

LINEE GUIDA OPERATIVE PER LA REDAZIONE DEGLI INVENTARI DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA DEGLI ATENEI ITALIANI

RUS - Gruppo di Lavoro “Cambiamenti Climatici”

Il Gruppo di Lavoro “Cambiamenti Climatici” della RUS è composto da:

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (*Dott.ssa Olivia Bernardi*)
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (*Prof. Giorgio Prosdocimi Gianquinto*)
Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" – LUISS (*Dott. Francesco Flego*)
Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" – LUISS (*Dott.ssa Claudia Giommarini*)
Politecnico di Bari (*Prof. Antonio Messeni Petruzzelli*)
Politecnico di Milano (*Arch. Paola Baglione*)
Politecnico di Milano (*Prof. Stefano Caserini*) – *Coordinatore del GdL*
Politecnico di Milano (*Arch. Prof. Eugenio Morello*)
Politecnico di Milano (*Dott.ssa Eleonora Perotto*)
Politecnico di Torino (*Dott.ssa Paola Biglia*)
Politecnico di Torino (*Prof. Francesco Laio*)
Politecnico di Torino (*Prof.ssa Patrizia Lombardi*)
Politecnico di Torino (*Prof. Alberto Poggio*)
Politecnico di Torino (*Dott.ssa Giulia Sonetti*)
Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna (*Prof. Roberto Buizza*)
Università Ca' Foscari Venezia (*Dott.ssa Anna Carlesso*)
Università Ca' Foscari Venezia (*Dott.ssa Martina Gonano*)
Università Ca' Foscari Venezia (*Dott.ssa Lisa Pizzol*)
Università Ca' Foscari Venezia (*Dott.ssa M. Emiliana Ricciardi*)
Università Ca' Foscari Venezia (*Dott.ssa Elena Semenzin*)
Università Carlo Cattaneo – LIUC (*Dott. Giorgio Ghiringhelli*)
Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti Pescara (*Prof. Piero Di Carlo*)
Università degli Studi della Basilicata (*Prof. Ruggero Giuseppe Alfredo Ermini*)
Università degli Studi della Tuscia (*Prof. Andrea Petroselli*)
Università degli Studi dell'Aquila (*Dott. Gabriele Curci*)
Università degli Studi dell'Insubria (*Prof. Mauro Guglielmin*)
Università degli Studi di Bari Aldo Moro (*Prof. Domenico Capolongo*)
Università degli Studi di Bergamo (*Prof. Ing. Maria Rosa Ronzoni*)
Università degli Studi di Camerino (*Prof.ssa Maria Federica Ottone*)
Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale (*Prof.ssa Alessandra Sannella*)
Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale (*Prof. Michele Saroli*)
Università degli Studi di Firenze (*Prof. Ugo Bardi*)
Università degli Studi di Firenze (*Prof.ssa Adele Bertini*)
Università degli Studi di Firenze (*Prof. Marco Bindi*)
Università degli Studi di Firenze (*Prof. Gianfranco Cellai*)
Università degli Studi di Firenze (*Dott. Stefano Dominici*)
Università degli Studi di Firenze (*Dott.ssa Martina Petralli*)
Università degli Studi di Genova (*Prof.ssa Adriana Del Borghi*)
Università degli Studi di Genova (*Prof.ssa Michela Gallo*)
Università degli Studi di Macerata (*Dott. Carlo Alberto Bentivoglio*)

Università degli Studi di Milano (*Prof. Maurizio Maugeri*)
Università degli Studi di Milano (*Dott.ssa Antonella Senese*)
Università degli Studi di Milano-Bicocca (*Dott. Giacomo Magatti*)
Università degli Studi di Milano-Bicocca (*Prof. Valter Maggi*)
Università degli Studi di Milano-Bicocca (*Dott. Massimiliano Rossetti*)
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (*Dott.ssa Francesca Despini*)
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (*Prof.ssa Grazia Ghermandi*)
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (*Prof. Stefano Orlandini*)
Università degli Studi di Padova (*Ing. Alessandro Mazzari*)
Università degli Studi di Padova (*Prof. Antonio Scipioni*)
Università degli Studi di Parma (*Prof.ssa Maria Giovanna Tanda*)
Università degli Studi di Pavia (*Prof. Lucio Andreani*)
Università degli Studi di Pavia (*Prof. Alberto Rotondi*)
Università degli Studi di Perugia (*Prof. Andrea Nicolini*)
Università degli Studi di Perugia (*Prof. Federico Rossi*)
Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (*Prof. Francesco Cioffi*)
Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (*Prof. Fausto Manes*)
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (*Prof. Ing. Renato Baciocchi*)
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (*Ing. Davide Flamini*)
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (*Ing. Marco Uttaro*)
Università degli Studi di Siena (*Prof. Simone Bastianoni*)
Università degli Studi di Siena (*Prof. Massimiliano Montini*)
Università degli Studi di Torino (*Prof. Marco Bagliani*)
Università degli Studi di Torino (*Prof. Egidio Dansero*)
Università degli Studi di Torino (*Dott. Tommaso Orusa*)
Università degli Studi di Trento (*Dott. Ing. Lorenzo Giovannini*)
Università degli Studi di Udine (*Prof. Francesco Marangon*)
Università degli Studi di Udine (*Prof. Alessandro Peressotti*)
Università degli Studi di Verona (*Prof. Giorgio Gosetti*)
Università degli Studi di Verona (*Dott.ssa Sara Moggi*)
Università degli Studi di Verona (*Dott. Ing. Marco Passigato*)
Università di Pisa (*Prof.ssa Chiara Galletti*)
Università di Pisa (*Prof. Giorgio Gallo*)
Università di Pisa (*Prof. Luigi Pellizzoni*)
Università IUAV di Venezia (*Dott. Denis Maragno*)
Università per Stranieri di Siena (*Prof. Massimiliano Tabusi*)

LINEE GUIDA OPERATIVE PER LA REDAZIONE DEGLI INVENTARI DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA DEGLI ATENEI ITALIANI

RUS - Rete Università per lo Sviluppo sostenibile, Gruppo di Lavoro “Cambiamenti Climatici”
rus-cambiamenticlimatici@polimi.it

Le presenti linee guida sono state ideate e sviluppate dal Gruppo di Lavoro “Cambiamenti Climatici” della RUS. Hanno contribuito alla stesura del testo: R. Baciocchi¹, P. Baglione², A. Carlesso³, S. Caserini², M. Gallo⁴, M. Gonano³, G. Magatti⁵, V. Maggi⁵, A. Manzardo⁶, M. Maugeri⁷, A. Mazzari⁶, L. Moreschi⁴, T. Orusa⁸, L. Pizzol³, E. Semenzin³, A. Senese⁷.

¹ Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"; ² Politecnico di Milano; ³ Università Ca' Foscari Venezia;

⁴ Università degli Studi di Genova; ⁵ Università degli Studi di Milano-Bicocca; ⁶ Università degli Studi di Padova; ⁷ Università degli Studi di Milano; ⁸ Università degli Studi di Torino

Versione 1, del 21 3 2019

INDICE

PREMESSA

1. INTRODUZIONE – ASPETTI METODOLOGICI

- 1.1 Confini dell’inventario delle emissioni
- 1.2 Anno di riferimento
- 1.3 Gas serra considerati
- 1.4 Fonti di emissione in un ateneo
- 1.5 Classificazioni delle tipologie di emissioni
- 1.6 Metodologia di stima delle emissioni
- 1.7 Strumenti di calcolo
- 1.8 Certificare l’inventario delle emissioni: le norme ISO 14064
- 1.9 Revisione dell’inventario delle emissioni

2. SETTORE ENERGIA

- 2.1 Consumi di energia elettrica
- 2.2 Consumi di gas e gasolio
- 2.3 Consumi di energia da teleriscaldamento e teleraffrescamento

3. SETTORE TRASPORTI

- 3.1 Le emissioni di gas serra del settore trasporti nelle università
- 3.2 Spostamenti effettuati con i veicoli di proprietà dell’ateneo
- 3.3 Spostamenti per missioni di lavoro del personale
- 3.4 Spostamenti per l’accesso alle sedi degli atenei da parte della popolazione di ateneo
- 3.5 Spostamenti legati agli studenti in mobilità (es. Erasmus)

4. FATTORI DI EMISSIONE

- 4.1 Introduzione
- 4.2 Energia
- 4.3 Trasporti

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

PREMESSA

Il Gruppo di Lavoro “Cambiamenti climatici” è stato costituito nel marzo del 2017 per supportare gli atenei italiani nelle attività sul tema dei cambiamenti climatici, in particolare:

- l’inventario delle emissioni di CO₂ degli atenei;
- la definizione dei Piani di riduzione delle emissioni di CO₂ degli atenei;
- l’assunzione di impegni di riduzione delle emissioni e comunicazione degli stessi in ambito UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change);
- le attività di adattamento ai cambiamenti climatici;
- la comunicazione sul tema dei cambiamenti climatici.

In questo documento sono presentate alcune indicazioni operative utili per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra negli atenei italiani, al fine di favorire la creazione di inventari congruenti in quanto a metodologie e dati utilizzati.

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.

Riguardo ai fattori di emissione, il GdL RUS – Cambiamenti climatici ha già realizzato un documento “*Fattori di emissione di CO₂ per consumi energetici e trasporti per gli inventari di gas serra degli atenei italiani*”, in pubblicazione sulla rivista “Ingegneria dell’Ambiente”, una cui sintesi è disponibile al capitolo 4.

Il presente documento intende costituire un supporto per quanto riguarda il reperimento dei dati relativi agli indicatori di attività, le fonti dei dati e le metodologie utilizzate per la loro elaborazione; discute inoltre alcune assunzioni metodologiche preliminari di utilità per tutti quelli che negli atenei affrontano il compito della realizzazione dell’inventario delle emissioni.

Le linee guida sono congruenti per quanto di interesse alle norme ISO 14064 (UNI EN, 2012) per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra, nonché al documento “GHG protocol” (WRI, 2014) e a documenti precedenti, quali in particolare il documento “*Linee guida in materia di Carbon Management per gli Atenei*” realizzato dall’Università Ca’ Foscari Venezia e il documento “*Nota Metodologica (Inventario dati 2013-2014)*” realizzato dall’Università degli Studi di Genova - Commissione di Ateneo per la Sostenibilità Ambientale.

