650	AMF850
Conjunto de fijación (con dos tornillos de montaje)	AM-EM101	AM-EM102	AM-EM103	AM-EM104	AM-EM105	EM106	EM107



### Precaución

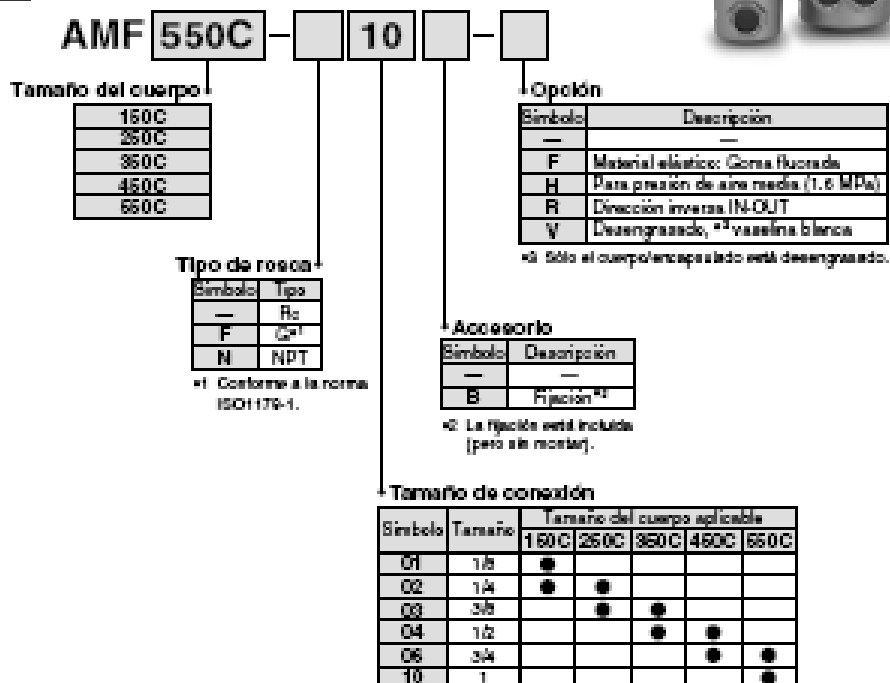
Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso. Véase los Anexos-pág. 1 y 2 para Normas de Seguridad, "Precauciones en el manejo de dispositivos neumáticos" (M-03-E3A) para Precauciones Comunes y los Anexos-pág. 3 a 7 para Precauciones sobre productos específicos.



# Serie AMF

## Forma de pedido

AMF150C a 550C



## Opciones

### Símbolo F: Material elástico: Goma fluorada

La goma fluorada se usa en componentes como juntas tóricas y juntas de estanqueidad.

### Símbolo H: Para presión de aire media (1.6 MPa)

Puede usarse hasta 1.6 MPa como máximo.

### Símbolo R: Dirección inversa IN-OUT

El caudal de aire en el separador está cambiado de derecha a izquierda. (Dirección normal del caudal de aire: de izda. a dcha.)

### Símbolo V: Desengrasado y vaselina blanca

El cuerpo encapsulado está desengrasado. La grasa de lubricante para la junta tórica y la junta de estanqueidad es vaselina blanca.

# Combinación de aire Serie AC Opciones / Acoplamientos

## Opciones / Acoplamientos

Sección	Tipo	Modelo	Ref.								
			Para AC10	Para AC20	Para AC25	Para AC30	Para AC40	Para AC40-06	Para AC50	Para AC55	Para AC60
			Para AC10A	Para AC20A	—	Para AC30A	Para AC40A	Para AC40A-06	Para AC50A	—	Para AC60A
			Para AC10B	Para AC20B	Para AC25B	Para AC30B	Para AC40B	Para AC40B-06	Para AC50B	Para AC55B	Para AC60B
			—	Para AC20C	Para AC25C	Para AC30C	Para AC40C	Para AC40C-06	—	—	—
			—	Para AC20D	—	Para AC30D	Para AC40D	Para AC40D-06	—	—	—
Opción	Manómetro (Nota 1)	Redondo	Estándar	G27-10-R1	G36-10-□01			G46-10-□02			
			0.02 a 0.2 MPa	G27-10-R1 Nota 3	G36-2-□01			G46-2-□02			
	Redondo (con zonas en colores)	Estándar	—	G36-10-□01-L			G46-10-□02-L				
		0.02 a 0.2 MPa	—	G36-2-□01-L			G46-2-□02-L				
	Cuadrado integrado (Nota 2)	Estándar	—	GC3-10AS [GC3P-010AS (ref. cubierta del manómetro)]							
		0.02 a 0.2 MPa	—	GC3-2AS [GC3P-010AS (ref. cubierta del manómetro)]							
	Presostato digital	Salida NPN / Entrada inf. del cable	—	ISE35-N-25-MLA [ISE35-N-25-M (sólo cuerpo del presostato)] Nota 4							
		Salida NPN / Entrada sup. del cable	—	ISE35-R-25-MLA [ISE35-R-25-M (sólo cuerpo del presostato)] Nota 4							
		Salida PNP / Entrada inf. del cable	—	ISE35-N-65-MLA [ISE35-N-65-M (sólo cuerpo del presostato)] Nota 4							
		Salida PNP / Entrada sup. del cable	—	ISE35-R-65-MLA [ISE35-R-65-M (sólo cuerpo del presostato)] Nota 4							
Purga automática tipo flotador (Nota 5)	N.A.	—	AD38			AD48					
	N.C.	AD17	AD27	AD37	AD47						
Acoplamiento	Espaciador	—	Y100	Y200	Y300	Y400	Y500	Y600			
	Válvula antirretorno (Nota 6) (Nota 7)	—	AKM2000-□01 (□02)	AKM3000-(□01) □02	AKM4000-(□02) □03	—	—	—	—	—	
	Presostato (Nota 7)	—	IS1000M-20	IS1000M-30	IS1000M-40	IS1000M-50	IS1000M-60				
	Conector en T (Nota 6) (Nota 7)	Y110-M5	Y210-□01 (□02)	Y310-(□01) □02	Y410-(□02) □03	Y510-(□02) □03	Y610-□03 (□04)	Y610-(□03) □04			
	Válvula de 3 vías para evacuar la presión residual (Nota 7)	—	VHS20-□01 □02	VHS30-□02 □03	VHS40-□03 □04	VHS40-□06	VHS50-□06 □10	—	—	—	
	Adaptador de tuberías (Nota 7)	E100-M5	□01 □02 □03	□02 □03 □04	□02 □03 □04 □06	E500-□06	E600-□06 □10				
	Presostato con adaptador de tuberías (Nota 7)	—	□01 IS1000E-20□02 □03	□02 IS1000E-30□03 □04	□02 IS1000E-40□03 □04 □06	—	—	—	—	—	
	Conector múltiple (Nota 7)	Y14-M5	Y24-□01 □02	Y34-□01 □02	Y44-□02 □03	Y54-□03 □04	—	—	—	—	

Nota 1) □ en las referencias de los manómetros redondos, indica el tipo de roscas de conexión del manómetro. No es necesaria ninguna indicación para R, pero sí indicar N para NPT. Consulte con SMC acerca de las roscas de conexión NPT y del manómetro para unidades PSI.

Nota 2) Incluye una junta tórica y dos tornillos de montaje.

Nota 3) Manómetro estándar.

Nota 4) Cable con conector (2 m), adaptador, pin de bloqueo, junta tórica (1 un.) y tornillos de montaje (2 uns.) incluidos. [ ]: sólo cuerpo del presostato.

Consulte también la forma de pedido del presostato digital en la pág. 89.

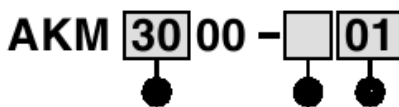
Nota 5) Presión mínima de trabajo: modelo N.A.–0.1 MPa; modelo N.C.–0.1 MPa (AD17/27) y 0.15 MPa (AD37/47). Consulte con SMC las características de las unidades en PSI y °F.

Nota 6) Para las unidades F.R.L., los tamaños de conexión sin ( ) son especificaciones estándar.

Nota 7) La unidad modular requiere interfaces separadas.

## Válvula antirretorno: (K) 1/8, 1/4, 3/8

Una válvula antirretorno con una conexión intermedia para descarga de aire puede instalarse fácilmente para prevenir un flujo inverso de lubricante al redireccionar el flujo y descargar el aire por el lado de salida del regulador.



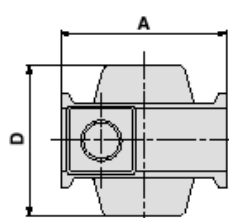
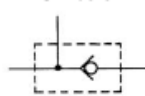
Modelo	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo		
			20	30	40
Modelo de rosca	—	Rc	●	●	●
	N	NPT	●	●	●
	F	G	●	●	●
Tamaño conexión de derivación	01	1/8	●	●	—
	02	1/4	●	●	●
	03	3/8	—	—	●

### Características técnicas

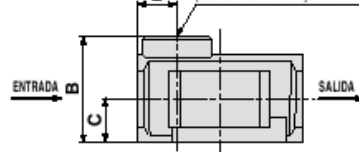
Modelo	Área efectiva (mm <sup>2</sup> )
AKM2000	28
AKM3000	55
AKM4000	111

Asegúrese de utilizar las válvulas antirretorno indicadas arriba al redireccionar el flujo de aire en el lado de entrada del lubricador. Las roscas de las conexiones de ENTRADA y SALIDA no están mecanizadas.

Símbolo



Tamaño de la conexión de derivación para redireccionar el flujo de aire



Modelo	Tamaño conex. de derivación	A	B	C	D	E	Modelo aplicable
AKM2000	1/8, 1/4	40	28	11	40	11	AC20, AC20A
AKM3000	1/8, 1/4	53	34	14	48	13	AC25, AC25A AC30, AC30A
AKM4000	1/4, 3/8	70	42	18	54	15	AC40, AC40A (Nota 8)

Nota) No se puede montar un presostato en el modelo AC40□-06.

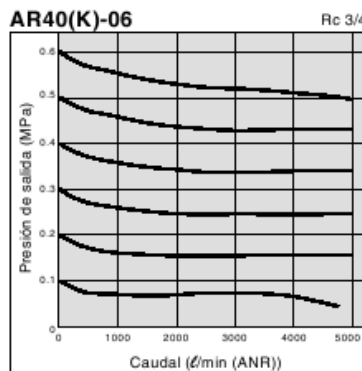
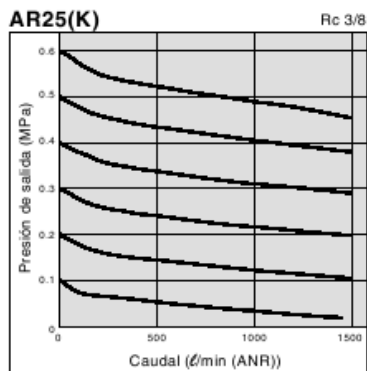
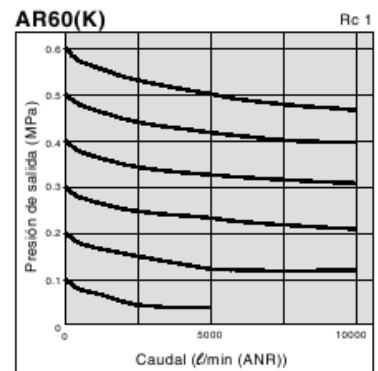
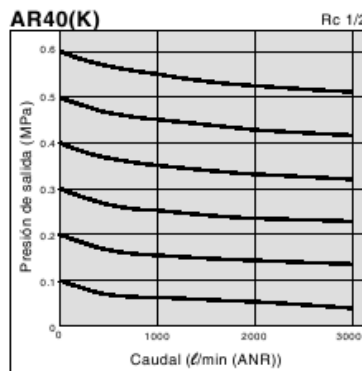
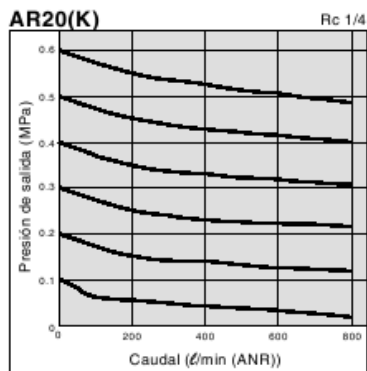
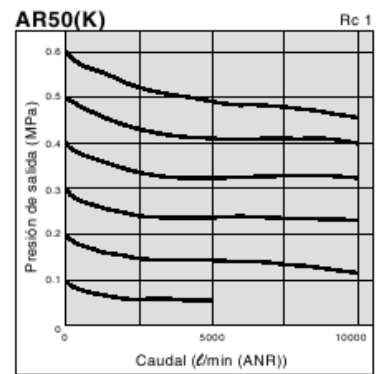
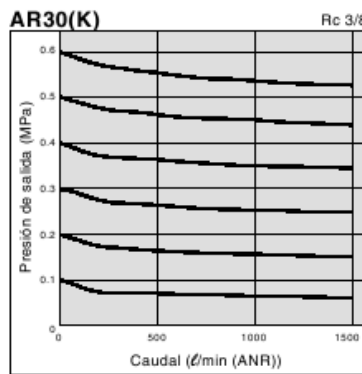
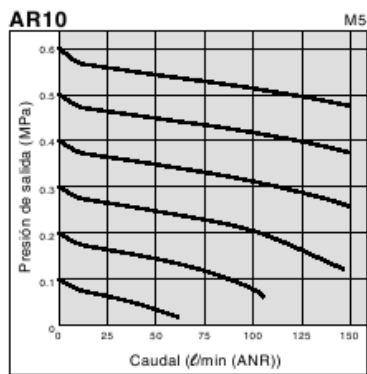
\* Consulte la tabla de acoplamientos anterior para ver los tamaños de conexión de derivación estándar aplicables a la serie AC.

