

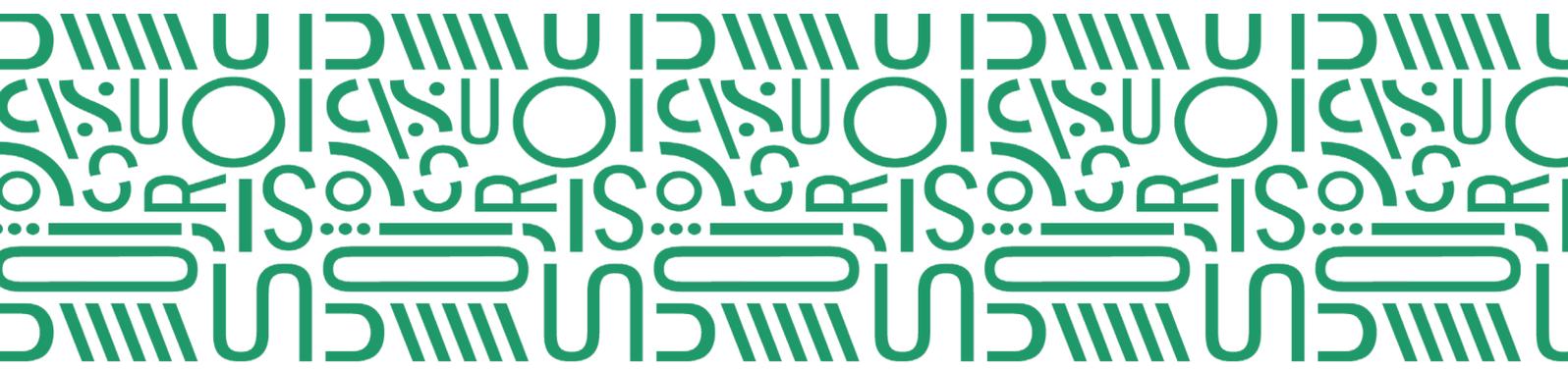


**RETE DELLE UNIVERSITÀ PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE**

**Gruppo di Lavoro Cambiamenti Climatici**

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

**Versione 2.2, del 9.3.2023**







### **RUS - Rete delle Università per lo Sviluppo sostenibile**

Presidenza e Segreteria organizzativa 2022 - 2024 - c/o Politecnico di Torino - Corso Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino, ITALY. [rus@polito.it](mailto:rus@polito.it)

### **Gruppo di Lavoro Cambiamenti Climatici**

Coordinamento 2021 – 2023 c/o Politecnico di Milano –Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano, ITALY. [rus.cambiamenticlimatici@polimi.it](mailto:rus.cambiamenticlimatici@polimi.it)

Le presenti linee guida sono state ideate e sviluppate dal Gruppo di lavoro Cambiamenti Climatici della RUS.

**Il Gruppo di Lavoro Cambiamenti Climatici è composto da (componenti effettivi aggiornamento del 13.3.2023):**

Ragione Sociale	Nome	Cognome
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna	Francesca	Gardini
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna	Salvatore	Pascale
Gran Sasso Science Institute	Chiara	Badia
Gran Sasso Science Institute	Alessandro	Palma
Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" - LUISS	Francesco	Flego
LIUC-Università Cattaneo	Giorgio	Ghiringhelli
Politecnico di Bari	Vito	Gallo
Politecnico di Bari	Mouldi Ben	Meftah
Politecnico di Bari	Antonio	Messeni Petruzzelli
Politecnico di Bari	Leonardo	Prencipe
Politecnico di Bari	Eufemia	Tarantino
Politecnico di Milano	Paola	Baglione
Politecnico di Milano	Francesca	Casale
Politecnico di Milano	Stefano	Caserini
Politecnico di Milano	Eleonora	Perotto
Politecnico di Milano	Anita	Raimondi
Politecnico di Torino	Jost - Diedrich	Graf Von Hardenberg
Politecnico di Torino	Patrizia	Lombardi
Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna	Roberto	Buizza
Università Ca' Foscari Venezia	Francesco	Bosello
Università Ca' Foscari Venezia	Martina	Gonano
Università Ca' Foscari Venezia	Arianna	Livieri
Università Cattolica del Sacro Cuore	Ilaria	Beretta
Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti Pescara	Piero	Di Carlo
Università degli Studi "Magna Graecia" di Catanzaro	Manuela	Oliviero
Università degli Studi del Sannio	Flavia	De Nicola
Università degli Studi della Basilicata	Ruggero Giuseppe Alfredo	Ermini
Università degli Studi della Basilicata	Mariavaleria	Mininni
Università degli Studi della Campania - Luigi Vanvitelli	Simona	Castaldi
Università degli Studi della Toscana	Pier Paolo	Danieli
Università degli Studi della Toscana	Andrea	Petroselli
Università degli Studi dell'Aquila	Gabriele	Curci
Università degli Studi dell'Insubria	Mauro	Guglielmin
Università degli Studi di Bari Aldo Moro	Domenico	Capolongo
Università degli Studi di Bergamo	Maria Rosa	Ronzoni
Università degli Studi di Brescia	Giovanna	Grossi
Università degli Studi di Cagliari	Alessandro	Cau
Università degli Studi di Cagliari	Antonio	Pusceddu
Università degli Studi di Camerino	Maria Federica	Ottone
Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale	Michele	Saroli
Università degli Studi di Ferrara	Elena	Marrocchino
Università degli Studi di Ferrara	Massimiliano	Mazzanti
Università degli Studi di Ferrara	Paola	Spinozzi
Università degli Studi di Ferrara	Claudio	Trapella
Università degli Studi di Ferrara	Carmela	Vaccaro
Università degli Studi di Firenze	Adele	Bertini
Università degli Studi di Firenze	Camilla	Dibari
Università degli Studi di Foggia	Alessandro	Cirillo
Università degli Studi di Genova	Adriana	Del Borghi
Università degli Studi di Genova	Michela	Gallo
Università degli Studi di Genova	Luca	Moreschi
Università degli Studi di Macerata	Andrea	Caligiuri
Università degli Studi di Macerata	Tommaso	Febbrajo
Università degli Studi di Messina	Giuseppe Tito	Aronica
Università degli Studi di Messina	Salvatore	Magazù
Università degli Studi di Milano	Maurizio	Maugeri
Università degli Studi di Milano	Antonella	Senese
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Valter	Maggi

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	Sofia	Costanzini
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	Francesca	Despini
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	Grazia	Ghermandi
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	Stefano	Orlandini
Università degli Studi di Napoli "Parthenope"	Giorgio	Budillon
Università degli Studi di Napoli "Parthenope"	Pier Paolo	Franzese
Università degli Studi di Napoli Federico II	Valeria	D'Ambrosio
Università degli Studi di Napoli Federico II	Marco	Trifuoggi
Università degli Studi di Padova	Alessandro	Manzardo
Università degli Studi di Padova	Alessandro	Mazzari
Università degli Studi di Palermo	Sonia	Longo
Università degli Studi di Palermo	Leonardo Valerio	Noto
Università degli Studi di Palermo	Paolo	Pagano
Università degli Studi di Palermo	Salvatrice	Vizzini
Università degli Studi di Parma	Filippo	Merusi
Università degli Studi di Parma	Maria Giovanna	Tanda
Università degli Studi di Pavia	Anna	Magrini
Università degli Studi di Perugia	Primo	Proietti
Università degli Studi di Perugia	Federico	Rossi
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Francesco	Cioffi
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Fausto	Manes
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Bruno	Mazzara
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"	Renato	Baciocchi
Università degli Studi di Roma Unitelma Sapienza	Enrica	Imbert
Università degli Studi di Salerno	Giovanni	De Feo
Università degli Studi di Salerno	Antonia	Longobardi
Università degli Studi di Sassari	Simonetta	Bagella
Università degli Studi di Sassari	Donatella	Spano
Università degli Studi di Scienze Gastronomiche	Franco	Fassio
Università degli Studi di Scienze Gastronomiche	Fabiana	Rovera
Università degli Studi di Siena	Simone	Bastianoni
Università degli Studi di Siena	Massimiliano	Montini
Università degli Studi di Siena	Valentina	Niccolucci
Università degli Studi di Teramo	Giorgio	Vignola
Università degli Studi di Torino	Claudio	Cassardo
Università degli Studi di Torino	Andrea	Tartaglino
Università degli Studi di Trento	Lorenzo	Giovannini
Università degli Studi di Udine	Alessandro	Peressotti
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo	Michela	Maione
Università degli Studi di Verona	Claudia	Daffara
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria	Giuseppe	Mangano
Università degli Studi Roma Tre	Massimo	Frezzotti
Università del Piemonte Orientale	Enrico	Ferrero
Università del Salento	Alberto	Basset
Università del Salento	Michele	Carducci
Università del Salento	Donatella	Porrini
Università del Salento	Gianluca	Quarta
Università della Calabria	Alfonso	Senatore
Università di Catania	Christian	Mulder
Università di Pisa	Daniele	Antichi
Università di Pisa	Federico	Soldani
Università Europea di Roma	Margherita	Pedrana
Università IUAV di Venezia	Denis	Maragno
Università LUM Giuseppe Degennaro	Rosamartina	Schena
Università per Stranieri di Perugia	Roberto	Giuffrida
Università per Stranieri di Siena	Massimiliano	Tabusi
Università Pontificia Salesiana	Marco	Emilio
Università Telematica "Leonardo da Vinci"	Ferdinando	Franceschelli

**Data di redazione della prima versione**

03/2019

**Coordinatore del GdL**

Stefano Caserini, Politecnico di Milano

**Referente operativa del GdL**

Paola Baglione, Politecnico di Milano

**Hanno contribuito alla stesura del testo:**

Renato Baciocchi, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Anna Carlesso, Università Ca' Foscari Venezia

