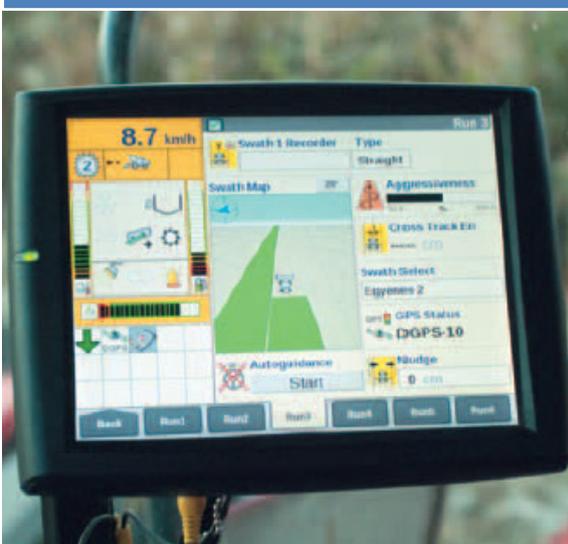


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Proyecto de aplicación informática para el análisis de la viabilidad de implantación de sistemas de guiado GNSS en tractores de ruedas



Realizado por: Salvador Romero Gómez

Tutor: Dr. Manuel Pérez Ruiz

Sevilla, Julio de 2.014



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA**

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**PROYECTO DE APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA EL
ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE IMPLANTACIÓN DE
SISTEMAS DE GUIADO GNSS EN TRACTORES DE RUEDAS**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Director: Dr. Manuel Pérez Ruiz

Salvador Romero Gómez
Esp. Expl. Agropecuarias y Zootecnia

Sevilla, Julio de 2.014

AGRADECIMIENTOS

No sé si seré el alumno más viejo en presentar un proyecto fin de carrera, pero a buen seguro uno de las más veteranos, y todo ello a pesar de haber cursado los estudios inicialmente en lo que se podría calificar como “en tiempo y forma”. En tiempo porque los inicié a la edad normal de 18 años y en forma porque aprobé todas las asignaturas en los cursos correspondientes; bueno, todas no, quedó el entonces denominado trabajo fin de carrera y por ello estoy escribiendo estas líneas.

Pero al fin, después de llevar 30 años recordándome diariamente el incumplimiento de un deber conmigo mismo y con mi familia, sobre todo con mis padres quienes tanto se esforzaron para que obtuviera un título universitario, llega la hora de presentar este proyecto para afrontar después su defensa.

Más de dos años ha llevado su elaboración, durante los cuales debo acordarme de agradecer en primer lugar a mi esposa la paciencia y apoyo recibido, al tutor del proyecto, D. Manuel Pérez, por haberme orientado en todo momento, a amigos y entidades como Antonio González (El Cuervo), Juan Manuel Moreno (Vejer de la Fra.), Ecotractor del Sur, S.L. (Jerez de la Frontera) que me han ayudado a cumplimentar datos de cultivos e insumos y a Diego Jiménez de la empresa CNH que me orientó en mis primeros pasos de la confección de este proyecto.

A los que están en situación parecida, es decir, con el proyecto sin acabar, les digo, desde la perspectiva de la experiencia, que nunca es demasiado tarde pero que cuanto antes empiecen mejor.

A los que van detrás, en la edad y en la experiencia, como mis hijas y los próximos ingenieros, que se inicien en Access, les ayudará en muchas facetas organizativas y de gestión en su futuro profesional.

Y a los que usen la aplicación, que la intención es que esté viva y por tanto susceptible de ser mejorada y enriquecida con cualquier idea adicional. Este no es el final de este proyecto, es solo el principio.

Salvador Romero Gómez

Email: salrogo@gmail.com

Índice

Memoria

1.- Introducción	15
1.1.- La agricultura de precisión	17
1.2.- La agricultura de precisión en la utilización de tractores y aperos	18
1.2.1.- Sistemas de guiado GNSS	18
1.2.2.- Sistemas de corrección de señal	19
1.3.- Automatismos de ayuda al manejo de tractores complementarios al uso de GNSS	20
2.- Objetivos	23
3.- Materiales y Método	29
3.1.- Descripción de la metodología y ámbito de actuación	31
3.1.1.- Criterios en cálculo de costos	32
3.1.1.1.- Costes de la utilización de la maquinaria	33
3.1.1.1.1.- Costes Fijos	33
3.1.1.1.1.1.- Amortización técnica	33
3.1.1.1.1.2.- Alojamiento para la maquinaria	33
3.1.1.1.1.3.- Interés de capital invertido en la máquina	34
3.1.1.1.1.4.- Costes de seguros e impuestos	34
3.1.1.1.1.5.- Otros costes fijos	34
3.1.1.1.2.- Costes variables	35
3.1.1.1.2.1.- Combustible, lubricantes y aditivos	35
3.1.1.1.2.2.- Mantenimiento y reparaciones	37
3.1.1.1.2.3.- Mano de Obra	39
3.1.1.2.- Costes derivados de la aplicación de insumos	40
3.1.2.- Metodología del cálculo de tiempos y recorridos	41
3.2.- Creación y descripción de una aplicación informática	44
3.2.1.- Breve referencia a programas de bases de datos relacionales.- Access	44
3.2.2.- Descripción de la estructura de la aplicación	47
3.2.2.1.- Descripción y funcionamiento de los datos pre cargados	49

3.2.2.1.1.- Formulario de datos predeterminados	53
3.2.2.1.2.- Formulario Cultivos	54
3.2.2.1.3.- Formulario Aplicaciones	58
3.2.2.1.4.- Formulario Insumos	62
3.2.2.1.5.- Formulario Maquinaria	63
3.2.2.1.6.- Formulario gamas de tractores	69
3.2.2.1.7.- Formulario equipos GNSS y formulario señales correctores GNSS	74
3.2.2.2.- Descripción y funcionamiento de la cumplimentación de datos de una explotación objeto de estudio	77
3.2.2.2.1.- Formulario explotaciones	80
3.2.2.2.2.- Formulario besanas	82
3.2.2.2.3.- Formulario planes de cultivos	83
3.2.2.2.4.- Formulario revisar aplicaciones	86
3.2.2.2.5.- Formulario equipos GNSS de la explotación	87
3.2.2.2.6.- Formulario tractores de la explotación	88
3.2.2.2.7.- Formulario maquinaria de la explotación	91
3.2.2.2.8.- Formulario asignar maquinaria a aplicaciones	94
3.2.2.2.9.- Formulario revisar dimensiones, consumos y velocidades	96
3.2.2.2.10.- Formulario seleccionar patrones	99
3.2.2.2.11.- Formulario panel de datos finales y emisor de informes	103
3.2.2.3.- Descripción de informes sobre resultados finales	104
3.2.2.3.1.- Informe comparativo de costes por cultivo	104
3.2.2.3.2.- Informe comparativo de costes por aplicación	106
4.- Resultados y discusión	109
5.- Conclusiones	121
6.- Anejos	
Anejo 1.- Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera	126
Anejo 2.- Procedimiento de cálculo de tiempos y recorridos en una besana siguiendo patrones con pasadas paralelas	139

Anejo 3.-	Cálculo de tiempo y recorrido en un patrón de espiral interna	151
Anejo 4.-	Cálculo del ancho de cabecera en patrones de con pasadas paralelas	159
Anejo 5.-	Definición y cálculo de distintos radios de giro	169
Anejo 6.-	Cálculo del error de solape provocado por no seguir un patrón de trabajo de forma adecuada	185
Anejo 7.-	Cálculos en patrón de de cortes de besana con aperos de labor simétrica	191
Anejo 8.-	Cálculo del tiempo de maniobra en cabecera usando un giro contiguo y adyacente en aperos de labor simétrica	201
Anejo 9.-	Cálculo del tiempo en realizar maniobra de inversión de marcha	211
Anejo 10.-	Cálculos en patrón de cortes de besana con aperos de labor asimétrica	219
Anejo 11.-	Conceptos básicos sobre bases de datos	233
Anejo 12.-	Automatismos de ayuda al manejo de tractores complementarios al uso de sistemas GNSS	239
Anejo 13.-	Ejemplo de informe final comparativo de costes por cultivos	251
Anejo 14.-	Ejemplo de informe final comparativo de costes por aplicación	315
Anejo 15.-	Procedimientos para la correcta instalación y uso de la aplicación	325
7.-	Bibliografía	337

1.-Introducción

Generalmente el uso de las nuevas tecnologías en todos los sectores, y en la agricultura en particular, permite conseguir un uso más eficiente de los recursos (Pérez-Ruiz y Agüera, 2009; Zhang et al., 2002). La aplicación de estas técnicas en explotaciones agrícolas ha llegado a conseguir una reducción del 35% en la aplicación de nitrógeno sin reducir el rendimiento en cultivo de remolacha, o evitar un 15 % de pérdidas de cosecha por una oportuna aplicación de fungicidas (Seelan et al., 2003).

Conocido también como la primera generación de la agricultura de precisión se encuentran los sistemas de guiado, tecnología que ha tenido bastante aceptación por empresas de servicio y agricultores referentes. Esta aceptación ha sido debida en gran parte a la consecución de un mayor rendimiento, ergonomía del tractorista, reducción de solapes en aplicaciones de agroquímicos, posibilidad de trabajar de noche o con niebla, aumentar la velocidad de aplicación, etc. Estos nuevos sistemas de guiado pueden trabajar sobre el cultivo o entre líneas a velocidades altas y disminuir el riesgo de daños en el cultivo.

Para buscar la competitividad necesaria en los cultivos extensivos a día de hoy, los agricultores y empresas de servicios deben reducir los costes de producción en muchos de ellos. Una de las formas para conseguir esto es el uso de herramientas tecnológicas como receptores GNSS (Global Navigation Satellite System o Sistema Global de Navegación por Satélite). La adquisición de estos dispositivos requiere de una inversión que ha de tener unos resultados económicos positivos y tangibles para realizarse, con independencia de otra serie de ventajas de carácter más subjetivo, como la comodidad, seguridad, beneficios medioambientales, uso con escasa o nula visibilidad, etc., que no serán objeto del estudio, aunque se hará mención a ellas en los distintos escenarios de uso (Sorensen et al., 2005; Wilson et al., 2000).

El objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología capaz de evaluar económicamente la utilización de los diferentes sistemas de guiado manual y guiado automático, en sus distintos niveles de configuración, que hay disponibles hoy en el mercado. Esta metodología será aplicada al ámbito de las labores agrícolas que se desarrollan en lo que habitualmente se denomina tierra calma, o de cultivos no permanentes, con tractores, atendiendo principalmente a laboreo, siembras, abonados y tratamientos fitosanitarios.

1.1.- La agricultura de precisión

Diversos autores definen la agricultura de precisión como el “sistema de gestión agrícola basado en la información y la tecnología orientado a identificar, analizar y gestionar las variables espaciales y temporales del suelo, con el fin de obtener el máximo beneficio y rentabilidad siempre en el marco de protección del medio ambiente”.

En el aspecto de la gestión de las variables espaciales podemos encuadrar el uso de sistemas de guiado GNSS en máquinas agrícolas, y más concretamente en tractores, como una de las vertientes de la agricultura de precisión, y que permitirán la modulación de las operaciones de cultivo dentro de un área operativa o parcela de terreno.

1.2.- La agricultura de precisión en la utilización de tractores y aperos

En el caso concreto de tractores y sus correspondientes aperos, la agricultura de precisión juega un papel fundamental en el aspecto del control espacial de los mismos dentro de su actividad en un terreno delimitado. En este proyecto vamos a tratar sobre la utilidad del guiado de tractores y aperos en sus distintos niveles de configuración. Tal como se verá más adelante en el **Punto 2** Objetivos, no forma parte de este proyecto la descripción y fundamentos del funcionamiento de los sistemas de guiado GNSS, sino el resultado de su uso. Existen numerosas publicaciones sobre estos temas y solo vamos a realizar una breve descripción de los elementos que se usan en los sistemas de guiado en tractores y que deben ser conocidos como base para una potencial instalación de los mismos.

1.2.1.- Sistemas de guiado GNSS

Podemos definir un sistema de guiado como el conjunto de dispositivos instalados en un tractor y apero que ayudan de forma parcial o total a la conducción de los mismos en una aplicación agrícola que cubre una determinada superficie, así como a conocer en todo momento su ubicación actual y las anteriores en el tiempo usando sistemas de posicionamiento GNSS (Misra and Enge, 2006).

En general podemos clasificar estos sistemas de la siguiente forma:

- a) *Sistemas de guiado manual.*- Son conjuntos de dispositivos que no actúan sobre la maquinaria y que informan e indican al conductor el recorrido que él debe realizar a través de pantallas, sistemas lumínicos u otros. Normalmente están compuestos solo por una antena receptora de señal, un receptor y una pantalla, pero habitualmente, uno de los elementos está incluido en otro, normalmente el receptor y la pantalla.
- b) *Sistemas de auto guiado o guiado automático.*- Son conjuntos de dispositivos que actúan directamente sobre los elementos de dirección del vehículo liberando al conductor de manejar la dirección del mismo. Además de los componentes anteriores, los cuales suelen ir por separado, incorporan los elementos necesarios para actuar sobre la dirección del tractor a través de diferentes medios que se describen a continuación.

A su vez estos dispositivos los podemos clasificar en función de donde actúan sobre los mecanismos de la dirección, en este caso del tractor. Pueden hacerlo en el volante, bien a través de un motor eléctrico que actúa sobre la periferia o en su eje. Son los denominados *sistemas de guiado asistido*, los cuales gozan de cierta popularidad actualmente por su facilidad para pasarlos de un tractor a otro, es decir, que un mismo equipo se puede instalar en más de un tractor para usarlo de forma alternativa.

Tienen el inconveniente de que la corrección de la posición es detectada solo por el desplazamiento del vehículo a través de su antena receptora, por lo que necesitan cierta velocidad mínima en la utilización del tractor para que con su movimiento puedan conocer y corregir la dirección del mismo.

Por otra parte tenemos los denominados sistemas de *auto guiado integrado*, que actúan directamente sobre el sistema hidráulico del tractor sin intervenir en el volante de dirección. Suelen ir equipados de sensores de posición en las ruedas directrices los que les permite una capacidad predictiva de la posición del tractor previa al desplazamiento permitiendo bajas velocidades. Incorporan un conjunto de mecanismos de instalación permanente, como tuberías de aceite, electroválvulas, etc., por lo que no son traspasables de un tractor a otro salvo mediante operación de alto coste e inviable. A cambio tienen la mejor capacidad de precisión en el manejo.

De todo lo anterior podemos deducir que la forma de guiar al tractor mediante la recepción de una señal tiene distintos niveles de capacidad de precisión, unas veces por la habilidad del conductor en el caso de los sistemas de guiado manual y otras por la capacidad de conducir de los sistemas de auto guiado.

1.2.2.- Sistemas de corrección de señal

La señal que se recibe de los satélites de posicionamiento tiene un nivel de precisión muy bajo para ser aceptable en aplicaciones agrícolas. Esto es debido a la distorsión lógica por la enorme distancia a la que se encuentran estos satélites, pero también a un error intencionado dado su origen militar. Para resolver este problema existen varios sistemas de corrección de esta señal que proporcionan a los receptores GNSS correcciones de los datos recibidos de los satélites de posicionamiento, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada.

Aunque existen varios tipos en función del contexto de aplicación, el usado en agricultura es el denominado sistema DGNSS o GNSS diferencial (Larsen et al., 1994; Pérez-Ruiz et al., 2011). El fundamento radica en el hecho de que los errores producidos por el sistema GNSS afectan por igual (o de forma muy similar) a los receptores situados próximos entre sí. Los errores están fuertemente correlacionados en los receptores próximos.

Un receptor GNSS fijo en tierra (referencia) que conoce exactamente su posición basándose en otras técnicas, recibe la posición dada por el sistema de satélites de posicionamiento, y puede calcular el error de posicionamiento producido por los mismos comparándolos con su posición, conocida de antemano. Este receptor transmite la corrección de errores a los receptores próximos a él, y así estos pueden, a su vez, corregir también los errores producidos por el sistema dentro del área de cobertura de transmisión de señales del equipo GNSS de referencia (Heraud & Lange, 2009; Abidine et al., 2004).

El receptor de referencia puede ser adquirido e instalado en una explotación, transmitiendo la señal correctora vía radio frecuencia a una distancia que suele ser de un máximo de unos 10 Km en función de la orografía. Esto es lo que se denomina estación RTK (Real Time Kinematic) o

sistema de corrección por estación propia por radio. Este sistema supone realizar una inversión pero los niveles de precisión son bastante elevados.

La señal correctora puede ser también alquilada a empresas que tienen montado un sistema de receptores de referencia y que transmiten la señal correctora a través de satélites de comunicaciones. Algunos organismos públicos ofrecen de forma gratuita esta señal, aunque normalmente con un nivel de precisión menor.

Por último, el sistema que está tomando un mayor auge actualmente es el denominado VRS (Virtual Reference Station), consistente en una red de estaciones de referencia (RTK) que transmiten la señal correctora a un servidor de internet por una línea ADSL. A través de la red de datos de la telefonía móvil, un receptor en el tractor recibe la corrección de señal en cualquier zona que previamente esté cubierta por esta red.

Como consecuencia de todo lo anterior, tenemos el resultado final de lo que se denomina precisión del equipo de guiado. Definimos la precisión como la distancia máxima a la que se desvía la trayectoria del conjunto tractor – apero de la que debería llevar en las condiciones objetivo de la aplicación, normalmente una línea recta. Esta precisión depende tanto del sistema de guiado como de la señal recibida.

Los datos de precisión serán un dato básico en los cálculos de este proyecto, y serán aportados por los proveedores del equipo de guiado y señal correctora, habitualmente la misma empresa. Este dato formará parte de la cumplimentación en la futura configuración de los equipos objeto del estudio de este proyecto, por lo que debe ser tomado con el máximo rigor.

1.3.-Automatismos de ayuda al manejo de tractores complementarios al uso de GNSS

En los puntos anteriores hemos visto como la agricultura de precisión, y concretamente los sistemas de guiado GNSS, tienen como uno de sus objetivos, la contribución a la mejora del rendimiento de la maquinaria agrícola donde se pueden instalar (Rovira et al., 2010). Sin embargo, para que esa ventaja sea óptima, sería poco lógico invertir en estos sistemas y no implantarlos en modernas máquinas que le saquen el máximo provecho; como ejemplo extremo, si instalamos un sistema de auto guiado en tractor sin cabina climatizada no obtendremos la ventaja de poder prolongar la jornada de trabajo ante una eventual necesidad porque el tractorista, en este caso, lo que le fatiga no es la conducción en sí, sino la propia estancia en el tractor. Si el sistema de guiado, tal como se verá más adelante, nos permite usar un patrón con menores tiempos muertos, poco contribuirá si lo montamos en un tractor lento en cabeceras carente de sistemas de rápida inversión de marcha y de otros que contribuyan a su maniobrabilidad y menor radio de giro.

En el **Anejo 12** se hace un resumen de los principales mecanismos y automatismos actuales que contribuyen de forma decisiva a mejorar las prestaciones de los tractores en cuanto a maniobrabilidad, tracción y rapidez en las maniobras que permitirán disminuir los tiempos en

cabeceras y consecuentemente complementar los beneficios aportados por los sistemas de guiado GNSS.

Estos dispositivos se han clasificado en el mencionado **Anejo 12** de la siguiente forma:

1. Sistemas de ayuda a la maniobrabilidad y tracción. Dispositivos que maximizan la maniobrabilidad mediante aumento del ángulo de giro, mejor aprovechamiento del giro, mejora en la rapidez de giro, velocidad de inversión de marcha y aumentando la capacidad de tracción disminuyendo el patinamiento.
2. Sistemas hidráulicos multifuncionales. Permiten la simultaneidad de funciones hidráulicas en cabecera con aperos de funcionamiento complejo.
3. Sistemas de automatización de funciones de cabecera. Permiten la memorización de funciones en final de cabecera con el consiguiente ahorro de tiempo
4. Sistemas de gestión automática de motor y transmisión. Disminuyen consumos de combustible y agilizan el funcionamiento del tractor adaptando el régimen de motor y velocidad a cualquier requerimiento.

2.- Objetivos

El objetivo de este proyecto es diseñar y crear una herramienta capaz de determinar la viabilidad económica en la inversión de la instalación de equipos de sistemas de guiado GNSS, en tractores, por parte de una unidad de gestión empresarial agrícola, ya sea una explotación, una empresa de servicios o un agricultor.

Se han realizado trabajos sobre la finalidad descrita y existen varias herramientas informáticas de fácil accesibilidad que pretenden aportar el resultado que aquí se persigue, pero todo lo analizado se apoya en los cálculos de las diferencias entre los solapes entre pasadas que se producen en escenarios de uso o no de sistemas de guiado. Del estudio de esos solapes se desprenden resultados fácilmente calculables de ahorro de tiempo de ejecución de las aplicaciones y de los insumos suministrados en su caso.

La forma de presentar los resultados suele ser poco convincente dado que no se detalla el proceso de obtención de los mismos, por lo que, a priori, parecen aplicaciones o estudios con una clara vertiente comercial diseñados por los fabricantes de los equipos.

Pero la observación detenida de un tractor trabajando con un equipo de guiado, y el cambio de impresiones con el operador de dicho tractor, siendo éste un buen profesional que le sepa sacar partido al conjunto del equipo, demuestra que detrás de la rentabilidad de estos sistemas hay mucho más que los cálculos de los solapes, que si bien son una parte fundamental en el resultado, hay otros muchos aspectos merecedores de ser también analizados. Y no se trata de aquellos que podríamos calificar como intangibles, o de difícil medición, como ir más cómodo en el tractor, ser capaz de trabajar más horas sin fatiga, poder hacerlo en condiciones de baja visibilidad, por nocturnidad o niebla, y poder acabar un trabajo fundamental, como una siembra ante la proximidad de una inclemencia meteorológica. Todas estas ventajas son difícilmente valorables de forma objetiva porque además, algunas de ellas como la última mencionada, tienen una incidencia aleatoria en el tiempo y unos veces ocurre y otras no.

En consecuencia, cuantificar estos beneficios no es el objetivo de este proyecto, sino profundizar en el análisis de aquellos que son objetivamente medibles y que no se han tenido en cuenta en los estudios y aplicaciones informáticas mencionadas. Por ello, a continuación se van a detallar aquellos aspectos del trabajo con sistemas de guiado que van a ser tenidos en cuenta como variables de cálculo en este proyecto siendo su estudio un objetivo del mismo.

1.- Estudio de patrones.

Uno de los aspectos más destacables en cuanto a la mejora de rendimientos con uso de sistemas de guiado es la posibilidad de usar patrones en los que se minimizan los tiempos y recorridos inútiles, bien durante maniobras en cabeceras o por ajustes en pasadas mal realizadas.

En el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se determinan los patrones posibles y se deduce que dependen de ciertas variables según una clasificación de los aperos atendiendo a una serie de criterios descritos en el citado anejo, así como de ciertas dimensiones relativas tanto al tractor como al apero. Por tanto, el programa informático debe estar diseñado de tal forma que permita deducir o recopilar esos datos para ser aplicados convenientemente en los cálculos posteriores. Cuando una aplicación se puede ejecutar con más de un tipo de patrón, el programa debe permitir elegir aquel que se usa habitualmente por parte de la explotación objeto de estudio.

2.- Distribución del tamaño de las superficies que se hacen bajo un mismo patrón.

Tal como se verá más adelante, el tamaño de las superficies en la que está distribuida la superficie total objeto del estudio juega un papel importante en la distribución de los tiempos de trabajo y de maniobra. Los tiempos de trabajos en cabecera guardan proporcionalidad al perímetro de la superficie mientras que los trabajos de labor interna lo son a la superficie, la cual no es de proporción directa al perímetro. Por tanto el proyecto debe permitir realizar una configuración de los tamaños de distribución de superficies de la explotación atendiendo a criterios que se expondrán más adelante.

3.- Creación de cultivos, conjuntos de aplicaciones sobre los mismos y planes de cultivo con sus rotaciones.

La aplicación debe permitir crear lo expuesto siguiendo los usos y costumbres de la zona en la que el programa informático se usa habitualmente para conformar una base de datos pre cargados afines al ámbito de uso habitual que permita una rápida cumplimentación de una explotación objeto de estudio. Estos datos deben ser modificables, tanto antes como después de su inclusión en un estudio concreto.

4.- Creación de una base de datos configuradora de aperos, tractores y equipos de guiado.

La aplicación debe permitir crear con facilidad un nuevo apero del que se conozcan sus datos principales como precio de adquisición, durabilidad a efectos de amortizaciones, etc. Además deberá impedir que se use indebidamente, por ejemplo, que se realice una aplicación de fungicida con una grada de discos. Deben existir conexiones y relaciones entre los aperos necesarios para las aplicaciones y entre éstas y los cultivos para impedir hacer cumplimentaciones erróneas. Debe así mismo permitir distintas configuraciones de medidas del mismo tractor y apero en distintas aplicaciones, como anchos de vía y anchos de labor en los aperos donde sea posible.

Por otra parte, se deberá poder configurar cualquier tipo de equipo de guiado y corrector de señal, incluso se tendrá en cuenta la intercambiabilidad entre tractores. Deberán también poder configurarse distintas velocidades de trabajo fruto de su utilización así como distintos niveles de precisión del equipo GNSS.

5.- Creación de una base de datos de insumos, precios y dosis.

La aplicación informática deberá estar diseñada de tal forma que permita la creación de una base de datos de insumos con sus precios y dosis, y estos deben ir relacionados con las aplicaciones donde se usan, permitiendo siempre la modificación de dosis y precios antes y después de su inclusión en un estudio concreto. La cumplimentación de estos datos en sí no es un objetivo de este proyecto. Se han completado un número considerable de cultivos y aplicaciones para poder demostrar los resultados con un ejemplo. Los datos definitivos deberán ser actualizados y completados por el usuario final de esta aplicación informática.

6.- Adaptación a distintos criterios de cálculos de costes.

Ciertos tipos de costes, como los de mantenimiento, pueden ser calculados de forma directa o mediante tablas tabuladas publicadas por algunos organismos. El programa debe estar capacitado para adaptarse a aquellos que el encuestador o encuestado consideren más conveniente para su estudio concreto.

7.- Los resultados del estudio se deben presentar en un formato que demuestre de forma minuciosa de donde proceden, con datos que ayuden a deducir la veracidad de los mismos mediante un desglose de todas las partidas o fases del cálculo. Además debe presentar distintos niveles de agrupamiento para analizar aquellos ámbitos, escenarios, aplicaciones o aperos en los que el uso de los sistemas de guiado es más eficaz. Por ello se omitirán índices económicos no comprensibles para un agricultor medio.

Como resumen del objetivo de este proyecto, se pretende realizar una aplicación informática para el cálculo de la rentabilidad del uso de equipos de guiado GNSS, con la recreación de escenarios de uso de la maquinaria agrícola lo más cercano posible a la realidad, teniendo en cuenta la enorme aleatoriedad que esos escenarios pueden tener, pero en todos ellos, dividiendo las actuaciones en trozos muy pequeños, se conseguirá que guarden ciertas pautas comunes susceptibles de ser analizadas por procesos de cálculo matemático. Por tanto, el programa informático ha de tener una extensa toma de datos que a su vez se guarden de forma ordenada y sistemática para ser reutilizados agilizando los nuevos estudios sin tener que actualizar un buen número de las variables ya almacenadas.

3.- Materiales y métodos

3.1.- Descripción de la metodología y ámbito de actuación

La metodología que se va a emplear, para llegar al resultado final y conclusiones, es la comparación de los costes derivados de la utilización de la maquinaria empleada en las aplicaciones a los cultivos de una explotación más los costes de los insumos, en su caso, entre dos escenarios, uno sin la utilización de sistemas de guiado GNSS y otro con el uso de los mismos. La herramienta utilizada será una aplicación informática creada en Access y que se describirá más adelante.

El ámbito de utilización será el análisis de todo el conjunto de aplicaciones en los cultivos de una explotación sujetas a poder usar sistemas de guiado, quedando excluidas aquellas en las que su empleo no tiene utilidad, como son faenas de transporte, carga y descarga con pala, aplicaciones en cultivos arbóreos, etc. Se incluyen por tanto todas aquellas que implican la cobertura total de una superficie donde las pasadas no están previamente determinadas, como el mencionado caso de cultivos arbóreos, y en las que lógicamente, el correcto solape entre pasadas y la mejora en la ejecución de determinados patrones supondrá un ahorro en los costes de utilización de la maquinaria y en el suministro de insumos en esa superficie.

En cuanto a los tipos de maquinaria objeto del estudio, en aperos se pueden incluir cualquier tipo, con los condicionantes de aplicación descritos en el punto anterior, y en tractores, el ámbito de actuación es para modelos del tipo convencional de ruedas, simple o doble tracción, con los que se cubren la inmensa mayoría de las aplicaciones descritas y en los que es posible instalar los equipos de guiado. Por este motivo no se incluyen los tractores de oruga, que en su caso, y a efectos de cálculo, deberán ser considerados del tipo de ruedas convencional, aplicándoseles parámetros similares. Tampoco se incluyen los articulados de tipo isodiamétrico, porque su comportamiento en las maniobras es distinto a los convencionales y su uso, en las aplicaciones objeto de estudio, es prácticamente inexistente, unas veces porque son usados a pequeña escala en horticultura, y con baja potencia, y otras, en modelos de gran potencia y precio muy poco usados en España, donde normalmente los equipos de guiado, dada su poca repercusión porcentual en el precio final, forman parte de la dotación estándar.

Partiendo de los criterios del ámbito de utilización descrito anteriormente, a efectos de este proyecto, se define a una explotación como el conjunto de superficies cultivadas por un mismo conjunto de maquinaria, bien por ser de la misma propiedad o estar gestionadas como una unidad administrativa independiente.

En el caso de realizar el estudio a una empresa de servicios, el concepto explotación será aplicado al conjunto de superficies que esa empresa de servicios trabaja con su maquinaria.

Consecuentemente se van a calcular solo los costes derivados del anteriormente descrito ámbito de utilización, quedando excluidos del estudio de este proyecto aquellos que, por su origen o definición, son idénticos en los dos escenarios que se van a comparar, como por ejemplo, el derivado de alojamientos, puesto que los equipos de guiado no necesitan almacenamiento adicional.

Dado que el destinatario de los resultados y conclusiones de este trabajo, en la mayoría de los casos, será un empresario agrícola no experto en la interpretación de indicadores económicos en proyectos del tipo VAN, TIR, etc., que requieren cierto nivel de conocimientos, el formato del resultado final se mostrará como coste anual, el cual se desglosará en distintas partidas y criterios, como coste anual de cada maquinaria empleada y costes por cultivo.

La mayoría de los datos básicos para el cálculo de costes, como precios de adquisición, mantenimientos y reparaciones, mano de obra, precios de insumos, etc., se tomarán mediante el procedimiento de encuestado al destinatario del estudio, si bien se contará con una base de datos pre configurados donde figuran la mayoría de estas cifras, las cuales serán propuestas pero modificables.

Los costes objeto del estudio de este proyecto serán por tanto los que se relacionan a continuación, describiéndose seguidamente el proceso de cálculo que se lleva a cabo en cada uno de ellos.

3.1.1.- Criterios en cálculo de costes

El procedimiento de cálculo de costes de utilización de la maquinaria será el recomendado por el Ministerio de Agricultura, y publicado en su página Web, porque su divulgación está al alcance de cualquier destinatario de este proyecto y consecuentemente los resultados obtenidos tendrán mayor nivel de comprensión. ASABE y CEMAG poseen información y expresiones de cálculo de costes muy utilizadas en el sector agrícola.

El resumen de los cálculos de coste que se va a llevar a cabo en el estudio económico es el siguiente:

- 3.1.1.1.- Costes de la utilización de la maquinaria
 - 3.1.1.1.1.-Costes Fijos
 - 3.1.1.1.1.1.- Amortización técnica
 - 3.1.1.1.1.2.- Alojamiento para la maquinaria
 - 3.1.1.1.1.2.3.- Interés de capital invertido en la máquina
 - 3.1.1.1.1.4.- Seguros e impuestos
 - 3.1.1.1.1.5.- Otros costes fijos
 - 3.1.1.1.2.-Costes variables
 - 3.1.1.1.2.1.- Combustible, lubricantes y aditivos

3.1.1.1.2.2.- Mantenimiento y reparaciones

3.1.1.1.2.3.- Mano de Obra

3.1.1.2.- Costes derivados de la aplicación de insumos.

A continuación se realizará una descripción de cada uno de ellos y se justificarán los datos que se van a necesitar en el proceso de encuesta que se realiza en la aplicación informática.

3.1.1.1.- Costes de la utilización de la maquinaria

3.1.1.1.1.-Costes Fijos

3.1.1.1.1.1.- Amortización técnica

Para el cálculo de la amortización, que solo se aplicará en la maquinaria y equipos adquiridos en propiedad, se empleará el método combinado que considera simultáneamente la obsolescencia y el desgaste de la maquinaria. Dado que el uso de sistemas de guiado tiene, entre otros objetivos, disminuir el tiempo empleado en las aplicaciones, ello provocará una reducción en el número de horas de utilización anual y este método recoge y cuantifica este hecho.

La expresión que se usará en los cálculos será:

$$\text{Coste anual de amortización} = \frac{Va}{Hmax} + \frac{Va}{Nmax \times h} \quad (1)$$

Donde,

- Va es el valor de adquisición de la máquina o deducido de los datos precargados a su vez cumplimentado de tarifas de fabricantes.
- $HmaxVU$, horas máximas teóricas de utilización de la máquina. Tabuladas por el Ministerio de Agricultura.
- $Nmax$, años máximos teóricos de utilización de la maquinaria. Tabulados por el Ministerio de Agricultura.
- h , horas previsibles de utilización anual.

3.1.1.1.1.2.- Costes del alojamiento

Teniendo en cuenta que el objetivo de este proyecto es analizar las diferencias de costes entre el uso de la maquinaria con sistemas de guiado o no, el coste del alojamiento no será tenido en cuenta dado que es el mismo en ambos escenarios. Los equipos de guiado no aumentan las dimensiones del tractor y por tanto no se necesita espacio adicional de alojamiento.

3.1.1.1.1.3.- Intereses del capital invertido en la maquinaria

Al realizar los cálculos en el escenario con uso de sistemas de guiado hay que tener en cuenta, en su caso, la inversión realizada en la adquisición de los mismos, por lo que el coste derivado del interés del capital invertido deberá formar parte en la evaluación de costes.

La tasa de interés empleada será la diferencia entre la tasa comercial de la Banca privada y la inflación, siendo éste un dato editable a la hora de iniciar los cálculos. El valor sobre el que se aplica la tasa de interés será el valor medio en la vida útil de la maquinaria, teniendo en cuenta que su valor residual se estima en el 20% del valor de adquisición.

La expresión usada y que determina el coste imputable al capital invertido es:

$$\text{Interés anual} = CI \left\{ \frac{\text{€}}{\text{año}} \right\} = \frac{TI}{100} \cdot \frac{Va + \frac{Va \cdot 20}{100}}{2} = \frac{TI \cdot Va \cdot 0,6}{100} \quad (2)$$

Donde,

- TI es la tasa de interés anual deducida como se ha descrito anteriormente y que figura en los datos pre cargados.
- Va es el mismo precio de adquisición de la expresión (1).

3.1.1.1.1.4.- Costes de seguros e impuestos

El coste derivado de los seguros e impuestos suele calcularse mediante la expresión,

$$\text{Costes de seguros e impuestos} = CSU \left\{ \frac{\text{€}}{\text{año}} \right\} = \frac{k}{100} Va \quad (3)$$

Donde,

- Va es el precio de adquisición
- k es un coeficiente que varía entre 0,25 y 2

Sin embargo, dado el origen de toma de datos mediante encuestado, todo gestor de una explotación es perfectamente conocedor de sus costes de sus seguros e impuestos y en que maquinarias y equipos es de aplicación, por lo que se han habilitado formularios para recopilar el dato exacto. Estos formularios se describen en apartados venideros.

3.1.1.1.1.5.- Otros Costes fijos

Serán tenidos en cuenta cualquier otro coste fijo que sea distinto en los escenarios de uso o no de sistemas de guiado, como los derivados del pago de señales correctoras en los equipos GNSS, seguros que sufren incremento al incluir la cobertura de los equipos adicionales, etc.

No podemos olvidar aquellos casos en el que la maquinaria y equipos, toda o parte de ella, se tienen en régimen de arrendamiento o Renting, en cuyo caso se contabilizarán las cuotas de estas modalidades, omitiendo lógicamente el coste de amortizaciones de las máquinas y/o equipos afectados. Todos estos datos se tomarán en el proceso de encuestado.

3.1.1.1.2.-Costes variables

3.1.1.1.2.1.- Combustible, lubricantes y aditivos

Como consecuencia de la aplicación de las nuevas normativas de emisiones de gases contaminantes impuestas por la UE, la mayoría de los tractores de reciente adquisición y con potencias superiores a 100 CV, consumen, además del combustible, un aditivo denominado AdBlue o DEF (Diesel Exhaust Fluid, líquido de escape diesel), en cierta proporción al combustible gastado. Esta relación se expresa en tanto por ciento de combustible consumido y viene determinada por el fabricante, siendo habitualmente conocida por el encuestado y con valores aproximados al 5% del gasto en carburante, aunque estas cifras aumentarán hasta el doble con la aparición de nuevas normas de emisiones próximamente. A pesar de que el porcentaje de consumo de aditivo también va ligada al nivel de esfuerzo de motor, siendo proporcionalmente menor cuando el motor trabaja desahogado en maniobras, este hecho no será tenido en cuenta dada la poca relevancia que tendrá en los resultados finales por manejarse parámetros de escaso valor.

Por otra parte, y en este proyecto, el consumo horario de combustible no es contemplado como constante a lo largo de tiempo en una misma aplicación, siendo ésta una de las diferencias con otras aplicaciones informáticas disponibles que persiguen el mismo fin. Es sabido que en la mayoría de los tipos de maniobras en cabecera, la carga del motor del tractor es muy inferior a la empleada durante la aplicación en sí, por lo que el consumo horario de combustible durante esos tiempos es muy inferior. Por ello, y tal como se explicará en un capítulo más adelante, se distinguen los tiempos empleados en maniobras y los tiempos empleados bajo carga de aplicación, atribuyéndoles a cada uno el correspondiente nivel de carga pre configurado en las características de cada aplicación y posteriormente editables por el encuestado.

Pero además el programa permite configuraciones de velocidades distintas en cada aplicación con uso o no de sistemas de guiado GNSS, por lo es lógico tener en cuenta que los consumos horarios en ambos escenarios son también distintos dado que a mayor velocidad se requiere un mayor nivel de carga sobre el motor. Por ello se ha establecido que se toma como referente el dato conocido por el encuestado del consumo horario sin uso de GNSS, y se aplicará una proporción directa a la diferencia de las velocidades para el cálculo del consumo horario en escenarios con uso de GNSS. Cuando se actualizan las velocidades, esta regla de proporción directa se aplica al nivel de carga en escenario con uso de GNSS

Como consecuencia de todo lo anterior, el coste anual derivado del consumo combustible y aditivos se calcula mediante la siguiente expresión, en la que los sumatorios se refieren al cálculo efectuado en cada aplicación o unidad básica de medición que se describe más adelante:

$$\text{Consumo anual combustible + aditivos} = \sum_{1 \text{ año}} TM \cdot NCM \cdot CH \left(PF + \frac{PAD \cdot PA}{100} \right) + \sum_{1 \text{ año}} TA \cdot NCA_{(CS)} \cdot CH \left(PF + \frac{PAD \cdot PA}{100} \right) \quad (4)$$

Donde,

- *TM* es el tiempo en maniobras, en horas decimales, empleado en una determinada aplicación y calculado de forma automática en los procesos que se describirán más adelante.
- *NCM* es el nivel de carga en maniobra medido en tanto por ciento, en una determinada aplicación establecida en los datos pre configurados y posteriormente editables de cada aplicación. Gracias a las nuevas y modernas dotaciones de algunos modelos de tractores, con caudalímetro para medir el consumo horario e indicador de carga del motor, este dato es fácilmente legible entre otros muchos en una pantalla digital. De diversas lecturas realizadas por el autor de este proyecto puede deducirse que en aperos del tipo suspendido, el nivel de carga del motor apenas alcanza el 15%, siendo de hasta un 30% en aperos arrastrados. Estos son los valores pre configurados en la base de datos de aperos y aplicaciones incorporada en el programa informático.
- *CH* es el consumo horario de combustible en litros/hora a nivel de carga máxima o al régimen de potencia máxima, normalmente publicado por el fabricante y derivado del consumo específico de combustible y de la potencia máxima. Este dato se encuentra pre configurado en la base de datos. Combinado con el nivel de carga de la aplicación nos da el consumo horario real, pudiendo éste ser editado posteriormente para adaptarlo a las condiciones de uso particular de cada encuestado, re calculando el programa el nivel de carga correspondiente, dado que el consumo específico no varía.
- *PF* (Precio Fuel) es el precio por litro del combustible, normalmente gasóleo agrícola y tomado del dato actualizado de los proveedores.
- *PAD* es el porcentaje de consumo de aditivo respecto del combustible, dato suministrado por el fabricante del tractor.
- *PA* es el precio del litro de aditivo.
- *TA* es el tiempo de trabajo bajo carga de trabajo de una determinada aplicación expresado en horas decimales y deducido de forma automática en los procesos que se describirán más adelante.

- $NCA(cs)$ es el nivel de carga durante el trabajo de aplicación, expresado en tanto por ciento y referida al escenario sin (s) o con (c) uso de GNSS. Esta cifra procede de la base de datos pre configurados en la que a su vez se han deducido al comparar la potencia exigida por el fabricante de un determinado apero referida a su dimensión y la potencia máxima del tractor que normalmente se aplica a dicho apero. Lo normal, en aperos que demandan mucha potencia es el 80%, pero esta cifra puede ser editada posteriormente en la encuesta al actualizar el consumo horario normalmente conocido en ese apero. El sistema reactualizará el nivel de carga al consumo indicado por el encuestado. Cuando hay velocidades de aplicación distintas con y sin uso de GNSS, los niveles de carga del escenario desconocido por el encuestado (sin uso de GNSS) se reactualiza de forma proporcional a la diferencia porcentual entre las velocidades, según la expresión,

$$NCA_{(c)} = NCA_{(s)} \frac{Vel_{(c)}}{Vel_{(s)}} \quad (5)$$

Donde $NCA(c)$ es nivel de carga en aplicación con uso de GNSS, $NCA(s)$ es nivel de carga en aplicación sin uso de GNSS, $Vel(c)$ es velocidad en aplicación con uso de GNSS y $Vel(s)$ es velocidad en aplicación sin uso de GNSS, ambas en Km/h

El proceso en aperos de baja demanda de potencia, como maquinaria de tratamientos fitosanitarios, sembradoras en línea, aplicadores de fertilizantes, etc., es similar, siendo el dato pre configurado de un 30% de la carga, obtenido a su vez de lecturas en tractores dotados de la medición de este parámetro.

3.1.1.1.2.2.- Mantenimiento y reparaciones

Los Costes derivados del mantenimiento y reparaciones se pueden calcular por dos métodos:

- a) Método recomendado por el Ministerio de Agricultura mediante la aplicación de unos coeficientes publicados, que en el caso de maquinaria autopropulsada es un valor por litro de combustible consumido y en el resto de maquinaria es un importe por hectárea trabajada. En el caso primero, debemos conocer el tiempo invertido por los tractores en realizar las aplicaciones, además de, tal como se ha mencionado anteriormente, distinguir entre tiempos bajo carga de aplicación y tiempos de maniobra porque los consumos horarios son distintos.

En el segundo caso debemos conocer la superficie cubierta por cada apero, la cual se puede calcular averiguando el recorrido de trabajo realizado y multiplicándolo por su anchura.

- b) Método de estimación directa mediante encuestado al interesado y cumplimentado un sencillo formulario habilitado a tal efecto. Este procedimiento cuenta con la ayuda de algunos datos pre cargados aunque también pueden ser editados durante el proceso de

encuestado. Los mencionados datos pre cargados, en el caso de tractores, se han tomado de presupuestos y facturas de un concesionario de tractores, concretamente, Ecotractor del Sur, S.L, concesionario de las marcas New Holland y Case-IH para la provincia de Cádiz, habiéndolos clasificados en 4 grupos según gamas de potencia de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Gama baja correspondiente a tractores con potencia menor a 95 CV.
- Gama medio baja referida a tractores con potencia comprendida entre 95 y 155 CV.
- Gama medio alta correspondiente a tractores con potencia de 155 a 220 CV
- Gama alta para tractores de potencia superior a 220 CV.

Esta clasificación se ha realizado de esta forma porque en la mayoría de las marcas de tractores, las motorizaciones y cajas de cambios son comunes en unos determinados segmentos de potencia, teniendo como consecuencia que la mayoría de los Costes de mantenimiento y reparaciones son similares entre los componentes de una de esas gamas. Además la clasificación aportada encuadra a las gamas de varias marcas, concretamente de las más usadas en nuestra zona. Dado que los datos son siempre editables, el encuestado puede modificar los parámetros al cumplimentar los datos.

Se ha establecido este criterio alternativo por varios motivos:

- 1º.-Recientemente, y como consecuencia de las nuevas normativas de emisiones de gases contaminantes ya mencionadas, los motores de los tractores de más de 100 CV han sufrido una rápida evolución en la que, entre otras innovaciones, se han aumentado los periodos de mantenimiento relativos a los cambios de aceite de motor y otras actuaciones, no estando estos datos aún actualizados en las tablas disponibles de varios orígenes y autores, las cuales tienen cierta antigüedad. Lo normal es que un equipo de guiado se instale en un tractor moderno que reúne las condiciones descritas y en donde estos equipos funcionan con más eficacia.
- 2º.-Es intención y objetivo del autor de este proyecto que los datos manejados por el encuestado y encuestador se ajustan al máximo a la realidad, por lo que se han diseñado formularios y formatos de toma de datos de tal forma que sean de fácil y rápida cumplimentación, tal como se expondrá en el capítulo relativo a la descripción del programa. Todo responsable de una explotación agrícola conoce perfectamente cada cuanto tiempo y que coste tiene cada uno de los mantenimientos periódicos de su maquinaria, así como la duración media y coste de elementos de gran relevancia económica, como la reposición de un juego de neumáticos motrices de un tractor y otros más sencillos como la duración de una reja del arado en sus tierras y su precio de sustitución. También es conocida la desconfianza que cualquier agricultor medio puede tener ante datos derivados de coeficientes, que si bien puede estar meticulosa y

correctamente deducidos, no tienen por qué ajustarse a la realidad de su explotación, por lo que en la metodología del cálculo de reparaciones y mantenimiento de este proyecto se pueden usar ambos procedimientos, estando el programa informático adaptado a los dos métodos.

3.1.1.1.2.3.- Mano de Obra

Es habitual en una explotación agrícola que los empleados del tipo tractorista tengan contratos indefinidos por lo que a priori, este coste es independiente del uso de la maquinaria y por tanto podría ser considerado como coste fijo. Pero también existen casos de contratación eventual durante el tiempo de ejecución de un grupo de aplicaciones consecutivas en el tiempo, por ejemplo la preparación de terrenos y posterior siembra. En este caso es fácilmente deducible que el coste de la mano de obra es directamente proporcional al tiempo invertido en las mencionadas aplicaciones.

Sin embargo, en el caso primero de contratos indefinidos, las tareas laborales de un tractorista no siempre son las de conducir un tractor, dado que éstos no tienen una actividad continuada en el tiempo, por lo que dedican ciertos tiempos “muertos” a otras obligaciones como mantenimientos poco especializados, trabajos de mecánica elemental como puesta a punto de un apero, otras actividades agrícolas donde no se conducen tractores, etc. Tal como se ha mencionado en la introducción de este proyecto, el objetivo del mismo es comparar los costes de uso de la maquinaria en escenarios de uso o no de sistemas de guiado, y es un hecho que se demuestra en este mismo trabajo, que el uso de estos sistemas acorta el tiempo de duración de las aplicaciones, lo que provocaría que un empleado del tipo fijo, se pudiera quedar sin actividad o con mayores tiempo muertos no adjudicables y que su coste debiera seguir siendo interpretado como fijo. Pero en la realidad sabemos que esto no es así por varias razones. Una de ellas es que evaluamos los costes solo en el ámbito de actuación descrito en el apartado 3.1, lo que significa que un tractorista fijo puede realizar además otras actividades en la explotación no sujetas a las mediciones de este proyecto, por ejemplo, puede haber cultivos arbóreos o actividades ganaderas en las que los sistemas GNSS no influyen y que podrían absorber el tiempo ahorrado.

Pero en el supuesto peor que sería una explotación con personal fijo y todas las aplicaciones agrícolas dentro del ámbito de actuación de este proyecto, los cálculos de éste han de aportar una cuantificación del beneficio del ahorro de tiempo también en la mano de obra, porque puede ser que fruto de la inversión en sistemas de guiado, el empresario opte por modificar la configuración de unidades de tractores y potencia de los mismos por otra más eficiente con menor necesidad de mano de obra. Por este motivo, la mano de obra será evaluada en este proyecto como coste variable y directamente proporcional al sumatorio de tiempos invertidos en las aplicaciones.

Consecuentemente, el coste anual procedente de la mano de obra será proporcional al tiempo de uso de cada uno de los tractores de la explotación y se calculará mediante la expresión:

$$\text{Coste anual en Mano de Obra} = TT \cdot PHMO \quad (6)$$

Donde,

- *TT* es el tiempo total de trabajo de los tractores, el cual se calcula en procesos que se expondrán más adelante.
- *PHMO* es el coste horario de la mano de obra, resultado de dividir el sumatorio de todos los gastos mensuales derivados de un asalariado entre el número de horas mensual del convenio colectivo.

3.1.1.2.- Costes derivados de la aplicación de insumos

Muchas de las aplicaciones que se efectúan en la explotación llevan consigo el suministro de insumos, ya sean semillas, fertilizantes, productos fitosanitarios o de cualquier otro origen. Gracias al uso de sistemas de guiado se puede hacer una mejor distribución de los mismos, pudiéndose generar un ahorro importante en esta partida de costes. Consecuentemente la metodología de este proyecto tiene muy en cuenta este hecho y durante el proceso de cálculos se determinan los costes en los dos escenarios a comparar.

El dato que se pretende calcular es el coste anual total en insumos, el cual es la suma de los costes de los insumos aplicados en cada una de las aplicaciones durante un año. Para averiguar el coste de los insumos suministrados en una aplicación se necesita conocer la dosis por hectárea, el precio unitario y la superficie cubierta, la cual será mayor cuando se hace ineficazmente con amplios solapes. La expresión que determina tal dato es la siguiente:

$$\text{Costo insumos aplicación} = DH \cdot PU \cdot SC \quad (7)$$

Donde,

- *DH* es la dosis en unidades por hectárea
- *PU* es el precio de cada unidad
- *SC* es la superficie cubierta en el recorrido de aplicación por el apero utilizado

La dosis y el precio unitario son datos conocidos que además se encuentran pre cargados en una base de datos editable y cuyas cuantías pueden ser modificados durante el proceso de encuestado. La superficie cubierta es el producto del recorrido durante la aplicación por el ancho del apero. El recorrido en aplicación se calcula mediante procesos que se describirán más adelante.

Como conclusión de todo lo descrito en los procesos de cálculos de costes, podemos deducir que a priori se tienen la mayoría de los datos necesarios menos dos que son absolutamente imprescindibles, que ha de calcularse y que son la base de la metodología de este proyecto: tiempos y recorridos.

Tiempos que hemos visto se necesitan conocer para el cálculo de las amortizaciones, combustibles y aditivos, mantenimiento y reparaciones y finalmente la mano de obra.

Recorridos que son imprescindibles en el cálculo del coste de los insumos y en uno de los métodos del cálculo de reparaciones y mantenimientos de los aperos.

3.1.2.-Metodología del cálculo de tiempos y recorridos

En el punto anterior se ha deducido y justificado que los datos que son objeto de cálculo para poder conocer los costes de utilización de la maquinaria y el coste de suministro de los insumos son tiempos y recorridos. Todos los demás datos son de fácil obtención ya que se encuentran pre cargados en la base de datos del programa informático o son conocidas por el destinatario del estudio en el proceso de encuestado. A continuación se va a describir el método que se va a usar para deducir esos datos de tiempos y recorridos.

La enorme cantidad de distintas aplicaciones y formas de efectuarlas que existen en el devenir de las actuaciones en un ciclo anual de una explotación agrícola, suponen una gran dificultad para su medición exacta dada la gran irregularidad y aleatoriedad con las que se puede hacer; a lo largo de la metodología de este proyecto se persigue dividir todas esas actuaciones en acciones medibles, llegando esa división hasta el punto de que lo evaluado tenga cierta regularidad, pasando entonces a ser ponderable.

Podemos afirmar que los costes anuales de una explotación son a su vez la suma de los costes de cada una de las aplicaciones que se realizan en ella durante un año en cada cultivo. Pero estos, a su vez, suelen estar distribuidos en superficies de terreno de distinta extensión que conforman la totalidad de la explotación. Medir tiempos y recorridos implica analizar conjuntos de trayectorias que tengan cierta pauta común para que de esta forma, analizada una parte se pueda conocer o deducir un todo. Esta pauta común es lo que normalmente se denomina patrón de arada, o simplemente patrón. Probablemente se refiere a la aplicación concreta de arada porque es la faena más antigua en la agricultura en donde además se puede distinguir fácilmente lo realizado de lo incompleto.

Pero cuando se ejecuta una aplicación en un cultivo delimitado en una determinada superficie, no siempre se puede seguir un mismo patrón de forma ininterrumpida, entendiéndose que aunque se siga la misma pauta en el desarrollo de las maniobras, las pasadas pueden tener distinta dirección en zonas diferentes dentro de esa superficie, o bien no formar un conjunto

continuo. Ello es debido, normalmente, a la presencia de alguna singularidad en el interior de ese terreno que obliga a cambiar esas pautas o modelo en el desarrollo de la faena, como puede ser un accidente geográfico del tipo de un desnivel infranqueable, un arroyo o una división artificial del tipo alambrada. Son varias las definiciones que se usan para denominar a esa superficie delimitada que se labra con un mismo patrón de forma ininterrumpida, como es la palabra *haza*, definida por la RAE como “porción de tierra labrantía o de sembradura”; pero en nuestro entorno se usa más frecuentemente, y quizás con más afección a la definición buscada en este proyecto, la palabra *besana*, definida por la RAE como “labor de surcos paralelos que se hace con el arado” y también como “primer surco que se abre en la tierra cuando se empieza a arar”.

En la metodología de cálculo de este proyecto, la extensión total de la explotación se va a dividir en superficies a las que vamos a denominar besanas, definidas como aquellas áreas de terreno delimitadas en donde, en un momento dado, hay un solo cultivo y en las que se pueden realizar todas las aplicaciones siguiendo un mismo patrón de forma ininterrumpida o continua. Esta división obedece al hecho, ya mencionado, de que para poder realizar cálculos de medición de tiempos y recorridos en conjuntos de pasadas y maniobras que cubren una superficie, éstos han de seguir cierta pauta ordenada para poderlos analizar.

Por otra parte, y a efectos de facilitar los cálculos, vamos a considerar que esas besanas son todas de forma cuadrada. Aunque en la realidad esto nos sea necesariamente así, la forma cuadrada, en su característica de cuadrilátero rectangular, es la que más se asemeja a las divisiones reales de las besanas de una explotación. Además si la forma real fuese la de un rectángulo más o menos alargado, dado que es habitual practicar la alternancia de la dirección de las pasadas en los patrones, la posible ventaja de hacerlo en la dirección del lado mayor, comúnmente denominado “a lo largo”, quedaría compensada con el perjuicio al alternar las pasadas perpendicularmente a las anteriores, es decir, haciéndolo “a lo corto”.

De otra parte es fácilmente deducible que el número de pasadas y sus maniobras son directamente proporcionales a la longitud de un lado de la besana (cuadrada) y no a su superficie, la cual es proporcional al cuadrado del lado. Por ello, el tamaño de las besanas es una variable muy a tener en cuenta en el estudio de este proyecto, porque a medida que son mayores disminuye el número de pasadas y maniobras respecto a la superficie, haciendo que la eficacia de las aplicaciones sea mayor; este hecho es medible y será una variable más en los procesos de cálculo con su consecuente repercusión en los resultados finales.

Como consecuencia de todo lo anterior, determinamos lo que vamos a denominar *unidad básica de medición*, sobre la que se realizarán los cálculos de tiempos y recorridos de los que dependen gran número de los resultados del cálculo de costes, y cuyo sumatorio dará los resultados finales. Esta unidad básica de medición será una sola aplicación sobre un cultivo en una besana un año del ciclo de la rotación de cultivos.

Una vez hemos justificado la división de las actuaciones que se hacen en la explotación, habiendo quedado repartida en aplicaciones independientes, separadas en el tiempo más la división de la superficie en besanas, el paso siguiente es medir tiempos y recorridos en cada una de ellas. Para ello, primero tenemos que definir cuáles son los patrones que existen, como vamos a calcular el tiempo en cada uno de ellos y cuales vamos a usar en cada aplicación.

En el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se hace un estudio detallado de todos los patrones que se usan en nuestro entorno, quedando resumidos en seis tipos que engloban todas las faenas y escenarios posibles del ámbito de actuación de este proyecto, y concretamente referidos a besanas con forma de cuadrilátero. No se incluye patrón alguno en espiral pura dado que es casi inexistente en el mencionado marco, ni cualquier otro que use combinaciones o variaciones extrañas entre los relacionados. Como ejemplo de lo no incluido se puede mencionar el denominado patrón “a vuelta perdida” consistente en hacer pasadas solo en una dirección y hacer el retorno sin aplicación, empleado esporádicamente para resolver besanas de extrema pendiente con maquinaria no adecuada; tampoco se incluye el patrón de pasadas alternativas por lo poco usual y desconocido, aunque no se descarta su inclusión en nuevas versiones de la aplicación. La relación de patrones obtenida es fruto de la deducción lógica de la clasificación de los aperos efectuada en el citado **Anejo 1**, además de haber sido contrastada en numerosas prospecciones a agricultores y empresas de servicio.

También en el mencionado **Anejo 1** se realiza una clasificación de los aperos que es determinante para seleccionar el patrón compatible. Este ordenamiento se hace en función del tipo de enganche al tractor, el cual puede ser suspendido o arrastrado, en función del tipo de labor, la cual la definimos como simétrica o asimétrica en el caso de provocar desplazamientos de la tierra movida hacia un lado, como los arados de vertedera, en función de si el apero es o no reversible cuando es de labor asimétrica, y por último en función de la maniobrabilidad, la cual viene determinada por la capacidad de maniobra del conjunto tractor-apero. Bajo esta sencilla clasificación se puede incluir todos los aperos utilizados en el ámbito de estudio de este proyecto.

Las conclusiones de lo estudiado en el **Anejo 1** se resumen en su Tabla 1, en la que se determinan la compatibilidad de los patrones con la clasificación de los aperos en función los parámetros enunciados anteriormente. Paralelamente también se deducen en el mismo anejo los patrones más convenientes en el escenario de uso o no de sistemas de guiado GNSS.

Una de las conclusiones es que bajo un mismo escenario fruto de la clasificación del tipo de enganche y labor, en algunos casos se puede realizar más de un tipo de patrón, por lo que habrá que determinar cuál es el más idóneo. Para ello, y valiéndonos de las expresiones ya deducidas en el **Anejo 2** “Procedimiento de cálculo de tiempos y recorridos en una besana siguiendo patrones con pasadas paralelas” y **Anejo 3** “Procedimiento de cálculo de tiempos y recorridos en una besana siguiendo un patrón en espiral interna” se realizan unos comparativos

de tiempos empleados en cubrir una aplicaciones bajo unos parámetros concretos, llegándose a la conclusión de que, en el caso de poder usar diversos patrones, unos son más eficaces que otros. Algunos de ellos presentan ciertas dudas, como es el caso de comparar el denominado patrón de “espiral interna” con los demás.

Este patrón es muy eficaz pero sin embargo tiene otros perjuicios, como la de no conservar la misma dirección en sus pasadas lo que no es siempre de la conveniencia de un inmediato y posterior cultivo en línea.

En otros casos, las diferencias no son grandes a favor de uno u otro, o dependen de otros parámetros como la proporción de la longitud de las pasadas y el ancho del apero. Además existen patrones y maniobras muy arraigados en ciertos usuarios y otros, como los cortes de besana, que suponen tener cierto nivel de pericia para realizarlos de forma eficiente. Por ello se ha optado por permitir al encuestado que pueda elegir, en el escenario de no uso de sistemas de guiado, el patrón que use normalmente de entre los compatibles, pero obligándolo a realizar el más idóneo en el escenario de uso de sistemas de guiado, ya que si hace la inversión en el equipo, deberá seguir su metodología de trabajo.

Como consecuencia de todo lo anterior, a partir de haber seleccionado el patrón en cada unidad básica de medición, ya podemos aplicar el método de cálculo de tiempos y recorridos descrita en los mencionados **Anejos 2 y 3** mediante las expresiones deducidas en los mismos.

3.2.- Creación y descripción de una aplicación informática

3.2.1.- Breve referencia a programas de base de datos relacionales.- Access

En el **punto 3.1** se menciona que la herramienta de cálculo empleada en este proyecto es una base de datos Access. A continuación se va a justificar su uso mediante una breve exposición de la definición de una base de datos y sus características.

Un programa de base de datos es definido por Microsoft como “una herramienta para recopilar y organizar información”. Una base de datos se puede definir como un conjunto de información organizada sistemáticamente, que es justo lo que necesitamos manejar para realizar los cálculos de tiempos y recorridos analizados en el capítulo 3.1.2. Disponemos de datos como superficies, anchuras, velocidades, dosis, precios, dimensiones, etc., los cuales han de estar almacenados de forma ordenada y sistemática para que cuando necesitemos usarlos se localicen fácilmente. Dado que guardarlos todos juntos puede dificultar su búsqueda y acceso, ese almacenamiento se realiza en grupos de datos que tienen que tienen cierta relación, como superficies y besanas en un sitio, insumos, precios y dosis en otro, aperos y sus dimensiones en otro, etc. Cada conjunto de estos datos se almacena en lo que se denomina una tabla o base de datos simple, organizada a su vez en campos y registros (o columnas y filas).

Un campo es un espacio de almacenamiento de un tipo de dato concreto, por ejemplo el precio de un insumo, y consecuentemente, los datos de ese campo tienen en común que son valores numéricos referidos a moneda. Un registro o fila es un conjunto de campos que normalmente representa un objeto único definido en la estructura de la tabla, por ejemplo, tenemos una tabla que relaciona los insumos, y el dato referidos al insumo concreto “Urea al 46%”, tiene como campos el *nombre del insumo*, “Urea ...”, el cual es un campo del tipo de dato *Texto*, el campo *precio de la unidad* con el importe en tipo de datos *numérico*, el campo *dosis habitual por Ha* expresado en modo de datos *numérico*, y finalmente un índice autogenerado, también numérico, para referenciar internamente el insumo “Urea ...”, ya que es más fácil y rápido en informática comparar y clasificar números que textos, dado que éstos últimos pueden alcanzar un gran número de caracteres.

Consecuentemente, en los procesos informáticos, el insumo “Urea ...” será identificado por el programa por el insumo número *x*. Pero a su vez, esos conjuntos de datos que hemos definido como tablas, han de tener algo que los relacione entre ellos, por ejemplo, existe una tabla denominada *Aplicaciones* en la que se relacionan todas las aplicaciones posibles, como, *siembra de trigo*, *abonado de fondo cereal*, etc., y existe otra tabla denominada *insumos por aplicación*, en la que se especifican en cada registro un campo con el número o referencia de un *insumo*, otro campo con el número o referencia de la *aplicación* y un tercer campo con la *dosis por hectárea* recomendada de ese insumo en esa aplicación, es decir, un registro por cada combinación de aplicación e insumo con su dosis. Pues bien, en esta tabla, el campo *código de insumo* está relacionado con el campo índice numérico, referencia o *código de insumo* de la tabla *insumos*, de tal manera que no puede haber ningún insumo referenciado en la tabla *insumos por aplicación* que previamente no exista en la tabla *insumos*.

De esta forma, el programa de base de datos permite crear una *relación* entre esos dos campos de diferentes tablas generándose así un conjunto de tablas relacionadas entre sí, pudiendo hacer referencia en otras tablas relacionadas un insumo solo con su número de referencia o índice denominado *clave principal*. Al conjunto de tablas con campos así relacionados se le denomina *base de datos relacional*. Estas relaciones pueden tener la característica denominada *integridad referencial* mediante la cual no puede haber un dato del tipo repetitivo, como el anterior de *insumos por aplicación*, si previamente no está referenciado o creado como único en la tabla matriz también denominada fichero maestro por algunos autores. Por otra parte, a la creación de esa relación se le puede agregar otra característica denominada eliminación en cascada de los datos relacionados que permite el borrado de todos los datos relacionados eliminando solo el ubicado en la tabla matriz. Por ejemplo, si el insumo “herbicida glifosato” no se puede emplear más, al ser borrado se eliminarán también todos los registros de la tabla *cultivos* y *aplicaciones* donde estuviera, permitiendo así actualizaciones muy rápidas.

Como ejemplo adicional de tablas relacionadas o *base de datos relacional* en este proyecto, existe una tabla que relaciona los *tractores de la explotación*, teniendo cada registro los campos

con las características que vamos a necesitar para realizar los cálculos, que en este caso son la *potencia*, el *precio de adquisición*, *años de vida útil*, *horas de vida útil*, sus *dimensiones*, *radio de giro*, *consumo*, etc. A su vez, también existe una tabla con cada uno de los aperos usados en la explotación, denominada *maquinaria de explotación*, en la que se especifican datos parecidos a los anteriores pero con las particularidades de un apero, como *ancho de trabajo*, *precio de adquisición*, etc., y un campo denominado *tractor de explotación*, en el que se especifica cuál de los tractores de la explotación es el que tiene asignado. Por tanto, la Tabla *Maquinaria de la explotación* está relacionada con la Tabla *Tractores de la explotación* por el campo *Código del tractor* de la tabla *Maquinaria de la explotación*.

Consecuentemente, y dado que este campo está relacionado con el índice de los tractores de explotación, en cualquier registro de otra tabla en la que figure ese apero, ya podemos tener acceso a sus datos relacionados con el tractor asignado, como la potencia, consumo, etc.,. Otro campo de la tabla *maquinaria de explotación* es un índice o código numérico que está relacionado con una tabla principal de *aperos*, en la que se detalla si el apero es de labor simétrica, reversible o de arrastre o simplemente la velocidad habitual de trabajo. Solo con tener estos datos una vez ya se tienen en cualquier parte donde se use la referencia o índice de ese apero.

La consecuencia de todo lo anterior es que las bases de datos relacionales son una poderosa herramienta de cálculo y organización, estando presentes en muchísimos escenarios de nuestra vida cotidiana, como cuando vemos un extracto bancario, el recibo de la luz o pasamos por la caja registradora del supermercado. Si usamos una aplicación para contabilidad, almacén, logística, etc., detrás hay una base de datos. Por ello, y bajo la experiencia laboral que posee el autor de este proyecto, se puede afirmar que un programa de bases de datos es una de las mejores herramientas de las que se puede valer un ingeniero en su trabajo.

Por otra parte, se usa Access porque al ser una aplicación desarrollada por Microsoft tiene una característica en común con los demás programas de esta compañía y es su capacidad de ser aprendido de forma autodidacta, sin que por ello deje de tener la potencia y capacidad para afrontar proyectos que normalmente se ejecutan con otros sistemas de los denominados profesionales y que quienes los usan los han estudiado como parte de su formación, normalmente de tipo informática.

Por ello, aprender a usar Access está al alcance de cualquier persona que tenga necesidad o inquietud por resolver sus problemas de gestión con esta potente herramienta, permite presentar resultados con un atractivo formato y puede consultar cualquier duda en los múltiples foros de internet donde generosamente todos aportan los que han aprendido. Este es el origen del modesto conocimiento del autor de este proyecto y el motivo por el que se pensó, desde el primer momento, que sería la herramienta más propicia para el desarrollo del mismo.

Otra de las ventajas de Access radica en que aúna en un solo archivo todos los componentes habituales de las bases de datos, como son las tablas de datos, las consultas, que extraen datos de un o varias tablas con determinados criterios, los formularios a través de los cuales se cumplimentan los datos, los informes que muestran los resultados y todo el conjunto de macros y módulos de *Visual Basic* (en adelante *VB*) que son instrucciones que se ejecutan en eventos para realizar operaciones de cálculo o control.

El proyecto se ha realizado en formato Access 2003 pero puede ser ejecutado con cualquiera de las versiones posteriores. Access tiene integrada la programación en lenguaje VB, y esta combinación multiplica las posibilidades de actuación de la base de datos a efectos de realizar cálculos de todo tipo y actualizaciones de datos en cualquier tabla.

Access permite la creación de formularios para acceder a los datos de las tablas a través de una interfaz gráfica mas intuitiva y funcional que haciéndolo de forma directa en las tablas, las cuales son una simple hoja de datos donde no se puede automatizar nada. Además se pueden crear subformularios incrustados en otros formularios “padre” y cuyos datos pueden estar relacionados. Pero la principal ventaja del uso de formularios está en la posibilidad de usar funciones de VB, que ejecutándose a través de algún evento realizan actuaciones de todo tipo, como abrir otros formularios, realizar cálculos o actualizar otros datos que no están a la vista. Por ello, y a efectos de facilitar la labor de ejecución de la aplicación, se han creado un buen número de formularios y funciones que a pesar de su complejidad quedan integrados en un solo archivo informático. En el **Anejo 11** “Conceptos básicos sobre bases de datos Access” se ha reproducido un artículo publicado en la Web de Microsoft sobre una definición sencilla pero completa de la estructura de las bases de datos Access.

3.2.2.- Descripción de la estructura de la aplicación

La estructura de la aplicación la componen un conjunto de tablas que almacenan los datos con los que a través de una serie de consultas y procedimientos de *VB* se realizan los cálculos que se han descrito en el capítulo de Metodología del cálculo de tiempos y recorridos, y que posteriormente se muestran a través de los denominados informes de Access. La toma de datos se realiza mediante formularios convenientemente diseñados para la correcta cumplimentación de los mismos de forma lógica y ordenada.

Se han creado dos conjuntos de datos, los que llamamos de carácter permanente y los de carácter temporal. Los permanentes son datos pre cargados que no deben borrarse nunca y que nos ayudan en la rápida configuración posterior de una explotación. Lo componen tablas de cultivos a la que están asociadas otras tablas de sus aplicaciones e insumos de las mismas con sus respectivas dosis. De otra parte esta la base de datos de aperos y de gamas de tractores, que contienen precios, demandas de potencia, consumos, etc., además de las de los equipos de guiado, con sus datos de precisión, precios, etc.

Los datos de carácter temporal lo componen los relacionados con el estudio de una explotación concreta, y lo constituyen la distribución de las besanas, planes de cultivo, sus tractores, aperos y equipos de guiado, así como las aplicaciones específicas de esa explotación, que si bien se auto cargan de los datos pre configurados, todos son posteriormente editables para ajustarlos a la realidad de los usos y procedimientos de una explotación concreta.

La introducción/modificación de datos permanentes se hace accediendo directamente a los respectivos formularios través del panel de inicio y sus botones de acceso directo.

La introducción de datos temporales se realiza a través de formularios y subformularios siguiendo un estricto orden de cumplimentación de forma encadenada y consecutiva, dado que hay datos que solo se pueden cumplimentar después de conocer otros. Por ejemplo, primero hay que cumplimentar los equipos de guiado de la explotación y posteriormente los tractores a los que se asocian esos equipos ya creados. A continuación vendrán los aperos dado que estos tienen tractores asociados que han debido ser creados anteriormente.

El sistema de organización de datos pre cargados permite una rápida cumplimentación ante escenarios en los que no se tiene con exactitud, auto cumplimentándose de forma muy aproximada. La característica de base de datos relacional permite que se puedan actualizar precios y dosis de insumos repercutiendo esta modificación en todos los estudios venideros.

El conjunto datos se almacena en una red de 44 tablas relacionas que clasifican esos datos necesarios para realizar los cálculos en la obtención de los resultados finales descritos en el **apartado 3.1.1.**

Además de las tablas existen 92 consultas que son elementos de la base de datos cuya función es clasificar, extraer, calcular, ordenar, actualizar, insertar y eliminar datos de las tablas siguiendo unas instrucciones. Son la base de muchos formularios y de las listas de datos que aparecen en algunos de ellos. También son el origen de datos de los informes finales.

En cuanto a los formularios, la aplicación contiene 35 de ellos incluyendo los subformularios. Su diseño y las funciones de VB asociadas permiten un racional cumplimentado de datos. Los resultados finales se muestran a través de un informe compuesto a su vez de varios sub-informes incrustados.

Pero la mayor complejidad en cuando a diseño funcional de esta aplicación, laboriosidad y dificultad en la búsqueda de los objetivos expuestos en el **Capítulo 2** de la Memoria la tienen los llamados *módulos de Visual Basic*, que son conjuntos de instrucciones informáticas que realizan una acción provocada por un evento de los formularios. El programa contiene 162 funciones, algunas de ellas con más de 75 líneas de instrucciones de VB, y agrupadas en 21 módulos con un total documentable de 144 páginas; son las encargadas de realizar los cálculos

de todas las expresiones desarrolladas en los Anejos sobre tiempos y recorridos en los distintos patrones así como los datos auxiliares necesarios, como los radios de giro de tractor, apero, etc.

Las funciones de VB, al ser una herramienta puramente informática, no se describirán en este proyecto, pero nada funcionaría en él sin ellas, y su elaboración supone más de la mitad del tiempo empleado en desarrollarlo.

En los apartados próximos se expondrá la estructura de datos, finalidad de los mismos y formularios para su cumplimentación de esta aplicación informática.

Como resumen de la estructura y funcionamiento, la aplicación es un proceso de encuesta mediante formularios encadenados en el que una explotación se divide en parcelas de terreno llamados besanas, a éstas se asocian cultivos que a su vez tienen asociadas aplicaciones. Estas aplicaciones tienen asociados insumos y el apero necesario, todo ello según el conjunto de datos pre-cargados. Al final de este proceso se tiene acumulado un conjunto de datos que son la base de los procedimientos de cálculos de tiempos y recorridos descritos.

3.2.2.1.- Descripción y funcionamiento de la cumplimentación de datos pre-cargados

Tal como se ha descrito en el apartado anterior, los datos pre cargados son los que denominamos de carácter permanente en la base de datos y lo componen una serie de tablas con datos de aperos, cultivos e insumos principalmente, y que nos ayudan a la rápida cumplimentación de los datos temporales referidos a una explotación objeto de estudio.

La estructura de Tablas relacionadas correspondiente a parte de los datos precargados, se muestra en la **Figura 1**, estando visible una parte solo de la totalidad de Tablas del programa dado el gran número de ellas.

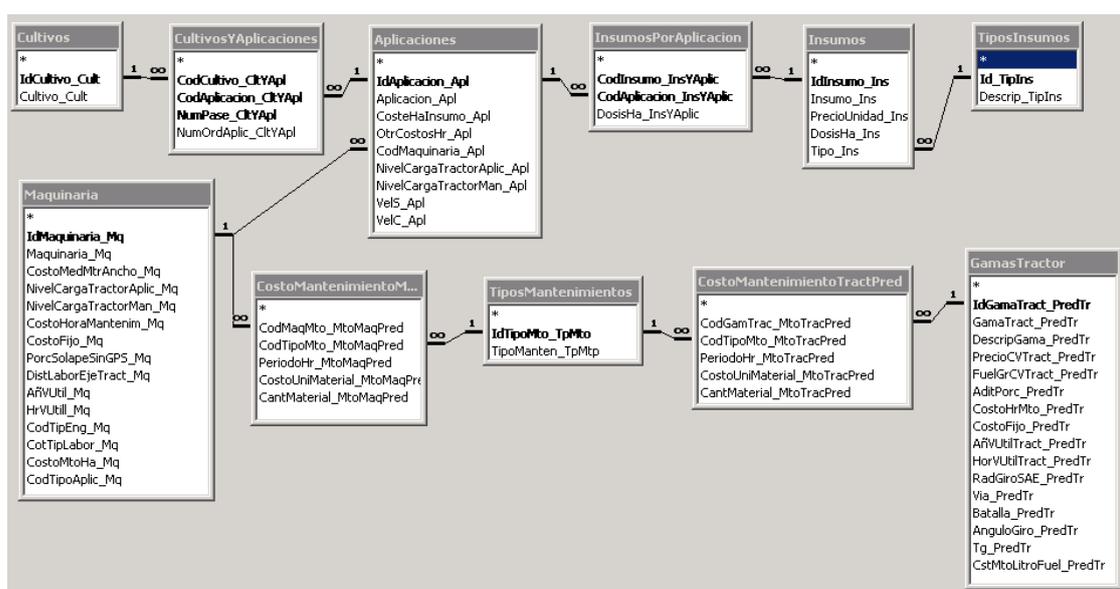


Figura 1.- Visión parcial de Tablas de datos pre cargados y sus relaciones

En los apartados siguientes se va a describir esta estructura y la de los formularios con las que se complementan.

Nota aclaratoria:

La **Figura 1** muestra en cada cuadro una tabla con su nombre en la parte superior coloreada ligeramente. Los nombres de las Tablas que aparecen corresponden a los nombres empleados internamente en la aplicación informática, así como la de los nombres de los campos, detallados en las columnas de datos de los recuadros. Los citados nombres de tablas no son idénticos, aunque muy parecidos, a los nombres con las que vamos a llamarlas realmente al mencionarlas porque a nivel informático, y concretamente en el lenguaje Visual Basic empleado en gran parte del proyecto, las palabras separadas son interpretados como dos palabras distintas y ello obliga a aplicar molestos corchetes para que se interpreten como un solo nombre.

Igual ocurre con los nombres de los campos, todos ellos con una extensión que alude al nombre de la tabla de la que proceden, todo ello para evitar que ni un solo nombre de campo se repita en el proyecto informático para “evitar confundirlo o confundirse”.

Las líneas que unen los recuadros representan las relaciones entre las tablas, y corresponden siempre a campos con idéntico tipo de datos. En los extremos de la línea que representa la relación pueden verse los símbolos “1” e “∞”. En la tabla que tiene el “1” solo hay un registro con ese dato, mientras que la tabla que posee el símbolo “∞” indica que ese dato se puede repetir indefinidamente.

Por ejemplo, el índice de la Tabla Maquinaria, representado por “IdMaquinaria_Mq”, al valor 1 le puede corresponderle “Gradas de disco de arrastre en V” en el campo “Maquinaria_Mq”. Cualquier otra descripción tendrá otro número distinto. Sin embargo en la tabla relacionada “CostoMantenimientoM...”, el índice “CodMaqMto_MtoMaqPred” se repite indefinidamente ya que la información que se guarda es algo así: Registro 1º; el valor 1, del tipo de mantenimiento A, le corresponde un valor X; Registro 2º; el valor 1, (corresponde por tanto a la misma máquina), del tipo de mantenimiento B, le corresponde el valor Y, ...

Para acceder a los formularios de datos pre cargados se parte del Panel de Inicio, ver **Figura 2**, en donde en su parte izquierda se encuentran agrupados los botones de acceso directo a cada uno de los bloques de datos, ver **Figura 3**, cuya descripción se realizará a continuación.

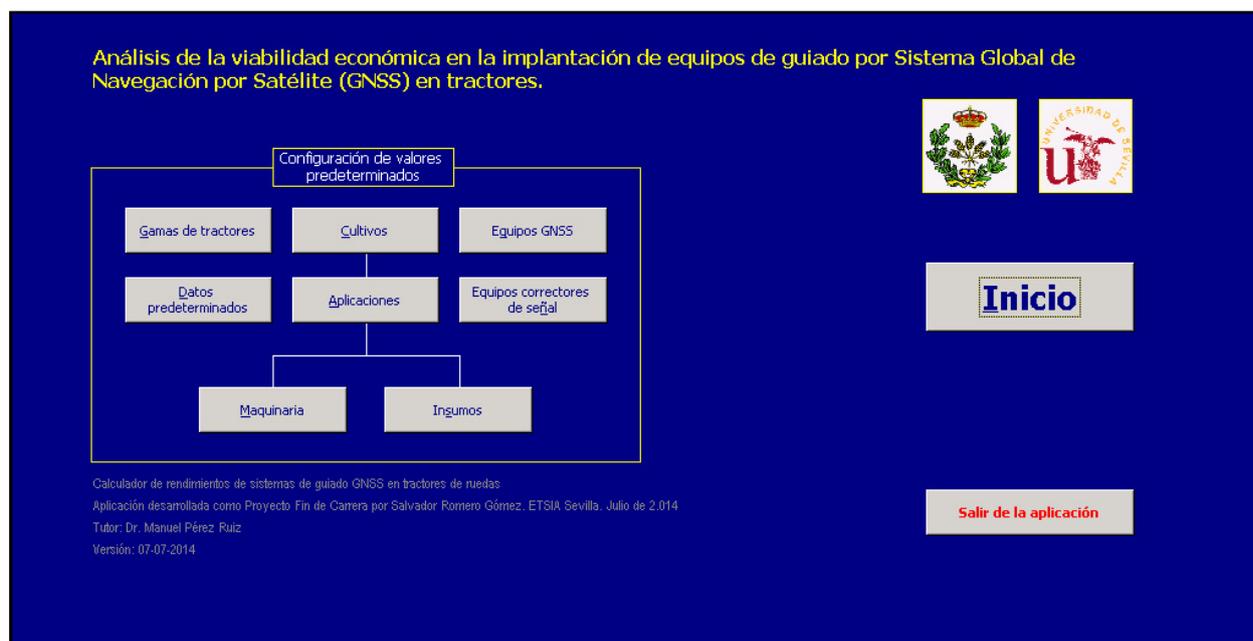


Figura 2.- Panel de inicio.

La descripción sencilla de la estructura de datos precargados que se cumplimentan a través de los correspondientes formularios es la siguiente:

Partimos de una tabla donde se relacionan los cultivos; a cada cultivo asociamos las aplicaciones que se le realizan de forma ordenada cronológicamente; lógicamente es necesario haber creado previamente esas aplicaciones en la correspondiente tabla dado que funcionamos en una base de datos relacional; las aplicaciones tienen asociada una maquinaria o apero con la que se ejecutan. Esto implica haber creado previamente esa maquinaria en su formulario y por otra parte, cuando esa aplicación está presente en un cultivo de una explotación será de obligado “tener esa maquinaria o apero en esa explotación” cuando estemos cumplimentando los datos temporales. Cada aplicación tiene asociados los insumos correspondientes, en su caso, con sus dosis. Consecuentemente, también debemos tener creados previamente los mencionados insumos. Cada insumo tiene los datos de precios y dosis que se heredan al incluirlos en una aplicación, aunque a su vez pueden editarse en ella.

La estructura se complementa con las tablas de equipos de guiado, equipos correctores de señal, gamas de tractores y datos pre determinados.

Pero para realizar las combinaciones de algunos datos relacionados, por ejemplo aplicaciones e insumos, se recurre a otra tabla que los relaciona la cual se cumplimenta a través de un subformulario incrustado en el formulario cultivos, tal como se verá más adelante.

De otra parte, a cada maquinaria y tractor se le asocian datos de mantenimiento y gastos fijos con sendas tablas. Cuando se crea una maquina o un tractor en una explotación heredará esos datos, aunque serán editables.