# Regulador **Serie AR10 a AR60**

## Regulador con mecanismo de flujo inverso **Serie AR20K a AR60K**

### Curvas de caudal (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada 0.7 MPa



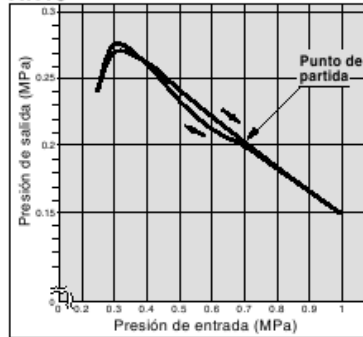
# Serie AR10 a AR60

## Serie AR20K a AR60K

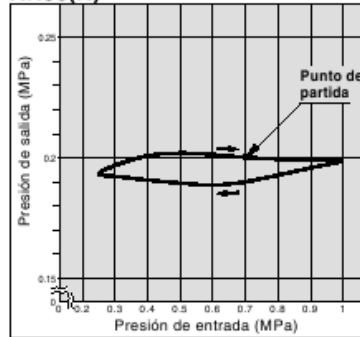
### Curvas de presión (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada de 0.7 MPa, presión de salida de 0.2 MPa, caudal de 20 l/min (ANR)

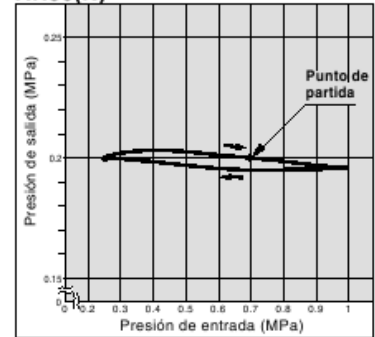
**AR10**



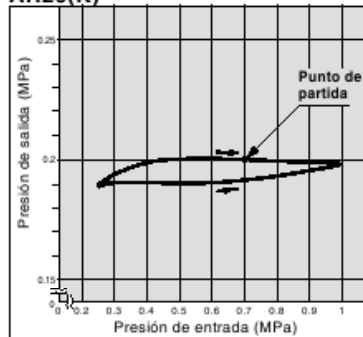
**AR30(K)**



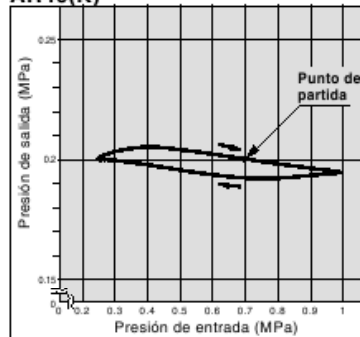
**AR50(K)**



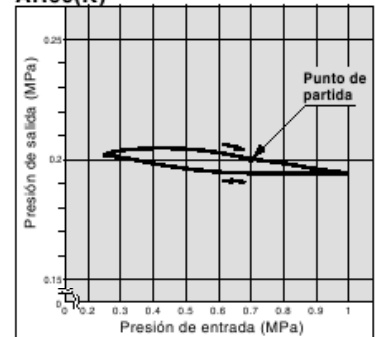
**AR20(K)**



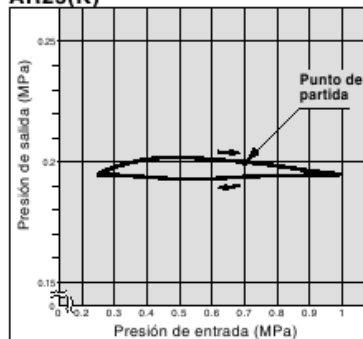
**AR40(K)**



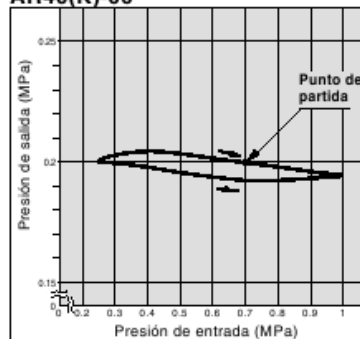
**AR60(K)**



**AR25(K)**



**AR40(K)-06**



# Regulador AR20 a AR60 Forma de pedido



Consulte con SMC las dimensiones detalladas, características y plazos de entrega.



AR30-03-X425

## 1 Entornos de temperatura especiales

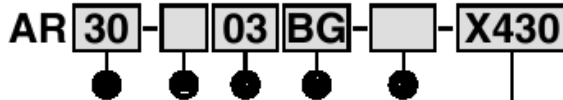
En la fabricación de juntas y piezas de resina se utilizan materiales especiales que soporten diferentes condiciones de temperatura en climas fríos o tropicales (cálidos).

### Características técnicas

Ref. ejecuciones especiales	-X430	-X440
Entorno	Baja temperatura	Alta temperatura
Temperatura ambiente (°C)	-30 a 60°C	-5 a 80°C
Temperatura de fluido (°C)	-5 a 60°C (sin congelación)	
Material	Piezas de goma	NBR especial FKM
	Piezas principales	Metálico (aleación de aluminio), etc.

### Modelo aplicable

Modelo	AR25	AR30	AR40	AR40-06	AR50	AR60
Tamaño conexión	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1



- Opción/semi-estándar: seleccione uno de cada de la a a la g.
  - Símbolo de opción / semi-estándar: Cuando se requiere más de una especificación, indíquela por orden alfabético ascendente.
- Ejemplo) AR30-03BG-1NR-X430

Para alta/baja temperatura

X430	Baja temperatura
X440	Alta temperatura

	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo				
			25	30	40	50	60
Modelo de rosca	—	Rc	●	●	●	●	●
	N	NPT	●	●	●	●	●
	F	G	●	●	●	●	●
Tamaño conexión	+		●	●	●	●	●
	02	1/4	●	●	●	—	—
	03	3/8	●	●	●	—	—
	04	1/2	—	—	●	—	—
	06	3/4	—	—	—	●	—
Opción	+		●	●	●	●	●
	a Montaje	— Sin opción de montaje B Con fijación H Con tuerca de fijación (montaje en panel)	●	●	●	●	●
	b Manómetro	G Manómetro redondo (sin límite de indicación)	●	●	●	●	●
Semi-estándar	+		●	●	●	●	●
	c Presión de regulación	— 0.05 a 0.85 MPa 1 0.02 a 0.2 MPa	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
	d Mecanismo de alivio	— Modelo de alivio N Modelo sin alivio	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
	e Dirección del caudal	— Dirección caudal: de izda. a dcha. R Dirección caudal: de dcha. a izda.	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
f Regulador	— Hacia abajo Y Hacia arriba	●	●	●	●	●	
Semi-estándar	+		●	●	●	●	●
	g Unidades de presión	— Placa identificación y manómetro en uds. imperiales: MPa Z Placa de identificación y de precaución para el vaso en unidades imperiales: psi	●	●	●	●	●
			○	○	○	○	○

- Nota 1) La opción B, G y H no están montadas y se suministran sueltas.  
 Nota 2) El conjunto incluye una fijación y tuercas de fijación (AR25 a AR40). Incluye 2 tornillos de fijación para AR50 y AR60.  
 Nota 3) Rosca de montaje para manómetro: 1/8 para AR25 a AR30; 1/4 para AR40 a AR60. Tipo de manómetro: G43  
 Nota 4) La única diferencia con las características estándar es el muelle de ajuste del regulador. No limita la regulación de 0.2 MPa o más. Cuando se instala el manómetro, será de 0.2 MPa.  
 Nota 5) Para los tipos de rosca NPT. Este producto está destinado exclusivamente al mercado extranjero de acuerdo con la nueva Ley de Medida. (Para el uso en Japón se suministra el modelo con unidades SI.)  
 Nota 6) ○: Sólo para los tipos de rosca NPT

## 2 Alta presión

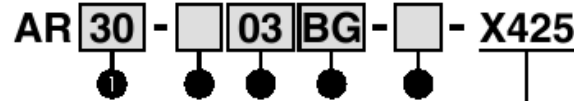
En la fabricación de filtros de aire destinados a funcionar con altas presiones se utilizan materiales resistentes. La modificación de su construcción permite ampliar el rango de presión de regulación.

### Características técnicas

Ref. ejecuciones especiales	-X425
Presión de prueba (MPa)	3.0
Presión máx. de trabajo (MPa)	2.0
Rango de presión de ajuste (MPa)	0.1 a 1.6
Temperatura ambiente y de fluido (°C)	-5 a 60°C (sin congelación)

### Modelo aplicable

Modelo	AR20	AR25	AR30	AR40	AR40-06	AR50	AR60
Tamaño conexión	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1



Para alta presión

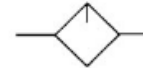
- Opción/semi-estándar: seleccione uno de cada de la a a la f.
  - Símbolo de opción / semi-estándar: Cuando se requiera más de una especificación, enumérelas en orden alfabético ascendente.
- Ejemplo) AR30-03BG-NR-X425

	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo				
			20	25	30	40	50
Modelo de rosca	—	Rc	●	●	●	●	●
	N	NPT	●	●	●	●	●
	F	G	●	●	●	●	●
Tamaño conexión	+		●	●	●	●	●
	01	1/8	●	—	—	—	—
	02	1/4	●	●	—	—	—
	03	3/8	—	—	●	—	—
	04	1/2	—	—	—	●	—
	06	3/4	—	—	—	—	●
Opción	+		●	●	●	●	●
	a Montaje	— Sin opción de montaje B Con fijación H Con tuerca de fijación (montaje en panel)	●	●	●	●	●
	b Manómetro	G Manómetro redondo (con indicador de límite)	●	●	●	●	●
Semi-estándar	+		●	●	●	●	●
	c Mecanismo de alivio	— Modelo de alivio N Modelo sin alivio	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
	d Dirección del caudal	— Dirección caudal: de izda. a dcha. R Dirección caudal: de dcha. a izda.	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
	e Regulador	— Hacia abajo Y Hacia arriba	●	●	●	●	●
	+		●	●	●	●	●
Semi-estándar	+		●	●	●	●	●
	f Unidades de presión	— Placa identificación y manómetro en uds. imperiales: MPa Z Placa de identificación y de precaución para el vaso en unidades imperiales: psi	●	●	●	●	●
			○	○	○	○	○

- Nota 1) La opción B, G y H no están montadas y se suministran sueltas.  
 Nota 2) El conjunto incluye una fijación y tuercas de fijación (AR20 a AR40). Incluye 2 tornillos de fijación para AR50 y AR60.  
 Nota 3) Rosca de montaje para manómetro: 1/8 para AR20 a AR30; 1/4 para AR40 a AR60. Tipo de manómetro: G46-20-□  
 Nota 4) Para los tipos de rosca NPT. Este producto está destinado exclusivamente al mercado extranjero de acuerdo con la nueva Ley de Medida. (Para el uso en Japón se suministra el modelo con unidades SI.)  
 Nota 5) ○: Sólo para los tipos de rosca NPT

# Lubricador AL10 a AL60

Símbolo  
Lubricador



AL20



AL40

## Forma de pedido

AL **30** - **03** **B** -

• Opción/semi-estándar: seleccione uno de cada de la a a la d.  
• Símbolo de opción / semi-estándar: Cuando se requiere más de una especificación, indíquela por orden alfabético ascendente.  
Ejemplo) AL30-03B-2R

	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo							
			10	20	30	40	50	60		
●	Modelo de rosca	—	Rosca métrica (M5)							
		N	Rc							
		F	NPT							
			G							
+										
●	Tamaño conexión	M5	M5							
		01	1/8							
		02	1/4							
		03	3/8							
		04	1/2							
		06	3/4							
		10	1							
+										
●	Opción (montaje)	—	Sin opción de montaje							
		B <sup>Nota 1)</sup>	Con soporte							
+										
●	Semi-estándar	a	Vaso	—	Vaso de policarbonato					
				1	Depósito de 1.000 cm <sup>3</sup>					
				2	Vaso metálico					
				6	Vaso de nilón					
				8	Vaso metálico con manómetro de nivel					
				C	Con protección del vaso					
				6C	Vaso de nilón con protección					
	+									
	b	Conexión descarga lubricante	—	Sin grifo de purga						
			3	Con grifo de purga						
			3W	Grifo de purga con conexión con boquilla: para el tubo de nilón de ø6 x ø4						
	+									
	c	Dirección del caudal	—	Dirección del caudal: de izquierda a derecha						
			R	Dirección del caudal: de derecha a izquierda						
+										
d	Unidades de presión	—	Placa de identificación y de precaución para el vaso en unidades imperiales: MPa							
		Z <sup>Nota 3)</sup>	Placa de identificación y de precaución para el vaso en unidades imperiales: psi, °F							

Nota 1) La opción B no está montada y se suministra suelta.

Nota 2) Δ: Está equipado con orificio de descarga de lubricante del lubricador y la combinación con opción 3 o 3W de la sección semi estándar b no está disponible.

Nota 3) Para los tipos de rosca M5 y NPT. Este producto está destinado exclusivamente al mercado extranjero de acuerdo con la nueva Ley de Medida. (Para el uso en Japón se suministra el modelo con unidades SI.)

Nota 4) O: Sólo para los tipos de rosca M5 y NPT

**Características técnicas estándar**

Modelo	AL10	AL20	AL30	AL40	AL40-06	AL50	AL60
Conexión	M5	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1
Fluido	Aire						
Presión de prueba	1.5 MPa						
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa						
Temperatura ambiente y de fluido	-5 a 60°C (sin congelación)						
Caudal mínimo de goteo <sup>(Nota)</sup> [ $\mu$ /min (ANR)]	4	15	1/4: 30 3/8: 40	1/4: 30 3/8: 40 1/2: 50	50	190	220
Capacidad de aceite (cm <sup>3</sup> )	7	25	55	135			
Lubricante recomendado	Aceite de turbina de clase 1 (ISO VG32)						
Material del vaso	Policarbonato						
Protector del vaso	—	Semi-estándar	Estándar				
Peso (kg)	0.07	0.20	0.24	0.47	0.52	1.06	1.13

Nota) • El caudal es de 5 gotas/min o superior bajo las siguientes condiciones: Presión de entrada de 0.5 MPa, aceite de turbina clase 1 (ISO VG32), temperatura a 20°C, válvula de regulación de aceite totalmente abierta.

- Utilice una proporción de consumo de aire para el caudal mínimo de goteo.

**Opción / Ref.**

Características técnicas opcionales	Modelo						
	AL10	AL20	AL30	AL40	AL40-06	AL50	AL60
Conjunto de fijación <sup>(Nota)</sup>	—	AF20P-050AS	AF30P-050AS	AF40P-050AS	AF40P-070AS	AF50P-050AS	AF50P-050AS

Nota) El conjunto incluye una fijación y 2 tornillos de montaje. La referencia para el conjunto de fijación de 1000 cm<sup>3</sup> es AF50P-050AS (aplicable de AL30 a AL60).

