

PROFILO GHG DELLO SHALE GAS: INCERTEZZE, IMPLICAZIONI CLIMATICHE E PROBLEMI APERTI ALLA VIGILIA DELLA COP 21 DI PARIGI

Tiziana Zerlia

Innovhub-SSI, Divisione Stazione Sperimentale per i Combustibili
Via G. Galilei, 1, 20097 San Donato Milanese (MI)
tiziana.zerlia@mi.camcom.it

RIASSUNTO

Il problema dell'incertezza del *profilo GHG* dello *shale gas* viene ripreso inserendo elementi di novità emersi nella filiera dello *shale gas USA* quali spunti di riflessione sulla complessità delle filiere energetiche e sulle difficoltà di tracciare un *bilancio energetico/climatico di filiera* affidabile a livello globale.

Emergono infatti anche criticità legate ad fattori non prettamente tecnici che possono avere ripercussioni notevoli sulla eterogeneità dei dati che confluiscono negli inventari ufficiali a livello globale (es. elementi di carattere regolatorio e/o di marketing)..

Alla vigilia della COP 21 di Parigi, val la pena di riproporre alcuni aspetti "collaterali" che la Governance sul clima non ha ancora risolto.

Shale gas life-cycle GHG emissions: uncertainties, climate implications and open questions on the eve of COP 21 in Paris

Life-cycle GHG emissions of US shale chains can shade light on the complexity of the energy chains and on the difficulty of obtaining a quantitatively reliable balance of the energy/climate fuel supply chains in a global scenario. As a matter of fact, owing to the complexity of the "shale chains", it can be observed a lack of information and some critical elements linked to **regulatory and market structure barriers**.

On the eve of COP 21 in Paris, it is worth to reflect upon some "side effects" not yet solved by the "Climate Governance".

And, in that context, it is to be hoped that the "Europe of austerity" can interpret a new political role, pragmatic but able to look far away.

INTRODUZIONE

Nonostante l'intensificarsi di studi e ricerche sulla scorta della "US shale revolution" e di un background di oltre 20 anni di letteratura tecnico-scientifica, il *profilo GHG* del gas "non convenzionale" (*shale gas*, in particolare) non è, a tutt'oggi, ben definito [1].

Tra le cause di tale scarsa definizione in termini quantitativi di GHG (problema comune ad altre filiere energetiche) sono emersi (da tempo) numerosi aspetti

legati all'incertezza dei dati e ad altre criticità che sono stati più volte esplicitati e recentemente ripresi anche su questa Rivista [v. ad es. [1], [2], [3)].

Si tratta ad esempio di carenze e/o di scarsa rappresentatività dei dati medesimi (ad es. per cause legate all'ampio range di variabilità di alcuni parametri tipicamente sito-specifici) e/o di impieghi "non appropriati" dello "strumento" LCA (Life Cycle Analysis) tipicamente utilizzato in questo tipo di indagini.

Oggi, a fronte della rapidità di evoluzione della US *shale revolution*, estesasi rapidamente - dal 2010 circa - dal gas all'olio (*tight oil*), val la pena di integrare il panorama tratteggiato in precedenza con alcuni elementi di novità che meritano attenzione poiché, pur essendo estratti dallo scenario energetico delineatosi negli USA negli ultimi anni, possono aggiungere qualche tassello per una maggiore comprensione, anche per i non addetti ai lavori, del "bilancio climatico" delle filiere energetiche a livello globale, premessa indispensabile per ottimizzarle, e possono infine costituire spunti di riflessione alla vigilia della COP 21 di Parigi.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI E CAVEAT

Per una corretta lettura delle informazioni successive, sono da tenere in particolare considerazione alcuni aspetti che sembrano non scalfire coloro che amano fare

