

**SAPIENZA**  
**-UNIVERSITÀ STATALE DI ROMA-**

DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E  
GESTIONALE “ANTONIO RUBERTI”

Facoltà di Ingegneria dell'informazione, informatica e statistica

Corso di laurea in Ingegneria Informatica

**LA SCUOLA RISPONDE**  
**AL CAMBIAMENTO CLIMATICO?**  
**-Soluzioni adottate dagli istituti scolastici in risposta al fenomeno-**

Studenti

Di Chiara Alessandro 1938462

Lamacchia Anna Lucia 1933472

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

## INTRODUZIONE

Ormai da decenni la comunità scientifica, anche avvalendosi di modelli matematici sempre più accurati, ha descritto come il clima del Pianeta stia cambiando in modo preoccupante e come le responsabilità di questi cambiamenti risieda specialmente nelle attività umane, a cominciare dall'uso massiccio dei combustibili fossili. Siamo di fronte a fenomeni climatici sempre più estremi, frequenti e devastanti. La concentrazione di gas serra nell'atmosfera ha raggiunto livelli record: nel 2021 si sono registrate concentrazioni di CO<sub>2</sub>, di metano e di Ossido di Azoto rispettivamente di 415.7 parti per milione (ppm), 1908 parti per miliardo (ppb) e 334.5 ppb. Si tratta di concentrazioni del 149%, 262% e 124% in più rispetto ai livelli preindustriali, ossia prima che le attività antropiche distruggessero l'equilibrio naturale di questi gas nell'atmosfera.<sup>1</sup> Tutto ciò ha provocato l'innalzamento della temperatura media globale di 0.98°C e la tendenza osservata dal 2000 a oggi fa prevedere che, in mancanza di interventi, potrebbe arrivare a +1.5°C tra il 2030 e il 2050.<sup>2</sup>

La pericolosità di questo innalzamento è dimostrata dai continui fenomeni di inondazioni, siccità, dissesto idrogeologico, diffusione di malattie, crisi dei sistemi agricoli, crisi idrica ed estinzione di specie animali e vegetali che si stanno registrando negli ultimi anni.

Il fine di questo studio è verificare come e quanto, all'interno delle istituzioni scolastiche, si stia provando ad attuare delle soluzioni che possano contrastare questo fenomeno.

## ELEMENTI PER L'ANALISI

### 1. File utilizzati

- DatiComuni.csv
- DatiScuole.csv
- DatiCatastoComuni.csv

### 2. File aggiuntivi

I file necessari alla nostra analisi sono stati scaricati dal portale Open Data del MIUR

- AccorgimentiConsumiEnergetici.csv<sup>3</sup>
- ImpiantiRiscaldamento.csv<sup>4</sup>

## ANALISI

Per effettuare l'analisi è stata esaminata la suddivisione in zone climatiche dell'Italia. In particolare, sono state poste in analisi le zone climatiche D, E ed F, ossia quelle che, come visibile dalla cartina seguente, comprendono la quasi totalità dei comuni italiani. L'aspetto importante da sottolineare riguardo queste zone è che rappresentano i territori con un clima più rigido e nei quali, pertanto, si rilevano maggiori consumi energetici dovuti ad un'accensione prolungata del riscaldamento.

---

<sup>1</sup>Fonte: <https://www.iconacliama.it/salute-del-pianeta/atmosfera/gas-serra-aumento-record-concentrazioni-metano-co2/>

<sup>2</sup>Fonte: <https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/transizione-energetica/cambiamento-climatico-cause-conseguenze>

<sup>3</sup> Per ulteriori informazioni consultare "Distribuzione per ANNOSCOLASTICO 202122"

<https://dati.istruzione.it/opendata/opendata/catalogo/elements/1/leaf/?datasetId=DS0181EDIRIDUZCONSENESTA2021>

<sup>4</sup> Per ulteriori informazioni consultare "Distribuzione per ANNOSCOLASTICO 202122"

<https://dati.istruzione.it/opendata/opendata/catalogo/elements/1/leaf/?area=Edilizia%20Scolastica&datasetId=DS0176EDITIPORISCSTA2021>

