

# Un nuovo Rover per il monitoraggio e campionamento delle acque

di Manuel Greco



In questo articolo introduciamo una nuova concezione di veicolo anfibio basato su un metodo di propulsione innovativo. Il veicolo denominato MAR (Multipurpose Amphibious Rover), è in grado di operare in diversi ambienti passando dall'acqua alla terra e viceversa, modificando la posizione del baricentro delle culle all'interno delle ruote, senza dover cambiare il metodo di propulsione.

In questi ultimi anni il monitoraggio dell'ambiente marino è un'attività che sta assumendo sempre maggiore importanza a fronte delle continue minacce causate sia dall'inquinamento dovuto allo sversamento di notevoli quantità di rifiuti plastici e dagli impatti del cambiamento climatico.

Oggi giorno avere sotto controllo gli effetti dell'operato umano, sui laghi, mari e oceani, attraverso un'analisi dei principali parametri ambientali rappresenta un primo passo per poter mettere a punto stru-

menti di salvaguardia di tutela delle nostre acque in generale. Grazie ai progressi della tecnologia, oggi abbiamo a disposizione molteplici strumenti che consentono di monitorare lo stato di salute dei mari, fiumi e laghi rilevando la presenza di materiali abbandonati in mare o sulla costa. Un esempio è dato dal rilevamento di rifiuti plastici che utilizza le immagini satellitari oppure riprese da veicoli unmanned come, i droni, attualmente gli strumenti più utilizzati.

I veicoli maggiormente usati nel campo del monitoraggio

marino possono essere divisi in due gruppi:

- veicoli comandati a distanza, come nel caso dei ROV (Remotely Operated Vehicle)
- veicoli completamente autonomi come gli AUV (Autonomous Underwater Vehicle).

I sistemi ROV sono veicoli subacquei a controllo remoto. Sono controllati dalla superficie tramite un cavo ombelicale, quindi necessitano di un operatore che ne guidi i movimenti. I ROV possono essere utilizzati per ispezionare i fondali marini, in operazioni di recupero o ispezioni delle condutture etc.

I veicoli AUV rispetto ai droni a controllo remoto ROV hanno la peculiarità di essere autonomi e di gestire le operazioni con molte più libertà di movimento. Se nel ROV il cavo ombelicale serve anche nel recupero, l'AUV è in grado di dirigersi autonomamente



Fig. 1 - MAR e Ground Station.

verso la nave d'appoggio. Su questi veicoli è possibile installare sensori, di cui i più usati sono:

- L'ecoscandaglio portatile a singolo fascio (Single-Beam Echo Sounder) è uno strumento preposto alla misura della profondità del fondale marino. Dai dati acquisiti si ottengono informazioni sia sulla profondità che sul profilo del fondale;
- L'ecoscandaglio multifascio (Multi-Beam Echo Sounder) consente di avere una mappatura di alta definizione del fondale marino investigato. Rispetto ad un normale ecoscandaglio single-beam, questa tecnica è in grado di acquisire una maggiore quantità di dati nella stessa unità di tempo;
- Il sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar) permettono di descrivere la morfologia del fondale, oltre alla ricerca di relitti, corpi sommersi e strutture artificiali emergenti dal fondale;
- Il Profilatore Sismico è un tipo di Echosounder che permette di identificare la sequenza litostratigrafica presente sotto il fondale marino ottenendo allo stesso tempo informazioni sulle stratificazioni sedimentarie relative al tipo di materiale;
- Il magnetometro è una tipologia di sensore adatto all'individuazione di oggetti metallici e non. Lo studio del campo magnetico terrestre e delle risposte magnetiche dei materiali presenti sui fondali permette di risalire a forma, dimensioni e profondità di oggetti sepolti. La prospezione magnetica viene general-