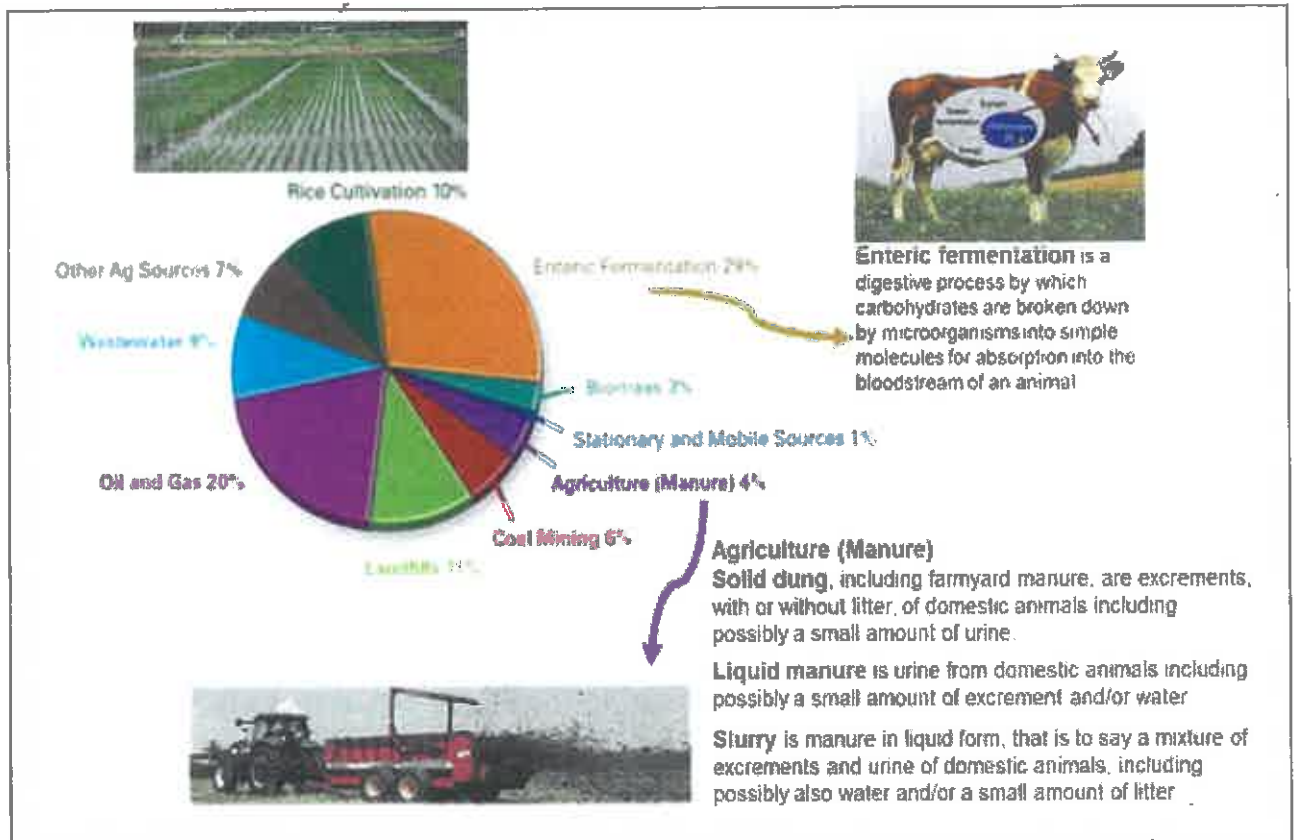


Figura 1

Distribuzione percentuale delle emissioni antropiche globali di metano per fonte di emissione (stime 2010). Da rilevare il peso decisamente consistente di alcuni settori **non fossili**

Fonte: Global Methane Emissions and Mitigation Opportunities

https://www.globalmethane.org/documents/analysis_fs_en.pdf & http://www.ccaoalition.org/docs/pdf/factsheets/Fact_Sheet_6-Oil-Gas_FINAL_Digital_May2015.pdf

previsioni “a 4 cifre decimali” (con risultati che sono sotto gli occhi di tutti):

- la complessità delle filiere energetiche (v. ad es. [4, 5, 6, 7]);
- l’osservazione che un bilancio favorevole in termini di sole emissioni GHG non è garanzia di sostenibilità per nessuna filiera energetica (la sostenibilità dovrebbe tener conto del complesso dei parametri coinvolti, quali quelli ambientali, economici, sociali,...);
- la considerazione che alcune criticità legate alle emissioni di GHG, spesso messe in particolare risalto nei confronti delle sole *filiera fossili* (v. ad es. le emissioni di metano), riguardano in maniera assai consistente anche settori *non fossili* (particolarmente agricoltura, allevamento bestiame, ... Figura 1): all’argomento è stato dedicato ampio spazio in precedenti contesti (v. ad es. iniziative volontarie intraprese da vari settori macroeconomici per ridurre le emissioni GHG [6, 8, 9]) ai quali si può far riferimento per approfondimenti.

Qui, come si è detto, l’attenzione viene focalizzata su alcuni elementi di novità emersi nelle *filiera shale* USA sia per completare l’indagine precedente [1] sia per fornire spunti di dibattito e di riflessione sulla complessità delle filiere energetiche e sulle difficoltà di tracciare un **bilancio energetico/climatico di filiera** affidabile a livello globale come dimostrano le incertezze e le incongruenze emerse negli inventari delle emissioni USA, criticità che, dato il peso del Paese coinvolto possono avere profonde ripercussioni sugli orientamenti delle politiche legate al clima a livello globale e, dunque, essere di grande attualità alla vigilia della COP 21 di Parigi.

ELEMENTI DI NOVITA'

Anche nel caso delle *filiera shale*, il *segmento precombustione* si conferma tra i più difficili da quantificare con accuratezza nel ciclo di vita di molte filiere energetiche, **fossili e non.** ([12], [13], [14]).

Inoltre, oltre alle incertezze legate alla definizione non univoca delle *fugitive emissions* – richiamate schematicamente nella SCHEDA 1 – a livello di “*filiera shale*”, emergono criticità legate a carenze di informazioni e/o ad elementi non prettamente tecnici (quali fattori di carattere regolatorio e/o di marketing - schematizzati nella SCHEDA,2) - che riguardano vari “step” della filiera – e che possono avere ripercussioni notevoli sulla eterogeneità dei dati che confluiscono negli inventari ufficiali a livello globale.

Agli elementi sintetizzati nella SCHEDA 2, si possono aggiungere quelli legati ad un uso non sempre appropriato degli strumenti (tipicamente LCA) impiegati per il confronto tra filiere di combustibili diversi: a causa della specificità delle singole filiere, i risultati ottenuti (mediante LCA) “...are usually site-specific and not necessarily transferable between other locations or situations” [15] a causa - ad es.- di scelte di “confini” diversi tra analoghi sistemi energetici oggetto di studio e/o di assunzioni specifiche (prettamente locali). Per una sintesi, si veda la SCHEDA 3.

(Molti altri *caveat* per un corretto e impiego dello “strumento” LCA sono evidenziati con molta chiarezza e efficacia in [15]).

