

TRACTOR DE BAJA POTENCIA Y DOBLE TRACCIÓN PARA LA VIÑA ABANCALADA

En Italia acaban de culminar un proyecto que contempla el desarrollo de un tractor para su utilización en condiciones extremas.

FABRIZIO MAZZETTO

LUB – LIBERA UNIVERSITÀ DI
BOLZANO (ITALIA)

La mecanización de la agricultura en zonas de montaña resulta difícil. En determinadas áreas geográficas con alto nivel de desarrollo interesa encontrar soluciones que permitan la mecanización de los cultivos característicos de la región, como el viñedo plantado sobre bancales en parcelas con grandes pendientes.

Son los fabricantes locales, con el apoyo de centros de in-

vestigación universitarios, los que desarrollan estas soluciones de mecanización. Seguidamente se presenta uno de estos casos que posiblemente aporte interés comercial.

Antecedentes e introducción

En la Facultad de Ciencias y Tecnologías del LUB de Bolzano ha concluido recientemente el proyecto 'Trattrice 360° - Desarrollo de un tractor para su utilización en condiciones extremas', financiado la Provincia Autónoma de Bolzano y gestionado bajo la responsabilidad de una PYME local (la WM slr) de Prado all'Isarco (Bolzano), líder europeo en la fabricación de máquinas para el mantenimiento de pistas de hielo, recientemente interesada en la diversificación de su fabricación, abordando el desarrollo máquinas motrices que puedan trabajar en las condiciones extremas de la agricultura de montaña de la región.

La iniciativa ha nacido de la demanda de un

grupo de viticultores con problemas de mecanización en el área productiva del St. Magdalen, zona vinícola típica de las laderas montañosas circundantes a la localidad de Bolzano, que se caracteriza por la preponderante presencia de viñas cultivadas con el clásico sistema de 'pérgola' (Figura.1).

Este sistema de cultivo, aunque tiende a la baja dando paso a formas de manejo más fácilmente mecanizables como son las espalderas, se considera indispensable para mantener las particularidades de las variedades de uva allí cultivadas, ya que es la más favorable para las dinámicas de maduración de las variedades Uva Schiava y Lagrein, a pesar de las elevadas dificultades de mecanización que presentan.

Las dificultades de mecanización son esencialmente debidas a:

- La presencia de terrazas con anchuras de paso extremadamente pequeñas;
- La necesidad de efectuar maniobras de vuelta sobre cabezales estrechos, con pendientes que habitualmente superan el 60%;
- El reducido espacio directamente debajo de la pérgola,

FIGURA 1.- VIÑEDO EN PÉRGOLA



generalmente insuficiente para que las personas puedan permanecer de pie durante su trabajo.

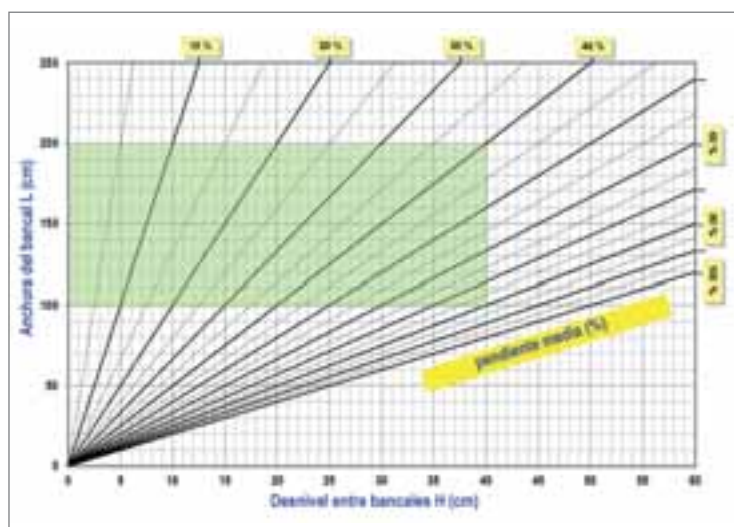
En el caso de las terrazas, cuanto más elevada es la pendiente más estrecho resulta el carril por el que deben circular las máquinas bajo la pérgola. El fenómeno resulta también condicionado por el desnivel H existente entre dos terrazas adyacentes, como se puede observar en la Figura 2, en la que se marca (zona sombreada) los intervalos de dimensiones 'recomendables'. En práctica, se deberían poner limitaciones a los valores de H por problemas de seguridad ligados a los riesgos de vuelco lateral de las máquinas.