Michela Gallo, Università degli Studi di Genova

Martina Gonano, Università Ca' Foscari Venezia

Giacomo Magatti, Università degli Studi di Milano-Bicocca

Valter Maggi, Università degli Studi di Milano-Bicocca

Alessandro Manzardo, Università degli Studi di Padova

Maurizio Maugeri, Università degli Studi di Milano

Alessandro Mazzari, Università degli Studi di Padova

Luca Moreschi, Università degli Studi di Genova

Tommaso Orusa, Università degli Studi di Torino

Lisa Pizzol, Università Ca' Foscari Venezia

Elena Semenzin, Università Ca' Foscari Venezia

Antonella Senese, Università degli Studi di Milano

**Data di redazione aggiornamento**

03/2023

**Coordinatore del GdL**

Stefano Caserini, Politecnico di Milano

**Referente operativa del GdL**

Paola Baglione, Politecnico di Milano

**Hanno contribuito alla stesura del testo:**

Anna Carlesso, Università Ca' Foscari Venezia

Martina Gonano, Università Ca' Foscari Venezia

Giacomo Magatti, Università degli Studi di Milano-Bicocca

Michela Marchi, Università degli Studi di Siena

Maurizio Maugeri, Università degli Studi di Milano

Alberto Poggio, Politecnico di Torino

Giorgio Vacchiano, Università degli Studi di Milano

Jost – Diedrich Graf Von Hardenberg, Politecnico di Torino

*Chi utilizza parti dei contenuti del presente documento per elaborazioni successive e/o articoli scientifici è tenuto a citare la fonte e a segnalare la pubblicazione alla Segreteria organizzativa RUS per poter diffondere e valorizzare il risultato sui canali della Rete.*

## 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 Iter approvativo dell'inventario delle emissioni
- 1.9 Certificare l'inventario delle emissioni: le norme ISO 14064
- 1.10 Revisione dell'inventario delle emissioni
- 1.11 Inventario delle emissioni e indicatori di sostenibilità

#### 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. STIMA DELL'ASSORBIMENTO DI CO<sub>2</sub> DA COLTURE ARBOREE

- 5.1 Alberi
- 5.2 Colture agricole arboree

#### 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

## PREMESSA

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

- l’inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> degli atenei;
- la definizione dei Piani di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> 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. Questa versione costituisce un aggiornamento della precedente versione, pubblicata sul sito RUS nel marzo del 2019.

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 in passato realizzato un documento “*Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per consumi energetici e trasporti per gli inventari di gas serra degli atenei italiani*”, che è stato pubblicato sulla rivista “Ingegneria dell’Ambiente” (Caserini et al., 2019), una cui sintesi è stata riportata al capitolo 4 della prima versione delle linee guida, ed è stata aggiornata con la presente versione.

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 14064-2019 per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra, nonché al documento “GHG protocol” (WRI, 2004), e hanno preso spunto altresì da 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 di rendicontazione. Si tratta in sostanza di definire quali emissioni sono oggetto dell’inventario fra tutte quelle dirette e indirette che un ateneo può generare.

#### **Confini organizzativi**

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; *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 di rendicontazione (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.

#### **Confini di rendicontazione**

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.

Si suggerisce di includere 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, 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 di rendicontazione, 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

### ***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 2020-2021 il numero aggiornato a maggio 2021.

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.

### ***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<sub>2</sub>), prodotto principalmente dalle attività di combustione;
- metano (CH<sub>4</sub>), 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<sub>2</sub>O), 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<sub>6</sub>) 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<sub>2</sub> sono largamente prevalenti sulle emissioni degli altri inquinanti solitamente considerati (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-gas). Dai risultati di alcuni inventari delle emissioni (ad es. Caserini e Baglione, 2016) si è visto che le emissioni di CO<sub>2</sub> costituiscono più del 99% delle emissioni totali, in quanto le emissioni di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O legate alle attività di combustione sono trascurabili (una buona combustione porta alla completa ossidazione di CH<sub>4</sub>) e le attività agricole sono generalmente molto limitate se confrontate con altre fonti. 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. Una stima realizzata dall'Università Ca' Foscari Venezia ha mostrato come il contributo degli F-gas era pari nel 2016 a circa lo 0,79% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> equivalente generate dall'Ateneo (Semenzin et al, 2017).

Inoltre, si tenga conto che considerando le emissioni di CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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 della stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> in un settore critico quale quello dei trasporti (come discusso in seguito).

Si suggerisce dunque di iniziare limitando l'inventario alle sole emissioni di CO<sub>2</sub>, dichiarando e motivando questa assunzione, lasciando ad approfondimenti successivi valutare se includere anche le emissioni degli altri gas climalteranti.

#### *CO<sub>2</sub> equivalente e GWP*

Nel caso si considerino anche emissioni diverse da quelle di CO<sub>2</sub>, le emissioni totali di gas serra devono essere riassunte in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>.

Le emissioni "aggregate" di climalteranti sono indicate con il termine "CO<sub>2</sub>equivalente":

$$CO_{2eq} = \sum_i GWP_i \cdot E_i \quad (1.1)$$

GWP<sub>i</sub> = Global Warming Potential dell'inquinante climalterante i

E<sub>i</sub> = 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 CO<sub>2</sub> è più stabile (un quinto di quanto viene emesso persiste in atmosfera anche dopo 1000 anni), mentre il CH<sub>4</sub> 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 (CH<sub>4</sub>, black carbon) contano di più; se si considerano tempi lunghi (500 o 1000 anni) le sostanze più stabili (CO<sub>2</sub>) sono più importanti.

Negli inventari delle emissioni sono stati a lungo utilizzati i GWP proposti dal secondo rapporto di valutazione IPCC (AR2), e utilizzati nelle rendicontazioni delle emissioni per il Protocollo di Kyoto, ma tali valori sono periodicamente aggiornati nei rapporti IPCC. Il Quinto e il Sesto Rapporto IPCC (AR5 e AR6) hanno fornito valori di GWP diretti e indiretti per circa 200 sostanze clorurate e fluorurate. Un confronto fra GWP dei tre principali gas serra, riferiti a periodi di 100 anni, 20 anni e 500 anni, è mostrato in **Tabella 1**. Tutti i rapporti indicati sono disponibili sul sito IPCC, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Nel caso non fossero considerate le sole emissioni di CO<sub>2</sub>, si suggerisce di usare i GWP a 100 anni dell'ultimo rapporto IPCC disponibile.

Tabella 1 - Global Warming Potential delle principali sostanze climalteranti)

	GWP100					GWP20					GWP500			
	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR2	AR3	AR4	AR6
<b>CO<sub>2</sub></b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>CH<sub>4</sub></b>	21	23	25		27,9	56	62	72		81,2	6,5	7	7,6	7,95
<b>CH<sub>4</sub> biogenico</b>				28	27				84	80				7,2
<b>CH<sub>4</sub> fossile</b>				30	30				86	83				10,0
<b>N<sub>2</sub>O</b>	310	296	298	265	273	280	275	289	264	273	170	156	153	130

Fonti: IPCC (1995) AR2-WG1, Tab. TS4; IPCC (2001), AR3-WG1, Tab. TS3; IPCC (2007) AR4-WG1, Tab. TS4; IPCC (2013), AR5-WG1, Tab. 8.A.1; IPCC (2021) AR6-WG1, Tab. 7.15 e Tab.7-SMP7

#### 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.

A differenza della precedente norma ISO 14064 e del GHG Protocol (WRI, 2004) che suddividevano le emissioni in tre "ambiti" o scopi, la norma ISO 14064-2019 raggruppa le emissioni in 6 categorie:

- Categoria 1 - emissioni dirette;
- Categoria 2 - emissioni indirette da energia importata;
- Categoria 3 - emissioni indirette derivanti dai trasporti;
- Categoria 4 - emissioni indirette da prodotti utilizzati dall'organizzazione (merci acquistate, servizi usufruiti).
- Categoria 5 - emissioni indirette associate all'uso di prodotti provenienti dall'organizzazione;
- Categoria 6 - emissioni indirette derivante da altre fonti.

La categoria 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.

La categoria 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.

La categoria 3 include tutte le emissioni legate ai trasporti, per diverse finalità, quali ad esempio:

- per accesso alle sedi universitarie;
- per missioni del personale;
- per gli studenti in mobilità;
- per il trasporto di materiale acquistato.

Sono ovviamente da escludere le emissioni dovute ai mezzi di trasporto di proprietà o sotto il controllo dell'ateneo già considerate nell'ambito delle categorie precedenti.

La categoria 4 include tutte le emissioni indirette dai prodotti utilizzati dall'Ateneo, ad esempio:

- per la produzione dei combustibili utilizzati;
- per la produzione di prodotti per la sanificazione;
- per la produzione dei gas refrigeranti;
- per la produzione del materiale di cancelleria;
- per la merce acquistata dall'ateneo;

La categoria 5 include tutte le emissioni indirette associate all'uso di prodotti provenienti dall'Ateneo, ad esempio per lo smaltimento dei rifiuti solidi e il trattamento delle acque reflue.

La categoria 6 include tutte le emissioni legate ad altre fonti, ad esempio per l'uso di combustibili o di materiali per conto terzi.

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. 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 sono spesso rilevanti.

Essendo elevata la difficoltà della stima degli spostamenti per accesso al campus, si ritiene che, pur dovendo essere stimati e riportati nell'inventario, queste fonti possano non essere computate nella valutazione complessiva delle emissioni di gas serra, ma valutate separatamente per poter individuare soluzioni di trasporto maggiormente sostenibili, di concerto con gli Enti ed Aziende preposte alla mobilità.

Le emissioni legate alle missioni del personale possono invece essere stimate agevolmente se sono noti i dati relativi agli spostamenti effettuati, che vengono registrati in diversi atenei ai fini delle pratiche di autorizzazione e rimborso delle missioni stesse.

Altri tipi di emissioni, legate agli assorbimenti di CO<sub>2</sub> 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.

