

La transizione energetica

Proposta didattica in tempi di transizione energetica: il crimine idrocarburico

Adriano Francescangeli

Sezione Accise - Ufficio Affari Generali DT VIII - Agenzia delle Dogane e dei Monopoli
e-mail: adriano.francescangeli@adm.gov.it

Abstract. Chemistry teaching is receiving many contributions aimed at raising students' awareness of our society's need for an energy transition.

This paper describes a phenomenon, hydrocarbon crime, which despite its relevance is scarcely known to the public and is often absent in debates on the transition to renewable sources. It also describes the socio-economic and environmental consequences of criminal infiltration in the supply and distribution of the hydrocarbons sector. Furthermore, it is emphasized that this epochal transition cannot be separated from a restoration of legality in the current context of the fossil fuel market.

This paper is written for chemistry teachers with the aim of offering tools to allow them to include the topic of hydrocarbon crime in class discussions about energy transition.

Keywords: combustibili fossili; transizione energetica; idrocarburi; inquinamento ambientale; didattica; legalità; salute pubblica

1. Introduzione

Il tema del passaggio dall'utilizzo dei combustibili fossili alle fonti rinnovabili è oggi su tutti i tavoli internazionali assieme alla necessità di reperire nuove risorse economiche, per favorire l'avvio di tale processo nei diversi comparti produttivi (ad esempio, industria, agricoltura, mobilità, ecc.). Si tratta di una vera e propria rivoluzione energetica urgente e complessa che richiede, da parte della società e per generazioni, una visione ampia e lungimirante che possa coniugare aspetti sociali, economici, ambientali e tecnologico-scientifici.

Tra le molteplici azioni necessarie per la realizzazione di questa transizione c'è quella di discuterne con insistenza e costanza nelle classi, per far sì che gli studenti diventino cittadini pienamente consapevoli della sua urgenza e contribuire così alla costruzione di un'ampia coscienza collettiva desiderosa di salvare l'ambiente e sé stessa [1].

La transizione comporterà, nel corso dei prossimi anni, scenari ibridi in cui, ad esempio, le batterie elettriche affiancheranno i combustibili fossili nei veicoli a motore [2, 3]. Le motivazioni per le quali tale sostituzione è energeticamente conveniente sono sinteticamente riconducibili ad una maggiore efficienza dei motori elettrici rispetto ai motori termici a fronte dell'eliminazione delle emissioni di gas serra [4].

Nel presentare questi scenari al pubblico, per spiegare la difficoltà di realizzazione della transizione da un punto di vista economico e sociale si sottolinea che [5, 6]:

1. gli idrocarburi costituiscono, ancora oggi, la principale fonte energetica nel mondo;
2. l'imposizione fiscale sugli idrocarburi costituisce una delle principali voci nel bilancio degli stati;
3. il mercato degli idrocarburi continua ad essere sostenuto da ingenti finanziamenti economici.

Questa informazione che arriva al pubblico può essere ulteriormente arricchita, in alcuni suoi aspetti peculiari, menzionando gli enormi interessi della criminalità nel campo degli idrocarburi.

La rilevanza di carattere globale e l'impatto sulla società del crimine idrocarburico sono tali da vanificare molti degli sforzi finalizzati al raggiungimento della transizione energetica.

L'insegnamento e lo studio della Chimica, sia a livello scolastico che universitario, attraverso mirati approfondimenti, possono diventare un'opportunità preziosa per comprendere l'attuale contesto energetico e immaginarne uno diverso.

L'articolo vuole offrire gli strumenti per presentare agli studenti di Chimica (e non solo) la rilevanza del crimine idrocarburico e delle sue conseguenze rendendo evidente la necessità di porre la legalità alla base del dibattito sulla transizione energetica.

2. Il crimine idrocarburico

Negli anni, le organizzazioni e i gruppi criminali hanno conquistato silenziosamente, in varie parti del mondo, larghe fette del mercato degli idrocarburi. Da qui l'espressione "crimine idrocarburico" per indicare l'insieme dei reati che coinvolgono i prodotti idrocarburici e le loro conseguenze di tipo sistemico [7, 8].