Le sei zone climatiche in Italia

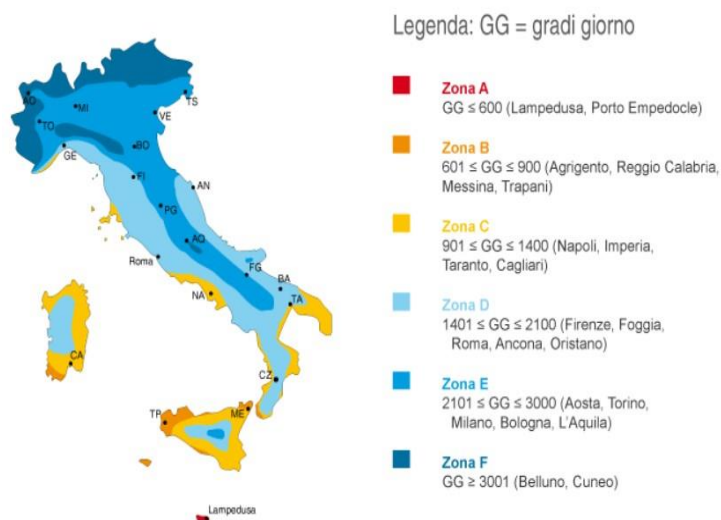


Figura 1. Suddivisione zone climatiche Italia

Nelle zone climatiche considerate è stato individuato un totale di 32.130 scuole così suddivise:

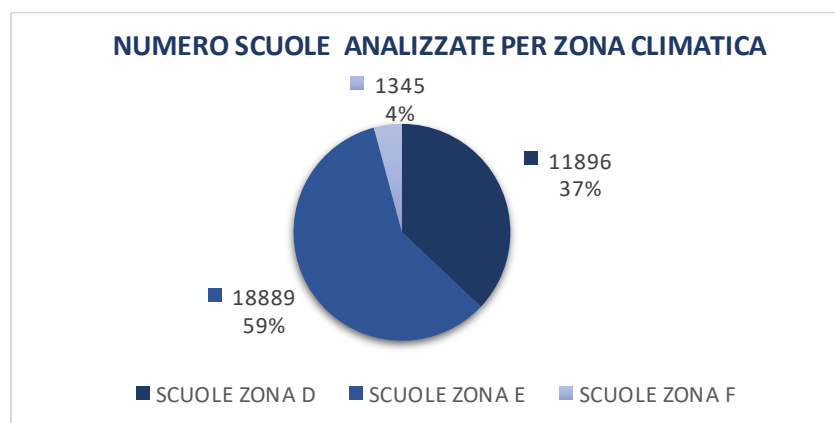
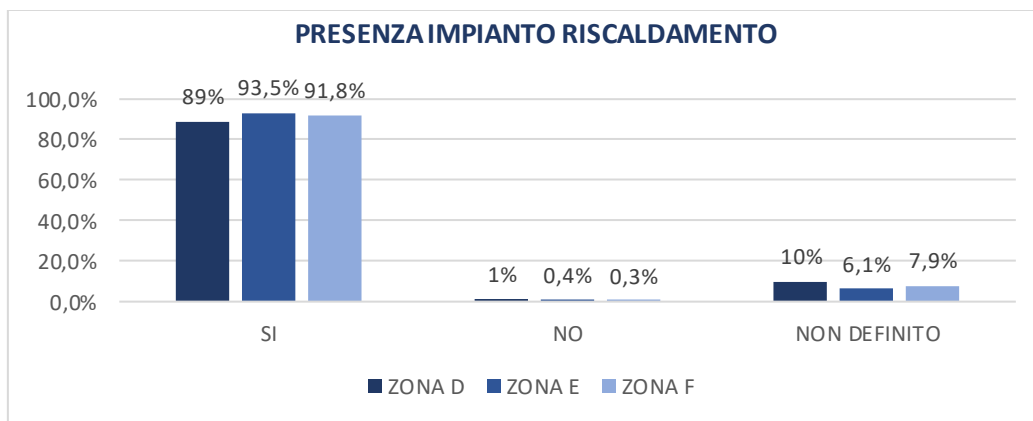


Figura 2. Numero scuole analizzate per zona

Da questo momento dell'analisi, considerando che le scuole possono avere più edifici e che essi potrebbero appartenere a più scuole, sono stati esaminati questi ultimi per una maggiore precisione ed attendibilità del risultato.