### ***Assorbimento diretto di CO<sub>2</sub> da alberature, spazi verdi o culture arboree***

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

Per gli Atenei che volessero intraprendere la quantificazione degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> da superfici forestate, o dedicate a coltivazioni arboree, di loro proprietà, è necessario tener conto che la quantità di carbonio stoccato o rilasciato dalla biomassa di foreste o colture arboree perenni dipende dal tipo di pianta, dalle pratiche agricole, dal suolo e dal clima di un determinato territorio. Ad esempio, le colture annuali (cerealicole ed orticole) sono raccolte ogni anno, quindi l'accumulo di carbonio è prevalentemente nel prodotto che viene raccolto, mentre le colture arboree, quali frutteti, vigneti e oliveti, possono immagazzinare quantità significative di carbonio nella biomassa legnosa.

Le Linee Guida IPCC forniscono le equazioni e i parametri di default necessari per quantificare gli assorbimenti di CO<sub>2</sub> da parte delle colture arboree perenni (IPCC, 2006; 2019).

La superficie delle colture forestali o arboree può essere ottenuta a livello di Ateneo, misurando direttamente l'area coinvolta oppure ricorrendo a mappe Corine Land Cover (CLC) già elaborate per territori più vasti (e.g. Provincie o Regioni). Su queste mappe possono essere identificate, tramite l'uso di piattaforme GIS, le zone di pertinenza degli Atenei e da queste possono venir estrapolate le superfici che caratterizzano le colture arboree. I Codici Corine Land Cover identificativi delle foreste sono 311 (latifoglie), 312 (conifere) e 313 (miste), quello dei vigneti è 221, quello degli oliveti è 223 e dei frutteti 222 (ISPRA, 2021a).

Per ottenere dei risultati più accurati per tipo di coltura, e rappresentativi della realtà italiana, è possibile utilizzare il metodo GAIN-LOSS, proposto dall'IPCC (2006; 2019) e descritto nel capitolo 5.

### ***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 peraltro accompagnato, oltre ai benefici sugli HFC, anche a benefici sulle emissioni indirette di CO<sub>2</sub> 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.

### ***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 CO<sub>2</sub>eq da questa fonte rappresentano meno dello 0,5% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> 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", a cui si rimanda per indicazioni metodologiche sulle modalità di raccolta ed elaborazione dei dati.

### ***Emissioni indirette dagli alimenti consumati***

Non sono generalmente disponibili dati affidabili sui consumi di alimenti o prodotti (es. bottiglie di plastica) nelle 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.

### ***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.

### ***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. Nella tabella è altresì indicata la corrispondenza con le categorie di attività previste dalla norma ISO 14064:2019, illustrate in precedenza.

Tabella 2 – Settori e Attività considerate ai fini della stima delle emissioni, e tipologia ai fini della norma ISO 14064:2019

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

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 formula:

$$E_i = A \cdot FE_i \quad (1.2)$$

dove:

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

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

$FE_i$  = fattore di emissione dell'inquinante climalterante  $i$  (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  $gCO_2/km$ ). Se il mezzo di trasporto è utilizzato contemporaneamente da più passeggeri, la quota di emissione deve essere suddivisa tra i passeggeri (ad es. in  $gCO_2/km/persona$ ); 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, archiviando poi i risultati e rendendoli disponibili tramite apposite procedure.

### 1.8 Iter approvativo dell'inventario delle emissioni

L'inventario delle emissioni rappresenta per l'Ateneo un'occasione per migliorare l'analisi e la conoscenza delle proprie attività attraverso la lente specifica dell'impatto ambientale; questo risulta utile sia in fase di pianificazione sia in fase di controllo e revisione degli obiettivi; per questo motivo si suggerisce di armonizzare tale attività con gli altri strumenti di pianificazione e rendicontazione del proprio Ateneo.

In fase di redazione dell'inventario è bene che vengano coinvolti tutti i soggetti che sono direttamente o indirettamente responsabili dei dati necessari per il calcolo, rendendoli partecipi dell'intero percorso di costruzione dell'inventario e del successivo calcolo. In questo modo potranno essere consapevoli dell'apporto dato dal proprio contributo ed eventualmente proporre l'utilizzo di fonti di dati più puntuali e/o suggerire azioni per migliorare la raccolta dati futura.

In questa fase è importante creare un gruppo di lavoro interno che condivida le tempistiche di fornitura dei dati e la relativa fonte, in modo da costruire una check-list efficace e un piano di lavoro compatibile con le altre scadenze di rendicontazione.

L'inventario delle emissioni di  $CO_2$  costituisce una vera e propria rendicontazione del contributo dell'Ateneo al problema del cambiamento climatico, e per questo è bene che trovi spazio all'interno delle comunicazioni agli organi, come previsto per le altre tipologie di rendicontazione.

L'inventario delle emissioni può essere integrato efficacemente con altri documenti redatti dall'organizzazione, sulla base di quanto ritenuto opportuno dall'Ateneo stesso. Ad esempio:

- se l'organizzazione redige un Bilancio di Sostenibilità, l'inventario delle emissioni potrà trovare spazio al suo interno, prevedendo eventualmente un allegato più tecnico, dove vengono dettagliati la metodologia, il calcolo di dettaglio e le fonti dei FE utilizzate. Il bilancio di sostenibilità è equiparabile ad un bilancio economico-finanziario e per questo dovrebbe essere approvato con delibera da parte di entrambi gli organi (Senato Accademico e Consiglio di Amministrazione);
- se l'organizzazione si è dotata o intende dotarsi di un piano di riduzione delle emissioni o di mitigazione/adattamento ai cambiamenti climatici, l'inventario delle emissioni potrà essere inserito all'interno del piano, come relazione della baseline a cui fanno riferimento gli obiettivi e le considerazioni inserite nel piano stesso e come monitoraggio periodico degli obiettivi stessi. Trattandosi di un piano di sviluppo dell'Ateneo, che verosimilmente ha ripercussioni sul piano economico e di performance, anche in questo caso il piano - e l'inventario delle emissioni inserito al suo interno - vanno deliberati sia dal Senato Accademico che dal Consiglio di Amministrazione;
- l'Ateneo può scegliere di allineare la pubblicazione dell'inventario delle emissioni alla Relazione Unica di Ateneo, obbligatoria ai sensi dell'art. 3-quater della L. n. 1/2009 e dell'art. 10, c. 1, del D.lgs. n. 150/2009 (e art. 10, c.8, lett. b) del d.lgs. 33/2013), dando evidenza di come l'inventario delle emissioni rientri tra le performance dell'Ateneo che vanno monitorate e rendicontate. In questo caso si segue la prassi in atto nell'Ateneo per l'approvazione di questo tipo di documento;
- l'Ateneo infine può scegliere di pubblicare l'inventario delle emissioni all'interno del documento della pianificazione della performance di Ateneo (ora PIAO - Piano integrato di Attività e Organizzazione) utilizzandone i dati raccolti per pianificare le attività organizzative, con particolare riferimento alle azioni sulla mobilità e il lavoro agile e sulla transizione digitale. Il PIAO deve essere approvato dagli organi secondo le modalità previste dalla normativa.

Infine, si suggerisce di moltiplicare le occasioni di divulgazione e condivisione dei dati relativi all'inventario delle emissioni dell'Ateneo, in modo da raggiungere l'intera comunità universitaria, al fine di renderla maggiormente consapevole dell'impatto e di come esso viene generato, nonché coinvolta nelle misure messe in atto dall'organizzazione per ridurre le emissioni generate.

## **1.9 Certificare l'inventario delle emissioni: le norme ISO 14064**

### ***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, di cui è stato pubblicato un aggiornamento nel 2019, sono suddivise in tre parti, acquisibili singolarmente. Nello specifico:

- UNI ISO 14064 – 1:2019 Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals : dettaglia i principi ed i requisiti per progettare, gestire e rendicontare gli inventari di GHG a livello di organizzazione;
- UNI ISO 14064 – 2:2019 Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements: riguarda i progetti GHG sviluppati per ridurre le emissioni di GHG o aumentarne la rimozione;

- UNI ISO 14064 – 3:2019 Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements: 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 14064-1-2019 e l'ISO 14064-3-2019 si prestano ad essere uno strumento per impostare e 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.

### ***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.

### ***Passaggi e 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 14064-3:2019 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 (incluso i soli costi da versare all'Ente certificatore).

### **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.

### **1.10 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.

### **1.11 Inventario delle emissioni e indicatori di sostenibilità**

Sempre più Atenei redigono il Bilancio di Sostenibilità e lo fanno seguendo gli indicatori previsti dallo standard GRI - Global Reporting Initiative (GRI, 2021). Si tratta di uno standard di riferimento per il sustainability reporting, la rendicontazione della performance di sostenibilità di un'organizzazione, ed è attualmente il sistema di rendicontazione non finanziaria più utilizzato sia su scala mondiale sia a livello europeo.

In Allegato 1 è riportata un'analisi degli indicatori previsti dallo standard GRI a confronto con i dati raccolti seguendo le presenti linee guida, in modo da evidenziare quale sia il livello di conformità rispetto allo standard GRI per gli Atenei che decidono di seguire le presenti linee guida.

## 2. SETTORE ENERGIA

Ai fini del calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> 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 GdL 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](http://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 all’ateneo per reti in media tensione. Si ricorda altresì che i consumi da conteggiare sono tutti quelli derivanti produzioni effettuate all’esterno dell’ateneo, non considerando quindi eventuali produzioni di elettricità interne all’ateneo, da impianti fotovoltaici o da cogeneratori.

### 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**

Ancorché in crescita, la diffusione dei sistemi di teleriscaldamento vede una presenza molto puntuale sul territorio nazionale. In alcune città del Nord Italia il teleriscaldamento rappresenta la quota maggioritaria tra le modalità di riscaldamento degli edifici. In altre aree è invece assente oppure presente localmente con sistemi e reti minori. Analogamente, le tipologie dei sistemi di teleriscaldamento variano fortemente in funzione delle fonti energetiche utilizzate e delle modalità di generazione del calore.