PROFILO GHG, INCERTEZZE E IMPLICAZIONI

E’ dunque evidente che se il “profilo GHG” dello *shale gas* USA e gli inventari ufficiali delle emissioni GHG mostrano significative incongruenze [1], il problema non è ascrivibile esclusivamente ad aspetti tecnico-scientifici: gli inventari delle

SCHEDA 1

Filiere energetiche (**fossili e non**): l'incertezza comincia dalle definizioni

Le difficoltà di rendicontare quantitativamente le "fugitive emissions" iniziano a partire dalla stessa definizione - particolarmente "larga" (cioè imprecisa) e non univoca - che le caratterizza. Ciò vale, in generale, per molte filiere energetiche, fossili e non.

- "Fugitives: the sum of emissions from accidental discharges, equipment leaks, filling losses, flaring, pipeline leaks, storage losses, venting, flaring, and all other direct emissions except those from fuel use."
(Pretoria, South Africa - 18-22 September 2006 - https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/cge/application/vnd.ms-powerpoint/energy_fugitives.ppt
(LAST VISIT March, 12 2015)
- "Emissions not caught by a capture system which are often due to equipment leaks, evaporative processes and windblown disturbances."
Source California Air Resources Board.
Taken from EEA website http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/F/fugitive_emission
(LAST VISIT March, 12 2015)
- "Fugitive emissions are emissions from facilities or activities that could not reasonably pass through a stack, chimney, vent, or other equivalent opening. In general, fugitive emissions are regulated by the state permitting agency."
<http://enviro.blr.com/environmental-topics/air/fugitive-emissions/>
(LAST VISIT March, 12 2015)
- "Varying definitions for "fugitives", related to estimation and calculation of GHG emissions, have caused some confusion for the industrial personnel involved with tracking and mitigating emissions, as the IPCC definitions are not consistent with other definitions applied to other non-GHG air emissions.
<http://www.ptac.org/attachments/105/download>
(LAST VISIT March, 12 2015)
- "The emissions of methane from the gas chain during operation can be divided into four major categories:
-Fugitive emissions; -Emissions from pneumatic devices; -Incomplete combustion emissions; -Vented emissions" (MARCOGAZ)
<http://www.marcoqaz.org/documents/session3def130709/RIVA%20A.%20SESSION3.pdf>
(LAST VISIT March, 12 2015)
- Formation CO₂&Fugitive emissions:"....formation CO₂ (i.e., CO₂ present in the produced oil and gas when it leaves the reservoir) .. :"Formation CO₂ removed from natural gas by the sweetening units at gas processing plants and released to the atmosphere is a fugitive emission and should be reported under subcategory 1.B.2.b.i."
"2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories": Chapter 4: Fugitive Emissions":
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf
(LAST VISIT March, 12 2015)
- Glancy, R.P. (2013) "Quantifying Fugitive Emission Factors from Unconventional Natural Gas Production Using IPCC Methodologies IGES", Hayama, Japan-
... "Mean life-cycle values for fugitive emissions from Shale gas, Tight sands gas and Coalbed methane are 133%, 100% and 36% higher respectively than those of conventional gas in the developed countries scenario ..,"
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/tsu/intern_report/TSU_InternshipReportRyan.pdf
(LAST VISIT March, 20 2015)

SCHEDA 2

Elementi di criticità nel bilancio energetico delle *filiera shale USA*

In termini di **bilancio di filiera shale**, emergono carenze di informazioni/criticità che riguardano sia aspetti tecnici e chimico-fisici del raw gas sia elementi di carattere non prettamente tecnico (quali fattori di tipo regolatorio e/o di marketing).

Ad esempio:

➤ **composizione**

La composizione del raw gas è un fattore tipicamente sito-specifico, diverso da giacimento a giacimento, legato com'è al tipo, profondità, posizione, caratteristiche geologiche, età e grado di sfruttamento del giacimento.

Si tratta dunque di un parametro variabile (anche nel tempo) in funzione degli elementi citati.

Al riguardo, i riferimenti [10], [16], [17] offrono conferme e spunti interessanti che evidenziano ancor di più la "sito specificità" del parametro (e, di fatto, l'esigenza di adottare - per ottimizzare il processo- misure "sito-specifiche").

Nel contesto USA, emergono implicazioni sulla valutazione quantitativa del gas effettivamente prodotto e venduto [18] e problemi di accuratezza nelle misure dei volumi in fase di produzione (US_GAO [19]).

Le cause sarebbero riconducibili sia ad aspetti tecnici (es. impiego di strumenti di misura non correttamente tarati) sia a carenze organizzative emerse nei piani di ispezione programmati dai soggetti preposti ai controlli.