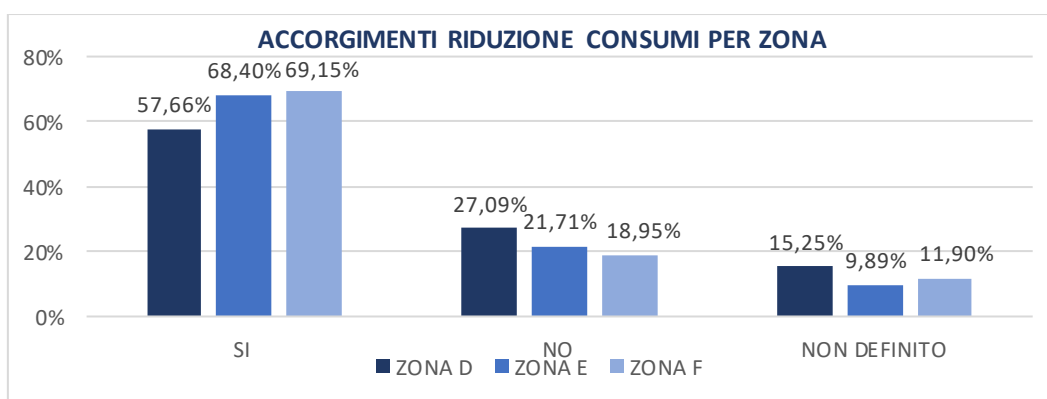
Come controllo primario è stata verificata l'effettiva presenza dell'impianto di riscaldamento negli edifici.

Il risultato ottenuto è riassunto nel grafico seguente, da cui si evince che in media nel 91% degli edifici è presente l'impianto di riscaldamento ma, al tempo stesso, emerge che la percentuale di edifici in cui non è definita la presenza dello stesso è maggiore rispetto a quelli in cui, esso, non è proprio presente. Questo dato sottolinea come l'interesse verso alcuni aspetti fondamentali delle scuole, come la presenza dell'impianto di riscaldamento, non è molto elevato, in quanto potrebbero essere presenti impianti che utilizzano sostanze combustibili molto inquinanti che non vengono considerati.



**Figura 3. Presenza impianto riscaldamento**

Successivamente, degli edifici in cui è presente l'impianto di riscaldamento, si è verificato se questi abbiano adottato degli accorgimenti per la riduzione dei consumi energetici. Il risultato, mostrato nel grafico in Figura 4, evidenzia come la percentuale di 'SI' sia crescente con il diminuire della temperatura, dato positivo se si pensa che proprio nelle zone più fredde i consumi, e quindi l'inquinamento, sono maggiori. Dato che continua ad essere preoccupante è la percentuale di 'NON DEFINITO', che sottolinea il poco interesse delle istituzioni nel mappare le strategie che vengono o non vengono utilizzate per fronteggiare il cambiamento climatico. Inoltre, la percentuale di 'NO' è ancora abbastanza alta se si considera che l'ideale sarebbe che ogni scuola adottasse delle soluzioni sostenibili per il risparmio energetico.



**Figura 4. Accorgimenti riduzione consumi per zona**

Considerando gli edifici che hanno adottato degli accorgimenti per la riduzione dei consumi, in cui è presente l'impianto di riscaldamento, è stato calcolato il numero di soluzioni effettivamente presenti in essi. L'analisi è stata possibile introducendo una funzione che calcola questo numero che varia in un range da 0 a 6.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Funzione contaRiduzioni() del file 6\_analisi\_RiduzioneConsumi.sql:

[https://drive.google.com/file/d/14351wsP95qZgDy42OUY1OMFvG4hha\\_7T/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/14351wsP95qZgDy42OUY1OMFvG4hha_7T/view?usp=share_link)

Il risultato ottenuto è esemplificato dal seguente grafico, in cui si nota che la percentuale media maggiore, pari al 27.4%, è quella relativa all'adozione di 2 soluzioni.