Quest'ampia varietà di casistiche si rispecchia nell'incidenza del teleriscaldamento tra i vettori energetici utilizzati negli edifici universitari: in molti casi è trascurabile o assente; ove presente il suo contributo è spesso maggioritario ma necessita di una specifica caratterizzazione tecnica.

Le informazioni relative ai consumi energetici da teleriscaldamento e teleraffrescamento sono in genere contenute nelle bollette di fornitura. I dati sono espressi in kWh termici e/o frigoriferi, e saranno da elaborare come illustrato nel capitolo 4.2.3.

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.

Per quanto riguarda le fonti di energia utilizzate per produrre il calore/freddo, alcuni dati per ogni singolo impianto di teleriscaldamento sono reperibili nell'Annuario sul riscaldamento urbano pubblicato annualmente dall'AIURU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), scaricabile dal sito web dell'Associazione ([www.airu.it](http://www.airu.it)). I dati dell'annuario dell'anno N (es. Annuario 2021) contengono i dati dell'anno N-1 (es. 2020) e sono disponibili generalmente all'inizio dell'anno N+1 (es. inizio 2022). Nelle recenti edizioni dell'annuario non sono disponibili i dati di dettaglio dei valori di input di energia per ogni combustibile, ma solo dati riassuntivi sulle tipologie di fonti (es. fossili, rinnovabili, ecc.), che devono quindi essere richiesti ai gestori degli impianti.

### 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: *i*) uso dei veicoli di proprietà; *ii*) spostamenti giornalieri casa-università di studenti e personale; *iii*) missioni di lavoro del personale; *iv*) viaggi degli studenti in mobilità (Erasmus e simili). 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 CO<sub>2</sub> 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 GdL 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 m<sup>3</sup> 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 2020 dal Gruppo di Lavoro Mobilità della RUS (Maggi et al., 2021).

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; *iv*) consumi di carburante o di energia elettrica 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 ( $\text{gCO}_2/\text{km}/\text{passeggero}$ ), 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

ISPRA distribuisce annualmente informazioni dettagliate sui fattori di emissione dalla produzione e dal consumo di energia elettrica, tramite uno specifico rapporto (vedi ad esempio ISPRA, 2021°) e un file Excel contenente la serie storica dei dati (ISPRA, 2022°). Questi dati sono elaborati nell'ambito dei compiti per la redazione dell'Inventario nazionale dei gas serra, all'interno della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), partendo dai dati forniti da TERNA.

Il foglio n. 14 di ISPRA (2022°), fornisce diversi tipi di fattori di emissione: da produzione termoelettrica lorda (solo combustibili fossili), da produzione termoelettrica lorda (comprensiva della quota di elettricità prodotta da bioenergie), da produzione elettrica lorda (al netto di apporti da pompaggio), da produzione elettrica lorda e calore (considerate anche le emissioni di  $\text{CO}_2$  per la produzione di calore – calore convertito in kWh), e da consumi elettrici (con attribuzione di un'emissione nulla all'energia elettrica importata). Si noti che quest'ultimo dato, che considera l'effettiva emissione in Italia legata al consumo elettrico, non considera l'emissione avvenuta al di fuori dei confini nazionali, generata dall'energia importata.

Per stimare le emissioni di  $\text{CO}_2$  derivanti dai consumi elettrici degli Atenei italiani, si ritiene preferibile utilizzare il fattore di emissione relativo ai consumi elettrici direttamente stimato da ISPRA, nell'ultima colonna del foglio n. 14 in ISPRA, 2022°, e riportato nell'ultima colonna della Tabella 4, in quanto esso attribuisce al fattore di emissione dei consumi elettrici le emissioni di  $\text{CO}_2$  di tutta la produzione elettrica nazionale, considera l'autoproduzione e le perdite di rete ed è consistente con i dati EUROSTAT.

Tabella 4 – Fattori di emissione da consumo di energia elettrica nel periodo 1990-2021 (ISPRA, 2022°)

Anno	Produzione termoelettrica lorda (solo combustibili fossili)	Produzione termoelettrica lorda <sup>1</sup>	Produzione termoelettrica lorda e calore <sup>1,3</sup>	Produzione elettrica lorda <sup>2</sup>	Produzione di calore <sup>3</sup>	Produzione elettrica lorda e calore <sup>2,3</sup>	Consumi elettrici
	g CO <sub>2</sub> /kWh						
1990	709,3	709,1	709,1	593,1		593,1	577,9
1995	682,9	681,8	681,8	562,3		562,3	548,2
2000	640,6	636,2	636,2	517,7		517,7	500,4
2005	585,2	574,0	516,5	487,2	246,7	450,4	466,7
2006	575,8	564,1	508,2	478,8	256,7	443,5	463,9
2007	560,1	548,6	497,0	471,2	256,3	437,8	455,3
2008	556,5	543,7	492,8	451,6	252,0	421,8	443,8
2009	548,2	529,9	480,9	415,4	260,5	392,4	399,3
2010	546,9	524,5	470,1	404,6	247,3	379,7	390,1
2011	548,5	522,4	461,0	395,6	227,8	367,7	379,1
2012	562,8	530,4	467,8	386,8	227,1	361,3	374,3
2013	556,0	506,6	438,8	338,2	218,2	317,8	327,6
2014	575,5	514,0	439,5	324,4	206,9	304,6	309,9
2015	544,4	489,2	425,3	332,7	218,9	312,9	315,2
2016	518,3	467,4	409,3	322,5	220,2	304,6	314,3
2017	492,7	446,9	394,5	317,4	215,3	299,9	309,1
2018	495,0	445,6	389,7	297,2	209,5	282,2	282,1
2019	462,7	416,3	368,2	278,1	212,2	266,9	269,1
2020	449,1	400,4	353,6	259,8	211,0	251,3	255,0
2021	445,3	397,6	356,1	260,5	221,7	254,0	245,7

<sup>1</sup> comprensiva della quota di elettricità prodotta da bioenergie

<sup>2</sup> al netto di apporti da pompaggio

<sup>3</sup> considerate anche le emissioni di CO<sub>2</sub> per la produzione di calore (calore convertito in kWh)

Gli Atenei hanno sia utenze in bassa tensione (BT) che in media tensione (MT), 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.

Un Ateneo con un approvvigionamento di energia elettrica in media tensione potrebbe modificare il fattore di emissione per tener conto delle minori perdite di rete legate a questa tensione.

Questo può essere fatto tramite la formula

$$FE_{MT} = FE_{consumi\_ISPRA} \cdot (100 - P_{BT}) / 100 \quad (3.1)$$

dove:

$FE_{MT}$ : fattore di emissione dal consumo di energia elettrica considerando perdite di rete fino alla media tensione [gCO<sub>2</sub>/kWh];

$FE_{consumi\_ISPRA}$ : fattore di emissione dal consumo di energia elettrica fornito da ISPRA (ultima colonna in Tabella 4), considerando perdite di rete fino alla bassa tensione [gCO<sub>2</sub>/kWh];

$P_{BT}$ : perdite di rete nella rete nazionale fino alla bassa tensione [%].

Il valore delle perdite in BT e MT è stimato dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (Arera, 2020), per diverse aree geografiche, pari rispettivamente a:

Media tensione: nord 0,1%; centro 0,3%; sud 0,9%;

Bassa tensione: nord 0,94%; centro 1,83%; sud 5,40%.

A titolo di esempio, considerando i valori delle perdite di rete in bassa tensione per la zona del Centro, il fattore di emissione stimato con l'equazione 1 per le perdite di rete diventa per l'anno 2020 pari a  $250 \text{ gCO}_2/\text{kWh}$  ( $255 \cdot (100 - 1,83) / 100$ ).

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 considerando la corretta tipologia di approvvigionamento. Nel caso di utenze miste (media e bassa tensione) è possibile stimare un valore medio delle perdite di rete, in relazione alla ripartizione dei consumi delle proprie utenze nelle diverse classi di tensione, e utilizzare quindi l'equazione 1 per calcolarsi l'opportuno fattore di emissione.

Ai fini dell'inventario delle emissioni di un ateneo, si ritiene comunque 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) redatta annualmente a partire dai dati dell'UNFCCC, per i tre anni precedenti l'anno di riferimento; *iii)* dati dei fornitori di gas.

Ai fini dell'inventario delle emissioni di un ateneo, si suggerisce di usare, ove disponibili, i dati specifici del fattore di emissione di  $\text{CO}_2$  forniti dal fornitore; in assenza di questi dati, si possono usare i dati medi; si suggerisce di usare i dati stimati da ISPRA e comunicati al Ministero per la Transizione Ecologica (MITE, 2021) nella "Tabella dei coefficienti standard nazionali", da utilizzare come riferimento per la stima delle emissioni nei diversi anni, facilmente reperibili sul web. Una tabella con dati medi relativi agli anni 2014-2020 è riportata in tabella 5. Si nota come le variazioni dei dati relativi ai singoli anni sono molto limitate, inferiori allo 0.5%. Per questo motivo si ritiene che assumere dati medi, non specifici di un singolo anno, non comporti delle variazioni apprezzabili nei risultati della stima delle emissioni di  $\text{CO}_2$  dell'ateneo.

Tabella 5 – Fattori di emissione di gas, GPL e gasolio proposti dalla Tabella dei coefficienti standard nazionali per gli anni 2015-2020 (fonte: MITE, 2021).

Anno di riferimento	Combustibile	Fattore di emissione CO <sub>2</sub>			PCI	
		kg/Std <sup>m</sup> ³	kg/GJ	kg/kg comb	GJ/1000 Std <sup>m</sup> ³	GJ/t
2014	Gas naturale (metano)	1,956	55,82		35,046	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,59	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11
2015	Gas naturale (metano)	1,955	55,84		35,014	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,59	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11
2016	Gas naturale (metano)	1,955	55,84		35,02	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,024		46,11
2017	Gas naturale (metano)	1,964	55,90		35,13	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,026		46,14
2018	Gas naturale (metano)	1,972	55,93		35,25	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,026		46,14
2019	Gas naturale (metano)	1,975	55,95		35,30	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,026		46,14
2020	Gas naturale (metano)	1,984	56,23		35,28	
	Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)		73,58	3,155		42,88
	GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)			3,026		46,14

#### 4.2.3 Teleriscaldamento e teleraffreddamento

Per la stima dei fattori di emissioni di CO<sub>2</sub> dai consumi di energia per teleriscaldamento/teleraffreddamento sono possibili diversi approcci, in relazione ai dati disponibili e al peso delle emissioni associate ai consumi energetici da teleriscaldamento rispetto ai consumi finali.