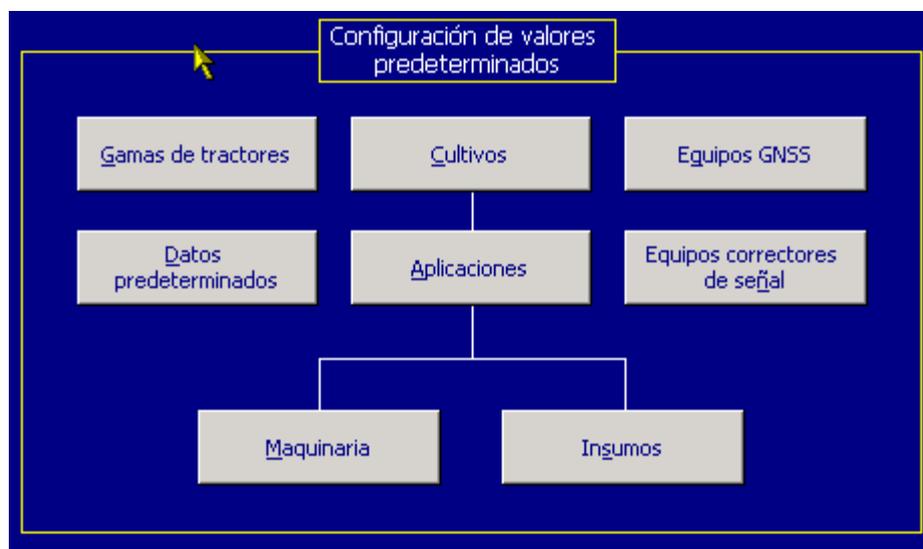


Figura 3.- Vista parcial del Panel de Inicio con detalle del Panel de datos pre configurados

Los datos pre-cargados se ha obtenido de varias fuentes: todo lo relativo a datos de aperos, tractores y sistemas de guiado procede de documentación aportada por la empresa Ecotractor del Sur, S.L., concesionario de la marcas New Holland y Case-IH para la provincia de Cádiz. Estos datos se han complementado con tabulaciones de la Web del Ministerio de Agricultura

Los datos relativos a cultivos y aplicaciones se han obtenido de encuestado a varios agricultores y responsables de explotación de fincas de la provincia de Cádiz, por lo que inicialmente están referidos al ámbito y costumbres de esta zona.

Los datos relativos a precios y dosis de insumos, principalmente agroquímicos proceden del encuestado a técnicos comerciales de empresas de agroquímicos.

No se ha realizado una recopilación extensa de datos dado que el autor de proyecto entiende que deben ser cargados con aquellos más cercanos al ámbito de uso de la aplicación, siendo además el objeto de este proyecto la creación de la aplicación en sí con todos sus procedimientos de cálculos, pero no la cumplimentación de una extensa base de datos pre cargados que puede carecer de verosimilitud en escenarios distintos del origen de obtención de datos, ya sea por practicar aplicaciones en cultivos de forma diferente, dosis o insumos distintos, etc. Los datos cargados, aún siendo reales, se han insertado a efectos de verificar el correcto funcionamiento de la aplicación.

3.2.2.1.1.- Formulario datos predeterminados

Durante el transcurso de la cumplimentación de datos para el análisis de una determinada explotación, hay una serie de valores que van a permanecer constantes a lo largo de todo el estudio. Estos valores se incluyen en una tabla denominada Datos predeterminados a la que se accede a través del formulario del mismo nombre. Solo tiene un registro con los siguientes datos, atendiendo a lo mostrado en la **Figura 4**:

Valores predeterminados	
Interés (%)	6,0%
Precio combustible €/Litro	1,00 €/Litro
Precio de aditivos €/Litro	0,60 €/Litro
Coste Mano Obra €/Hora	12,00 €/Hora
Densidad combustible gr/litro	835 gr/l
Permitir elegir patrones opcionales	<input checked="" type="checkbox"/>
Aceleración/Desaceleración	1,5 m/seg2
Precisión límite de advertencia	5,0 cm
<input type="button" value="Cerrar"/>	

Figura 4.- Formulario de datos predeterminados

- *Interés.-* Es el porcentaje de interés que se usará para calcular el coste fijo intereses del capital invertido.
- *Precio del combustible en Euros/litro.-* Indica el precio por unidad volumétrica de combustible (litros) que se usará en todos los cálculos de costes de consumo de combustible.
- *Precio de aditivos en Euros/litro.-* Indica el precio del aditivo AdBlue o DEF usado en los nuevos motores que cumplen con las nuevas normativas de emisiones de gases contaminantes mediante el uso de la llamada *reducción catalítica selectiva* o *SCR*.
- *Coste mano de obra Euros/hora.-* Es el coste horario de la mano de obra derivado del correspondiente convenio colectivo.
- *Densidad combustible gr/litro.-* Indica la densidad del combustible en gramos por litro. Se ha incluido este campo en prevención de uso de combustible distinto al gasóleo, como por ejemplo el biodiesel, y porque el dato del inicial del consumo de combustible de los tractores normalmente se conoce en gramos/CVh.
- *Permitir elegir patrones opcionales.-* En el **Anejo 1** se determinan cuales son los patrones más apropiados en función de las variables tipo de enganche, labor y maniobrabilidad del

conjunto tractor-aperos. De entre los posibles, unos se han clasificado como opcionales porque cierto tipo de aperos con los mismos parámetros mencionados no deben usarlo por problemas de mal funcionamiento. En otros casos, son patrones poco usuales en el ámbito de actuación del estudio. Otros se clasifican como no opcionales y consecuentemente siempre aparecerán para seleccionarlos en la fase final del encuestado cuando se obliga a elegir el patrón. En cada apero, los patrones opcionales pueden o no estar seleccionados. El campo *Permitir elegir patrones opcionales* está representado por una casilla de verificación lo que determina que su valor solo puede ser Sí o No. En el caso de ser Sí, es decir, está marcada, en la fase final del encuestado cuando se obliga a seleccionar patrones, los clasificados como opcionales y marcados como en uso en el correspondiente apero, aparecerán como una opción a elegir. Si la casilla no está marcada, los patrones opcionales, con independencia de que en el formulario Maquinaria se hayan seleccionado, no aparecerán para obligar a usar siempre el patrón mejor.

- *Aceleración / deceleración.*- Este campo indica el valor pre establecido de la aceleración, tanto positiva como negativa, que se toma como una constante en algunas expresiones que determinan tiempos en maniobras en las que el tractor debe invertir el sentido del movimiento y en las que se aplican ecuaciones derivadas del movimiento uniforme acelerado. No se ha establecido como constante absoluta no modificable porque en algunos tractores modernos puede modificarse la aceleración de esta maniobra al disponer de embragues de modulados electrónicamente con varias memorias de agresividad.
- *Precisión límite de advertencia.*- Es un campo cuyo valor indica la precisión mínima de un equipo de guiado de tal manera que, a valores inferiores de configuración de precisión de los equipos de la explotación, en el caso de no llevar coste de señal correctora, se emitirá un mensaje de advertencia de poder estar incurriendo en un error de cumplimentación.

3.2.2.1.2.- Formulario cultivos

En la estructura de la aplicación existe una tabla que relaciona los cultivos, otra las aplicaciones y una tercera que relaciona ambas y determina que aplicaciones se efectúan de forma predeterminada en cada cultivo, todo ello siguiendo el orden cronológico de su ejecución y determinando el número de pasada porque puede haber más de una. La **Figura 5** muestra los campos y las relaciones entre ellos, ejemplo de la base de datos relacional.

El formulario *Cultivos* se utiliza para crear o eliminar cultivos y editar las aplicaciones asociadas a ellos. Es la forma en que se muestran los datos de las Tablas *Cultivos* y *CultivosYAplicaciones* de la **Figura 5**. Por ello contiene un subformulario donde se cumplimentan las aplicaciones asociadas, según se ilustra en la **Figura 6**. En consecuencia se utiliza para la actualización de dos tablas.

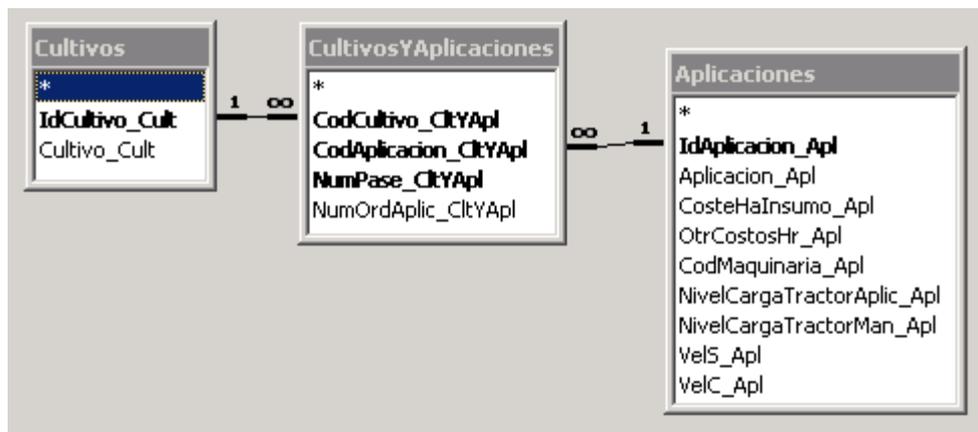


Figura 5.- Tabla Cultivos, Aplicaciones y AplicacionesYCultivos con sus relaciones.

Cultivos y aplicaciones

1º. Seleccionar cultivo de la lista
 2º. Puede agregar o eliminar aplicaciones en el subformulario
 3º. Para conservar el orden de las aplicaciones, la nueva aplicación será insertada debajo del registro donde se active
 4º. Si la aplicación no está creada, actuar en botón "Aplicaciones" para crearla

Cultivo

Aplicaciones ó Labores del cultivo

Cultivo	Aplicación	Pases	Orden		
Algodón	Pase con Subsolador suspendido	Pasada núm. 1	1ª	+	-
Algodón	Pase con Escarificador suspendido	Pasada núm. 1	2ª	+	-
Algodón	Pase con Grada rotativa	Pasada núm. 1	3ª	+	-
Algodón	Siembra de algodón con Sembradora en línea suspendida	Pasada núm. 1	4ª	+	-
Algodón	Tratamiento herbicida algodón con Maquina tratamientos suspendida	Pasada núm. 1	5ª	+	-
Algodón	Pase con Planet para cultivo en línea	Pasada núm. 1	6ª	+	-
Algodón	Abonado cobertera algodón con Abonadora suspendida	Pasada núm. 1	7ª	+	-
Algodón	Pase con Planet para cultivo en línea	Pasada núm. 2	8ª	+	-
Algodón	Tratamiento insecticida algodón (Reg. Crec.) con Maquina tratamientos susper	Pasada núm. 1	9ª	+	-
Algodón	Tratamiento insecticida algodón (Reg. Crec.) con Maquina tratamientos susper	Pasada núm. 2	10ª	+	-
Algodón	Tratamiento Insecticida Algodón (G. Fosado) con Maquina tratamientos suspei	Pasada núm. 1	11ª	+	-
Algodón	Pase con Desbrozadora de cadenas	Pasada núm. 1	12ª	+	-
Algodón	Pase ligero con Grada de discos arrastrada en V	Pasada núm. 1	13ª	+	-

Figura 6.- Formulario Cultivos con subformulario Cultivos y Aplicaciones incrustado

MUY IMPORTANTE: Se define un cultivo, a efectos de este proyecto, como el cultivo o cultivos que se practican en un ciclo anual. Esto quiere decir que si en un año se realizan más de un cultivo en la misma besana, éste conjunto ha de ser creado como un registro adicional con una denominación que haga alusión a tal combinación, como por ejemplo "Doble cosecha de trigo/maíz" o "Doble cosecha de habas/sorgo". A este registro han de asociarse las aplicaciones, en su orden cronológico correspondiente, de ambos cultivos, teniendo en cuenta que es muy probable que no sean las mismas que cuando se practican por separado.

A través del Control de Access denominado *Botón de comando*, se puede actuar de forma intuitiva en insertar un nuevo cultivo, guardar los datos del registro o acceder directamente al formulario Aplicaciones que se describirá en el próximo apartado. También se puede eliminar el cultivo a través de una etiqueta de las denominadas de hiper-enlace. Para acceder a un cultivo determinado basta con seleccionarlo del control *cuadro de lista* habilitado a tal efecto.

Para cumplimentar o eliminar aplicaciones asociadas empleamos el subformulario incrustado y vinculado mediante la relación ilustrada en la **Figura 5**. Sin embargo los datos mostrados en el subformulario no se visualizan exactamente igual que están almacenados en la Tabla correspondiente, sino que han sido tratados mediante una *Consulta* de Access también denominada “query” que es un elemento de las bases de datos muy utilizado y que “interroga” a una o varias tablas para extraer datos de la forma deseada.

Después de haber creado un nuevo cultivo, el proceso es agregar las aplicaciones asociadas, lo cual se puede hacer de dos formas:

1º.- Seleccionándolas de una lista desplegable en el formulario, control de Access denominado *cuadro combinado*, el cual toma los datos de una consulta que clasifica y ordena las aplicaciones disponibles, además de indicar en un segundo campo, cuáles de ellas ya están incluidas o asociadas al cultivo. Ver **Figura 7**.

La anexión de la aplicación seleccionada lleva implícita la creación del número de orden y del número de pase, si hay más de una, valores que se crean de forma automática mediante una función de VB llamada por un evento. Por ello, una vez insertada una nueva aplicación ya no se permitirá editarla. Solo será posible su eliminación y posterior inserción de una nueva.



Figura 7.- Lista desplegable para agregar una aplicación, con indicación de las ya asociadas al cultivo

2º.- Mediante la actuación en el botón verde con el signo “+” de cada registro, incluyendo el nuevo aún sin cumplimentar. Al actual se abre un formulario emergente que en realidad es solo un panel con varios controles e ilustrado en la **Figura 8**. La aplicación fruto de las actuaciones que se describen a continuación será insertada en el registro de debajo de aquel desde donde se ha actuado con el mencionado botón “+”. Este mecanismo permite no solo agregar una nueva aplicación, sino hacerlo en el orden cronológico deseado que hará más comprensible y lógica la relación de aplicaciones del cultivo para su posterior revisión.

Seleccionar aplicación y pulsar Intro para insertarla después de la última	
Siembra de trigo con Sembradora de cereal suspendida	X
Siembra de Girasol con Sembradora en linea suspendida	✓
Pase con Vibrocultor suspendido	✓
Pase ligero con Grada de discos arrastrada en V	X
Pase ligero con Grada de discos arrastrada en V	X
Pase con Subsolador suspendido	✓
Abonado de fondo cereal con Abonadora suspendida	X
Siembra de cebada con Sembradora de cereal suspendida	✓
Siembra de remolacha con Sembradora en linea suspendida	✓
Siembra de avena con Sembradora de cereal suspendida	✓
Siembra de habas con Sembradora de cereal suspendida	✓
Alzado con Chisel suspendido	✓
Siembra de maiz con Sembradora en linea suspendida	✓
Alzado con Chisel arrastrado	✓
Tratamiento herbicida cereal con Maquina tratamientos suspendida	✓
Tratamiento herbicida cobertera con Maquina tratamientos suspendida	✓
Alzado con Arado de vertedera suspendido No reversible	✓
Pase pesado con Grada de discos arrastrada en V	✓
Abonado cobertera cereal con Abonadora suspendida	✓
Tratamiento de fungicida cereal con Maquina tratamientos suspendida	✓
Pase con Rulo desterronador de arrastre	X
Abonado girasol con Abonadora suspendida	✓
Pase con Planet para cultivo en linea	✓
Abonado fondo habas con Abonadora suspendida	X

Seleccionar tipo aplicación

Todos

Laboreo pesado

Laboreo ligero

Abonado

Tratamientos

Siembra

Otros

La aplicación que seleccione se insertará como nueva aplicación adicional después de la última actual

Aceptar

Cancelar

Figura 8.- Formulario para seleccionar aplicaciones, con indicación de las ya asociadas al cultivo y cuadro de casillas de verificación para filtrar según tipo de aplicación

Este formulario permite la más rápida localización de la aplicación deseada mediante la actuación en el control *casilla de verificación* en la parte superior derecha de la **Figura 8** que filtra el contenido de la lista a las aplicaciones del tipo seleccionado. Para insertar la aplicación solo es necesario pulsar la tecla “Intro” o actuar sobre el botón “Aceptar”. El título de la lista de aplicaciones nos indica el orden en la que se va a insertar, además de un texto explicativo encima del botón “Aceptar”. La lista también incluye un campo que indica mediante el signo “X” las aplicaciones ya usadas y que no debieran usarse y con el símbolo “✓” las que aún no se han usado.

3.2.2.1.3.- Formulario aplicaciones

En el apartado anterior hemos visto como parte de la estructura de la aplicación, en lo relativo a los datos pre cargados, la componen dos Tablas, la de cultivos y la de aplicaciones, ambas relacionadas por un tercera denominada cultivos y aplicaciones en la que a cada cultivo se asocian una serie de aplicaciones en su orden cronológico de ejecución.

En este apartado vamos a describir el formulario que se usará para cumplimentar los datos de las aplicaciones, las cuales las definimos como cualquier actuación con la maquinaria sobre un cultivo que implique cubrir con pasadas toda la superficie de una besana una vez.

En el **apartado 3.1** sobre metodología y ámbito de actuación se definían las aplicaciones objeto del estudio de este proyecto, descartándose aquellas que por su naturaleza no conllevan cubrir superficies como es el caso de transportes, trabajos con palas cargadoras, etc.

Los campos a cumplimentar en el formulario son los siguientes:

- Código de Aplicación es un campo auto numérico generado por proceso de VB con el que se referencia la aplicación en el programa informático.
- Nombre de la Aplicación, con breve alusión a sus características, según se detallará más adelante.
- Maquinaria que se emplea para realizarla, seleccionada de una lista desplegable y que solo se puede incluir aquellas que previamente han sido creadas en el formulario Maquinaria que se describirá en otro apartado.
- Nivel de carga en aplicación, que es una cifra porcentual con valor máximo de 100% la cual indica el porcentaje habitual de potencia del tractor que absorbe cuando realiza el trabajo.
- Nivel de carga en maniobra, que es un valor numérico similar al anterior pero que indica el porcentaje de carga del tractor cuando realiza la maniobra en cabecera. Estos dos últimos datos son los que se emplean para determinar el consumo de combustible durante los tiempos de trabajo y maniobra.
- Coste Ha de insumos, es un campo numérico calculado fruto de la suma de costes de los insumos asociados a la aplicación. No hay que cumplimentarlo, es de actualización automática mediante procesos de VB.
- Velocidad sin uso de GNSS indica la velocidad de trabajo sin sistemas de guiado, previendo que el uso de estos sistemas implique una velocidad distinta de trabajo que con uso de los mismos.

- Velocidad con uso de GNSS indica el mismo dato anterior referido al escenario de uso de sistemas de guiado GNSS.

Se debe crear un registro de cada aplicación que por cualquier naturaleza puede ser distinta a otra y que finalmente produzca un coste distinto. Esto puede ocurrir porque se realice de forma liviana o agresiva, por ejemplo, “Pase ligero de gradas de disco en V” usado para picar restos de cosecha de girasol frente a “Pase pesado de gradas de disco en V” usado para preparación de terrenos en pre siembra, las cuales se diferencian por la distinta demanda de potencia que requieren del tractor y la velocidad de trabajo, lo que provoca distintos consumos por Ha y diferentes tiempos. Otro motivo puede ser porque use insumos distintos o incluso distintas dosis, por ejemplo “Abonado de fondo cereal” frente a “Abonado de fondo remolacha”, lo que repercute en costes distintos derivados de los precios y dosis de insumos.

Durante el proceso de cumplimentación de los datos de la explotación, estos datos son automáticamente cargados en los respectivos cultivos del plan de cultivos pero pueden ser posteriormente editados, es decir, que si la aplicación propone una dosis de abonado con la que no se está conforme, ésta puede ser modificada para una aplicación concreta dentro de una explotación. Por ello, pequeñas variaciones de dosis no necesariamente pueden requerir la creación de una nueva aplicación. También son modificables posteriormente los datos relativos a velocidad y a la carga. Vuelve a recordarse que el sistema de datos pre cargados tiene como objeto la más rápida cumplimentación o la actualización de datos que pudieran no ser recordados por el encuestado.

La **Figura 9** muestra el formulario Aplicaciones con los campos descritos anteriormente y el subformulario incrustado de insumos asociados, el cual actualiza los datos en la tabla de insumos por aplicación relacionada con las aplicaciones según se muestra en la **Figura 10**; También se aprecian el resto de comandos y lista de selección del registro a editar.

Figura 9.- Formulario Aplicaciones con subformulario Insumos por aplicación

La Tabla Insumos por aplicación, relacionada con la Tabla Aplicaciones y con la Tabla Insumos según la **Figura 10** tiene solo tres campos, los índices o códigos de la aplicación y el insumo asociado y un tercer campo numérico donde de forma automática se auto cumplimenta la dosis recomendada en la Tabla Insumos, que se describirá más adelante.

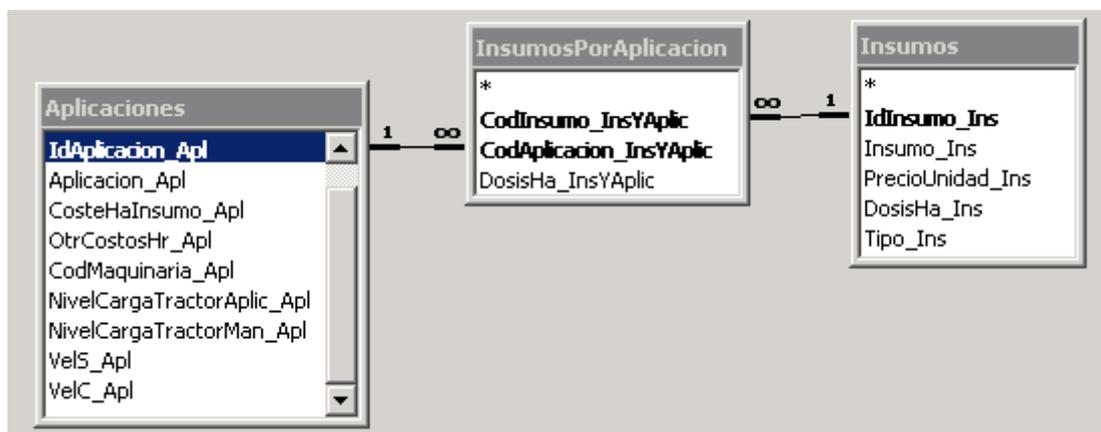


Figura 10.- Estructura de relaciones entre aplicaciones e insumos

Una vez creada la aplicación se procederá, en su caso, a la cumplimentación de los insumos asociados en el subformulario mediante la selección en una lista desplegable creada a tal efecto según la **Figura 11**.

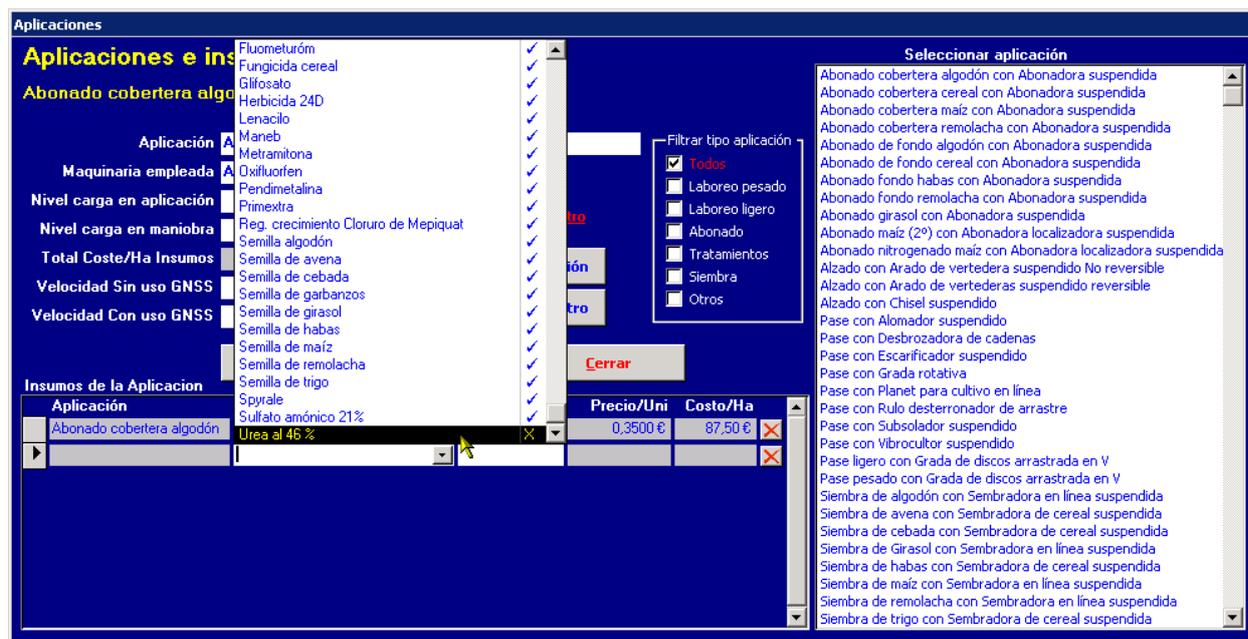


Figura 11.- Cumplimentación del subformulario Insumos de la aplicación mediante selección de la lista del cuadro combinado con indicación de los registros ya usados

La lista de cuadro combinado muestra en un campo los insumos ya usados o no en esa aplicación. Al ser seleccionado se cumplimentará de forma automática la dosis cuyo dato viene heredado de la Tabla Insumos, aunque este dato puede editarse según conveniencia.

Éste será el que se anexe a los datos específicos de los cultivos de una explotación, aunque después, tal como se ha mencionado, también pueden editarse.

Dado que los datos de la Tabla Insumos por Aplicación están previamente “tratados” por una consulta, ésta ya se ha ocupado de mostrarnos los datos del precio unitario heredado de la Tabla Insumos y de generar otro campo calculado donde se muestra el coste por Ha de ese insumo. Este es el dato que se usará para actualizar el campo calculado de coste por Ha de insumos en la Tabla “padre” Aplicaciones.

En este caso los registros de los insumos pueden ser editados y eliminados usando el botón para tal efecto. Dado que al comienzo de tener el programa poco “completo” en cuanto a datos pre cargados, se han habilitado botones de acceso directo a los formularios Maquinaria e Insumos para que en el caso de querer asociar la aplicación a una máquina inexistente se pueda crear de forma directa igual que en el caso de un insumo no localizado en la lista desplegable.

3.2.2.1.4.- Formulario insumos

En el apartado anterior hemos visto como a cada aplicación se le pueden asociar cuantos insumos se necesiten. Pero a su vez, estos se seleccionan de una lista desplegable lo que implica que deben estar previamente creados en la correspondiente Tabla, denominada también Insumos al igual que el formulario para cumplimentarlos.

La **Figura 12** muestra este sencillo formulario compuesto por los siguientes campos:

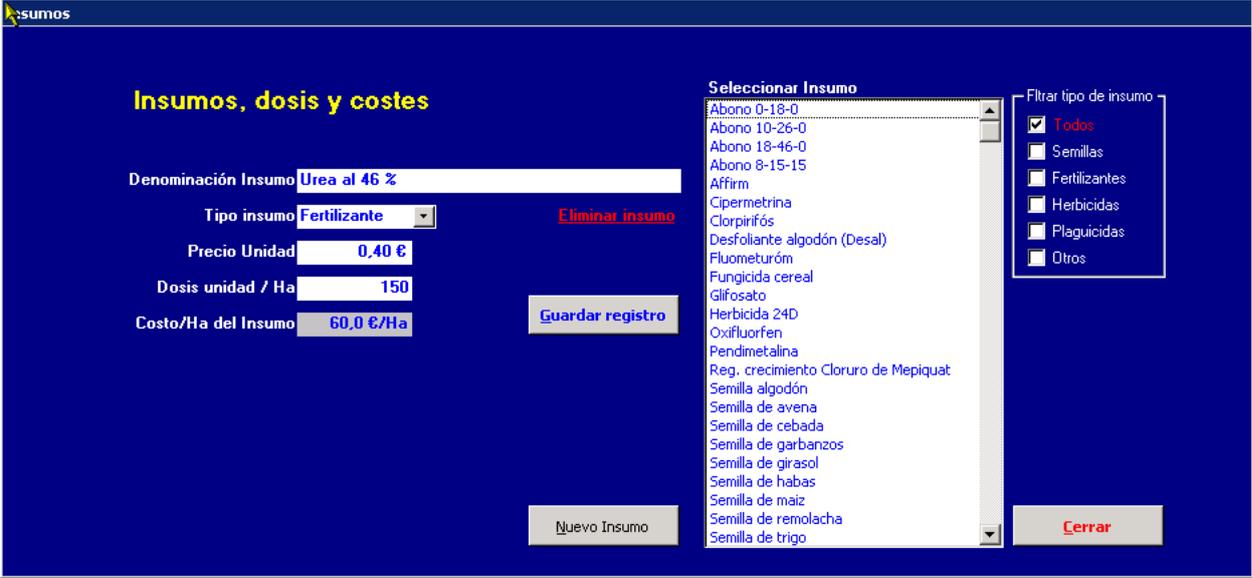


Figura 12.- Formulario Insumos

- *Denominación del insumo.*- Descripción o nombre habitual
- *Tipo insumo*, campo que se utiliza para su clasificación y filtrado en la lista selectora.
- *Precio unidad*, referido al precio de la unidad habitual, de peso, volumétrica, etc.
- Dosis Ha expresado en unidades por Ha.
- *Costo ha*, es un campo calculado que deriva de los dos anteriores y no necesita cumplimentación. Es un dato determinante para el cálculo de los costes en la aplicación de insumos

Existe un campo adicional y oculto que es el índice numérico del insumo, el cual es autogenerado por el sistema.

Completan este formulario una lista donde se selecciona el insumo que se desee editar y un cuadro de casillas de verificación para el filtrado del tipo de insumo para cuando tengamos esta Tabla con bastantes registros.

Se ha previsto un procedimiento de VB para que cuando se modifique el precio o la dosis de un insumo usado en aplicaciones, el coste por Ha resultante se actualice en todas las tablas relacionadas. Este proceso se lleva a cabo mediante las denominadas consultas de actualización pero para el usuario se traduce solo en una pregunta emergente tal como se muestra en la **Figura 13**.

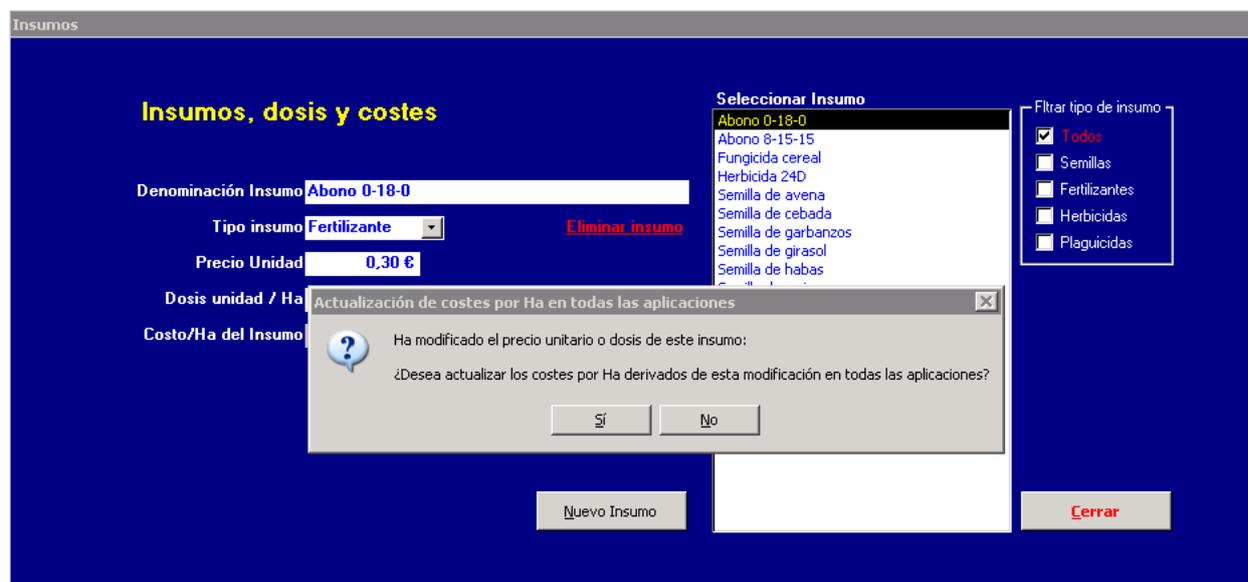


Figura 13.- Formulario Insumos con pregunta emergente tras el evento “después de actualizar” precio o dosis” sobre actualización de precios y/o dosis en las aplicaciones que usan el insumo

3.2.2.1.5.- Formulario maquinaria

El formulario maquinaria se usa para cumplimentar la tabla del mismo nombre, la cual relaciona todos los tipos de aperos que podemos acoplar al tractor para realizar las aplicaciones. En el apartado **3.2.2.1.3** (Formulario Aplicaciones), hemos visto que uno de los campos de la Tabla Aplicaciones es “Maquinaria empleada”. Esto significa que a cada aplicación se le asocia un tipo de maquinaria o apero para ejecutarla que será siempre la misma; si dos faenas parecidas se hacen con distinta maquinaria serán creadas como aplicaciones distintas. Según lo descrito en el apartado **3.2.1** sobre bases de datos relacionales, la tabla Aplicaciones se relaciona con la Tabla Maquinaria a través del campo mencionado.

Pero la tabla Maquinaria está involucrada en importantes parámetros de los cálculos de tiempos y recorridos descritos en el apartado **3.1.2** de la Memoria y demostrados en distintos anejos referenciados en dicho apartado. Tal como se explica en el citado apartado, los mencionados cálculos dependen de la elección del patrón de entre los compatibles para una aplicación en función del tipo de enganche, tipo de labor, maniobrabilidad y uso de sistemas de guiado.

La **Tabla 1** del **Anejo 1** resume los patrones y maniobras posibles según las variables anteriores y la forma de trasladar esa información al programa informático es mediante una serie de tablas relacionadas con la tabla Maquinaria, para que cuando se ejecute una aplicación, a través de los datos de la maquinaria que tiene asociada se conozcan esos parámetros y consecuentemente se puedan seleccionar los patrones posibles y ejecutar los cálculos con las distintas expresiones deducidas en los Anejos referenciados en el apartado **3.1.2**.

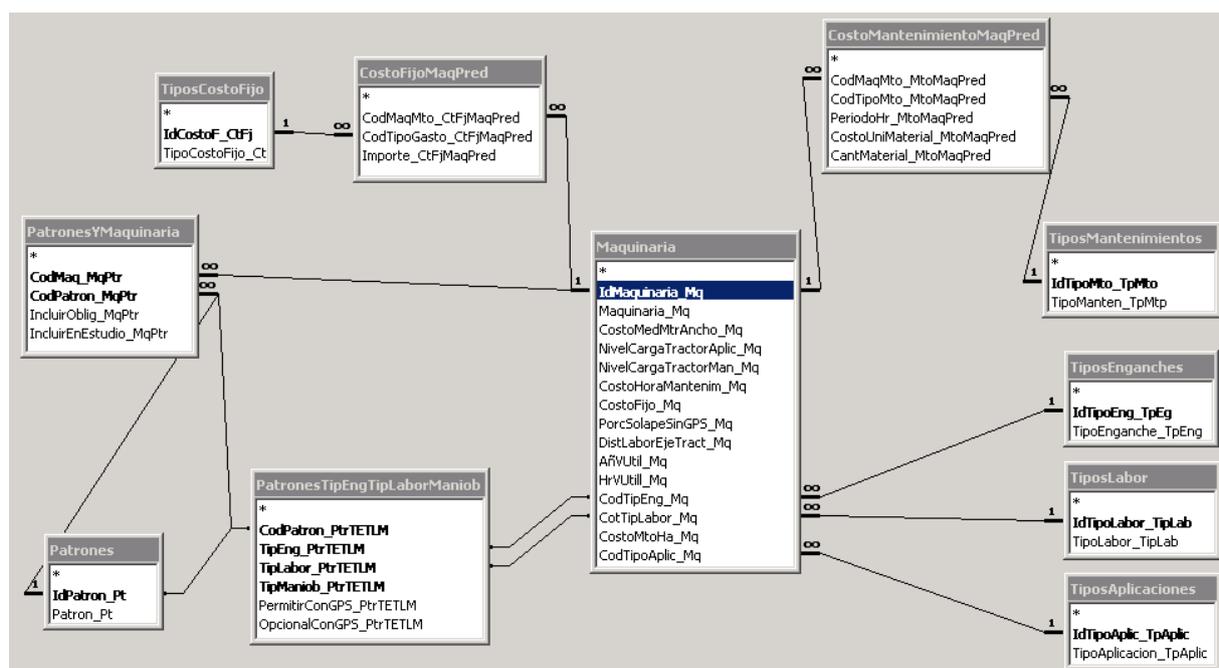


Figura 14.- Estructura de datos que relaciona la Maquinaria con patrones y mantenimientos

La **Figura 14** muestra todas las relaciones entre la tabla Maquinaria y las tablas auxiliares de datos no actualizables que contienen lo deducido en la **Tabla 1** del **Anejo 1** sobre compatibilidad de patrones y maniobras en función de las variables descritas anteriormente; estas variables están a su vez recopiladas en tablas auxiliares no actualizables como Tipos de Labor y Tipos de Enganche.

Por otra parte tenemos las tablas relacionadas con los costes fijos y costes variables de mantenimiento que se cumplimentan con varios registros por cada maquinaria de forma que la suma de esos se actualiza de forma automática en los campos que la tabla Maquinaria tiene habilitados para tal fin.

La **Figura 15** muestra el formulario para cumplimentar los datos que van directamente a la tabla Maquinaria.

Figura 15.- Formulario Maquinaria

Estos datos intervienen directamente en muchas de las expresiones que determinan los tiempos y recorridos. A continuación se describen los campos:

- *Código de la maquinaria*, índice numérico auto generado por el sistema y que está oculto. Servirá para referenciar la maquinaria en usos venideros.
- *Denominación*, donde se pone nombre al apero, por ejemplo, “Grada de discos arrastrada en V”.
- *Coste medio por metro de ancho*. Este dato se ha extraído de tarifas de precios de fabricantes aportadas por la empresa Ecotractor del Sur, S.L., concesionario de maquinaria agrícola. Cuando se cree un apero concreto de una explotación, al cumplimentar el ancho de trabajo se deducirá de forma automática el precio de dicho apero, el cual será propuesto pero editable. Normalmente hay cierta proporcionalidad directa entre precios de adquisición y anchuras de trabajo.
- *Nivel de carga del tractor en aplicación*. Indica el porcentaje de potencia que absorbe en condiciones de trabajo. Este campo hemos visto se encuentra repetido en la tabla aplicaciones, pero originalmente es copiado de forma automática por proceso de VB al actualizar la maquinaria en el formulario Aplicaciones. Sin embargo, dos aplicaciones pueden usar el mismo apero, como por ejemplo “Pase ligero de gradas de disco ...” frente a “Pase pesado...”. Tal como se ha descrito en el apartado **3.2.2.1.3**, se crean dos aplicaciones distintas con niveles de carga distintas. En resumen, el dato se hereda de la tabla maquinaria pero se edita después en el caso de aplicarse en varios escenarios de demanda de potencia con distintas aplicaciones.

- *Nivel de carga del tractor en maniobras.* Igual concepto del punto anterior pero referido a cuando el apero realiza maniobras en cabecera.
- *Costo hora mantenimiento.*- Es un campo donde se especifica el coste de mantenimiento por hora. Se cumplimenta de forma automática mediante la actuación en otro formulario emergente que se describe más adelante y que como se verá, es otra tabla relacionada con la de maquinaria. Este formulario se abre al actuar con un clic sobre el campo, subrayado para emular un hiperenlace.
- *Costes fijos.*- Al igual que en el caso anterior, también es un campo calculado de los datos de un formulario emergente que cumplimenta otra tabla de gastos fijos relacionada con la tabla maquinaria. Se actúan de igual forma mediante clic de hiperenlace.
- *Porcentaje de solape sin GNSS.*- Indica el porcentaje de solape que se produce en la aplicación de forma habitual cuando no se usa sistema de guiado GNSS. Este dato se ha obtenido de encuestas realizadas a tractoristas. El dato puede ser editado durante el encuestado del estudio de una explotación concreta. Es un dato fundamental en los cálculos de tiempos y recorridos porque influye de forma directa en el ancho de labor real del apero.
- *Distancia Labor eje trasero tractor.*- Es la distancia aproximada en metros entre el centro de actuación del apero o centro de maniobra en giros y el centro del eje del tractor. Esta magnitud es determinante en la capacidad de maniobra del conjunto tractor apero tal como se determina en el **Anejo 5**.
- *Años de vida útil.*- Es un dato tabulado en tablas de Ministerio de Agricultura y sirve para el cálculo de la amortización técnica.
- *Horas de vida útil.*- Tiene el mismo origen y finalidad que el descrito en el punto anterior.
- *Tipo de enganche.*- Especifica si el apero es del tipo suspendido o arrastrado, dato necesario para establecer criterios en selección de patrones y tipos de maniobras en cabecera, todo ello según lo descrito en el **Anejo 1**.
- *Tipo de labor.*- Indica si la labor del apero es del tipo simétrica, asimétrica reversible o asimétrica no reversible, según lo descrito en el mencionado Anejo 1. Es un también determinante en el tipo de patrón con el que se puede trabajar.
- *Coste mantenimiento por Ha.*- Aunque ya se ha habilitado anteriormente un campo de coste de mantenimiento por hora, existen tablas tabuladas de costes de mantenimiento por Ha publicadas por algunos organismos y se habilita un campo para cumplimentarlas. A la hora de completar la maquinaria específica de una explotación se podrá optar por

cumplimentar datos de mantenimiento por hora si se conocen o acogerse al dato de mantenimiento por Ha tabulado. El programa usara solo uno de los dos datos.

- *Tipo de aplicación.*- Es un campo que se utiliza para clasificar las aplicaciones según su naturaleza en laboreo, abonado, tratamiento, siembra y otros. Esta clasificación servirá para analizar en los cálculos de los informes finales y conclusiones, en qué tipo de aplicaciones tiene mayor repercusión el uso de sistemas de guiado GNSS.

Una vez se han cumplimentado todos los campos de un registro, dos subformularios incrustados muestran los patrones posibles en función de los parámetros tipo de enganche, y tipo de labor. Los patrones se han dividido en dos tipos, de inclusión obligatoria u opcional, siendo ésta última opción seleccionable. Esto significa que si el patrón es opcional, si se selecciona, estará entre las opciones de elección de patrón en el tramo final del encuestado del estudio de una explotación.

Esta opción de elección solo se ofrece en aquellos patrones que aunque son posibles en función de la clasificación de la Tabla 1 del Anejo 1, son poco habituales en algunos casos o de difícil o imposible ejecución en otros, pero que no se puede determinar por la mencionada clasificación. Por ejemplo, en el caso del patrón espiral interna, existen ciertos tipos de aperos que tienen en común las mismas características de tipo de enganche y tipo de labor, y en unos se puede practicar el mencionado patrón y en otros no. Concretamente, la grada de discos en V arrastrada es del tipo de enganche arrastrado y labor asimétrica al igual que un arado de vertederas de arrastre. Sin embargo, y debido a su diseño, las pasadas de la grada se solapan por la derecha y los giros son obligadamente a izquierdas para no perjudicar su integridad al forzar los discos en el sentido de su concavidad, la cual esta invertida al sentido normal de giro. Esto no ocurre con los arados de vertedera, los cuales, cuando son no reversibles suelen tener solapes por la izquierda y el giro se puede hacer en los dos sentidos, por lo que el patrón de espiral interna se puede llevar a cabo no siendo así en el caso de la grada de discos. Por ello se ha dado la opción de seleccionar o no si el patrón de espiral interna forma parte de los patrones posibles de ese apero. El creador del registro de un apero debe conocer esta circunstancia.

En resumen, cuando aparece la casilla de opción modificable significa que ese patrón es opcional en la clasificación de ese apero y por tanto se marcará o no en función de si se puede llevar a cabo por el diseño constructivo del mismo o porque aun siendo posible, es absurdo o nada habitual ejecutarlo.

Una opción adicional en una tabla de datos pre configurados llamada datos predeterminados, permite de forma general que los patrones opcionales se muestren como elegibles o no al final del encuestado, con independencia de si está o no marcada la casilla de compatibilidad.

Haciendo clic en los controles donde se muestran los campos de costes de mantenimiento y costes fijos se accede a sendos formularios emergentes en los que se pueden cumplimentar los datos de los costes mencionados.

La **Figura 16** muestra el formulario sobre costes de mantenimiento con los correspondientes campos calculados cuya suma determina el coste horario total de mantenimiento.

Tipo Mantenimiento	Periodo Horas	Precio unitario	Cantidad	Costo/Hora
Engrase	50 Horas	1,00 €	1,00	0,02 Euros/Hr
Cambio elementos desgaste	500 Horas	300,00 €	1,00	0,60 Euros/Hr
Cambio elementos desgaste	40 Horas	3,00 €	1,00	0,08 Euros/Hr

Total Costo mantenimiento/Hora de la maquinaria: 0,70 Euros/Hr

Aceptar y actualizar la suma de costos

Figura 16.- Formulario de cumplimentación de costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento se pueden clasificar según su origen seleccionándolos del correspondiente *cuadro combinado*, cuyo origen de datos es una tabla relacionada que contiene los distintos valores según la **Figura 14**.

En la **Figura 16** se muestra este campo desplegado y se muestra la clasificación seleccionable en la citada lista de cuadro combinado.

El campo costes fijos se cumplimenta mediante la acción de otro formulario emergente según muestra la **Figura 17**. Al igual que en el caso anterior, se ha realizado una clasificación de distintos tipos de gastos fijos anuales para la fácil cumplimentación.

The screenshot shows a software window with a blue background. The title bar reads "Costos fijos parciales de la maquinaria: Grada de discos arrastra...". The main content area has a yellow header "Costos fijos parciales de la maquinaria: Grada de discos arrastrada en V". Below this is a table with two columns: "Tipo costo fijo" and "Importe". The table contains three rows: "Otros" with "100,0 €/Año", "Renting" with "1.000,0 €/Año", and a third row with a dropdown menu. The dropdown menu is open, showing a list of options: "Seguros", "Impuestos y Tasas", "Almacenamiento", "Renting", and "Otros". At the bottom of the window, there is a summary row: "Total Costo fijo parcial/Año" with "1.100,0 €/Año". A red button labeled "Aceptar y actualizar" is located at the bottom right.

Tipo costo fijo	Importe
Otros	100,0 €/Año
Renting	1.000,0 €/Año
Seguros	
Impuestos y Tasas	
Almacenamiento	
Renting	
Otros	
Total Costo fijo parcial/Año 1.100,0 €/Año	

Figura 17.- Formulario emergente de gastos fijos anuales con detalle de tipo de coste en lista desplegada

3.2.2.1.6.- Formulario gamas de tractores

En los datos pre cargados existe una tabla denominada Gamas de tractores cuya finalidad es facilitar, en el futuro, la cumplimentación de datos de un tractor cualquiera de los incluidos en el estudio de la explotación. En la metodología de cálculos de costes de maquinaria descrita en el punto 3.1.1 de la Memoria y en algunos Anejos relacionados con cálculos de tiempos y recorridos se necesitan un número importante de datos referidos al tractor, entre los que se encuentran precios, consumos, dimensiones, etc.

Todos los fabricantes de tractores agrupan varios modelos de un intervalo de potencia en lo que se denomina una gama o serie la cual mantiene en común, entre sus modelos, un buen número de componentes que en muchos casos llega al 100%. Todos los modelos de la misma gama montan habitualmente el mismo módulo trasero compuesto por los componentes que van desde el motor, no inclusive, hasta las transmisión final donde se fijan las ruedas traseras. En la mayoría de los casos incluso montan el mismo motor, al cual se le modifica su potencia mediante distintas configuraciones del sistema de inyección de combustible y del sistema de sobrealimentación, en su caso, pero permaneciendo inalterado el resto de componentes.

Esto significa que los costes de mantenimiento, dimensiones, capacidad de giro y otras características son comunes o muy parecidos entre casi todos los componentes de una misma gama. Teniendo como base de información la de las marcas más habituales en España, entre las que se encuentran las del grupo CNH con New Holland, Case-IH y Steyr, las de la marca John Deere, las del grupo Agco con Massey-Ferguson, Valtra, Fendt, etc., y basándonos en el ámbito de actuación ya descrito este proyecto, en el que se ha determinado descartar ciertas aplicaciones como las de cultivos arbóreos, los modelos de tractores que se usan y que son susceptibles de trabajar con equipos de guiado GNSS se pueden agrupar en cuatro gamas relacionadas en la Tabla cuyo formulario es objeto de descripción en este apartado. Pueden hacerse más distribuciones y también menos, pero teniendo en cuenta también los intervalos de aplicación de las nuevas normativas de gases contaminantes, la clasificación realizada se ajusta bastante a la realidad actual permitiendo a su vez que al haber pocas gamas se simplifique el proceso de cumplimentado.

Consecuentemente, la finalidad de esta clasificación es disponer previamente de unos datos muy aproximados de cualquier tractor que se cree en los venideros formularios de tractores de una explotación sin tener que buscar datos muy específicos en documentos particulares del tractor de la mencionada explotación, como su distancia entre ejes, capacidad de maniobra o costes de mantenimiento. A la hora de crear un tractor, se seleccionará la gama a la que pertenece y el programa informático autocompletará los datos de esa gama en ese tractor singularmente, los cuales se pueden además modificar para cada tractor.

La **Figura 18** muestra la estructura de esta tabla y sus relaciones con las demás tablas auxiliares de costes fijos y costes de mantenimiento, además de con la tabla que se estudiará mas adelante de Tractores de la Explotación.

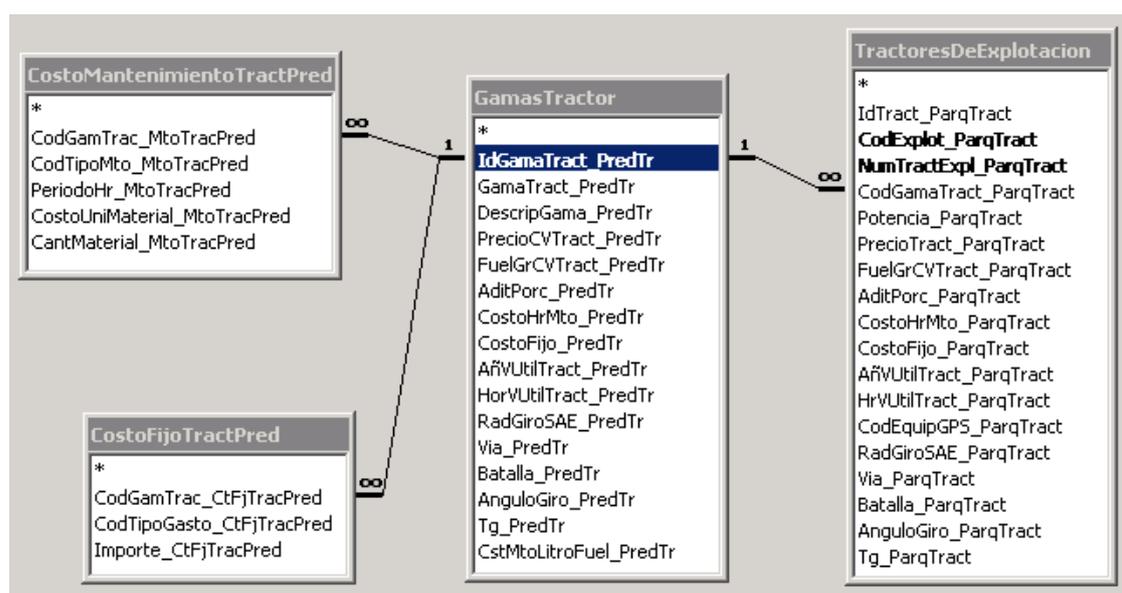


Figura 18.- Tabla Gamas de tractores y demás tablas relacionadas

Pasamos a describir y justificar los distintos campos que se cumplimentan a través del formulario Gamas de tractores ilustrado en la **Figura 19**.

Gamas de tractores y valores predeterminados

Gamas de tractores y valores predeterminados

Hacer click para calcular coste mantenimiento

Hacer click para calcular coste fijo anual parcial

Gama	Descripción	Precio por CV	Años vida útil	Horas vida útil	Combust. Gr/CVxHora	Aditivos %/Fuel	Tiempo giro	Radio de giro SAE	Ancho de vía	Dist. entre ejes	Ángulo giro(º)	Coste/Hora mantenim.	Coste mant./ litro combust.	Coste anual parcial
Baja	< 95 CV	350,0 €/CV	8 añ	12.000 h	180 g/c.h	0,0%	2,0s	5,76 m	2,10 m	3,20 m	50º	2,00 €/h	0,20 €/litro	530,0 €
Media baja	95 a 155 CV	465,0 €/CV	8 añ	12.000 h	190 g/c.h	5,0%	2,0s	6,59 m	2,40 m	3,30 m	45º	2,20 €/h	0,20 €/litro	630,0 €
Media alta	155 a 220 CV	460,0 €/CV	8 añ	12.000 h	170 g/c.h	4,0%	2,0s	8,43 m	3,50 m	3,50 m	40º	2,40 €/h	0,20 €/litro	820,0 €
Alta	> de 220 CV	500,0 €/CV	8 añ	12.000 h	165 g/c.h	4,5%	2,0s	9,19 m	3,50 m	4,00 m	40º	3,10 €/h	0,20 €/litro	1.100,0 €

Cerrar

Figura 19.-Formulario Gamas de tractores

Relación de campos del formulario Gamas de tractores:

- *Código de Gama de tractor.*- Es el índice autogenerado con el que se referencia esa gama en la aplicación informática.
- *Descripción de la gama.*- Se refiere al intervalo de potencia a la que alude la gama. Es un campo no editable dado que la clasificación está realizada y justificada anteriormente. Se establecen 4 gamas: de menos de 95 CV, de 95 a 155 CV, de 155 a 220 CV y superiores a esta potencia.
- *Precio por CV.*- Es la cuantía del precio de compra por cada CV. Los datos se han tomado de tarifas actualizadas de las marcas del grupo CNH facilitadas por el concesionario Ecotractor del Sur, S.L. Al crear un tractor de la explotación y actualizar su potencia, en función de la gama seleccionada se propondrá un precio de adquisición que puede ser modificado.
- *Años de vida útil y horas de vida útil.*- Son los datos necesarios para el cálculo de la amortización técnica y tomados de las tablas publicadas por el Ministerio de Agricultura.
- *Consumo específico de combustible.*- Expresado en gramos por cada CV y hora, es la base del posterior cálculo de los costes de combustible.
- *Porcentaje de aditivos.*- Indica el porcentaje habitual del consumo de aditivos descontaminantes de los gases de escape, denominados AdBlue o DEF. Este dato varía según la norma de emisiones a la que pertenece al tractor, oscilando actualmente entre un 3 a 5%, pero próximamente alcanzara valores duplicados a los actuales.

- *Tiempo de giro.*- Es el tiempo medido en segundos que se tarda en girar la dirección de un extremo a otro, es decir, el tiempo en girar el volante del máximo en un sentido al máximo en sentido contrario actuando con la máxima celeridad. Este dato se emplea en los cálculos de los tiempos en maniobras en cabecera, concretamente forma parte de la expresión que determina el tiempo empleado en una maniobra de inversión de marcha descrita en el **Anejo 9**. Los datos se han tomado midiéndolos directamente en varios modelos de tractores correspondientes a las gamas clasificadas. Existen actualmente dispositivos montados en algunos modelos de tractores que disminuyen considerablemente este tiempo, por lo que será editable al crear el tractor de la explotación por si dispusiera de ellos.
- *Radio de giro SAE.*- Corresponde al dato del mismo nombre y descrito en el Anejo 5. Este dato suele venir en los manuales del operador de los tractores.
- *Ancho de vía.*- Corresponde a la distancia en metros medida de centro a centro de dos neumáticos a ambos lados del tractor. Dado que la mayoría de los tractores tienen esta medida de tipo variable a través de distintas posiciones de las llantas u otros dispositivos como el eje deslizante denominado habitualmente BarAxle, este dato podrá ser modificado en el futuro, no solo en cada tractor de la explotación, sino en cada tipo de aplicación donde este interviene. Es bastante habitual adaptar el tractor a medidas necesarias para poder ejecutar aplicaciones en cultivos entre líneas, y ello influye en su capacidad de maniobra y por tanto en la futura elección de patrones y tiempos de maniobra en cabecera.
- *Distancia entre ejes.*- También denominado batalla, esta medida en metros y es un dato constante aunque editable en el tractor que se cree en la explotación.
- *Ángulo de giro.*- Se refiere al ángulo, en grados sexagesimales, de giro máximo de la rueda delantera directriz medido en desde la posición de dirección derecha (de frente en línea recta) al máximo giro en sentido del centro de giro. Este dato está relacionado con el campo radio de giro SAE mediante una función de VB de forma que dado que un dato es función del otro, al modificar uno de ellos se actualiza de forma automática el otro.
- *Coste hora mantenimiento.*- Es un campo calculado de la suma de costes de un formulario emergente ilustrado en la **Figura 20** al que se accede mediante clic en el hipervínculo. Al cerrar el formulario emergente se actualiza el sumatorio del campo calculado *Coste hora* en el formulario inicial.
- *Coste mantenimiento por litro de combustible.*- Es un dato tabulado en tablas publicadas por el Ministerio de Agricultura y se usa en el caso de no cumplimentar el formulario descrito en el punto anterior.

- *Coste fijo anual.*- Es otro campo calculado originado por la actualización al cerrar otro formulario emergente en el que se pueden cumplimentar estos datos. La **Figura 21** muestra este formulario que actúa de igual manera que el descrito en la **Figura 20**.

Coste horario de mantenimiento del tractor: Baja

Coste horario de mantenimiento del tractor: Baja

Tipo Mantenimiento	Periodo Horas	Precio unitario	Cantidad	Coste/Hora
Cambio Aceite	300 Horas	60,00 €	1,00	0,20 Euros/Hr
Cambio Aceite	1.200 Horas	500,00 €	1,00	0,42 Euros/Hr
Cambio elementos filtrado	300 Horas	40,00 €	1,00	0,13 Euros/Hr
Cambio elementos filtrado	600 Horas	60,00 €	1,00	0,10 Euros/Hr
Cambio elementos desgaste	4.500 Horas	5.000,00 €	1,00	1,11 Euros/Hr
Engrase	50 Horas	1,00 €	1,00	0,02 Euros/Hr
*				

Total Coste mantenimiento/Hora de la maquinaria **1,98 Euros/Hr**

Aceptar y actualizar la suma de costes

Figura 20.- Formulario de cumplimentación de costes de mantenimiento

Costos fijos parciales del tractor: Alta

Costos fijos parciales del tractor: Alta

Tipo costo fijo	Importe
Seguros	500,0 €/Añ
Almacenamiento	200,0 €/Añ
Impuestos y Tasas	400,0 €/Añ

Seguros
Impuestos y Tasas
Almacenamiento
Renting
Otros

Total Costo fijo parcial/Año **1.100,0 €/Año**

Aceptar y actualizar

Figura 21.- Formulario de cumplimentación de costes fijos

3.2.2.1.7.- Formularios Equipos de guiado y formulario Señales correctoras GNSS.

En dos formularios distintos se tienen datos pre cargados sobre los equipos de guiado GNSS de los que se puede disponer para equipar la explotación en estudio e instalar en uno o varios de sus tractores y de los equipos correctores de señal en su caso.

a) Equipos de guiado GNSS

La **Figura 22** muestra la estructura de relaciones y campos de la tabla Equipos de guiado (EquiposGPS) que se cumplimenta con el formulario del mismo nombre. La tabla está relacionada a través del índice con la tabla Equipos GNSS de la Explotación, que será la tabla que se cumplimente en los datos temporales específicos de una explotación.

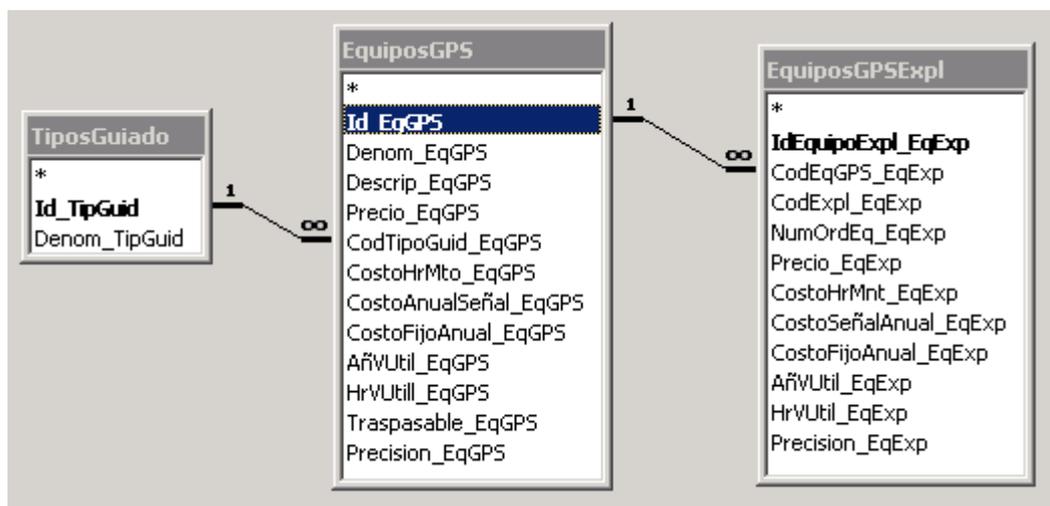


Figura 22.- Estructura de la tabla Equipos de guiado (EquiposGPS)

Los campos a cumplimentar y que se muestran en la **Figura 23** son los siguientes:

- *Código del equipo* o índice autogenerado mediante el que se identifica y relaciona al equipo en la aplicación informática.
- *Denominación del equipo*, donde se describe marca y modelo.
- *Tipo de equipo*, es un campo relacionado a una tabla auxiliar no actualizable en la que los equipos se clasifican en los tipos descritos en el **apartado 1.2.1** de la memoria. Aporta una información adicional en la emisión de los informes finales. Se cumplimenta mediante selección de una lista de cuadro combinado.
- *Descripción del equipo*, en donde re resume brevemente el tipo de equipo que es en base a su funcionalidad y prestaciones.
- *Precio de adquisición*, en su caso, dado que también puede ser alquilado mediante Renting, en cuyo caso se cumplimentará el campo venidero de coste fijo anual.

Equipos GPS

Equipos GNSS

Denominación: Autoguiado integrado con RTK

Tipo de guiado: Autoguiado

Descripción: Autoguiado integrado en el tractor

Precio adquisición: 12.000 €

Coste anual señal: 600 €/Año

Coste hora manten.: 0,0 €/hr

Coste fijo anual: 60,0 €/hr

Años vida útil: 10 Años

Horas vida útil: 10.000 h

Precisión en cm: 2,5 cm

¿Traspasable?

Seleccionar equipo de GPS

- Autoguiado integrado con RTK
- Ez Pilot con pantalla 750 y señal RTK
- EZ-Steer con pantalla FM500 señal gratuita
- FM-750 + EZ-Steer
- Pantalla EZ-250
- Pantalla FM-750

Eliminar equipo

Nuevo equipo

Cerrar

Figura 23.- Formulario Equipos de guiado GNSS

- *Coste anual de la señal* es la cuota o coste anual de la señal correctora en su caso, según lo descrito en el **apartado 1.2.2** de la Memoria. Es importante no confundir este término con el de coste fijo anual que viene más adelante porque este dato está involucrado en una función de VB que alerta de posibles errores de cumplimentación en caso de configurar un equipo con mucha precisión y de forma gratuita.
- *Coste hora mantenimiento* es un campo con el mismo concepto que los ya descritos en aperos y tractores. Aunque no es habitual que estos equipos tengan mantenimiento, se ha previsto para su caso, por ejemplo, a algunos guiados asistidos hay que reponerles el rodillo de goma que acciona el volante de forma periódica. Nótese que en este formulario, y en los campos referidos a costes, no se ha seguido el diseño de los formularios Maquinaria y Gamas de tractores con campos calculados dada la simplicidad general de estos datos.
- *Coste fijo anual* es la suma de costes anuales que en caso de equipos de guiado no es habitual salvo por la cuota de arrendamiento a Renting en su caso.
- *Años de vida útil y horas de vida útil* son los datos necesarios para el cálculo de las amortizaciones técnicas.
- *Precisión en cm* es el error máximo esperado del equipo completo, incluyendo la actuación de la señal correctora en su caso. Es un dato facilitado por el fabricante y el proveedor de la señal.

- *Traspasable* es un campo con valor Si/No en el que se indica si el equipo es traspasable de un tractor a otro para ser usado en varios tractores de la explotación. En el caso de no ser traspasable, una función de VB velará por el correcto completado del formulario de datos de la explotación para impedir que un equipo no traspasable se monte en más de un tractor.

b) Equipos de corrección de señal GNSS.

La **Figura 24** muestra la estructura de la Tabla de datos pre cargados de Equipos correctores de señal (EquiposSeñal) relacionada con la tabla Equipos de Señal correctora de la explotación (EquiposSeñalExpl)

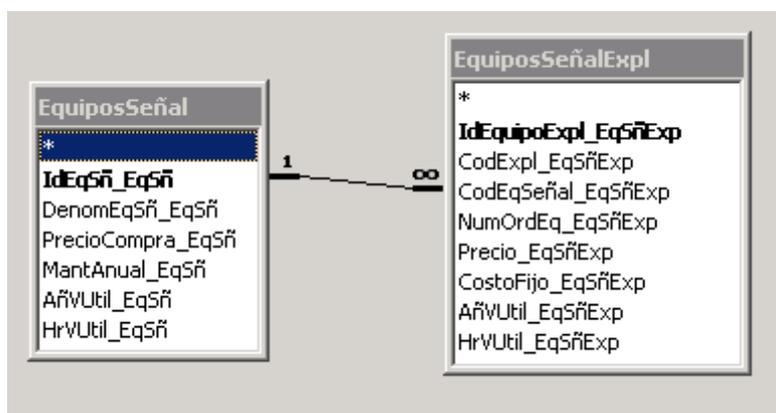


Figura 24.- Tabla de datos pre cargados *Equipos correctores de señal* (EquiposSeñal) relacionada con la tabla de datos temporales *Equipos correctores de señal de la explotación* (EquiposSeñalExpl)

El formulario de la **Figura 25** muestra los campos de la tabla del mismo nombre y que se describen a continuación:

- *Índice de equipo* de señal, es un número auto generado por un proceso de VB con la que se referencia al equipo en el sistema informático.
- *Denominación del equipo corrector de señal* es una breve descripción del modelo del equipo.
- *Precio de adquisición*, en caso de ser de esta modalidad y no de arrendamiento.
- *Coste fijo anual más Coste mantenimiento anual* son datos que se incluyen en el mismo campo dado lo poco frecuente de este tipo de cantidades.
- *Años de vida útil y horas de vida útil*, al igual que en los casos anteriores son el dato necesario para el cálculo de la amortización técnica y se obtiene del fabricante.

Id.	Denominación equipo señal correctora	Precio adquisición	Coste fijo anual + Mantenimiento anual	Años vida útil	Horas vida útil
▶ 1	Estación RTK	9.000 €	100 €/año	20 años	30.000 hr
*			0 €/año		

Figura 25.- Formulario Equipos correctores de señal

3.2.2.2.- Descripción y funcionamiento de la cumplimentación de datos de una explotación objeto de estudio.

Tal como se ha descrito en el apartado 3.2.2, existen dos tipos de datos almacenables, los que llamamos de carácter permanente y los de carácter temporal. Los permanentes se han detallado en el apartado 3.2.2.1 y ahora procedemos a la descripción y funcionamiento de los datos temporales referidos a una explotación concreta que se pretende estudiar.

La estructura de las tablas y relaciones es parecida a la de los datos precargados pero esta vez con tablas que contienen datos referidos a los elementos de una explotación concreta y con cifras finales en el contenido de los distintos campos y registros. Todas las tablas tienen como elemento común un campo con la referencia o índice de la explotación en estudio de tal forma que sus registros de una explotación se relacionan entre sí. La Figura 26 muestra parte de esta estructura; a medida que se describan las distintas tablas y formularios, se complementará la descripción de las tablas auxiliares no mostradas.

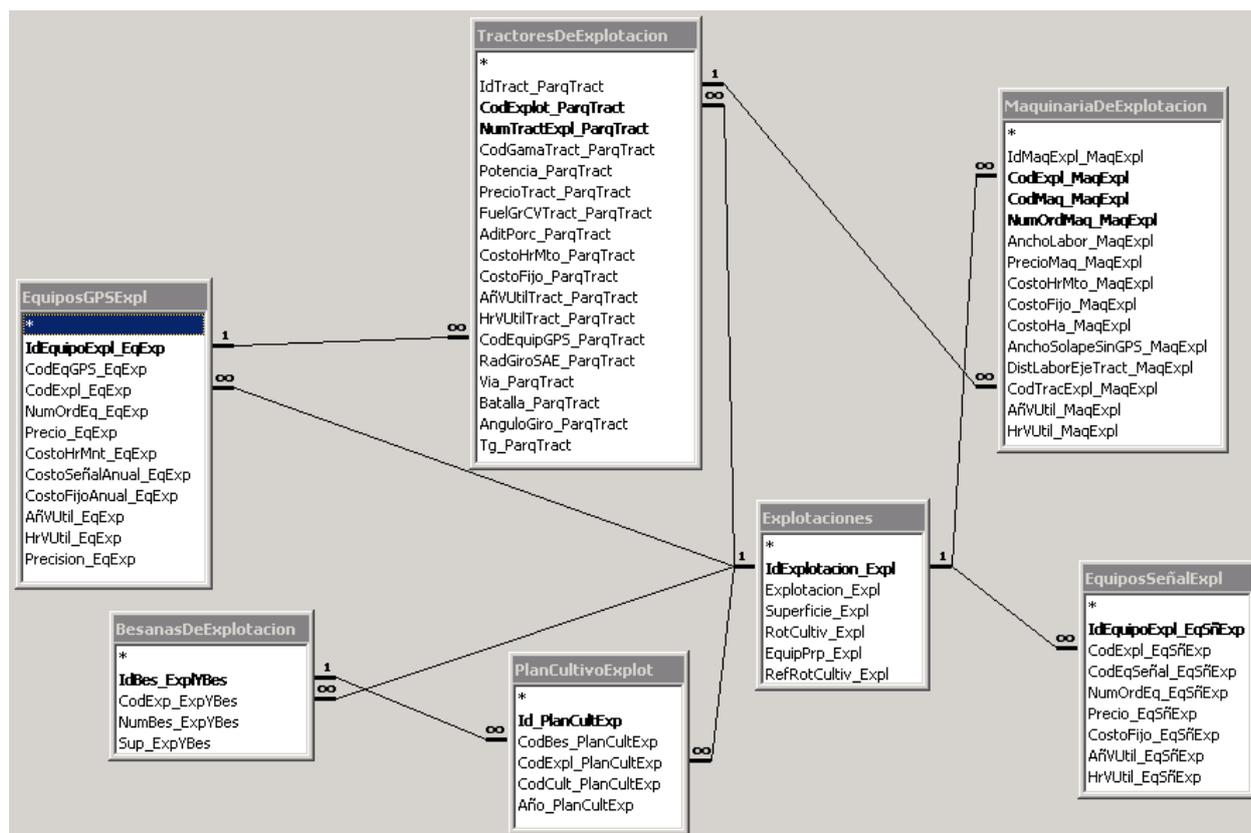


Figura 26.- Estructura de tablas de los datos relativo al estudio de una explotación concreta

La cumplimentación de datos correspondiente a una explotación está organizada con formularios secuenciales en un orden estricto, de tal forma que no se puede acceder al siguiente si los datos previos no están convenientemente completados.

La descripción resumida de la estructura organizativa de los datos de explotación es la siguiente:

Partimos de la creación de una explotación, con un nombre, una superficie total y una rotación de cultivos de hasta 6 años. A continuación se le asocian, en su caso, los equipos de corrección de señal. Seguidamente se crea la distribución o división en superficies de menor tamaño descrita en el apartado 3.1.2, llamadas besanas, sobre las que se realizarán los cálculos con un determinado patrón. A continuación se crean los llamados planes de cultivos que son las asociaciones de cada besana y año de rotación a un cultivo. Este hecho provoca de forma automática que, tal como se ha descrito en el apartado 3.2.2.1, se “carguen” todas las aplicaciones asociadas a ese cultivo en cada besana y año de la rotación donde está presente. Al haberse cargado las aplicaciones, también lo han hecho los insumos asociados a cada una de ellas con sus datos heredados de costes en función de dosis y precios.

El paso siguiente es revisar esas aplicaciones en cada cultivo, agregando o eliminando alguna si no se comparte el “plan de aplicaciones del cultivo”. Seguidamente se crearán los equipos de

guiado GNSS con los que se pretende hacer la simulación. Acto seguido se cumplimentan los tractores de la explotación a los que se les asocian los equipos de guiado creados previamente. Posteriormente se crearán los aperos de la explotación, en los que forzosamente deberá haber al menos uno de los necesarios para ejecutar las aplicaciones asociadas a los cultivos incluidos en el plan de cultivos; recordemos que cada aplicación tiene asociado un apero para ser ejecutada. Cada apero se asocia a un tractor de los creados previamente; un apero irá siempre con el mismo tractor asociado. En estos pasos también se han cargado los costes de mantenimiento y costes fijos que estaban pre cargados relativos a la gama de tractor o tipo de apero.

El siguiente paso es asociar cada conjunto apero-tractor a cada una de las aplicaciones a realizar en todos los cultivos. Si la relación es de uno a uno, es decir, no hay aperos repetidos y una aplicación determinada siempre se hace con el único apero disponible, el sistema realizará la asociación de forma automática. En caso contrario se hará manualmente, tal como se describirá más adelante. En este mismo proceso podemos también modificar los insumos asociados a cada aplicación de forma individualizada, así como eliminar o agregar alguna más.

Llegado a este punto, ya tenemos creadas todas y cada una de las aplicaciones que se van a realizar en la explotación y sabemos con qué maquinaria se van a ejecutar. Esta relación es la base unitaria de todos los cálculos venideros, es decir, las expresiones que determinan los tiempos y recorridos obtenidas en los distintos Anejos realizan los cálculos sobre un registro que contiene los datos de solo una aplicación, con sus correspondientes datos asociados o relacionados, como superficie, cultivo, maquinaria y tractor, insumos, etc.

A continuación se podrán corregir algunos datos adicionales sobre re configuraciones de dimensiones de los tractores, aperos, consumos, etc. Superada esta actualización, ya se conocen los datos necesarios para determinar con que patrón se puede realizar en cada aplicación por lo que se procede a la elección manual de uno de ellos entre los compatibles en cada aplicación.

Una vez asociada cada aplicación a un patrón ya se puede proceder a realizar los cálculos con la metodología descrita en el **apartado 3.1.2** y a continuación estarán disponibles los informes con los resultados finales.

En los apartados venideros se describirá de forma detallada cada uno de los pasos descritos anteriormente en los correspondientes formularios y tablas asociadas.

3.2.2.2.1.- Formulario explotaciones

Primer paso.- Cumplimentar datos de la explotación objeto del estudio y asignar, en su caso, equipos de señal correctora

Actuando en el botón inicio del formulario “Panel principal”, accedemos al formulario donde podemos seleccionar, crear o eliminar una explotación ilustrado en la **Figura 27**. Si se opta por crear una nueva explotación se abrirá un nuevo formulario (**Figura 28**) para cumplimentar los siguientes campos de la tabla Explotaciones:

- Índice ó referencia de la explotación, número autogenerated con el que se referencia a la explotación en todas las tablas relacionadas.
- Nombre de la explotación, para su fácil identificación.
- Superficie en hectáreas.
- Rotación de cultivos.- Es una cifra que determina el periodo de rotación de cultivos. Admite hasta 6 años.
- Equipos correctores en propiedad / alquiler. Determina si la explotación cuenta con equipos correctores de señal o, en su caso, la corrección es mediante señal de alquiler. Al cumplimentar este dato en el formulario, si se incluye equipo en propiedad se obligará a cumplimentar su datos en el correspondiente formulario que se abrirá de forma automática, según la **Figura 29**.

Selección / Crear Explotaciones

Seleccionar, crear o eliminar una explotación

Seleccionar explotación y continuar

- Explotacion simulada 1
- Explotacion simulada 2

Nombre de la Explotación

Explotacion simulada 1

Superficie Ha Rotación de cultivos

260 Ha Un año

Utilizará señales correctoras del tipo...

- Alquiler y/ ó gratuitas
- Propiedad (estación RTK)

Crear nueva explotación

<< Volver Salir Eliminar explotación Continuar >>

Figura 27.- Formulario Explotaciones para seleccionar / crear una explotación

Si se opta por *seleccionar* se procede con el proceso de edición modificando datos sobre asignación de un equipo de señal correctora y posteriormente modificando el plan de cultivos como se verá más adelante.

Crear una explotación

Crear una explotación

(Una vez creada la explotación, ya no podrán modificar estos datos posteriormente, salvo la asociación de equipos de señal correctora)

Nombre de la Explotación
Explotación simulada 3 ✓

Superficie Ha Rotación de cultivos

Utilizará señales correctoras del tipo...

Alquiler y/ ó gratuitas ✓

Propiedad (estación RTK)

Cancelar Aceptar

Figura 28.- Formulario de creación de una nueva explotación

Se pueden crear hasta 256 explotaciones distintas porque van indexadas por un número de tamaño Byte, pero el objeto del programa es realizar el estudio en una y como mucho clonar ésta, una o dos veces más para comparar distintos escenarios. Una vez acabado el análisis, la explotación(es) se puede(n) suprimir produciéndose la llamada *eliminación en cascada* de todos los datos derivados de ella. Los campos correctamente cumplimentados quedan marcados con el signo de verificación en verde de la **Figura 28**.

En el supuesto que se indique que hay equipos correctores de señal, se abrirá de forma automática un formulario para que cumplimentemos los datos que se almacenarán como "Equipos correctores de señal de la Explotación". La **Figura 29** muestra el mencionado formulario, en el que solo se permite cumplimentar un equipo corrector de señal de un tipo, dado que no es normal lo contrario.

Denominación Equipo	Precio	Coste Fijo	Años vida útil	Horas vida útil
		0,0 €/Año		

Figura 29.- Formulario de equipos correctores de señal de la explotación

Los campos a cumplimentar son los siguientes:

- Denominación del equipo.- Se selecciona de la lista desplegable en la que se muestran los que se crearon en el formulario “Equipos correctores de señal” descrito en el **apartado 3.2.2.1.7**.
- Precio de adquisición, el cual se auto cumplimenta heredado del equipo seleccionado, pero es posteriormente editable.
- Coste fijo, donde se cumplimentan los datos conocidos, normalmente un Leasing o Renting en su caso.
- Años y horas de vida útil, dados necesarios para el cálculo de la amortización técnica

Una vez cumplimentados todos los datos, se procede mediante el botón siguiente al próximo formulario.

3.2.2.2.2- Formulario besanas

Segundo paso.- Cumplimentar la superficie de cada una de las besanas de la explotación

Una vez se ha actuado sobre el botón “Siguiente” del formulario Explotaciones se abrirá el próximo formulario llamado “Besanas de la Explotación” de la **Figura 30**, correspondiente a la distribución de la explotación en las besanas, descritas en capítulos anteriores como las unidades de superficie básicas de medición de los tiempos y recorridos y definidas como la superficie que se realiza con un mismo patrón de arada de forma ininterrumpida. Simplemente cumplimentamos las superficies de todas y cada una de ellas, y el sistema, internamente mediante un indexado automático, las irá numerando para distinguirlas de forma independiente posteriormente, hasta un total máximo de 256 besanas en una explotación (por indexado Byte). Opcionalmente podemos nombrarlas, algo habitual en una explotación. Los nombres han de ser diferentes en una explotación.

El formulario impedirá continuar si no se ha cumplimentado la totalidad exacta de la superficie que anteriormente establecimos en la explotación. Tampoco se podrán editar las superficies ya insertadas, para lo cual hay que primero eliminar el registro y después volverlo a rellenar.

Todo ello es debido a que internamente se están generando de forma automática registros en otras tablas auto cumplimentadas donde se relacionan la explotación, besana y año del ciclo de cultivo, y que tendrán una función auxiliar que se describirá más adelante.

Explotación y Besana	Nombre (Opcional)	Superficie Ha	Long. lado	
Explotación simulada 1 - Besana - 1	Traderas	42,0 Ha	648,1 m	X
Explotación simulada 1 - Besana - 2	Corrientes	38,0 Ha	616,4 m	X
Explotación simulada 1 - Besana - 3	Pañoletas	52,0 Ha	721,1 m	X
Explotación simulada 1 - Besana - 4	Bajos	60,0 Ha	774,6 m	X
Explotación simulada 1 - Besana - 5	Jarales	34,0 Ha	583,1 m	X
Explotación simulada 1 - Besana - 6	Chaparro	27,0 Ha	519,6 m	X
Besana...				X

Figura 30.- Formulario de cumplimentación de superficies de besanas

3.2.2.2.3.- Formulario plan de cultivos

Tercer paso.- Confeccionar el plan de cultivos de la explotación

El siguiente formulario tiene como finalidad asignar un cultivo a cada besana y año de rotación. Se efectúa a través de un panel con cierta complejidad interna que nos permitirá adjudicar de forma rápida y eficiente estas asignaciones de varias formas posibles: seleccionado el año de rotación y besana de forma independiente en sendos cuadros de lista ó seleccionado directamente una tercera lista inferior que tiene un registro por cada besana y año de rotación.

La **Figura 31** muestra la estructura de datos que se van a actualizar al actuar sobre el formulario planes de Cultivo ilustrado en la **Figura 32**. Tal como se ha mencionado en el apartado anterior, al crear una besana se han autogenerado registros en una tabla auxiliar llamada Planes de Cultivo (PlanCultivoExplot en **Fig. 31**) de cumplimentación automática mediante un proceso de VB.

Esta tabla tiene un registro por cada besana de una explotación y año del ciclo de cultivo, de forma que la secuencia de registros sería algo así como “Explotación 1, Besana 1, Año 1; Explotación 1, Besana 1, Año 2;... es decir, relaciona la combinación de besanas y años del ciclo de cultivos. La actuación sobre el formulario planes de cultivo asigna a cada registro un cultivo, de forma que ya tenemos conformado el plan de cultivos de la explotación objeto del estudio en una tabla que relaciona en cada registro a la explotación, besana, año del ciclo y cultivo.

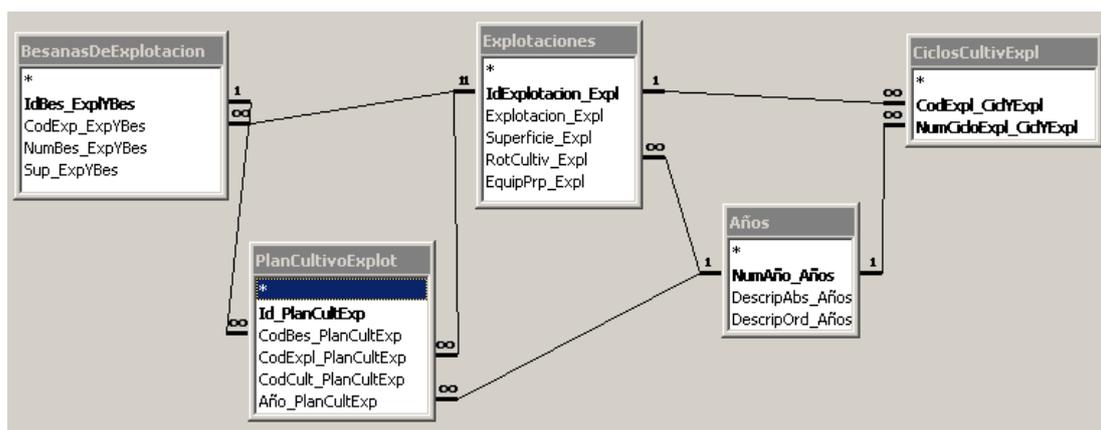


Figura 31.- Estructura de datos de besanas de la explotación, años del ciclo de cultivos y cultivo asignado

Cuando cada besana y año de rotación tenga asignado un cultivo, un control de texto nos indicará en color verde “Cumplimentado” y podremos continuar con el proceso. Sin esta condición no se puede continuar, siendo impedido por eventos de VB. El sistema permite la adjudicación de un solo cultivo a una besana y año de rotación, por lo que tenemos que realizar un total N° de actuaciones = N° de besanas x n° de años de rotación.

