



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA



INVENTARIO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

Anno di riferimento 2016

Documento redatto da:

Gabriele Curci, Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche e Centro di Eccellenza CETEMPS (UnivAQ)

Con il contributo di:

Filippo De Monte, Dipartimento di Ingegneria industriale e dell'informazione e di economia (UnivAQ)

Donato Di Ludovico, Dipartimento Ingegneria civile, edile - architettura e ambientale (UnivAQ)

Ilaria Gandolfi, Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche e Centro di Eccellenza CETEMPS (UnivAQ)

Luca Scarinci, Dipartimento di Ingegneria industriale e dell'informazione e di economia (UnivAQ)

Data di ultima modifica: 14 marzo 2020

Comunicato in Adunanza del Senato Accademico del 28/04/2020

Sommario

| | |
|---|----|
| 1. Introduzione..... | 3 |
| 2. Emissioni di CO ₂ stimate | 4 |
| 3. Dettagli del calcolo..... | 11 |
| 3.1. Correzione numero di studenti nelle sedi di Ateneo | 11 |
| 3.2. Metodologia di calcolo delle emissioni | 12 |
| 3.3. Raccolta dati su tasso attività sorgenti | 13 |
| 3.3.1. Consumi di gas per riscaldamento e di energia elettrica..... | 13 |
| 3.3.2. Mobilità | 13 |
| 3.4. Fattori di emissione utilizzati | 17 |
| 3.4.1. Fattore di emissione consumo gas | 17 |
| 3.4.2. Fattore di emissione consumo energia elettrica | 18 |
| 3.4.3. Fattori di emissione trasporti..... | 18 |
| 4. Valori numerici delle emissioni di CO ₂ | 19 |
| Appendice: Confronto con altre stime estese al Comune dell'Aquila | 21 |
| Ringraziamenti | 23 |
| Riferimenti | 24 |



1. Introduzione

Il presente documento contiene la **stima, relativa all'anno solare di riferimento 2016, delle emissioni di gas ad effetto serra imputabili alle attività svolte dall'Ateneo aquilano**. Non ci sono versioni ufficiali precedenti di tale stima, per cui la presente è da considerarsi come la prima, da prendere come riferimento per gli eventuali aggiornamenti futuri.

L'attività è concepita nell'ambito della partecipazione dell'Università degli Studi dell'Aquila (UnivAQ) alla **Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS¹)** di cui l'Ateneo fa parte dal 2016². Nell'anno 2018 è iniziata l'attività anche all'interno del Gruppo di Lavoro sui Cambiamenti Climatici³ (GdL-CC), di specifica pertinenza per la redazione del presente documento. Il lavoro si avvale del contributo di altri due GdL cui UnivAQ contribuisce, ovvero quelli relativi a Energia e a Mobilità. L'avvio di questa attività è documentata anche nel primo Rapporto di Sostenibilità dell'Università⁴.

Lo strumento di riferimento utilizzato per la redazione dell'inventario di emissioni di gas climalteranti è il white paper "Linee guida operative per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra degli Atenei italiani", redatto e pubblicato dal GdL-CC nel marzo 2019 (Baciocchi et al., 2019, Caserini et al., 2019). Tale documento stabilisce i principi per la selezione delle fonti emmissive potenzialmente più importanti di un Ateneo e una metodologia per la raccolta dei dati ancillari e per il calcolo dei fattori di emissione, utili a convertire il tasso di una certa attività in flusso emissivo di gas serra.

La redazione e **l'aggiornamento, preferibilmente con frequenza annuale**, dell'inventario di emissioni di gas serra di Ateneo è utile per:

- quantificare il contributo della struttura alle emissioni climalteranti;
- **individuare le aree/attività di maggiore impatto** sulle emissioni climalteranti;
- fornire informazioni utili allo sviluppo e alla **realizzazione del Piano di Mitigazione dei cambiamenti climatici e del Piano Strategico di Ateneo**;
- fornire uno **strumento per verificare e monitorare l'effetto delle azioni** messe in campo tramite i suddetti Piani;
- **dimostrare l'impegno dell'Università** nella lotta all'emergenza climatica e nello sviluppo sostenibile, in congruenza con il **ruolo guida che essa svolge sul territorio**.

¹ <https://sites.google.com/unive.it/rus/home>

² <https://www.univaq.it/section.php?id=1914>

³ <https://sites.google.com/unive.it/rus/gruppi-di-lavoro/cambiamenti-climatici>

⁴ <https://www.univaq.it/include/utilities/blob.php?table=avviso&id=13745&item=allegato>



2. Emissioni di CO₂ stimate

Per una maggiore immediatezza di lettura, riportiamo le stime per le tre macro-categorie principali di sorgenti emissive in Tabella 1 e illustrate graficamente in Figura 1. Il dato che emerge più chiaro è il **forte contributo dovuto alla mobilità di Ateneo**. Nonostante, il dato sia stato stimato quasi in assenza di informazioni adeguate e sia da considerarsi **molto incerto**, come meglio dettagliato nella sezione 3.3.2, **riteniamo che esso non vada sottovalutato, ma che vada preso come stimolo** sia per la predisposizione di una sua valutazione più affidabile, sia per avviare una **riflessione profonda sulle modalità di accesso alle sedi dell'Ateneo**. L'altro aspetto chiave, illustrato nell'appendice, riguarda l'esportabilità del modello programmatico che verrà elaborato dall'Ateneo con il suo piano di riduzione delle emissioni. Da un confronto con le stime delle emissioni estese al Comune dell'Aquila, da fonti internazionali indipendenti, emerge in modo abbastanza chiaro che **le azioni che verranno pianificate e intraprese dall'Ateneo con l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂, potranno fungere da utile modello da applicare a scala più ampia sul Comune dell'Aquila**.

Tabella 1. Stima delle emissioni di CO₂ (in tonnellate/anno) per l'anno 2016 dell'Università degli Studi dell'Aquila.

| Sorgente | Emissioni 2016 (tCO ₂ /anno) | Affidabilità della stima |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Consumo gas riscaldamento | 2.205 | Alta |
| Consumo energia elettrica | 2.086 | Alta |
| Mobilità e trasporti | 6.600 | Bassa (v. sezione 3.3.2) |
| TOTALE | 10.891 | Media |

Le emissioni totali per l'anno 2016 di UnivAQ sono stimate pertanto in circa **11.000 tonnellate all'anno di CO₂**. Questo implica un'emissione pro-capite di circa **0,59 tCO₂/studente**⁵.

⁵ Normalizzato per i soli studenti dei corsi di laurea A. A. 2015/16, ovvero 18.553: <https://www.univaq.it/include/utilities/blob.php?item=file&table=allegato&id=3083>



Emissioni annuali CO2 UnivAQ 2016

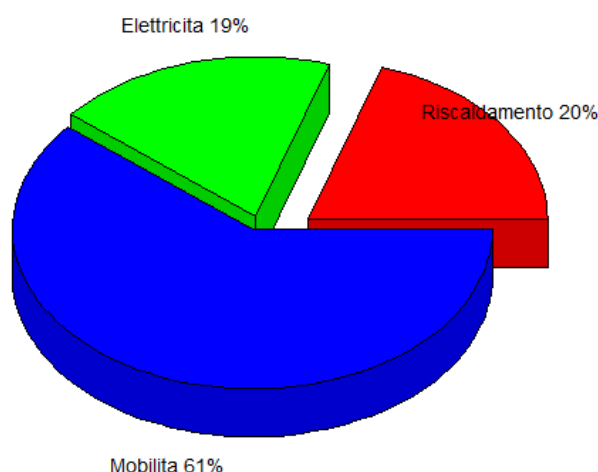


Figura 1. Contributo percentuale alle emissioni di CO2 per l'anno 2016 dell'Università degli Studi dell'Aquila.

In generale, la metodologia utilizzata per stimare le emissioni di un'attività prevede il prodotto fra un indicatore (ad esempio i consumi di un combustibile o i km percorsi con un veicolo) e i corrispondenti fattori di emissione. Gli indicatori, ovvero le attività connesse, sono divise in tre Ambiti o Scopi, secondo quanto illustrato in Tabella 2.

