

Link alla cartella Google Drive con script usati in SQL:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/16Hd4mF47C2JT4GkgZOzHt60z22BKklG0>

Nel seguente lavoro ho analizzato i dati provenienti da due dataset diversi, chiamati “world_data” e “sustainable_energy”

I dati dei set sono stati inseriti su pgadmin: con riferimento al dataset “world_data” si è resa necessaria una prima fase di pulizia dei dati, eseguita con il Query Tool di pgadmin 4 consistente nella modifica del segno della virgola con il punto laddove fosse inteso come separatore dai decimali e nell’eliminazione dei segni “%” e “\$”, presenti nelle celle dei dati, che pertanto sono stati inseriti in prima battuta come “varchar” e successivamente modificati in “integer” o “decimal” a seconda dell’evenienza. [1]

Obiettivo dell’analisi

Lo scopo di questa analisi esplorativa è trovare quali variabili sono correlate fortemente tra loro e se queste correlazioni confermano o smentiscono quanto intuibile senza calcoli;

inoltre verrà approfondito il tema dell’energia, i suoi consumi e di quali siano le principali fonti di essa nei diversi Paesi del mondo e di come ciò sia variato negli ultimi venti anni.

Analisi generale dei dati

Per una esplorazione più efficace sui dati ho ritenuto opportuno aggiungere due colonne: Gdp pro capite (“gdp_pp”) e inquinamento pro capite (co2_per_abitante) calcolate dividendo Gdp e inquinamento per il numero degli abitanti nello stesso paese. L’intento era quello di avere delle metriche standardizzate e quindi meno sensibili alla numerosità della popolazione. L’obiettivo dell’analisi è stato quello di delineare una panoramica riguardo sia alcune correlazioni riscontrabili nella demografia, sia la condotta energetica delle nazioni nel mondo e del suo andamento nel corso dei primi vent’anni del terzo millennio. [2]

Di seguito alcune correlazioni significative ottenute nell’ambito del dataset “world_data”:

- [2.1] *Medici ogni 1000 abitanti e Aspettativa di Vita:*
= 0,71
- [2.2] *Aspettativa di vita e tasso di fertilità:*
= -0.85
- [2.3] *Aspettativa di vita e mortalità infantile*
= -0.92
- [2.4] *Aspettativa di vita e CO2 per abitante:*
= 0.45
- [2.5] *PIL pro capite e mortalità infantile*
= -0.49

- [2.6] *Pil pro capite e importo del salario minimo*
= 0.84
- [2.7] *Co2 e Abitanti*
= 0.81
- [2.8] *Media e deviazione standard di CO2 per abitante*
= 0.0042 e 0.0053

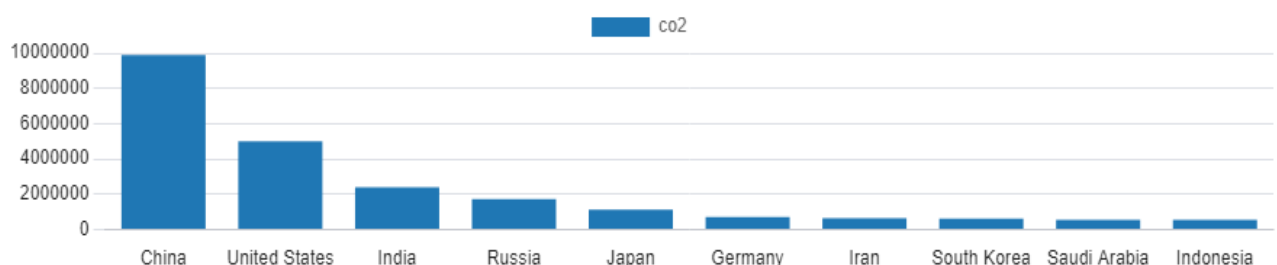
Come facilmente intuibile, **CO2** e **popolazione** sono due variabili fortemente correlate; ma da uno sguardo più attento emerge comunque la presenza di paesi che inquinano significativamente di più, in virtù di differenti politiche industriali o a causa della scelta della Cina (ora abrogata) di smaltire rifiuti provenienti da altre regioni del mondo.

La correlazione tra **numero di medici** e **aspettativa di vita** [2.1] è molto probabilmente una correlazione *spuria*, vale a dire motivata da una terza variabile non esplicita che influisce su ambedue le variabili (in questo caso dovrebbe essere la ricchezza della nazione, che incide positivamente su entrambe le variabili); lo stesso vale per la correlazione tra **Aspettativa di Vita** e **Tasso di Fertilità** e **Mortalità Infantile**: tutte e tre le variabili dipendono verosimilmente dalla ricchezza, in modo rispettivamente diretto, indiretto e indiretto.

