



# I sistemi per il monitoraggio operativo delle macchine agricole

Il controllo tecnico del parco macchine aziendale ha assunto grande importanza, sia per la tracciabilità di lavorazioni particolarmente delicate, sia per consentire in tempo reale interventi manutentivi in modalità remota, risolvendo situazioni che porterebbero diversamente a lunghi periodi di fermo-macchina

di Aldo Calcante – DISAA Università di Milano

L'agricoltura del nuovo millennio deve affrontare scenari economici, sociali e ambientali in rapida evoluzione, che richiedono innovazioni tecnologiche atte a realizzare sistemi colturali a basso impatto e a costo ridotto, forme di management avanzato finalizzate all'ottimizzazione della produttività del lavoro e alla riduzione dei costi di produzione, nonché la produzione di opportuna documentazione ai fini di una completa tracciabilità a tutela del consumatore e dell'ambiente. Il conseguimento di questi obiettivi è oggi possibile con le tecniche dell'agricoltura di precisione, tramite cui non solo si gestiscono in modo automatico le singole operazioni meccanizzate, ma che rappresenta una vera e propria forma avanzata di gestione dell'impresa agricola.

**Il monitoraggio operativo.** In questo ambito è senza dubbio compreso il monitoraggio operativo, ovvero la possibilità di raccogliere dati, archivarli ed elaborarli in un sistema informativo aziendale al fine di ricostruire e di tracciare tutte le attività meccanizzate effettuate in azienda, creando in così un archivio storico delle lavorazioni effettuate e, più di recente, consentendo anche di gestire il proprio parco macchine secondo logiche di telemetria, sino a poco tempo fa possibili solo nell'ambito dell'automotive. L'attivazione del monitoraggio operativo è piuttosto complessa, non tanto per le difficoltà intrinseche, quanto per la necessità di dover organizzare in maniera sistematica le attività di registrazione di eventi effettuati a cadenza tipicamente irregolare, spesso soggetti a modifiche nella programmazione e di norma delocalizzati su vaste porzioni di territorio, con la conseguente impossibilità di verificare immediatamente lo stato di esecuzione dei lavori. Per questo tipo di monitoraggio prevalgono i processi di identificazione rispetto a quelli di misura. Infatti, per ricostruire in modo completo lo

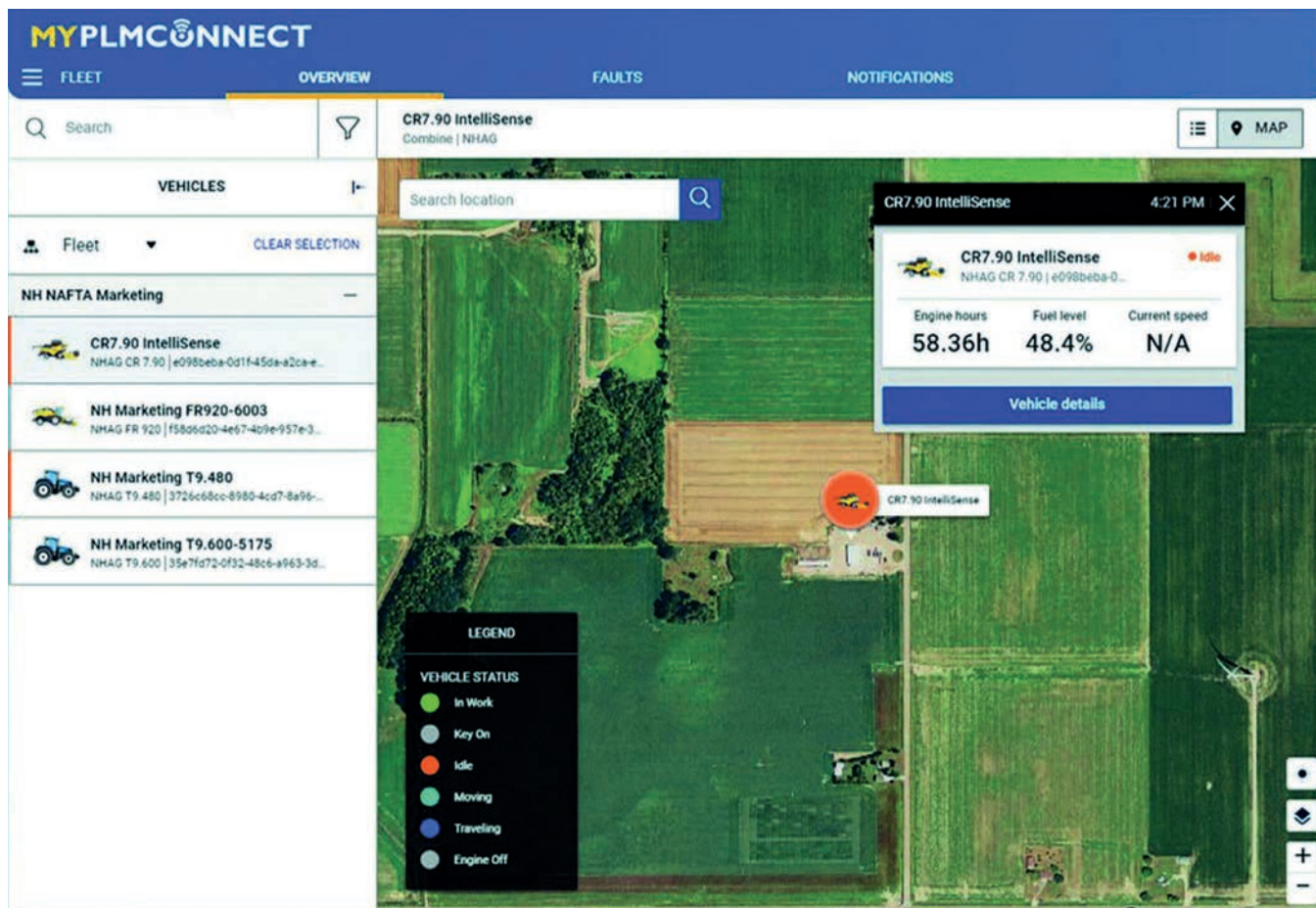
# Systems for the operational monitoring of agricultural machinery

