

# PULVERIZADORES HIDRAULICOS

## II: Filtros, Barras distribuidoras, Conducciones, Boquillas y Cabezal de enganche

por: Juan A. Boto Fidalgo\* y Francisco Javier López Díez\*\*

### FILTROS

Son elementos que permiten retener partículas de un determinado tamaño, transportadas en el líquido, e impiden las obstrucciones en conducciones de menor sección. Normalmente son de malla, realizados en acero inoxidable o poliamida, cuya abertura se mide por la separación de hilos (en mm o  $\mu\text{m}$ ) o en mesh (nº de hilos/pulgada).

Como normas generales, en un filtrado, se pueden considerar las siguientes:

- deben ser retenidas todas las partículas cuyo tamaño pueda obstruir la sección de las conducciones posteriores, lo que exige un determinado tamaño de malla,

- un buen filtrado del líquido requiere de filtros, en el inicio de cada tramo que ve reducida su sección, que tengan un tamaño adecuado (superficie de filtrado), en función del caudal a filtrar, a fin de no generar importantes pérdidas de carga en el líquido,

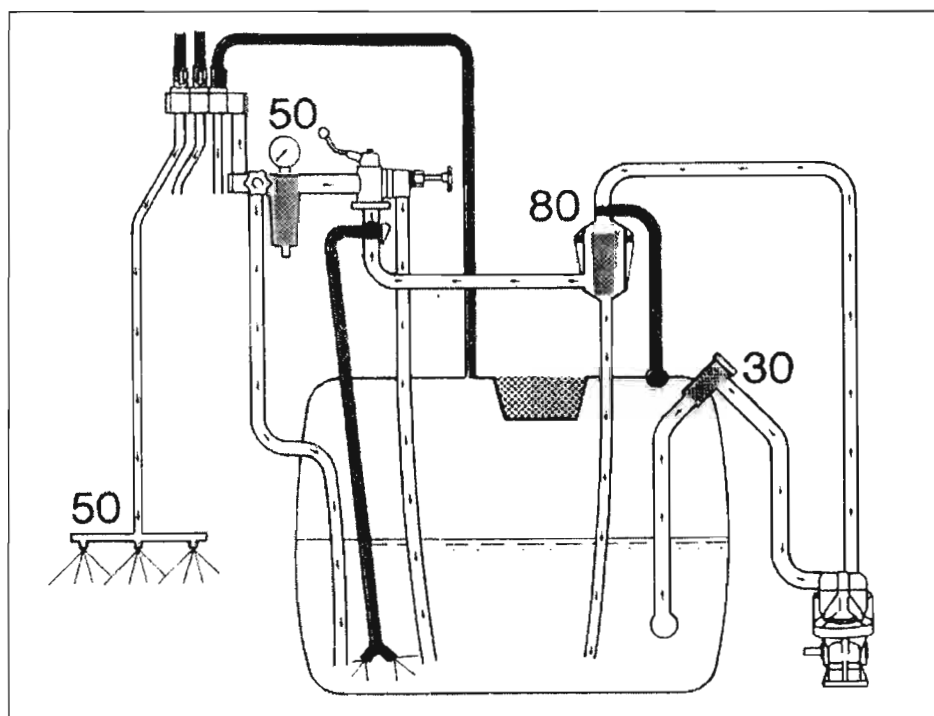
- los filtros deben limpiarse periódicamente y frecuentemente, por lo que es muy importante que sean de fácil acceso.

La acumulación de partículas sobre la malla del filtro genera una pérdida de carga en la conducción; algunos filtros pueden disponer de indicador de colmatación.

En los equipos podemos encontrar los siguientes tipos de filtros, en función de la ubicación y tamaño de malla:

- **Filtro de llenado o colador.** Se incorpora en la boca de llenado del depósito, es de tipo "canasta" (cilíndrica o tronco-cónica), dispone de una elevada superficie filtrante y, retiene las partículas más gruesas (mallas de 500 a 2.000  $\mu\text{m}$ ) que incluye el líquido con que se carga la cuba.

- **Filtro de aspiración.** Se ubica entre el sumidero y la bomba y se incluye en to-



Esquema del filtrado en un pulverizador. Los nº se corresponden con el tamaño de malla de los filtros expresada en mesh.

dos los equipos. Posee mallas de 300 a 800  $\mu\text{m}$  e impide el paso de partículas hacia la bomba de presión.

- **Filtros de impulsión.** Se ubican en el circuito de impulsión, con anterioridad a la distribución del líquido hacia los tramos o sectores, y la malla que utilizan varía de 300 a 500  $\mu\text{m}$ . Pueden incluir más de un filtro, uno de los cuales suele ir en el distribuidor, justamente anterior donde se mide la presión del líquido. A veces se incluyen filtros autolimpiables, en los cuales existe un pequeño orificio, regulado por una válvula que controla el paso del líquido, que forma un retorno y permite el arrastre hacia el depósito de las partículas que no superan la malla, con lo que ésta se mantiene limpia.

