

L'impiego dei dati SAR per l'individuazione di danni ambientali da idrocarburi: quando e come l'approccio diventa operativo

di Massimo Morigi

L'impiego dei dati satellitari SAR nel monitoraggio ambientale rappresenta oggi uno strumento strategico per l'individuazione tempestiva di sversamenti di idrocarburi. L'analisi multitemporale delle immagini radar consente di operare in qualsiasi condizione, supportando interventi operativi, prevenzione dei rischi e attività di contrasto agli illeciti ambientali. Tale strumento, con il completamento nel 2026 del programma spaziale IRIDE, offrirà una nuova varietà di strumenti e tecnologie di rilevamento per il monitoraggio ambientale: dall'imaging a microonde (SAR), all'imaging ottico in diverse risoluzioni spaziali (alta e media) e gamme di frequenze (pancromatico, multispettrale, iperspettrale e infrarosso).

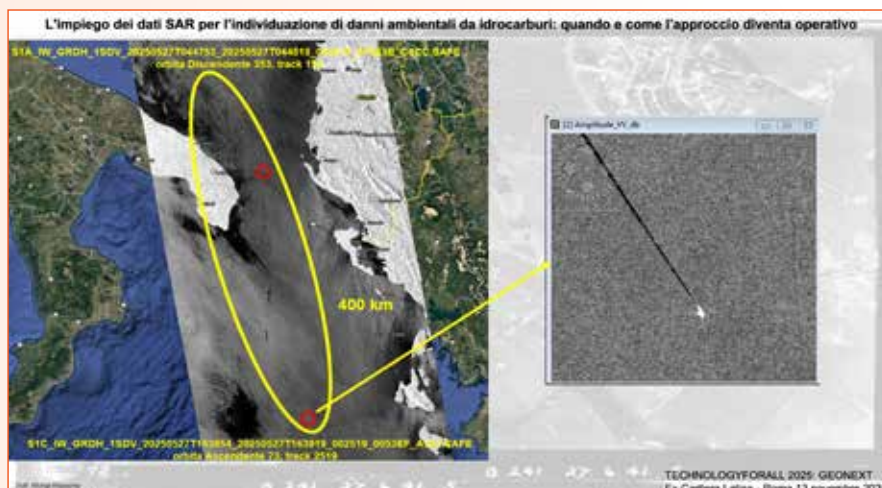


Figura 1 – Immagine SAR Sentinel-1C (16:37 UTC) con evidenza della scia oleosa (~400 km)

Il monitoraggio degli sversamenti di idrocarburi rappresenta oggi una sfida cruciale per la protezione ambientale e la gestione del rischio, specialmente in contesti marini e costieri dove incidenti come collisioni navali, guasti a piattaforme petrolifere o perdite da navi cisterna possono causare danni irreversibili agli ecosistemi. Questi eventi non solo minacciano la fauna marina, alterando catene alimentari e habitat sensibili, ma generano anche impatti economici devastanti per le comunità costiere dipendenti da pesca, turismo e acquacoltura. In un'era di crescente traffico marittimo globale e transizione energetica, la capacità di rilevare e quantificare questi sversamenti in tempo reale diventa essenziale per attivare protocolli di intervento rapido,

minimizzare la dispersione e supportare decisioni informate da parte delle autorità ambientali.

Le tecnologie satellitari SAR (Synthetic Aperture Radar) rivoluzionano questo campo grazie alla loro capacità di penetrare nubi, nebbie e precipitazioni, operando efficacemente 24/7 anche in assenza di luce solare o in aree remote come l'Artico o l'Antartico. A differenza dei sensori ottici tradizionali, che dipendono da condizioni atmosferiche favorevoli, il SAR utilizza microonde per rilevare la "damping" della superficie marina: gli idrocarburi riducono la rugosità delle onde, creando signatures scure distinguibili dal radar. Missioni come Sentinel-1 dell'ESA o COSMO-SkyMed della Agenzia Spaziale Italiana forniscono immagini

ad alta risoluzione (fino a 3 metri) con tempi di rivisitazione brevi, consentendo il monitoraggio continuo di zone a rischio.