*The technical control of the company's machinery has assumed great importance, both for the traceability of particularly delicate processes, and to allow remote maintenance interventions in real time, resolving situations that would otherwise lead to long periods of machine downtime*

by Aldo Calcante – DISAA University of Milan

The agriculture of the new millennium must face rapidly changing economic, social and environmental scenarios, which require technological innovations aimed at creating low-impact and low-cost crop systems, forms of advanced management aimed at optimizing labour productivity and reducing production costs, as well as the production of appropriate documentation for the purpose of complete traceability to protect the consumer and the environment. Achieving these goals is now possible with the techniques of precision agriculture, through which individual mechanised operations are not only managed automatically, but which represents a truly advanced form of farm management.

**Operational monitoring.** This area undoubtedly includes operational monitoring, i.e. the possibility of collecting data, storing them and processing them in a company information system in order to reconstruct and track all the mechanised activities carried out in the company, thus creating a historical archive of the processes carried out and, more recently, also allowing the company to manage its machine fleet according to telemetry logics, which until recently was only possible



L'interfaccia del sistema di monitoraggio MyPLMConnect di New Holland (da: <https://agriculture.newholland.com>)  
The interface of New Holland's MyPLMConnect monitoring system (from: <https://agriculture.newholland.com>)

stato di un evento, oltre ovviamente agli aspetti temporali (data e durata, eventualmente suddivisa per fasi di lavoro), si devono individuare i principali attori che vi hanno preso parte: motrice, operatrice (ovvero tipo di lavorazione svolta), esecutore (non obbligatorio, per ragioni di privacy), luogo di lavoro, quantità di lavoro eseguito, eventuali materiali coinvolti (raccolti o distribuiti).

L'archivio storico delle operazioni meccanizzate, ormai presente nella maggior parte dei software commerciali pensati per la gestione aziendale, offre numerosi vantaggi. In primis, è possibile disporre dell'effettivo itinerario tecnico seguito per la messa a coltura di qualsiasi prodotto coltivato in azienda su più anni, permettendo di effettuare scelte di tipo agronomico ponderate in funzione dei reali risultati produttivi (positivi, o più spesso negativi) ottenuti in determinate annate particolari. L'interrogazione del database che ne deriva si può effettuare, oltre che per annata, anche per appezzamento e/o per coltura. Ciò agevola il calcolo dei costi legati alla produzione, passando da stime (comunque ragionevoli) a valori effettivi, permettendo la stesura di un bilancio a consuntivo sostanzialmente di tipo analitico. Un'ulteriore possibilità è quella di conoscere, con un elevato grado di dettaglio, le modalità di utilizzo del proprio parco macchine in termini di ore effettivamente lavorate, sia per le motrici che per le operatrici, con i relativi consumi di combustibile e la suddivisione dei tempi di lavoro.

