



Scenari per l'Alto Adige verso la neutralità climatica

**Analisi scientifiche per
il Piano Clima – Update 2022**

W. Sparber, G. Niedrist, M. Alberton, M. Zebisch

Scenari per l'Alto Adige verso la neutralità climatica

Analisi scientifiche per
il Piano Clima – Update 2022

Questo studio ha visto la luce nella cornice del
costituendo Center for Climate Change and Transformation.

Autrici e autori principali:

Wolfram Sparber (Istituto per le energie rinnovabili)

Georg Niedrist (Istituto per l'ambiente alpino)

Mariachiara Alberton (Istituto di studi federali comparati)

Marc Zebisch (Istituto per l'osservazione della Terra)

Contenuto

Sintesi	6
1. Introduzione	20
1.1. Scopo dello studio	21
1.1.1 I temi trattati nello studio	21
1.1.2 I temi non trattati nello studio	21
1.2. Crisi climatica: la necessità di un'azione urgente	24
2. Il quadro internazionale e dell'Unione europea in materia di clima ed energia	26
2.1. Il quadro internazionale	27
2.2. Il quadro dell'Unione europea	28
3. Il quadro legislativo e programmatico dello Stato italiano, delle Regioni e delle Province autonome: una sintesi alla luce delle rispettive competenze	31
3.1. Il quadro nazionale italiano in materia di energia e clima	32
3.2. Il quadro di ripartizione delle competenze tra Stato e Regioni (e Province autonome): cenni	34
3.3. Le specificità competenziali della Provincia autonoma di Bolzano: spazi di intervento per la transizione energetica	35

Eurac Research
viale Druso 1
39100 Bolzano
T +39 0471 055 400
climate.change@eurac.edu
www.eurac.edu

DOI: 10.57749/jz3s-j725

Curatori: W. Sparber, G. Niedrist, M. Zebisch
Grafica: Eurac Research
Foto copertina: AdobeStock/serkat Photography

© Eurac Research, 2022



Questa pubblicazione è distribuita con licenza Creative Commons Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), che permette il riutilizzo, la condivisione, la modifica, la distribuzione e la riproduzione con qualsiasi mezzo o formato, purché sia data adeguata menzione di paternità, si fornisca un link alla licenza Creative Commons e si indichi se sono state effettuate modifiche.

4. Termini, obiettivi e concetti chiave per l'elaborazione di strategie e piani sul clima	38
4.1. Neutralità climatica	39
4.2. Compensazione	40
4.3. Raccomandazioni per una strategia climatica della Provincia autonoma di Bolzano	42
5. Quantificazione delle emissioni attuali e individuazione di possibili misure di riduzione	45
5.1. Le emissioni attuali di CO ₂ in Alto Adige da fonti di energia fossile	46
5.2. Scenario ACTUAL	57
5.2.1. Scenario ACTUAL – settore trasporti	57
5.2.2. Scenario ACTUAL – settore industria	67
5.2.3. Scenario ACTUAL – settore riscaldamento	68
5.2.4. Scenario ACTUAL – risultati complessivi	72
5.3. Scenario IPCC	74
5.3.1. Scenario IPCC – settore trasporti	74
5.3.2. Scenario IPCC – settore industria	82
5.3.3. Scenario IPCC – settore riscaldamento	83
5.3.4. Scenario IPCC – risultati complessivi	89
5.4. Aumento del consumo elettrico	95
6. Emissioni dell'agricoltura altoatesina e conseguimento della neutralità climatica	99
6.1. Premessa	100
6.2. Gas serra dell'agricoltura altoatesina: emissioni territoriali dirette	101
6.3. Emissioni dei gas serra per zootecnia, frutticoltura e viticoltura	105
6.4. Emissioni derivanti dallo sfruttamento del suolo	107

6.5. Strategie per il clima e misure di riduzione in Alto Adige e in Paesi selezionati	109
---	------------

6.6. Possibilità di riduzione e scenari per un'agricoltura altoatesina a impatto zero	115
6.6.1. Possibilità di riduzione dei gas serra in agricoltura (emissioni dirette)	117