Nonostante i progressi, persistono sfide come la distinzione tra idrocarburi naturali (es. look-alikes da alghe o vento) e artificiali, risolta tramite algoritmi di machine learning e AI per l'analisi automatica. Guardando avanti, anche costellazioni come Planet o ICEYE promettono rivisitazioni orarie, mentre l'integrazione con hyperspectral sensing e IoT galleggianti eleva l'accuratezza. Investire in queste tecnologie non solo rafforza la resilienza ambientale, ma promuove una gestione sostenibile delle risorse marine, allineandosi agli obiettivi della Comunità Europea per lo sviluppo sostenibile.

Caso di studio: lo sversamento del 27 maggio 2025

Il 27 maggio 2025 si è verificato un grave sversamento di petrolio nel tratto di mare tra Puglia e Calabria, esteso per circa 400 km. Il fenomeno è stato monitorato tramite due passaggi dei satelliti Sentinel-1A e Sentinel-1C, con un intervallo di 11 ore e 51 minuti, consentendo la ricostruzione dell'evoluzione della macchia e della sua direzione.

I dati acquisiti:

- Il satellite Sentinel-1A, alle ore 04:46:48.419567 UTC del giorno 27 maggio 2025, acquisisce l'immagine della Terra, in orbita Discendente 353, track 153, esattamente della zona compresa tra le coste della Puglia e dell'Albania, utilizzando un radar ad apertura sintetica (SAR), registrato con l'identificativo: S1A_IW_GRDH_1SDV_20250527T044753_20250527T04

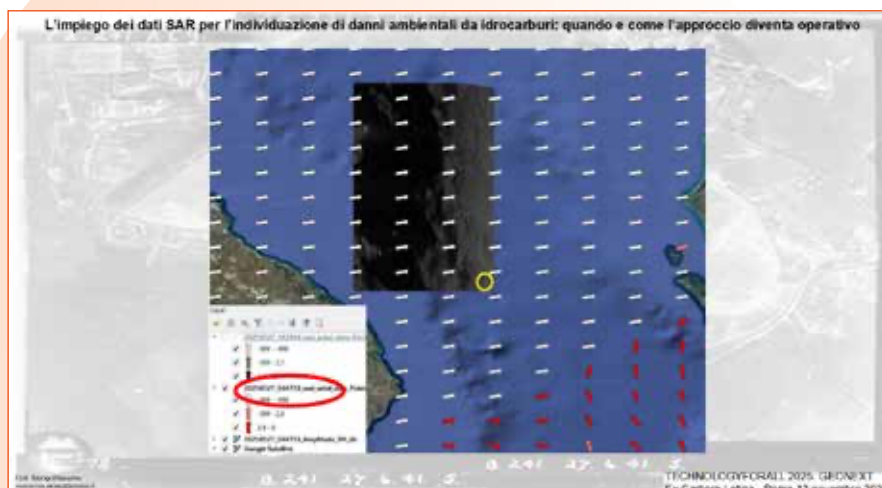


Figura 2 – Elaborazione della direzione del vento alle ore 04:46:48.419567 UTC del giorno 27 maggio 2025

4818_059375_075E9E_C6CC. SAFE;

- Il satellite Sentinel-1C, alle ore 16:37:51.481675 UTC del giorno 27 maggio 2025, acquisisce l'immagine della Terra, in orbita Ascendente 73, track 2519, esattamente della zona compresa tra le coste della Calabria e la Grecia, utilizzando un radar ad apertura sintetica (SAR), registrato con l'identificativo: S1C_IW_GRDH_1SDV_20250527T163854_20250527T163919_002519_0053 EF_A597.SAFE

Nella primissima fase di osservazione dello sversamento di petrolio in mare, conoscere la direzione e velocità dei venti

predominanti è cruciale per prevedere e gestire l'evoluzione della chiazza di greggio. I venti influenzano direttamente lo spostamento della chiazza, determinandone la traiettoria verso le coste, aree protette o zone aperte del mare. Tutto ciò permetterà di determinare il posizionamento rapido di barriere galleggianti e l'impiego di skimmer per recuperare il petrolio prima che raggiunga le spiagge.