En general, sería conveniente trabajar con desniveles entre terrazas adyacentes inferiores a 40 cm. Como ejemplo, suponiendo que se trabaja sobre una parcela con una pendiente del 40%, para un desnivel entre bancales (H) de 30 cm, la anchura del carril resultante es de tan solo 1.50 m. Esta anchura hay que reducirla en 5-10 cm considerando la estabilidad de los taludes.

Además, siempre por motivos de seguridad, la anchura realmente utilizable no debe superar el 80% de la disponible para poder salvar los obstáculos presentes, con lo que la anchura útil de paso se reduce a valores 'reales' de 1.05-1.15 m. De esto se deduce que resulta muy difícil trabajar con los equipos convencionales autopropulsados, fabricados por los grandes grupos industriales del sector, en situaciones de parcelas abanacadas con pendientes superiores al 40%.

Esto se complica, además, por la necesidad de disponer de espacios verticales debajo de la pérgola, con una altura habitual entre 1.60-1.80 m, según la

FIGURA 2.- ANCHURA DE CALLES SEGÚN LA PENDIENTE



pendiente del 'techo' y los obstáculos que presentan ramas y demás órganos vegetales que cuelgan del techo. Estas dimensiones hacen muy difícil que tractores y máquinas convencionales puedan transitar por las calles con sus dispositivos de protección frente al vuelco (ROPS) en posición de 'seguridad', por lo que los usuarios los pliegan.

Por todo ello, se hace necesario desarrollar alternativas para una mecanización eficaz y segura en estas situaciones, con inversiones racionales que no elevan excesivamente los costes de producción.

Nuevos sistemas de mecanización

La mecanización de los cultivos abanacados en zonas de fuertes pendientes no se limita al área geográfica anteriormente descrita, sino que la demandan otros entornos agrícolas a nivel internacional. Así se encuentran en la viticultura intensiva de la Europa Central, típica de muchas zonas de Francia y Alemania (Mosela), en los que la mecanización en parcelas con fuertes pendientes se realiza con pequeños tractores de cadenas, o mediante tracción

por cable, con la consiguiente repercusión sobre la productividad del trabajo y los costes de gestión. Esta situación no solo se produce en zonas de viña, sino que también se da en otros cultivos arbustivos y arbóreos que ofrecen menos rentabilidad, pero en situaciones que pueden aumentar la demanda de medios alternativos a la mecanización tradicional, haciendo más rentable su fabricación.

En síntesis, el objetivo general del proyecto 'Tratatrice 360°' en su conjunto ha sido el de desarrollar una unidad motriz, no disponible en el mercado actual, que pueda ser utilizada en las actividades agrícolas de colina-montaña, capaz de satisfacer los siguientes objetivos operativos:

- Capacidad para trabajar en contextos vinícolas con calles extremadamente estrechas, permitiendo los desplazamientos tanto en sentido horizontal como vertical, como es el caso de los viñedos en pérgola sobre bancales, y con independencia de las pendientes de las parcelas;
- Capacidad para trabajar en situaciones de elevada pendiente, con picos hasta el 65-70%, tanto en la fase de trabajo sobre la calle, como

FIGURA 3.- ESTRUCTURA GENERAL DEL VEHÍCULO



en operaciones complementarias, maniobras, desplazamientos y transportes, etc.

