

L'impiego delle immagini satellitari nel contesto della *due-diligence* volta a prevenire l'importazione di legno illegale, la deforestazione ed il degrado forestale.

Angelo Mariano¹, Michele Munafò², Chiara Cassandro¹, Alice Cavalli³, Luca Congedo², Simonetta Della Rosa¹, Pasquale Dichicco⁴, Chiara Giuliani²

¹ Consorzio Servizi Legno Sughero (Conlegno). angelo.mariano@conlegno.eu; chiara.cassandro@conlegno.eu; simonetta.dellarosa@conlegno.eu

² Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Roma. michele.munaf@isprambiente.it;

luca.congedo@isprambiente.it; chiara.giuliani@isprambiente.it

³ Università della Tuscia, Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Viterbo. alice.cavalli@studenti.unitus.it

⁴ Laboratorio di Geomatica, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università di Firenze, Firenze, Italy. pasquale.dichicco@unifi.it

Articolo disponibile online: <https://www.rivistasherwood.it/t/gestione/immagini-satellitari-contrasto-deforestazione-degrado-forestale.html>

Parole chiave: due-diligence, legalità, rischio, deforestazione, immagini satellitari, legno, geolocalizzazione

Riassunto: Nella legislazione comunitaria va sempre più affermandosi il ruolo della *due diligence* intesa come la raccolta, la verifica e la valutazione delle informazioni necessarie a garantire la legalità e la sostenibilità dei prodotti agroforestali da immettere sul mercato. La Timber Regulation del 2010 (EUTR) obbliga gli importatori ad effettuare le suddette procedure e a dimostrare l'origine legale di legno e derivati destinati alla commercializzazione. Il requisito principale consiste nel rispetto dei limiti imposti dalla legislazione del paese di produzione e quindi nella conformità dei prelievi legnosi effettuati sulla base delle autorizzazioni degli enti localmente preposti. Di recente, l'aumentato interesse per la salvaguardia dell'ambiente, ha portato l'Unione europea a formulare la proposta del nuovo regolamento denominato "Deforestazione Zero" che prevede la *due diligence* anche per determinati prodotti alimentari e che introduce l'obbligo di geolocalizzare le superfici di produzione. Questo lavoro evidenzia come l'interpretazione delle immagini satellitari sia funzionale alla predisposizione della *due diligence* prevista dalle suddette norme comunitarie e fornisce esempi pratici riguardanti il legno proveniente da tre paesi considerati ad alto rischio in termini EUTR.

Keywords: *due-diligence, legality, risk, deforestation, satellite images, wood, geolocation*

Abstract: *The role of due diligence (understood as the collection, verification and evaluation of the information necessary to ensure the legality and sustainability) is becoming increasingly relevant in EU legislation concerning agroforestry products to be placed on the market. The EU Timber Regulation (EUTR) obliges importers to carry out due diligence to ascertain the legal origin of timber and timber products. The main requirement is to comply with the limits imposed by the legislation of the country of production and therefore to comply with the timber harvesting carried out on the basis of authorisations from the local authorities. Recently, increased interest in environmental protection has led the European Union to formulate the incoming "Zero Deforestation" regulation, which also requires due diligence for certain food products and introduces the obligation to geolocate production areas. This paper shows how the interpretation of satellite imagery is functional in the preparation of the due diligence required by the above-mentioned EU regulations and provides practical examples concerning wood from three high risk countries in EUTR terms.*

Premessa

Per fronteggiare la criminalità forestale e la commercializzazione di legno d'origine illegale, l'Unione europea si è dotata dei regolamenti FLEGT¹ (*Forest Law Enforcement Governance and Trade* del 2005 che si basa su accordi bilaterali stipulati tra UE e determinati Paesi esportatori di legname) ed EUTR² (*European Union Timber Regulation* del 2010 che obbliga gli importatori comunitari a condurre propedeutiche verifiche di legalità di legno e prodotti derivati). Inoltre, dallo scorso dicembre, è iniziato l'iter legislativo del nuovo regolamento³ UE con cui si intende contrastare l'immissione sul mercato delle partite di soia, carne bovina, cacao, caffè, olio di palma, legno e derivati, caratterizzate da "deforestazione incorporata", ossia delle merci che hanno indotto fenomeni di distruzione o degrado forestale nei Paesi di produzione.

L'EUTR e la proposta di nuovo regolamento "Deforestazione Zero" - che a regime, lo rimpiazzerà - si basano sulla valutazione obbligatoria del rischio specifico d'illegalità o di deforestazione connesso ai prodotti da immettere sul mercato ed a tal fine, prevedono che importatori e produttori degli Stati membri adottino adeguate procedure di *due diligence*. Il primo passo in tal senso consiste nella raccolta di documenti e di ogni altra informazione necessaria a dimostrare la conformità dell'approvvigionamento che gli operatori si accingono ad effettuare. Tra le informazioni principali, figurano la descrizione e la quantità della merce da immettere sul mercato, l'identificazione del fornitore e del Paese di provenienza, l'indicazione della specie d'origine e la dimostrazione dell'avvenuto rispetto delle leggi vigenti nell'area di produzione. Evidentemente si tratta di informazioni composite ed eterogenee di cui, prima di tutto, è necessario verificare l'attendibilità e poi determinare l'adeguatezza e la sufficienza ai fini della richiesta ricostruzione ideale delle catene di fornitura.