- **Filtros de tramo de pulverización.** No siempre se incorporan y de hacerlo se

ubican en el inicio de los tramos de pulverización. La malla de que disponen es 150 a 300  $\mu\text{m}$  y deben ser de fácil limpieza. Pueden montarse en línea o en derivación; en este último caso son más eficaces y más fáciles de desmontar.

- **Filtros de boquillas.** Son los de malla inferior, deben tener una elevada relación superficie de filtrado/caudal a filtrar, y se incorporan en el interior del cuerpo de la boquilla pulverizadora; su malla varía de 50 a 300  $\mu\text{m}$ , según el orificio de salida de la boquilla.

Los filtros deben instalarse en lugares accesibles pudiéndose desmontar fácilmente. Serán filtros obligatorios, el de aspiración y uno o más en impulsión, que dispondrán de una malla cuyo paso sea inferior al de la boquilla de menor calibre recomendada por el fabricante.

(\*) Dr. Ingeniero Agrónomo. Prof. titular de Mecanización Agraria de la U. de León

(\*\*) Ingeniero Agrónomo. Becario de la Universidad de León



Dispositivo de estabilización de trapecio

## LAS CONDUCCIONES

Todas las conducciones deben estar constituidas de material resistente a la corrosión y abrasión, no facilitar la adquisición de depósitos en su interior y ser fáciles de limpiar; por ejemplo, pudiendo separar uno de sus extremos y haciendo circular el líquido por su interior.

Las conducciones que deben transportar líquidos a presión, y especialmente las conducciones portaboquillas, presentarán además:

- secciones generosas, que reduzca las pérdidas de carga, y montaje correcto que impida el escape de líquido,

- montaje de los portaboquillas a una separación determinada,

- longitudes de tramos similares, con abastecimiento de líquido por el punto medio, a fin de que existan mínimas diferencias de presión entre las distintas boquillas.

- tramos con longitud inferior a los 4 m, aunque con anchos de trabajo superiores a los 18 m se suelen utilizar tramos de 4,5 ó 6 m, con un diámetro no inferior a los 18 mm.

Las conducciones que deben trabajar a presiones superiores a 10 bar deben estar marcadas, con la presión máxima admitida, nombre y dirección del fabricante. Esta presión máxima debe ser como mínimo el doble de la máxima de trabajo.

Las conducciones de presión utilizadas en los equipos y, especialmente, las conducciones portaboquillas, pueden agruparse en dos grupos, rígidas y flexibles.

- **Rígidas.** Son normalmente de acero inoxidable o aluminio anodizado (en algún caso de PVC rígido) y en ellas las boquillas se montan a distancias fijas ya

previstas, a 33, 50 ó 60 cm; las uniones entre tramos se hacen mediante conducciones flexibles para permitir su plegado.

- **Flexibles.** Son normalmente de polietileno armado y, en principio, en ellas las boquillas se pueden montar a la distancia deseada. Si las tuberías no están extendidas, las variaciones de presión del líquido pueden producir un efecto de muelle, aparte las pérdidas de carga producida, que afecta a la uniformidad de la pulverización.

## Las pérdidas de carga

Es importante conocer las pérdidas de carga que se producen en las conducciones, entre la ubicación del manómetro y las boquillas pulverizadoras, puesto que los manuales expresan los caudales de éstas últimas en función de la presión del líquido a nivel de boquilla.

La **Norma UNE 68-096-89, en los puntos 6.2 y 7.5**, establece el ensayo para medir las pérdidas de carga en las conducciones de alimentación; para ello, además de los manómetros que monta el equipo, se instalan manómetros a la entrada y extremo de cada tramo, e incluso, a la entrada y salida de cada filtro incorporado.

En el ensayo se utilizan las boquillas de mayor caudal previsto utilizar a la presión máxima de trabajo recomendada; también se pondrá en funcionamiento el sistema agitador hidráulico, si existe.

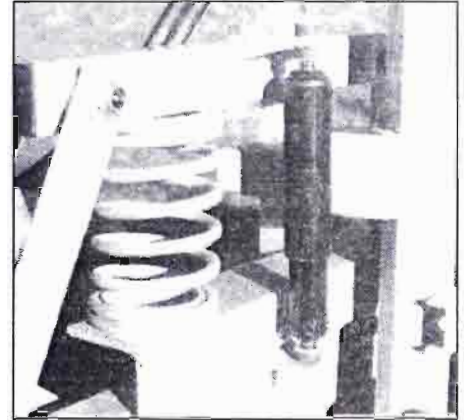
Los valores de presión indicados por los diferentes manómetros se recogerán en una tabla que nos permitirá comprobar las pérdidas de presión o carga que producen las conducciones.