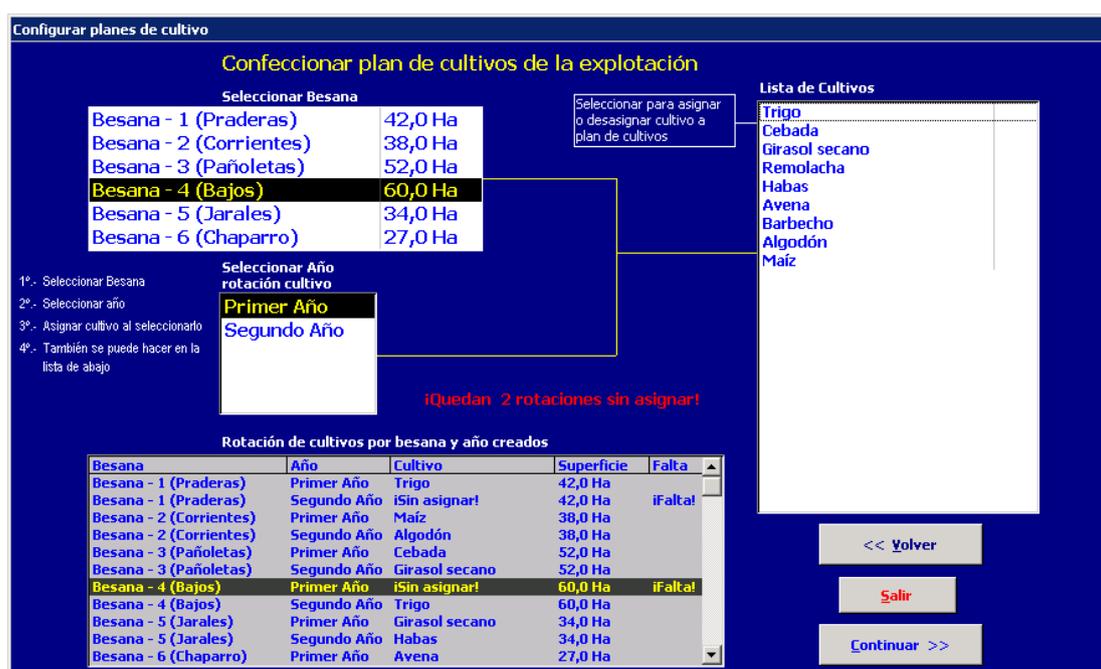


Figura 32.- Panel de creación de planes de cultivo

Pero cada cultivo lleva implícitas varias aplicaciones, definidas en los datos pre cargados, por ejemplo, el cultivo trigo tiene asociadas varias aplicaciones como pase de vibrocultor, pase de siembra, abonado, etc. Pues bien, en cada adjudicación que hemos realizado, un proceso de VB ha ido cumplimentado de forma automática la tabla principal que usaremos para los cálculos finales y que determina por cada registro lo que anteriormente hemos definido como unidad básica de medición de los cálculos, es decir, una aplicación en un cultivo de una besana, un año de rotación determinado y todo ello en la explotación en estudio. En definitiva tenemos una tabla con un número de registros resultante de la combinación del número de besanas de la explotación por el número de años de la rotación y por el número de aplicaciones que de forma predeterminada tenemos adjudicado a ese cultivo. Más adelante habrá que sumarle el número de pasadas de una aplicación que se repite en un mismo cultivo, año y besana, como por ejemplo "Pase con escarificador suspendido nº 2... ". Esta es la tabla llamada "Aplicaciones en Cultivos de Explotación", y que tiene una serie de campos que iremos cumplimentado más adelante, aunque la mayoría de forma también automática como veremos.

Dado que en los datos precargados, a cada aplicación le habíamos asociado sus insumos, en su caso, ya podemos conocer, en teoría, los costes asociados a los insumos de cada aplicación de esta explotación, pero no adelantemos acontecimientos. En realidad se ha producido otro proceso de VB paralelo al anterior mediante el cual, en otra tabla de auto cumplimentación llamada "Insumos por Aplicación de Explotación" se han insertado los insumos y sus dosis por cada aplicación de la explotación, de forma que posteriormente, además de poder agregar o suprimir aplicaciones en cada cultivo de explotación en estudio, también podemos agregar, editar o suprimir insumos en cada aplicación de la explotación.

Por tanto ya tenemos cumplimentado, con las acciones que hemos realizado en los formularios anteriores, los siguientes datos por cada registro, alguno de ellos por introducción directa del dato, y otros por el índice que lo relaciona con el dato que necesitaremos más adelante:

- Conocemos la explotación.
- La besana concreta y su superficie
- El año de la rotación de cultivos
- El cultivo
- Cada una de las aplicaciones precargadas del cultivo
- Los insumos asociados a cada aplicación del cultivo

Esta estructura del programa permite que el plan de cultivos y los usos culturales particulares se puedan reproducir en la aplicación sin quedar sujetos a las pre configuraciones, es decir, estas proponen y cumplimentan de forma automática, pero el ejecutor del estudio las puede modificar todas.

3.2.2.2.4.- Formulario revisar aplicaciones

Cuarto paso.- Revisar las aplicaciones de cada cultivo

Al avanzar hacia el paso siguiente abrimos el formulario llamado “Revisar Aplicaciones en Cultivos” ilustrado en la **Figura 33**. Tal como hemos comentado anteriormente, se trata de poder agregar o suprimir aplicaciones a cada uno de los cultivos incluidos en el plan de cultivos de la explotación. Esta actuación se producirá en cada cultivo de cada besana y año de rotación. Más adelante habrá oportunidad de hacerlo aún de forma mas individualizada.

Mediante una serie de cuadros de lista, primero seleccionamos el cultivo a actualizar y nos aparecerán en la lista de abajo las aplicaciones que de forma pre configurada se han cargado en su orden cronológico. A continuación seleccionamos en esta lista la aplicación que queremos suprimir o bajo la cual queremos insertar otra. En la lista de la derecha aparecen todas las aplicaciones, las cuales pueden ser filtradas atendiendo a una serie de criterios detallados en el cuadro de casillas de verificación. Mediante la acción de unos intuitivos botones podemos agregar o suprimir aplicaciones al cultivo seleccionado. Una vez efectuada la acción de insertar o suprimir, se reordenarán de nuevo especificando el número de pase en caso de haber más de uno.

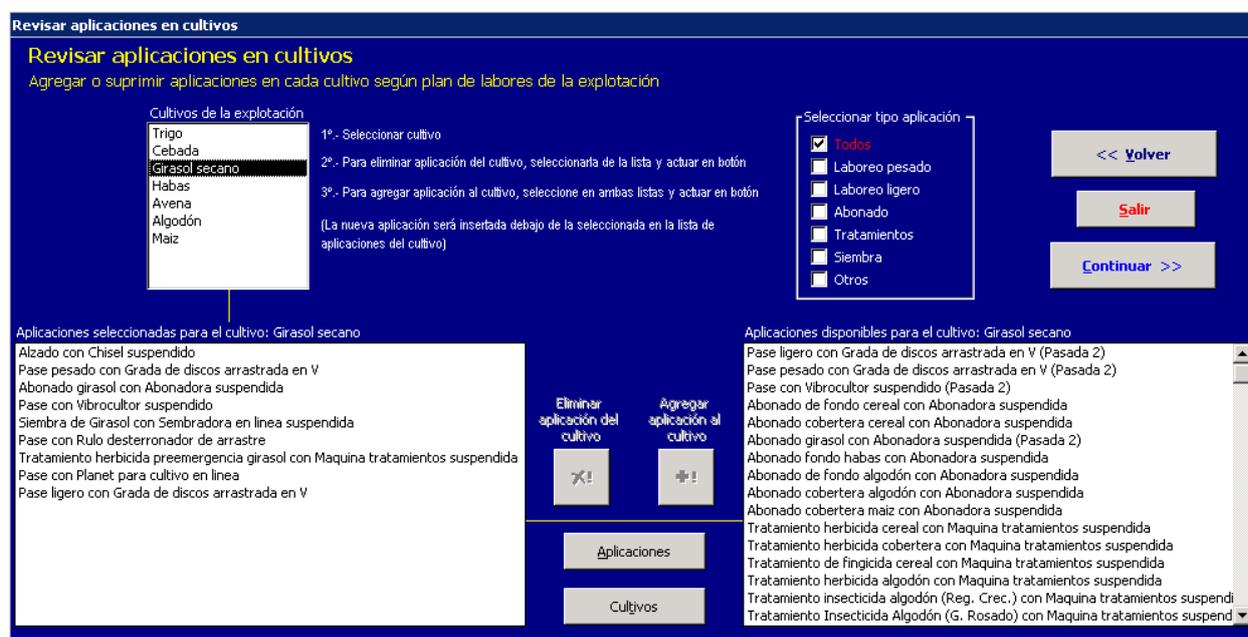


Figura 33.- Revisión de aplicaciones por cultivo

Una vez hemos finalizado de revisar las aplicaciones de cada cultivo, solo podemos continuar si cada cultivo tiene asignadas al menos una aplicación. Una función de VB verifica este hecho antes de cerrar el formulario y dar paso a abrir el siguiente. La revisión de los insumos de cada aplicación se hará más adelante en un formulario compatible con tales efectos. Se han construido un número mínimo de formularios para no hacer tedioso el proceso.

3.2.2.2.5.- Formulario equipos GNSS de la explotación

Quinto paso.- Cumplimentar los equipos de guiado de la explotación

Este formulario (Figura 34) nos obliga a crear al menos un equipo de guiado para ser posteriormente asignado a un tractor o tractores en caso de ser traspasable. La cumplimentación la hacemos a través de un cuadro combinado o desplegable del que solo se puede seleccionar alguno de los equipos previamente creados en los datos pre cargados.

Num. equipo de explotación	Equipo	Precio adquisición	Coste anual señal	Coste fijo anual	Coste variable/hora	Años vida útil	Horas vida útil	Precisión en cm
	Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1	9.000 €	500,0 €/Añ	100,0 €/Añ	0,0 €/hr	10 Añ	10.000 hr	5,0 cm
	Autoguiado integrado con señal RTK-2	10.000 €	500,0 €/Añ	60,0 €/Añ	0,0 €/hr	10 Añ	10.000 hr	2,5 cm

Figura 34.- Formulario Equipos de guiado GNSS de la explotación

Al elegirlo se rellenan de forma automática todos los demás campos, aunque se pueden editar en el caso que los datos no sean los precisos o particulares del equipo “adquirido”. Previamente, justo en el evento de abrir el formulario, ya puede haber salido un mensaje en el caso de tener equipos correctores de señal en propiedad de la explotación, advirtiendo de que no es lógico cumplimentar datos de costes de corrección de señal si ya tenemos tal equipo adquirido, pero dado que no es algo imposible en la realidad, solo se han insertado procesos de VB que advierten tal circunstancia.

Los campos a cumplimentar son los siguientes:

- *Equipo*, donde se selecciona uno de la lista
- *Precio de adquisición*, origen de datos de los cálculos de amortización técnica.
- *Coste anual de la señal*, solo en su caso.
- *Coste fijo anual*, referido a Leasing, Renting o cualquier otro gasto fijo no derivado de la señal.
- *Coste variable hora*, para el caso de algún tipo de mantenimiento.

- *Años y horas de vida útil*, necesarios para los cálculos de la amortización técnica.
- *Precisión en cm*, será el parámetro que se usará en la simulación como usos de sistemas de guiado GNSS

Al intentar cerrar el formulario, un proceso de VB analiza lo cumplimentado y advierte de problemas de cumplimentación en los siguientes casos:

- Haber cumplimentado equipos con coste de señal teniendo además equipos correctores en propiedad.
- Haber fijado una precisión mejor que la estipulada como límite de gratuidad en el panel de predeterminados y no tener corrector de señal en propiedad o haber creado todos los equipos sin coste de corrección.

3.2.2.2.6.- Formulario tractores de la explotación

Sexto paso.- Cumplimentar los tractores de la explotación

Llegados a este formulario comenzamos con el capítulo de la maquinaria de la explotación que se cumplimenta primero con los tractores y posteriormente con los aperos.

Tractor	Gama	Pot. (CV)	Precio	Vida útil		Combustible y aditivos			Coste/Hora mantenimiento	Coste Fijo anual parcial	Equipo GNSS instalado
				Años	Horas	Gr/cv.hr	Litros/Hr	% Adit.			
Tractor 1 de 160 CV	Media alta	160 CV	73.600 €	8 añ	12.000h	170 gr	32,57 l/h	4.0.%	2,41 €/h	820,0 €/Añ	Ez Pilot con patalla 750 y señal l mas...
Tractor 2 de 90 CV	Baja	90 CV	31.500 €	8 añ	12.000h	180 gr	19,40 l/h	0,0.%	1,98 €/h	830,0 €/Añ	Ez Pilot con patalla 750 y señal l mas...

Figura 35.- Formulario Tractores de Explotación

Al igual que en el formulario anterior, los tractores de la explotación se seleccionan del cuadro combinado desplegable (ver **Figura 35**) donde aparecen pre configuradas 4 gamas que difieren en su rango de potencia y en las características derivadas de la misma, como el precio por CV, consumo, gasto de aditivos tipo AdBlue y dimensiones.

En el evento de la selección se auto cumplimentan todos los campos de forma automática salvo la potencia y el equipo de guiado asociado. Seguidamente, al establecer la potencia, de forma automática el programa propone un precio de adquisición, proporcional al precio por CV pre configurado, y demás datos que podemos editar.

El último campo a cumplimentar es el de asociar al tractor alguno de los equipos de guiado que hemos cumplimentado en el paso anterior. Todos los equipos de guiado creados en la explotación han de estar asociados al menos a un tractor, si son traspasables, para que el programa nos permita continuar.

Finalmente, haciendo clic en el campo indicado como "mas..." accedemos a un formulario emergente (ver **Figura 36**) donde podemos modificar las medidas del tractor relativas a la batalla, vía, ángulo de giro y radio de giro SAE, siendo estos dos últimos campos interactivos entre sí por un procedimiento de evento VB de forma que un dato se convierte en el otro al actualizarlo.

Dimensiones de tractores de explotación

Dimensiones del tractor

Tractor **Tractor 1 de 160 CV**

Angulo giro **40°** = α

Batalla **3,50 m** = b

Vía **3,50 m** = a

Radio de Giro SAE **8,43 m** = g

Tiempo de giro dirección **2,00 m**

Cerrar

Figura 36.- Formulario de revisión de dimensiones del tractor

No obstante tendremos ocasión nuevamente, a lo largo del proceso, de volver a modificar estos datos, dado que se prevé que un mismo tractor pueda tener anchos de vía distintos, y consecuentemente distinta maniobrabilidad y las derivaciones que ello acarrea en la elección de patrones.

También podrán ser revisados los consumos horarios una vez el tractor este asignado posteriormente a una aplicación y aperos concretos.

Hay dos campos no editables pero con enlace tipo hipervínculo en donde podemos acceder a los respectivos formularios de costes fijos y costes de mantenimiento similares a los de los datos pre cargados. Al igual que en al caso de los insumos por aplicación, aquí ya se han pre cargado los datos pre establecidos, por lo que podemos deducir que se cuenta con sendas

tablas de datos de costes fijos y costes de mantenimiento donde figuran los datos relativos cada tractor de la explotación.

Accediendo a estos formularios podemos cambiar los datos de forma que al cerrarlos se actualizan en el campo correspondiente. La **Figura 37** muestra el formulario de Costes de mantenimiento, en el cual encontraremos los datos pre cargados correspondientes a la gama del tractor. Sin embargo, podemos actuar sobre el botón “Establecer coste de mantenimiento mediante cálculo de coeficientes...”. En este caso, y después de un mensaje emergente de confirmación, si la respuesta es afirmativa se eliminarán los registros de mantenimiento del tractor de referencia y en ese tractor concreto, los cálculos de mantenimiento se realizarán por el método de coeficientes, según lo descrito en el sub apartado 1.2.2 del **apartado 3.1.1** de la Memoria.

Nota aclaratoria: solo se puede actuar sobre el botón “Establecer coste de mantenimiento mediante cálculo de coeficientes...” después de haber creado todos los tractores de la explotación. Al hacerlo se eliminan se eliminarán todos los registros de mantenimiento asociados del tractor de referencia y al crear un nuevo tractor, el sistema vuelve a insertar los registros de mantenimiento en todos los tractores de explotación que no tienen ningún registro de mantenimiento, por lo que en el caso de haberlos eliminado previamente, se vuelven a crear, deshaciéndose los cambios realizados anteriormente.

Tipo Mantenimiento	Periodo Horas	Precio unitario	Cantidad	Coste/Hora
Engrase	50 Horas	1,50 €	1,00	0,03 Euros/Hr
Cambio Aceite	500 Horas	150,00 €	1,00	0,30 Euros/Hr
Cambio Aceite	1.200 Horas	700,00 €	1,00	0,58 Euros/Hr
Cambio elementos desgaste	4.000 Horas	6.000,00 €	1,00	1,50 Euros/Hr
*				

Total Coste mantenimiento/Hora de la maquinaria **2.41 Euros/Hr**

Establecer coste de mantenimiento mediante cálculo de coeficientes: 0,2 Euros/litro

Aceptar y actualizar la suma de costes

Figura 37.- Formulario emergente de costes de mantenimiento del tractor de explotación

Por último, la **Figura 38** muestra el formulario emergente de costes fijos anuales al que se accede actuando sobre el campo “Coste fijo anual...” con doble clic. En este formulario se deben cumplimentar costes fijos del tipo Leasing, Renting, alojamiento, seguros, etc.

Tipo costo fijo	Importe
Seguros	200,0 €/Año
Impuestos y Tasas	180,0 €/Año
Otros	150,0 €/Año
Almacenamiento	300,0 €/Año
*	
Total Costo fijo parcial/Año 830,0 €/Año	

Aceptar y actualizar

Figura 38.- Formulario emergente costes fijos de tractores

3.2.2.2.7.- Formulario maquinaria de la explotación

Séptimo paso.- Cumplimentar los aperos de la explotación

Una vez creados los tractores de explotación el paso siguiente es acceder al formulario maquinaria (aperos) de la explotación ilustrado en la **Figura 39**.

Dado que ya hemos cumplimentado las aplicaciones que vamos a realizar en cada cultivo de la explotación y cada aplicación tiene asociado un apero, mediante unos procesos a través de consultas, el programa deduce que aperos debemos tener forzosamente, con independencia de que tengamos más de uno de un tipo. Sin estar cumplimentados al menos uno de cada apero necesario, no podremos seguir avanzando. Para aquellos supuestos en los que se hayan revisado los formularios de forma regresiva y se hayan eliminado aplicaciones de algún cultivo que ocasionen la no necesidad de un apero ya cumplimentado, un evento de VB impedirá igualmente continuar.

Maquinaria de la Explotación

Cumplimentar maquinaria de la explotación

Determinar la maquinaria de la explotación y los tractores asociados a las mismas.

Estado de la maquinaria necesaria en la explotación

- Abonadora suspendida Ok
- Chisel suspendido Ok
- Grada de discos arrastrada en V Ok
- Planet para cultivo en línea Ok
- Rulo desterronador de arrastre Ok
- Sembradora de cereal suspendida Ok
- Sembradora en línea suspendida Ok
- Vibrocultor suspendido Ok

Mantenimiento y reparaciones

Maquina	Num.	Ancho de labor	Precio	Vida útil		Mantenimiento y reparaciones		Coste Fijo	Solape S/C GNSS		Distancia		Tractor	
				Años	Horas	Calculado	Tabulado		Sin (cm)	Con (cm)	Tractor	Tractor		
Grada de discos arrastrada en V	1	3,50 m	5.600 €	10	3.000	0,70 €/Hr	0,75 €/Ha	1.100,0 €/A	35,0 cm	5 cm	3,0 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Vibrocultor suspendido	1	4,00 m	960 €	10	3.000	3,10 €/Hr	0,90 €/Ha	0,0 €/A	40,0 cm	5 cm	2,5 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Chisel suspendido	1	3,00 m	4.800 €	10	3.000	0,00 €/Hr	1,10 €/Ha	0,0 €/A	30,0 cm	5 cm	2,5 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Sembradora de cereal suspendida	1	4,00 m	10.000 €	10	3.000	0,00 €/Hr	0,45 €/Ha	0,0 €/A	20,0 cm	5 cm	2,5 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Sembradora en línea suspendida	1	3,00 m	7.500 €	10	3.000	0,00 €/Hr	0,75 €/Ha	0,0 €/A	0,0 cm	0 cm	2,5 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Rulo desterronador de arrastre	1	5,00 m	2.750 €	20	2.000	0,00 €/Hr	0,00 €/Ha	0,0 €/A	0,0 cm	0 cm	3,0 m	Tractor - 1 (160 cv) + Eq. GPS		X
Planet para cultivo en línea	1	6,00 m	3.600 €	20	2.000	0,50 €/Hr	0,00 €/Ha	0,0 €/A	0,0 cm	0 cm	2,0 m	Tractor - 2 (90 cv) + Eq. GPS		X

Grada de discos arrastrada en V
 Vibrocultor suspendido
 Abonadora suspendida (¡Falta!)
 Chisel suspendido
 Sembradora de cereal suspendida
 Sembradora en línea suspendida
 Rulo desterronador de arrastre
 Planet para cultivo en línea

<< Volver Salir Continuar >>

Figura 39.- Formulario Maquinaria de la explotación

Se ha dotado de un cuadro combinado desplegable para la selección de los aperos en el que se indica en un campo de la lista cuales son los aperos que nos faltan y cuales están ya cubiertos, además de visualizarse de forma constante en un cuadro de lista de la parte superior derecha.

Al igual que en los formularios anteriores, al seleccionar un apero se auto cumplimentan la mayoría de los campos restantes. El precio de adquisición se deduce de forma proporcional al ancho de labor, según el dato pre cargado, pero se puede editar. Dado que existen aperos que pueden ser configurados con más de un ancho de labor, como las sembradoras en línea, más adelante se prevé una nueva revisión que permitirá la modificación de este parámetro.

Como en el caso anterior, podemos editar los datos de costes fijos y costes de mantenimiento accediendo desde el campo hipervínculo a los respectivos formularios similares a los del formulario anterior de "Tractores de la explotación". Existen sendas tablas auto cumplimentadas con los datos pre cargados de costes fijos y de mantenimiento por cada apero de la explotación. Se incluye el campo del coeficiente de cálculo del coste de mantenimiento mediante datos tabulados; el proceso de cumplimentación es similar al de tractores de explotación visto en el apartado anterior.

El último campo corresponde al cuadro combinado desplegable donde seleccionamos uno de los tractores creados en el paso anterior. Todos y cada uno de los tractores de la explotación deben estar asignados al menos a un apero, porque en caso contrario, un evento de VB nos impedirá continuar. Esta asignación será permanente en todo el proceso, es decir, un apero solo puede estar asignado a un tractor. Esto es lo habitual, a pesar de que en la realidad, aunque es muy poco frecuente, un apero puede estar asignado a más de un tractor.

Esta posibilidad complicaría mucho el programa desde el punto de vista de la asignación tractor-apero a la aplicación, uno de los pasos venideros, haciendo muy tedioso el protocolo de cumplimentación. Por otra parte, si un apero es intercambiable entre tractores, los rendimientos y resultados apenas van a cambiar, porque en ese caso significaría que se dispone de dos tractores con potencias similares, dado lo absurdo y antieconómico que sería hacer intercambios entre aperos y tractores de baja compatibilidad.

También tenemos dos campos relativos al solape que el apero va a generar en las pasadas. El campo del solape con sistema de guiado no es editable y proviene directamente del dato que hemos introducido en el paso *quinto* al cumplimentar el solape en cm del sistema del equipo de guiado. El dato del solape sin sistema de guiado viene heredado de los datos pre cargados pero puede ser revisado para que sea de la conformidad de la explotación objeto del estudio. El valor del campo Con uso GNSS siempre será menor o igual que Sin uso GNSS. En caso contrario se autocorrige y se visualiza en rojo.

Varios procesos de VB impiden continuar si hay algún error o incongruencia en la cumplimentación, lanzando un mensaje como el que se muestra en la **Figura 40** debido a varios motivos:

- No se han creado todos los aperos necesarios para realizar las aplicaciones cargadas en los cultivos.
- Puede haber algún tractor no empleado con ningún apero. Este tractor no computaría en los cálculos de costes de la maquinaria
- Puede haber algún apero creado de más y no usado en aplicación alguna.

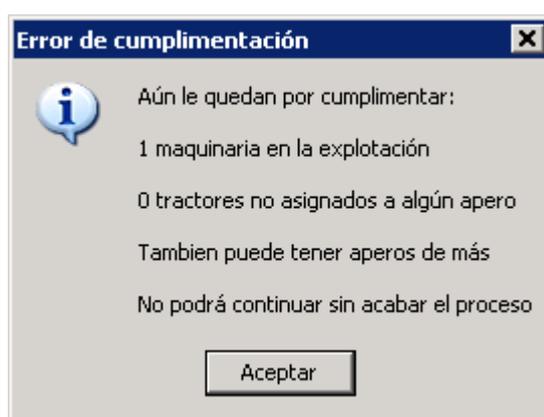


Figura 40.- Mensaje de advertencia sobre errores de cumplimentación en el formulario Maquinaria de la explotación

3.2.2.2.8- Formulario asignar maquinaria a aplicaciones

Octavo paso.- Asignar la maquinaria a las aplicaciones.- Revisar las aplicaciones e insumos

Una vez se ha creado la maquinaria de la explotación y su asignación a un tractor de la misma, tenemos conjuntos de tractor-apero con los que se pueden ejecutar las aplicaciones compatibles. En este paso debemos asignar cada uno de esos conjuntos tractor-apero a las aplicaciones que tenemos cargadas en el cuarto paso. La **Figura 41** muestra el formulario Asignar maquinaria a aplicaciones donde se va a realizar este proceso antes de realizar acción alguna. En la parte superior izquierda hay una lista con todos los planes de cultivo, es decir, un registro por cada besana, año de rotación y cultivo, y en la parte inferior, un subformulario muestra las aplicaciones ordenadas cronológicamente correspondientes al registro seleccionado en la lista de arriba.

Besana	Año	Cultivo	Superficie (Ha)	✓
Besana - 1 (Praderas)	Primer Año	Trigo	42,0 Ha	✓
Besana - 1 (Praderas)	Segundo Año	Cebada	42,0 Ha	✓
Besana - 2 (Corrientes)	Primer Año	Maíz	38,0 Ha	✓
Besana - 2 (Corrientes)	Segundo Año	Algodón	38,0 Ha	✓
Besana - 3 (Pañoletas)	Primer Año	Cebada	52,0 Ha	✓
Besana - 3 (Pañoletas)	Segundo Año	Girasol seco	52,0 Ha	✓
Besana - 4 (Bajos)	Primer Año	Algodón	60,0 Ha	✓
Besana - 4 (Bajos)	Segundo Año	Trigo	60,0 Ha	✓
Besana - 5 (Jarales)	Primer Año	Girasol seco	34,0 Ha	✓
Besana - 5 (Jarales)	Segundo Año	Habas	34,0 Ha	✓
Besana - 6 (Chaparro)	Primer Año	Avena	27,0 Ha	✓
Besana - 6 (Chaparro)	Segundo Año	Girasol seco	27,0 Ha	✓

Aplicación	Maquinaria empleada / Asignar	Insumos
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Pase pesado con Grada de discos arrastrada en V- Pasada -1	Grada de discos arrastrada en V-1 y Tractor-2	0,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Abonado de fondo cereal con Abonadora suspendida- Pasada -1	Abonadora suspendida-1 y Tractor-1	84,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Pase con Vibrocultor suspendido- Pasada -1	Vibrocultor suspendido-1 y Tractor-2	0,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Siembradora de cebada con Sembradora de cereal suspendida- Pasada -1	Sembradora de cereal suspendida-1 y Tractor-1	57,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Pase con Rulo desterrador de arrastre- Pasada -1	Rulo desterrador de arrastre-1 y Tractor-1	0,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Abonado cobertera cereal con Abonadora suspendida- Pasada -1	Abonadora suspendida-1 y Tractor-1	52,5 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Tratamiento herbicida cereal con Maquina tratamientos suspendida- Pasada -1	Maquina tratamientos suspendida-1 y Tractor-1	30,0 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Abonado cobertera cereal con Abonadora suspendida- Pasada -2	Abonadora suspendida-1 y Tractor-1	52,5 €/Ha
Besana-1/Segundo Año/Cebada/Tratamiento fungicida cereal con Maquina tratamientos suspendida- Pasada -1	Maquina tratamientos suspendida-1 y Tractor-1	29,7 €/Ha

Figura 41.- Formulario Asignar maquinaria a aplicaciones

Dado que una aplicación es compatible solo con un apero, el proceso tiene dos posibilidades:

- Asignación automática, que se realiza pulsando el botón a tal efecto. Pero ello solo ocurrirá en el caso de que exista un solo apero en la explotación compatible con la aplicación que este sin maquinaria asignada. Un proceso de VB recorre cada uno de los registros de las aplicaciones y busca si hay un solo apero compatible, en cuyo caso lo asigna de forma automática. Al final del proceso si ha quedado alguna aplicación sin asignar, entonces lo debemos hacer mediante:

- Asignación manual a través del subformulario a tal efecto donde se resaltan las aplicaciones no asignadas, en su caso. A través de un enlace de hipervínculo se accede a un formulario emergente en el que “clicamos” sobre la elegida. Esta acción provoca la apertura de un formulario emergente (ver **Figura 42**) donde también por actuación de clic en hipervínculo se adjudica de forma automática.

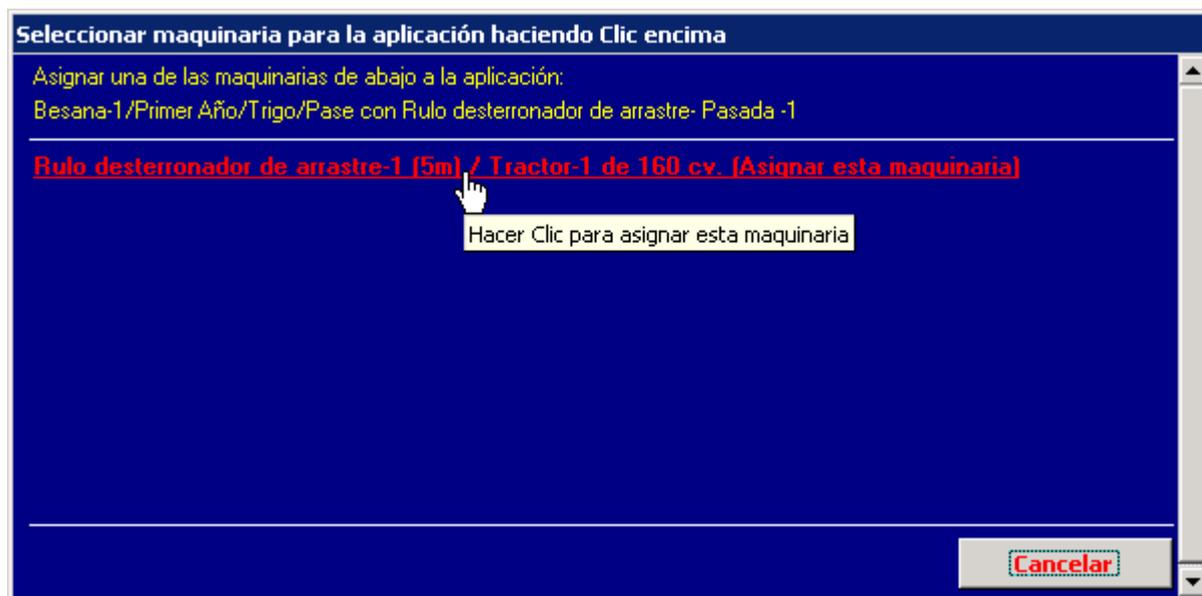


Figura 42.- Formulario de asignación manual de una maquinaria a una aplicación

En los registros del subformulario de aplicaciones del plan de cultivo, existe un campo no editable con el importe de los insumos de esa aplicación, que mediante un enlace de hipervínculo se accede a un formulario emergente (ver **Figura 43**) donde esos insumos se pueden editar adaptándolos a las necesidades particulares de la explotación en estudio. Tal como se explicó en el **apartado 3.2.2.2.3** del formulario planes de cultivo, al adjudicar un cultivo al plan de cultivos se cargaban de forma automática las aplicaciones pre cargadas asociadas a ese cultivo y todos los insumos asociados a cada una de las aplicaciones. Consecuentemente, al abrir el formulario de la **Figura 43** nos aparecerán los registros de los insumos que se precargaron en aquel proceso y que ahora podemos modificar, aplicación a aplicación.

Unos botones permiten la eliminación o copiado automático de un registro de aplicación, estando estos distinguidos por un número de pase o pasada. La indicación de un texto de color verde nos permite accionar el botón siguiente para acceder al siguiente paso.

Actuar de forma regresiva en este formulario ocasionara la automática no asignación de todo lo hecho porque modificaciones de pasos previos puede incluir datos erróneos posteriormente.

Aplicación	Dosis Ha	Precio/Uni	Costo/Ha
Abono 8-15-15	140.0 Kg/Ha	0,30 €	42,00 €/Ha
*			
Suma del costo por Ha			42,00 €/Ha

Aceptar y salir

Figura 43.- Formulario de Insumos por aplicación

3.2.2.2.9.- Formulario revisar dimensiones, consumos y velocidades

Noveno paso.- Revisar ancho de labor del apero, otras dimensiones, consumos y velocidades

Cuando salimos del formulario anterior se genera de forma automática la anexión de datos a una tabla auxiliar que contiene un registro por cada combinación distinta de tractor – apero y aplicación. Esto se ha diseñado así para poder permitir modificar de forma independiente por cada combinación de tractor-apero-aplicación distintas dimensiones en ancho de apero, ancho de vía del tractor, capacidad de giro definida por ángulo de giro o radio de Giro SAE así como la velocidad de la aplicación con uso o no de sistemas de guiado. Existen una serie de aperos y aplicaciones en los que esta situación se puede producir y se ha querido recrearla en el programa informático.

Concretamente, se suelen hacer siembras en línea de distintos o similares cultivos con la misma sembradora pero con marcos diferentes, lo que obliga a modificar el ancho del apero. A su vez es posible que se tenga que cambiar también el ancho de vía del tractor para que sus huellas pasen por el centro de las calles y no compacten la zona a sembrar. Este ajuste puede modificar la capacidad de giro del tractor y consecuentemente la maniobrabilidad. Otra situación similar se produce en las faenas de binado. A estos efectos, se distingue entre aplicaciones como “Siembra de girasol con sembradora en línea” de “Siembra de remolacha con sembradora en línea”. Ambas se hacen con el mismo conjunto tractor – apero, pero con anchos de trabajo distintos.

Por tanto se generan automáticamente los registros de una tabla (denominada en el sistema “MaqExplYAplic” e ilustrada en la **Figura 44** con sus relaciones) que contiene campos referidos a los datos anteriores, que son inicialmente cargados con los precargados y los creados recientemente, pero a partir de ahora se pueden editar para cada conjunto tractor-apero y aplicación.

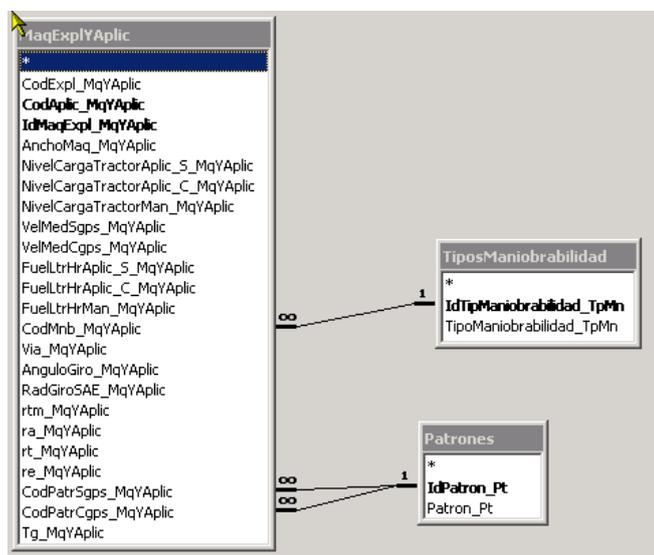


Figura 44.- Tabla auxiliar que relaciona cada Tractor-Apero y aplicación

Por otra parte se consigue adicionalmente configurar ese conjunto tractor/apero – aplicación a distintas velocidades de trabajo y consumos, puesto que eso es lo que ocurre en la realidad. De esta forma se puede distinguir entre la aplicación “pase ligero de gradas de disco en V” de “Pase pesado de gradas de disco en V”, en el que la primera se refiere a labores típicas de verano, como picado de restos de cosecha de girasol, con el apero configurado a poca agresividad y el segundo a aplicar en preparación de terrenos con el apero configurado de forma agresiva y que demandará más potencia y consumo desarrollándose a velocidades más bajas.

Puesto que el consumo específico pre configurado es un dato que no varía, se establece la modificación de los consumos en litros por hora, dato más comprensible y conocido para ser aportado por el encuestado. La **Figura 45** muestra el formulario con un cuadro de lista que contiene un registro por cada elemento combinado de tractor-apero y aplicación tal como se ha descrito anteriormente.

Figura 45.- Formulario Revisar varios parámetros

Cuando seleccionamos un registro de la lista se visualizan a la derecha los datos editables, como el ancho de labor, el consumo horario en situación de carga de trabajo sin y con uso de GNSS, el consumo en maniobra y las distintas velocidades, en su caso, con uso o no de sistemas de guiado. Unos campos calculados no editables muestran el nivel de carga actualizado después de haber modificado el consumo horario. Dado que las velocidades con uso o no de sistemas GNSS son editables, los consumos horarios de ambos escenarios se han relacionado mediante una función de VB, de tal manera que se toma como referente el dato de consumo sin uso de GNSS, el conocido por el encuestado, siendo el otro un campo auto calculado función del primero y con una relación directa a la diferencia de las velocidades de aplicación.

Consecuentemente, al modificar las velocidades, otra función de VB reactualizará el consumo con uso de GNSS a la nueva proporción de diferencia entre velocidades. La expresión que relaciona los consumos (y las cargas) respecto de las velocidades es:

$$\text{Consumo horario Con uso GNSS} = \text{consumo horario Sin uso GNSS} \frac{\text{Velocidad Con uso GNSS}}{\text{Velocidad Sin uso GNSS}} \quad (8)$$

Actuando sobre el botón “Revisar otras medidas”, se abre el formulario de las dimensiones, (ver **Figura 46**) pudiendo modificarlas individualmente y generándose siempre un evento y proceso de VB para reactualizar y recalcular los demás datos calculados, como el *radio de giro tractor mínimo (RGTM)*, el *radio de giro apero y tractor* y el *radio de giro exterior (RGA, RGT y RGE)* todos ellos descritos en el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro”. Tal y como se ha detallado en anteriores capítulos, las dimensiones del apero, tractor y la distancia entre apero y tractor son determinantes en los en la elección de los patrones y consecuentemente en los tiempos y recorridos, base del cálculo de este proyecto.

Revisar dimensiones del tractor y apero

Verificar dimensiones del conjunto tractor-apero-aplicación y los solapes
 Modificar, en su caso, la configuración de ancho de vía y capacidad de giro de cada combinación tractor-apero-Aplicación

Aplicación	Alzado con Chisel suspendido-1 y Tractor-1 (160 CV) + Eq. gps	
Tipo enganche / Labor	Suspendido/Simétrica	
Maniobrabilidad	Baja maniobrabilidad	
Angulo giro	40°	= α
Vía	3,50 m	= v
Radio de Giro SAE	8,43 m	= g
Tiempo de giro dirección	2,0 s	
Distancia enganche	2,50 m	= d
Ancho de labor	3,00 m	= a
Ancho solape Sin GPS	30,0 cm	
Radio de Giro Mínimo	5,92 m	= RGTM
Radio de Giro Apero	5,92 m	= RGA
Radio de Giro Exterior	8,43 m	= RGE
Batalla	3,50 m	= b
Ancho solape Con GNSS	5,0 cm	

Anterior Siguiente

Guardar registro Salir

Figura 46.- Formulario revisar dimensiones tractor y apero

3.2.2.2.10.- Formulario seleccionar patrones

Décimo paso.- Asignar patrones a las aplicaciones

Una vez están consolidadas las medidas y dimensiones del conjunto tractor-apero y los parámetros de velocidad a través de las acciones realizadas en el paso anterior, ya se tienen los datos necesarios para poder calcular tiempos y recorridos en cada patrón compatible con el tipo de labor, tipo de enganche y maniobrabilidad del mencionado conjunto tractor-apero, todo ello de acuerdo con el resumen de patrones y maniobras descrito en el **Anejo 1** y detallado en la **Tabla 1** del citado Anejo.

Este formulario permite al encuestado elegir, en el escenario de no uso de sistemas de guiado, que patrón es el que usa habitualmente en cada combinación tractor-apero y aplicación, sin imponer ninguno, salvo la imposibilidad de seleccionar aquellos que son incompatibles. Este protocolo persigue ajustarse a la realidad de las costumbres de trabajo de la explotación en estudio. Sin embargo, en el caso de uso de sistemas de guiado se impone la elección de aquellos patrones que se han de deducido en el **Anejo 1**, como más eficaces; lo lógico es que, si se invierte en la instalación de sistemas de guiado, se usen de la forma más eficaz.

El formulario Seleccionar patrones, ilustrado en la **Figura 47**, consta de un cuadro de lista en su lado izquierdo que relaciona los conjuntos tractor-apero y aplicación descritos en el punto anterior y que tiene como origen de datos la tabla auxiliar auto cumplimentada "MaqExplYAplic" descrita en el mencionado apartado.

Seleccionar Patrones

Seleccionar patrones de arada
Seleccionar cada combinación de tractor-apero y asignar patrón compatible

1º.- Actuar sobre botón "Asignar patrones automáticamente"
2º.- Seleccionar de la lista las aplicaciones sin patrón asignado, seleccionar patrones compatibles en ambos cuadros y actuar sobre botón "Asignar patrones"

Uso GNSS
SIN CON

Seleccionar maquinaria y aplicación de la explotación

Arado de vertederos suspendido reversible-1+Tractor-2(150 cv) en 1 (pasadas) Alzado		
Grada de discos arrastrada en V-1+Tractor-2(150 cv) en 6 (pasadas) Pase ligero		
Grada de discos arrastrada en V-1+Tractor-2(150 cv) en 8 (pasadas) Pase pesado		
Grada rotativa-1+Tractor-2(150 cv) en 2 (pasadas) Pase		
Escarificador suspendido-1+Tractor-2(150 cv) en 3 (pasadas) Pase		
Desbrozadora de cadenas-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Pase		
Alomador suspendido-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Pase		
Abonadora localizadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado maíz (2		
Abonadora localizadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado nitrógen		
Vitrocultor suspendido-1+Tractor-2(150 cv) en 9 (pasadas) Pase		
Rulo desterronador de arrastre-1+Tractor-1(100 cv) en 6 (pasadas) Pase		
Planet para cultivo en línea-1+Tractor-1(100 cv) en 9 (pasadas) Pase		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado cobertera maíz		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 10 (pasadas) Abonado cobertera cereal		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Abonado cobertera algodón		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 3 (pasadas) Abonado girasol		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 5 (pasadas) Abonado de fondo cereal		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento fungici		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento herbici		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento Insecti		
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 3 (pasadas) Tratamiento herbici		

Labor/Tipo enganche/Maniobrabilidad

Seleccionar patrón SIN GNSS		Seleccionar patrón CON GNSS	
	Tiempo (hr)		Tiempo (hr)
<input type="checkbox"/> Giro directo		<input type="checkbox"/> Giro directo	
<input type="checkbox"/> Giro directo de gran amplitud		<input type="checkbox"/> Giro directo de gran amplitud	
<input type="checkbox"/> Maniobra de inversión de marcha		<input type="checkbox"/> Maniobra de inversión de marcha	
<input type="checkbox"/> Cortes de besana labor simétrica		<input type="checkbox"/> Cortes de besana labor simétrica	
<input type="checkbox"/> Cortes de besana labor asimétrica		<input type="checkbox"/> Cortes de besana labor asimétrica	
<input type="checkbox"/> Espiral interna		<input type="checkbox"/> Espiral interna	

Asignar patrones automáticamente Asignar patrones

Incompleto

<< Volver Salir Continuar >>

Figura 47.- Formulario Seleccionar patrones en estado previo a realizar ninguna actuación

En el lado derecho encontramos dos *marcos de grupo de opciones con casillas de verificación* (en este tipo de control solo se puede seleccionar una opción), uno para patrones sin sistemas de guiado y otro para patrones con sistema de guiado, teniendo cada uno de ellos los 6 patrones descritos en **Anejo 1**.

Los marcos están inicialmente desactivados para impedir su edición, pero al seleccionar un registro del cuadro de lista, un complejo proceso de VB activa en cada marco las casillas de verificación, para ser editables, correspondientes a los patrones compatibles con la combinación tractor–apero y aplicación de la lista, además de visualizar en un cuadro de texto adjunto a cada patrón, una cifra correspondiente a la suma de tiempos de todas las aplicaciones que reúnen la misma condición de tractor–apero y aplicación de la lista si se ejecutaran con ese patrón (ver detalle en **Figura 48**).

En el punto tercero se menciona la creación de una tabla principal llamada “Aplicaciones en Cultivos de Explotación” y que contiene casi todos los datos necesarios para la ejecución de los cálculos de tiempos y recorridos de cada una de las pasadas de aplicaciones en cada cultivo, año y besana. Uno de los datos a cumplimentar en cada registro de esta tabla es el campo referido al patrón con el que se ejecutará la simulación, tanto sin como con sistemas de guiado. En función de este dato, el sistema selecciona la expresión matemática correspondiente para ejecutar los cálculos de las deducidas en los distintos anejos y resumidas en el **Anejo 2**.

Seleccionar Patrones

Seleccionar patrones de arada
Seleccionar cada combinación de tractor-apero y asignar patrón compatible

1º.- Actuar sobre botón "Asignar patrones automáticamente"
2º.- Seleccionar de la lista las aplicaciones sin patrón asignado, seleccionar patrones compatibles en ambos cuadros y actuar sobre botón "Asignar patrones"

Uso GNSS

	SIN	CON
Arado de vertederos suspendido reversible-1+Tractor-2(150 cv) en 1 (pasadas) Alzado	✓	✓
Grada de discos arrastrada en V-1+Tractor-2(150 cv) en 6 (pasadas) Pase ligero	✓	✓
Grada de discos arrastrada en V-1+Tractor-2(150 cv) en 8 (pasadas) Pase pesado	✓	✓
Grada rotativa-1+Tractor-2(150 cv) en 2 (pasadas) Pase		
Escarificador suspendido-1+Tractor-2(150 cv) en 3 (pasadas) Pase		
Desbrozadora de cadenas-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Pase		
Almador suspendido-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Pase		
Abonadora localizadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado maíz (2		
Abonadora localizadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado nitrógen		
Vitrocultor suspendido-1+Tractor-2(150 cv) en 9 (pasadas) Pase		
Rulo desterronador de arrastre-1+Tractor-1(100 cv) en 6 (pasadas) Pase		
Planet para cultivo en línea-1+Tractor-1(100 cv) en 9 (pasadas) Pase		
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Abonado cobertera maíz	✓	✓
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 10 (pasadas) Abonado cobertera cereal	✓	✓
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Abonado cobertera algodón	✓	✓
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 3 (pasadas) Abonado girasol	✓	✓
Abonadora suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 5 (pasadas) Abonado de fondo cereal	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 1 (pasadas) Tratamiento herbici	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento fungici	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento herbici	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 2 (pasadas) Tratamiento insecti	✓	✓
Maquina tratamientos suspendida-1+Tractor-1(100 cv) en 3 (pasadas) Tratamiento herbici	✓	✓

Labor/Tipo enganche/Maniobrabilidad
Simétrica/Suspendido/Baja maniobrabilidad

Seleccionar patrón SIN GNSS		Tiempo (hr)	Seleccionar patrón CON GNSS		Tiempo (hr)
<input type="checkbox"/>	Giro directo		<input type="checkbox"/>	Giro directo	
<input type="checkbox"/>	Giro directo de gran amplitud	52,5	<input type="checkbox"/>	Giro directo de gran amplitud	
<input type="checkbox"/>	Maniobra de inversión de marcha	54,1	<input type="checkbox"/>	Maniobra de inversión de marcha	
<input type="checkbox"/>	Cortes de besana labor simétrica		<input type="checkbox"/>	Cortes de besana labor simétrica	45,2
<input type="checkbox"/>	Cortes de besana labor asimétrica		<input type="checkbox"/>	Cortes de besana labor asimétrica	
<input type="checkbox"/>	Espiral interna		<input type="checkbox"/>	Espiral interna	

Asignar patrones automáticamente

Asignar patrones

Incompleto

<< Volver Salir Continuar >>

Escarificador suspendido-1+Tractor-2(150 cv) en 3 (pasadas) Pase

Figura 48.- Formulario Seleccionar patrones después de haber seleccionado un registro del cuadro de lista

Pero el número de estos registros suele ser algo elevado para hacerlos de uno en uno. Por ello en el formulario anterior se ha explicado la conveniencia de la creación de una tabla con un registro por cada combinación distinta del conjunto tractor-apero y aplicación y que contiene un campo con el ancho de labor del apero en esa aplicación.

Eso tiene como consecuencia que cada uno de esos registros puede tener dimensiones distintas y por tanto distintos patrones según lo expuesto en el **Anejo 1** sobre Patrones y Maniobras.

Sin embargo, no hay más escenarios condicionantes del patrón a elegir que los de los mencionados registros, ya que como se ha visto en el citado Anejo, los patrones dependen del tipo de labor, tipo de enganche y maniobrabilidad. Cada registro de tractor-apero determina el tipo de labor y tipo de enganche. La combinación adicional del dato de ancho de labor despeja la tercera variable de la maniobrabilidad.

Consecuentemente, con los escasos registros del cuadro de lista cubrimos todos los escenarios posibles en todas y cada una de las aplicaciones de la explotación. Al seleccionar un patrón en cada marco, se activa un botón que al actuarlo, un evento de VB actualiza el valor del patrón seleccionado en cada registro de la tabla "Aplicaciones en Cultivos de Explotación" que es compatible con la combinación tractor-apero y aplicación seleccionada (ver **Figura 50**).

Adicionalmente se ha dotado a este formulario de un botón titulado “Asignar patrones automáticamente”. Actuando sobre él se actualizarán los patrones de forma automática en todas las combinaciones de maquinaria y aplicación que tienen una sola opción de patrón en los dos escenarios de uso o no de GNSS. Ver **Figura 49**.

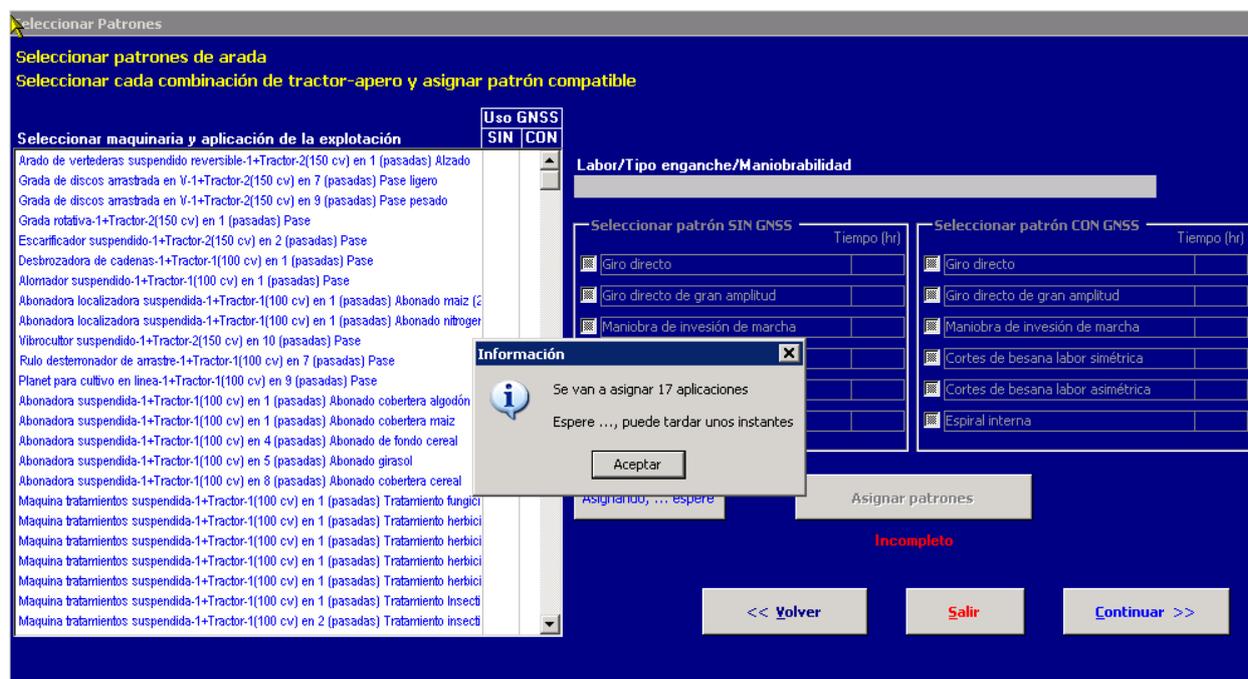


Figura 49.- Acciones al actuar sobre botón de asignación automática de patrones. La complejidad de las actuaciones puede hacer que tarde unos instantes en un PC de bajas prestaciones



Figura 50.- Detalle del formulario Seleccionar patrones después de seleccionar un patrón sin y con uso de sistemas de guiado GNSS, según lo remarcado en amarillo. Activación del botón “Asignar patrones”

Una vez se han actualizado todos los registros de la lista de tractor-aperos y aplicaciones ya tenemos todos los datos necesarios para el cálculo de tiempos y recorridos en cada aplicación de cada besana y año de rotación de la explotación para proceder a mostrarlos en los correspondientes informes. Para ello actuamos sobre el botón “Continuar”.

3.2.2.2.11.- Formulario panel de datos finales y emisor de informes

Undécimo paso.- Visualizar resultados e imprimir informes

El último formulario permite la visualización para supervisión de múltiples datos de cada una de las aplicaciones que se han creado. Un cuadro de lista permite recorrer todos los registros de la tabla “Aplicaciones en cultivos de explotación” en la que en cada registro se efectúan los cálculos de tiempos y recorridos. La **Figura 51** muestra el formulario Panel de datos finales.

Panel de datos finales y emisor de informes

Lista de aplicaciones de la explotación: Explotación simulada 1 de 253,0 Ha

Datos de cultivo (total: 116 aplicaciones):

Aplicación: Besana-1/Primer Año/Trigo/Siembra de trigo- pasada -1
Superficie besana: 42,0 Ha Coste Ha dosis insumos recomendada: 101,2 €/Ha

Datos de la maquinaria empleada:

Maquinaria: Sembradora de cereal suspendida-1 de ancho real 3,50 m y Tractor-1 (100 cv)
Enganche, tipo labor y maniobrabilidad: Suspendido / Simétrica / Baja maniobrabilidad
Angulo de giro: 47º Radio Giro SAE: 5,00 m Radio de Giro Tractor: 3,3 m Via: 2,00 m
Tiempo de Giro: 2,0 s Radio de Giro Exterior: 5,7 m Distancia Apero-Tractor: 2,5 m
Radio de Giro Tractor Mínimo: 3,3 m Radio de Giro Apero: 3,3 m

Datos SIN uso de sistemas de guiado GNSS:		Datos con Con uso del sistema de Auto guiado: Fz Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1	
Patrón:	Maniobra de inversión de marcha		Corte de besana labor simétrica
Solape:	18,0 cm		5,0 cm
Velocidad:	10,0 €/Ha		10,0 €/Ha
Recorrido en aplicación:	127.011,9 m		121.839,8 m
Ancho de labor:	3,3 m		3,5 m
Longitud de pasadas:	628,2 m		627,3 m
Número de pasadas:	196		188
Ancho Cabecera:	10,0 m		10,4 m
Tiempo Bajo Carga:	12,70 hr		12,18 hr
Tiempo Maniobra:	1,36 hr		0,28 hr
Tiempo Total:	014,06 hr		12,46 hr
Coste Ha Insumos:	4.498,8 €/Ha		4.315,6 €/Ha

Mostrar informes en vista previa a la impresión

Informe de costes por cultivo

Informe de costes por aplicación

<< Volver Salir

Figura 51.- Formulario Panel de datos finales y emisor de resultados

La visualización de todos los datos permite revisar cualquier error de cálculo o de cumplimentación, pudiendo hacer un recorrido inverso a través del botón “Volver” para rectificar algún valor en los formularios anteriores.

Mediante la actuación en sendos botones se pueden visualizar en modo vista preliminar los dos informes que dan los resultados finales con distintos niveles de agrupación de datos:

- Informe detallado de costes por cada aplicación agrupados por cultivos
- Informe de costes agrupados por maquinaria

3.2.2.3.- Descripción de informes sobre resultados finales

A través de sendos botones del formulario Panel de datos finales se puede acceder a la visualización de los dos informes finales previamente a su impresión. El programa Access permite la confección de estos informes como parte de la aplicación, pudiendo mostrar en ellos multitud de datos clasificados por distintos niveles de organización. Se han confeccionado dos informes, uno de ellos con resultados agrupados por cultivos y con detalle de cada una de las aplicaciones y otro solo con resultados agrupados por tipo de apero.

Los Anejos 13 y 14 muestran respectivamente un ejemplo de cada uno de estos informes sobre una explotación simulada donde se comparan en distintas columnas los resultados de las aplicaciones con uso o no de sistemas de guiado GNSS. Pasamos a describir a continuación los dos informes creados como resultado final de este proyecto.

3.2.2.3.1.- Informe comparativo de costes por cultivo

El Anejo 13 muestra de forma incrustada en la Memoria un ejemplo de informe comparativo de costes por cultivos sobre una simulación sencilla. La primera página del informe contiene en el encabezamiento los datos de la explotación, superficie y rotación de cultivos.

Aplicación: Tratamiento herbicida algodón pase 1 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año					
		Insumo	Dosis Ha	Precio Uni	Coste Ha
Superficie:	38,0 Ha				
Ancho de trabajo:	14 m	Fluometuróm	2,5	9,00 €	22,5 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Pendimetalina	2,5	10,00 €	25,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	47,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con patalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	70,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	13,30 m		13,95 m		
Ancho cabecera:	26,6 m		14,0 m		
Nº Trazadas en cabecera:	2		1		
Long. Trazadas longitudinales:	563,2 m		588,4 m		
Nº Trazadas longitudinales:	47		45		
Recorrido en aplicación:	28.936 m		27.715 m		
Superficie virtual aplicada:	40,5 Ha		38,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	2,89 hr		2,52 hr		
Tiempo en maniobras:	0,11 hr		0,09 hr		
Tiempo total:	3,00 hr		2,61 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	36,0 €		31,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	9,1 l/h		10,0 l/h		
Coste combustible/Adit:	27,5 €		26,3 €		
Coste mantenimiento:	28,4 €		26,7 €		
Coste insumos:	1.924,2 €		1.843,1 €		
Total costes variables:	2.016,1 €		1.927,4 €		

Figura 52.- Detalle de un registro del informe costes por cultivo

Un apartado siguiente muestra el plan de cultivos, es decir, la distribución de cultivos por besanas y año de la rotación a modo de resumen con la totalización de la superficie cultivada en cada cultivo durante todo el ciclo.

La sección siguiente agrupa por cultivos un registro por cada aplicación en cada cultivo, besana y año que es la denominada unidad básica de medición y cálculos descrita en el punto 3.1.2. El informe muestra de forma detallada el origen de los datos usados en el cálculo de costes, que son tiempos y recorridos. La **Figura 52** muestra un ejemplo de una aplicación en la que se usan insumos con el detalle de sus dosis y costes.

Al final de los registros agrupados de cada cultivo hay un total del mismo con la suma de los costes variables, según se muestra en la **Figura 53**.

Totales referidos a Dos Años del cultivo: Trigo			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso	
Tiempo total:	150,28 hr		126,80 hr
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	1.803,3 €		1.521,5 €
Coste combustible/Adit:	2.649,8 €		2.403,3 €
Coste mantenimiento:	780,3 €		679,4 €
Coste insumos:	35.776,6 €		33.109,5 €
Total costes variables:	41.010,0 €		37.713,7 €

Figura 53.- Detalle de total costes variables de un cultivo

En la parte final del informe se muestran los sumatorios de todos los costes variables y se detallan los costes fijos. Los datos se muestran referidos a todo el ciclo de cultivos analizado pero también por año. Finalmente unos gráficos muestran de forma visual las diferencias de costes, según la **Figura 54**.

Totales referidos a Dos Años de la explotación: Explotación simulada I			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado	
Tiempo total:	1.586,64 hr		1.417,91 hr
Mano de obra (12,00 €/hr)	19.040,5 €		17.014,7 €
Coste combustible/Adit:	28.949,3 €		26.545,6 €
Coste mantenimiento:	6.965,2 €		6.362,6 €
Coste insumos:	181.184,4 €		175.247,8 €
Total costes variables:	236.139,4 €		225.170,7 €
Amortizaciones:	20.615,6 €		22.938,4 €
Intereses:	6.510,8 €		7.266,8 €
Otros costes fijos:	2.720,0 €		5.040,0 €
Total costes fijos:	29.846,4 €		35.245,2 €
Costes totales referidos a Dos Años	265.985,8 €		260.415,9 €
Costes totales anuales	132.992,9 €		130.208,0 €
Resultado económico final por año:	Resultado favorable en un ahorro anual de: 2.785,0 €		(2,1%)

Comparativo costes variables por cultivo

Figura 54.- Detalle del final de informe de costes por cultivo con el resultado definitivo

3.2.2.3.2.- Informe comparativo de costes por aplicación

El **Anejo 14** tiene incrustado el informe resultado de una explotación simulada similar a la del punto anterior. Este informe detalla los resultados agrupados por el tipo de maquinaria usada en las aplicaciones para de esta forma saber cuáles son las más sensibles al uso de sistemas de guiado.

En este caso se detalla un registro por cada maquinaria, el cual contiene la suma de costes derivados de las actividades realizadas con ese apero, tractor o equipo. La **Figura 55** muestra un ejemplo.

Estudio económico sobre implantación de sistemas de guiado por satélite (GNSS)				
Resumen de costes por maquinaria, equipos de guiado y correctores de señal		Explotación:	Explotación simulada 1	
		Superficie:	253,0 Ha	
		Rotación de cultivos:	Dos Años	
Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Tractor - 1 de 100 CV		Horas	392,9 h	353,3 h
Precio adquisición	46.500,0 €	Amortización	2.684,9 €	2.531,4 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	837,0 €	837,0 €
Horas de vida útil	12.000 horas	Otros costes fijos	630,0 €	630,0 €
		Total costes fijos	4.151,9 €	3.998,4 €
		Mantenimiento	856,4 €	770,4 €
		Combustible + aditivos	4.066,6 €	3.880,8 €
		Mano de obra	4.714,7 €	4.239,3 €
		Total costes variables	9.637,7 €	8.890,5 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	13.789,6 €	12.888,9 €
Resultado para Tractor - 1 de 100 CV:			favorable en 901 €/año	(+6,5%)

Figura 55.- Detalle de un registro correspondiente a un tractor con detalle de los costes derivados del uso en todas las aplicaciones en las que interviene.

La parte final del informe presenta los totales de costes por según la **Figura 56**.

Maquinaria o equipo:	Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Resumen total de costes anuales de la explotación:			
Explotación simulada 1 de 253,0 Ha	Amortizaciones	10.307,8 €	11.469,2 €
	Intereses	3.255,4 €	3.633,4 €
	Otros costes fijos	1.360,0 €	2.520,0 €
	Total costes fijos	14.923,2 €	17.622,6 €
Conclusión:	Mantenimiento	3.482,4 €	3.181,2 €
La implantación de sistemas de guiado es totalmente viable en esta explotación, generando un ahorro anual aproximado de 2.784 € igual al 2,1%	Combustible + aditivos	14.474,6 €	13.272,8 €
	Mano de obra	9.519,9 €	4.239,3 €
	Total costes variables	27.476,9 €	24.961,5 €
	Coste de insumos	90.592,2 €	87.624,0 €
	Total costes	132.992,3 €	130.208,1 €

Figura 56.- Detalle de la suma total de costes por conceptos de todos los equipos de la maquinaria y equipos de la explotación

Finalmente, un gráfico de barras muestra también los resultados. Ver **Anejo 14**.

Este informe presenta un comentario de conclusión distinto en función de los resultados y basado en una función de *Visual Basic*. La **Figura 56** muestra el ejemplo de un caso favorable a la implantación de equipos de guiado GNSS dadas las cifras resultantes. Se han establecido niveles adicionales sobre esta conclusión de la forma siguiente:

- Si el resultado de ahorro se encuentra en el intervalo entre 0 y 1.000 €, la conclusión será:
"La implantación de sistemas de guiado es viable en esta explotación dado que, a pesar de generar solo un ahorro aproximado de ...(cifra), igual al ...(cifra porcentual), obtendrá beneficios adicionales derivados de la comodidad de uso y de la posibilidad de realizar trabajos en condiciones de mala visibilidad".
- Si el resultado negativo hasta una cifra de pérdidas de hasta 1.000 €, la leyenda será:
"La implantación de sistemas de guiado no es viable a primera vista en esta explotación pero, dado el escaso coste adicional de su instalación, de aproximadamente solo ... (cifra), al año igual al ...(cifra porcentual)", debiera considerar los beneficios derivados de la comodidad de uso y de la posibilidad de realizar trabajos en condiciones de mala visibilidad".
- Si el resultado es negativo en cifra de pérdidas superiores a 1.000 €, la leyenda será:
"La implantación de sistemas de guiado no es viable en esta explotación salvo que la consideración de los costes adicionales, por importe de ...(cifra), igual al ...(cifra porcentual) al año, puedan compensar los beneficios derivados de la comodidad de uso y de la posibilidad de realizar trabajos en condiciones de mala visibilidad".

4.- Resultados y discusión

En el apartado 2 se establece que el objetivo de este proyecto es la creación de una aplicación informática capaz de determinar la viabilidad económica de la implantación de sistemas de guiado GNSS en tractores y que además muestre unos resultados de fácil comprensión y deducción a agricultores sin necesidad de tener un alto grado de formación técnica.

Son varios los fabricantes de sistemas de guiado GNSS que intentan proporcionar información sobre los beneficios de su implantación. Existen otras entidades que también disponen de estos calculadores, siendo por tanto bastante numerosos y casi imposible analizarlos todos porque están apareciendo constantemente. A continuación se describen solo alguno de los más conocidos y de fácil acceso a cualquier usuario.

Uno de los principales fabricantes de sistemas de guiado GNSS es Trimble, quien en su Web tiene un calculador de beneficios de uso de sistemas de guiado denominado “AG GPS PayBack Calculator”. Se puede acceder a través de la dirección:

<http://www.trimble.com/agriculture/payback-calculator/index.aspx>

La **Figura 57** muestra el formulario que se debe cumplimentar para realizar los cálculos.

Figura 57.- Calculador PayBack de la web de Trimble

Aunque permite la selección de varias formas de la superficie de la explotación, éstas están referidas a toda la superficie y no permite la distribución interna. Habría que analizar cada besana como una explotación independiente.

Seguidamente puede verse que solo permite ciertas aplicaciones, como siembra de maíz, inyección de amoníaco anhidro y pulverización. Accediendo a cada botón se pueden configurar varios parámetros como ancho de aplicación, coste de la dosis por Ha, etc., según la **Figura 58**.

Muchos de estos datos hay que calcularlos previamente y finalmente aparece la cifra de ahorro total "Total savings". Por tanto, la pregunta sería como acometer el estudio de una explotación normal de nuestro entorno donde se cultiva trigo, girasol, etc.

Parameter	Value	Unit
Total area farmed	500	hectares
Width of application machine	20	metres
Number of sections automatically controlled	24	
Cost of inputs per ha	120	\$
Cost of yield loss due to overlap per ha	320	\$
Application speed	2	m/s
Total Savings	25163	\$
Total Overlap Avoided	57.19	hectares

This equals 11.4 %

Figura 58.- Parámetros configurables en el calculador PayBack de la web de Trimble

Este mismo fabricante tiene acuerdos de comercialización de sus productos con la multinacional CNH Industrial, empresa del grupo Fiat fabricante y propietaria de varias marcas de tractores como Case-IH, New Holland y Steyr. La página Web de la marca Case-IH muestra un calculador denominado "AFS Calculator" que también está disponible para su red comercializadora como un programa instalable denominado "CASE IH Auto Guidance Calculator". Se accede a la web mediante la dirección:

http://www.caseih.com/en_gb/Products/AFS/Pages/AFSCalculator.aspx

La pantalla inicial, ver **Figura 59**, permite la recuperación o creación de una explotación. El paso siguiente es crear los tractores, pero éstos solo se pueden seleccionar de una lista desplegable con las potencias que esta marca dispone y el coste horario hay que establecerlo, no lo calcula. La **Figura 60** muestra este paso.

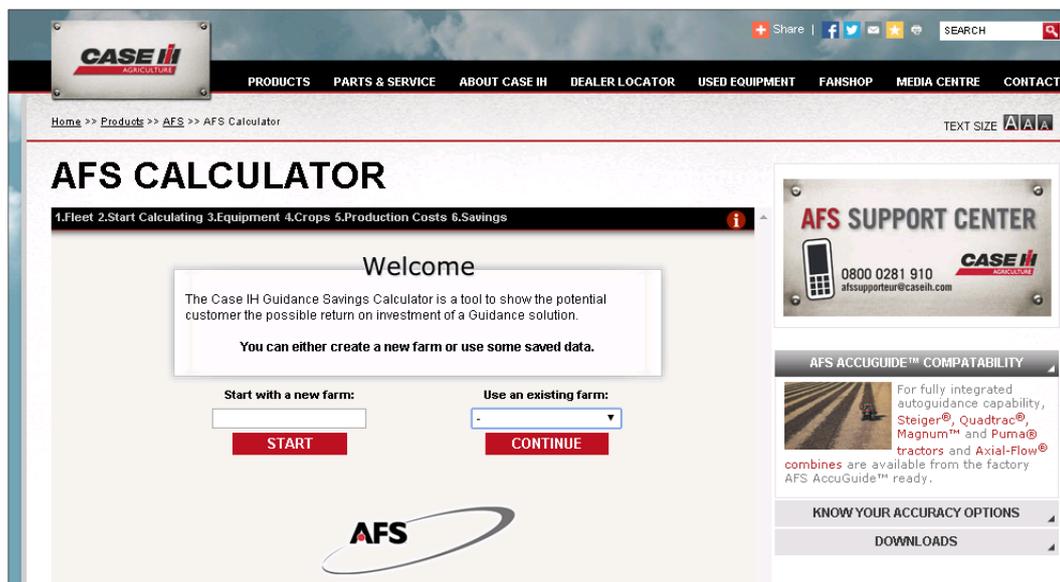


Figura 59.- Pantalla inicial del AFS Calculator de Case-IH

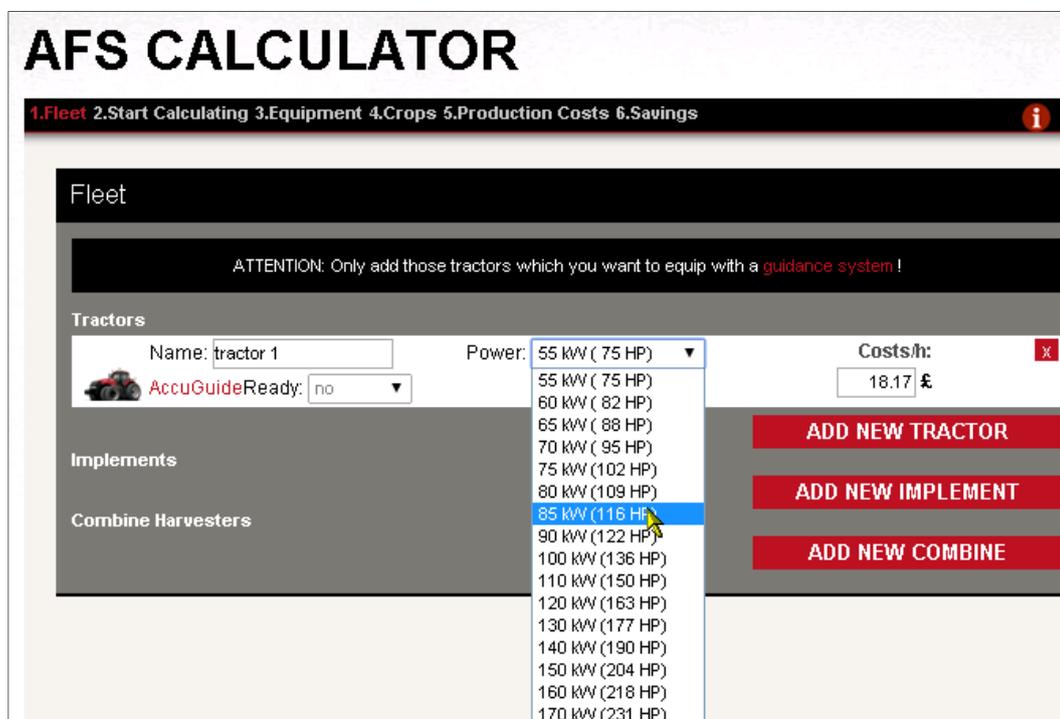


Figura 60.- Pantalla selectora de tractores de la explotación del AFS Calculator de Case-IH

De igual forma se deben agregar los aperos, pero también de una lista desplegable solo con cierto tipo, no permite crear ni disponer del ancho real, ni configuración adicional alguna, tal y como puede apreciarse en la **Figura 61**.

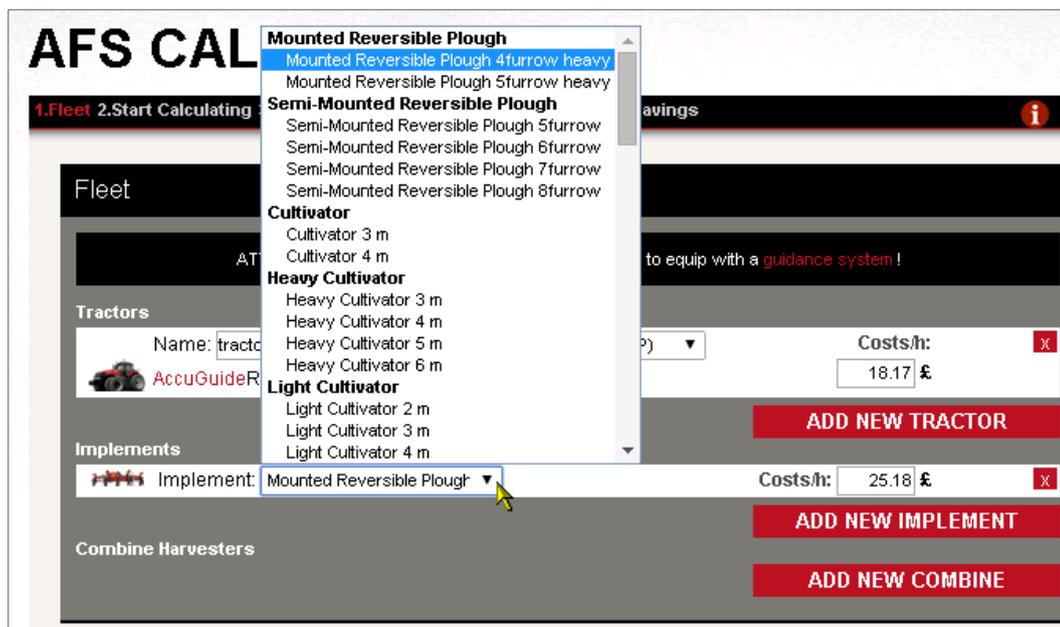


Figura 61.- Pantalla selectora de aperos de la explotación del AFS Calculator de Case-IH

Los siguientes pasos tienen criterios similares, es decir, no hay procedimientos de cálculo deductivo de los costes, se pueden realizar toda clase de combinaciones ilógicas como sembrar con vertedera o abonar con cultivador, solo permite los equipos de guiado del fabricante y no permite crearlos ni editarlos de forma genérica. Es imposible llevar a cabo un plan de cultivos real de nuestra zona porque ni están los aperos, ni las aplicaciones, las cuales hay que seleccionarlas una a una, solo con aperos determinados y los costes tienen que estar previamente calculados, no hay deducción alguna. En definitiva no se ajusta a la realidad.

Como novedad incluye la posibilidad de agregar cosechadoras de cereales, pero las explotaciones de nuestro entorno rara vez tienen este tipo de maquinaria en propiedad dada la escasa rentabilidad de su inversión, por lo que no han sido consideradas en este proyecto. El estudio de la implantación de sistemas de guiado GNSS en cosechadoras de cereales puede ser objeto de otro interesante proyecto con unas variables totalmente distintas a la de los tractores, ya que por una parte no hay insumos y por otra, el solape, aunque perjudica, no provoca una pérdida directa ya que la parte solapada no tiene carga de trabajo.

La marca New Holland, tanto a través de una página web como bajo el sistema operativo Android (**Figura 62**) tiene la aplicación denominada "PLM Cost Savings Calculator", disponible en idioma español:

http://agriculture.newholland.com/us/en/PLM/PLM_Calculator/Pages/calculator.aspx

Permite la configuración de hasta 4 cultivos con varios costes que ya deben estar calculados previamente, es decir, no se deducen.

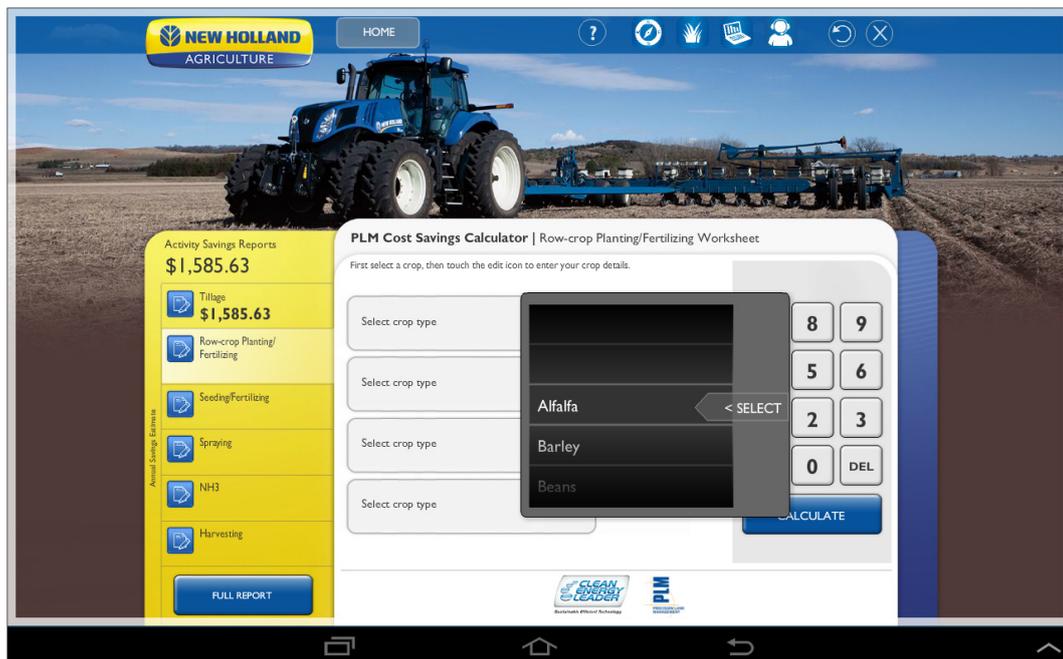


Figura 62.- Pantalla de selección de cultivos de la aplicación PLM Cost Savings Calculator en Android

Una pantalla final con varias solapas informa de unos ahorros sin deducir su procedencia, según la Figura 63.

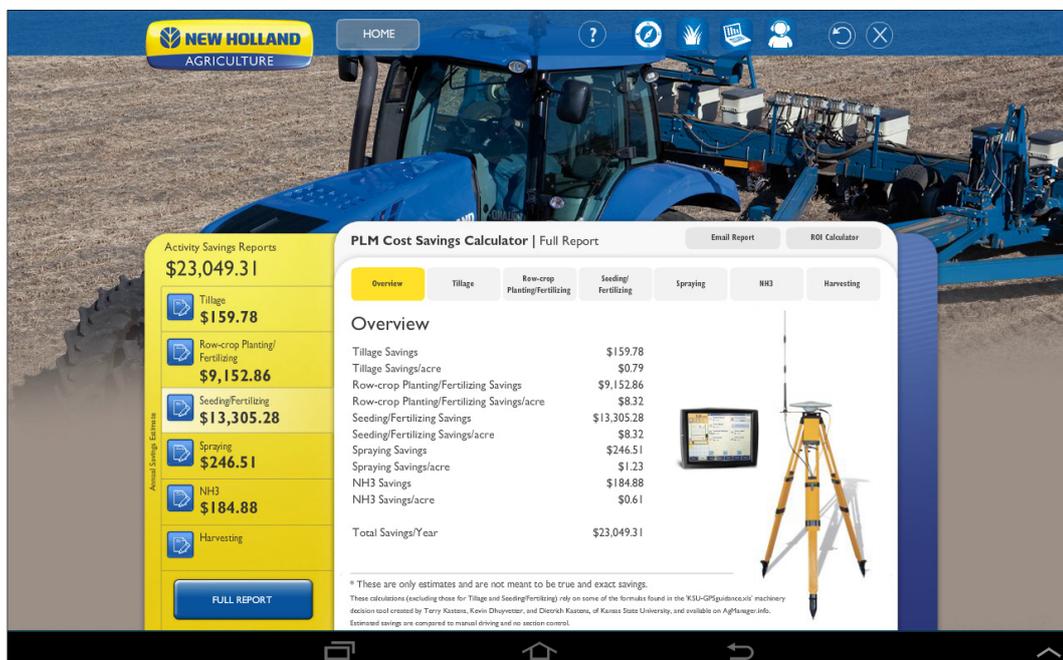


Figura 63.- Pantalla de resultados finales de la aplicación PLM Cost Savings Calculator en Android

Solo calcula costes a cierto tipo de aplicaciones, como labranza, sin especificar que apero, siembra en hileras, siembra convencional, fertilización, pulverización y abonado. Además incorpora la cosechadora.

A través de la web del fabricante Leica, se puede acceder a otro calculador de rendimientos ubicado en:

<http://www.precisionag.com/profit-calculator/>

Al estudiarlo se deduce que está diseñado para el análisis de sistemas de control de secciones en aplicadores de fertilizantes y pulverizadores, pero que de ningún modo puede ajustarse de nuevo a la realidad de una explotación y a su plan de cultivos. Las **Figuras 64 y 65** muestran capturas de pantalla donde se puede verificar esta conclusión.