A nove anni dall'entrata in regime d'applicazione dell'EUTR, risulta ormai evidente come in alcuni casi sia particolarmente arduo minimizzare efficacemente il rischio d'illegalità dei prodotti e dimostrare che il prelievo legnoso iniziale (taglio boschivo) sia, non soltanto noto ed autorizzato, ma anche effettuato nel pieno rispetto della legislazione forestale localmente vigente. Tali difficoltà riguardano in particolare i prodotti a filiera molto articolata (carta, mobili, ecc.) ed i Paesi caratterizzati da alti tassi di corruzione, bassa *governance* forestale e regimi politici instabili o non democratici. Ciò ha portato la Commissione europea ad individuare, tra le possibili misure di mitigazione del rischio, la consultazione delle immagini satellitari delle aree di taglio, attribuendo a questo accertamento una validità oggettiva, ben superiore a quella della documentazione cartacea comunemente acquisita dall'operatore nella fase iniziale dell'accesso alle informazioni valutabili.

L'impiego delle immagini satellitari a supporto della *due diligence*, già raccomandato⁴ (in ambito EUTR) per le importazioni di legno dal Brasile, dalla Federazione russa e dall'Ucraina, è maggiormente riconosciuto dal regolamento "Deforestazione Zero" che prevede la geolocalizzazione obbligatoria di ciascuna unità territoriale (appezzamento) boschiva, agricola o zootecnica in cui sono state prodotte le materie di base delle merci che si intendono immettere sul mercato comune.

In questo lavoro si riportano alcuni esempi concreti dell'interpretazione di immagini satellitari volta a valutare, a fini EUTR, la regolarità dei prelievi legnosi effettuati in Brasile, Repubblica del Congo e Federazione russa. Per quanto riguarda quest'ultima, si evidenzia che gli approvvigionamenti oggetto di studio (risalenti al 2021) esulavano dall'applicazione delle sanzioni, imposte nel corso del 2022 dal Consiglio dell'Unione europea, che vietano l'importazione di legno e derivati d'origine russa⁵.

La scelta dei quattro casi considerati è puntualmente motivata nel seguente paragrafo, ma è bene notare che analisi simili potrebbero essere condotte per qualsiasi foresta del mondo, incluse quelle dell'Unione europea e dell'Italia. Ciò, fermo restando che dimostrare la legalità e la completa conformità (in termini EUTR) del legno nazionale o d'origine comunitaria - generalmente caratterizzato da catene di fornitura semplici e ben documentate - è cosa molto più agevole rispetto a quanto è necessario fare per materiale importato da ambiti territoriali remoti e soprattutto penalizzati da controlli forestali insufficienti o inadeguati. Per il momento, le indagini qui descritte vanno intese come possibili misure di mitigazione del rischio da intraprendere a giusto completamento delle procedure di *due diligence* che precedono l'importazione di prodotti regolamentati d'origine extra-comunitaria.

Descrizione dei casi studio

I casi analizzati sono stati selezionati in funzione di vari parametri tra cui, *in primis*, l'alto rischio comunemente attribuito ai suddetti Paesi dai più comuni indicatori internazionali di riferimento (CPI⁶, FIW⁷, FSI⁸, RLI⁹, WRI¹⁰) e dal sistema di *due diligence* Legnok di Conlegno¹¹ - *Monitoring Organisation* EUTR riconosciuta dalla Commissione europea nel 2013¹². Un altro criterio della selezione riguarda l'opportunità di riferirsi a tipologie forestali e relative forme di trattamento selvicolturale fondamentalmente diverse; ciò al fine di meglio esplorare le capacità ed i limiti delle suddette tecniche d'interpretazione.

A corollario, vale la pena di ricordare che la Federazione russa detiene il primato mondiale in quanto a consistenza delle risorse forestali¹³ (20% del totale globale) ed esportazione¹⁴ di legname e che, sebbene le importazioni (italiane e comunitarie) di legno tropicale siano mediamente in calo¹⁵, il Brasile (secondo Paese al mondo per estensione forestale - con il 12% del totale mondiale, nonché importante realtà in termini di arboricoltura da legno¹⁶) resta tra i *partner* commerciali di maggiore interesse per l'UE. Inoltre, questi due grandi Paesi sono oggetto di assidua attenzione da parte delle ONG d'investigazione ambientale che pubblicano frequentemente rapporti^{17,18,19} allarmanti incentrati sulla scarsa *governance* forestale e sull'alta incidenza dei fenomeni distruttivi che li contraddistinguono. Nello specifico, si può riassumere che le foreste russe sono messe a rischio da ingenti tagli illegali volti a mobilitare grandi volumi legnosi da destinare principalmente all'esportazione mentre, quelle brasiliane, soprattutto da una continua deforestazione mirante a creare nuovi ambiti per l'agricoltura industriale e l'allevamento bovino. In ultimo, il Congo è stato considerato per l'appartenenza al continente africano (prioritario in termini di conservazione della natura), per l'alto tasso di deforestazione caratteristico del Paese^{20,21}.

Il seguente riquadro contiene una descrizione sintetica delle procedure autorizzative dei tagli boschivi vigenti nei tre suddetti Paesi.

Federazione russa: tutte le foreste appartengono allo Stato e sono regolamentate dalla specifica legge del 2006^{22,23}. Il prelievo legnoso da parte dei privati è subordinato ad un contratto pluriennale "d'affitto forestale" (variabile da 10 a 49 anni) o annuale "di vendita di lotti forestali", da stipulare con l'Amministrazione pubblica territorialmente referente. Ogni anno, il detentore del contratto invia una "dichiarazione forestale" all'ente preposto indicando superfici, volumi e specie legnose da utilizzare. Nel 2015 è stato istituito il sistema elettronico "LESEGAIS"²⁴ per la registrazione di quantità e tipologia del legname prelevato in foresta e successivamente commercializzato. Prima

delle sanzioni UE, il sistema era liberamente accessibile agli operatori EUTR e forniva informazioni utili per la *due diligence*.