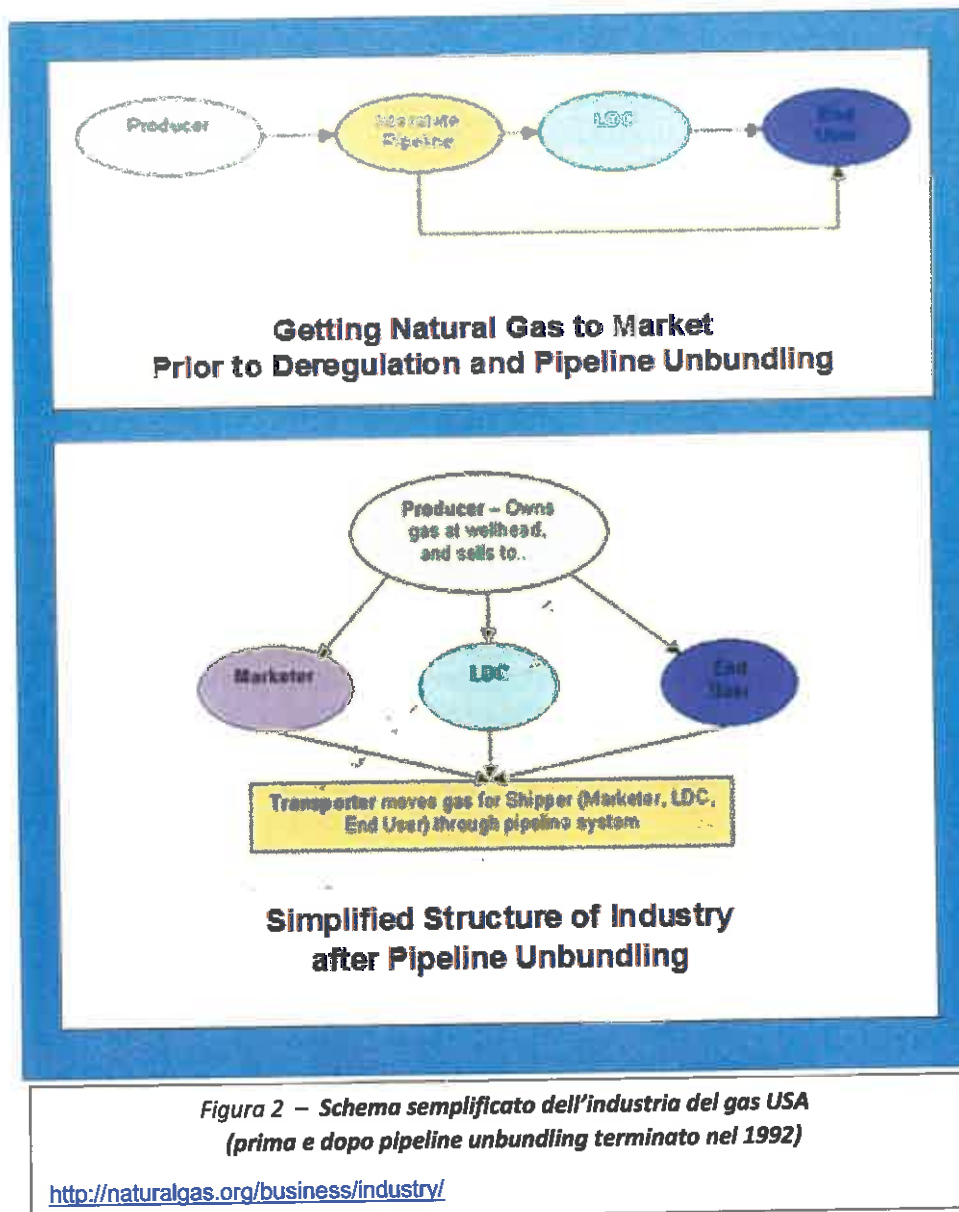
➤ **"destinazione/destino"**

Il "destino" del raw gas può dipendere (anche) da fattori diversi da quelli prettamente tecnici. Emergono - ad es. ([18], [20]) - elementi di tipo normativo e/o a barriere commerciali :

- **diverse convenzioni adottate dai singoli Paesi per inventariare le emissioni GHG** (convenzioni che possono avere carattere nazionale e/o regionale/locale) . Ad es. gli inventari delle emissioni GHG USA prevedono che le *emissioni "CH4 from oil-associated gas production are classified as petroleum sector emissions in the GHGI"*. (Supplementary Materials del Rif. 18, pag. 24);
- **dimensioni del problema:** nello scenario *shale gas USA*, uno dei problemi reali è rappresentato dalla **numerosità, dall'eterogeneità e competenze dei soggetti** coinvolti (migliaia di produttori e di compagnie coinvolte) "... over 6,300 natural gas producers operate in the U.S. and thousands more companies are involved with natural gas processing, pipelines, storage, marketing, and distribution." (Bradbury et al. [20]);
- **interessi economici in competizione** tra i diversi soggetti coinvolti,...
- **carenze o disomogeneità di vincoli normativi** relativi al *segmento upstream* in relazione alla qualità dell'aria: [Rif.19, pag 35];
- criticità legate a **diritti di proprietà e/o a scadenze contrattuali** vincolanti che possono imporre di operare sui siti di estrazione anche in assenza di infrastrutture necessarie per recuperare eventuali *stream gassosi* e/o per minimizzare gli impatti su aria/acqua ecc. evitando di ricorrere, almeno dove possibile, al venting/flaring in atmosfera.

In Figura 2, è riportato schema semplificato dell'evoluzione della "struttura" dell'industria del gas USA - <http://naturalgas.org/business/industry/>

emissioni complessive delle filiere (scenario USA), possono risentire anche di "falle di GHG" causate sia da banali, ma possibili, **errori di valutazione/misurazione** che possono coinvolgere anche i soggetti preposti ai controlli tecnici e fiscali (aspetti ben evidenziati nei report [18], [19] e [20]) sia da carenze/sovrapposizioni di **aspetti regolatori**. I fattori di successo che hanno fatto decollare il *gas non convenzionale* (in primis il regime fiscale e il contesto finanziario) sono risultati assai più flessibili ed efficaci dei vincoli previsti dal quadro tecnico-normativo esistente che si è rivelato inadeguato per gestire i problemi causati dal diverso



impatto ambientale/climatico “di filiera” legato anche alla rapidità di sviluppo delle nuove tecnologie di *fracking*. Proprio questa velocità, trainata dal business, può avere pesantemente influenzato la corsa “sfrenata” del *fracking* (data anche la diversa tempistica necessaria per riorganizzare un quadro regolatorio che, tanto più diventa complesso e complicato, tanto più diventa difficile da controllare e da rispettare).