**Semi-estándar / Ref. del conjunto del vaso**

Características semi-estándar				Modelo						
Material del vaso	Con guía de purga	Con conexión con boquilla	Con protección del vaso	AL10	AL20	AL30	AL40	AL40-06	AL50	AL60
Policarbonato	●	—	—	C1SL-3	C2SL-3	C3SL-3	C4SL-3			
	—	—	●	—	C2SL-C	—	—	—	—	—
	●	—	●	—	C2SL-3C	—	—	—	—	—
	●	●	—	—	—	C3SL-3W	C4SL-3W			
Nilón	—	—	—	C1SL-6	C2SL-6	C3SL-6	C4SL-6			
	●	—	—	C1SL-36	C2SL-36	C3SL-36	C4SL-36			
	—	—	●	—	C2SL-6C	—	—	—	—	—
	●	—	●	—	C2SL-36C	—	—	—	—	—
Metálico	—	—	—	—	—	C3SL-36W	C4SL-36W			
	—	—	—	C1SL-2	C2SL-2	C3SL-2	C4SL-2			
	●	—	—	C1SL-23	C2SL-23	C3SL-23	C4SL-23			
Vaso metálico con indicador de nivel	—	—	—	—	—	C3LL-8	C4LL-8			
●	—	—	—	—	—	C3LL-38	C4LL-38			
Depósito 1.000 cm <sup>3</sup> (Vaso metálico con indicador de nivel)	—	—	—	—	—	121538-1A				

Nota) • En los modelos AL20 a AL60, la junta tórica (o sellado) del vaso está incluida.

- El conjunto del vaso para los modelos de AL30 a AL60 viene con un protector de vaso (banda de acero). (excepto cuando el vaso es metálico)

- Consulte con SMC las características de las unidades en PSI y °F.

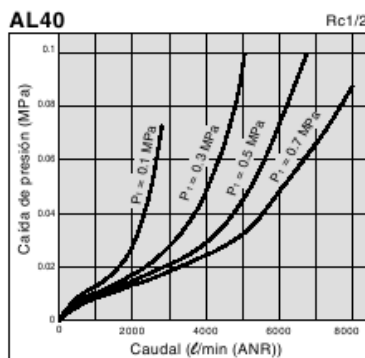
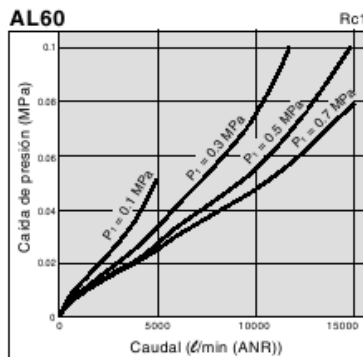
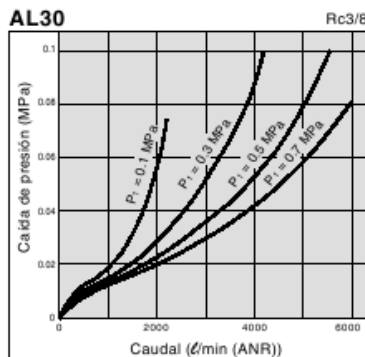
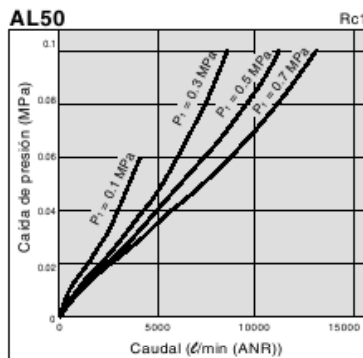
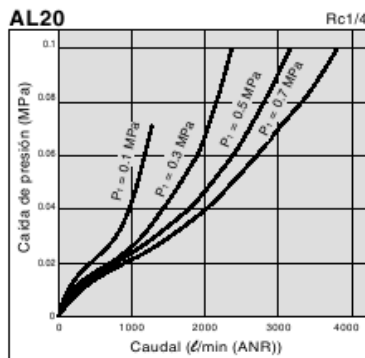
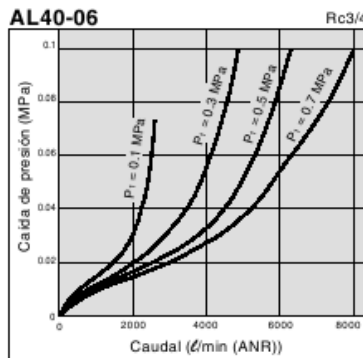
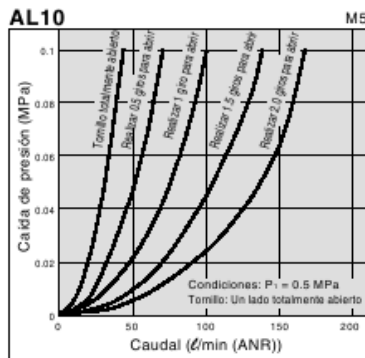
- Cuando se pasa de un vaso de policarbonato o de nilón a un vaso metálico con indicador de nivel, es necesario sustituir el conjunto del tubo de alimentación de aceite. (De igual forma, cuando se pasa de un vaso metálico con indicador de nivel a un vaso de policarbonato o de nilón también es necesario sustituir el conjunto del tubo de alimentación de aceite.)

Consulte con SMC.

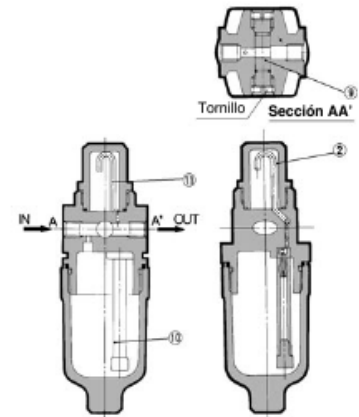
- No es posible cambiar de un vaso de policarbonato, nilón o metal, o de un vaso metálico con indicador de nivel a un depósito de 1000 cm<sup>3</sup>. Realice el pedido de forma separada.

# Serie AL10 a AL60

## Curvas de caudal (Valores representativos)



## Principio de trabajo: Tipo AL10



Parte del aire introducido desde el lado de ENTRADA presuriza el lubricante dentro del vaso. Lo que queda del aire pasa a través de los tornillos (9) y circula hasta el lado de SALIDA. La presión diferencial entre el interior del vaso y el interior del visor (2) hace que el lubricante del vaso se introduzca en el conducto de aceite (10). El lubricante gotea desde el tubo de goteo (11) y lubrica el lado de SALIDA. La cantidad de lubricante se ajusta mediante el tornillo (9) delantero. Si se gira el tornillo en sentido horario se aumenta la cantidad de lubricante y, si se gira en sentido antihorario hasta abrirlo completamente, se cierra la salida de lubricante. El tornillo del lado inutilizado debe dejarse totalmente abierto.

### ⚠️ Precauciones específicas del producto

Lea detenidamente las siguientes instrucciones antes de su uso. Consulte "Precauciones en el manejo de dispositivos neumáticos" (M-03-E3A) para ver las normas de seguridad y las precauciones generales de las unidades F.R.L.

### Selección

### ⚠️ Advertencia

1. No introduzca aire desde el lado de salida, ya que se podría dañar el amortiguador.

### ⚠️ Precaución

1. Utilice una válvula antirretorno (serie AKM) para evitar el flujo inverso del lubricante al redirigir el caudal de aire hacia el lubricador.

### Mantenimiento

### ⚠️ Advertencia

1. Para los modelos AL10/20, rellene con lubricante después de evacuar la presión de entrada. La lubricación no puede realizarse en condiciones de presurización.
2. En los modelos AL20 a AL60, el ajuste de la válvula de regulación del aceite debe realizarse manualmente. El giro en sentido antihorario aumenta el goteo, mientras que el giro en el sentido horario disminuye el goteo. El uso de herramientas, etc. puede producir daños en la unidad. Desde la posición totalmente cerrada se pueden realizar 3 giros completos para alcanzar la posición totalmente abierta. No gire más allá de las 3 vueltas completas. Observe que las marcas numeradas de la escala son indicativas del ajuste de la posición, pero no son indicativas de la cantidad de goteo.

### ⚠️ Precaución

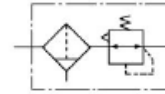
1. Compruebe la cantidad de goteo una vez al día. Un goteo inadecuado puede dañar los componentes que necesitan lubricación.



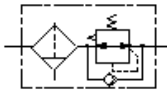
# Filtro regulador AW10 a AW60

## Filtro regulador con función de flujo inverso AW20K a AW60K

**Símbolo**  
Filtro regulador



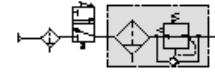
Filtro regulador con  
función de flujo inverso



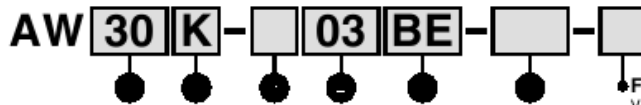
- El filtro integrado y las unidades del regulador ahorran espacio y requieren menos conexionado.
- Con la función de flujo inverso se incorpora un mecanismo para expulsar la presión de aire en el lado de salida de forma fiable y rápida.

Ejemplo)

Cuando se corta el suministro de aire y se evacua la presión de entrada a la atmósfera, la evacuación de la presión residual del lado de salida puede garantizarse para funciones de seguridad.



### Forma de pedido



• **Forma de pedido**  
Véanse más detalles en las págs. 75 a 78.

- Opción/semi-estándar: selección uno de cada de la a a la i.
- Símbolo de opción / semi-estándar: Cuando se requiere más de una especificación, indíquela por orden alfabético ascendente.  
Ejemplo) AW30K-03BE-1N

	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo						
			10	20	30	40	60		
●	—	Sin función de flujo inverso	●	●	●	●	●		
	<b>K</b> <small>Nota 1)</small>	Con función de flujo inverso	—	●	●	●	●		
●	<b>+</b>								
	—	Rosca métrica (M5)	●	—	—	—	—		
	<b>N</b> <small>Nota 2)</small>	Rc	—	●	●	●	●		
●	<b>F</b> <small>Nota 3)</small>	NPT	—	●	●	●	●		
	<b>+</b>	G	—	●	●	●	●		
●	Tamaño conexión	<b>M5</b>	M5	●	—	—	—	—	
		<b>01</b>	1/8	—	●	—	—	—	
		<b>02</b>	1/4	—	●	—	—	—	
		<b>03</b>	3/8	—	●	—	—	—	
		<b>04</b>	1/2	—	—	●	—	—	
		<b>06</b>	3/4	—	—	—	●	—	
		<b>10</b>	1	—	—	—	—	●	
●	a	—	Sin opción de montaje	●	●	●	●	●	
		<b>B</b> <small>Nota 5)</small>	Con fijación	●	●	●	●	●	
		<b>H</b>	Con tuerca de fijación (montaje en panel)	●	●	●	●	—	
	b	—	Sin purga automática	●	●	●	●	●	
		<b>C</b>	Purga automática tipo flotador (N.C.)	●	●	●	●	●	
		<b>D</b>	Purga automática tipo flotador (N.A.)	—	—	●	●	●	
	c	Manómetro	—	Sin manómetro	●	●	●	●	●
			<b>E</b>	Manómetro cuadrado integrado (con indicador de límite)	—	●	●	●	●
			<b>G</b>	Manómetro redondo (sin indicador de límite)	●	—	—	—	—
			<b>M</b>	Manómetro redondo (con indicador de límite)	—	●	●	●	●
		Presostato digital	<b>E1</b> <small>Nota 6)</small>	Salida: salida NPN / Entrada eléctrica: entrada inferior del cable	—	●	●	●	●
			<b>E2</b> <small>Nota 6)</small>	Salida: salida NPN / Entrada eléctrica: entrada superior del cable	—	●	●	●	●
<b>E3</b> <small>Nota 6)</small>			Salida: salida PNP / Entrada eléctrica: entrada inferior del cable	—	●	●	●	●	
<b>E4</b> <small>Nota 6)</small>	Salida: salida PNP / Entrada eléctrica: entrada superior del cable	—	●	●	●	●			
d	— <small>Nota 7)</small>	0.05 a 0.85 MPa	●	●	●	●	●		
	<b>1</b> <small>Nota 8)</small>	0.02 a 0.2 MPa	●	●	●	●	●		
	<b>+</b>								
e	Vaso	—	Vaso de policarbonato	●	●	●	●	●	
		<b>2</b>	Vaso metálico	●	●	●	●	●	
		<b>6</b>	Vaso de nilón	●	●	●	●	●	
		<b>8</b>	Vaso metálico con indicador de nivel	—	—	●	●	●	
		<b>C</b>	Con protección del vaso	—	●	—	—	—	
		<b>6C</b>	Vaso de nilón con protección	—	●	—	—	—	

# Filtro regulador *Serie AW10 a AW60*

## Filtro regulador con función de flujo inverso *Serie AW20K a AW60K*



AW20, AW20K AW40, AW40K

	Símbolo	Descripción	Tamaño del cuerpo					
			10	20	30	40	60	
Semi-estándar	f	—	Con grifo de purga	●	●	●	●	●
		J <sup>Nota 10)</sup>	Guía de purga 1/8	—	●	—	—	—
		W <sup>Nota 11)</sup>	Guía de purga 1/4	—	—	●	●	●
		+	Grifo de purga con conexión con boquilla: para el tubo de nilón de ø6 x ø4	—	—	●	●	●
	g	—	Modelo de alivio	●	●	●	●	●
		N	Modelo sin alivio	●	●	●	●	●
	h	—	Dirección del caudal: de izquierda a derecha	●	●	●	●	●
		R	Dirección del caudal: de derecha a izquierda	●	●	●	●	●
	i	—	Placa de identific. y precaución para el vaso y el manómetro en unidades imperiales: MPa	●	●	●	●	●
		Z <sup>Nota 12)</sup>	Placa de identificación y de precaución para el vaso y el manómetro en unidades imperiales: psi, °F	○ <sup>Nota 14)</sup>	○ <sup>Nota 14)</sup>	○ <sup>Nota 14)</sup>	○ <sup>Nota 14)</sup>	○ <sup>Nota 14)</sup>
		ZA <sup>Nota 13)</sup>	Presostato digital: Con función para intercambiar unidades	—	△ <sup>Nota 15)</sup>	△ <sup>Nota 15)</sup>	△ <sup>Nota 15)</sup>	△ <sup>Nota 15)</sup>

Nota 1) La serie AW10 tiene como característica estándar la función de flujo inverso. (K no está disponible.) Si utiliza una función de flujo inverso del tipo AW10, el flujo inverso puede no producirse con una presión de regulación de 0.15 MPa o menos. Regule la presión de entrada para que sea al menos 0.05 MPa superior a la presión de ajuste.