Brasile: il codice forestale del 2012^{25, 26, 27} prevede che l'abattimento di specie legnose autoctone debba rientrare in "piani di gestione forestale sostenibile" regolarmente compilati dall'impresa forestale interessata ed approvati dall'Amministrazione pubblica competente dello Stato federato. L'impresa è anche tenuta a presentare un piano operativo di taglio annuale al quale, se accolto, fa seguito l'autorizzazione finale che definisce il prelievo consentito in termini di specie e volume. Dal 2011 le autorizzazioni ed i documenti di trasporto del legname vengono registrati da un sistema elettronico²⁸ continuamente aggiornato.

Congo: La legge n. 33-2020 dell'8 luglio 2020^{29,30} regola il settore forestale e stabilisce le regole del prelievo e del commercio dei prodotti forestali. Lo Stato definisce le politiche di gestione e conservazione delle foreste pubbliche che fanno capo al *Ministère de l'Economie Forestière - MEF*³¹. Nel Paese si contrano 48 unità di gestione (*Unités Forestières d'Aménagement - UFA*) con designazioni forestali diverse: produzione, protezione, conservazione o ripristino funzionale. Lo Stato concede i diritti di prelievo legnoso ad organizzazioni private (nazionali o internazionali) che si aggiudicano le relative gare d'appalto. Il ministero competente, a seconda dei casi, rilascia quattro diversi tipi di autorizzazione denominati: Convenzione di trasformazione industriale (CTI), Convenzione di sviluppo e trasformazione (CAT), Permesso di Taglio di piantagione (PCBP) e Permessi speciali (PS).

Materiali e metodi

La localizzazione dei prelievi legnosi esaminati deriva dall'analisi dei permessi di taglio facenti parte della documentazione raccolta dagli importatori con l'obiettivo di impostare la *due diligence* obbligatoria, preventiva degli approvvigionamenti di legno e derivati. Di seguito le caratteristiche forestali e le altre informazioni contenute nella suddetta documentazione e considerate ai fini del presente lavoro.

Federazione russa - Tagli a raso eseguiti in due zone diverse di una foresta boreale coetaniforme a dominanza di conifere, sottoposta a rinnovazione artificiale posticipata. I vertici del perimetro delle aree oggetto di concessione sono indicati attraverso una lista di coordinate geografiche.

Brasile - Taglio a scelta in foresta disetanea di latifoglie tropicali. L'autorizzazione riporta le coordinate geografiche del punto in cui vengono concentrati i tronchi e l'immagine complessiva dell'area di taglio.

Congo - Taglio a scelta in foresta disetanea di latifoglie tropicali. Nell'autorizzazione sono indicate le coordinate dei vertici dell'area oggetto della concessione.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con tutte le informazioni estrapolate dalla documentazione, utili all'analisi di due diligence (**Tabella 1**).

Tabella 1. Dati estrapolati dalla documentazione

Paese	Regione	Superficie (ha)	Tipo di taglio	Volume autorizzato al taglio (m³)	Data inizio concessione	Data fine concessione
Federazione Russa	Kirov	23	Raso	--	27/01/2021	31/12/2021
Federazione Russa	Kirov	32,2	Raso	--	02/02/2021	31/12/2021
Brasile	Matogrosso	2.976	Selettivo	38.343	10/06/2018	11/08/2019
Congo	Kabo	4.425	Selettivo	71.389	01/01/2018	31/12/2018

La metodologia messa a punto per l'analisi si basa sull'utilizzo di piattaforme di processamento e dati liberamente accessibili.

I dati riguardano le missioni Sentinel-2 e Sentinel-1 sviluppate dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA), nell'ambito del programma Copernicus, per il monitoraggio della Terra³².

I satelliti Sentinel-2 attraverso il loro sensore ottico forniscono immagini multispettrali ad alta risoluzione spaziale (10 metri), a scala globale, di tutte le terre emerse e le acque costiere (e tutto il Mar Mediterraneo). Ogni punto della superficie terrestre è ripreso, con lo stesso angolo di vista, ogni 5 giorni. Il tempo di rivisita si riduce alle latitudini più elevate considerando angoli di acquisizione diversi. I satelliti Sentinel-1 forniscono dati RADAR ad apertura sintetica (SAR), a livello globale, con una risoluzione temporale di 6 giorni a latitudini equatoriali¹. Il dato SAR risente poco delle condizioni atmosferiche e permette l'acquisizione di informazioni in qualsiasi situazione meteorologica. Per questo studio sono stati utilizzati dati Sentinel-1 GRD geocodificati e con informazioni sull'ampiezza del segnale radar.

La piattaforma su cui è stata sviluppata la metodologia di processamento dei dati è Google Earth Engine (GEE)³³. Questa permette di eseguire analisi geospaziali in ambiente cloud, mettendo direttamente a disposizione un grande quantitativo di dati, tra cui quelli derivanti dalle missioni Sentinel, permettendo di ottimizzare tempi e risorse e di effettuare analisi multitemporali, su grandi

¹ Dal 23 dicembre 2021 Sentinel-1B non fornisce più dati a causa di un'anomalia non ancora risolta. Senza la disponibilità di questo satellite la risoluzione temporale dei dati SAR si abbassa a 12 giorni.

e piccole aree, in pochissimo tempo. I risultati derivanti dal processamento in cloud sono stati successivamente analizzati su QGIS, un software open source che permette la visualizzazione e l'analisi di dati geospaziali.

