

**COMMISSIONE PARLAMENTARE DI INCHIESTA
SULLE CAUSE DEL DISASTRO DELLA NAVE «MOBY PRINCE»**

RESOCONTO STENOGRAFICO

AUDIZIONE

23.

SEDUTA DI MERCOLEDÌ 25 MAGGIO 2022

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE ANDREA ROMANO

INDICE

	PAG.		PAG.
Sulla pubblicità dei lavori:		Komin Alfred, <i>geologo</i>	3, 7, 8, 9
Romano Andrea, <i>presidente</i>	3	Marino Bernardo (IV)	9
Audizione del dottor Alfred Komin, geologo:		ALLEGATO: Documentazione depositata	
Romano Andrea, <i>presidente</i>	3, 7, 8, 9, 10	dall'auditò	11

PAGINA BIANCA

PRESIDENZA DEL PRESIDENTE
ANDREA ROMANO

La seduta comincia alle 15.

Sulla pubblicità dei lavori.

PRESIDENTE. Avverto che la pubblicità dei lavori della seduta odierna sarà assicurata anche mediante l'attivazione degli impianti audiovisivi a circuito chiuso e la trasmissione *streaming* sulla *web-tv* della Camera dei deputati. Come convenuto, i deputati componenti della Commissione possono partecipare all'odierna seduta anche in videoconferenza.

Audizione del dottor Alfred Komin, geologo.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'audizione del dottor Alfred Komin, geologo, autore di un lavoro basato su immagini satellitari relativo al posizionamento della nave *Agip Abruzzo*. La Commissione ha acquisito la relazione del 2020 del dottor Komin basata sulla possibilità di utilizzare – dal 2018 in avanti, dopo la pubblicazione da parte del Servizio geologico statunitense – le immagini satellitari cosiddette *Landsat*, utili a verificare la posizione della petroliera *Agip Abruzzo* nella rada di Livorno. Questi materiali si sono resi disponibili dopo la fine dei lavori della precedente Commissione d'inchiesta del Senato, quindi sono particolarmente interessanti.

L'audizione si svolge in forma libera e di essa sarà redatto e pubblicato un resoconto stenografico. Avverto che, considerate le modalità dello svolgimento della seduta, qualora l'auditò dovesse ritenere che taluni

argomenti sui quali intende riferire richiedano di essere assoggettati a un regime di segretezza, la Commissione valuterà le modalità più opportune per consentirgli di farlo.

Ringrazio nuovamente il dottor Komin per il tempo che ci ha dedicato e per la sua presenza qui oggi e gli cedo la parola per la sua introduzione, dopo la quale i commissari saranno liberi di porre qualunque domanda. Grazie.

ALFRED KOMIN, *geologo*. Grazie a lei e buon pomeriggio a tutti. Mi presento brevemente. Come ha detto il presidente, sono un geologo, ho ventisette anni di esperienza lavorativa, dei quali sedici all'interno di due multinazionali di ingegneria e consulenza che sono tra le più grandi società di consulenza oggi in questo ambito. Ultimamente, invece, ho una mia attività professionale. Nell'ambito della mia attività professionale e lavorativa ho avuto spesso e ho tuttora a che fare con immagini telerilevate di varia natura, sia satellitari sia anche di altro genere.

Nel 2020 ho voluto fare una verifica sulla possibilità di individuare questo oggetto che poi è stato definito come attribuibile alla sagoma della petroliera e ho voluto vedere se tramite le immagini *Landsat* questo fosse possibile. L'ho fatto e ho reso disponibile la relazione che poi è stata acquisita.

Oggi sono qui a riferire su questo argomento. Ho preparato a marzo di quest'anno un piccolo *addendum* inerente alla precisione del posizionamento. Questo *addendum*, che oggi consegnerò e lascerò agli atti, non sconvolge le conclusioni della prima relazione, è soltanto un approfondimento.

Ho preparato per voi una piccola presentazione molto breve (dura pochi minuti), che serve a rinfrescare un po' la

memoria sul tema e poi lascio lo spazio per tutte le domande che riterrete opportuno pormi.

Nel 2020 è stata predisposta la relazione « Rilevamento della posizione della petroliera *Agip Abruzzo* tramite immagini satellitari in campo ottico nella rada di Livorno nel periodo aprile-ottobre 1991 » e già con quella relazione si era potuto dimostrare il posizionamento della nave nelle date comprese tra il 24 aprile e il 10 ottobre 1991. Quest'anno poi ho condotto l'approfondimento di cui vi parlavo prima, « *Addendum* su metodologia utilizzata e precisione del posizionamento », che è l'oggetto dell'odierna presentazione. Le conclusioni rimangono sostanzialmente invariate.

I documenti di base di entrambe le relazioni sono rappresentati fondamentalmente dalle immagini del satellite *Landsat 5*. L'archivio delle immagini *Landsat* è gestito oggi dall'USGS (United States Geological Survey), che è il servizio geologico degli Stati Uniti. Questo ufficio nel 2008 ha iniziato a rendere disponibili alcune delle immagini *Landsat*, tuttavia è solo nel periodo 2016-2018 che USGS ha riprocessato e organizzato l'archivio in modo da garantire una qualità dei dati coerente e adatta a un'analisi spazio-temporale delle immagini. Il processo di riorganizzazione è terminato nel maggio del 2018 e i dati di questa collezione, che è stata chiamata *Collection 1 Level 1*, sono stati rilasciati al pubblico. Troverete poi l'indicazione del sito Internet. Sono dati aperti e disponibili a tutti e chiunque può guardarli e scaricarli senza difficoltà; sono proprio *open*.

Le date significative per questa gestione dell'archivio USGS sono le seguenti: nel 2008 è iniziato il rilascio di immagini, però non ancora ottimizzate; dal 2016 al 2018 i dati sono stati riprocessati e riorganizzati, cioè ricalibrati dal punto di vista sia radiometrico sia geometrico; e dal maggio del 2018 c'è il rilascio delle immagini che sono fruibili soprattutto dal punto di vista della georeferenziazione, cioè del loro posizionamento.

Lo scopo della relazione di *addendum* che ho presentato quest'anno è fornire un approfondimento sulla metodologia utiliz-

zata nella redazione della prima relazione tecnica e confermare, tramite ulteriore prove/valutazioni, il posizionamento della nave, soprattutto in relazione alla cosiddetta area di divieto di ancoraggio e pesca, che era riportata nella cartografia nautica ufficiale al tempo.

Gli elementi essenziali sono le immagini satellitari del *Landsat 5* e la cartografia nautica. Abbiamo utilizzato sia la carta n. 4, alla scala 1:100.000, sia la carta n. 120, alla scala 1:30.000; quest'ultima è quella che viene riportata nella cartografia, perché è oggettivamente più dettagliata.

Un piccolo ricordo di cos'è il programma *Landsat*, giusto per inquadrare il tema. Il *Landsat* è una serie di satelliti per telerilevamento terrestre. L'attività è iniziata dal 1972 e lo scopo era studiare l'ambiente, le risorse e i cambiamenti naturali e anche artificiali avvenuti sulla superficie terrestre. La messa in orbita di questi satelliti ha iniziato l'era dell'osservazione della terra per motivi non militari. È un programma scientifico. Vedete nella *slide* la sequenza temporale dei vari satelliti. Il *Landsat 5* è quello che ci interessa. In realtà c'era anche il *Landsat 4*, però non ci sono immagini fruibili direttamente nel periodo di interesse, quindi sostanzialmente ci interessano quelle del *Landsat 5*. Accanto al *Landsat 6* c'è solo un trattino, perché è fallito il lancio. Gli altri non ci interessano.