## BARRAS DISTRIBUIDORAS O RAMPAS

Se denominan así las estructuras que soportan y protegen las conducciones portaboquillas durante el tratamiento, puesto que estas últimas, de una determinada longitud en dirección perpendicular al avance, deben disponerse horizontalmente, o paralelas al suelo, durante la aplicación, y no poseen consistencia suficiente para ello.

Los requerimientos generales de toda barra de distribución, son, robustez y rigidez, resistencia a la corrosión, poco peso, manejo fácil y seguro y buena estabilidad frente a desplazamientos horizontales y verticales.

Las barras se montan, frecuentemente, en la parte trasera del tractor, aunque algunas veces pueden colocarse delante; en este caso, el tractor llevará cabina o la cabeza del operador deberá situarse, como mínimo, un metro por encima de la máxima altura de la barra.



Dispositivos de estabilización «no específicos».

La correcta instalación de las barras conlleva la existencia de las siguientes partes:

- **Bastidor de la barra.** Cuadro resistente de soporte al que se fija la barra, por su tramo central, y que sirve para su unión al bastidor general del equipo.

- **Tramos desplegados.** Componentes estructurales de soporte de las conducciones que se despliegan en dirección perpendicular al avance durante la aplicación.

- **Dispositivos de estabilización.** Elementos o sistemas que tratan de reducir las oscilaciones de la barra, tanto en el plano vertical como horizontal, favorecidas con la velocidad de trabajo y provocadas por, las irregularidades del terreno, los movimientos de la masa del líquido en la cuba, los choques a nivel del punto de enganche en los equipos arrastrados, etc.

- **Dispositivos de regulación de altura de la barra.** Incluyen los sistemas que permiten modificar la altura de la barra respecto la superficie del suelo.

- **Dispositivos de plegado.** Incluyen los sistemas que permiten el plegado y desplegado de barras para transporte y trabajo respectivamente.

Las barras, en posición de trabajo, poseen una anchura comprendida entre 6 y 42 m, en valores múltiplos de 3, 4, 4,5 y 5 m, y dividida en secciones o tramos para facilitar su plegado.

La longitud máxima de cada sección no superará,

- 4,5 m, para barras de menos de 18 m, y,
- 6,0 m, para barras de más de 18 m.

La estructura general de la barra dependerá de su ancho total y, la de cada



## MAQUINARIA

uno de los tramos dependerá de la posición que les corresponda dentro de la barra.

Su estructura se forma, preferentemente, con perfiles en U o tubos de acero soldados. Esta construcción puede resultar muy pesada en rampas de gran longitud (de 24 m, de 1.000 a 1.200 kg), por lo que se están incorporando otros materiales, como el aluminio o sus aleaciones, que con perfiles de grandes dimensiones se obtiene la misma rigidez con pesos mas reducidos (de 24 m, de 250 a 300 kg). También se prueban materiales como resinas reforzadas con fibras de vidrio o de carbono.

Con anchos de trabajo inferiores a los 12 m, las barras se pueden construir con formaciones simples, mientras que con longitudes mayores presentan formaciones reticulares que mejoran su robustez y rigidez para un peso dado.

Si en la barra se ubicasen asideros para facilitar el acceso a la máquina, no formarán parte de su estructura.

Pretenden mantener constante la posición de la barra durante el trabajo, especialmente sus extremos, que se encuentran sometidos a dos tipos de oscilaciones,

- en el plano horizontal o "latigazos" y,
- en el plano vertical o "sacudidas".

En los equipos no es frecuente montar dispositivos específicos para reducir las oscilaciones en el plano horizontal, si bien, para este cometido, se pueden utilizar unos tirantes que van desde los extremos de las barras a la parte delantera del equipo.

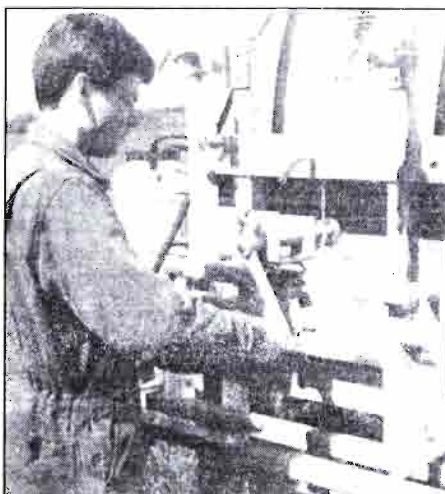
No ocurre lo mismo con las oscilaciones en el plano vertical, para las que es necesario disponer de dispositivos específicos de estabilidad a partir de un determinado ancho de trabajo.

"Las barras con anchura superior a los 13 m deben estar equipadas con un sistema de estabilización que permita mantener el paralelismo de la barra con respecto de la superficie del suelo".