1. INTRODUZIONE – ASPETTI METODOLOGICI

1.1 Confini dell’inventario delle emissioni

Il primo aspetto metodologico nella redazione di un inventario delle emissioni consiste nel definire chiaramente i “confini” dell’inventario stesso, sia in termini organizzativi che operativi. Si tratta in sostanza di definire quali emissioni sono oggetto dell’inventario fra tutte quelle dirette e indirette che un ateneo può generare.

1.1.1 Confini organizzativi

Secondo la norma ISO 14064-1, la prima fase della costruzione dell’inventario delle emissioni di un’organizzazione è la definizione dei confini organizzativi e l’individuazione delle installazioni di cui l’organizzazione si compone.

Per una università sono generalmente considerate tutte le attività svolte i) entro i suoi confini geografici, ii) negli edifici in suo possesso e/o sotto il suo controllo diretto e iii) negli edifici per i quali essa abbia in carico la liquidazione delle fatture di energia elettrica. Questo criterio non consente tuttavia di definire in modo sempre univoco le attività da considerare. Negli atenei, infatti, accanto a una netta prevalenza di strutture che sono definite a livello organizzativo in modo molto chiaro, esistono spesso strutture (ad esempio i consorzi di ricerca e fondazioni di vario tipo) che hanno specificità maggiori. Risultano spesso peculiari anche le situazioni in cui si hanno enti esterni che hanno sezioni ospitate presso atenei, come accade per esempio per il CNR o per l’INFN. In questo caso le emissioni dovute alle attività prodotte nell’ambito di queste sezioni possono essere conteggiate nell’inventario delle emissioni totali dell’ateneo, in quanto interne ai confini operativi (vedi sezione che segue), ed anche perché sarebbe difficile in molti casi scorporare questi contributi dal totale. È comunque necessario trattare casi di questo tipo con la dovuta attenzione, ad esempio perché se si considerano le emissioni ma non si conteggiano le persone coinvolte si produce una distorsione nella stima delle emissioni per addetto.

Il primo passo per l’implementazione dell’inventario delle emissioni deve quindi essere quello di definire i confini organizzativi da considerare. Si suggerisce di affrontare questo aspetto con un approccio molto pragmatico, valutando la capacità dell’ateneo di raccogliere i dati delle strutture da considerare o di scorporare quelli relativi alle strutture che si intende escludere, nonché la capacità dell’ateneo di influire sulle scelte che possono portare a maggiori o minori consumi energetici.

1.1.2 Confini operativi

La scelta sulle sedi e gli edifici da considerare deve essere effettuata con chiarezza, indicando quali parti dell’ateneo sono considerate nell’inventario, e quali non sono considerate. In casi dubbi, il dettaglio dovrebbe spingersi al livello di edificio.

Vengono solitamente inclusi gli edifici utilizzati per scopi di didattica, di ricerca, di attività tecnico amministrativa. Sono di solito esclusi gli edifici con destinazione d’uso “residenza universitaria”, o gli appartamenti di proprietà dell’ateneo concessi in locazione ad uso residenziale degli studenti e/o dipendenti, sia in quanto i dati relativi a questi edifici non sono stimabili con precisione, sia perché gli occupanti produrrebbero comunque emissioni di GHG anche se utilizzassero residenze di proprietà non universitaria. La scelta va però fatta a livello di singolo ateneo e per situazioni particolari che vedono una massiccia presenza di studenti in residenze universitarie o in appartamenti di proprietà dell’ateneo la scelta

più opportuna potrebbe essere quella di considerare anche questi edifici in quanto anche essi potrebbero essere oggetto di eventuali interventi di mitigazione. Lo stesso discorso vale naturalmente per molte altre situazioni, come, per esempio, per edifici dedicati ad attività sportive. Anche in questo caso si suggerisce di procedere con un approccio molto pragmatico, valutando la capacità dell'ateneo di raccogliere i dati degli edifici da considerare e la sua capacità di influire sulle scelte che possono portare a maggiori o minori consumi energetici.

Si suggerisce, infine, sia a livello di confini organizzativi che di confini operativi, di valutare con molta attenzione se sia opportuna l'inclusione di eventuali strutture ospedaliere universitarie nell'inventario delle emissioni di ateneo. Anche per questo aspetto si suggerisce di operare in modo pragmatico e di considerare con attenzione la capacità dell'ateneo di raccogliere i dati e la sua capacità di influire sulle scelte che possono portare a maggiori o minori consumi energetici

1.1.3 Tipologia di persone

Riguardo alle tipologie di persone da considerare ai fini dell'inventario delle emissioni, si suggerisce di considerare le due macro-categorie, "Studenti" e "Lavoratori".

Nella macro-categoria "Studenti" si suggerisce di considerare le seguenti carriere:

- studenti attivi: laurea triennale, magistrale, ciclo unico;
- studenti post-laurea: dottorato, master, perfezionamento, specializzazione.

Nella macro-categoria "Lavoratori" si suggerisce di considerare le seguenti carriere:

- ricercatori e docenti strutturati;
- personale tecnico amministrativo e di biblioteca (sia strutturati che non strutturati, anche per durate di incarico inferiori all'anno);
- ricercatori non strutturati (borsisti e assegnisti);
- personale docente a contratto;
- ricercatori di Enti esterni con convenzioni con l'ateneo (es. CNR, spin-off, ecc.);
- lavoratori di ditte esterne e che lavorano per l'ateneo con continuità (es: attività di portierato);
- volontari frequentatori (es. servizio civile).

Si fa notare che il numero degli studenti considerato per l'inventario delle emissioni di un dato anno è sempre riferito all'anno accademico che si conclude nell'anno di riferimento (ad esempio per il 2018, gli studenti iscritti all'A.A. 2017-2018).

Al fine di considerare un campione il più aggiornato possibile, si suggerisce di far riferimento al numero degli studenti immatricolati aggiornato al mese di maggio, per esempio per l'anno accademico 2017-2018 il numero aggiornato a maggio 2018.

In merito all'ultima categoria di Lavoratori nel precedente elenco, si suggerisce di richiedere il numero dei volontari frequentatori alle amministrazioni di ogni dipartimento essendo obbligatorio il pagamento dell'assicurazione annuale.

Si suggerisce inoltre di definire con precisione le fonti di reperimento dei dati del numero di studenti e di personale PD-PTA, in quanto possono esserci diversità fra i numeri derivanti da diverse basi di dati presenti in un ateneo.

1.1.4 Inventario delle emissioni / carbon footprint

Un inventario considera solitamente le emissioni dirette, ed eventualmente le principali emissioni indirette come quelle legate ai consumi di energia elettrica o calore. Un approccio diverso è quello della “carbon footprint” che considera l'impatto ambientale dei beni/servizi lungo tutto il ciclo di vita, attraverso un approccio “from cradle to grave”. Ad esempio, nell’approccio “carbon footprint” sono considerate anche le emissioni legate all’estrazione e distribuzione dei combustibili (gas, gasolio, benzina) utilizzate da un ateneo, che invece sono trascurate con l’approccio dell’inventario delle emissioni, che si basa su fattori di emissione relativi all’uso finale degli stessi.

I dati relativi al ciclo di vita sono molto più incerti, e includono fasi non di diretto controllo dell’ateneo.

Si suggerisce quindi di usare l’approccio dell’“inventario delle emissioni”.

1.2 Anno di riferimento

L’inventario è generalmente riferito alle emissioni di un anno; per quanto possibile i dati (indicatori e fattori di emissione) devono far riferimento al medesimo anno, seppure l’utilizzo di dati relativi ad anni immediatamente precedenti o successivi può essere accettato per sorgenti poco rilevanti per favorire la completezza dell’inventario, in quanto introduce incertezze contenute essendo l’attività di un ateneo (legata al numero delle persone e alla dimensione delle strutture) variabile in modo limitato da un anno all’altro.

L’aggiornamento può essere annuale ma è anche possibile un aggiornamento su tempi più lunghi.

1.3 Gas serra considerati

Gli inquinanti climalteranti di maggiore interesse ai fini dell’inventario sono:

- biossido di carbonio (CO_2), prodotto principalmente dalle attività di combustione;
- metano (CH_4), derivante dalle fughe dalle reti di approvvigionamento del gas naturale, da combustioni inefficienti o da processi fermentativi di sostanza organica (le attività agricole e zootecniche, tipicamente fonti di questo gas serra, sono estremamente limitate per gli atenei);
- protossido di azoto (N_2O), presente in traccia nelle combustioni e solitamente legate alle attività agricole e di gestione dei fertilizzanti;
- gas fluorurati (F-gas): per un ateneo si tratta soprattutto di idrofluorocarburi (HFCs), legate alle perdite da apparecchiature refrigeranti, in quanto altri F-gas considerati ad esempio dal Protocollo di Kyoto, come esafluoruro di zolfo (SF_6) e perfluorocarburi (PFCs) sono per lo più emessi da industrie del settore elettronico e dell’alluminio.

Nell’inventario delle emissioni di un ateneo le emissioni di CO_2 sono largamente prevalenti sulle emissioni degli altri inquinanti solitamente considerati (CH_4 , N_2O , F-gas). Dai risultati di alcuni inventari delle emissioni (ad es. Caserini e Baglione, 2016) si è visto che le emissioni di CO_2 costituiscono più del 99% delle emissioni totali, in quanto le emissioni di CH_4 e N_2O legate alle attività di combustione sono trascurabili (una buona combustione porta alla completa ossidazione di CH_4). Pur se può essere di interesse la stima delle perdite di gas fluorurati (F-gas), dalle apparecchiature refrigeranti, va ricordato che il contenimento di queste perdite è già un obbligo di legge, su cui l’ateneo non ha particolari possibilità di intervento.

Inoltre, si tenga conto che considerando le emissioni di CO₂ si conteggiano le emissioni strutturali legate ai consumi energetici dell'ateneo, su cui possono incidere più direttamente le azioni di mitigazione dell'ateneo.

Considerando quindi le sole emissioni di CO₂, trascurando quelle degli altri inquinanti, non si riduce la precisione della stima complessiva delle emissioni climalteranti dell'ateneo, che è legata ad esempio in misura nettamente maggiore alla precisione delle emissioni di CO₂ in un settore critico quale quello dei trasporti (come discusso in seguito).

Si suggerisce dunque di iniziare limitando l'inventario alle sole emissioni di CO₂, dichiarando e motivando questa assunzione, lasciando ad approfondimenti successivi valutare se includere anche le emissioni degli altri gas climalteranti.

