



# Con il sole con l'aria e con l'acqua: la mobilità urbana alla fine del petrolio

With the Sun, with the Air and with the  
Water Urban Mobility when the Oil Will End

**Romano Fistola**

Università degli Studi del Sannio  
Dipartimento di Ingegneria  
e-mail: [rfistola@unisannio.it](mailto:rfistola@unisannio.it)

## Alla fine del petrolio: la monodipendenza energetica

La mono-dipendenza energetica del pianeta dalle fonti fossili rappresenta l'inalienabile dato di fondo dal quale partire per avviare la riflessione sulle azioni che potrebbero catalizzare un cambiamento di riferimento energetico. Il petrolio ed il carbone rappresentano attualmente le principali fonti energetiche mondiali indispensabili per la "crescita" economica. L'elemento nuovo, probabilmente riferibile all'ultimo decennio è da rinvenire nella percezione, socialmente diffusa, delle mutazioni/compromissioni sistemico-ambientali innescate dall'uso esclusivo della fonte fossile.

D'altro canto la consapevolezza che l'uso di tali risorse comportasse lo scatenarsi di processi entropici di difficile controllo era viva già dai primi anni della rivoluzione industriale quando il petrolio venne ribattezzato: "Il sangue del diavolo" e le miniere di carbone inghiottivano un gran numero di minatori, come per altro continua ad accadere anche oggi, per esempio in Cina, dove muoiono circa 100 minatori alla settimana.

Non va dimenticato che a tali risorse fossili non rinnovabili vanno ricondotti gli avanzamenti socio-economici dei territori nazionali, in particolare di quelli appartenenti al vecchio continente che, dalla rivoluzione industriale in poi, hanno avviato una sfrenata corsa per l'estrazione e lo sfruttamento del combustibile necessario alla crescita economica. Anche nel nostro Paese i dati relativi alla monodipendenza energetica sono allarmanti.

In Italia più del 75% del consumo energetico pro-capite è riferibile alle fonti fossili con un consistente dato relativo al petrolio che supera il 40% del consumo totale. Soltanto una minima parte del fabbisogno energetico, poco più del 5%, proviene da energia recuperata attraverso processi di cogenerazione, CDR o biomasse; dato che ci colloca in un cluster negativo con i paesi dell'est europeo e dell'America Latina.

The article, starting with the forecasts of the near depletion of the main energy source that allows the development of all human activities and emphasizing the strict dependence of urban and metropolitan systems on fossil fuels, shows an overview of the major innovations developed by technology in the specific field of urban car-based mobility.

The entire discussion is developed considering the condition of energy mono-dependence produced by the total energy reference to the fossil fuels.

In particular, we consider the global data of energy consumption and similarly those related to mining activities.

Above all, a specific study is presented on the theory of the U.S. geologist Hubbert who developed a model to assess the mining potential of a deposit in relation to the so-called conventional oil.

The curve describes a "bell-shaped" trend of the estimated amount of recoverable oil, four different phases can be distinguished, the last of which is characterized by the final exhaustion of oil resources. Unfortunately this phase seems to have already begun, but no consequent pressures for effective development of efficient alternative energy sources are observed.

The article proposes an energy reversal based essentially on three factors: technological innovation, the recovery and promotion of social capital (especially in cities), the start of market structures which, in observance of the necessary profit, put sustainability (and not growth) at the base of their development processes. The research and technological development may, in the near future, allow to use efficiently sources of renewable energy.

At the same time, innovation can enable the development of new engines that use atypical propellants such as: sun, air or water. Technological innovation is the greatest hope for a possible solution to the energy problem, particularly with regard to physical mobility. The technology, however, if used incorrectly, acts as an accelerator and entropic transformer further compromising the conditions of the planet.

The final section describes the key technologies for vehicles based on propellant alternative to gasoline, which are, at present, already available for the market and could represent one of "systems" to solve the near depletion of the fossil resource.

The new forms of zero-emission fuel, such as compressed air, hydrogen, electricity, etc. will be investigated through the description of the different ideas of vehicle whose feasibility is already extensively tested.



Un sito di estrazione petrolifera negli USA che richiama skyline di un'economia legata al passato e che deve essere necessariamente superata.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti al consumo totale di energia elettrica nel nostro Paese ammontano a circa 2,5 tonnellate di anidride carbonica per ciascun individuo. Circa l'80% del fabbisogno energetico nazionale è importato dall'estero.

La brutta, o per qualcuno la buona, notizia è che il petrolio va esaurendosi; considerando un ritmo estrattivo pari a circa 3.928.000.000 di tonnellate annue di greggio nel mondo, probabilmente non siamo molto lontani dall'esaurimento.

Tale circostanza, oltre ad innescare consistenti stravolgimenti economici, follie commerciali e conflitti sociali (per l'accaparramento degli ultimi barili), determinerà una crisi strutturale e repentina degli insediamenti umani che, grazie alla fonte fossile, sopravvivono alimentando il proprio sistema funzionale. Come accennato l'Italia si aggiudica purtroppo, con un 47,4% del fabbisogno energetico nazionale coperto dal combustibile fossile, il triste primato di maggior utilizzatore mondiale di tale risorsa collocandosi al di sopra anche degli USA (37,1%).

Ogni giorno nel nostro Paese si bruciano circa 1.700.000 barili pari a circa 270.000.000 di litri, ed in caso di improvviso esaurimento della fonte energetica potremmo contare su scorte accumulate che consentirebbero il funzionamento della nazione per due mesi scarsi.

Allo stato attuale non vi è alternativa all'uso di energia elettrica, e quindi del petrolio o del carbone, per sostenere l'economia mondiale e, più in generale, per far funzionare gli insediamenti umani concentrati: le città.

Se non vi è energia elettrica disponibile la città si ferma, tutto il suo sistema funzionale collassa.

Se poi l'interruzione nella distribuzione energetica avviene in modo repentino e senza preavviso, può addirittura avere effetti devastanti.

E' quanto è successo nel nostro Paese alla fine del giugno 2003. L'erogazione di energia elettrica è stata bruscamente interrotta su tutto il territorio nazionale dove le città si sono letteralmente "spente", come il PC sul quale chi scrive stava lavorando.