Per raggiungere i loro obiettivi, le organizzazioni e i gruppi criminali adottano diverse tipologie di azione, nei campi dell'approvvigionamento, della raffinazione e della distribuzione, modellate dalle specificità geoeconomiche di ciascuna regione nel mondo (Figura 1). Di seguito, se ne riportano alcune tra le più diffuse:

- contrabbando di oli minerali
- sequestro di petroliere
- furto di petrolio da oleodotti
- uso distorto di carburanti a tassazione agevolata
- adulterazioni di carburanti
- corruzione delle autorità governative (ad esempio, finalizzata al rilascio di licenze di trivellazione o alla distribuzione di carburanti di pessima qualità)
- frodi IVA (ad esempio, frodi carosello)
- smaltimento illecito di rifiuti idrocarburici

Nel mondo, azioni criminali nel campo degli idrocarburi possono esser commesse da organizzazioni terroristiche, mafiose, anche con il supporto dei cosiddetti colletti bianchi [7, 9 - 11].

Sul piano economico - sociale, le prime conseguenze che si registrano riguardano la riduzione delle entrate fiscali, con un conseguente impoverimento dei pubblici servizi (sanità, istruzione, etc.), e l'alterazione dei meccanismi di concorrenza con l'allontanamento dal mercato dei commercianti rispettosi delle normative.



Figura 1. La piovra rappresenta le organizzazioni criminali che allungano i loro tentacoli sul mercato degli idrocarburi

A lungo termine, il mercato sommerso dei combustibili fossili attiva un pericoloso circolo vizioso che favorisce e nutre la complicità illegale nel settore e la corruzione nella pubblica amministrazione.

Sul piano ambientale, le comunità locali, già penalizzate dai danni socio-economici, possono essere ulteriormente vittime dei crimini legati agli idrocarburi là dove questi producono una forte contaminazione. Ad esempio, la distribuzione di carburanti di bassa qualità è tra i principali responsabili della vasta diffusione di malattie dell'apparato cardiocircolatorio nelle popolazioni di alcuni paesi in via di sviluppo. Analogamente, gli sversamenti di oli minerali possono compromettere l'approvvigionamento di acqua potabile e minacciare le attività agricole e di pesca.

Infine, l'impatto del crimine idrocarburico sulla società è aggravato dalla capacità delle organizzazioni criminali di reinvestire i propri profitti in ulteriori attività illecite a forte impatto sociale: droga, tabacco e traffico di esseri umani [7, 9 - 11].

2.1 Un freno alla transizione energetica

Il passaggio dall'utilizzo dei combustibili fossili alle fonti rinnovabili è estremamente complesso. Necessita di importanti risorse economiche e anche del supporto attivo della politica, delle istituzioni e delle parti interessate per creare una coesione sociale attorno alla stessa idea di transizione.

Tale processo ha due obiettivi principali:

- a. eliminare la dipendenza dai combustibili fossili (decarbonizzazione);
- b. sviluppare mercati delle energie rinnovabili per soddisfare le richieste energetiche.

Per avere un'idea dell'impatto, anche solo economico, che il crimine idrocarburico può avere sul processo di transizione, è utile prendere in esame i dati sull'entità delle risorse economiche sottratte ai bilanci degli Stati.

La complessità del fenomeno, e la sovrapposizione delle tipologie di azioni fraudolente in gioco, rendono difficile l'elaborazione di una sintesi chiara e quantitativa del fenomeno. Tuttavia, in occasione del Forum organizzato dalle Nazioni Unite tenutosi il 6 e 7 settembre 2019 a Ginevra, l'organizzazione TRACIT (Transnational Alliance to Combat Illicit Trade) ha presentato un report [12] dal quale risulta che:

- secondo la African Development Bank, il traffico di olio minerale illecito in Africa è stimato avere un valore di circa 100 miliardi di dollari per anno;
- secondo il National Citizen Observatory, il traffico illegale di prodotti idrocarburici in Messico sembra corrispondere ad un valore che va dai 2 ai 4 miliardi di dollari/l'anno;
- in base a dati relativi al 2013, nella UE le perdite di introiti fiscali pare siano stati superiori ai 4 miliardi di dollari/anno.

Sempre a conferma della rilevanza dei dati, solo in Italia, la Guardia di Finanza nel 2017 ha calcolato in 6 miliardi di euro i mancati introiti per l'erario [11, 13] e nel 2019 il Procuratore di Trento, nel corso dell'audizione alla Camera dei Deputati, ha ipotizzato che un terzo dei carburanti per autotrazione alle stazioni di servizio possano avere un'origine illegale [14].