Nota 2) La guía de purga es NPT 1/8 (aplicable a la serie AW20 (K)) y NPT 1/4 (aplicable a las series AW30(K) a AW60(K)). La conexión para la purga automática viene con una conexión instantánea de ø3/8" (aplicable a las series de AW30(K) a AW60(K)).

Nota 3) La guía de purga es G1/8 (aplicable a la serie AW20 (K)) y G1/4 (aplicable a las series AW30(K) a AW60(K)).

Nota 4) Las opciones B, G, H y M no están montadas y se envían sueltas.

Nota 5) El conjunto incluye una fijación y tuercas de fijación (AW10, AW20(K) a AW40(K)). Incluye 2 tornillos de fijación para AW60(K).

Nota 6) Si selecciona H (montaje en panel), el espacio para la instalación del cable quedará limitado. En este caso, seleccione "entrada superior del cable" para la entrada eléctrica.

Nota 7) Sólo el modelo AW10 presenta una regulación de presión de 0.05 a 0.7 MPa.

Nota 8) La única diferencia con las características estándar es el muelle de ajuste del regulador. No limita la regulación de 0.2 MPa o más. Cuando se instala el manómetro, será de 0.2 MPa.

Nota 9) Purga automática tipo flotador: No existe ninguna combinación entre C y D disponible con conexión de purga.

Nota 10) Sin función de válvula

Nota 11) Vaso metálico: no es posible seleccionar la combinación 2 con W.

Nota 12) Para los tipos de rosca M5 y NPT. Este producto está destinado exclusivamente al mercado extranjero de acuerdo con la nueva Ley de Medida. (Para el uso en Japón se suministra el modelo con unidades SI.) El presostato digital va equipado con una función para conversión de unidades, configurada inicialmente en PSI.

Nota 13) Para las opciones E1, E2, E3, E4. Este producto está destinado exclusivamente al mercado extranjero de acuerdo con la nueva Ley de Medida. (Para el uso en Japón se suministra el modelo con unidades SI.)

Nota 14) ○: Sólo para los tipos de rosca M5 y NPT.

Nota 15) △: Disponible para las opciones E1, E2, E3, E4.

### Características técnicas estándar

Modelo	AW10	AW20(K)	AW30(K)	AW40(K)	AW40(K)-06	AW60(K)
Conexión	M5 x 0.8	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1
Conexión manómetro <sup>Nota 1)</sup>	1/16 <sup>Nota 2)</sup>	1/8		1/4		
Fluido	Aire					
Temperatura ambiente y de fluido <sup>Nota 3)</sup>	-5 a 60°C (sin congelación)					
Presión de prueba	1.5 MPa					
Presión máx. de trabajo	1.0 MPa					
Rango de presión de ajuste	0.05 a 0.7 MPa	0.05 a 0.85 MPa				
Presión de alivio <sup>Nota 4)</sup>	Presión de regulación + 0.05 MPa [caudal nominal de alivio de 0.1 l/min (ANR)]					
Grado de filtración nominal	5 µm					
Capacidad de purga (cm³)	2.5	8	25	45	45	45
Material del vaso	Policarbonato					
Protector del vaso	—	Semi-estándar	Estándar			
Construcción	Modelo de alivio					
Peso (kg)	0.09	0.32	0.40	0.72	0.75	2.00

Nota 1) Las rosas de conexión del manómetro no están disponibles para unidades F.R.L. con manómetro cuadrado integrado (AW20(K) a AW60(K)).

Nota 2) Utilice un casquillo (ref.131368) al conectar el manómetro Rc1/8 con el conector del manómetro Rc1/16.

Nota 3) -5 a 50°C para los productos con presostato digital.

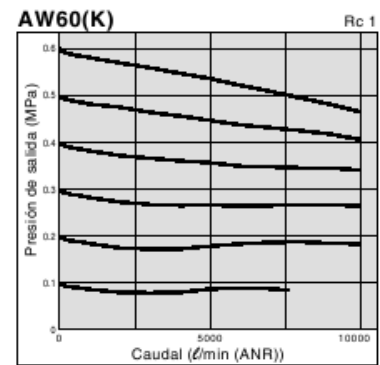
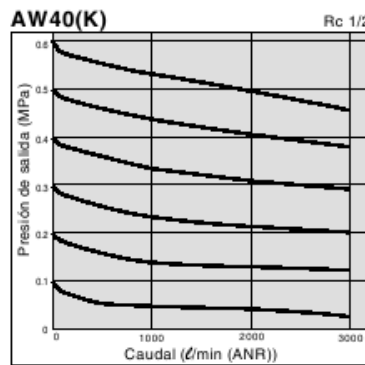
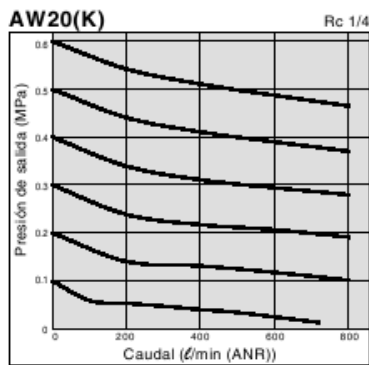
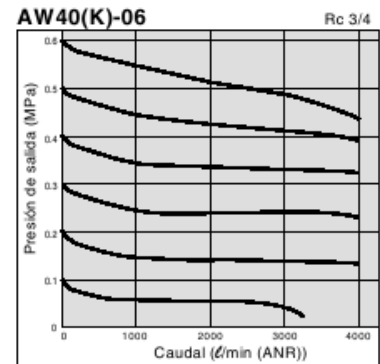
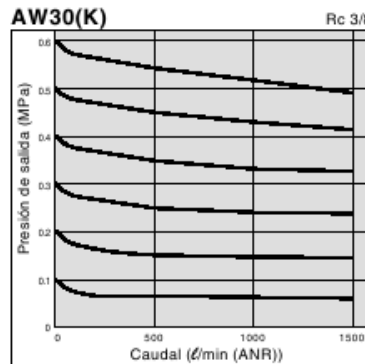
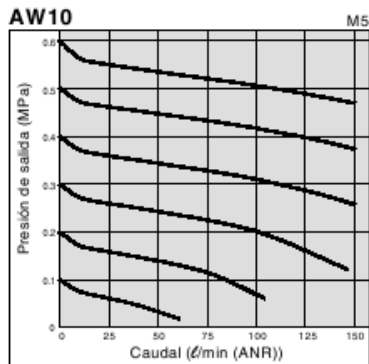
Nota 4) Incompatible con AW10.

# Serie AW10 a AW60

# Serie AW20K a AW60K

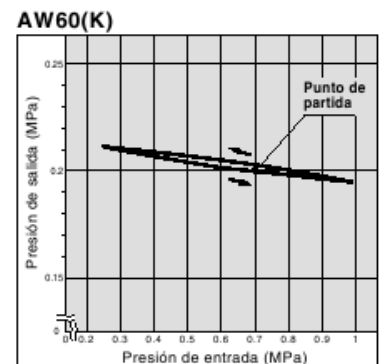
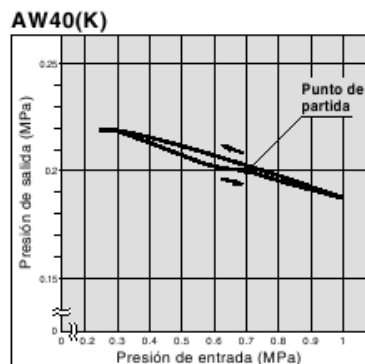
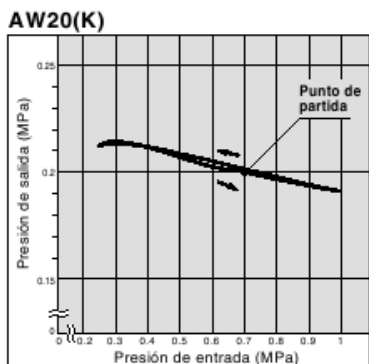
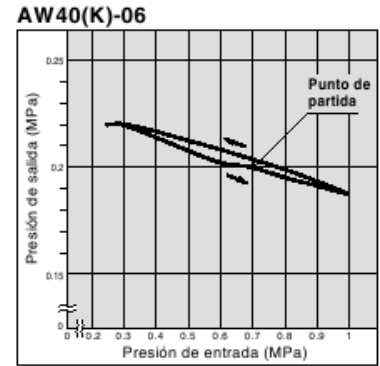
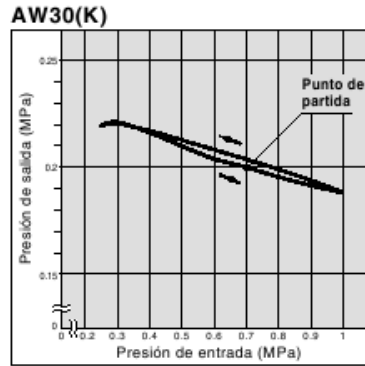
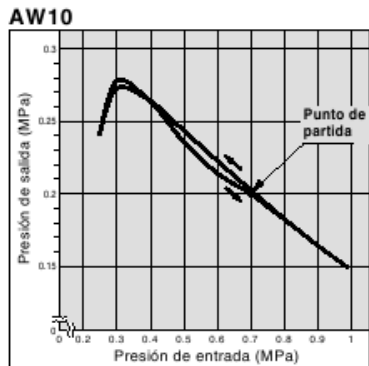
## Curvas de caudal (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada 0.7 MPa



## Curvas de presión (Valores representativos)

Condiciones: presión de entrada de 0.7 MPa, presión de salida de 0.2 MPa, caudal de 20 ℓ/min (ANR)



## Información de Secadores Refrigerados Schulz

(Tomado del catálogo Schulz de equipos de tratamiento de aire)

### Características Técnicas

Modelo	Caudal		Presión Máxima Bar (psig)	Tensión eléctrica(V)	Potencia Consumida	Fluido de Refrigeración	Conexiones RP o F	PESO LÍQUIDO KG	LARG x ALT x PROF mm
	Cfm	Lpm							
SRS 40	40	1132	13 (189)	220 Monofásico	530 W	R134a	RP 3/4	37	475 x 600 x 482
SRS 60	60	1700			705 W	R134a	RP 3/4	40	475 x 600 x 482
SRS 90	90	2548			902 W	R134a	RP 1	62	618 x 805 x 554
SRS 130	130	3681			1320 W	R22	RP 1	82	618 x 895 x 574
SRS 170	170	4814			1760 W	R22	RP 1.1/2	130	765 x 990 x 729
SRS 190	190	5380			1980 W	R22	RP 1.1/2	133	765 x 990 x 729
SRS 240	240	6796			1980 W	R22	RP 1.1/2	135	765 x 990 x 729
SRS 280	280	7928			2882 W	R22	RP 1.1/2	157	970 x 1112 x 725
SRS 340	340	9628			3960 W	R22	RP 2	203	1155 x 1325 x 853
SRS 450	450	12743			4950 W	R22	RP 2	231	1155 x 1325 x 853
SRS 570	570	16140			3800 W	R22	3" F	225	860 x 1630 x 760
SRS 680	675	19114			4300 W	R22	3" F	250	860 x 1560 x 900
SRS 845	845	23928			6400 W	R22	3" F	275	860 x 1630 x 960
SRS 1100	1060	30016			8000 W	R22	4" F	295	1250 x 1630 x 1000

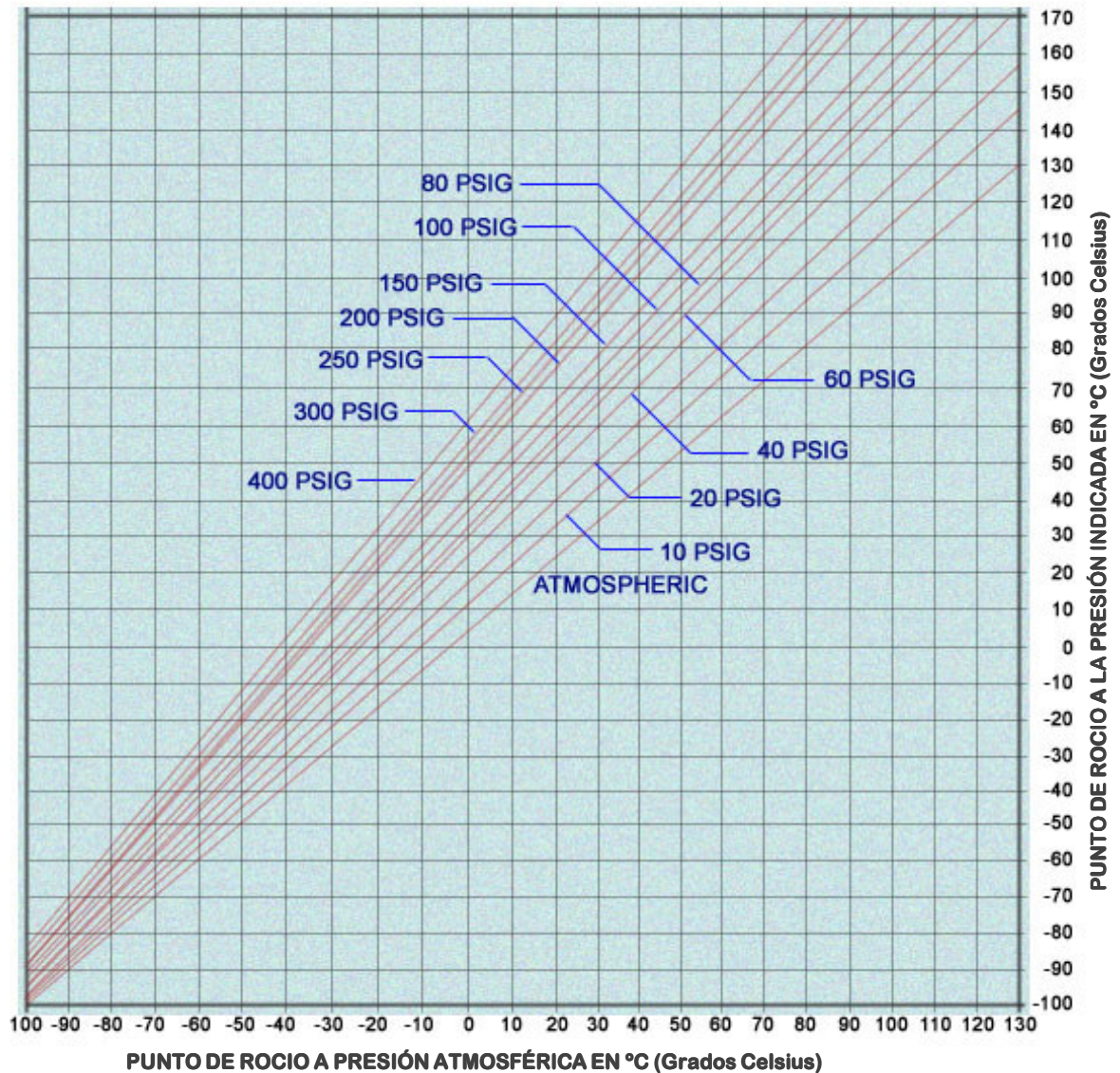
# **APÉNDICE X:**

Información Técnica  
Dimensionamiento de Tuberías y  
Accesorios. Línea Neumática.