Sei milioni di italiani sono rimasti energeticamente isolati, improvvisamente "disconnessi".

Una grande quantità di aziende (si pensi al settore agro-alimentare e conserviero ed alle relative necessità di refrigerazione) e di imprese ha subito danni economici enormi dall'interruzione di energia senza preavviso. Tutte le attività urbane, dalle banche, agli uffici amministrativi comunali, agli uffici postali alle università a molti centri sanitari ed anche agli esercizi commerciali (che, banalmente, non hanno potuto stampare gli scontrini di vendita), sono rimaste paralizzate.

Le luci, i semafori, i computer: spenti.

I vagoni della metropolitana, i treni, le scale mobili: fermi.

Le televisioni, le radio ed i telefoni: muti.

Anche l'attività residenziale ha subito disagi consistenti considerando i molti dispositivi domestici (dal frigorifero alla lavatrice) ritenuti oramai indispensabili all'abitare, rimasti in panne.

Senza energia la città non funziona è disconnessa: *unplugged*.

A distanza di anni non è ancora chiaro se la causa del black-out fosse da ricondursi all'eccessivo aumento di consumo energetico, dovuto anche alle condizioni climatiche che hanno fatto registrare temperature eccezionalmente elevate, oppure, più banalmente (ma in maniera più allarmante), ad un'interruzione della distribuzione dell'energia elettrica sulla linea ad alta tensione causata da un albero abbattutosi sui cavi nel corso di un temporale. Anche tale "fragilità" nella distribuzione energetica rimarca ulteriormente il problema della mono-dipendenza dalle fonti fossili che dominano totalmente la possibilità di svolgimento delle attività antropiche ed in particolare delle funzioni all'interno dei contesti urbani dove risiede circa il 70% della popolazione mondiale.

Ciò che lascia basiti è la tecnica del gestore nazionale di "staccare" improvvisamente la spina, come se per le città del paese, un improvviso sovraccarico avesse fatto "scattare" i relai di un mega contatore nazionale. Un discorso specifico andrebbe poi sviluppato, a livello planetario, relativamente alla "povertà energetica", fenomeno per il quale un miliardo e seicento milioni di individui non usufruiscono di un accesso sistematico alla rete elettrica. Per circa un quarto della popolazione mondiale, in maggioranza ubicati in contesti urbani, ogni notte è un black-out (Friedman, 2009).

Che le città siano i luoghi strategici dove innescare "l'inversione energetica", è opinione condivisa dagli studiosi appartenenti a molteplici campi disciplinari: urbanisti, geografi, sociologi urbani, trasportisti, etc..

Con il termine "inversione energetica" si vuole indicare quel processo di totale cambiamento che investa tutti i sottosistemi urbani come individuati dall'interpretazione sistemica della città. Il processo di cambiamento deve interessare l'intero sistema urbano agendo sui sistemi

componenti (il sistema fisico, il sistema funzionale, il sistema socio-antropico, etc). La mono-dipendenza energetica dalle fonti fossili, non rinnovabili e che producono impatti antropici ed effetti oramai non più governabili, sta conducendo gli insediamenti umani verso assetti connotati da elevata entropia che si manifesta nei preoccupanti fenomeni di inquinamento acustico, dell'aria e del suolo ma anche dell'acqua, dell'etere (OEM).

Probabilmente sarebbe opportuno interrogarsi preventivamente sulla rigidità del sistema energetico e sui rischi che il black-out funzionale, oltre che luminoso, produce, e potrebbe produrre, sulla città nel futuro.

I fertilizzanti usati fin dalla seconda metà del XX secolo per una migliore produzione agricola derivano dal petrolio.

Tutte le fibre sintetiche, i cosmetici, gli insetticidi, i diserbanti sono derivati dal petrolio. I residui della raffinazione consentono la realizzazione dei prodotti in plastica. È interessante notare come la dipendenza dal petrolio domini totalmente i processi produttivi moderni. L'uso dell'oro nero è iterato nella produzione, per esempio, dei prodotti plastici: residui della raffinazione per stampare la forma e energia dai carburanti per muovere le macchine industriali.

La monodipendenza energetica è riconducibile sostanzialmente, quasi come sempre, a fattori economici. Come ri-

Dati relativi ai consumi energetici per nazione con l'indicazione delle fonti energetiche, delle emissioni equivalenti e la specifiche delle riserve accertate.

