



## Sistemi di assistenza alla guida delle macchine operatrici e loro monitoraggio remoto

*Remote data monitoring  
and machine managing system*



### RIASSUNTO

La storia delle macchine è anche la storia dell'uomo. La loro introduzione e il loro sviluppo coincidono con altrettante fasi evolutive dell'ingegno umano, producendo conseguenze notevoli sui progressi dell'umanità. L'articolo che segue si sofferma su alcuni aspetti particolari, relativamente recenti, che caratterizzano le macchine moderne, e cioè l'assistenza alla guida e il monitoraggio remoto. Senza entrare nel dettaglio tecnico, mostra come già oggi sia possibile, attraverso informazioni puntuali e precise, tenere sotto controllo una macchina, sia per quanto attiene la diagnostica sia per la modalità di lavoro vera e propria. Non è lontano il tempo in cui l'operatore guiderà le sue macchine operatrici comodamente seduto in una confortevole e remota sala di controllo.

### SUMMARY

*The history of machines is also history of the mankind. Their introduction and development correspond to the evolution of the human genius and have produced sensible consequences on the human progress. The following article analyses some peculiar and recent aspects of the modern machines and equipment, that is remote data monitoring and machine managing system related to the road equipment.*

*In general terms, the article shows how it is now possible, through a precise and detailed information, to manage a piece of equipment, both concerning the control and the work execution. In the next future, the operator, a man, will drive his operating equipment easily sitting in a comfortable and remote control room.*

## 1. Excursus storico

Nella storia dell'umanità, la costruzione di strade è sempre stata una impresa difficile e impegnativa perché richiede risorse tecniche, forza fisica e grande dispendio di energie.

In epoca romana erano i legionari a costruirle e a curarne la manutenzione in tempo di pace; poi seguì il lungo periodo medioevale caratterizzato dall'abbandono totale delle strade fino al Rinascimento, epoca del risveglio di "idee" e della ripresa dei traffici di merci e persone.

Fino al 1700 però, il parco macchine del "cantiere stradale" era costituito esclusivamente da carretti, carriole, pale, picconi e mazzapicchi. Il cantiere era affollato da uomini cenciosi (e qualche volta anche donne e bambini), che si proponevano per la costruzione delle "massicciate" in cerca di un sostegno contro la disoccupazione e la miseria dilagante. Frequente era anche l'impiego di galeotti costretti ai lavori forzati.



Nel 1765, James Watt inventò la macchina a vapore (simbolo della rivoluzione industriale) ma solo nel secolo successivo, il "rullo compressore" a vapore, farà la sua comparsa nei cantieri stradali e sarà la prima vera macchina operatrice. Il rullo compressore porterà benefici enormi, velocizzando l'esecuzione dei lavori, migliorando le prestazioni dell'opera e alleviando le disumane fatiche. Nel tempo, l'ingegno umano e la tecnologia crescente svilupperanno molte altre macchine!

## 2. Evoluzione delle macchine operatrici

Le macchine operatrici dei moderni cantieri strali e sono in continua e costante evoluzione! Al rullo compressore di vecchia memoria, si aggiungono "grader" e "bulldozer" per il movimento terra, "vibrofinitrici" e "frese meccaniche" per la posa e l'asportazione dell'asfalto.

Senza contare le cosiddette macchine "ausiliarie" quali: moto-spazzatrici, spandi-graniglia, autocisterne termiche per il trasporto di bitumi ed emulsioni dotate di barra di spruzzatura e così via.