Allegato 1: Approfondimenti sul settore energetico 122

A1.1. Le possibilità per il fotovoltaico in Alto Adige	123
A1.2. Le comunità energetiche	130
A1.3. Possibilità di risanamento degli edifici storici	135
A1.4. Creazione di un database energetico provinciale unico	143
A1.5. Consumi ed emissioni per il riscaldamento degli edifici in Alto Adige	151
A1.5.1. Consumo di energia termica negli edifici residenziali	151
A1.5.2. Consumo di energia termica negli edifici non residenziali	157
A1.5.3. Consumo di energia termica di tutti gli edifici: baseline 2020	160

Allegato 2: Neutralità climatica in Alto Adige nel 2045 – frammenti di un futuro sostenibile169

A2.1. Neutralità climatica come parte di una trasformazione sostenibile globale	170
A2.2. Scenario futuro per un Alto Adige neutrale dal punto di vista climatico: la provincia come progetto pilota	171
A2.2.1. Mondo	171
A2.2.2. Società	172
A2.2.3. Economia	172
A2.2.4. Politica	174
A2.2.5. Edilizia e comparto abitativo	175
A2.2.6. Mobilità	176

Sintesi

1. INTRODUZIONE

Con l'Accordo sul clima di Parigi del 2015 la comunità globale ha deciso di adottare tutte le misure necessarie per limitare il riscaldamento globale nettamente al di sotto dei 2°C, se possibile al di sotto di 1,5°C. Attualmente (2022) l'aumento di temperatura è di 1,1°C. È scientificamente provato dagli ultimi rapporti del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) che il superamento di questi limiti porterebbe a un cambiamento climatico massiccio, accelerato e irreversibile, con impatti catastrofici in tutte le parti del mondo. È inoltre dimostrato che l'obiettivo di 1,5°C può essere raggiunto solo attraverso una rapida e massiccia riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e che la neutralità climatica, cioè emissioni nette azzerate, deve essere raggiunta a livello mondiale e in tutti i settori al più tardi entro il 2050.

Con l'iniziativa "KlimaLand Südtirol Piano Clima 2050", disponibile in bozza dall'estate 2021¹, la Provincia autonoma di Bolzano si è posta l'obiettivo di ridurre significativamente le emissioni di gas serra, contribuendo così al raggiungimento degli obiettivi climatici di Parigi.

Questo studio vuole supportare e integrare il nuovo piano della Provincia autonoma di Bolzano, attualmente (luglio 2022) ancora in fase di revisione.

In questo studio spieghiamo il contesto scientifico, politico e giuridico di una strategia globale di mitigazione del cambiamento climatico in Alto Adige. Mostriamo i possibili percorsi verso la neutralità climatica per i settori dei trasporti, degli edifici, dell'energia e dell'industria (Capitolo 5), descriviamo le emissioni dell'agricoltura e come possono essere ridotte (Capitolo 6) e forniamo una possibile prospettiva di vita in un Alto Adige neutrale dal punto di vista climatico (Appendice 2).

Questo studio non copre o copre solo in minima parte temi importanti come le emissioni grigie, il contributo dei cambiamenti comportamentali alla mitigazione del cambiamento climatico (per esempio, il cambiamento dei comportamenti negli spostamenti, nei consumi o nell'alimentazione) o la necessità di pianificare insieme la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico. Questi argomenti dovrebbero essere affrontati in studi successivi per un piano esteso.

2. IL QUADRO DELL'UNIONE EUROPEA IN MATERIA DI CLIMA ED ENERGIA

A livello europeo, dopo la pubblicazione del "Green Deal europeo", per trasformare l'UE in un'economia competitiva a emissioni zero entro il 2050, è stata adottata la "Normativa europea sul clima" (Reg. 2021/1119), che ha reso vincolante l'obiettivo di neutralità climatica del Green Deal e il traguardo dell'UE per il 2030 di una riduzione interna netta delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55%, rispetto ai livelli del 1990. Questo nuovo obiettivo ha richiesto un nuovo processo di revisione della legislazione europea in materia di clima ed energia, introdotto con il pacchetto "Pronti per il 55%" (Fit for 55%) del 2021 e tutt'ora in corso.