Nazione	popolazione in milioni di ab.	consumi elettrici KW/ab.	Struttura percentuale dei consumi finali di energia per fonte (%)					Riserve accertate		Emissioni di CO2 riferite a:	
			Carbone	Olio	Gas	En.elettrica	Biomasse, CDR, cogenerazione	Petrolio	Gas	prod. lorda termoelet.	prod. lorda tot.
MONDO	6.672,30	2.510	11,3	41,3	14,9	17	15,5	1.364.499	184.311	737	508
EUROPA	882	4.844	9,6	53,7	34,9	26,4	20,7	113.731	60.899	647	380
UE	27	0,12	5	43,4	22,1	19,7	9,8	6.399	3.033	684	393
Austria	8,3	6.956	5,5	42,4	16,8	18	17,3	51	19	603	216
Belgio	10,7	7.722	5,2	48,1	25,9	17,2	3,5	n.d.	n.d.	519	224
Bulgaria	7,6	3.635	10,2	36,5	14,7	23,1	15,5	15	7	865	503
Cipro	0,9	5.369	1,5	70,3	-	23,7	4,6	n.d.	n.d.	726	726
Danimarca	5,5	6.053	1,5	43,8	11,3	19,2	24	1.071	107	767	620
Estonia	1,3	5.228	4,7	31,8	12,3	19,7	31,5	n.d.	n.d.	915	902
Finlandia	5,3	15.533	4,7	31,4	4,2	26,7	33	n.d.	n.d.	644	305
Francia	62	7.072	3,4	46	19,2	22,3	9,2	104	6	669	70
Germania	82,1	6.352	5,6	41	23,6	18,6	11,2	279	119	794	518
Grecia	11,2	4.892	1,7	66	4,1	22,2	6	10	1	790	724
Irlanda	4,5	5.937	4	62,4	13,2	18,7	1,8	n.d.	25	544	476
Italia	60	5.394	2,7	43,8	29	19,1	5,4	411	69	531	435
Lettonia	2,3	2.922	2,1	35,6	11,7	13	37,6	n.d.	n.d.	388	155
Lituania	3,4	2.697	3,4	35,6	24,4	12,7	23,9	12	n.d.	464	97
Lussemburgo	0,5	13.603	1,3	64,5	17,5	14,6	2,1	n.d.	n.d.	392	277
Malta	0,4	4.727	-	60	-	39,8	0,2	n.d.	n.d.	726	726
Paesi Bassi	16,4	0,13	3,5	41,3	34,9	15	5,3	101	1.222	561	512
Polonia	38,1	2.969	19	34,5	15	14,6	16,9	97	93	921	899
Portogallo	10,6	4.669	0,4	55,9	7,2	21,2	15,3	n.d.	n.d.	637	453
Repubblica Ceca	10,4	0,19	14	33,2	21,4	17,5	13,9	15	3	909	592
Repubblica Slovacca	5,4	0,17	16,9	27	27,8	17,3	11	9	13	781	222
Regno Unito	61,4	0,1	3,4	42,6	32,4	20,1	1,4	3.446	625	616	508
Romania	21,5	1.993	5	34,7	25,9	14	20,4	606	629	764	421
Slovenia	2	6.207	2,2	54,1	13,5	19,6	10,6	..	n.d.	901	340
Spagna	45,6	5.757	1,6	55,4	16,1	22,5	4,4	152	0	563	347
Svezia	9,2	13.933	3,1	35	1,6	31,9	28,3	n.d.	n.d.	671	63
Ungheria	10	3.375	3,7	36,1	33,8	15,3	11,1	20	95	572	354
RESTO D'EUROPA	385	0	-	-	-	-	-	107.332	57.866	490	299
Norvegia	4,8	23.381	3,8	40,1	4	45,9	6,2	6.751	2.985	557	5
Russia	141,8	4.842	6,6	25,1	24,1	14,4	29,8	60.634	44.900	538	366
Svizzera	7,6	7.697	0,6	52,6	12,7	23,9	10,2	n.d.	n.d.	595	29
Turchia	73,9	2.193	14	36,8	19,9	19,3	10	303	10	599	496
AMERICA	908,8	5.881	2,5	50,1	19,1	20,2	8,1	344.227	17.084	718	441
Argentina	39,9	2.542	2	44	34,8	15,5	3,8	2.644	399	455	313
Brasile	192	2.144	4,7	44	5,6	17,9	27,8	12.757	365	593	105
Canada	33,3	14.944	2,3	46,2	24,1	22	5,4	179.973	1.700	766	198
Colombia	44,5	966	10,1	42,5	14	15,3	18	1.369	114	599	135
Messico	106,4	1.882	2	64,4	12,5	15	6,2	10.612	359	529	414
Stati Uniti	308	0,18	2,2	50,6	20,5	21,5	5,2	29.660	7.468	741	537
Venezuela	27,9	2.791	0,1	55,6	27,7	15,4	1,2	100.426	4.982	528	145
AFRICA	968,9	533	4,2	26,7	6,6	10,1	52,5	118.301	14.773	717	590
Sud Africa	48,7	0,31	23,7	30,6	3,6	26,8	15,4	15	9	946	892
ASIA	3.878,80	1.640	25,5	38,3	10,2	19,9	20,5	32.699	87.900	810	571
Arabia Saudita	24,5	0,3	0	68,4	17,1	14,5	..	1.023.403	7.570	569	569
Cina	1.325,60	2.131	37,9	22,9	3,5	17,4	18,3	16.169	3.090	934	753
Emirati Arabi	4,5	55,8	-	29,9	51,2	18,9	..	98.833	6.432	386	386
Giappone	127,7	7.997	14,6	49,8	10	24,5	1,1	44	38	673	480
India	1.140,00	510	14,7	29,7	4,4	12	39,2	5.683	1.065	877	726
Iran	72	2.280	0,7	46,5	43,1	9,2	0,6	137.588	29.050	426	416
Iraq	30,4	1.189	-	81	6,3	12,7	0,1	116.214	3.170	726	720
Israele	7,3	6.429	-	64,6	-	29,8	5,6	2	44	791	791
OCEANIA	34,1	7.753	5,3	47,7	15	24,7	7,4	1.665	3.655	825	708

cordato da Roscoe Barlett il corrispettivo energetico di un barile di petrolio, il cui costo in USA è di circa 100 dollari, è pari al lavoro di 12 persone nell'arco di un anno, oppure al lavoro di un singolo individuo per 12.000 ore. Estrarre un barile di petrolio in Irak costa circa un dollaro. Si intuisce quindi l'estremo vantaggio di utilizzo di tale risorsa, concentrata ed economica, che ha però un limite fondamentale: non è rinnovabile!

Un'altra considerazione fondamentale è quella che sottolinea come attualmente, per le necessità energetiche del pianeta, consumiamo più petrolio di quanto ne estraiamo.

Il petrolio, come detto, viene anche definito il sangue del diavolo in quanto genera conflitti fra gli uomini per il possesso dei giacimenti petroliferi. Fra gli altri possono ricondursi a tale considerazione: il conflitto fra egiziani e israeliani, la guerra fra Iran e Irak, la prima guerra del golfo (attualmente i due terzi delle riserve petrolifere sono nel Golfo Persico), la guerra in Darfour, la seconda guerra del Golfo e probabilmente anche gli ultimi conflitti nord africani.

Entro il 2050 saranno necessari 14 terawatt di energia per mandare avanti il pianeta, o meglio, le attività antropiche sul pianeta, l'equivalente di circa 220 milioni di barili di petrolio al giorno. Una delle possibili soluzioni è, come spesso accade, rivolgersi alla ricerca e all'innovazione tecnologica che potrebbero consentire un utilizzo molto più efficiente delle energie rinnovabili.

Come spesso accade però la tecnologia non viene utilizzata per definire nuovi modi per estrarre energie pulite, ma per creare apparecchiature sempre più sofisticate per l'identificazione di nuovi giacimenti e continuare l'estrazione di greggio. Ma il problema principale è riconducibile al fatto che probabilmente il picco della potenzialità estrattiva sul pianeta è stato già raggiunto ed ora ci aspetta il profilo decrescente, per il quale non conosciamo la velocità di caduta.