Sono cifre rilevanti, dello stesso ordine di grandezza degli investimenti che la UE ha messo in agenda per i prossimi anni al fine di realizzare la transizione energetica [15].

Sulla base di questi valori, sembra opportuno evidenziare come l'intero settore dei combustibili fossili necessiti della massima attenzione e trasparenza per rimanere quanto più possibile estraneo a fenomeni di infiltrazione della criminalità organizzata.

Con gli enormi interessi criminali nel settore degli idrocarburi in varie parti del mondo è molto difficile immaginare un processo di decarbonizzazione che non sia frenato o manipolato a svantaggio della collettività e dell'ambiente.

3. Il contesto scolastico/universitario

Nelle classi scolastiche e universitarie gli idrocarburi sono argomenti della Chimica già presenti nei programmi ministeriali anche per la loro importanza nei più svariati settori (farmaceutico, alimentare, tessile, ecc.).

L'argomento degli idrocarburi conduce in maniera consequenziale a riflettere sui temi dello spreco energetico [16], dell'inquinamento prodotto dalla combustione e della assoluta necessità di operare la transizione energetica. A riprova dell'interesse verso questi temi, le attività riportate in letteratura sono numerose. Nel corso di queste attività gli studenti oltre ad affinare la comprensione di determinati concetti di chimica, hanno anche modo di quantificare e confrontare i costi energetici e ambientali dei diversi tipi di combustibili.

Ad esempio, stechiometria e concetti di termodinamica sono adoperati per determinare la quantità di CO₂ prodotta da veicoli a motore [17, 18] e confrontare i carburanti idrocarburici con il biodiesel [19]. Berger e Jorgensen estendono ai veicoli elettrici questo tipo di attività didattica

[20]. Belt et al. riportano i risultati di un'attività in cui gli studenti, applicando concetti di termodinamica, cinetica ed elettrochimica, valutano le differenze (energetiche e ambientali) tra diversi impianti di produzione di energia proposti per alimentare una nuova città [21]. Più di recente, Ranjika e Bopegedera hanno sviluppato un'attività laboratoriale finalizzata a poter presentare agli studenti la gravità dell'inquinamento prodotto dalle centrali elettriche alimentate a carbone, a partire dalle misurazioni del calore di combustione di lignite, antracite e vari bitumi [22].

Inoltre, dalla letteratura emerge come a fronte della grande attenzione sul tema "energia", nonostante la vastità del problema, nelle classi non viene fatta menzione del crimine idrocarburo.

A tal proposito, la tabella che segue propone tre esempi di azioni attuate da organizzazioni o gruppi criminali i cui effetti ben si prestano a momenti di dialogo con gli studenti in relazione a specifici argomenti del programma di studio. Si tratta di azioni che hanno in comune la caratteristica di incidere pesantemente sull'ambiente e la salute umana perché comportano gravi e immediate forme di inquinamento atmosferico e/o del suolo e delle acque.

<i>Azione criminale</i>	<i>Conseguenze ambientali</i>	<i>Argomento di Chimica</i>
Corruzione delle autorità governative finalizzata alla vendita di carburanti di pessima qualità	Inquinamento atmosferico	<ul style="list-style-type: none">• IPA e particolato atmosferico di origine antropica• ossidi di zolfo e piogge acide
<ul style="list-style-type: none">• Furto di oli minerali da oleodotti• Smaltimento illecito di rifiuti idrocarburo	Inquinamento suolo/acque	<ul style="list-style-type: none">• polarità e apolarità degli idrocarburi• tossicità e cancerogenicità degli idrocarburi

Tabella. Argomenti di Chimica che si prestano a evidenziare le conseguenze ambientali che scaturiscono da specifiche azioni criminali

3.1 Inquinamento atmosferico

In relazione al diretto inquinamento atmosferico, per quel che attiene alle frodi legate alla vendita di carburanti, la tabella riportata offre utili spunti in merito alla trattazione dei seguenti argomenti:

- ossidi di zolfo (SO_x), diffusione in atmosfera e loro contributo alle piogge acide (chimica generale/reazioni redox)
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA) come componenti del particolato atmosferico di origine antropica (chimica organica/chimica analitica)

Quelli sopra indicati (SO_x e IPA) sono argomenti già oggi largamente affrontati nei corsi di Chimica di livello scolastico e universitario, in termini di definizione, danni per la salute umana e l'ambiente e, spesso, di determinazioni qualitative e/o quantitative. Inoltre, sono anche utili ad introdurre i vantaggi della transizione energetica. La riduzione delle piogge acide e l'abbattimento del particolato atmosferico prodotti dal traffico dei veicoli sono ampiamente dimostrati essere a vantaggio della salute delle popolazioni urbane e dell'ambiente [23 - 27].