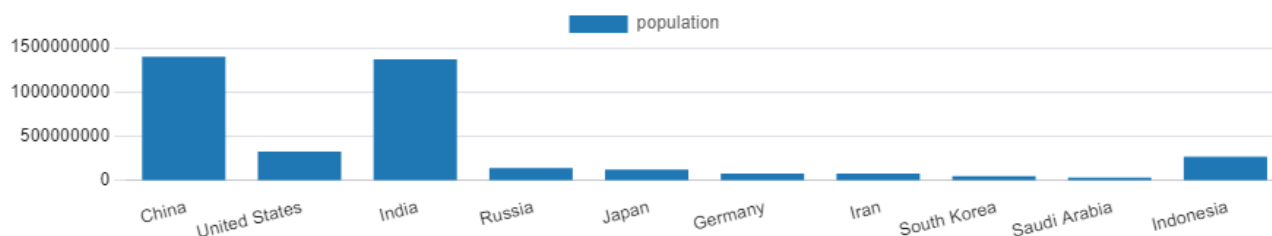
Rispetto al tasso di fertilità, tuttavia, è bene precisare che potrebbe trattarsi anche di fattori culturali: nei paesi del cosiddetto “*Primo Mondo*”, le coppie hanno sempre meno figli, tanto da aver dato il via ad un fenomeno sociale chiamato “*DINK*”, ovvero ‘Double Income No Kids’ per identificare quelle coppie formate da due lavoratori che rinunciano o posticipano la genitorialità per concentrarsi maggiormente sulla carriera, o più semplicemente sulle loro vite.

Analisi sull’energia dei Paesi

Di seguito, il grafico generato da pgadmin da una query per visualizzare i primi 10 paesi del mondo per emissione di CO2: [3]



[CO2 in tonnellate]



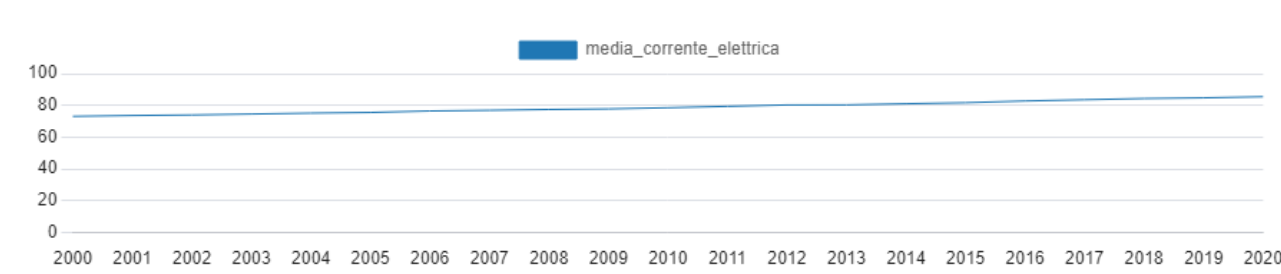
Il grafico di sopra mostra la popolazione delle 10 nazioni più impattanti sull'ambiente. Si nota una discrepanza tra i due grafici specialmente per l'India e per gli Stati Uniti d'America; gli abitanti delle due nazioni hanno stili di vita completamente diversi e infatti il PIL pro capite degli statunitensi è significativamente più alto; i paesi che producono più ricchezza sono logicamente anche quelli più energivori, ed infatti la correlazione tra **GDP** e **CO2** è molto significativa [4]

= 0,92

Energia sostenibile e non: alcuni dati

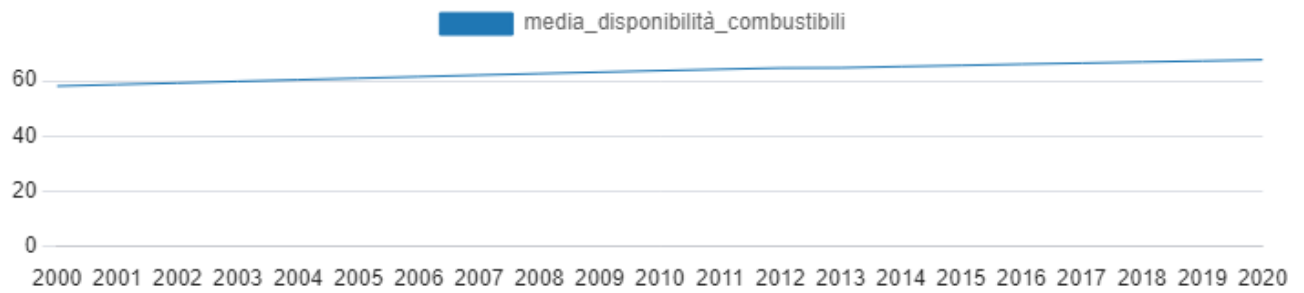
Considerando la tipologia dei dati riportati dalla tabella, ovvero diverse voci riferite agli ultimi venti anni delle nazioni del mondo, mi sono concentrato sulla descrizione dei trend delle variabili coinvolte:

- [5] *Accesso alla corrente elettrica in % della popolazione, media mondiale:*



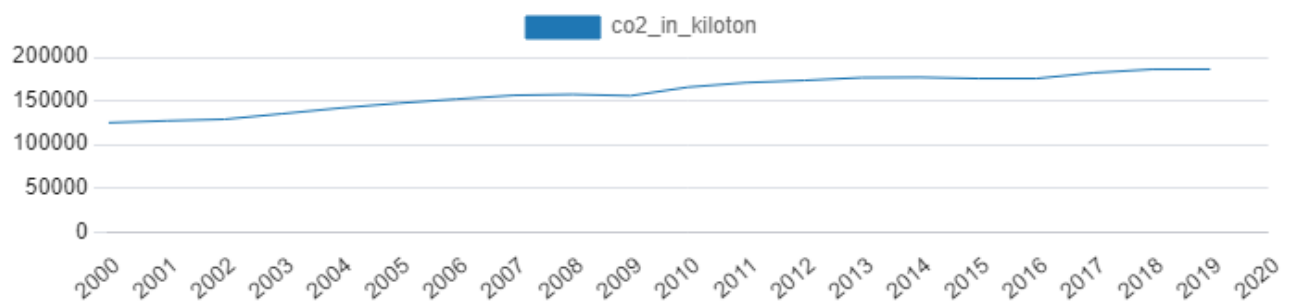
[dal 73,12% al 85,46%]

- [5.1] Accesso ai combustibili in % della popolazione, media mondiale:

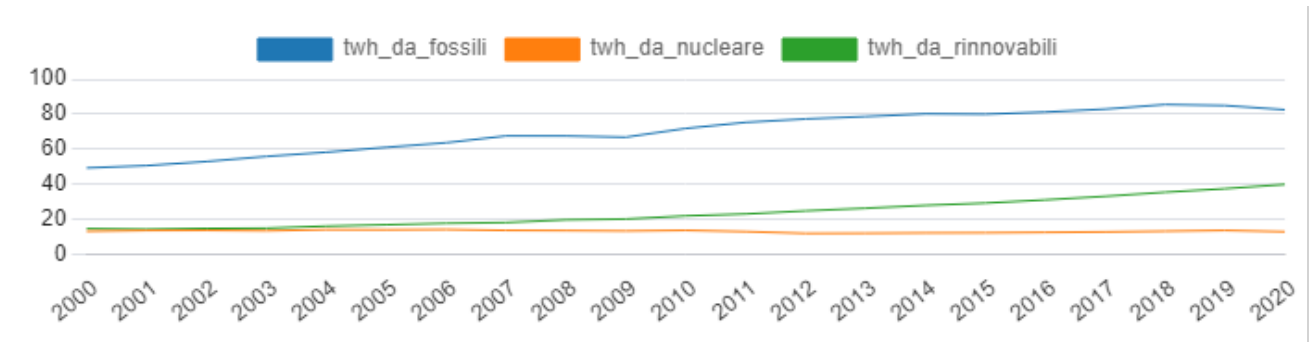


[dal 58% al 67,56%]

- [5.2] Emissioni di CO2 in kiloton:

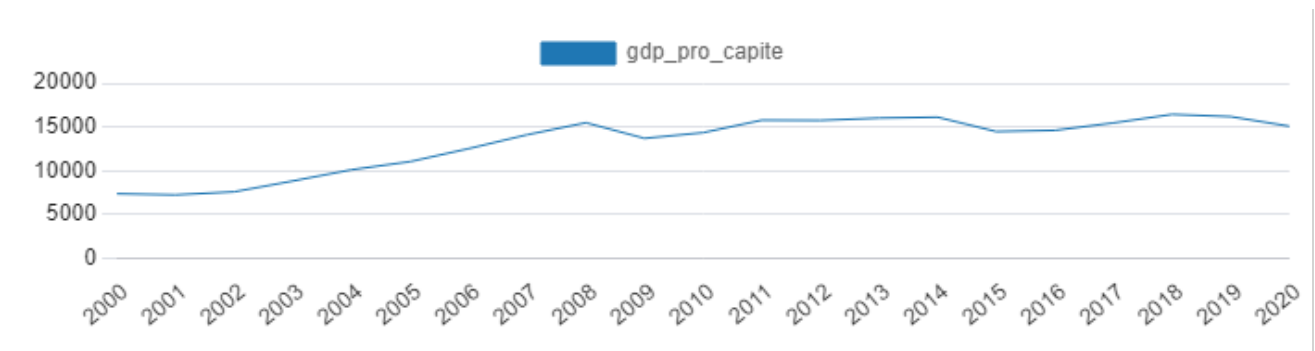


- [5.3] Fonti energetiche: Rinnovabili, Fossili, Nucleare in Twh:



Notiamo la crescita stabile del ricorso all'energia da combustibile fossile e da rinnovabile, mentre il ricorso al nucleare non è incrementato significativamente nel corso degli anni.

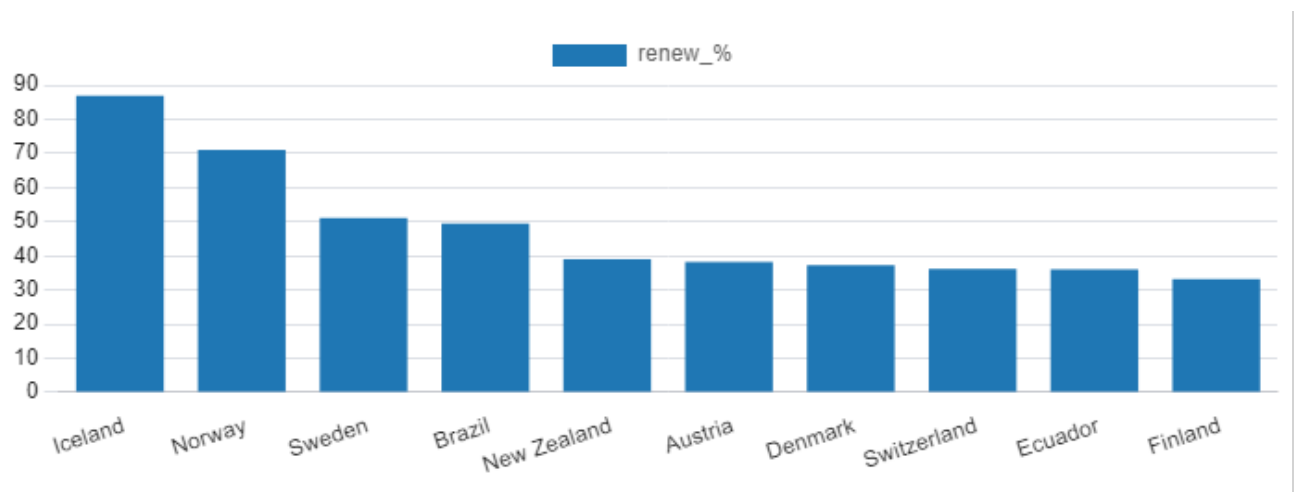
L'andamento dell'energia da combustibile fossile ricalca quello del PIL pro capite [5.4]:



[in dollari]

Le contrazioni nel 2009 e nel 2020 sono ragionevolmente dovute rispettivamente alla crisi finanziaria del 2008 e alla pandemia da COVID-19 del 2020.

Ovviamente vi è un'alta eterogeneità nel ricorso alle energie rinnovabili nel mondo: la seguente query è per visualizzare le 10 nazioni che hanno tratto più energia del loro consumo totale da fonti rinnovabili [5.5]:



Quali sono i paesi che hanno migliorato le condizioni di accessibilità energetiche nel corso degli ultimi 20 anni?