Nell'immediato seguito verrà approfondito questo aspetto di fondo della questione energetica. Le economie nazionali emergenti e la domanda di benessere proveniente dalla Cina, dall'India e da altri paesi in forte crescita produce una richiesta sempre maggiore di energia in un pianeta, finito, che vede lentamente decrescere la possibilità di estrarre quantità maggiori di combustibili fossili ed assiste ad una preoccupante contrazione dell'offerta totale.

Una delle attività fortemente caratterizzata dalla monodipendenza energetica e sulla quale è fondamentale agire prioritariamente è la mobilità urbana. Il 70% di un barile di petrolio viene raffinato e trasformato in benzina, gasolio, carburante per aerei, treni e navi; il 98% dell'energia per i trasporti è fornita dal petrolio.

Attualmente esistono 700 milioni di motori a combustione che girano per il pianeta. Circa un terzo dei cinesi possiede la patente e le nuove aspirazioni di vita li porteranno a possedere un veicolo privato e a consumare

conseguentemente benzina. Gli USA, la cui popolazione è pari al 4,5% di quella mondiale, utilizzano il 25% del greggio del pianeta pur detenendo solo il 2% delle riserve di petrolio. L'Italia è la prima nazione al mondo per concentrazione di veicoli a motore (Legambiente, 2011). La mobilità rappresenta quindi una funzione strategica ma il sotto-sistema urbano sul quale è necessario agire altrettanto rapidamente è quello socio antropico, innescando un radicale cambio di comportamento nei cittadini, nei city user, e negli operatori del governo delle trasformazioni territoriali (Fistola, 2011). Ciò che è necessario fare è superare la tendenza all'agente individualista (Putnam, 2004) e promuovere processi in grado di catalizzare, rivitalizzare e accrescere il "capitale sociale" delle città. Per attivare un processo graduale è necessario intervenire sui processi di formazione e promozione della popolazione diffondendo socialmente i valori del risparmio energetico, del riciclo e del riuso, ma anche quelli della partecipazione, tolleranza e condivisione con l'altro.

È evidente che tale azione richiede tempi molto lunghi per poter condurre ad esiti che possano produrre ritorni efficaci in termini energetici.

Per velocizzare i processi vanno messe in essere anche politiche e sistemi di norme che impongano l'adozione di determinati comportamenti all'interno della città. Queste regole possono essere particolarmente efficaci e cogenti per esempio nella partecipazione dei cittadini alla realizzazione di un sostenibile ciclo dei rifiuti.

L'inversione energetica individua quindi dei determinanti di fondo nell'innovazione tecnologica e nella promozione di una nuova etica collettiva. Il determinante forse di più immediata efficacia è quello relativo al convinto e totale supporto alla ricerca ed all'innovazione tecnologica. L'avanzamento scientifico potrebbe consentire di disporre a breve di tecnologie diffuse in grado di permettere principalmente la "raccolta" e trasformazione in energia della radiazione solare (ma anche delle altre energie rinnovabili). La radiazione solare che ogni giorno cade sulla terra è 20.000 volte superiore al fabbisogno energetico e esaminando i dati dell'International Energy Agency si evince che il 4% delle aree desertiche del pianeta ricoperte a fotovoltaico fornirebbe elettricità sufficiente ai consumi mondiali. L'energia solare rappresenta la fonte energetica rinnovabile maggiormente disponibile sul nostro pianeta.

Se disponessimo di una tecnologia di captazione e trasformazione efficiente potremmo utilizzare l'energia solare che giunge in un giorno sulla terra per soddisfare tutte le necessità energetiche del pianeta per un anno. Uno studio commissionato dal governo di Berlino del novembre 2006, evidenzia come lo sfruttamento dell'energia solare in maniera capillare, porterebbe a un'autosufficienza dell'Europa entro il 2050.

Il problema risiede nello sviluppo di tecnologie idonee a raccogliere l'energia solare; su tale punto dovrebbero

concentrarsi gli sforzi della ricerca teorica e applicata per le quali vanno promosse opportune politiche di reale sostegno nazionale, come purtroppo non avviene nel nostro Paese considerando le recenti iniziative legislative che operano dei sostanziali tagli orizzontali alla ricerca scientifica ed alla alta formazione.

Forse il progetto DESERTEC, che vede insieme economisti, scienziati e politici sotto il comune intento di sperimentare una nuova modalità di network socio-tecnico per generare energia pulita (producendola nei luoghi - i deserti - dove è ogni giorno disponibile in enormi quantità per poi trasferirla attraverso le reti elettriche esistenti in tutto il mondo), può rappresentare una prima importante iniziativa.

A fronte di tali pratiche, che mettono insieme la promozione sociale e l'innovazione tecnologica, si continua ad assistere ad un'insensata ricerca di nuovi giacimenti petroliferi che sta portando le oil company a trivellare indiscriminatamente territori storicamente incontaminati e antropicamente "liberi" come la regione artica.

### Il geologo e la lumaca: la curva di Hubbert ed il guscio della chiocciola

L'equilibrio tra la funzione mobilità e le altre funzioni sub-sistemiche è estremamente delicato e richiede specifiche procedure alfine di evitare l'innescarsi di pericolosi processi degenerativi che tendono a propagarsi territorialmente con effetti a catena. La consapevolezza, oramai giunta ad una fase matura, della necessità di una pianificazione integrata della funzione mobilità con le altre del sistema urbano, sta conducendo, anche attraverso lo sviluppo di modelli di interazione trasporti/territorio (LUTI), a interessanti approfondimenti disciplinari integrati già auspicati alcuni decenni orsono. Purtroppo attualmente, gli errati comportamenti di mobilità sempre più orientati verso l'uso del veicolo privato, stanno determinando una pericolosa inversione per la quale la mobilità va progressivamente trasformandosi da attività fondamentale per lo "sviluppo antropico" a fattore deleterio catalizzante la "crescita entropica" dei sistemi urbani.

Esistono due figure geometriche che sono in grado di descrivere efficacemente i termini della crisi energetica mondiale e che possono essere utilizzate per costruire una teoria dell'inversione energetica.