¹ <https://www.klimaland.bz/it/piano-clima-energia-alto-adige-2050/>

3. IL QUADRO LEGISLATIVO E PROGRAMMATICO DELLO STATO ITALIANO, DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

Nel quadro di revisione al rialzo dei target dell'UE, gli obiettivi e gli obblighi vigenti per l'Italia in tema di clima ed energia sono anch'essi in evoluzione e sono inclusi in diversi documenti programmatici, in particolare nel "Piano nazionale integrato energia e clima 2030" (PNIEC), nel "Piano nazionale di ripresa e resilienza del 2021" (PNRR) e nel "Piano di transizione ecologica" (PTE) adottato a febbraio del 2022. Considerata l'evoluzione in corso a livello UE e nazionale e considerate le diverse competenze della Provincia autonoma di Bolzano in materia, sono possibili a livello provinciale interventi che valorizzino maggiormente la specificità territoriale e contribuiscano a incrementare gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, di efficienza energetica e di utilizzo delle energie rinnovabili. Ciò è possibile attraverso: 1) l'identificazione di obiettivi provinciali in linea con la neutralità climatica e di misure più ambiziose nei documenti programmatici (per esempio nel nuovo Piano Clima); 2) interventi legislativi e regolatori provinciali che rendano obbligatori tali obiettivi programmatici nei vari settori e nelle materie in cui la Provincia autonoma di Bolzano ha competenza (primaria e secondaria); 3) interventi provinciali di natura fiscale e sistemi di incentivazione coordinati con gli obiettivi di transizione energetica ed ecologica.

4. LE EMISSIONI DA FONTI ENERGETICHE FOSSILI: SVILUPPO NEGLI ULTIMI ANNI E POSSIBILITÀ DI RAGGIUNGERE GLI OBIETTIVI

Le emissioni derivanti dall'impiego di combustibili fossili rappresentano circa l'80% delle emissioni dirette totali dell'Alto Adige.

Queste emissioni sono storicamente più basse rispetto alla media europea e italiana². Le ragioni sono da ricercarsi in particolare nella scarsa presenza di industria pesante in Alto Adige, nell'assenza di grandi centrali termiche fossili (a gas o a carbone) per la produzione di energia elettrica (con una contemporanea significativa produzione di energia elettrica rinnovabile, soprattutto energia idroelettrica) e nell'uso significativo della biomassa per il riscaldamento degli edifici, sia nei sistemi di teleriscaldamento che nei sistemi di riscaldamento individuali.

La Figura A mostra l'andamento delle emissioni da combustibili fossili dal 2010 al 2019³. Come si può notare, in questo periodo le emissioni sono diminuite solo del 7%. Alla COP26 di Glasgow la comunità internazionale degli Stati – sulla base dei rapporti dell'IPCC⁴ – ha concordato un obiettivo di riduzione entro il 2030 di almeno il 45% delle emissioni rispetto all'anno 2010⁵. Poiché l'Alto Adige dispone di dati chiari sulle emissioni del 2010, ma non su quelle del 1990, questo obiettivo di riduzione viene utilizzato come riferimento nel resto del documento.

² <https://www.klimaland.bz/it/piano-clima-energia-alto-adige-2050/>

³ https://ambiente.provincia.bz.it/aria/valutazione-pluriennale-qualita-aria.asp?publ_action=4&publ_article_id=311845

⁴ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Summary_Volume_Low_Res.pdf

⁵ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf

Per raggiungere l'obiettivo anche in Alto Adige è necessaria una riduzione delle emissioni di oltre il 38% nei prossimi otto anni. Si tratta di uno sforzo considerevole, che non deve diminuire nemmeno negli anni successivi se si vogliono raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica e di zero emissioni da combustibili fossili entro il 2040 o il 2045.