- Primi 10 paesi per miglioramento in accesso a corrente elettrica [5.6]:

| | country character varying (100) 🔒 | differenza_elettricità numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Afghanistan | 96.08641 |
| 2 | Cambodia | 69.80000 |
| 3 | Bhutan | 68.85000 |
| 4 | Solomon Islands | 68.82945 |
| 5 | Bangladesh | 64.20000 |
| 6 | Nepal | 60.85373 |
| 7 | Eswatini | 59.53474 |
| 8 | Kenya | 56.30677 |
| 9 | Papua New Guinea | 52.82299 |
| 10 | Somalia | 47.83837 |

La media globale è stata di **13,27%** ed è stata calcolata con una query che usa la precedente come CTE e ne calcola la media. [5.7]

- Primi 10 paesi per miglioramento in accesso a combustibili (% popolazione) [5.8]

| | country character varying (100) 🔒 | differenza_combustibili numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Indonesia | 78.40000 |
| 2 | Tuvalu | 54.50000 |
| 3 | Bhutan | 52.40000 |
| 4 | Tonga | 48.20000 |
| 5 | Sudan | 47.10000 |
| 6 | Maldives | 46.10000 |
| 7 | Tajikistan | 45.90000 |
| 8 | India | 45.60000 |
| 9 | Guyana | 45.00000 |
| 10 | Albania | 43.10000 |

Calcolando la media globale del tasso di crescita e la sua deviazione standard [5.9] è stato ottenuto un risultato di **9,87%** per la prima e **14,89** per la seconda.

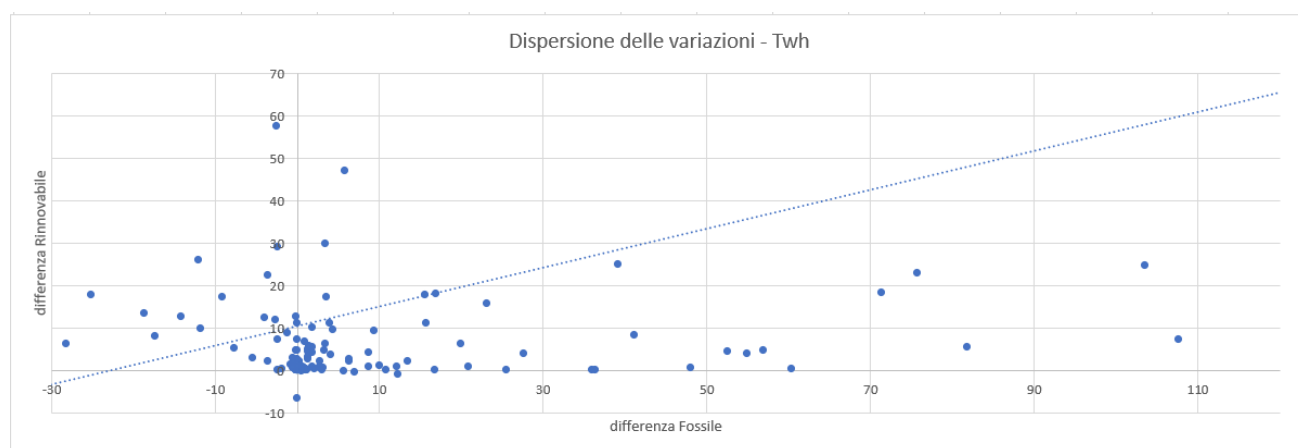
La varianza è molto elevata, dato lo stato già avanzato di molte economie mondiali all'inizio degli anni 2000 o addirittura il peggioramento in tale condizione di alcune nazioni. Utilizzando la penultima query citata, ed invertendo la condizione **order by differenza_combustibili asc** otterremmo infatti:

| | country character varying (100) | differenza_combustibili numeric |
|----|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Senegal | -10.60000 |
| 2 | Vanuatu | -8.30000 |
| 3 | Bosnia and Herzegovina | -6.90000 |
| 4 | Zambia | -3.40000 |
| 5 | Grenada | -3.30000 |
| 6 | Zimbabwe | -3.10000 |
| 7 | Malaysia | -2.50000 |
| 8 | Gambia | -2.00000 |
| 9 | Saint Vincent and the Grenadines | -1.40000 |
| 10 | Malawi | -1.10000 |
| 11 | Uganda | -0.40000 |

- *Analisi cambiamento degli input energetici: confronto tra rinnovabile e fossile:*

in primo luogo, analogamente a quanto esposto poc'anzi, è stata eseguita una query per ottenere una tabella riassuntiva delle differenze tra l'anno 2020 e l'anno 2000 nell'impiego di energia rinnovabile e fossile, usando come riferimento le colonne contenenti i dati in Twh (terawatt/ora) e raggruppando per nazioni.

Usando la precedente come CTE ho calcolato la correlazione tra le due variabili, risultata essere 0.93. Questo significa che i consumi globalmente sono aumentati per entrambe le fonti energetiche (come visto anche a pagina 5) e che le fonti rinnovabili non hanno sostituito quelle fossili nel paniere dei rifornimenti energetici.