Whole Farm Data

100 Size of typical field (acre)

2,000 Maximum width of field, perpendicular to direction of swaths (

6,000 Running distance of headlands to cover for field (f

30.0 Calculated average angle of approach to headland in degrees

5.00% Interest rate for investment analysis (perce

10 Number of years for amortization (yea

\$0 Annual non-ownership costs for current technology (\$/fa

\$3,000 Annual non-ownership costs for new technology (\$/fa

Include in Whole-Farm Analysis (1=Yes, 0=No)

Sprayer	Planter	Fertilizer	Other
1	1	1	1

Figura 64.- Toma de datos de la aplicación Profit Calculator

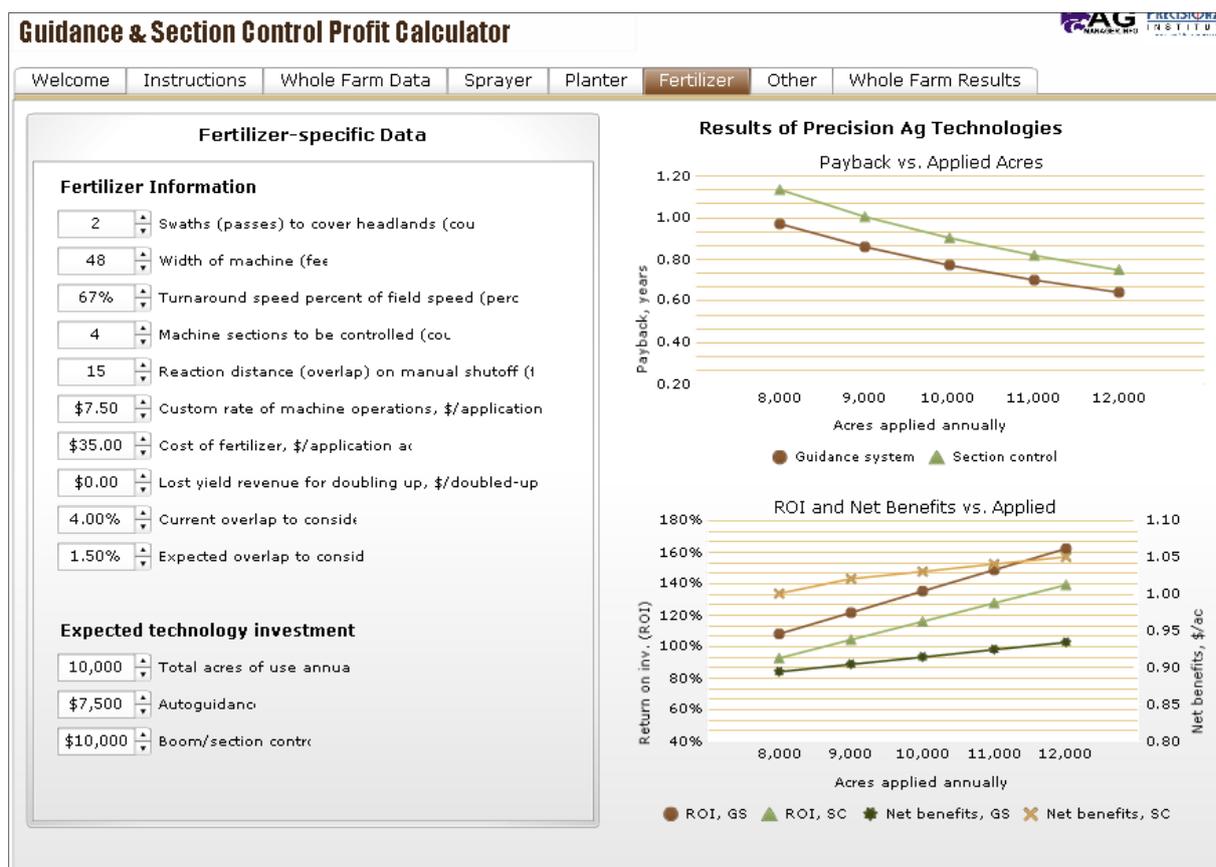


Figura 65.- Presentación de resultados de la aplicación Profit Calculator

Otra de las páginas web que ofrece este tipo de cálculos se encuentra en la dirección:

<http://www.precisiondecisions.co.uk/index.php/hardware/steering-cost-saving>

Un formulario Online denominada “Autosteer Cost Saving Calculator” calcula en una aplicación genérica las diferencias de coste con distintos niveles de precisión introduciendo datos de costes ya calculados previamente, tampoco deducidos. Proponen una toma de datos demasiado simple y solo se pueden hacer los cálculos sobre una superficie, no sobre un conjunto de ellas. La **Figura 66** muestra el formulario

Home About Us Services Hardware Software Our Partners Weather

f t in g

Autosteer Cost Saving Calculator

Quantify possible savings

This calculator estimates the savings created when using a form of guidance on a vehicle

Step 1 : Enter your farm and vehicle details in the blue section
 Step 2 : Alter the receiver accuracy if required or use the tool below to estimate your overlap
 Step 3 : View the savings for GPS only, Omnistar and RTK

Operational Speed	7	kmph	Used to calculate the time to cover the farm
Implement Width (m)	10	m	Used to calculate the number of passes within your farm area
Fuel Cost / Litre	1	£ / litre	
Tractor Fuel Use / Hr	15	litre / hour	
Lease rate / hour	0.02	£ / hp /hr	e.g a 300hp tractor leased at £10 per hour on the clock would be 10/300 = £0.033
Tractor Horse Power	150	hp	
Labour Cost	15	£/Hr	
Chemical Cost / Ha	100	£/Ha	Your approximate outgoing on chemicals, this is for the overlap wastage calculation
Fert Cost / Ha	100	£/Ha	as above but with fertiliser
area	250	Ha	total farm area

Figura 66.- Formulario web de la aplicación Autosteer Cost Saving Calculator

Los **Anejos 13** y **14** contienen ejemplos de informes finales de este proyecto basados en una explotación simulada con parámetros típicos de nuestra zona relativos a tamaño y distribución de besanas, cultivos, aplicaciones, insumos, tractores, aperos y equipos de guiado. En el informe del **Anejo 13** se muestran de forma detallada una serie de datos por cada una de las aplicaciones de los que se deducen fácilmente los resultados finales derivados de los tiempos y recorridos. Los tiempos dependen de los recorridos y la velocidad mientras que los recorridos del número de pasadas, su longitud y de las maniobras de cabecera. Todos estos datos se detallan para cada aplicación según se muestra en la **Figura 52**.

El **Anejo 14** incluye ejemplo de informe donde se detallan los resultados comparativos por cada maquinaria utilizada y el origen de los mismos. Ambos informes aportan un resultado final fácilmente entendible por cualquier responsable de explotación que es la cuantificación y diferencia del coste anual de la explotación en ambos escenarios de uso o no de sistemas de guiado GNSS, detallando el origen de los cálculos.

En ambos informes puede verse el resultado final fruto de los procesos de cálculos detallados en distintos anejos e insertados en la aplicación mediante funciones de *Visual Basic*. Los resultados finales expresados en cifras de diferencia de costes anuales arrojan unos resultados totalmente lógicos y acordes con el tamaño y maquinaria usados en la explotación simulada; los costes variables bajan al disminuir los tiempos, recorridos y aporte de insumos mientras que los costes fijos aumentan por la amortización, intereses, mantenimientos, cuotas de corrección de señal de los equipos de guiado, etc., justo lo que realmente ocurre. En consecuencia ésta es una prueba de haber desarrollado correctamente los procesos de cálculo y estructura de la aplicación.

Por tanto cabe hacer las siguientes distinciones sobre el resto de aplicaciones conocidas:

- Todas ellas realizan cálculos sobre solapes, pero no tienen en cuenta las consecuencias del uso de distintos patrones y la condicionalidad de éstos en función del tipo de apero y maniobrabilidad, dado que no toman ningún dato relativo a ello.
- Esta aplicación realiza un cálculo de costes deductivo de los parámetros básicos, tal y como se hace en la realidad y siguiendo las pautas establecidas por la mayoría de entidades competentes para ello, como el propio Ministerio de Agricultura. No se pregunta por totales que haya que calcular previamente.
- El resto de programas calculadores no tiene posibilidad de realizar distribuciones de superficies, confeccionar planes de cultivo, crear cultivos, aplicaciones asociadas a los cultivos e insumos asociados a las aplicaciones, siendo este protocolo la base estructural de esta aplicación. Tampoco nuevas maquinarias y mucho menos distintos parámetros asociados a ellas por lo que los resultados no se pueden ajustar a la realidad de nuestro entorno. Solo pueden analizar parcialmente un trozo del conjunto total de actividades de una explotación. Algunas distinguen entre la forma del terreno y la dirección de las labores como si se llevaran a cabo siempre en la misma dirección, descartando los cruces de labor tan habituales.
- Con independencia de los problemas del idioma y de las unidades de medida, que a estos efectos lo son, los reportes finales no simulan lo realizado globalmente en un ciclo completo de rotaciones de cultivo y muestran una información solo de pantalla, no de carácter permanente. El reporte de esta aplicación está diseñado para contener todo un ciclo de cultivos con todas sus aplicaciones y ser posteriormente impreso para que el destinatario lo pueda analizar tranquilamente.
- La aplicación está dotada de una interfaz de uso muy intuitiva diseñada para el uso por personas con poca experiencia en manejo informático. Una gran cantidad de funciones de *Visual Basic* vigilan la correcta cumplimentación para prevenir errores de incongruencia.

MEMORIA

5.- CONCLUSIONES

5.- Conclusiones

La compleja y extensa confección de este proyecto en forma de aplicación informática tiene por objeto ofrecer una herramienta de cálculo capaz de ajustarse a la inmensa mayoría de los escenarios de uso especificados en el apartado del ámbito de actuación y que hoy día se practican en nuestro entorno. Se pretende ayudar en la toma de decisión a un agricultor de forma sencilla y objetiva sobre la instalación de los modernos sistemas de guiado GNSS en tractores y de los beneficios tangibles que puede obtener con ello.

La estructura de datos precargados fácilmente editable y ampliable hará que se readapte a escenarios, usos y costumbres distintos de los inicialmente cumplimentados, permitiendo en consecuencia una rápida ejecución de nuevos estudios. La multitud de parámetros de algunos de estos datos, como las especificaciones de aperos, tractores y equipos GNSS permitirán ajustarse a cualquier nueva variable.

La distinción y elección de patrones acerca el proceso de cálculo aún más al escenario real de quienes manejan los tractores. La posibilidad de retroceder en el proceso de cumplimentación hace posible la simulación con alguna variante sin tener que volver a cumplimentar de nuevo todos los datos. Los informes finales pretenden mostrar lo ocurrido realmente en todos los eventos de un ciclo de cultivos.

Comparada con el resto de aplicaciones, un menor aporte de información, gracias a la base de datos pre configurados, aporta resultados más extensos y deductivos que ninguna de los demás calculadores conocidos.

Pero a pesar de que este proyecto es en sí un proyecto final de carrera, es intención del autor que no sea el final del mismo, sino el inicio, ya que, como ocurre a toda herramienta informática, podrá ser mejorado con su uso y enriquecido con nuevas ideas de los potenciales usuarios.

La perspectiva de la historia reciente en la mecanización de nuestros campos, y en lo relativo a la modernización de los tractores, nos ha hecho vivir la transición, siempre con reparos de muchos agricultores, entre tractores de oruga a ruedas de simple tracción, de éstos a los de doble tracción, posteriormente aparecen las cabinas climatizadas y más recientemente los avances en los sistemas de cambio de velocidades con las modernas cajas de cambio Powershift y transmisión continua así como la suspensión delantera.

No hay duda que el paso siguiente, ya iniciado por parte de los más pioneros, es la generalización de sistemas de Autoguiado, y este proyecto, fruto de conocimientos acumulados en casi 30 años de experiencia laboral en el ramo, pretende acelerarlo en lo posible con una información veraz y objetiva para nuestros agricultores.

Anejo 1

DESCRIPCION Y ANALISIS DE PATRONES Y MANIOBRAS EN CABECERA

ANEJO 1

DESCRIPCION Y ANALISIS DE PATRONES Y MANIOBRAS EN CABECERA

1.- Descripción de tipos de enganche al tractor, tipos de labor y maniobrabilidad

2.- Descripción general de patrones y maniobras

1.- Descripción de tipos de enganche al tractor, tipos de labor y maniobrabilidad

En la metodología del proyecto se tienen en cuenta los distintos tiempos totales en realizar una aplicación en una besana derivados de seguir distintos patrones de aplicación así como los tiempos de maniobras en cabecera. Dado que la unidad básica de medición de superficie es la besana, su tamaño influye en el porcentaje de tiempo dedicado a maniobras de cabecera respecto del tiempo total de aplicación porque a medida que aumenta de tamaño se modifica la proporción entre su superficie y el número de pasadas y maniobras necesarias para cubrirla. El número de pasadas es proporcional a la longitud de un lado mientras que la superficie lo es al cuadrado del mismo

Para calcular los citados tiempos, es necesario determinar primero los patrones y maniobras posibles, y averiguar cuáles son los óptimos si se usa o no sistemas de ayuda de guiado GNSS, por lo que se va a proceder a describir los distintos escenarios que se pueden producir y que harán variar el resultado final.

Consecuentemente, al crear un apero en la base de datos, el formulario correspondiente va a requerir la cumplimentación de una serie de características que determinarán posteriormente el tipo de patrón y maniobra que ese apero puede realizar en sus aplicaciones, tanto con uso o no de sistemas de guiado.

Para determinar los distintos tipos de maniobras y patrones, atenderemos a las siguientes variables:

- 1.1.- Tipo de enganche al tractor
- 1.2.- Tipo de labor del apero.
- 1.3.- Capacidad de maniobra del tractor y apero.

A continuación se describen cada una de ellas.

1.1.- Tipo de enganche al tractor.

La forma de enganche al tractor va a determinar el tipo de maniobra que se puede hacer en las cabeceras. A estos efectos, tenemos:

1.1.1.-Aperos suspendidos mediante acoplamiento al elevador hidráulico, y que permiten maniobras de inversión de marcha en cabeceras.

1.1.2.-Aperos arrastrados y semi-suspendidos, ya sea a la barra o gancho de tiro e incluso a los brazos del elevador, y que no permiten maniobras marcha atrás, o su dificultad las hace inviables en el desarrollo de sus funciones.

1.2.- Tipo de labor del apero. Clasificamos el tipo de labor en:

1.2.1.- Labores simétricas.

1.2.2.- Labores asimétricas.

Todo ello atendiendo a la siguiente descripción:

1.2.1.- Labores simétricas.

Son aquellas en las que las distintas pasadas contiguas pueden ser adosadas indistintamente por ambos lados. La huella que deja la labor realizada es simétrica. Consecuentemente, después de realizar la primera pasada se puede retornar igualmente por un lado u otro de la pasada.

Reúnen esta condición una mayoría de aperos usados con frecuencia, como escarificadores, vibrocultores, sembradoras convencionales y en línea, abonadoras y pulverizadores, fresadoras, gradas rotativas, gradas de disco en x, etc.

1.2.2.- Labores asimétricas.

Son aquellas en las que la huella que deja la labor es asimétrica, normalmente por dejar un surco en un lado de la pasada y un alomado en el lado contrario. Ello es debido normalmente por producirse un desplazamiento o volteo lateral en el terreno y obligar a solaparlo en la siguiente pasada siempre por el mismo lado para conservar la homogeneidad de la labor. Este hecho impone realizar las pasadas contiguas en la misma dirección o a emplear un apero de los denominados reversibles que en una pasada inversa invierten el sentido de su volteo.

Componen este tipo de aperos principalmente los arados de vertedera o disco y las gradas de disco en V.

Este tipo de apero exige normalmente a crear un patrón de arada realizando cortes de besana que se van cerrando. Para mejorar este inconveniente se crearon los aperos reversibles, que aunque producen labor asimétrica, las pasadas pueden ser adyacentes en sentido contrario, pero siempre avanzando en pasada tras pasada, sin poder realizar alternancias o cortes.

Consecuentemente, podemos clasificar estos aperos en:

1.2.2.1.- Labores asimétricas con aperos no reversibles.

1.2.2.2.- Labores asimétricas con aperos reversibles.

1.3.-Capacidad de maniobra del tractor y apero.

Cuando el conjunto tractor y apero llega a la cabecera, normalmente se enfrenta a la maniobra de girar 180°.

En la realización de las maniobras de cabecera hay que tener en cuenta que los operadores del tractor tienen presente que se debe emplear el menor recorrido posible para evitar la compactación del terreno y que la anchura de la cabecera de maniobras debe ser lo más estrecha posible para no romper el patrón de la labor que se realiza. En el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro” se definen distintas mediciones del radio de giro del conjunto tractor-apero de la que derivan unos procesos de cálculo en las maniobras de cabecera.

Si se observan las **Figuras 1 y 2**, pueden ocurrir varios escenarios según el *radio de giro apero* del conjunto tractor-apero r , y el ancho del apero definido por el segmento a en las Figuras.

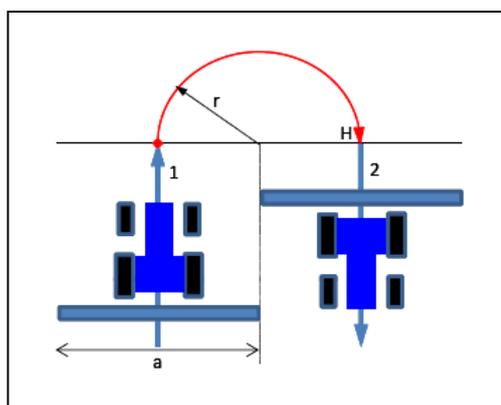


Figura 1

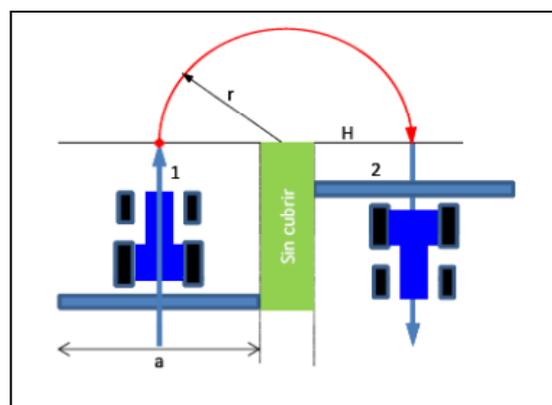


Figura 2

1.3.1.- Para aquellos casos en los que se cumple la condición $r \leq \frac{a}{2}$ se podrá seguir el patrón de mayor rendimiento haciendo un giro de 180° de forma ininterrumpida adaptándolo de la forma que requiera el tipo de labor descrito en el punto 1. A este escenario le vamos a llamar en lo sucesivo *alta maniobra*. En estos casos, el radio de giro r pasa a ser $\frac{a}{2}$, tal como puede deducirse de la **Figura 1**, para que de esta forma se realice un solape exacto.

1.3.2.-La Situación en la que $r > \frac{a}{2}$, la llamaremos en lo sucesivo *baja maniobra*, lo que implica realizar otros tipos de maniobras que se describirán más adelante.

2.- Descripción general de patrones y maniobras.

2.1.- Patrón de giro directo.

En la **Figura 3** se muestra lo que denominamos como patrón de giro directo, consistente en realizar una maniobra de 180° de forma directa, sin interrupción alguna, al final de una pasada para ejecutar la pasada adyacente contigua a la anterior.

Es fácil deducir que para que esta maniobra sea posible, el primer requisito es que el conjunto tractor apero tenga la clasificación vista anteriormente de alta maniobrabilidad y que para poder girar tanto a un lado como al otro, el apero debe ser de labor simétrica o asimétrica reversible.

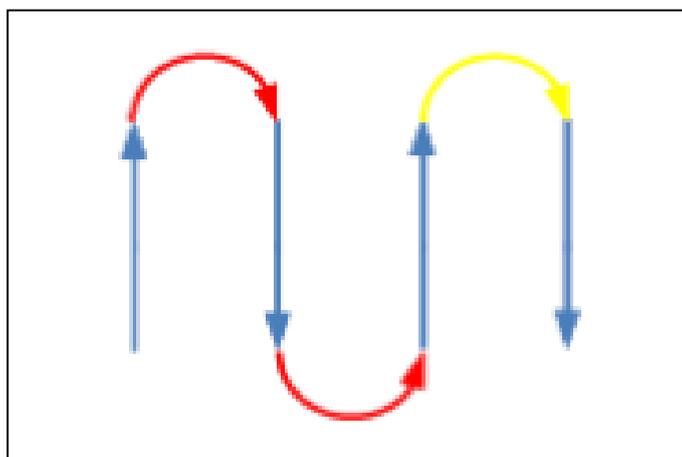


Figura 3. Patrón de giro directo

2.2.- Maniobra de giro directo de gran amplitud.

Cuando el apero reúne las mismas condiciones del punto anterior, es decir, labor simétrica o asimétrica reversible pero es de baja maniobrabilidad, una de las soluciones posibles es acometer lo que denominamos un giro directo de gran amplitud ilustrada en la Figura 4.

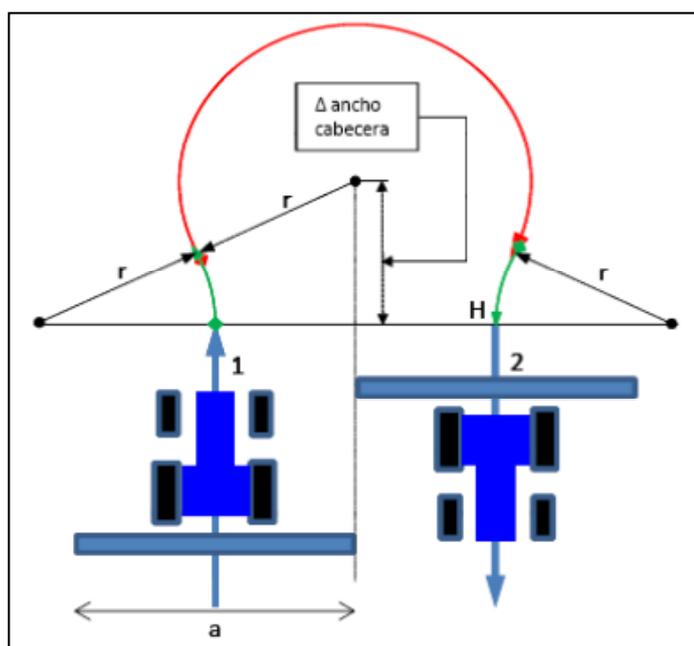


Figura 4. Patrón de giro directo de gran amplitud

Esta solución aumenta la anchura de cabecera (inviabile en siembras entre líneas) y la compactación de la misma, por lo que es generalmente poco usada, aunque existen excepciones en tractores con mecanismos que disminuyen considerablemente el radio de giro.

Otra solución en este escenario es realizar una maniobra de doble giro tal como se describe en la **Figura 5**.

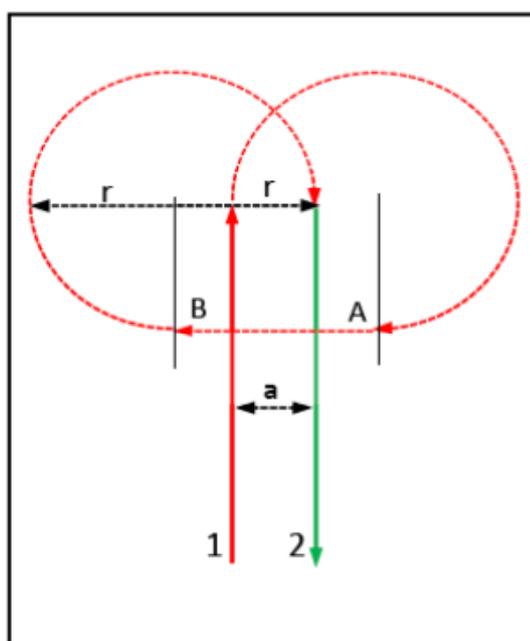


Figura 5. Maniobra de doble giro en cabecera

Esta es una maniobra ocasional que también aumenta la compactación, pero mantiene un ancho aceptable en la cabecera. Es prohibitiva en siembras, ya que se pisa lo sembrado, y solo se usa ocasionalmente o en primer giro de gradas de disco, por lo que no será considerada un patrón de arada.

2.3.- Maniobra clásica de inversión de marcha.

Esta maniobra se describe en la **Figura 6** y es posible solo si el apero es del tipo de enganche suspendido para poder dar marcha atrás y de labor simétrica o asimétrica reversible que permite pasadas adyacentes contiguas por ambos lados del apero.

Es una de las maniobras más usadas y es objeto de estudio en el **Anejo 9** "Calculo del tiempo en realizar maniobra de inversión de marcha"

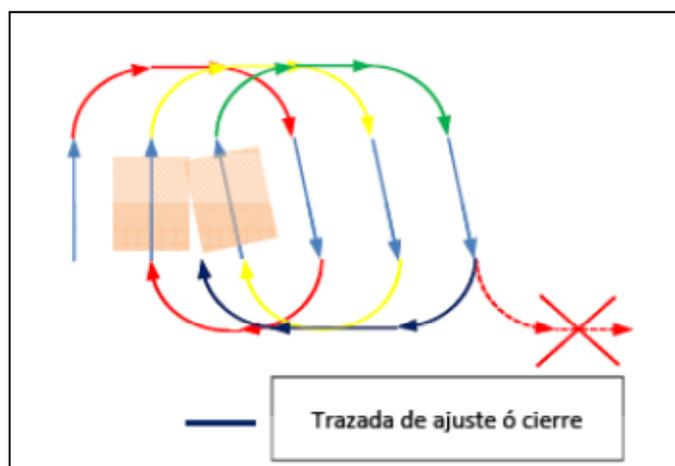


Figura 8

y por otro el encaje de la última pasada de cierre, es decir, hacer coincidir el pase de cierre con el ancho de labor, tal como se ilustra en la **Figura 9**.

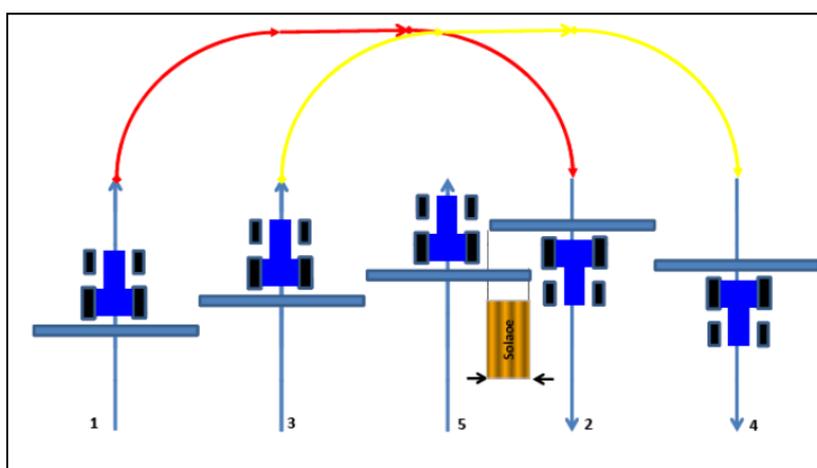


Figura 9

Los errores de cierre de besanas están cuantificados en el **Anejo 6** "Cálculo del error de solapamiento provocado por no seguir un patrón de trabajo de forma adecuada".

Estas dificultades hacen que los operadores del tractor opten casi siempre por la opción de inversión de marcha, teniendo entonces la opción siguiente.

2.5.- Maniobra de cortes de besana en aperos de labor asimétrica.

En aperos de labor asimétrica no reversible no podemos realizar pasadas contiguas adyacentes por ambos lados del apero, por lo que una de las soluciones es realizar el patrón ilustrado en la **Figura 10**.

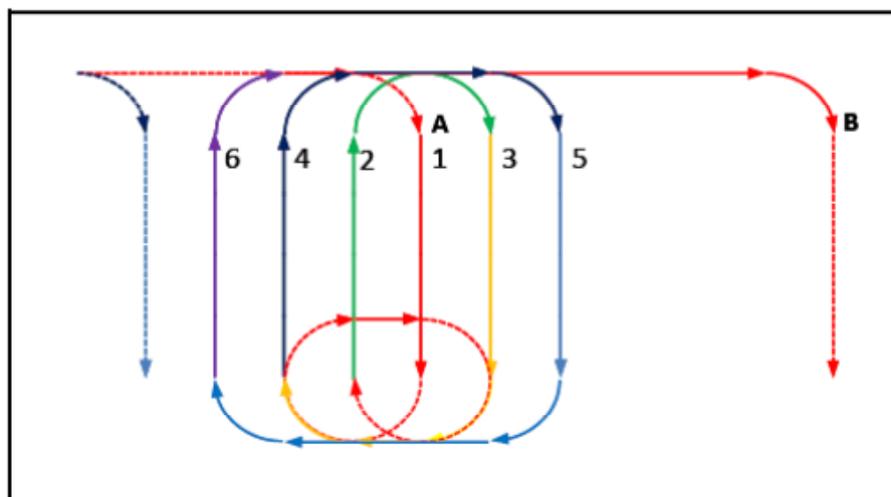


Figura 10. Patrón de cortes de besana en labor asimétrica

A diferencia del sistema de corte de besana en labores simétricas, aquí las pasadas van a un lado y otro alternando y rodeando a la primera, haciendo que los recorridos en cabecera sean cada vez más largos. Por ello es habitual que en el primer giro se haga una maniobra de inversión de marcha o un doble giro como el ilustrado para compensar la falta de maniobrabilidad si fuese su caso.

En la segunda pasada se suele producir un alomado en su pegue con la primera, mientras que en la pasada de cierre suele quedar un surco al descubierto. Este inconveniente, perjudicial en terrenos de riego por la desnivelación que produce, sumados a los ya visto de las pérdidas en el cierre, hacen que este patrón se alterne con el siguiente.

2.6.- Patrón en espiral hacia interior siguiendo el contorno de besana.

Este patrón se describe en la **Figura 11.**

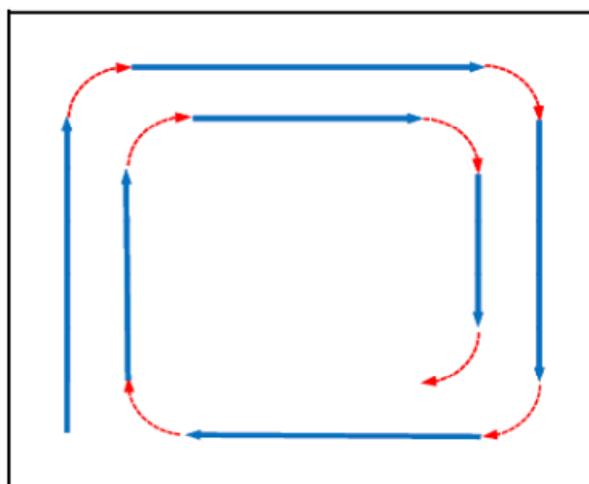


Figura 11.

Patrón en espiral interna o "en redondo" siguiendo el contorno de besana

Este patrón es posible realizarlo tanto con aperos de labor simétrica como asimétrica. Sin embargo, en el caso de labores asimétricas con apero reversible se considera absurdo el estudio en este proyecto dado que la reversibilidad del apero nunca habría que usarla y por tanto carece de sentido.

Los patrones en espiral son muy poco habituales dado que en nuestra zona se practica la alternancia de cultivos entre los que se encuentran los que se cultivan en línea. Por ello también existe una alternancia de la orientación de las labores. Además, el tamaño medio de las besanas no es muy grande, por lo que este sistema deja de ser interesante.

Sin embargo, en el caso de labores de alzado veraniegas en las que el patrón de arada es después roto por varios pases adicionales de preparación del terreno, es bastante usado el llamado patrón “arar alrededor”, iniciando las pasadas por la periferia de la besana y dejando la zona del giro sin labrar para posteriormente realizar una pasadas en las diagonales para cubrir todo. En este caso da igual la maniobrabilidad, salvo por el ancho de las diagonales no labradas.

La grada de discos en V solo puede realizar giros hacia al lado del vértice de la V, coincidiendo entonces el giro del apero con el de la propia tendencia de su construcción al permitir la rodadura natural de los discos. Si se hace en sentido contrario, se fuerza un desplazamiento transversal de los discos, ocasionando éstos gran resistencia pudiendo forzar la integridad del apero, provocando un sobreesfuerzo y consumo en el tractor, si es que es capaz de realizar la maniobra, y dejando tras de sí unos grandes surcos provocados por el citado desplazamiento transversal de los discos.

Dado que la construcción de la grada obliga a realizar los solapes por la izquierda de cada pasada y los giros son también a izquierda, se deduce que no se puede realizar una espiral que obligaría a realizar giros a derecha. La solución sería realizar un doble giro en cada esquina, pero tal como se ha dicho anteriormente, el patrón de espiral solo se hace en nuestra zona en labores de alzado para tener tiempo de alinear posteriormente las labores, y la grada de discos no es un apero habitual de alzado.

En el resto aperos, arados al arrastre, en la maniobra de giro están alzados sobre unas ruedas que si permiten el giro bidireccional. En el **Anejo 10** “Cálculos en patrón de cortes de besana con aperos de labor asimétrica” se determina el tamaño ideal de los cortes de besana teniendo en cuenta el error de cierre descrito en este anejo y cuantificado en el **Anejo 9**.

La combinación de patrones y maniobras en cabecera descrita anteriormente queda resumida en el cuadro de la **Tabla 1**.

Atendiendo a los criterios de uso habitual en la zona de estudio de este proyecto, se han clasificado ciertas combinaciones como imposibles o absurdas de realizar, por lo que la aplicación informática no las tendrá en cuenta como opción de estudio.

Sin embargo existen otros patrones, que aunque inusuales, son posibles y opcionalmente pueden ser incluidos en como patrones alternativos en los estudios comparativos de la aplicación informática.

Cuadro resumen de Patrones y maniobras posibles									
✓ : posible y habitual; ✓ : posible, poco habitual; X: imposible									
Tipo enganche	Tipo labor	Tipo Apero	Maniobrabilidad	Giro directo	Giro directo gran amplitud	Cortes besana labor simétrica	Inversión de marcha	Cortes besana labor asimétrica	Espiral interna
				Suspendido	Simétrica		Alta	✓	X
Baja	X	✓	✓				✓	X	✓
Asimétrica	Reversible	Alta	✓		X	X	X	X	X
		Baja	X		✓	X	✓	X	X
	No reversible	Alta	X		X	X	X	✓	✓
		Baja	X		X	X	X	✓	✓
Arrastrado	Simétrica		Alta	✓	X	X	X	X	✓
			Baja	X	✓	✓	X	X	✓
	Asimétrica	Reversible	Alta	✓	X	X	X	X	X
			Baja	X	✓	X	X	X	X
		No reversible	Alta	X	X	X	X	✓	✓
			Baja	X	X	X	X	✓	✓

Tabla 1

En la tabla puede apreciarse que algunos escenarios solo recomiendan un patrón (marcados con la celda verde), mientras que otros permiten varios (celdas marcadas en naranja).

Dado que este proyecto pretende ser respetuoso con los usos y costumbres sobre los patrones que se usan en distintas situaciones por cada operador, en el proceso de configuración de la explotación se podrán seleccionar los patrones que se usen habitualmente de entre los posibles o lógicos de la tabla anterior.

Pero en el caso de la simulación con GNSS se recomendarán aquellos de mejor rendimiento, dado que el factor de pericia del conductor pasa a un segundo plano. Poder elegir entre varios patrones será una opción configurable en la aplicación informática.

En el **Anejo 2** "Procedimiento de cálculo de tiempos y recorridos en una besana siguiendo patrones con pasadas paralelas" y en el **Anejo 3** "Procedimiento de cálculo de tiempos y

recorridos en una besana siguiendo un patrón en espiral interna “se determinan los procesos de cálculo del tiempo de ejecución de una aplicación en una besana. Si esos procedimientos los llevamos a una hoja de cálculo podemos averiguar cuál es el patrón más idóneo cuando se usa GNSS en el caso de tener varios donde elegir. Se establece una velocidad de 6 Km/h y una besana de 25 ha. El solape con GNSS se establece en un 3% y sin GNSS un 8%.

El primer caso lo tenemos en aperos suspendidos de labor simétrica de baja maniobrabilidad, donde hay cuatro patrones posibles aunque uno de ellos es poco usual. La **Tabla 2** muestra la comparación de este caso.

Comparativo tiempos	Sin uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Giro directo gran amplitud simétrica suspendida	174.715 s	116.674 s	77.893 s	52.172 s	34.856 s
Inversión de marcha simétrica suspendida	179.720 s	119.959 s	79.972 s	53.547 s	35.698 s
Corte besana simétrica suspendido	171.996 s	115.961 s	78.075 s	52.938 s	35.970 s
Espiral interna	168.482 s	112.322 s	75.183 s	50.122 s	34.019 s
Comparativo tiempos	Con uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Giro directo gran amplitud simétrica suspendida	165.782 s	110.617 s	73.997 s	49.310 s	32.944 s
Inversión de marcha simétrica suspendida	170.494 s	113.643 s	76.014 s	50.589 s	33.726 s
Corte besana simétrica suspendido	155.267 s	103.492 s	69.227 s	46.074 s	30.716 s
Espiral interna	159.171 s	106.719 s	71.448 s	47.632 s	31.452 s

Tabla 2

Puede apreciarse que con uso de GNSS el patrón de mejor rendimiento es el de cortes de besana de labor simétrica, y esta será la opción con GNSS.

El caso siguiente corresponde a aperos suspendidos de labor asimétrica reversible.

Comparativo tiempos	Sin uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Giro directo gran amplitud asimétrica reversible suspendida	174.715 s	116.674 s	77.893 s	52.172 s	34.856 s
Inversión de marcha simétrica suspendida	179.720 s	119.959 s	79.972 s	53.547 s	35.698 s
Comparativo tiempos	Con uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Giro directo gran amplitud asimétrica reversible suspendida	165.782 s	110.617 s	73.997 s	49.310 s	32.944 s
Inversión de marcha asimétrica reversible suspendida	170.494 s	113.643 s	76.014 s	50.589 s	33.726 s

Tabla 3

En este caso puede apreciarse que el mejor patrón es el de maniobra de giro directo de gran amplitud. Pero este patrón presenta problemas de compactación en las cabeceras y no todos los usuarios lo practican, por lo que se dará opción de elección en la aplicación informática.

El escenario múltiple siguiente es el correspondiente a aperos suspendidos asimétricos no reversibles, tanto de alta como baja maniobrabilidad, cuyos datos se reflejan en **Tabla 4**.

Comparativo tiempos	Sin uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero					
Corte de besana asimétricos suspendidos no reversibles	166.883 s	111.873 s	74.879 s	50.517 s	33.975 s
Espiral interna asimétricos suspendidos no reversibles	168.482 s	112.322 s	75.183 s	50.122 s	34.019 s
Comparativo tiempos	Con uso de GNSS				
	1,0 m	1,5 m	2,3 m	3,4 m	5,1 m
Ancho real del apero					
Corte de besana asimétricos suspendidos no reversibles	161.045 s	107.427 s	71.942 s	47.964 s	32.059 s
Espiral interna asimétricos suspendidos no reversibles	159.171 s	106.719 s	71.448 s	47.632 s	31.452 s

Tabla 4

En este escenario se dará opción de elección dado que ambos patrones se usan en nuestra zona.

Pasamos al escenario de aperos arrastrados y labores simétricas. La **Tabla 5** muestra los resultados.

Comparativo tiempos	Sin uso de GNSS				
	1,0 m	1,3 m	1,7 m	2,2 m	2,9 m
Ancho real del apero					
Giro directo gran amplitud simétrica arrastrados	174.239 s	134.261 s	103.233 s	79.556 s	61.303 s
Corte besana simétrica arrastrados	171.758 s	133.022 s	103.070 s	79.771 s	61.918 s
Espiral interna simétrica arrastrados	167.512 s	128.586 s	99.316 s	76.801 s	58.606 s
Comparativo tiempos	Con uso de GNSS				
	1,0 m	1,3 m	1,7 m	2,2 m	2,9 m
Ancho real del apero					
Giro directo gran amplitud simétrica arrastrados	165.305 s	127.221 s	98.089 s	75.384 s	58.113 s
Corte besana simétrica arrastrados	155.029 s	119.269 s	91.932 s	70.607 s	54.376 s
Espiral interna simétrica arrastrados	159.012 s	122.047 s	94.288 s	72.931 s	55.629 s

Tabla 5

Volvemos a tener una situación similar al caso de la **Tabla 2**, en la que con uso de GNSS hay mejor resultado con el patrón de cortes de besana, por lo que éste será la opción disponible.

El último escenario corresponde al de aperos arrastrados de labor asimétrica no reversible, con patrones posibles de corte de besana y espiral interna. Al igual que en el caso de la **Tabla 4**, se dará opción a ambos patrones, dado que son de uso común.

Anejo 2

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE TIEMPOS Y RECORRIDOS EN UNA BESANA
SIGUIENDO PATRONES CON PASADAS PARALELAS

ANEJO 2

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE TIEMPOS Y RECORRIDOS EN UNA BESANA SIGUIENDO PATRONES CON PASADAS PARALELAS

En el **apartado 3.1.2** de la Memoria se deduce y determina que los costes de utilización de la maquinaria en una explotación más los insumos aportados se calculan sumando los derivados de cada una de las denominadas unidades básicas de medición, compuesta de una aplicación en una besana en un ciclo del plan de cultivos.

El procedimiento del cálculo del coste total de esa unidad básica lo dividimos en dos partes, además de hacerlo bajo los escenarios de uso o no de sistemas de guiado GNSS:

- a)- Cálculo de los costes anuales derivados del tiempo invertido en a la aplicación, dato necesario en las expresiones de cálculo de:
 - Amortizaciones
 - Mantenimiento periódico
 - Consumo de combustible, lubricantes y aditivos
- b)- Cálculo del coste derivado de los insumos aplicados, para lo cual, y según el procedimiento descrito en el **apartado 3.1.1.2** de la Memoria, es necesario conocer el recorrido durante la aplicación.

En este Anejo vamos a desarrollar el procedimiento de cálculo de tiempos y recorridos referidos a aquellos patrones en donde la superficie es cubierta por pasadas paralelas entre sí, salvo en las cabeceras, por lo que queda excluido el patrón denominado *espiral interna* que se estudia en el **Anejo 3** "Cálculo de tiempo y recorrido en patrón de espiral interna". Tendremos en cuenta que durante el tiempo invertido en una aplicación, el tractor trabaja unas veces bajo la carga total requerida por el apero y otras solo bajo la carga necesaria para realizar las maniobras en cabecera, normalmente bastante menor. Bajo estas circunstancias, el consumo de combustible será diferente y este hecho será considerado dado que en condiciones de uso de sistemas de guiado GNSS pueden usarse patrones con proporciones distintas de requerimientos de tiempos de maniobra, lo que redundará lógicamente en los costes finales. Por tanto, a priori, el tiempo de aplicación en una besana lo dividimos en tiempo bajo carga de trabajo y tiempo bajo carga de maniobra. Respecto de los recorridos, solo se tendrán en cuenta aquellos en los que se efectúa la aplicación a efecto de cálculo de insumos, descartándose los derivados de maniobras.

Teniendo como supuesto la forma cuadrada de las besanas (según se justifica en el **apartado 3.1.2** de la Memoria), partimos de la base de que la mayoría de los patrones analizados, salvo el de espiral interna estudiado aparte, consisten en pasadas paralelas a uno de los lados del cuadrado con maniobras de giro al final de las mismas, y posteriores pasadas perpendiculares para cubrir las cabeceras creadas por las operaciones de giro.

Consecuentemente el cálculo de tiempos y recorridos invertido en una aplicación de una besana lo podemos también dividir en cuatro partes:

- 1.- Tiempo y recorrido en realizar las pasadas paralelas, con el tractor bajo carga de trabajo.
- 2.- Tiempo en realizar las maniobras de giro en cabecera, con el tractor bajo carga de maniobra.
- 3.- Tiempo y recorrido en cubrir la cabecera derivada de la zona de maniobra, con el tractor bajo carga de trabajo.
- 4.- Tiempo en las maniobras de las pasadas de cabecera.

Las clasificaciones de tiempos (t) anteriores las podemos expresar como sigue:

$$\text{tiempo total} = \text{tiempo bajo carga trabajo} + \text{tiempo bajo carga de maniobra} \quad (1)$$

$$\text{tiempo en carga trabajo} = t. \text{ trazadas paralelas} + t. \text{ trazadas cabecera} \quad (2)$$

$$t. \text{ en carga maniobra} = t. \text{ maniobras cabecera} + t. \text{ maniobras traz. de cabecera} \quad (3)$$

Procedemos a deducir el procedimiento de cálculo de cada una de las partes anteriores.

1.-Cálculo del tiempo y recorrido en realizar las pasadas paralelas

Para averiguar este dato partimos de conocer la velocidad de trabajo (v en Km/h) y calcular la distancia recorrida, la cual será el resultado de multiplicar la longitud de las pasadas (lp en metros) por el número de pasadas (np), todo ello según la expresión:

$$\text{Tiempo Trazadas} = \frac{\text{espacio recorrido}}{\text{velocidad}} = 3,6 \frac{nt.lt}{V_{t(km.h)}} \quad (4)$$

Para una besana cuadrada de superficie S en ha, la longitud de uno de sus lados l en metros será $100\sqrt{S}$. El tamaño de una pasada viene determinado por la longitud del lado menos el ancho de dos cabeceras, una en cada extremo de las pasadas.

En el **Anejo 4** "Cálculo del ancho de cabeceras" se calculan los anchos de cabecera para cada tipo de maniobra, patrón y tipo de enganche tractor-apero. Por tanto la longitud de una pasada respecto de la superficie de la besana, y teniendo en cuenta un ancho de cabecera en cada extremo de las pasadas, será,

$$lp = 100\sqrt{S} - 2C \quad (5)$$

Donde lp es la longitud de la pasada en metros, S la superficie en ha y C el ancho de una cabecera también en metros.

El paso siguiente será averiguar el número de pasadas (np) paralelas necesarias para cubrir el ancho de la besana. En la tabla de la **Tabla 1** del **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se relacionan todos los escenarios posibles en función del tipo de enganche, labor y maniobrabilidad, así como los patrones posibles. Excluyendo el patrón de espiral interna, estudiado de forma independiente, podemos distinguir dos tipos de patrones:

1.1.-Patrones con pasadas adyacentes, en el que con independencia del tipo de maniobra de giro, cada pasada se hace adjunta a la anterior.

1.2.-Patrones de los denominados de corte de besana descritos en el **Anejo 1**, formados por conjuntos independientes de pasadas y que como se estudia y analiza en el **Anejo 6** “Cálculo de pérdidas en cierres”, no todas las pasadas tienen una eficacia completa por el error de paralaje y/o cierre entre distintos cortes. Existen dos modelos de patrón de corte según el tipo de labor, simétrica o asimétrica.

1.1.-Cálculo del número de pasadas en patrones con pasadas adyacentes.

Dada una besana de superficie S en ha, al ancho en metros a a cubrir con pasadas adyacentes será:

$$\text{Ancho besana} = 100\sqrt{S} \quad (7)$$

Dado que el patrón se ejecuta de igual forma con uso o no de GNSS, la diferencia solo estará en el ancho de labor efectivo, y el número de pasadas será un número entero derivado del redondeo a la alza según la expresión,

$$np = \left\lceil \frac{\text{ancho besana}}{\text{Ancho labor efectivo}} \right\rceil = \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil \quad (8)$$

Donde a es el ancho efectivo de labor del apero en metros deducido de restar al ancho real el solape producido en los dos escenarios, uso o no de sistemas de guiado. El primero viene determinado por el nivel de precisión del equipo instalado y el segundo es aportado por los datos precargados y verificado o corregido en el proceso de encuestado.

1.2.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana.

1.2.1.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor simétrica.

1.2.1.1.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor simétrica con uso de sistemas de guiado GNSS.

Tal como se demuestra en el mencionado **Anejo 6**, en este caso las pasadas, aunque no sean adyacentes de forma continua, son todas efectivas, es decir, no hay pasadas de efecto nulo o parcial por el error de cierre, por lo que el proceso de cálculo del número de pasadas es igual que el descrito en el punto 1.1.

1.2.1.2.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor simétrica sin uso de sistemas de guiado GNSS.

En el **Anejo 7** “Cálculos en patrón de cortes de besana en labor simétrica” se deduce la expresión que determina el número de pasadas necesario para cubrir una superficie teniendo en cuenta los errores de cierre descritos en el **Anejo 6**. La consecuencia de estos errores es que el ancho efectivo de cada pasada se vea mermado en función del número de cierres (n) que se producen, lo que se traduce en la expresión deducida en el mencionado **Anejo 7**,

$$np = \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a \frac{4n+5}{4n+6}} \right\rceil \quad (9)$$

1.2.1.1.- Cálculo del número de pasadas en patrón de cortes de besana con uso de sistemas de guiado GNSS.

Tal como se demuestra en el mencionado **Anejo 6**, en este caso las pasadas, aunque no sean adyacentes de forma continua, son todas efectivas, es decir, no hay pasadas de efecto nulo o parcial por el error de cierre por lo que el proceso de cálculo del número de pasadas es igual que el descrito en el punto 1.1.

1.2.2.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor asimétrica.

1.2.2.1.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor asimétrica con uso de sistemas de guiado GNSS.

Aplicamos el mismo razonamiento del punto 1.2.1.1. con idéntico resultado.

1.2.2.2.- Cálculo del número de pasadas en patrones con cortes de besana de labor asimétrica sin uso de sistemas de guiado GNSS.

En el **Anejo 10**, se calcula el número de pasadas de este escenario que es función de número de vueltas (v) del corte de besana, expresándose de la forma,

$$np = \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a \frac{4v+1}{4v+2}} \right\rceil \quad (10)$$

Una vez deducidas las expresiones anteriores, podemos determinar que el recorrido para todos los casos será,

$$\text{Recorrido en pasadas paralelas} = np \cdot lp \quad (11)$$

Por tanto el resumen del cálculo de tiempos y recorridos en realizar las pasadas paralelas haciendo las sustituciones oportunas queda como sigue:

Resumen del cálculo del tiempo y recorridos en pasadas paralelas	
$(Expresión\ general)\ Tiempo\ Pasadas = 3,6 \frac{np \cdot lp}{v_{(km.h)}}$ $Recorrido\ pasadas = np \cdot lp$	
Patrones sin corte de besana	
$Tiempo\ Pasadas = 3,6 \frac{\left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right] (100\sqrt{S} - 2C)}{v_{(km.h)}}$	
Patrones con corte de besana	
Labor simétrica	Labor asimétrica
$Tiempo\ Pasadas = 3,6 \frac{\left[\frac{100\sqrt{S}}{a \frac{4n+5}{4n+6}} \right] (100\sqrt{S} - 2C)}{v_{(km.h)}}$	$Tiempo\ Pasadas = 3,6 \frac{\left[\frac{100\sqrt{S}}{a \frac{4v+1}{4v+2}} \right] (100\sqrt{S} - 2C)}{v_{(km.h)}}$

Donde S es la superficie en ha, n ó v el número de vueltas de corte de besana simétricas o asimétricas respectivamente, a el ancho efectivo del apero en metros deducido de restar al ancho real el ancho del solape de cada escenario y v la velocidad en Km/h, también de cada escenario.

2.- Tiempo en realizar las maniobras de giro en cabecera

En el **Anejo 1** se describen las distintas maniobras de cabecera en función del tipo de patrón, radio de giro y tipo de enganche apero-tractor que quedan resumidas en la **Tabla 1** del citado Anejo.

El procedimiento de cálculo del tiempo en cabeceras en una aplicación de una besana consiste en determinar el tiempo de maniobra en una pasada y multiplicarlo por el número de ellas, según la expresión:

$$Tiempo\ Maniobra\ Cabecera = T.Maniobra\ una\ Pasad \times Núm.\ Pasadas(nt) \quad (12)$$

Volviendo a la clasificación mencionada anteriormente, vamos a proceder a realizar el cálculo de este tiempo en cada uno de los escenarios.

2.1.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero suspendido de alta maniobra en patrón de giro directo.

En el **Anejo 8** “Cálculo del tiempo en maniobra adyacente con aperos de labor simétrica” se resuelve la expresión que determina el tiempo de maniobra por cada pasada en este escenario, por lo que el tiempo total de maniobras en cabecera vendrá determinado por,

$$Tiempo(2.1)_{(seg)} = \frac{\pi \cdot a_{(metros)}}{Vt_{(Km/h)}} \cdot 1,8 \cdot nt \quad (13)$$

Donde a es el ancho efectivo de labor del apero, Vt la velocidad de trabajo en Km/h y np el número de pasadas.

2.2.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero suspendido de baja maniobra.

Bajo estas condiciones se deduce en el **Anejo 1** que hay tres escenarios posibles:

2.2.1.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero suspendido, baja maniobra y patrón de giro directo de gran amplitud.

En el **Anejo 8** se resuelve que la expresión que determina el tiempo de maniobra por cada pasada por lo que el tiempo total vendrá determinado por,

$$Tiempo(2.2.1)_{(seg)} = \left(2Tg + 3,6 \left(\frac{2a + RGTS \left(\pi + 4 \arccos \cos \frac{RGTS + \frac{a}{2}}{2RGTS} \right)}{Vt_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \right) \right) nt \quad (14)$$

2.2.2.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero suspendido, baja maniobra y patrón de corte de besana.

En el **Anejo 7** se analiza este patrón en el caso de aperos de labor simétrica, y de deduce la expresión del tiempo en cabecera, tanto en escenario de uso de sistemas de guiado como sin él, ya que las variaciones están incluidas en la variable del número de vueltas del patrón (n) así como en el número de pasadas. La expresión será,

$$Tiempo(2.2.2)(n)_{Seg} = 3,6 \frac{(4n+6)\pi r + a(4n^2+12n+10) - r(8n-12)m}{Vt_{kmh}} \cdot np \quad (15)$$

Donde al ser apero suspendido, r es *radio de giro tractor suspendido* (RGTS)

2.2.3.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero suspendido, baja maniobra y patrón de inversión de marcha.

En el **Anejo 9** “Cálculo del tiempo en realizar maniobra de inversión de marcha” se determina la expresión que da como resultado el tiempo en cabecera por cada pasada usando el patrón de maniobra de inversión de marcha, quedando por tanto el tiempo total de maniobras en cabecera expresado como,

$$Tiempo(2.2.3)_{(seg)} = \left(2Tg_{seg} + \frac{2[Vm]^2}{(3,6^2)q} + \frac{(3,6)^2\pi[RGTS]q-2[Vm]}{[Vm]q} \right) . np \quad (16)$$

Donde Tg es el tiempo de giro de dirección en segundos, a al ancho de labor efectivo en metros y r el radio de giro tractor suspendido ($RGTS$) igual al radio de giro apero suspendido (ras) en metros.

2.3.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero arrastrado, alta maniobra en patrón de giro directo.

En el **Anejo 8** se determina la expresión que da como resultado el tiempo en cabecera de cada pasada usando el patrón de giro directo en aperos arrastrados de labor simétrica, por lo que el tiempo total de maniobras en cabecera en la besana se determina de la siguiente forma,

$$Tiempo(2.3)_{(seg)} = \frac{\pi\sqrt{d^2+(\frac{a}{2})^2}}{Vel(km/h)} . 1,8 . np \quad (17)$$

Donde d es la distancia del apero al tractor, a el ancho de labor del apero, ambos en metros.

2.4.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero arrastrado y baja maniobra.

Bajo estas condiciones se deduce en el **Anejo 1** que hay dos escenarios posibles:

2.4.1.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero arrastrado, baja maniobra y patrón de giro directo de gran amplitud.

Aludiendo de igual forma que en el punto 2.2.1, se usa la misma expresión pero sustituyendo el valor del radio de giro tractor suspendido por arrastrado, quedando por tanto de la forma:

$$Tiempo(2.4.1)_{(seg)} = \left(2Tg + 3,6 \left(\frac{2a+RGTA \left(\pi + 4 \arccos \cos \frac{RGTA+\frac{a}{2}}{2RGTA} \right)}{Vt \left(\frac{km}{h} \right)} \right) \right) . np \quad (18)$$

2.4.2.- Tiempo en cabecera en labores simétricas, apero arrastrado, baja maniobra y patrón de cortes de besana.

En el **Anejo 7** se deduce la expresión que determina este tiempo, igual a la del punto 2.2.2, pero en la que el valor r se refiere al Radio de Giro Tractor Arrastrado ($RGTA$) que multiplicada por el número de pasadas determinará el tiempo total de la besana. La expresión es por lo tanto,

$$Tiempo(2.4.2)(n)_{seg} = 3,6 \frac{(4n+6)\pi r + a(4n^2+12n+10) - r(8n-12)}{Vt_{kmh}} . np \quad (19)$$

2.5.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido reversible de alta maniobra y patrón de giro directo.

Será de aplicación la misma expresión del punto 2.1 ya estudiado.

2.6.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido reversible de baja maniobra y patrón de inversión de marcha.

Dado que se repite la misma situación que la descrita en el punto 2.2.3 será de aplicación la misma expresión.

2.7.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido no reversible de alta maniobra y patrón de corte de besana.

Según lo demostrado en el **Anejo 10** existen dos expresiones distintas en función de si se usa o no sistema de guiado:

2.7.1.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido no reversible de alta maniobra y patrón de corte de besana de labor asimétrica sin uso de GNSS.

En el mencionado **Anejo 10** se determina la expresión del tiempo por pasada, siendo el tiempo total,

$$Tiempo(2.7.1)(v)_{seg} = 3,6 \frac{\left(\frac{a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v+3)2\pi r}{4v+2} \right) metros}{Vt_{kmh}} . np \quad (20)$$

Donde r es el *Radio de Giro Tractor Suspendido* (RGTS) y v la variable del número de vueltas del corte de besana también deducida en el mencionado **Anejo 10**.

2.7.2.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido no reversible de alta maniobra y patrón de corte de besana de labor asimétrica con uso de GNSS.

En el mismo Anejo del punto referido anteriormente se deduce igualmente la expresión determinante, quedando finalmente,

$$Tiempo(2.7.2)_{seg} = 3,6 \frac{(5a+10\pi r)m}{6Vt_{kmh}} . np \quad (21)$$

Donde r es el *radio de giro tractor suspendido* (RGTS).

2.8.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero suspendido no reversible de baja maniobra y patrón de corte de besana.

En este caso, la situación es idéntica al escenario anterior dado que la maniobrabilidad no es exigente de evitar el patrón de cortes de besana con este tipo de apero.

2.9.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero arrastrado reversible de alta maniobra y patrón de giro directo.

En estas condiciones se produce un recorrido igual al de un apero de labor simétrica arrastrado cuyo tiempo de maniobra se ha deducido en el punto 1.2.3, siendo por tanto la misma expresión.

2.10.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, apero arrastrado reversible de baja maniobra y patrón de giro directo de gran amplitud.

Las condiciones son las mismas que las descritas en el punto 2.4.1 y con idéntica expresión.

2.11.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, a pero arrastrado no reversible de alta maniobra y patrón de corte de besana.

Se repite la situación descrita en el punto 2.7 y se usarán las mismas expresiones, con escenario de uso y no de GNSS, pero teniendo en cuenta que el valor r es el *radio de giro tractor arrastrado* (RGTA).

2.12.- Tiempo en cabecera en labores asimétricas, a pero arrastrado no reversible de baja maniobra y patrón de corte de besana.

Se repite la situación descrita en el punto 2.12 y se aplicarán las mismas expresiones con los criterios indicados de usar el valor r como *Radio de Giro Tractor Arrastrado* (RGTA).

3.-Tiempo y recorrido en cubrir la cabecera de la zona de maniobra, con el tractor bajo carga de trabajo.

En el **Anejo 4** se determinan los anchos de cabecera de todos los escenarios anteriores de forma que corresponden a un múltiplo entero del ancho de labor para evitar solapes.

En todos los casos se realizan el cálculo partiendo del hecho de realizar un conjunto de pasadas paralelas y adyacentes en cada cabecera, teniendo como tiempos de maniobra los mismos que los calculados en el patrón lineal seguido, que aunque se usen las mismas maniobras, lo importante es la comparación entre escenario de uso o no de GNSS, y a la hora de realizar estas maniobras el operador va a actuar igual. Estos tiempos se suman a los tiempos de maniobra del punto 2 a efectos de cálculos de consumo.

El recorrido bajo carga de trabajo en cabecera lo componen pasadas transversales que cubren la totalidad del ancho de un lado de la besana, considerando por tanto que su longitud, a la que denominamos $lpCbz$, es siempre:

$$lpCbz = 100\sqrt{S} \quad (22)$$

El número de pasadas en cada cabecera y en cada escenario se deduce en el **Anejo 4**, viniendo definida por distintas expresiones en función del patrón y maniobra utilizado y denominado como $[npCbz]$. Dado que hay dos cabeceras, el número total de pasadas en cabecera será,

$$\text{Núm. total pasadas en Cabecera} = 2[npCbz] \quad (23)$$

La distancia recorrida total en pasadas de cabecera, teniendo en cuenta el ancho de besana será,

$$\text{Recorrido pasada cabecera} = 2 [npCbz][lpCbz] \quad (24)$$

Y el tiempo invertido,

$$Tiempo\ Pasadas\ cabecera = \frac{espacio\ recorrido}{velocidad} = 3,6 \frac{2 [npCbz][lpCbz]}{Vt} \quad (25)$$

Donde $[npCbz]$ es el número de pasadas por cabecera, $[lpCbz]$ es la longitud de cada pasada de cabecera en metros, normalmente igual a la longitud del lado de la besana, es decir $100\sqrt{3}$, y Vt la velocidad de trabajo en Km/h.

4.- Tiempo en realizar las maniobras de las pasadas en cabecera

Por último, el cálculo del tiempo de maniobras de pasadas de cabecera dependerá del número de pasadas y del tiempo de maniobra de cada una de ellas, por lo que la expresión será,

$$Tiempo\ maniobras\ de\ pasadas\ de\ cabecera = 2[npCbz] \times tiempo\ maniobra\ cabecera \quad (26)$$

A partir de aquí podemos tener varias situaciones en función de la maniobrabilidad y del tipo de enganche:

4.1.- Tiempo en realizar las maniobras de las pasadas en cabecera con aperos suspendidos con alta maniobrabilidad. Usaremos la expresión del punto 2.1

$$Tiempo(2.1)_{(seg)} = 2[npCbz] \times \frac{\pi \cdot a}{Vt(Km/h)} \cdot 1,8 = 3,6 \frac{[npCbz]a\pi}{Vt} \quad (27)$$

4.2.- Tiempo en realizar las maniobras de las pasadas de cabecera con aperos arrastrados de alta maniobra. Usaremos la expresión del punto 2.3

$$Tiempo(2.3)_{(seg)} = 2[npCbz] \times \frac{\pi \sqrt{a^2 + (\frac{a}{2})^2}}{Vt} \cdot 1,8 \quad (28)$$

4.3.- Tiempo en realizar las maniobras de las pasadas en cabecera con aperos suspendidos con baja maniobrabilidad. En este caso se realizará una maniobra de inversión de marcha y el tiempo viene determinado por la expresión,

$$Tiempo_{(seg)} = 2[npCbz] \left(2Tg_{seg} + \frac{2[Vm]^2}{(3,6^2)q} + \frac{(3,6)^2 \pi [RGTS]q - 2[Vm]}{[Vm]q} \right) \quad (29)$$

4.4.- Tiempo en realizar las maniobras de las pasadas en cabecera con aperos arrastrados con baja maniobrabilidad. Se empleará una maniobra de doble giro en cabecera que es la maniobra habitual en estos escenarios, siendo la expresión,

$$Tiempo_{(seg)} = 2[npCbz] \left(\frac{RGA(3\pi - 2) - a}{Vt} \cdot 3,6 \right) \quad (30)$$

Anejo 3

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE TIEMPOS Y RECORRIDOS EN UNA BESANA
SIGUIENDO UN PATRON EN ESPIRAL INTERNA

ANEJO 3

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE TIEMPOS Y RECORRIDOS EN UNA BESANA SIGUIENDO UN PATRON EN ESPIRAL INTERNA

En el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabeceras” se describe que una de las alternativas al patrón de cortes de besana es el llamado patrón de espiral interna ilustrado en la **Figura 1**.

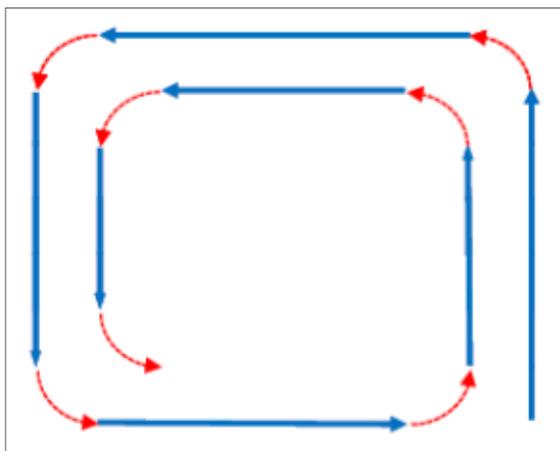


Figura 1

Tal como se explicó en el mencionado Anejo, este patrón es usado solo en labores de alzado de verano sobre las que después se realizarán varios pases de preparación de terreno que rompen el patrón multidireccional que ocasiona este método.

Se puede usar en aperos de labor asimétrica no reversibles, tanto arrastrados como suspendidos, principalmente arados de reja o disco, justo los necesarios para las labores descritas. Queda excluida la grada de discos en V, muy usada en nuestra zona, que aunque cumpliendo con la descripción anterior, por motivos constructivos solo permite giros a izquierda y el solape es a la derecha, por lo que el patrón de la **Figura 2**, donde el solape es a la izquierda, no se puede seguir.

Aunque se puede hacer también con aperos de labor simétrica, la realidad es que ésta práctica no se hace en la zona objeto de este estudio, por lo que esa opción está desactivada en la aplicación, aunque está capacitada para su cálculo. Sin embargo, en prevención de algún uso novedoso de este patrón, también se incluye el cálculo de aplicación de insumos en su caso.

El tiempo total de aplicación lo dividimos en dos partes, tiempo bajo carga de trabajo y tiempo en maniobras; para la determinación del primero calculamos el recorrido bajo carga de trabajo, que será, en su caso, determinante para el posterior cálculo de insumos; para el tiempo en maniobras calcularemos recorrido y tiempos de maniobras derivados de las mismas.

1.- Cálculo del recorrido y tiempo de aplicación bajo carga de trabajo

En la **Figura 2**, las zonas de giro rojas representan trayectos sin aplicación, dado que la mayoría de aperos no actúan correctamente al girar. Esto significa que quedarán esas franjas sin aplicar que se cubriría con posteriores pasadas diagonales según la figura.

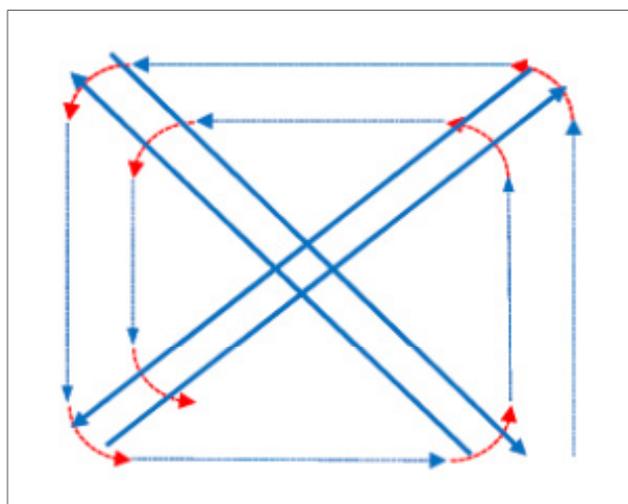


Figura 2

Por tanto, el recorrido total bajo carga lo podemos expresar de la forma,

$$\text{Recorrido total bajo carga} = \text{trayectoria espiral} - \text{giros} + \text{diagonales} \quad (1)$$

Dado que la superficie total se recorre íntegramente durante la trayectoria espiral, con apero aplicando o sin aplicar, podemos deducir el recorrido total de espiral mediante la expresión:

$$\text{Trayectoria espiral}_{(\text{metros})} = 10^4 \frac{\text{Superficie}_{(\text{Ha})}}{\text{Ancho Labor}_{(\text{metros})}} \quad (2)$$

Pero a este recorrido hay que restarle el de los giros indicados en rojo en la figura 2.

En la figura 3 se deduce que cada uno de los recorridos lo compone un arco de circunferencia de 90° ($\pi/2$) teniendo como radio de giro el *Radio de Giro Apero (RGA)*, definido en el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro”

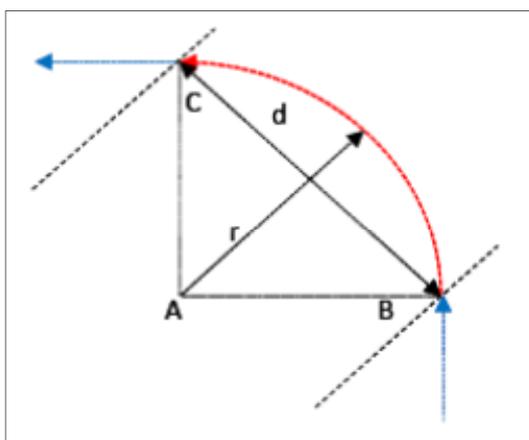


Figura 3

El recorrido de la curva será,

$$\text{Recorrido curva} = \frac{\pi}{2} [RGA] \quad (3)$$

De la Figura 1 podemos deducir que hay un giro por cada pasada rectilínea, con independencia de su longitud. El Número de pasadas rectilíneas será el doble del número entero redondeado a la alza resultante de dividir el ancho de la parcela por el ancho de labor, por lo que

$$\text{Num. Pasadas en recorrido espiral} = 2 \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil \quad (4)$$

Donde S es la superficie en ha y a el ancho de labor en metros

Por tanto el recorrido de las curvas será,

$$\text{Recorrido total curvas} = \text{recorrido curva} \times \text{núm. pasadas} \quad (5)$$

$$\text{Recorrido total curvas} = \text{giros} = \frac{\pi}{2} [RGA] 2 \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil = \pi [RGA] \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil \quad (6)$$

Para el cálculo del recorrido en pasadas diagonales determinamos la longitud y número de ellas.

La longitud de las pasadas diagonales (m) en metros, al considerar la besana cuadrada, teniendo en cuenta que la longitud de un lado en metros partiendo de la superficie en ha es,

$$\text{Lado} = 100\sqrt{S} \quad (7)$$

La longitud de la diagonal será,

$$m = \sqrt{2(100\sqrt{S})^2} = 100\sqrt{2S} \quad (8)$$

Para el cálculo del número de pasadas diagonales, determinamos el ancho de la franja diagonal para lo que observamos la figura 3 donde el triángulo ABC es rectángulo, por lo que la distancia d igual a la hipotenusa CB. Dado que el recorrido viene determinado por el *Radio de Giro Apero*, r es ra , y el ancho de la franja será,

$$d = \sqrt{2[RGA]^2} = [RGA]\sqrt{2} \quad (9)$$

El número de pasadas Np será el número entero redondeado a la alza del cociente resultante de dividir el ancho de la franja entre el ancho de labor, es decir, la llamada *función techo* del citado cociente multiplicado por dos al haber dos franjas diagonales.

$$\text{Num. de trazadas diagonales} = Np = 2 \left\lceil \frac{d}{a} \right\rceil = 2 \left\lceil \frac{r\sqrt{2}}{a} \right\rceil = 2 \left\lceil \frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right\rceil \quad (10)$$

El recorrido total en pasadas diagonales será por tanto,

$$\text{Recorrido en trazadas diagonales} = \text{longitud trazada} \times \text{núm de trazadas} \quad (11)$$

$$\text{Recorrido en trazadas diagonales} = 100\sqrt{2S} \times 2 \left\lceil \frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right\rceil = 200\sqrt{2S} \left\lceil \frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right\rceil \quad (12)$$

Ahora ya estamos en condiciones de calcular el recorrido bajo carga de trabajo total de la expresión (1) que quedaría,

$$\text{Recorrido total bajo carga} = \text{trayectoria espiral} - \text{giros} + \text{diagonales} \quad (13)$$

$$\text{Recorrido total bajo carga} = 10^4 \frac{S}{a} - \pi[RGA] \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil + 200\sqrt{2S} \left\lceil \frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right\rceil \quad (14)$$

Donde S es la superficie en ha, a el ancho de labor del apero en metros, y $[RGA]$ el *Radio de Giro Apero* en metros, que será sustituido en su caso en función del tipo enganche al tractor, suspendido o arrastrado convirtiéndose en $[RGAS]$ o $[RGAA]$ respectivamente (según definiciones de radios de giro en **Anejo 5**).

Para el cálculo de tiempo empleado recurrimos a la expresión,

$$\text{Tiempo empleado} = 3,6 \frac{\text{espacio recorrido (metros)}}{Vt_{km/h}} \quad (15)$$

Y sustituyendo el recorrido por la expresión (14) tenemos,

$$\text{Tiempo bajo carga} = 3,6 \frac{10^4 \frac{S}{a} - \pi[RGA] \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a} \right\rceil + 200\sqrt{2S} \left\lceil \frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right\rceil}{Vt} \quad (16)$$

Y simplificando,

$$\text{Tiempo bajo carga} = \frac{3,6}{vt} \left(\frac{10^4 S}{a} - \pi [RGA] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right] + 200\sqrt{2S} \left[\frac{[RGA]\sqrt{2}}{a} \right] \right) \quad (17)$$

2.- Cálculo del tiempo en maniobras

Dado que en las maniobras no habrá aplicación de insumos, lo que nos interesa es el tiempo final empleado, el cual lo podemos dividir en dos partes según lo observado en la figura 2:

$$\text{Tiempo en maniobras} = \text{tiempo giros espiral} + \text{maniobras de cabecera diagonales} \quad (18)$$

2.1.- Cálculo del tiempo empleado en los giros de las espirales.

Para obtener este dato calcularemos el recorrido de cada giro y el número de ellos. En la expresión (3) se determina el recorrido de la curva referido al *Radio de Giro Apero* (RGA) que es quien marca la maniobra. Pero el tiempo lo vamos a calcular de la trayectoria del tractor, que es quien hace el recorrido a una velocidad constante, ya que en el caso de aperos arrastrados, las trayectorias son distintas como se estudia en el **Anejo 5**. Por tanto en la expresión (3) sustituimos [RGA] por [RGTS] o [RGTA] según el tipo de apero suspendido o arrastrado respectivamente por lo que la expresión de espacio recorrido, teniendo en cuenta el número de pasadas calculado en la expresión (4), distinguimos entre aperos suspendidos y arrastrados.

2.1.1.- Cálculo del tiempo empleado en los giros de las espirales con aperos suspendidos.

Usando las expresiones (1) y (6) obtenemos,

$$\text{Tiempo} = 3,6 \frac{\text{recorrido}}{vt} = 3,6 \frac{\pi [RGTS] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right]}{vt} \quad (19)$$

2.1.2.- Cálculo del tiempo empleado en los giros de las espirales con aperos arrastrados.

Usando las expresiones (1) y (6) obtenemos,

$$\text{Tiempo en giros} = \frac{\text{recorrido}}{vt} = 3,6 \frac{\pi [RGTA] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right]}{vt} \quad (20)$$

2.2.- Cálculo del tiempo empleado en los maniobras de cabecera de las pasadas diagonales.

Tal como se ha mencionado anteriormente, prevemos realizar maniobras de cabecera en las diagonales, que dependiendo del tipo de enganche, vamos a fijarlas en maniobra de inversión de marcha en aperos suspendidos y maniobra de doble giro en cabecera para aperos arrastrados por las más habituales y lógicas.

El tiempo vendrá determinado por la expresión,

$$\text{Tiempo cabeceras diagonales} = \text{núm. trazadas diagonales} \times \text{tiempo maniobra cada trazada} \quad (21)$$

2.2.1- Cálculo del tiempo en los maniobras de cabecera de pasadas diagonales en aperos suspendidos.

Usando la expresión (21) y lo determinado en **el Anejo 9** “Cálculo del tiempo en realizar maniobra de inversión de marcha” dónde se deduce la expresión del tiempo de maniobra de inversión de marcha, queda la expresión,

$$\text{Tiempo maniobras diagonales suspendidos}_{(seg)} = 2 \left[\frac{[RGAS]\sqrt{2}}{a} \right] \left(2Tg_{seg} + \frac{2Vt}{3,6q} + \frac{(3,6^2)\pi[RGTM]q-2Vt^2}{Vt} \right) \quad (22)$$

Donde Tg es el tiempo de giro de dirección, Vt la velocidad de trabajo, $[RGAS]$ el *Radio de Giro Apero Suspendido*, $[RGTM]$ el *Radio de Giro Tractor Mínimo*, a el ancho de labor y q la aceleración en la maniobra de inversión.

2.2.2- Cálculo del tiempo en los maniobras de cabecera de pasadas diagonales en aperos arrastrados.

Usando el mismo procedimiento del punto anterior y sustituyendo el tiempo de cabecera por la maniobra de doble giro en cabecera en aperos arrastrados obtenemos la expresión,

$$\text{Tiempo maniobras diagonales arrastrados}_{(seg)} = 2 \left[\frac{[RGAA]\sqrt{2}}{a} \right] \left(\frac{[RGTA](3\pi-2)-a}{Vt} \cdot 3,6 \right) \quad (23)$$

Por tanto, el resumen de los tiempos totales en maniobras queda como sigue,

$$\text{Tiempo maniobras} = \text{tiempo giros espiral} + \text{maniobras de cabecera diagonales} \quad (24)$$

a) Suspendidos:

$$\text{Tiempo total maniobras} = 3,6 \frac{\pi[RGTS] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right]}{Vt} + 2 \left[\frac{[RGAS]\sqrt{2}}{a} \right] \left(2Tg_{seg} + \frac{2Vt}{3,6q} + \frac{(3,6^2)\pi[RGTM]q-2Vt^2}{Vt} \right) \quad (25)$$

b) Arrastrados:

$$\text{Tiempo total maniobras} = 3,6 \frac{\pi[RGTA] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right]}{Vt} + 2 \left[\frac{[RGAA]\sqrt{2}}{a} \right] \left(\frac{[RGTA](3\pi-2)-a}{Vt} \cdot 3,6 \right) \quad (26)$$

Que simplificado queda,

$$\text{Tiempo total maniobras}_{(arrastrados)} = \frac{3,6}{Vt} \left(\pi[RGTA] \left[\frac{100\sqrt{S}}{a} \right] + 2 \left[\frac{[RGAA]\sqrt{2}}{a} \right] ([RGTA](3\pi-2) - a) \right) \quad (27)$$

Anejo 4

CALCULO DEL ANCHO DE CABECERA EN PATRONES DE CON PASADAS PARALELAS.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE PASADAS BAJO CARGA DE TRABAJO EN CABECERA

ANEJO 4

CALCULO DEL ANCHO DE CABECERA EN PATRONES DE CON PASADAS PARALELAS.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE PASADAS BAJO CARGA DE TRABAJO EN CABECERA

En la determinación de los costes de una aplicación en una besana se tiene en cuenta, entre otras variables, el tiempo y recorrido invertido en realizarla. La mayoría de los patrones usados se basan en pasadas paralelas que cubren casi la totalidad de la superficie aplicada excepto las franjas correspondientes a las cabeceras. En la gran parte de los procedimientos de cálculo empleados es necesario conocer la longitud de las pasadas que a su vez dependen de la longitud total de la besana y del ancho de las mencionadas cabeceras. También será necesario conocer la totalidad de los tiempos recorridos bajo carga de aplicación, ya sean en las pasadas paralelas como en las transversales.

En este Anejo vamos a calcular los anchos de cabecera que van determinar la longitud de las pasadas longitudinales y la longitud y número de pasadas necesarias para cubrir esas cabeceras, dato necesario para completar el conocimiento de los tiempos y recorridos bajo carga de trabajo de la que derivan datos de costo de diferente origen. El método de cálculo no se ajusta al patrón de espiral interna, el cual se estudia en otro anejo

En la Tabla 1 del **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se relacionan todos los escenarios posibles, en función del tipo de labor, tipo de enganche, tipo de apero y maniobrabilidad, todo ello combinado con los distintos patrones. Se procede pues siguiendo el orden de la mencionada tabla.

1.- Cálculo del ancho de cabecera en labores simétricas con apero suspendido de alta maniobrabilidad con patrón de giro directo.

Para calcular este dato tenemos en cuenta **Figura 1**.

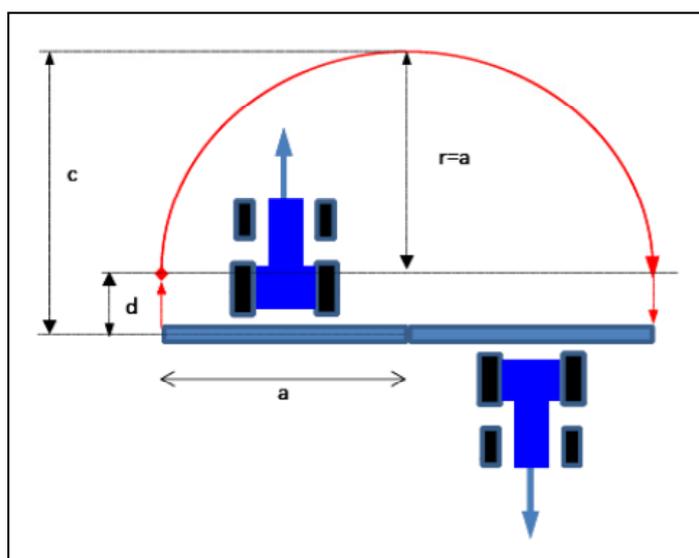


Figura 1

La distancia c representa el ancho mínimo de la cabecera y viene determinada por la suma de las distancias $r + d$, donde r es el *Radio de Giro Exterior Suspendido* (definido en el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro” y representado como $RGES$) y d es una distancia que el tractor recorre mientras se inicia el proceso de giro, el cual no se produce de forma instantánea al llegar al punto de finalización de la pasada, con independencia o no de que el apero haya de ser elevado, como el caso de aperos de laboreo y no de tratamientos.

Teniendo en cuenta una velocidad media de laboreo de 6 Km/h, lo que equivale a 1,7 m/s y un tiempo mínimo de giro de la media carrera de la dirección de 1 s más algún desfase adicional por tiempo de reacción y deslizamiento de la rueda delantera, podemos estimar que la distancia recorrida mínima es de 2 m.

Por tanto, podemos afirmar que en este escenario, al ancho de la cabecera mínimo corresponde al *Radio de Giro Exterior* de aperos suspendidos más 2 m. Pero para maximizar el rendimiento y evitar solapes, el ancho de cabecera debe ser un múltiplo entero del *ancho de labor efectivo*, siendo la expresión final. En consecuencia operamos de la siguiente forma:

$$\text{Anchura mínima de la cabecera} = RGES + 2 \quad (1)$$

Para cubrir este ancho necesitaremos un número entero redondeado a la alza de pasadas, al cual definimos como número de pasadas de una cabecera ($npCbz$), que expresamos de la forma,

$$\text{Número de pasadas para cubrir el ancho mínimo} = \left\lceil \frac{RGES+2}{a} \right\rceil = npCbz_{(giro\ directo)} \quad (2)$$

El ancho de cabecera será por tanto,

$$\text{Ancho cabecera} = \text{ancho labor} \times npCbz \quad (3)$$

Y operando,

$$\text{Ancho cabecera giro directo suspendidos} = a \left\lceil \frac{RGES+2}{a} \right\rceil \quad (4)$$

Donde a es el ancho de labor y $RGES$ el *Radio de Giro Exterior Suspendido*, ambos en metros. Este ancho se refiere a una de las cabeceras, teniendo en cuenta en cálculos posteriores que en la besana con este tipo de patrón hay dos cabeceras.

2.- Cálculo del ancho de cabecera en labores simétricas con apero suspendido de baja maniobrabilidad.

Bajo este escenario hay tres patrones posibles:

- 2.1.- Giro directo de gran amplitud.
- 2.2.- Cortes de besana en labores simétricas.
- 2.3.- Maniobra de inversión de marcha.

2.1.- Cálculo del ancho de cabecera en labores simétricas con apero suspendido de baja maniobrabilidad en patrones de giro directo de gran amplitud.

Atendemos a la **Figura 2**, en la que se muestra la trayectoria del punto más externo mediante el arco superior azul, quien determina el *Radio de Giro Exterior Suspendido (RGES)*.

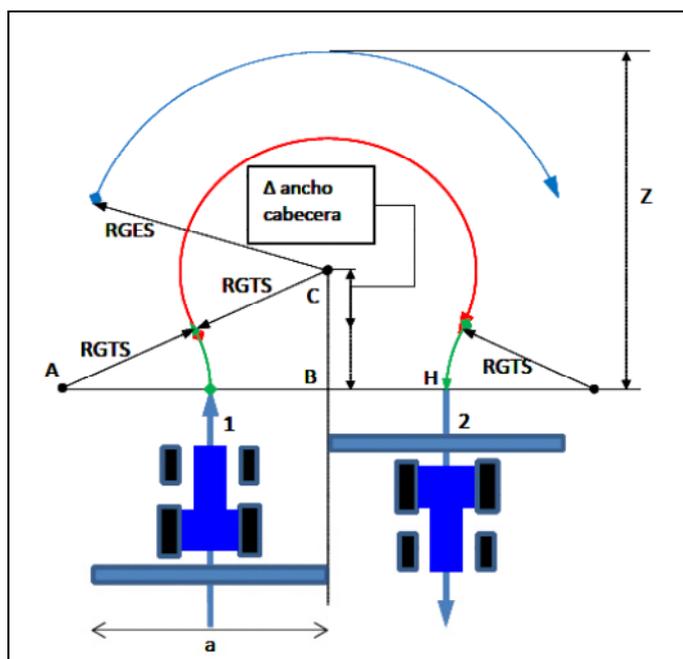


Figura 2

El ancho mínimo de cabecera está representado por la distancia

$$z = RGES + BC \quad (5)$$

Donde RGES es el *Radio de Giro Exterior* de aperos *Suspendidos* y BC la distancia indicada como incremento de ancho de cabecera.