Le informazioni per estrarre direzione e velocità del vento sono contenute nel prodotto del Progetto Copernicus: il Sentinel-1 Livello 2 OCN (Ocean), disponibile al mo-

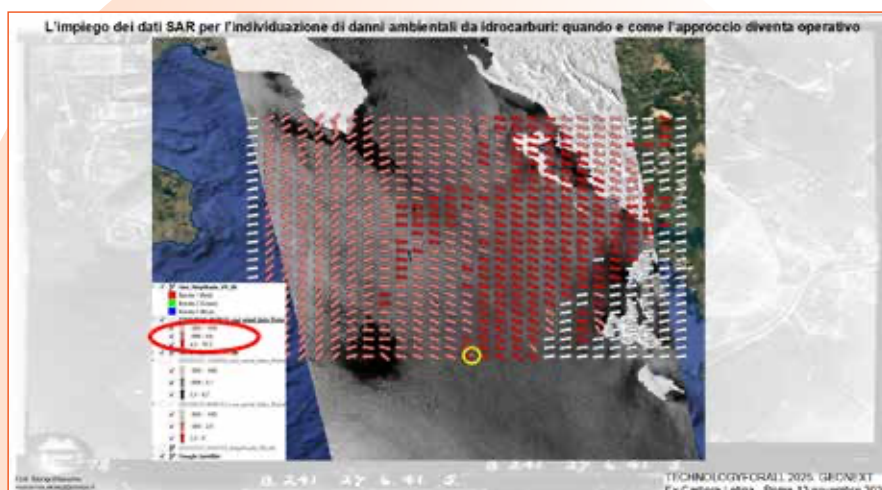


Figura 3 – Elaborazione della direzione del vento alle ore 16:37:51.481675 UTC del giorno 27 maggio 2025

mento dell'acquisizione del dato SAR.

I prodotti OCN utilizzano tecniche specializzate per estrarre dati oceanografici dai segnali radar, come l'analisi delle onde superficiali, la stima di velocità e direzione del vento, la mappatura delle correnti superficiali, e l'identificazione di chiazze di petrolio o traffico marittimo.

Questi dati vanno estratti con il software ESA SNAP, elaborati con QGIS e seguendo questa procedura guidata. Il "Profile Plot for Amplitude VV" è uno strumento di analisi visiva utilizzato nei dati SAR (Synthetic Aperture Radar), come quelli di Sentinel-1, per evidenziare il contrasto tra le aree inquinate da petrolio e le acque libere durante lo sversamento in mare. Traccia i valori di ampiezza del segnale radar in polarizzazione VV lungo una linea profilo che attraversa la macchia di olio, mostrando una netta diminuzione dei valori (backscatter più basso)

nelle zone con sversamento, dovute alla superficie levigata dal petrolio che riduce la riflessione del segnale rispetto alle acque ondulate circostanti. Permette di confermare visivamente la presenza di olio distinguendolo da "look-alikes" (falsi positivi come alghe o venti calmi), valutando il profilo di ampiezza filtrata per speckle e migliorando l'accuratezza prima di applicare algoritmi automatici di detection. La polarizzazione VV è ideale perché sensibile alle superfici lisce, catturando il basso backscatter tipico degli slicks oleosi.

Servizi operativi e-GEOS ed EMSA

Mentre la piattaforma SEonSE consente rilevazione e caratterizzazione rapida di sversamenti, con capacità di risposta entro 30 minuti dall'acquisizione satellitare, il servizio offerto da CleanSeaNet (EMSA), supporta l'identificazione dei responsabili e il monitoraggio delle emergenze.