Nella precedente versione delle presenti linee guida era stata indicata una metodologia di stima che si basava su dati dettagliati (input di energia per fonte ed energia consegnata all'utente) reperibili per ogni singolo impianto di teleriscaldamento nell'Annuario sul riscaldamento urbano pubblicato annualmente dall'AIURU. Non essendo più disponibile nell'annuario AIURU questo dettaglio, sono proposti due tipi di approcci con differenti livelli di approfondimento, in funzione della rilevanza assunta dall'impianto esterno nella fornitura dell'energia termica e frigorifera dell'Ateneo.

##### **Approccio semplificato**

Quando a livello di Ateneo la quota annua del teleriscaldamento è poco rilevante (inferiore al 5% del totale dell'energia termica utilizzata) è possibile utilizzare un metodo semplificato, conteggiando una quota aggiuntiva di consumo di energia primaria corrispondente a quella che si sarebbe verificata producendo localmente la medesima quantità di calore.

Tale consumo aggiuntivo può essere determinato dividendo il quantitativo di energia termica fornita in teleriscaldamento alle utenze di Ateneo, per un rendimento termico relativo alla generazione di

calore convenzionale (si propone di assumere il valore 0,90). L'energia primaria così calcolata può essere attribuita alla fonte energetica prevalentemente utilizzata per l'alimentazione del sistema di teleriscaldamento (esempio: gas naturale) e computata in termini di emissioni attraverso l'applicazione del corrispondente fattore di emissione indicato nel precedente paragrafo 4.2.2 (Tabella 5).

Questo approccio, volutamente semplificato, prescinde dalle caratteristiche del sistema di teleriscaldamento locale. Qualora si ritenga opportuno dar conto delle specificità in termini di fonti energetiche utilizzate e modalità di generazione, si suggerisce di adottare l'approccio di dettaglio.

Riassumendo, la formula da utilizzare per la stima delle emissioni è la seguente:

$$E_{TLR} = (EN_{TLR} / 0,9) \cdot FE_{gas} / 1000 \quad (3.1)$$

dove:

$E_{TLR}$  = emissioni di CO<sub>2</sub> da teleriscaldamento [tCO<sub>2</sub>/anno];

$EN_{TLR}$  = energia consumata per teleriscaldamento [GJ/anno]

$FE_{gas}$ : fattore di emissione dal consumo di gas [kgCO<sub>2</sub>/GJ];

### **Approccio di dettaglio**

Quando a livello di Ateneo la quota annua del teleriscaldamento è rilevante (superiore al 5% del totale dell'energia termica utilizzata) è necessario svolgere un approfondimento sulle caratteristiche tecniche del sistema di teleriscaldamento locale.

In questi casi, ciascun Ateneo deve sviluppare un'analisi delle modalità di generazione del calore fornito in teleriscaldamento. In particolare, quando sia presente la generazione combinata di più vettori energetici (cogenerazione e/o produzione di calore per usi differenti), tale analisi dovrà specificare i criteri adottati per l'allocazione delle emissioni su ciascun vettore, riportando i dettagli riguardanti le basi dati utilizzate, le ipotesi adottate e le procedure di calcolo applicate.

Attraverso un confronto tra le varie metodologie proposte, nelle successive revisioni delle presenti Linee Guida sarà possibile valutare l'adozione di un approccio generale.

Infine 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 (...)”.

## **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: quelli relativi ai veicoli di proprietà dell'università, quelli del personale per missioni e degli studenti per mobilità, e quelli per l'accesso alle sedi dell'università da parte delle persone che la frequentano regolarmente.

Dal punto di vista delle metodologie di stima delle emissioni di CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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); *iv)* dati delle aziende di trasporto locale.

Per una stima speditiva delle emissioni degli spostamenti con autoveicoli, è possibile utilizzare fattori di emissione medi per tipologia di veicolo, resi disponibili annualmente da ISPRA; in

**Tabella 6** Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> (gCO<sub>2</sub>/km; gCO<sub>2</sub>/km/passeggero) per mezzo su strada, sia per km percorso dal veicolo che per km percorso e per passeggero, anni 2015- 2020 (Fonte: ISPRA, 2022b)**6** sono riportati i dati relativi agli anni 2015-2020, sia come fattore di emissione di CO<sub>2</sub> medio per km percorso dal veicolo, sia come fattore di emissione di CO<sub>2</sub> medio per km percorso dal veicolo e per passeggero, assumendo un'occupazione media degli autoveicoli pari a 1,2.

Tabella 6 Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> (gCO<sub>2</sub>/km; gCO<sub>2</sub>/km/passeggero) per mezzo su strada, sia per km percorso dal veicolo che per km percorso e per passeggero, anni 2015- 2020 (Fonte: ISPRA, 2022b)

Fattore di emissione di CO <sub>2</sub> medio (gCO <sub>2</sub> /km)							
	Anno	Autovetture	Mezzi	Mezzi	Bus	Ciclomotori	Motocicli
			commerciali leggeri	commerciali pesanti			
<b>FE medio per km percorso dal veicolo</b> (Fonte: rapporti ISPRA)	2015	174	251	673	737	49	96
	2016	170	249	673	735	48	96
	2017	166	253	665	724	47	96
	2018	168	249	675	730	47	95
	2019	167	245	670	726	57	108
	2020	163	243	668	725	56	107
Numero medio passeggeri		1,2	1	1	50	1	1
<b>FE medio per km percorso dal veicolo e per passeggero</b>	2015	145	251	673	15	49	96
	2016	142	249	673	15	48	96
	2017	139	253	665	14	47	96
	2018	140	249	675	15	47	95
	2019	139	245	670	15	57	108
	2020	136	243	668	15	56	107

Per ricavare il fattore di emissione medio per passeggero per km percorso è infatti 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. Ad esempio, un'indagine del Politecnico di Milano ha stimato valori del coefficiente di occupazione variabili fra 1,1 per il personale docente e tecnico amministrativo e 1,2 per gli studenti. 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.

L'emissione degli autoveicoli dipende dalla tipologia del ciclo di guida, dalla quantità di accelerazioni e decelerazioni, quindi gli spostamenti in ambito urbano, sono nettamente superiori. Si nota in Tabella 7 come un ciclo di guida urbano comporta emissioni nettamente maggiori di un ciclo di guida

rurale, caratterizzato da velocità più costanti e inferiori a quelle tipiche dell'ambito autostradale. I dati relativi ad un ambito urbano potrebbero essere utilizzati ad esempio per gli atenei in una grande città, laddove si ritenga che la maggior parte dello spostamento dei veicoli che accedono al campus si svolga in ambiti fortemente urbanizzati, che richiedono frequenti fermate e ripartenze. Analogamente a quanto effettuato in tabella 6, per autovetture e bus deve poi essere considerato il relativo coefficiente di occupazione medio.

Tabella 7 – Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> per ambito di guida (gCO<sub>2</sub>/km), anno 2020 (Fonte: ISPRA, 2022b)

Ambito	Fattore di emissione medio (gCO <sub>2</sub> /km) - anno 2020					
	Autovetture	Mezzi	Mezzi	Bus	Ciclomotori	Motocicli
		commerciali leggeri	commerciali pesanti			
H (highway): ambito autostradale	150	259	649	597	-	115
R (rural): ambito extraurbano	144	200	619	708	56	95
U (urban): ambito urbano	235	325	966	1.083	56	114
<b>T (totale): medio tutti gli ambiti</b>	<b>163</b>	<b>243</b>	<b>668</b>	<b>725</b>	<b>56</b>	<b>107</b>

Se si considera il tipo di carburante, i dati medi dei fattori di emissione ISPRA per l'anno 2020, mostrati in Tabella 8, indicano fattori di emissione medi dei veicoli diesel superiori a quelli a quelli medi dei veicoli benzina, GPL e metano, a causa della maggiore dimensione media dei veicoli. Si nota altresì come l'utilizzo di veicoli ibridi non comporta una riduzione significativa dei fattori di emissione di CO<sub>2</sub>, limitandosi al 15% per i veicoli ibridi a benzina e al 35% per i veicoli ibridi diesel.

Tabella 8 - Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> per carburante (gCO<sub>2</sub>/km), anno 2020 (Fonte: ISPRA, 2022b).

Carburante	Fattore di emissione medio (gCO <sub>2</sub> /km), anno 2020					
	Autovetture	Mezzi	Mezzi	Bus	Ciclomotori	Motocicli
		commerciali leggeri	commerciali pesanti			
Benzina	161	251	503		56	107
Benzina Ibrido	138					
Diesel	167	243	668	705		
Diesel Ibrido-PHEV	106			681		
GPL Bifuel	158					
Metano Bifuel	129			1.086		
<b>Medio tutti i combustibili</b>	<b>166</b>	<b>239</b>	<b>605</b>	<b>706</b>	<b>53</b>	<b>91</b>

Nella banca dati ISPRA, così come negli inventari emissioni a livello regionale del sistema Inemar, sono disponibili anche fattori di emissione dettagliati per tecnologia motoristica del veicolo (classi Euro). Si tratta di un dettaglio di grande interesse per le emissioni di altri inquinanti (ad es. NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>), ma di scarso interesse per le emissioni di CO<sub>2</sub>, che dipendono in misura maggiore dalla cilindrata o dal peso del veicolo.

Il confronto fra i fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per alcune categorie di veicoli e classi Euro stimate a livello nazionale da ISPRA e a livello di regione Lombardia da ARPA Lombardia (Caserini et al., 2019) ha mostrato come le differenze fra le classi Euro nei due database siano molto limitate, e nettamente inferiori a quelle legate all'ambito di guida, al carburante o al peso dei veicoli stessi.