1.3.1 CO₂equivalente e GWP

Nel caso si considerino anche emissioni diverse da quelle di CO₂, le emissioni totali di gas serra devono essere riassunte in termini di emissioni di CO₂ equivalente, stimate attraverso i Global Warming Potential (GWP) delle singole sostanze. Il GWP è un coefficiente che esprime il potenziale riscaldante di un dato inquinante con riferimento all'unità di massa della CO₂.

Le emissioni "aggregate" di climalteranti sono indicate con il termine "CO₂equivalente":

$$\text{CO}_2\text{eq} = \sum_i \text{GWP}_i \cdot E_i \quad (1)$$

GWP_i = Global Warming Potential

E_i = emissione dell'inquinante climalterante i

Il valore di GWP di una sostanza dipende dal tempo di residenza della sostanza stessa nell'atmosfera, che a sua volta dipende dai processi di rimozione attivi sulla sostanza. I gas serra hanno infatti tempi di residenza molto differenti in atmosfera: la CO₂ è più stabile (un quinto di quanto viene emesso persiste in atmosfera anche dopo 1000 anni), mentre il CH₄ ha un tempo medio di residenza di circa 12 anni e le polveri possono essere facilmente rimosse dall'atmosfera (in pochi giorni o settimane).

Il periodo su cui fare il confronto è scelto generalmente pari a 100 anni. Se si considerano tempi più brevi (es. 20 anni) le sostanze con minori tempi di vita (CH₄, black carbon) contano di più; se si considerano tempi lunghi (500 o 1000 anni) le sostanze più stabili (CO₂) sono più importanti.

Pur se negli inventari delle emissioni sono stati a lungo utilizzati i GWP proposti dal secondo rapporto IPCC (1995), e utilizzati nelle rendicontazioni delle emissioni per il Protocollo di Kyoto, il Quinto Rapporto IPCC ha fornito valori di GWP diretti e indiretti per circa 200 sostanze clorurate e fluorurate (IPCC, 2013, cap. 8, Tabella 8.A.1); i GWP dei tre principali gas serra, riferiti a 100 anni e 20 anni, sono mostrati in **Tabella 1**.

	GWP100			GWP20		
	KP (AR2)*	AR4	AR5	KP (AR2)*	AR4	AR5
CO ₂	1	1	1	1	1	1
CH ₄	21	25		72		
CH ₄ CH4 biogenico			28			84
CH4 fossile			30			85
N ₂ O	310	298	265	310	298	264

* valore definito nel Secondo Rapporto IPCC, utilizzato ai fini degli inventari delle emissioni realizzati per il Protocollo di Kyoto, fino all'anno 2012

Tabella 1 - Global Warming Potential delle principali sostanze climalteranti (Fonte: IPCC, 2013)

1.4 Fonti di emissione in un ateneo

Come detto in precedenza, nella definizione dei confini dell'inventario delle emissioni è necessario definire quali emissioni sono oggetto dell'inventario fra tutte quelle dirette e indirette in cui un ateneo può essere coinvolto.

Il GHG Protocol e la norma ISO 14064 raggruppano le attività in tre ambiti (chiamati anche "scopi"): Ambito 1, Ambito 2 e Ambito 3.

L'Ambito 1 include le emissioni generate da sorgenti in possesso o in controllo dell'ateneo, e in linea generale comprende:

- le emissioni derivanti da sorgenti di combustione stazionarie a base di combustibili fossili per la generazione di calore (riscaldamento degli edifici) o eventualmente di energia elettrica;
- le emissioni derivanti da sorgenti di combustione mobili a base di combustibili fossili, legate a mezzi di trasporto di proprietà o sotto il controllo dell'ateneo;
- le emissioni legate al rilascio non intenzionale di gas ad effetto serra, quali ad esempio le emissioni fuggitive di refrigeranti (come idrofluorocarburi (HFCs) ed idroclorofluorocarburi (HCFCs) da impianti di raffreddamento, o il rilascio di metano da allevamenti di animali di proprietà dell'università;
- le emissioni derivanti da eventuali attività agricole condotte nell'area di proprietà dell'ateneo, come ad esempio quelle legate all'applicazione di fertilizzanti, pesticidi, concimazione, fermentazione enterica.

L'Ambito 2 include le emissioni indirette generate nella produzione di energia elettrica consumata da parte dell'università, che in linea generale comprende:

- l'energia elettrica acquistata dalla rete nazionale;
- il calore/vapore/freddo acquistati da terzi, come ad esempio dalla rete locale di teleriscaldamento o dagli impianti locali di raffreddamento, laddove esistenti.

L'Ambito 3 include tutte le emissioni indirette che sono conseguenza delle attività dell'università, ma provengono da sorgenti che non sono in possesso o in controllo dell'ateneo. Queste generalmente includono:

- emissioni legate alla merce acquistata dall'ateneo;
- emissioni da mobilità dei dipendenti e studenti da e verso il luogo di domicilio;
- emissioni da mobilità di dipendenti e studenti in missione o trasferta per conto dell'ateneo;
- emissioni legate al trasporto e smaltimento di rifiuti.

Gli inventari delle emissioni realizzati dagli atenei hanno generalmente considerato le emissioni dirette da riscaldamento degli edifici (derivanti ad esempio dalle centrali termiche esistenti), le emissioni indirette dai consumi elettrici e le emissioni dei veicoli dell'ateneo, mentre meno frequentemente sono state stimate le emissioni per gli spostamenti per l'accesso al campus e per le missioni del personale (RUS-GdL-CC, 2017), che però possono essere in alcuni contesti rilevanti, a seconda della collocazione geografica dell'ateneo e della disponibilità di mezzi pubblici adeguati. Per questo motivo, si ritiene che, pur dovendo essere stimati e riportati nell'inventario, non debbano essere computati nella valutazione complessiva delle emissioni di gas serra, ma valutati separatamente per poter individuare soluzioni di trasporto maggiormente sostenibili, di concerto con gli Enti ed Aziende preposte alla mobilità.

Alcune emissioni dirette, legate agli assorbimenti di CO₂ dalle superfici a verde o alle emissioni di f-gas dagli apparecchi refrigeranti, ed altre emissioni indirette, legate al trattamento e smaltimento dei rifiuti generati, ai cibi delle mense gestite dall'ateneo o consumati nell'ateneo e nei dintorni, ai beni consumati nell'ateneo (es. carta), ai servizi svolti da terzi nell'ateneo (es. macchinari edili), sono poco stimate, per i motivi sotto riportati.

1.4.1 Assorbimento diretto di CO₂ da alberature o spazi verdi

Pur se sono possibili stime sull'assorbimento di CO₂ dai diversi tipi di essenze, negli atenei non sono generalmente presenti superfici alberate in quantità rilevanti da giustificare questa stima, peraltro molto difficoltosa dipendendo dallo stato di accrescimento delle alberature; si può ritenere che l'entità degli assorbimenti di CO₂ di un ateneo siano trascurabili rispetto alle emissioni dirette e indirette generate. Ad esempio l'assorbimento di CO₂ dalla vegetazione dell'orto botanico di Tor Vergata è stato stimato pari a circa 2 tCO₂/anno, con un saldo netto di 1 tCO₂/anno, trascurabile rispetto alle emissioni dell'ateneo, pari a molte decine di migliaia di tCO₂/anno (Università Tor Vergata, 2013).

1.4.2 Emissioni dirette di gas fluorurati (HFC) dagli apparecchi refrigeranti

L'informazione sulle emissioni di gas climalteranti legate alle perdite di gas fluorurati dagli apparecchi refrigeranti non è generalmente disponibile in modo sistematico per tutti gli apparecchi presenti nell'ateneo. La stima delle emissioni totali richiederebbe la valutazione di dettaglio dell'intero parco delle macchine frigorifere presenti nell'ateneo nonché delle tipologie di gas utilizzati, che possono avere un potenziale climalterante molto diverso. In alternativa, sono disponibili dei dati di perdite medie di HFC dagli apparecchi, che però possono essere molto variabili in relazione alla tipologia di apparecchi e alle modalità di manutenzione.

Va inoltre considerato che con l'Accordo di Kigali dell'ottobre 2016 è stata approvata una fondamentale modifica al Protocollo di Montreal per velocizzare l'eliminazione dei gas HFC (idrofluorocarburi) utilizzati

come refrigeranti. Questo accordo comporterà quindi la riduzione delle emissioni di HFC utilizzati negli apparecchi refrigeranti entro pochi anni; l'impatto delle eventuali politiche messe in campo dagli atenei di sostituzione degli apparecchi è però accompagnato, oltre ai benefici sugli HFC, anche a benefici sulle emissioni indirette di CO₂ dai consumi energetici, per via delle maggiori efficienze delle nuove macchine installate.

Vista l'alta incertezza delle stime e il ridotto contributo all'inventario totale delle emissioni, si ritiene conveniente escludere dalle stime degli inventari degli atenei le emissioni degli HFC. Come per altre sorgenti non considerate nell'inventario delle emissioni, si suggerisce di riportare nel documento dell'inventario le giustificazioni per la scelta effettuata.

Per questo motivo nelle presenti linee guida non sono riportate indicazioni su come stimare i dati di questa attività, lasciando a future versioni delle linee guida decidere se includere queste valutazioni.

1.4.3 Emissioni indirette da gestione e smaltimento dei rifiuti

Sulla base delle stime condotte in alcuni atenei (ad es. Caserini e Baglione, 2016), le emissioni di CO₂eq da questa fonte rappresentano meno dello 0,5% delle emissioni totali di CO₂ degli atenei, un contributo quindi trascurabile.

Inoltre, la stima di queste emissioni si presenta a livello metodologico molto diversa da quella degli altri settori, rendendo necessario l'utilizzo di un approccio "Life Cycle Assessment" per considerare i benefici legati allo sviluppo della raccolta differenziata. Infine, va considerato che le emissioni relative allo smaltimento dei rifiuti sono legate a scelte impiantistiche non dipendenti dagli atenei, ma in capo al gestore dei rifiuti urbani, a cui l'ateneo è in sostanza tenuto obbligatoriamente a consegnare i rifiuti urbani prodotti. I dati relativi ai rifiuti prodotti e raccolti sono gestiti dal Gruppo di Lavoro "Rifiuti" della RUS, a cui si rimanda per indicazioni metodologiche sulle modalità di raccolta ed elaborazione dei dati.