Inoltre, questa trasformazione porta con sé opportunità significative, sia nella sfera ambientale (qualità dell'aria, impatto sulla salute, inquinamento acustico, ecc.) sia in quella economica (creazione di valore locale e regionale, posti di lavoro, sviluppi di mercato, ecc.). I risultati di varie simulazioni energetiche di sistema⁶, condotte dagli autori negli ultimi anni a livello regionale e nazionale, mostrano come si possano ottenere risparmi nell'ordine di centinaia di milioni di euro all'anno di combustibili fossili (gas, diesel, benzina), con valore aggiunto molto limitato per l'economia locale. D'altra parte, sono necessari investimenti locali nelle energie rinnovabili, nelle infrastrutture e nell'efficienza energetica; investimenti che in alcuni casi consentono di creare importanti catene di valore locali.

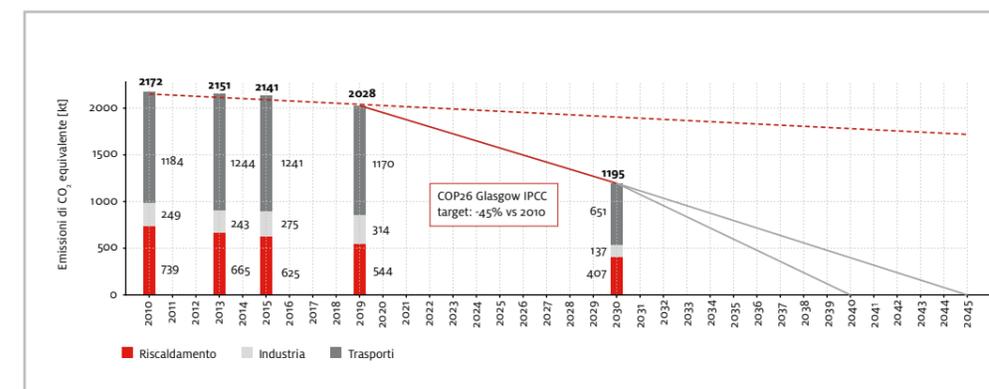


Figura A. Trend emissioni, solo combustibili fossili, 2010-2019, con obiettivo di neutralità climatica per il 2030 e indicazione degli accordi della COP26 di Glasgow per quanto riguarda la riduzione delle emissioni. Elaborazione Eurac Research su base Inventario Emissioni INEMAR (Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima)

La Figura B mostra i tre settori che hanno prodotto più emissioni nel 2019, con i principali sotto-settori.

La principale fonte di emissioni in Alto Adige è costituita dai trasporti, con oltre il 50% del totale (se si considerano solo le emissioni da combustibili fossili). In questa categoria, il trasporto privato di persone (automobili) è al primo posto per emissioni. Questi dati comprendono sia le emissioni generate da chi risiede in Alto Adige, sia quelle generate da chi visita o transita per

⁶ <https://www.eurac.edu/en/institutes-centers/institute-for-renewable-energy/tools-services/energy-modelling>

turismo. Il secondo più importante fattore di emissione nel settore dei trasporti è il traffico pesante. Seguono gli autocarri leggeri, gli autobus, le moto, ecc. Il settore al secondo posto per produzione di emissioni è il settore del riscaldamento (circa il 27% del totale), con in testa il riscaldamento a gas degli edifici individuali, cui seguono le emissioni derivanti dalla combustione di gas naturale negli impianti di teleriscaldamento dell'Alto Adige e, in misura minore, le emissioni derivanti dalla combustione di gas liquido e gasolio. L'ultimo settore importante è l'industria, responsabile di circa il 15% delle emissioni in Alto Adige. Queste emissioni provengono quasi interamente dalla combustione di gas naturale. Se osserviamo l'andamento delle emissioni dei tre settori nel tempo, nella Figura A, notiamo che le emissioni del settore dei trasporti non sono praticamente cambiate (-2%), quelle del settore del riscaldamento si sono ridotte significativamente di oltre il 26%, mentre quelle del settore industriale sono aumentate significativamente di oltre il 26%.