Non sono al momento direttamente disponibili fattori di emissione medi differenziati solo per cilindrata o peso dei veicoli, di maggiore interesse per i fattori di emissione di CO<sub>2</sub>. Una stima indiretta può essere realizzata dal rapporto fra i dati delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> e del totale dei km percorsi dai veicoli, disponibili per i diversi anni nelle serie storiche di ISPRA (ISPRA, 2021b). A titolo di esempio, in Tab. 9 è mostrata una stima dei fattori di emissione medi per diversi carburanti e tipologie di motorizzazione di autoveicoli.

Tabella 9 Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> per tipo carburante e tipologia di motorizzazione (Fonte: ISPRA, 2021b)

Carburante	Motorizzazione	gCO <sub>2</sub> /km
Benzina	Mini (<0,8 l)	154
	Small (0,8 - 1,4 l)	155
	Medium (1,4 - 2,0 l)	202
	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	314
Benzina Ibrido	Small (0,8 - 1,4 l)	139
	Medium (1,4 - 2,0 l)	139
	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	147
Diesel	Small (0,8 - 1,4 l)	182
	Medium (1,4 - 2,0 l)	157
	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	230
Diesel Ibrido-PHEV	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	138
GPL Bifuel	Small (0,8 - 1,4 l)	171
	Medium (1,4 - 2,0 l)	174
	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	179
Metano Bifuel	Small (0,8 - 1,4 l)	177
	Medium (1,4 - 2,0 l)	180
	Large-SUV-Executive (>2,0 l)	189
Benzina	Ciclomotori 2 tempi <50 cm <sup>3</sup>	57
	Motocicli 2 tempi >50 cm <sup>3</sup>	87
	Motocicli 4 tempi <250 cm <sup>3</sup>	58
	Motocicli 4 tempi >750 cm <sup>3</sup>	149
	Motocicli 4 tempi 250 - 750 cm <sup>3</sup>	140

Infine, un metodo alternativo per stimare le emissioni di CO<sub>2</sub> consiste nell'utilizzare i dati disponibili sui consumi di carburante. In questo caso, la stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> può essere effettuata mediante i dati contenuti in

Tabella 10, il cui dato in kgCO<sub>2</sub>/GJ desunto da ISPRA (2021c) è relativo al carburante usato dagli autoveicoli.

Tabella 10 Fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub> per tipo carburante (Fonte: ISPRA, 2021c)

	Densità (a 15°C)	Potere calorifico	Fattore di emissione		
	kg/m <sup>3</sup>	GJ/t	kgCO <sub>2</sub> /GJ	kgCO <sub>2</sub> /kg	kgCO <sub>2</sub> /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	57,6	2,75	0,00198
GPL	0,590	46,1	65,6	3,02	0,00178

### 4.3.2 Trasporti su rotaia

Per la stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> 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.

I dati Mobitool, pari a 33,3 Wh/posto/km per trasporto regionale - interregionale e 44.4 Wh/posto/km per treno ad alta velocità, sembrano quindi i più adatti a rappresentare il contesto italiano.

A partire dal consumo elettrico, tenendo conto delle valutazioni effettuate nel paragrafo precedente (capitolo 4.2.1), si propone di usare il fattore di emissione da consumi elettrici considerando un prelievo in media tensione, pari a 250 gCO<sub>2</sub>/kWh per l'anno 2020. 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 11** 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.

Tabella 11 Fattore di emissione CO<sub>2</sub> medio proposto per mezzo su rotaia con fattore di occupazione medio e massimo

	Consumo di energia		Fattore di occupazione		Intensità CO <sub>2</sub> comuni elettrici	Fattore di emissione CO <sub>2</sub>	
	MJ/posto/km <sup>(1)</sup>	Wh/posto/km <sup>(1)</sup>	medio annuo ora di punta			gCO <sub>2</sub> /pass./km	medio annuo ora di punta
			% pass./posti		gCO <sub>2</sub> /kWh <sup>(2)</sup>		
		a	b1	b2	c	a*c/b1/1000	a*c/b2/1000
Metropolitana	0,12	33	31%	100%	250	27	8,3
Tram	0,15	42	31%	100%		34	11
Trasporto urbano e suburbano	0,12	33	31%	100%		27	8,3
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	0,12	33	31%	100%		27	8,3
Alta velocità	0,16	44	55%	100%		20	11

1) Mobitool v.2.1, 2021 [https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal\\_download/file\\_fr/30/facteurs-mobitool-v2.1.xlsm?lm=1613033983](https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal_download/file_fr/30/facteurs-mobitool-v2.1.xlsm?lm=1613033983)

2) Si è considerato a titolo di esempio il valore medio dei consumi elettrici per l'anno 2020 (si veda il cap. 4.2.1)

Qualora i dati a disposizione siano relativi ai consumi di treni con motore diesel, è necessario utilizzare i dati della **Tabella 10**.

#### 4.3.3 Trasporto aereo

La fonte di riferimento per i fattori di emissione di CO<sub>2</sub> 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, 2017; 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 (Caserini et al., 2019).

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. In Tabella 12 sono riportati i fattori di emissione medi calcolati per tipologia di tratta, come media pesata sul numero di voli nelle diverse destinazioni registrate nel 2017 negli Atenei Milano-Bicocca e Politecnico di Milano. 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).

Tabella 12 Fattori di emissioni da spostamenti aerei proposti per gli inventari degli Atenei italiani

<b>Tipo di tratta aerea</b>	<b>Distanza tratta</b> km	<b>Fattore di emissione (medio)</b> gCO <sub>2</sub> /pass/km
Corto raggio	<1500	123
Medio raggio	1501-4000	93
Lungo raggio	>4000	52

#### 4.3.4 Trasporto via acqua

I dati dei fattori di emissione per il trasporto via acqua sono fortemente dipendenti dalla tipologia e dimensione del mezzo utilizzato, es. nave, traghetto, battello o vaporetto. Si suggerisce di utilizzare dati locali riferiti al contesto specifico; in alternativa alcuni dati sono disponibili nel database Mobitool e su altri database (es. Defra, 2021) e mostrano valori di fattori di emissione medi per passeggero pari a circa 113 gCO<sub>2</sub>/passeggero/km.

## 5. STIMA DELL'ASSORBIMENTO DI CO<sub>2</sub> DA COLTURE ARBOREE

La CO<sub>2</sub> assorbita dalle piante di un Ateneo può essere stimata seguendo diverse metodologie, con diversa complessità e richiesta di dati.

### 5.1 Alberi

L'intensità dell'assorbimento di carbonio da parte degli alberi dipende da diversi fattori. La specie di albero, l'età, il clima, la fertilità del suolo, lo stato di salute dell'albero e l'intensità della competizione per le risorse con altri alberi intorno sono tutti elementi che influiscono sulla capacità di assorbimento. Ad esempio, un albero di grandi dimensioni avrà una capacità di assorbimento maggiore rispetto a un albero più giovane della stessa specie. Allo stesso modo, un albero cresciuto in un clima più favorevole e con una maggiore disponibilità di risorse avrà una maggiore capacità di assorbimento rispetto a un albero cresciuto in condizioni più difficili o con una maggiore competizione per la luce e le risorse del suolo.

Per calcolare l'assorbimento annuo di CO<sub>2</sub> da parte degli alberi su terreni di proprietà o gestiti dalle università, ci sono diversi approcci possibili. In tutti i casi, la variabile che si intende stimare è l'incremento annuo in volume della parte epigea della pianta. Una volta ottenuto l'incremento in volume annuo o periodico, questo può essere convertito in incremento di biomassa epigea e ipogea, da qui in incremento di carbonio e infine in CO<sub>2</sub> assorbita.

L'Equazione 5.1, calibrata con i dati di incremento annuo misurati su oltre 6000 aree di campionamento forestali in tutta Italia<sup>1</sup> dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio del 2015 (Tabacchi et al., 2011), permette di calcolare l'incremento annuo in volume:

$$lv = \exp(-9.547 + 1.688 \cdot \ln D - 0,00098 \cdot \rho) \quad [5.1]$$

dove:

lv= incremento annuo in volume dell'albero [m<sup>3</sup>/anno]

D = diametro del fusto ad altezza petto (cm)

ρ = densità specifica del legno (kg/m<sup>3</sup>)

L'Equazione 5.2: permette di calcolare l'assorbimento annuo di CO<sub>2</sub>:

$$ASS-CO_2 = lv \cdot \rho \cdot BEF \cdot (1+R) \cdot DENS\_C \cdot 44/12 \quad [5.2]$$

dove:

ASS-CO<sub>2</sub>: assorbimento di CO<sub>2</sub> e stoccaggio nei tessuti della pianta [kg/anno]

lv= incremento annuo in volume dell'albero [m<sup>3</sup>/anno]

BEF= fattore di espansione della biomassa, utilizzato per calcolare il volume di tutta la parte epigea della pianta a partire dal volume del fusto e dei rami principali [-]

ρ = densità specifica del legno (kg/m<sup>3</sup>)

<sup>1</sup> Per calibrare l'equazione sono state considerate 129 specie arboree. L'incremento misurato è stato modellizzato in funzione della densità specifica del legno, che è legata alla velocità di accrescimento perché gli alberi con densità specifica più elevata crescono più lentamente rispetto a quelli con densità specifica più bassa, e al diametro ad altezza petto, che è un indicatore indiretto dell'età della pianta. Il dataset di oltre 200 000 osservazioni è stato filtrato per considerare solo alberi in buona salute e cresciuti isolati o con scarsa competizione, quali si presume siano quelli presenti nei terreni in gestione alle università, selezionando solo gli individui in cui il rapporto tra diametro del fusto e diametro massimo nell'area di campionamento era superiore a 0.7. Altre variabili preliminarmente considerate (temperatura media annua, precipitazione annua, quota) si sono rivelate ininfluenti.