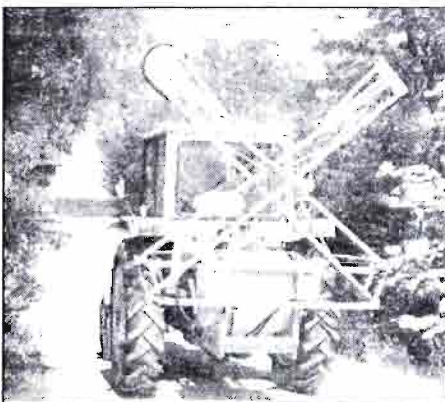
La importancia de estos dispositivos, en las rampas de gran ancho de trabajo, se pueden poner de manifiesto por las variaciones de altura en sus extremos ante pequeñas oscilaciones; así, para una inclinación de 2° en la barra se obtienen las siguientes desviaciones en los extremos:

- \* barras de 6 m,  $\pm$  30 cm
- \* barras de 12 m,  $\pm$  40 cm
- \* barras de 24 m,  $\pm$  80 cm
- \* barras de 36 m,  $\pm$  120 cm

En barras con anchos inferiores a los 13 m, pueden no montarse dispositivos específicos de estabilidad, respecto del plano vertical, uniéndose de una forma fija



Dispositivo de regulación de altura de cable enrollable.



Plegado de barras en forma de «X».

el bastidor de la barra al bastidor general del equipo; de esta forma, la barra adquiere los movimientos que se generan en el conjunto del equipo. La amortiguación de las oscilaciones en la barra se produce, únicamente, a través de los elementos que se incluyen en las uniones articuladas o puntos de plegado de la barra, como pueden ser resortes o elementos elásticos de goma.

En barras con anchos superiores, además de los elementos de amortiguación de las articulaciones de plegado, incluyen dispositivos de estabilización específicos frente a las oscilaciones en el plano vertical; para ello, el bastidor de la barra se une al bastidor general del equipo de tal forma que le permite una movilidad independiente de la del conjunto del equipo.

Los dispositivos específicos utilizados son los siguientes:

• **Sistema pendular.** En principio es un sistema de gran simplicidad; el bastidor de la barra (en su punto medio) se une al bastidor general del equipo por un punto

articulado sobre el que puede girar la barra. La ubicación del centro de gravedad de la barra permitirá que se mantenga en todo momento horizontal. Cuando se ha de trabajar en pendientes será necesario bloquear este sistema y fijar la inclinación de la barra mediante algún dispositivo adicional (corrector de pendiente) que, frecuentemente, está constituido por cilindros hidráulicos. En algunos casos, el desplazamiento de la barra, respecto del plano medio del equipo, permite que funcione el sistema de estabilización trabajando en pendientes.

### • *Trapezio o cuadrilátero deformable.*

Es un sistema muy utilizado y, aunque puede presentar diversas variantes, básicamente, en él, el bastidor de la barra se une al bastidor general del equipo por dos bieletas inclinadas (barras de unión por puntos articulados) formando un trapezio deformable que mantiene en posición horizontal la barra. El sistema es equivalente al pendular, existiendo un punto de giro virtual coincidente con la intersección de las dos bieletas. Cuando el equipo se ve sometido a oscilaciones, los puntos de articulación permiten girar a las bieletas deformándose el trapezio y manteniendo así la horizontalidad de las barras. En algunos equipos, para mejorar la amortiguación de este sistema, se monta un doble trapezio deformable; en él se incluyen cuatro bieletas, dos, unen el bastidor de la barra con un eje paralelo a ella y, las otras dos, unen ese eje con el bastidor general del equipo.

En el caso de trabajos en pendientes, el paralelismo entre la barra y la superficie del suelo puede obtenerse variando los puntos de unión de las bieletas; en algunos casos, para evitar esta operación engorrosa, se puede sustituir una bieleta por un cilindro hidráulico (corrector de pendiente) que nos permite variar su longitud fácilmente.

• **Sistema activo.** Es sin duda el más eficaz pero no tiene importancia comercial puesto que no se ha desarrollado en este sentido. Los prototipos realizados incluyen en los extremos de las barras unos emisores y captadores de ultrasonidos, similares a los incluidos en las cámaras autofocus. Las variaciones de altura registradas en los extremos de la barra llegarán a un procesador que se encargará de informar de las variaciones de altura que han de realizarse. Las variaciones de altura se consiguen mediante uno o dos cilindros hidráulicos que unen el bastidor de la barra con el bastidor general del equipo.

Los dispositivos específicos de estabilización indicados pueden complementarse con elementos que mejoran el nivel de amortiguación (tanto para las oscilaciones verticales como horizontales), co-

mo pueden ser, juntas de goma, resortes, cilindros hidráulicos (que disponen de aceite a una determinada presión), circuitos neumáticos, o incluso, sistemas oleoneumáticos, constituidos por cilindros hidráulicos que mantienen la presión a través de acumuladores de nitrógeno (bolas de nitrógeno). Es frecuente, además, que se monten patines con resorte, a lo largo de la barra, que se unen a ésta y se deslizan sobre el suelo, admitiendo un cierto acortamiento o desplazamiento en caso de descenso de la barra.