En el triángulo ABC, la hipotenusa $AC = 2 \cdot RGTS$. El cateto mayor $AB = RGTS + \frac{a}{2}$.

Por tanto podemos deducir fácilmente BC de la forma:

$$BC = \sqrt{AC^2 - AB^2} \quad (6)$$

Y sustituyendo valores, tenemos

$$BC = \sqrt{(2RGTS)^2 - (RGTS + \frac{a}{2})^2} \quad (7)$$

Y operando:

$$BC = \sqrt{3 \cdot [RGTS]^2 - a \cdot RGTS + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (8)$$

Consecuentemente, el mínimo ancho de cabecera se puede expresar de la forma:

$$\text{Ancho mínimo cabecera} = RGEs + \sqrt{3 \cdot [RGTS]^2 - a \cdot RGTS + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (9)$$

Atendiendo a lo deducido en el punto 1 de este Anejo respecto del tiempo de giro de la dirección y el consecuente retardo en el comienzo del giro hasta llegar al punto determinante del ancho de cabecera, y teniendo en cuenta además que en esta maniobra ese fenómeno se produce dos veces y una de ellas supone un giro total de la dirección de extremo a extremo, aunque con el tractor en trayectoria inclinada, sumaremos en este caso el doble de lo deducido en el mencionado punto 1, es decir 4 metros al total. También se considerará que el ancho de cabecera corresponde a pasadas transversales completas, por lo que también será múltiplo entero del *ancho de labor efectivo*.

Consecuentemente el número de pasadas necesario para cubrir el ancho de cabecera ser

$$npCbz_{(giros\ gran\ amplitud)} = \left\lceil \frac{4 + RGEs + \sqrt{3 \cdot [RGTS]^2 - a \cdot RGTS + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{a} \right\rceil \quad (10)$$

Donde RGEs es el *Radio de Giro Exterior en Aperos Suspendidos*, RGTS es el *Radio de Giro Tractor en aperos Suspendidos* y *a* el ancho de labor efectivo.

El ancho de cabecera vendrá determinado por la expresión,

$$\text{Ancho cabecera giros gran amplitud suspendidos} = a \times npCbz_{(giros\ gran\ amplitud)} \quad (11)$$

2.2.- Cálculo del ancho de cabecera en labores simétricas con apero suspendido de baja maniobrabilidad en patrones de cortes de besana.

En la **Figura 7** del **Anejo 1** se muestra la trayectoria en la cabecera. Se trata de un giro directo con la máxima capacidad de giro del conjunto tractor apero, tal como la que se describe en el punto 1 de este Anejo.

Por tanto es de aplicación el mismo procedimiento de cálculo que el mencionado del punto 1, quedando expresado de la forma:

$$npCbz = \left\lceil \frac{RGEs + 2}{a} \right\rceil \quad (12)$$

$$\text{Ancho cabecera corte besana suspendidos} = a \left\lceil \frac{RGEs + 2}{a} \right\rceil \quad (13)$$

2.3.- Cálculo del ancho de cabecera en labores simétricas con apero suspendido de baja maniobrabilidad en patrones de giro en cabecera con maniobra de inversión de marcha.

En la **Figura 3** se muestra la trayectoria en la ejecución de una maniobra en cabecera con inversión de marcha.

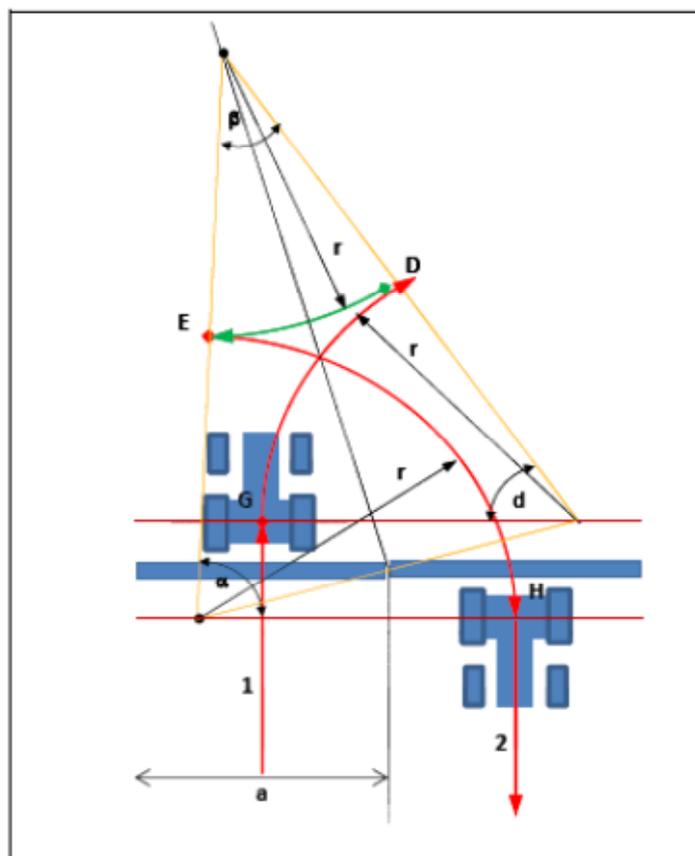


Figura 3

En esta trayectoria se describen tres arcos con la dirección girada al máximo en ambos sentidos. Los tres arcos, con independencia de la longitud de cada uno de ellos, suman siempre un ángulo de 180° , que es el resultado final de la maniobra. Puede deducirse que a medida que aumenta el ancho de labor del apero, la longitud del arco verde ED será más corta, hasta que pueda ser nula, en cuyo caso ya no será necesaria la maniobra de inversión pasando a ser una maniobra de giro directo igual a la descrita en el punto 1 de este Anejo.

Podemos afirmar que llegado a ese punto tenemos el escenario de máxima anchura de cabecera posible porque el tractor tiene que describir un arco ininterrumpido de 90° , frente a otros escenarios en los que la maniobra de regresión pudiera disminuir la anchura de cabecera.

Por tanto la expresión del ancho de cabecera y número de pasadas bajo este escenario vuelve a ser la misma del punto 1 de este Anejo:

$$npCbz = \left\lceil \frac{RGES+2}{a} \right\rceil \quad (14)$$

$$\text{Ancho cabecera inversión de marcha} = a \left\lceil \frac{RGES+2}{a} \right\rceil \quad (15)$$

3.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de alta maniobra en patrones de giro directo.

Este escenario es muy similar al descrito en el punto 1 de este Anejo, pero con la variante de que el *Radio de Giro Exterior* está referido a aperos al arrastre, el cual se determina en el **Anejo 5**. Por tanto, sustituyendo el valor de RGES por RGEA, tenemos la expresión:

$$npCbz = \left\lceil \frac{RGEA+2}{a} \right\rceil \quad (16)$$

$$\text{Ancho cabecera giro directo arrastrados} = a \left\lceil \frac{RGEA+2}{a} \right\rceil \quad (17)$$

4.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de baja maniobra.

Bajo este escenario se determinan dos patrones posibles:

4.1.- Giro directo de gran amplitud

4.2.- Patrón de cortes de besana

4.1.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de baja maniobra con patrón de giro directo de gran amplitud.

Se produce un escenario similar al descrito en el punto 2.1 de este Anejo, pero con la variante de sustituir los valores del *Radio de Giro Tractor Suspendido* ($RGTS=RGAS$) por el *Radio de Giro Apero Arrastrado* ($RGAA$) y los valores del *Radio de Giro Exterior Suspendido* ($RGES$) por el *Radio de Giro Exterior Arrastrado* ($RGEA$). La expresión queda por tanto como sigue:

$$npCbz_{(\text{giros gran amplitud arrastrados})} = \left\lceil \frac{4+RGEA + \sqrt{3.[RGAA]^2 - a.RGAA + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{a} \right\rceil \quad (18)$$

$$\text{Ancho cab. giro gran amplitud arrastrados} = a \times npCbz_{(\text{giros gran amplitud arrastrados})} \quad (19)$$

4.2.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de baja maniobra con patrón de cortes de besana.

En el apartado 2.2 de este Anejo se describe la trayectoria en cabecera con aperos suspendidos. En el caso de aperos arrastrados, el razonamiento es el mismo, solo que con valores distintos del radio exterior, sustituyendo el *Radio de Giro Exterior Suspendido (RGES)* por el *Radio de Giro Exterior Arrastrado (RGEA)*. Por tanto usaremos la misma expresión con la correspondiente sustitución de las variables,

$$npCbz_{(Arrastrados\ corte\ besana)} = \left\lceil \frac{RGEA+2}{a} \right\rceil \quad (20)$$

$$Ancho\ cabecera\ corte\ besana\ arrastrados = a \times npCbz_{(Arrastrados\ corte\ besana)} \quad (21)$$

5.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos suspendidos reversibles de alta maniobra en patrones de giro directo.

En este escenario la trayectoria es la misma que la descrita en el punto 1, por lo que aplicamos la misma expresión.

6.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos suspendidos reversibles de baja maniobra en patrón de inversión de marcha.

Se vuelve a producir una situación similar a la descrita en el punto 2.3 de este Anejo, y aplicaremos la misma expresión.

7.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos suspendidos no reversibles de alta maniobra.

Bajo estas condiciones tenemos dos patrones posibles:

7.1.- Patrón de cortes de besana

7.2.- Patrón de espiral interna

7.1.- Determinación del ancho de cabecera en aperos suspendidos no reversibles de alta maniobra en patrón de corte de besana.

Dado que la trayectoria es similar a la descrita en el punto 2.2 de este Anejo, aplicamos la misma expresión.

7.2.- Determinación del ancho de cabecera en patrón de espiral interna.

En el Anejo 1 Patrones y Maniobras se describe el mencionado patrón, el cual no usa las típicas pasadas paralelas, por lo que no procede cálculo alguno de anchos de cabecera. Por esta razón, el procedimiento de cálculo de los tiempos invertidos en besanas con aplicaciones bajo este patrón será distinto y se describe en el **Anejo 3**.

8.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos suspendidos no reversibles de baja maniobra. Se aplicarán los mismos procedimientos y métodos que los descritos en el punto anterior.

9.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de labor asimétrica reversibles de alta maniobra en patrón de giro directo.

La trayectoria en cabecera es la misma que se describe en el punto 1 de este Anejo, pero al ser apero arrastrado, se usará la expresión del punto 3.

10.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de labor asimétrica reversibles de baja maniobra con patrón de giro directo de gran amplitud.

Se procede igual que en el punto 2.1 de este Anejo con la lógica sustitución de los valores de suspendido a arrastrado, usándose por tanto la expresión del punto 4.1.

11.- Cálculo del ancho de cabecera con aperos arrastrados de labor asimétrica no reversibles con alta y baja maniobra.

Se reproducen las mismas circunstancias descritas en los puntos 7 y 8 de este Anejo, con lo que se será de aplicación los mismos métodos con las correspondientes sustituciones de las variables de aperos suspendidos a arrastrados.

En la aplicación informática están almacenadas las distintas expresiones que hemos deducido y a la hora de la cumplimentación de la maquinaria de la explotación y su correspondiente enlace al tractor asignado, de forma automática, mediante un proceso de *Visual Basic*, se calcularán los valores de los anchos de cabecera que posteriormente se usarán para la determinación de los tiempos empleados en la aplicación, tal como se ha descrito al inicio de este Anejo.

Anejo 5

DEFINICIÓN Y CÁLCULO DE DISTINTOS RADIOS DE GIRO.- CLASIFICACIÓN DEL CONJUNTO TRACTOR-APERO EN FUNCION DE SU CAPACIDAD DE MANIOBRA

ANEJO 5

DEFINICIÓN Y CÁLCULO DE DISTINTOS RADIOS DE GIRO. CLASIFICACIÓN DEL CONJUNTO TRACTOR-APERO EN FUNCION DE SU CAPACIDAD DE MANIOBRA

Para determinar y evaluar las diferencias de tiempo de maniobra en cabeceras con uso o no de sistemas de guiado GNSS se tendrá en cuenta un dato básico que es la capacidad de maniobra del conjunto tractor-apero, la cual viene determinada por el radio de giro mínimo de su trayectoria.

Como se describe en el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera”, el apero puede estar acoplado al tripuntal trasero tractor (suspendido) o a la barra de tiro (arrastrado), lo cual determina que formen un conjunto rígido o articulado respectivamente; consecuentemente, si el apero es del tipo suspendido realizará una trayectoria igual a la del tractor, pero si es arrastrado, la trayectoria descrita será distinta, también circular y concéntrica a la del tractor, pero de menor radio. Las **Figuras 1 y 2** nos muestran la trayectoria recorrida tanto del vehículo como del apero en el momento del giro.

En la **Figura 2**, la trayectoria descrita por el apero sufre un desplazamiento respecto a la del tractor debido a la articulación de enganche de tiro, teniendo como consecuencia que la trazada del apero tiene menor radio que la del tractor.

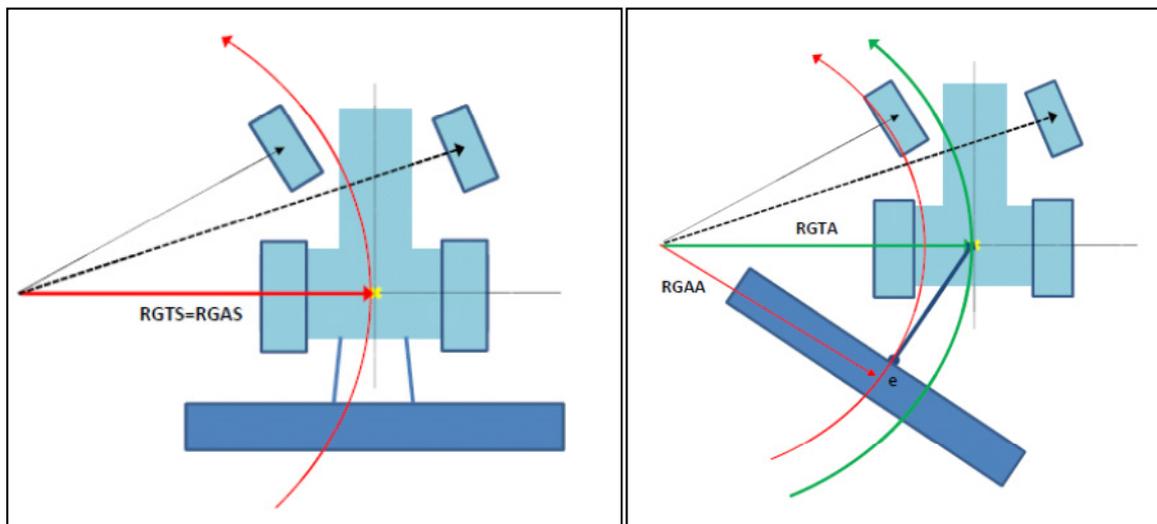


Figura 1. Apero suspendido

Figura 2. Apero arrastrado

A efectos de los cálculos que se realizarán más adelante, en el caso de aperos arrastrados, se considerará siempre que la conexión entre la barra de tiro del apero y el enganche del tractor está en el centro del eje trasero del tractor (ej. grada de disco).

En realidad este enlace se realiza habitualmente en el lugar dispuesto de la barra de tiro (del tractor), la cual está anclada por un extremo pivotante al centro del eje trasero y el otro

extremo puede regularse de forma que quede libre para desplazamientos laterales a través de un sector. Es práctica habitual y conveniente dejar libre este desplazamiento para mejorar la maniobrabilidad en los giros. De esta forma, el centro de pivote del enganche unión apero-tractor será realmente el centro del eje trasero del tractor. En ángulos de giro muy cerrados, la barra de tiro llegará al final de su carrera de deslizamiento lateral posible provocando un pequeño quiebro en la alineación de ambas barras. A pesar de ello, la distancia al apero apenas se verá afectada y por ello no se tendrá en cuenta.

Definiciones.

En un escenario en el que se aplica el máximo giro posible en un sentido, con el tractor sin apero, definimos el *Radio de Giro Tractor Mínimo* (RGTM) como la distancia entre el punto medio del eje no directriz y el centro de giro de éste.

En el caso de tener un apero acoplado, que es el escenario de este estudio, el radio de giro definido anteriormente puede estar condicionado por dimensiones del apero, por lo que definimos el radio de giro tractor como la misma distancia referida en el RGTM, pero con los condicionantes del apero asignado, y dado que estos pueden ser suspendidos o arrastrados, tendremos un *Radio de Giro Tractor Suspendido* (RGTS) y un *Radio de Giro Tractor Arrastrado* (RGTA).

Definimos el *Radio de Giro Apero* como la distancia entre el punto medio del eje transversal de giro del apero y el centro de giro de éste; a su vez, y en función del tipo de acople al tractor, tendremos un *Radio de Giro Apero Suspendido* (RGAS) y un *Radio de Giro Apero Arrastrado* (RGAA).

Por último definimos el *Radio de Giro Exterior* como la distancia entre el punto más externo en la trayectoria del conjunto tractor apero y el centro de giro. El punto más externo de la trayectoria de giro puede ser tanto la rueda delantera externa del tractor como el extremo exterior del apero, según las proporciones. Este dato será relevante para el cálculo del ancho de cabeceras. Dependiendo de si el apero es suspendido o arrastrado tendremos el *Radio de Giro Exterior Suspendido* (RGES) y el *Radio de Giro Exterior Arrastrado* (RGEA).

En el caso de la **Figura 1**, la capacidad de maniobra viene determinada sólo por el tractor, ya que el apero va suspendido en él, y por tanto dependerá del Radio de Giro Tractor. En este caso consideraremos que el Radio de Giro Apero es igual al Radio de Giro Tractor.

En la **Figura 2**, el conjunto no es rígido por lo que el apero sigue su propia trayectoria. Dado que cuando realizamos una maniobra en cabecera, su objetivo es realizar una nueva trayectoria con el apero, podemos deducir que el patrón a seguir en este caso viene determinado por el *Radio de Giro Apero*.

Sin embargo, a la hora de realizar cálculos sobre el tiempo invertido en la maniobra, dado que la velocidad de trabajo esta mandada por el tractor, el parámetro que se tendrá en cuenta será el *Radio de Giro Tractor*.

Simplificando, en el caso de aperos suspendidos, el Radio de Giro Apero y Radio de Giro Tractor serán coincidentes, y en el caso de aperos arrastrados distintos, siendo el radio de giro apero quien determina el tipo de maniobra mientras que el Radio de Giro Tractor fija el tiempo invertido en ella, de la que se derivarán futuros cálculos de costes.

1.- Calculo del *Radio de Giro Tractor Mínimo (RGTM)*

En la **Figura 3**, el Radio de Giro Mínimo viene definido por el segmento AG. Normalmente se parte de conocer el ángulo de giro α suministrado por el fabricante del tractor en los datos técnicos del manual del operador. Puede ocurrir que en vez de este dato se suministre el llamado radio de giro SAE, definido por la Society of Automotive Engineers de la forma “El radio de giro de un vehículo automóvil es el radio del arco descrito por el centro de la pista hecha por la rueda delantera exterior del vehículo al realizar su máximo giro”, y representado en la **Figura 3** por el segmento AC, que corresponde a la distancia entre el centro de giro y mitad de la huella de la rueda delantera. Dado que el ancho de esta rueda es una cifra pequeña en relación a otras dimensiones del conjunto de datos que manejaremos en este proyecto e influye poco en los resultados que calcularemos, omitiremos el ancho del neumático e interpretaremos que el radio de giro SAE es equivalente al llamado radio entre aceras, definido como la distancia entre el centro de giro definido en el radio de giro SAE y el borde exterior de la rueda delantera exterior.

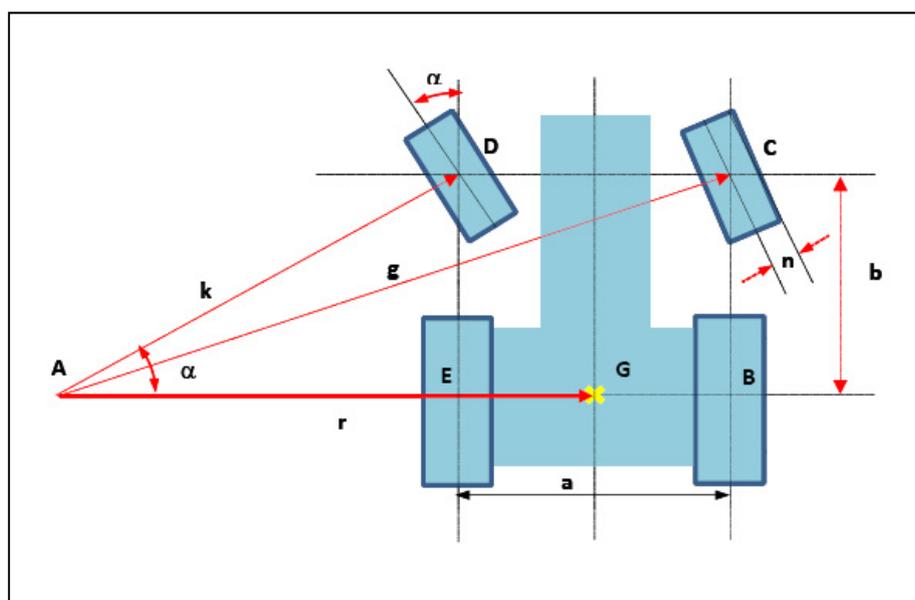


Figura 3

Nota: si el tractor ha sufrido alguna modificación en su puente delantero directriz que limite el ángulo de giro, como disminución del ancho de vía o instalación de neumáticos especiales estrechos de distinto diámetro y anchura, tendremos que establecer un nuevos valores de vía, ancho de neumáticos y ángulo de giro basados en mediciones reales. A estos efectos, la aplicación informática prevé poder modificar estos datos al final del proceso de cumplimentación, haciéndolo solo en las aplicaciones que usan esa nueva configuración. Dado que esos nuevos parámetros no vienen en ningún manual y debe averiguarlos el agricultor, se usará el radio de giro SAE dada la facilidad de su deducción, simplemente midiendo la mitad del diámetro de la huella más externa en un giro completo del tractor en un terreno llano.

Para calcular el RGTM conociendo el ángulo de giro α (en radianes), tenemos en cuenta el triángulo rectángulo AED de la **Figura 3** de donde se deduce que,

$$\text{sen } \alpha = \frac{b}{k} \quad (1)$$

Donde b es la batalla o distancia entre ejes, y despejando,

$$k = \frac{b}{\text{sen } \alpha} \quad (2)$$

Por otra parte,

$$\text{cos } \alpha = \frac{r - \frac{a}{2}}{k} \quad (3)$$

Donde a es al ancho de vía o distancia de centro a centro de neumáticos traseros.

Despejando r ,

$$r = k \cdot \text{cos } \alpha + \frac{a}{2} \quad (4)$$

Y sustituyendo k por su valor y operando tenemos,

$$r = b \cdot \frac{\text{cos } \alpha}{\text{sen } \alpha} + \frac{a}{2} \quad (5)$$

Y operando,

$$r = b \cdot \tan^{-1} \alpha + \frac{a}{2} \quad (6)$$

Donde α es el ángulo en radianes, b la batalla en metros y a al ancho de vía en metros.

Dado que normalmente se manejan grados y la letra a la asignamos habitualmente al ancho de vía, sustituimos a por $[v]$ y el ángulo α por su equivalente en grados sexagesimales, quedando finalmente la expresión,

$$RGTM = \frac{b}{\tan\left(\alpha \frac{\pi}{180}\right)} + \frac{[v]}{2} \quad (7)$$

Donde b es la batalla del tractor o distancia entre ejes, $[v]$ el ancho de vía, ambos en metros y α el ángulo de giro en grados sexagesimales

En el caso que partamos de conocer el radio de giro SAE, representado en la **Figura 3** por el segmento g , para calcular r analizamos el rectángulo ABC de la misma figura de la que deducimos que:

$$g^2 = AB^2 + b^2 \quad (8)$$

Y consecuentemente,

$$AB = \sqrt{g^2 - b^2} \quad (9)$$

Y teniendo en cuenta que

$$AB = r + \frac{a}{2} \quad (10)$$

Deducimos que (realizando la misma sustitución de a por $[v]$)

$$RGTM = \sqrt[2]{g^2 - b^2} - \frac{[v]}{2} \quad (11)$$

Donde g es el radio de giro SAE o radio entre aceras, b la batalla y $[v]$ el ancho de vía, medido en metros.

El dato que vamos a manejar en este proyecto es el ángulo de giro en grados, por lo que en el supuesto que no se conozca y se parta del radio de giro SAE la forma de calcularlo es la siguiente. En la **Figura 3** se cumple que,

$$\tan \alpha = \frac{b}{r - \frac{a}{2}} \quad (12)$$

Y hemos deducido anteriormente que

$$r = \sqrt[2]{g^2 - b^2} - \frac{[v]}{2} \quad (13)$$

Por lo que sustituyendo r y renombrando a como $[v]$, tenemos que,

$$\tan \alpha = \frac{b}{\sqrt[2]{g^2 - b^2} - [v]} \quad (14)$$

Por lo que,

$$\text{Ángulo de giro en función del radio de giro SAE} = \alpha = \frac{180}{\pi} \arctang\left(\frac{b}{\sqrt[2]{g^2 - b^2} - [v]}\right) \quad (15)$$

En la aplicación informática, a la hora de cumplimentar datos en el formulario de tractores de la explotación, se puede introducir tanto el radio de giro SAE como el ángulo de giro, ejecutándose de forma automática un proceso de conversión de uno a otro. En el caso de introducir el ángulo de giro, para que se muestre el radio de giro SAE, la expresión la deducimos de la siguiente forma teniendo como referencia la **Figura 3**,

$$g^2 = b^2 + (AE + a)^2 \quad (16)$$

$$\tan \alpha = \frac{b}{AE} \text{ por lo que } AE = \frac{b}{\tan \alpha} \quad (17)$$

y sustituyendo tenemos,

$$g = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{\tan \alpha} + a\right)^2} \quad (18)$$

Sustituyendo como anteriormente a por [v] y teniendo en cuenta el ángulo en grados, la expresión final será,

$$\text{Radio de giro SAE en función del ángulo de giro}(\alpha) = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{\tan\left(\frac{\pi}{180}\alpha\right)} + [v]\right)^2} \quad (19)$$

Donde b es la batalla, [v] el ancho de vía y α el ángulo de giro en grados sexagesimales.

2.- Cálculo de radios de giro con aperos suspendidos.

Para el cálculo de estas magnitudes, además de los datos conocidos anteriormente debemos saber la anchura de labor así como la distancia entre tractor y apero.

2.1.-Cálculo del *radio de giro apero/tractor* en aperos suspendidos.

La **Figura 4** muestra el desarrollo del giro del apero suspendido unido de forma solidaria al tractor. La trayectoria descrita por el tractor será similar a la del apero. Por ello consideramos que en el caso de aperos suspendidos, el Radio de Giro Tractor (RGTS) y el Radio de Giro Apero (RGAS) son coincidentes, puesto que el apero no realiza trazada alguna cuando va suspendido.

Por tanto, en el caso de aperos suspendidos, **RGTS = RGAS**

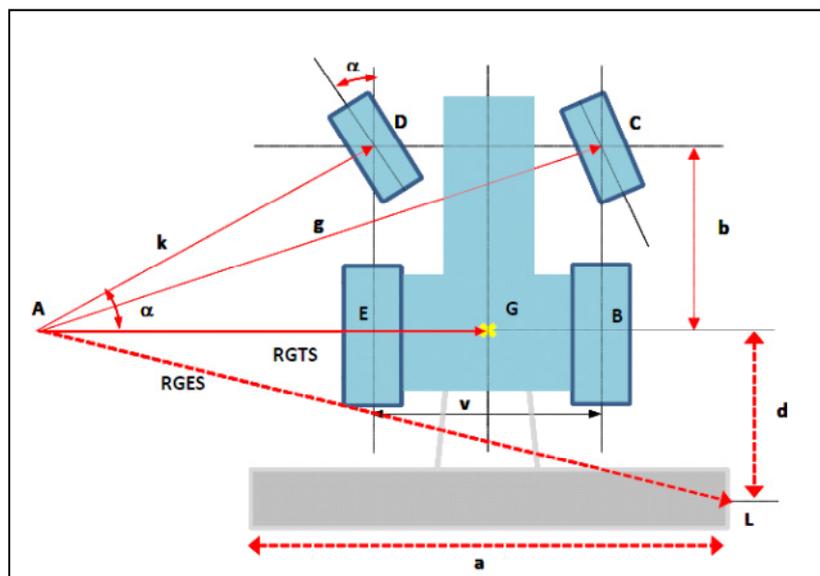


Figura 4. Apero suspendido

Para calcular el radio RGTS conociendo el ángulo de giro α aplicamos lo expuesto en el punto 1 en el cálculo del RGTM. Si no hay inconveniente alguno en el giro, tenemos que,

$$RGTS = RGAS = RGTM \quad (20)$$

Pero si observamos la **Figura 5** puede ocurrir un escenario en el que el tractor puede girar más de lo necesario, hecho que sucederá si el *Radio de Giro Tractor Mínimo* (RGTM) es menor que la mitad del ancho de vía, por lo que al ejecutar un giro máximo se producirá un solape indeseado en la pasada.

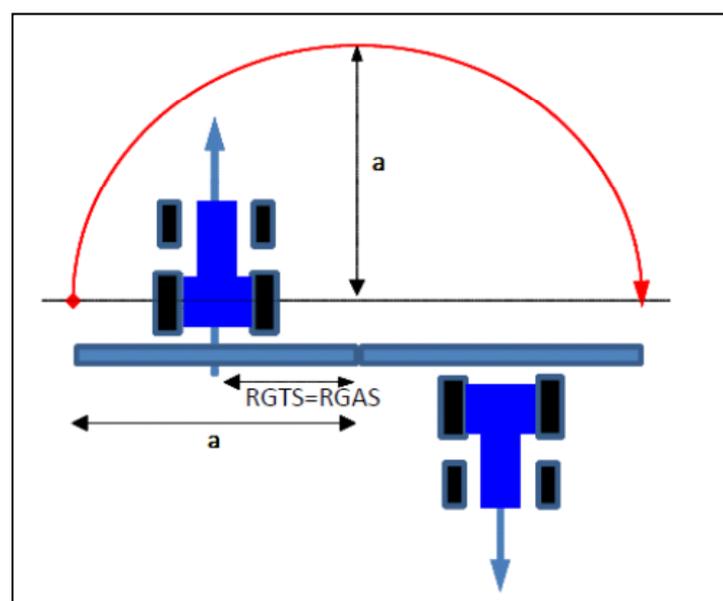


Figura 5

En este caso el *radio de giro tractor suspendido / radio de giro apero suspendido* pasará a tener el valor de,

$$RGAS = RGTS = \frac{a}{2} \quad (21)$$

Siendo a el ancho de labor efectivo del apero en metros.

Podemos resumir el cálculo del RGTS y RGAS, en función de los valores del ancho de labor del apero a y del *radio de giro tractor mínimo (RGTM)* de la siguiente forma,

$$RGAS = RGTS(a; RGTM) = \begin{cases} RGTM \leq \frac{a}{2} \Rightarrow RGAS = RGTS = \frac{a}{2} \\ RGTM > \frac{a}{2} \Rightarrow RGAS = RGTS = RGTM \end{cases} \quad (22)$$

2.2.- Cálculo del radio de giro exterior en aperos suspendidos (RGES).

Volviendo a la **Figura 4**, el *radio de giro exterior* al que denominamos *RGES*, viene definido por el mayor de los segmentos AC y AL, en un escenario condicionado por el *radio de giro tractor mínimo (RGTM)*. A efectos de este cálculo, no se contemplan las limitaciones de giro expuestas anteriormente, ya que en la cabecera, el apero va suspendido y su parte interior del giro, aunque solape por lo aplicado, no actúa al estar elevado.

Por tanto la distancia AC la calculamos partiendo del *RGTM*, y atendiendo de nuevo a la **Figura 4**, tenemos que,

$$AC = \sqrt{\left(RGTM + \frac{[v]}{2}\right)^2 + b^2} \quad (23)$$

Para calcular la longitud del segmento AL, deducimos que es la hipotenusa de un triángulo con cateto menor d y cateto mayor la suma de las distancias $RGTS + \frac{1}{2}a$. Consecuentemente,

$$AL = \sqrt{d^2 + \left(RGTM + \frac{a}{2}\right)^2} \quad (24)$$

Por tanto el radio de giro exterior en aperos suspendidos lo expresamos como sigue,

$$\text{Radio giro exterior aperos suspendidos} = res = mayor \begin{cases} \sqrt{\left(RGTM + \frac{[v]}{2}\right)^2 + b^2} \\ \sqrt{d^2 + \left(RGTM + \frac{a}{2}\right)^2} \end{cases} \quad (25)$$

Donde d es la distancia entre el eje trasero del tractor y el eje transversal del apero que pasa por su línea de elementos funcionales más alejada del tractor.

3.-Cálculo del *radio de giro apero* y *radio de giro tractor con aperos arrastrados o semi suspendidos*.

Partimos del supuesto que la forma de enganchar el apero no limita la capacidad de giro del tractor, por ejemplo que la barra de tiro representada por el segmento EF de la **Figura 6** no alcance a rozar con el neumático trasero, hecho éste que puede suceder si no están bien ajustados algunos reglajes de estos elementos.

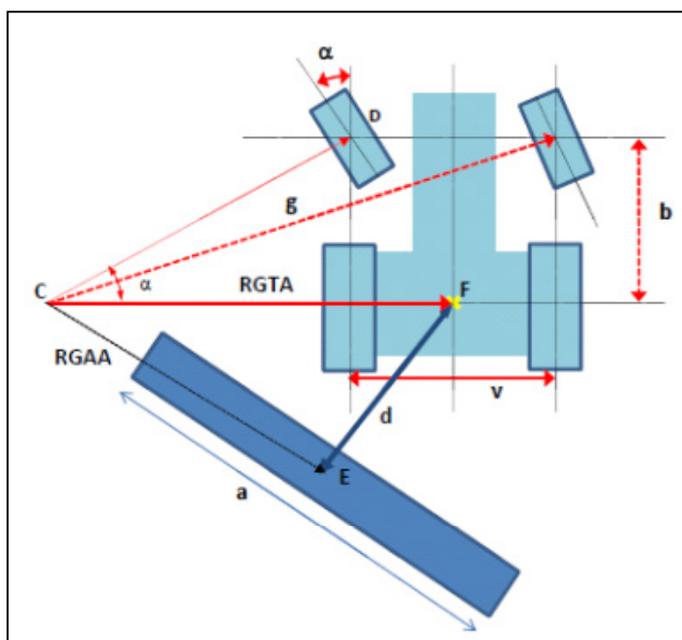


Figura 6

Analizando la **Figura 6**, representamos el ya definido *Radio de Giro Tractor Arrastrado (RGTA)* por el segmento CF, todo ello aplicando al tractor la máxima capacidad de giro. En este caso el *RGTA* será igual al *RGTM* ya calculado en el punto 1.

Bajo estas circunstancias, el *Radio de Giro Apero Arrastrado (RGAA)* está representado por el segmento CE de la **Figura 6**, que es el cateto mayor del triángulo rectángulo CEF y cuya longitud es,

$$RGAA = \sqrt{RGTA^2 - d^2} \quad (26)$$

Donde d es la distancia entre el centro del eje no directriz del tractor y el centro de giro del apero en metros.

Nota: Téngase en cuenta que la mencionada distancia d , correspondiente al segmento FE, representa la línea de tiro entre los puntos anteriormente referidos del apero y tractor, no necesariamente materializada por una barra física, ya que en algunos aperos se puede modificar el ángulo de unión con el apero para variar algún reglaje de la labor, pero esto también varía el centro de giro por lo que ésta es una línea imaginaria. El triángulo CEF es rectángulo porque la unión de la barra de tiro del apero en el punto E es rígida.

Si el ancho o la distancia del apero aumentan o el *Radio de Giro Tractor* disminuye, la distancia CE llegará a ser igual o menor que $\frac{1}{2}a$, y el apero giraría más de lo necesario de forma que al dar la vuelta de 180º solaparía la aplicación sobre lo ya realizado. Para impedir esta situación disminuiríamos la maniobra de giro del tractor quedando establecido el límite de giro mínimo en el punto en el que $CE = \frac{1}{2}a$, quedando así establecido el mínimo radio de giro posible y tolerable por el apero para no realizar un solape en la pasada inversa. Bajo estas condiciones, dicho radio sería mayor que el RGTM, es decir, $RGTA > RGTM$.

Este escenario límite se muestra en la **Figura 7**. A partir de aquí, aunque el tractor tenga más capacidad de giro, no deberá maniobrar más.

Por el contrario, si en la **Figura 6** pudiéramos forzar y girar el apero arrastrado hasta la situación anterior, es decir, que $CE = \frac{1}{2}a$, ocurriría que la intersección con la línea representativa del radio de giro del tractor (FC) y el punto F sería menor que el $RGTM$.

Por tanto, para distinguir los dos escenarios posibles, vamos a tomar como referencia la comparación del valor de un hipotético segmento CE en escenario de máximo giro representado en la **Figura 7**. Si la distancia coincide o es menor que el RGTM, podemos “girar a tope”, pero si la distancia es mayor no.

Consecuentemente tenemos dos escenarios claramente diferenciados:

- a) el radio de giro mínimo viene determinado por lo máximo que gira el tractor; **Figura 6**.
- b) el radio de giro mínimo está limitado por la dimensión del apero que impide el giro máximo del tractor; **Figura 7**.

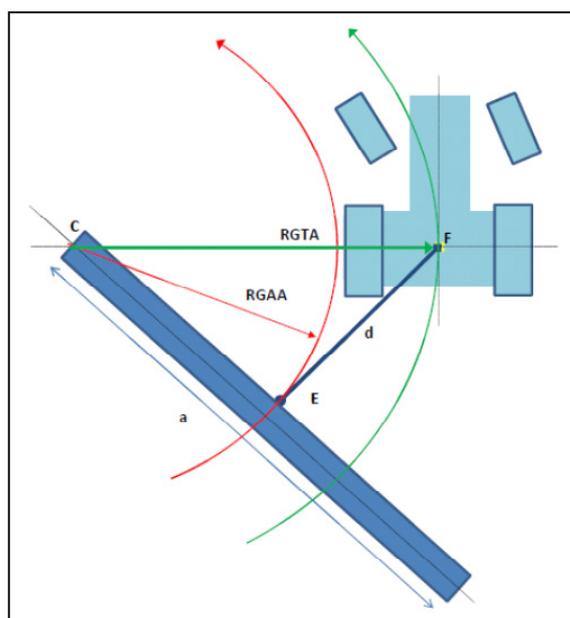


Figura 7

A la distancia CF la denominamos *factor de giro* y representamos por [FG]. Su valor va a ser siempre la hipotenusa del triángulo, por lo que la expresamos como,

$$[FG] = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + d^2} \quad (27)$$

Para el escenario escrito en el punto a) y **Figura 6** se cumple por tanto que,

$$[FG] \leq RGTM \Rightarrow RGTA = RGTM \quad (28)$$

Y el *radio de giro apero arrastrado* coincide con el segmento CE, por lo que,

$$[FG] \leq RGTM \Rightarrow RGAA = \sqrt{RGTM^2 - d^2} \quad (29)$$

Para el escenario descrito en el punto b) y **Figura 7**, el *RGTA* es la hipotenusa del triángulo CFE de la **Figura 7**, por lo que el *Radio de Giro Tractor Arrastrado* quedaría definido de la forma,

$$[FG] > RGTM \Rightarrow RGTA = \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (30)$$

Y el *Radio de Giro Apero Arrastrado*, al girar el apero sobre el punto C de la **Figura 7** será $\frac{1}{2}a$, lo que expresamos de la forma,

$$[FG] > RGTM \Rightarrow RGAA = \frac{a}{2} \quad (31)$$

Por tanto, el resumen de los valores de los radios de giro con aperos arrastrados queda como sigue, expresados en función del denominado *factor de giro* [FG]:

$$\text{Radio Giro Tractor Arrastrado}([FG]) = RGTA = \begin{cases} [FG] \leq RGTM \Rightarrow RGTA = RGTM \\ [FG] > RGTM \Rightarrow RGTA = \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \end{cases} \quad (32)$$

$$\text{Radio Giro Apero Arrastrado}([FG]) = RGAA = \begin{cases} [FG] \leq RGTM \Rightarrow RGAA = \sqrt{RGTM^2 - d^2} \\ [FG] > RGTM \Rightarrow RGAA = \frac{a}{2} \end{cases} \quad (33)$$

3.1.- Cálculo del Radio Exterior en Aperos Arrastrados (RGEA).

Para este cálculo vamos a tener en cuenta la **Figura 8**. El radio de giro exterior está representado por el segmento *c* en el caso que la parte externa del apero tenga una trayectoria de mayor radio que el descrito por la huella de la rueda delantera derecha en la **Figura 8** representado por el segmento *k*. Si el apero es de menor anchura entonces el radio de giro exterior será *k*. En cualquier caso será la mayor de las dos distancias descritas.

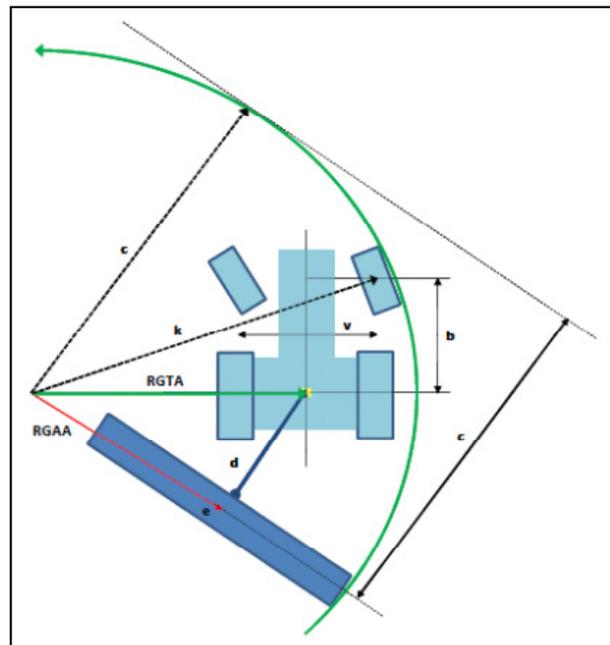


Figura 8

Para calcular las mencionadas distancias partimos de la base de que ya hemos calculado tanto $RGTA$ como $RGAA$.

La distancia k es la hipotenusa de un triángulo rectángulo y por tanto la podemos expresar como,

$$k = \sqrt{b^2 + \left(RGTA + \frac{[v]}{2}\right)^2} \quad (34)$$

Donde b es la batalla o distancia entre ejes, $RGTA$ el *Radio de Giro Tractor Arrastrado* y $[v]$ el ancho de vía.

La distancia c la podemos calcular a partir $RGAA$ que a su vez lo hemos calculado en función de $RGTA$. A partir de la **Figura 8** deducimos fácilmente que,

$$c = RGAA + \frac{a}{2} \quad (35)$$

Donde $RGAA$ es el *Radio de Giro Apero Arrastrado* y a el ancho del apero.

Por tanto la expresión que determina el *Radio de Giro Exterior Arrastrado* ($RGEA$) será,

$$\text{Radio Giro Exterior Aperos Arrastrado} = RGEA = \text{mayor} \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{b^2 + \left(RGTA + \frac{[v]}{2}\right)^2} \\ RGAA + \frac{a}{2} \end{array} \right. \quad (36)$$

El resumen de expresiones que determinan los distintos tipos de radio de giro necesarios en los procesos de cálculo queda como sigue:

Cuadro resumen de expresiones de cálculo de radios de giro		
Tipo de radio de giro	Aperos suspendidos	Aperos arrastrados
Radio de Giro Tractor Mínimo	$RGTM = \frac{b}{\tan\left(\alpha \frac{\pi}{180}\right)} + \frac{[v]}{2}$	
Radio de Giro Tractor	$RGAS = RGTS(a; RGTM) =$ $= \begin{cases} RGTM \leq \frac{a}{2} \Rightarrow RGAS = RGTS = \frac{a}{2} \\ RGTM > \frac{a}{2} \Rightarrow RGAS = RGTS = RGTM \end{cases}$	$RGTA([FG]) = \begin{cases} [FG] \leq RGTM \Rightarrow RGTA = RGTM \\ [FG] > RGTM \Rightarrow RGTA = \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \end{cases}$
Radio de Giro Apero		$RGAA([FG]) = \begin{cases} [FG] \leq RGTM \Rightarrow RGAA = \sqrt{RGTM^2 - d^2} \\ [FG] > RGTM \Rightarrow RGAA = \frac{a}{2} \end{cases}$
Radio de Giro Exterior	$RGES = mayor \begin{cases} \sqrt{\left(RGTM + \frac{[v]}{2}\right)^2 + b^2} \\ \sqrt{d^2 + \left(RGTM + \frac{a}{2}\right)^2} \end{cases}$	$EGEA = mayor \begin{cases} \sqrt{b^2 + \left(RGTA + \frac{[v]}{2}\right)^2} \\ RGAA + \frac{a}{2} \end{cases}$

Tabla 1

Este conjunto de expresiones se utilizará en la aplicación informática en los cálculos de tiempos de maniobra en cabecera. Dado que en cada aplicación se sabrán las dimensiones del tractor, apero y tipo de enganche, el programa seleccionará el método de cálculo según el cuadro anterior.

Como consecuencia de todo lo anterior, todo conjunto tractor-apero será clasificado en función de si es posible o no la maniobra de giro directo a una pasada adyacente. A esta clasificación la denominaremos *alta maniobra* si es posible realizar el mencionado giro y *baja maniobra* si no es posible, todo ello bajo las condiciones expuestas en puntos anteriores.

Una función de *Visual Basic*, basada en las expresiones del cuadro de la **Tabla 1**, determinará de forma automática esa clasificación.

Anejo 6

CÁLCULO DEL ERROR DE SOLAPE PROVOCADO POR NO SEGUIR UN PATRÓN DE TRABAJO DE FORMA ADECUADA

ANEJO 6

CÁLCULO DEL ERROR DE SOLAPE PROVOCADO POR NO SEGUIR UN PATRÓN DE TRABAJO DE FORMA ADECUADA

La Figura 1a muestra el error de paralelismo que puede ocurrir cuando se decide realizar un patrón de pasadas dejando una o dos sin realizar, forma típica de hacerlo cuando tenemos implementos de ciertas dimensiones y queremos conseguir mayor eficiencia. Otro error típico es el mostrado en la Figura 1b, donde se mantiene el paralelismo pero se provoca un solape que en muchos casos puede ser importante. Ambos errores producen un incremento de los insumos y del tiempo utilizados en esa operación, reduciendo de esta forma la competitividad del cultivo trabajado.

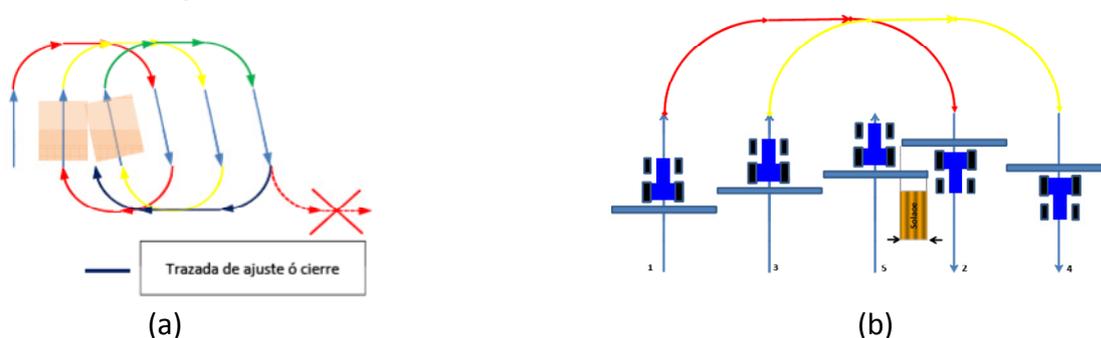


Figura 1. a) Error provocado por no seguir las líneas paralelas y b) error de solape habitual en muchas operaciones agrícolas.

Los dos ejemplos mostrados tienen en común que a la finalización del trabajo se realiza una pasada de ajuste adicional que no es aprovechada totalmente. En la Figura 1a podría hacer falta más de una pasada, o que con solo un pequeño recorrido se solucione, por lo que a efectos de cálculo se evaluarán con el mismo criterio.

Vamos a realizar una hipótesis de partida de los distintos escenarios que pueden ocurrir al intentar el cierre de pasadas en una operación agrícola cualquiera y para ello se parte de un apero con ancho de labor a (m) y unidades de labor individual (discos, rejas, boquillas,...) que se encuentran equidistantes a la distancia d (m) según la Figura 2.

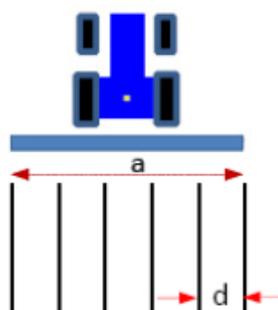


Figura 2. Diagrama del sistema tractor-apero con ancho de trabajo y separación de unidades de trabajo.

Para hacer una buena aproximación a la realidad simplificamos asumiendo que en cada pasada el error que se puede cometer es un múltiplo de d , es decir que se cierra en unidades cuyo valor es d , ó lo que es igual la labor correspondiente a un disco, arado, reja, boquilla o cualquier otra unidad de ancho de trabajo.

El número de escenarios posibles que pueden ocurrir al seguir un patrón determinado vendrá determinado por el número de “encajes” posibles, que será el correspondiente al número de unidades de trazadas (rejas, discos, ...) y éste viene determinado por la expresión,

$$n = \frac{a}{d} \quad (1)$$

Donde n es número de escenarios posibles, a (m) es el ancho del apero y d (m) la distancia entre unidades de laboreo. En la Figura 2, $n = 5$.

La Figura 3 muestra los 5 escenarios posibles con el modelo elegido.

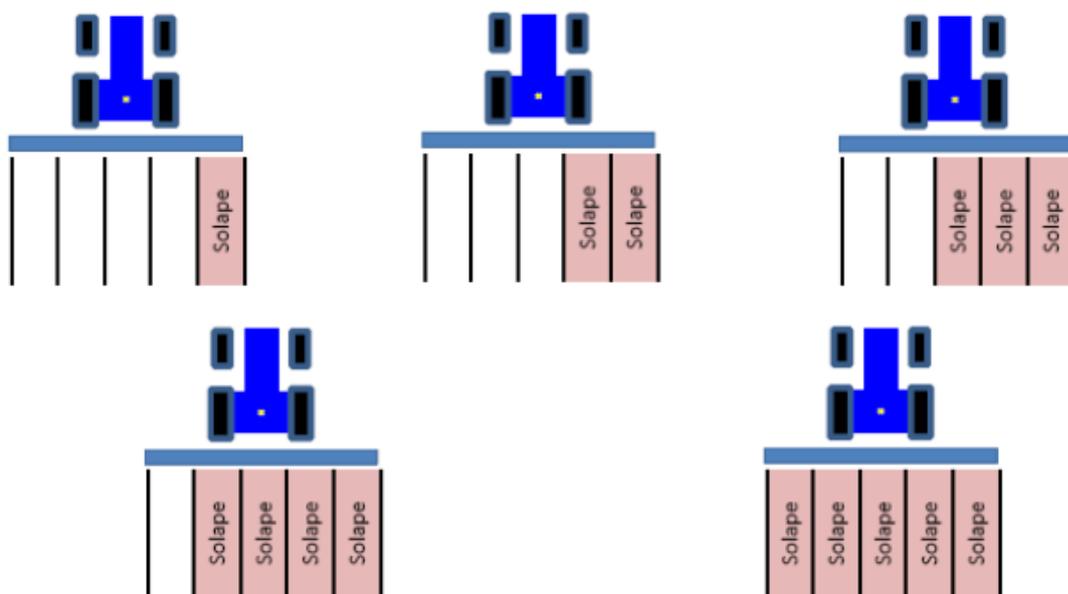


Figura 3. Escenarios posibles de solape en el modelo seleccionado

El valor de cada uno de los solapes será el siguiente:

$$Solape_1 = \frac{a}{n} \quad (2)$$

$$Solape_2 = 2 \frac{a}{n} \quad (3)$$

$$Solape_3 = 3 \frac{a}{n} \quad (4)$$

$$Solape_4 = 4 \frac{a}{n} \quad (5)$$

$$Solape_5 = 5 \frac{a}{n} \quad (6)$$

Pero el $Solape_5 = Solape_n$ es en realidad una coincidencia plena, por lo que tenemos que $Solape_n = 0$, o lo que es igual, de todas los escenarios posibles, uno es de acierto y por tanto de solape nulo.

Si tenemos en cuenta que en la pasada de cierre todos los escenarios tienen la misma probabilidad de ocurrir, cada n cierres teóricamente se han reproducido todos, por lo que cada n cierres tenemos acumulado el error de uno de cada escenario, ó lo que es igual, en cada cierre tendremos como error la media de los errores de una serie entera, a lo que llamaremos solape medio.

Esto lo podemos expresar de la siguiente forma:

$$Solape\ medio = \frac{\sum_1^n Solapes\ individuales}{n} \quad (7)$$

Los distintos solapes de las figuras anteriores forman una sucesión aritmética; el valor del elemento x_n viene definido por la expresión (1):

$$x_n = x_1 + (n - 1)d \quad (8)$$

Donde d es la diferencia común.

La suma de la sucesión aritmética es (2):

$$\sum_{i=1}^n x_i = \frac{n(x_1+x_n)}{2} \quad (9)$$

Conociendo la Ecuación 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Y teniendo en cuenta que el $Solape_n = 0$ por haber coincidencia en el cierre, es decir, se produce el acierto por coincidir el ancho de labor a con lo restante por cubrir, aplicando Ecuación 1, solo llegamos hasta $n = n - 1$, por lo que el valor del último solape, realizando sustituciones, es:

$$\text{Último solape}_{n-1} = \frac{a}{n} + ((n - 1) - 1) \frac{a}{n} \quad (10)$$

Operando

$$\text{Último solape}_{n-1} = \frac{a(n-1)}{n} \quad (11)$$

Y sustituyendo en (9)

$$Suma\ de\ solapes = \frac{(n-1)\left(\frac{a}{n} + \frac{a(n-1)}{n}\right)}{2} \quad (12)$$

Operando

$$\text{Suma Solapes} = \frac{a(n-1)}{2} \quad (13)$$

Por lo que ahora ya podemos calcular el solape medio de n particiones de la pasada con la expresión (7)

$$\text{Solape medio} = \frac{\frac{a(n-1)}{2}}{n} \quad (14)$$

De donde

$$\text{Solape medio} = a \frac{(n-1)}{2n} \quad (15)$$

Pero n es un número indeterminado que hemos usado para el razonamiento en las figuras y que puede ser todo lo grande que se quiera, por lo que el resultado final viene de la expresión:

$$\text{Solape medio} = a \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n-1)}{2n} \quad (16)$$

Y resolviendo queda que el solape medio en cada cierre de corte de besana es:

$$\boxed{\text{Solape medio} = \frac{a}{2}} \quad (17)$$

Donde a es el ancho de labor del apero

CÁLCULOS EN PATRÓN DE DE CORTES DE BESANA CON APEROS DE LABOR SIMETRICA

ANEJO 7

CÁLCULOS EN PATRÓN DE DE CORTES DE BESANA CON APEROS DE LABOR SIMETRICA

En el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se describe que una de las alternativas a la maniobra de cabecera con aperos de labor simétrica es seguir el llamado patrón de *cortes de besana de labor simétrica*, diferente del también descrito patrón de *cortes de besana de labor asimétrica*, y que ambos presentan el inconveniente de los errores de cierre analizados en el **Anejo 6** “Cálculo del error de solape provocado por no seguir un patrón de trabajo de forma adecuada”.

A diferencia del *patrón de cortes de besana en labores asimétricas* en el que el tamaño del corte de besana puede ser de una sola vuelta, aquí el tamaño está condicionado por el radio de giro del conjunto tractor-apero, pero el operador se enfrenta de nuevo al mismo problema que en el otro caso, es decir, si hace un corte muy grande, pierde mucho tiempo en las cabeceras, y si lo hace lo más pequeño que el radio de giro le permite, se enfrenta frecuentemente al error de cierre y a la consecuente pérdida de eficacia.

En el caso de uso de sistemas de guiado GNSS se buscará lógicamente el corte más pequeño permitido igual que en el caso del patrón de labor asimétrica.

El mencionado **Anejo 6** cuantifica el error de solapamiento en cada cierre pero no determina el número de ellos, dato necesario para conocer tanto el tiempo de maniobras en cabecera y el número de pasadas de una besana para el posterior cálculo de los tiempos de aplicación por besana. Esos datos son los que vamos a calcular en este Anejo.

Analizaremos los escenarios posibles, el de aperos suspendidos más habitual y el de aperos semi-suspendidos y de arrastre, tanto en situación de uso o no de sistemas de guiado GNSS. Los resultados obtenidos son los que se implantan en el proceso de cálculo de la aplicación informática.

Volviendo al **Anejo 1**, se determina que el patrón de cortes de besana en aperos de labor simétrica es una opción a partir de la condición $r > \frac{1}{2}a$, donde r es el *radio de giro apero* definido en el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro” y a el ancho de labor.

Lógicamente, estos cortes deben ser lo más pequeño que permita el *Radio de Giro Apero* para minimizar los tiempos muertos de traslado en cabecera así como la compactación del terreno.

Analizando las figuras siguientes, podemos deducir los distintos escenarios bajo los que nos vamos a encontrar.

1.-Cálculos en escenario 1, bajo la condición $\frac{1}{2}a < r \leq a$ (Una pasada intermedia)

Observando la **Figura 1** apreciamos que el radio de giro no permite realizar la pasada contigua 2 sino la siguiente, pasada 3, para la cual tenemos maniobrabilidad más que suficiente.

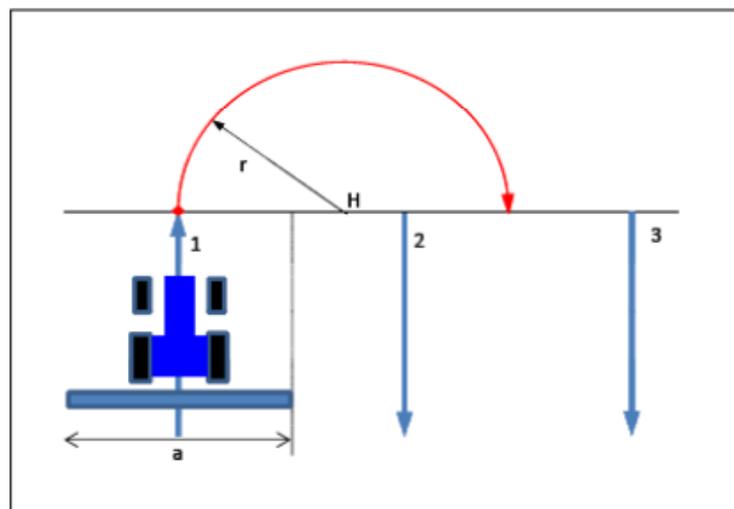


Figura 1

La condición que cumple este escenario es: $\frac{1}{2}a < r \leq a$

El patrón de cortes de de besana posible bajo estas condiciones y que minimiza las trayectorias de cabecera se ilustra en la **Figura 2**.

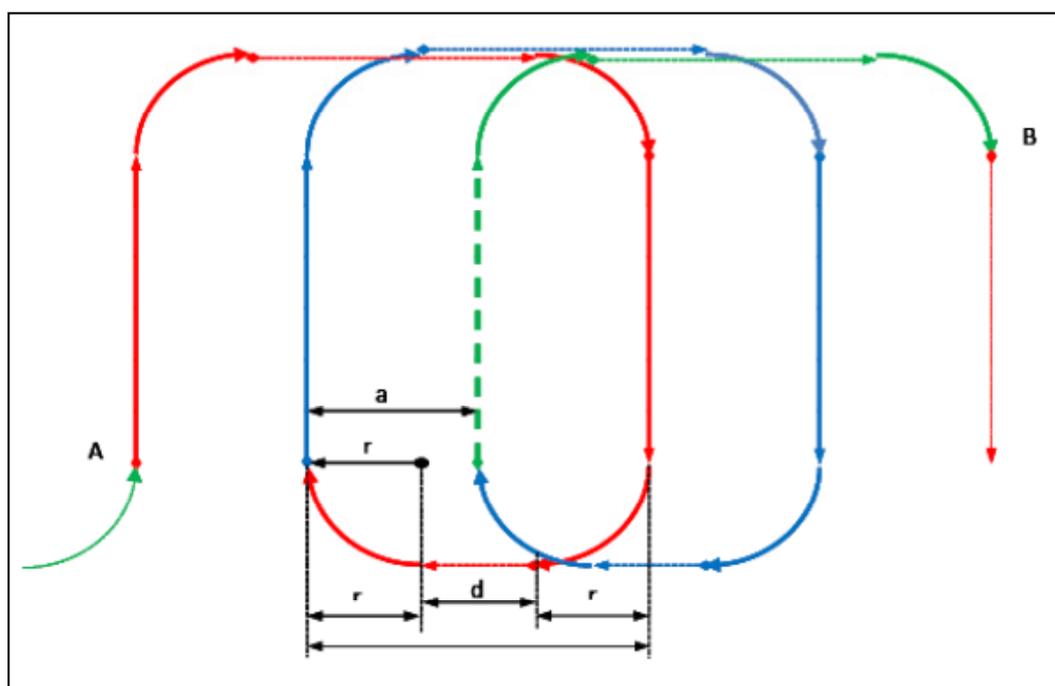


Figura 2

El patrón comienza en el punto A y finaliza en el punto B para iniciar otro, aunque invertido o simétrico. La pasada de líneas discontinuas de color verde es la llamada pasada de cierre del corte de besana y es en la que se comete el error de cierre o paralaje descrito en el **Anejo 6** cuando no se usa sistema de guiado GNSS; según lo demostrado en este Anejo, esta pasada equivale solo a la mitad del ancho, o lo que es igual, cada dos ciclos completos del patrón de la figura se pierde una pasada entera.

Por tanto vamos a realizar un resumen de las distancias recorridas partiendo de la simulación de dos recorridos como el de la mencionada **Figura 2**,

Número de Pasadas: 10

Número de Pasadas Efectivas (de las que depende la superficie cubierta sin uso de GNSS): 9

La trayectoria de la cabecera la componen una serie de arcos de circunferencia de 90° y radio el correspondiente al *radio de giro tractor*, más unos segmentos rectilíneos, cuyas longitudes son fácilmente deducibles de la figura, y que equivalen siempre al número de anchos de labor a que cubre la trayectoria en cabecera de una pasada a otra menos dos veces el radio.

Por tanto, la suma de todas las trayectorias en cabecera será:

$$\text{Suma trayectorias en cabecera} = 2(10\text{Arcos}90^\circ + 2(2a - 2r) + 3(3a - 2r)) \quad (1)$$

$$\text{Suma trayectorias en cabecera} = 10\pi r + 4(2a - 2r) + 6(3a - 2r) \quad (2)$$

2.-Cálculos en escenario 2, bajo la condición $a < r \leq \frac{3}{2}a$ (Dos pasadas intermedias)

Si el radio de giro aumenta o el ancho de labor disminuye nos encontraremos con el escenario ilustrado en la **Figura 3**, donde se cumple la condición $a < r \leq \frac{3}{2}a$ o lo que es igual

$\frac{2}{3}r \leq a < r$. A continuación vamos a estudiar el siguiente supuesto entre proporciones de *radio de giro tractor* y ancho del apero.

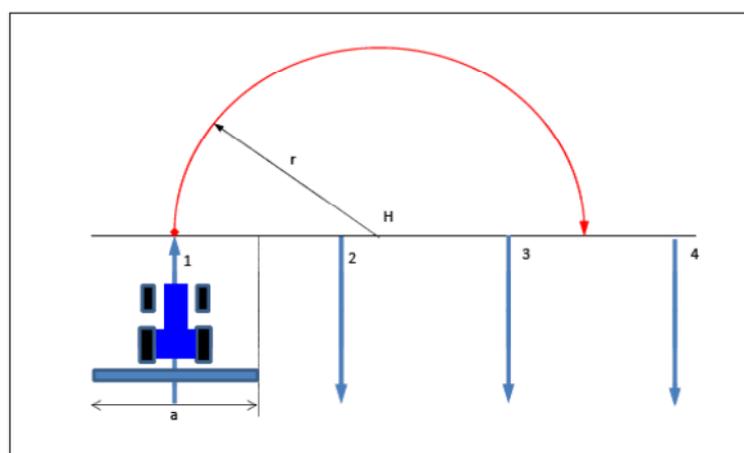


Figura 3

El patrón de cortes de besana posible es el que se muestra en la **Figura 4**.

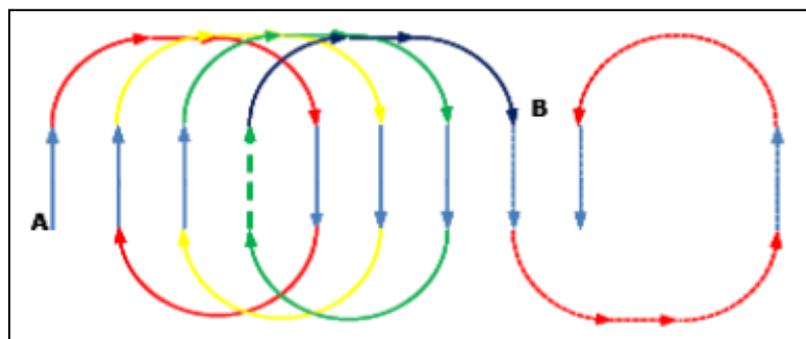


Figura 4

El patrón comienza en el punto A y finaliza en el punto B para iniciar otro, aunque invertido o simétrico igual al del escenario descrito con anterioridad, y siguiendo con los mismos criterios de considerar dos patrones para deducir una pasada completa por error de cierre, deducimos,

Número de Pasadas: 14

Número de Pasadas Efectivas (de las que depende la superficie cubierta sin GNSS): 13

La trayectoria en cabecera sumando una vuelta más al patrón anterior y multiplicando por dos patrones tenemos:

$$\text{Suma trayectorias en cabecera} = 2(14\text{Arcos}90^\circ + 3(3a - 2r) + 4(4a - 2r)) \quad (3)$$

$$\text{Suma trayectorias en cabecera} = 14\pi r + 6(3a - 2r) + 8(4a - 2r) \quad (4)$$

3.-Cálculos en escenario 3, bajo la condición $\frac{3}{2}a < r \leq 2a$ (Tres pasadas intermedias).

Un último escenario, ya muy poco probable por la proporción del ancho de labor y el *radio de giro tractor* sería el correspondiente a la **Figura 5**.

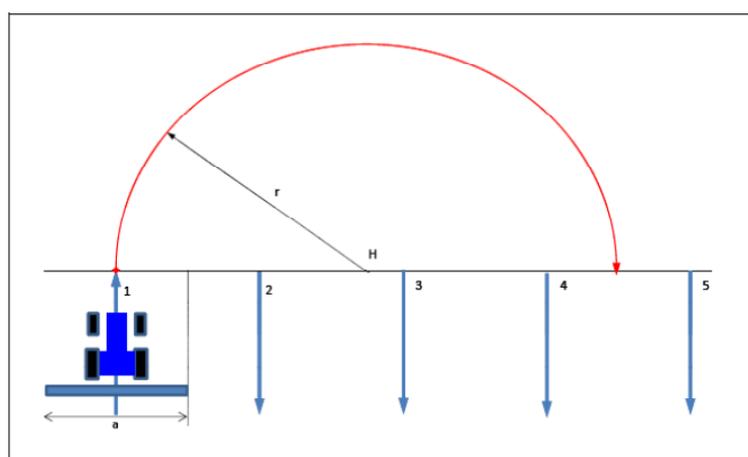


Figura 5

Corresponde a la situación en la que se cumple la condición $\frac{3}{2}a < r \leq 2a$, o lo que es igual $\frac{1}{2}r \leq a < \frac{2}{3}r$

Siguiendo con el mismo procedimiento de cálculo anterior, sumando una vuelta más al patrón de la **Figura 4** (escenario 2), deducimos que:

Número de Pasadas: 18

Número de Pasadas Efectivas (de las que depende la superficie cubierta sin GNSS): 17

$$\text{Suma de trayectorias en cabecera} = 2(18\text{Arcos}90^\circ + 4(4a - 2r) + 5(5a - 2r)) \quad (5)$$

$$\text{Suma de trayectorias en cabecera} = 18\pi r + 8(4a - 2r) + 10(5a - 2r) \quad (6)$$

Sin necesidad de simular escenarios adicionales, podemos deducir la siguiente pauta en función del escenario:

Escenario n	Pasadas realizadas	Pasadas equivalentes sin error de cierre	Recorridos en cabecera
1	10	9	$10\pi r + 4(2a - 2r) + 6(3a - 2r)$
2	14	13	$14\pi r + 6(3a - 2r) + 8(4a - 2r)$
3	18	17	$18\pi r + 8(4a - 2r) + 10(5a - 2r)$
n	4n+6	4n+5	$(4n + 6)\pi r + (2n + 2)((n + 1)a - 2r) + (2n + 4)((n + 2)a - 2r)$ (Simplificando): $a(4n^2 + 12n + 10) + r(4\pi n + 6\pi - 8n - 12)$

Figura 6

Los valores de escenario se deducen comparando el ancho del apero y el *Radio de Giro Apero Suspendido o Arrastrado* (representado por *ra*) según proceda atendiendo al siguiente cuadro, teniendo en cuenta que en la aplicación lo realizará por un proceso de *Visual Basic*.

Determinación del escenario	
Condicionante	Escenario
$\frac{1}{2}a < ra \leq a$	1
$a < ra \leq \frac{3}{2}a$	2
$\frac{3}{2}a < ra \leq 2a$	3
$\frac{n}{2}a < ra \leq \frac{n+1}{2}a$	n

Figura 7

Al igual que en el **Anejo 10** “Cálculos en patrón de de cortes de besana con aperos de labor asimétrica”, el procedimiento de cálculo será averiguar la relación entre la superficie realizada y la distancia recorrida para cubrirla en una determinada besana en función del número de escenario definido anteriormente.

En una determinada besana, la superficie cubierta la compone la suma de pasadas efectivas sin solape por el ancho de labor efectivo del apero, mientras que la distancia recorrida va a depender del número de pasadas totales y de la distancia recorrida en las maniobras de cabecera, la cual depende a su vez de la maniobrabilidad consecuencia del radio de giro del conjunto tractor-apero.

En una serie completa con dos cierres en escenario sin uso de GNSS, la relación entre la superficie cubierta y la distancia invertida en realizarla, llamando a al ancho de labor, t a la longitud de la pasada, n al número de escenario y r al radio de giro tractor, vendrá definido por la expresión,

$$\frac{\text{superficie cubierta}}{\text{distancia invertida}} = \frac{at(4n+5)}{t(4n+6)+a(4n^2+12n+10)+r(4\pi n+6\pi-8n-12)} \quad (7)$$

A partir de aquí, y dentro del mínimo valor de n que la maniobrabilidad permite, mediante una función de *Visual Basic* determinaremos cual es el valor de n para que la relación anterior tenga el valor máximo.

Los efectos que se derivan de la expresión anterior pueden verse en la tabla de la **Figura 8** y en la gráfica de la **Figura 9** derivada dependiente del mencionado cuadro.

Número de vueltas de corte de besana óptimo con labor simétrica según ancho de labor y longitud de pasadas para un radio de giro de 4,5 m							
Ancho Labor	Longitud de las pasadas (Radio de giro: 4,5 m)						
	50 m	100 m	300 m	600 m	1000 m	1500 m	2000 m
16,0 m	1 v	1 v	1 v	2 v	3 v	4 v	5 v
8,0 m	1 v	1 v	2 v	4 v	5 v	6 v	7 v
4,0 m	2 v	2 v	4 v	5 v	7 v	9 v	10 v
2,0 m	4 v	4 v	6 v	8 v	11 v	13 v	15 v
1,0 m	8 v	8 v	9 v	12 v	15 v	19 v	22 v
0,5 m	17 v	17 v	17 v	18 v	22 v	27 v	31 v

Figura 8

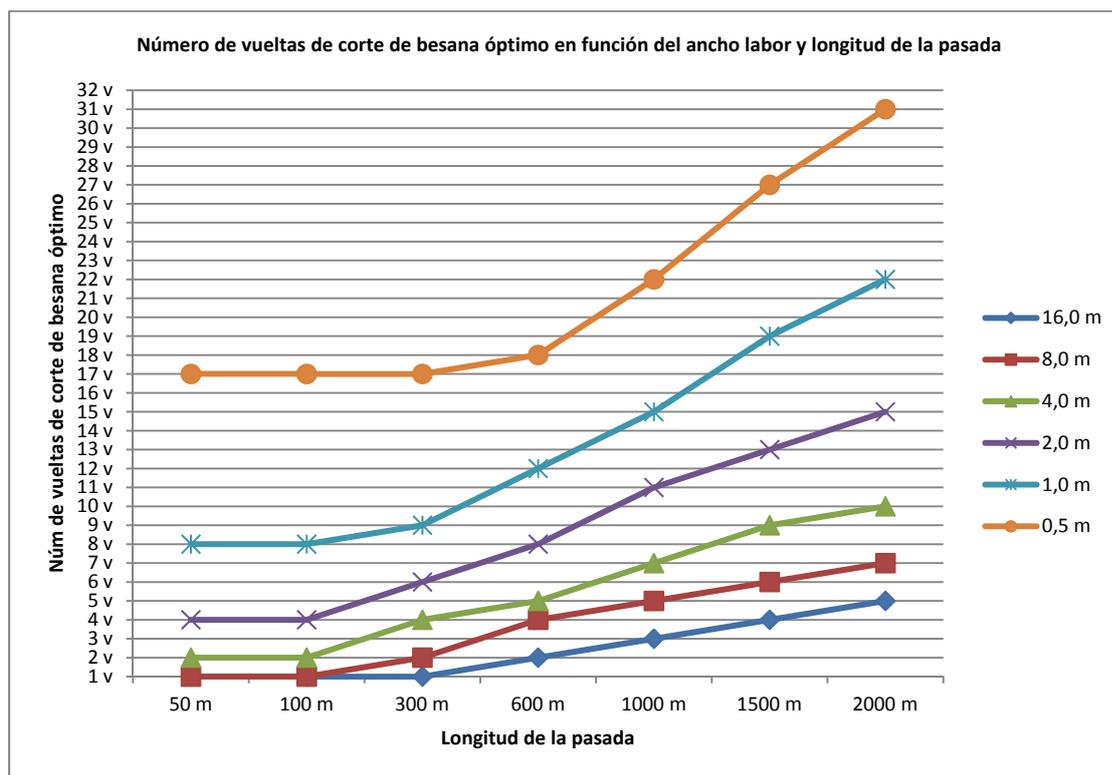


Figura 9

Al igual que en el caso de los cortes de besana en labores asimétricas, puede apreciarse claramente que a medida que se aumenta la longitud de las pasadas o se disminuye el ancho de labor, hay que realizar cortes de besana más anchos para maximizar el rendimiento.

Como consecuencia de lo anterior, tenemos dos posibilidades a la hora de realizar los cálculos sobre el número de pasadas y el tiempo invertido en cada una de ellas para la posterior implantación en la aplicación:

1.- Cálculo del número de pasadas y tiempo de maniobra en cabecera en patrones de corte de besana de labor simétrica con uso de sistemas de guiado GNSS.

El valor n se calcula mediante la expresión de la **Figura 7** en una función de *Visual Basic* que determina el corte de besana más pequeño en función de la maniobrabilidad del conjunto tractor-aperos.

El número de pasadas, dado que no hay pérdidas en cierres, será el número entero redondeado a la alza resultante de dividir el ancho de la besana entre el ancho de labor del apero, mediante la expresión,

$$\text{Número de pasadas} = \left\lceil \frac{\text{Ancho besana}}{\text{Ancho apero}} \right\rceil = \left\lceil \frac{100\sqrt{S_{ha}}}{\text{Ancho apero}} \right\rceil \quad (8)$$

Los tiempos en cabecera por pasada serán función de n , y teniendo en cuenta que consideramos que la velocidad es la misma que la de trabajo, tenemos que

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}_{seg} = 3,6 \frac{\text{recorrido en cabecera}_m}{Vt_{kmh}} \quad (9)$$

Y teniendo en cuenta lo resumido en la tabla de la **Figura 6**, podemos expresarlo de la siguiente forma,

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}(n)_{seg} = 3,6 \frac{\frac{\text{Recorrido una serie}}{\text{Num pasadas reales de la serie}}}{Vt_{kmh}} \quad (10)$$

Que sustituyendo por los valores respectivos obtenemos

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}(n)_{seg} = 3,6 \frac{(a(4n^2+12n+10)+r(4\pi n+6\pi-8n-12))_m}{(4n+6)Vt_{kmh}} \quad (11)$$

Donde el recorrido se expresa en función del escenario n .

2.- Cálculo del número de pasadas y tiempo de maniobra en cabecera en patrones de corte de besana de labor simétrica sin uso de sistemas de guiado GNSS.

Según lo deducido en la **Figura 8**, partiremos del supuesto de contar con un operador de la mejor pericia que intuye que realizar los cortes de besana atendiendo al valor mínimo establecido por la maniobrabilidad le va a causar frecuentes errores de cierre y que por tanto aplicará cortes de mayor rango para minimizarlas.

En este caso, el valor de n se calcula mediante una función de *Visual Basic* que determina la mejor relación entre distancia recorrida y superficie cubierta, según la expresión (7). Una vez se conozca este nuevo valor de n , podemos deducir que no todas las pasadas van a ser efectivas, lo que equivale a decir que el ancho de labor de cada pasada es inferior al real en la misma proporción que las pasadas no válidas, lo que podemos expresar de la siguiente forma, según lo deducido en la tabla de la **Figura 6**,

$$\text{Ancho de labor real} = \frac{4n+5}{4n+6} \quad (12)$$

Por lo que

$$\text{Núm de pasadas} = \left[\frac{\text{ancho besana}}{\text{ancho labor} \frac{4n+5}{4n+6}} \right] = \left[\frac{100\sqrt{Sha}}{\text{ancho labor} \frac{4n+5}{4n+6}} \right] \quad (13)$$

El tiempo invertido en cada pasada, dado que el tipo de maniobra es similar que con uso de GNSS, se calcula de igual modo que en el punto 1 mediante la expresión (11).

Anejo 8

CÁLCULO DEL TIEMPO DE MANIOBRA EN CABECERA USANDO UN GIRO
CONTIGUO Y ADYACENTE EN APEROS DE LABOR SIMÉTRICA

ANEJO 8

CÁLCULO DEL TIEMPO DE MANIOBRA EN CABECERA USANDO UN GIRO CONTIGUO Y ADYACENTE EN APEROS DE LABOR SIMÉTRICA

Cuando pretendemos realizar una maniobra en cabecera para realizar una pasada contigua y adyacente a la anterior y siempre en el mismo sentido de avance tenemos varias posibilidades en función de la capacidad de giro del conjunto tractor-apero, la cual se ha deducido en el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” en función del tipo de enganche al tractor, suspendido o de arrastre/semi-suspendido.

El tiempo en cabecera viene determinado por el recorrido realizado y por la velocidad del elemento motriz. En el **Anejo 5** “Definición y cálculo de distintos radios de giro” se determina que la trayectoria del tractor y apero es la misma en el caso de enganche suspendido, pero que en el tipo de arrastre, el recorrido del tractor es mayor y será de éste de donde se calcule recorrido y en consecuencia el tiempo.

Por tanto, a efecto de cálculos de tiempo en cabeceras usaremos siempre el denominado *Radio de Giro Tractor* definido en el citado **Anejo 5**, y que tiene valores distintos para un mismo tractor en función del tipo de enganche del apero.

1.- Cálculo del tiempo de maniobra en cabecera en maniobras de pasadas contiguas en aperos suspendidos.

Consiste en una maniobra sencilla que describe una trayectoria equivalente a una semicircunferencia de arco 180º sin interrupción, según se muestra en la **Figura 1**, y siempre que se cumpla la condición:

$$\text{Radio de giro tractor} \leq \frac{\text{ancho de labor}}{2} \quad (1)$$

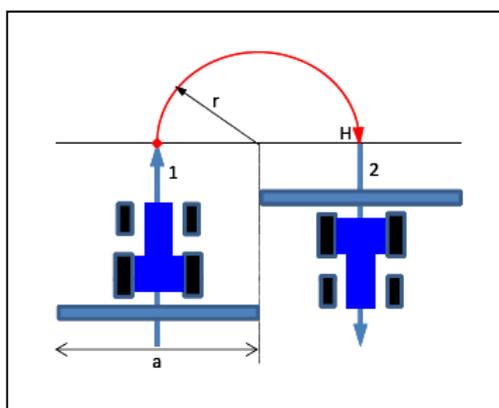


Figura 1

Si la condición anterior no se cumple entraríamos en el estudio de maniobras y tiempos alternativos como cortes de besana y maniobras de inversión en cabeceras estudiadas en otros anejos.

El cálculo del tiempo en una pasada, expresado en segundos, del recorrido en metros y la velocidad en Km/h, es como sigue:

$$\text{Tiempo Cabecera}_{(s)} = \frac{\text{Recorrido}_{(m)}}{\text{Velocidad}_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \cdot 3,6 \quad (2)$$

de donde,

$$\text{Recorrido} = \pi \cdot \frac{a}{2} \quad (3)$$

donde a es el ancho de labor del apero en metros (**Figura 1**). Sustituyendo,

$$\text{Tiempo Cabecera}_{(s)} = \frac{\pi \cdot \frac{a}{2}(m)}{\text{Velocidad}_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \cdot 3,6 \quad (4)$$

y operando,

$$\text{Tiempo Cabecera}_{(s)} = \frac{\pi \cdot a(m)}{\text{Vel}_{(km/h)}} \cdot 1,8 \quad (5)$$

2.- Cálculo del tiempo de maniobra en cabecera en maniobras de pasadas contiguas en aperos arrastrados o semi-suspendidos.

Tal como se analizó en el **Anejo 1** en el caso de aperos arrastrados existen dos escenarios posibles:

- a.- Que la capacidad de giro del tractor excede las necesidades de giro del apero.
- b.- Que la capacidad de giro del tractor es insuficiente para girar el apero y realizar una pasada inversa y adyacente. En este caso, realizar la maniobra adyacente del tipo de giro directo es imposible.

En el caso a, según lo deducido en el **Anejo 5** el *Radio de Giro Tractor Arrastrado* (RGTA) en metros, será:

$$\text{RGTA} = \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (6)$$

Donde d es la distancia del centro del eje no directriz del tractor al centro del virtual eje transversal de giro del apero (**Figura 7, Anejo 5**), y a es el ancho de labor del apero, todo en metros.

Consecuentemente, y partiendo de nuevo de la expresión (2), el tiempo en cabecera por cada pasada será:

$$\text{Tiempo Cabecera: } \frac{\pi \frac{RGT A}{2}}{v} \cdot 3,6 \quad (7)$$

Que sustituyendo y operando obtenemos

$$\text{Tiempo Cabecera: } \frac{\pi \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{v_{(Km/h)}} \cdot 1,8 \quad (8)$$

Donde el tiempo viene expresado en segundos, d y a en metros, y la velocidad en Km/h.

Pero en el caso de no poder realizar una pasada mediante un giro directo, existen las siguientes alternativas:

- 3.- Realizar una maniobra de doble giro
- 4.- Realizar maniobra de giro de gran amplitud
- 5.- Realizar patrón de cortes de besana analizadas en otro anejo

3.- Maniobra de doble giro en cabecera

La **Figura 2** muestra este tipo de maniobra que persigue no realizar el patrón de cortes de besana para no afrontar los inconvenientes del mismo.

La maniobra comienza al final de la pasada 1 y finaliza al comienzo de la pasada 2.