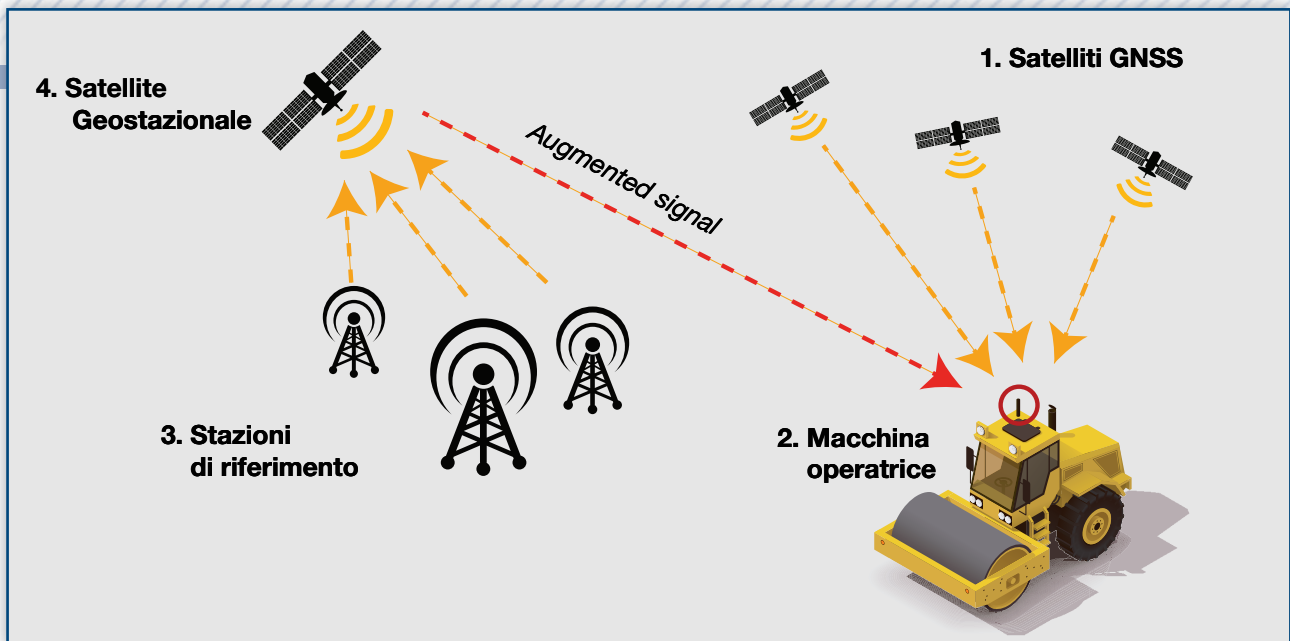
Tutti i nuovi modelli sono realizzati con particolare attenzione alla sicurezza degli operatori, al "comfort di guida" e alla salvaguardia dell'ambiente.

Quasi tutte equipaggiate con motori diesel, oltre a svolgere un lavoro estremamente pesante, devono anche essere "sicure" e "poco inquinanti". Se il tema della sicurezza è demandato quasi integralmente alla "Direttiva macchine" (Direttiva 2006/42/CE) recepita in Italia dal D.Lgs. n° 17 del 27 gennaio 2010, la questione ambientale è invece più complessa perché esistono più norme in relazione ai singoli aspetti ambientali. Un grosso passo avanti è stata l'introduzione, fin dal 1992, di una serie di norme specifiche per le emissioni dei motori (note come Euro I, II,.. fino a Euro VI), attuate per gradi e finalizzate a ridurre progressivamente le



Rullo compressore a vapore inglese del 1864





Sistema satellitare con stazioni radio a terra

emissioni nocive. Obbligatorie nella UE, in USA e in Giappone (ovviamente con diversa denominazione), queste norme hanno prodotto, nei motori diesel, una riduzione del 97% sia di Particolato che di NO<sub>x</sub>. Tutto ciò è stato possibile grazie al ricorso ad una tecnologia (*AdBlue*) che prevede l'impiego di una soluzione acquosa di urea (67,5% acqua deionizzata e 32,5% urea) iniettata nel flusso dei gas di scarico, ad alta temperatura.

Ma sono i sistemi di assistenza alla guida la vera novità dell'ultimo decennio! Si tratta di sistemi satellitari e *software* specifici in grado di tenere sotto controllo dalla cabina di comando o da posizione remota, tutti i parametri "vitali" della macchina e quelli necessari per asfaltare, compattare o fresare le carreggiate stradali. Non sono sistemi di guida delle macchine, ma dispositivi che consentono una semplice lettura di dati relativi a:

- ▶ funzionamento della macchina;
- ▶ modalità di lavoro.

Analizziamoli brevemente.

### 2.1 Parametri relativi al funzionamento della macchina

Il funzionamento della macchina prevede:

- ▶ la diagnostica preventiva (motore, impiantistica idraulica e/o oleodinamica);

- ▶ il comportamento in esercizio delle macchine (rilevazione di sforzi eccessivi tramite assorbimento di potenza e consumi di carburante);
- ▶ la pianificazione degli interventi di manutenzione (n° ore di attività);
- ▶ le anomalie ed utilizzo improprio delle macchine (con spie e sensori di vario genere che si attivano in caso di guasti).