Tuttavia, forti interessi criminali nella vendita di carburanti di scarsa qualità per i motori contrastano l'efficace abbattimento dei tenori di SO_2 (Figura 2) e IPA (Figura 3) nell'atmosfera a livello globale.

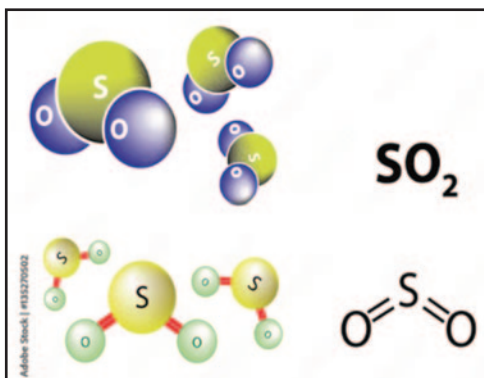


Figura 2. Formula chimica e modello molecolare del diossido di zolfo

Nel 2016, importanti investigazioni giornalistiche hanno portato alla luce enormi traffici di carburanti di pessima qualità dalla UE verso numerosi paesi africani. Si tratta di carburanti con altissimi tenori di zolfo e di composti aromatici che nella UE, sulla base delle normative vigenti, non potrebbero trovare impiego.

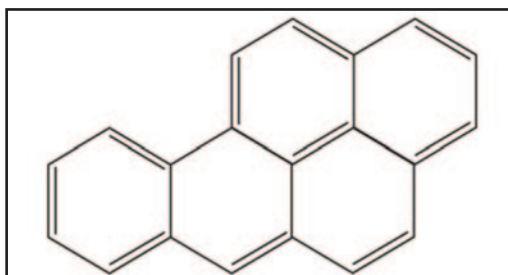


Figura 3. La molecola di benzo[a]pirene, esempio di IPA, con la caratteristica struttura ad anelli aromatici condensati

In numerosi paesi africani, nonostante le pressioni degli organismi internazionali, l'evolvere delle normative relative alla qualità dei carburanti per autotrazione è stato ostacolato da sodalizi criminali che hanno avuto, sui governi locali, un'influenza più forte degli organismi internazionali.

Questo spiega, ad esempio, perché le normative di questi stati africani possono indicare per la benzina un valore limite di 1000 ppm di zolfo e di 5 % v/v di benzene [28 - 31], a fronte dei limiti massimi previsti dalla normativa UE di 10 ppm di zolfo e 1% v/v di benzene [32].

Inoltre, dalla stessa fonte, è emerso che gli autori di questi crimini approfittano della natura liquida dei carburanti per smaltire prodotti di scarto dell'industria chimica europea, attraverso operazioni di mescolamento clandestine, con accertate gravi conseguenze cardiorespiratorie per le popolazioni [28 - 31].

3.2 Inquinamento suolo/acque

In relazione al diretto inquinamento del suolo e delle acque, per quel che attiene le frodi legate all'approvvigionamento o allo smaltimento illecito dei prodotti, come indicato nella tabella riportata, utili spunti sono offerti dalla descrizione più o meno approfondita delle seguenti proprietà degli idrocarburi:

- polarità/apolarità della loro molecola
- tossicità e cancerogenicità

Questi stessi argomenti sono sovente richiamati all'attenzione degli studenti quando, in classe, ci si ritrova a commentare gravi e improvvisi disastri ambientali riportati dai mass media a seguito di incidenti, ad esempio, di navi petroliere.

Da una ricerca condotta sul web non emergono casi in cui queste peculiarità degli idrocarburi vengano associate ai crimini idrocarburici. Eppure, purtroppo, le opportunità per sensibilizzare gli studenti su questo tema non mancano.