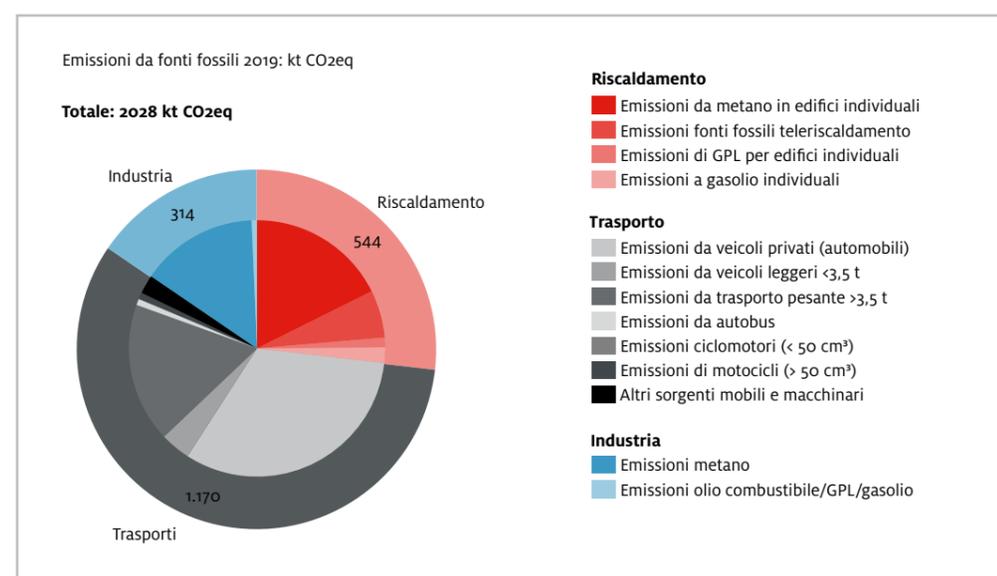


Figura B. Ripartizione delle emissioni da combustibili fossili in Alto Adige, 2019. Elaborazione Eurac Research su base Inventario Emissioni INEMAR (Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima)

In questo studio vengono quantificati la situazione iniziale e gli sviluppi attuali e vengono illustrati i possibili sviluppi concreti fino al 2030. A questo scopo sono stati tracciati due scenari.

1. **scenario ACTUAL:** in questo scenario sono stati presi in considerazione gli sviluppi locali e, se non sono prevedibili cambiamenti significativi, sono state mantenute le tendenze storiche. Inoltre, sono stati valutati e quantificati obiettivi, sovvenzioni e misure a livello locale. Infine sono stati quantificati gli effetti a livello locale di misure decise a livello nazionale oppure a livello Europeo. Si è fatto riferimento in particolare ai documenti "Piano Clima – Update 2021"⁷ e "Everyday for Future"⁸. Le stime sull'evolversi di ciascun sottosectore nei singoli ambiti sono presentati in diagrammi a cascata. Infine, tutti i contributi vengono sommati per valutare la riduzione totale delle emissioni di CO₂eq prevista entro il 2030.
2. **scenario IPCC:** sulla base dello scenario ACTUAL, sono state individuate e quantificate ulteriori misure che consentirebbero di raggiungere l'obiettivo IPCC intermedio (concordato alla COP26 di Glasgow) entro il 2030.

Queste misure e quantificazioni non rappresentano un punto di arrivo, ma un punto di partenza per ulteriori riflessioni e sviluppi futuri. Le misure possono cambiare e i loro effetti reali possono essere più forti o più deboli del previsto. Gli effetti della guerra all'Ucraina da parte della Russia dimostrano come in poco tempo contesti ritenuti stabili possano cambiare in modo sostanziale. Un monitoraggio regolare (almeno ogni due anni) delle emissioni reali appare quindi indispensabile per poter adeguare ripetutamente le misure, in modo da garantire l'effettivo raggiungimento degli obiettivi.