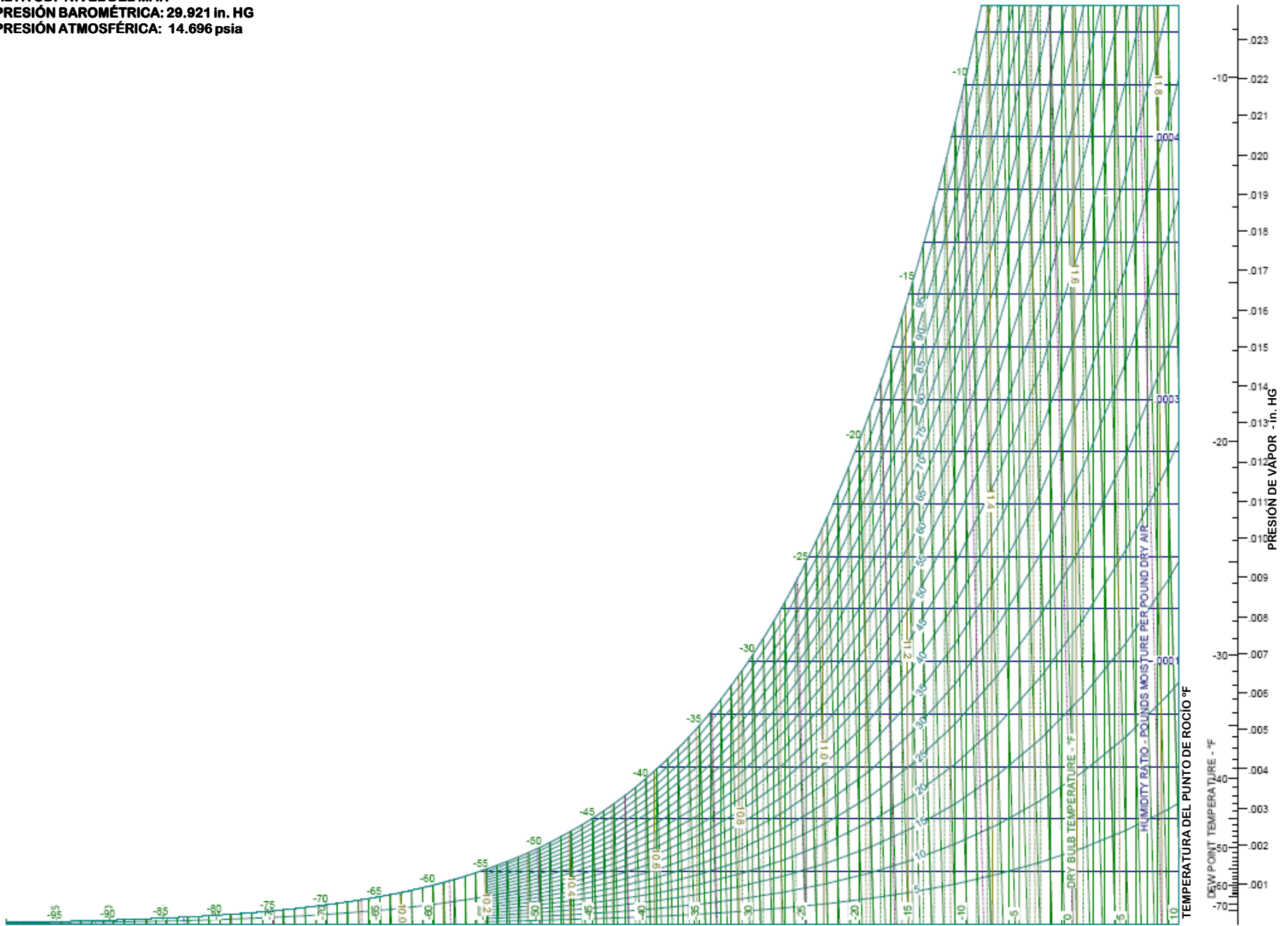
## Flujo de Aire Máximo Recomendado (SCFM) a través de Tubería ANSI Cédula 40 de Peso Estándar

Los valores de flujo de la tabla siguiente están basados en una caída de presión del 10% de la presión aplicada cada 100 pies de largo de tubo de 1/8", 1/4", 3/8", y 1/2" de tamaño; y una caída de presión de 5% de la presión aplicada cada 100 pies de tubo de 3/4", 1", 1-1/4", 2", 2-1/2", 3" de tamaño. La tabla proporciona el flujo recomendado para tubos de diferentes tamaños a las presiones listadas de aplicación y se usa para determinar la tubería adecuada para los sistemas de aire. SCFM = 'Standard Cubic Feet Per Minute' ó Pies Cúbicos de Aire Por Minuto.

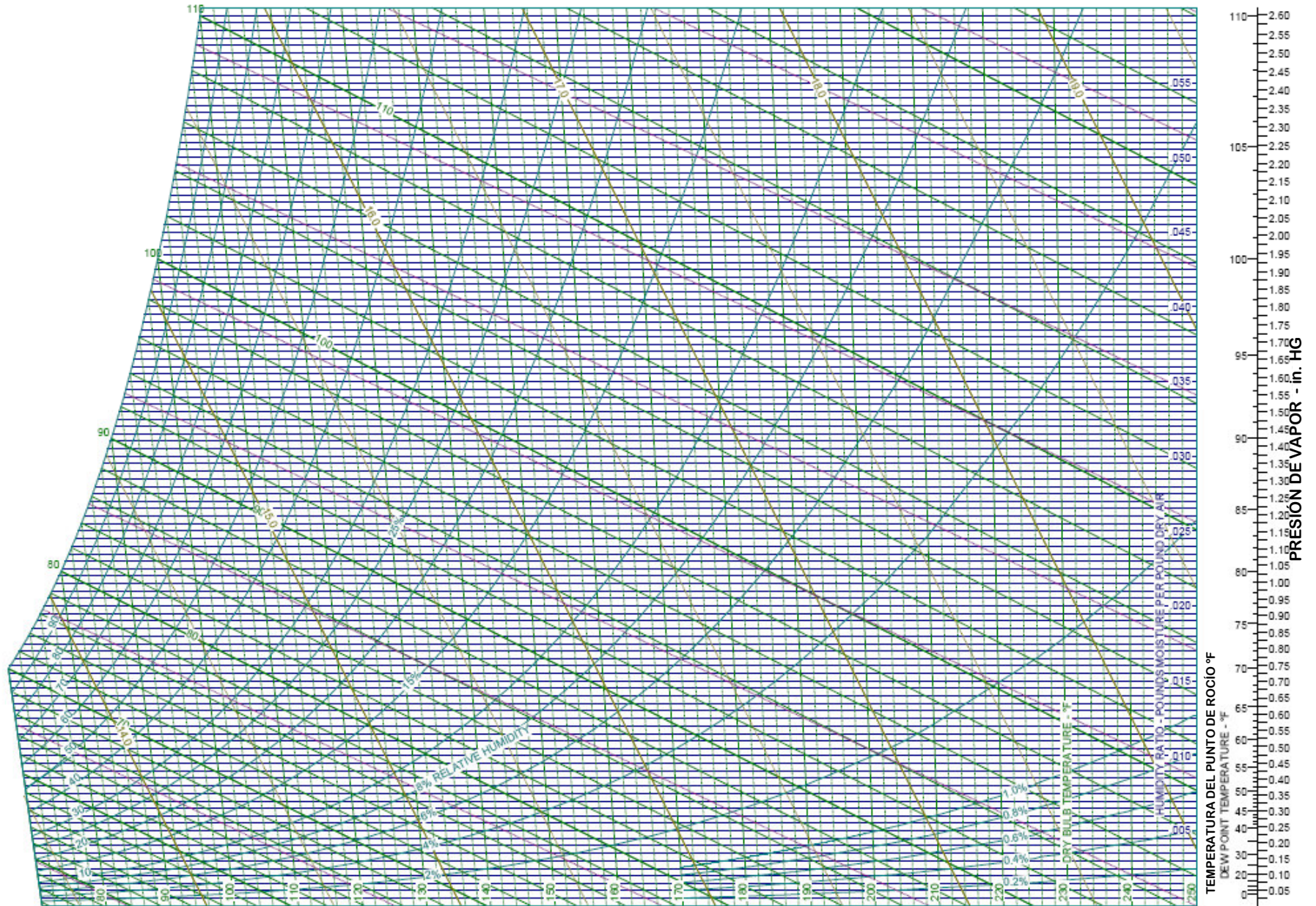
Presión Aplicada PSI	Tamaño Nominal de Tubería Estándar										
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"
5	0.5	1.2	2.7	4.9	6.6	13	27	40	80	135	240
10	0.8	1.7	3.9	7.7	11.0	21	44	64	125	200	370
20	1.3	3.0	6.6	13.0	18.5	35	75	110	215	350	600
40	2.5	5.5	12.0	23.0	34.0	62	135	200	385	640	1100
60	3.5	8.0	18.0	34.0	50.0	93	195	290	560	900	1600
80	4.7	10.5	23.0	44.0	65.0	120	255	380	720	1200	2100
100	5.8	13.0	29.0	54.0	80.0	150	315	470	900	1450	2600
150	8.6	20.0	41.0	80.0	115.0	220	460	680	1350	2200	3900
200	11.5	26.0	58.0	108.0	155.0	290	620	910	1750	2800	5000
250	14.5	33.0	73.0	135.0	200.0	370	770	1150	2200	3500	6100



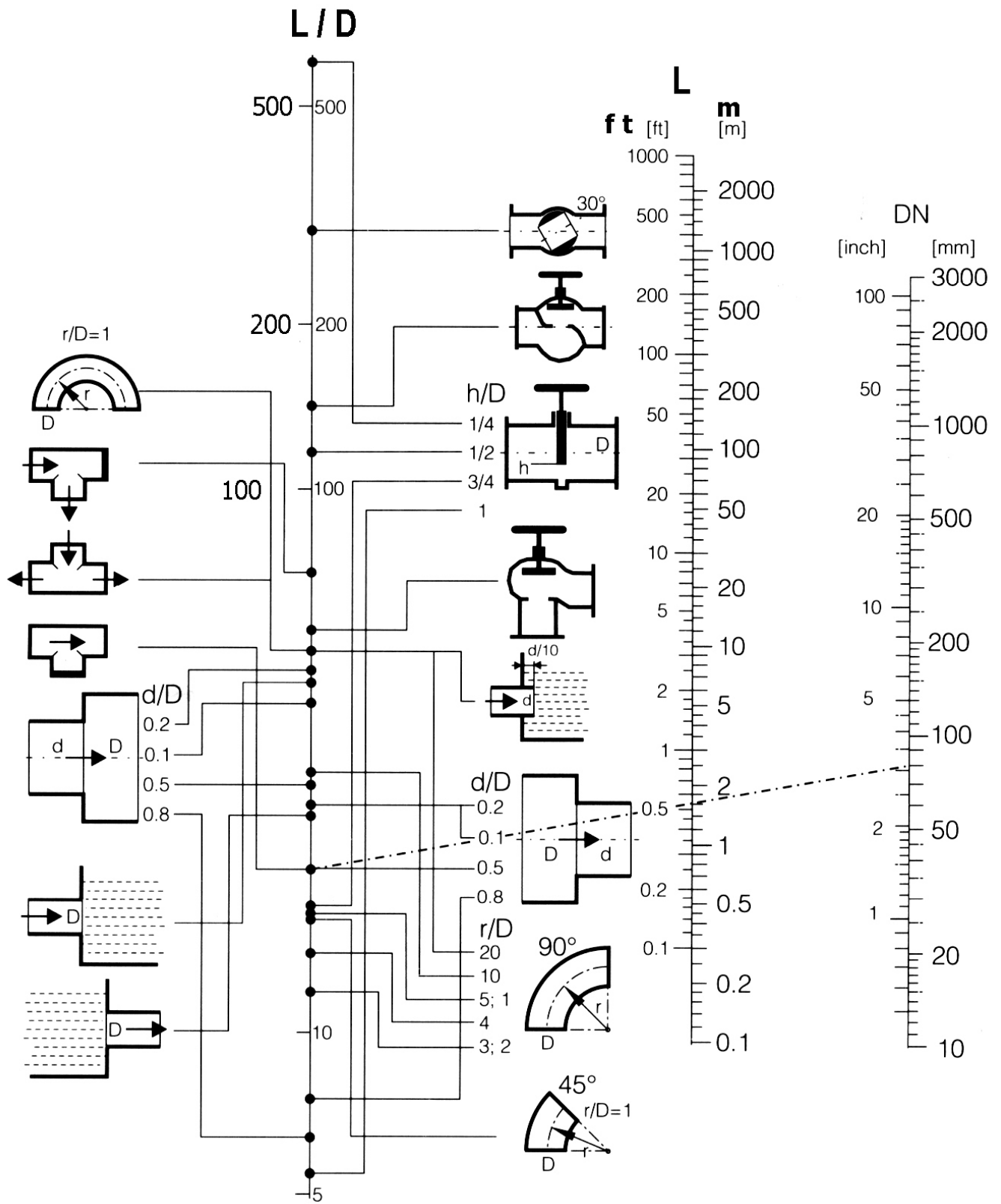
ALTITUD: NIVEL DEL MAR  
PRESIÓN BAROMÉTRICA: 29.921 in. HG  
PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 14.696 psia