R= rapporto tra biomassa radicale e biomassa epigea [-]

DENS\_C = densità carbonica media della biomassa vegetale [kg C /kg sostanza secca]. Per questo dato si può assumere un valore medio pari a 0,47.

44/12= rapporto tra massa molecolare della CO<sub>2</sub> e massa atomica del C.

I valori di ρ, BEF e R per i principali tipi di alberi italiani (Vitullo et al., 2007), nonché un esempio di stima dell'assorbimento di CO<sub>2</sub>, sono riportati in Tabella 13.

Tabella 13 Valori di ρ, BEF e R per i principali tipi di alberi italiani ed esempio di stima dell'assorbimento di CO<sub>2</sub>

	Rho (kg/m <sup>3</sup> )	BEF	R	Assorbimento di CO <sub>2</sub> (kg/anno)									
				diametro del fusto ad altezza petto (cm)									
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Abete rosso	380	1,29	0,29	2,6	8,4	17	27	40	54	70	87	107	127
Abete bianco	380	1,34	0,28	2,7	8,7	17	28	41	55	72	90	110	131
Larice	560	1,22	0,29	3,1	9,8	20	32	46	63	82	102	125	149
Pini montani	470	1,33	0,36	3,2	10	21	33	49	66	86	108	131	157
Pini mediterranei	530	1,53	0,33	3,8	12	25	40	58	79	103	129	157	188
Altre conifere	430	1,37	0,29	3,0	9,6	19	31	45	62	80	100	122	146
Faggio	610	1,36	0,2	3,3	11	21	34	50	68	88	110	134	160
Cerro	690	1,45	0,24	3,8	12	24	39	57	78	101	127	154	185
Leccio, sughera	720	1,45	1,0	6,2	20	40	64	94	127	165	207	252	302
Altre querce	650	1,39	0,2	3,4	11	22	36	52	71	92	115	140	168
Castagno	490	1,33	0,28	3,1	10	20	32	47	64	83	104	126	151
Carpini	660	1,28	0,26	3,3	11	21	35	51	69	89	112	137	163
Eucalipto	540	1,33	0,43	3,6	12	23	38	55	75	97	121	148	177
Pioppo	290	1,24	0,21	2,0	6,3	13	20	30	40	52	66	80	96
Altre latifoglie	530	1,47	0,24	3,4	11	22	36	52	71	92	115	141	168

## 5.2 Colture agricole arboree

Laddove le superfici a colture arboree siano rilevanti, può essere prevista la stima dell'assorbimento di CO<sub>2</sub>, basandosi sul metodo GAIN-LOSS, che valuta la variazione dello stock di carbonio nella biomassa sottraendo dal carbonio fissato nelle piante durante l'accrescimento annuale, quello rimosso dovuto alla biomassa persa (per esempio potature, raccolta frutti, ecc...).

Questa stima può essere fatta mediante le seguenti relazioni:

$$I_{sulla\ pianta} = I_{TOTALE} - R_{TOTALE} \quad (5.3)$$

$$B_{SS} = I_{sulla\ pianta} \times (100 - UR)/100 \quad (5.4)$$

$$B_C = B_{SS} \times C_{\%} \quad (5.5)$$

$$ASSCO_2Ass = B_C \times \frac{44}{12} \quad (5.6)$$

dove:

$I_{sulla\ pianta}$  è l'incremento di biomassa che annualmente rimane stoccato sulle piante, al netto delle perdite (t biomassa fresca/(ha anno));

$I_{TOTALE}$  è l'incremento annuo complessivo della coltura arborea (t biomassa fresca/(ha anno));

$R_{TOTALE}$  è la biomassa complessiva persa per anno (t biomassa fresca/(ha anno));

$B_{ss}$  è la biomassa secca stoccata annualmente sulla pianta (t biomassa secca/(ha anno));

$UR$  è la percentuale di umidità nella biomassa fresca (%);

$B_C$  è la quantità di carbonio (C) contenuta nella biomassa secca, stoccata annualmente (t C/(ha anno));

$C\%$  è la percentuale di carbonio nella biomassa secca, 50% (IPCC, 2006 - Volume 4, Capitolo 4, pag. 4.48, Tabella 4.3);

$ASSCO_{2Ass}$  è la quantità di  $CO_2$  assorbita annualmente dalle colture arboree, t  $CO_2$ /(ha anno);

44/12 è il fattore di conversione utilizzato per passare da C a  $CO_2$ .

Le tabelle 14 e 15 riportano esempi di queste grandezze per alcune colture e per le diverse aree del territorio italiano (fonte: IPCC, 2019, Vol. 4, Tabella 5.3 pag. 5.12; Arruzza, Ragazzoni, 2012, tab. 4.6, pag. 85)

Tabella 14 Esempi di valori relativi alle formule 5.3 e 5.4 per alcune colture e per le diverse aree del territorio italiano

Coltura	$I_{TOTALE}$ (t/ha anno)			$R_{TOTALE}$ (t/ha anno)			$I_{(sulla\ pianta)}$ (t/ha anno)			UR (%)	$B_{ss}$ (t/ha anno)		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud		Nord	Centro	Sud
Vite	10,1	10,1	9,8	8,7	8,7	8,4	1,4	1,4	1,4	50	0,7	0,7	0,7
Olivo	5,8	7,9	7,6	4,5	6,2	5,9	1,3	1,7	1,7	37,5	0,8	1,1	1,1
Melo	30,8	18,9	16,6	28,6	17,6	15,4	2,2	1,3	1,2	40	1,3	0,8	0,7
Pero	27,5	17,9	14,3	25,3	16,5	13,2	2,2	1,4	1,1	40	1,3	0,8	0,7
Pesco	19,3	17,3	20,0	17,4	15,6	18,0	1,9	1,7	2,0	40	1,1	1,0	1,2
Agrumi	8,5	12,1	23,0	7,7	11,0	20,9	0,8	1,1	2,1	40	0,5	0,7	1,3
Mandorlo	5,0	2,9	1,9	2,9	1,7	1,1	2,1	1,2	0,8	40	1,3	0,7	0,5
Nocciolo	5,6	6,5	6,3	3,8	4,4	4,3	1,8	2,1	2,0	40	1,1	1,3	1,2

Tabella 15 Esempi di valori relativi alle formule 5.5 e 5.6 per alcune colture e per le diverse aree del territorio italiano

Coltura	BC (t/ha anno)			C (%)	ASS $CO_2$ (t/ha anno)		
	Nord	Centro	Sud		Nord	Centro	Sud
Vite	0,35	0,35	0,35	50	1,3	1,3	1,3
Olivo	0,40	0,55	0,55	50	1,5	2,0	2,0
Melo	0,65	0,40	0,35	50	2,4	1,5	1,3
Pero	0,65	0,40	0,35	50	2,4	1,5	1,3
Pesco	0,55	0,50	0,60	50	2,0	1,8	2,2
Agrumi	0,25	0,35	0,65	50	0,9	1,3	2,4
Mandorlo	0,65	0,35	0,25	50	2,4	1,3	0,9
Nocciolo	0,60	0,70	0,60	50	2,2	2,6	2,2

La quantità di  $CO_2$  assorbita annualmente per ettaro dalle diverse tipologie di piante ( $CO_{2Ass}$  (t/ha anno)) deve essere infine moltiplicata per la superficie di colture arboree presenti nell'Ateneo considerato, per ottenere il totale della  $CO_2$  assorbita.

Per la maggior parte degli Atenei, tuttavia, l'incidenza dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> da parte delle colture arboree è così bassa che questa fonte di emissioni può essere trascurata senza che questa omissione incida in modo significativo sull'accuratezza dell'inventario.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Arera (2020) Deliberazione 10 Novembre 2020 449/2020/R/EEL. Perfezionamento della disciplina delle perdite di rete per il triennio 2019 - 2021 e revisione dei fattori percentuali convenzionali di perdita da applicare ai prelievi in bassa tensione, di cui alla tabella 4 del testo integrato settlement. <https://www.arera.it/allegati/docs/20/449-20.pdf>
- Arruzza M., Ragazzoni A. (2012) Agro-energia. Valutare il potenziale delle aree rurali per la sostenibilità degli impianti per la produzione di energia rinnovabile. Maggioli Editore, EAN 9788838771446
- Caserini S., Baglione P. (2016) Progetto stima emissioni CO<sub>2</sub> Politecnico di Milano - Report 2015. Politecnico di Milano, Servizio di Sostenibilità di Ateneo.
- Caserini S., Baglione B., Cottafava D., Gallo M., Laio F., Magatti G., Maggi V., Maugeri M., Moreschi L., Perotto E., Pizzol L., Semenzin E., Senese A. (2019) Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> per consumi energetici e trasporti per gli inventari di gas serra degli atenei italiani. Ingegneria dell' Ambiente, 6, 43-59. <https://doi.org/10.32024/ida.v6i1.207>
- DEFRA (2021) Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019. Conversion factors 2019: full set (for advanced users). [www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019](http://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019)
- ICAO (2017) ICAO Carbon Emissions Calculator Methodology. [www.icao.int/environmentalprotection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Calculator\\_v1\\_0\\_2017.pdf](http://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](http://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx)
- IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC (2019) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- ISPRA (2020) Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei. Rapporto 3017/2020. [https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/Rapporto317\\_2020.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/Rapporto317_2020.pdf)
- ISPRA (2021a) Corine Land Cover. <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/copertura-del-suolo/corine-land-cover>
- ISPRA (2021b) Dati trasporto stradale 1990-2019. <http://emissioni.sina.isprambiente.it/wp-content/uploads/2021/09/DatiCopertTrasportoStrada1990-2019.xlsx>
- ISPRA (2021c) Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2019. National Inventory Report 2021. , Istituto Superiore per la Ricerca ambientale. ISPRA Rapporto 341/2021
- ISPRA (2022a) Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia. (aggiornamento al 2020 e stime preliminari per il 2021 <https://emissioni.sina.isprambiente.it/serie-storiche-emissioni/>
- ISPRA (2022b) La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia <https://fetransp.isprambiente.it/#/ricerca>