Le emissioni possono infatti sfuggire al conteggio semplicemente a causa della **complessità della filiera** (numerosità dei vari *step* e dei **soggetti indipendenti coinvolti**, SCHEDA 2), eventi che possono verificarsi anche quando - in singoli *step* della filiera - i vincoli normativi vengono pienamente rispettati e vengono attivate le migliori tecniche di riduzione/contenimento delle GHG (con competenti investimenti) [4,5]. Da rilevare infine che, a fronte di risorse energetiche *unconventional* USA (a basso costo di estrazione), solo le grandi società sembrerebbero in grado di garantire la sostenibilità dell'intero processo/filiera che richiede investimenti in infrastrutture per il recupero del gas e per la riduzione delle emissioni di GHG [21] con costi quasi proibitivi specie per i piccoli produttori a fronte del rapido declino di produttività dei pozzi già nel primo anno di attività e

SCHEDA 3

Criticità nel confronto tra l' "impatto climatico" (GHG) di filiere energetiche diverse mediante analisi del ciclo di vita (LCA)

- a. differenze nelle metodologie/protocolli tecnico-scientifici adottati per valutare/stimare le GHG (tra cui ad es. "confini del sistema");
- b. influenza del valore di GWP selezionato (che dipende sia dalla scelta dell'impatto climatico ritenuto più opportuno (20 anni?, 100 anni?,...) sia dai successivi aggiornamenti della stima dei GWP in funzione dei progressivi miglioramenti delle conoscenze scientifiche sull'argomento;
(v. ad es. www.ssc.it/pdf/2013/ID217_ciclo_%20vita&INCERTEZZA_GWP_TZ_2013.pdf);
- c. composizione peculiare del gas grezzo presente nel giacimento (caratteristica che - per uno stesso sito- è variabile anche in funzione dell'età/del tempo di sfruttamento/tipo di attività del pozzo);
- d. particolari scelte di lavorazione/trattamenti in campo (es. flaring/venting) spesso legati a problemi di sicurezza o alla presenza/assenza di adeguate infrastrutture) e/o a scelte dei singoli operatori e/o alla tipologia del singolo sito;
- e. diversa efficienza dei sistemi di riduzione/controllo delle emissioni e di varie infrastrutture/attrezzature disponibili sul campo;
- f. incertezze legate ad aspetti regolatori (vincoli normativi ambientali locali/nazionali; iter autorizzativi,... , frammentazione delle competenze; scarso coordinamento tra agenzie governative e territoriali,..);
- g. incertezze legate ad aspetti contrattuali e/o di marketing;
- h. elementi legati a modalità/convenzioni adottate nell'attribuzione di potenziali flussi di emissioni GHG in processi produttivi comuni a settori industriali diversi;
- i. uso di Fattori di Emissione non rappresentativi o obsoleti;
- j. differenze tra l'accuratezza dei dati degli inventari raccolti in Paesi diversi (es. Bilanci Energetici dei paesi in via di sviluppo e industrializzati) e nei diversi step di una filiera;
- k. impiego finale del prodotto (efficienza della tecnologia di utilizzo finale) (nella valutazione del ciclo di vita completo).

del forte calo del prezzo del petrolio. Tali interventi sono del resto indispensabili in un'ottica di salvaguardia del capitale energetico-ambientale.

Inoltre, se è vero che gli elementi di criticità sopra rilevati riguardano lo scenario energetico USA, è altrettanto vero che molte condizioni sono ragionevolmente traslabili quando si passi al contesto delle filiere internazionali di approvvigionamento energetico a causa della segmentazione e della separazione geografica e politica dei singoli step che frequentemente caratterizzano le filiere internazionali.

SERVE UN CAMBIO DI ROTTA

I risvolti sono (almeno) duplici.

- Il primo riguarda l'**affidabilità della politica del clima**: basta infatti ricordare che le criticità legate all'incertezza dei dati degli inventari delle GHG USA -

possono interessare - con alta probabilità - molti Paesi produttori riflettendosi - anche per questi ultimi - sull'affidabilità dei singoli inventari nazionali. E poiché gli inventari nazionali confluiscono nel *database* delle GHG a livello "planetario" (in ambito UNFCCC), e tale *database* costituisce il riferimento per monitorare l'andamento delle emissioni Paese per Paese (e per pianificare investimenti e incentivi), è del tutto evidente che, in assenza di **qualità dei dati di emissione, trasparenza nella gestione, e auspicabili impegni di accountability** nei confronti di tutti noi, non si può parlare di *Politica del clima*, ridotta com'è ad uno sterile **mercato dei gas serra**, per di più affetto da ampia (e/o scarsamente misurabile) incertezza.

Il secondo chiama in causa le incongruenze tra criticità osservate e problemi aperti in materia di **accesso all'energia** (v. *energy poverty*).