La procedura seguita per l'analisi è sintetizzata nella Figura 1. Dopo aver estrapolato dalla documentazione raccolta dagli importatori tutte le informazioni necessarie per l'analisi (**Tabella 1**), si estraggono in modo automatico, con metodi di riconoscimento ottico dei caratteri, le coordinate dei poligoni delle aree oggetto delle concessioni. L'estrazione automatica si rende necessaria soprattutto in presenza di elenchi con centinaia di punti. Il passaggio successivo prevede l'utilizzo della piattaforma di elaborazione in cloud. Il codice sviluppato su GEE, nel linguaggio JavaScript, permette l'importazione dei poligoni delle aree di taglio e su di essi l'elaborazione di indici vegetazionali (NDVI) o la selezione di immagini SAR. Tutte le elaborazioni vengono ristrette alle immagini con bassa nuvolosità, cercando di fotografare il periodo immediatamente prima dell'inizio della concessione di taglio e quello successivo alla sua scadenza. Infine i risultati vengono analizzati utilizzando il software GIS, in cui vengono importati gli output del processo automatico e interpretati per verificare, attraverso fotointerpretazione, la corrispondenza con quanto indicato nei documenti delle concessioni di taglio.



Figura 1. Schematizzazione della procedura

Risultati e discussioni

Federazione russa - I tagli hanno riguardato 2 aree distinte, la prima di 23 ettari e la seconda di 32,2 ettari. Seguendo le coordinate contenute nella documentazione, la costruzione dei poligoni ha visto l'esclusione di alcuni punti esterni alle aree di taglio. La prima coppia di coordinate dell'area 1 e le prime 2 coppie dell'area 2 non sono state considerate in quanto corrispondenti a punti presi erroneamente, ricadenti su strade e non collegabili al perimetro delle zone (Figura 2). L'area circoscritta dai poligoni ricavati coincide con quella indicata nella concessione.

Per entrambe le aree di taglio la fine della concessione era prevista per il 31 dicembre 2021, l'inizio, invece, per la prima area (a destra nelle Figura 2 e 3) era il 27 gennaio mentre per la seconda area (a sinistra nelle Figura 2 e 3) il 2 febbraio 2021. Analizzando le immagini satellitari antecedenti alle date di inizio si nota la presenza di copertura vegetale uniforme all'interno dei poligoni indicati nella documentazione. Nella Figura 2, infatti, si notano valori alti di NDVI all'interno di entrambi i poligoni.

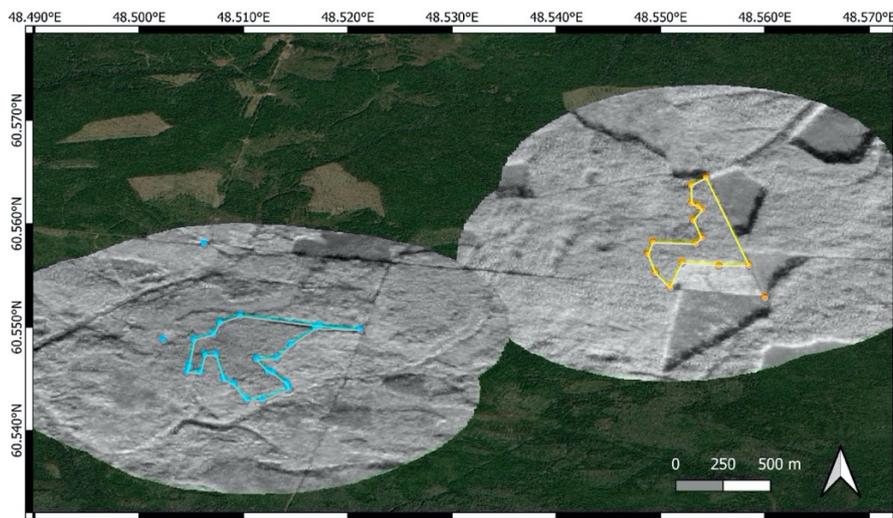


Figura 2. NDVI precedente l'inizio della concessione. Il poligono giallo, a destra nell'immagine, rappresenta l'area 1 di 23 ettari. Il poligono azzurro, a sinistra nell'immagine, rappresenta l'area 2 di 32.2 ettari. All'esterno dei poligoni si osservano i punti esclusi.

Alla fine della concessione entrambe le aree risultano completamente tagliate e caratterizzate da valori di NDVI molto bassi (Figura 3).

Indagando anche altre date intermedie al periodo di concessione, si è potuto notare come i 23 ettari della prima area sono stati tagliati ed esboscati in circa due settimane dall'inizio della concessione. Il 19 febbraio risultano completamente tagliati anche i 32 ettari del secondo lotto.

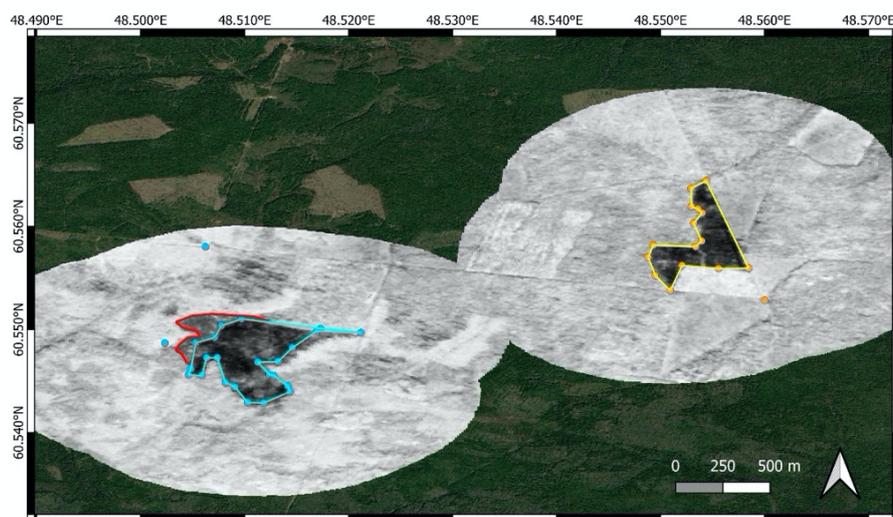


Figura 3. NDVI successivo alla fine della concessione di taglio. Vicino alla zona 2, a sinistra nell'immagine, è circoscritta in rosso un'area di taglio esterna al poligono della concessione.