Tabella 2. Tipologie di fonti di emissione di gas serra degli Atenei

| Ambito | Descrizione | Esempi |
|----------|---|---|
| Ambito 1 | Emissioni dirette <i>Generate da sorgenti in possesso o in controllo dell'Ateneo</i> | Riscaldamento degli edifici Mezzi di trasporto di proprietà Generatori elettrici di proprietà Rilascio involontario di refrigeranti Attività agricole su terreni di proprietà |
| Ambito 2 | Emissioni indirette energia <i>Generate dalla produzione di energia da parte di terzi e consumata dall'Ateneo</i> | Energia elettrica acquistata Teleriscaldamento/raffrescamento |
| Ambito 3 | Altre emissioni indirette <i>Generate da attività di Ateneo, ma le cui sorgenti non sono in possesso o controllo dello stesso</i> | Mobilità da/verso sedi Ateneo Mobilità per missioni/trasferite Emissioni legate a merce acquistata Emissioni legate a smaltimento rifiuti |

In questa prima versione dell'inventario e in osservanza alle raccomandazioni delle succitate Linee Guida della RUS (Baciacchi et al., 2019), si è deciso di limitare l'attenzione alle **sole emissioni di anidride carbonica (CO₂)**, in quanto costituiscono più del 99% delle emissioni totali di gas serra di un Ateneo, e alle **sorgenti emissive ritenute più rilevanti**, secondo quanto elencato in Tabella 3.



Tabella 3. Sorgenti emissive di anidride carbonica (CO₂) considerate nella presente prima versione dell'inventario UnivAQ

| Sorgente | Ambito |
|---|----------|
| Consumo gas per riscaldamento | Ambito 1 |
| Consumo energia elettrica | Ambito 2 |
| Mobilità giornaliera da/verso sedi Ateneo | Ambito 3 |
| Mobilità straordinaria per missioni personale | Ambito 3 |

L'anno di riferimento per il calcolo delle emissioni è il 2016, poiché in quell'anno sono stati raccolti sia i dati relativi a superficie e volumetria degli edifici utilizzati come sedi dell'Ateneo, nonché i relativi consumi energetici, ad opera del GdL Energia, sia è stato somministrato il sondaggio sulla mobilità del personale e degli studenti dal GdL Mobilità. A seguito del sisma che ha colpito la città dell'Aquila il 6 aprile 2009, la composizione delle **sedi utilizzate dall'Ateneo sono variate sensibilmente da un anno all'altro e sono tuttora in evoluzione**. Questo creerà necessariamente una **disomogeneità nella stesura dei futuri aggiornamenti** al presente inventario. Per i presenti scopi, si fa riferimento alle sedi utilizzate dall'Università nell'anno 2016, secondo quanto elencato in Tabella 4. Nel 2016, l'Università degli Studi dell'Aquila era distribuita in **dieci sedi**, di cui una utilizzata per il Rettorato e l'Amministrazione Centrale (Di Vincenzo) e due solo per laboratori e uffici tecnici (Delta 6 e Felix), quindi non frequentati da studenti. Il **numero totale degli studenti ammonta a circa 19.500**, mentre il totale di persone che hanno frequentato le sedi è prossimo ai 21.000. La volumetria e la superficie lorde delle sedi è rispettivamente di **poco meno di 400.000 m³** e **circa 115.000 m²**. Le **tre sedi più grandi (Roio, Coppito 1 e Coppito 2)** coprono **più della metà di volume e superficie totali**, ma **ospitano circa il 35% degli studenti**. Il **Blocco 11**, invece, pur essendo di media grandezza ospita ben il **30% della popolazione studentesca**.

Illustriamo qui di seguito i risultati del calcolo delle emissioni dovute al consumo di gas per il riscaldamento e di energia elettrica nelle varie sedi, che hanno un grado di affidabilità molto maggiore rispetto a quello relativo alla mobilità e forniscono già utili indicazioni sui futuri piani strategici di Ateneo.

Tabella 4. Sedi dell'Università degli Studi dell'Aquila nell'anno solare 2016. Conteggio persone da Amministrazione Centrale (PTA è il Personale Tecnico-Amministrativo). Numero di studenti corretto come descritto nella sezione 3.1. Volumetria e superficie acquisita con sistema Infocad Facility Management, da parte del gruppo di lavoro RUS-Energia.

| Sede | Studenti | Docenti | PTA | Altro pers. | Totale persone | Volumetria (m ³) | Superficie lorda (m ²) |
|-------------|----------|---------|-----|-------------|----------------|------------------------------|------------------------------------|
| Delta 6 | 0 | 92 | 39 | 42 | 173 | 29.111 | 8.786 |
| Acquasanta | 1.230 | 24 | 16 | 12 | 1.282 | 9.414 | 2.092 |
| Di Vincenzo | 0 | 0 | 137 | 0 | 137 | 16.453 | 3.697 |
| Blocco 11 | 5.994 | 12 | 44 | 12 | 6.062 | 33.025 | 9.079 |
| Felix | 0 | 74 | 26 | 31 | 131 | 21.636 | 7.001 |
| Blocco 0 | 1.983 | 25 | 7 | 33 | 2.048 | 22.900 | 6.330 |
| DSU | 3.592 | 49 | 14 | 16 | 3.671 | 39.686 | 11.143 |



| | | | | | | | |
|------------------|---------------|------------|------------|------------|---------------|----------------|----------------|
| Roio | 2.965 | 34 | 57 | 39 | 3.095 | 96.350 | 25.814 |
| Coppito 1 | 1.588 | 133 | 48 | 110 | 1.879 | 63.502 | 19.272 |
| Coppito 2 | 2.118 | 98 | 71 | 61 | 2.348 | 64.090 | 21.268 |
| TOTALE | 19.470 | 541 | 459 | 356 | 20.826 | 396.167 | 114.482 |

In Figura 2 sono riportati i consumi annuali di elettricità e riscaldamento, relativi all'anno solare 2016, delle dieci sedi di Ateneo. Gli edifici che in assoluto hanno consumato **più energia sono i tre più grandi (Roio, Coppito 1 e Coppito 2), che da soli assorbono quasi la metà del totale**. Le sedi di Coppito 1 e 2 ospitano numerosi **laboratori di calcolo e server** anche dell'Amministrazione Centrale e questo potrebbe spiegare l'alto consumo di energia elettrica. Per il riscaldamento, si distingue anche il **Blocco 11, che ha un consumo di gas** per il riscaldamento simile a quello di Coppito 1 e 2, pur essendo più piccolo. La sede di **Roio** è quella che in assoluto ha il maggiore consumo per il riscaldamento, poiché è posto ad **un'altitudine di circa 1000 m**, contro i 650-700 delle altre sedi.

In Figura 3 sono riportate le **emissioni annuali di CO₂** delle dieci sedi per i consumi legati a **riscaldamento ed elettricità**. Le emissioni riflettono i relativi consumi e grazie alla conversione di tonnellate di CO₂ i due indicatori diventano meglio confrontabili. Si confermano le stesse osservazioni fatte per i consumi illustrati in Figura 2 riguardo i tre maggiori edifici e i consumi di riscaldamento del Blocco 11.

In Figura 4 sono riportate le emissioni di CO₂ da riscaldamento e elettricità, normalizzate per la superficie lorda del pavimento. È un modo per dare una prima idea dell'efficienza di ciascun edificio. In termini di consumi elettrici, gli **edifici più inefficienti per unità di superficie appaiono essere quelli di Coppito 1 e 2, il Blocco 0 e Acquasanta**. Il **Blocco 11 e Roio sembrano essere più efficienti del DSU**, edificio dotato sulla carta dei maggiori accorgimenti tecnologici per una gestione più razionale e automatica dei consumi. Dal punto di vista del **riscaldamento**, gli edifici appaiono comportarsi in maniera piuttosto simile, con l'eccezione **dell'anomalia del Blocco 11**.