Le caratteristiche del *Landsat 5*, brevemente: è stato lanciato il 1° marzo 1984 ed è rimasto attivo tantissimo, ben oltre quello che era stato programmato, arrivando fino al giugno del 2013. Aveva diversi sensori; quello che ci interessa è il TM (*thematic mapper*). Il satellite aveva un'orbita solare sincrona, quasi polare, a 705 chilometri di altezza, con un periodo di circa 99 minuti. Questo vuol dire che in un giorno faceva circa 14,5 orbite. Il ciclo di rivisitazione, che vuol dire ogni quanto tempo il satellite ripassa sullo stesso punto della terra, era di circa ogni 16 giorni; ciò significa che purtroppo la copertura è discontinua. Per questo motivo abbiamo date quantizzate; purtroppo non abbiamo la data della sera del sinistro, ma la prima che

abbiamo è quella del 24 aprile. Nella tabella sono indicati dati tecnici sulle bande spettrali che il sensore rileva. Ogni strisciata, come dimensione, era larga circa 180 chilometri e copriva una superficie di 33 mila chilometri quadrati. Abbiamo una risoluzione geometrica a 30 metri per tutte le bande, esclusa la 6, che era meno definita. Come vi ho anticipato, le immagini sono tutte calibrate radiometricamente e ortorettificate attraverso dei punti di controllo a terra. Il formato delle immagini è un GeoTIFF e il datum è WGS84 – UTM Zone 32. Il formato GeoTIFF è un formato di file fornito da USGS già georeferenziato che non ha bisogno di alcuna manipolazione ed è già pronto all'uso. L'accuratezza di questa georeferenziazione in via di massima è inferiore a 12 metri, espressa come errore quadratico medio, ma poi vi farò vedere che in realtà in molti casi è anche migliore.

Questo che vedete è un esempio di un'immagine Landsat; è una di quelle che sono state utilizzate nella relazione ed è un'immagine nella banda 5, che è nell'infrarosso a short wave, a onde corte, del 24 settembre 1991. Qui abbiamo dei dati sulla proiezione, sul datum che, come vi dicevo, è questo WGS84 – UTM Zone 32, che viene materializzato nei sistemi informativi geografici con il codice EPSG (*European Petroleum Survey Group*) 32632. Questo è importante memorizzarlo, perché ci servirà più avanti. Nel fotogramma si vedono la costa della Toscana, l'isola d'Elba e il promontorio di Piombino, fino ad arrivare oltre Livorno. Come vedete – in alto ho riportato la scala – sono 180 chilometri. È un bel fotogramma. Per poter apprezzare i dettagli occorre effettuare notevoli ingrandimenti. Se uno stampa la foto anche in formato A3, una nave non la vede, o vede appena un puntino piccolissimo, mentre, se opportunamente ingrandita in un sistema GIS (*Geographic Information System*), si vede molto bene, chiaramente con la risoluzione dell'immagine del tempo.

Le immagini sono già georeferenziate all'origine, quindi non è stato necessario realizzare – né è stato realizzato – alcun ulteriore intervento sul posizionamento; io

non ho assolutamente alterato o manipolato l'immagine del satellite, che era già georeferenziata. Invece, la cartografia nautica deve essere georeferenziata, anzitutto perché era cartacea; quindi è stata scannerizzata e poi georeferenziata all'interno di questo software GIS, che è un sistema informativo geografico. Nella fattispecie ho utilizzato QGIS nella versione 2.18.25. Anche questo è un programma open che chiunque può scaricare, è licenza free ed è anche intuitivo per quanto riguarda l'utilizzo. Il punto importante è che la cartografia nautica è stata messa in relazione con le immagini Landsat, che sono già georeferenziate, e non viceversa; questo è un punto chiave.

La prima verifica sul posizionamento è consistita nell'andare a guardare la qualità dei famosi *ground control point*, i punti di controllo a terra. Per esempio, ritornando all'immagine che prima vi ho fatto vedere, lo scostamento medio per i punti di riferimento lungo la direzione x in media è pari a 3,45 metri e il massimo è circa 8,5 metri, mentre nella direzione y i valori sono ancora più bassi. Quello che vedete ora è un esempio del file che la stessa USGS rende disponibile a corredo delle immagini, in cui sono riportate la posizione in latitudine e in longitudine dei punti a terra, la precisione e i residui di tale posizionamento. Quindi, è possibile anche in questo caso fare l'analisi e chiunque può andare a verificare la qualità del dato.

Ho effettuato personalmente una seconda verifica, che si può fare tramite una sovrapposizione, cioè un confronto visivo con un'altra cartografia all'interno del sistema geografico. In questo caso ho utilizzato due carte della Regione Toscana che sono state realizzate molto recentemente, pochi anni fa, disponibili nel portale cartografico della Regione Toscana (chiunque può acquisirle): l'ortofotocarta a colori alla scala 1:2.000 e la base topografica a colori alla scala 1:50.000. Esiste un sistema web per cui si possono importare tranquillamente all'interno del sistema geografico. Nella slide successiva vedete la sovrapposizione del Landsat 5 con la carta della Regione Toscana; è sempre l'esempio del 24

aprile 1991 e nel cerchio rosso c'è la nave. Dopo averla opportunamente ingrandita, si vanno a verificare tutti i punti noti, come, per esempio, la diga della Vegliaia, il faro della Meloria, la linea di costa. Si possono guardare vari punti e si vede che la sovrapposizione anche visiva è perfetta. L'immagine georeferenziata dagli americani, quindi, si sposa perfettamente con la cartografia tecnica della Regione Toscana che esiste oggi e che è stata messa a punto da un ente completamente differente.

Adesso una nota sul posizionamento della carta nautica. Questa doveva essere messa in relazione con le immagini, quindi abbiamo dovuto georeferenziarla, tenendo presente che le immagini del *Landsat* lavorano in un sistema proiettato, mentre la cartografia nautica è un sistema geografico, quindi un sistema di coordinate molto diverso. Ci sono molte possibilità e modalità di orientamento della carta nautica, con diverso grado di precisione. Nella relazione che ho elaborato nel 2020, avevo utilizzato per la carta nautica, anche per una questione pratica, lo stesso *datum* usato da USGS per le immagini *Landsat*, ma in coordinate geografiche invece che proiettate. Questo dava già un buon posizionamento, che tuttavia dava una leggera traslazione del triangolo di divieto in direzione Sud-Est di una quantità paragonabile più o meno alla larghezza della nave, ovvero una cinquantina di metri. Non sarebbe una cosa grave, ma oggi si può fare di meglio. Inoltre, nel frattempo è uscita un'indicazione dell'Istituto geografico militare: *Nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software GIS aggiornata a gennaio 2022*. Ho quindi modificato il *datum* di riferimento: non è più il 4326, ma è il 4265. Vedremo che con questo la precisione è proprio al metro e nella conclusione vi farò vedere cosa vuol dire. Nell'immagine che vedete ora abbiamo sovrapposto la foto *Landsat* del 24 aprile con la carta nautica, georeferenziata secondo le indicazioni dell'Istituto geografico militare.

Volendo fare un'altra verifica, se ne può fare anche una numerica, ovvero un confronto tra le coordinate calcolate dal *software GIS*... Perché in fin dei conti uno

potrebbe dire: « Chi mi assicura che il *software* che sto utilizzando sta facendo tutte le operazioni giuste? Io sono l'utente finale, lo utilizzo, ma non ho contezza. So quali sono le equazioni che stanno dentro, ma poi il calcolo lo fa il computer. Come faccio a sapere se sta facendo bene? ». Si può fare una verifica utilizzando un altro strumento di conversione delle coordinate, sempre messo a disposizione *online* dall'Istituto geografico militare, che si chiama VOL (*Verito on line*) e fa la trasformazione tra vari sistemi di coordinate. Si tratta semplicemente del confronto tra la coordinata « cliccata », andando proprio con il *mouse* su un punto di riferimento del sistema GIS — in questo caso lo vedete dai numeri che hanno qualche virgola e qualche decimale, ma ho cercato di stare nell'incrocio del reticolo geografico — e le coordinate calcolate numericamente dal *software* dell'Istituto geografico militare. Nella colonna all'estrema destra c'è la differenza in metri tra un sistema e l'altro, e si può vedere che la differenza è sempre inferiore a un metro. Questo ci dà un'ulteriore garanzia che il *software GIS*, in questo caso QGIS, sta effettuando una buona riproiezione.

In base alle considerazioni espresse nella relazione *addendum* di quest'anno, di ulteriore affinamento della precisione, le conclusioni già riportate nel 2020 non cambiano. La nave identificabile come *Agip Abruzzo* nelle date comprese tra il 24 aprile e il 10 ottobre 1991 è risultata sempre posizionata — cinque volte totalmente e tre volte parzialmente — all'interno dell'area di divieto di ancoraggio e pesca definita all'epoca del sinistro. L'unica differenza, come vi ho fatto vedere, tra la verifica del 2020 e questa del 2022 è che, in base all'utilizzo del *datum* differente per la georeferenziazione della carta nautica, nella relazione del 2020 c'era un leggero scostamento e spostamento dell'area di divieto verso Sud-Est, di circa 50 metri.