La altura de las barras debe poder modificarse, para diversificar las condiciones de trabajo, existiendo entre la altura más baja y más alta al menos 1 m; en caso de anchuras inferiores a los 21 m, podrán regularse a una altura inferior a los 0,5 m.

La regulación de la altura de la barra conlleva la posibilidad de desplazar el bastidor de la barra respecto del bastidor general del equipo; esta regulación puede conseguirse de mediante diferentes formas:

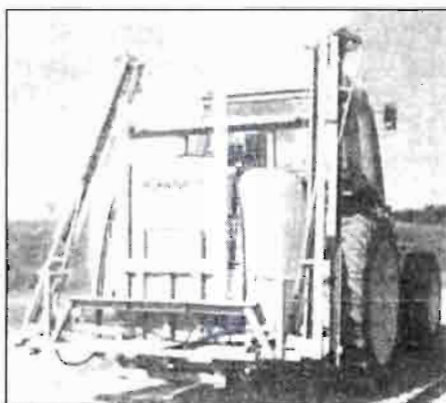
- **Desplazamiento discontinuo.** El bastidor general del equipo presenta orificios de separación equidistante que permiten la fijación del bastidor de la barra (que dispone de orificios complementarios) a diferentes alturas mediante pernos o tornillos. Este sistema se suele incluir en los equipos de menor capacidad y ancho de barra.

- **Desplazamiento continuo.** El bastidor de la barra se desplaza sobre el bastidor general del equipo mediante diferentes formas:

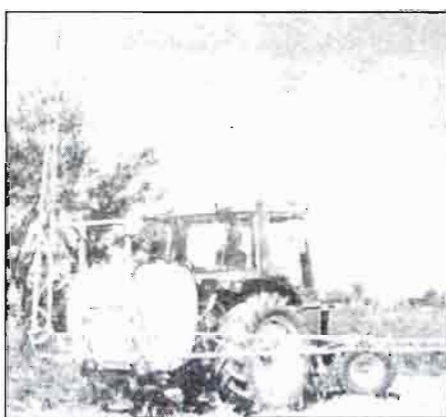
- **Cuerda o cable enrollable.** El bastidor general dispone de una polea en su parte más elevada. El bastidor de la barra, en su parte central, presenta un punto de unión para una cuerda o un cable. La cuerda finaliza en otra polea, ubicada en algún punto de fácil acceso del equipo, en la que se enrolla a través de una manivela y permite la fijación. Cuando se acciona la manivela, se recoge o extiende la cuerda, se desplaza un bastidor sobre otro.

- **Cilindro hidráulico de simple efecto.** Al bastidor de la barra se une un cilindro que, apoyado en el bastidor general del equipo, permite su desplazamiento. Este sistema cada vez es más utilizado, especialmente, en los equipos de mayor capacidad.

En los equipos suspendidos, una determinada variación de altura de la barra se puede conseguir mediante el desplazamiento de los brazos inferiores del tripuntal, aunque no debe ser la forma habitual para conseguirlo pues ello modificará las angulaciones del árbol de transmisión



*Plegado de barras en forma de «U».*



*Barras de distribución con sistema de «geometría variable».*

que une la tdf del tractor y el eje de la bomba del equipo.

La necesidad de transportar el equipo por vías públicas obliga a transformar los anchos de trabajo en "anchos de transporte" mediante el plegado de las barras por secciones.

Los dispositivos de plegado dispondrán de sistemas de protección que impidan el plegado o desplegado involuntario, además, durante el transporte, la barra debe fijarse con un seguro de doble acción. En los puntos de rotación para plegado existirán señales de peligro.

La forma de plegado dependerá, especialmente, de la anchura de trabajo; así, mientras que con anchos de hasta 16 m el plegado y desplegado se puede hacer de forma manual, valores superiores de ancho requieren de la asistencia de cilindros hidráulicos. Cuando el accionamiento es manual, los asideros de plegado y desplegado deben ubicarse a una distancia superior a los 300 mm de los puntos de giro.

Los cilindros hidráulicos se ubican en la parte del tramo central pudiendo transmitir el movimiento a los tramos extremos a través de cables de acero inoxidable.

Quando las barras de distribución disponen de dispositivos específicos para amortiguar las oscilaciones en el plano vertical, es importante que, durante el plegado y desplegado se mantenga bloqueado a fin de evitar desequilibrios.

En cuanto las formas de plegado se pueden diferenciar las siguientes:

- **En forma de «X».** Plegado en un plano vertical perpendicular a la dirección de avance; los tramos extremos se pliegan sobre el central, hacia arriba, formando un aspa. Se utiliza en los equipos con barras de poco ancho, inferior a los 12 m.