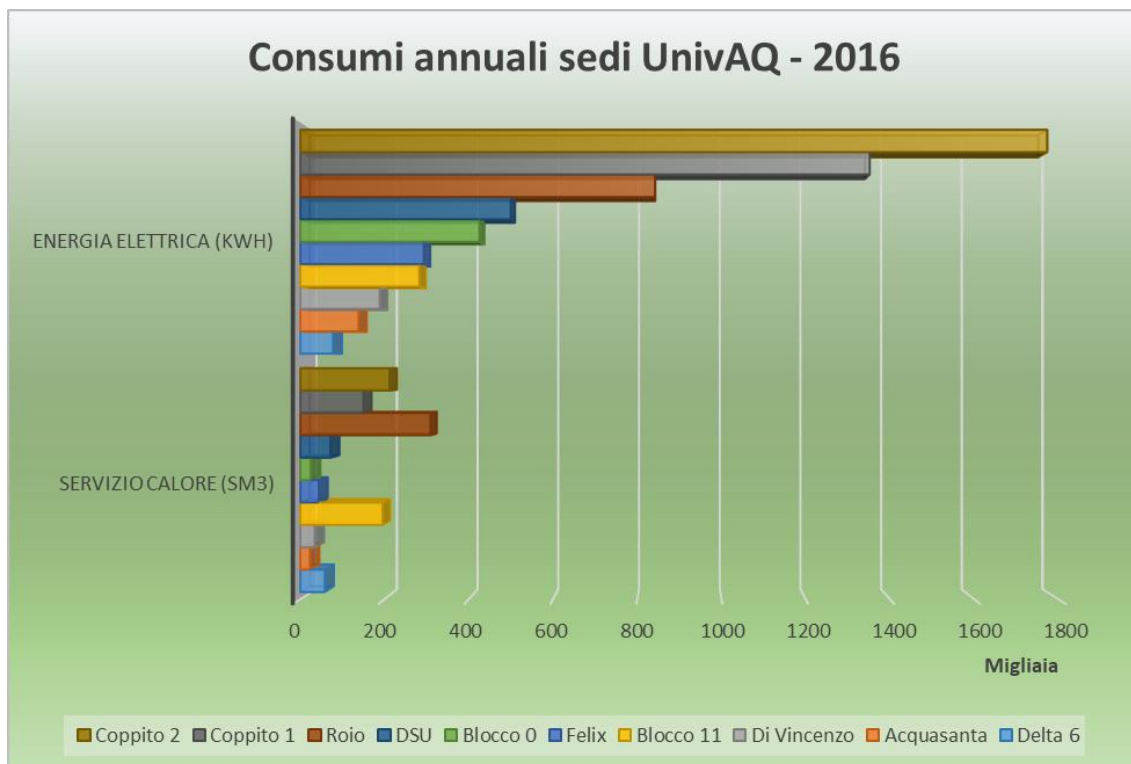


Figura 2. Consumi annuali di energia elettrica e riscaldamento delle sedi UnivAQ

In Figura 5 mostriamo le emissioni di CO₂ da riscaldamento e elettricità, normalizzate per la popolazione totale frequentante l'edificio (studenti, docenti, personale tecnico-amministrativo). Le emissioni pro-capite di Ateneo vengono di solito riportate normalizzando solo rispetto al numero di studenti, per enfatizzare la funzione di "servizio" dell'Ateneo. Solo per questa figura, preferiamo normalizzare per il totale delle persone, in modo da poter visualizzare e confrontare anche le prestazioni dei **tre edifici non frequentati da studenti (Di Vincenzo, Felix e Delta 6)**. In effetti, si vede come questi ultimi risultino essere i **meno efficienti in termini di emissioni pro-capite**, appunto perché molto meno frequentati rispetto agli altri edifici. Riguardo i **consumi elettrici**, gli edifici di **Coppito 1 e 2** risultano essere molto meno efficienti se confrontati con gli altri frequentati da studenti, con un valore di **quattro volte superiore di emissioni pro-capite**. Per il **riscaldamento**, i **meno efficienti su base pro-capite sono i maggiori tre** (Coppito 1 e 2, Roio). Il Blocco 11 ha una buona efficienza pro-capite grazie all'alta frequentazione. **Buone anche le prestazioni pro-capite di DSU e Blocco 0.**

In Figura 6 mostriamo invece la valutazione dell'importanza in termini di emissioni annuali degli spostamenti indotti dalle attività di Ateneo sulle emissioni di CO₂. Il contributo maggiore è attribuibile agli **spostamenti in automobile casa-Università**: questo numero può essere ridotto solo con l'adozione di misure per la disincentivazione dell'uso dell'auto privata. Il secondo maggior contributo deriva dalle **linee extraurbane in autobus**: l'Ateneo aquilano ha infatti circa il 70% della popolazione studentesca fuori sede e il **collegamento in treno non è ben servito** se non per poche località (es. Sulmona, Rieti, Terni). Il resto è attribuibile all'uso delle **linee bus urbane e alle missioni del personale**, principalmente voli in Europa.



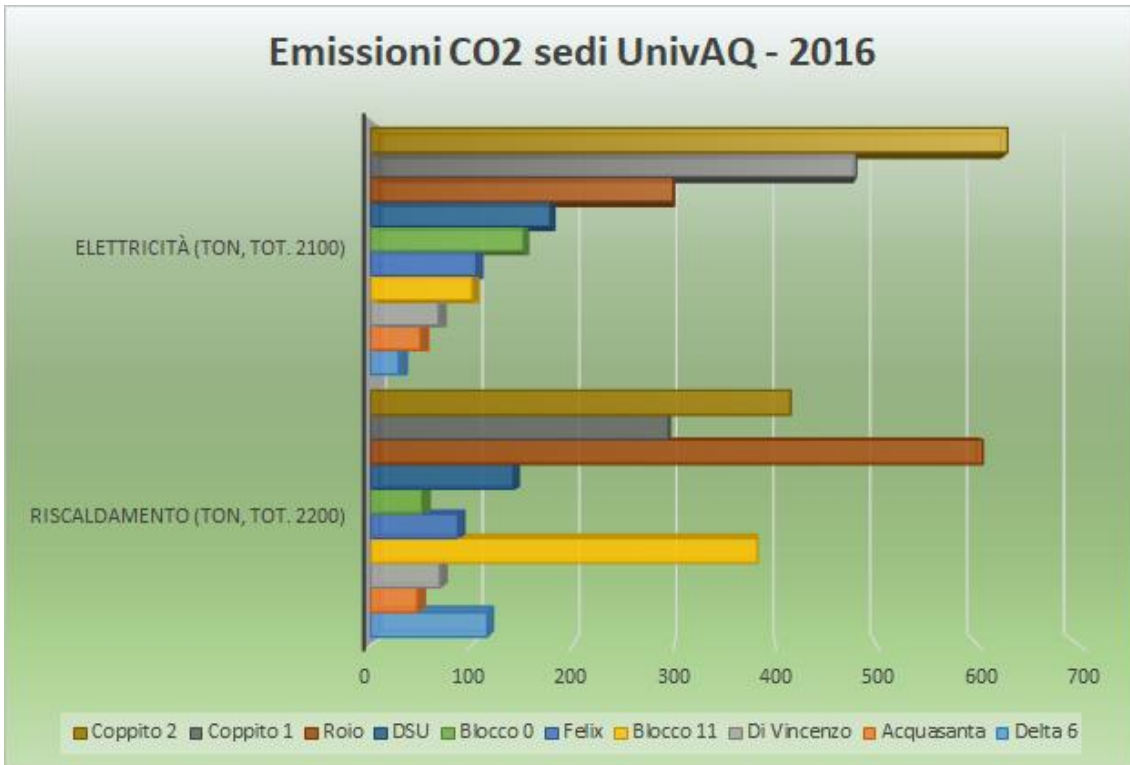


Figura 3. Emissioni annuali di CO₂ delle sedi UnivAQ per consumi di gas ed elettricità.