Nella *slide* successiva possiamo vedere esattamente il posizionamento della nave. Rispetto alla relazione precedente ho riportato anche la sagoma, la larghezza della nave. Mentre nella relazione originale del

2020 c'era solo il tratto arancione centrale, qui si vede anche la larghezza. Il trattino viola sulla sinistra, a forma di T, è il posizionamento corretto fatto quest'anno con la massima precisione, mentre la linea rossa che si vede appena sulla destra, che interseca il numero 4 del 47 che indica la quota del fondale, era il posizionamento precedente. Come vedete, nella sostanza cambia ben poco; in alcune occasioni, come il 6 luglio, il 24 aprile o il 22 luglio, cambia semplicemente la percentuale di nave dentro o fuori, ma nella sostanza cambia veramente poco.

Con questo direi di aver concluso. Vi lascio il materiale: la prima relazione già l'avete, la seconda è l'*addendum* di cui vi ho parlato oggi. Vi lascio anche questa presentazione e tutti i riferimenti che vorrete per eventuali approfondimenti, domande o chiarimenti. Grazie, sono a vostra disposizione per eventuali domande.

PRESIDENTE. Grazie davvero, dottor Komin. A mio parere è stata una relazione molto esaustiva e precisa. Avendoci lasciato la relazione, potremo successivamente lavorarci.

Non so se i colleghi, sia quelli presenti sia quelli collegati da remoto, vogliono fare domande al dottor Komin o abbiano richieste di approfondimento. Intanto comincerei io con una domanda: era possibile effettuare queste osservazioni anche nel 1991 o nel 2009-2010?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Nel 1991 pre-sumo di no. Le immagini sono state acquisite nel 1991, però non erano ancora gestite da USGS; credo che fossero gestite ancora dalla NASA (*National aeronautic and space administration*). Poi ci sono degli accordi. Tutta la storia di come USGS, che è il servizio geologico degli Stati Uniti, è arrivato a gestire le immagini satellitari... Ricordo che sono immagini a scopo scientifico e il programma non era certo per il monitoraggio delle navi, per cui esistono altri satelliti e altri metodi. È un programma nato per altri scopi, però incidentalmente sono rimasti tracciati anche questi oggetti. Quindi, nel 1991 sicuramente

no, perché, come abbiamo visto, è solo dal 2008 che USGS ha iniziato a rendere pubbliche alcune immagini. Tuttavia, quelle immagini all'inizio non erano così raffinate, quindi sono state tutte riprocessate e riorganizzate anche dal punto di vista radiometrico, perché anche nell'elaborazione delle frequenze la risposta cambia completamente il posizionamento. Quello che potrei dire dal punto di vista qualitativo, se ci fosse stata al tempo la possibilità di vederle...

PRESIDENTE. Parliamo del 1991?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Sì. Se ci fosse stata la possibilità di vederle – ma non c'era – penso che l'oggetto in sé si sarebbe potuto vedere, perché c'era, non è cambiato, però non era posizionato. La novità importante è poterli mettere in relazione con la cartografia ufficiale. Non è tanto la foto in sé, ma la combinazione delle due cose: ho l'immagine e la metto in relazione con la cartografia nautica, altrimenti non riesco a determinare se sta all'interno o all'esterno di un'area. Questo è il concetto.

PRESIDENTE. Lo stesso si può dire per il periodo 2009-2010? Faccio questo riferimento cronologico in riferimento all'inchiesta giudiziaria che ci fu in quegli anni.

ALFRED KOMIN, *geologo*. Questa è una domanda difficile, però ho visto che i dati che ho utilizzato sono stati messi a disposizione soltanto dal maggio 2018. Anche io ho sempre avuto un interesse per questo argomento, che poi è il motivo per cui alla fine ho fatto questa relazione, ma l'ho fatta nel 2020, quindi due anni dopo. C'erano già nel 2018, però l'ho fatta quando ci ho pensato. Penso che sicuramente prima del 2018 l'immagine ci fosse, ma non era stata riprocessata.

PRESIDENTE. Mi spiego meglio. Secondo lei, l'autorità giudiziaria avrebbe potuto accedere nel 2009-2010 a questi materiali, nel corso di un'inchiesta? O non erano disponibili perché non erano stati declassificati?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Questi materiali non sono mai stati classificati. Non sono materiali militari, sono materiali scientifici, questo ve lo posso dire. Non c'era la qualità del dato che c'è adesso, quindi magari poteva essere discutibile, mentre adesso sicuramente lo è molto meno. Penso di avervi dimostrato che ci sono i numeri per poter dire che la precisione del posizionamento oggi c'è. Prima del 2018, forse le immagini c'erano, secondo me. Però innanzitutto bisognava pensarci, e non era così facile, anche se oggi sembra tutto scontato; e bisognava pensare all'esistenza di un programma scientifico che poteva essere anche utile per questo scopo, mentre uno magari era focalizzato più su altri temi.

PRESIDENTE. Un'altra domanda e poi un'altra curiosità. Mi pare che lei non abbia fatto elaborazioni sulla georeferenziazione.

ALFRED KOMIN, *geologo*. No.

PRESIDENTE. Ma ha fatto altre elaborazioni sulle immagini, magari anche per suo interesse personale?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Anzitutto, oggi vi ho fatto vedere l'immagine in banda 5 del 24 aprile e, come vedete, l'immagine è in bianco e nero. Le immagini sono tutte in bianco e nero, mentre nella relazione del 2020 avete visto immagini a colori, a falsi colori, ombreggiate, in rilievo. Quelle sono tutte elaborazioni che ho fatto utilizzando strumenti specifici, ma non vanno ad alterare il posizionamento della nave, bensì a renderlo più o meno evidente e contrastato o a tirar fuori dei dettagli. Attribuendo a ogni immagine un colore e lavorando sulle varie bande del visibile, per esempio, si può, date le immagini in bianco e nero, ricostruire un'immagine a colori reali; e poi, volendo, si possono fare anche tutte le elaborazioni per portarla in falsi colori e poter rendere magari uno stacco dalla copertura nuvolosa, se c'è, o se ci sono delle foschie. Per esempio, si possono mescolare le immagini del visibile con le immagini dell'infrarosso per cercare di rendere più

contrastata l'immagine. Però non cambia la posizione, è solo una questione di contrasto.

PRESIDENTE. L'ultima è una curiosità, vista la sua familiarità, se così posso dire, con il sistema satellitare. Come Commissione, abbiamo chiesto ai rappresentanti diplomatici degli Stati Uniti, della Francia e della Federazione Russa la possibilità di accedere a eventuali materiali satellitari. Ci è stato risposto dalla Federazione Russa che non dispongono di materiali satellitari relativi alla baia di Livorno per quel giorno. Siamo in attesa della risposta statunitense, mentre l'ambasciatore francese ci ha detto che ci daranno una mano. Ma secondo lei, per la sua esperienza, qual era la qualità del sistema satellitare, civile o militare, nel 1991, relativamente all'area di cui parliamo?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Su questo posso rispondere. Sull'esistenza o meno del materiale non posso rispondere, perché la mia conoscenza è limitata agli utilizzi civili e scientifici, ma posso presumere che per altri scopi possano esistere, perché la tecnologia c'era. Innanzitutto ricordo che nella relazione del 2020 ho utilizzato due immagini francesi del satellite SPOT (*Satellites pour l'observation de la Terre*), perché c'erano anche quelle – le trovate nella relazione – ma non erano georeferenziate e le ho georeferenziate io, tant'è che nella prima relazione avevo scritto che la georeferenziazione non aveva un grado di precisione elevatissimo. Ho lasciato quella del *pixel*, quindi della risoluzione a 20 metri, che a noi sta anche bene, tutto sommato, perché la nave è lunga quasi 300 metri. È una precisione che per gli scopi del lavoro può anche andare; se invece devo misurare l'orto del vicino forse non va bene. Le immagini SPOT dei satelliti francesi sono già un po' più definite, perché hanno una risoluzione di 20 metri invece di 30. Quindi, la Francia già disponeva di un sistema...