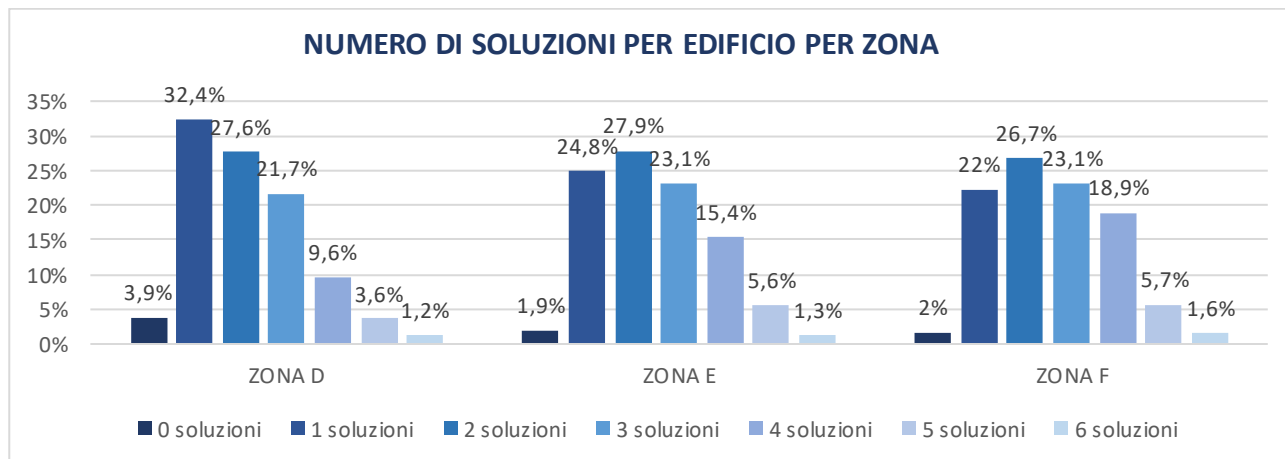


Figura 5. Numero di soluzioni per edificio per zona

Dopo aver raccolto tutti i dati relativi alla presenza del riscaldamento e delle soluzioni di risparmio, per lo studio finale sono stati considerati tre particolari tipi di riscaldamento, elencati di seguito con le relative motivazioni:

1. **Olio combustibile:** distillato pesante più inquinante rispetto a metano e GPL in funzione delle emissioni di Anidride Carbonica, Biossido di Zolfo e polveri sottili.<sup>6</sup>
2. **Metano:** combustibile fossile disponibile in quantità limitate a causa delle crescenti tensioni in Europa dovute al conflitto Russo-Ucraino. L'Italia, infatti, importa molto gas dalla Russia, circa il 43% del totale acquistato dall'estero. Inoltre, in seguito alla poca importazione, si sta verificando un progressivo esaurimento delle scorte europee che, unito all'aumento della richiesta, ha provocato un notevole innalzamento del prezzo di acquisto.<sup>7</sup>
3. **Corpi riscaldanti elettrici:** soggetto di analisi in seguito all'aumento del costo dell'elettricità in bolletta derivante, quasi esclusivamente, dall'aumento del prezzo del metano, le cui cause sono spiegate nel punto 2. In Italia, infatti, circa il 50% dell'energia elettrica viene prodotta dal gas ed esiste, quindi, una forte correlazione tra il prezzo dell'energia elettrica e il prezzo del gas.<sup>8</sup>

Degli edifici in cui sono presenti i tipi di impianti di riscaldamento sopra citati, è stata esaminata l'adozione di tecniche sostenibili di riduzione dei consumi, ponendo particolare attenzione alla presenza dell'impianto fotovoltaico e/o dell'impianto solare termico. Sono state analizzate tutte le possibili combinazioni dei valori 'SI', 'NO' e 'NON DEFINITO' di entrambe le soluzioni considerate.<sup>9</sup>