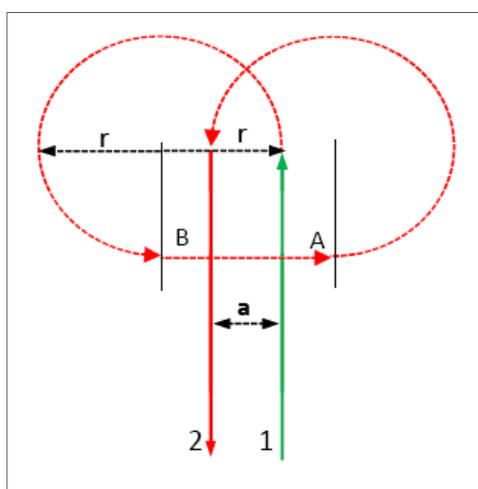


Figura 2

La trayectoria en cabecera la componen dos arcos de circunferencia de 270° cada uno con el *Radio de Giro Tractor* más el segmento rectilíneo AB, cuya longitud podemos deducir teniendo en cuenta que puede ser dividido en 3 sub-segmentos cumpliéndose que la longitud total es,

$$\text{Segmento } AB = (r - a) + a + (r - a) = 2r - a \quad (9)$$

Las longitudes de los arcos son,

$$\text{Longitud arcos} = 2 \left(\frac{3}{4} 2\pi r \right) = 3\pi r \quad (10)$$

Por tanto la longitud total recorrida en la maniobra será

$$\text{Recorrido en cabecera} = 2r - a + 3\pi r = r(3\pi - 2) - a \quad (11)$$

Y aplicando de nuevo la formula

$$\text{Tiempo Cabecera}_{(s)} = \frac{\text{Recorrido}_{(m)}}{v_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \cdot 3,6 \quad (12)$$

Para el caso de aperos suspendidos, sustituimos r por RGTS y obtenemos,

$$\text{Tiempo Cabecera maniobra doble giro suspendidos}_{(s)} = \frac{RGTS(3\pi-2)-a}{v_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \cdot 3,6 \quad (13)$$

Donde a el ancho de labor en metros.

En el caso de aperos arrastrados se sustituiría el valor de r por el *Radio de Giro Tractor Arrastrado (RGTA)*, quedando de la forma,

$$\text{Tiempo Cabecera maniobra doble giro arrastrados}_{(s)} = \frac{RGTA(3\pi-2)-a}{v_{\left(\frac{km}{h}\right)}} \cdot 3,6 \quad (14)$$

4.- Realizar maniobra de giro de gran amplitud.

La **Figura 3** muestra la trayectoria de esta maniobra y para conocer el tiempo que se invierte en realizarla calcularemos su longitud, compuesta de tres arcos de circunferencia, dos inversos indicados en verde y uno directo en rojo, cuyos radios corresponden al *Radio de Giro Tractor* r .

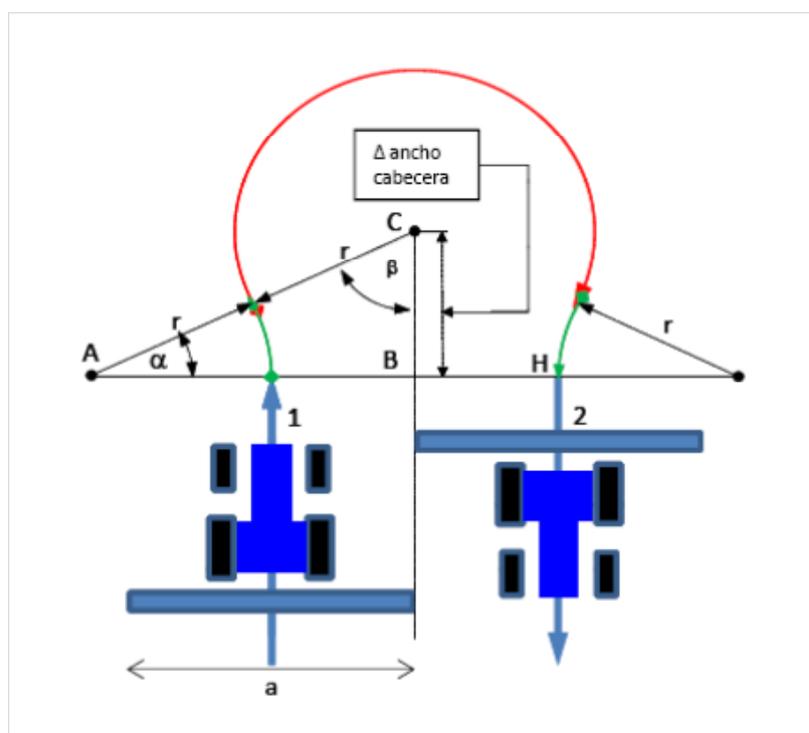


Figura 3

Para conocer las longitudes de los arcos calcularemos los ángulos correspondientes.

El triángulo ABC es rectángulo y su hipotenusa AC equivale a $2r$.

El cateto mayor AB equivale a $a + \frac{1}{2}a$, siendo a el ancho de labor.

Consecuentemente se cumple que,

$$\cos \alpha = \frac{r + \frac{1}{2}a}{2r} \quad (15)$$

Por lo que el ángulo α en radianes será,

$$\alpha = \arccos\left(\frac{r + \frac{1}{2}a}{2r}\right) \quad (16)$$

La longitud de los arcos verdes inversos será:

$$\text{Longitud dos arcos inversos} = r \cdot 2 \arccos\left(\frac{r + \frac{a}{2}}{2r}\right) \quad (17)$$

De otra parte tenemos que $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$, por lo que el ángulo del arco rojo de giro directo, según la **Figura 3** será:

$$2\pi - 2\beta = 2\pi - 2\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \pi + 2\alpha \quad (18)$$

Y multiplicando por el radio obtenemos la longitud del arco,

$$\text{Longitud arco giro directo} = (\pi + 2 \alpha)r \quad (19)$$

Sustituyendo el valor de α por su valor en función del radio de giro y ancho de apero tenemos

$$\text{Longitud arco giro directo} = r(\pi + 2\text{arco cos}(\frac{r+a}{2r})) \quad (20)$$

La longitud total del recorrido es por tanto:

$$\text{Recorrido total} = r(\pi + 2\text{arco cos}(\frac{r+a}{2r})) + r2\text{arco cos}(\frac{r+a}{2r}) \quad (21)$$

Que operando resulta,

$$\text{Recorrido total} = r(\pi + 4\text{arco cos}(\frac{r+a}{2r})) \quad (22)$$

El tiempo invertido en este recorrido a la velocidad de trabajo se obtiene entonces de la expresión,

$$\text{Tiempo Cabecera}_{(s)} = \frac{r(\pi + 4\text{arco cos}(\frac{r+a}{2r}))}{vt \left(\frac{km}{h}\right)} \cdot 3,6 \quad (23)$$

Donde r es el *Radio de Giro Tractor*, a el ancho de labor y vt la velocidad de trabajo.

En la **Figura 3** puede apreciarse que en la zona de inflexión de la trayectoria curva, para realizar la transición del arco verde al arco rojo y viceversa, hay que girar la dirección del tractor del máximo en un sentido al máximo en sentido contrario.

Esta transición se muestra en la figura como si fuese instantánea en el tiempo, o al menos instantánea en el espacio, ya que para que esta trayectoria sea posible sería necesario parar el tractor en el punto de inflexión, girar la dirección al máximo en sentido contrario y proseguir. Dado que es absurdo parar porque se pierde tiempo, la maniobra se hace de forma continua, no siendo entonces los radios de giro constantes como se muestran en la citada figura.

De otra parte es sabido que, aunque todos los tractores actuales montan las modernas direcciones de accionamiento hidrostático, se necesita un tiempo mínimo para girarla de un extremo a otro. Este tiempo lo llamamos Tg y será configurable en la aplicación informática. Este fenómeno provocará un alargamiento de la trayectoria, tal como se muestra en la **Figura 5**, y un aumento del ancho de la cabecera respecto de la **Figura 4**.

La trayectoria de color azul correspondería a la zona de transición del giro de la dirección, y la línea roja de puntos será la nueva trayectoria alargada y real.

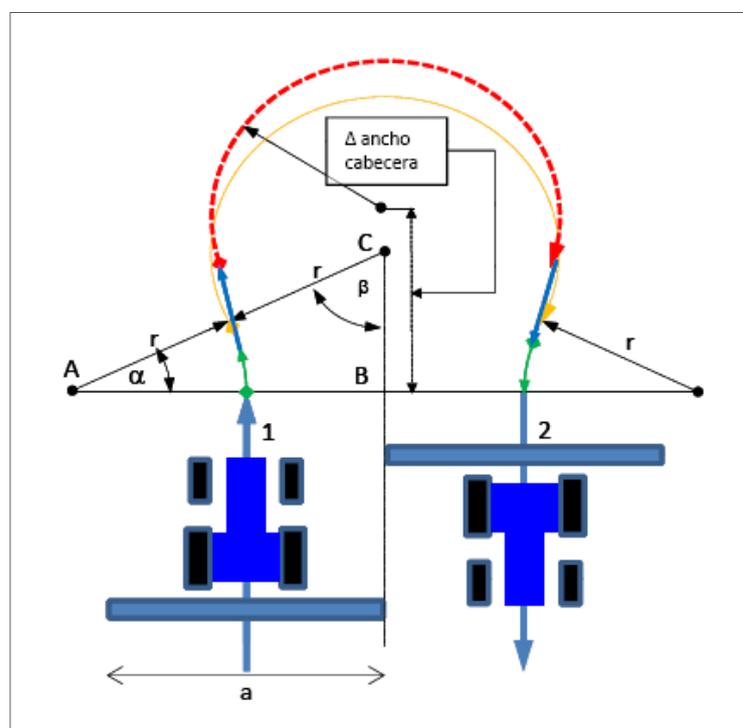


Figura 4

Por tanto, la nueva expresión que determina el tiempo de maniobra en cabecera en patrones de giro directo de gran amplitud será:

$$\text{Tiempo en cabecera giro de gran amplitud}_{(s)} = 2Tg_{(s)} + \frac{r(\pi + 4 \arccos \cos \frac{r+a}{2r})}{vt \left(\frac{km}{h}\right)} \cdot 3,6 \quad (24)$$

Pero en las **Figuras 3 y 4** hemos visto que esta maniobra provoca un incremento del ancho de la cabecera que posteriormente deberá ser cubierto con al menos una pasada adicional trasversal en cada cabecera, es decir en ambos extremos de cada pasada, por lo que podemos determinar que al menos perderemos en cada pasada el tiempo de recorrer dos veces su ancho para cubrir al final ese incremento de ancho no cubierto.

Recurriendo a la expresión que determina el tiempo de un recorrido (1), y sustituyendo en esta expresión el razonamiento anterior obtenemos,

$$\text{Tiempo adicional en cabecera}_{(s)} = \frac{2a_{(metros)}}{vt \left(\frac{km}{h}\right)} \cdot 3,6 \quad (25)$$

Por lo que la expresión final del tiempo en cabeceras por pasada en maniobras de giro directo extendido es,

$$T_{\text{Tiempo Cabecera giro amplio}}(s) = 2Tg + 3,6 \left(\frac{2a+r \left(\pi + 4 \arccos \cos \frac{r+\frac{a}{2}}{2r} \right)}{vt \left(\frac{km}{h} \right)} \right) \quad (26)$$

En esta expresión, r deberá ser sustituida por RGTS o RGTA en función del tipo de enganche tractor-apero del tipo suspendido o arrastrado respectivamente.

El resumen de las expresiones anteriores queda reflejado en la **Tabla 1**

Resumen de expresiones de cálculo de tiempo en cabecera por pasada con maniobras de giro con pasadas adyacentes		
Tipo giro/enganche	Aperos suspendidos	Aperos arrastrados
Giro directo	$T_{\text{Tiempo}}(s) = \frac{\pi \cdot a(m)}{v(Km/h)} \cdot 1,8$	$T_{\text{Tiempo}}(s) = \frac{\pi \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{v(Km/h)} \cdot 1,8$
Doble giro	$T_{\text{Tiempo}}(s) = \frac{RGTS(3\pi - 2) - a}{Vel \left(\frac{km}{h} \right)} \cdot 3,6$	$T_{\text{Tiempo}}(s) = \frac{RGTA(3\pi - 2) - a}{v \left(\frac{km}{h} \right)} \cdot 3,6$
Giro directo amplio	$T_{(s)} = 2Tg + 3,6 \left(\frac{2a + RGTS \left(\pi + 4 \arccos \cos \frac{RGTS + \frac{a}{2}}{2RGTS} \right)}{vt \left(\frac{km}{h} \right)} \right)$	$T_{(s)} = 2Tg + 3,6 \left(\frac{2a + RGTA \left(\pi + 4 \arccos \cos \frac{RGTA + \frac{a}{2}}{2rts} \right)}{vt \left(\frac{km}{h} \right)} \right)$

Tabla 1

Anejo 9

CALCULO DEL TIEMPO EN REALIZAR MANIOBRA DE INVERSION DE MARCHA

ANEJO 9

CALCULO DEL TIEMPO EN REALIZAR MANIOBRA DE INVERSION DE MARCHA

En el **Anejo 5** “Cálculos de radios de giro” se definen los llamados radios de giro del conjunto tractor-apero. En la **Figura 1** se muestra un escenario en el que, aplicando la máxima capacidad de giro del mencionado conjunto tractor-apero suspendido, se cumple la condición que el denominado *Radio de Giro Tractor Suspendido* (RGTS, en este caso igual al RGTM o *Radio de Giro Tractor Mínimo* y representado por r en las figuras) es mayor que la mitad del ancho de labor del apero, momento a partir del cual ya no se puede realizar una pasada adyacente contigua.

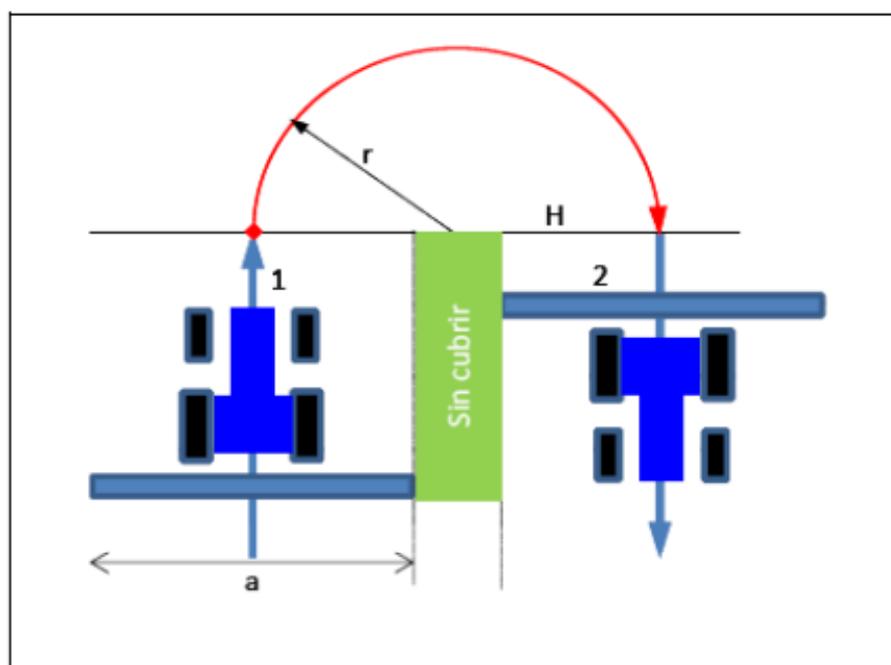


Figura 1

A partir de aquí hay varias opciones, según lo descrito en el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera”, y uno de ellos es la llamada maniobra de inversión de marcha, cuyo análisis vamos a realizar en este Anejo.

La maniobra de inversión de marcha solo es posible con aperos suspendidos y consiste en realizar una operación en la cabecera compuesta por un giro máximo en un sentido, inversión de marcha con giro máximo en sentido contrario y volver a iniciar la marcha con giro máximo en el sentido primero, todo ello para completar la media vuelta de 180°.

En la **Figura 2** se describe un esquema de maniobra habitual de inversión de marcha.

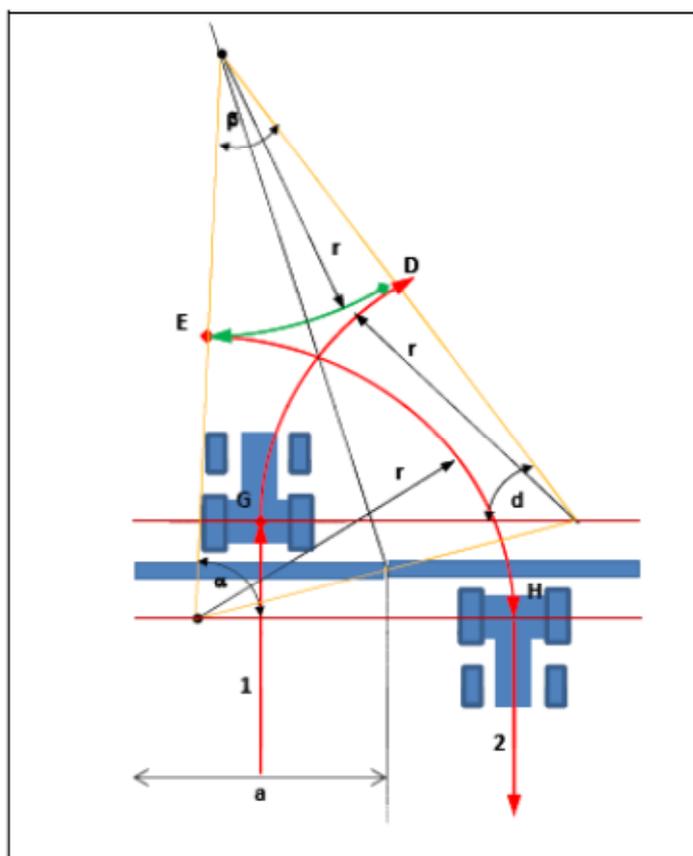


Figura 2

Al final de la pasada 1 se inicia un giro máximo a la derecha describiendo el arco GD. Llegado al punto D, el tractor se detiene, invierte la marcha y gira la dirección al máximo en sentido contrario para describir el arco DE. Llegado al punto E vuelve a invertir la marcha y girar la dirección al máximo al sentido contrario para describir el arco EH e iniciar la pasada 2.

Dado que los arcos se realizan siempre con la dirección girada al máximo, todos tienen el mismo radio ya definido en el **Anejo 1** como *Radio de Giro Tractor Mínimo (RGTM)*. Además no se repite trayectoria alguna porque cada vez que se invierte de marcha la dirección esta girada en sentido distinto. Al ser las pasadas 1 y 2 paralelas, puede deducirse fácilmente, sin necesidad de realizar cálculo trigonométrico alguno, que la suma de los ángulos de los arcos es de 180° , por lo que si los unimos todos, con independencia de que tengan longitudes distintas, obtendremos siempre una trayectoria resultante equivalente a una semicircunferencia de radio r , es decir,

$$Recorrido\ Total_{(m)} = \pi [RGTM]_{(m)} \quad (1)$$

Al no ser un recorrido a velocidad constante, analizaremos el tiempo en recorrerla. Partiendo de la base de realizar las pasadas de los arcos a la misma velocidad que la empleada en la trayectoria de arada, la ejecución de la maniobra ocasionará unos tiempos adicionales

derivados de las interrupciones de la maniobra de inversión y que, que se describe a continuación:

- 1º.- Acción de detener el tractor en el punto D.
- 2º.- Girar la dirección al máximo en sentido a izquierda en punto D.
- 3º.- Iniciar la marcha atrás.
- 4º.- Volver a parar el tractor en punto E.
- 5º.- Girar la dirección al máximo en sentido a derecha en punto E.
- 6º.- Volver a iniciar la marcha adelante del tractor.

Dado que las operaciones de parada e inicio de marcha la tienen actualmente casi todos los tractores con un sistema de inversor de accionamiento hidráulico o electrohidráulico cuya conexión suele estar calibrada para producir aceleraciones suaves de entre 1,5 y 2 m/s² (en algunos modelos modulable a voluntad del operador), recurrimos a las expresiones del movimiento uniforme y uniforme acelerado para deducir los tiempos empleados.

Del conjunto de acciones que se realizan en la maniobra, deducimos que tenemos dos paradas, y para cada una de ellas un tiempo y espacio recorrido en deceleración y aceleración que consideramos uniforme (denominaremos q de *quickness* a la aceleración para no confundirla con a referida al ancho de apero en el resto del proyecto).

Partiendo de la expresión $aceleración = q = \frac{Vi - Vf}{t}$ donde a es aceleración, Vi y Vf velocidades inicial y final y t el tiempo invertido en esa variación de velocidad, y teniendo en cuenta además que o bien Vf o Vi son igual a cero, ya que o nos paramos o arrancamos, en cualquiera de los casos el tiempo invertido (Ti) con la aceleración preestablecida desde la velocidad de trabajo $[vt]$ o hasta la misma será: $Ti = \frac{[vt]}{q}$

En cada aceleración o deceleración, el espacio recorrido L será:

$$L = \frac{1}{2}qt^2 \quad (2)$$

Y sustituyendo t por su valor obtenemos

$$L = \frac{1}{2}q\left(\frac{[vt]}{q}\right)^2 = \frac{[vt]^2}{2q} \quad (3)$$

Dado que hay dos paradas y en cada una de ellas una aceleración y deceleración, la longitud total de recorridos en movimiento uniforme acelerado (MUA) y los tiempos invertidos serán $4L$ y $4Ti$, respectivamente, que con la conversión de la $[vt]$ en m/seg, queda,

$$Recorrido Total en MUA_m = \frac{2[Vt_{kmh}]^2}{(3,6^2)q} \quad (4)$$

De donde el tiempo total del recorrido expresado en segundos y realizando la conversión de la [vt] a m/seg queda de la forma,

$$Tiempo\ total\ en\ MUA_s = \frac{2Vt_{kmh}}{3,6q} \quad (5)$$

El recorrido con movimiento uniforme será la diferencia entre el recorrido total y el referido a MUA, es decir,

$$Recorrido\ en\ MU = \pi[RGTM] - \frac{2[Vt_{kmh}]^2}{(3,6^2)q} \quad (6)$$

Pero en la expresión anterior, si la velocidad aumenta, el recorrido en MU puede llegar a dar un resultado ≤ 0 lo cual es imposible. Lo que en realidad ocurre es que a partir de cierta velocidad, el MUA deberá comenzar nada más iniciar la maniobra, es decir, habrá que empezar a frenar al final de la pasada y después hacer la maniobra con una velocidad moderada. Podemos deducir que aunque en las pasadas se pueda ir a una velocidad elevada en cierto tipo de aplicaciones, la maniobra de inversión tiene que realizarse a una velocidad razonable de ejecución que vamos a establecer en aquella necesaria para que el todo el recorrido de maniobra sea del tipo MUA, escenario que se produce cuando el recorrido en MU = 0, por lo que recurriendo a la expresión (6), nos permite despejar el valor de vt de la siguiente forma,

$$Recorrido\ en\ MU = 0 \Rightarrow \pi[RGTM] = \frac{2[Vt_{kmh}]^2}{(3,6^2)q} \quad (7)$$

Y despejando vt tenemos lo que podemos definir como *velocidad límite de trabajo en maniobra* [vltm],

$$vt = \sqrt{\frac{(3,6^2)q\pi[RGTM]}{2}} = [vltm] = \text{Velocidad límite de trabajo en maniobra} \quad (8)$$

Esta será la velocidad que determina la nueva *velocidad en maniobra* en sustitución de la *velocidad de trabajo* vt, a la que denominamos [vm] y que queda definida en función de la *velocidad de trabajo* y de de la *velocidad límite de trabajo en maniobra* [vltm] de la siguiente forma,

$$[vm](vt; vltm) = \begin{cases} vt < [vltm]; [vm] = vt \\ vt \geq [vltm]; [vm] = [vltm] \end{cases} \quad (9)$$

Consecuentemente habrá un valor de velocidad de trabajo distinta en función de escenarios de alta o baja velocidad de aplicación.

La expresión del tiempo total en la maniobra será la resultante de sumar los tiempos en MUA y MU y posteriormente sustituyendo el valor de vt por el nuevo valor deducido vm,

$$\text{Tiempo en maniobra inversión} = \frac{2[Vt]^2}{(3,6^2)q} + 3,6 \frac{\pi[RGTM] - \frac{2[Vt]^2}{(3,6^2)q}}{vt} \quad (10)$$

Y operando

$$\text{Tiempo en maniobra inversión}_{(s)} = \frac{2[Vm]^2}{(3,6^2)q} + \frac{(3,6)^2 \pi [RGTM] q - 2[Vm]}{[Vm]q} \quad (11)$$

A este tiempo hay que sumar el necesario para girar la dirección en su recorrido total en un sentido u otro, dato que se obtiene de los datos técnicos del tractor o se mide con cierta facilidad. En los tractores actuales, realizada diversas mediciones, el resultado habitual es de 2 segundos, aunque existen mecanismos aceleradores en algunas marcas, no se tendrán en cuenta en este estudio por lo poco extendido que están. No obstante el programa informático permitirá su configuración.

Al tiempo de giro de dirección lo denominamos T_g . Se considera que el giro de la dirección se realiza a tractor parado para minimizar los espacios recorridos evitando así la compactación y el alargamiento del radio de giro.

Calculamos así la trayectoria mínima a realizar por un operador de la mejor pericia, capaz de realizar la trayectoria descrita con exactitud matemática, teniendo en cuenta que cualquier desviación en la maniobra ocasionará un aumento del tiempo por tener que repetir alguna maniobra o haber descrito arcos de mayor radio y consecuentemente de mayor espacio recorrido con mayor tiempo de cabecera.

Para este estudio no se tendrá en cuenta el potencial uso de la ayuda al giro que proporcionan los frenos independientes de las ruedas traseras con los que están dotados todos los tractores de ruedas no articulados (actualmente, algunos modelos de gran potencia ya no los montan).

El motivo es que tal dispositivo no se usa regularmente por ningún operador responsable por varias causas:

- a) La inmensa mayoría de los tractores son del tipo de doble tracción, lo que provoca un reparto de pesos distinto, aumentando la proporción sobre el eje delantero haciendo que éste reaccione muy poco a la frenada, teniendo entonces que actuar enérgicamente acarreado el rápido deterioro de los frenos.
- b) La desconexión de la doble tracción en los giros aumenta la maniobrabilidad del tractor ya que el eje delantero describe una trayectoria de mayor radio y de esta forma queda liberado para rodarla.

Muchos operadores desconectan manualmente la DT en las cabeceras con aperos suspendidos al tercer punto, pero es una práctica monótona que la mayoría no hace, incluso, en algunos casos, porque el tractor dispone de un mecanismo rudimentario que no lo permite. Al ir conectada la DT, la velocidad del eje delantero está fijada y por tanto apenas reacciona a la frenada.

Existen unos pocos modelos que disponen de un automatismo electrónico para la desconexión de la DT en cabeceras, pero en estos casos se aplica también el motivo del punto a). Solo bajos condiciones de maniobra extrema con falta de adherencia por pendientes, sobrepeso trasero, terreno muy suelto o en enfangado se usa eventualmente esta práctica, pero en todo caso apenas disminuye el radio de giro teórico de tractor, sino que impide que este se haga mucho mayor.

Por tanto a la expresión de tiempo total en movimiento debemos sumar el tiempo parado girando la dirección, y dado que son dos paradas, el tiempo total de maniobra de inversión en cabecera será:

$$\text{Tiempo Cabecera por pasada}_{(s)} = 2Tg_{seg} + \frac{2[vm]^2}{(3,6^2)q} + \frac{(3,6)^2\pi[RGTM]q-2[vm]}{[vm]q} \quad (12)$$

Donde q es un valor configurable en la aplicación en m/s^2 , vm la velocidad de maniobra en Km/h y $RGTM$ el Radio de Giro Tractor Suspendido o Radio de giro Tractor Mínimo en metros.

Anejo 10

CÁLCULOS EN PATRON DE CORTES DE BESANA CON APEROS DE LABOR ASIMETRICA

ANEJO 10

CÁLCULOS EN PATRÓN DE CORTES DE BESANA CON APEROS DE LABOR ASIMÉTRICA

En el **Anejo 1** “Descripción y análisis de patrones y maniobras en cabecera” se describe el patrón llamado cortes de besana en aperos de labor asimétrica con el que cierto tipo de aperos necesitan realizar su aplicación, y que presenta el inconveniente de los errores de cierre analizados en el **Anejo 6** “Cálculo del error de solapamiento provocado por no seguir un patrón de trabajo de forma adecuada”.

Este último Anejo determina el error en cada cierre, pero no el número de ellos, cuyo dato será necesario para determinar el número de pasadas en una besana y posterior cálculo de tiempos y distancias recorridas. En este anejo determinaremos el tamaño de los cortes para poder conocer los datos mencionados, lo que dependerá del número de giros con los que se realice el corte de besana.

Cuando se pregunta a varios operadores de tractor sobre cuál es el tamaño del corte que realizan en las labores de corte de besana de labor asimétrica, principalmente gradas de disco, normalmente responden de forma vaga con comentarios como “ni muy grande, ni muy pequeño” y con otras observaciones totalmente inconcretas.

Esta respuesta tiene su lógica porque todos saben que mientras más pequeño sea el corte menos tiempo pierden en las cabeceras, pero a su vez tienen más cierres de besana con su correspondiente error, y a su vez, mientras más grandes sean los cortes, más tiempo se pierde en la cabecera pero menor será el número de veces que se enfrentan al mencionado error de cierre. También saben que no es lo mismo tener una besana con largas pasadas y aperos estrechos que lo contrario.

A continuación vamos a realizar el análisis para calcular cual será el tamaño óptimo del corte de besana en escenarios con aperos arrastrados y suspendidos sin uso de sistema de guiado y con ayuda del mismo.

A la hora de compararlos, se tendrá en cuenta el mejor patrón de cortes de ambos escenarios, partiendo de la idea que el operador, aún sin ayuda de sistema de guiado GNSS, es de la máxima pericia.

El procedimiento de cálculo será averiguar la relación entre la superficie realizada y la distancia recorrida para cubrirla en una besana en función del número de vueltas de los cortes de besana y con un conjunto tractor-apero concretos. En una determinada besana, la superficie cubierta la compone la suma de pasadas efectivas sin error de cierre por el ancho de labor efectivo del apero, mientras que la distancia recorrida va a depender del número de pasadas totales y de la distancia recorrida en las maniobras de cabecera, la cual depende a su vez de la maniobrabilidad consecuencia del radio de giro del conjunto tractor-apero.

Cualquier otra consideración en cuanto a recorrido en cabeceras derivado de una maniobra u otra, o de otro origen, no será tenido en cuenta puesto que se trata de comparar patrones con uso de GNSS y sin él, y todo aquello que es igual en ambos escenarios no va a implicar diferencia alguna en su comparación.

Dado que el patrón de cortes de besana se va a producir mayormente en aplicaciones con aperos de arrastre de labor asimétrica tipo grada de discos en V que obligan a realizar el giro siempre en el mismo sentido, en la maniobra de cabecera de la primera pasada a la segunda adyacente se realizará un doble giro para solventar el problema de la falta de maniobrabilidad tractor-apero, tal como se hace la inmensa mayoría de las veces y descrito en el **Anejo 1**.

Pero pueden ocurrir situaciones en las que esto no sea necesario o que no baste con hacerlo de la primera a la segunda, sino también de la segunda a la tercera. Tal como ya se ha mencionado, estas modificaciones no van a afectar al resultado final que se busca que es la comparación entre uso y no uso de GNSS y las maniobras de cabecera con este tipo de apero van a ser siempre las mismas. Del mismo modo ocurriría si en vez de maniobra de doble giro se usa maniobra de inversión de marcha porque el apero es del tipo suspendido. En esta maniobra, el mismo tiempo se invierte usando sistemas de ayuda GNSS que sin hacerlo.

1.-Cálculo de tamaño de corte de besana óptimo sin ayuda de sistemas de guiado

Partimos de una besana cuadrada (según lo descrito en el apartado 3.1.2 de la Memoria) en la que realizamos pasadas de longitud t paralelas a uno de sus lados, con un apero de ancho efectivo de trabajo a y un conjunto tractor apero con un radio de giro r (será *Radio de Giro Tractor Suspendido o Arrastrado* en función del tipo de enganche al tractor, según lo expuesto en el **Anejo 5** "Definición y cálculo de distintos radios de giro").

Como ya se ha justificado, vamos a suponer que la maniobrabilidad del conjunto tractor-apero no permite realizar una maniobra con giro adyacente, ya que es el escenario más habitual, y que en el primer giro deberá realizar un doble giro para la pasada adjunta.

Llamaremos v al número de vueltas del patrón de corte de besana. Una vuelta la compone una pasada de ida y otra de vuelta.

Según lo demostrado en el **Anejo 6**, el error de cierre corresponde a una pasada con la mitad del ancho efectivo de labor, es decir, "se pierde" media pasada en cada cierre, lo que es equivalente a perder una completa cada dos cierres.

Por ello, y a efectos de simplificar el método de cálculo, vamos a realizar la simulación de un ciclo con dos cierres de besana, uno con solape nulo y otro con solape total en el que se pierde toda la pasada.

En la **Figura 1** realizamos la simulación con los criterios anteriores de un patrón en el que $v=1$.

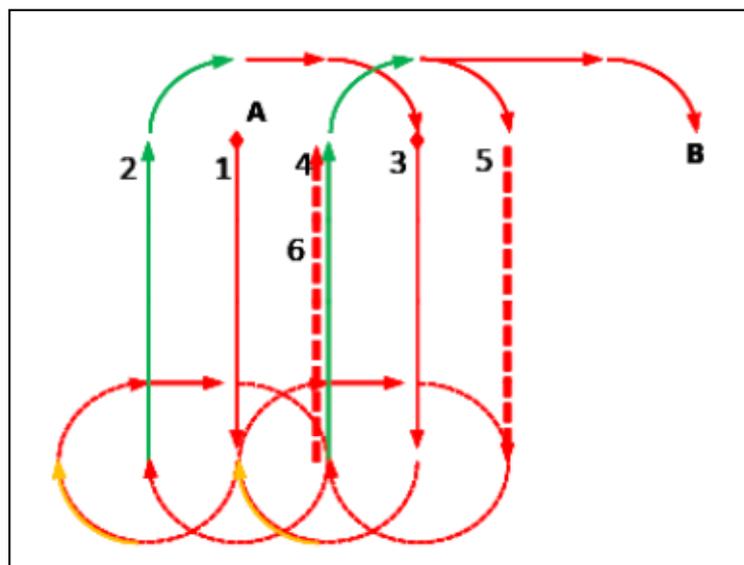


Figura 1

La trayectoria del ciclo comienza en el punto A realizando la pasada 1 como primer corte, posteriormente se realiza un doble giro para realizar la pasada adyacente 2, considerada de cierre sin solape (y salvar la falta de maniobrabilidad para hacer trayectoria directa adyacente) y una vez finalizada realizamos el siguiente corte de besana con la pasada 3, nuevo giro con lazo, un falso cierre con solape 4, pasada 5 y pasada 6 para realizar la de corrección con el 100% de solape y continuar un nuevo ciclo; las dos últimas pasadas “atípicas” indicadas en trazo grueso rojo discontinuo.

El resumen de las distancias recorridas en el caso de $v=1$ es el siguiente:

Número de Pasadas: 6

Número de Pasadas Efectivas (de las que depende la superficie cubierta): 5

Número de anchos de labor (recorridos perpendiculares a las pasadas y solo las trayectorias rectilíneas, no las de giro), que se compone de la suma:

1º corte: $a + a$

2º corte corrector: $a + 2a$

Total: 5 anchos

Número de giros completos:

1º corte: 2g

2º corte corrector: 3g

Total: 5 giros

Si al patrón anterior sumamos una vuelta adicional tenemos el ciclo que se describe en la **Figura 2**, es decir $v=2$, todo ello siguiendo con la misma pauta de hacer dos cierres, un sin solape y otro con solape total.

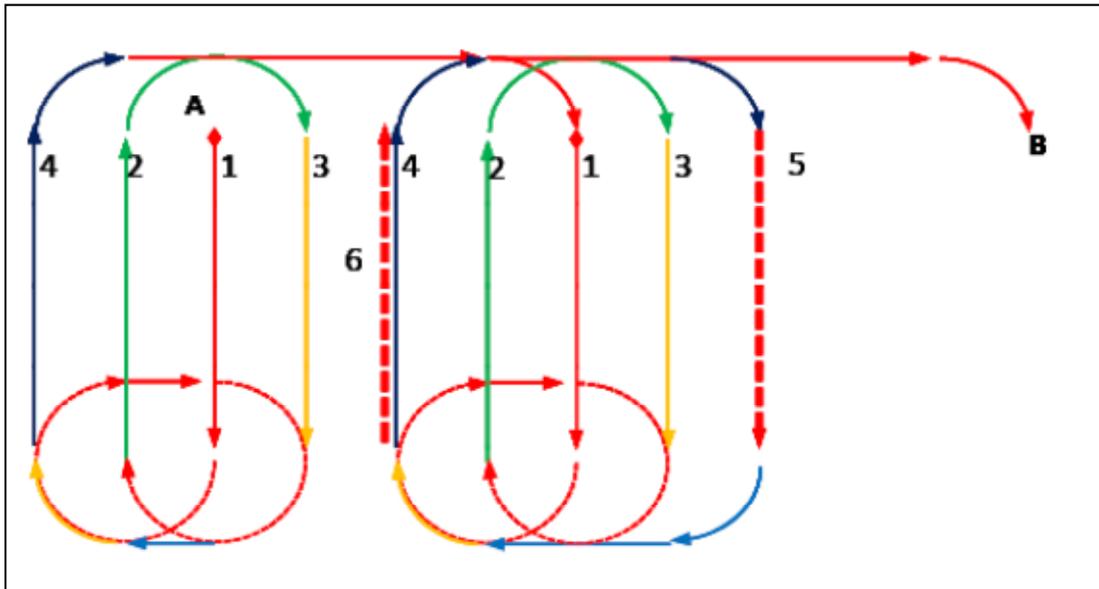


Figura 2

El resumen de las distancias recorridas en el caso de $v=2$ es el siguiente:

Número de Pasadas: 10

Número de Pasadas Efectivas: 9

Número de anchos de labor:

1º corte: $a + a + 4a$

2º corte corrector: $a + a + 2a + 2a + 5a$

Total: 17 anchos

Número de giros completos:

1º corte: 3g

2º corte corrector: 4g

Total: 7 giros

A continuación analizaremos el patrón del caso $v=3$, según la **Figura 3**.

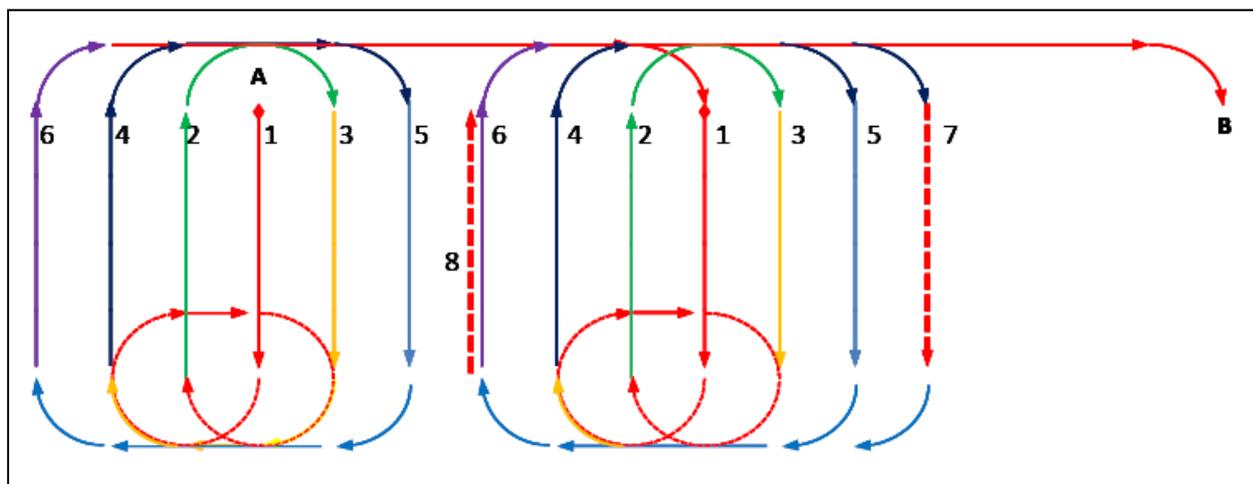


Figura 3

El resumen de las distancias recorridas en el caso de $v=3$ es el siguiente:

Número de Pasadas: 14

Número de Pasadas Efectivas: 13

Número de anchos de labor:

1º corte: $a + a + 2a + 3a + 7a$

2º corte corrector: $a + a + 2a + 3a + 4a + 4a + 8a$

Total: 37 anchos

Número de giros completos:

1º corte: 4g

2º corte corrector: 5g

Total: 9 giros

La trayectoria total depende por tanto del número de vueltas del corte de besana y es una función matemática que vamos a deducir a continuación.

Cálculo la trayectoria derivada del número de pasadas.

El número de pasadas sigue la pauta de la **Tabla 1**.

Nº de vueltas del corte de besana (v)	Número de pasadas totales	Número de pasadas efectivas
1	6	5
2	10	9
3	14	13

Tabla 1

Podemos deducir fácilmente que el número de pasadas totales depende de la expresión:

$$\text{Num. Pasadas totales} = 4v + 2 \quad (1)$$

De donde v = número de vueltas del corte de besana, y por tanto el recorrido total en pasadas será:

$$\text{Recorrido total en pasadas} = t(4v + 2) \quad (2)$$

Donde t = longitud de una traza.

De igual modo, el número de pasadas efectivas, de la que dependerá la superficie cubierta real será:

$$\text{Num. Pasadas efectivas} = 4v + 1 \quad (3)$$

Cálculo de la trayectoria derivada del número de anchos recorridos en cabecera

Se refiere al número de trayectorias perpendiculares a las pasadas y con ancho equivalente al de labor efectiva del apero; son los recorridos rectilíneos de las cabeceras.

En la **Tabla 2** se muestran resumidas las sucesiones numéricas ya relacionadas anteriormente en cada escenario de número de vueltas.

Se ha detallado una vuelta adicional número 4 no mostrada en figura alguna pero deducible fácilmente.

Nº de vueltas del corte de besana (v)	Número de anchos recorridos de longitud ancho de labor (a)		
	1ª serie	2ª serie	Total
1	$a + a$	$a + 2a$	5
2	$a + a + 4a$	$a + a + 2a + 2a + 5a$	17
3	$a + a + 2a + 3a + 7a$	$a + a + 2a + 3a + 4a + 4a + 8a$	37
4	$a+a+2a+3a+4a+5a+10a$	$a+a+2a+3a+4a+5a+6a+6a+11a$	65

Tabla 2

Para deducir la expresión numérica de la sucesión en función del número de vueltas, observamos varias pautas de las sumas numéricas de la tabla anterior indicadas con colores distintos.

Existen varias sumas del tipo $1+1+2+3+4+5$, $1+1+2+3$, $1+1$, $1+0$, marcadas en color azul y que obedecen a la expresión, en función de v

$$X = 1 + \sum_{i=1}^{2v-3} i \quad (4)$$

Otra secuencia es **1, 4, 7, 10**, marcados en verde y que obedece a la expresión, en función de v :

$$Y = 3(v - 1) + 1 \quad (5)$$

También puede observarse la secuencia **2, 5, 8, 11**, marcado en negro, y que se deduce que es casi igual a la anterior,

$$Y_2 = 3(v - 1) + 2 \quad (6)$$

Por último podemos ver la secuencia **0, 4, 8, 12**, marcada en rojo y que se puede expresar de la forma,

$$Z = 4v - 4 \quad (7)$$

Sumando y desarrollando todas las sucesiones tenemos que el número de recorridos equivalentes al ancho de labor es,

$$\text{Num. de anchos} = 2(1 + \sum_{i=1}^{2v-3} i) + (3(v - 1) + 1) + 3(v - 1) + 2 + 4v - 4 \quad (8)$$

Y operando tenemos que,

$$\text{Núm. de anchos de labor en cabecera} = 2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5 \quad (9)$$

La expresión que determina el recorrido total rectilíneo en cabecera será la resultante de multiplicar el ancho de labor (a) por el número de recorridos con lo que obtenemos la expresión:

$$\text{Recorrido rectilíneo en cabecera} = a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) \quad (10)$$

Donde a es el ancho de labor efectivo y v el número de vueltas del corte de besana

Cálculo del recorrido en cabecera derivado del número de giros

El número de giros tiene una secuencia que se detalla en la **Tabla 3**

Nº de vueltas del corte de besana (v)	Número de giros completos
1	5
2	7
3	9
4	11

Tabla 3

La sucesión numérica en función del número de vueltas se expresa como sigue:

$$\text{Número de giros completos} = 2v + 3 \quad (11)$$

Teniendo en cuenta que estamos contando giros completos de 360°, la longitud de un giro corresponderá a

$$\text{Longitud de giro} = 2\pi r \quad (12)$$

Donde r es el *radio de giro tractor* que es quien realiza el recorrido objeto de medición de tiempo. Por tanto el recorrido total en giros de cabecera en función del número de vueltas del corte de besana v será:

$$\text{Recorrido total curvilíneo en cabecera} = (2v + 3)2\pi r \quad (13)$$

El recorrido total en cabecera será la suma de las expresiones anteriores (10) + (13), quedando como sigue,

$$\text{Recorrido en cabecera en patrón de } v \text{ vueltas} = a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v + 3)2\pi r \quad (14)$$

Ahora ya podemos obtener la expresión del recorrido total de una serie con dos cortes de besana en función del número de vueltas de un corte.

$$\text{Recorrido de una serie} = \text{recorrido en pasadas} + \text{recorrido en cabecera} \quad (15)$$

Y sustituyendo por las respectivas expresiones,

$$\text{Recorrido de una serie} = t(4v + 2) + a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v + 3)2\pi r \quad (16)$$

Donde t = longitud de una pasada en metros, v el número de vueltas de un corte de besana y r el *Radio de Giro Tractor* en metros.

La superficie cubierta en esta serie, también en función del número de vueltas v , viene determinada por la longitud de una pasada, el número de pasadas efectivas de la serie ya calculada y el ancho de labor efectivo a , siendo por tanto la expresión,

$$\text{Superficie cubierta en una serie} = at(4v + 1) \quad (17)$$

Ahora ya podemos tener una expresión que determine la relación entre la superficie cubierta y la distancia invertida en hacerlo en función del número de vueltas del corte de besana v , que será,

$$\frac{\text{superficie cubierta}}{\text{distancia invertida}} = \frac{at(4v+1)}{t(4v+2)+a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i+10v-5)+(2v+3)2\pi r} \quad (18)$$

Con esta expresión, conociendo las variables t , a y r de una aplicación en una besana, dando distintos valores a v podemos saber cuál es el número óptimo de vueltas, que será la relación superficie/distancia más alta.

Podemos deducir fácilmente que esa cifra va a depender de las mencionadas variables y que por tanto no va a haber una cifra de número de vueltas fijo. También se aprecia que las variables t , longitud de la pasada y a , ancho de labor efectivo, tienen un peso importante en el resultado puesto que sus valores aparecen multiplicados por cifras altas, mientras que la variable r , radio de giro, tiene una importancia algo menor.

Dado que el cálculo del número de vueltas óptimo en función de las variables mencionadas pasa por la resolución de una ecuación compleja con una derivada segunda para el cálculo de valores máximos de la relación reseñada, y puesto que el objeto de este proyecto no es la resolución de un caso sino la creación de una herramienta capaz de aportar el resultados en cualquier escenario con valores de las variables t , a y r dentro de unos intervalos lógicos, se confeccionará una herramienta informática para la resolución del problema que estará implantada en la aplicación.

Los resultados aportados por la mencionada función se plasman en la **Tabla 4**, donde se muestra el número de vueltas óptimo en función del ancho de labor, longitud de la pasada y un *Radio de Giro Apero* de 4,5 m.

Número de vueltas de corte de besana óptimo según ancho de labor y longitud de pasadas para un radio de giro de 4,5 m							
	Longitud de las pasadas (Radio de giro: 4,5 m)						
Ancho Labor	50 m	100 m	300 m	600 m	1000 m	1500 m	2000 m
16,0 m	1 v	1 v	2 v	3 v	4 v	5 v	5 v
8,0 m	2 v	2 v	3 v	4 v	5 v	7 v	8 v
4,0 m	2 v	3 v	5 v	6 v	8 v	10 v	11 v
2,0 m	4 v	4 v	7 v	9 v	11 v	14 v	16 v
1,0 m	5 v	6 v	9 v	13 v	16 v	20 v	22 v
0,5 m	7 v	9 v	13 v	18 v	23 v	28 v	32 v

Tabla 4

Si mostramos la tabla anterior en una gráfica se visualiza la tendencia del número de vueltas óptimo en cortes de besana sin ayuda de GNSS en función de la longitud de la pasada y al ancho de labor efectivo.

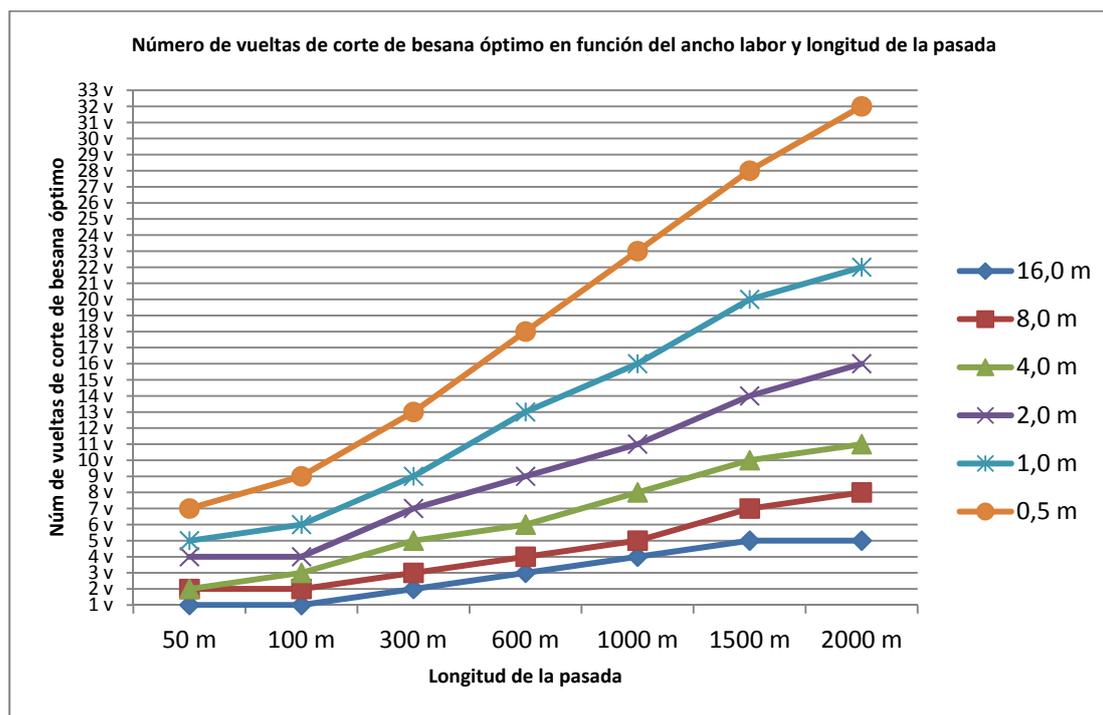


Figura 8

La deducción de lo anterior es que el número de vueltas óptimo del corte de besana será mayor mientras menor sea el ancho de labor y mayor la longitud de las pasadas.

2.-Cálculo de tamaño de corte de besana óptimo con ayuda de sistemas de guiado

Con el uso de sistemas de guiado se elimina el error de cierre del corte besana, ya que las pasadas serán paralelas entre sí y sus distancias equidistantes.

Esto significa que cualquier trayectoria adicional que se realice en la cabecera de besana perpendicular a las pasadas disminuirá la proporción de superficie cubierta sobre distancia recorrida, por lo que el óptimo del número de vueltas será siempre el mínimo, es decir, cortes de una sola vuelta, y así se calculará en la aplicación informática.

Como consecuencia de todo lo anterior ya podemos calcular el número de pasadas y los tiempos atribuibles a cada una de ellas.

3.- Cálculo del número de pasadas y tiempo en cabecera en patrón de cortes de besana de labor asimétrica sin uso de GNSS

Según lo deducido en el punto 1, una función de *Visual Basic* determinará el tamaño de corte de besana óptimo, todo ello en el supuesto de un operador de máxima pericia.

También hemos deducido que en función del número de vueltas del corte,

$$\text{Num. Pasadas totales} = 4v + 2 \quad (19)$$

Y que,

$$\text{Num. Pasadas efectivas} = 4v + 1 \quad (20)$$

Por lo que podemos deducir que por cada pasada el ancho efectivo del apero se ve mermado en las proporciones anteriores, resultando que,

$$\text{Ancho de labor efectivo} = \text{ancho labor apero} \frac{4v+1}{4v+2} \quad (21)$$

Por tanto el número de pasadas será función de v y lo podemos expresar como el número entero redondeado a la alza resultado de dividir el ancho de la besana entre el ancho de labor efectivo,

$$\text{Número de pasadas} = \left\lceil \frac{\text{ancho de besana}}{a \frac{4v+1}{4v+2}} \right\rceil = \left\lceil \frac{100\sqrt{S}}{a \frac{4v+1}{4v+2}} \right\rceil \quad (22)$$

El tiempo invertido en cabecera por cada pasada viene determinado por la expresión

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}_{\text{seg}} = 3,6 \frac{\text{recorrido en cabecera de una pasada}_m}{\text{Velocidad de trabajo}_{\text{kmh}}} \quad (23)$$

El recorrido en cabecera en un patrón de v vueltas se ha deducido en la expresión (16) y teniendo en cuenta que el número de pasadas reales recorridas en función de v vueltas deducida en la **Tabla 1** es,

$$\text{Num. Pasadas}(v) = 4v + 2 \quad (24)$$

Tenemos que el recorrido en cabecera por pasada será,

$$\text{Recorrido en cabecera por pasada} = \frac{a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v+3)2\pi r}{4v+2} \quad (25)$$

Por lo que la expresión definitiva del tiempo en cabecera por pasada en función de v es,

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}(v)_s = 3,6 \frac{\left(\frac{a(2 \sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v+3)2\pi r}{4v+2} \right)_m}{\text{Velocidad de trabajo}_{\text{kmh}}} \quad (26)$$

4.- Cálculo del número de pasadas y tiempo en cabecera en patrón de cortes de besana de labor asimétrica con uso de GNSS

Dado que bajo este escenario no hay errores de pérdidas, el número de pasadas será el número entero redondeado a la alza cociente de dividir el ancho de la besana por el ancho de labor del apero, según la expresión,

$$\text{Número de pasadas} = \left\lceil \frac{\text{Ancho de besana}_m}{\text{Ancho de labor}_m} \right\rceil = \left\lceil \frac{100\sqrt{S_{ha}}}{\text{Ancho de labor}_m} \right\rceil \quad (27)$$

El tiempo de maniobra en cabecera viene determinado por la expresión,

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}_s = 3,6 \frac{\text{recorrido en cabecera}_m}{Vt_{kmh}} \quad (28)$$

Según lo deducido en el punto 2, el tiempo por cada pasada será el derivado del recorrido en cabecera en el patrón con corte de una sola vuelta, es decir $v=1$.

Este recorrido viene determinado en las expresiones (10) y (2) que sumadas son,

$$\text{Recorrido en cabecera en un patrón } (v) = \frac{a(2\sum_{i=1}^{2v-3} i + 10v - 5) + (2v+3)2\pi r}{4v+2} \quad (29)$$

Asignando valor $v=1$, tenemos

$$\text{Recorrido en cabecera para } v(1) = \frac{5a+10\pi r}{6} \quad (30)$$

Y según la **Tabla 1**, este recorrido corresponde a 4 pasadas, por lo que el tiempo en cabecera con uso de GNSS en patrón de corte de besana de labor asimétrica queda como sigue:

$$\text{Tiempo en cabecera por pasada}_s = 3,6 \frac{(5a+10\pi r)_m}{6Vt_{kmh}} \quad (31)$$

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE BASES DE DATOS ACCESS

ANEJO 11

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE BASES DE DATOS ACCESS

Este Anejo es un extracto de un artículo publicado en la Web de Microsoft en la que se da una sencilla y rápida descripción de las bases de datos similares a la usada en este proyecto.

“En este artículo, se ofrece una descripción general de las bases de datos: qué son, qué utilidad tienen y cuáles son las funciones de las diferentes partes de una base de datos. La terminología es específica de las bases de datos de Microsoft Office Access 2007, pero los conceptos son aplicables a todos los productos de bases de datos.

¿Qué es una base de datos?

Una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información. En las bases de datos, se puede almacenar información sobre personas, productos, pedidos, o cualquier otra cosa. Muchas bases de datos empiezan siendo una lista en un programa de procesamiento de texto o en una hoja de cálculo. A medida que crece la lista, empiezan a aparecer repeticiones e inconsistencias en los datos. Cada vez resulta más complicado comprender los datos presentados en la lista y existen pocos métodos para buscar o recuperar subconjuntos de datos para revisarlos. Cuando empiezan a observarse estos problemas, es aconsejable transferir la información a una base de datos creada mediante un sistema de administración de bases de datos.

Una base de datos informatizada es un contenedor de objetos. Una base de datos puede contener más de una tabla. Por ejemplo, un sistema de seguimiento de inventario que utiliza tres tablas no es un conjunto de tres bases de datos, sino una sola base de datos que contiene tres tablas. Excepto si se ha diseñado específicamente para utilizar datos o código de otro origen, una base de datos de Access almacena sus tablas en un solo archivo, junto con otros objetos, como formularios, informes, macros y módulos. Las bases de datos creadas con formato de Access 2007 tienen la extensión de nombre de archivo .accdb y las bases de datos creadas con formatos de versiones anteriores de Access tienen la extensión de nombre de archivo .mdb. Access 2007 se puede utilizar para crear archivos con formatos de versiones anteriores (por ejemplo, Access 2000 y Access 2002-2003).

Con Access, puede:

- Agregar más datos a una base de datos, por ejemplo, un elemento nuevo en un inventario.
- Modificar datos existentes en la base de datos, por ejemplo, cambiar la ubicación de un elemento.
- Eliminar información, por ejemplo, si se ha vendido o retirado un artículo.
- Organizar y ver los datos de distintas formas.

- Compartir los datos con otros usuarios mediante informes, mensajes de correo electrónico, una intranet o Internet.

Partes de una base de datos de Access

En las secciones siguientes, se describen brevemente los componentes de una base de datos de Access típica.

Tablas

Una tabla de una base de datos es similar en apariencia a una hoja de cálculo, en cuanto a que los datos se almacenan en filas y columnas. Como consecuencia, normalmente es bastante fácil importar una hoja de cálculo en una tabla de una base de datos. La principal diferencia entre almacenar los datos en una hoja de cálculo y hacerlo en una base de datos es la forma de organizarse los datos.

Para lograr la máxima flexibilidad para una base de datos, la información tiene que estar organizada en tablas, para que no haya redundancias. Por ejemplo, si se almacena información sobre empleados, cada empleado se insertará una sola vez en una tabla que se configurará para contener únicamente datos de los empleados. Los datos sobre productos se almacenarán en su propia tabla, y los datos sobre sucursales también tendrán su tabla aparte. Este proceso se conoce como *normalización*.

Cada fila de una tabla se denomina registro. En los registros es donde se almacena cada información individual. Cada registro consta de campos (al menos uno). Los campos corresponden a las columnas de la tabla. Por ejemplo, puede trabajar con una tabla denominada "Empleados", en la que cada registro (fila) contiene información sobre un empleado distinto y cada campo (columna) contiene un tipo de información diferente, como el nombre, los apellidos, la dirección, o similares. Los campos se deben configurar con un determinado tipo de datos, ya sea texto, fecha, hora, numérico, o cualquier otro tipo.

Otra forma de describir registros y campos es imaginando un catálogo de fichas tradicional de una biblioteca. Cada ficha del armario corresponde a un *registro* de la base de datos. Cada información contenida en una ficha (autor, título, etc.) corresponde a un *campo* de la base de datos.

Formularios

Los formularios se conocen a veces como "pantallas de entrada de datos". Son las interfaces que se utilizan para trabajar con los datos y, a menudo, contienen botones de comando que ejecutan diversos comandos. Se puede crear una base de datos sin usar formularios, editando

los datos de las hojas de las tablas. No obstante, casi todos los usuarios de bases de datos prefieren usar formularios para ver, escribir y editar datos en las tablas.

Los formularios proporcionan un formato fácil de utilizar para trabajar con los datos. Además, se les puede agregar elementos funcionales, como botones de comando. Puede programar los botones para determinar qué datos aparecen en el formulario, abrir otros formularios o informes, o realizar otras tareas diversas. Por ejemplo, podría crear un formulario denominado "Formulario de cliente" para trabajar con datos de clientes. El formulario de cliente podría tener un botón para abrir un formulario de pedido en el que se pudiese escribir un pedido nuevo del cliente.

Los formularios también permiten controlar la manera en que otros usuarios interactúan con los datos de la base de datos. Por ejemplo, puede crear un formulario que muestre únicamente ciertos campos y que permita la ejecución de determinadas operaciones solamente. Así, se favorece la protección de los datos y se facilita la entrada correcta de datos.

Informes

Los informes sirven para resumir y presentar los datos de las tablas. Normalmente, un informe responde a una pregunta específica, como "¿Cuánto dinero se ha facturado por cliente este año?" o "¿En qué ciudades están nuestros clientes?" Cada informe se puede diseñar para presentar la información de la mejor manera posible.

Un informe se puede ejecutar en cualquier momento y siempre reflejará los datos actualizados de la base de datos. Los informes suelen tener un formato que permita imprimirlos, pero también se pueden consultar en la pantalla, exportar a otro programa o enviar por correo electrónico.

Consultas

Las consultas son las que verdaderamente hacen el trabajo en una base de datos. Pueden realizar numerosas funciones diferentes. Su función más común es recuperar datos específicos de las tablas. Los datos que desea ver suelen estar distribuidos por varias tablas y, gracias a las consultas, puede verlos en una sola hoja de datos. Además, puesto que normalmente no desea ver todos los registros a la vez, las consultas le permiten agregar criterios para "filtrar" los datos hasta obtener solo los registros que desee. Las consultas a menudo sirven de origen de registros para formularios e informes.

Algunas consultas son "actualizables", lo que significa que es posible editar los datos de las tablas base mediante la hoja de datos de la consulta. Si trabaja con una consulta actualizable,

recuerde que los cambios se producen también en las tablas, no solo en la hoja de datos de la consulta.

Hay dos tipos básicos de consultas: las de selección y las de acción. Una consulta de selección simplemente recupera los datos y hace que estén disponibles para su uso. Los resultados de la consulta pueden verse en la pantalla, imprimirse o copiarse al portapapeles. O se pueden utilizar como origen de registros para un formulario o un informe.

Una consulta de acción, como su nombre indica, realiza una tarea con los datos. Las consultas de acción pueden servir para crear tablas nuevas, agregar datos a tablas existentes, actualizar datos o eliminar datos.

Macros

Las macros en Access se pueden considerar como un lenguaje de programación simplificado, que se puede utilizar para aumentar la funcionalidad de la base de datos. Por ejemplo, puede adjuntar una macro a un botón de comando en un formulario, de modo que la macro se ejecute cuando se haga clic en el botón. Las macros contienen acciones que realizan tareas, como abrir un informe, ejecutar una consulta o cerrar la base de datos. Casi todas las operaciones de bases de datos que normalmente se realizan manualmente se pueden automatizar mediante macros, ahorrando así mucho tiempo.

Módulos

Los módulos, como las macros, son objetos que sirven para aumentar la funcionalidad de la base de datos. Mientras que las macros en Access se crean seleccionando acciones de una lista, los módulos se escriben en el lenguaje de programación de Visual Basic para Aplicaciones (VBA). Un módulo es una colección de declaraciones, instrucciones y procedimientos que se almacenan conjuntamente como una unidad. Un módulo puede ser de clase o estándar. Los módulos de clase se adjuntan a formularios o informes, y normalmente contienen procedimientos específicos del formulario o el informe al que se adjuntan. Los módulos estándar contienen procedimientos generales que no están asociados a ningún otro objeto. Los módulos estándar se enumeran en **Módulos** en el panel de exploración, pero los módulos de clase no.”

Anejo 12

AUTOMATISMOS DE AYUDA AL MANEJO DE TRACTORES COMPLEMENTARIOS AL USO DE SISTEMAS DE GUIADO GNSS

ANEJO 12

AUTOMATISMOS DE AYUDA AL MANEJO DE TRACTORES COMPLEMENTARIOS AL USO DE SISTEMAS DE GUIADO GNSS

- 1.-Sistemas de ayuda a la maniobrabilidad y tracción
 - 1.1.- Sistemas que aumentan la capacidad de giro
 - 1.1.1.- Sistemas de inversión de marcha sin accionamiento del embrague
 - 1.1.2.- Guardabarros dinámicos
 - 1.1.3.- Sistemas con puente delantero desplazable
 - 1.1.4.- Sistemas que aceleran el giro de las ruedas
 - 1.1.5.- Sistemas que automatizan la conexión de la doble tracción
 - 1.2.- Sistemas que aumentan la capacidad de tracción
 - 1.2.1.- Sistemas que automatizan la conexión de los bloqueos de los diferenciales
 - 1.2.1.1.- Sistemas de bloqueo automático delantero mediante mecanismos no controlados electrónicamente
 - 1.2.1.2.- Sistemas de bloqueo total trasero y delantero mediante accionamiento electro hidráulico con automatismo sencillo
 - 1.2.1.3.- Sistemas de bloqueo total trasero y delantero mediante accionamiento electrohidráulico con automatismo complejo
 - 1.2.2.- Sistemas que limitan el patinamiento previamente medido
 - 1.2.3.- Sistemas de suspensión delantera
- 2.-Sistemas hidráulicos multifuncionales
- 3.-Sistemas de automatización de funciones de cabecera
- 4.-Sistemas de gestión automática de motor y transmisión

En este Anejo se van a relacionar algunas características técnicas disponibles de forma opcional o estándar en la mayoría de los modernos tractores que debieran considerarse incluirlos a la hora de montar un equipo de guiado GNSS, y que contribuirán de forma notable a incrementar las ventajas de estos sistemas.

1.- Sistemas de ayuda a la maniobrabilidad y tracción.

Existen actualmente varios sistemas de ayuda a la maniobrabilidad, entendiendo como tal el aumento de la capacidad de giro, bien sea por aumentar el ángulo de giro, la rapidez o velocidad en girar las ruedas o por hacer que la capacidad de maniobra se aproveche al máximo. Algunos de ellos, implícitamente ayudan a mejorar también la tracción, entendiendo como tal el hecho de disminuir el porcentaje de patinamiento que habitualmente se produce en aplicaciones de cierto nivel de exigencia en tracción. La ayuda a la tracción se consigue normalmente accionando los sistemas de bloqueo de los diferenciales para impedir la “fuga” de movimiento por una de las ruedas, haciendo que todas giren a idéntica velocidad con independencia de su capacidad de adherencia.

Otros sistemas transfieren peso del apero al tractor para aumentar la tracción sin aumentar la masa del tractor y otros, concretamente la suspensión delantera, impiden los típicos saltos de los tractores de doble tracción provocados por fenómenos de resonancia elástica en los neumáticos y que pueden mermar drásticamente su capacidad de tiro en ciertas condiciones de trabajo. A continuación se realiza un resumen de todos ellos.

1.1.-Sistemas que aumentan la capacidad de giro.

1.1.1.- Sistemas de inversión de marcha sin accionamiento del embrague

Una de la maniobras de cabecera más usadas es la llamada inversión de marcha descrita en el **Anejo 1**, en la cual es necesario actuar dos veces en el cambio del sentido de la marcha del tractor. Dada la importancia que tienen los tiempos invertidos en las maniobras de cabecera en el resultado final de los cálculos de costes, tal como se estudia en diversos anejos, es muy importante que el tiempo invertido en las maniobras de inversión sea también mínimo. Para ello, la mejor opción es que el tractor esté dotado del llamado inversor sin pisar embrague, mecanismo normalmente de accionamiento electrohidráulico que se acciona en un simple interruptor similar a los intermitentes de un automóvil y que reproduce de forma automatizada todas las acciones necesarias para que se invierta la velocidad de forma segura y cómoda.

La consecuencia es que el operador puede centrar su atención en otras necesidades sin tener que prestar atención al manejo del embragado del tractor y a posibles errores en la conexión de las velocidades.

Por otra parte existen tractores que van más allá de la simple inversión, pudiendo además hacer que ésta sea programable de tal manera que la velocidad adelante sea distinta de la de atrás con un escalonamiento configurable por el operador. Son los llamados inversores de marcha programables, permitiendo realizar la maniobra a la velocidad más idónea. Por último han aparecido también inversores de velocidad con aceleración configurable, haciendo que la inversión de marcha se pueda hacer con más o menos aceleración para adaptarla a las necesidades.

1.1.2.-Guardabarros dinámicos.

La capacidad de giro del puente delantero viene determinada por el denominado ángulo de giro máximo de la rueda interior al sentido de giro. Existe una limitación impuesta por la cercanía del neumático al carrozado del tractor, siendo perjudicial el aumento de diámetro de los neumáticos.

Pero este perjuicio se ve aumentado si el tractor va equipado con guardabarros delanteros convencionales dado que se añade un elemento más entre el neumático y el carrozado no pudiendo alcanzar el máximo ángulo de giro permisible. La solución es quitar los guardabarros, con el consiguiente perjuicio del barro salpicado que entorpece la visibilidad en la cabina o la instalación de los llamados guardabarros dinámicos que se readaptan a una posición retraída no interrumpiendo el giro. La **Figura 1** muestra el giro máximo gracias a la incorporación de este mecanismo.



Figura 1.- Detalle de guardabarros dinámicos con ángulo de giro inferior a la rueda para no limitar el ángulo de giro

1.1.3.-Sistemas con puente delantero desplazable, denominados como SuperSteer por la marca que los comercializa.

Por otra parte, alguna marca de tractores puede incorporar opcionalmente un sistema de giro en el puente delantero en el que no solo giran las ruedas sino el propio eje, pasando aumentando el ángulo real de giro hasta 15°. Es el denominado sistema de giro SuperSteer ilustrado en la **Figura 2**.

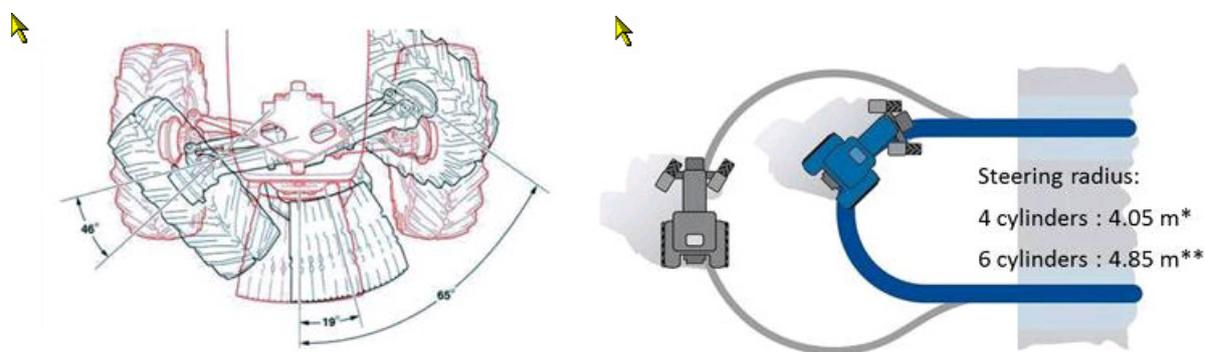


Figura 2.- Sistema de giro delantero SuperSteer de New Holland

1.1.4.-Sistemas que aceleran el giro de las ruedas.

Cuando más adelante se deduzcan los tiempos en maniobras de cabecera, se verá que existe un tiempo en girar la dirección de un extremo a otro. Algunas marcas aportan un mecanismo especial de aceleración de este proceso denominado FastSteer consistente en la instalación de una bomba hidráulica de mayor caudal para el accionamiento de la dirección, pasando ésta a ser manejada durante el trabajo de una forma diferente a la habitual, de tal manera que solo se mueve el volante un pequeño ángulo en cada sentido, parecido a lo que ocurre en los coches de Fórmula 1.

El tractorista solo tiene que realizar pequeños movimientos para girar de un extremo a otro produciéndose un ahorro de tiempo en maniobras de todo tipo solo a velocidades de trabajo, dado que el sistema, de forma automática se desconecta a partir de cierta velocidad. La **Figura 3** muestra el citado mecanismo.

1.1.5.-Sistemas que automatizan la conexión de la doble tracción.

Cuando un tractor convencional gira, el recorrido de las ruedas del eje delantero describe un arco de mayor longitud que el de las ruedas traseras, dado que ambos describen el mismo ángulo pero el primero tiene mayor radio. Si el tractor es del tipo de doble tracción y ésta va conectada, las velocidades tangenciales del conjunto de ruedas traseras y delanteras permanecen igualadas por haber una unión mecánica rígida, teniéndose que absorber la diferencia de recorridos en el giro mediante patinamiento.

Esta situación provoca que el puente delantero actúe como frenante del movimiento, y además del perjuicio en desgaste de neumáticos, compactación del terreno y solicitudes mecánicas innecesarias a la transmisión, la consecuencia es la disminución del radio de giro provocada por la tendencia a seguir a una velocidad inferior a la necesaria para trazar el arco. La solución es proceder a desconectar la doble tracción, en aquellos casos en los que no se necesita esfuerzo de tracción en las maniobras, normalmente en aperos suspendidos a elevador trasero. Sin embargo esto es una labor un tanto tediosa para el tractorista que finalmente suele acabar no haciéndola.

La solución es la incorporación de sistemas automáticos de conexión y desconexión de la de la doble tracción para que en escenarios dónde sea desconectable, esta acción se realice de forma automática. Entre los sistemas más sencillos, pero menos eficaces tenemos aquellos que desconectan la doble tracción bajo las siguientes condiciones:

- Accionamiento en sentido ascendente del elevador trasero.
- Accionamiento de uno de los frenos independientes del tractor.

Los sistemas más sofisticados y eficaces (**Figura 3**) lo hacen también bajo los siguientes criterios:

- Actuar girando el volante de la dirección, desconectando a partir de cierto ángulo y teniendo en cuenta ciertos intervalos de velocidad, haciendo que la desconexión se produzca antes a elevadas velocidades que a bajas.
- Desconectar después de alcanzar cierta velocidad, entendiéndose que se realizan labores de transporte.

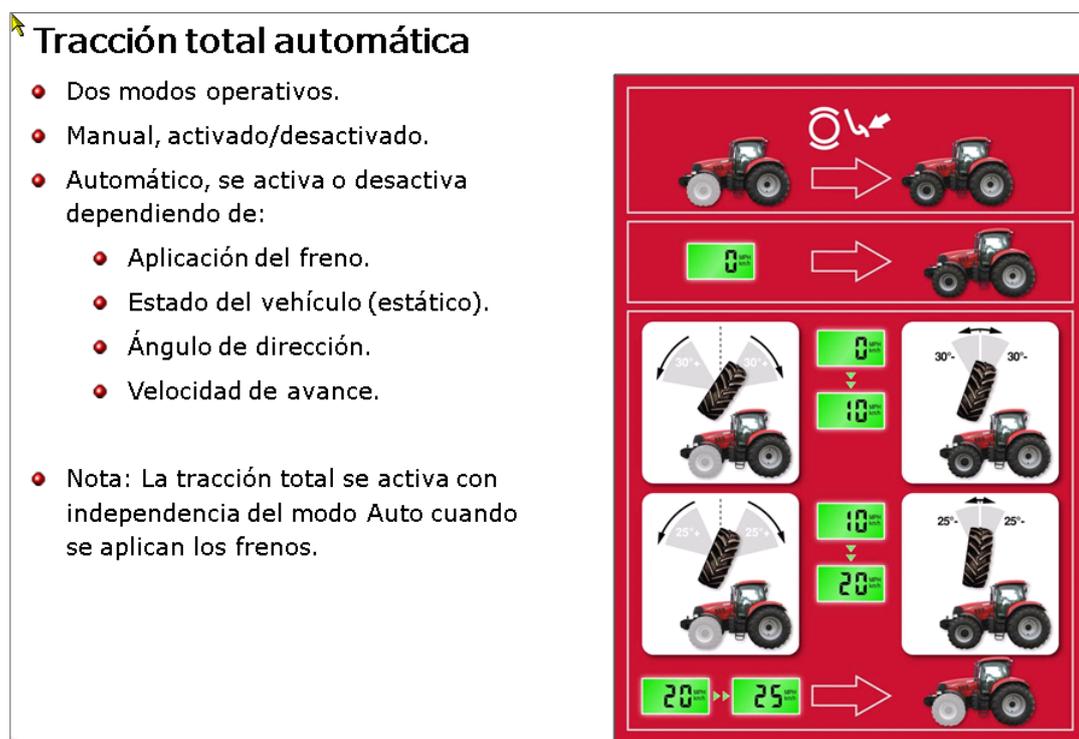


Figura 3.- Sistema de conexión automática de la Doble tracción en tractores Case-IH

1.2.- Sistemas que aumentan la capacidad de tracción.

1.2.1.-Sistemas que automatizan la conexión de los bloqueos de los diferenciales.

Todos los vehículos con dos ruedas motrices en el mismo eje y situadas a ambos lados disponen de un mecanismo llamado diferencial que reparte el movimiento entre las ruedas en ese eje a ambos lados en los giros. Este sistema presenta graves inconvenientes cuando una rueda tiene menor capacidad de adherencia que la otra, transfiriéndose entonces parte o todo el movimiento a una de ellas, la de menor resistencia, comenzando el patinamiento de la misma pudiendo provocar la paralización del vehículo. En un tractor provoca una pérdida importante de eficacia en la tracción y en el recorrido que debiera haber realizado, incluso en aquellos casos en los que aparentemente no hay un patinamiento extremo de fácil apreciación.

Este problema se soluciona accionando el mecanismo de bloqueo con el que están dotados todos los tractores en el eje trasero y de forma opcional en el delantero, pero nos encontramos con el mismo inconveniente que el descrito en el punto anterior, es decir, unas veces por pereza y otras por temor a las potenciales averías que este mecanismo puede ocasionar, los tractoristas no suelen emplearlo. Para solucionar este inconveniente, se introducen sistemas de bloqueo automáticos, algunos más sencillos y menos eficaces, y otros más sofisticados y de eficacia elevada. Pasamos a realizar una breve descripción de los mismos:

1.2.1.1.- Sistemas de bloqueo automático delantero mediante mecanismos no controlados electrónicamente.

Son sistemas bastante usados consistentes normalmente en unos discos alojados a ambos lados de los planetas del diferencial y que sufren una presión proporcional al esfuerzo realizado. Dado que los planetas del diferencial tienen tendencia a separarse por la acción de inserción de los satélites, esta presión actúa sobre los discos que al ser solidarios a ambos ejes tienden a igualar la velocidad angular de ambos. Es un mecanismo sencillo, pero produce un bloque solo parcial y en el puente delantero.

Otros sistemas, los denominados No-Spin, no llevan el clásico diferencial con planetas y satélites sino un sistema que libera uno de los semi palieres, quedando éste libre y bloqueado el otro. Solo funcionan bien en línea recta, dado que al girar se pierde la tracción en la rueda delantera exterior.

1.2.1.2.- Sistemas de bloqueo total trasero y delantero mediante accionamiento electro hidráulico con automatismo sencillo.

Se produce un bloque total, y por tanto una elevada eficacia desacoplándose ante una eventual frenada de un lado o ante el accionamiento ascendente del elevador. Es bastante usual aunque solo va bien en aperos al elevador que es por donde se recibe la señal de cancelación.

1.2.1.3.- Sistemas de bloqueo total trasero y delantero mediante accionamiento electrohidráulico con automatismo complejo (**Figura 4**).

Son los sistemas más completos de todos y que permiten al tractorista liberarse de la responsabilidad del uso. Unos sensores en la dirección en sintonía con los de la velocidad, frenos, posición del elevador hacen que de forma lógica el sistema de bloqueo se accione solo en línea recta a baja velocidad, cancelándose en los escenarios de lógico no uso del mismo, como giros, velocidad de transporte, uso de frenos o elevación del apero. Permite su uso en todo tipo de aperos.

Si el tractor dispone de radar, dispositivo electrónico capaz de medir de forma instantánea la velocidad de traslación, normalmente lleva un indicador de patinamiento, el cual mide y compara la velocidad de traslación medida por el radar con la del velocímetro que toma la lectura de la velocidad angular de las ruedas. Por diferencia, calcula y muestra el porcentaje de patinamiento. En condiciones severas de uso, por ejemplo un alzado, el accionamiento del bloque a las 4 ruedas puede provocar una disminución del patinamiento de hasta un 5%, según pruebas realizadas con tractores de esta dotación por la Empresa Ecotractor del Sur, S.L. en situación de labor aparentemente normal. Por ello el uso del bloqueo de los diferenciales es de vital importancia en labores de elevada demanda de tracción.

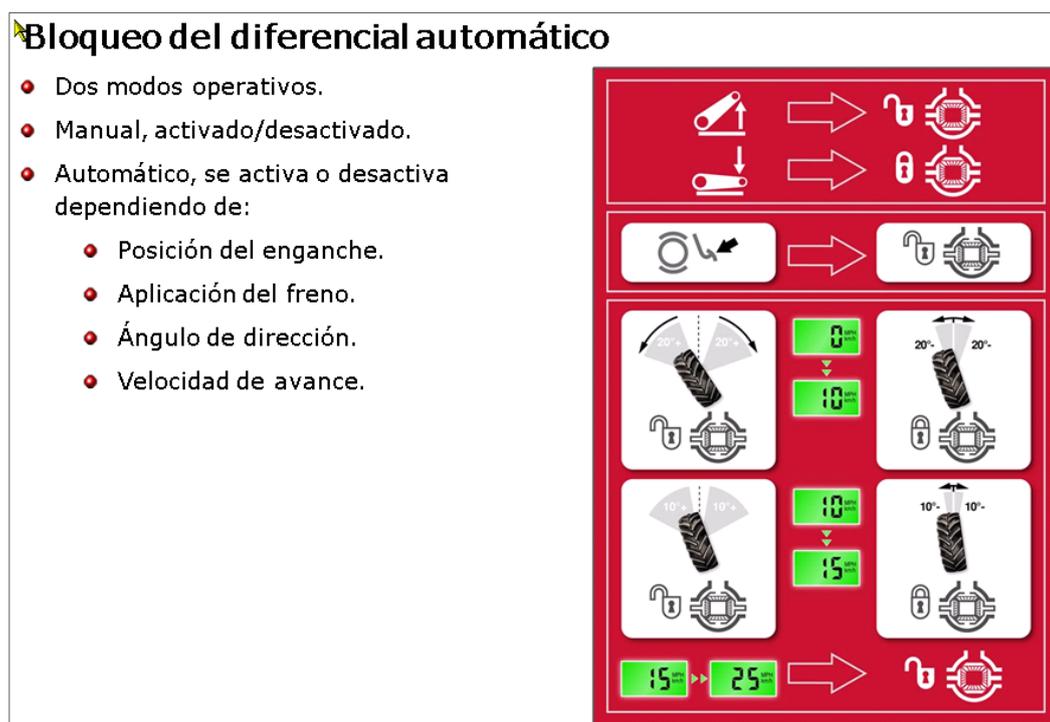


Figura 4.- Sistema de bloqueo automático de los diferenciales en función de varios parámetros

1.2.2.-Sistemas que limitan el patinamiento previamente medido.

Algunas marcas y modelos de tractores incorporan el mencionado sistema de medición de patinamiento mediante radar. Lo más básico en dotación de este tipo es que además de una pantalla informativa del dato de patinamiento, también se puede programar una alarma sonora que avisa al tractorista de haber superado un umbral de patinaje previamente configurado. Sin embargo algunas marcas han conseguido con esta tecnología unos resultados mucho más eficaces en términos de limitación del patinaje mediante la interacción de este sistema con el elevador hidráulico trasero, de forma que si se supera un límite de patinaje establecido por el operador, el elevador trasero corrige su posición levemente a la alza para disminuir el esfuerzo de tracción necesario y no superar así el mencionado límite.