La Figura C mostra i risultati sintetici dello scenario ACTUAL. Sulla base dei dati disponibili si stima che le emissioni di CO₂eq generate dai combustibili fossili in Alto Adige diminuisca entro il 2030 di circa il 30% rispetto ai valori del 2010.

⁷ <https://www.klimaland.bz/it/piano-clima-energia-alto-adige-2050/>

⁸ <https://news.provincia.bz.it/news/sostenibilita-la-giunta-presenta-i-suoi-obiettivi>

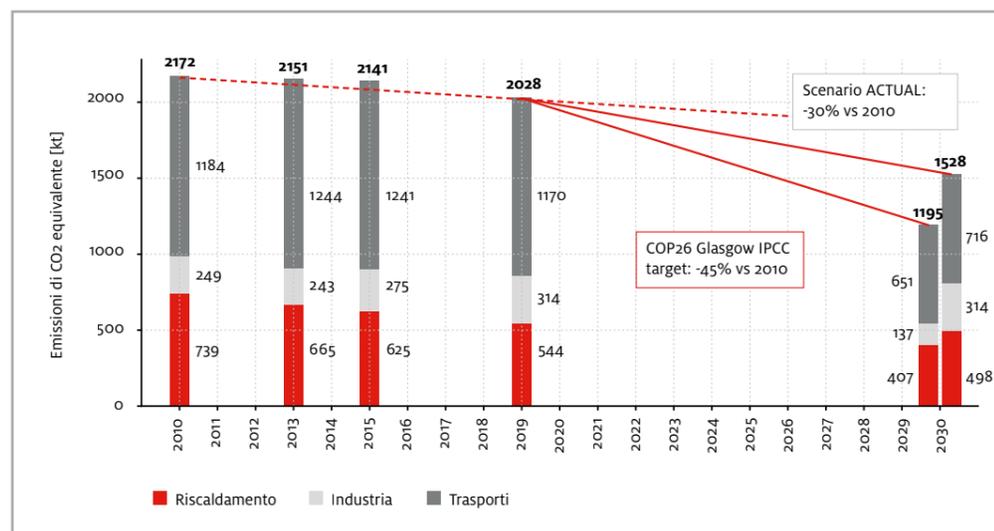


Figura C. Riduzione stimata delle emissioni di CO₂, scenario ACTUAL. Elaborazione di Eurac Research

Per raggiungere l'obiettivo IPCC (-45% di emissioni), è quindi necessario individuare ulteriori misure che consentano una riduzione di oltre 330 kt di CO₂eq. Il rapporto elenca tutte le misure prese in considerazione, le ipotesi, i dati di riferimento utilizzati e i calcoli effettuati. Data la brevità del periodo (otto anni da oggi al 2030), è particolarmente importante adottare misure che si possano estendere rapidamente e applicare su larga scala. Di seguito sono elencate dieci misure che, sulla base dei dati disponibili, dovrebbero consentire di raggiungere l'obiettivo IPCC. Si tratta di misure possibili grazie agli sviluppi tecnologici degli ultimi anni; misure in cui l'onere economico complessivo è da basso a negativo; misure in ambiti in cui sarebbe comunque necessario un nuovo acquisto o il rinnovo di strutture esistenti. Inoltre, si è cercato di identificare misure che sono già state implementate ampiamente e con successo in altri paesi o regioni. Le misure qui presentate presuppongono tutte che il comportamento delle persone non cambi. Si tratta soprattutto di cambiamenti tecnologici, quasi nessun cambiamento negli stili di vita. Entrambi questi aspetti sono però importanti, anche se oggi è difficile dire in che misura. Il tema del cambiamento comportamentale è affrontato nell'Allegato 2, che si basa sullo studio "Spunti di riflessione Covid-19: scenari futuri per un Alto Adige 2030+ più sostenibile"⁹. La transizione verso un sistema energetico e di trasporto a basse emissioni di CO₂ porterà a una sostanziale riduzione della domanda di energia primaria. L'impiego diffuso di tecnologie efficienti dal punto di vista energetico renderà diversa anche la domanda di fonti energetiche. L'elettricità, per esempio, sarà sempre più importante: i trasporti saranno in gran parte elet-