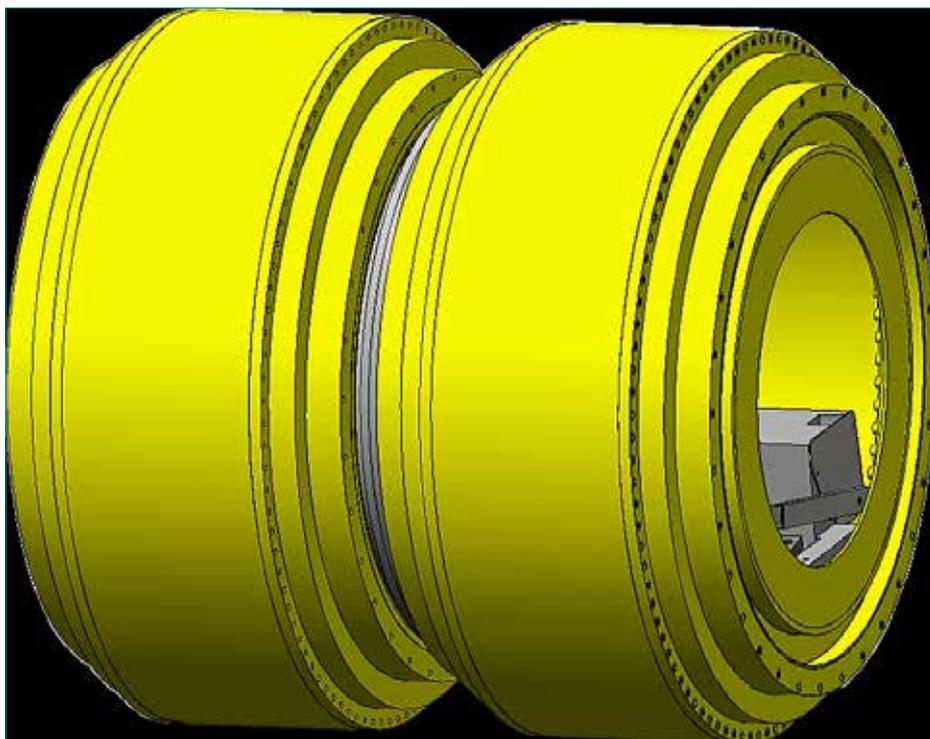


Fig. 2 - Corpo Centrale e culle del MAR.

mente impiegata per indagini petrolifere e minerarie, ricerca di oggetti metallici sepolti, rilievi in aree a rischio di inquinamento da rifiuti ed indagini archeologiche.

A questi si va ad unire una terza tipologia di veicolo che prende spunto da quelli già impiegati per le esplorazioni della superficie di Luna e Marte, che sono i Rover. Nell'articolo tratteremo nel dettaglio il veicolo denominato MAR (Multipurpose Amphibious Rover) sviluppato dal reparto di R&D del Gruppo Se.Te.L di Roma, Società di Ingegneria del Supporto Logistico che opera sul territorio dal 1973.

#### Principio di funzionamento

L'oggetto in esame è un sistema anfibio – MAR (Multipurpose Amphibious Rover), composto da una piattaforma, il Rover e da una Ground Station, la stazione terrestre per il pilotaggio,

vedi Error: Reference source not found.

Il funzionamento del Rover è basato sul principio fisico del pendolo. Le due ruote esterne, indipendenti, contengono al proprio interno dei pendoli, che oscillando intorno ad un'asse centrale, sono in grado di spostare il baricentro della ruota. In particolare, il pendolo è composto dalle culle presenti all'interno delle ruote, queste ultime ospitano sia le batterie di alimentazione dei motori che i motori stessi, la cui funzione è quella di far muovere le culle rispetto alla ruota. Quindi, quanto più elevato sarà il peso del pendolo e la distanza dalla normale del centro ruota, tanto più si genererà una coppia che di conseguenza muoverà il veicolo.