Todos los tractores de tipo estándar incorporan el denominado sistema de control de esfuerzo, consistente en un sistema dinamométrico que mide el esfuerzo de tracción aplicado a un apero acoplado al tractor mediante el enganche tripuntal trasero y que actúa de forma automática en la elevación de forma que no se supere un esfuerzo pre establecido en el sistema de manejo del mismo. Este sistema, lamentablemente poco empleado en general algunas veces por la incorporación de complejas interfaces de uso y otras por falta de adiestramiento o formación de los tractoristas, presenta el grave inconveniente de su falta de eficacia cuando disminuye de forma drástica la capacidad de tracción del tractor, normalmente por pisar terreno de poca adherencia, demasiado suelto pero normalmente demasiado húmedo.

Cuando esto ocurre, la falta de tracción provoca una disminución del esfuerzo aplicado sobre el apero, lo que es interpretado por el sensor de carga del control de esfuerzo haciendo que este crea que debe aumentar la profundidad de la labor para restablecer ese esfuerzo perdido. Esta reacción “inversa” provocará un elevado patinamiento pudiendo ser del 100% y paralizar el tractor, teniendo que operar manualmente el tractorista con la consiguiente pérdida de tiempo, irregularidades en la aplicación y desconfianza en el sistema automático de control.

La solución al problema es la equipación del tractor con un control de patinamiento mediante radar, el cual corrige las deficiencias del control de esfuerzo en condiciones de falta de adherencia permitiendo realizar una labor a velocidad constante sin interrupciones, dado que cuando se supera el porcentaje de patinamiento establecido, el elevador es entonces manejado por este sistema cuya acciones están jerárquicamente por encima de las órdenes del control de esfuerzo. Ver **Figura 5**.



Figura 5.- Consola de control del elevador dotada de limitador de patinamiento.

1.2.3.-Sistemas de suspensión delantera.

En la mayoría de las marcas de tractores se tiene disponible la llamada suspensión delantera en tractores de doble tracción, consistente en sistemas de variado diseño pero que en todas se persigue que las ruedas delanteras, o el eje delantero en su totalidad, tengan la posibilidad de desplazamiento vertical de forma elástica para absorber irregularidades del terreno. Muchos piensan que el único objeto de estos dispositivos es el incremento de la comodidad del operador, fin para el que también están diseñados, pero la experiencia en su uso demuestra que, además de lo anterior, el tractor incrementa de forma notable su capacidad de tiro en condiciones de difícil adherencia, sobre todo en labores veraniegas en la que el terreno ha perdido la plasticidad y por tanto su capacidad de absorción de irregularidades en el movimiento por su superficie por parte de las ruedas. Bajo estas condiciones, es habitual que aparezcan los típicos saltos en los tractores de doble tracción, fenómeno resultante de un efecto de resonancia provocado por la elasticidad de los neumáticos ante la dureza del terreno y algunas veces de difícil solución mediante incómodas modificaciones de la presión de los neumáticos.

Estos saltos provocan una disminución de la capacidad de tracción en el momento de ascendencia hasta la imposibilidad de seguir trabajando en algunos casos. La suspensión delantera absorbe los movimientos de oscilación del tractor impidiendo estos efectos dando unos resultados tales que quienes lo han usado no vuelven al sistema tradicional.

2.-Sistemas hidráulicos multifuncionales

En la ejecución de las maniobras de cabecera, y especialmente en aquellas con aperos del tipo suspendidos, existe la posibilidad de que además de tener que accionar el elevador trasero, también haya que actuar sobre algún elemento adicional del sistema hidráulico, por ejemplo el sistema de volteo de un arado reversible. Los sistemas hidráulicos del tipo circuito abierto están dotados de bomba de caudal constante que actúan mediante el desvío del caudal hacia el elemento destinatario del mismo, por ejemplo el elevador hidráulico o un pistón de volteo. El diseño de estos circuitos obliga a disponer los distintos elementos actuadores en serie, de tal forma que cuando actúa el primero consume todo el caudal que se le ha desviado impidiendo el funcionamiento de los que le siguen.

Esto se traduce, siguiendo con el ejemplo anterior, que si el elevador está subiendo, el arado no puede ser volteado o viceversa, en función del diseño prioritario que el fabricante haya dispuesto. Para solucionarlo, se desarrollaron los llamados circuitos cerrados, también denominados CCLS (Closed Center Load Sensing), consistentes en una bomba de caudal variable, normalmente del tipo de pistones axiales, que mantiene una presión constante en un trozo de tubería cerrada de tal forma que una válvula sensora de la presión pilota el caudal bombeado mediante la actuación en un mecanismo de la bomba cancelando el caudal al alcanzar la presión establecida como nominal. Del tubo cerrado de presión constante se pueden derivar varios elementos distribuidores de presión que están dispuestos en paralelo, permitiendo el accionamiento de más de uno de ellos simultáneamente. Esto permite, volviendo al caso anterior, realizar la función de elevación y volteo de forma simultánea ganando un tiempo, que aunque pequeño, multiplicado por el número de maniobras en cabecera pasa a ser más que considerable.

Consecuentemente, la dotación de este tipo de circuitos disminuye sensiblemente los tiempos muertos de maniobras de cabecera y en general, cualquier función hidráulica que simultanear con otra, solapando y ahorrando tiempos.

3.-Sistemas de automatización de funciones de cabecera

Otra de las consecuencias de la incorporación de la electrónica a los tractores es la posibilidad de instalar dispositivos capaces de memorizar actuaciones repetitivas y complejas que pueden hacer perder tiempo al operador en ciertas maniobras en las cabeceras. Esas actuaciones han de poder realizarse lógicamente a través de acciones de dispositivos controlados electrónicamente, por lo que solo pueden montarlo tractores de última generación con sistemas de elevador y cambio de velocidades electrónicos, y sobre todo también de este tipo los mandos a distancia.

Mediante un sencillo proceso, el operador graba sus actuaciones al llegar a la cabecera, por ejemplo, disminución del régimen de motor, algún cambio de velocidad, actuación sobre la toma de fuerza, elevador hidráulico y mandos a distancia. Ver **Figura 5**.



Figura 5.- Algunas secuencias memorizables en maniobra de cabecera

Una vez grabados, en cada cabecera solo tendrá que actuar sobre una tecla para que todo se vuelva a reproducir y poder de esta forma atender a otras necesidades de la conducción y control para disminuir el tiempo empleado en la maniobra.

4.-Sistemas de gestión automática de motor y transmisión

A pesar de que las denominadas transmisiones continuas sin escalonamiento de velocidades llevan cierto tiempo en el mercado, no ha sido hasta la incorporación generalizada de los sistemas de inyección electrónica, normalmente del tipo CommonRail, a los tractores cuando han tomado cierta relevancia y están desarrollando su verdadero potencial de ahorro económico en el uso de tractores.

Las transmisiones continuas emplean un sistema mixto de la trasmisión de la energía del motor a las ruedas mediante una inteligente combinación de una transmisión infinitamente variable, normalmente hidrostática, y una caja de cambios mecánica que compensa en cierta medida la disminución del rendimiento mecánico de la primera. Esto tiene como resultado la posibilidad de variar infinitamente la velocidad del tractor a régimen constante de motor en aplicaciones a la toma de fuerza para adaptar la velocidad de forma precisa a los variables requerimientos de ciertas aplicaciones; pero sobre todo permite la variación infinita del régimen del motor a velocidad constante del tractor en aplicaciones de arada y transporte, lo que combinado con un sistema de control automatizado del régimen del motor ocasiona que éste pueda funcionar en su configuración óptima de mínimo consumo, normalmente un régimen muy bajo de r.p.m.

Consecuentemente, y a pesar del encarecimiento en la adquisición del tractor que provocan estas transmisiones y de su menor rendimiento mecánico en ciertas circunstancias, normalmente, a partir de cierto número de horas anuales disminuyen el coste horario del uso de tractores con esta dotación, tal como se desprende del análisis de algunos informes publicados por DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft – German Agricultural Society). Todo ello complementado con una adaptabilidad y comodidad de uso no superado por ningún otro tipo de transmisión.

Como alternativa, algunos fabricantes han incorporado el sistema de gestión automática de r.p.m. de motor a cajas de cambios con gran número de escalonamientos de velocidades de tal manera que en intervalos escalonados se provoca una variación del régimen de motor compensado con un cambio de velocidad tal que la velocidad permanezca más o menos constante.

Anejo 13

INFORME COMPARATIVO DE COSTES POR CULTIVO
(Documento incrustado)

Estudio económico sobre implantación de sistemas de guiado por satélite (GNSS)

Informe detallado de costes agrupados por cultivo

Explotación: *Explotación simulada 1*

Superficie: *253,0 Ha*

Plan de cultivos con rotación de: *Dos Años*

Cultivos	Besana y año	Superficie
Algodón	Besana - 2 (Corrientes) / Año 1	38,0 Ha
	Besana - 3 (Pañoleta) / Año 2	52,0 Ha
Total Algodón:		90,0 Ha
Avena	Besana - 6 (Chaparro) / Año 1	27,0 Ha
Total Avena:		27,0 Ha
Cebada	Besana - 4 (Bajos) / Año 1	60,0 Ha
	Besana - 5 (Jarales) / Año 1	34,0 Ha
Total Cebada:		94,0 Ha
Girasol seco	Besana - 1 (Praderas) / Año 2	42,0 Ha
	Besana - 5 (Jarales) / Año 2	34,0 Ha
Total Girasol seco:		76,0 Ha
Habas	Besana - 4 (Bajos) / Año 2	60,0 Ha
	Besana - 6 (Chaparro) / Año 2	27,0 Ha
Total Habas:		87,0 Ha
Maíz	Besana - 2 (Corrientes) / Año 2	38,0 Ha
Total Maíz:		38,0 Ha
Remolacha	Besana - 3 (Pañoleta) / Año 1	52,0 Ha
Total Remolacha:		52,0 Ha
Trigo	Besana - 1 (Praderas) / Año 1	42,0 Ha
Total Trigo:		42,0 Ha

Relación de aplicaciones por cultivo, besana y año de rotación:

Cultivo: *Algodón*

Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: *90,0 Ha*

Aplicación: *Pase pase 1 con Subsolador suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-2/Primer Año*

Superficie: 38,0 Ha

Ancho de trabajo: 2 m

Longitud del lado de la besana: 616,4 m

Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: **Sin insumos aplicados**

Sin uso de sistemas de guiado

Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2

Patrón: Maniobra de Inversión de marcha

Corte de besana labor simétrica

Cálculo de tiempos y recorridos:

Anchura de solape:	20,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	1,80 m	1,96 m
Ancho cabezera:	7,2 m	7,9 m
Nº Pasadas en cabezera:	4	4
Long. Pasadas longitudinales:	602,0 m	600,6 m
Nº Pasadas longitudinales:	343	313
Recorrido en aplicación:	211.417 m	192.919 m
Superficie virtual aplicada:	42,3 Ha	38,6 Ha
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	42,26 hr	38,58 hr
Tiempo en maniobras:	3,12 hr	0,87 hr
Tiempo total:	45,40 hr	39,45 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	544,8 €	473,4 €
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h
Coste combustible/Adit:	1.245,6 €	1.117,7 €
Coste mantenimiento:	189,6 €	168,6 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	1.980,0 €	1.759,7 €

Aplicación: Pase pase 1 con Escarificador suspendido - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año		
Superficie:	38,0 Ha	
Ancho de trabajo:	4 m	
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	35,0 cm	5,0 cm
Ancho real de trabajo:	3,15 m	3,45 m
Ancho cabecera:	9,4 m	10,4 m
Nº Pasadas en cabecera:	3	3
Long. Pasadas longitudinales:	597,5 m	595,6 m
Nº Pasadas longitudinales:	196	179
Recorrido en aplicación:	120.808 m	110.329 m
Superficie virtual aplicada:	42,3 Ha	38,6 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	17,26 hr	15,76 hr
Tiempo en maniobras:	1,47 hr	0,37 hr
Tiempo total:	18,73 hr	16,13 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	224,8 €	193,6 €
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h	13,3 l/h
Coste combustible/Adit:	241,4 €	217,1 €
Coste mantenimiento:	78,9 €	70,0 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	545,1 €	480,7 €
Aplicación: Pase pase 1 con Grada rotativa - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-2/Primer Año		
Superficie:	38,0 Ha	
Ancho de trabajo:	3 m	
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	30,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	2,70 m	2,98 m
Ancho cabecera:	8,1 m	8,9 m
Nº Pasadas en cabecera:	3	3
Long. Pasadas longitudinales:	600,2 m	598,6 m
Nº Pasadas longitudinales:	229	208
Recorrido en aplicación:	141.144 m	128.197 m
Superficie virtual aplicada:	42,3 Ha	38,5 Ha
Veloc. trabajo:	4,0 Km/h	4,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	35,29 hr	32,05 hr
Tiempo en maniobras:	2,49 hr	0,81 hr
Tiempo total:	37,78 hr	32,86 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	453,4 €	394,3 €
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h
Coste combustible/Adit:	1.030,6 €	926,7 €
Coste mantenimiento:	253,3 €	226,7 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	1.737,3 €	1.547,7 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez		15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)		Página 2 de 61

Aplicación: Siembra de algodón pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla algodón	20	5,00 €	100,0 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Clorpirifós	10	1,50 €	15,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 115,0 €/Ha					
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m		
Ancho cabecera:	8,0 m		8,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	600,4 m		600,4 m		
Nº Pasadas longitudinales:	155		155		
Recorrido en aplicación:	95,528 m		95,528 m		
Superficie virtual aplicada:	38,2 Ha		38,2 Ha		
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		8,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	13,65 hr		11,94 hr		
Tiempo en maniobras:	1,16 hr		0,30 hr		
Tiempo total:	14,81 hr		12,24 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	177,7 €		146,9 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,7 l/h		
Coste combustible/Adit:	161,0 €		156,7 €		
Coste mantenimiento:	61,0 €		55,4 €		
Coste insumos:	4.394,3 €		4.394,3 €		
Total costes variables:	4.794,0 €		4.753,3 €		
Aplicación: Tratamiento herbicida algodón pase 1 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Fluometuróm	2,5	9,00 €	22,5 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Pendimetalina	2,5	10,00 €	25,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 47,5 €/Ha					
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m		11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m		12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		1		
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m		592,4 m		
Nº Pasadas longitudinales:	55		52		
Recorrido en aplicación:	33,860 m		32,043 m		
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha		38,5 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	3,39 hr		2,91 hr		
Tiempo en maniobras:	0,11 hr		0,09 hr		
Tiempo total:	3,50 hr		3,00 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €		36,0 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		9,8 l/h		
Coste combustible/Adit:	31,3 €		29,5 €		
Coste mantenimiento:	29,5 €		27,3 €		
Coste insumos:	1.930,0 €		1.826,4 €		
Total costes variables:	2.032,8 €		1.919,2 €		
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	
				Página 3 de 61	

Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año				
Superficie:	38,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,50 m		4,50 m	
Ancho cabecera:	9,0 m		9,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	598,4 m		598,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	137		137	
Recorrido en aplicación:	84.446 m		84.446 m	
Superficie virtual aplicada:	38,0 Ha		38,0 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	14,07 hr		14,07 hr	
Tiempo en maniobras:	1,11 hr		0,39 hr	
Tiempo total:	15,18 hr		14,46 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	182,2 €		173,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		8,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	134,8 €		130,7 €	
Coste mantenimiento:	41,1 €		39,1 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	358,1 €		343,3 €	
Aplicación: Abonado cobertura algodón pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año				
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	250	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	87,5 €/Ha			87,5 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	15,20 m		15,95 m	
Ancho cabecera:	15,2 m		16,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	1		1	
Long. Pasadas longitudinales:	586,0 m		584,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	41		39	
Recorrido en aplicación:	25.259 m		24.028 m	
Superficie virtual aplicada:	40,4 Ha		38,4 Ha	
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h		12,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	2,30 hr		2,00 hr	
Tiempo en maniobras:	0,09 hr		0,09 hr	
Tiempo total:	2,39 hr		2,09 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	28,7 €		25,1 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	7,8 l/h		8,5 l/h	
Coste combustible/Adit:	18,7 €		17,7 €	
Coste mantenimiento:	6,6 €		5,9 €	
Coste Insumos:	3.536,2 €		3.364,0 €	
Total costes variables:	3.590,2 €		3.412,7 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				
				15-jul-2014
				Página 4 de 61

Aplicación: Pase pase 2 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
Superficie:	38,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	616,4 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm				0,0 cm
Ancho real de trabajo:	4,50 m				4,50 m
Ancho cabeecera:	9,0 m				9,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2				2
Long. Pasadas longitudinales:	598,4 m				598,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	137				137
Recorrido en aplicación:	84.446 m				84.446 m
Superficie virtual aplicada:	38,0 Ha				38,0 Ha
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h				6,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	14,07 hr				14,07 hr
Tiempo en maniobras:	1,11 hr				0,39 hr
Tiempo total:	15,18 hr				14,46 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	182,2 €				173,5 €
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h				8,9 l/h
Coste combustible/Adit	134,8 €				130,7 €
Coste mantenimiento:	41,1 €				39,1 €
Coste Insumos:	No aplicados				No aplicados
Total costes variables:	358,1 €				343,3 €
Aplicación: Tratamiento Insecticida algodón (Reg. Crec.) pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Costa Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Reg. crecimiento Clo	0,25	30,00 €	7,5 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Afirm	1,5	28,00 €	42,0 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	49,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm				5,0 cm
Ancho real de trabajo:	11,40 m				11,95 m
Ancho cabeecera:	22,8 m				12,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2				1
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m				592,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	55				52
Recorrido en aplicación:	33.860 m				32.043 m
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha				38,5 Ha
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h				11,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	3,39 hr				2,91 hr
Tiempo en maniobras:	0,11 hr				0,09 hr
Tiempo total:	3,50 hr				3,00 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €				36,0 €
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h				11,0 l/h
Coste combustible/Adit	35,2 €				33,5 €
Coste mantenimiento:	29,5 €				27,3 €
Coste Insumos:	2.011,3 €				1.903,3 €
Total costes variables:	2.118,0 €				2.000,1 €
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	Página 5 de 61

Aplicación: Tratamiento Insecticida algodón (Reg. Crec.) pase 2 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
		Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie:	38,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m	Reg. crecimiento Clo	0,25	30,00 €	7,5 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Afirm	1,5	28,00 €	42,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 49,5 €/Ha					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m			592,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	55			52	
Recorrido en aplicación:	33.860 m			32.043 m	
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha			38,5 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	3,39 hr			2,91 hr	
Tiempo en maniobras:	0,11 hr			0,09 hr	
Tiempo total:	3,50 hr			3,00 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €			36,0 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h			11,0 l/h	
Coste combustible/Adit:	35,2 €			33,5 €	
Coste mantenimiento:	29,5 €			27,3 €	
Coste insumos:	2.011,3 €			1.903,3 €	
Total costes variables:	2.118,0 €			2.000,1 €	
Aplicación: Tratamiento Insecticida Algodón (G. Rosado) pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año					
		Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie:	38,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m	Cipermetrina	1	15,00 €	15,0 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Destofiante algodón (0,3	40,00 €	12,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 27,0 €/Ha					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m			592,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	55			52	
Recorrido en aplicación:	33.860 m			32.043 m	
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha			38,5 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	3,39 hr			2,91 hr	
Tiempo en maniobras:	0,11 hr			0,09 hr	
Tiempo total:	3,50 hr			3,00 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €			36,0 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h			11,0 l/h	
Coste combustible/Adit:	35,2 €			33,5 €	
Coste mantenimiento:	29,5 €			27,3 €	
Coste insumos:	1.097,1 €			1.038,2 €	
Total costes variables:	1.203,8 €			1.135,0 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez					15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					Página 6 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Desbrozadora de cadenas - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Primer Año		
Superficie:	38,0 Ha	
Ancho de trabajo:	3 m	
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1	
Patrón:	Manobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm
Ancho real de trabajo:	2,50 m	2,50 m
Ancho cabecera:	7,5 m	7,5 m
Nº Pasadas en cabecera:	3	3
Long. Pasadas longitudinales:	601,4 m	601,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	247	247
Recorrido en aplicación:	152.244 m	152.244 m
Superficie virtual aplicada:	38,1 Ha	38,1 Ha
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	25,37 hr	25,37 hr
Tiempo en maniobras:	1,99 hr	0,57 hr
Tiempo total:	27,36 hr	25,94 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	328,3 €	311,3 €
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h	13,3 l/h
Coste combustible/Adit:	365,5 €	352,6 €
Coste mantenimiento:	87,0 €	82,4 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	780,8 €	746,3 €
Aplicación: Pase ligero pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-2/Primer Año		
Superficie:	38,0 Ha	
Ancho de trabajo:	4 m	
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	2	2
Long. Pasadas longitudinales:	602,0 m	600,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	178	156
Recorrido en aplicación:	109.622 m	96.144 m
Superficie virtual aplicada:	43,8 Ha	38,5 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	15,66 hr	13,73 hr
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,51 hr
Tiempo total:	15,68 hr	14,24 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	188,2 €	170,9 €
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h
Coste combustible/Adit:	400,7 €	362,3 €
Coste mantenimiento:	45,8 €	41,6 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	634,7 €	574,8 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez		15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)		Página 7 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Subsolador suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Segundo Año			
Superficie:	52,0 Ha		
Ancho de trabajo:	2 m		
Longitud del lado de la besana:	721,1 m		
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados		
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Manobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	20,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	1,80 m	1,98 m	
Ancho cabecera:	7,2 m	7,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	4	4	
Long. Pasadas longitudinales:	706,7 m	705,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	401	366	
Recorrido en aplicación:	289.156 m	263.909 m	
Superficie virtual aplicada:	57,8 Ha	52,8 Ha	
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	57,83 hr	52,78 hr	
Tiempo en maniobras:	3,64 hr	1,01 hr	
Tiempo total:	61,47 hr	53,79 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	737,6 €	645,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	1.697,7 €	1.527,3 €	
Coste mantenimiento:	257,9 €	230,2 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	2.693,2 €	2.403,0 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Escarificador suspendido - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año			
Superficie:	52,0 Ha		
Ancho de trabajo:	4 m		
Longitud del lado de la besana:	721,1 m		
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados		
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Manobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	35,0 cm	5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,15 m	3,45 m	
Ancho cabecera:	9,4 m	10,4 m	
Nº Pasadas en cabecera:	3	3	
Long. Pasadas longitudinales:	702,2 m	700,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	229	210	
Recorrido en aplicación:	165.130 m	151.411 m	
Superficie virtual aplicada:	57,8 Ha	53,0 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	23,59 hr	21,63 hr	
Tiempo en maniobras:	1,71 hr	0,43 hr	
Tiempo total:	25,30 hr	22,06 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	303,6 €	264,7 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h	13,3 l/h	
Coste combustible/Adit:	328,9 €	297,6 €	
Coste mantenimiento:	107,2 €	95,8 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	739,7 €	658,1 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez			15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)			Página 8 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Grada rotativa - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha			
Ancho de trabajo:	3 m			
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Manobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	30,0 cm		2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	2,70 m		2,98 m	
Ancho cabecera:	8,1 m		8,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	3		3	
Long. Pasadas longitudinales:	704,9 m		703,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	268		243	
Recorrido en aplicación:	193.240 m		175.216 m	
Superficie virtual aplicada:	58,0 Ha		52,6 Ha	
Veloc. trabajo:	4,0 Km/h		4,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	48,31 hr		43,80 hr	
Tiempo en maniobras:	2,90 hr		0,94 hr	
Tiempo total:	51,21 hr		44,74 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	614,5 €		536,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h		27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	1.407,6 €		1.265,4 €	
Coste mantenimiento:	345,6 €		309,6 €	
Coste insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	2.367,7 €		2.111,9 €	
Aplicación: Siembra de algodón pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla algodón	20	5,00 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Clorpirifós	10	1,50 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	115,0 €/Ha			Coste Ha
				100,0 €
				15,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Manobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m	
Ancho cabecera:	8,0 m		8,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	705,1 m		705,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	181		181	
Recorrido en aplicación:	130.508 m		130.508 m	
Superficie virtual aplicada:	52,2 Ha		52,2 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		8,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	18,64 hr		16,31 hr	
Tiempo en maniobras:	1,34 hr		0,35 hr	
Tiempo total:	19,98 hr		16,66 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	239,8 €		199,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	218,8 €		213,8 €	
Coste mantenimiento:	82,8 €		75,5 €	
Coste insumos:	6.003,3 €		6.003,3 €	
Total costes variables:	6.544,7 €		6.492,5 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 9 de 61

Aplicación: Tratamiento herbicida algodón pase 1 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Fluometuróm	2,5	9,00 €	22,5 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Pendimetalina	2,5	10,00 €	25,0 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 47,5 €/Ha					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	64	61			
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m			
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr			
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr			
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,8 l/h			
Coste combustible/Adit:	42,5 €	40,5 €			
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €			
Coste Insumos:	2.628,6 €	2.506,4 €			
Total costes variables:	2.768,1 €	2.633,7 €			
Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año					
Superficie:	52,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	721,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm			
Ancho real de trabajo:	4,50 m	4,50 m			
Ancho cabecera:	9,0 m	9,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	2			
Long. Pasadas longitudinales:	703,1 m	703,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	161	161			
Recorrido en aplicación:	116.084 m	116.084 m			
Superficie virtual aplicada:	52,2 Ha	52,2 Ha			
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	19,35 hr	19,35 hr			
Tiempo en maniobras:	1,30 hr	0,45 hr			
Tiempo total:	20,65 hr	19,80 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	247,8 €	237,6 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	8,9 l/h			
Coste combustible/Adit:	184,0 €	179,2 €			
Coste mantenimiento:	55,8 €	53,6 €			
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	487,6 €	470,4 €			
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	
				Página 10 de 61	

Aplicación: Abonado cobertera algodón pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	250	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			87,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 87,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m		
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	1	1		
Long. Pasadas longitudinales:	690,7 m	689,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	48	46		
Recorrido en aplicación:	34.596 m	33.145 m		
Superficie virtual aplicada:	55,4 Ha	53,0 Ha		
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	3,14 hr	2,76 hr		
Tiempo en maniobras:	0,11 hr	0,10 hr		
Tiempo total:	3,25 hr	2,86 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	39,0 €	34,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	7,8 l/h	8,5 l/h		
Coste combustible/Adit:	25,5 €	24,3 €		
Coste mantenimiento:	9,1 €	7,9 €		
Coste Insumos:	4.843,4 €	4.640,4 €		
Total costes variables:	4.917,0 €	4.706,9 €		
Aplicación: Pase pase 2 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,50 m	4,50 m		
Ancho cabecera:	9,0 m	9,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	2		
Long. Pasadas longitudinales:	703,1 m	703,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	161	161		
Recorrido en aplicación:	116.084 m	116.084 m		
Superficie virtual aplicada:	52,2 Ha	52,2 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	19,35 hr	19,35 hr		
Tiempo en maniobras:	1,30 hr	0,45 hr		
Tiempo total:	20,65 hr	19,80 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	247,8 €	237,6 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	8,9 l/h		
Coste combustible/Adit:	184,0 €	179,2 €		
Coste mantenimiento:	55,8 €	53,6 €		
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	487,6 €	470,4 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 11 de 61

Aplicación: Tratamiento Insecticida algodón (Reg. Crec.) pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie: 52,0 Ha				
Ancho de trabajo: 12 m	Reg. crecimiento Clo	0,25	30,00 €	7,5 €
Longitud del lado de la besana: 721,1 m	Afirm	1,5	28,00 €	42,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 49,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64	61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h	11,0 l/h		
Coste combustible/Adit:	47,8 €	46,0 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €		
Coste insumos:	2.739,3 €	2.611,9 €		
Total costes variables:	2.884,1 €	2.744,7 €		
Aplicación: Tratamiento Insecticida algodón (Reg. Crec.) pase 2 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie: 52,0 Ha				
Ancho de trabajo: 12 m	Reg. crecimiento Clo	0,25	30,00 €	7,5 €
Longitud del lado de la besana: 721,1 m	Afirm	1,5	28,00 €	42,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 49,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64	61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h	11,0 l/h		
Coste combustible/Adit:	47,8 €	46,0 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €		
Coste insumos:	2.739,3 €	2.611,9 €		
Total costes variables:	2.884,1 €	2.744,7 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 12 de 61

Aplicación: Tratamiento Insecticida Algodón (G. Rosado) pase 1 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Cipermetrina	1	15,00 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Destofante algodón (0,3	40,00 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	27,0 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64	61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h	11,0 l/h		
Coste combustible/Adit:	47,8 €	46,0 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €		
Coste insumos:	1.494,2 €	1.424,7 €		
Total costes variables:	1.639,0 €	1.557,5 €		
Aplicación: Pase pase 1 con Desbrozadora de cadenas - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Segundo Año				
Superficie:	52,0 Ha			
Ancho de trabajo:	3 m			
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	2,50 m	2,50 m		
Ancho cabecera:	7,5 m	7,5 m		
Nº Pasadas en cabecera:	3	3		
Long. Pasadas longitudinales:	706,1 m	706,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	289	289		
Recorrido en aplicación:	208.390 m	208.390 m		
Superficie virtual aplicada:	52,1 Ha	52,1 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	34,73 hr	34,73 hr		
Tiempo en maniobras:	2,33 hr	0,66 hr		
Tiempo total:	37,06 hr	35,39 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	444,7 €	424,7 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h	13,3 l/h		
Coste combustible/Adit:	496,8 €	481,6 €		
Coste mantenimiento:	117,9 €	112,6 €		
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	1.059,4 €	1.018,9 €		
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>				
				15-jul-2014 Página 13 de 61

Aplicación: Pase ligero pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Segundo Año			
Superficie:	52,0 Ha		
Ancho de trabajo:	4 m		
Longitud del lado de la besana:	721,1 m		
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin insumos aplicados		
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	40,0 cm		2,5 cm
Ancho real de trabajo:	3,60 m		3,98 m
Ancho cabeecera:	7,2 m		8,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2
Long. Pasadas longitudinales:	706,7 m		705,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	208		182
Recorrido en aplicación:	149.878 m		131.231 m
Superficie virtual aplicada:	60,0 Ha		52,5 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	21,41 hr		18,75 hr
Tiempo en maniobras:	0,02 hr		0,59 hr
Tiempo total:	21,43 hr		19,34 hr
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	257,2 €		232,1 €
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h		24,8 l/h
Coste combustible/Adit:	547,7 €		492,4 €
Coste mantenimiento:	62,6 €		56,4 €
Coste insumos:	No aplicados		No aplicados
Total costes variables:	867,5 €		780,9 €
<u>Totales referidos a Dos Años del cultivo: Algodón</u>			
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso de sistemas de guiado en su caso		
Tiempo total:	486,43 hr		434,75 hr
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	5.837,5 €		5.217,0 €
Coste combustible/Adit:	9.146,9 €		8.381,5 €
Coste mantenimiento:	2.177,9 €		1.983,2 €
Coste insumos:	35.428,3 €		34.228,1 €
Total costes variables:	52.590,6 €		49.809,8 €
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>			
			15-jul-2014 Página 14 de 61

Cultivo: Avena		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 27,0 Ha			
Aplicación: Pase ligero pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha				
Ancho de trabajo:	4 m				
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado integrado con señal RTK-2			
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm			
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m			
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	2			
Long. Pasadas longitudinales:	505,2 m	503,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	151	131			
Recorrido en aplicación:	78.364 m	68.063 m			
Superficie virtual aplicada:	31,3 Ha	27,2 Ha			
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	11,19 hr	9,72 hr			
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,43 hr			
Tiempo total:	11,21 hr	10,15 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	134,5 €	121,8 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h			
Coste combustible/Adit:	286,5 €	258,0 €			
Coste mantenimiento:	32,7 €	29,6 €			
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	453,7 €	409,4 €			
Aplicación: Abonado de fondo cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Abono 18-46-0	200	0,42 €	84,0 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	84,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	489,2 m	487,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	35	33			
Recorrido en aplicación:	18.161 m	17.133 m			
Superficie virtual aplicada:	29,1 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	1,82 hr	1,56 hr			
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,08 hr			
Tiempo total:	1,91 hr	1,64 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	22,9 €	19,7 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	21,7 €	20,4 €			
Coste mantenimiento:	5,3 €	4,6 €			
Coste Insumos:	2.440,9 €	2.302,7 €			
Total costes variables:	2.490,8 €	2.347,4 €			
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	Página 15 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-6/Primer Año				
Superficie:	27,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	519,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm		2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m		5,48 m	
Ancho cabecera:	9,9 m		11,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	499,8 m		497,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	105		95	
Recorrido en aplicación:	54.557 m		49.360 m	
Superficie virtual aplicada:	30,0 Ha		27,1 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	7,79 hr		7,05 hr	
Tiempo en maniobras:	0,79 hr		0,27 hr	
Tiempo total:	8,58 hr		7,32 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	103,0 €		87,8 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h		21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	181,8 €		160,3 €	
Coste mantenimiento:	45,6 €		39,0 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	330,4 €		287,1 €	
Aplicación: Siembra de avena pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año				
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de avena	190	0,30 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	57,0 €/Ha			57,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabecera:	10,0 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabecera:	3		3	
Long. Pasadas longitudinales:	499,7 m		498,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	157		151	
Recorrido en aplicación:	81.567 m		78.452 m	
Superficie virtual aplicada:	28,5 Ha		27,5 Ha	
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		9,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	9,06 hr		8,72 hr	
Tiempo en maniobras:	1,10 hr		0,25 hr	
Tiempo total:	10,16 hr		8,97 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	121,9 €		107,6 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		8,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	87,7 €		80,7 €	
Coste mantenimiento:	43,5 €		40,2 €	
Coste Insumos:	1.627,3 €		1.565,1 €	
Total costes variables:	1.880,4 €		1.793,6 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 16 de 61

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Preco Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	489,2 m	487,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	35	33			
Recorrido en aplicación:	18.161 m	17.133 m			
Superficie virtual aplicada:	29,1 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	1,65 hr	1,43 hr			
Tiempo en maniobras:	0,08 hr	0,07 hr			
Tiempo total:	1,73 hr	1,50 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	20,8 €	18,0 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h			
Coste combustible/Adit:	15,8 €	15,0 €			
Coste mantenimiento:	4,8 €	4,2 €			
Coste Insumos:	1.525,5 €	1.439,2 €			
Total costes variables:	1.566,9 €	1.476,4 €			
Aplicación: Tratamiento herbicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Preco Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Herbicida 24D	1,5	20,00 €	30,0 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	30,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	474,0 m	495,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	46	44			
Recorrido en aplicación:	23.882 m	22.850 m			
Superficie virtual aplicada:	28,7 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,39 hr	2,08 hr			
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,08 hr			
Tiempo total:	2,48 hr	2,16 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	29,8 €	25,9 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	28,2 €	26,9 €			
Coste mantenimiento:	20,9 €	19,5 €			
Coste Insumos:	859,8 €	822,6 €			
Total costes variables:	938,7 €	894,9 €			
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	
				Página 17 de 61	

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 2 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	489,2 m	487,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	35	33			
Recorrido en aplicación:	18.161 m	17.133 m			
Superficie virtual aplicada:	29,1 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	1,65 hr	1,43 hr			
Tiempo en maniobras:	0,08 hr	0,07 hr			
Tiempo total:	1,73 hr	1,50 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	20,8 €	18,0 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h			
Coste combustible/Adit:	15,8 €	15,0 €			
Coste mantenimiento:	4,8 €	4,2 €			
Coste Insumos:	1.525,5 €	1.439,2 €			
Total costes variables:	1.566,9 €	1.476,4 €			
Aplicación: Tratamiento de fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Primer Año					
Superficie:	27,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m				
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	474,0 m	495,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	46	44			
Recorrido en aplicación:	23.882 m	22.850 m			
Superficie virtual aplicada:	28,7 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	12,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	1,99 hr	1,90 hr			
Tiempo en maniobras:	0,07 hr	0,07 hr			
Tiempo total:	2,06 hr	1,97 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	24,7 €	23,6 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	11,1 l/h			
Coste combustible/Adit:	23,4 €	22,4 €			
Coste mantenimiento:	20,0 €	19,1 €			
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	68,1 €	65,1 €			
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Avena					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso			
Tiempo total:	39,86 hr	35,21 hr			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	478,4 €	422,4 €			
Coste combustible/Adit:	660,9 €	598,7 €			
Coste mantenimiento:	177,6 €	160,4 €			
Coste Insumos:	7.979,0 €	7.568,8 €			
Total costes variables:	9.295,9 €	8.750,3 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
				15-jul-2014	
				Página 18 de 61	

Cultivo: Cebada		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 94,0 Ha											
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-4/Primer Año													
Superficie: 60,0 Ha													
Ancho de trabajo: 4 m													
Longitud del lado de la besana: 774,6 m													
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: Sin insumos aplicados													
Sin uso de sistemas de guiado			Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2										
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica		Corte de besana labor asimétrica										
Cálculo de tiempos y recorridos:													
Anchura de solape:	40,0 cm		2,5 cm										
Ancho real de trabajo:	3,60 m		3,98 m										
Ancho cabecera:	7,2 m		8,0 m										
Nº Pasadas en cabecera:	2		2										
Long. Pasadas longitudinales:	760,2 m		758,6 m										
Nº Pasadas longitudinales:	223		195										
Recorrido en aplicación:	172.623 m		151.045 m										
Superficie virtual aplicada:	69,0 Ha		60,4 Ha										
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		6,0 Km/h										
Tiempo en aplicación:	28,77 hr		25,17 hr										
Tiempo en maniobras:	0,02 hr		0,74 hr										
Tiempo total:	28,79 hr		25,91 hr										
Costes variables de esta aplicación:													
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	345,5 €		310,9 €										
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h		24,8 l/h										
Coste combustible/Adit:	735,8 €		659,9 €										
Coste mantenimiento:	84,1 €		75,6 €										
Coste insumos:	No aplicados		No aplicados										
Total costes variables:	1.165,4 €		1.046,4 €										
Aplicación: Abonado de fondo cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año													
Superficie: 60,0 Ha													
Ancho de trabajo: 16 m													
Longitud del lado de la besana: 774,6 m													
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 84,0 €/Ha													
Sin uso de sistemas de guiado			Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1										
Patrón:	Giro directo		Giro directo										
Cálculo de tiempos y recorridos:													
Anchura de solape:	80,0 cm		5,0 cm										
Ancho real de trabajo:	15,20 m		15,95 m										
Ancho cabecera:	15,2 m		16,0 m										
Nº Pasadas en cabecera:	1		1										
Long. Pasadas longitudinales:	744,2 m		742,6 m										
Nº Pasadas longitudinales:	51		49										
Recorrido en aplicación:	39.503 m		37.942 m										
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha		60,7 Ha										
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		11,0 Km/h										
Tiempo en aplicación:	3,95 hr		3,45 hr										
Tiempo en maniobras:	0,13 hr		0,12 hr										
Tiempo total:	4,08 hr		3,57 hr										
Costes variables de esta aplicación:													
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	49,0 €		42,8 €										
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,2 l/h										
Coste combustible/Adit:	46,4 €		44,5 €										
Coste mantenimiento:	11,3 €		9,9 €										
Coste insumos:	5.309,3 €		5.099,3 €										
Total costes variables:	5.416,0 €		5.196,5 €										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Insumo</th> <th>Dosis Ha</th> <th>Precio Unl</th> <th>Coste Ha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abono 18-46-0</td> <td>200</td> <td>0,42 €</td> <td>84,0 €</td> </tr> </tbody> </table>						Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha	Abono 18-46-0	200	0,42 €	84,0 €
Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha										
Abono 18-46-0	200	0,42 €	84,0 €										
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>													
				15-jul-2014									
				Página 19 de 61									

Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-4/Primer Año				
Superficie:	60,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm		2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m		5,48 m	
Ancho cabecera:	9,9 m		11,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	754,8 m		752,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	157		142	
Recorrido en aplicación:	121.602 m		109.982 m	
Superficie virtual aplicada:	66,9 Ha		60,5 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	17,37 hr		15,71 hr	
Tiempo en maniobras:	1,17 hr		0,40 hr	
Tiempo total:	18,54 hr		16,11 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	222,5 €		193,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h		21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	399,7 €		355,2 €	
Coste mantenimiento:	98,7 €		85,7 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	720,9 €		634,2 €	
Aplicación: Siembra de cebada pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año				
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de cebada	190	0,30 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	57,0 €/Ha			57,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabecera:	10,0 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabecera:	3		3	
Long. Pasadas longitudinales:	754,7 m		753,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	234		225	
Recorrido en aplicación:	181.243 m		174.275 m	
Superficie virtual aplicada:	63,4 Ha		61,0 Ha	
Veloc. trabajo:	8,0 Km/h		8,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	22,66 hr		21,78 hr	
Tiempo en maniobras:	1,66 hr		0,40 hr	
Tiempo total:	24,32 hr		22,18 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	291,8 €		266,2 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		11,1 l/h	
Coste combustible/Adit:	269,9 €		251,3 €	
Coste mantenimiento:	100,6 €		94,1 €	
Coste Insumos:	3.615,8 €		3.476,8 €	
Total costes variables:	4.278,1 €		4.088,4 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 20 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desherrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año				
Superficie:	60,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo			Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	22,0 cm			5,0 cm
Ancho real de trabajo:	4,28 m			4,45 m
Ancho cabecera:	8,6 m			8,9 m
Nº Pasadas en cabecera:	2			2
Long. Pasadas longitudinales:	757,4 m			756,8 m
Nº Pasadas longitudinales:	181			175
Recorrido en aplicación:	140.206 m			135.538 m
Superficie virtual aplicada:	63,1 Ha			61,0 Ha
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h			9,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	15,58 hr			15,06 hr
Tiempo en maniobras:	0,12 hr			0,12 hr
Tiempo total:	15,70 hr			15,18 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	188,4 €			182,2 €
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h			6,6 l/h
Coste combustible/Adit:	107,5 €			103,9 €
Coste mantenimiento:	53,1 €			51,4 €
Coste Insumos:	No aplicados			No aplicados
Total costes variables:	349,0 €			337,5 €
Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año				
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha			52,5 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo			Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm			5,0 cm
Ancho real de trabajo:	15,20 m			15,95 m
Ancho cabecera:	15,2 m			16,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	1			1
Long. Pasadas longitudinales:	744,2 m			742,6 m
Nº Pasadas longitudinales:	51			49
Recorrido en aplicación:	39.503 m			37.942 m
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha			60,7 Ha
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h			12,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	3,59 hr			3,16 hr
Tiempo en maniobras:	0,12 hr			0,11 hr
Tiempo total:	3,71 hr			3,27 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	44,5 €			39,2 €
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h			9,7 l/h
Coste combustible/Adit:	33,9 €			32,7 €
Coste mantenimiento:	10,3 €			9,1 €
Coste Insumos:	3.318,3 €			3.187,1 €
Total costes variables:	3.407,0 €			3.268,1 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 21 de 61

Aplicación: Tratamiento herbicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año					
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Herbicida 24D	1,5	20,00 €	30,0 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	30,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	729,0 m			750,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	68			65	
Recorrido en aplicación:	52.670 m			50.345 m	
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha			60,4 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	5,27 hr			4,58 hr	
Tiempo en maniobras:	0,13 hr			0,11 hr	
Tiempo total:	5,40 hr			4,69 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	64,8 €			56,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			12,2 l/h	
Coste combustible/Adit:	61,5 €			58,6 €	
Coste mantenimiento:	45,9 €			42,8 €	
Coste Insumos:	1.896,1 €			1.812,4 €	
Total costes variables:	2.068,3 €			1.970,1 €	
Aplicación: Abonado cobertura cereal pase 2 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año					
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	15,20 m			15,95 m	
Ancho cabecera:	15,2 m			16,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	1			1	
Long. Pasadas longitudinales:	744,2 m			742,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	51			49	
Recorrido en aplicación:	39.503 m			37.942 m	
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha			60,7 Ha	
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h			12,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	3,59 hr			3,16 hr	
Tiempo en maniobras:	0,12 hr			0,11 hr	
Tiempo total:	3,71 hr			3,27 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	44,5 €			39,2 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h			9,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	33,9 €			32,7 €	
Coste mantenimiento:	10,3 €			9,1 €	
Coste Insumos:	3.318,3 €			3.187,1 €	
Total costes variables:	3.407,0 €			3.268,1 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez					15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					Página 22 de 61

Aplicación: Tratamiento fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Primer Año				
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Fungicida cereal	0,33	90,00 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			29,7 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	29,7 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	729,0 m	750,6 m		
Nº Pasadas longitudinales:	68	65		
Recorrido en aplicación:	52.670 m	50.345 m		
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha	60,4 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	5,27 hr	4,58 hr		
Tiempo en maniobras:	0,13 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	5,40 hr	4,69 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	64,8 €	56,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	61,5 €	58,6 €		
Coste mantenimiento:	45,9 €	42,8 €		
Coste Insumos:	1.877,2 €	1.794,3 €		
Total costes variables:	2.049,4 €	1.952,0 €		
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-5/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha			
Ancho de trabajo:	4 m			
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm		
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m		
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	2		
Long. Pasadas longitudinales:	568,7 m	567,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	169	147		
Recorrido en aplicación:	98.443 m	85.711 m		
Superficie virtual aplicada:	39,4 Ha	34,3 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	16,41 hr	14,28 hr		
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,56 hr		
Tiempo total:	16,43 hr	14,84 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	197,2 €	178,1 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h		
Coste combustible/Adit:	419,9 €	377,5 €		
Coste mantenimiento:	48,0 €	43,3 €		
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	665,1 €	598,9 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 23 de 61

Aplicación: Abonado de fondo cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-5/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Abono 18-46-0	200	84,0 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	84,0 €/Ha			
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m		
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	1	1		
Long. Pasadas longitudinales:	552,7 m	551,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	39	37		
Recorrido en aplicación:	22.722 m	21.561 m		
Superficie virtual aplicada:	36,4 Ha	34,5 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	2,27 hr	1,96 hr		
Tiempo en maniobras:	0,10 hr	0,09 hr		
Tiempo total:	2,37 hr	2,05 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	28,4 €	24,6 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	26,9 €	25,5 €		
Coste mantenimiento:	6,6 €	5,7 €		
Coste Insumos:	3.053,8 €	2.897,7 €		
Total costes variables:	3.115,7 €	2.953,5 €		
Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-5/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2</u>		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm	2,5 cm		
Ancho real de trabajo:	4,95 m	5,48 m		
Ancho cabecera:	9,9 m	11,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	2		
Long. Pasadas longitudinales:	563,3 m	561,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	118	107		
Recorrido en aplicación:	68.802 m	62.381 m		
Superficie virtual aplicada:	37,8 Ha	34,3 Ha		
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	9,83 hr	8,91 hr		
Tiempo en maniobras:	0,89 hr	0,30 hr		
Tiempo total:	10,72 hr	9,21 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	128,6 €	110,5 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h	21,7 l/h		
Coste combustible/Adit:	228,4 €	202,1 €		
Coste mantenimiento:	57,0 €	49,0 €		
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	414,0 €	361,6 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 24 de 61

Aplicación: Siembra de cebada pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-5/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Preco Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de cebada	190	0,30 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	57,0 €/Ha			57,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabecera:	10,0 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabecera:	3		3	
Long. Pasadas longitudinales:	563,2 m		562,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	176		170	
Recorrido en aplicación:	102.618 m		99.107 m	
Superficie virtual aplicada:	35,9 Ha		34,7 Ha	
Veloc. trabajo:	8,0 Km/h		8,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	12,83 hr		12,39 hr	
Tiempo en maniobras:	1,26 hr		0,31 hr	
Tiempo total:	14,09 hr		12,70 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	169,1 €		152,4 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		11,1 l/h	
Coste combustible/Adit:	155,0 €		143,5 €	
Coste mantenimiento:	57,6 €		53,7 €	
Coste Insumos:	2.047,2 €		1.977,2 €	
Total costes variables:	2.428,9 €		2.326,8 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desterrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-5/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	22,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,28 m		4,45 m	
Ancho cabecera:	8,6 m		8,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	565,9 m		565,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	137		132	
Recorrido en aplicación:	79.874 m		76.952 m	
Superficie virtual aplicada:	35,9 Ha		34,6 Ha	
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		9,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	8,88 hr		8,55 hr	
Tiempo en maniobras:	0,09 hr		0,09 hr	
Tiempo total:	8,97 hr		8,64 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	107,6 €		103,7 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h		6,6 l/h	
Coste combustible/Adit:	61,4 €		59,2 €	
Coste mantenimiento:	30,4 €		29,2 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	199,4 €		192,1 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 25 de 61

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Primer Año					
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	552,7 m	551,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	39	37			
Recorrido en aplicación:	22.722 m	21.561 m			
Superficie virtual aplicada:	36,4 Ha	34,5 Ha			
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,07 hr	1,80 hr			
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,08 hr			
Tiempo total:	2,16 hr	1,88 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	25,9 €	22,6 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h			
Coste combustible/Adit:	19,7 €	18,8 €			
Coste mantenimiento:	6,0 €	5,2 €			
Coste Insumos:	1.908,6 €	1.811,1 €			
Total costes variables:	1.960,2 €	1.857,7 €			
Aplicación: Tratamiento herbicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Primer Año					
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Herbicida 24D	1,5	20,00 €	30,0 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	30,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	537,5 m	559,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	52	49			
Recorrido en aplicación:	30.282 m	28.567 m			
Superficie virtual aplicada:	36,3 Ha	34,3 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	3,03 hr	2,60 hr			
Tiempo en maniobras:	0,10 hr	0,09 hr			
Tiempo total:	3,13 hr	2,69 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	37,6 €	32,3 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	35,6 €	33,6 €			
Coste mantenimiento:	26,4 €	24,4 €			
Coste Insumos:	1.090,2 €	1.028,4 €			
Total costes variables:	1.189,8 €	1.118,7 €			
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	
				Página 26 de 61	

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 2 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	52,5 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m		
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	1	1		
Long. Pasadas longitudinales:	552,7 m	551,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	39	37		
Recorrido en aplicación:	22.722 m	21.561 m		
Superficie virtual aplicada:	36,4 Ha	34,5 Ha		
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	2,07 hr	1,80 hr		
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,08 hr		
Tiempo total:	2,16 hr	1,88 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	25,9 €	22,6 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h		
Coste combustible/Adit:	19,7 €	18,8 €		
Coste mantenimiento:	6,0 €	5,2 €		
Coste insumos:	1.908,6 €	1.811,1 €		
Total costes variables:	1.960,2 €	1.857,7 €		
Aplicación: Tratamiento fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Primer Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Fungicida cereal	0,33	29,7 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	29,7 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	537,5 m	559,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	52	49		
Recorrido en aplicación:	30.282 m	28.567 m		
Superficie virtual aplicada:	36,3 Ha	34,3 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	3,03 hr	2,60 hr		
Tiempo en maniobras:	0,10 hr	0,09 hr		
Tiempo total:	3,13 hr	2,69 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	37,6 €	32,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	35,6 €	33,6 €		
Coste mantenimiento:	26,4 €	24,4 €		
Coste insumos:	1.079,3 €	1.018,1 €		
Total costes variables:	1.178,9 €	1.108,4 €		
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Cebada				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso		
Tiempo total:	172,81 hr	155,45 hr		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	2.073,7 €	1.865,5 €		
Coste combustible/Adit:	2.752,3 €	2.510,0 €		
Coste mantenimiento:	724,6 €	660,6 €		
Coste insumos:	30.422,7 €	29.100,6 €		
Total costes variables:	35.973,3 €	34.136,7 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 27 de 61

Cultivo: Girasol seco		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 76,0 Ha	
Aplicación: Alzado pase 1 con Chisel suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Segundo Año			
Superficie: 42,0 Ha			
Ancho de trabajo: 3 m			
Longitud del lado de la besana: 648,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	30,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	2,70 m	2,98 m	
Ancho cabeecera:	16,2 m	8,9 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	6	3	
Long. Pasadas longitudinales:	615,7 m	630,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	241	218	
Recorrido en aplicación:	156.161 m	141.283 m	
Superficie virtual aplicada:	46,8 Ha	42,4 Ha	
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	31,23 hr	28,26 hr	
Tiempo en maniobras:	1,65 hr	0,68 hr	
Tiempo total:	32,88 hr	28,94 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	394,6 €	347,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	913,8 €	819,1 €	
Coste mantenimiento:	124,5 €	110,8 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	1.432,9 €	1.277,2 €	
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Segundo Año			
Superficie: 42,0 Ha			
Ancho de trabajo: 4 m			
Longitud del lado de la besana: 648,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m	
Ancho cabeecera:	7,2 m	8,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2	2	
Long. Pasadas longitudinales:	633,7 m	632,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	187	164	
Recorrido en aplicación:	121.094 m	106.273 m	
Superficie virtual aplicada:	48,4 Ha	42,5 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	20,18 hr	17,71 hr	
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,62 hr	
Tiempo total:	20,20 hr	18,33 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	242,4 €	220,0 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h	
Coste combustible/Adit:	516,2 €	466,5 €	
Coste mantenimiento:	58,9 €	53,5 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	817,5 €	740,0 €	
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>			
		15-jul-2014	
		Página 28 de 61	

Aplicación: Abonado girasol pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Segundo Año				
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	100	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			35,0 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	35,0 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m		
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	1	1		
Long. Pasadas longitudinales:	617,7 m	616,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	43	41		
Recorrido en aplicación:	27.857 m	26.560 m		
Superficie virtual aplicada:	44,6 Ha	42,5 Ha		
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	2,53 hr	2,21 hr		
Tiempo en maniobras:	0,10 hr	0,09 hr		
Tiempo total:	2,63 hr	2,30 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	31,6 €	27,6 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h		
Coste combustible/Adit:	24,0 €	23,0 €		
Coste mantenimiento:	7,3 €	6,4 €		
Coste Insumos:	1.560,0 €	1.487,4 €		
Total costes variables:	1.622,9 €	1.544,4 €		
Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Segundo Año				
Superficie:	42,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm	2,5 cm		
Ancho real de trabajo:	4,95 m	5,48 m		
Ancho cabecera:	9,9 m	11,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	2		
Long. Pasadas longitudinales:	628,3 m	626,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	131	119		
Recorrido en aplicación:	84.900 m	77.110 m		
Superficie virtual aplicada:	46,7 Ha	42,4 Ha		
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	12,13 hr	11,02 hr		
Tiempo en maniobras:	0,98 hr	0,34 hr		
Tiempo total:	13,11 hr	11,36 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	157,3 €	136,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h	21,7 l/h		
Coste combustible/Adit:	280,7 €	249,7 €		
Coste mantenimiento:	69,7 €	60,4 €		
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	507,7 €	446,4 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 29 de 61

Aplicación: Siembra de Girasol pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Segundo Año					
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de girasol	8	8,00 €	64,0 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	64,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m		
Ancho cabecera:	8,0 m		8,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	632,1 m		632,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	163		163		
Recorrido en aplicación:	105.625 m		105.625 m		
Superficie virtual aplicada:	42,2 Ha		42,2 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		7,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	17,60 hr		15,09 hr		
Tiempo en maniobras:	1,32 hr		0,36 hr		
Tiempo total:	18,92 hr		15,45 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	227,0 €		185,4 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		10,3 l/h		
Coste combustible/Adit:	169,7 €		164,3 €		
Coste mantenimiento:	72,9 €		65,4 €		
Coste Insumos:	2.704,0 €		2.704,0 €		
Total costes variables:	3.173,6 €		3.119,1 €		
Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desterrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Segundo Año					
Superficie:	42,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	22,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,28 m		4,45 m		
Ancho cabecera:	8,6 m		8,9 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	630,9 m		630,3 m		
Nº Pasadas longitudinales:	152		146		
Recorrido en aplicación:	98.504 m		94.616 m		
Superficie virtual aplicada:	44,3 Ha		42,6 Ha		
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		9,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	10,94 hr		10,51 hr		
Tiempo en maniobras:	0,10 hr		0,10 hr		
Tiempo total:	11,04 hr		10,61 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	132,5 €		127,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h		6,6 l/h		
Coste combustible/Adit:	75,6 €		72,6 €		
Coste mantenimiento:	37,4 €		35,9 €		
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados		
Total costes variables:	245,5 €		235,8 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014	
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 30 de 61	

Aplicación: Tratamiento herbicida preemergencia girasol pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Segundo Año					
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Oxifluorfen	11	0,80 €	8,8 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	8,8 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	602,5 m	624,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	57	55			
Recorrido en aplicación:	36.935 m	35.627 m			
Superficie virtual aplicada:	44,3 Ha	42,8 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	3,69 hr	3,24 hr			
Tiempo en maniobras:	0,11 hr	0,10 hr			
Tiempo total:	3,80 hr	3,34 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	45,6 €	40,1 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h	11,0 l/h			
Coste combustible/Adit:	38,8 €	37,8 €			
Coste mantenimiento:	32,2 €	30,4 €			
Coste insumos:	390,0 €	376,2 €			
Total costes variables:	506,6 €	484,5 €			
Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Segundo Año					
Superficie:	42,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	Sin insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm			
Ancho real de trabajo:	4,50 m	4,50 m			
Ancho cabecera:	9,0 m	9,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	2			
Long. Pasadas longitudinales:	630,1 m	630,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	145	145			
Recorrido en aplicación:	93.957 m	93.957 m			
Superficie virtual aplicada:	42,3 Ha	42,3 Ha			
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	15,66 hr	15,66 hr			
Tiempo en maniobras:	1,17 hr	0,41 hr			
Tiempo total:	16,83 hr	16,07 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	202,0 €	192,8 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	8,9 l/h			
Coste combustible/Adit:	149,6 €	145,3 €			
Coste mantenimiento:	45,5 €	43,4 €			
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	397,1 €	381,5 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
15-jul-2014					
Página 31 de 61					

Aplicación: Pase ligero pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Segundo Año		
Superficie:	42,0 Ha	
Ancho de trabajo:	4 m	
Longitud del lado de la besana:	648,1 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	2	2
Long. Pasadas longitudinales:	633,7 m	632,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	187	164
Recorrido en aplicación:	121.094 m	106.273 m
Superficie virtual aplicada:	48,4 Ha	42,5 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	17,30 hr	15,18 hr
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,53 hr
Tiempo total:	17,32 hr	15,71 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	207,8 €	188,5 €
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h
Coste combustible/Adit:	442,6 €	399,8 €
Coste mantenimiento:	50,6 €	45,9 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	701,0 €	634,2 €
Aplicación: Alzado pase 1 con Chisel suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-5/Segundo Año		
Superficie:	34,0 Ha	
Ancho de trabajo:	3 m	
Longitud del lado de la besana:	583,1 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	30,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	2,70 m	2,98 m
Ancho cabecera:	16,2 m	8,9 m
Nº Pasadas en cabecera:	6	3
Long. Pasadas longitudinales:	550,7 m	565,3 m
Nº Pasadas longitudinales:	216	196
Recorrido en aplicación:	125.948 m	114.288 m
Superficie virtual aplicada:	37,8 Ha	34,3 Ha
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	25,19 hr	22,86 hr
Tiempo en maniobras:	1,49 hr	0,62 hr
Tiempo total:	26,68 hr	23,48 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	320,2 €	281,8 €
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h
Coste combustible/Adit:	738,6 €	663,3 €
Coste mantenimiento:	100,8 €	89,8 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	1.159,6 €	1.034,9 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez		15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)		Página 32 de 61

Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-5/Segundo Año				
Superficie:	34,0 Ha			
Ancho de trabajo:	4 m			
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica			Corte de besana labor asimétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	40,0 cm			2,5 cm
Ancho real de trabajo:	3,60 m			3,98 m
Ancho cabecera:	7,2 m			8,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	2			2
Long. Pasadas longitudinales:	568,7 m			567,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	169			147
Recorrido en aplicación:	98.443 m			85.711 m
Superficie virtual aplicada:	39,4 Ha			34,3 Ha
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h			6,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	16,41 hr			14,28 hr
Tiempo en maniobras:	0,02 hr			0,56 hr
Tiempo total:	16,43 hr			14,84 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	197,2 €			178,1 €
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h			24,8 l/h
Coste combustible/Adit:	419,9 €			377,5 €
Coste mantenimiento:	48,0 €			43,3 €
Coste Insumos:	No aplicados			No aplicados
Total costes variables:	665,1 €			598,9 €
Aplicación: Abonado girasol pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-5/Segundo Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	100	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	35,0 €/Ha			35,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo			Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm			5,0 cm
Ancho real de trabajo:	15,20 m			15,95 m
Ancho cabecera:	15,2 m			16,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	1			1
Long. Pasadas longitudinales:	552,7 m			551,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	39			37
Recorrido en aplicación:	22.722 m			21.561 m
Superficie virtual aplicada:	36,4 Ha			34,5 Ha
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h			12,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	2,07 hr			1,80 hr
Tiempo en maniobras:	0,09 hr			0,08 hr
Tiempo total:	2,16 hr			1,88 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	25,9 €			22,6 €
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h			9,7 l/h
Coste combustible/Adit:	19,7 €			18,8 €
Coste mantenimiento:	6,0 €			5,2 €
Coste Insumos:	1.272,4 €			1.207,4 €
Total costes variables:	1.324,0 €			1.254,0 €
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>				
				15-jul-2014
				Página 33 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-5/Segundo Año				
Superficie:	34,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm		2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m		5,48 m	
Ancho cabecera:	9,9 m		11,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	563,3 m		561,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	118		107	
Recorrido en aplicación:	68.802 m		62.381 m	
Superficie virtual aplicada:	37,8 Ha		34,3 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	9,83 hr		8,91 hr	
Tiempo en maniobras:	0,89 hr		0,30 hr	
Tiempo total:	10,72 hr		9,21 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	128,6 €		110,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h		21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	228,4 €		202,1 €	
Coste mantenimiento:	57,0 €		49,0 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	414,0 €		361,6 €	
Aplicación: Siembra de Girasol pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-5/Segundo Año				
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de girasol	8	8,00 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	64,0 €/Ha			64,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m	
Ancho cabecera:	8,0 m		8,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	567,1 m		567,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	146		146	
Recorrido en aplicación:	85.129 m		85.129 m	
Superficie virtual aplicada:	34,1 Ha		34,1 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	14,19 hr		12,16 hr	
Tiempo en maniobras:	1,18 hr		0,33 hr	
Tiempo total:	15,37 hr		12,49 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	184,4 €		149,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		10,3 l/h	
Coste combustible/Adit:	137,6 €		132,7 €	
Coste mantenimiento:	59,0 €		52,7 €	
Coste Insumos:	2.179,3 €		2.179,3 €	
Total costes variables:	2.560,3 €		2.514,6 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 34 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desherrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Segundo Año					
Superficie:	34,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	583,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo				Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	22,0 cm				5,0 cm
Ancho real de trabajo:	4,28 m				4,45 m
Ancho cabeecera:	8,6 m				8,9 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2				2
Long. Pasadas longitudinales:	565,9 m				565,3 m
Nº Pasadas longitudinales:	137				132
Recorrido en aplicación:	79.874 m				76.952 m
Superficie virtual aplicada:	35,9 Ha				34,6 Ha
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h				9,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	8,88 hr				8,55 hr
Tiempo en maniobras:	0,09 hr				0,09 hr
Tiempo total:	8,97 hr				8,64 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	107,6 €				103,7 €
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h				6,6 l/h
Coste combustible/Adit:	61,4 €				59,2 €
Coste mantenimiento:	30,4 €				29,2 €
Coste Insumos:	No aplicados				No aplicados
Total costes variables:	199,4 €				192,1 €
Aplicación: Tratamiento herbicida preemergencia girasol pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-S/Segundo Año					
Superficie:	34,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Oxifluorten	11	0,80 €	8,8 €
Longitud del lado de la besana:	583,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	8,8 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo				Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm				5,0 cm
Ancho real de trabajo:	11,40 m				11,95 m
Ancho cabeecera:	22,8 m				12,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2				1
Long. Pasadas longitudinales:	537,5 m				559,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	52				49
Recorrido en aplicación:	30.282 m				28.567 m
Superficie virtual aplicada:	36,3 Ha				34,3 Ha
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h				11,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	3,03 hr				2,60 hr
Tiempo en maniobras:	0,10 hr				0,09 hr
Tiempo total:	3,13 hr				2,69 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	37,6 €				32,3 €
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h				11,0 l/h
Coste combustible/Adit:	31,9 €				30,4 €
Coste mantenimiento:	26,4 €				24,4 €
Coste Insumos:	319,8 €				301,7 €
Total costes variables:	415,7 €				388,8 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez					15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					Página 35 de 61

Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Beeana-S/Segundo Año		
Superficie:	34,0 Ha	
Ancho de trabajo:	5 m	
Longitud del lado de la besana:	583,1 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm
Ancho real de trabajo:	4,50 m	4,50 m
Ancho cabecera:	9,0 m	9,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	2	2
Long. Pasadas longitudinales:	565,1 m	565,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	130	130
Recorrido en aplicación:	75.795 m	75.795 m
Superficie virtual aplicada:	34,1 Ha	34,1 Ha
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	12,63 hr	12,63 hr
Tiempo en maniobras:	1,06 hr	0,37 hr
Tiempo total:	13,69 hr	13,00 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	164,3 €	156,0 €
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	8,9 l/h
Coste combustible/Adit	121,3 €	117,4 €
Coste mantenimiento:	37,0 €	35,1 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	322,6 €	308,5 €
Aplicación: Pase ligero pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Beeana-S/Segundo Año		
Superficie:	34,0 Ha	
Ancho de trabajo:	4 m	
Longitud del lado de la besana:	583,1 m	
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados	
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:		
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m
Nº Pasadas en cabecera:	2	2
Long. Pasadas longitudinales:	568,7 m	567,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	169	147
Recorrido en aplicación:	98.443 m	85.711 m
Superficie virtual aplicada:	39,4 Ha	34,3 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	14,06 hr	12,24 hr
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,48 hr
Tiempo total:	14,08 hr	12,72 hr
Costes variables de esta aplicación:		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	169,0 €	152,6 €
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h
Coste combustible/Adit	359,8 €	323,6 €
Coste mantenimiento:	41,2 €	37,1 €
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados
Total costes variables:	570,0 €	513,3 €
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Girasol seco		
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso de sistemas de guiado en su caso	
Tiempo total:	247,96 hr	221,06 hr
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	2.975,6 €	2.652,8 €
Coste combustible/Adit	4.729,6 €	4.303,1 €
Coste mantenimiento:	904,8 €	817,9 €
Coste Insumos:	8.425,5 €	8.256,0 €
Total costes variables:	17.035,5 €	16.029,8 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez		
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)		
		15-jul-2014
		Página 36 de 61

Cultivo: Habas		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 87,0 Ha	
Aplicación: Alzado pase 1 con Chisel suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-4/Segundo Año			
Superficie: 60,0 Ha			
Ancho de trabajo: 3 m			
Longitud del lado de la besana: 774,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	30,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	2,70 m	2,98 m	
Ancho cabecera:	16,2 m	8,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	6	3	
Long. Pasadas longitudinales:	742,2 m	756,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	287	261	
Recorrido en aplicación:	222.307 m	202.159 m	
Superficie virtual aplicada:	66,7 Ha	60,6 Ha	
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	44,46 hr	40,43 hr	
Tiempo en maniobras:	1,94 hr	0,81 hr	
Tiempo total:	46,40 hr	41,24 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	556,8 €	494,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	1.297,0 €	1.170,3 €	
Coste mantenimiento:	176,4 €	158,3 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	2.030,2 €	1.823,5 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-4/Segundo Año			
Superficie: 60,0 Ha			
Ancho de trabajo: 6 m			
Longitud del lado de la besana: 774,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	55,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m	5,48 m	
Ancho cabecera:	9,9 m	11,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2	2	
Long. Pasadas longitudinales:	754,8 m	752,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	157	142	
Recorrido en aplicación:	121.602 m	109.982 m	
Superficie virtual aplicada:	66,9 Ha	60,5 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	17,37 hr	15,71 hr	
Tiempo en maniobras:	1,17 hr	0,40 hr	
Tiempo total:	18,54 hr	16,11 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	222,5 €	193,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h	21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	399,7 €	355,2 €	
Coste mantenimiento:	98,7 €	85,7 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	720,9 €	634,2 €	
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>			
		15-jul-2014	
		Página 37 de 61	

Aplicación: Siembra de habas pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Segundo Año				
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de habas	150	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			52,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabecera:	16,6 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabecera:	5		3	
Long. Pasadas longitudinales:	741,4 m		753,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	234		225	
Recorrido en aplicación:	181.234 m		174.275 m	
Superficie virtual aplicada:	63,4 Ha		61,0 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	25,89 hr		24,90 hr	
Tiempo en maniobras:	1,23 hr		0,45 hr	
Tiempo total:	27,12 hr		25,35 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	325,4 €		304,2 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h		13,3 l/h	
Coste combustible/Adit:	362,9 €		344,0 €	
Coste mantenimiento:	106,7 €		101,0 €	
Coste Insumos:	3.330,2 €		3.202,3 €	
Total costes variables:	4.125,2 €		3.951,5 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desherrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Segundo Año				
Superficie:	60,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	774,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	22,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,28 m		4,45 m	
Ancho cabecera:	8,6 m		8,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	757,4 m		756,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	181		175	
Recorrido en aplicación:	140.206 m		135.538 m	
Superficie virtual aplicada:	63,1 Ha		61,0 Ha	
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		9,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	15,58 hr		15,06 hr	
Tiempo en maniobras:	0,12 hr		0,12 hr	
Tiempo total:	15,70 hr		15,18 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	188,4 €		182,2 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h		6,6 l/h	
Coste combustible/Adit:	107,5 €		103,9 €	
Coste mantenimiento:	53,1 €		51,4 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	349,0 €		337,5 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 38 de 61

Aplicación: Tratamiento herbicida habas pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Segundo Año					
Superficie:	60,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Pendimetalina	3,5	10,00 €	35,0 €
Longitud del lado de la besana:	774,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	35,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabeecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	729,0 m			750,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	68			65	
Recorrido en aplicación:	52.670 m			50.345 m	
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha			60,4 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	5,27 hr			4,58 hr	
Tiempo en maniobras:	0,13 hr			0,11 hr	
Tiempo total:	5,40 hr			4,69 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	64,8 €			56,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			12,2 l/h	
Coste combustible/Adit:	61,5 €			58,6 €	
Coste mantenimiento:	45,9 €			42,8 €	
Coste insumos:	2.212,2 €			2.114,5 €	
Total costes variables:	2.384,4 €			2.272,2 €	
Aplicación: Tratamiento de fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-4/Segundo Año					
Superficie:	60,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m				
Longitud del lado de la besana:	774,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabeecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	729,0 m			750,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	68			65	
Recorrido en aplicación:	52.670 m			50.345 m	
Superficie virtual aplicada:	63,2 Ha			60,4 Ha	
Veloc. trabajo:	12,0 Km/h			12,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	4,39 hr			4,20 hr	
Tiempo en maniobras:	0,11 hr			0,10 hr	
Tiempo total:	4,50 hr			4,30 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	54,0 €			51,6 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			11,1 l/h	
Coste combustible/Adit:	51,2 €			48,9 €	
Coste mantenimiento:	43,9 €			42,0 €	
Coste insumos:	No aplicados			No aplicados	
Total costes variables:	149,1 €			142,5 €	
<p>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez</p> <p>Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</p>					
				15-jul-2014	Página 39 de 61

Aplicación: Alzado pase 1 con Chisel suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-6/Segundo Año			
Superficie: 27,0 Ha			
Ancho de trabajo: 3 m			
Longitud del lado de la besana: 519,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	30,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	2,70 m	2,98 m	
Ancho cabecera:	16,2 m	8,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	6	3	
Long. Pasadas longitudinales:	487,2 m	501,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	193	175	
Recorrido en aplicación:	100.265 m	90.924 m	
Superficie virtual aplicada:	30,1 Ha	27,3 Ha	
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	20,05 hr	18,18 hr	
Tiempo en maniobras:	1,34 hr	0,56 hr	
Tiempo total:	21,39 hr	18,74 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	256,7 €	224,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	589,4 €	528,1 €	
Coste mantenimiento:	80,6 €	71,6 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	926,7 €	824,6 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-6/Segundo Año			
Superficie: 27,0 Ha			
Ancho de trabajo: 6 m			
Longitud del lado de la besana: 519,6 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	55,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m	5,48 m	
Ancho cabecera:	9,9 m	11,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2	2	
Long. Pasadas longitudinales:	499,8 m	497,6 m	
Nº Pasadas longitudinales:	105	95	
Recorrido en aplicación:	54.557 m	49.360 m	
Superficie virtual aplicada:	30,0 Ha	27,1 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h	7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	7,79 hr	7,05 hr	
Tiempo en maniobras:	0,79 hr	0,27 hr	
Tiempo total:	8,58 hr	7,32 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	103,0 €	87,8 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h	21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	181,8 €	160,3 €	
Coste mantenimiento:	45,6 €	39,0 €	
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	330,4 €	287,1 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez			
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)			
15-jul-2014			
Página 40 de 61			

Aplicación: Siembra de habas pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Segundo Año				
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de habas	150	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m			52,5 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	52,5 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo de gran amplitud	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabeecera:	16,6 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	5		3	
Long. Pasadas longitudinales:	486,4 m		498,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	157		151	
Recorrido en aplicación:	81.561 m		78.452 m	
Superficie virtual aplicada:	28,5 Ha		27,5 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	11,65 hr		11,21 hr	
Tiempo en maniobras:	0,85 hr		0,32 hr	
Tiempo total:	12,50 hr		11,53 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	150,0 €		138,4 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h		13,3 l/h	
Coste combustible/Adit:	165,3 €		155,7 €	
Coste mantenimiento:	48,6 €		45,7 €	
Coste insumos:	1.498,7 €		1.441,5 €	
Total costes variables:	1.862,6 €		1.781,3 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Rulo desherrador de arrastre - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Segundo Año				
Superficie:	27,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	519,6 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	22,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,28 m		4,45 m	
Ancho cabeecera:	8,6 m		8,9 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	502,4 m		501,8 m	
Nº Pasadas longitudinales:	122		117	
Recorrido en aplicación:	63.383 m		60.789 m	
Superficie virtual aplicada:	28,5 Ha		27,4 Ha	
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		9,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	7,04 hr		6,75 hr	
Tiempo en maniobras:	0,08 hr		0,08 hr	
Tiempo total:	7,12 hr		6,83 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	85,4 €		82,0 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	6,6 l/h		6,6 l/h	
Coste combustible/Adit:	48,7 €		46,8 €	
Coste mantenimiento:	24,1 €		23,1 €	
Coste insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	158,2 €		151,9 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 41 de 61

Aplicación: Tratamiento herbicida habas pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Segundo Año					
Superficie:	27,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Pendmetallina	3,5	10,00 €	35,0 €
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	35,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabeecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabeecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	474,0 m	495,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	46	44			
Recorrido en aplicación:	23.882 m	22.850 m			
Superficie virtual aplicada:	28,7 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,39 hr	2,08 hr			
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,08 hr			
Tiempo total:	2,48 hr	2,16 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	29,8 €	25,9 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	28,2 €	26,9 €			
Coste mantenimiento:	20,9 €	19,5 €			
Coste Insumos:	1.003,1 €	959,7 €			
Total costes variables:	1.082,0 €	1.032,0 €			
Aplicación: Tratamiento de fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-6/Segundo Año					
Superficie:	27,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m				
Longitud del lado de la besana:	519,6 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabeecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabeecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	474,0 m	495,6 m			
Nº Pasadas longitudinales:	46	44			
Recorrido en aplicación:	23.882 m	22.850 m			
Superficie virtual aplicada:	28,7 Ha	27,4 Ha			
Veloc. trabajo:	12,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	1,99 hr	1,90 hr			
Tiempo en maniobras:	0,07 hr	0,07 hr			
Tiempo total:	2,06 hr	1,97 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	24,7 €	23,6 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	11,1 l/h			
Coste combustible/Adit:	23,4 €	22,4 €			
Coste mantenimiento:	20,0 €	19,1 €			
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	68,1 €	65,1 €			
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Habas					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso			
Tiempo total:	171,79 hr	155,42 hr			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	2.061,5 €	1.865,1 €			
Coste combustible/Adit:	3.316,6 €	3.021,1 €			
Coste mantenimiento:	764,5 €	699,2 €			
Coste Insumos:	8.044,2 €	7.718,0 €			
Total costes variables:	14.186,8 €	13.303,4 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
15-jul-2014					
Página 42 de 61					

Cultivo: Maíz		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 38,0 Ha	
Aplicación: Alzado pase 1 con Arado de vertederas suspendido reversible - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-2/Segundo Año			
Superficie: 38,0 Ha			
Ancho de trabajo: 2 m			
Longitud del lado de la besana: 616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Maniobra de inversión de marcha	Maniobra de inversión de marcha	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	1,80 m	1,80 m	
Ancho cabecera:	7,2 m	7,2 m	
Nº Pasadas en cabecera:	4	4	
Long. Pasadas longitudinales:	602,0 m	602,0 m	
Nº Pasadas longitudinales:	343	343	
Recorrido en aplicación:	211.417 m	211.417 m	
Superficie virtual aplicada:	38,1 Ha	38,1 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	35,24 hr	35,24 hr	
Tiempo en maniobras:	2,77 hr	2,77 hr	
Tiempo total:	38,01 hr	38,01 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	456,1 €	456,1 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	23,3 l/h	23,3 l/h	
Coste combustible/Adit:	857,7 €	857,7 €	
Coste mantenimiento:	307,0 €	307,0 €	
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	1.620,8 €	1.620,8 €	
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-2/Segundo Año			
Superficie: 38,0 Ha			
Ancho de trabajo: 4 m			
Longitud del lado de la besana: 616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m	
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2	2	
Long. Pasadas longitudinales:	602,0 m	600,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	178	156	
Recorrido en aplicación:	109.622 m	96.144 m	
Superficie virtual aplicada:	43,8 Ha	38,5 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	18,27 hr	16,02 hr	
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,59 hr	
Tiempo total:	18,29 hr	16,61 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	219,5 €	199,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h	
Coste combustible/Adit:	467,4 €	422,6 €	
Coste mantenimiento:	53,4 €	48,5 €	
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	740,3 €	670,4 €	
<small>Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)</small>			
			<small>15-jul-2014 Página 43 de 61</small>

Aplicación: Pase pase 1 con Escarificador suspendido - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año			
Superficie: 38,0 Ha			
Ancho de trabajo: 4 m			
Longitud del lado de la besana: 616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	35,0 cm		5,0 cm
Ancho real de trabajo:	3,15 m		3,45 m
Ancho cabeecera:	9,4 m		10,4 m
Nº Pasadas en cabeecera:	3		3
Long. Pasadas longitudinales:	597,5 m		595,6 m
Nº Pasadas longitudinales:	196		179
Recorrido en aplicación:	120.808 m		110.329 m
Superficie virtual aplicada:	42,3 Ha		38,6 Ha
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	17,26 hr		15,76 hr
Tiempo en maniobras:	1,47 hr		0,37 hr
Tiempo total:	18,73 hr		16,13 hr
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	224,8 €		193,6 €
Consumo hora combustible en aplicación:	13,3 l/h		13,3 l/h
Coste combustible/Adit:	241,4 €		217,1 €
Coste mantenimiento:	78,9 €		70,0 €
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados
Total costes variables:	545,1 €		480,7 €
Aplicación: Pase pase 1 con Alomador suspendido - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año			
Superficie: 38,0 Ha			
Ancho de trabajo: 3 m			
Longitud del lado de la besana: 616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados			
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm
Ancho real de trabajo:	3,00 m		3,00 m
Ancho cabeecera:	9,0 m		9,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	3		3
Long. Pasadas longitudinales:	598,4 m		598,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	206		206
Recorrido en aplicación:	126.969 m		126.969 m
Superficie virtual aplicada:	38,1 Ha		38,1 Ha
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		7,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	21,16 hr		18,14 hr
Tiempo en maniobras:	1,67 hr		0,47 hr
Tiempo total:	22,83 hr		18,61 hr
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	274,0 €		223,3 €
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		10,3 l/h
Coste combustible/Adit:	198,9 €		196,2 €
Coste mantenimiento:	80,3 €		71,1 €
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados
Total costes variables:	553,2 €		490,6 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez			15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)			Página 44 de 61

Aplicación: Abonado cobertera maíz pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Abono 8-15-15	350	0,35 €	122,5 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	122,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabeecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabeecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	586,0 m	584,4 m			
Nº Pasadas longitudinales:	41	39			
Recorrido en aplicación:	25.259 m	24.028 m			
Superficie virtual aplicada:	40,4 Ha	38,4 Ha			
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,30 hr	2,00 hr			
Tiempo en maniobras:	0,09 hr	0,09 hr			
Tiempo total:	2,39 hr	2,09 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	28,7 €	25,1 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,1 l/h			
Coste combustible/Adit:	27,2 €	26,0 €			
Coste mantenimiento:	6,6 €	5,9 €			
Coste Insumos:	4.950,7 €	4.709,5 €			
Total costes variables:	5.013,2 €	4.766,5 €			
Aplicación: Tratamiento herbicida total pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Oxifluorfen	0,3	0,80 €	0,2 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Gilfosato	3	4,00 €	12,0 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	12,2 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabeecera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabeecera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m	592,4 m			
Nº Pasadas longitudinales:	55	52			
Recorrido en aplicación:	33.860 m	32.043 m			
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha	38,5 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	3,39 hr	2,91 hr			
Tiempo en maniobras:	0,11 hr	0,09 hr			
Tiempo total:	3,50 hr	3,00 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €	36,0 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	10,0 l/h	11,0 l/h			
Coste combustible/Adit:	35,7 €	33,9 €			
Coste mantenimiento:	29,5 €	27,3 €			
Coste Insumos:	495,7 €	469,1 €			
Total costes variables:	602,9 €	566,3 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
				15-jul-2014	
				Página 45 de 61	

Aplicación: Siembra de maíz pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año				
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de maíz	102000	0,00 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m	Abono granulado 11-	30	2,00 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	345,6 €/Ha			285,6 €
				60,0 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm			0,0 cm
Ancho real de trabajo:	4,00 m			4,00 m
Ancho cabeecera:	8,0 m			8,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2			2
Long. Pasadas longitudinales:	600,4 m			600,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	155			155
Recorrido en aplicación:	95.528 m			95.528 m
Superficie virtual aplicada:	38,2 Ha			38,2 Ha
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h			6,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	19,11 hr			15,92 hr
Tiempo en maniobras:	1,42 hr			0,40 hr
Tiempo total:	20,53 hr			16,32 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	246,4 €			195,8 €
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			13,3 l/h
Coste combustible/Adit:	229,4 €			221,2 €
Coste mantenimiento:	73,5 €			64,3 €
Coste insumos:	13.205,7 €			13.205,7 €
Total costes variables:	13.755,0 €			13.687,0 €
Aplicación: Tratamiento herbicida preemergencia maíz pase 1 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año				
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Primextra	4	6,00 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m			24,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	24,0 €/Ha			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m
Ancho cabeecera:	22,8 m			12,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	2			1
Long. Pasadas longitudinales:	570,8 m			592,4 m
Nº Pasadas longitudinales:	55			52
Recorrido en aplicación:	33.860 m			32.043 m
Superficie virtual aplicada:	40,6 Ha			38,5 Ha
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	3,39 hr			2,91 hr
Tiempo en maniobras:	0,11 hr			0,09 hr
Tiempo total:	3,50 hr			3,00 hr
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	42,0 €			36,0 €
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			12,2 l/h
Coste combustible/Adit:	39,8 €			37,4 €
Coste mantenimiento:	29,5 €			27,3 €
Coste insumos:	975,2 €			922,8 €
Total costes variables:	1.086,5 €			1.023,5 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 46 de 61