In tal caso, è possibile effettuare un conto economico accurato per ciascuna macchina, potendo valutare, oltre all'impatto che questa ha sul bilancio aziendale, anche il suo utilizzo reale. Grazie a questa tecnologia, è possibile eseguire analisi tecniche che si basano sul calcolo di indici sintetici computati, a partire proprio da dati realmente misu-

*in the automotive sector. The activation of operational monitoring is rather complex, not so much because of the inherent difficulties, but because of the need to systematically organise the activities of recording events carried out on a typically irregular basis, often subject to changes in scheduling and usually delocalised over vast portions of territory, with the consequent impossibility of immediately verifying the state of execution of works. For this type of monitoring, identification processes prevail over measurement processes. In fact, in order to completely reconstruct the status of an event, in addition to the time aspects (date and duration, possibly divided into work phases), the main actors involved must be identified: tractor, operator (i.e. type of work carried out), performer (not compulsory, for privacy reasons), place of work, amount of work performed, any materials involved (collected or distributed).*

*The historical archive of mechanised operations, now present in most commercial software designed for business management, offers numerous advantages. First of all, it is possible to have the actual technical itinerary followed for the cultivation of any product grown on the farm over several years, making it possible to make agronomic choices weighted according to the real production results (positive, or more often negative) obtained in certain particular years. The resulting database can be queried, as well as by year, also by plot and/or by crop. This facilitates the calculation of production-related costs, moving from estimates (however reasonable) to actual values, enabling the drawing up of an essentially analytical final balance sheet. A further possibility is to know, with a high degree of detail, how one's own fleet of machines is used in terms of hours actually worked, both for tractor units and for operating machines, with the corre-*

rati in campo, come ad esempio il coefficiente di utilizzazione della potenza, che rappresenta lo sfruttamento ottimale della potenza disponibile per le attrezzature, oppure il coefficiente di utilizzazione oraria, ovvero il raggiungimento del massimo valore di vita utile del trattore prima che esso risulti tecnologicamente obsoleto.

**La tracciabilità.** Per quanto riguarda la tracciabilità, che può riguardare singole lavorazioni (ad esempio la distribuzione di fitofarmaci o di effluenti di allevamento) o intere filiere produttive, la possibilità di disporre di un archivio delle lavorazioni basato su dati sicuri ed oggettivi porta all'aggiornamento ed alla compilazione pressoché integrale dei report, in conformità alla legislazione vigente (registro trattamenti, quaderno di campagna) o di adempimento degli obblighi previsti da specifici disciplinari di produzione. È intuitivo come una simile gestione informatizzata imponga la registrazione automatica dei dati di campo dei macchinari coinvolti, nonché delle modalità con cui tali dati vengono trasferiti sul database aziendale. Benché possibili in casi di emergenza, i trasferimenti dati manuali (ad esempio mediante chiavette USB o altre schede di memoria) sono altamente sconsigliati come prassi comune, a causa della loro scarsa affidabilità. Una soluzione praticata con successo riguarda la trasmissione dei dati su server tramite rete wireless o, più recentemente, tramite il cloud. In tal modo si ha l'ulteriore vantaggio, relativo al fatto che il sistema

responding fuel consumption and division of working time. In this case, it is possible to make an accurate profit and loss account for each machine, being able to assess not only its impact on the company's budget, but also its actual utilisation. Thanks to this technology, it is possible to perform technical analyses that are based on the calculation of computerized synthetic indices, starting precisely from data actually measured in the field, such as the power utilization coefficient, which represents the optimal exploitation of the power available for the equipment, or the hourly utilization coefficient, i.e. the achievement of the maximum useful life value of the tractor before it is technologically obsolete.