PRESIDENTE. Sì, ma militare o civile?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Civile, sempre per il controllo del territorio dal punto

di vista scientifico. Parlando di qualità del dato militare, posso dirvi questo, che è un altro dato accessibile a tutti: USGS dispone di diverse migliaia di immagini militari declassificate; io lo so non perché sono a conoscenza di cose strane ma perché ho fatto l'accesso pubblico. Nel 2005 l'Amministrazione Clinton ha declassificato tre grossi periodi di tempo di immagini, dagli anni Settanta fino ad arrivare agli anni Ottanta; mi sembra che l'ultima sia del 1984. Si trovano liberamente sul sito dell'USGS, dove chiunque le può guardare, e sono addirittura in vendita. Se a uno interessa un *frame*, può comprarlo; mi sembra che costi veramente poco, circa 30 dollari. Le immagini declassificate dagli americani sono, chiaramente, quasi tutte sul territorio russo e in Medio Oriente, cioè nelle aree che interessavano a quei tempi; evidentemente oggi non hanno più motivo di riservatezza, altrimenti non le avrebbero aperte. Vi posso dire che nel 1984, un bel po' di anni prima del 1991, il satellite spia KH-9 degli Stati Uniti aveva una risoluzione a terra di 60 centimetri. Quindi, potevano già riconoscere tutto quello che volevano. Questo era per parlare della tecnologia. La tecnologia c'era. Alla domanda se c'erano quelle immagini, non le so rispondere.

PRESIDENTE. Secondo lei è possibile rilevare scientificamente, su queste basi ed eventualmente sulla base di un lavoro successivo, la posizione di tutti i mezzi navali presenti nella baia di Livorno il giorno del disastro, non soltanto quella dell'*Agip Abruzzo* ?

ALFRED KOMIN, *geologo*. Sul giorno del disastro purtroppo non posso esprimermi, perché di immagini non ne ho. Purtroppo, come abbiamo visto, la copertura è discontinua. Avete visto anche voi che sono tutte quantizzate e che l'immagine più prossima che abbiamo è quella del 24 aprile. Alla fine, come siamo arrivati a dire che è l'*Agip Abruzzo* ? Perché non è che nell'immagine satellitare c'è scritto « Questa è l'*Agip Abruzzo* ». Quella è, oltre ogni ragionevole dubbio, l'*Agip Abruzzo* per il semplice motivo che, dopo la tragedia, è

l'unico oggetto lungo quasi 300 metri che continua a stare lì; perché, dopo che è successo il disastro, non credo che qualcuno potesse continuare... Immagino che ci saranno stati molto più attenti. Questa è una mia deduzione, ma è molto ragionevole. Quindi, per deduzione si pensa che sia quella, ma non è che c'è il nome sulla foto satellitare. Inoltre, abbiamo una foto satellitare, che qui non vi ho riportato, dell'8 aprile, quindi di due giorni prima.

PRESIDENTE. Sempre con l'*Agip Abruzzo* ?

ALFRED KOMIN, *geologo*. No, l'*Agip Abruzzo* l'8 aprile non c'era, ma ci sono altre navi, per rispondere alla sua domanda. L'8 aprile si possono vedere tutte le altre navi che ci sono. È interessante perché eventualmente, incrociando i dati con altri dati, come libri di bordo o altre informazioni dell'avvisatore marittimo, magari potrebbe essere anche possibile una ricostruzione, attribuendo un nome a delle sagome. È più difficile, perché non abbiamo questa esclusione che c'è dopo, però anche lì si potrebbe tentare una cosa di questo tipo.

PRESIDENTE. Prego, onorevole Marino.

BERNARDO MARINO. Grazie, presidente. Ho una curiosità. Lei ha detto che il satellite *Landsat 5* passava ogni 16 giorni sullo stesso punto fotografato. Erano cinque o sei satelliti, se ho ben capito, di un programma civile a scopo scientifico. La mia domanda è: oltre a questi sei satelliti civili, a suo avviso quanti potevano essere quelli militari? E quante probabilità ci sono che ci sia un'immagine di quel 10 aprile, dal momento che lei ci ha detto che un satellite ogni 16 giorni passava sullo stesso punto? È possibile fare un calcolo del genere? Mi rendo conto che è una domanda estremamente complicata.

ALFRED KOMIN, *geologo*. No, purtroppo non le so rispondere. Vorrei poterlo fare, ma non so risponderle perché non ho gli elementi per dirlo. Innanzitutto si cono-

sce molto poco su come sono fatti i satelliti militari. Tenete conto che quelle immagini poi declassificate venivano acquisite anche in una maniera abbastanza rocambolesca, quasi da film di 007. Il satellite passava, acquisiva le immagini, che non erano digitali come siamo abituati oggi, ma c'erano proprio le macchine fotografiche con la pellicola, che andava in un archivio di bordo; periodicamente, quando il satellite passava in certe zone, veniva sganciata fisicamente una sorta di capsula contenente il film, che cadeva con un paracadute, e un aereo la convogliava. Infatti tante volte magari la raccolta di questo dato falliva. Poi pian piano hanno sviluppato sistemi di trasmissione digitale, cioè dal satellite direttamente a terra, prima via radio e con segnali analogici, poi digitali. Riguardo alla sua domanda, io non so con quale frequenza passassero i satelliti di tipo militare, quindi non posso aiutarla, non rientra nell'ambito delle mie conoscenze, che sono limitate a temi scientifici, non mili-

tari. Posso solo dire quello che si può dire del programma scientifico *Landsat* o di altri programmi, come gli SPOT francesi. Posso solo immaginare che ce ne siano tanti, ma non posso aiutarvi. Ci vorrebbe una fonte ufficiale.

PRESIDENTE. Ci sono altre domande, anche dei commissari collegati? Non ce ne sono, quindi possiamo concludere l'audizione. Ringrazio il dottor Komin per il tempo che ci ha dedicato e soprattutto per le informazioni che ci ha illustrato.

Le immagini che il dottor Komin ha presentato in questa seduta saranno allegate al resoconto stenografico. Dichiaro conclusa l'audizione.

La seduta termina alle 15.35.

*Licenziato per la stampa
il 20 luglio 2022*

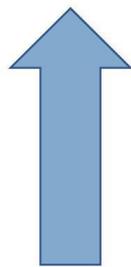
STABILIMENTI TIPOGRAFICI CARLO COLOMBO

ALLEGATO

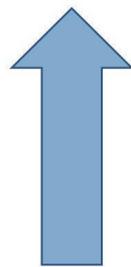
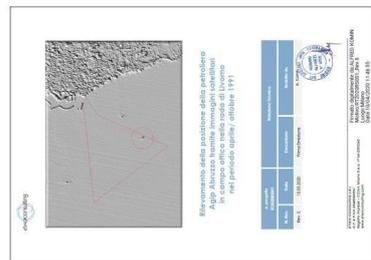
DOCUMENTAZIONE DEPOSITATA DALL'AUDITO



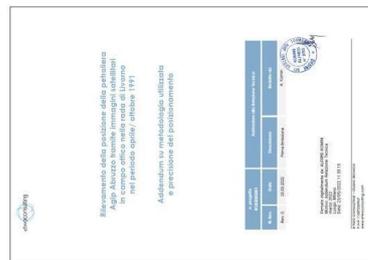
Premessa



Nel 2020 è stata predisposta la relazione tecnica
 “Rilevamento della posizione della petroliera Agip
 Abruzzo tramite immagini satellitari in campo
 ottico nella rada di Livorno nel periodo aprile/
 ottobre 1991” che ha dimostrato il
 posizionamento della nave nelle date comprese
 tra il 24 aprile e il 10 ottobre 1991



Nel 2022 è stato condotto un approfondimento
 sulla precisione del metodo utilizzato sintetizzato
 nella relazione «Addendum su metodologia
 utilizzata e precisione del posizionamento»
 depositata in questa occasione. Tale
 aggiornamento, che ha confermato
 sostanzialmente le conclusioni già espresse nel
 2020, è oggetto dell’odierna presentazione