Un semplice esempio è rappresentato dagli sversamenti di olio minerale nel suolo o nelle acque a seguito dei tentativi di furti da oleodotti. Si tratta di un fenomeno che interessa da tempo ampie regioni della Nigeria, del Messico e della Russia. In Nigeria l'ecosistema del fiume Niger, principale fiume dell'Africa occidentale, è stato fortemente compromesso dalle continue perdite degli oleodotti dovute a tentativi di furti e sabotaggi. Come conseguenza dell'inquinamento, l'importante attività di pesca che sosteneva le popolazioni locali è cessata, al punto che già nel 2010 la Nigeria è stata costretta a spendere ingenti somme per l'acquisto di pesce surgelato così da compensare la mancata possibilità di pesca nel fiume [7].

Il fenomeno dei furti operati su oleodotti esiste anche nell'UE (rapporto Concawe, 2021) [33]. In Italia, gli oleodotti situati nella Pianura Padana e l'oleodotto che trasporta carburante aeronautico, dal porto di Civitavecchia all'aeroporto di Fiumicino, sono costantemente presi di mira da gruppi criminali. Dal 2014 al 2015 gli attacchi ai gasdotti in tutta Italia sono passati da 10 all'anno a 160 [13, 34]. A causa dei falliti tentativi di furto dall'oleodotto che serve l'aeroporto di Fiumicino, nel solo 2014 sono state immesse nei sistemi fluviali locali 30 tonnellate di carburante e nel 2018 è scoppiato un grande incendio nella stessa area [35, 36].

4. Conclusioni

Per avviare e realizzare il passaggio dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili serviranno ingenti risorse economiche. La loro corretta gestione sarà strategica per una società che sia compatta attorno all'idea della transizione energetica.

La Scuola e l'Università avranno un ruolo cruciale nel sensibilizzare i giovani al processo. Lo studio della Chimica è strumento privilegiato per avviare momenti di riflessione sulla necessità della transizione e sul contributo che essa stessa può offrire.

A partire da una breve presentazione del crimine idrocarburico come fenomeno internazionale molto diffuso anche in Italia, si suggeriscono alcuni strumenti utili a trasmettere agli studenti la consapevolezza che il percorso della transizione debba legarsi al concetto di salute e ad un diffuso concetto di legalità anche nell'attuale settore energetico, riscoprendoli come condizioni necessarie per riequilibrare il rapporto tra economia, società e ambiente.

Nota: Le opinioni espresse dall'autore sono strettamente personali. Il presente lavoro non è in alcun modo attribuibile e/o riconducibile all'Agenzia delle Dogane e dei Monopoli e l'indicazione per l'autore del ruolo di funzionario dell'Agenzia è fornita ai soli fini curriculari.

Riferimenti (ultimo accesso ai link: ottobre 2022)