**The traceability.** With regard to traceability, which may concern individual processes (for example the distribution of plant protection products or livestock manure) or entire production chains, the possibility of having an archive of processes based on safe and objective data leads to the updating and almost complete compilation of reports, in accordance with current legislation (treatment register, field notebook) or the fulfilment of the obligations provided for by specific production regulations. It is intuitive how such computerized management requires the automatic recording of the field data of the machines involved, as well as the ways in which such data is transferred to the company database. Although possible in emergencies, manual data transfers (e.g. via USB sticks or other memory cards) are highly discouraged

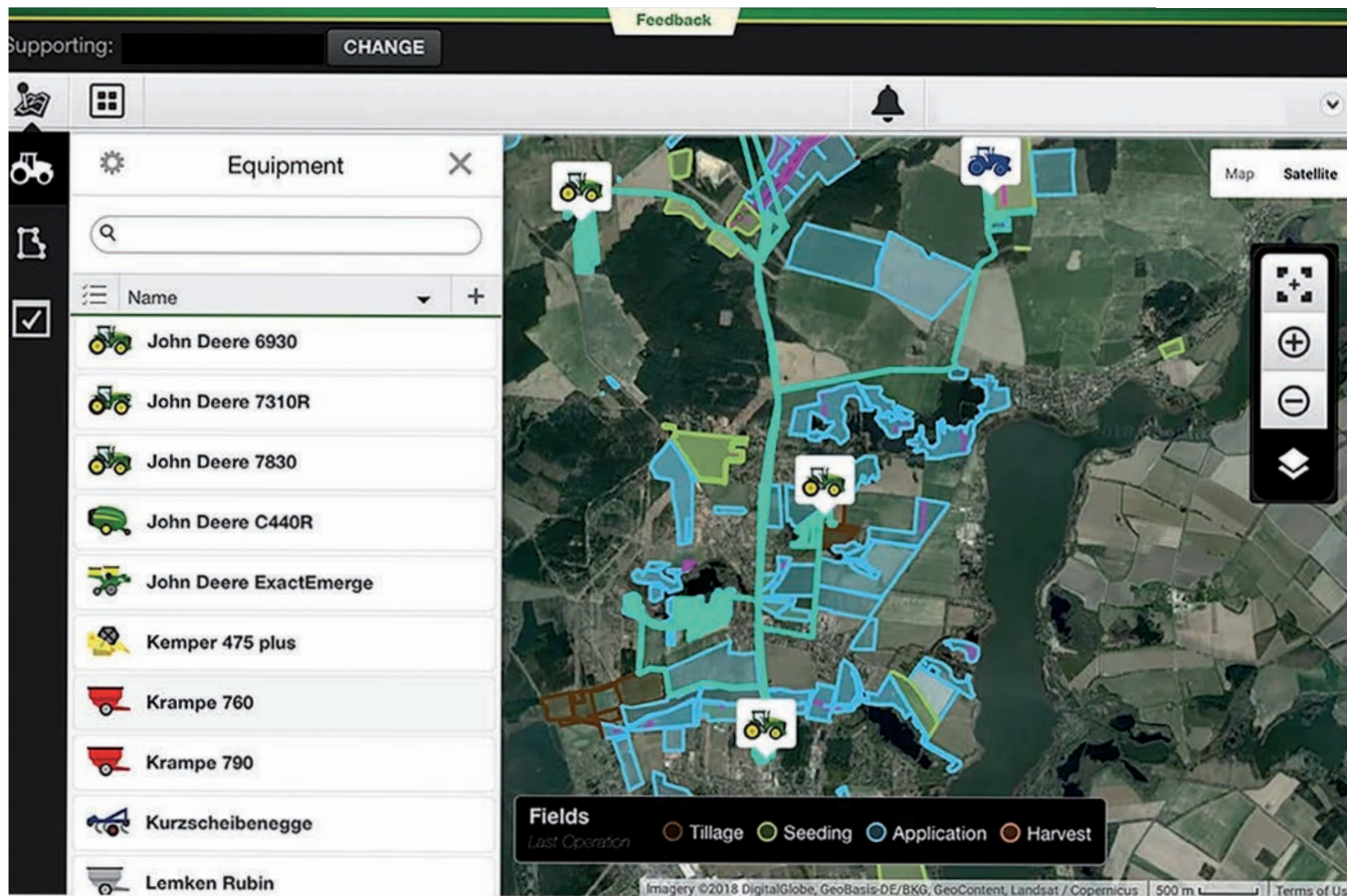


**TVZ**

[www.tvzassali.it](http://www.tvzassali.it)