La prima è la curva gaussiana rappresentativa di una distribuzione di valori secondo un andamento a campana utilizzata da molti studiosi per modellizzare fenomeni fisici ed antropici, quali la pressione.

«Growth, growth, growth — that's all we've known. [...] World automobile production is doubling every 10 years; human population growth is like nothing that has happened in all of geologic history. The world will only tolerate so

*many doublings of anything — whether it's power plants or grasshopper».*

Così nel 1975 il geologo, geofisico e matematico texano Marion King Hubbert, per anni attivo nei laboratori di ricerca della Shell Oil, stigmatizzava i problemi legati alla crescita, alla mobilità ed al prossimo esaurimento della nostra principale fonte energetica: il petrolio

Hubbert elaborò un modello che consente di stimare le potenzialità estrattive di un giacimento relativamente al cosiddetto petrolio convenzionale.

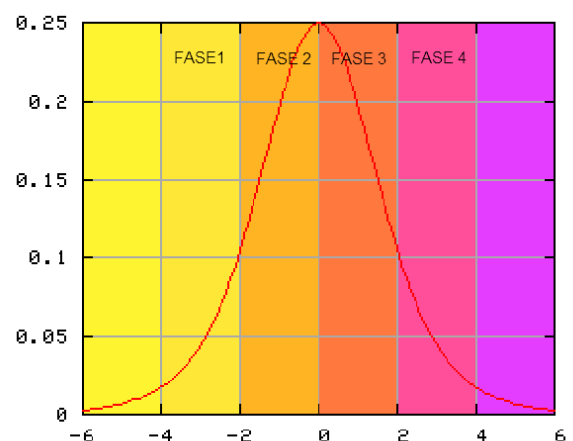
Nella curva, simile ad una distribuzione normale che descrive un andamento "a campana" della stima della quantità di petrolio estraibile, possono distinguersi quattro diverse fasi:

Fase 1 - espansione rapida: la risorsa fossile è disponibile in enormi quantità e sono necessarie risorse limitate per la sua estrazione, la produzione cresce in modo esponenziale;

Fase 2 - esaurimento delle risorse facili: vengono ad esaurirsi i giacimenti ove si estrae con risorse limitate ed è necessario impiegare mezzi più ingenti per continuare la produzione che subisce però un primo significativo rallentamento.

Fase 3 - picco e declino della curva: il progressivo esaurimento richiede della risorsa richiede l'impiego di investimenti crescenti che giungono ad un picco di insostenibilità economica dal quale la curva inizia il profilo declinante in un rapido decremento della potenzialità estrattiva.

La curva e la funzione di Hubbert.



$$x = \frac{e^{-t}}{(1 + e^{-t})^2} = \frac{1}{2 + 2 \cosh t}$$

Fase 4 – declino finale: la produzione continua con un'inerzia propria ma senza beneficiare di nuovi investimenti che conducono successivamente ad un definitivo arresto della produzione.

Il problema attualmente risiede nel capire dove siamo relativamente alla curva di produzione. Su tale quesito esistono risposte diversificate che mostrano tuttavia un elemento comune: quasi tutte le regioni mondiali hanno raggiunto e superato il picco della curva, l'unica regione al mondo che non ha raggiunto il culmine è il medio oriente. La seconda figura geometrica è la spirale.

La spirale rappresenta sicuramente un simbolo dell'evoluzione, della generazione creativa ed è presente in molti "segni" biologici e sistemici come raffigurazione dello sviluppo.

La spirale però può anche rappresentare un andamento negativo se rappresenta un processo involutivo o una crescita continua difficilmente controllabile come quella che l'umanità pare aver intrapreso sul pianeta Terra.

Quando la risorse energetica si esaurirà verremo schiacciati dal peso della nostra produzione antropica. In tal senso potrebbe risultare di un qualche interesse citare il comportamento della chiocciola descritto da Ivan Illich: "La chiocciola costruisce la delicata architettura del suo guscio

aggiungendo una dopo l'altra, delle spire sempre più larghe; poi smette bruscamente e comincia a creare delle circonvoluzioni decrescenti. Una sola spira più larga darebbe al guscio una dimensione sedici volte più grande.

Invece di contribuire al benessere dell'animale lo graverebbe di un peso eccessivo. A quel punto, qualsiasi aumento della sua produttività servirebbe unicamente a rimediare alle difficoltà create da una dimensione del guscio superiore ai limiti fissati dalla sua finalità. Superato il punto limite dell'ingrandimento delle spire i problemi della crescita eccessiva si moltiplicano con legge geometrica, mentre la capacità biologica della lumaca può seguire soltanto nel migliore dei casi una progressione aritmetica".

Latouche utilizza questa similitudine per supportare il concetto di decrescita al quale contribuisce anche l'approfondimento che qui si intende esperire: la nostra smisurata crescita si scontra con i limiti della finitezza della biosfera (Latouche, 2008).

#### Verso una nuova mobilità sostenibile

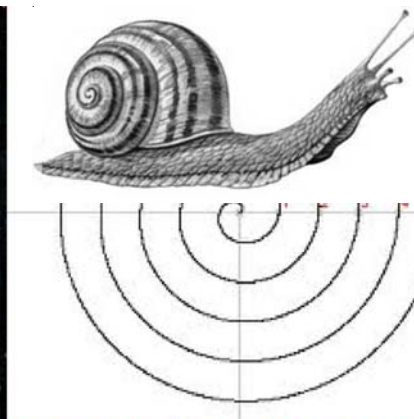
Parallelamente al dibattito da tempo attivo e riguardante la possibilità di poter parlare concretamente di uno sviluppo sostenibile, si sta sviluppando il confronto rispetto alla

funzione mobilità. In altri termini: è realmente possibile parlare di una mobilità sostenibile? Il concetto di sostenibilità assoluta implicherebbe la possibilità di realizzare uno spostamento senza produzione entropica. A questo punto l'interrogativo diviene: ci si può muovere senza utilizzare energie da combustibili non rinnovabili e/o senza emettere residui inquinanti?

Il discorso è davvero ampio e la particolare attenzione che il tema sta polarizzando in questi ultimi anni, principalmente innescato dalla crisi ambientale ed energetica, è riconducibile al più ampio quesito: esiste uno sviluppo sostenibile?