- Capacidad para realizar maniobras rápidas y seguras en entornos notablemente estrechos, y frecuentemente caracterizados por inesperados cambios de pendiente, sin que sea necesario efectuar detenciones y marchas atrás durante las maniobras.
- Garantizar unas prestaciones análogas, en lo posible, a las de los tractores de cadenas, sin que tengan las limitaciones típicas de éstos en lo que se refiere a la ergonomía y la adaptación al terreno, y en particular evitando el riesgo de que se produzcan fenómenos erosivos favorecidos por la formación de profundas roderas en las zonas de maniobra, o de inversión de la sentido de trabajo.
- Asegurar adecuados estándares de seguridad respecto a la estabilidad del conjunto, especialmente en lo que respecta a la estabilidad lateral (vuelco) en caso de inclinaciones perpendiculares al sentido de marcha, y longitudinales (encabritamiento) en caso de inclinaciones paralelas a la línea de marcha.
- Garantizar los adecuados estándares ergonómicos, como el confort del operador que trabaja un tiempo prolongado, evitando el riesgo de que se produzcan enfermedades

profesionales causadas por estrés físico, vibraciones, ruido y temperaturas extremas, y manteniendo unas condiciones de trabajo agradable durante la ejecución las operaciones mecanizadas.

Obviamente la gama comercial de los tractores de pequeña potencia ya ofrece potenciales soluciones capaces de satisfacer en parte los requisitos anteriormente indicados. Entre estos hay que citar el empleo de:

- Motocultores de ruedas de última generación con conductor a pie, o sobre plataforma, que pueden accionar todos los aperos que se necesitan en el viñedo cultivado en pérgola. Como ventajas están su operatividad y accesibilidad,

en una utilización prolongada, pérdidas de tiempo y dificultad para las maniobras, con la formación de roderas y erosión de la capa herbácea que protege el suelo.

- Tractores de ruedas del tipo 4RM con dirección por articulación central y baja potencia (< 20 kW), que utilizan frecuentemente transmisiones hidrostáticas, adaptados para que se comporten como máquinas autopropulsadas utilizando un enganche frontal para el acoplamiento de aperos sencillos (trituradores de residuos, segadoras de hierba, quitanieves), aunque difícilmente pueden realizar el accionamiento de atomizadores en plantaciones frutícolas especializadas. Ofrecen ven-

El operador en las condiciones de trabajo tiene el frontal completamente libre, casi como si estuviera sentado en un 'sillón móvil'

incluso para las maniobras en los cabeceros, pero con problemas de baja productividad, así como que el trabajo se realiza en unas condiciones ergonómicas precarias, lo que provoca un cansancio excesivo.

- Vehículos de baja potencia (<20 kW) con propulsores de cadenas, frecuentemente en versión porta-aperos con atomizador integrado, y arco de protección frente al vuelco de tipo abatible. Estos ofrecen buena operatividad y accesibilidad y discretas condiciones ergonómicas, aunque con los inconvenientes de baja productividad del trabajo, cansancio para el conductor derivado del ruido y las vibra-

tajas, como una discreta maniobrabilidad y accesibilidad, buenas condiciones de seguridad y ergonomía, especialmente las versiones con cabina cerrada. Como desventajas cabe destacar su limitación para realizar labores pesadas por la baja potencia disponible, y que no son adecuados para trabajar en laderas con fuertes pendientes.

En ocasiones han sido los propios agricultores los que han intentado desarrollar, a veces con éxito, en la misma explotación o con la ayuda de un taller local, soluciones derivadas de otras comerciales disponibles, como motocultores o vehículos de cadenas. Siempre se ha llegado a soluciones provi-

FIGURA 4A.-
PROTOTIPO 1
(FRONTAL)



FIGURA 4B.- PROTOTIPO 1 (LATERAL CON
ATOMIZADOR)



contenedor de productos sólidos y líquidos. Esta versión dumper (Figura 5) permite utilizar el vehículo en operaciones fuera de la viña, especialmente en todo lo que se relaciona con el manejo de forrajes y operaciones de transporte y manejo de cargas en la explotación.