**TVZ: AGILE, FORTE, ITALIANO!**

Via Gianbattista Meli, 118 - Carpenedolo (BS) Italy - Tel. +39 030 9699211 - [info@tvzassali.it](mailto:info@tvzassali.it)



Interfaccia del software JD Link per il monitoraggio della flotta (da: <https://www.koenigequipment.com>)  
 JD Link software interface for fleet monitoring (from: <https://www.koenigequipment.com>)

può operare in tempo reale e quindi può svolgere anche la funzione di strumento di controllo delle flotte.

Ad oggi, a meno di casi particolari in cui si possono impiegare datalogger appositamente sviluppati per installazioni in retrofitting, l'acquisizione dei dati avviene mediante sistemi elettronici connessi con la linea ISOBUS dei trattori, avvalendosi dell'ingente mole di dati già acquisiti dalla rete CAN di bordo e andando ad integrare le attività di monitoraggio operativo con le attività di automazione.

**La telemetria.** Sono sempre più numerose le case costruttrici di trattori e di macchine semoventi che offrono, solitamente come optional, un sistema di monitoraggio a fini soprattutto di manutenzione e di risoluzione remota di eventuali problemi meccanici. Sono disponibili vari livelli di telemetria, a crescente livello tecnologico, e di conseguenza di costi. La soluzione più semplice di monitoraggio riguarda la posizione della macchina e i suoi spostamenti in campo e su strada: in tal caso, è sufficiente un ricevitore satellitare a bassa accuratezza e con buona precisione, che tra l'altro trova applicazione come elementare controllo della flotta dei mezzi, ma anche come sistema antifurto. Nella versione più completa, il sistema di monitoraggio è in grado di misurare, oltre alla posizione corrente del mezzo, anche i principali parametri operativi del lavoro in corso, quali – ad esempio – il tipo di macchina operatrice abbinata alla motrice, la velocità di avanzamento, il carico motore, i consumi di combustibile istantanei e orari, le temperature di esercizio, la temperatura e la pressione dell'olio di lubrificazione, i parametri prestazionali della macchina e di eventuali parti soggette a regolazione automatica o manuale da parte dell'operatore.

Si tratta evidentemente di un sistema che, oltre a consentire il completo monitoraggio operativo delle attività, permettere di valutare lo stato di funzionamento corrente del-

as a common practice, due to their poor reliability. A successful solution concerns the transmission of data to servers via a wireless network or, more recently, via the cloud. This has the further advantage that the system can operate in real time and therefore can also perform the function of a fleet control tool.

To date, except in special cases where dataloggers specially developed for retrofitting installations can be used, the acquisition of data takes place through electronic systems connected to the ISOBUS line of tractors, making use of the large amount of data already acquired by the on-board CAN network and integrating operational monitoring activities with automation activities.

**Telemetry.** There are more and more manufacturers of tractors and self-propelled machines that offer, usually as an option, a monitoring system for the purpose of maintenance and remote resolution of any mechanical problems. Various levels of telemetry are available, at an increasing technological level, and consequently of costs. The simplest monitoring solution concerns the position of the machine and its movements in the field and on the road: in this case, a satellite receiver with low accuracy and good precision is sufficient, which among other things finds application as an elementary control of the vehicle fleet, but also as an anti-theft system. In the most complete version, the monitoring system is able to measure, in addition to the current position of the vehicle, also the main operating parameters of the work in progress, such as - for example - the type of operating machine combined with the tractor, the feed speed, the engine load, the instantaneous and hourly fuel consumption, the operating temperatures, the temperature and pressure of the lubrication oil, the performance parameters of the machine and any parts subject to automatic or manual adjustment by