Per quanto riguarda l'area 2, le immagini relative alla fine del periodo di concessione hanno permesso di evidenziare la presenza di tagli avvenuti (molto probabilmente a seguito di un'altra autorizzazione) anche oltre i limiti indicati dal poligono, su una superficie di circa 7,4 ettari (Figura 3). Da un'esame approfondito della documentazione disponibile, si evince che la produzione media di legname per ogni ettaro è di circa 218 metri cubi. Considerando questo valore si può stimare una massa asportata dall'area esterna alla concessione pari a circa 1.600 m³ di legname.

Il monitoraggio dell'area 1 è stato effettuato utilizzando, oltre alle immagini ottiche, anche le immagini SAR GRD di Sentinel-1. Questa tecnica ha fornito dei risultati soddisfacenti per quanto riguarda il rilievo di tagli a raso anche in presenza di copertura nuvolosa, superando quindi i problemi legati ai dati derivanti da sensori ottici che potrebbero limitare le attività di monitoraggio soprattutto in quelle zone stagionalmente coperte da nuvole per periodi lunghi. Osservando la Figura 4 si può notare una diminuzione dei valori di ampiezza del segnale radar dopo il taglio degli alberi.

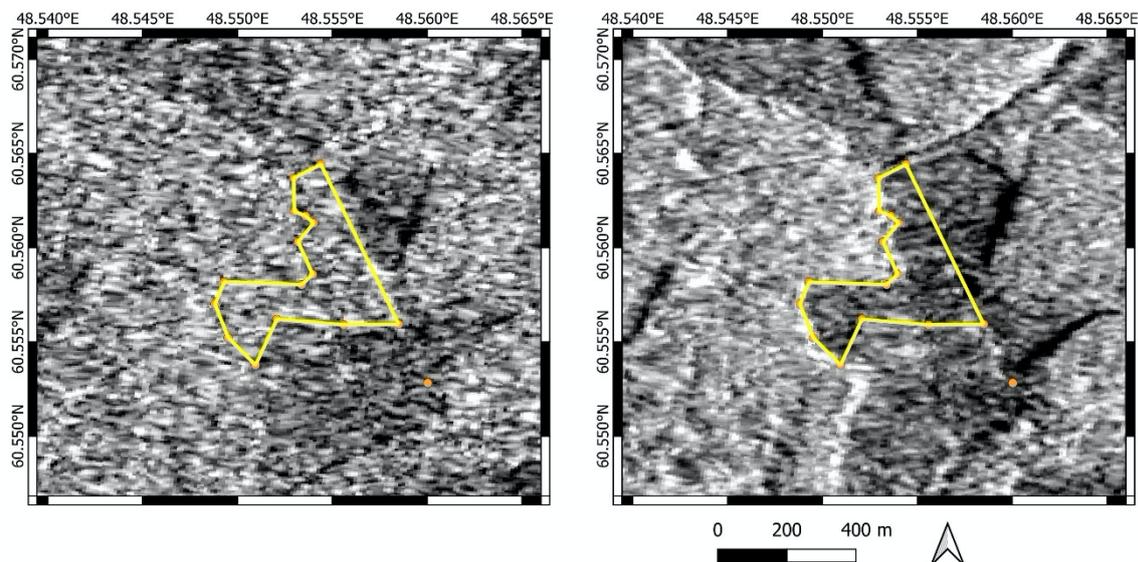


Figura 4. Immagini Sentinel-1 GRD acquisite prima (a sinistra) e dopo (a destra) il periodo della concessione.

Brasile - L'area di taglio nella regione del Mato Grosso è di circa 3.000 ettari. La concessione, che dura più di un anno, prevede più di 38.000 metri cubi di legname asportabile. Anche se sono state indicate le coordinate di un solo punto limitrofo all'area, è stato possibile risalire al perimetro di tutta la zona fotointerpretando un'immagine allegata alla documentazione. La concessione in questione specifica, inoltre, che nel periodo indicato potrà essere soggetta a taglio solo metà dell'area mentre per la restante parte ci sarà bisogno di una nuova concessione (Figura 5).

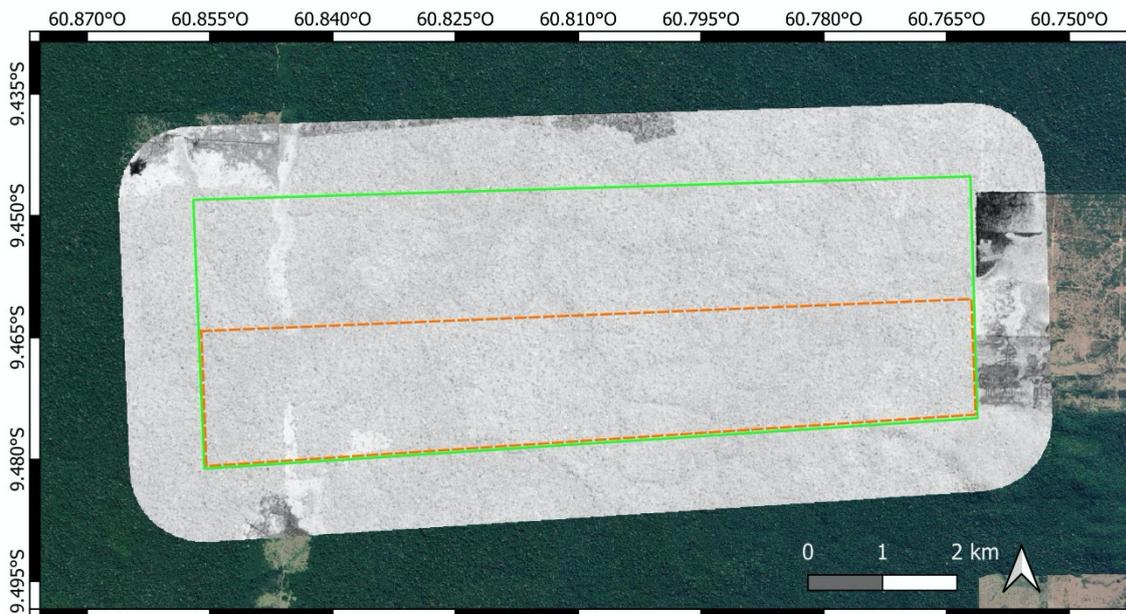


Figura 5. NDVI precedente l'inizio della concessione. In verde è identificata l'intera area oggetto della concessione. Il poligono tratteggiato identifica la metà che può essere subito tagliata.