1.4.4 Emissioni indirette dagli alimenti consumati

Non sono generalmente disponibili dati affidabili sui consumi di alimenti o di prodotti (es. bottiglie di plastica) delle mense gestite dall'ateneo, o da soggetti esterni all'interno dell'ateneo, o sulle quantità di cibi consumati da studenti all'interno degli atenei. Inoltre, la stima dell'impronta carbonica degli alimenti presenta una notevole incertezza, in quanto è strettamente dipendente non solo dalle tecniche utilizzate (es. serre) o dall'origine geografica degli stessi, ma anche dalle modalità di trasporto e conservazione.

Infine, va ricordato che l'emissione legata all'alimentazione ci sarebbe anche se gli studenti o il personale docente non si recassero in università. Si suggerisce quindi di non considerare questa categoria di emissioni.

1.4.5 Emissioni indirette da beni consumati o utilizzati nell'ateneo

Sono numerosi i beni consumati o utilizzati negli atenei, in particolare per quelli in cui vi sono diversi tipi di laboratori. La stima dell'impronta carbonica di questi beni presenta una notevole incertezza e variabilità, in relazione all'origine dei beni stessi. Si suggerisce quindi di non considerare questa categoria di emissioni.

1.4.6 Emissioni dirette o indirette da servizi svolti da terzi negli atenei

Non è stata valutata la disponibilità di dati affidabili sui consumi legati ai servizi svolti da terzi nell'ateneo. Si suggerisce quindi di non considerare questa categoria di emissioni.

1.5 Classificazioni delle tipologie di emissioni

Pur se ogni ateneo è ovviamente libero di adottare per il proprio inventario la classificazione che più ritiene adeguata, al fine di favorire la confrontabilità dei risultati si propone di utilizzare la suddivisione delle emissioni nei seguenti settori (**Tabella 2**), eventualmente scorporata nelle diverse attività a seconda della disponibilità dei dati in forma disaggregata e/o delle necessità di comunicazione dei risultati da parte dell’ateneo. La suddivisione dei settori energetici nelle attività è facoltativa, in quanto richiede dati di dettaglio sui tipi di usi, mentre è auspicabile mantenere la classificazione proposta per i settori.

Settore	Attività	Tipo
Consumi elettrici	Illuminazione	Scopo 2
	Climatizzazione invernale	Scopo 2
	Climatizzazione estiva	Scopo 2
	Laboratori pesanti e data center	Scopo 2
	Altri usi elettrici	Scopo 2
Consumi di combustibili fossili	Climatizzazione invernale	Scopo 1
	Climatizzazione estiva	Scopo 1
	Laboratori pesanti e data center	Scopo 1
	Produzione energia elettrica usi esterni	Scopo 1
	Produzione energia elettrica usi interni	Scopo 1
Teleriscaldamento	Climatizzazione invernale	Scopo 2
	Climatizzazione estiva	Scopo 2
Mobilità giornaliera	Spostamenti per accesso giornaliero all’ateneo	Scopo 3
Missioni e mobilità straordinaria	Spostamenti per missioni del personale	Scopo 3
	Spostamenti studenti in mobilità (es. Erasmus)	Scopo 3
	Veicoli di proprietà dell’ateneo	Scopo 1

Tabella 2 – Settori e Attività considerate ai fini della stima delle emissioni

In linea con la volontà di favorire la confrontabilità dei risultati si riportano le seguenti considerazioni:

- nel caso di macchine elettriche o ibride presenti tra i veicoli di proprietà dell’ateneo, nel caso fossero disponibili i dati scorporati per i consumi relativi alle fasi di ricarica di tali mezzi, si propone di inserirli all’interno della voce “Consumi elettrici – altri usi elettrici”;
- nella valutazione degli “Spostamenti studenti in mobilità”, si propone di considerare la scelta di contabilizzare gli spostamenti degli studenti in mobilità dal proprio ateneo verso l’esterno ed escludere l’ingresso degli studenti in mobilità da altri atenei, in modo da evitare doppi conteggi.

1.6 Metodologia di stima delle emissioni

L’approccio utilizzato dagli inventari delle emissioni per effettuare la stima delle emissioni si basa sul prodotto fra un indicatore che caratterizza l’attività della sorgente e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente, di processo industriale e della tecnologia di depurazione adottata. Questo metodo si basa

dunque su una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, secondo una relazione che a livello generale può essere ricondotta alla seguente:

$$E_i = A \cdot FE_i \quad (2)$$

dove:

E_i = emissione dell'inquinante i (g/anno);

A = indicatore dell'attività, ad es. quantità prodotta, consumo di combustibile (ton/anno);

FE_i = fattore di emissione dell'inquinante i (g/ton di prodotto).

La bontà di questa stima dipende dalla precisione dei "fattori di emissione", tanto maggiore quanto più si scende nel dettaglio dei singoli processi produttivi, utilizzando specifici fattori di emissione caratteristici della tipologia impiantistica.

Per i processi di combustione viene generalmente scelto come indicatore di attività il consumo di combustibile, mentre per i processi industriali gli indicatori privilegiati sono la quantità di prodotto processata o il numero di addetti.

Nel caso dei trasporti, l'emissione prodotta dal singolo spostamento è calcolata tramite il prodotto tra la distanza percorsa all'anno e (ad es. km percorsi/anno), e un fattore di emissione del mezzo utilizzato (ad es. in gCO₂/km/persona). Se il mezzo di trasporto è utilizzato contemporaneamente da più passeggeri, la quota di emissione deve essere suddivisa tra i passeggeri; questo può essere realizzato utilizzando dei fattori di emissione che tengono conto dei passeggeri mediamente trasportati; questo vale sia per i mezzi privati (es. automobile condivisa) sia per i mezzi pubblici.

1.7 Strumenti di calcolo

Alcuni atenei hanno sviluppato, come supporto per la redazione degli inventari delle emissioni, degli appositi database che archiviano le informazioni sui dati utilizzati (es. indicatori, fattori di emissioni) ed effettuano stime delle emissioni archiviano poi i risultati e rendendoli disponibili tramite apposite procedure.

1.8 Certificare l'inventario delle emissioni: le norme ISO 14064

1.8.1 Cos'è la certificazione dell'inventario

Le norme ISO 14064 nascono per certificare i processi di rendicontazione e monitoraggio dei gas ad effetto serra - GHG delle organizzazioni che hanno deciso di quantificare le proprie emissioni e mettere in atto progetti di riduzione. Le norme sono suddivise in tre parti, acquisibili singolarmente. Nello specifico:

- UNI ISO 14064 – 1: dettaglia i principi ed i requisiti per progettare, gestire e rendicontare gli inventari di GHG a livello di organizzazione;
- UNI ISO 14064 – 2: riguarda i progetti GHG sviluppati per ridurre le emissioni di GHG o aumentarne la rimozione;
- UNI ISO 14064 – 3: descrive l'effettivo processo di validazione e specifica i requisiti per le diverse azioni quali la pianificazione, le procedure di verifica, la valutazione delle asserzioni relative ai GHG.

In particolar modo l'ISO 14064-3 si presta ad essere uno strumento per validare la rendicontazione e le dichiarazioni GHG attraverso la verifica da parte del certificatore dell'inventario delle fonti di emissione GHG e della procedura di calcolo utilizzata.

1.8.2 Perché ottenere la certificazione

La scelta, da parte di un ateneo, di certificare l'inventario delle emissioni dei gas ad effetto serra ha due principali effetti positivi: da un lato diventa uno strumento di comunicazione che testimonia la volontà dell'ateneo di porsi in una prospettiva internazionale, rispettando standard ambientali che probabilmente diventeranno obbligatori solo in futuro; dall'altro può diventare un supporto per potenziare e migliorare le procedure interne di raccolta dati e di calcolo. Infatti, in occasione delle verifiche cui l'ateneo si sottopone in merito alle proprie procedure di gestione, il certificatore fornisce osservazioni e suggerimenti puntuali che si rivelano utili per migliorare la raccolta dati e di conseguenza la rendicontazione delle emissioni di carbonio prodotte dall'ateneo. Verifiche sul campo, test e ispezioni possono quindi essere utilizzate non soltanto per garantire il mantenimento della conformità nel tempo, ma anche per rendere la procedura più efficace, grazie al contributo circostanziato dei certificatori.

1.8.3 Quali sono i passaggi e le risorse necessarie

Una volta individuato l'ente certificatore con cui avviare la collaborazione, questo procede ad analizzare il caso dell'ateneo, esplicitando confini, tipologie di gas serra e di emissioni presi in considerazione, metodologie adottate ed eventuali esclusioni, con l'obiettivo di verificare la completezza, l'accuratezza, la coerenza e la correttezza dell'inventario delle emissioni, nonché l'adeguatezza delle metodologie di quantificazione utilizzate.

Secondo l'approccio alla verifica UNI ISO 14064-3:2006 il validatore deve condurre un riesame delle informazioni sulle emissioni di gas serra dell'organizzazione per valutare:

- la natura, la dimensione e la complessità dell'attività di validazione;
- la fiducia nelle informazioni e nell'asserzione relativa ai GHG;
- la completezza delle informazioni e dell'asserzione relativa ai GHG.

L'ente certificatore deve inoltre valutare le fonti e l'ordine di grandezza di potenziali errori, omissioni e rappresentazioni non veritiere per le successive attività di verifica. Il livello di attendibilità dei dati dichiarati non deve superare una certa soglia di tolleranza, solitamente fissata al 10%. Sarà cura del certificatore specificare il livello di scostamento e formulare le relative osservazioni per correggere i dati per gli inventari di emissioni successivi.

Lo strumento principale di cui si avvale il certificatore è il piano di verifica, dove vengono affrontati:

- 1) livello di garanzia;
- 2) obiettivi della validazione o verifica;
- 3) criteri della validazione o verifica;
- 4) campo di applicazione della validazione o verifica;
- 5) rilevanza;
- 6) attività e programma della validazione o verifica.

Il piano di verifica viene concordato con l'ateneo e prevede una dettagliata verifica della quantificazione dei dati, della corretta applicazione delle metodologie per il computo delle emissioni di GHG, dell'adeguatezza e validità dei parametri di calcolo utilizzati.

Per operare la verifica, vengono pianificati alcuni campionamenti di dati; in considerazione del metodo impiegato per la predisposizione dell'inventario delle emissioni, i certificatori prestano particolare attenzione a tutte le operazioni durante le quali potrebbero essersi generati errori rilevanti. I campionamenti prevedendo verifiche dei file e dei software utilizzati e interviste con il personale dell'ateneo responsabile per la raccolta e gestione dei diversi dati.