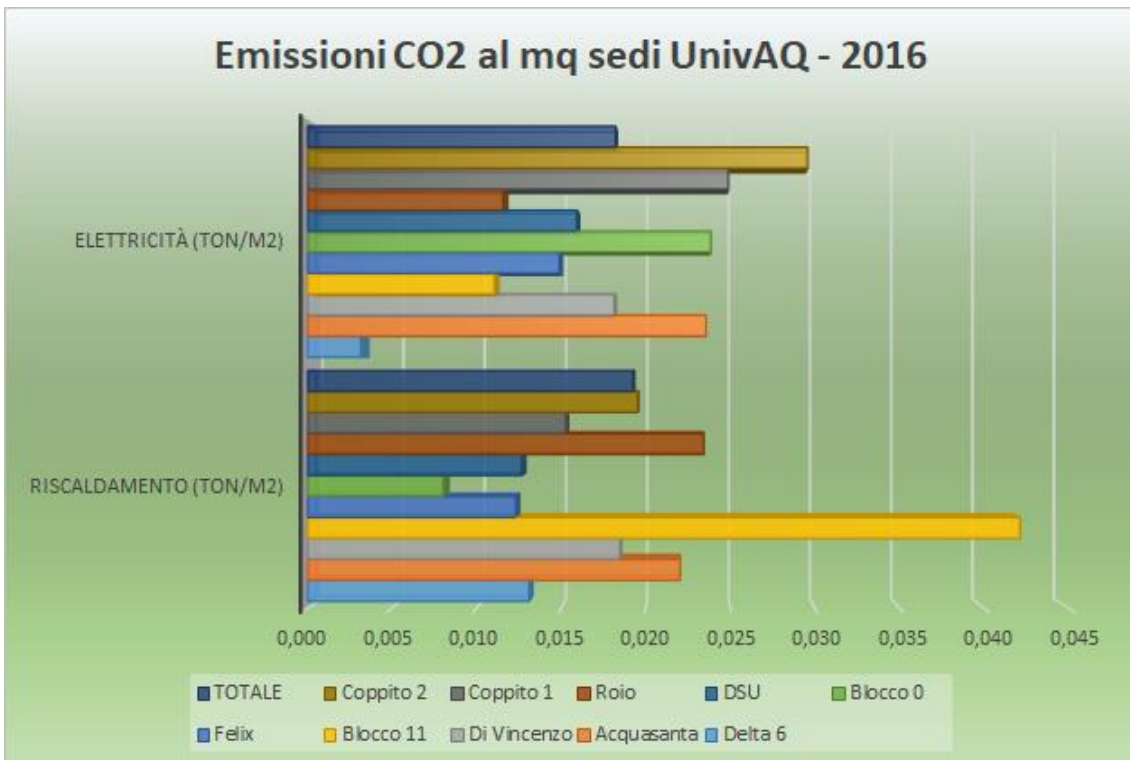


Figura 4. Emissioni annuali di CO₂ delle sedi UnivAQ, normalizzate per la superficie lorda del pavimento.



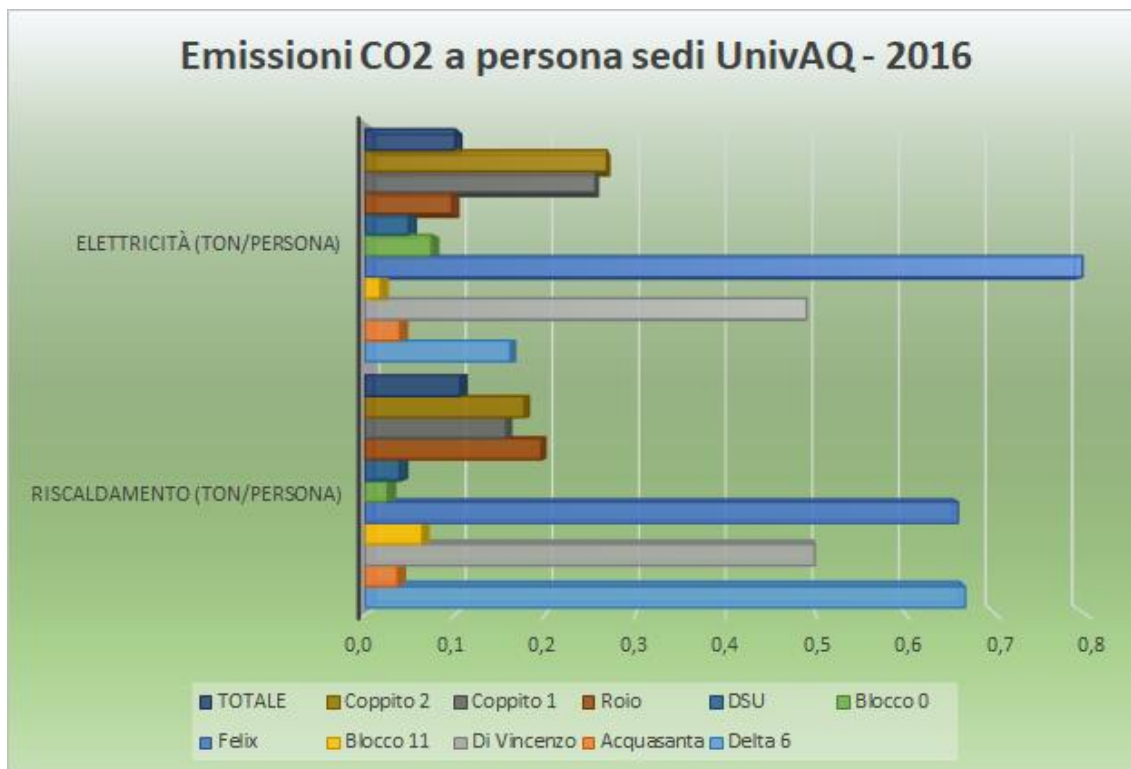


Figura 5. Emissioni annuali di CO₂ delle sedi UnivAQ, normalizzate per il numero di occupanti (studenti e altro personale).

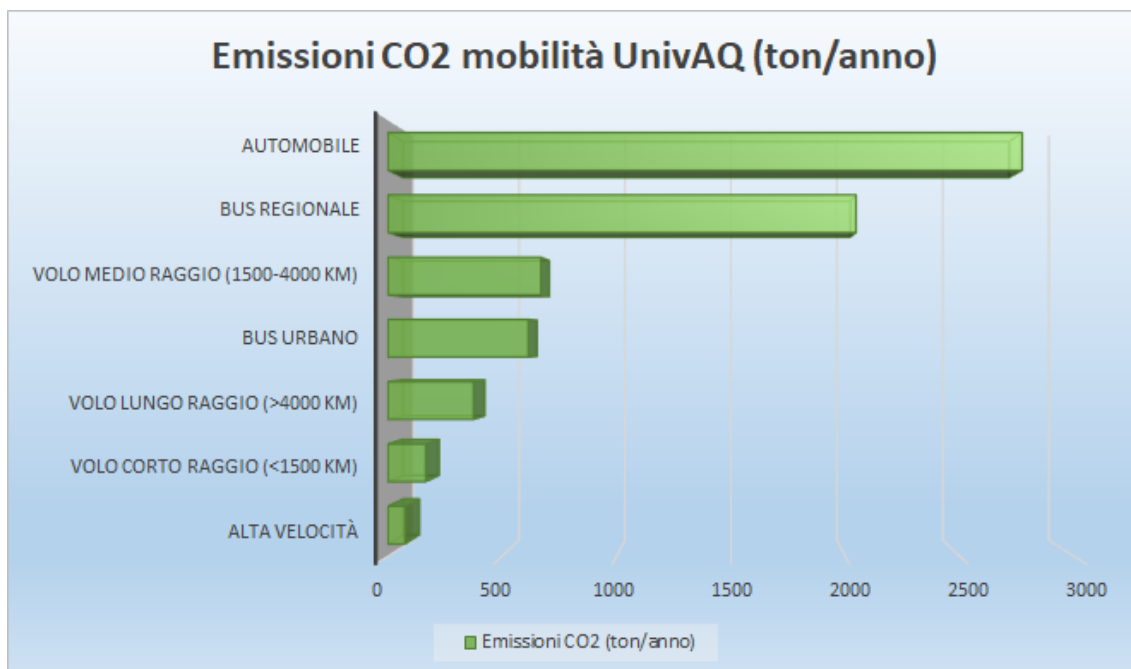


Figura 6. Emissioni annuali di CO₂ UnivAQ legate alla mobilità di Ateneo.



3. Dettagli del calcolo

3.1. Correzione numero di studenti nelle sedi di Ateneo

Le informazioni raccolte dal GdL Energia riguardo le caratteristiche, la frequentazione e i consumi degli edifici sede di Ateneo (Scarinci, 2018) contengono un numero totale di studenti che è sensibilmente inferiore a quanto riportato nei dati ufficiali e consolidati inviati annualmente dall'Ateneo all'Ufficio di Statistica del MIUR per l'anno accademico 2015/16⁶ che, secondo le Linee Guida RUS (Bacocchi et al., 2019), è il periodo da prendere in considerazione per il calcolo all'anno di riferimento 2016. La difformità è attribuibile a un differente metodo di raccolta dati, i cui dettagli non è stato possibile chiarire in questa sede.

Al fine di ottenere un conteggio di emissioni di CO₂ normalizzato per studente più congruente con la popolazione effettiva, si è deciso di correggere il numero di studenti che frequentano le diverse sedi di Ateneo (Tabella 4) conservando le proporzioni documentate in Scarinci (2018), ma scalandole col numero di studenti ufficialmente inviato al MIUR. Per la sede *i*-esima di Ateneo, il numero di studenti originale (denominati *n_students_infocad*) è dunque corretto con la seguente formula:

$$n_studenti_corretto_i = n_studenti_infocad_i \times \frac{n_tot_studenti_ufficiali}{n_tot_studenti_infocad} \quad (1)$$

Essendo il numero di studenti dedotti dal sistema Infocad pari a 12.950 e quelli trasmessi al MIUR pari a 19.470, il fattore moltiplicativo risultante è pari a 1,5.