Confrontando gli NDVI, calcolati prima e dopo il periodo di validità della concessione, si nota la comparsa di macchie più scure, distribuite nella metà sottostante, assimilabili a un taglio selettivo (Figura 6). Le macchie più scure sono dovute a valori molto bassi di NDVI che significano mancanza di vegetazione, in particolare sembra delinearsi un sentiero principale da cui partono delle diramazioni laterali.

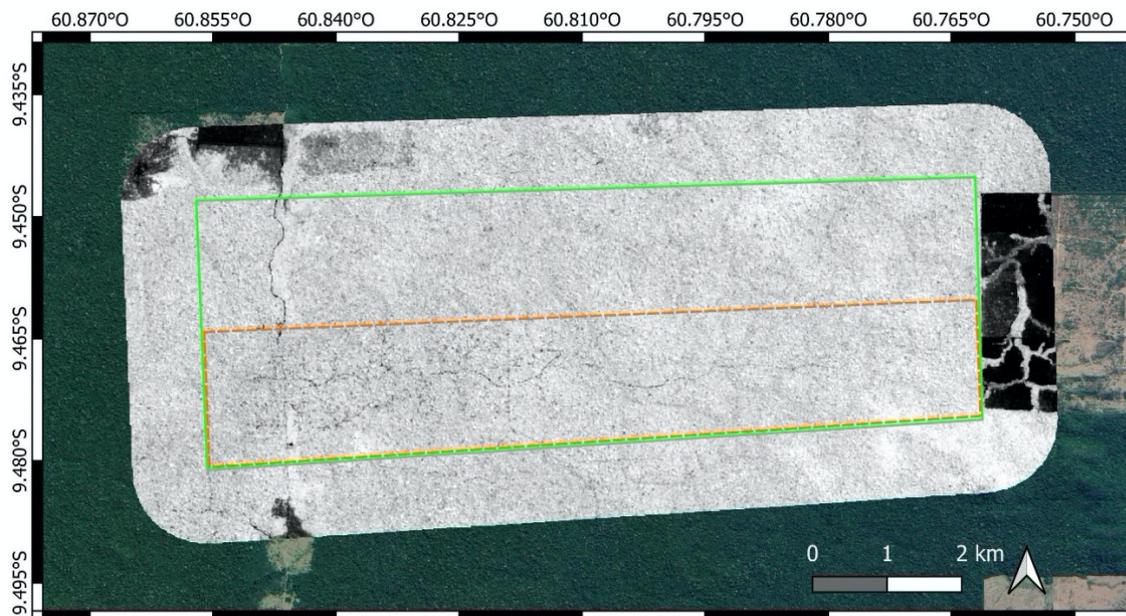


Figura 6. NDVI successivo alla fine della concessione di taglio.

Estendendo l'analisi delle immagini satellitari fino a 2 mesi oltre la fine della concessione, si può notare un aumento delle macchie nere con basso NDVI, verso ovest nella metà della zona soggetta a taglio (Figura 7). Dato che le informazioni necessarie per la *due diligence* a cui l'importatore ha avuto accesso si limitavano alla durata della concessione, non è possibile stabilire se gli ulteriori prelievi legnosi eseguiti siano stati oggetto di una rinnovata autorizzazione o di tagli abusivi.

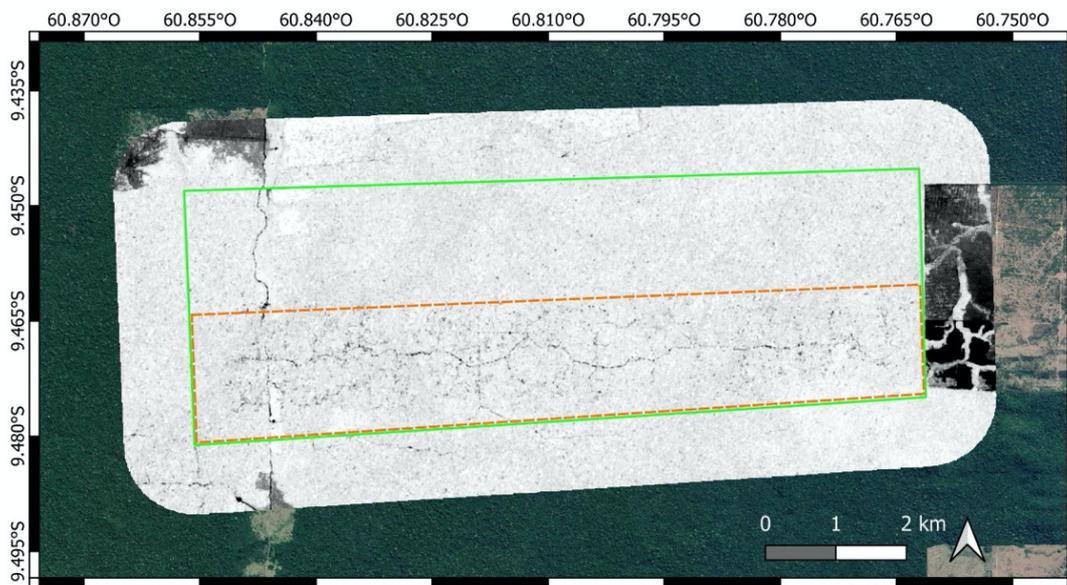


Figura 7. NDVI calcolato a 2 mesi dalla fine del periodo di concessione.