Non è questa la sede per approfondire le questioni che tale interrogativo apre ed esaminare gli importanti contributi forniti al dibattito. Nella necessità di costruire un sintetico panorama di sfondo si dirà che, parlando di sviluppo

**La spirale è una delle forme generative più note ritrovabile in molti complessi sistemici e/o biologici che vanno dal DNA umano, alle galassie e ai frattali.**



sostenibile, è diffuso l'uso di richiamare la definizione riportata nel rapporto Brundtland intitolato: "Our common future" pubblicato 1987, per il quale si definisce sostenibile uno sviluppo: "lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali". Tale concetto ha subito successivamente evoluzioni e modificazioni ma è rimasto purtroppo sempre riconducibile ad un altro concetto che caratterizza le economie occidentali: la crescita.

La crescita rappresenta il malinteso obiettivo di ogni economia nazionale del pianeta e l'errato paradigma di riferimento per l'avanzamento delle organizzazioni umane. Anche questo è un tema eccessivamente ampio per trovare spazio in questa sede ma va osservato come, al fine di individuare delle possibili pratiche da mettere in essere all'interno dei sistemi urbani, la mobilità rappresenti la funzione da considerare prioritariamente. Come detto la mobilità è la funzione che consente lo scambio e lo spostamento di individui, beni ed informazioni e rappresenta la principale attività strutturante gli insediamenti umani.

In altri scritti si è anche approfondito il discorso del potere sostitutivo della mobilità fisica che potrebbe essere esercitato attraverso le nuove tecnologie infotelematiche (Fistola, 2008), ma si è anche dimostrato come tali tecnologie non abbattano realmente i flussi fisici ma li spostino temporalmente e spazialmente. Probabilmente una reale

La "Solectria" probabilmente il primo veicolo solare apparso agli inizi degli anni '80 sviluppato da James Worden, uno studente liceale americano.



svolta verso la sostenibilità effettiva può essere prodotta attraverso una radicale riconfigurazione delle modalità con cui si svolge lo spostamento, ma probabilmente una concreta svolta verso la sostenibilità potrebbe essere innescata da fenomeni di *market driving*, che renda in breve tempo disponibili veicoli, economicamente appetibili, alimentati da propellenti non fossili.

In altre parole, in questa sede, si intende verificare se esistano le concrete premesse per poter svolgere, in un immediato futuro, uno spostamento fisico e veicolare attraverso vettori in grado di utilizzare le energie rinnovabili.

#### *Con il sole*

L'energia solare è, come detto, la principale fonte energetica di cui il pianeta può disporre in larghissime quantità. Da tempo la ricerca tenta di mettere a punto veicoli in grado di utilizzare tale energia per la propulsione. Va in tal senso operata una distinzione: esistono veicoli in grado di utilizzare l'energia fotovoltaica per produrre propellenti da utilizzare successivamente per il motore e veicoli in grado di utilizzare direttamente l'elettricità ricavata dal sole.

Questa seconda tipologia è quella che si vuole trattare all'interno di questo paragrafo. L'auto solare è un veicolo ricoperto di pannelli solari ad alta efficienza che consentono di trasferire l'energia elettrica ricavata ad un motore in grado di muovere il veicolo. Già nei primi anni '80 apparvero alcuni "improbabili" prototipi monoposto che ebbero però il pregio di avviare la ricerca nel settore. Dalla seconda metà del 2000 le aziende automobilistiche hanno concretamente avviato

la realizzazione di veicoli solari annunciando importanti uscite. È il caso della Fiat che nel 2008 ha annunciato la messa a punto di un prototipo di city car ad energia solare, chiamata Philla (dal greco: foglia), la cui carrozzeria è ricoperta da pannelli solari ad alta efficienza in grado di far muovere il veicolo per 18 Km al giorno. La Philla è anche collegabile alla rete elettrica ed un pieno di energia (costo 1 euro) può farla muovere per circa 200 km.. Dopo un periodo di comprensibile euforia che prevedeva la consegna del veicolo alla Regione Piemonte per le esigenze di spostamento dei funzionari e anche per testarne il concreto utilizzo su strada, non si ha ad oggi alcuna informazione sulla reale messa sul mercato del veicolo che possiede la non trascurabile caratteristica di essere realizzato con una normale carrozzeria diversamente da quanto visto in precedenza per analoghe solar car. Anche la Toyota ha annunciato lo sviluppo di un modello di vettura ad energia solare: la Prius Solar che per il momento dovrebbe avere una prima versione ibrida e successivamente,

intorno al 2012, un modello totalmente alimentato da pannelli solari. L'impressione è che vi sia una certa attenzione delle case automobilistiche verso questa "possibilità" di sviluppo della propulsione veicolare ma che una concreta presenza sul mercato di un'auto totalmente solare è ancora lontana da venire.

#### Con l'aria

Uno dei sogni della mobilità veicolare è sicuramente quello di spostarsi utilizzando il componente maggiormente disponibile sul nostro pianeta dopo l'acqua: l'aria.

La propulsione ad aria compressa è stata sviluppata fin dalla fine del 1800 ed applicata principalmente al movimento delle locomotive e dei mezzi di trasporto collettivo urbano come i tram.

Successivamente, negli anni trenta, si giunse alla messa a punto di auto vere e proprie ma solo nel 1979 fu depositato da Terry Miller un brevetto di costruzione della "Air Car One". Come riportato oggi dal sito Aircar, molti sono i vantaggi dell'auto ad aria compressa:

- \* Il costo necessario per comprimere l'aria in modo da ricavarne un sistema di propulsione per veicoli è inferiore al costo energetico di un motore a scoppio.
- \* L'aria è abbondante, economica, trasportabile, stoccabile e, soprattutto, non inquinante.
- \* La tecnologia dell'aria compressa riduce del 20 % i costi di produzione di una vettura, poichè non necessita della fabbricazione di un sistema di raffreddamento, ne' di un serbatoio per il combustibile, ne' di bugie, ne' di silenziatore.
- \* L'aria di per se' non è infiammabile.
- \* La concezione meccanica del motore è semplice e robusta.
- \* Non è soggetto all'effetto di corrosione delle batterie a caldo.
- \* I costi di fabbricazione e di manutenzione sono inferiori.
- \* Le bombole di aria compressa possono essere eliminate o riciclate in maniera meno inquinante delle batterie.
- \* Le bombole di aria compressa hanno una durata di vita più lunga di quella delle batterie, che si degradano proporzionalmente all'aumento del numero di cariche.
- \* Il serbatoio puo' essere riempito con maggior frequenza e in minor tempo di quanto occorra per la ricarica delle batterie.