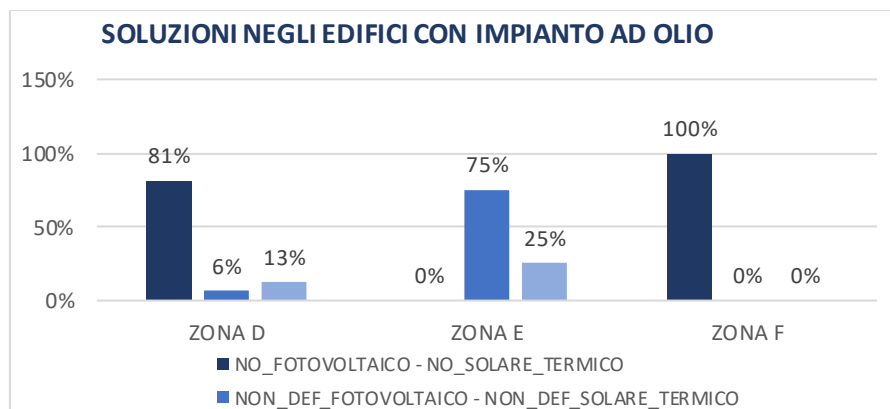
In percentuale al totale di edifici in cui è presente l'impianto di riscaldamento, nelle zone D, E ed F quello ad olio combustibile rappresenta rispettivamente lo 0.32, 0.03 e 0.14 e la relativa analisi mostra il seguente risultato:

<sup>6</sup> Tabella delle emissioni inquinanti presente nel sito: <https://www.cortemgroup.com/it/news/tipologie-di-combustibili-fossili-e-non-fossili-e-la-crescita-della-domanda-di-gas-naturale-liquefatto#emissioni-inquinanti>

<sup>7</sup> Sito di riferimento: <https://www.startmag.it/energia/bollette-aumento-prezzo-gas-cause/>

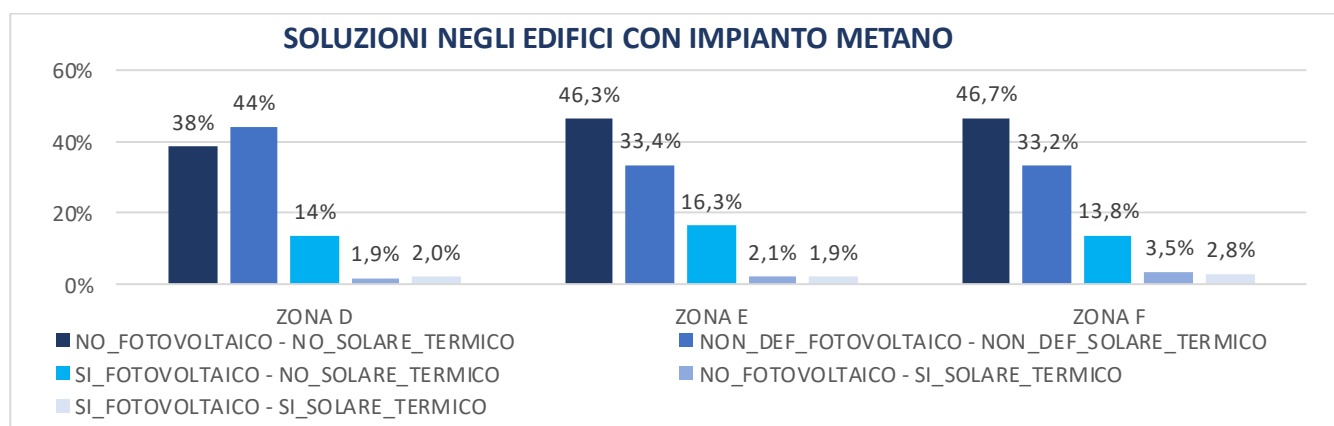
<sup>8</sup> Sito di riferimento: <https://corporate.enel.it/it/azienda/caro-bollette-video-dubbi-energia>

<sup>9</sup> Le combinazioni non presenti nell'analisi grafica, implicano una percentuale dello 0% in ogni zona.