- **En «portafolio».** Plegado en un plano vertical perpendicular a la dirección de avance; los tramos extremos se pliegan sobre el central, hacia atrás, formando el conjunto de la barra un rectángulo. Se utiliza también en equipos de poco ancho, hasta de 15 m.

- **En forma de «U».** Plegado en el plano vertical perpendicular a la dirección al avance; los tramos que sobresalen del ancho del tractor se pliegan hacia la vertical formando el conjunto, una vez plegado, una forma de «U». Se utiliza en equipos no muy anchos (inferior a los 16 m) con plegado por cilindros hidráulicos (por ejemplo los twin "estrechos").

- **En paralelo.** Plegado en dos planos verticales paralelos a la dirección de avance, colocados a ambos lados del equipo, que es utilizado en los equipos de ancho elevado (equipos semiarrastrados, automotrices o integrales). Los tramos extremos se recogen mediante cilindros hidráulicos de acuerdo con una de las dos variantes siguientes,

- plegado de los tramos en un plano horizontal,

- plegado combinado; primero se pliegan los tramos más extremos en el plano vertical y luego los más próximos al tramo central que lo hacen en el plano horizontal.

En relación con el plegado, también se pueden incluir los siguientes aspectos:

- **Geometría variable.** Se trata de poder variar la inclinación de tramos o realizar su plegado, de forma individual, para dar a la barra mayor versatilidad de trabajo; como por ejemplo, adaptación a diferentes pendientes del terreno o plegado de tramos extremos para reducir el ancho de trabajo en zonas con obstáculos.

- **Extremidad escamoteable.** Este dispositivo permite a los extremos de la barra, ante el contacto con un obstáculo, un desplazamiento hacia atrás hasta haber



## MAQUINARIA

superado el obstáculo, tras lo cual vuelve a la posición inicial. Las barras con anchura de trabajo superior a los 10 m debe disponer de un sistema retráctil, en sus extremos (en un ancho correspondiente al 10% de la barra), para salvar obstáculos que impida daños sobre la misma barra.

- **Protector de boquillas.** Los extremos de las barras pueden incorporar un protector, por ejemplo una pieza en forma de "U", que ante una oscilación vertical de la barra sea la pieza que entra en contacto con la superficie del suelo, protegiendo a las boquillas extremas de este contacto. Cuando las barras poseen más de 10 m, las boquillas del extremo deben estar protegidas contra el contacto con el suelo.

El accionamiento de todos los cilindros hidráulicos que puede incorporar la barra distribuidora puede estar centralizado en un panel, que incorpora unos mandos que permiten la actuación sobre las válvulas distribuidoras (electroválvulas) de los cilindros. El panel puede disponer de señales luminosas que permiten conocer en todo momento el estado de funcionamiento de los cilindros.

### PORTABOQUILLAS

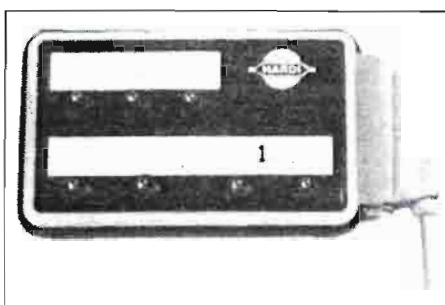
Estos componentes, montados en las conducciones "portaboquillas", soportadas por las barras de distribución, tienen como finalidad fundamental la ubicación de las boquillas de pulverización en el equipo, e incluyen, normalmente, los siguientes elementos,

- cuerpo general con sistema de fijación a la conducción,
- válvula antigoteo,
- filtro de boquilla,
- cuerpo de sujeción de la boquilla,
- boquilla propiamente dicha.

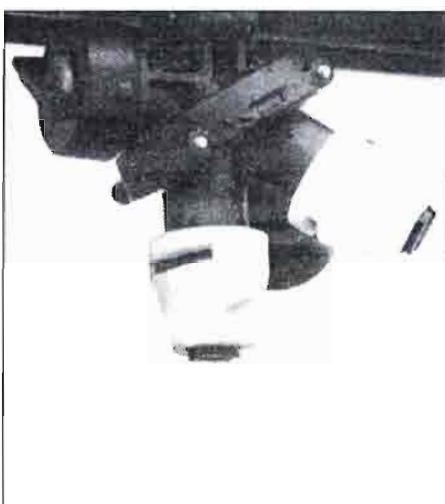
**Cuerpo general con sistema de fijación a la conducción.** Realizados generalmente de materiales plásticos (nylon o polipropileno) puede presentar diversas formas, por ejemplo,

- en función a la rigidez de la conducción portaboquillas (conectores de abrazadera o de manguera),
- en la existencia, o no, de elementos para la sujeción a la barra de distribución (fijación a barra o manguera),
- en la ubicación que presenta en el tramo de conducción (intermedio o extremo).