A differenza dei tagli a raso, i tagli selettivi devono rispettare i limiti di legname asportabile indicati nell'autorizzazione. Nel caso specifico la concessione indica anche il volume ammesso per ogni singola specie forestale. La stima del volume di legname prelevato, soprattutto se distinto per specie forestale, è di difficile attuazione attraverso la metodologia implementata in questo studio e dovrebbe essere soggetta ad analisi più complesse e alla disponibilità di informazioni dendrometriche della zona.

Congo – L'area di studio è situata nella regione di Kabo e secondo la documentazione fornita agli importatori, si estenderebbe su una superficie di oltre 4.400 ettari. Utilizzando le coordinate indicate nella stessa documentazione l'area risulta più piccola e pari a 3.740 ettari. La tipologia di taglio è a scelta e il periodo è riferito all'intero anno solare 2018.

Dall'analisi dell'indice vegetazionale NDVI pre e post concessione si nota come l'area presenti un inizio di taglio già prima della concessione, collegato ad un taglio precedentemente effettuato sull'area contigua a sud (Figura 8).

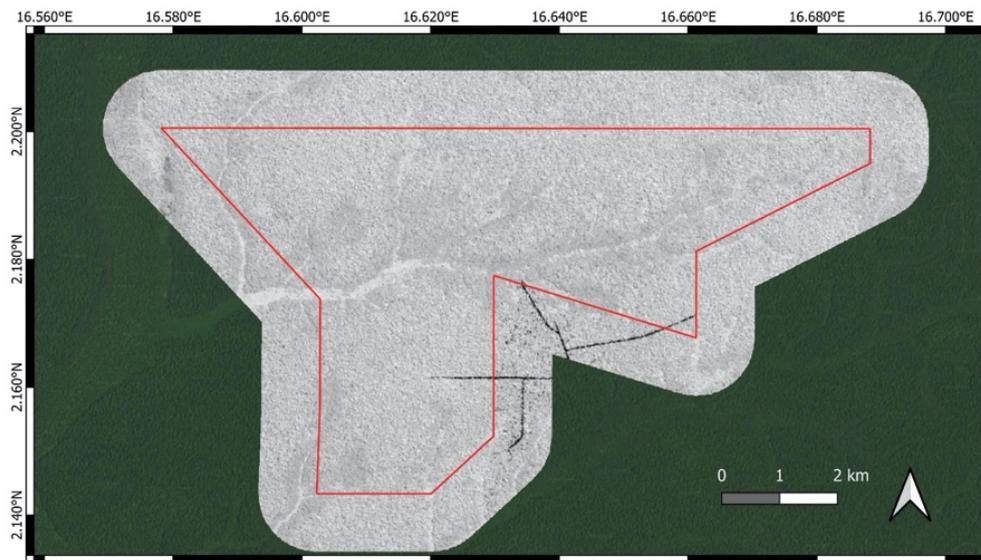


Figura 8. NDVI antecedente alla concessione.

Le linee scure che si diramano verso il poligono di interesse rappresentano zone prive di vegetazione, probabilmente dei sentieri di esbosco su cui confluisce tutto il legname tagliato nelle zone limitrofe. Infatti, nella stessa immagine si notano delle piccole macchie nere a destra e sinistra di ogni linea nera.

Analizzando l'immagine relativa alla fine della concessione si può notare come la diramazione delle linee nere sia continuata all'interno di tutto il poligono, espandendosi anche verso l'esterno (Figura 9) e questo comprova le utilizzazioni boschive effettivamente eseguite. Evidentemente, anche in questo caso, l'insieme delle informazioni disponibili non consente di determinare se i tagli effettuati prima del 2018 siano stati condotti legalmente (autorizzati in base ad un altro permesso di taglio) o abusivamente.

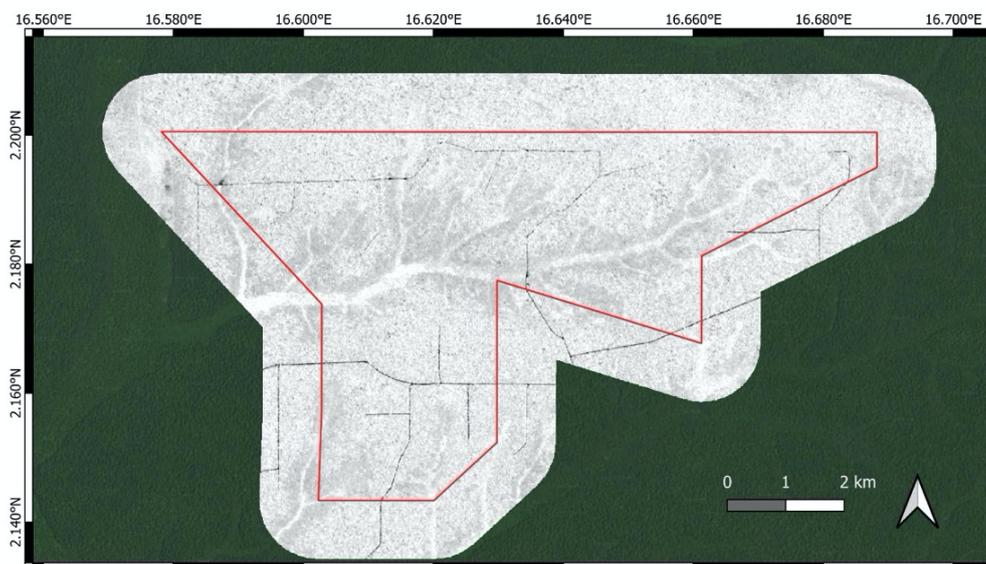


Figura 9. NDVI successivo al periodo di concessione.