RAMOGEPOL

Una delle ultime realtà in tema di inquinamento da idrocarburi è quella della l'esercitazione internazionale RAMOGEPOL 2025, ha simulato una risposta coordinata a un inquinamento marino nel Mediterraneo. Si è svolta il 5 e 6 novembre al largo di Saint-Tropez, organizzata dalla Prefettura Marittima del Mediterraneo francese. RAMOGEPOL deriva dall'Accordo RAMOGE del 1976 tra Francia, Italia e Principato di Monaco per la tutela del Mediterraneo dagli inquinamenti. Il piano operativo RAMOGEPOL, firmato nel 1993, mutualizza risorse antinquinamento da Capo d'Anzio al Grand Rhône, inclusi Sardegna e Corsica. Lo scenario ha coinvolto una collisione tra navi, con sversamento di idrocarburi da un petroliera, creando due strati (nappes) di inquinante. Autorità dei tre Paesi hanno attivato piani ORSEC e RAMOGEPOL per contenere e recuperare l'olio

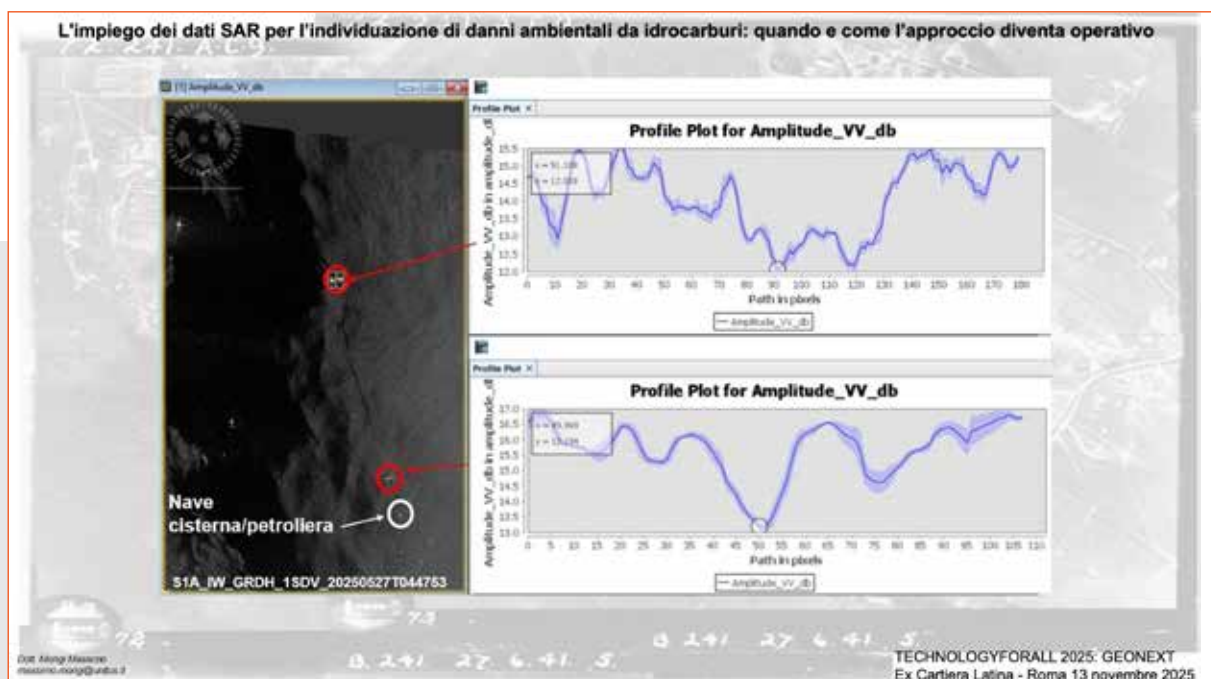


Figura 4 – Immagine del Profile Plot Amplitude VV del dato Sentinel-1A del giorno 27 maggio 2025 (04:46 UTC)

combustibile pesante (fioul lourd) in condizioni meteo avverse. Hanno partecipato navi come la francese BSAA Pionnier, l'italiana Portofino del Consorzio Castalia e CP 940 Luigi Dattilo della Guardia Costiera, più elicotteri, vedette monegasche e osservatori marocchini/libici. L'esercitazione ha testato coordinamento, comunicazioni e attrezzatura.

Conclusioni

Il tempo tra l'acquisizione dei dati SAR (Synthetic Aperture Radar) del satellite Sentinel-1 e la loro divulgazione varia, ma generalmente è molto rapido. I dati sono resi disponibili agli utenti entro poche ore dall'acquisizione.