Tabella 5. Numero di studenti per sede di Ateneo dedotti dal sistema Infocad dal gruppo di lavoro RUS energia e numero corretto per la popolazione ufficiale di studenti comunicata al MIUR per l'anno accademico 2015/16. Il fattore di conversione è 1,5 (v. testo per dettagli).

| Sede | Numero studenti Infocad | Numero studenti corretto |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| Delta 6 | 0 | 0 |
| Acquasanta | 818 | 1.230 |
| Di Vincenzo | 0 | 0 |
| Blocco 11 | 3.987 | 5.994 |
| Felix | 0 | 0 |
| Blocco 0 | 1.319 | 1.983 |
| DSU | 2.389 | 3.592 |
| Roio | 1.972 | 2.965 |
| Coppito 1 | 1.056 | 1.588 |
| Coppito 2 | 1.409 | 2.118 |
| TOTALE | 12.950 | 19.470 |

⁶ <https://www.univaq.it/include/utilities/blob.php?item=file&table=allegato&id=3083>



3.2. Metodologia di calcolo delle emissioni

Il metodo di calcolo delle emissioni di composti chimici di origine antropica assume generalmente una **legge lineare tra il tasso di una certa attività e il flusso emissivo** (Caserini et al., 2019). Nella versione più basilare di tale approccio, la costante di proporzionalità è soltanto una ed è denominata “**fattore di emissione**”. Il calcolo delle emissioni di CO₂ dalle attività di Ateneo può essere pertanto scritta nel seguente modo:

$$E_{CO_2,k} = A_k \times FE_{CO_2,k} \quad (2)$$

dove:

- $E_{CO_2,k}$ è il flusso emissivo di CO₂ attribuibile alla sorgente k nell'unità di tempo (es. g/anno)
- A_k è il tasso di utilizzo della sorgente k nell'unità di tempo (es. km/anno per un veicolo)
- $FE_{CO_2,k}$ è il fattore di emissione, ovvero la costante di proporzionalità che permette di convertire il tasso dell'attività in flusso emissivo (es. g/km per un veicolo)

Per un'accurata stima delle emissioni è quindi necessario avere una buona stima sia dei tassi di attività delle diverse sorgenti, sia dei relativi fattore di emissioni.

Riguardo i tassi di attività, per i consumi legati a riscaldamento ed elettricità **l'intensità dell'attività è molto ben definita grazie alla conoscenza dei consumi in bolletta di gas ed energia**. Ciò non vale invece per le sorgenti indirette di Ambito 3 (Tabella 2), che non sono né direttamente sotto controllo all'Ateneo, né svolte all'interno dello stesso. Ad esempio, per le sorgenti legate alla **mobilità la difficoltà principale è data dalla raccolta di dati ancillari quali i mezzi di trasporto utilizzati e la lunghezza dei tragitti percorsi**.

Per quanto riguarda i **fattori di emissione, anch'essi presentano sempre un certo grado di incertezza**. Ad esempio, per l'elettricità è necessario conoscere il mix di sorgenti (es. termoelettrico, idroelettrico, eolico, ecc.) utilizzato per produrre l'energia che si è acquistata. Tale informazione non è sempre dettagliata in bolletta e, oltre a **variare nel tempo, varia anche da località a località**.



3.3. Raccolta dati su tasso attività sorgenti

3.3.1. Consumi di gas per riscaldamento e di energia elettrica

I dati relativi ai consumi di energia e elettrica e riscaldamento delle sedi dell'Ateneo aquilano relativi all'anno di riferimento 2016 sono stati raccolti da Scarinci (2018). Essi sono desunti dai **consumi effettivi pagati in bolletta** dall'Università e comunicati dall'Amministrazione Centrale. Attribuiamo a tali dati un'incertezza trascurabile, essendo determinati automaticamente dai dispositivi degli erogatori dei servizi. Riportiamo in Tabella 6 i consumi annuali delle dieci sedi di Ateneo.

Tabella 6. Consumi di gas per riscaldamento e di energia elettrica dell'Università degli Studi dell'Aquila nell'anno solare 2016.

| Sede | Gas per riscaldamento (Sm ³) | Energia elettrica (kWh) |
|--------------------|---|----------------------------|
| Delta 6 | 58.912 | 78.544 |
| Acquasanta | 23.580 | 138.897 |
| Di Vincenzo | 34.965 | 189.097 |
| Blocco 11 | 195.638 | 282.869 |
| Felix | 44.073 | 293.700 |
| Blocco 0 | 26.041 | 425.408 |
| DSU | 72.235 | 499.970 |
| Roio | 309.455 | 841.825 |
| Coppito 1 | 150.596 | 1.351.727 |
| Coppito 2 | 212.396 | 1.773.032 |
| TOTALE | 1.127.891 | 5.875.069 |

3.3.2. Mobilità

La stima delle emissioni dal settore mobilità di Ateneo richiede le seguenti informazioni (Bacocchi et al., 2019):

- sull'uso dei veicoli di proprietà dell'Ateneo: tipo e quantità di carburante consumato, o, alternativamente, tipo di veicolo e cilindrata, tipo di carburante, percorrenza annua (tali emissioni rientrano in Ambito 1, v. Tabella 2);
- sugli spostamenti per le missioni del personale: numero di missioni, distanze percorse, mezzi di trasporto utilizzati (Ambito 3);
- sugli spostamenti per l'accesso alle sedi dell'Ateneo: distanza percorsa, mezzo di trasporto utilizzato, eventuale condivisione, numero di tratte all'anno (Ambito 3).

Grazie al lavoro svolto dal **gruppo di lavoro RUS-Mobilità**, nel 2016 l'Università degli Studi dell'Aquila ha partecipato al **sondaggio nazionale sulla mobilità degli Atenei** (Colleoni, 2018), al fine di valutare il tasso di sostenibilità delle modalità utilizzate soprattutto per l'accesso quotidiano agli Atenei. La raccolta, tramite formulario online, dei dati è stata coordinata dall'Università Bicocca, ma purtroppo al momento di stesura del presente inventario **non è stato possibile recuperare i dati**



specifici dell'Università dell'Aquila. Con ogni probabilità, sarà necessario **riproporre il questionario** internamente all'Ateneo nel prossimo futuro.

In mancanza di questi dati, si è pertanto deciso di fornire, per questa prima versione dell'inventario, una valutazione molto approssimativa del contributo della mobilità alle emissioni di Ateneo basandosi su una stima delle distanze tipiche casa-Università a L'Aquila, la frazione di studenti fuori sede e altri dati come dettagliato in Tabella 7.

La nomenclatura degli indicatori segue questa logica:

- **g**: variabili temporali (giorni, giorni/settimana, ecc.);
- **d**: distanze (km percorsi);
- **STU_x, DOC_x, PTA_x**: frazione di studenti, personale docente o personale tecnico-amministrativo che soddisfa il requisito "x".

La distanza dei percorsi riportati nella successiva Tabella 10 sono calcolati come:

$$d = d_{mezzo} \times g_{utilizzo} \times n_{persone}$$

in base alle assunzioni riportate in Tabella 7. Ad esempio, la distanza in autovettura dei docenti è calcolata come:

$$d_{auto-docenti} = d_{città} \times g_{sett} \times g_{gg-sett} \times n_{docenti} \times DOC_{auto}$$

mentre quella coperta in bus urbano dagli studenti è:

$$d_{busurbano-studenti} = d_{città} \times g_{sett} \times g_{gg-sett} \times n_{studenti} \times (1 - STU_{auto})$$

e così via.

Le assunzioni sul tasso di occupazione di ogni tipo di veicolo sono implicite nei fattori di emissione e sono riportati in Tabella 8.