Il recupero degli idrocarburi gassosi (energia pregiata) rappresenta dunque non solo un'azione positiva in termini energetici (e "climatici"="GHG evitate") ma può diventare una risposta e una presa di responsabilità dei settori coinvolti di fronte ai problemi della popolazione che vive in condizioni di povertà energetica. Il problema del resto è noto ma, nonostante numerose iniziative volontarie di riduzione delle emissioni GHG [8,9] - che sembravano ben avviate - e alcuni

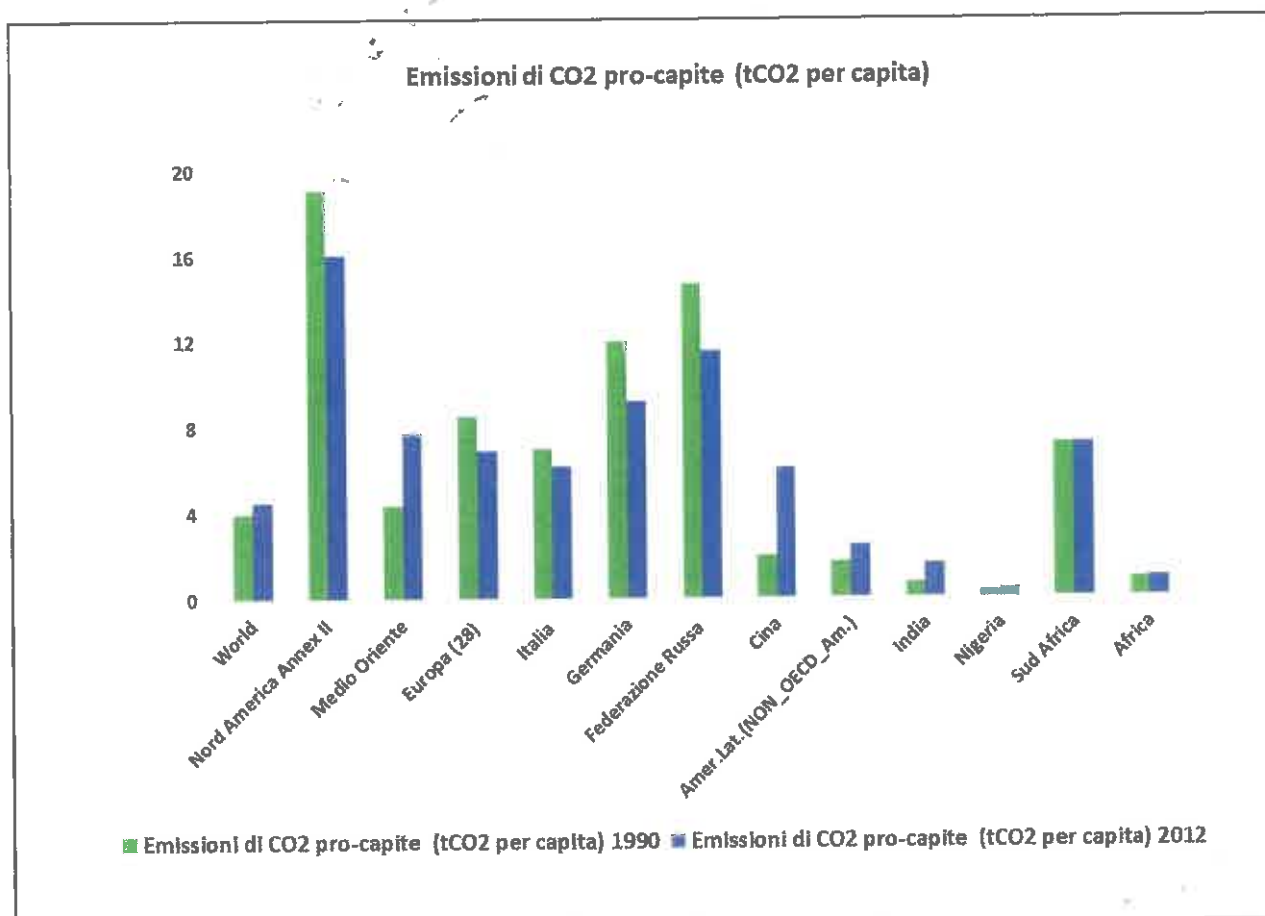


Figura 3

Emissioni di CO2 pro capite (1990 e 2012) per alcune aree e Paesi rappresentativi

(Elab. SSC da dati IEA "CO2 Emissions from Fuel Combustion 2014")

https://www.iea.org/media/freepublications/stats/CO2_Emissions_From_Fuel_Combustion_Highlights_2014.XLS

successi [22], qualcosa non ha funzionato. La stessa World Bank - sponsor dell'iniziativa GGFR - nel 2012 metteva in guardia sull'aumento dei volumi di flaring a livello globale [23].

Al di là dei motivi specifici (che meriterebbero un approfondimento in sede opportuna [24]), il problema è sempre più stridente di fronte ai risvolti della "povertà estrema" (e di quella energetica, in particolare): quasi il 20% della popolazione mondiale è privo di accesso all'elettricità e quasi il 40% (circa 2,6 miliardi di persone) - specie nelle zone rurali dei Paesi in via di sviluppo - è senza "soluzioni pulite per cucinare" ("clean cooking facilities"), situazioni del quotidiano con effetti collaterali fortemente negativi sulla salute a causa della cattiva combustione dei materiali disponibili (spesso solo biomasse locali) bruciati a focolare aperto in ambienti chiusi e con apparecchiature assai poco efficienti [25]. E' dunque più che positivo che si registri una "rivisitazione" di iniziative settoriali per la riduzione delle emissioni [26], con il doveroso auspicio che, individuate barriere e errori, i risultati possano essere positivi.

Ed è poi evidente che il cambio di rotta dovrebbe riguardare anche i settori e i processi più energivori e quelli "non fossili" ad alto "impatto carbonico", spesso considerati "*GREEN a prescindere*" (Figura 1).

Non solo. Di fronte al grafico di Figura 3, è evidente che il cambio di rotta deve riguardare lo stile di vita di tutti a livello globale: fotografando le emissioni di CO₂ procapite nei vari settori macroeconomici dei singoli Paesi, il grafico rappresenta, banalmente, la sommatoria dei comportamenti e dei consumi individuali di ogni Paese.