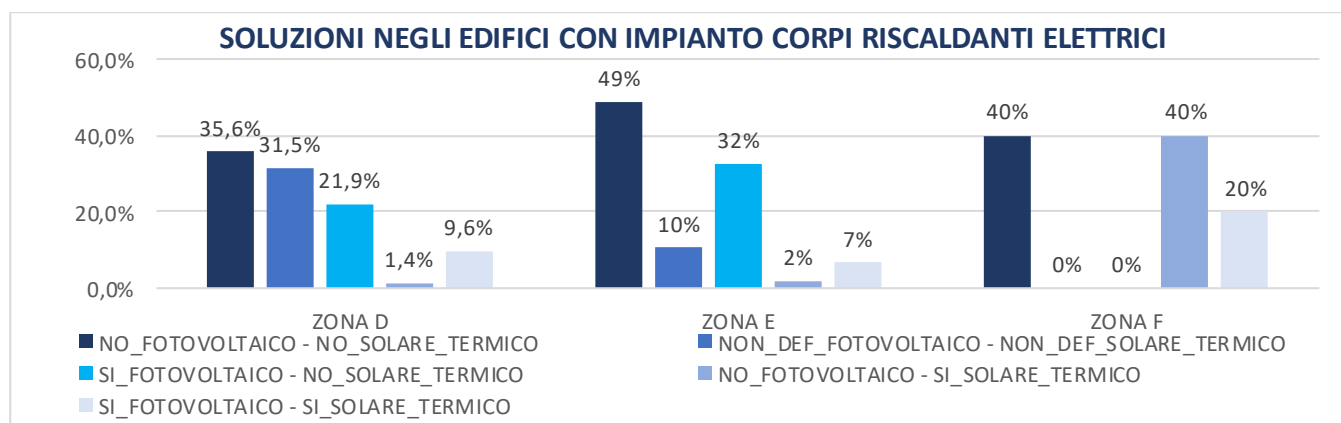
**Figura 6. Soluzioni negli edifici con impianto ad olio**

In percentuale al totale di edifici in cui è presente l'impianto di riscaldamento, nelle zone D, E ed F quello a metano rappresenta rispettivamente l'81.62, 85.56 e 61.40 e la relativa analisi mostra il seguente risultato:



**Figura 7. Soluzioni negli edifici con impianto a metano**

In funzione del totale di edifici dove è presente l'impianto di riscaldamento, nelle zone D, E ed F, vengono utilizzati i corpi riscaldanti elettrici in percentuale, rispettivamente, dello 1.49, 0.98, 0.71 e la relativa analisi mostra il seguente risultato:



**Figura 8. Soluzioni negli edifici con corpi riscaldanti elettrici**

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti e visibili nei tre grafici sovrastanti mostrano come, negli edifici che utilizzano combustibili e risorse energetiche più costose ed inquinanti, la percentuale maggiore corrisponde all'assenza sia dell'impianto fotovoltaico sia di quello solare termico, con una media del 48.5% sui 9 casi considerati.

D'altra parte, una media del 15% presenta l'impianto fotovoltaico, ma non quello termico; il 5.65% non presenta il fotovoltaico, ma quello termico e solamente il 4.8% presenta entrambi. È importante anche evidenziare che nel 25.8% dei casi sia definita la presenza di alcuna di queste soluzioni.

Dall'analisi si evince chiaramente che, pertanto, nelle istituzioni scolastiche ci sia ancora poco interesse verso l'impiego di risorse di energia rinnovabili e sostenibili.

A questo scopo, diventa necessario sensibilizzare maggiormente gli studenti su queste tematiche, affinché si possa iniziare a fare concretamente un primo passo verso un miglioramento dell'attuale stato delle cose. Si parla di *Green Generation*, ossia la generazione che guarda a un futuro sostenibile, allo sviluppo della green economy e ad un sistema educativo che mira ad insegnare le più recenti tecniche di salvaguardia dell'ambiente.

Il punto di partenza verso un effettivo cambiamento risiede nell'attuazione, da parte dei governi e delle amministrazioni locali, di programmi di riconversione della produzione energetica che permettano l'abbandono progressivo dei combustibili fossili, in favore di fonti di energia rinnovabile.

## APPENDICE

Nella seguente cartella condivisa tramite link Google Drive sono disponibili tutte le tabelle, le query e le funzioni realizzate per l'estrazione dei dati relativi all'analisi effettuata:

[https://drive.google.com/drive/folders/18lTp6ieU5HUpHLOrfD160gndKOGILqeO?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/18lTp6ieU5HUpHLOrfD160gndKOGILqeO?usp=share_link)