Tabella 7. Lista delle assunzioni quantitative utilizzate per la stima delle emissioni da settore mobilità dell'Università degli Studi dell'Aquila. STU = studenti, DOC = personale docente, PTA = personale tecnico-amministrativo.

| Variabile | Descrizione | Valore | Assunzioni |
|----------------|---|--------------------|--|
| g_{sett} | Numero di settimane frequenza Ateneo | 42 settimane | 52 settimane detratte di 6 settimane di vacanza, più frequenza ridotta nei periodi di sessione d'esame |
| $g_{gg-sett}$ | Giorni a settimana di frequenza dell'Ateneo | STU, PTA: 5 giorni | Da lunedì a venerdì |
| | | DOC: 3 giorni | Da martedì a giovedì |
| $g_{gg-fuori}$ | Numero di viaggi a settimana verso residenza per i fuori sede | 1 | Stima soggettiva |
| $d_{città}$ | Distanza tipica casa-Università | 15 km | Distanza media tra centro storico e Poli di Coppito e |



| | | | |
|------------------|--|----------|---|
| | | | Roio, moltiplicata per 2 (andata/ritorno) |
| d_{fuori} | Distanza tipica fuori sede | 250 km | Distanza approssimativa tra L'Aquila e maggiori città del bacino di utenza dell'Università, moltiplicato per 2 (andata/ritorno) |
| d_{AV} | Distanza percorsa con Alta Velocità | 1000 km | Distanza approssimativa maggiori tratte da Roma, moltiplicato per 2 (andata/ritorno) |
| g_{AV} | Numero di missioni con Alta Velocità per docente/anno | 3 | Stima soggettiva |
| d_{volo_corto} | Distanza percorsa con volo a corto raggio (<1500 km) | 1500 km | Distanza approssimativa da Roma a maggiori città italiane, moltiplicato per 2 (andata/ritorno) |
| g_{volo_corto} | Numero di missioni con volo a corto raggio per docente/anno | 1 | Stima soggettiva |
| d_{volo_medio} | Distanza percorsa con volo a medio raggio (1500-4000 km) | 4000 km | Distanza approssimativa da Roma a maggiori città europee, moltiplicato per 2 (andata/ritorno) |
| g_{volo_medio} | Numero di missioni con volo a medio raggio per docente/anno | 2 | Stima soggettiva |
| d_{volo_lungo} | Distanza percorsa con volo a lungo raggio (>4000 km) | 16000 km | Distanza approssimativa da Roma a USA e Cina, moltiplicato per 2 (andata/ritorno) |
| g_{volo_lungo} | Numero di missioni con volo a lungo raggio per docente/anno | 0,5 | Stima soggettiva |
| STU_{fuori} | Frazione di studenti fuori sede. | 70% | Da Rapporto Sostenibilità UnivAQ (Iapadre et al., 2019). |
| DOC_{fuori} | Frazione di docenti fuori sede | 30% | Stima soggettiva |
| PTA_{fuori} | Frazione di personale tecnico-amministrativo fuori sede | 0% | Stima soggettiva |
| STU_{auto} | Frazione di studenti che si spostano prevalentemente in automobile | 30% | Si assume che gli studenti fuori sede si spostino prevalentemente in bus, gli |



| | | | |
|----------------------------------|--|-----|--------------------------------------|
| | | | altri prevalentemente in automobile. |
| <i>DOC_{auto}</i> | Frazione di docenti che si spostano prevalentemente in automobile | 80% | Stima soggettiva |
| <i>PTA_{auto}</i> | Frazione di personale tecnico-amministrativo che si sposta prevalentemente in automobile | 80% | Stima soggettiva |



3.4. Fattori di emissione utilizzati

In Tabella 8 riportiamo tutti i fattori di emissione adottati nel calcolo delle emissioni del presente inventario (tutti da Caserini et al., 2019), con relativa stima dell'incertezza. Notare che **per i mezzi di trasporto è implicita nel fattore di emissione anche una stima del tasso di occupazione medio**, come riportato tra parentesi ove pertinente. Per maggiori dettagli e suggerimenti per miglioramenti nelle future versioni dell'inventario si rimanda alle sezioni successive.

Tabella 8. Fattori di emissione adottati per l'inventario di emissioni di CO₂ UnivAQ, per l'anno di riferimento 2016. Riportato tra parentesi per alcune tipologie di trasporto il tasso di occupazione medio assunto nel fattore di emissione.

| Sorgente | Fattore di emissione | Incertezza relativa |
|------------------------------------|--|---------------------|
| Consumo di gas | 1955 gCO ₂ /Sm ³ | 1,5% |
| Consumo di energia elettrica | 355 gCO ₂ /kWh | 1,5% |
| Autovettura (1,3 passeggeri) | 127 gCO ₂ /km/passeggero | 50% |
| Autobus (50 passeggeri) | 14 gCO ₂ /km/passeggero | 100% |
| Treno Alta Velocità (55% capienza) | 28 gCO ₂ /km/passeggero | 50% |
| Volo corto raggio (<1500 km) | 123 gCO ₂ /km/passeggero | 25% |
| Volo medio raggio (1500-4000 km) | 93 gCO ₂ /km/passeggero | 25% |
| Volo lungo raggio (>4000 km) | 52 gCO ₂ /km/passeggero | 25% |

Assumendo l'indipendenza delle incertezze relative su attività e fattori di emissione, esse possono essere sommate in quadratura per ciascuna sorgente. L'incertezza finale sulla stima delle emissioni sarà quindi data dalla somma dell'incertezza assoluta sull'emissione stimata per ciascuna sorgente.

3.4.1. Fattore di emissione consumo gas

La combustione di gas naturale viene utilizzata per riscaldare tutti gli edifici dell'Ateneo. Per il fattore di emissione sono disponibili le stime nazionali da parte di ISPRA e del Ministero dell'ambiente (Caserini et al., 2019). E' possibile in linea di principio raffinare il dato con informazioni più specifiche della regione, ma ciò non è stato possibile in sede di stesura di questa prima versione dell'inventario. Si è pertanto deciso di accogliere il suggerimento delle Linee Guida RUS di adottare il fattore di emissione fornito dal Ministero dell'Ambiente, che per l'anno di riferimento 2016 è pari a 1955 gCO₂/Sm³ (Tab. 5 in Baciocchi et al., 2019).

L'incertezza sul dato è valutata in base alla differenza con l'omologo dato da fonte ISPRA, pari a 1980 gCO₂/Sm³. La differenza di 25 gCO₂/Sm³ col dato del Ministero dell'Ambiente è maggiore della variabilità interannuale stimabile in 10 gCO₂/Sm³ (Tab. 5 in Baciocchi et al., 2019). L'incertezza assegnata al fattore di emissione per il consumo di gas è pertanto 25/1955 ~ 1,5%.



3.4.2. Fattore di emissione consumo energia elettrica

Il fattore di emissione per l'approvvigionamento di energia elettrica è calcolato su base nazionale in base a dati forniti dall'ISPRA (Caserini et al., 2019). Per un raffinamento del dato a livello regionale, sarebbe necessario avere l'informazione sulle emissioni totali da produzione di energia elettrica su base regionale, cosa che non è stata possibile per la prima stesura di questo inventario. Si è pertanto adottato il fattore di emissione nazionale stimato in 355 gCO₂/kWh per l'anno 2016 (Tab. 3 in Baciocchi et al., 2019).

L'unico raffinamento di tipo regionale al fattore di emissione che è stato possibile calcolare è quello relativo al termine di perdita (eq. 4 in Baciocchi et al., 2019):

$$\%perdite = 100 \cdot \frac{\text{perdite di rete} \left(\frac{GWh}{\text{anno}} \right)}{\text{energia richiesta} \left(\frac{GWh}{\text{anno}} \right)} \quad (3)$$

Entrambi i dati utili sono stati infatti reperiti in Terna (2017, p. 156) e pari a:

- Perdite di rete Abruzzo 2016: 259,4 GWh/anno
- Energia richiesta Abruzzo 2016: 6.331,6 GWh/anno

risultando in un fattore di perdita della rete pari a 4.1%. Questo dato può essere confrontato con quello nazionale pari a 6.0% (Tab. 3 in Baciocchi et al., 2019), utilizzato nel calcolo del fattore di emissione. Con il fattore di perdita regionale, il fattore di emissione dovuto al consumo di energia elettrica sarebbe 350 gCO₂/kWh. Dalla differenza con il fattore di emissione adottato stimiamo un'incertezza relativa del 1,5%.

3.4.3. Fattori di emissione trasporti

Consideriamo solo i mezzi di trasporto più utilizzati all'interno della città dell'Aquila e per spostamenti regionali e interregionali. Per le linee urbane ignoriamo tram, metro e treni leggeri. Data la forte incertezza e il contributo minoritario, ignoriamo anche cicli e motocicli. Per le linee regionali consideriamo solo l'autobus, in quanto la linea ferroviaria è carente e utilizzata in modo consistente solo sulla tratta Sulmona-Teramo.