[realizzato con Excel, esclusi dal grafico alcuni outlier per una resa grafica più efficace]

- “Virtuosismo energetico” calcolato come aumento dei consumi derivanti da fossile ma stornato dei consumi da rinnovabile, valori in TWh [6]:

| | country character varying (100) | differenza_fossile numeric | differenza_rinnovabile numeric | virtuosismo_energetico numeric |
|----|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | China | 4070.83 | 1959.38 | -2111.45 |
| 2 | India | 726.99 | 235.49 | -491.50 |
| 3 | Saudi Arabia | 199.14 | 0.21 | -198.93 |
| 4 | Indonesia | 160.48 | 33.31 | -127.17 |
| 5 | Egypt | 107.69 | 7.13 | -100.56 |
| 6 | Mexico | 103.66 | 24.68 | -78.98 |
| 7 | United Arab Emirates | 81.95 | 5.50 | -76.45 |
| 8 | Bangladesh | 60.48 | 0.37 | -60.11 |
| 9 | Thailand | 71.37 | 18.35 | -53.02 |
| 10 | Malaysia | 75.86 | 22.98 | -52.88 |

[i 10 più impattanti]

| | country character varying (100) | differenza_fossile numeric | differenza_rinnovabile numeric | virtuosismo_energetico numeric |
|----|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | United States | -265.38 | 470.47 | 735.85 |
| 2 | Germany | -115.82 | 216.01 | 331.83 |
| 3 | United Kingdom | -154.56 | 121.76 | 276.32 |
| 4 | Brazil | 52.28 | 211.24 | 158.96 |
| 5 | Italy | -57.11 | 66.03 | 123.14 |
| 6 | Canada | -53.37 | 65.54 | 118.91 |
| 7 | Spain | -36.58 | 79.30 | 115.88 |
| 8 | France | -2.47 | 57.45 | 59.92 |
| 9 | Denmark | -25.15 | 17.88 | 43.03 |
| 10 | Australia | 5.87 | 46.88 | 41.01 |

[i 10 meno impattanti]

Si tratta chiaramente di differenze dovute anche al punto di partenza degli stati di cui sopra: un’economia già avanzata nel 2000 ha avuto meno esigenze di incrementare i consumi globali ed ha potuto sperimentare maggiormente nel campo delle energie innovative. Alla stessa query di prima si aggiunge la crescita media del PIL pro capite (eseguendo un inner join) [6.1]:

| | country character varying (100) | differenza_fossile numeric | differenza_rinnovabile numeric | virtuosismo_energetico numeric | crescita_media_gdp numeric |
|----|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Barbados | 0.17 | 0.07 | -0.10 | -0.24 |
| 2 | Greece | -18.67 | 13.41 | 32.08 | -0.11 |
| 3 | Italy | -57.11 | 66.03 | 123.14 | -0.04 |
| 4 | Zimbabwe | 0.10 | 0.75 | 0.65 | 0.13 |
| 5 | Jamaica | -2.33 | 0.18 | 2.51 | 0.30 |
| 6 | Portugal | -9.08 | 17.24 | 26.32 | 0.47 |
| 7 | Japan | 138.38 | 101.44 | -36.94 | 0.60 |
| 8 | Dominica | 0.08 | 0.01 | -0.07 | 0.74 |
| 9 | France | -2.47 | 57.45 | 59.92 | 1.00 |
| 10 | Germany | -115.82 | 216.01 | 331.83 | 1.09 |

[i 10 paesi cresciuti meno nel pil]

| | | | | |
|-------------------|---------|---------|----------|------|
| Cambodia | 3.41 | 4.57 | 1.16 | 7.22 |
| Somalia | 0.12 | 0.03 | -0.09 | 7.37 |
| Tajikistan | 1.41 | 4.34 | 2.93 | 7.54 |
| Turkmenistan | 10.86 | 0.00 | -10.86 | 8.07 |
| Azerbaijan | 7.03 | -0.30 | -7.33 | 8.15 |
| Equatorial Guinea | 0.84 | 0.48 | -0.36 | 8.26 |
| Qatar | 36.04 | 0.02 | -36.02 | 8.43 |
| China | 4070.83 | 1959.38 | -2111.45 | 8.70 |
| Ethiopia | -0.05 | 12.58 | 12.63 | 8.80 |
| Myanmar | 9.45 | 9.20 | -0.25 | 9.53 |

[i 10 paesi cresciuti di più]

Alcuni tra i paesi cresciuti di meno nel GDP sono anche tra i paesi che più hanno dirottato i propri rifornimenti verso il “green” (Italia, Germania, Francia) e viceversa ma dai dati non si può affermare che le energie rinnovabili stiano sostituendo quelle fossili globalmente.