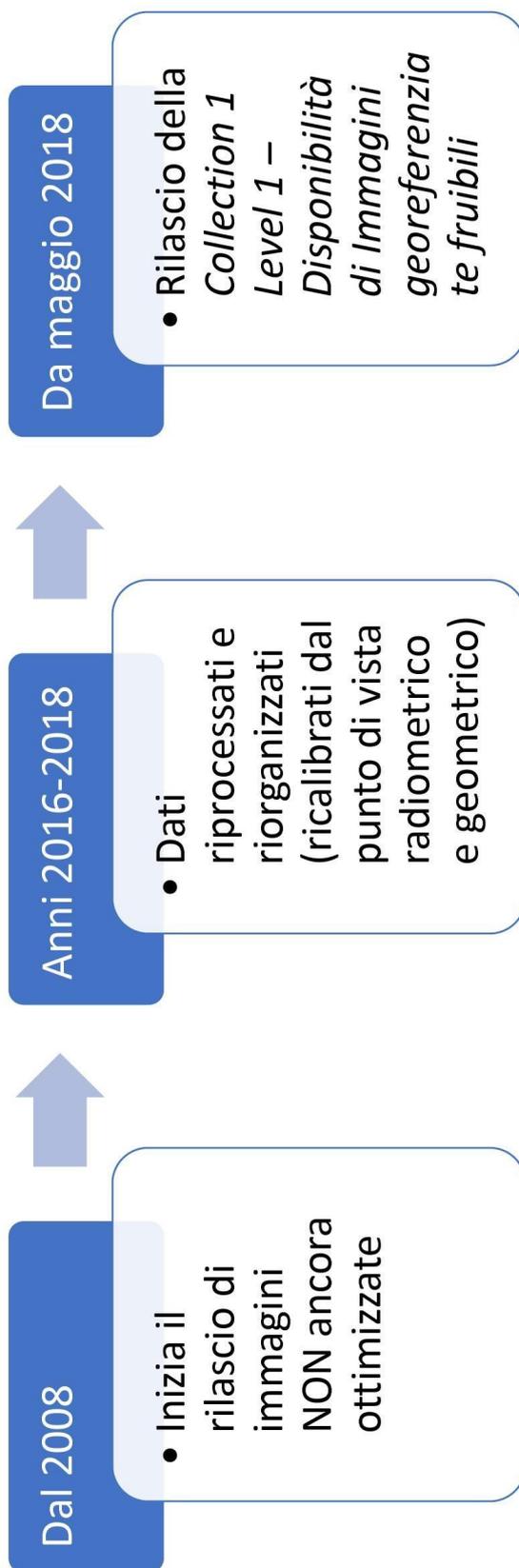


I documenti di base delle relazioni tecniche

- I documenti di base della relazione del 2020 e dell'addendum del 2022 sono rappresentati dalle **immagini del satellite Landsat 5**
- L'archivio delle immagini Landsat è gestito dall'*United State Geological Survey* ()
- Dal 2008 ha iniziato a rendere disponibili le immagini Landsat (<https://www.usgs.gov/>) tuttavia è solo dal 2016 che lo stesso USGS ha iniziato a **riprocessare** e **organizzare** l'archivio Landsat in modo da garantire una **qualità dei dati coerente e adatta all'analisi spazio temporale** delle immagini telerilevate (tale processo è terminato a maggio 2018 quando i dati della **Collection 1 Level 1** sono stati rilasciati al pubblico (*))

* <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-1>

Date significative della gestione dell'archivio USGS



Scopo della relazione di «Addendum»

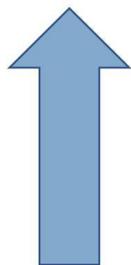


Fornire un **approfondimento sulla metodologia** utilizzata nella redazione della relazione tecnica *“Rilevamento della posizione della petroliera Agip Abruzzo tramite immagini satellitari in campo ottico nella rada di Livorno nel periodo aprile/ottobre 1991”* emessa a marzo 2020



Confermare, **tramite ulteriori prove**, il posizionamento della nave identificata nella suddetta relazione del marzo 2020 come nave Agip Abruzzo presente nella rada di Livorno nelle date comprese tra il 24 aprile e il 10 ottobre 1991 in relazione all'area di divieto “ancoraggio e pesca” riportata nella cartografia nautica ufficiale al tempo dell'incidente

Elementi essenziali per le valutazioni



Le immagini satellitari Landsat 5 (già utilizzate e dettagliate nella relazione di marzo 2020) da cui è individuata la posizione della nave

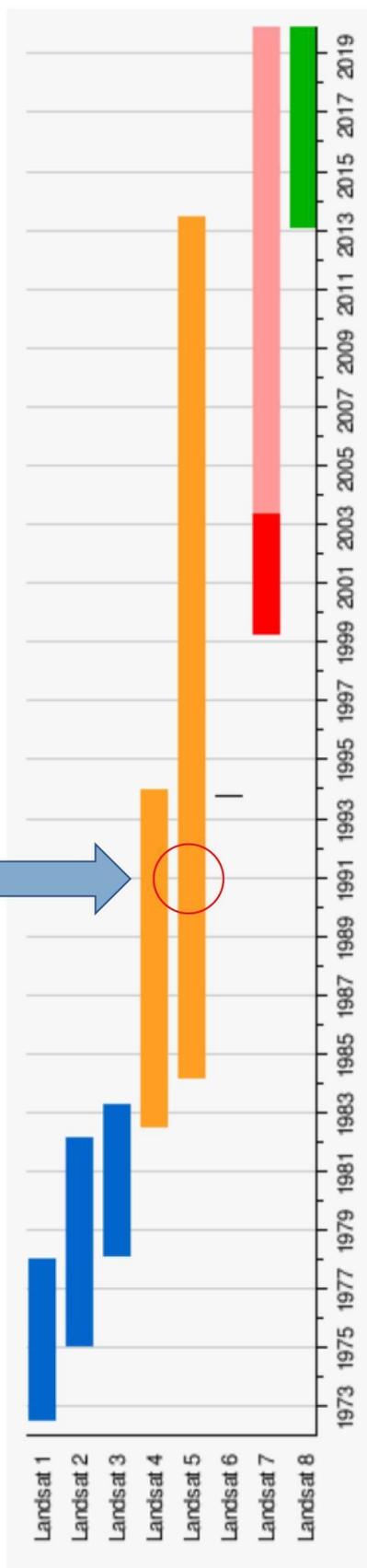


Il cosiddetto “triangolo di divieto” ovvero l’area di divieto di cui sopra individuata di fronte al porto di Livorno all’epoca dei fatti, ricavabile dalle carte nautiche storiche (carta n. 4 alla scala 1:100’000 e carta n. 120 alla scala 1:30’000) (oggi il traffico navale di fronte al porto è regolato in maniera diversa)

Il programma Landsat - <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>

Landsat è una serie di satelliti per telerilevamento terrestre: i dati rilevati sono stati usati sin dal 1972 per studiare l'ambiente, le risorse, e i cambiamenti naturali e artificiali avvenuti sulla superficie terrestre. La messa in orbita dei satelliti Landsat ha iniziato l'era delle osservazioni della terra per motivi non-militari

Timeline



Da settembre 2021 è inoltre attivo Landsat 9

Caratteristiche Landsat 5 slide 1/2

Landsat 5 è stato lanciato il primo marzo 1984 ed è rimasto attivo (straordinariamente) fino al mese di giugno 2013. Equipaggiato con sensori MSS (Multispectral Scanner) e TM (Thematic Mapper) il satellite ha orbitato intorno alla Terra con orbita solare sincrona (quasi polare) ad un'altitudine di 705 km con periodo pari a circa 99 minuti (ca. 14.5 orbite/giorno). Il ciclo di rivisitazione era pari a 16 giorni con attraversamento dell'equatore alle 9:45 am (GMT) +/- 15 minuti (rotta discendente); in base a tale assetto la copertura per i giorni d'interesse è discontinua

Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Band	Wavelength	Useful for mapping
Band 1 - blue	0.45-0.52	Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation
Band 2 - green	0.52-0.60	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor
Band 3 - red	0.63-0.69	Discriminates vegetation slopes
Band 4 - Near Infrared	0.77-0.90	Emphasizes biomass content and shorelines
Band 5 - Short-wave Infrared	1.55-1.75	Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds
Band 6 - Thermal Infrared	10.40-12.50	Thermal mapping and estimated soil moisture
Band 7 - Short-wave Infrared	2.09-2.35	Hydrothermally altered rocks associated with mineral deposits
Band 8 - Panchromatic (Landsat 7 only)	0.52-0.90	15 meter resolution, sharper image definition