I fattori di emissione degli autoveicoli dipendono dalla loro tipologia, tipo di carburante, regime di utilizzo, occupazione. Nelle linee guida RUS (Baciocchi et al., 2019, Caserini et al., 2019), vengono suggeriti fattori di emissione medi per l'Italia, da eventualmente raffinare a livello locale in presenza di maggiori informazioni. Avendo assai poche in questa prima versione, ci siamo limitati ad utilizzare quelle fornite nelle linee guida, secondo quanto riportato in Tabella 8.



4. Valori numerici delle emissioni di CO₂

Nelle seguenti tabelle e figure riportiamo i valori numerici delle emissioni di CO₂ per l'Università degli Studi dell'Aquila nell'anno di riferimento 2016, calcolati per le sorgenti elencate in Tabella 3 e in base ai tassi di attività e ai fattori di emissione illustrati in sezione 3.

Tabella 9. Stima delle emissioni di CO₂ per i consumi gas ed elettricità UnivAQ, anno 2016.

| Sede | Emissioni CO ₂ da consumo gas per riscaldamento (ton/anno) | Emissioni CO ₂ da consumo energia elettrica (ton/anno) |
|--------------------|---|---|
| Delta 6 | 115 | 28 |
| Acquasanta | 46 | 49 |
| Di Vincenzo | 68 | 67 |
| Blocco 11 | 382 | 100 |
| Felix | 86 | 104 |
| Blocco 0 | 51 | 151 |
| DSU | 141 | 178 |
| Roio | 605 | 299 |
| Coppito 1 | 294 | 480 |
| Coppito 2 | 415 | 629 |
| TOTALE | 2205 | 2086 |

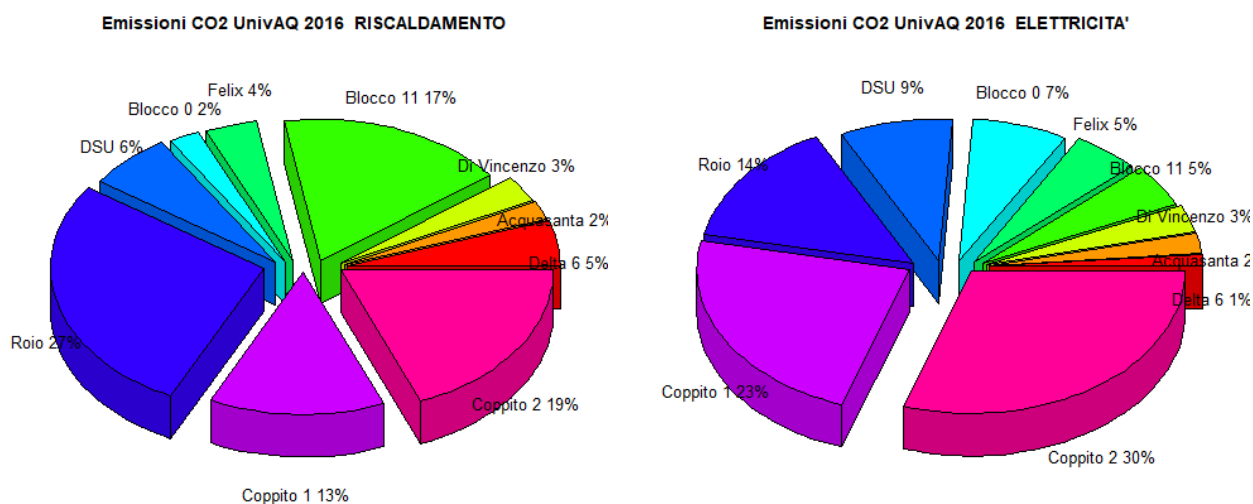


Figura 7. Contributo percentuale alle emissioni di CO₂ per i consumi gas ed elettricità UnivAQ, anno 2016.



Tabella 10. Stima delle emissioni di CO₂ per il settore mobilità UnivAQ, anno 2016. ^(a)Per i docenti la distanza è di 1890 km, essendo il numero di giorni settimanali di frequenza dell'Ateneo assunti a 3 anziché 5 come per le altre categorie.

| Sorgente | Fattore di emissione (gCO ₂ /km/pass.) | Distanza (km) | Studenti | Docenti | PTA | Emissioni CO ₂ (ton/anno) |
|-----------------------------|---|----------------------|----------|---------|-----|--------------------------------------|
| Automobile | 127 | 3.150 ^(a) | 5.850 | 720 | 360 | 2.657 |
| Bus urbano | 14 | 3.150 ^(a) | 15.600 | 180 | 90 | 611 |
| Bus regionale | 14 | 10.500 | 13.650 | 270 | 0 | 2.046 |
| Alta velocità | 28 | 3.000 | | 900 | 0 | 76 |
| Corto raggio (<1500 km) | 123 | 1.500 | | 900 | 0 | 166 |
| Medio raggio (1500-4000 km) | 93 | 8.000 | | 900 | 0 | 670 |
| Lungo raggio (>4000 km) | 52 | 8.000 | | 900 | 0 | 374 |
| TOTALE | | | | | | 6.600 |

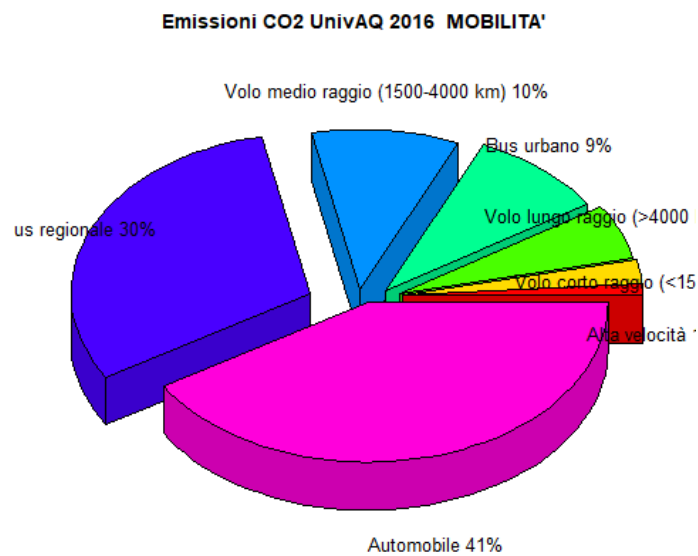


Figura 8. Contributo percentuale alle emissioni di CO₂ per il settore mobilità UnivAQ, anno 2016.



Appendice: Confronto con altre stime estese al Comune dell'Aquila

A conforto delle stime riportate in queste pagine, riportiamo le stime dei contributi percentuali alle emissioni di CO₂ per il Comune dell'Aquila derivato da **due inventari di emissioni di gas serra internazionali**:

- EDGAR: Emissions Database for Global Atmospheric Research, elaborato dal Joint Research Center (JRC) europeo, https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=432_GHG
- CAMS-REG-GHG: Copernicus Atmosphere Monitoring Service, inventario di emissioni di gas serra a scala europea, elaborato dal Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO), <https://eccad.aeris-data.fr/catalogue/>

Le emissioni di CO₂ stimate per l'anno 2012 mappate sui Comuni dell'Abruzzo sono riportati in Figura 9. Il Comune dell'Aquila, che risulta essere tra i più importanti emettitori in Abruzzo a causa della sua grande estensione, è suddiviso nelle due zone considerate dall'ARTA Abruzzo⁷ per la valutazione delle emissioni atmosfera e i livelli di qualità dell'aria: una a più forte impatto antropico e una più montana. Il Comune dell'Aquila è facilmente riconoscibile, poiché è quello più esteso e di forma quadrata in alto a sinistra nella mappa, mentre l'area a maggiore impatto antropico è la lingua blu dentro il territorio Comunale, che comprende la fascia che va da Bazzano a Coppito.