- [6.2] Decarbonizzazione in % del punto di partenza, ovvero incrementi e decrementi relativi dell'utilizzo del carbone per produzione di energia elettrica:

| | country character varying (100) | decarbonizzazione numeric |
|----|------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Congo | -74.93 |
| 2 | Ghana | -55.34 |
| 3 | Haiti | -40.87 |
| 4 | Rwanda | -35.16 |
| 5 | Madagascar | -34.71 |
| 6 | Cameroon | -33.10 |
| 7 | Togo | -32.96 |
| 8 | Burundi | -31.43 |
| 9 | Mali | -27.85 |
| 10 | Sao Tome and Principe | -23.33 |

[i 10 paesi con riduzione più accentuata]

| | country character varying (100) | decarbonizzazione numeric |
|----|------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Sierra Leone | 77.98 |
| 2 | Denmark | 66.15 |
| 3 | Liberia | 59.55 |
| 4 | Estonia | 48.73 |
| 5 | Cambodia | 44.03 |
| 6 | Kenya | 42.05 |
| 7 | Luxembourg | 39.51 |
| 8 | Ireland | 37.11 |
| 9 | Nicaragua | 34.09 |
| 10 | United Kingdom | 34.01 |

[i 10 paesi che più hanno incrementato il ricorso al carbone dal 2000 al 2020]

- [6.3] Quali nazioni hanno modificato maggiormente il proprio ricorso ad energia rinnovabile in % rispetto al totale?

| | country character varying (100) 🔒 | ricorso_rinnovabili numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Philippines | -7.56 |
| 2 | Kazakhstan | -2.12 |
| 3 | Peru | -1.76 |
| 4 | Sri Lanka | -1.75 |
| 5 | Azerbaijan | -1.47 |
| 6 | Norway | -1.44 |
| 7 | Iraq | -1.28 |
| 8 | Bangladesh | -0.97 |
| 9 | Egypt | -0.86 |
| 10 | Uzbekistan | -0.38 |

[i 10 più rinunciatari all'energie rinnovabili. Si tratta di valori comunque molto contenuti];

| | country character varying (100) 🔒 | ricorso_rinnovabili numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Denmark | 30.17 |
| 2 | Iceland | 19.03 |
| 3 | United Kingdom | 18.95 |
| 4 | Portugal | 18.65 |
| 5 | Ireland | 18.51 |
| 6 | Germany | 18.23 |
| 7 | Spain | 15.09 |
| 8 | Ecuador | 14.43 |
| 9 | Estonia | 14.04 |
| 10 | Finland | 13.47 |

[i 10 paesi con cambiamenti più intensi]

- [6.4] *Variazione in % e TWH (dal 2000 al 2020) della produzione di energia rinnovabile per ciascun paese analizzato: primi ed ultimi 10 in ordine di presenza in % di rinnovabili*

| | country character varying (100) 🔒 | var_ricorso_rinn_% text 🔒 | twh_2020 numeric (10,2) 🔒 | var_rinn_twh numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Philippines | -7.56% | 23.21 | 3.84 |
| 2 | Kazakhstan | -2.12% | 11.94 | 4.41 |
| 3 | Peru | -1.76% | 33.72 | 17.65 |
| 4 | Sri Lanka | -1.75% | 5.94 | 2.77 |
| 5 | Azerbaijan | -1.47% | 1.22 | -0.30 |
| 6 | Norway | -1.44% | 152.09 | 9.98 |
| 7 | Iraq | -1.28% | 5.30 | 4.69 |
| 8 | Bangladesh | -0.97% | 1.31 | 0.37 |
| 9 | Egypt | -0.86% | 20.83 | 7.13 |
| 10 | Uzbekistan | -0.38% | 5.01 | -0.81 |

[peggiori 10]

| | country character varying (100) 🔒 | var_ricorso_rinn_% text 🔒 | twh_2020 numeric (10,2) 🔒 | var_rinn_twh numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Denmark | 30.17% | 23.45 | 17.88 |
| 2 | Iceland | 19.03% | 18.78 | 11.17 |
| 3 | United Kingdom | 18.95% | 131.74 | 121.76 |
| 4 | Portugal | 18.65% | 30.11 | 17.24 |
| 5 | Ireland | 18.51% | 13.46 | 12.28 |
| 6 | Germany | 18.23% | 251.48 | 216.01 |
| 7 | Spain | 15.09% | 113.79 | 79.30 |
| 8 | Ecuador | 14.43% | 24.83 | 17.30 |
| 9 | Estonia | 14.04% | 2.97 | 2.96 |
| 10 | Finland | 13.47% | 35.93 | 12.55 |