Bande spettrali rilevate dal sensore TM

Caratteristiche Landsat 5 slide 2/2

- Strisciata larga circa 180 km (ciascuna immagine copre un'area di circa 33.000 km²)
- Risoluzione geometrica pari a 30 metri (ad esclusione della banda 6 per la quale è pari a 120 m)
- Immagini calibrate radiometricamente e ortorettificate attraverso l'uso di punti di controllo a terra (*Processing Level 1*)
- Formato immagini: GeoTIFF (WGS84 – UTM ZONE 32)
- Accuratezza globale della georeferenziazione ≤ 12 metri espressa come errore quadratico medio (RMSE)

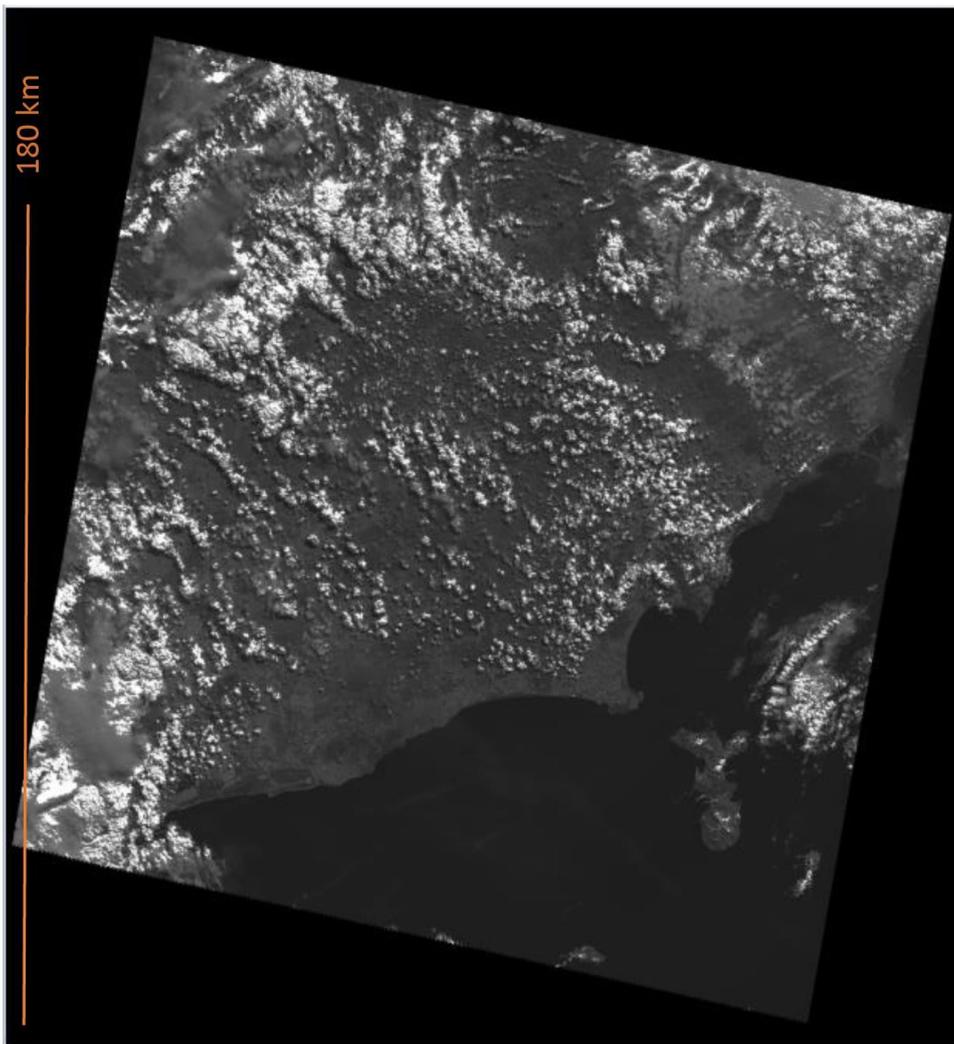
Esempio: Immagine Landsat 5

LT05_L2SP_192030_19910604_20200915_02_T1_
SR_B5.TIF (banda 5 = *short wave infrared*)

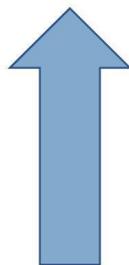
24 settembre 1991

**DATUM: World Geodetic System
1984 (Ellissoide WGS 84)
proiezione UTM / Zona 32
codice EPSG: 32632 (European
Petroleum Survey Group)**

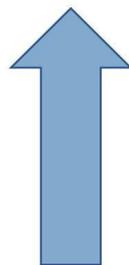
Tutte le immagini Landsat utilizzate sono liberamente
disponibili *on line* sul portale
<https://earthexplorer.usgs.gov/>



Georeferenziazione degli elementi essenziali per le valutazioni



Le immagini Landsat 5 utilizzate erano **già georeferenziate all'origine** dall'ente che le ha emesse, l'*U.S. Geological Survey (USGS)*, **quindi non è stato necessario o realizzato alcun ulteriore intervento sul posizionamento**



La cartografia nautica, riportante l'area di divieto, **è stata georeferenziata mediante strumento software GIS** "QGIS Geographic Information System vers. 2.18.25 - <http://www.qgis.org>)"



La cartografia nautica è stata messa in relazione con le immagini satellitari Landsat 5

Posizionamento Immagine Landsat 5 effettuato da USGS – Prima verifica

Tramite punti di controllo a terra (*ground control point*)



Accuratezza globale della georeferenziazione ≤ 12 metri
espressa come errore quadratico medio

Con riferimento all'immagine del 24/9/1991 lo **scostamento medio** per i punti di riferimento lungo la direzione x è pari a **3.45m** mentre il massimo è pari a ca. 8.46m (lungo la direzione y si hanno valori leggermente inferiori)

Nella *slide* seguente la prima pagina della tabella dei GCP fornita da USGS

Wed. Feb. 14, 2018 LAMDSAT 5 Time: 08:31

Image Assessment System
 GCP Residual Report

WOID: L26646387 Path/Row: 192 / 030

LOR Reference Image: L51FUI1091267090100_HDF.180450940
 Acquisition Date: Sep 24, 1991

Band Number: 5

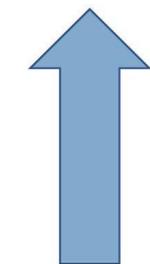
GLS date for each WRS-2 path/row used:

Path Row Date
 192 030 06-20-2000

Point_ID	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Height (meters)	Across Scan Residual (meters)	Along Scan Residual (meters)	Residual In y dir (meters)	Residual in x dir (meters)
1920300001_01	43.872355	10.286435	45.000	-4.284	-3.106	-3.689	-3.791
1920300002_01	43.513862	10.314425	48.562	-1.278	-0.746	-1.131	-0.954
1920300006_01	42.589149	10.053508	56.802	1.212	6.966	-0.010	7.069
1920300007_01	43.819792	10.414382	56.341	5.904	4.464	5.052	5.407
1920300008_01	43.642500	10.355538	48.354	-4.180	4.100	-4.821	3.324
1920300009_01	43.207376	11.773902	306.526	-3.325	2.627	-3.725	2.016
1920300011_01	43.551629	10.295190	50.153	1.843	-4.683	2.619	-4.298
1920300013_01	42.583521	10.106059	49.000	3.677	1.643	3.337	2.252
1920300019_01	42.787712	10.242834	48.702	2.950	-1.991	3.349	-1.453
1920300020_01	43.656528	10.839876	110.261	-2.079	6.807	-3.214	6.349
1920300021_01	43.595197	11.289196	467.131	-5.169	-0.216	-5.053	-1.098
1920300023_01	42.361681	11.153158	64.847	-0.304	-2.147	0.072	-2.167
1920300025_01	43.123789	12.054073	307.598	1.431	2.433	0.991	2.643
1920300026_01	42.600557	11.459027	233.675	-4.681	-0.779	-4.475	-1.576
1920300029_01	43.623625	11.541630	224.631	-2.234	-0.079	-2.187	-0.460
1920300030_01	43.042282	10.888072	378.521	1.432	0.981	1.241	1.212
1920300031_01	43.857147	10.668726	132.177	1.465	-2.872	1.934	-2.579

**Stralcio del rapporto
 USGS relativo ai 151
 punti di controllo a terra
 (ground control point)
 dell'immagine del
 24/9/1991**