#### Le dimensioni delle ruote

esterne sono tali da permettere il galleggiamento del veicolo e



Fig. 3 - MAR in ambiente paludoso.

quindi di operare sia su terreno che in acqua, senza cambiare assetto. Inoltre, può muoversi su qualsiasi tipo di superficie mista, intermedia, come acquitrini, neve, fango, offrendo una capacità di movimentazione in ambienti definiti “borderline” che normalmente richiedono veicoli specializzati.

La ruota in cui si muove il pendolo quindi funge da:

- *sistema di trazione*, esercitando una spinta su terra nella parte inferiore di contatto al suolo o da organo di spinta in acqua;
- *Sistema di direzione* del veicolo; ruotando la sola ruota destra, il Rover girerà a sinistra, viceversa ruotando la sola ruota sinistra girerà verso destra, modulando la differente velocità di rotazione delle ruote si potranno ottenere differenti raggi di curvatura;
- *contenitore sigillato* del carico utile, gli organi di trazione della culla/pendolo sono collocati nella parte bassa della ruota sigillata, lasciando una parte dello spazio disponibile

ai carichi utili;

- *supporto flottante*, la ruota ha un volume interno sigillato di circa 500 litri, con un peso lordo di circa 120 kg, questo gli consente buoni margini di galleggiabilità.

Inoltre il veicolo presenta un basso centro di gravità (CoG) che assicura una certa stabilità durante il rotolamento. In caso di ribaltamento è in grado di ritornare in posizione originale automaticamente.

#### ELEMENTI PRINCIPALI DELLA STRUTTURA

I principali elementi che costituiscono il Rover sono le due ruote esterne, l'asse centrale, il pendolo, il gruppo trasmissione centrale, le palette come organi di spinta in acqua ed infine il pacco batterie. Le due ruote esterne sono realizzate in polietilene ad alta densità, un materiale leggero e resistente allo stesso tempo agli agenti chimici, come acidi e alcali. Le due ruote hanno un'elevata robustezza, flessibilità e una significativa leggerezza. Infatti, per dare un'adeguata mobilità

al Rover è necessario che le ruote siano leggere e il pendolo pesante.

Le due ruote sono collegate tra loro tramite un asse centrale, la cui funzione è quella di garantire la rotazione indipendente dei tre corpi. Sia le due ruote esterne che il corpo centrale, devono potersi muovere in modo indipendente per garantire la stabilizzazione del veicolo. Come sottolineato in precedenza, il sistema pendolo costituito da due elementi chiamati “culle” è l'elemento centrale della progettazione. La sua importanza risiede nel creare la coppia necessaria ad innescare il movimento del Rover.

#### Caratteristiche del MAR

Il MAR (Multipurpose Amphibious Rover), non è una nave, né uno scafo con le ruote o un'auto con lo scafo, ma un veicolo che si sposta dall'acqua alla terra e viceversa senza cambiare il metodo di propulsione, che essendo elettrica è molto efficiente con un consumo energetico molto basso che lo rende adatto per applicazioni ecologiche.

Le due ruote esterne dotate di lame di plastica o pseudopinne permettono una propulsione e quindi il movimento in acqua. Le ruote si muovono indipendentemente permettendo quindi di far ruotare il Rover e dirigere la spinta dove richiesto. Questa caratteristica è fondamentale per orientare il Rover in direzione opposta allo scarroccio (ossia al vettore combinato composto dal vento e dalle correnti) e permettergli di mantenere il punto in acqua con la precisione ottenuta dal sistema di geolocalizzazione (tipicamente il GPS stesso). Di seguito un elenco dei principali vantaggi del MAR:

- Caratteristiche anfibe senza cambiare configurazione;
- Ecologico perché basato su propulsione elettrica;
- Elevata autonomia dovuta al bassissimo consumo energetico richiesto per spostarsi;
- Basso impatto ambientale: le grandi ruote e il fattore galleggiamento garantiscono: un largo appoggio su terreni molli, cedevoli o innevati; la capacità di intervento negli ambienti acquitrinosi con ridotto impatto sulla flora sottostante; basso inquinamento acustico grazie all'elevata silenziosità;
- Elevata stabilità grazie al basso centro di gravità che lo rende stabile anche su superfici con elevate pendenze trasversali e resistente anche in condizioni di mare mosso (può operare come boa mobile);
- Capacità di antiribaltamento derivante dal bassissimo baricentro;
- La sua forma simmetrica permette di orientare il vettore di propulsione esattamente in opposizione al vettore risultante dal vento e dalle correnti, consentendogli di mantenere il "punto nave" senza complesse eliche di timone o senza oscillare intorno alla corda dell'ancora. In queste situazioni può mantenere (e recuperare) la posizione con la precisione del sistema GPS installato;
- Le ruote polimeriche sono un Radome naturale e quindi, una volta esclusi i sensori visivi che devono necessariamente essere esterni, la maggior parte dell'elettronica può essere installata all'interno, riducendo i costi di protezione e contribuendo con il suo peso alla propulsione;
- Elevata direzionalità: può ruotare su se stesso sia su ter-

ra che in acqua;

- Non risente di fenomeni meteorologici quali pioggia, grandine, nebbia o neve;
- Economico rispetto a veicoli con caratteristiche equivalenti.

#### **Payload**

Il Rover ha la possibilità di trasportare carichi utili sia nelle culle all'interno delle ruote che nel corpo centrale tra le due ruote. Il vantaggio di posizionare il carico nelle culle è rappresentato dalla generazione di una maggiore coppia e, quindi, una migliore spinta per attuare il movimento. Le aree esterne come il corpo centrale possono essere equipaggiate con sensori specifici per il monitoraggio dei parametri dello stato di salute delle acque quali, temperatura, pH, conducibilità ed altri. È possibile anche integrare attrezzature opportune per effettuare il prelievo di campioni di acqua o materiali-sostanze che galleggiano su di essa.

#### **Considerazioni generali**

È facile intuire che il MAR possa essere usato in diversi ambiti per la ricerca sui temi citati in precedenza.

Una volta acquisite le informazioni provenienti dalla sensoristica, si pone il problema della loro integrazione (data fusion), specialmente in presenza di sensori quali, multispettrale o iperspettrale che generano una mole di dati che può essere analizzata in una visione di "Big data".

Il numero di dati potenzialmente raccolti dal MAR è elevatissimo, per cui risulta complesso l'invio di questi in tempo reale dal veicolo ad unità di processo poste a terra. Anche l'utilizzo di reti 5G non garantisce un flusso idoneo di dati e contemporaneamente ha

costi di implementazione e di utilizzo elevati. Risulta quindi complesso e dispendioso effettuare questo calcolo a distanza mentre risulta conveniente sintetizzare sul MAR stesso le informazioni tramite opportuni algoritmi.

A questa sfida il MAR risponde con la sua capacità fisica di disporre di spazio, di carico e di potenza elettrica per ospitare l'elettronica necessaria al computo dei dati acquisiti in real-time, inviando il risultato dell'analisi agli operatori al fine di intervenire tempestivamente.

#### **PAROLE CHIAVE**

MAR; ROV; AUV ROVER;  
MONITORAGGIO DELLE ACQUE

#### **ABSTRACT**

We want to highlight the amphibious characteristics of the MAR vehicle (Multipurpose Amphibious Rover) through a deep analysis of its components and relating potentiality. MAR, thanks to its high versatility, can be used in several environments as platform both monitoring that carrying payloads such as sensors and electronic devices. It is particularly stable when moving on land, shallow water, snow and, therefore, in all those environments defined as "borderline" due to its low center of gravity. A key element of this vehicle is the polyethylene with which the external wheels are made allowing the rover to be very light. This feature would avoid damaging the marine flora and any submerged archaeological remains.

#### **AUTORE**

DOTT. MANUEL GRECO  
M.GRECO@SETELGROUP.IT