Questo rende i dati Sentinel-1 adatti per applicazioni che richiedono aggiornamenti rapidi, come il monitoraggio di eventi naturali o antropici.

Il 27 maggio 2025, tra il passaggio di Sentinel-1A (alle ore 04:46:48.419567 UTC) e quello di Sentinel-1C (alle ore 16:37:51.481675 UTC), trascorse circa 11 ore e 51 minuti, un intervallo più che sufficiente per intervenire con mezzi aerei e navali ed evitare che lo sversamento continuasse.

Analizzando il dato OCN delle ore 16:37:51.481675 UTC, risulta evidente che la superficie oleosa, presumibilmente petrolio, si è spostata verso le coste delle Regioni Puglia e Calabria.



Figura 5 – Area RAMOGEPOL dal Rodano a Capo d'Anzio, comprendente Sardegna e Corsica

FONTE ORIGINALE

- European Space Agency (ESA), Sentinel-1 Mission Overview.
- Copernicus Land Monitoring Service – European Ground Motion Service (EGMS).
- EMSA CleanSeaNet – Maritime Pollution Detection.
- e-GEOS SEonSE Maritime Surveillance Platform.
- ISPRA – Rapporti Emergenze Ambientali 2024–2025.
- Sentinel-1 Product Specification Document – ESA.

PAROLE CHIAVE

SAR; SYNTHETIC APERTURE RADAR; OIL SPILL MONITORING; HYDROCARBON POLLUTION; SENTINEL-1; EGMS; CLEANSEA.NET; SEONSE; MARITIME SURVEILLANCE; ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT; REMOTE SENSING; COPERNICUS.

ABSTRACT

Satellite-based Synthetic Aperture Radar (SAR) technologies provide an essential operational capability for the detection and monitoring of environmental damage caused by hydrocarbon spills.

SAR observations allow continuous monitoring independent of weather conditions or daylight, enabling rapid response and detailed characterization of dynamic surface processes. The case study of the major oil spill that affected the Adriatic Sea on 27 May 2025 demonstrates the effectiveness of multi-temporal SAR data integration and in reconstructing the evolution of the spill over approximately 400 km of coastline. Such operational services are offered by e-GEOS and EMSA, through the SEonSE and CleanSeaNet platforms, respectively. The adoption of SAR-based monitoring frameworks strengthens early warning systems, supports environmental protection authorities, and enhances decision-making capabilities in emergency management and long-term territorial control.

AUTORE

MASSIMO MORIGI
REDAZIONE GEOMEDIA, GIÀ ISTITUTO SUPERIORE
PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE,
RESPONSABILE SCIENTIFICO DELL'ASSOCIAZIONE COVA CONTRO
REDAZIONEMEDIAGEO@GMAIL.COM

PRECEDENTI SEGNALAZIONI

Nel corso degli anni, anche dalle nostre pagine e attraverso la divulgazione di articoli, abbiamo fornito spunti e lanciato segnali per attirare l'attenzione su alcune problematiche ambientali che colpiscono il nostro territorio e ben oltre. Problematiche che afferiscono dalla presenza e mappatura della mucillagine nel Mar Adriatico (1), dai probabili danni provocati all'ambiente dopo la collisione in mare di due petroliere e alla presenza di sversamenti in mare (2), alla emissione di anidrite solforosa nell'atmosfera dopo eruzione vulcaniche e ad una affiorante emergenza: quella della dispersione non autorizzata di reflui zootecnici (4). Legata alla più ben nota alle cronache, quella dello spandimento dei fanghi di depurazione e fanghi di defecazione umana - evidenziata dai recenti servizi di RAI Report e Indovina chi viene a Cena.