[migliori 10 – folta presenza del Nord Europa]

- [6.5] *Correlazione tra variazioni nel ricorso ad energia rinnovabile e decarbonizzazione:*
= 0.70

- [6.6] Performance dei paesi dell'Eurozona in ambito energia rinnovabile:

| | country character varying (100) 🔒 | twh_renew numeric (10,2) 🔒 |
|----|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Germany | 251.48 |
| 2 | France | 125.28 |
| 3 | Italy | 116.90 |
| 4 | Spain | 113.79 |
| 5 | Austria | 55.42 |
| 6 | Finland | 35.93 |
| 7 | Portugal | 30.11 |
| 8 | Belgium | 23.46 |
| 9 | Greece | 17.55 |
| 10 | Slovakia | 6.85 |

- [6.7] Variazione nei consumi di energia, espressa in kWh/persona dal 2000 al 2020:

| | country character varying (100) 🔒 | variazione_kwh_pp numeric 🔒 | | country character varying (100) 🔒 | variazione_kwh_pp numeric 🔒 |
|----|--------------------------------------|--------------------------------|----|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Malta | 25687.41 | 1 | Malta | 33703.46 |
| 2 | Latvia | 5755.75 | 2 | Latvia | 7614.72 |
| 3 | Estonia | 4496.24 | 3 | Estonia | 7573.30 |
| 4 | Lithuania | 3246.35 | 4 | Lithuania | 3194.73 |
| 5 | Portugal | -2694.05 | 5 | Portugal | -7.57 |
| 6 | Slovenia | -3080.54 | 6 | Austria | -549.02 |
| 7 | Austria | -3835.01 | 7 | Slovenia | -1717.49 |
| 8 | Spain | -7104.41 | 8 | Spain | -3730.84 |
| 9 | Slovakia | -7397.96 | 9 | Greece | -3830.42 |
| 10 | Greece | -7453.21 | 10 | Germany | -4435.95 |
| 11 | Germany | -7526.02 | 11 | Cyprus | -5470.56 |
| 12 | Cyprus | -9060.13 | 12 | Italy | -6387.23 |
| 13 | Italy | -9087.49 | 13 | Slovakia | -6698.51 |
| 14 | Finland | -12740.22 | 14 | Belgium | -8268.15 |
| 15 | France | -14903.18 | 15 | Luxembourg | -9128.73 |
| 16 | Belgium | -14986.68 | 16 | Finland | -10157.58 |
| 17 | Luxembourg | -21160.64 | 17 | France | -10639.80 |

[tabella 2020-2000]

[tabella 2019-2000, considerando la pandemia del 2020 ed i suoi effetti sui consumi]

Considerazioni Conclusive

Con questa analisi si è esplorato lo scenario mondiale riguardo i consumi energetici e i cambiamenti nella composizione di essi nelle diverse Nazioni del mondo.

Riguardo alle variazioni osservate in questi 20 anni, è bene sottolineare due aspetti:

all'inizio del periodo di riferimento (2000), l'equilibrio internazionale era diverso da come è oggi e tante delle Nazioni osservate erano in uno *status* significativamente 'peggiore' rispetto a quello attuale; per questi Paesi, dunque, è naturale osservare una crescita: infatti per un Paese già affermato nel contesto internazionale è difficile crescere ulteriormente ed è invece più probabile che questo cerchi di conservare la sua posizione, od incrementarla con variazioni contenute.

A causa di questa eterogeneità nei punti di partenza dei diversi Paesi, sarà interessante riproporre una analisi analoga nel futuro non necessariamente più immediato (quindi, almeno 2030): in questo modo sarà possibile osservare come i Paesi oggi leader si sono comportati rispetto alle sfide ambientali che il futuro riserva per l'umanità.

L'aumento costante della popolazione mondiale e, di conseguenza, l'aumento dei consumi, imporrà tutti i governi di fronte a delle scelte, di natura energetica con conseguenze sia su un piano economico che etico.

Ad oggi, la cooperazione internazionale riguardo la sostenibilità ambientale ed ecologica non ha dato i frutti che molti si auspicano: vi sono grandi differenze storiche tra i diversi paesi del mondo, ed i paesi oggi emergenti hanno comprensibilmente dei desideri di espansione e riscatto verso il proprio passato.

La sfida più grande dell'umanità nel futuro, forse non sarà necessariamente di natura tecnologica, bensì di natura diplomatica.