Prestaciones conseguidas

Se han fabricados dos prototipos. El primero de ellos (Figura 4) con el objetivo de verificar preliminarmente las prestaciones de la nueva arquitectura propuesta en las condiciones reales de trabajo, especialmente en lo que respecta a la estabilidad y a la productividad. El segundo prototipo para refinar los detalles constructivos y programar los estándares de seguridad en sus formulaciones finales casi definitivas (Figuras 5 y 6).

Las pruebas han puesto de manifiesto los aspectos positivos del proyecto, especialmente en lo que respecta a:

- **La comodidad del operador:** el puesto de conducción es

sionales, con los consiguientes problemas de seguridad, que trabajan en unas condiciones ergonómicas precarias y que no disponen de una asistencia técnica especializada:

Diseño de un vehículo especializado

La versión realizada, y seguidamente ensayada en el campo, es una máquina con una arquitectura innovadora, que se puede definir como tractor porta aperos de vía estrecha (Figura 3). Sus características hacen de él un medio especializado para operaciones sobre terrenos en pendiente y con espacios difícilmente accesibles, que también permite, mediante el enganche en tres puntos frontal, la realización de operaciones ligeras a la vista del conductor.

El bastidor es articulado y la dirección se realiza sobre esta articulación central para permitir las máximas prestaciones en maniobra. El motor, de 20 kW, y el puesto de conducción se sitúan en el tren delantero, lo que garantiza una amplia visibilidad y accesibilidad para los operadores. El puesto de conducción tienen un diseño extremadamente sencillo, con un sistema de doble joystick; el primero de ellos controla el avance y el cambio de dirección, y el segundo para el control de las máquinas que acciona. Esto permite que des-

aparezca el volante con el tablero, por lo que el operador en las condiciones de trabajo tiene el frontal completamente libre, casi como si estuviera sentado en un 'sillón móvil'.

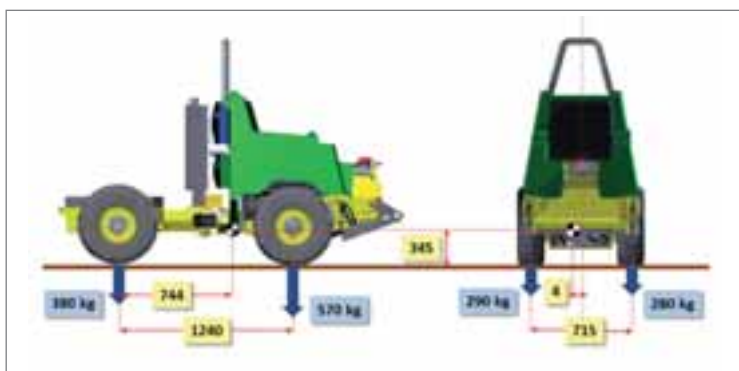
La plataforma porta aperos se sitúa en el cuerpo posterior, unido al primero mediante una transmisión hidrostática y conexiones hidráulicas que permiten simplificar y facilitar el diseño del vehículo. La tracción integral sobre las cuatro ruedas de igual diámetro es del tipo hidrostático.

La versión realizada en la actualidad permite trabajar con un atomizador (Figura 4), que sería la utilización predominante en este tipo de viñedo, y también como segadora de césped, picadora de restos de poda y

FIGURA 5.- PROTOTIPO 2 (DUMPER Y APEROS FRONTALES)



FIGURA 6.- DISTRIBUCIÓN DE MASAS Y DIMENSIONES DE REFERENCIA (MM)



confortable y permite un fácil control del trabajo; además, es fácilmente accesible, si se compara con las soluciones que aportan los pequeños tractores de análoga potencia comercialmente disponibles.

- **La sensación de seguridad:** el puesto de conducción se percibe siempre como muy seguro, ya que, por no tener estructuras delanteras, da la sensación de que el conductor puede escapar hacia delante en el caso de que se produzca un vuelco lateral, teniendo presente que, en la fase de trabajo bajo pérgola con ROPS plegado, no es necesario tener el cinturón de seguridad abrochado. El tractor logra también superar con extrema facilidad y seguridad las pendientes. En las maniobras sobre curva se han podido comprobar el buen comportamiento sobre pendientes del 55%; en laboratorio, se ha podido detectar que, en condiciones estáticas, el vuelco se produce sobre pendientes del 91% con el bastidor alineado y del 93% con ruedas en giro hacia arriba.