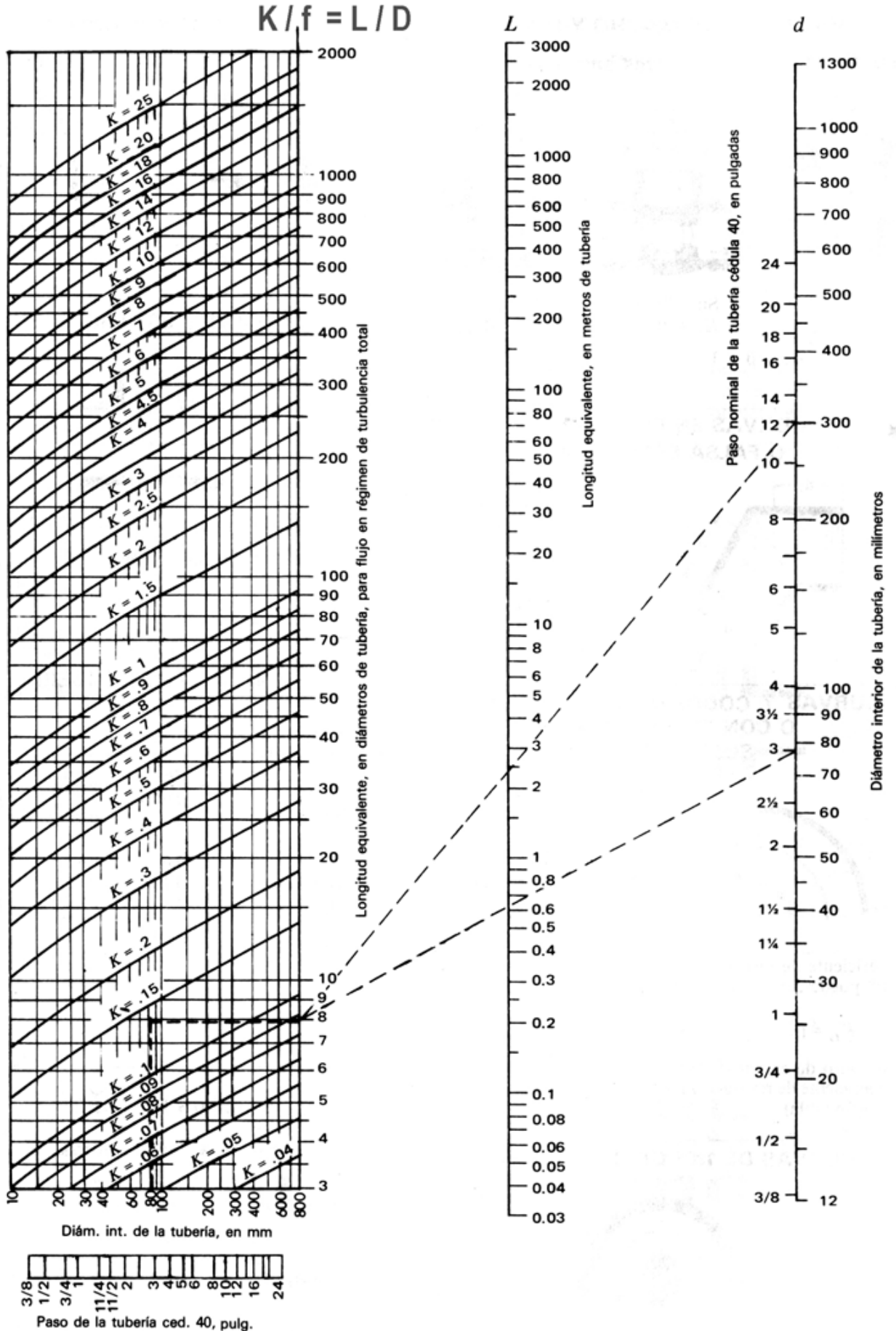
ALTITUD: NIVEL DEL MAR  
PRESIÓN BAROMÉTRICA: 29.921 in. HG  
PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 14.696 psia







# Longitudes equivalentes $L$ y $L/D$ , nomograma del coeficiente de resistencia $K$



**Tablas de Caidas de presión por cada 100 pies de tubería recta**  
(En función del caudal estandar o SCFM)

NPS (Pulgadas)	Flujo de aire <sup>1)</sup> (SCFM)	Caída de presión por 100 ft tubería (psi)				
		Presión en línea (psig)				
		50	75	100	125	150
1/2"	10	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2
	20	2.7	2	1.6	1.3	0.8
	30	5.9	4.3	3.4	2.8	1.6
	40		7.5	5.8	4.8	3.3
	50			9	7.4	5.8
	60			12.9	10.6	8.3
3/4"	10	0.2	0.15			
	20	0.9	0.5	0.4	0.3	0.1
	50	3.8	2.7	2.1	1.8	1.0
	80		6.8	5.2	4.4	3.1
	100		10.6	8.3	7	5.0
	125			12.9	10.7	8.5
	150				13.9	9.5
	1	20	0.2	0.1	0.1	
50		1.1	0.8	0.6	0.5	0.3
75		2.6	1.7	1.3	1.1	0.5
100		4.1	3	2.3	1.9	1.0
125		6.3	4.5	3.5	2.9	1.5
150			6.5	5.1	4.2	3.0
200				8.9	7.3	5.7
250					11.3	7.5
300						9.9
400						14.7
1 1/2	50	0.1				
	75	0.3	0.2	0.15	0.1	0.0
	100	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1
	125	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2
	150	1	0.8	0.6	0.5	0.3
	200	1.8	1.3	1	0.8	0.4
	250	2.8	2	1.6	1.3	0.7
	300	4	2.9	2.3	1.9	1.1
	400	7	5	4	3.2	1.7
	500		7.8	6.2	5.1	3.7
600			8.8	7.2	5.6	
700			11.9	9.8	7.7	
800				12.8	9.1	
2	100	0.1				
	150	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
	200	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	250	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2
	300	1.1	0.8	0.6	0.5	0.3
	400	1.9	1.4	1.1	0.9	0.5
	500	2.9	2.1	1.7	1.4	0.8
	600	4.2	3	2.4	2	1.1
	800		5.4	4.2	3.4	2.3
	1000		8.3	6.5	5.3	3.7
	1250			10	8.3	6.6
	1500				11.9	8.0

NPS (Pulgadas)	Flujo de aire <sup>1)</sup> (SCFM)	Caída de presión por 100 ft tubería (psi)				
		Presión en línea (psig)				
		50	75	100	125	150
2 1/2	150	0.1				
	200	0.2	0.15	0.1		
	250	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
	300	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1
	400	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	500	1.2	0.9	0.4	0.6	0.2
	600	1.7	1.3	1	0.8	0.5
	800	3	2.2	1.7	1.4	0.8
	1000	4.7	3.4	2.7	1.9	0.9
	1250	7.5	5.4	4.2	3.5	1.9
	1500		7.5	5.9	4.8	3.4
	2000			10.3	8.5	6.7
2500				13.3	8.8	
3	300	0.1	0.1			
	500	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	750	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	1000	1.5	1.1	0.8	0.7	0.4
	1500	3.3	2.4	1.9	1.5	0.8
	2000	5.9	4.2	3.3	2.7	1.4
	2500		5.6	5.1	4.2	3.6
	3000		9.4	7.4	5.1	3.0
	3500			10.1	8.3	6.5
	4000			13.1	10.8	8.5
4500				13.6	9.7	
4	750	0.2	0.15	0.1		
	1000	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	1500	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	2000	1.5	1.1	0.8	0.7	0.4
	2500	2.2	1.6	1.3	1.1	0.7
	3000	3.2	2.3	1.8	1.5	0.8
	4000	5.7	3.4	3.2	2.6	1.4
	5000		6.3	5	4.1	2.9
	6000		9	7.1	6.8	5.4
	7000			9.7	7.9	6.1
8000			12.7	10.3	7.9	

<sup>1)</sup> Condiciones FAD

NPS: Sistema Nominal de Tuberías

## DATOS PARA ARRANQUES ESTRELLA TRIANGULO 220 VOLTIOS TRIFASICOS

POTENCIA		CONSUMO		BREAKER	FUSIBLES	CONTACTORES G.E.			CONTACTORES C..S. C.			RELETER.	RELETER.
HP	KW	( A )	( A )	( A )	RED	DELTA	Y	RED	DELTA	Y	G.E.	C.S..C.	
3	2,2	9,6	16	20	CL00(9A)	CL00	CL00	C1-D09	C1-D09	C1-D09	RT1L(4-6,3)	R2-D1310(4-6)	
5	3,7	15,2	25	32	CL01(12A)	CL01	CL00	C1-D18	C1-D18	C1-D09	RT1N(8-12)	R2-D1314(7-10)	
7,5	5,5	21	30	50	CL01(12A)	CL01	CL00	C1-D18	C1-D18	C1-D12	RT1P(10-16)	R2-D1316(9-13)	
10	7,5	28	40	63	CL02(18A)	CL02	CL00	C1-D32	C1-D32	C1-D18	RT1S(14,5-17,5)	R2-D1321(12-18)	
15	11	42	63	80	CL25(25A)	CL25	CL02	C1-D40	C1-D40	C1-D25	RT1U(21-26)	R2-D3353(23-32)G	
20	15	54	75	100	CL04(32A)	CL04	CL02	C1-D50	C1-D50	C1-D32	RT1W(30-40)	R2-D3355(30-40)	
25	18,5	68	100	125	CL45(40A)	CL45	CL25	C1-D65	C1-D65	C1-D40	RT1W(30-40)	R2-D3355(30-40)	
30	22	80	125	125	CL06(50A)	CL06	CL04	C1-D80	C1-D80	C1-D40	RT2G(45-55)	R2-D3357(37-50)	
40	30	104	150	200	CL07(65A)	CL07	CL45	C1-D95	C1-D95	C1-D50	RT2H(54-65)	R2-D3359(48-65)	
50	37	130	200	250	CL08(80A)	CL08	CL06	C1-F115	C1-F115	C1-D65	RT2J(64-82)	R2-D3363(63-80)	
60	45	154	225	250	CL09(95A)	CL09	CL07	C1-F150	C1-F150	C1-D80	RT2L(78-97)	R2-D3365(80-93.)	
75	55	182	250	315	CL10(105A)	CL10	CL07	C1-F185	C1-F185	C1-D95	RT2M(90-110)	LR1-F125(95-125)	
100	75	248	350	400	CK75(150A)	CK75	CL09	C1-F225	C1-F225	C1-F150	RT3F(140-190)	LR1-F160(100-160)	

## DATOS PARA ARRANQUES ESTRELLA TRIANGULO 440 VOLTIOS TRIFASICOS

POTENCIA		CONSUMO		BREAKER	FUSIBLES	CONTACTORES G.E.			CONTACTORES C. S. C.			RELETER.	RELETER.
HP	KW	( A )	( A )	( A )	RED	DELTA	Y	RED	DELTA	Y	G.E.	C.S..C.	
3	2,2	4,8	10	16	CL00(9A)	CL00	CL00	C1-D09	C1-D09	C1-D09	RT1K(2,5-4)	R2-D1308(2,5-4)	
5	3,7	7,6	10	16	CL00(9A)	CL00	CL00	C1-D09	C1-D09	C1-D09	RT1L(4-6,3)	R2-D1310(4-6)	
7,5	5,5	11	16	16	CL00(9A)	CL00	CL00	C1-D12	C1-D12	C1-D09	RT1M(5,5-8,5)	R2-D1312(5,5-8)	
10	7,5	14	20	32	CL00(9A)	CL00	CL00	C1-D12	C1-D12	C1-D09	RT1M(5,5-8,5)	R2-D1314(7-10)	
15	11	21	32	50	CL01(12A)	CL01	CL00	C1-D18	C1-D18	C1-D12	RT1P(10-16)	R2-D1316(9-13)	
20	15	27	40	63	CL02(18A)	CL02	CL00	C1-D25	C1-D25	C1-D18	RT1P(10-16)	R2-D1321(12-18)	
25	18,5	34	50	80	CL25(25A)	CL25	CL01	C1-D32	C1-D32	C1-D18	RT1T(17,5-22)	R2-D1322(17-25)	
30	22	40	63	80	CL25(25A)	CL25	CL02	C1-D40	C1-D40	C1-D25	RT1U(21-26)	R2-D1322(17-25)	
40	30	52	75	100	CL04(32A)	CL04	CL02	C1-D50	C1-D50	C1-D25	RT1V(25-32)	R2-D3353(23-32)G	
50	37	65	100	125	CL45(40A)	CL45	CL25	C1-D65	C1-D65	C1-D32	RT1W(30-40)	R2-D3355(30-40)	
60	45	77	125	125	CL06(50A)	CL06	CL25	C1-D80	C1-D80	C1-D40	RT2G(45-55)	R2-D3357(37-50)	
75	55	96	150	160	CL07(65A)	CL07	CL04	C1-D95	C1-D95	C1-D50	RT2H(54-65)	R2-D3359(48-65)	
100	75	124	200	250	CL08(80A)	CL08	CL06	C1-F1115	C1-F1115	C1-D65	RT2J(64-82)	R2-D3363(63-80)	

### Introducción

El arranque directo de un motor, absorbe elevadas corrientes en el momento de conectarlo a la red, equivalente a 2,5 veces el valor de la  $I_n$  (intensidad nominal), lo cual se traduciría en devanados eléctricamente más robustos, dispositivos de control y protección de mayor rango, alimentadores de mayor capacidad, encareciendo los costos asociados a construcción e instalación de un motor, razón por la cual el sistema de arranque directo no se utiliza en motores de elevada potencia.

Especialmente en motores asíncronos, trifásicos, con rotor en cortocircuito, se utiliza un sistema de arranque denominado estrella-triángulo.

### Conexión Estrella

Consiste en unir entre sí un terminal de cada bobina del estator y alimentar el otro terminal, para generar una tensión equivalente a la tensión entre fases, dividida por el factor  $\sqrt{3}$ , entre los terminales de cada bobina.

### Conexión Triángulo

Consiste en conectar en serie las bobinas del estator y aplicar tensión equivalente a la tensión línea-línea.

### Sistema de arranque Estrella-Triángulo

La característica principal para ejecutar el arranque de un motor en configuración estrella-triángulo es que cada una de las bobinas sea independiente y sus extremos sean accesibles desde la placa del motor.