- MITE (2021) Tabella parametri standard nazionali. Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC. Disponibili su <https://www.ambstudio.net/ets-tabelle-parametri-standard-nazionali/>
- Maggi E., Scagni A., Colleoni M. e Rossetti M. (2021). Indagine nazionale sulla mobilità casa-università al tempo del Covid-19. <https://reterus.it/mappature-e-indagini-gdl-mobilita/1449-4144/indagine-nazionale-sulla-mobilita-casa-universita-al-tempo-del-covid-19>
- Mobitool (2021) Mobitool-Faktoren v2.1. <https://www.mobitool.ch/fr/outils/facteurs-mobitool-v2-1-25.html> file con i dati: [https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal\\_download/file\\_fr/30/facteurs-mobitool-v2.1.xlsm?lm=1613033983](https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal_download/file_fr/30/facteurs-mobitool-v2.1.xlsm?lm=1613033983)
- 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.
- Semenzin E. et al. (2017) Rapporto 2016 valutazione dell'impronta di carbonio dell'Università Ca' Foscari. Università Ca' Foscari, Venezia.
- Tabacchi, G., Di Cosmo, L., Gasparini, P., & Morelli, S. (2011). Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. 412 pp. <https://bit.ly/3wy0cfA>
- 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.
- Vitullo, M., De Lauretis, R., & Federici, S. (2007). La contabilità del carbonio contenuto nelle foreste italiane. *Silvae*, 9(3), 91-104. <https://bit.ly/402BwcN>
- WRI (2004) World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. WRI. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

## ALLEGATO 1

### CONFRONTO TRA LE LINEE GUIDA DEGLI INVENTARI E LO STANDARD GRI 305

Gli indicatori GRI sono suddivisi in standard universali (serie 100), standard economici (serie 200), standard ambientali (serie 300) e standard sociali (serie 400); quelli che riguardano le emissioni sono gli indicatori 305. A questi si aggiunge l'indicatore 103, relativo alle modalità di gestione del tema "materiale" delle emissioni, che è riconducibile alle informazioni sui confini organizzativi del sistema e le eventuali politiche o piano di riduzione/mitigazione.

Di seguito il dettaglio di quali informative GRI sono già incluse nelle linee guida, quali si suggerisce di aggiungere e quali si ritiene non siano significative per il campo d'azione di un Ateneo.

n° GRI	descrizione	linee guida RUS	rilevanza per un Ateneo
305-01	Emissioni dirette di GHG (Scope 1)	incluso	
305-02	Emissioni indirette di GHG da consumi energetici (Scope 2)	incluso	
305-03	Altre emissioni indirette di GHG (Scope 3)	incluso	
305-04	Intensità delle emissioni di GHG		facilmente calcolabile
305-05	Riduzione delle emissioni di GHG	incluso	
305-06	Emissioni di sostanze dannose per l'ozono (ODS, "ozone-depleting substances")		bassa rilevanza
305-07	Ossidi di azoto (NOx), ossidi di zolfo (SOx) e altre emissioni significative		bassa rilevanza (valutazione)

#### 305-04: Intensità delle emissioni

La metrica prevede che "Nel rendicontare le informazioni [...] l'organizzazione deve calcolare il tasso dividendo le emissioni di GHG assolute (il numeratore) per il parametro specifico dell'organizzazione (il denominatore); in caso di rendicontazione del tasso di intensità di altre emissioni indirette di GHG (Scope 3), documentare tale dato separatamente dai dati di intensità per le emissioni dirette (Scope 1) e indirette da consumi energetici (Scope 2). Si suggerisce che il parametro specifico dell'organizzazione comprenda alternativamente: unità prodotto, volume prodotto, dimensione, numero di dipendenti, unità monetaria.

Il servizio più rappresentativo dell'Ateneo è sicuramente quello della formazione, che può essere rappresentato dal numero di studenti che fruiscono del servizio stesso. A questo, per coerenza con quanto indicato dalle raccomandazioni di rendicontazione GRI, è bene aggiungere anche il numero di dipendenti, ossia, nel caso di un Ateneo del personale nel suo complesso. Se ne ricava che l'informativa 305-04 è facilmente calcolabile dividendo le emissioni GHG assolute (numeratore) per la sommatoria delle due macrocategorie denominate "Lavoratori" e "Studenti" all'interno delle linee guida.

#### 305-06: Emissioni di sostanze dannose per l'ozono (ODS, "ozone-depleting substances")

La metrica prevede che l'organizzazione rendiconti la "produzione, importazioni ed esportazioni di ODS in tonnellate di CFC-11 (triclorofluorometano) equivalenti".

L'università non è responsabile della produzione di sostanze dannose per l'ozono. I principali responsabili di ODS, sono irrilevanti nell'attività di un Ateneo<sup>2</sup> e per tale motivo nelle presenti linee guida sono stati esclusi dall'inventario.

Si suggerisce perciò di non includere questa informativa nella rendicontazione degli Atenei.

### 305-07: Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) e altre emissioni significative

La metrica prevede che l'organizzazione rendiconti le emissioni significative per ciascuna delle seguenti sostanze: NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, inquinanti organici persistenti (POP), composti organici volatili (VOC), inquinanti atmosferici pericolosi (HAP), particolato (PM) e altre categorie standard di emissioni identificate nella normativa applicabile. Si richiede inoltre che vengano specificati i fattori di emissioni utilizzati e indicati i relativi strumenti di calcolo.

Si tratta di un'analisi molto approfondita che richiede una valutazione costi e benefici da parte dell'Ateneo, in quanto comporta in termini di tempo e risorse un significativo lavoro aggiuntivo rispetto a quanto fatto per il calcolo dell'impronta di carbonio. Inoltre, come riportato all'interno delle linee guida, il 99% delle emissioni di composti climalteranti di un Ateneo sono dovute a CO<sub>2</sub> ed è quindi probabile che i dati relativi alle sostanze elencate, per quanti rilevanti per la qualità dell'aria, non siano significativi per l'impatto sui cambiamenti climatici di un Ateneo. Si consiglia quindi di non includere questa informativa nella rendicontazione degli Atenei, salvo il caso in cui non si ritenga che tali sostanze siano rilevanti per l'organizzazione stessa, per il contesto in cui è inserita o per le attività di ricerca specifiche che conduce.

### Conformità con la rendicontazione SDG

Sempre più Atenei includono nella propria rendicontazione anche i riferimenti agli SDG - Sustainable Development Goals, con l'obiettivo di evidenziare il contributo dato dalla propria università per il raggiungimento dell'Agenda ONU 2030 per lo Sviluppo Sostenibile.

Per questo si ritiene utile evidenziare quali sono i target coperti dalle informative GRI menzionate in precedenza, fornendo così un'ulteriore guida per gli Atenei che volessero includerli nella propria rendicontazione. Le informazioni si basano sul documento di collegamento SDG - informative GRI Standards, disponibile sul sito della Global Reporting Initiative (GRI, 2021).

GRI 305-01: Emissioni dirette di GHG (Scope 1)		
SDG	target	riferimento (business disclosures)
	3.9	a. Gross direct (Scope 1) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	12.4	a. Gross direct (Scope 1) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	13.1	a. Gross direct (Scope 1) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	14.3	a. Gross direct (Scope 1) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent

<sup>2</sup> per l'anno 2016 hanno contribuito per lo 0,79% delle emissioni generate dall'Università Ca' Foscari Venezia.

	15.2	a. Gross direct (Scope 1) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
--	------	--

<b>GRI 305-02: Emissioni indirette di GHG da consumi energetici (Scope 2)</b>		
SDG	target	riferimento (business disclosures)
	3.9	a. Gross location-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent b. If applicable, gross market-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	12.4	a. Gross location-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent b. If applicable, gross market-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	13.1	a. Gross location-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent b. If applicable, gross market-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	14.3	a. Gross location-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent b. If applicable, gross market-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent
	15.2	a. Gross location-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent b. If applicable, gross market-based energy indirect (Scope 2) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent

<b>GRI 305-03: Altre emissioni indirette di GHG (Scope 3)</b>		
SDG	target	riferimento (business disclosures)
	3.9	a. Gross other indirect (Scope 3) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent d. Other indirect (Scope 3) GHG emissions categories and activities included in the calculation
	12.4	a. Gross other indirect (Scope 3) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent d. Other indirect (Scope 3) GHG emissions categories and activities included in the calculation
	13.1	a. Gross other indirect (Scope 3) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent d. Other indirect (Scope 3) GHG emissions categories and activities included in

		the calculation
	14.3	a. Gross other indirect (Scope 3) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent d. Other indirect (Scope 3) GHG emissions categories and activities included in the calculation
	15.2	a. Gross other indirect (Scope 3) GHG emissions in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent d. Other indirect (Scope 3) GHG emissions categories and activities included in the calculation

<b>GRI 305-04: Intensità delle emissioni di GHG</b>		
<i>SDG</i>	<i>target</i>	<i>riferimento (business disclosures)</i>
	13.1	GHG emissions intensity ratio for the organization
	14.3	GHG emissions intensity ratio for the organization
	15.2	GHG emissions intensity ratio for the organization

<b>GRI 305-05: Riduzione delle emissioni di GHG</b>		
<i>SDG</i>	<i>target</i>	<i>riferimento (business disclosures)</i>
	13.1	GHG emissions reduced as a direct result of reduction initiatives, in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent.
	14.3	GHG emissions reduced as a direct result of reduction initiatives, in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent.
	15.2	GHG emissions reduced as a direct result of reduction initiatives, in metric tons of CO <sub>2</sub> equivalent.

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ALLEGATO 1**

GRI (2021) Linking the SDGs and the GRI Standards. Global Reporting Initiative.  
[www.globalreporting.org/umbraco/Surface/ResourceCentre/PopupResource?id=8585](http://www.globalreporting.org/umbraco/Surface/ResourceCentre/PopupResource?id=8585)