E tale distribuzione (Figura 3) è così eterogenea nei diversi Paesi da indicare che servono soluzioni diversificate, "adattate su misura", in funzione delle situazioni locali.

SPUNTI FINALI

Per la sostenibilità del pianeta è sempre più urgente una Governance che abbia una visione complessiva "della casa comune" e dei suoi problemi - portati in primo piano anche dall'Enciclica papale - una "casa" che, in questa fase di transizione verso nuovi sistemi di sviluppo "low carbon", deve tuttavia trovare soluzioni che tengano conto che sono ancora le fonti fossili - a tutt'oggi - a garantire l'energia e l'elettricità al servizio dell'economia reale, per fabbricare cioè materiali e infrastrutture indispensabili per il decollo di nuove tecnologie e forme di energia [27].

Per una Governance lungimirante, la COP 21 di Parigi dovrebbe essere l'occasione per lanciare la sfida per il "futuro dell'energia per il pianeta", intersecando i temi di EXPO 2015 e iniziative quali la Sustainable Energy for All [25, 28], con i problemi (e le opportunità) di un mondo che ancora si regge sui combustibili fossili. In che modo? Una possibilità è che vengano assegnate le priorità solo agli accordi in grado di integrare gli sforzi per affrontare, almeno alla pari e con la stessa urgenza, la mitigazione degli effetti del clima e i problemi della popolazione mondiale in posizione di estrema "povertà", compresa quella energetica.

L'auspicio è che in quella sede l'"Europa del rigore" sappia interpretare un nuovo ruolo: quello politico.

Ma tutto ciò richiede una *leadership* che, oltre ad agire con una buona dose di pragmatismo, sappia guardare davvero lontano.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] T. Zerlia, Vantaggi climatici dello shale gas: tutto da rifare? Riv. COMBUSTIBILI Volume 68 - fascicolo n. 1-2 – 2014 pag 2-18 (e lett. citata) http://www.assocarboni.it/docs/uploads/Rivista_Combustibili_1_2_2014.pdf
- [2] Tiziana Zerlia, Greenhouse gases in the life cycle of fossil fuels: critical aspects in upstream emissions estimate and their repercussions on the overall life-cycle *Economia delle Fonti di Energia e dell’Ambiente*; v. 47(1); 2004; p. 101-121
- [3] T. Zerlia, “L’incerta incertezza del GWP”, http://www.ssc.it/pdf/2013/ID217_ciclo_%20vita&INCERTEZZA_GWP_TZ_2013.pdf (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [4] API COMPENDIUM 2009 http://www.api.org/~media/files/ehs/climate-change/2009_ghg_compendium.pdf (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [5] Terri Shires, Miriam Lev-On - Characterizing Pivotal Sources of Methane Emissions from Natural Gas Production_ Summary and Analysis of API and ANGA Survey Responses _ 2012 <http://www.api.org/~media/Files/News/2012/12-October/API-ANGA-Survey-Report.pdf> (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [6] Tiziana Zerlia, *Ciclò di vita e segmento upstream: elementi di novità e alcune risposte alle criticità emerse (2008) – studio di approfondimento promosso da ASSOCARBONI – Relazione interna SSC (2008)*
- [7] v. ad es. il progetto “Methane Emissions from the Natural Gas Industry” (EPA & GRI EPA/GRI 1996) (15 volumi) http://www.epa.gov/gasstar/documents/emissions_report/2_technicalreport.pdf (ultima consultazione LINK:26 marzo 2015)
- [8] Ad es. : *Global Methane Initiative* (<http://www.epa.gov/globalmethane/>) e *Global Gas Flaring Reduction Partnership* <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTOGMC/EXTGGFR/0,,menuPK:578075~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:578069,00.html> (ultima consultazione LINK:26 marzo 2015)
- [9] *Fonti fossili: iniziative/opportunità del dopo Kyoto* - T. Zerlia; G. Pinelli (2007) http://www.ssc.it/pdf/2008/meccanismi_opportunit_kyoto-rev_2-nov081.pdf (ultima consultazione LINK:26 marzo 2015)
- [10] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (ad oggi la versione più aggiornata delle Guidelines IPCC): Fugitive Emissions (Chapter 4, 4.35) http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [11] Glancy, R.P. (2013)_ Quantifying Fugitive Emission Factors from Unconventional Natural Gas Production Using IPCC Methodologies -IGES, Hayama, Japan http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/tsu/intern_report/TSU_InternshipReportRyan.pdf (ultima consultazione LINK: 14 marzo 2015)
- [12] T. Zerlia, Sviluppo sostenibile e gas serra “non CO₂”: non è solo una questione di fossili http://www.ssc.it/pdf/2010/la_rivista_dei_combustibili/2010/Rivista_combustibili_3_2010.pdf (ultima consultazione LINK: 10 marzo 2015)
- [13] T. Zerlia - GHG, AGRICOLTURA e INVENTARI delle EMISSIONI:

- criticità&incertezze http://www.ssc.it/pdf/2011/ID125_GHG_SVIL_SOSTEN_AGRIC_Iiparte_TZ.pdf (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [14] T. Zerlia, G. Pinelli, Bio vs Fossili: “sustainable” o “sustain_a_babble”? Perché il “metro” della bio-sostenibilità non può essere la CO₂ (T.Zerlia, G.Pinelli) http://www.ssc.it/pdf/2013/ID222_sustainable_o_sustainababble_Zerlia_Pinelli.pdf (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [15] S. J Mills - *Coal full life cycle analysis- CCC/99- September 2005- IEA Clean Coal Centre.*
- [16] IPCC Special Report 2005 _CARBON DIOXIDE CAPTURE AND STORAGE http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf (pag 111-112); (ultima consultazione LINK:10 marzo 2015)
- [17] ENCYCLOPAEDIA OF HYDROCARBONS _ VOLUME III / NEW DEVELOPMENTS: ENERGY, TRANSPORT, SUSTAINABILITY http://www.treccani.it/portale/opencms/handle404?exporturi=/export/sites/default/Portale/sito/altre_aree/Tecnologia_e_Sienze_applicate/enciclopedia/inglese/inglese_vol_3/773-800_ing.pdf; (ultima consultazione LINK: 13 febbraio 2015)
- [18] A. R. Brandt et. al “Methane Leaks from North American Natural Gas Systems”(2014)LINK:www.sciencemag.org/content/343/6172/733/suppl/DC1; & Supplementary Materials <http://www.sciencemag.org/content/suppl/2014/02/12/343.6172.733.DC1/1247045.Brandt.SM.revision2.pdf> (ultima consultazione LINK: 10 marzo 2015)
- [19] GAO, *Oil and Gas Management: Interior’s Oil and Gas Production Verification Efforts Do Not Provide Reasonable Assurance of Accurate Measurement Production Volumes*, GAO-10-313 (Washington, D.C.: Mar. 15, 2010). <http://www.gao.gov/products/GAO-10-313>. (ultima consultazione LINK: 10 maggio 2015)
- [20] J. Bradbury, M. Obeiter, L. Drauekèr, Wen Wang, and Amanda Stevens, “Clearing the air: Reducing Upstream Greenhouse Gas Emissions from the U.S. Natural Gas Systems”, working paper, Washington, DC, USA, World Research Institute (WRI), (2013) http://www.wri.org/sites/default/files/clearing_the_air_full_version.pdf (ultima consultazione LINK: 10 marzo 2015)
- [21] NOTA: l’industria del gas USA aveva aderito fin dal 1993 ad una partnership con EPA ad un programma volontario (Natural Gas STAR), complesso e articolato, per implementare tecnologie e azioni per la riduzione delle emissioni di metano. Il programma è stato riproposto nel 2014 come Gas STAR Gold Program, dopo l’attivazione del *President’s Climate Action Plan*, per ridurre le emissioni di metano. http://www.epa.gov/gasstar/documents/Gas_STAR_Gold_proposedframework.pdf (ultima consultazione LINK: 10 maggio 2015)
- [22] “Gas Flaring Success Stories” *Permanent URL for this page:*<http://go.worldbank.org/2XGPOQGYD0>
- [23] “World Bank Sees Warning Sign in Gas Flaring Increase” (July 3, 2012) <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2012/07/03/world-bank-sees-warning-sign-gas-flaring-increase>
- [24] Quali possono essere i motivi del fallimento? Qualche ipotesi (in ordine sparso): barriere legate agli apparati amministrativo-burocratici verticali sempre più pesanti o alle dimensioni sempre più elefantache di molte

- iniziative (tecniche e non)? Il predominio della tecnocrazia rispetto alla politica? Problemi geopolitici? Problemi di coordinamento? Dispersione di risorse e di competenze legate al moltiplicarsi di iniziative dedicate più ai dibattiti che agli interventi sul campo? Monitoraggio carente? Delocalizzazione? ...?
- [25] “Sustainable Energy for All”: l’iniziativa viene monitorata attraverso il *Global Tracking Framework (GTF)* coordinato da World Bank e da IEA attraverso l’*Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP)*; (<http://www.se4all.org/>; <http://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/Global-Tracking-Framework-Report>; <http://www.iea.org/topics/energypoverty/>)
- [26] Tra le nuove iniziative che “rivisitano” - in parte - alcuni progetti documentati in [9] - citiamo, tra altre: - la CCAC Oil & Gas Methane Partnership [<http://www.unep.org/ccac/Initiatives/CCACOilGasInitiative/tabid/794015/Default.aspx>] del 2014 (inizialmente nata come “Methane to Markets Partnership (M2M)” e, successivamente, Methane Initiative; - la “Zero Routine Flaring by 2030” [<http://www.worldbank.org/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030>] - lanciata ufficialmente nell’aprile 2015 dalle Nazioni Unite e dalla World Bank per creare un’alleanza tra governi, oil Companies e istituzioni per lo sviluppo (che affianca la GGFR avviata ben 15 anni fa). A proposito di quest’ultima, di particolare rilievo sono gli obiettivi sul recupero del gas: “The Initiative pertains to routine flaring and not to flaring for safety reasons or non-routine flaring, which nevertheless should be minimized. Routine flaring of gas is flaring during normal oil production operations in the absence of sufficient facilities or amenable geology to re-inject the produced gas, utilize it on-site, or dispatch it to a market. Venting is not an acceptable substitute for flaring.”
- [27] v. ad es. “Sustainable Materials – with both eyes open” (<http://withbotheyesopen.com/read.php?c=5>)
- [28] “The Solvable Problem of Energy Poverty- Spread of Electricity Need Not Harm Climate” Marianne Lavelle - National Geographic, SEPTEMBER 23, 2010 (L’articolo riprende uno studio congiunto IEA-UNDP-UNIDO). (http://news.nationalgeographic.com/content/news/en_US/news/2010/09/100921-energy-poverty-cookstoves.html)