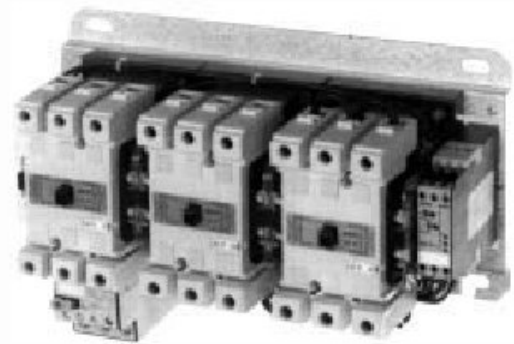
La secuencia de arranque comienza en configuración estrella, generando una tensión en cada una de las bobinas del estator  $\sqrt{3}$  veces menor que la nominal, con una reducción proporcional de la corriente nominal ( $I_n$ ).

Una vez que el motor alcanza entre el 70 ú 80% de la velocidad nominal, se desconecta el acoplamiento en estrella para realizar la conmutación a configuración triángulo, momento a partir del cual el motor opera en condiciones nominales, sometido a una intensidad pico de muy poca duración, la cual no alcanza el valor pico de 2,5  $I_n$ , que alcanzaría si se ejecutara el arranque directo. Sin embargo, este aspecto carece de importancia en la mayoría de los casos, ya que la velocidad nominal se alcanza en pocos segundos.

La conmutación estrella-triángulo debe realizarse al alcanzar entre un 70 ú 80% de la velocidad nominal, ya que de producirse antes, la intensidad pico alcanzaría valores muy elevados, provocando la parada del motor y con gran probabilidad de daño en los devanados del mismo.

En la práctica, el tiempo de conmutación está sujeto al par acelerador y a la inercia de las partes con las siguientes limitaciones:

- El relé térmico no tolerará tiempos prolongados, típicamente un máximo de treinta segundos (30 s).
- El motor tiene un límite de calentamiento.



En motores de potencias superiores a los 40HP, se generan tensiones inducidas que permanecen en el motor después que se ha realizado la desconexión en configuración estrella. Si se realizara de inmediato la conmutación a configuración estrella, estas tensiones inducidas podrían estar en oposición de fase con la red de suministro y ser suficientemente elevadas, como para generar una corriente transitoria de gran magnitud. Este inconveniente, es salvado introduciendo un retardo durante la conmutación de estrella a triángulo, siempre y cuando durante este lapso, no se genere una pérdida de velocidad significativa.

### Diseño de un arrancador Estrella-Triángulo

- Se utilizan un temporizador y tres (3) contactores: red, triángulo y estrella.
- Los contactores de red y triángulo, deben tener capacidad para operar a un 58% de la intensidad nominal del motor y el térmico debe ajustarse al mismo porcentaje de intensidad.

## Voltaje 220 Vac

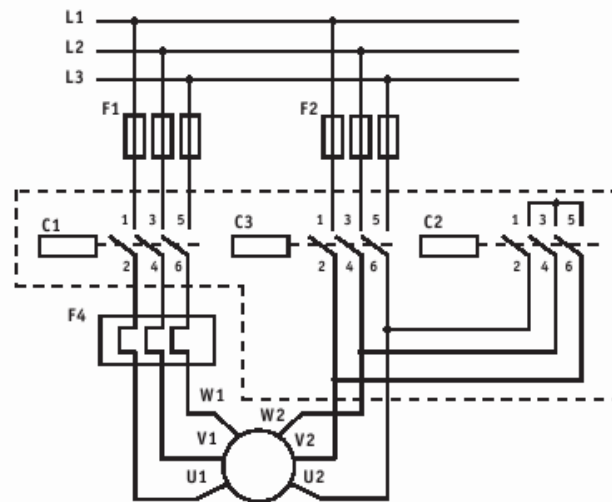
Referencia	Potencia		Intensidad (A)	Red	Contactor		Relé de sobrecarga		Fusible
	kW	HP			Triángulo	Estrella	Modelo	Rango	
AT 037	11	15	40	LS 37	LS 37	LS 27	b 77 S	20... 32	80
AT 047	18,5	25	62	LS 47	LS 47	LS 37	b 77 S	32... 50	125
AT 057	30	40	101	LS 57	LS 57	LS 47	b 77 S	50... 63	200
AT 077	37	50	126	LS 77	LS 77	LS 57	b 77 S	63... 80	250
AT 087	45	60	151	LS 87	LS 87	LS 57	b 77 S	80...110	300
AT 107	52	70	172	LS 107	LS 107	LS 87	b 177 S	90...120	315
AT 147	75	100	236	LS 147	LS 147	LS 107	b 177 S	135...160	360
AT 177	90	120	283	LS 177	LS 177	LS 107	b 177 S	150...180	400
AT 207	97	130	307	LS 207	LS 207	LS 147	b 200	100...200	430
AT 247	112	150	354	LS 247	LS 247	LS 177	b 400	220...400	500

## Voltaje 480 Vac

Referencia	Potencia		Intensidad (A)	Red	Contactor		Relé de sobrecarga		Fusible
	kW	HP			Triángulo	Estrella	Modelo	Rango	
AT 037	26	35	39	LS 37	LS 37	LS 27	b 77 S	20... 32	80
AT 047	45	60	67	LS 47	LS 47	LS 37	b 77 S	32... 50	125
AT 047-30	56	75	84	LS 57	LS 57	LS 47	b 77 S	40... 57	200
AT 057	75	100	112	LS 77	LS 77	LS 57	b 77 S	57... 70	250
AT 077	93	125	140	LS 87	LS 87	LS 57	b 77 S	63... 90	300
AT 087	104	140	157	LS 107	LS 107	LS 57	b 177 S	80...110	315
AT 107	112	150	168	LS 107	LS 107	LS 87	b 177 S	90...120	360
AT 147	134	180	202	LS 147	LS 147	LS 107	b 177 S	110...135	400
AT 177	164	220	247	LS 177	LS 177	LS 147	b 177 S	135...160	450
AT 207	201	270	303	LS 247	LS 247	LS 177	b 200	100...200	315

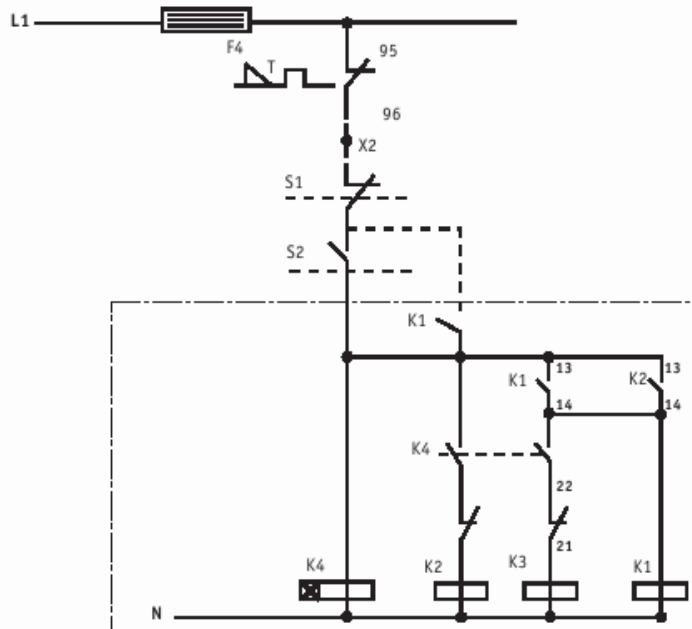
Intensidad de los motores en servicio AC-3

Esquema de conexión potencia arrancador Estrella-Triángulo



- F1 y F2 = Fusibles.
- C1: Contactor Red.
- C2: Contactor Estrella.
- C3: Contactor Triángulo.
- F1: Fusible.
- F4: Relé de sobrecarga.

Esquema de conexión control arrancador Estrella-Triángulo



- S2: Pulsador de Arranque.
- S1: Pulsador de Parada.
- K1, K2, K3: Bobina contactores C1, C2 y C3.
- K4: Temporizador.
- F4: Relé de sobrecarga o térmico.

## BIBLIOGRAFÍA

- De la Cadena A., Pazmiño M., Sánchez F., Merchán M., *Estadísticas Estructurales de Empresas y Establecimientos Económicos*, Talleres Gráficos del INEC. 2009.
- *Equipos de Lubricación. Guía del Comprador.*, Minneapolis, USA, Graco Inc. © 2009, 2010 Rev. B 6/10.
- *Carretes Cerrados para Mangueras LD.*, Minneapolis, USA, Graco Inc. ©2009 Rev. A 5/10.
- *Lubrication Equipment Buyer's Guide.*, Minneapolis, USA, Graco Inc. ©2001-2006 Rev. F 2/06
- Fox – McDonald, *Introducción a la Mecánica de Fluidos*, Mc. Graw Hill 4<sup>º</sup> Edición. Año 1995
- *Air Guide Handbook*, Ingersoll Rand
- *Catálogo de Herramientas Neumáticas*, Schulz S.A. Joinville, Brasil. Año 2009.
- *Catálogo de Compresores de Aire Portátiles*, Schulz S.A. Joinville, Brasil. Año 2009.
- *Manual de Operación. Compact – Pistola Pulverizadora por Gravedad HVLP, Boletines de servicio SB-2-540-B; SB-2-543-C*, Devilbiss, Glendale, USA. Año 2003.

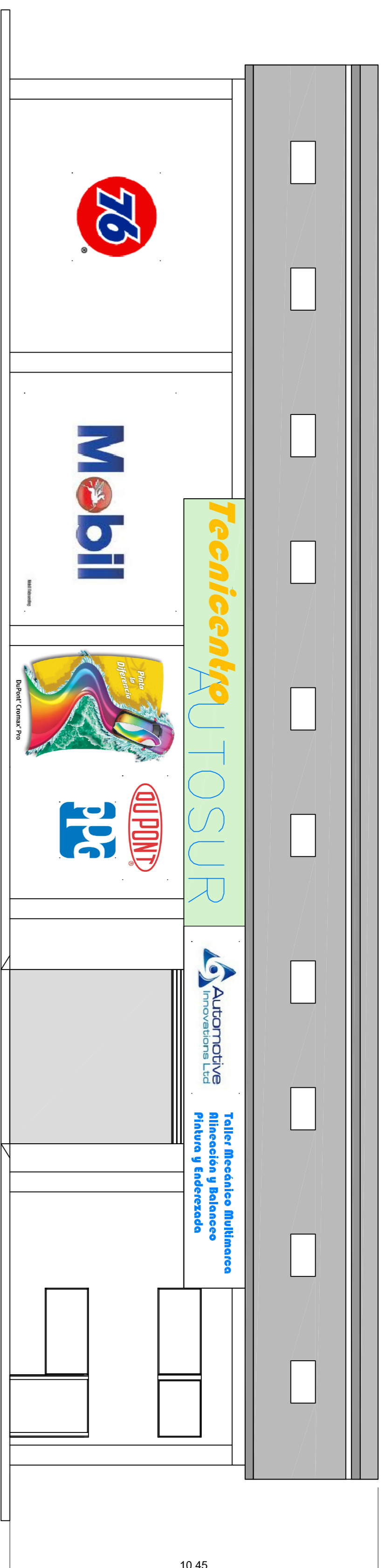


- *Compressor MSWV 80 MAX - Two Stages 175 psig.*, Schulz S.A. Joinville, Brasil. Año 2005. Rev.01
- *Kingston Model KSV12 & KSV25.* Torrance, USA., Storm Manufacturing Group, Año 2010.
- *Catálogo Técnico. Compresor - MSWV 60 FORT/ART - W 960 (60/AD) - MSWV 60 FORT/425 - W 96011 H - W 972 (72/AD) - W 97211 HL - MSWV 72 FORT/425 - MSWV 120 FORT/ART - W2-9120 (120/AD) - MSWV 120 FORT/460 - W2-912012 H - MSWV 144 FORT/ART - W2-9144 (144/AD) - MSWV 144 FORT/460 - W2-914412 HL - 2 Etapas - W 640 (40/AD) - W 64012 H - 3 Etapas.*, Schulz S.A. Joinville, Brasil. Año 2009.
- *Related Products: Heavy Duty Auto Drain. Series ADH4000.* SMC Corporation. Tokio, Japón. Año 2000.
- *Vargas A., Montaje de Maquinaria Industrial – Tomo 1, Series VZ.* Guayaquil, Ecuador. Año 1982.
- *Filtros de línea. Serie AFF.*, SMC Corporation. Tokio, Japón. Año 2008.
- *Separador de neblina. Serie AM.*, SMC Corporation. Tokio, Japón. Año 2008.
- *Separador de neblina micrónico. Serie AMD.*, SMC Corporation. Tokio, Japón. Año 2008.

- *Unidad F.R.L. modular. ACCAT.EUS40-42- ES.*, SMC Corporation. España. Año 2008.
- *A melhor solução em tratamento de ar comprimido.* Schulz S.A. Joinville, Brasil. Año 2007.
- *Información Técnica. Flujo de Aire Máximo Recomendado (SCFM) a través de Tubería ANSI Cédula 40 de Peso Estándar.*, Dixon Valve & Coupling Co., USA. Año 2011.
- Artículo: “*Congestión vehicular en 9 ciudades del Ecuador*” del diario El Comercio del 5 de Julio 2010.
- Artículo: “*El parque automotor*” del diario Hoy del 28 de Mayo del 1992.
- Artículo: “*Mall del nuevo norte*”. Revista Vistazo publicada en Julio 2009
- <http://ecuadorecuatoriano.blogspot.com/2010/01/quito-restringira-transito-con-pico-y.html>, última actualización 11 de Enero del 2010
- *Anuario 2009.*, AEADE Quito, Ecuador.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Guayaquil/Destacado/A%C3%B1o\\_2010/Semana\\_2](http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Guayaquil/Destacado/A%C3%B1o_2010/Semana_2), última actualización 10 de Febrero del 2010
- <http://www.liquidynamics.com/newOil/oilPumpAcc2.html>, última actualización del 16 de Abril del 2011.
- <http://www.raasm.com/indexspa.htm>, última actualización del 16 de Abril del 2011.