Posizionamento Immagine Landsat 5 effettuato da USGS – Seconda verifica

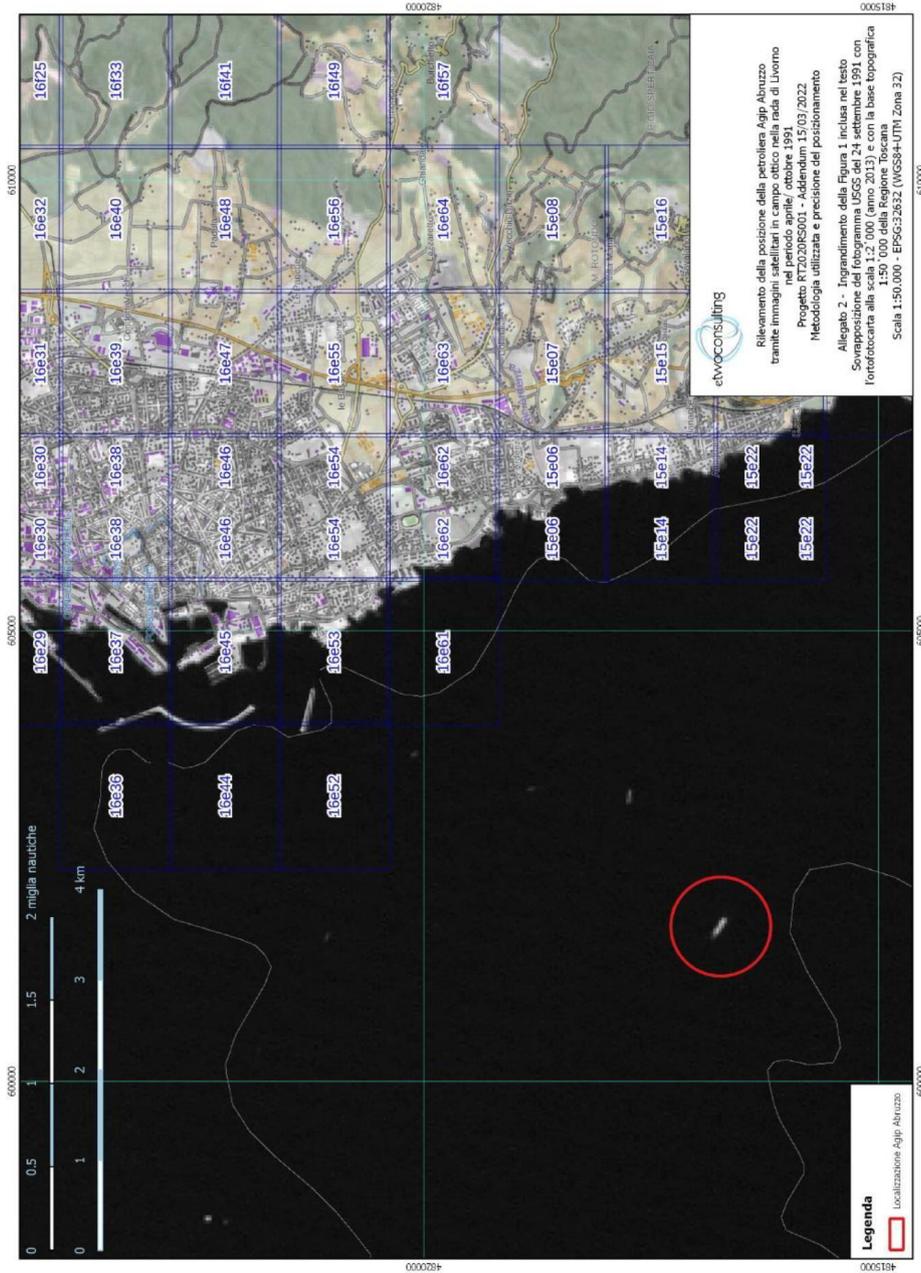


Tramite sovrapposizione / confronto visivo con cartografia realizzata da altro Ente: utilizzo dell'ortofotocarta e della carta tecnica della Regione Toscana:

- ortofotocarta a colori alla scala 1:2000
- base topografica a colori alla scala 1:50000

Entrambe disponibili *on line* tramite servizio WMS della Regione Toscana (Sistema Informativo Territoriale ed Ambientale), indirizzi web riportati nella relazione tecnica di marzo 2022

Posizionamento Immagine Landsat 5: sovrapposizione con cartografia regionale



Posizionamento carta nautica (n.120 ed. 1989)

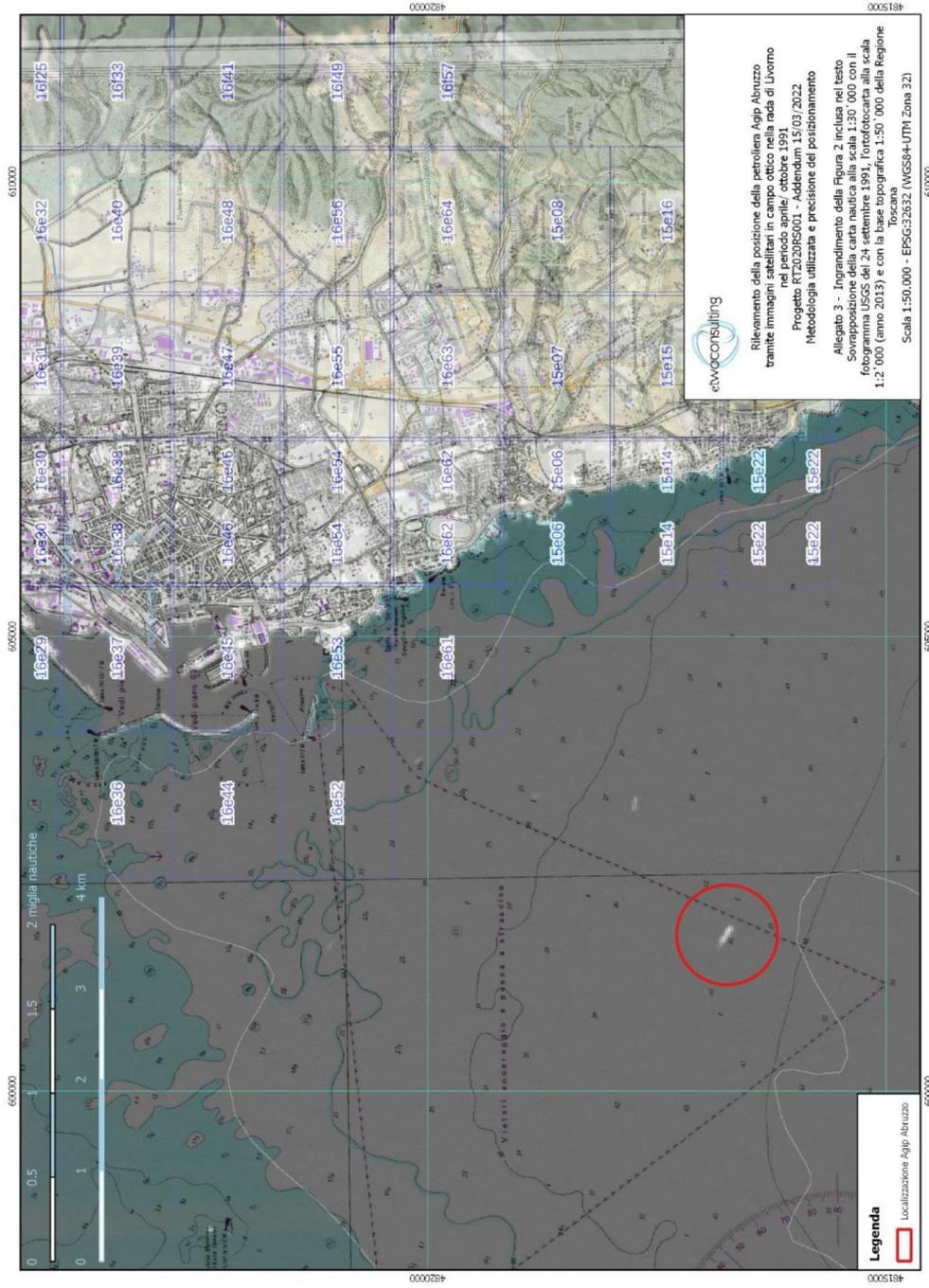
Necessità di mettere in relazione la cartografia nautica con le immagini Landsat all'interno del sistema GIS tenendo presente i diversi sistemi di riferimento cartografici:

- Immagini Landsat: sistema proiettato
- Cartografia nautica: sistema geografico

Uso di due diverse modalità di orientamento della carta nautica con diverso grado di precisione:

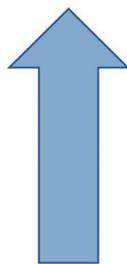
- Utilizzo dello stesso datum (WGS84) impiegato da USGS ma con coordinate geografiche e meridiano di riferimento a Greenwich (EPSG4326), **rif. relazione di marzo 2020**: comporta una leggera traslazione del posizionamento della cartografia nautica (e quindi del triangolo di divieto) verso sud-est (di una quantità paragonabile alla larghezza della nave Agip Abruzzo)
- Utilizzo del datum Monte Mario (Ellissoide internazionale) e meridiano di riferimento a Greenwich (EPSG4265), **rif. relazione „addendum“ di marzo 2022** (conforme alle indicazioni dell'Istituto Geografico Militare: “Nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software gis aggiornata a gennaio 2022”): comporta un posizionamento più preciso della cartografia nautica (incertezza intorno al metro)

Posizionamento carta nautica: sovrapposizione con cartografia regionale



Qualità Posizionamento su GIS – Verifica numerica

slide 1/2



Confronto tra le coordinate calcolate dal software GIS con quelle determinate dallo strumento di conversione *on line* dell'Istituto Geografico Militare «VOL»:

- trasformazione possibile fra i Sistemi Geodetici più utilizzati in Italia: ROMA40, ED50, ETRF89 ed ETRF2000, sia in coordinate geografiche sia nei sistemi piani ad essi normalmente associati, con riferimento ai codici EPSG (*European Petroleum Survey Group*)

Qualità Posizionamento su GIS – Verifica numerica

slide 2/2

Coordinate "cliccate" su GIS		Coordinate calcolate sw IGM		Differenza in metri
EPSG:4265	EPSG:25832 / 32632	Input EPSG:4265	Output EPSG:25832 / 32632	↑ GIS-IGM
10.13332	591446.894	10.13332	591447.620	-0.72600
10.20011	596837.799	10.20011	596838.476	-0.67700
10.26674	602215.703	10.26674	602216.354	-0.65100
10.33332	607589.670	10.33332	607590.303	-0.63300
10.13321	591539.481	10.13321	591539.739	-0.25800
10.19999	596935.581	10.19999	596935.706	-0.12500
10.26666	602322.419	10.26666	602322.811	-0.39200
10.33333	607709.752	10.33333	607709.905	-0.15300
10.26667	602436.125	10.26667	602436.296	-0.17100
10.33335	607829.365	10.33335	607830.171	-0.80600

Confronto tra coordinate "cliccate" su software GIS relative ai punti del reticolato geografico (riproiezione al volo delle coordinate EPSG:4265 nel sistema EPSG:32632) e calcolate dal software dell'Istituto Geografico Militare:

la differenza è sempre inferiore ad 1 metro

NB: per l'area di riferimento il sistema EPSG:32632 fornisce risultati identici a EPSG:25832 utilizzato da IGM

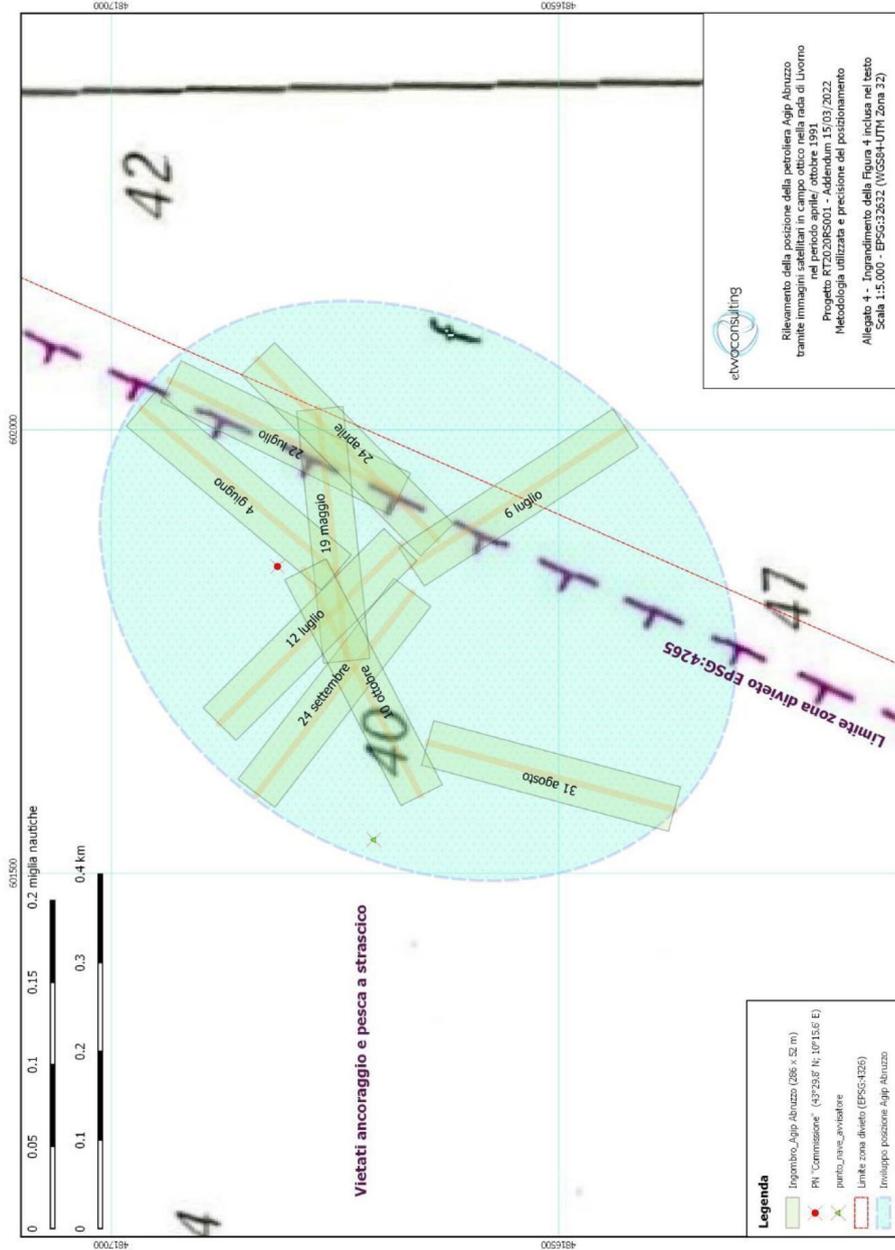
CONCLUSIONI

slide 1/2

- In base alle considerazioni espresse nella relazione «addendum», è possibile affermare che le conclusioni già riportate nella Relazione Tecnica di marzo 2020 sostanzialmente non cambiano, ovvero la nave identificabile come Agip Abruzzo nelle date comprese tra il giorno 24 aprile ed il giorno 10 ottobre dell'anno 1991, è risultata essere sempre posizionata – 5 volte totalmente e 3 volte parzialmente - all'interno dell'area di divieto di ancoraggio e pesca a strascico definita all'epoca del sinistro
- Unica differenza rilevabile grazie al più recente e accurato posizionamento della cartografia nautica (EPSG4265), è che, nelle date 24 aprile e 6-22 luglio, la nave è risultata posizionata nell'area di divieto per una porzione leggermente inferiore rispetto alla valutazione precedente

CONCLUSIONI

slide 2/2



Il materiale:

- ✓ La relazione tecnica «Rilevamento della posizione della petroliera Agip Abruzzo tramite immagini satellitari in campo ottico nella rada di Livorno nel periodo aprile/ ottobre 1991» - marzo 2020
- ✓ La relazione tecnica «Addendum su metodologia utilizzata e precisione del posizionamento» – marzo 2022
- ✓ Questa presentazione in formato pdf

è liberamente disponibile fino al 30/9/2022 al seguente indirizzo:
<https://www.dropbox.com/s/u0y088435pbogq7/Relazione%20Remote%20Sensing%20marzo2%20e%20PT%20maggio22.zip?dl=0>

Per eventuali domande e/o necessità di chiarimento scrivere a:
akomin@etwoconsulting.com



18STC0187940