Attualmente vi sono alcuni interessanti sviluppi in particolare in Francia dove sarà avviata a breve la produzione e la commercializzazione (nel 2012) di un'auto ad aria compressa al prezzo di circa 5.000 euro nella sua versione base. L'auto con un pieno d'aria, costo 1,5 euro, è in grado di percorrere 200 Km. ed è ovviamente ad emissioni zero.



La "Philla" della Fiat auto a pannelli solari annunciata nel 2008 ma attualmente ancora in fase di test.

La vettura è prodotta dalla MDI, azienda franco-lussemburghese guidata da Guy e Cyril Nègre che deve però quotidianamente superare consistenti problemi finanziari e di ostacolo da parte delle società produttrici di auto a combustibile fossile. Anche recentemente è stato annunciato un ulteriore slittamento nella produzione che rimane tuttavia il principale obiettivo della società.

Va comunque sottolineato che sussistono alcuni problemi tecnici che impediscono l'avvio della produzione in serie di tali veicoli.

Ma la MDI continua nella sua battaglia per la quale ha anche ricevuto un finanziamento speciale della UE di circa un milione di euro.

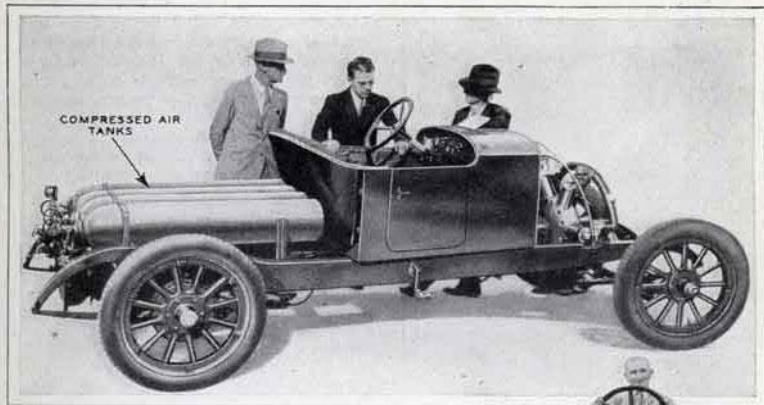
#### Con l'acqua

Come accennato in precedenza, l'acqua, che viene spesso indicato come fattore limitante per lo sviluppo di forme biologiche, rappresenta l'elemento maggiormente presente sul nostro pianeta. Come ricordato da Giorgio Nebbia: "...in totale sulla terra l'acqua e' presente in quantita' grandissime: 1.400 milioni di chilometri cubi, pari a 1.400 milioni di miliardi di tonnellate.

A titolo di confronto si pensi che l'ossigeno e l'azoto dell'atmosfera terrestre (i gas ugualmente essenziali per la vita) pesano "appena" 5 milioni di miliardi di tonnellate; tutti gli esseri viventi esistenti sulla terra pesano meno di 1 milione di miliardi di tonnellate; tutta la materia organica fissata e trasformata ogni anno nei grandi cicli naturali sui continenti e negli oceani pesa appena 0,2 milioni di miliardi di tonnellate". Il pericolo risiede nella potenzialità che l'acqua si trasformi nel nuovo bene di riferimento energetico che però, diversamente dal petrolio, mantiene una caratteristica di fondo non trascurabile: è indispensabile per la vita.



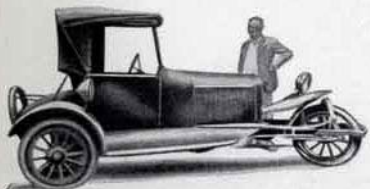
## Compressed AIR MOTOR Runs Car



A side view of the compressed air car, showing the four fuel tanks which will drive the car 500 miles at a speed of 35 miles an hour. The engine requires no cooling system, no ignition system, no carburetor, nor the hundreds of moving parts included in a standard gasoline motor.

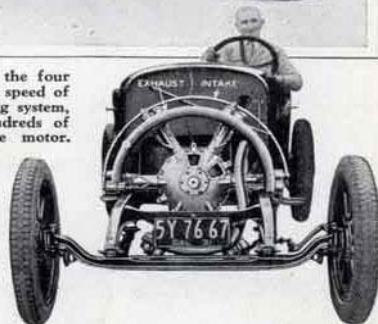
**E**ITHER the era of "free air" is about to come to an end, or the cost of motoring is about to be reduced to practically nothing. In an amazing demonstration conducted recently in Los Angeles a standard automobile chassis, powered with a newly-developed compressed air motor, whizzed around the city streets at not one cent of cost to the driver for fuel.

The engine, which is the result of six years of research by Roy J. Meyers, resembles in general appearance a radial airplane motor. It is mounted in an upright position in the same space occupied by a gasoline motor in standard cars.



This unusual vehicle, built by J. M. Custer of Piggott, Ark., resembles a cross between a flivver and wheelbarrow. It was assembled from junk.

*Inventions for January*



A front view, showing how the compressed air engine is mounted. An electric heater, operated by a battery and generator, heats the air until it attains a pressure of 200 lbs. As the warm air goes through the engine and is cooled, it is recovered and drawn into a compressing chamber, where it is heated again and returned to the tank.

### A Three-Wheeled Car for 60c

**W**ITH a total cash outlay of only sixty cents, plus several hours of labor and a large amount of mechanical ingenuity, J. M. Custer of Piggott, Arkansas, has built for himself a most unusual three-wheeled flivver.

Made entirely of parts picked up from the junk pile, the car contains parts of seven different makes of autos. Steering is done with the front wheel, which is mounted like a wheelbarrow wheel, considerably ahead of the motor.