Aplicación: Abonado cobertera maíz (2º) pase 1 con Abonadora localizadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año				
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Doals Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Sulfato amónico 21%	300	0,18 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m			54,0 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 54,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m	
Ancho cabeecera:	8,0 m		8,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	600,4 m		600,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	155		155	
Recorrido en aplicación:	95.528 m		95.528 m	
Superficie virtual aplicada:	38,2 Ha		38,2 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	9,55 hr		8,68 hr	
Tiempo en maniobras:	1,07 hr		0,23 hr	
Tiempo total:	10,62 hr		8,91 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	127,4 €		106,9 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		9,8 l/h	
Coste combustible/Adit:	90,8 €		87,9 €	
Coste mantenimiento:	46,1 €		42,3 €	
Coste Insumos:	2.063,4 €		2.063,4 €	
Total costes variables:	2.327,7 €		2.300,5 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año				
Superficie:	38,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	616,4 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm	
Ancho real de trabajo:	4,50 m		4,50 m	
Ancho cabeecera:	9,0 m		9,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	598,4 m		598,4 m	
Nº Pasadas longitudinales:	137		137	
Recorrido en aplicación:	84.446 m		84.446 m	
Superficie virtual aplicada:	38,0 Ha		38,0 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	14,07 hr		14,07 hr	
Tiempo en maniobras:	1,11 hr		0,39 hr	
Tiempo total:	15,18 hr		14,46 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	182,2 €		173,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		8,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	134,8 €		130,7 €	
Coste mantenimiento:	41,1 €		39,1 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	358,1 €		343,3 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 47 de 61

Aplicación: Abonado nitrogenado maíz pase 1 con Abonadora localizadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año					
Superficie:	38,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Urea al 46 %	700	0,35 €	245,0 €
Longitud del lado de la besana:	616,4 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	245,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m		
Ancho cabeecera:	8,0 m		8,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	600,4 m		600,4 m		
Nº Pasadas longitudinales:	155		155		
Recorrido en aplicación:	95.528 m		95.528 m		
Superficie virtual aplicada:	38,2 Ha		38,2 Ha		
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	13,65 hr		13,65 hr		
Tiempo en maniobras:	1,16 hr		0,34 hr		
Tiempo total:	14,81 hr		13,99 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	177,7 €		167,9 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		8,9 l/h		
Coste combustible/Adit:	128,6 €		125,8 €		
Coste mantenimiento:	55,2 €		53,4 €		
Coste Insumos:	9.361,7 €		9.361,7 €		
Total costes variables:	9.723,2 €		9.708,8 €		
Aplicación: Pase pase 2 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-2/Segundo Año					
Superficie:	38,0 Ha				
Ancho de trabajo:	5 m				
Longitud del lado de la besana:	616,4 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,50 m		4,50 m		
Ancho cabeecera:	9,0 m		9,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	598,4 m		598,4 m		
Nº Pasadas longitudinales:	137		137		
Recorrido en aplicación:	84.446 m		84.446 m		
Superficie virtual aplicada:	38,0 Ha		38,0 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		6,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	14,07 hr		14,07 hr		
Tiempo en maniobras:	1,11 hr		0,39 hr		
Tiempo total:	15,18 hr		14,46 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	182,2 €		173,5 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		8,9 l/h		
Coste combustible/Adit:	134,8 €		130,7 €		
Coste mantenimiento:	41,1 €		39,1 €		
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados		
Total costes variables:	358,1 €		343,3 €		
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Maíz					
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso			
Tiempo total:	183,57 hr		165,59 hr		
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	2.203,0 €		1.987,0 €		
Coste combustible/Adit:	2.586,5 €		2.487,2 €		
Coste mantenimiento:	842,2 €		795,3 €		
Coste Insumos:	31.052,4 €		30.732,2 €		
Total costes variables:	36.684,1 €		36.001,7 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
15-jul-2014					
Página 48 de 61					

Cultivo: Remolacha		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 52,0 Ha	
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Primer Año			
Superficie: 52,0 Ha			
Ancho de trabajo: 4 m			
Longitud del lado de la besana: 721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m	
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2	2	
Long. Pasadas longitudinales:	706,7 m	705,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	208	182	
Recorrido en aplicación:	149.878 m	131.231 m	
Superficie virtual aplicada:	60,0 Ha	52,5 Ha	
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	24,98 hr	21,87 hr	
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,69 hr	
Tiempo total:	25,00 hr	22,56 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	300,0 €	270,7 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h	
Coste combustible/Adit:	638,9 €	574,4 €	
Coste mantenimiento:	73,0 €	65,9 €	
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	1.011,9 €	911,0 €	
Aplicación: Pase pase 1 con Subsolador suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Primer Año			
Superficie: 52,0 Ha			
Ancho de trabajo: 2 m			
Longitud del lado de la besana: 721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: Sin insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2	
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica	
Cálculo de tiempos y recorridos:			
Anchura de solape:	20,0 cm	2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	1,80 m	1,98 m	
Ancho cabecera:	7,2 m	7,9 m	
Nº Pasadas en cabecera:	4	4	
Long. Pasadas longitudinales:	706,7 m	705,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	401	366	
Recorrido en aplicación:	289.156 m	263.909 m	
Superficie virtual aplicada:	57,8 Ha	52,8 Ha	
Veloc. trabajo:	5,0 Km/h	5,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	57,83 hr	52,78 hr	
Tiempo en maniobras:	3,64 hr	1,01 hr	
Tiempo total:	61,47 hr	53,79 hr	
Costes variables de esta aplicación:			
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	737,6 €	645,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h	27,9 l/h	
Coste combustible/Adit:	1.697,7 €	1.527,3 €	
Coste mantenimiento:	257,9 €	230,2 €	
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados	
Total costes variables:	2.693,2 €	2.403,0 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez			15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)			Página 49 de 61

Aplicación: Abonado fondo remolacha pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Abono 7-14-16	500	0,30 €	150,0 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	150,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo				Giro directo
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm				5,0 cm
Ancho real de trabajo:	15,20 m				15,95 m
Ancho cabeecera:	15,2 m				16,0 m
Nº Pasadas en cabeecera:	1				1
Long. Pasadas longitudinales:	690,7 m				689,1 m
Nº Pasadas longitudinales:	48				46
Recorrido en aplicación:	34.596 m				33.145 m
Superficie virtual aplicada:	55,4 Ha				53,0 Ha
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h				11,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	3,46 hr				3,01 hr
Tiempo en maniobras:	0,12 hr				0,11 hr
Tiempo total:	3,58 hr				3,12 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	43,0 €				37,4 €
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h				12,2 l/h
Coste combustible/Adit:	40,7 €				38,9 €
Coste mantenimiento:	9,9 €				8,7 €
Coste Insumos:	8.303,0 €				7.954,9 €
Total costes variables:	8.396,6 €				8.039,9 €
Aplicación: Pase pase 1 con Grada rotativa - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha				
Ancho de trabajo:	3 m				
Longitud del lado de la besana:	721,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha				Corte de besana labor simétrica
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	30,0 cm				2,5 cm
Ancho real de trabajo:	2,70 m				2,98 m
Ancho cabeecera:	8,1 m				8,9 m
Nº Pasadas en cabeecera:	3				3
Long. Pasadas longitudinales:	704,9 m				703,3 m
Nº Pasadas longitudinales:	268				243
Recorrido en aplicación:	193.240 m				175.216 m
Superficie virtual aplicada:	58,0 Ha				52,6 Ha
Veloc. trabajo:	4,0 Km/h				4,0 Km/h
Tiempo en aplicación:	48,31 hr				43,80 hr
Tiempo en maniobras:	2,90 hr				0,94 hr
Tiempo total:	51,21 hr				44,74 hr
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	614,5 €				536,9 €
Consumo hora combustible en aplicación:	27,9 l/h				27,9 l/h
Coste combustible/Adit:	1.407,6 €				1.265,4 €
Coste mantenimiento:	345,6 €				309,6 €
Coste Insumos:	No aplicados				No aplicados
Total costes variables:	2.367,7 €				2.111,9 €
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					Página 50 de 61

Aplicación: Siembra de remolacha pase 1 con Sembradora en línea suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de remolach	144000	0,00 €	201,6 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	201,6 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	0,0 cm		0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,00 m		4,00 m		
Ancho cabeecera:	8,0 m		8,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2		
Long. Pasadas longitudinales:	705,1 m		705,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	181		181		
Recorrido en aplicación:	130.508 m		130.508 m		
Superficie virtual aplicada:	52,2 Ha		52,2 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h		7,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	21,75 hr		18,64 hr		
Tiempo en maniobras:	1,46 hr		0,40 hr		
Tiempo total:	23,21 hr		19,04 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	278,5 €		228,5 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,9 l/h		
Coste combustible/Adit:	259,8 €		249,9 €		
Coste mantenimiento:	89,8 €		80,7 €		
Coste Insumos:	10.524,1 €		10.524,1 €		
Total costes variables:	11.152,2 €		11.083,2 €		
Aplicación: Tratamiento herbicida preemergencia remolacha pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Lenaclo	0,8	47,15 €	37,7 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Etofumescato 50	2	32,75 €	65,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	103,2 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m		11,95 m		
Ancho cabeecera:	22,8 m		12,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	2		1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m		697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64		61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m		43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha		52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr		4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr		0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr		4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €		49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	53,8 €		51,3 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €		37,5 €		
Coste Insumos:	5.711,1 €		5.445,4 €		
Total costes variables:	5.861,9 €		5.583,5 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
15-jul-2014					
Página 51 de 61					

Aplicación: Tratamiento herbicida post. Remolacha pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
		Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie:	52,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m	Metramitona	0,6	38,90 €	23,3 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Betanal expert	0,5	53,96 €	27,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	50,3 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m		11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m		12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m		697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64		61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m		43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha		52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		10,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	5,12 hr		4,40 hr		
Tiempo en maniobras:	0,14 hr		0,12 hr		
Tiempo total:	5,26 hr		4,52 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	63,1 €		54,2 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,3 l/h		
Coste combustible/Adit:	59,9 €		57,5 €		
Coste mantenimiento:	41,4 €		38,4 €		
Coste insumos:	2.783,6 €		2.654,1 €		
Total costes variables:	2.948,0 €		2.804,2 €		
Aplicación: Tratamiento herbicida post. Remolacha pase 2 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
		Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie:	52,0 Ha				
Ancho de trabajo:	12 m	Metramitona	0,6	38,90 €	23,3 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Betanal expert	0,5	53,96 €	27,0 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	50,3 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm		5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m		11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m		12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2		1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m		697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64		61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m		43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha		52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	9,0 Km/h		10,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	5,12 hr		4,40 hr		
Tiempo en maniobras:	0,14 hr		0,12 hr		
Tiempo total:	5,26 hr		4,52 hr		
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	63,1 €		54,2 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		12,3 l/h		
Coste combustible/Adit:	59,9 €		57,5 €		
Coste mantenimiento:	41,4 €		38,4 €		
Coste insumos:	2.783,6 €		2.654,1 €		
Total costes variables:	2.948,0 €		2.804,2 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
				15-jul-2014	
				Página 52 de 61	

Aplicación: Abonado cobertera remolacha pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año				
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			52,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 52,5 €/Ha				
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m		
Ancho cabeecera:	15,2 m	16,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	1	1		
Long. Pasadas longitudinales:	690,7 m	689,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	48	46		
Recorrido en aplicación:	34.596 m	33.145 m		
Superficie virtual aplicada:	55,4 Ha	53,0 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	3,46 hr	3,01 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	3,58 hr	3,12 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	43,0 €	37,4 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	40,7 €	38,9 €		
Coste mantenimiento:	9,9 €	8,7 €		
Coste Insumos:	2.906,0 €	2.784,2 €		
Total costes variables:	2.999,6 €	2.869,2 €		
Aplicación: Pase pase 1 con Planet para cultivo en línea - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año				
Superficie:	52,0 Ha			
Ancho de trabajo:	5 m			
Longitud del lado de la besana:	721,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados				
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	0,0 cm	0,0 cm		
Ancho real de trabajo:	4,50 m	4,50 m		
Ancho cabeecera:	9,0 m	9,0 m		
Nº Pasadas en cabeecera:	2	2		
Long. Pasadas longitudinales:	703,1 m	703,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	161	161		
Recorrido en aplicación:	116.084 m	116.084 m		
Superficie virtual aplicada:	52,2 Ha	52,2 Ha		
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	19,35 hr	19,35 hr		
Tiempo en maniobras:	1,30 hr	0,45 hr		
Tiempo total:	20,65 hr	19,80 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	247,8 €	237,6 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	8,9 l/h		
Coste combustible/Adit:	184,0 €	179,2 €		
Coste mantenimiento:	55,8 €	53,6 €		
Coste Insumos:	No aplicados	No aplicados		
Total costes variables:	487,6 €	470,4 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 53 de 61

Aplicación: Abonado cobertera remolacha pase 2 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	15,20 m			15,95 m	
Ancho cabecera:	15,2 m			16,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	1			1	
Long. Pasadas longitudinales:	690,7 m			689,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	48			46	
Recorrido en aplicación:	34.596 m			33.145 m	
Superficie virtual aplicada:	55,4 Ha			53,0 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	3,46 hr			3,01 hr	
Tiempo en maniobras:	0,12 hr			0,11 hr	
Tiempo total:	3,58 hr			3,12 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	43,0 €			37,4 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			12,2 l/h	
Coste combustible/Adit:	40,7 €			38,9 €	
Coste mantenimiento:	9,9 €			8,7 €	
Coste Insumos:	2.906,0 €			2.784,2 €	
Total costes variables:	2.999,6 €			2.869,2 €	
Aplicación: Tratamiento fungicida/insecticida remolacha pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-3/Primer Año					
Superficie:	52,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Cipermetrina	1	15,00 €	15,0 €
Longitud del lado de la besana:	721,1 m	Spyrale	0,5	49,00 €	24,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	58,2 €/Ha	Maneb	2,5	7,50 €	18,8 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo			Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm			5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m			11,95 m	
Ancho cabecera:	22,8 m			12,0 m	
Nº Pasadas en cabecera:	2			1	
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m			697,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	64			61	
Recorrido en aplicación:	46.116 m			43.971 m	
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha			52,8 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h			11,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	4,61 hr			4,00 hr	
Tiempo en maniobras:	0,12 hr			0,11 hr	
Tiempo total:	4,73 hr			4,11 hr	
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €			49,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h			12,2 l/h	
Coste combustible/Adit:	53,8 €			51,3 €	
Coste mantenimiento:	40,2 €			37,5 €	
Coste Insumos:	3.220,8 €			3.071,0 €	
Total costes variables:	3.371,6 €			3.209,1 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					Página 54 de 61

Aplicación: Tratamiento fungicida/insecticida remolacha pase 2 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Beasana-3/Primer Año				
	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie: 52,0 Ha				
Ancho de trabajo: 12 m	Cipermetrina	1	15,00 €	15,0 €
Longitud del lado de la besana: 721,1 m	Spyrale	0,5	49,00 €	24,5 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 58,2 €/Ha	Maneb	2,5	7,50 €	18,8 €
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64	61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	53,8 €	51,3 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €		
Coste insumos:	3.220,8 €	3.071,0 €		
Total costes variables:	3.371,6 €	3.209,1 €		
Aplicación: Tratamiento fungicida/insecticida remolacha pase 3 con Máquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Beasana-3/Primer Año				
	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Superficie: 52,0 Ha				
Ancho de trabajo: 12 m	Cipermetrina	1	15,00 €	15,0 €
Longitud del lado de la besana: 721,1 m	Spyrale	0,5	49,00 €	24,5 €
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha: 58,2 €/Ha	Maneb	2,5	7,50 €	18,8 €
Sin uso de sistemas de guiado	Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm		
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m		
Ancho cabecera:	22,8 m	12,0 m		
Nº Pasadas en cabecera:	2	1		
Long. Pasadas longitudinales:	675,5 m	697,1 m		
Nº Pasadas longitudinales:	64	61		
Recorrido en aplicación:	46.116 m	43.971 m		
Superficie virtual aplicada:	55,3 Ha	52,8 Ha		
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h		
Tiempo en aplicación:	4,61 hr	4,00 hr		
Tiempo en maniobras:	0,12 hr	0,11 hr		
Tiempo total:	4,73 hr	4,11 hr		
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	56,8 €	49,3 €		
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h		
Coste combustible/Adit:	53,8 €	51,3 €		
Coste mantenimiento:	40,2 €	37,5 €		
Coste insumos:	3.220,8 €	3.071,0 €		
Total costes variables:	3.371,6 €	3.209,1 €		
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 55 de 61

<i>Totales referidos a Dos Años del cultivo: Remolacha</i>		
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso de sistemas de guiado en su caso
Tiempo total:	221,72 hr	194,77 hr
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	2.660,8 €	2.337,0 €
Coste combustible/Adit:	4.645,1 €	4.233,1 €
Coste mantenimiento:	1.095,4 €	992,9 €
Coste Insumos:	45.579,8 €	44.014,0 €
Total costes variables:	53.981,1 €	51.577,0 €

Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

15-jul-2014
Página 56 de 61

Cultivo: Trigo		Superficie total cultivada en el ciclo completo de Dos Años: 42,0 Ha			
Aplicación: Pase pesado pase 1 con Grada de discos arrastrada en V - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Primer Año					
Superficie:	42,0 Ha				
Ancho de trabajo:	4 m				
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	Sin insumos aplicados				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2			
Patrón:	Corte de besana labor asimétrica	Corte de besana labor asimétrica			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	40,0 cm	2,5 cm			
Ancho real de trabajo:	3,60 m	3,98 m			
Ancho cabecera:	7,2 m	8,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	2	2			
Long. Pasadas longitudinales:	633,7 m	632,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	187	164			
Recorrido en aplicación:	121.094 m	106.273 m			
Superficie virtual aplicada:	48,4 Ha	42,5 Ha			
Veloc. trabajo:	6,0 Km/h	6,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	20,18 hr	17,71 hr			
Tiempo en maniobras:	0,02 hr	0,62 hr			
Tiempo total:	20,20 hr	18,33 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	242,4 €	220,0 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	24,8 l/h	24,8 l/h			
Coste combustible/Adit:	516,2 €	466,5 €			
Coste mantenimiento:	58,9 €	53,5 €			
Coste insumos:	No aplicados	No aplicados			
Total costes variables:	817,5 €	740,0 €			
Aplicación: Abonado de fondo cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año					
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Abono 18-46-0	200	0,42 €	84,0 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de insumos por Ha:	84,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabecera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabecera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	617,7 m	616,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	43	41			
Recorrido en aplicación:	27.857 m	26.560 m			
Superficie virtual aplicada:	44,6 Ha	42,5 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,79 hr	2,41 hr			
Tiempo en maniobras:	0,11 hr	0,10 hr			
Tiempo total:	2,90 hr	2,51 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	34,8 €	30,1 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	33,0 €	31,3 €			
Coste mantenimiento:	8,0 €	7,0 €			
Coste insumos:	3.744,0 €	3.569,7 €			
Total costes variables:	3.819,8 €	3.638,1 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
15-jul-2014					
Página 57 de 61					

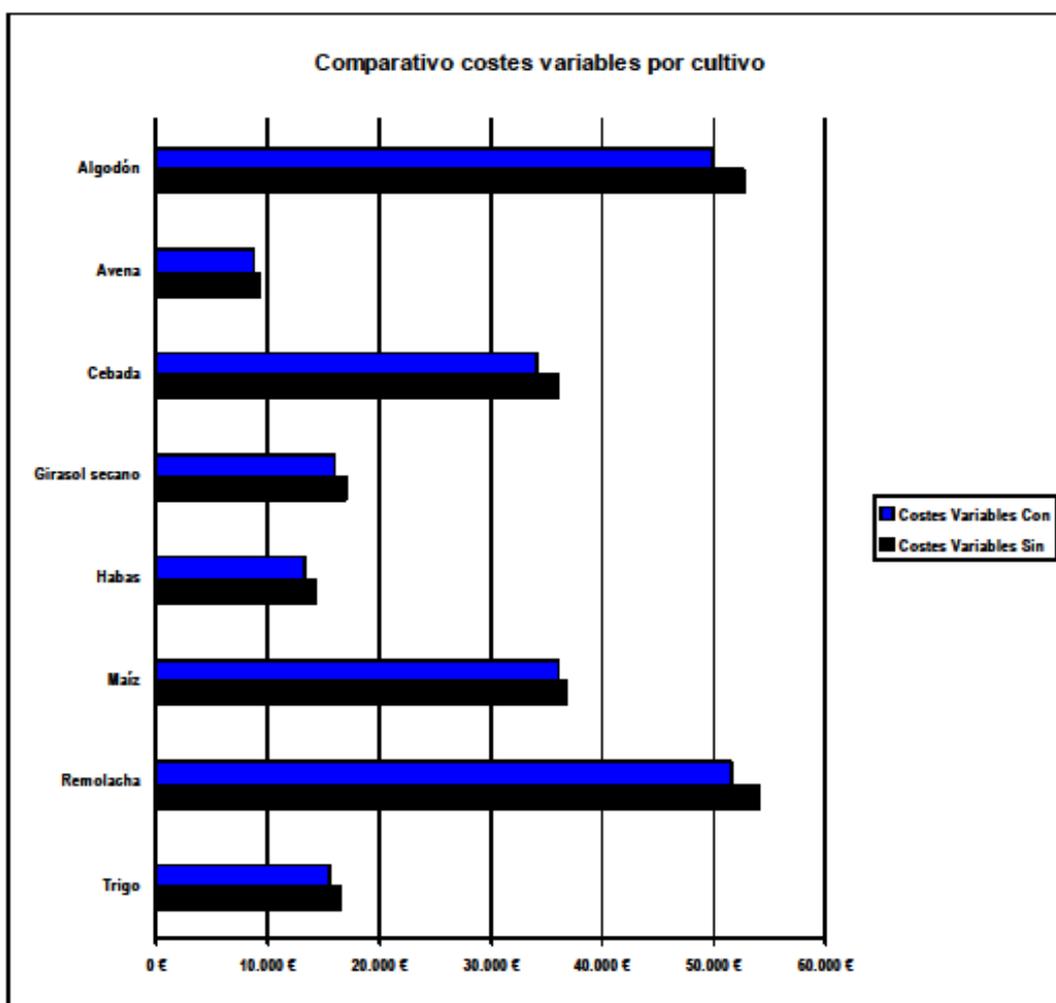
Aplicación: Pase pase 1 con Vibrocultor suspendido - 1 y tractor - 2 de 140 cv en Besana-1/Primer Año				
Superficie:	42,0 Ha			
Ancho de trabajo:	6 m			
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	Sin Insumos aplicados			
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK-2		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	55,0 cm		2,5 cm	
Ancho real de trabajo:	4,95 m		5,48 m	
Ancho cabeecera:	9,9 m		11,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2		2	
Long. Pasadas longitudinales:	628,3 m		626,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	131		119	
Recorrido en aplicación:	84.900 m		77.110 m	
Superficie virtual aplicada:	46,7 Ha		42,4 Ha	
Veloc. trabajo:	7,0 Km/h		7,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	12,13 hr		11,02 hr	
Tiempo en maniobras:	0,98 hr		0,34 hr	
Tiempo total:	13,11 hr		11,36 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	157,3 €		136,3 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	21,7 l/h		21,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	280,7 €		249,7 €	
Coste mantenimiento:	69,7 €		60,4 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	507,7 €		446,4 €	
Aplicación: Siembra de trigo pase 1 con Sembradora de cereal suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año				
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Precio Unl
Ancho de trabajo:	4 m	Semilla de trigo	225	0,45 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			Coste Ha
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	101,2 €/Ha			101,3 €
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1		
Patrón:	Maniobra de Inversión de marcha	Corte de besana labor simétrica		
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	18,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	3,32 m		3,45 m	
Ancho cabeecera:	10,0 m		10,4 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	3		3	
Long. Pasadas longitudinales:	628,2 m		627,3 m	
Nº Pasadas longitudinales:	196		188	
Recorrido en aplicación:	127.012 m		121.840 m	
Superficie virtual aplicada:	44,5 Ha		42,6 Ha	
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h		10,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	12,70 hr		12,18 hr	
Tiempo en maniobras:	1,36 hr		0,28 hr	
Tiempo total:	14,06 hr		12,46 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	168,7 €		149,5 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		11,1 l/h	
Coste combustible/Adit:	154,2 €		140,9 €	
Coste mantenimiento:	64,0 €		59,2 €	
Coste Insumos:	4.498,8 €		4.315,6 €	
Total costes variables:	4.885,7 €		4.665,2 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				15-jul-2014
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				Página 58 de 61

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 1 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año					
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Preco Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €	52,5 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	52,5 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	80,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	15,20 m	15,95 m			
Ancho cabeceera:	15,2 m	16,0 m			
Nº Pasadas en cabeceera:	1	1			
Long. Pasadas longitudinales:	617,7 m	616,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	43	41			
Recorrido en aplicación:	27.857 m	26.560 m			
Superficie virtual aplicada:	44,6 Ha	42,5 Ha			
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h	12,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	2,53 hr	2,21 hr			
Tiempo en maniobras:	0,10 hr	0,09 hr			
Tiempo total:	2,63 hr	2,30 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	31,6 €	27,6 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h	9,7 l/h			
Coste combustible/Adit:	24,0 €	23,0 €			
Coste mantenimiento:	7,3 €	6,4 €			
Coste Insumos:	2.340,0 €	2.231,1 €			
Total costes variables:	2.402,9 €	2.288,1 €			
Aplicación: Tratamiento herbicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año					
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Preco Unl	Coste Ha
Ancho de trabajo:	12 m	Herbicida 24D	1,5	20,00 €	30,0 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m				
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha:	30,0 €/Ha				
Sin uso de sistemas de guiado		Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1			
Patrón:	Giro directo	Giro directo			
Cálculo de tiempos y recorridos:					
Anchura de solape:	60,0 cm	5,0 cm			
Ancho real de trabajo:	11,40 m	11,95 m			
Ancho cabeceera:	22,8 m	12,0 m			
Nº Pasadas en cabeceera:	2	1			
Long. Pasadas longitudinales:	602,5 m	624,1 m			
Nº Pasadas longitudinales:	57	55			
Recorrido en aplicación:	36.935 m	35.627 m			
Superficie virtual aplicada:	44,3 Ha	42,8 Ha			
Veloc. trabajo:	10,0 Km/h	11,0 Km/h			
Tiempo en aplicación:	3,69 hr	3,24 hr			
Tiempo en maniobras:	0,11 hr	0,10 hr			
Tiempo total:	3,80 hr	3,34 hr			
Costes variables de esta aplicación:					
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	45,6 €	40,1 €			
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h	12,2 l/h			
Coste combustible/Adit:	43,2 €	41,7 €			
Coste mantenimiento:	32,2 €	30,4 €			
Coste Insumos:	1.329,7 €	1.282,6 €			
Total costes variables:	1.450,7 €	1.394,8 €			
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez					
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)					
				15-jul-2014	
				Página 59 de 61	

Aplicación: Abonado cobertera cereal pase 2 con Abonadora suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año				
Superficie:	42,0 Ha	Insumo	Dosis Ha	Coste Ha
Ancho de trabajo:	16 m	Urea al 46 %	150	0,35 €
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			52,5 €
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: 52,5 €/Ha				
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Giro directo		Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	80,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	15,20 m		15,95 m	
Ancho cabeecera:	15,2 m		16,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	1		1	
Long. Pasadas longitudinales:	617,7 m		616,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	43		41	
Recorrido en aplicación:	27.857 m		26.560 m	
Superficie virtual aplicada:	44,6 Ha		42,5 Ha	
Veloc. trabajo:	11,0 Km/h		12,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	2,53 hr		2,21 hr	
Tiempo en maniobras:	0,10 hr		0,09 hr	
Tiempo total:	2,63 hr		2,30 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	31,6 €		27,6 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	8,9 l/h		9,7 l/h	
Coste combustible/Adit:	24,0 €		23,0 €	
Coste mantenimiento:	7,3 €		6,4 €	
Coste Insumos:	2.340,0 €		2.231,1 €	
Total costes variables:	2.402,9 €		2.288,1 €	
Aplicación: Tratamiento de fungicida cereal pase 1 con Maquina tratamientos suspendida - 1 y tractor - 1 de 100 cv en Besana-1/Primer Año				
Superficie:	42,0 Ha			
Ancho de trabajo:	12 m			
Longitud del lado de la besana:	648,1 m			
Coste de la dosis recomendada de Insumos por Ha: Sin Insumos aplicados				
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso del sistema de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK-1</u>		
Patrón:	Giro directo		Giro directo	
Cálculo de tiempos y recorridos:				
Anchura de solape:	60,0 cm		5,0 cm	
Ancho real de trabajo:	11,40 m		11,95 m	
Ancho cabeecera:	22,8 m		12,0 m	
Nº Pasadas en cabeecera:	2		1	
Long. Pasadas longitudinales:	602,5 m		624,1 m	
Nº Pasadas longitudinales:	57		55	
Recorrido en aplicación:	36.935 m		35.627 m	
Superficie virtual aplicada:	44,3 Ha		42,8 Ha	
Veloc. trabajo:	12,0 Km/h		12,0 Km/h	
Tiempo en aplicación:	3,08 hr		2,97 hr	
Tiempo en maniobras:	0,09 hr		0,09 hr	
Tiempo total:	3,17 hr		3,06 hr	
Costes variables de esta aplicación:				
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	38,0 €		36,7 €	
Consumo hora combustible en aplicación:	11,1 l/h		11,1 l/h	
Coste combustible/Adit:	36,1 €		34,8 €	
Coste mantenimiento:	30,8 €		29,8 €	
Coste Insumos:	No aplicados		No aplicados	
Total costes variables:	104,9 €		101,3 €	
Totales referidos a Dos Años del cultivo: Trigo				
<u>Sin uso de sistemas de guiado</u>		<u>Con uso de sistemas de guiado en su caso</u>		
Tiempo total:	62,50 hr		55,66 hr	
Coste mano de obra (12,00 €/hr)	750,0 €		667,9 €	
Coste combustible/Adit:	1.111,4 €		1.010,9 €	
Coste mantenimiento:	278,2 €		253,1 €	
Coste Insumos:	14.252,5 €		13.630,1 €	
Total costes variables:	16.392,1 €		15.562,0 €	
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez, ETSIA Sevilla, Tutor: Dr. Manuel Pérez				
Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)				
				15-jul-2014
				Página 60 de 61

Totales referidos a Dos Años de la explotación: Explotación simulada 1

Sin uso de sistemas de guiado	Con uso de sistemas de guiado	
Tiempo total:	1.586,64 hr	1.417,91 hr
Mano de obra (12,00 €/hr)	19.040,5 €	17.014,7 €
Coste combustible/Adit:	28.949,3 €	26.545,6 €
Coste mantenimiento:	6.965,2 €	6.362,6 €
Coste insumos:	181.184,4 €	175.247,8 €
Total costes variables:	236.139,4 €	225.170,7 €
Amortizaciones:	20.615,6 €	22.938,4 €
Intereses:	6.510,8 €	7.266,8 €
Otros costes fijos:	2.720,0 €	5.040,0 €
Total costes fijos:	29.846,4 €	35.245,2 €
Costes totales referidos a Dos Años	265.985,8 €	260.415,9 €
Costes totales anuales	132.992,9 €	130.208,0 €
Resultado económico final por año:	Resultado favorable en un ahorro anual de: 2.785,0 €	(2,1%)



Anejo 14

INFORME COMPARATIVO DE COSTES POR MAQUINARIA Y EQUIPOS
(Documento incrustado)

Estudio económico sobre implantación de sistemas de guiado por satélite (GNSS)

Resumen de costes por maquinaria, equipos de guiado y correctores de señal

Explotación: Explotación simulada 1
 Superficie: 253,0 Ha
 Rotación de cultivos: Dos Años

Maquinaria o equipo:	Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Tractor - 1 de 100 CV	Horas	392,9 h	353,3 h
Precio adquisición	46.500,0 €	Amortización	2.684,9 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	837,0 €
Horas de vida útil	12.000 horas	Otros costes fijos	630,0 €
		Total costes fijos	4.151,9 €
		Mantenimiento	856,4 €
		Combustible + aditivos	4.066,6 €
		Mano de obra	4.714,7 €
		Total costes variables	9.637,7 €
		Coste de insumos	0,0 €
		Total costes	13.789,6 €
Resultado para Tractor - 1 de 100 CV:		favorable en 301 €/año	(-6,5%)
Tractor - 2 de 140 CV	Horas	400,4 h	355,7 h
Precio adquisición	65.100,0 €	Amortización	3.799,8 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	1.171,8 €
Horas de vida útil	12.000 horas	Otros costes fijos	630,0 €
		Total costes fijos	5.601,6 €
		Mantenimiento	889,0 €
		Combustible + aditivos	10.408,0 €
		Mano de obra	4.805,2 €
		Total costes variables	16.102,2 €
		Coste de insumos	0,0 €
		Total costes	21.703,8 €
Resultado para Tractor - 2 de 140 CV:		favorable en 1.895 €/año	(-8,7%)
Abonadora localizadora suspendida-1	Horas	12,7 h	11,5 h
Precio adquisición	4.400,0 €	Amortización	179,9 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	79,2 €
Horas de vida útil	800 horas	Otros costes fijos	0,0 €
		Total costes fijos	259,1 €
		Mantenimiento	22,9 €
		Combustible + aditivos	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €
		Total costes variables	22,9 €
		Coste de insumos	5.712,6 €
		Total costes	5.994,6 €
Resultado para Abonadora localizadora suspendida-1:		favorable en 7 €/año	(-0,1%)
Abonadora suspendida-1	Horas	27,6 h	24,1 h
Precio adquisición	4.000,0 €	Amortización	238,2 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	72,0 €
Horas de vida útil	800 horas	Otros costes fijos	0,0 €
		Total costes fijos	310,2 €
		Mantenimiento	16,4 €
		Combustible + aditivos	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €
		Total costes variables	16,4 €
		Coste de insumos	31.505,2 €
		Total costes	31.831,8 €
Resultado para Abonadora suspendida-1:		favorable en 1.455 €/año	(-4,6%)

Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Alomador suspendido-1			Horas	11,4 h
Precio adquisición	2.400,0 €	Amortización	87,4 €	82,3 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	43,2 €	43,2 €
Horas de vida útil	1.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	130,6 €	125,5 €
		Mantenimiento	15,2 €	15,2 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	15,2 €	15,2 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	145,8 €	140,7 €
Resultado para Alomador suspendido-1:			favorable en 5 €/año	(-3,5%)
Arado de vertederas suspendido reversible-1			Horas	19,0 h
Precio adquisición	9.000,0 €	Amortización	282,0 €	282,0 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	162,0 €	162,0 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	444,0 €	444,0 €
		Mantenimiento	111,3 €	111,3 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	111,3 €	111,3 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	555,3 €	555,3 €
Resultado para Arado de vertederas suspendido reversible-1:			neutral	0,0%
Chisel suspendido-1			Horas	63,7 h
Precio adquisición	3.300,0 €	Amortización	152,5 €	144,3 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	59,4 €	59,4 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	211,9 €	203,7 €
		Mantenimiento	99,8 €	90,5 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	99,8 €	90,5 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	311,7 €	294,2 €
Resultado para Chisel suspendido-1:			favorable en 17 €/año	(-5,6%)
Desbrozadora de cadenas-1			Horas	32,2 h
Precio adquisición	2.500,0 €	Amortización	116,2 €	113,6 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	45,0 €	45,0 €
Horas de vida útil	1.500 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	161,2 €	158,6 €
		Mantenimiento	32,2 €	30,6 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	32,2 €	30,6 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	193,4 €	189,2 €
Resultado para Desbrozadora de cadenas-1:			favorable en 4 €/año	(-2,2%)

Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez
 Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

16-jul-2014
 Página 2 de 7

Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Escarificador suspendido-1			Horas	31,4 h
Precio adquisición	1.750,0 €	Amortización		54,7 €
Años de vida útil	20 años	Intereses		31,5 €
Horas de vida útil	5.000 horas	Otros costes fijos		0,0 €
		Total costes fijos		86,2 €
		Mantenimiento		64,1 €
		Combustible + aditivos		0,0 €
		Mano de obra		0,0 €
		Total costes variables		64,1 €
		Coste de insumos		0,0 €
		Total costes		150,3 €
Resultado para Escarificador suspendido-1:			favorable en 7 €/año	(-4,6%)
Grada de discos arrastrada en V-1			Horas	112,5 h
Precio adquisición	10.000,0 €	Amortización		625,1 €
Años de vida útil	20 años	Intereses		180,0 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos		100,0 €
		Total costes fijos		905,1 €
		Mantenimiento		78,8 €
		Combustible + aditivos		0,0 €
		Mano de obra		0,0 €
		Total costes variables		78,8 €
		Coste de insumos		0,0 €
		Total costes		983,9 €
Resultado para Grada de discos arrastrada en V-1:			favorable en 43 €/año	(-4,4%)
Grada rotativa-1			Horas	70,1 h
Precio adquisición	4.500,0 €	Amortización		322,8 €
Años de vida útil	20 años	Intereses		81,0 €
Horas de vida útil	1.500 horas	Otros costes fijos		0,0 €
		Total costes fijos		403,8 €
		Mantenimiento		316,6 €
		Combustible + aditivos		0,0 €
		Mano de obra		0,0 €
		Total costes variables		316,6 €
		Coste de insumos		0,0 €
		Total costes		720,4 €
Resultado para Grada rotativa-1:			favorable en 56 €/año	(-7,8%)
Maquina tratamientos suspendida-1			Horas	59,7 h
Precio adquisición	4.200,0 €	Amortización		355,5 €
Años de vida útil	20 años	Intereses		75,6 €
Horas de vida útil	1.000 horas	Otros costes fijos		0,0 €
		Total costes fijos		431,1 €
		Mantenimiento		379,6 €
		Combustible + aditivos		0,0 €
		Mano de obra		0,0 €
		Total costes variables		379,6 €
		Coste de insumos		25.560,0 €
		Total costes		26.370,7 €
Resultado para Maquina tratamientos suspendida-1:			favorable en 1.261 €/año	(-4,8%)

Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez
 Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

16-jul-2014
 Página 3 de 7

Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Planet para cultivo en línea-1			Horas	76,6 h
Precio adquisición	2.250,0 €	Amortización	113,7 €	111,1 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	40,5 €	40,5 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	154,2 €	151,6 €
		Mantenimiento	40,2 €	38,4 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	40,2 €	38,4 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	194,4 €	190,0 €
Resultado para Planet para cultivo en línea-1:			favorable en 4 €/año	(-2,3%)
Rulo desterrador de arrastre-1			Horas	33,8 h
Precio adquisición	2.475,0 €	Amortización	166,3 €	162,5 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	44,6 €	44,6 €
Horas de vida útil	800 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	210,9 €	207,1 €
		Mantenimiento	40,6 €	39,2 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	40,6 €	39,2 €
		Coste de insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	251,5 €	246,3 €
Resultado para Rulo desterrador de arrastre-1:			favorable en 5 €/año	(-2,1%)
Sembradora de cereal suspendida-1			Horas	51,1 h
Precio adquisición	4.200,0 €	Amortización	283,9 €	268,1 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	75,6 €	75,6 €
Horas de vida útil	1.200 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	359,5 €	343,7 €
		Mantenimiento	99,1 €	95,3 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	99,1 €	95,3 €
		Coste de insumos	8.309,0 €	7.989,2 €
		Total costes	8.767,6 €	8.428,2 €
Resultado para Sembradora de cereal suspendida-1:			favorable en 339 €/año	(-3,9%)
Sembradora en línea suspendida-1			Horas	56,4 h
Precio adquisición	6.400,0 €	Amortización	460,9 €	405,9 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	115,2 €	115,2 €
Horas de vida útil	1.200 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	576,1 €	521,1 €
		Mantenimiento	96,5 €	96,5 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	96,5 €	96,5 €
		Coste de insumos	19.505,4 €	19.505,4 €
		Total costes	20.178,0 €	20.123,0 €
Resultado para Sembradora en línea suspendida-1:			favorable en 55 €/año	(-0,3%)

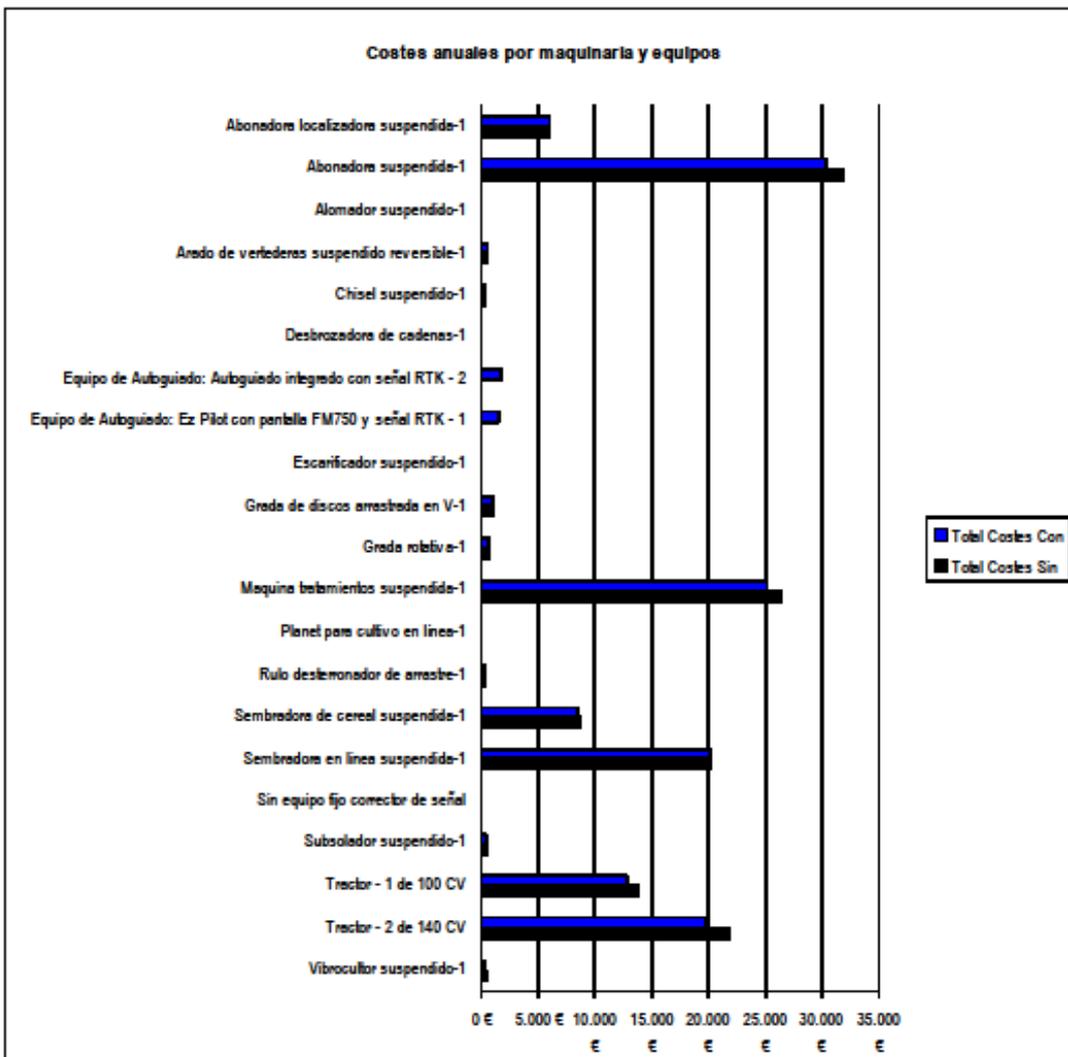
Aplicación desarrollada como Proyecto Fin de Carrera por Salvador Romero Gómez. ETSIA Sevilla. Tutor: Dr. Manuel Pérez
 Estudio económico sobre implantación de equipos de guiado por Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

16-jul-2014
 Página 4 de 7

Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Subsolador suspendido-1			Horas	84,2 h
Precio adquisición	4.800,0 €	Amortización	254,7 €	237,6 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	86,4 €	86,4 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
			Total costes fijos	341,1 €
			Mantenimiento	165,8 €
			Combustible + aditivos	0,0 €
			Mano de obra	0,0 €
			Total costes variables	165,8 €
			Coste de insumos	0,0 €
			Total costes	506,9 €
Resultado para Subsolador suspendido-1:			favorable en 32 €/año	(-6,2%)
Vibrocultor suspendido-1			Horas	51,0 h
Precio adquisición	3.080,0 €	Amortización	129,3 €	122,2 €
Años de vida útil	20 años	Intereses	55,4 €	55,4 €
Horas de vida útil	3.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
			Total costes fijos	184,7 €
			Mantenimiento	157,9 €
			Combustible + aditivos	0,0 €
			Mano de obra	0,0 €
			Total costes variables	157,9 €
			Coste de insumos	0,0 €
			Total costes	342,6 €
Resultado para Vibrocultor suspendido-1:			favorable en 29 €/año	(-8,3%)
Equipo de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal RTK - 2			Horas	0,0 h
Precio adquisición	12.000,0 €	Amortización	0,0 €	1.026,8 €
Años de vida útil	10 años	Intereses	0,0 €	216,0 €
Horas de vida útil	10.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	560,0 €
			Total costes fijos	1.802,8 €
			Mantenimiento	0,0 €
			Combustible + aditivos	0,0 €
			Mano de obra	0,0 €
			Total costes variables	0,0 €
			Coste de insumos	0,0 €
			Total costes	1.802,8 €
Resultado para Equipo de Autoguiado: Autoguiado Integrado con señal			adverso en 1.803 €/año	(-100,0%)
Equipo de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y señal RTK - 1			Horas	0,0 h
Precio adquisición	9.000,0 €	Amortización	0,0 €	767,9 €
Años de vida útil	10 años	Intereses	0,0 €	162,0 €
Horas de vida útil	10.000 horas	Otros costes fijos	0,0 €	600,0 €
			Total costes fijos	1.529,9 €
			Mantenimiento	0,0 €
			Combustible + aditivos	0,0 €
			Mano de obra	0,0 €
			Total costes variables	0,0 €
			Coste de insumos	0,0 €
			Total costes	1.529,9 €
Resultado para Equipo de Autoguiado: Ez Pilot con pantalla FM750 y s			adverso en 1.530 €/año	(-100,0%)

Maquinaria o equipo:		Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Sin equipo fijo corrector de señal		Horas	0,0 h	0,0 h
Precio adquisición	0,0 €	Amortización	0,0 €	0,0 €
Años de vida útil	0 años	Intereses	0,0 €	0,0 €
Horas de vida útil	0 horas	Otros costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Total costes fijos	0,0 €	0,0 €
		Mantenimiento	0,0 €	0,0 €
		Combustible + aditivos	0,0 €	0,0 €
		Mano de obra	0,0 €	0,0 €
		Total costes variables	0,0 €	0,0 €
		Coste de Insumos	0,0 €	0,0 €
		Total costes	0,0 €	0,0 €
Resultado para	Sin equipo fijo corrector de señal:		neutral	0,0%

Maquinaria o equipo:	Datos anuales	Sin uso de GNSS	Con uso de GNSS
Resumen total de costes anuales de la explotación:	Amortizaciones	10.307,8 €	11.469,2 €
Explotación simulada 1 de 253,0 Ha	Intereses	3.255,4 €	3.633,4 €
	Otros costes fijos	1.360,0 €	2.520,0 €
	Total costes fijos	14.923,2 €	17.622,6 €
Conclusión:	Mantenimiento	3.482,4 €	3.181,2 €
La implantación de sistemas de guiado es totalmente viable en esta explotación, generando un ahorro anual aproximado de 2.784 € igual al 2,1%	Combustible + aditivos	14.474,6 €	13.272,8 €
	Mano de obra	9.519,9 €	4.239,3 €
	Total costes variables	27.476,9 €	24.961,5 €
	Coste de insumos	90.592,2 €	87.624,0 €
	Total costes	132.992,3 €	130.208,1 €



+

PROCEDIMIENTOS PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN Y USO DE LA APLICACIÓN

ANEJO 15

PROCEDIMIENTOS PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN Y USO DE LA APLICACIÓN

1.-Instalación y requerimientos

La aplicación no requiere proceso de instalación alguno, solo copiarla del CD a un directorio cualquiera del ordenador donde se vaya a usar. No debe usarse en el CD ya que en esa localización es un archivo de solo lectura.

Los requerimientos para su funcionamiento son los siguientes:

- Sistema operativo: Windows XP o superior
- Microsoft Office Access versión 2.003 o superior.
- Si no se tiene instalado Microsoft Office Access puede recurrirse a la instalación gratuita de Microsoft Access Runtime en una versión compatible al sistema operativo Windows que se tenga. Puede descargarse de los siguientes enlaces,

Versiones compatibles con Windows XP:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=27835>

Versiones más actuales:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=10910>

En cualquier caso descargar la más contemporánea al sistema operativo Windows instalado y usar la versión del archivo correspondiente.

2.-Procedimientos previos al funcionamiento

Tal como se ha descrito en la Memoria, la aplicación contiene un gran número de funciones en *Visual Basic* también denominadas macros, que son conjuntos de instrucciones para ejecutar una determinada acción. Estas acciones pueden ser programadas para que sean maliciosas por lo que por defecto, las instalaciones de Access tienen de forma predeterminada activado un nivel de seguridad que impide su funcionamiento sin el consentimiento del usuario. Por ello, antes de iniciar la aplicación, se recomienda desactivar esos niveles de seguridad con el fin de no estar recibiendo mensajes de advertencia cada vez que se abre el archivo.

Consecuentemente, al iniciar la aplicación es muy probable que aparezcan esos mensajes de seguridad sobre macros parecidos los mostrados en **las Figuras 1 a 4** según versiones Access 2.003 o 2.007 y superiores. Si se deshabilitan las macros la aplicación no funciona; se actúa sobre los botones y no harán nada porque sus funciones están deshabilitadas.

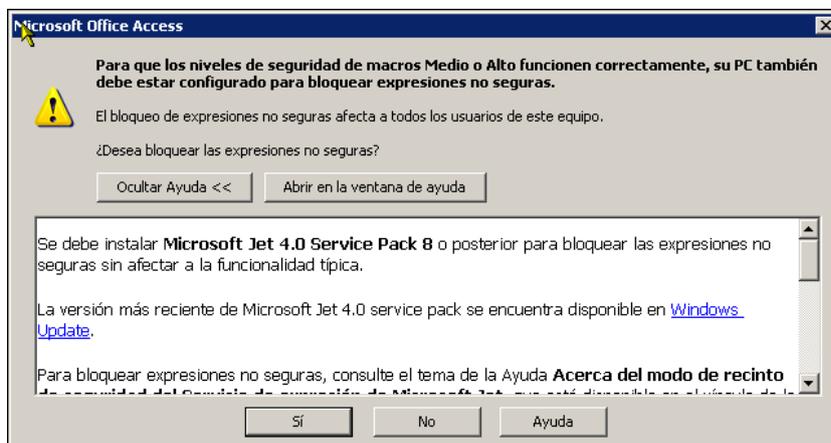


Figura 1.- Alerta seguridad en versiones 2.003

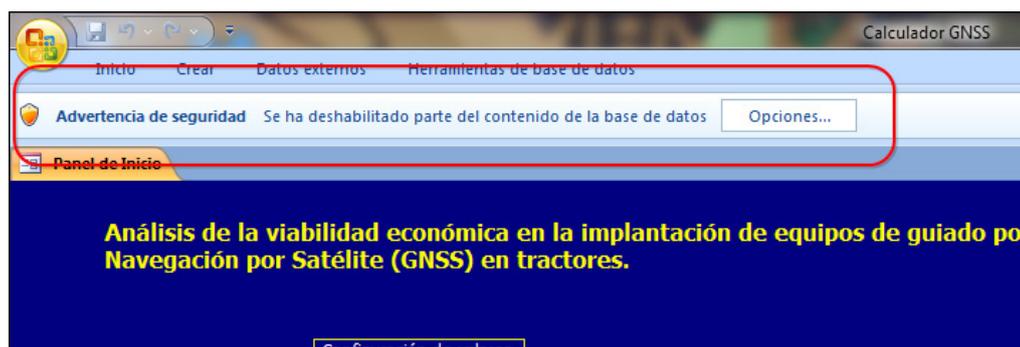


Figura 2

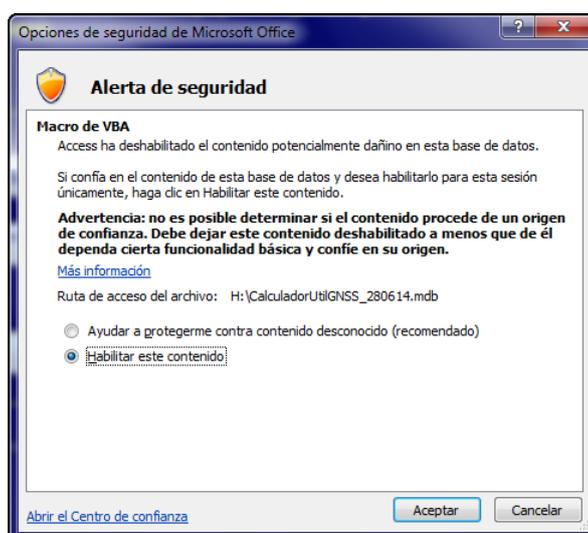


Figura 3

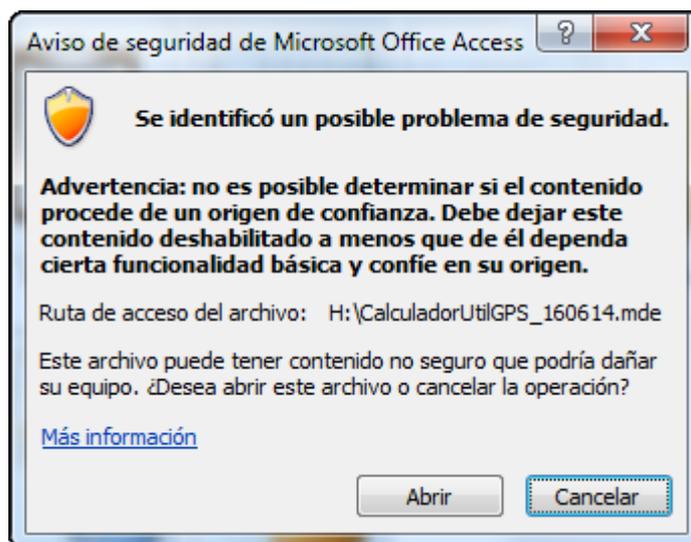


Figura 4

Si esto ocurre será preferible realizar previamente las siguientes operaciones:

2.1.- Versiones de Microsoft Office 2.003

2.1.1.- Establecer nivel de seguridad en macros para evitar mensajes de alerta

Llevar a cabo el siguiente protocolo de actuaciones (ver **Figuras 5 y 6**):

“Iniciar Microsoft Office Access 2.003 → Herramientas → Macro → Seguridad ... → Nivel de seguridad → Bajo (no recomendado) → Aceptar”.

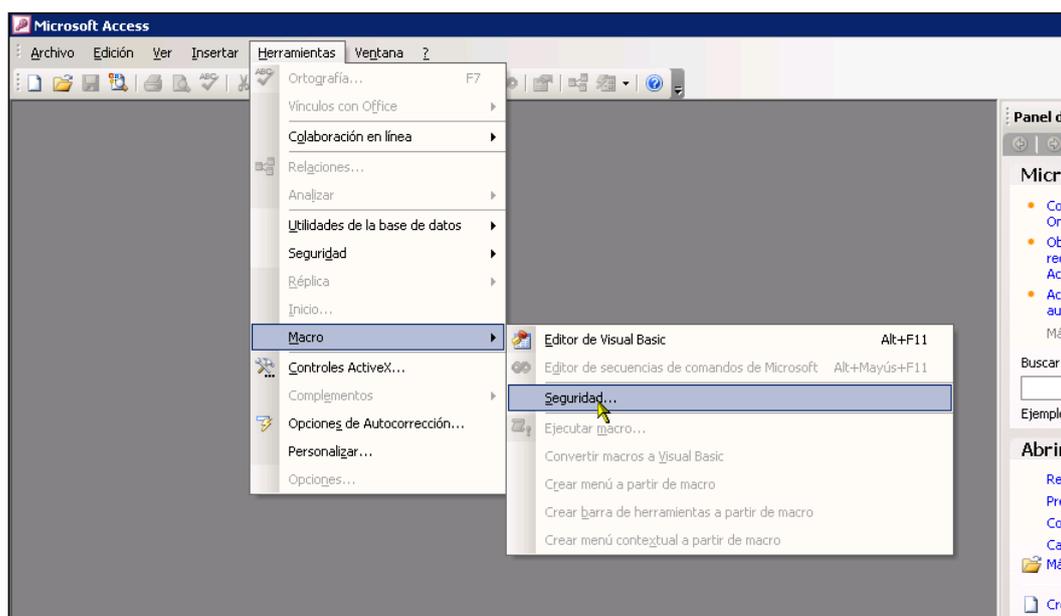


Figura 5

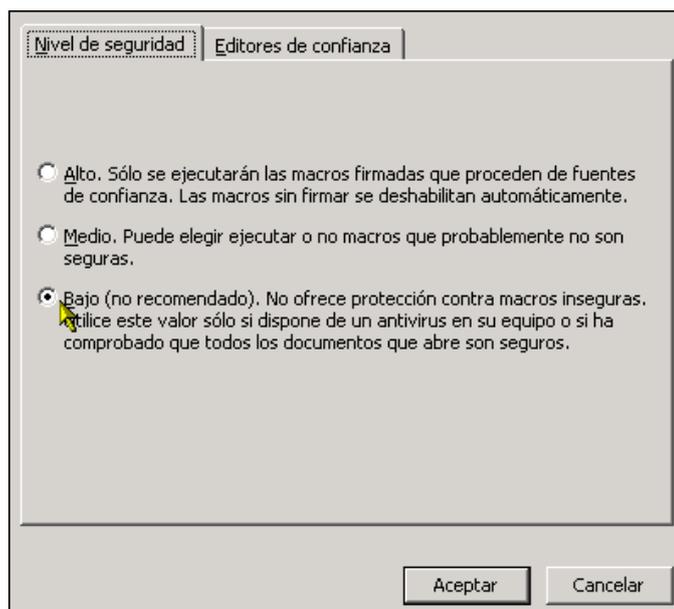


Figura 6

2.1.2.- Verificar que la configuración de Access tiene instalada *Visual Basic for Applications* y otras opciones

Una vez realizada la operación anterior, verificar que la versión de Access instalada tiene incluida las referencias de *Visual Basic for Applications*. Lo normal es que lo tenga, pero es mejor verificarlo ya que sin este requisito la aplicación, mayoritariamente creada con módulos de *Visual Basic*, no funcionará correctamente.

Para ello proceder de la siguiente forma:

“Iniciar Access → Crear un archivo nuevo ... → Base de datos en blanco → Crear (crear un archivo en cualquier directorio solo para este fin y eliminarlo después del proceso)”.

En la ventana de la base de datos en blanco recién creada (ver **Figuras 7 y 8**) seleccionar “Módulos → Nuevo → (en ventana del nuevo módulo) Herramientas → Referencias ... → en la ventana de referencias debe estar seleccionado “Visual Basic for Applications”. En caso negativo buscarla en la parte de abajo y seleccionarla. → Aceptar”.

También será necesario tener marcada Microsoft DAO XX en la versión más nueva que aparezca. Lo ideal es que esté tal y como aparece en la **Figura 8**.

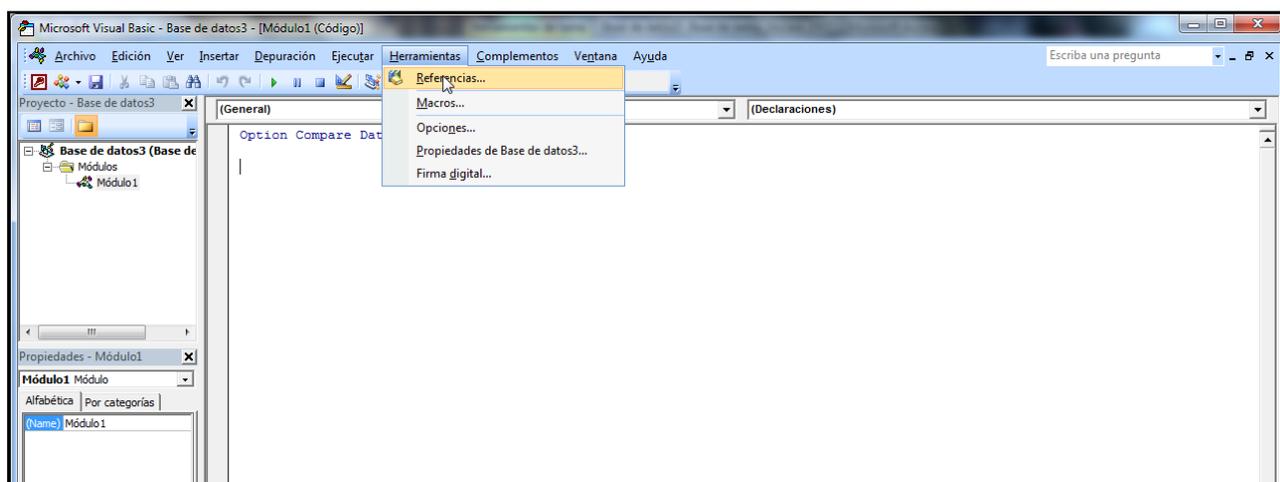


Figura 7

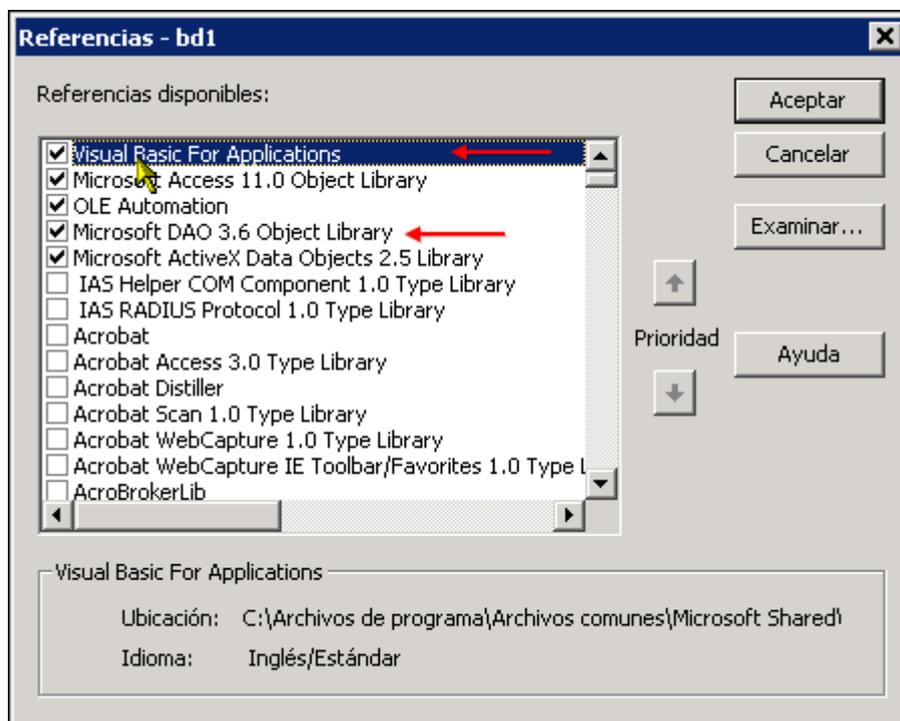


Figura 8

2.2.- Versiones de Microsoft Office 2.007 y posteriores

2.2.1.- Establecer nivel de seguridad en macros para evitar mensajes de alerta

Si aparece el mensaje de la Figuras 2, 3 ó 4 llevar a cabo el siguiente protocolo de actuaciones (ver Figuras 9 a 13):

Iniciar Microsoft Access desde el botón de "Inicio, todos los programas → Microsoft Office → Microsoft Office Access 20XX".

Después de abrir proceder en esquina superior izquierda en “Botón de office → Opciones de Access → Centro de confianza → configuración del centro de confianza → Configuración de macros → Habilitar todas las macros (no recomendado; puede ejecutarse código posiblemente peligroso) → Aceptar”.



Figura 9

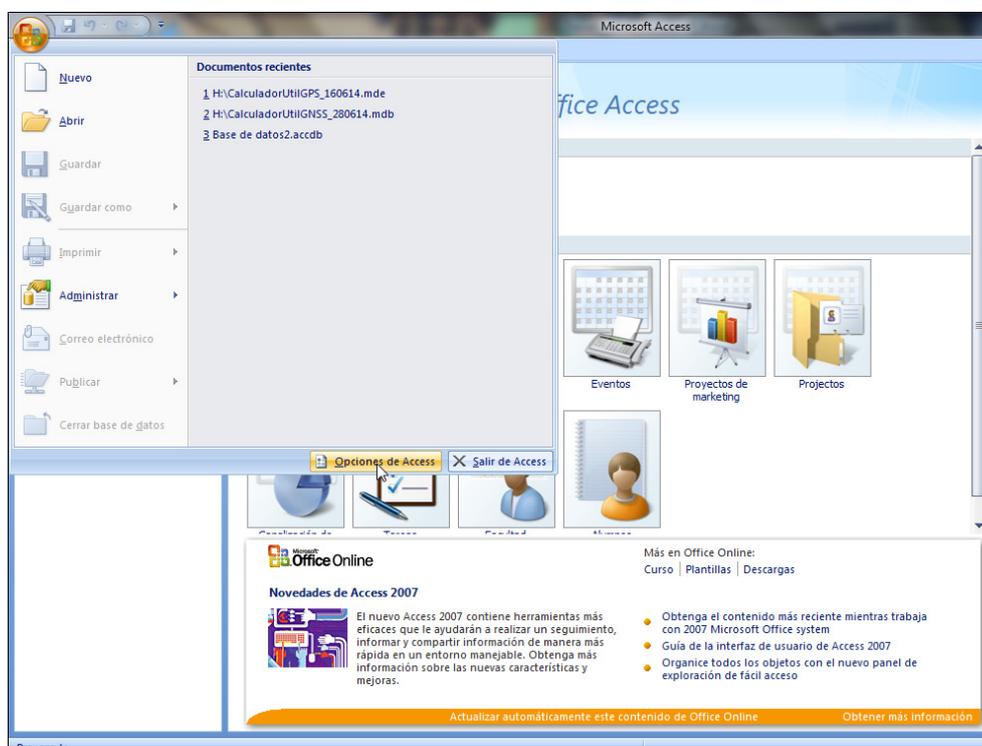


Figura 10

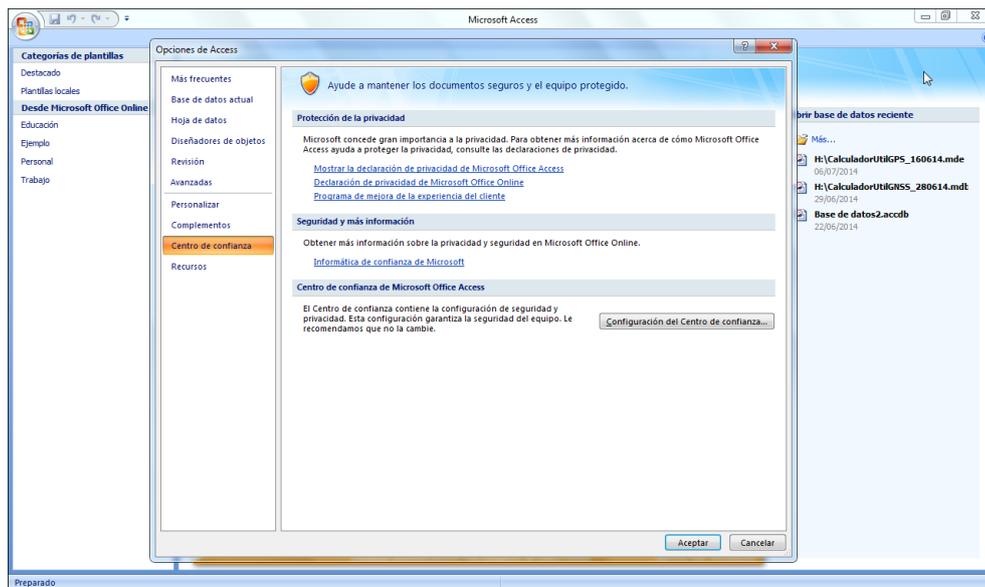


Figura 11

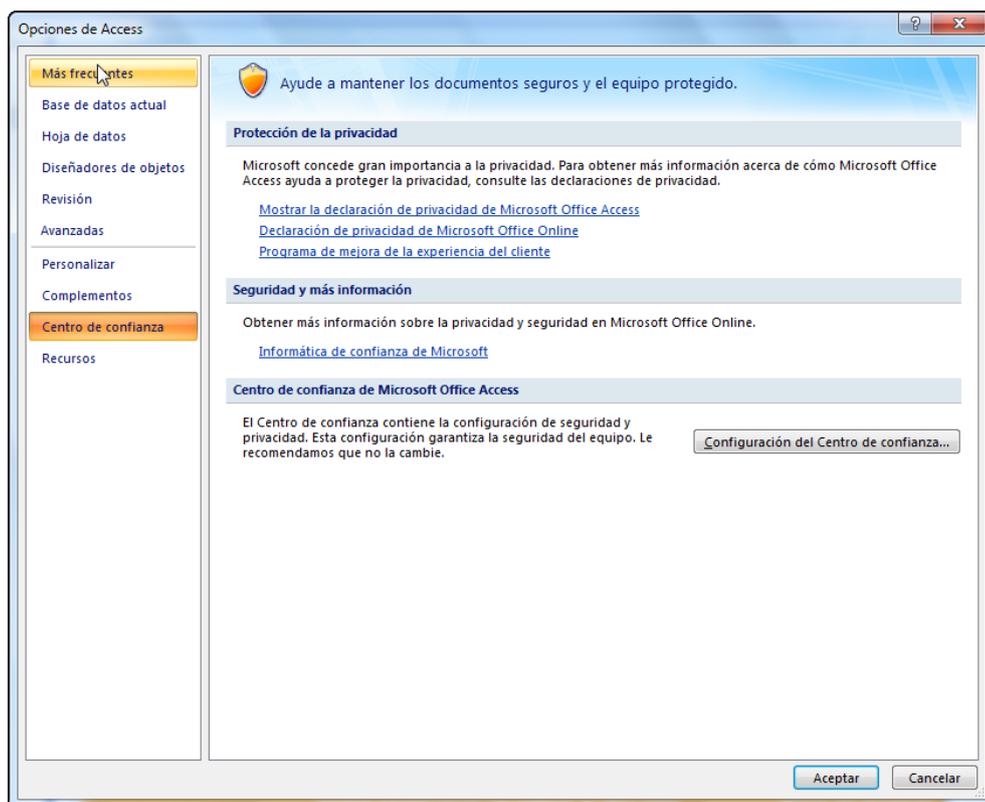


Figura 12

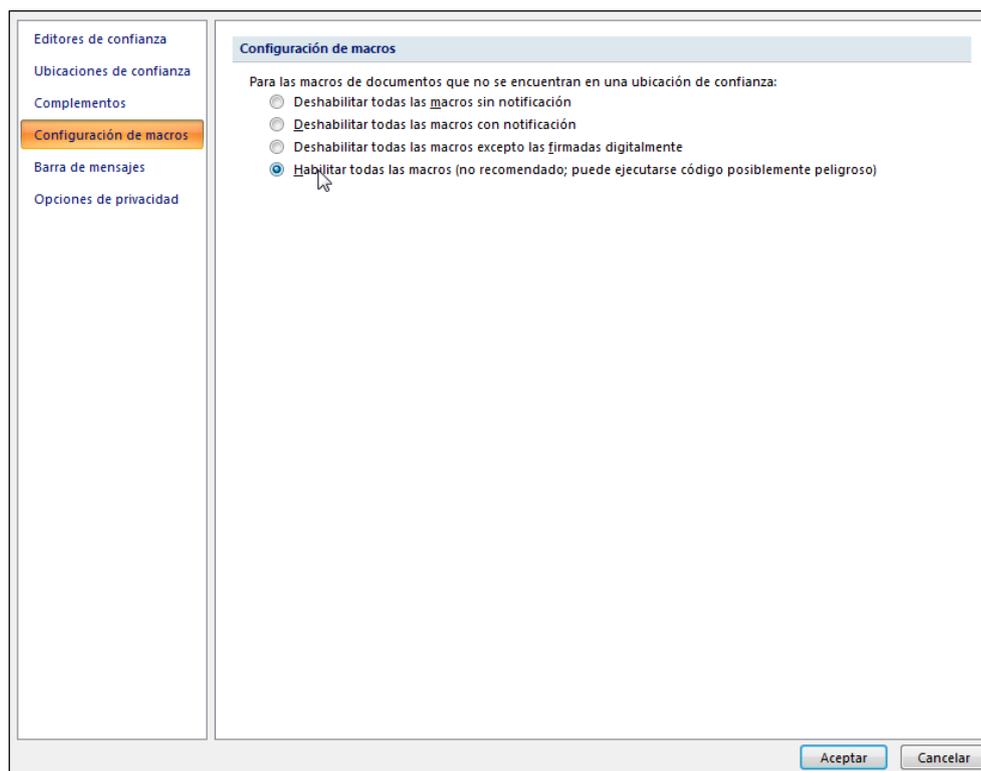


Figura 13

2.2.2.- Verificar que la configuración de Access tiene instalada *Visual Basic for Applications* y otras opciones

Si aparece algún mensaje adicional no relacionado con seguridad será necesario verificar que están instalados algunos componentes opcionales de Access. Para ello proceder como sigue:

“Iniciar Microsoft Office Access → Botón de Office (esquina superior izquierda) → Nuevo → Base de datos en blanco → crear (base de datos en blanco en cualquier directorio para posterior borrado)”

Una vez creada una base de datos en blanco, proceder de la siguiente forma (ver **Figuras 14 y 15**):

(En ventana de la base de datos creada) solapa del menú “crear → macro (solapa) → módulo → Herramientas → referencias” Debe estar seleccionado “Visual Basic for Applications”, Si no lo está, buscarlo en la parte de abajo y seleccionarlo → Aceptar. Cerrar todo. El resto de componentes deben aparecer como en la **Figura 15**.

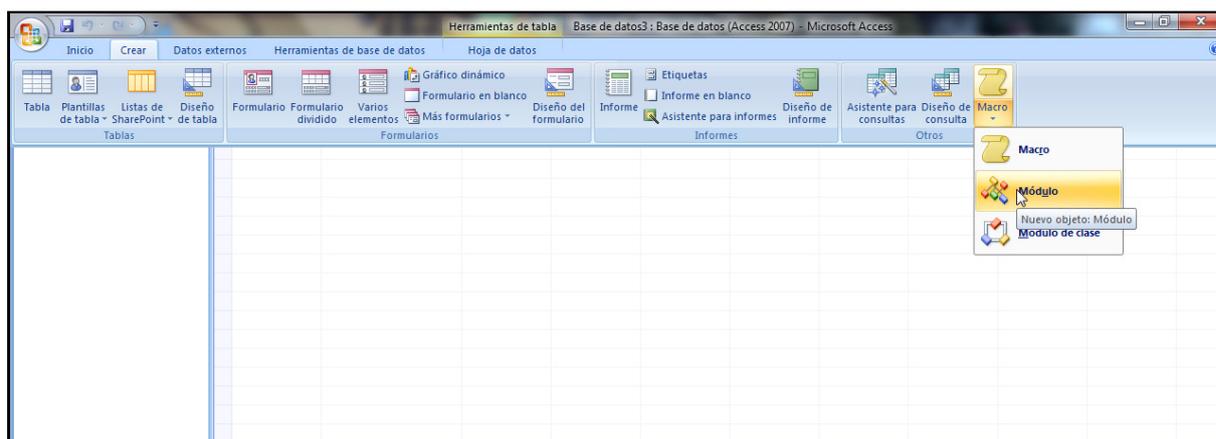


Figura 14

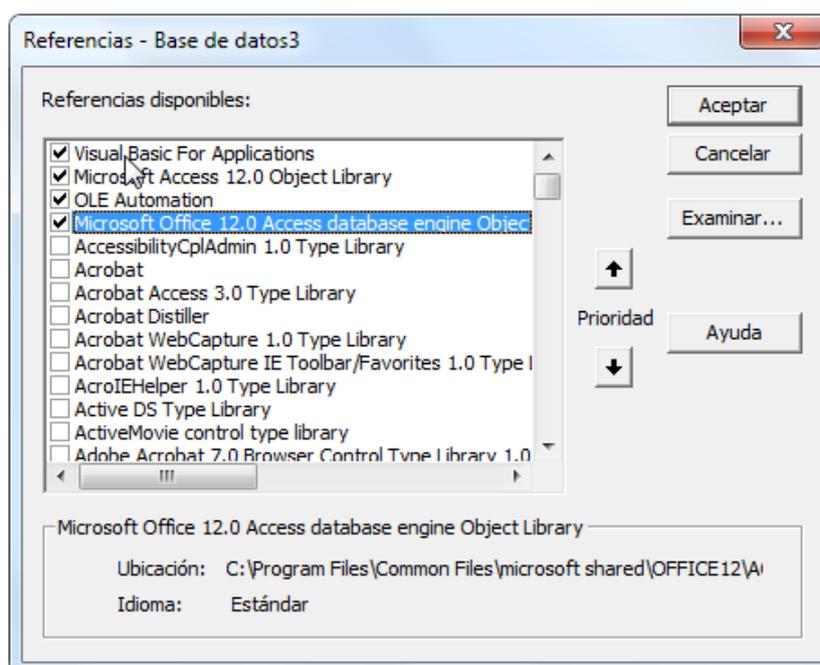


Figura 15

Como recurso final, si no se consigue que funcione correctamente, contactar con el autor del proyecto a través del correo electrónico: salrogo@gmail.com

La aplicación se entrega con varios planes de cultivos completos según usos y costumbres en provincia de Cádiz. También contiene una simulación parecida a la incluida en la memoria; pero deberá ser cada usuario quien modifique o cree nuevos cultivos, sus aplicaciones asociadas así como los insumos y dosis según costumbres del ámbito de uso.

Se ha de tener especial cuidado en la creación de nuevos aperos dado que la incorrecta cumplimentación de sus datos provocará resultados incorrectos.

Tal y como se expone en la Memoria del proyecto, el autor de la aplicación pretende mejorarla con nuevas ideas aportadas por los usuarios, por lo que cualquier iniciativa en este sentido será bienvenida.

Al introducir o actualizar datos en un registro de un formulario de Access ha de tener en cuenta que mientras se está en cualquier campo del registro, éste se encuentra en modo edición y que su datos quedan guardados automáticamente al salir del registro activo e ir a otro registro o a otro control no asociado al registro en sí. Ver **Figuras 16 y 17**. Algunos formularios tienen un comando para guardar el registro en forma de botón. En otros, donde aparece visible el denominado selector de registro de las figuras de abajo se puede guardar el registro al hacer clic sobre este elemento.

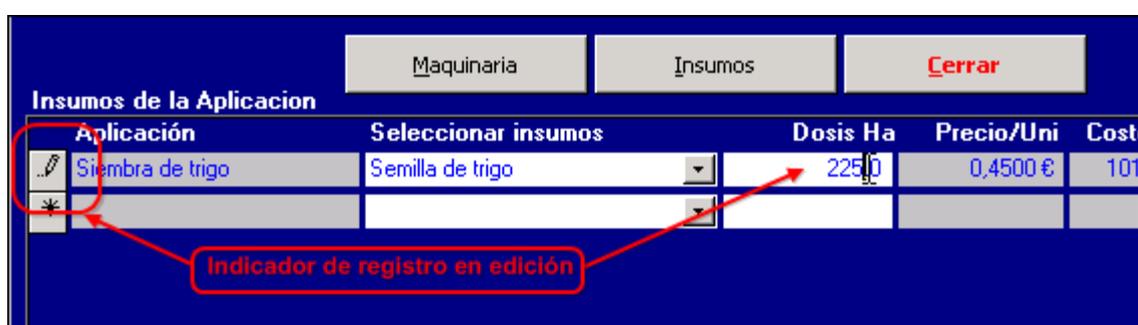


Figura 16. Registro en modo edición con datos no guardados

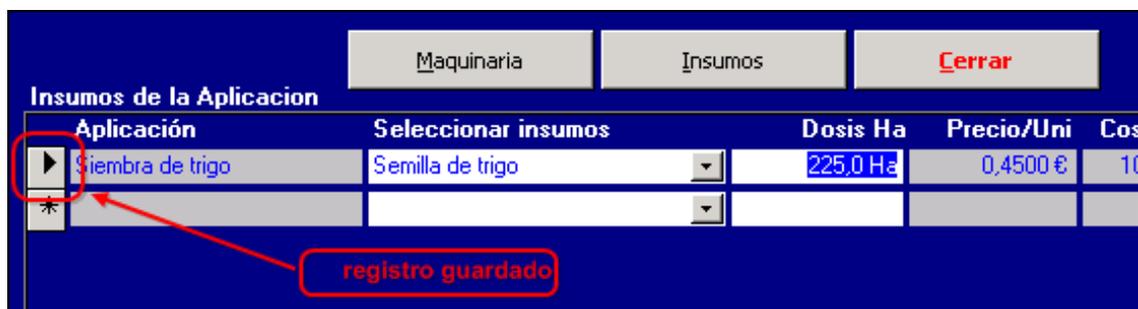


Figura 17. Símbolo de registro activo pero con datos guardados

A través de este selector de registro, una vez seleccionado con el puntero del ratón, también se puede eliminar el registro completo.

7.- Bibliografía

7.- Bibliografía

- Abidine, A.Z., Heidman, B.C., Upadhyaya, S.K., Hills, D.J. (2004). Autoguidance system operated at high speed causes almost no tomato damage. *California Agriculture*, 58, 44-47.
- Larsen, W.E., Nielsen, G.A., Tyler, D.A. (1994). Precision navigation with GPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 11, 85-95.
- Heraud, J.A., Lange, A.F. (2009). Agricultural automatic vehicle guidance from horses to GPS: How we got here, and where we are going. ASABE Distinguished Lecture Series No. 33. ASABE, St. Joseph, MI 49085, USA.
- Misra, P., Enge, P. (2006). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*, 2nd ed., Gamba-Jamuna Press, ISBN 0-9709544-1-7, Lincoln, MA.
- New Holland Agriculture. Manual operador Serie T7 LWB AutoCommand de New Holland. SERVICE - Technical Publications & Tools. 2.012.
- Pérez-Ruiz, M., Carballido, J., Agüera, J., Gil, J.A. (2011). Assessing GNSS correction signals for assisted guidance systems in agricultural vehicles. *Precision Agriculture*, 12, 639-652.
- Pérez-Ruiz, M., Agüera, J. 2009 Aplicaciones que optimizan el ahorro energético en agricultura de precisión. *Vida Rural*. 293, 26-30.
- Rovira, F., Zhang, Q., Hansen, A.C. (2010). *Mechantronics and Intelligent Systems for Off-road Vehicles*. London: Springer.
- Seelan, S.K., Laguetta, S., Casady, G.M., Seielstad, G.A. 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: a learning community approach. *Remote Sensing of Environment* 88, 157-169.
- Sorensen, C.G., Madsen, N.A. Jacobsen, B.A. 2005. Organic farming scenarios: operational analysis and costs of implementing innovative technologies. *Biosyst. Eng.* 91, 127-137.
- Wilson, J.N. 2000) Guidance of agricultural vehicles-a historical perspective. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25, 3-9.
- Zhang, N., Wang, M., Wang, N. 2002. Precision agriculture, a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture* 36, 113-132.

Páginas Web:

- agriculture.newholland.com/us/en/PLM/PLM_Calculator/Pages/calculator.aspx
- msdn.microsoft.com/es-es/library/

- office.microsoft.com/es-es/access-help/conceptos-basicos-sobre-bases-de-datos-HA010064450.aspx
- www.agriculturadeprecision.org/
- www.caseih.com/
- www.lawebdelprogramador.com/
- www.magrama.gob.es/app/mecanizacion/costesaperos.aspx?Ing=es
- www.magrama.gob.es/app/mecanizacion/FichasCostes/Docs/Metodolog%C3%ADa%20C%C3%A1lculo%20Costes.pdf
- www.magrama.gob.es/app/mecanizacion/FichasCostes/Docs/CostesOperacionesAgricolasMecanizadas.pdf
- www.magrama.gob.es/app/mecanizacion/hojasCalculoMaquinaria.aspx?Ing=es
- www.magrama.gob.es/app/mecanizacion/hojasCalculoMaquinariaTA.aspx?Ing=es
- www.precisionag.com/profit-calculator/
- www.precisiondecisions.co.uk/index.php/hardware/steering-cost-saving
- www.todoaccess.com/
- www.trimble.com/
- www.vidarural.es/articulos/index.html