⁹ https://bia.unibz.it/esploro/outputs/report/Denkansto%C3%9F-Covid-19-Zukunftsszenarien-f%C3%BCr-ein-nachhaltiges/991005835249301241?institution=39UBZ_INST

trificati, il settore del riscaldamento sarà parzialmente elettrificato. La domanda aggiuntiva di elettricità dovuta alle misure proposte in questo studio è stata quantificata e tradotta in capacità fotovoltaica installata (Appendice I). Questo calcolo è stato fatto perché si prevede che, in Alto Adige, il fotovoltaico sarà la forma di produzione di energia elettrica rinnovabile che aumenterà di più nei prossimi anni. Tuttavia, il mix elettrico nazionale italiano è attualmente costituito per oltre il 50%¹⁰ da fonti non rinnovabili, per cui l'obiettivo nazionale deve essere quello di aumentare in modo significativo la quota rinnovabile e di coprire la domanda aggiuntiva di elettricità con fonti rinnovabili.

L'Allegato 1 fornisce ulteriori stime sull'area necessaria, sulle possibilità di applicazione e sulle comunità energetiche. La Figura D mostra i risultati di queste elaborazioni. A sinistra viene riportato l'aumento della domanda di energia elettrica (barra), a destra viene riportato la potenza installata di fotovoltaico necessaria per coprire questo fabbisogno (linea). Nello scenario IPCC si tratta di circa 600 MW di nuova potenza fotovoltaica da installare. Nel 2020, in Alto Adige la potenza complessiva installata ammontava a 257 MW. In base a questo scenario, gli impianti attuali devono quindi essere più che triplicati. Secondo il progetto Solar Tyrol, il potenziale fotovoltaico considerando le superfici idonee dei tetti, esclusi i centri storici, è di oltre 1.200 MW. I 600 MW indicati tengono conto della domanda aggiuntiva di veicoli elettrici a batteria e di pompe di calore nel settore edilizio; non tengono invece conto di una possibile elettrificazione di alcuni processi industriali e della produzione di idrogeno rinnovabile. La domanda reale potrebbe quindi essere significativamente più alta. Nei prossimi anni l'idrogeno svolgerà un ruolo importante su scala globale¹¹, soprattutto nel trasporto pesante (navigazione, aviazione, in parte camion, ecc.) e nell'industria pesante (acciaio, cemento, ecc.). Una quantificazione della futura domanda di idrogeno per l'Alto Adige (e quindi di elettricità rinnovabile per la sua produzione) richiede analisi dettagliate e scenari per i rispettivi settori.

¹⁰ Dati 2020, Gestore Servizi Elettrici, energia elettrica da fonte rinnovabili immessa nel sistema elettrico: 45,04%, <https://www.servizioelettriconazionale.it/it-IT/info-news/info/mix-di-combustibili>

¹¹ IRENA Report, *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Green Hydrogen Cost and Potential*, May 2022, ISBN : 978-92-9260-432-5, <https://www.irena.org/publications/2022/May/Global-hydrogen-trade-Cost>