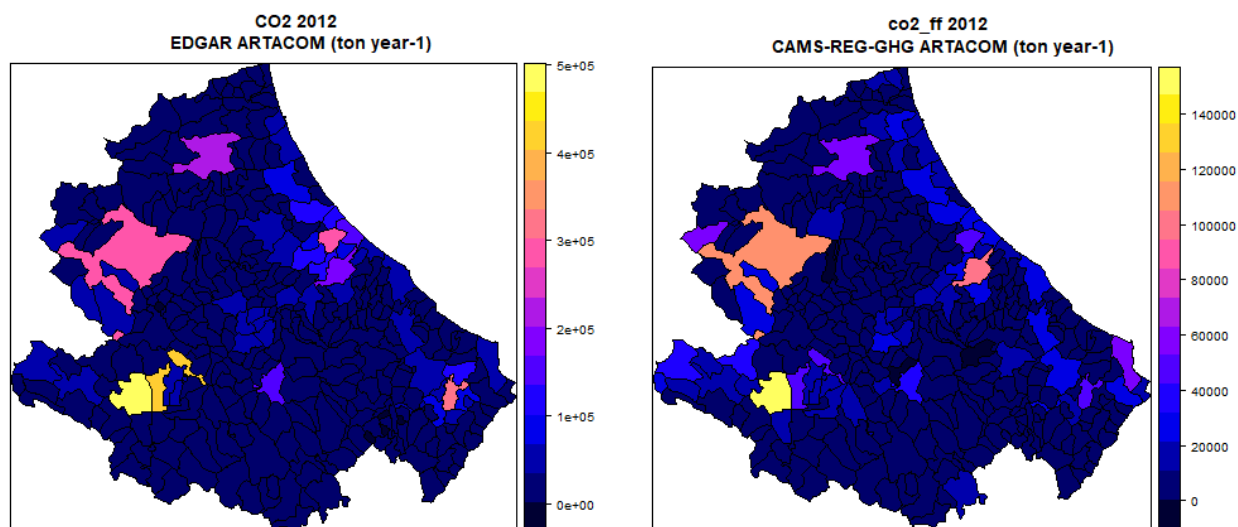


Figura 9. Stima emissioni di CO₂ (tonnellate/anno) sui comuni della Regione Abruzzo per l'anno 2012 dagli inventari internazionali EDGAR (a sinistra) e CAMS-REG-GHG (a destra).

Le emissioni totali nel database EDGAR sulla Regione Abruzzo sono circa un fattore 3 più elevate di quelle del database CAMS-REG-GHG, poiché considerano settori emissivi e dati ancillari in ingresso non sempre in comune: questo dà un'idea immediata della difficoltà e dell'incertezza legata a questo tipo di valutazioni. La distribuzione spaziale delle emissioni è abbastanza somigliante e

⁷ <https://sira.artaabruzzo.it/>



questo infonde confidenza nell'utilizzo di queste informazioni, almeno per valutare il contributo relativo delle varie tipologie di sorgenti emissive.

In Figura 10 riportiamo il contributo percentuali dalle principali sorgenti emissive di CO₂, ricavate dagli inventari EDGAR e CAMS-REG-GHG per l'anno 2012 relativamente al territorio del Comune dell'Aquila a maggiore pressione antropica. Entrambi i database, nonostante differiscano per la stima assoluta del flusso emissivo (Figura 9), forniscono la medesima informazione relativa, ovvero che il settore di trasporto su strada è di gran lunga quello più impattante (più di 60% del totale), mentre il secondo è quello legato alla combustione ed energia degli edifici (intorno al 25% del totale).

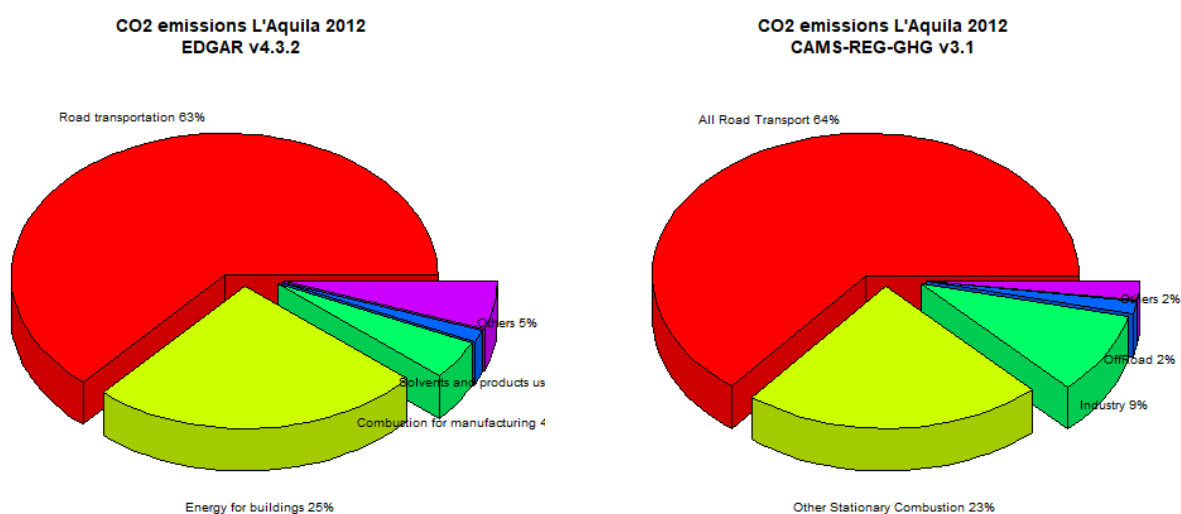


Figura 10. Contributo percentuale alle emissioni di CO₂ nell'area a maggiore impatto antropico del Comune dell'Aquila (fascia da Bazzano a Coppito in Figura 9) per l'anno 2012 dagli inventari internazionali EDGAR (a sinistra) e CAMS-REG-GHG (a destra).

Se confrontiamo queste proporzioni con quelle stimate per il solo Ateneo (Figura 1), possiamo ben vedere che le stime illustrate in queste pagine non dovrebbero essere troppo lontane dalla realtà e che in più sono anche abbastanza rappresentative dell'intero complesso urbano del Comune dell'Aquila. Ciò rafforza l'idea che **le azioni che verranno pianificate e intraprese dall'Ateneo con l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂, potranno fungere da utile modello da applicare a scala più ampia sul Comune dell'Aquila.**



Ringraziamenti

Si ringraziano i membri del Gruppo di Lavoro nazionale sui Cambiamenti Climatici delle Rete Università per la Sostenibilità (RUS) che, oltre ad aver elaborato le linee guida come strumento estremamente utile per iniziare da zero l'attività di stesura dell'inventario, ha offerto un ancor più prezioso stimolo ad avviare questa importante attività anche nell'Ateneo aquilano. Un ringraziamento particolare va al coordinatore del GdL, il Prof. Stefano Caserini, per aver rivisto e aver fornito utili suggerimenti sulla bozza del presente inventario.



Riferimenti

Baciocchi et al. (2019), Linee guida operative per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra degli Atenei italiani, white paper ad opera di RUS - Rete Università per lo Sviluppo sostenibile, Gruppo di Lavoro “Cambiamenti Climatici”, Versione 1, del 21/3/2019, disponibile al link: https://drive.google.com/file/d/1kqXgwfZ7i_xJ8n5Jm0p3HtixrX1LOE2k/view (ultimo accesso 11 ottobre 2019).

Caserini et al. (2019), Fattori di emissione di CO₂ per consumi energetici e trasporti per gli inventari di gas serra degli atenei italiani, *Ingegneria dell’Ambiente* Vol. 6 n. 1/2019, [dx.doi.org/10.32024/ida.v6i1.207](https://doi.org/10.32024/ida.v6i1.207).

Colleoni et al. (2018), Indagine sugli spostamenti e sulla mobilità condivisa nelle Università italiane. In *Sharing Mobility Management - Indicare alle persone la strada verso scelte di spostamento multimodali*. Quaderni Ambiente e Società 19/2018, ISPRA, (pp. 201-238). ISBN 978-88-448-0916-4, disponibile al link: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/sharing-mobility-management.-indicare-alle-persone-la-strada-verso-scelte-di-spostamento-multimodali> (ultimo accesso 14 ottobre 2019).

Iapadre et al. (2019), L’Università dell’Aquila e lo Sviluppo Sostenibile: Il contributo dell’Ateneo al progresso sociale. Rapporto di Sostenibilità 2014/2019, disponibile al link: <https://www.univaq.it/include/utilities/blob.php?table=avviso&id=13745&item=allegato> (ultimo accesso 14 ottobre 2019).

Scarinci (2018), Il progetto RUS per UNIVAQ: “a Case Study of Facility Management”, tesi del Corso di laurea in Ingegneria Gestionale, studente Luca Scarinci, relatore Prof. Filippo De Monte, A. A. 2017/18, discussa nel settembre del 2018 presso l’Università degli Studi dell’Aquila.

Terna (2017), Statistiche regionali 2016, disponibile al link: <https://download.terna.it/terna/0000/1007/10.PDF> (ultimo accesso 12 ottobre 2019).