PRECEDENTI SEGNALAZIONI

(1) mucillagine

Agosto 2024 - ritorna la mucillagine nell'Adriatico? Il telerilevamento svela che non è mai andata via (10 Agosto 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/agosto-2024-ritorna-la-mucillagine-nelladriatico-il-telerilevamento-svela-che-non-e-mai-andata-via>

Il ruolo della citizen science nella individuazione delle verità a terra per il telerilevamento satellitare - la presenza di nella costa romagnola nel luglio 2024 (15 Luglio 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/il-ruolo-della-citizen-science-nella-individuazione-delle-verita-a-terra-per-il-telerilevamento-satellitare-la-presenza-di-costa-romagnola-nel-luglio-2024>

(2) sversamenti

Petrolio in mare tra Puglia e Calabria, sversamento da record di 400 km: una ferita nel Paese delle eccellenze (18 Giugno 2025)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/petrolio-in-mare-tra-puglia-e-calabria-sversamento-da-record-di-400-km-una-ferita-nel-paese-delle-eccellenze>

Porto di Ostia venerdì 28 marzo 2025: sversamenti di Olio individuati dal Satellite Sentinel-1 (02 Aprile 2025)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/porto-di-ostia-venerdi-28-marzo-2025-sversamenti-di-olio-individuati-dal-satellite-sentinel-1>

Disastro Ambientale in Ecuador: la marea nera a Esmeraldas e il ruolo del monitoraggio satellitare con Sentinel-1 (20 Marzo 2025)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/disastro-ambientale-in-ecuador-la-marea-nera-a-esmeraldas-e-il-ruolo-del-monitoraggio-satellitare-con-sentinel-1>

Olii in Mare: l'impatto di un'ipotesi di sversamento di 300 kmq tra Pesaro e Ancona e il ruolo del satellite Sentinel-1 come sistema di allerta (11 Marzo 2025)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/olii-in-mare-limpatto-di-unipotesi-di-sversamento-di-300-kmq-tra-pesaro-e-ancona-e-il-ruolo-del-satellite-sentinel-1-come-sistema-di-allerta>

La petroliera Sounion: misteri e incertezze sulla sua posizione dopo l'attacco degli Houthi nel Mar Rosso (30 Agosto 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/la-petroliera-sounion-misteri-e-incertezze-sulla-sua-posizione-dopo-lattacco-degli-houthi-nel-mar-rosso>

L'inquinamento da petrolio nel Mar Mediterraneo, figlio di un Dio minore (05 Agosto 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/linquinamento-da-petrolio-nel-mar-mediterraneo-Gglio-di-un-dio-minore>

Catastrofe marittima nel Mar Cinese Meridionale? Collisione tra due petroliere (23 Luglio 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/catastrofe-marittima-nel-mar-cinese-meridionale-collisione-tra-due-petroliere>

Sversamenti minori di olio nel mediterraneo visti da Sentinel-1 nei primi quindici giorni del mese di maggio 2024 (12 Giugno 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/sversamenti-minori-di-olio-nel-mediterraneo-visti-da-sentinel-1-nei-primi-quindici-giorni-del-mese-di-maggio-2024>

3) emissioni SO2

L'occhio del satellite Sentinel 5p sulle emissioni di anidrite solforosa (SO2) nell'atmosfera - eruzioni dei vulcani Etna e Stromboli (11 Luglio 2024)

<https://rivistageomedia.it/terra-e-spazio/occhio-del-satellite-sentinel-5p-sulle-emissioni-di-anidrite-solforosa-so2-nellatmosfera-eruzioni-dei-vulcani-etna-e-stromboli>

4) smaltimento reflui zootecnici

Reflui zootecnici sotto controllo: il potere dei satelliti Sentinel-2 e delle regole comunali per combattere lo smaltimento illecito di reflui zootecnici (09 Ottobre 2025)

<https://rivistageomedia.it/earth-observation/reflui-zootecnici-sotto-controllo-il-potere-dei-satelliti-sentinel-2-e-delle-regole-comunali-per-combattere-lo-smaltimento-illecito-di-reflui-zootecnici>

Video

<https://www.reportonline.it/2008030623430/televisione/report-rai-tre-terra-bruciata-di-bernardo-iovene.html> (Report RAI)

https://www.youtube.com/watch?v=vvOtrW_1Qbk (Trasmissione RAI indovina chi viene a cena)

<https://www.facebook.com/watch/?v=258459530120534> (CC Forestali)

<https://www.youtube.com/watch?v=ZLVnQ2I3lYg> ((CC Forestali))