- **Válvula antigoteo.** Consiste en una válvula de presión, constituida por un resorte y una membrana o diafragma (normalmente de EPDM o viton), que impide



Panel de control de los cilindros hidráulicos de la barra de distribución.



Portaboquillas con antigoteo y tres boquillas de uso alternativo con cuerpo de sujeción tipo «bayoneta».

que el líquido llegue a la boquilla pulverizadora si no posee una determinada presión (unos 0,7 bar para vencer la membrana con el resorte). El goteo al cierre de líquido debe ser inferior a 2 ml por boquilla, correspondiente al volumen que existe entre esta válvula y el extremo de la boquilla.

- **Filtro de boquillas.** Se sitúan inmediatamente antes de las boquillas y presentan ranuras o mallas finas, de 50, 100 ó 200 mesh. Presentan formas "cilíndricas" o "de cestos" y son de acero inoxidable o polipropileno; normalmente, incorporan una junta flexible de estanqueidad.

- **Cuerpo de sujeción de la boquilla.** Existen dos tipos diferenciados:

- Con rosca; el cuerpo, con rosca interior, es roscado sobre el portaboquillas. Las medidas de las roscas están normalizadas en UNE 68-054-86.

- Con bayoneta o acoplamiento rápido; el cuerpo, con dos aberturas simétricas características, encaja sobre dos resaltes complementarios del portaboqui-

llas mediante el giro de un cuarto de vuelta. Este cuerpo presenta una forma "característica" que encaja perfectamente con las boquillas que ha de alojar, esto permite obtener una posición "determinada" de la boquillas respecto la dirección de avance, lo que es fundamental en la correcta utilización de las boquillas de hendidura.

Algunas casas comerciales suministran los cuerpos de sujeción tipo bayoneta unidos a las boquillas, como una sola pieza, para facilitar su sustitución por los agricultores. También es frecuente encontrar cuerpos de sujeción de diferentes colores.

El equipo dispondrá de dispositivos de fijación de las boquillas que las permita asegurar una posición adecuada dirigiendo el chorro correctamente; esto puede conseguirse fácilmente con los cuerpos de bayoneta. En los equipos que incorporan portaboquillas con cuerpo de sujeción con rosca, se deberá incluir una "llave" o complemento que permita conseguir la posición adecuada de las boquillas.

Los portaboquillas pueden incorporar una sola boquilla o varias (3, 4 ó 5) de uso alternativo con pulverización vertical "hacia abajo"; en este último caso, los cuerpos de sujeción se incluyen en un soporte rotativo que mediante su giro permite el uso de una de ellas, pudiendo variar la aplicación (dosificación o características de distribución del líquido) sin necesidad de sustituir boquillas.

En algunos portaboquillas "especiales" las boquillas pueden disponer de otro posición que no sea la vertical e incluso ser orientables en el espacio.

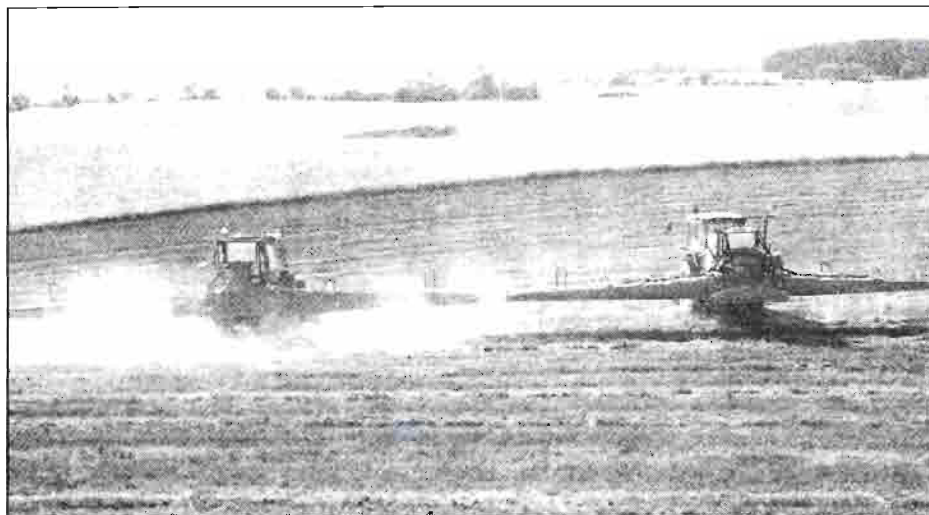
Los portaboquillas se montan en la conducción "portaboquillas" a una separación idéntica y fija. Lo más frecuente es la separación de 50 cm, especialmente para el uso de boquillas de hendidura de 110°; sin embargo, también se pueden encontrar separaciones de 33 cm, cuando se utilizan boquillas de turbulencia de 80° e incluso otras separaciones, por ejemplo, para adaptarse a la separación de las líneas de plantas de los cultivos

Aplicaciones que requieren la penetración del producto sobre, un determinado nivel de vegetación, el cuello de las plantas, el envés de las hojas, etc, necesitan de complementos específicos para la aplicación, como pueden ser,

- mangueras complementarias y sistemas para dar rigidez y versatilidad de posición a las mismas (conducciones con resortes),

- sistemas de fijación de altura de tratamiento (ruedas o patines deslizantes)

- portaboquillas especiales con diferentes inclinaciones de pulverización (fijos o giratorios)



Pulverizadores twin. En el de la izquierda no funciona el sistema neumático y se observa una mayor deriva.