La verifica include in genere due o più giornate di lavoro, durante le quali il team di certificatori viene ospitato presso l'ateneo. Ai certificatori devono essere resi disponibili i documenti di origine dei dati di attività e dei parametri di calcolo utilizzati, oltre che l'elenco e l'identificazione di tutti i siti rientranti nel campo di applicazione dell'inventario delle emissioni e l'elenco delle persone coinvolte nella raccolta dei dati necessari per la predisposizione dell'inventario. Durante le giornate di verifica vengono pianificati incontri con i responsabili dei dati per simulare l'utilizzo di software o dei file per l'accesso e la fornitura dei dati. È inoltre fondamentale che i certificatori siano seguiti, durante la verifica, da un referente dell'ateneo. Al termine delle verifiche, i certificatori rilasciano un verbale di verifica, all'interno del quale vengono evidenziate eventuali informazioni aggiuntive da fornire loro e le osservazioni per migliorare la raccolta dati o le fonti utilizzate. Infine, se il processo va a buon fine, l'ente certificatore rilascia all'ateneo la dichiarazione di verifica e il relativo attestato di convalida.

Il costo della certificazione è quantificabile in circa 4.000 - 6.000 €/anno (includendo i soli costi da versare all'Ente certificatore).

1.8.4 Considerazioni finali

La certificazione è un investimento per l'ateneo sia in termini di risorse economiche che in termini di impegno di risorse umane necessarie per seguire il processo di certificazione, non solo durante le giornate di verifica, ma anche nei mesi precedenti, per rendere i vari passaggi conformi allo standard, e in quelli successivi, per implementare le osservazioni fornite dal valutatore. Solo così la certificazione può realmente essere uno strumento di miglioramento operativo. È quindi fondamentale, per un ateneo che decide di intraprendere questa strada, valutare non solo gli aspetti meramente economici relativi al costo della certificazione, ma anche e soprattutto l'impegno concreto in termini di risorse umane e di disponibilità al cambiamento, entrambi attributi necessari per mettere in atto eventuali modifiche nelle procedure di raccolta ed elaborazione dei dati che si rendono necessarie per ottenere un sistema più efficace e preciso. Anche per questo è consigliabile avviare il processo di certificazione per un periodo di almeno tre anni, in modo da avere un traguardo di medio termine per recepire le osservazioni e consolidare la collaborazione.

A valle dell'ottenimento della certificazione è inoltre importante che l'ateneo pianifichi una strategia di comunicazione atta ad informare e valorizzare presso i propri stakeholder tale risultato, differenziando il livello di dettaglio sulla base della tipologia di stakeholder e dello strumento comunicativo adottato.

La scelta di realizzare la certificazione dell'inventario delle emissioni deve quindi considerare le risorse necessarie, sia in termini di costi della certificazione che di ore necessarie del personale interno per gestire l'intera procedura.

1.9 Revisione dell'inventario delle emissioni

Come descritto al paragrafo 1.2, l'inventario delle emissioni può essere redatto su base annuale o con frequenza biennale o triennale; l'inventario di un dato anno viene generalmente assunto come riferimento per eventuali impegni di riduzione, costituendo la baseline rispetto alla quale verificare l'andamento delle emissioni.

Al fine di mantenere la confrontabilità dei risultati dei diversi inventari, può essere necessario effettuare la revisione degli inventari di anni precedenti, incluso anche l'inventario dell'anno di riferimento, se sussistono una o più delle seguenti condizioni:

- 1) i confini organizzativi risultano cambiati; ad esempio, questo avviene quando l'ateneo acquisisce dei nuovi edifici;
- 2) la capacità di controllo dell'ateneo su una o più attività incluse nell'inventario risulta cambiata; ad esempio, questo avviene quando un'attività precedentemente indiretta passa sotto il diretto controllo dell'ateneo;
- 3) i dati utilizzati per la quantificazione delle emissioni (es. fattori di emissioni) sono modificati in modo sostanziale, per la presenza di errori nei dati precedenti.

Per garantire la trasparenza nella rendicontazione delle emissioni, l'ateneo, nei diversi monitoraggi, dovrebbe documentare e rendere disponibili le eventuali revisioni attuate rispetto all'inventario dell'anno di riferimento, indicando in modo preciso i motivi delle variazioni e le conseguenze sui risultati complessivi dell'inventario.

2. SETTORE ENERGIA

Ai fini del calcolo delle emissioni di CO₂ di un ateneo è necessario ricostruire i dati di consumo dei combustibili, carburanti (gas metano, benzina, gasolio), e dei vettori energetici (energia elettrica, fluidi termovettori distribuiti mediante reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento).

Si ricorda che il Gruppo di Lavoro "Energia" della RUS ha fra i suoi obiettivi la stima dei consumi energetici degli atenei; di conseguenza può costituire la principale fonte informativa e metodologica per il reperimento e la stima di tali dati.

Nell'attesa di informazioni strutturate da parte del Gruppo di Lavoro "Energia", sono riassunte in seguito alcune prime indicazioni operative.

2.1 Consumi di energia elettrica

I dati relativi ai consumi annui di energia elettrica, espressi in kWh, sono contenuti nelle bollette dei fornitori. All'interno del documento è prevista una sezione dedicata al riepilogo dei consumi mensili ed annui della singola fornitura energetica.

Le società fornitrici, in molti casi, mettono a disposizione del cliente dei portali telematici all'interno dei quali è possibile scaricare queste informazioni per singolo sito. È disponibile, inoltre, il portale del distributore principale a livello nazionale (e-distribuzione, www.e-distribuzione.it/it/gestione-fornitura.html) che consente di conoscere i propri consumi energetici con diversi gradi di dettaglio a seconda della tipologia di fornitura.

Nel caso l'Amministrazione abbia sottoscritto la convenzione CONSIP "Energia Elettrica" tramite il mercato della Pubblica Amministrazione (MePA), il fornitore è obbligato a fornire al cliente, come da Capitolato Tecnico, un report mensile contenente numerose informazioni relative alla fornitura di energia elettrica comprendente anche i consumi complessivi di energia elettrica.

Nel caso l'Amministrazione abbia sottoscritto la convenzione CONSIP "Servizio Integrato Energia", comprensiva della fornitura del vettore energetico, i consumi elettrici devono essere richiesti direttamente al fornitore in quanto è obbligato, come specificato dal Capitolato Tecnico, a produrre un report con indicati i consumi elettrici di ogni stabile (o gruppo di edifici a cui fa riferimento il punto di riconsegna) alla fine di ogni anno contrattuale.

Si ricorda che i consumi di energia elettrica devono essere valutati al punto di fornitura in quanto sono compresi anche le eventuali perdite di trasformazione e di distribuzione interna per reti in media tensione.

2.2 Consumi di gas e gasolio

Per quanto riguarda il gas metano, i dati relativi ai consumi annui, espressi in Standard metri cubi (Smc), sono contenuti nelle bollette dei fornitori. All'interno del documento è prevista una sezione dedicata al riepilogo dei consumi mensili ed annui della singola fornitura.

Non è ancora previsto per l'Amministrazione che abbia sottoscritto la convenzione CONSIP "Gas Naturale" l'obbligo di fornire al cliente un report mensile dei consumi.

Per quanto riguarda il gasolio, i dati di consumo annuo, espressi in litri, possono essere ricostruiti a partire dalle bolle di consegna del fornitore o dagli ordini effettuati in MePA. In questo caso è difficile ottenere un dato di consumo reale in quanto i consumi registrati sono riferiti al momento di carica del serbatoio del gasolio e non coincidono con il momento di effettivo consumo. Si consiglia di calcolare una media di consumo basata sullo storico delle forniture.

Nel caso l'Amministrazione abbia sottoscritto la convenzione CONSIP "Servizio Integrato Energia", comprensiva della fornitura del vettore energetico, i consumi dei vettori energetici (gas metano e gasolio) devono essere richiesti direttamente al fornitore in quanto è obbligato, come specificato dal Capitolato Tecnico, a produrre un report con indicati i consumi dei diversi combustibili utilizzati per soddisfare i fabbisogni energetici dell'edificio alla fine di ogni stagione di riscaldamento.

Sono ancora rare le società fornitrici che mettono a disposizione portali telematici all'interno dei quali è possibile scaricare queste informazioni per singolo sito.

2.3 Consumi di energia da teleriscaldamento e teleraffrescamento

Anche in questo caso le informazioni relative ai consumi energetici sono contenute nelle bollette di fornitura. I dati sono espressi in kWh termici e/o frigoriferi ed andranno opportunamente convertiti utilizzando i coefficienti forniti nel capitolo 4.2.2.

Nel caso l'Amministrazione abbia sottoscritto la convenzione CONSIP "Servizio Integrato Energia", comprensiva della fornitura del vettore energetico, i consumi dei fluidi termovettori da reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento devono essere richiesti direttamente al fornitore in quanto è

obbligato, come specificato dal Capitolato Tecnico, a produrre un report con indicati i consumi dei diversi combustibili utilizzati per soddisfare i fabbisogni energetici dell'edificio alla fine di ogni stagione di riscaldamento. I dati per ogni singolo impianto di teleriscaldamento sono forniti nell'Annuario sul riscaldamento urbano pubblicato annualmente dall'AIRU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), scaricabile dal sito web dell'Associazione (www.airu.it). I dati dell'annuario dell'anno N (es. Annuario 2018) contengono i dati dell'anno N-1 (es. 2017) e sono disponibili generalmente all'inizio dell'anno N+1 (es. inizio 2019). L'annuario contiene, nelle schede tecniche riepilogative per singolo impianto locale di teleriscaldamento, disponibili alla fine dell'annuario stesso, i dati dei valori di input di energia per ogni fonte nonché di energia consegnata.

3. SETTORE TRASPORTI

3.1 Le emissioni di gas serra del settore trasporti nelle università

Nel contesto universitario, le emissioni di gas serra dovute al settore trasporti si dividono in quattro categorie: provenienti dall'uso dei veicoli di proprietà (emissioni dirette rientrano nello **Scope 1** del GHG protocol (WRI, 2004)); da spostamenti giornalieri casa-università di studenti e personale; da missioni di lavoro del personale; da viaggi degli studenti in mobilità (Erasmus e simili). Queste ultime 3 categorie sono emissioni indirette che rientrano nello **Scope 3** del GHG protocol.