- [1] M. Venturi, *La Chimica nella Scuola* 2021, **5**, 3.
- [2] International Energy Agency (IEA), *The oil and gas industry in energy transitions – Report 2020* (<https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>).
- [3] European Commission, *A European Green Deal* (https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
- [4] Gruppo Energia per l'Italia, *La Chimica nella Scuola* 2022, **2**, 5–13.
- [5] V. Balzani, *La chimica e l'industria newsletter*, 2018, **5** (7), 4–20.
- [6] J. Timperley, *Nature*, 2021, **598**, 403–405.
- [7] I.M. Ralby, *Downstream oil theft: Global Modalities, Trends and Remedies. Atlantic Council*, 2017 (<https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/downstream-oil-theft/>).
- [8] J. Sheptycki, *Is Green Criminology Paradigm-Breaking? Some Reflections on Hydrocarbon and Resource Extraction, Crime and Criminological Thinking*, in *Environmental Crime in Transnational Context*, Routledge Editor, 2016, 83–98.
- [9] I.M. Ralby, *Downstream oil theft: implications and next steps. Atlantic Council*, 2017 (<https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/downstream-oil-theft-implications-and-next-steps/>).
- [10] I. M. Ralby, D. Soud, *Oil on the Water: Illicit Hydrocarbons Activity in the Maritime Domain. Atlantic Council*, 2018 (<https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/oil-on-the-water-illicit-hydrocarbons-activity-in-the-maritime-domain/>).
- [11] RAI, *Nero come il petrolio*, novembre 19, 2018 (<https://www.raiplay.it/video/2018/11/Report-173c1233-2169-496b-958b-cff32ddf7964.html>).
- [12] Tracit.org, *Mapping the impact of illicit trade on the sustainable development goals* (https://unctad.org/system/files/non-official-document/DITC2019_TRACIT_IllicitTrade-andSDGs_fullreport_en.pdf).
- [13] RAI, *I Vampiri*, 10 giugno 10, 2019 (<https://www.raiplay.it/video/2019/06/Report-a0334154-034c-4f5d-%20%20acf1-b8bc6b4a77e6.html>).
- [14] S. Raimondi, *Audizioni su settore distribuzione carburanti in Commissione Attività produttive, Camera dei Deputati*, novembre 5, 2019 (<https://webtv.camera.it/evento/15335>).
- [15] European Council, *How is the EU financing the transition to climate neutrality?* (<https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/financing-climate-transition/>).
- [16] P. Mahaffy, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2004, **5**(3), 229–245.
- [17] G. Pinto, M. T. Oliver-Hoyo, *J. Chem. Educ.*, 2008, **85**(2), 218.
- [18] R. S. Treptow, *J. Chem. Educ.*, 2010, **87**(7), 679.
- [19] A. H. R. MacArthur, C. L. Copper, *J. Chem. Educ.*, 2009, **86**(9), 1049.
- [20] D. J. Berger, A. D. Jorgensen, *J. Chem. Educ.*, 2015, **92**(7), 1204–1208.
- [21] S. T. Belt, M. J. Leisvik, A. J. Hyde, T. L. Overton, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2005, **6**(3), 166–179.
- [22] A. M. Ranjika, P. Bopegedera, *J. Chem. Educ.*, 2023, **100**(1), 298–305.
- [23] N. A. Mailloux, et al., *GeoHealth*, 2022, **6**(5), e2022GH000603 (<https://doi.org/10.1029/2022gh000603>).
- [24] *Getting to the Heart of the (Particulate) Matter* (<https://climate.nasa.gov/news/3027/getting-to-the-heart-of-the-particulate-matter/>).

- [25] H.M. Seip, F. Menz, *Air Pollution as a Climate Forcing: A Workshop*, NASA Goddard Institute for Space Studies, Hawaii, April 29-May 3, 2002.
- [26] EPA, *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)* (<https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>).
- [27] P. Grennfelt et al., *Ambio*, 2020, **49**, 849–864.
- [28] Public Eye, *Dirty Diesel: How Swiss Traders Flood Africa with Toxic Fuels*, 2016 (https://www.publiceye.ch/fileadmin/doc/Rohstoffe/2016_PublicEye_Dirty_Diesel_Report.pdf).
- [29] M. Yoboué, J. Kaufman, *BHRJ*, 2018, **3**(2), 291–297.
- [30] C. M. Alvarez et al., *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, **17**, 9151.
- [31] UNEP, *ECOWAS countries to develop harmonized fuel and vehicle emission standards Abidjan, Cote d'Ivoire*, (<https://www.unep.org/news-and-stories/blogpost/ecowas-countries-develop-harmonized-fuel-and-vehicle-emission-standards>).
- [32] Direttiva 2009/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, aprile 23, 2009.
- [33] Concawe Report no. 6/22 (<https://www.concawe.eu/publication/performance-of-european-cross-country-oil-pipelines-4/>).
- [34] RAI, *Petrolio Illegale*, 7 ottobre 7, 2017 (<https://www.raiplay.it/video/2017/10/Petrolio-illegale---07102017-0d54fc0f-1d00-4378-841b-1843b3be324e.html?q=petrolio+illegale>).
- [35] RAI, *Furto di carburante dall'oleodotto a Fiumicino. Disastro ecologico dopo gli sversamenti*, 11 novembre 11, 2014 (<https://www.rainews.it/dl/rainews/media/furto-di-carburante-dall-oleodotto-a-fiumicino-disastro-ecologico-dopo-gli-sversamenti-video-129e54e5-40f7-4661-bdc0-32c8779e3ae7.html>).
- [36] R. Frignani, Roma, ladri assaltano l'oleodotto «Adesso c'è il rischio inquinamento», *Corriere della Sera*, dicembre 3, 2018 (https://roma.corriere.it/notizie/cronaca/18_dicembre_03/ladri-assaltano-l-oleodotto-rischio-inquinamento-c662669a-f668-11e8-a530-53c8d5a0f267.shtml).