47

Il primo articolo che pubblicizzava un'auto ad aria compressa apparso su un giornale americano del 1932.

In maniera più precisa sarebbe necessario parlare di auto a idrogeno in quanto è questo il propellente in grado di far muovere il motore di questi veicoli. Come è noto l'idrogeno non esiste in natura e può essere prodotto dall'acqua, per pirolisi o elettrolisi, scindendo la molecola H<sub>2</sub>O e liberando l'ossigeno.

I veicoli che attualmente utilizzano tale propellente devono rifornirsi direttamente presso stazioni appositamente costruite ed esistono alcuni progetti, come la A22 in Europa, per realizzare intere autostrade dotate di tale possibilità di rifornimento. La maggiore difficoltà tecnica risiede nel trasporto e nello stoccaggio di tale gas (a bassa densità)

che pone non pochi problemi. Molti paesi sono attivi nella ricerca di soluzioni che possano essere effettivamente ed economicamente praticabili. Sul versante delle realizzazioni di veicoli a idrogeno va segnalato che esistono in alcune città italiane alcune sperimentazioni di bus a idrogeno (per esempio a Bologna) ed è possibile trovare interessanti prototipi realizzati da importanti case automobilistiche quali BMW, Mercedes e Nissan che fra pochi anni (2014) prevedono la possibilità di una commercializzazione. Probabilmente il punto di svolta, anche per questo propellente, risiederà nella messa a punto di motori a celle combustibili ad alta efficienza in grado di trasformare l'acqua (utilizzata per il rifornimento) in idrogeno direttamente on-board.

L'energia elettrica per effettuare la scissione molecolare può essere ottenuta da pannelli fotovoltaici montati sulla carrozzeria, così da realizzare un ciclo energetico perfettamente chiuso.

### Conclusioni

In sede di conclusioni va sinteticamente sottolineato che, oltre alle proposte innovative descritte, non vanno dimenticate anche le vetture ad emissioni zero che utilizzano propulsioni quali il metano, il biodiesel o l'elettricità immessa nel veicolo attraverso una normale presa collegata alla rete. Le recenti proposte della Nissan (con il rivoluzionario modello Leaf attualmente in commercio) appaiono particolarmente interessanti.

Questi veicoli, comunque alternativi nei sistemi di propulsione, non possono però essere considerati totalmente dei vettori della green mobility in quanto l'energia utilizzata viene prodotta grazie a fonti fossili (petrolio per le centrali elettriche e gas naturale) oppure attraverso la sintesi di di vegetali la cui coltivazione prevede un consistente uso di suolo ed una liberazione di CO<sub>2</sub> dovuta alla lavorazione; per non addentrarsi nei problemi relativi alla sottrazione di territorio per gli usi alimentari anche considerando i numeri degli individui che soffrono la fame sul nostro pianeta (circa un miliardo).

Questi veicoli utilizzano il pollution shift cioè traslano il problema delle emissioni trasferendolo nel sito di produzione



La AirPod della MDI veicolo ad aria compressa omologato per la circolazione stradale e dotato di quattro posti (tre adulti ed un bambino), con un'autonomia di 220 chilometri con un pieno di aria che dura un minuto e mezzo e costa poco più di un euro.

dell'energia che viene successivamente utilizzata per la mobilità cittadina.

Tale circostanza ha comunque il merito di contribuire a non accrescere i livelli CO<sub>2</sub>, PM10, etc. all'interno dei contesti urbani/metropolitani già pesantemente compromessi.

Come visto la storia dei veicoli a propulsione alternativa è sempre segnata da difficoltà di sviluppo ed economiche e connotata da una certa avversione del mercato che tende a mantenere lo status quo anche in una contingenza, come quella attuale, nella quale la crisi energetica impone la ricerca di soluzioni alternative al petrolio. Non è facile dire se nell'immediato futuro, come sembra, potremo realmente

scegliere fra un'auto a benzina, una elettrica ed una ad aria. Probabilmente la transizione, più economica che industriale, richiederà tempi più lunghi anche se, come visto, la fase 4 della curva di Hubbert sembra avviata e non sappiamo quanto petrolio ci rimane ancora da estrarre.

L'innovazione tecnologica, il mercato ed il capitale sociale possono produrre una svolta ma solo se si riesce effettivamente a comprendere il livello della crisi e ad operare in maniera eticamente sinergica, comportamento che non si addice alle forze del mercato e purtroppo neanche a vaste fasce dell'attuale componente socio-antropica delle città.

#### Riferimenti bibliografici

Brundtland Report, (1987), "Our common future", Report of the World Commission on Environment and Development, (<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>).

Fistola, R., (2011), «Crisi urbana e cristallizzazione del caos territoriale. Agente individualista vs capitale sociale», in Moccia F. D. (a cura di), *Urbanistica e Politica*, collana: Governo del Territorio e Progetto Urbano - Studi e Ricerche n.4, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.

Fistola, R., (2008), "Softmobility/Cybermobility nuove funzioni urbane e mobilità digitale", in *TeMA*, vol. 1, n. 3.

Friedman, T. L., (2009), *Caldo, Piatto e Affollato. Come è oggi il mondo e come possiamo cambiarlo*, Mondadori, Milano.

Illich, I., (2005), «Le genre vernaculaire», in *Euvrès completes*, p. 192, vol. 2, Fayard, Paris.

Latouche, S., (2008), *Breve trattato sulla decrescita serena*, p. 34, Bollati Boringhieri, Torino.

Legambiente, Mal'aria di città 2011, <http://risorse.legambiente.it/docs/malaria11.0000002212.pdf>

Putnam, D. R., (2004), *Capitale sociale e individualismo. Crisi e rinascita della cultura civica in America*, Il Mulino, Bologna.

#### Referenze immagini

L'immagine a pag. 90 è tratta dal sito <http://www.oilwellinvestmentcompanies.com>. La tabella a pag. 91 è tratta da ENERDATA, 2008. L'immagine a pag. 94 è una elaborazione dell'autore. L'immagine a pag. 96 è tratta da <http://www.ilsole24ore.com>, quella a pag. 97 è tratta da <http://www.aircarfactories.com/>. L'immagine a pag. 98 è tratta dal sito <http://www.autoariacompressa.com/>.