Per quanto riguarda il contesto universitario italiano, gli inventari delle emissioni disponibili mostrano come le emissioni di gas serra dovute agli spostamenti casa-università di studenti e personale rappresentino una quota importante del totale delle emissioni di CO₂ degli atenei.

Si ricorda che il Gruppo di Lavoro "Trasporti" della RUS ha fra i suoi obiettivi la quantificazione degli spostamenti generati per l'accesso agli atenei; di conseguenza può costituire la fonte principale informativa e metodologica per il reperimento e la stima di tali dati. Nell'attesa di informazioni strutturate da parte del Gruppo di Lavoro "Trasporti", sono riassunte in seguito alcune prime indicazioni operative.

3.2 Spostamenti effettuati con i veicoli di proprietà dell'ateneo

Si tratta dell'unica categoria del settore trasporti che genera emissioni dirette di gas serra, derivanti dalla combustione dei carburanti (di origine fossile) durante l'uso dei veicoli di proprietà (o in uso) dell'ateneo.

Per calcolare il contributo di questo settore è preferibile partire dai dati relativi ai litri di gasolio o benzina (o m³ di metano) consumati, un dato generalmente disponibile negli atenei. In questo modo il calcolo delle emissioni è preciso e consiste nel prodotto fra la quantità di carburante e il relativo fattore di emissione, che dipende solo dal tipo di carburante utilizzato.

Se il dato del consumo non è disponibile, è necessario disporre di un dato di percorrenza annua, da moltiplicare per un fattore di emissione che dipende:

- dalla tipologia di veicolo: auto, furgoni (laboratori mobili utilizzati ad es. per missioni sul campo dei ricercatori, piuttosto che per traslochi e forniture interne tra edifici/sedi);
- dalla cilindrata;
- dalla tipologia di carburante (benzina, diesel, gas naturale, GPL).

3.3 Spostamenti per missioni di lavoro del personale

Per missione di lavoro si intende qualsiasi spostamento effettuato dal personale (docente, ricercatore, personale tecnico e amministrativo) dell'Università nell'ambito della propria attività lavorativa e quindi sotto il diretto controllo dell'ateneo stesso (in termini di pagamento del viaggio o di autorizzazione allo stesso se pagato da altro ente).

I dati da conoscere sono i seguenti:

- numero di missioni effettuate nell'anno di riferimento/numero di persone che hanno svolto missioni;
- distanze percorse (luoghi di partenza e destinazione);
- tratte percorse (es. Torino-Milano in treno poi Milano-New York in aereo);
- mezzi di trasporto utilizzati.

Se le procedure per le autorizzazioni delle missioni sono realizzate tramite moduli online, i dati sono disponibili nei database che raccolgono i dati inseriti, e devono essere elaborati per ottenere la stima dei km percorsi con i diversi tipi di veicoli.

3.4 Spostamenti per l'accesso alle sedi degli atenei da parte della popolazione di ateneo

Reperire i dati relativi agli spostamenti quotidiani di studenti e lavoratori dalla dimora al luogo di lavoro-studio non è semplice. Il metodo principale si basa su indagini campionarie (tramite questionari cartacei o online) sulla popolazione universitaria che abbiano un tasso di risposta tale da rendere il campione raccolto rappresentativo dell'intera situazione universitaria. Si rimanda a tal proposito alle esperienze realizzate da diversi Atenei ed in particolare su scala nazionale tramite l'indagine degli spostamenti casa-università curata nell'anno 2016 dal Gruppo di Lavoro "Mobilità" della RUS (Colleoni et al., 2018).

I dati da conoscere sono i seguenti:

- distanza percorsa e/o luogo di residenza;
- mezzo di trasporto utilizzato, con particolare riferimento a: mezzo privato (auto, moto), mezzo pubblico (locale, regionale e/o di lunga percorrenza), mobilità attiva (a piedi, in bicicletta), sharing mobility (servizi di condivisione di mezzi a motore o biciclette)
- condivisione del mezzo di trasporto (nel caso di mezzo privato);
- tempi medi di percorrenza, o distanza percorsa con lo spostamento (se si ritiene sia nota);
- concatenamento dei mezzi utilizzati con relative distanze e tempi di percorrenza: es. auto propria fino alla stazione (5 km, 10 minuti), poi treno (20 km, 30 minuti), poi bike sharing per ultimo tratto (2 km, 10 minuti);
- frequenza dello spostamento (numero di giorni settimanali/mensili/annuali).

L'obiettivo delle elaborazioni dei dati raccolti è la stima dei km percorsi all'anno con i diversi tipi di mezzi.

L'indagine dovrebbe se possibile essere riferita all'anno di riferimento dell'intero inventario, ma visto l'onerosità di questo tipo di indagini è possibile che un'indagine sia utilizzata per più anni.

3.5 Spostamenti legati agli studenti in mobilità (es. Erasmus)

Gli studenti che si recano per un periodo di studio all'estero effettuano al minimo un viaggio di andata/ritorno verso l'università prescelta.

Si suggerisce di inserire all'interno dei questionari realizzati dagli uffici per la mobilità internazionale alcune domande specifiche per calcolare l'impatto dei viaggi effettuati. I dati da richiedere sono: numero di viaggi effettuati durante il periodo di studio all'estero (esclusivamente quelli per andare e rientrare dalla città italiana di provenienza), la tipologia di mezzo di trasporto utilizzato (aereo, treno), le distanze percorse (i luoghi di partenza e destinazione).

4. FATTORI DI EMISSIONE

4.1 Introduzione

Il presente capitolo ha l'obiettivo di fornire indicazioni sui fattori di emissione da utilizzare per la predisposizione degli inventari dei gas serra negli Atenei italiani, relativamente a: i) consumi elettrici, ii) consumi di gas, GPL, gasolio iii) consumi di energia da teleriscaldamento, e iv) consumi di carburante per lo spostamento delle persone per recarsi al lavoro o per partecipare a missioni.

Sono presentate in dettaglio le principali fonti di dati disponibili e le metodologie da applicare per determinare i fattori di emissione. Per quanto attiene al comparto energetico, si ricostruiscono con ottima approssimazione i fattori di emissione relativi all'energia elettrica consumata e al gas naturale consumato, mentre occorre fare riferimento a specifici dati locali per quanto attiene al teleriscaldamento. Il comparto trasporti presenta specifiche difficoltà relative alla dipendenza dei fattori di emissione ($gCO_2/km/passeggero$) non solo dal tipo di mezzo utilizzato, ma anche dal suo grado di occupazione e dal contesto di viaggio (ambito urbano, extraurbano o autostradale per quanto attiene al trasporto su gomma; alta velocità, trasporto regionale o urbano per quanto riguarda il trasporto su rotaia; distanza viaggiata per il trasporto aereo).

4.2 Energia

Di seguito sono riportate le linee guida per la definizione degli inventari delle emissioni e relativi fattori di emissione inerenti l'energia elettrica, il teleriscaldamento, il GPL e il gasolio.

4.2.1 Energia elettrica

Per la valutazione del fattore di emissione relativo all'approvvigionamento di energia elettrica sono disponibili i dati distribuiti da TERNA S.p.A. e le elaborazioni effettuate a partire da questi dati da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). TERNA, nella sezione "Dati Statistici" del proprio sito internet, fornisce i dati della pubblicazione "Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia" (TERNA, 2018), mentre ISPRA redige annualmente uno specifico rapporto sui fattori di emissione per la produzione e il consumo di energia elettrica.

Per stimare le emissioni di CO_2 derivanti dai consumi elettrici degli Atenei italiani, si ritiene preferibile utilizzare un fattore di emissione relativo ai consumi elettrici che non consideri l'energia importata ma consideri le perdite di rete legate all'utilizzo dell'energia stessa. Questo dato è stimabile a partire dai dati descritti in precedenza secondo la formula:

$$FE_{consumo} = \frac{emis.tot.prod.ee}{prod.dest.cons.} \cdot \left(\frac{100}{100 - \%perdite} \right) \cdot 1000 \quad (3)$$

dove:

$FE_{consumo}$: fattore di emissione dal consumo di energia elettrica [gCO_2/kWh];

emis.tot.prod.ee: emissione totale dalla produzione di energia elettrica [MtCO₂/anno], ricavabile da ISPRA, 2018b (foglio 9 - Emissioni di anidride carbonica dal settore termoelettrico per combustibile);

prod.dest.cons: produzione netta di energia elettrica destinata al consumo [TWh/anno] ricavabile da ISPRA, 2018b (foglio 13 - Dati di produzione e consumo di energia);

%perdite: perdite di rete, media nella rete nazionale [%].

Quest'ultimo termine può essere stimato dalla seguente formula:

$$\%perdite = 100 \cdot \frac{\text{perdite di rete}}{\text{energia richiesta}} \quad (4)$$

dove:

perdite di rete: quantità di energia elettrica persa nella rete [TWh/anno];

energia richiesta: richiesta totale di energia elettrica destinata al consumo [TWh/anno].

Entrambi questi dati sono reperibili in ISPRA, 2018b (foglio 13 - Dati di produzione e consumo di energia" - righe 14 e 15).

I dati stimati per gli anni 1990-2016 sono mostrati nella **Tabella 3**.