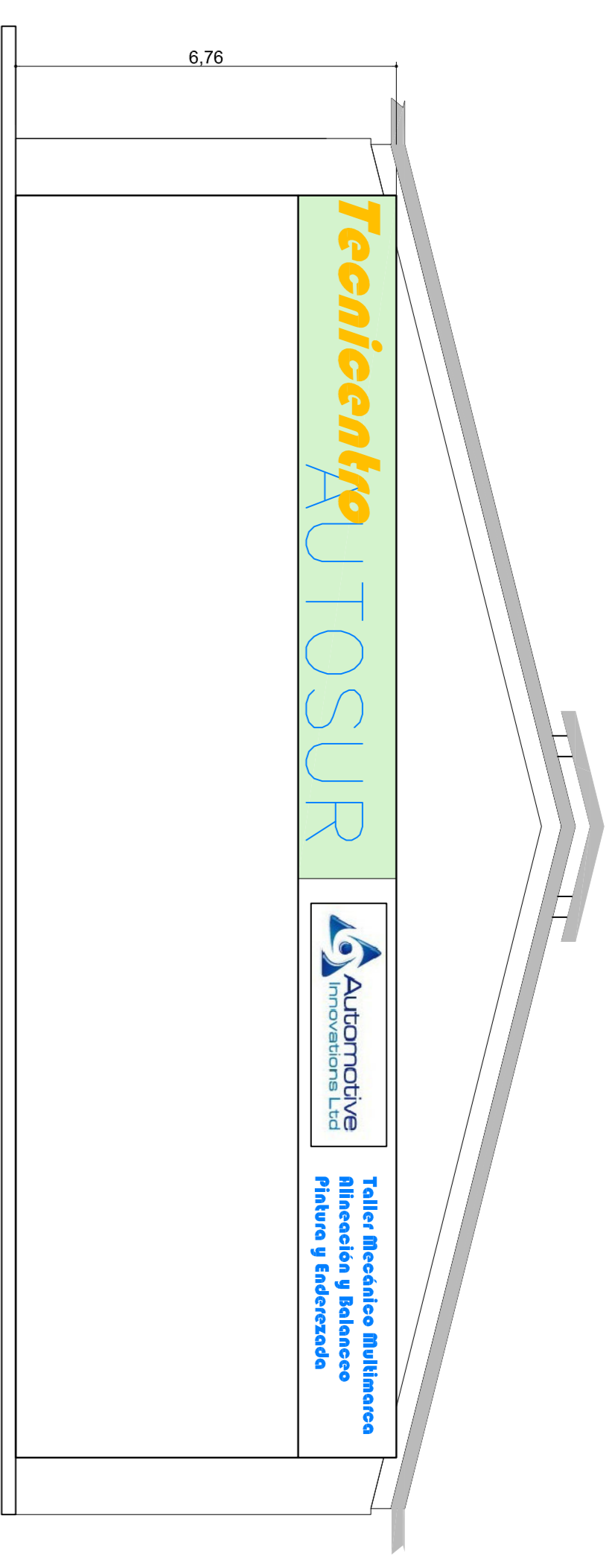
- <http://www.raasmusa.com/products.php>, última actualización del 16 de Abril del 2011.
- <http://www.crowderhydraulictools.com>. Última actualización del 1 de Mayo del 2011.
- [http://www.engineeringtoolbox.com/air-consumption-tools-d\\_847.html](http://www.engineeringtoolbox.com/air-consumption-tools-d_847.html), última actualización del 20 de Mayo del 2011.
- *LF10 Air Pressure Switches (25-175 PSI)*, Lefoo, disponible en: <http://www.lefoo.com/prolist.asp?ProdId=0004>, última actualización 1 de Julio del 2011.
- *SCFM (Standard CFM) vs. ACFM (Actual CFM)*., REP. Inc., disponible en: <http://www.pdblowers.com/t6-scfm-standard-cfm-vs-acfm-actual-cfm.php>, última actualización 1 de Julio del 2011.
- *Catálogo de Soportes antivibrantes.*, Cambesa®, Barcelona, España., disponible en: [www.cambesa.es](http://www.cambesa.es)
- *Akton psychrometric charts.*, Akton Associated. Edmond, USA. Año 2011, disponibles en: <http://www.aktonassoc.com/>
- *Tablas de Caídas de presión por cada 100 pies de tubería recta.*, disponibles en: [http://www.engineeringtoolbox.com/compressed-air-pressure-loss-d\\_1014.html](http://www.engineeringtoolbox.com/compressed-air-pressure-loss-d_1014.html)
- Astudillo O., *Plan de Negocios (Resumen ejecutivo)*. Disponible en: [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10204/1/taller\\_automotriz\\_multimarca.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10204/1/taller_automotriz_multimarca.pdf)

- *Ficha Técnica de Producto Shell Malleus GL*, disponible en [http://www-static.shell.com/static/can-en/downloads/shell\\_for\\_businesses/oils\\_lubricants/3-84.pdf](http://www-static.shell.com/static/can-en/downloads/shell_for_businesses/oils_lubricants/3-84.pdf)
- *Reciprocating Single- and Two-stage Air Compressors 2 - 25 HP*, Ingersoll Rand. Año 2010, disponible en: [http://fileserv.ingersollrand.com/DocumentLibrary/IRITS%20-25hp\\_US\\_V2.pdf](http://fileserv.ingersollrand.com/DocumentLibrary/IRITS%20-25hp_US_V2.pdf)
- *Compresores de Aire de 15 HP de Dos Etapas. Manual de Repuestos CI15K0120H, CI15K3120H, CI15K3120H5.*, Campbell Hausfeld, disponible en: [http://www.chpower.com/chpdfs/manual04/254100\\_0898.pdf](http://www.chpower.com/chpdfs/manual04/254100_0898.pdf).
- *GT Secadores - CE 04:007:012. ISO 7183 - Secadores de ar comprimido - especificações e testes.*, Metalplan, disponible en: [http://www.metalplan.com.br/pdf/br2/iso\\_7183.pdf](http://www.metalplan.com.br/pdf/br2/iso_7183.pdf).
- *EMC-AirPrep-01A-ES*, SMC Corporation. España. Disponible en: [http://ceysi.com.mx/AirPreparationSystem\\_leaflet\\_es.pdf](http://ceysi.com.mx/AirPreparationSystem_leaflet_es.pdf)
- *Datos para Arranques Estrella Triangulo.*, disponible en: <http://www.sumelec.net/descargas/indice%20por%20productos/85.pdf>
- *Arrancadores Estrella Triangulo.*, Maresa., disponible en: <http://www.maresa.com/pdf/01%20linea%20de%20control%20AEG/p%201-20%20arrancadores%20estrella%20triangulo.pdf>



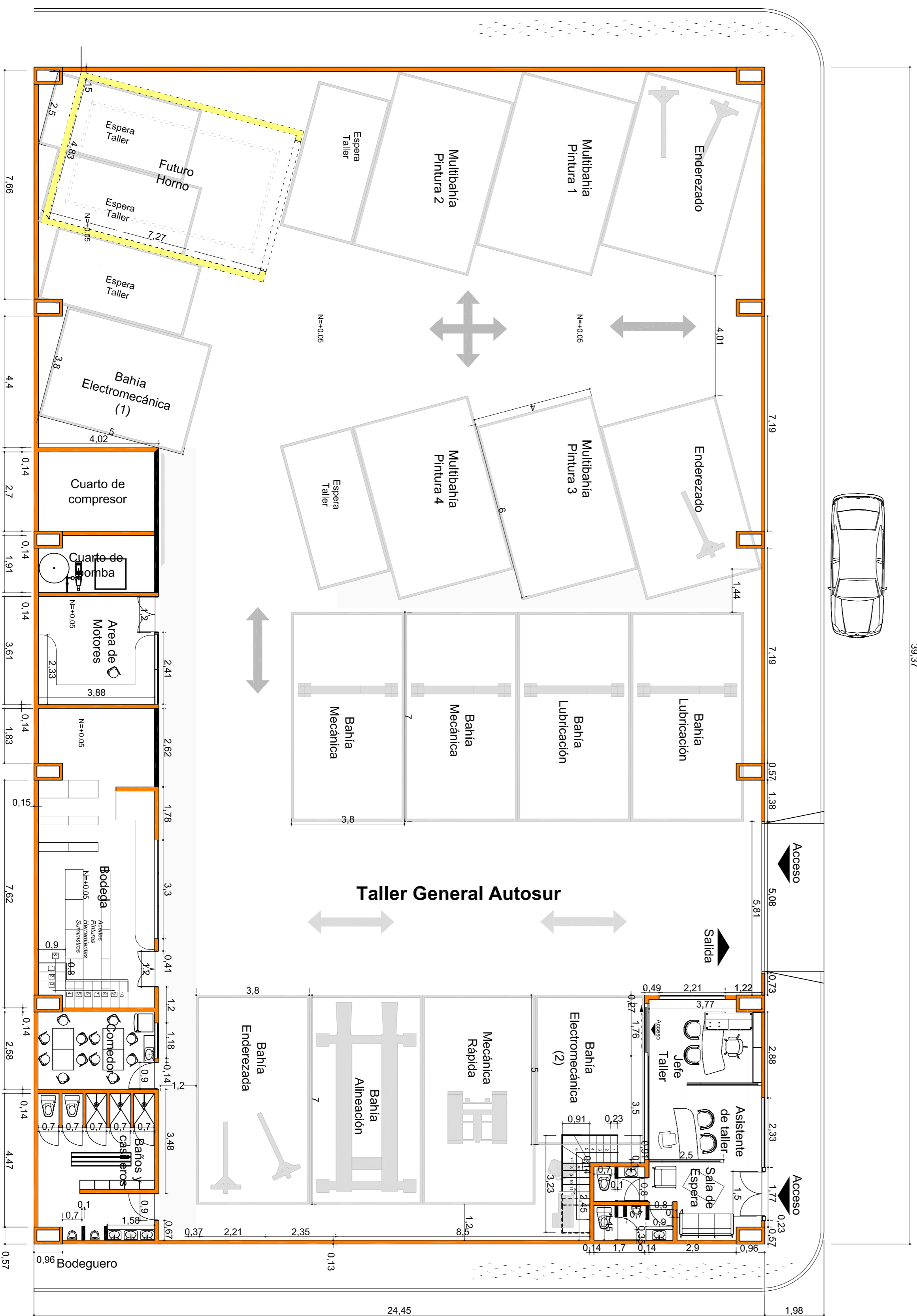
## ELEVACION FRONTAL

ESCALA-----1 :100



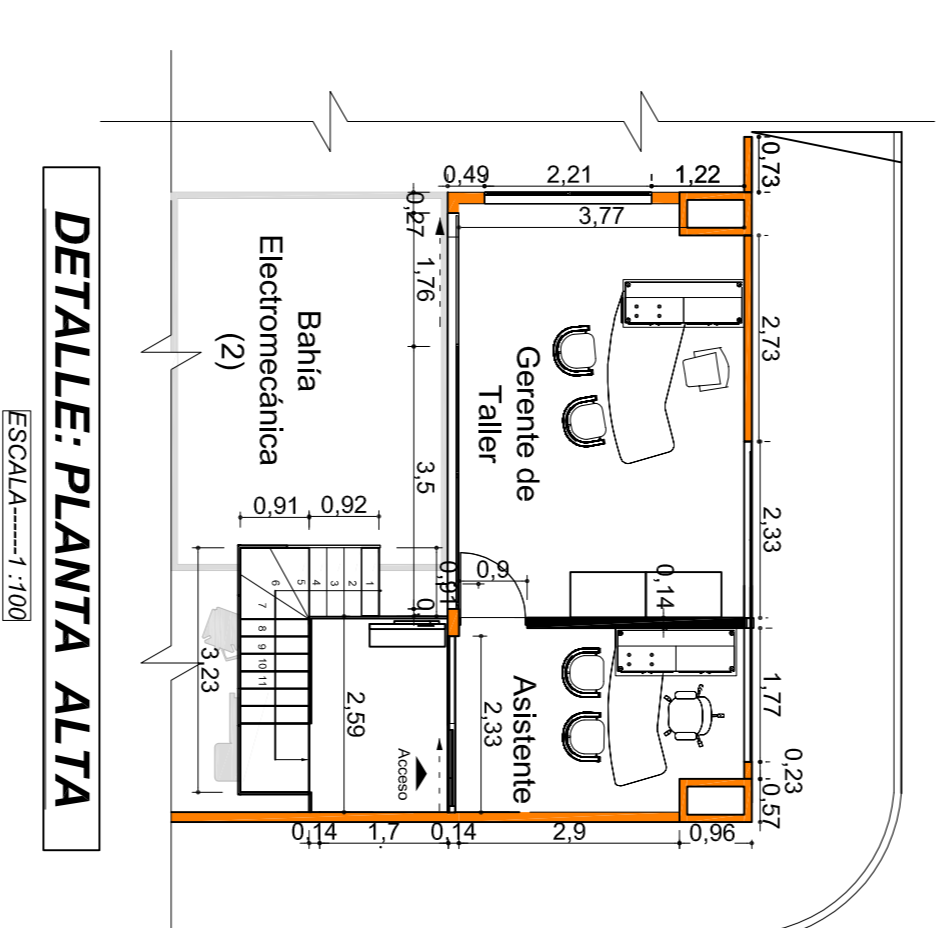
## ELEVACION LATERAL

ESCALA-----1 :100



## PLANTA BAJA

ESCALA-----1 :100



## DETALLE: PLANTA ALTA

ESCALA-----1 :100

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CIMENTACION	PLANTOS HP Y CADENA CORRIDA
ESTRUCTURA	METALICA
PAREDES	MAMPONERIA DE BLOQUE
PISOS	PORCELANATO Y PINTURA EPOXICA
PUERTAS	ALUMINIO Y VIDRIO-HIERRO
VENTANAS	ALUMINIO Y VIDRIO-HIERRO
CUBIERTA	GALVALUME
ENLUCIDO	COMON
PINTURA	LATEX

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	CONCRETO	m <sup>3</sup>	100	1.50	150.00
02	ACERO	kg	2000	0.80	1600.00
03	CEMENTO	kg	5000	0.05	250.00
04	ARENA	m <sup>3</sup>	100	1.00	100.00
05	AGUARRIAS	kg	100	0.10	10.00
06	ALUMINIO	kg	100	1.00	100.00
07	VIDRIO	m <sup>2</sup>	100	1.00	100.00
08	HIERRO	kg	100	0.10	10.00
09	GALVALUME	m <sup>2</sup>	100	1.00	100.00
10	COMON	m <sup>2</sup>	100	1.00	100.00
11	LATEX	m <sup>2</sup>	100	1.00	100.00