Ma per le imprese che gestiscono grosse flotte è particolarmente utile la reportistica di tutto ciò che è successo su quella specifica macchina. Un fermo macchina prolungato, per esempio, produce un "rischio guasti" dell'80% e la causa primaria è la mancata lubrificazione che genera ossidazione e attriti su parti meccaniche in movimento. Un consumo eccessivo di gasolio è indice di anomalia; il consumo deve essere proporzionato alle ore di lavoro effettivo della macchina altrimenti c'è un problema. La regolarità dei tagliandi di manutenzione è un'altra importante informazione!

### 2.2 Parametri relativi alla modalità di lavoro

Per quanto riguarda le modalità di lavoro, è molto importante il posizionamento della macchina, utile sia per la logistica che per l'eventuale assistenza ma anche in caso di furto del mezzo.

Per individuare la posizione esatta della macchina, »

possiamo utilizzare diversi sistemi satellitari (GPS, Glonass, Galileo, ecc.) che, abbinati a stazioni radio fisse a terra, consentono con una precisione sempre maggiore (da una decina di metri a pochi cm) di definire i dati di longitudine, latitudine, altitudine e tempo. I satelliti inviano un impulso e il ricevitore inserito nella macchina operatrice lo decodifica e comincia la “trilaterazione” per definire la posizione.

Sono parte delle modalità di lavoro anche i *software* aggiuntivi per impostare il lavoro e controllare il risultato finale ottimizzando i cicli produttivi.

Le prime applicazioni sono state introdotte sul movimento terra e in seguito estese al comparto di posa dell’asfalto. La gestione della livellazione, per esempio, già oggi può essere affidata a sistemi senza fili (wireless) che consentono un elevato grado di precisione, restituendo il profilo plano-altimetrico ed eliminando l’installazione di picchetti e fili guida.

### **3. Un esempio: “la compattazione intelligente”**

I compattatori a rullo vibrante lavorano utilizzando diverse modalità di compattazione, queste ultime variano in funzione del tipo di terreno e dipendono dal moto vibratorio prodotto dalla massa eccentrica o da altro diverso dispositivo (ogni costruttore ha la sua tecnologia brevettata).

Numerose indagini hanno rilevato che un rullo compattatore vibrante, a seconda dell’interazione del tamburo con il suolo, agisce ed opera in maniera diversa!

I nuovi sistemi di compattazione intelligente misurano la “rigidezza/densità” del suolo e/o la “resistenza al rotolamento” del rullo. Ottimizzando il tutto, la macchina è in grado di fornire la compattazione richiesta (comunque da verificare sempre e solo con strumenti di prova specifici) definendo anche il grado

di densità raggiunto. Il sistema GPS permette inoltre di registrare dati, mappare l’area e fornire in tempo reale all’operatore il punto dove la compattazione è stata effettuata correttamente e dove è invece necessario continuare. Queste informazioni sono visibili in tempo reale dall’operatore del rullo grazie ad un monitor integrato all’interno della macchina e dal Centro di Comando Remoto. Parallelamente, esistono anche *software* per la fresatura intelligente e la stesa intelligente applicati alle frese meccaniche e alle vibrofinitrici.

### **6. Conclusioni**

I sistemi di assistenza alla guida e controllo remoto telematico aumentano la produttività nei cantieri massimizzando l’efficienza e riducendo i costi di esercizio. Grazie a questa nuova tecnologia, si può verificare, in tempo reale, sia come lavora la macchina ma anche come agisce e si comporta il suo operatore! Non a caso il controllo remoto nasce dalle esigenze del “noleggio a freddo” per proteggere il mezzo meccanico da un utilizzo improprio! Inoltre grazie al sistema di posizionamento satellitare e al programma di archivio storico dei dati, la nuova tecnologia potrà fornire un contributo concreto alla produzione del fascicolo tecnico dei lavori, con il dettaglio puntuale, temporale e climatico, di ogni lavorazione eseguita. In un futuro non troppo lontano, le macchine operatrici potranno eseguire tutto il lavoro da sole, semplicemente leggendo e decodificando un modello matematico elettronico in 3D predisposto da un progettista topografo, sotto il controllo attento dei satelliti e degli operatori dalla centrale remota. L’operatore non condurrà più la macchina direttamente ma si limiterà a controllare tutti i parametri trasmessi!