	Emissioni da produzione di energia elettrica	Produzione destinata al consumo	Energia richiesta	Perdite di rete	%Perdite di rete	Consumi netti legati a emissioni (senza import)	FE consumi elettrici senza import
	Mt CO ₂ /anno	TWh	TWh	TWh	%	TWh	gCO ₂ /kWh
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e=d/c</i>	<i>f=b*(1-e)</i>	<i>g=a/f*1000</i>
1990	126	200	235	16,2	6,9%	187	677
1991	122	206	241	17,1	7,1%	191	640
1992	122	209	245	16,7	6,8%	195	627
1993	118	207	247	17,7	7,2%	192	616
1994	122	216	254	17,1	6,7%	201	607
1995	133	224	261	17,6	6,7%	209	639
1996	130	225	263	16,9	6,4%	211	617
1997	132	233	271	17,7	6,5%	217	608
1998	137	239	279	18,5	6,6%	223	615
1999	134	244	286	18,6	6,5%	228	587
2000	139	254	299	19,2	6,4%	238	585
2001	137	256	305	19,4	6,3%	240	572
2002	148	259	310	19,8	6,4%	243	609
2003	146	270	321	20,9	6,5%	252	578
2004	146	280	325	20,9	6,4%	262	558
2005	144	281	330	20,6	6,2%	264	546
2006	147	293	337	19,9	5,9%	275	533
2007	145	294	340	21,0	6,2%	276	525
2008	141	299	339	20,4	6,0%	281	501
2009	119	275	320	20,4	6,4%	258	462
2010	120	286	330	20,6	6,2%	268	448
2011	119	289	335	20,8	6,2%	271	438
2012	114	285	328	21,0	6,4%	267	428
2013	97	276	318	21,2	6,7%	258	377
2014	90	267	311	19,5	6,3%	250	359
2015	93	271	317	19,7	6,2%	254	368
2016	93	277	314	18,8	6,0%	261	355

Tabella 3 - Fattori di emissione da consumo di energia elettrica nel periodo 1990-2016 (Fonte dati colonne a-d: ISPRA, 2018)

Gli atenei hanno sia utenze in bassa tensione che in media tensione, generalmente con una prevalenza di quest'ultime; a titolo di esempio, i consumi di energia elettrica del Politecnico di Milano sono stati nel 2015 per il 90% in utenze a media tensione. Il valore delle perdite in BT e MT è stimato dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG, 2015) pari rispettivamente al 10.4% e 3.8%. Considerando questi valori di perdite di rete, i fattori di emissione stimati con le equazioni 1 e 2 diventano per l'anno 2016 rispettivamente pari a 372 gCO₂/kWh e 347 gCO₂/kWh (rispetto al valore medio di 355 gCO₂/kWh). Questa differenza/incertezza è piccola rispetto ad altre presenti nell'inventario, ma è comunque possibile per un ateneo effettuare una stima di dettaglio del fattore di emissioni stimando un valore medio delle perdite (tramite l'equazione 2) in relazione alla ripartizione dei consumi delle proprie utenze nelle diverse classi di tensione.

Ai fini dell'inventario delle emissioni di un ateneo, si ritiene adeguato l'utilizzo dei fattori di emissione stimati sulla base dei dati forniti da ISPRA.

4.2.2 Gas, GPL e gasolio

Per quanto riguarda le fonti dei fattori di emissione per il consumo di gas, sono disponibili tre fonti di dati: *i*) National Inventory Report redatto annualmente da ISPRA, *ii*) Tabella parametri standard nazionali, proposta dal Ministero dell'Ambiente (MATTM) redatto annualmente a partire dai dati dell'UNFCCC, per i tre anni precedenti l'anno di riferimento, *iii*) dati dei fornitori di gas.

I fattori di emissione per gas naturale e GPL desunti dal National Inventory Report redatto da ISPRA sono riportati nella **Tabella 4** per l'anno 2016 (ISPRA, 2018c).

	Densità (a 15°C)	Potere calorifico	Fattore di emissione		
			g/m ³	GJ/t	kgCO ₂ /GJ
gas naturale	719	47,7	57,7	2,75	1,98
GPL	590	46,1	65,6	3,03	1,79

Tabella 4 - Fattore di emissione gas e GPL anno 2016 (Fonte: ISPRA, 2018c).

Ai fini dell'inventario delle emissioni di un ateneo, si suggerisce di usare, ove disponibili, i dati specifici del fornitore; in assenza di questi dati, si suggerisce di usare i dati proposti dal Ministero dell'Ambiente e riportati nella **Tabella 5** per l'anno 2017.

Anno di riferimento	Periodo	Combustibile	Fattore di emissione CO ₂			PCI		Fonte
			kg/Std ³	kg/GJ	kg/kg comb	GJ/1000 Std ³	GJ/t	
2014	2011-2013	Gas naturale (metano)	1,956	55,82		35,046		MATTM, 2015a
		Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,59	3,155		42,88	
		GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11	
2015	2012-2014	Gas naturale (metano)	1,955	55,84		35,014		MATTM, 2015b
		Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,59	3,155		42,88	
		GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11	
2016	2013-2015	Gas naturale (metano)	1,955	55,84		35,02		MATTM, 2017a
		Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,578	3,155		42,88	
		GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11	
2017	2014-2016	Gas naturale (metano)	1,964	55,90		35,13		MATTM, 2017b
		Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88	
		GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,026		46,14	

Tabella 5 – Fattori di emissione di gas, GPL e gasolio proposti dalla Tabella dei coefficienti standard nazionali per gli anni di riferimento 2014, 2015, 2016 e 2017 (Fonte: MATTM, 2015a, 2015b, 2017a, 2017b).

4.2.3 Teleriscaldamento e teleraffreddamento

Per la stima dei fattori di emissioni di CO₂ dai consumi di energia per teleriscaldamento/teleraffreddamento sono possibili tre approcci: *i)* stima sulla base di dati specifici al singolo impianto, *ii)* utilizzo di dati medi stimati dai gestori degli impianti e *iii)* utilizzo di dati medi nazionali.

Relativamente al primo approccio, si propone la metodologia di Noussab (2018):

$$f_{DH,CO_2} = \frac{(\sum_i E_{F,i} f_{CO_2,F,i} - E_{el,CHP} f_{CO_2,el})}{Q_{del}} \quad (5)$$

dove:

f_{DH,CO_2} : fattore di emissione di CO₂ del teleriscaldamento analizzato [kgCO₂/kWh];

$E_{F,i}$: energia utilizzata per ciascuna fonte energetica *i* (ad esempio: gas, biomassa, elettrico, etc.) [kWh/anno];

$f_{CO_2,F,i}$: fattore di emissione di CO₂ relativo alla fonte energetica *i* utilizzata [kgCO₂/kWh];

$E_{el,CHP}$: energia elettrica prodotta dal teleriscaldamento e reimpressa in rete [kWh/anno];

$f_{CO_2,el}$: fattore di emissione di CO₂ della produzione di energia elettrica [kgCO₂/kWh];

Q_{del} : calore/energia consegnato/a all'utente finale [kWh/anno].

In altre parole, il fattore di emissione è stimato dal rapporto fra l'emissione netta di CO₂, derivante dalla differenza fra l'emissione avvenuta per i combustibili utilizzati e l'emissione evitata dalla produzione di energia elettrica, e il totale dell'energia termica consegnata all'utente finale.

I dati per ogni singolo impianto di teleriscaldamento, forniti nell'Annuario sul riscaldamento urbano pubblicato annualmente dall'AIRU (ad esempio AIRU, 2017, per i dati del 2016), contengono nelle schede tecniche riepilogative per singolo impianto locale di teleriscaldamento alla fine dell'annuario stesso i valori di input di energia per fonte ($E_{F,i}$) e di energia consegnata all'utente (Q_{del}). I fattori di emissione, $f_{CO_2,F,i}$,

che rappresentano l'emissione di CO₂ derivante dall'utilizzo dei diversi combustibili, sono per gas e gasolio ricavabili come descritto al punto precedente (ad es. MATTM, 2017b) o per altri combustibili da altre fonti (ad es. ENEA, 2018). Per il valore del fattore di emissione di CO₂ dalla produzione di energia elettrica ($f_{CO_2,el}$), che permette di stimare il beneficio in termini di CO₂ dalla produzione di energia elettrica della cogenerazione, si assume il valore medio dalla produzione termoelettrica in quanto si considera che la produzione elettrica dalla cogenerazione permetta di evitare una maggiore produzione elettrica derivante del solo parco termoelettrico (e non da fonte rinnovabili), in quanto le energie rinnovabili hanno priorità di dispacciamento e non riducono la loro potenza erogata per effetto della produzione di impianti di cogenerazione; per gli stessi motivi, potrebbe anche essere considerato un fattore di emissione dalla sola produzione termoelettrica fossile, ipotizzando quindi che anche la produzione termoelettrica da biomasse sia comunque prioritaria e non venga ridotta in caso di maggiore sovrapproduzione; entrambi i dati possono essere reperiti in ISPRA, 2018b (foglio 14).

Un approccio alternativo è quello di utilizzare dati di fattori di emissione medi stimati dai gestori degli impianti; sono a volte disponibili online i dati stimati in ottemperanza a quanto previsto dal DM 26 giugno 2015, che all'Allegato 1 – art. 3.2 comma 2 prevede che “i gestori degli impianti di teleriscaldamento e teleraffrescamento si dotano di certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria dell'energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio (...)”. In alternativa, un approccio più semplificato consiste nell'utilizzare il fattore di emissione medio nazionale proposto dall'Agenzia nazionale per l'efficienza energetica (ENEA, 2018), pari a 0,30 kgCO₂/kWh per teleriscaldamento e a 0,10 kgCO₂/kWh per teleraffrescamento.

4.3 Trasporti

La stima delle emissioni annue connesse al settore dei trasporti si basa generalmente sulla somma delle emissioni legate ai diversi tipi di spostamenti motorizzati dei veicoli di proprietà dell'università e di quelli utilizzati dalle persone che la frequentano.

Dal punto di vista delle metodologie di stima delle emissioni di CO₂, il settore trasporti può essere suddiviso in tre tipologie: *i*) trasporti su strada, *ii*) trasporti su rotaia, *iii*) trasporto aereo.

Si rimanda ad una prossima versione delle linee guida la definizione dei fattori di emissione per il settore dei trasporti su acqua, di grande interesse per alcuni Atenei, ad esempio quelli a Venezia.

4.3.1 Trasporti su strada

Le emissioni di CO₂ prodotte dai veicoli di proprietà degli atenei o dai mezzi utilizzati da studenti e personale derivano dall'impiego di autovetture, ciclomotori, motocicli, furgoni leggeri e pesanti ed autobus. Le fonti disponibili sono: *i*) dati dei fattori di emissione teorici dei veicoli al momento dell'immatricolazione, *ii*) dati medi su scala regionale, *iii*) dati medi su scala nazionale (fonte ISPRA), e *iv*) dati delle aziende di trasporto locale.

Per la stima delle emissioni degli atenei, si ritiene opportuno utilizzare i fattori di emissione di ISPRA contenuti in **Tabella 6** che riporta i dati a disposizione sia come fattore di emissione di CO₂ medio per km percorso dal veicolo, sia come fattore di emissione di CO₂ medio per km percorso dal veicolo e per passeggero.