- **La facilidad de maniobra en el cabecero y buena productividad del trabajo:** el hecho de tener

el acoplamiento tractor-apero mediante articulación y con ambos ejes motores, también permite máximas prestaciones de adherencia y óptima maniobrabilidad sobre ángulos de giro particularmente críticos; eso se traduce en la posibilidad de pasar de una calle a la adyacente sin tener que efectuar ningún tipo de maniobra en el cabecero (Figura 7) y con tiempos de operación relativamente bajos. Tomando como referencia un anchura de bancal de menos de 1.80 m, en las pruebas comparativas realizadas aplicando productos fitosanitarios, se han conseguido capacidades de trabajo efec-

tivas de 1.00-1.12 ha/h, frente valores de 0.77-0.82 ha/h de un motocultor equipado con atomizador utilizado como referencia; además, el prototipo ha garantizado que los tiempos medios de vuelta en los cabeceros son del 30 al 40% más bajos.

- **La calidad del tránsito en los pasos entre filas contiguas:** la vía estrecha (de 715 mm), la tracción integral y la posición baja del centro de gravedad del prototipo (345 mm), permiten el fácil tránsito de la máquina entre filas adyacentes, que en suelo plano se reduce a 110-120 cm. La velocidad en las vueltas es superior a la de otros medios convencionales, especialmente cuando utilizan cadenas.
- **La calidad del trabajo con lo que respecta a la interacción máquina-suelo:** el deterioro de la estructura superficial del terreno resulta prácticamente nula en las vueltas de sobre los cabeceros, algo que es especialmente negativo cuando de utilizan vehículos con orugas.

Perspectivas

Los prototipos serán sometidos a nuevas pruebas de cam-

FIGURA 7.- VUELTA EN EL CABECERO



po en la próxima estación productiva para poder optimizarlos con el objetivo de su fabricación en serie.

Ya se han estudiado algunas mejoras constructivas, como son:

- La incorporación de sistemas de seguridad en su versión definitiva, como ROPS y cinturones de seguridad, aunque las condiciones de trabajo bajo pérgola resulta imposible en empleo de bastidores de seguridad en posición normal (elevada), ya que el espacio disponible es de menos de 1.60 m. En estas condiciones hay que contar con la posibilidad de que los ROPS puedan plegarse.
- La instalación de sensores para controlar el ángulo límite entre tren anterior y posterior del vehículo en condiciones

Su utilización simplificará operaciones incómodas, con una reducción de los costes de producción, que se estima de alrededor del 25%, y aumentando la seguridad para operador

de maniobras sobre pendientes críticas, siempre como garantía de mayor seguridad antivuelco.

- La inserción de un asiento con amortiguadores y regulación neumática, para mejorar el confort del operador y reducir los estorbos verticales.

Una vez introducidas y verificadas tales mejoras, está prevista la homologación del vehículos como tractor agrícola

con plataforma de carga, tomando como base lo que establece la Directiva 2003/37/CE para los tractores de Categoría T2.

Se cree que su utilización permitirá la mecanización de muchas pequeñas empresas que trabajan en bancales sobre fuertes pendientes, simplificando operaciones incómodas, con una reducción de los costes de producción, que se estima de alrededor del 25%, y aumentando la seguridad para operador. ■

CIRRUS* combinación de siembra arrastrada para mínimo laboreo

- * Capacidades de tolva de hasta 5.000 l.
- * Rodillo compactador de 800 mm. de diámetro.
- * Discos de siembra RoTec+.
- * Ancho de trabajo: 3, 4, 6, 8 y 9 m.
- * Control de las funciones hidráulicas y calibración mediante el ordenador AMATRON+.



Importador exclusivo para España
979 728 450 - www.deltacinco.es
Consulte nuestra red de distribuidores