## LOS EQUIPOS "TWIN"

Se trata de pulverizadores hidráulicos a los que se incorpora un sistema neumático, que puede funcionar o no durante la aplicación y, que puede obtener los siguientes objetivos,

- aportar energía a las gotas, para mejorar su deposición,
- formar cortinas neumáticas de protección para reducir la deriva,
- remover la masa vegetal para favorecer la penetración del producto.

El sistema neumático consta de los siguientes elementos:

-un ventilador de flujo axial, en el que el rodete, de eje vertical, es accionado por un motor hidráulico, lo que permite su desplazamiento vertical con la barra de distribución. El accionamiento del motor se puede conseguir a través de las salidas externas del sistema hidráulico del tractor o formar un circuito independiente para el equipo (en los equipos de mayor capacidad).

-una manga o bolsa de aire, hinchable, de materiales plásticos, sujeta a la barra de distribución, con orificios en su

parte inferior, que se ubican a la altura de las boquillas, y detrás de éstas, y,

-elementos complementarios, que mejoran sus prestaciones, como los elementos de inclinación de la banda de orificios de la manga. Normalmente puede variar la inclinación en unos 30°.

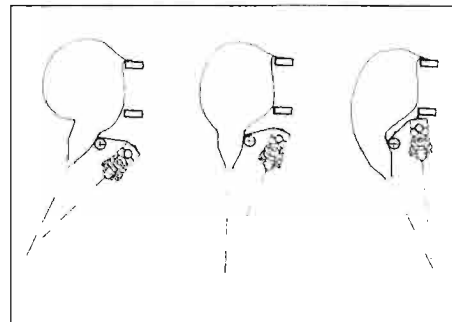
### Funcionamiento

El aire impulsado por el ventilador entra en la bolsa de aire para salir por los orificios inferiores; el tamaño y separación de éstos permiten formar "cortinas de aire" que, en función de su inclinación y energía de salida (se puede regular mediante el régimen del motor hidráulico) y la inclinación del chorro de las boquillas (en estos equipos también puede variarse esta inclinación en unos 20°), satisfacen en alguna medida los objetivos previstos.

### Ventajas

En estos equipos se habla de ventajas en la aplicación, puesto que, en caso de no ser necesario, se anula el sistema neumático y funciona como pulverizador hidráulico convencional.

La ventaja fundamental, al margen de



Esquema de la versatilidad de aplicación en los pulverizadores twin. Inclinación de la manga y boquilla.



Conducción portaboquillas y orificios de salida de la manga de aire.

la capacidad de penetración de las gotas en la vegetación, es la reducción de la deriva; este hecho permite mejorar los rendimientos del equipo, en base a las siguientes características,

-permite trabajar a velocidades más elevadas y por tanto mejora la capacidad de trabajo del equipo,

-permite trabajar en días con más viento (hasta 8 m/s frente a los convencionales que el límite se cifra en unos 4 m/s) y por tanto incrementa los días disponibles de utilización,

-permite utilizar gotas más finas, consumiendo menores dosis con una determinada cobertura, mejorando su autonomía y ahorro de producto.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AENOR, IRANOR, CTN 68 (varios años).- **Normas UNE-68 " Tractores y maquinaria agrícola y forestal"**.
- AMAZONEN; BERTHOUD; HARDI; LURMARK; RAU; TEEJET.- **Documentación técnica y divulgativa de Casas Comerciales.**
- BARTHELEMY, P. y otros. (1.990).- **Choisir les outils de pulvérisation.** Ed. I.T.C.F.-París.
- MÁRQUEZ L., (1.989).- **Solo máquinas.** Ed. LABOREO, S.A. Madrid.
- MATTHEWS, G.A., (1.987).- **Métodos para la aplicación de pesticidas.** Ed. Compañía Editorial Continental. México.
- MATTHEWS G.A.; HISLOP E.C. (1.993).- **Application Technology for Crop Protection.** Ed. CAB INTERNATIONAL.- Wallingford.
- ORTIZ CAÑAVATE, J. (1.993). **Las máquinas agrícolas y su aplicación.** 4ª edición. Mundi Prensa. Madrid.
- SRIVASTAVA, A.K.; GOERING, C.E.; ROHRBACH, R.P. (1.993).- **Engineering Principles of Agricultural Machines.** Ed. ASAE. Michigan. USA.