Conclusioni

L'analisi condotta in questo studio aveva come principale obiettivo l'esplorazione delle potenzialità del monitoraggio satellitare nel contesto della *due diligence* volta a prevenire l'importazione di legno illegale, la deforestazione ed il degrado forestale. I risultati delle analisi hanno dimostrato le grandi potenzialità del monitoraggio satellitare e nello specifico, le possibilità offerte dalle immagini Sentinel di Copernicus.

Le immagini Sentinel rappresentano un ottimo strumento per le indagini descritte in questo studio grazie alle loro caratteristiche legate alle risoluzioni spettrale, spaziale, temporale e radiometrica. Inoltre, l'utilizzo congiunto del dato ottico (Sentinel-2) e di quello RADAR (Sentinel-1) permette di sfruttare le potenzialità del dato multispettrale, utile all'elaborazione degli indici di vegetazione. Ciò, senza subire i limiti caratteristici del monitoraggio da sensori ottici, legati principalmente alla possibile presenza di copertura nuvolosa in alcuni scenari temporali, utilizzando quando e dove necessario il dato elaborato RADAR.

Le elaborazioni presentate per i casi di studio in esame mostrano buoni risultati nel caso di tagli selettivi e soprattutto nel monitoraggio di tagli a raso, per i quali è possibile delineare con grande accuratezza le superfici interessate dai prelievi e dove, in possesso di informazioni ancillari, sarebbe possibile la stima del quantitativo di massa legnosa asportata.

La grande disponibilità di immagini satellitari sulla stessa area nel corso dell'anno e il libero accesso ad esse grazie al programma Copernicus, permettono di monitorare con grande cura il periodo temporale previsto dalle concessioni e, laddove necessario, di estendere il periodo di controllo al di là del termine dell'autorizzazione. Tale opportunità consentirebbe di dar luogo ad ulteriori indagini e verifiche miranti, oltre a constatare la legalità dei singoli tagli (e quindi degli approvvigionamenti da essi originati), anche a valutarne la compatibilità ambientale in periodi prolungati e più coerenti con i tempi della normale gestione forestale. Se tali accertamenti più approfonditi esulano dal contesto stretto della *due diligence* EUTR, appare evidente come gli stessi rappresentino degli strumenti d'elezione nel caso in cui si voglia effettivamente valutare il reale e complessivo impatto delle utilizzazioni e delle altre attività antropiche sulle foreste.

Quest'ultima considerazione acquisisce un particolare significato in virtù del mutato paradigma introdotto dal legislatore comunitario con il futuro regolamento "Deforestazione Zero" in cui i due presupposti della Legalità e della Sostenibilità, non solo convergono a livelli di finalità generali, ma costituiscono gli aspetti fondanti degli obblighi conferiti a chi commercializza legno e derivati, caffè, cacao, soia, olio di palma, bovini ed alcuni prodotti ad essi correlati.

Sito-bibliografia

- 1 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32005R2173&from=IT>
- 2 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0995&from=EN>
- 3 https://ec.europa.eu/environment/publications/proposal-regulation-deforestation-free-products_en
- 4 <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/meetings/consult?lang=en&meetingId=23097&fromExpertGroups=true>
- 5 <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/sanctions/restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/>
- 6 <https://www.transparency.org/en/cpi/2021>
- 7 <https://freedomhouse.org/report/freedom-world/2021/democracy-under-siege>
- 8 <https://fragilestatesindex.org/>
- 9 <https://worldjusticeproject.org/rule-of-law-index/>
- 10 <https://www.wri.org/initiatives/environmental-democracy-index>
- 11 <https://legnok.conlegno.eu/>
- 12 <https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/Conlegno.pdf>
- 13 <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en/>
- 14 <https://internationalforestindustries.com/2020/02/07/softwood-lumber/>
- 15 <https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2021/12/Timber-11.0.pdf>
- 16 <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/orms.2020.02.03/full/>
- 17 <https://eia-global.org/subinitiatives/russia>
- 18 <https://news.mongabay.com/2021/09/illegal-logging-reaches-amazons-untouched-core-terrifying-research-shows/>
- 19 <https://www.wwf.org.uk/press-release/illegal-deforestation-report-brazil>
- 20 <http://www.commodafrica.com/01-07-2021-la-deforestation-en-cote-divoire-est-la-plus-forte-dafrique-avec-90-de-la-foret-disparue>
- 21 https://www.lemonde.fr/afrique/article/2021/06/23/en-cote-d-ivoire-une-armee-verte-lutte-contre-la-deforestation_6085397_3212.html
- 22 <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC068489>
- 23 https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/Country_overview_Russian_Federation_03_10_2018.pdf
- 24 <https://lesegais.ru/open-area/deal>
- 25 <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC113357>
- 26 https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/Country_overview_Brazil_03_10_2018.pdf
- 27 https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/201209%20EUTR%20EG%20Country%20conclusions_Brazil_final.pdf
- 28 <https://dados.gov.br/dataset/documento-de-origem-florestal-dof-autorizacoes-de-exploracao-florestal-autex>

29 The Forest Code (Law no. 2019-675 of 23 July 2019) (repeals Forest Code of 2014, Law No. 2014-427 of July 14, 2014) <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC189532/>

30https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/EUTR%20country%20overview_Republic%20of%20Congo%20_November%202020_EN.pdf

31 <https://www.eauxetforets.gouv.ci/>

32 <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>

33 Gorelick N, Hancher M, Dixon M, Ilyuschenko S, Thau D, Moore R (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 2020: 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>