Centralina elettronica TGU-R di Actia per applicazioni di telemetria remota installata su trattori McCormick (da: <https://www.actia-pcs.com>)  
Actia TGU-R electronic control unit for remote telemetry applications installed on McCormick tractors (from: <https://www.actia-pcs.com>)

la macchina, individuando situazioni critiche ed eventuali malfunzionamenti. In tal caso, si possono implementare pacchetti che consentono l'assistenza da remoto e/o la telemetria cosiddetta "predittiva" da parte del servizio di assistenza. Entrambe le funzionalità sono rese disponibili (di norma a seguito del pagamento di una licenza annuale o pluriennale) da parte delle principali case costruttrici di trattori e macchine semoventi. L'assistenza da remoto consiste nella possibilità, da parte del relativo servizio, di intervenire a distanza su alcune componenti elettroniche della macchina, risolvendo in tempo reale un eventuale malfunzionamento o suggerendo all'operatore, nei casi più critici, il comportamento da tenere per salvaguardare il macchinario in attesa del necessario intervento. Inoltre, dato che tali sistemi sono connessi con la presa di diagnostica del trattore (analoga alla porta OBD2 presente sulle automobili), dopo l'identificazione del guasto, il servizio di assistenza può ordinare velocemente il componente da sostituire, riducendo in tal modo di molto i tempi di fermo-macchina. La telemetria predittiva consente di individuare un possibile guasto, evitando quindi che si verifichi. Tale logica, definita "profilo di missione", è ancora in fase di studio, ma sembra molto promettente, in un'ottica di manutenzione preventiva. Peraltro, seppur limitatamente alle operazioni ordinarie, tale funzione è già attiva grazie al computer di bordo (in perfetta analogia con ciò che ormai si riscontra da tempo nel settore automotive), che sulla base di scadenze temporali predefinite avvisa l'operatore che si sta avvicinando il momento di effettuare il cosiddetto "tagliando", in modo che l'officina possa programmare con il giusto anticipo gli interventi, mantenendo la macchina in efficienza. Tra l'altro, la possibilità di sostituire un compo-

the operator.

*It is obviously a system that, in addition to allowing complete operational monitoring of the activities, allows the current operating status of the machine to be evaluated, identifying critical situations and any malfunctions. In this case, packages can be implemented that allow remote assistance and/or so-called "predictive" telemetry by the assistance service. Both functions are made available (usually following the payment of an annual or multi-year license) by the main manufacturers of tractors and self-propelled machines. Remote assistance consists of the possibility, on the part of the relative service, of remotely intervening on some electronic components of the machine, resolving a possible malfunction in real time or suggesting to the operator, in the most critical cases, the behaviour to be taken to safeguard the machinery while waiting for the necessary intervention.*

*In addition, since these systems are connected to the diagnostic socket of the tractor (similar to the OBD2 port on cars), after the fault is identified, the service department can quickly order the component to be replaced, thus greatly reducing machine downtime.*

*Predictive telemetry makes it possible to identify a possible fault, thus preventing it from occurring. This logic, called "mission profile", is still being studied, but it seems very promising, with a view to preventive maintenance. Moreover, albeit limited to ordinary operations, this function is already active thanks to the on-board computer (in perfect analogy with what has long been found in the automotive sector), which on the basis of predefined timeframes notifies the operator that the time to do the so-called "servicing" is approaching, so that the workshop can program the interventions in advance, keeping the machine in efficiency.*



Interfaccia di bordo del sistema Fendt Connect che consente, oltre al monitoraggio operativo, l'assistenza remota del mezzo (da: <https://www.fendt.com>)  
On-board interface of the Fendt Connect system that allows, in addition to operational monitoring, remote assistance of the vehicle (from: <https://www.fendt.com>)

nente meccanico o elettronico prima che effettivamente si guasti può evitare il danneggiamento di parti ad esso collegate, riducendo pertanto l'entità dell'intervento in termini sia economici che temporali. Questi sistemi telemetrici possono consentire all'assistenza di assumere, seppur momentaneamente, il controllo del trattore, collegandosi e interagendo con il terminale di bordo. Si comprende quindi come il livello tecnologico debba essere particolarmente elevato, risultando pienamente giustificabile ed economicamente sostenibile soprattutto per i trattori di alta gamma e per le grandi macchine semoventi da raccolta.

**Aldo Calcante**

*Among other things, the possibility of replacing a mechanical or electronic component before it actually fails can prevent the damage of parts connected to it, thus reducing the amount of intervention in both economic and temporal terms. These telemetry systems can allow the assistance to assume, albeit momentarily, control of the tractor, connecting and interacting with the on-board terminal.*

*It is therefore understood that the technological level must be particularly high, being fully justifiable and economically sustainable especially for high-end tractors and large self-propelled harvesting machines.*

**Aldo Calcante**