		Fattore di emissione di CO ₂ medio proposto per mezzo su strada					
		Autovetture	Mezzi commerciali leggeri	Mezzi commerciali pesanti	Bus	Ciclomotori	Motocicli
FE medio per km percorso dal veicolo (Fonte: ISPRA, 2018d)	gCO ₂ /km	166	239	605	706	53	91
Numero medio passeggeri		1,3	1,0	1,0	50	1,0	1,0
FE medio per km percorso dal veicolo e per passeggero	gCO ₂ /pass/km	127	239	605	14	53	91

Tabella 6 Fattore di emissione CO₂ medio proposto (gCO₂/km; gCO₂/passeggero) per mezzo su strada, sia per km percorso dal veicolo che per km percorso e per passeggero

Come riportato in **Tabella 6**, per ricavare il fattore di emissione medio per passeggero per km percorso è necessario conoscere il grado di occupazione dei mezzi, il quale dipende dal numero di passeggeri nel caso delle auto e dalla dimensione dei veicoli e dal livello di occupazione nei bus. Per le autovetture, è solitamente utilizzato un grado di occupazione pari a 1,2 – 1,3, anche se ci possono essere variazioni importanti in base agli utilizzatori e ai territori. Per i bus, si può ritenere che l'utilizzo di un coefficiente di occupazione elevato sia adeguato, visto che la maggior parte degli spostamenti degli studenti avvengono nelle ore di punta. Per ciclomotori, motocicli, veicoli commerciali leggeri e pesanti si può assumere 1 passeggero per ogni veicolo

Un secondo metodo per stimare le emissioni di CO₂ consiste nell'utilizzare i dati disponibili sui consumi di carburante. In questo caso, la stima delle emissioni di CO₂ può essere effettuata mediante i dati contenuti in **Tabella 7**.

	Densità (a 15°C)	Potere calorifico	Fattore di emissione		
	kg/m ³	GJ/t	kgCO ₂ /GJ ⁽²⁾	kgCO ₂ /kg	kgCO ₂ /l
benzina	743	42,8	73,3	3,14	2,33
gasolio - diesel	836	42,8	73,6	3,15	2,63
gas naturale	0,719	47,7	57,7	2,75	0,00198
GPL	0,590	46,1	65,6	3,03	0,00179

Tabella 7 Fattore di emissione CO₂ per tipo carburante (Fonte: ISPRA, 2018c)

4.3.2 Trasporti su rotaia

Per la stima delle emissioni di CO₂ dovute al trasporto di passeggeri su rotaia, che prevede quindi l'utilizzo di treni, metropolitane e tram, le fonti più importanti disponibili sono i database Ecopassanger e Mobitool. A partire dal consumo elettrico, tenendo conto delle valutazioni effettuate nel paragrafo precedente (Paragrafo 5.2), si propone di usare il fattore di emissione da consumi elettrici, al netto delle importazioni di energia dall'estero e al lordo delle perdite di rete considerando un prelievo in media tensione, pari a 347

kgCO₂/kWh per l'anno 2016. Si consiglia di non tenere conto dell'eventuale uso di energia certificata verde da parte del gestore dell'infrastruttura di trasporto.

Ai fini dell'inventario delle emissioni di un ateneo, si riporta nella **Tabella 8** un quadro di sintesi dei fattori di emissione proposti per i diversi mezzi a rotaia, mostrando un esempio di calcolo sia per il caso di mezzi mediamente occupati che per mezzi completamente occupati, nell'ora di punta.

	Consumo di energia	Fattore di occupazione		Fattore di emissione CO ₂ consumi elettrici	Fattore di emissione CO ₂	
		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta
	Wh/posto/km ⁽¹⁾	% pass/posti		gCO ₂ /kWh ⁽²⁾	gCO ₂ /pass/km	
	a	b1	b2	c	a*b1*c/1000	a*b2*c/1000
Metropolitana	33	31%	100%	347	37	11
Tram	42	31%	100%		47	15
Trasporto urbano e suburbano	33	31%	100%		37	11
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	33	31%	100%		37	11
Alta velocità	44	55%	100%		28	15

Fonti:

1) Mobitool

2) Si è considerato a titolo di esempio il valore di 347 kgCO₂/kWh, riferito all'anno 2016, stimato sulla base dei dati ISPRA tenendo conto di prelievo in media tensione (fonte: GDLRUS-CC, 2018).

Tabella 8 Fattore di emissione CO₂ medio proposto per mezzo su rotaia con fattore di occupazione medio e massimo

Qualora i dati a disposizione siano relativi a treni con motore Diesel è necessario fare affidamento alla **Tabella 7**.

4.3.3 Trasporto aereo

La fonte di riferimento per i fattori di emissione di CO₂ del trasporto aereo è rappresentata dall'Organizzazione internazionale per l'aviazione civile (ICAO - International Civil Aviation Organization), l'agenzia delle Nazioni Unite istituita per gestire la Convenzione sull'aviazione civile internazionale. Nel sito ICAO è disponibile un Tool di calcolo online (ICAO, 2018), che considera tutti i voli di linea e i relativi tipi di aeromobili operanti sulla tratta definita dall'utente. Per ogni velivolo (312 tipi) può essere calcolato il consumo di carburante considerando la distanza da percorrere, il fattore di carico (numero di passeggeri) e il rapporto passeggeri-merci trasportate (medie sulle tratte analizzate).

Un secondo metodo, più rapido, consiste nello stimare fattori di emissione medi per diverse tipologie di tratte definite da Eurocontrol:

- corto raggio (short-haul): <1.500 km, comprendono le tratte di voli nazionali;
- medio raggio (medium-haul): 1.500-4.000 km, comprendono le tratte delle destinazioni europee;
- lungo raggio (long-haul): >4.000 km, comprendono i voli per la costa ovest e parte centrale dell'America del nord (USA e Canada) e medio oriente (ad es. New York, Atlanta, Montreal, Tel Aviv, Boston, Washington), nonché per la costa ovest America, America del Sud, estremo oriente, Australia, Africa (ad es. Pechino, Tokyo, Los Angeles, San Francisco, Brisbane, Buenos Aires, Malè).

La stima di un fattore di emissione medio per ogni tipologia di tratta deve considerare la distribuzione del numero di voli nelle diverse tratte, sulla base dei dati dell'ateneo stesso o di atenei con tipologie simili di destinazioni.

Un'ultima metodologia per stimare le emissioni da tutti gli spostamenti aerei di un ateneo è quella di definire una relazione fra i fattori di emissione e la lunghezza della tratta, in modo da poter stimare le emissioni velocemente per tutte le tratte di cui si conoscono i chilometri, senza la necessità di interrogare il database ICAO per tutte le tratte utilizzate.

Per un approccio ancora più semplificato, la stima di un fattore di emissione medio per ogni tipologia di tratta si è basata sui dati del numero di voli per missioni effettuati annualmente dal personale dell'Università di Milano-Bicocca e del Politecnico di Milano. L'analisi ha mostrato che la distanza media percorsa in aereo nelle tratte nazionali è molto simile, 810 km per Milano-Bicocca e 850 km per Politecnico di Milano, ad indicare una buona confrontabilità dei dati dei due Atenei. Tramite il calcolatore ICAO sono state calcolati i fattori di emissione per le diverse tratte (**Tabella 9**).

Va notato che, nel caso dei voli con scalo, il fattore di emissione dovrebbe essere la somma dei voli concatenati. Si ritiene che questo tipo di dettaglio sia difficilmente gestibile in presenza di diversi scali; si suggerisce quindi di effettuare la stima delle emissioni dei voli aerei considerando valori dei fattori di emissione medi per le tre tipologie di tratte (corto, medio e lungo raggio).

Tipo di tratta aerea	Distanza tratta km	Fattore di emissione (medio) gCO ₂ /pass/km
Corto raggio	<1500	123
Medio raggio	1500-4000	93
Lungo raggio	>4000	52

Tabella 9 Fattori di emissioni da spostamenti aerei proposti per gli inventari degli Atenei italiani

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Caserini S., Baglione P. (2016) Progetto stima emissioni CO₂ Politecnico di Milano - Report 2015. Politecnico di Milano, Servizio di Sostenibilità di Ateneo.
- Colleoni M. (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.
- EEA, European Environment Agency (2015) Evaluating 15 years of transport and environmental policy integration, TERM 2015: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe, EEA Report 7.
- ISPRA, Istituto Superiore per la Ricerca ambientale. (2018), Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2016. National Inventory Report 2018. ISPRA Rapporto 283
- WRI, World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. (2004), The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. WRI.
- EEA (2018) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Update Jul. 2018 - 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv, Passenger cars, light commercial trucks, heavy duty vehicles including buses and motor cycles. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>
- EMISIA (2018) Copert, The industry standard emissions calculator. <https://www.emisia.com/utilities/copert>
- ICAO (2017) ICAO Carbon Emissions Calculator Methodology. www.icao.int/environmentalprotection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Calculator_v1.0.2017.pdf
- ICAO (2018) www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. www.ipcc.ch
- ISPRA (2018a) Fattori di emissione in atmosfera di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico Rapporto 280/2018 www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_280_18_Emissioni_Settore_Elettrico.pdf
- ISPRA (2018b) Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia. www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/fattori-di-emissione-per-la-produzione-ed-il-consumo-di-energia-elettrica-in-italia/view
- ISPRA (2018c) National Inventory Report 2018. www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni. Rapporto 283/2018
- ISPRA (2018d) Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp
- Mobitool (2018) Mobitool-Faktoren v2.0. www.mobitool.ch/admin/data/files/tool/tool_file_de/5/mobitool-faktoren_v2.0.2.xlsm?lm=1491413883
- UIC (2018) Ecopassenger. Union Internationale des Chemins de fer, Sustainable Development Unit. http://ecopassenger.hafas.de/bin/help.exe/in?L=vs_uic&tpl=about&
- UNI EN (2012) ISO 14064-1-2-3, Gas ad effetto serra - Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra

e della loro rimozione; Gas ad effetto serra - Parte 2: Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione; Gas ad effetto serra - Parte 3: Specifiche e guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra.

Università Tor Vergata (2013) Dichiarazione di verifica relativa al calcolo del carbon footprint di Ateneo Progetto "Campus sostenibile". Bureau Veritas. Certific. Num. IT 252249, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", 28 giugno.

RUS-GdL-CC (2017) Questionario: "Censimento degli inventari sui gas serra". Resoconto della mappatura delle attività sui cambiamenti climatici delle Università italiane. GdL RUS - Cambiamenti Climatici, 19 dicembre.