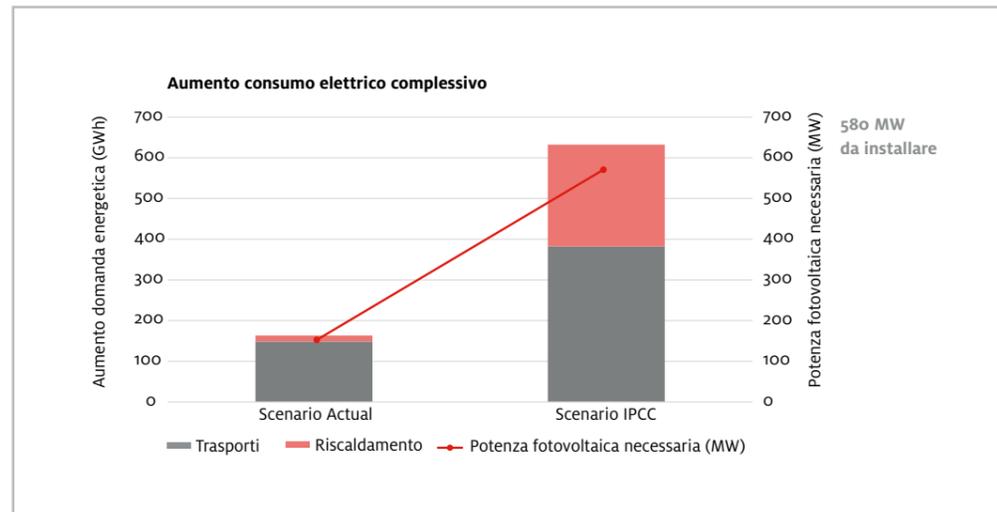


Figura D. Aumento della domanda per l'elettrificazione dei settori termico e dei trasporti e potenza installata di fotovoltaico necessaria a compensare questo aumento. Elaborazioni di Eurac Research

Il capitolo A1.3 dell'Allegato 1 illustra le possibilità di risanamento degli edifici nei centri storici dell'Alto Adige. Viene evidenziato che, con il giusto approccio, è possibile preservare questo importante patrimonio storico-culturale e, allo stesso tempo, ottenere un elevato livello di comfort abitativo con un consumo energetico ridotto.

Il capitolo A1.4 dell'Allegato 1, invece, evidenzia le possibilità di un database energetico provinciale unico. Oggi questi dati sono distribuiti in una moltitudine di siti web, progetti e rapporti e sono in parte disponibili solo se richiesti a soggetti pubblici o istituzioni. Un'analisi dettagliata è quindi possibile solo da parte di personale esperto e con un elevato dispendio di tempo; una centralizzazione consentirebbe invece l'accesso anche alla cittadinanza interessata e potrebbe generare nuovi servizi energetici.

5. AGRICOLTURA

Il ruolo dell'agricoltura altoatesina in relazione ai cambiamenti climatici è stato finora studiato più dal punto di vista degli impatti e degli adattamenti; si è considerato meno l'aspetto della produzione di emissioni. La quota sul totale è inferiore a quella dei trasporti o del riscaldamento, il calcolo delle emissioni annue e della loro possibile riduzione è per contro più complesso. Da un lato, ciò ha a che fare con la difficoltà di delimitare il sistema agricolo (per esempio calcolare le emissioni riconducibili ai mangimi); dall'altro lato, l'agricoltura e l'uso del suolo sono finora gli unici settori in grado di rimuovere in modo permanente quantità rilevanti di CO₂ dall'atmosfera. Da ultimo, ma non per questa considerazione meno importante, la produzione e il consumo di cibo sono profondamente radicati nelle abitudini e nelle tradizioni, per cui i cambiamenti

necessari sono associati a una forte emotività e vanno affrontati con la dovuta consapevolezza. Tuttavia, se vogliamo stabilizzare l'aumento di temperatura attorno ai 1,5-2°C nel prossimo futuro, sono necessari cambiamenti fondamentali di gestione e di comportamento anche nell'alimentazione e nell'uso del suolo.

Nel capitolo 6.2 di questa pubblicazione vengono innanzitutto descritte e quantificate le emissioni dell'agricoltura altoatesina. Le emissioni territoriali dirette ammontano a circa 490.000 t di CO₂eq, che corrispondono a circa il 18,8% delle emissioni totali dell'Alto Adige. La maggior parte delle emissioni è costituita da metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) provenienti dagli allevamenti. Servizi e attività a valle e a monte raddoppiano queste emissioni (vedi figura E). Ciò si traduce in emissioni annue di poco inferiori a 1 milione di t di CO₂eq per l'agricoltura altoatesina (inclusi gli input e gli output, anche extraterritoriali).

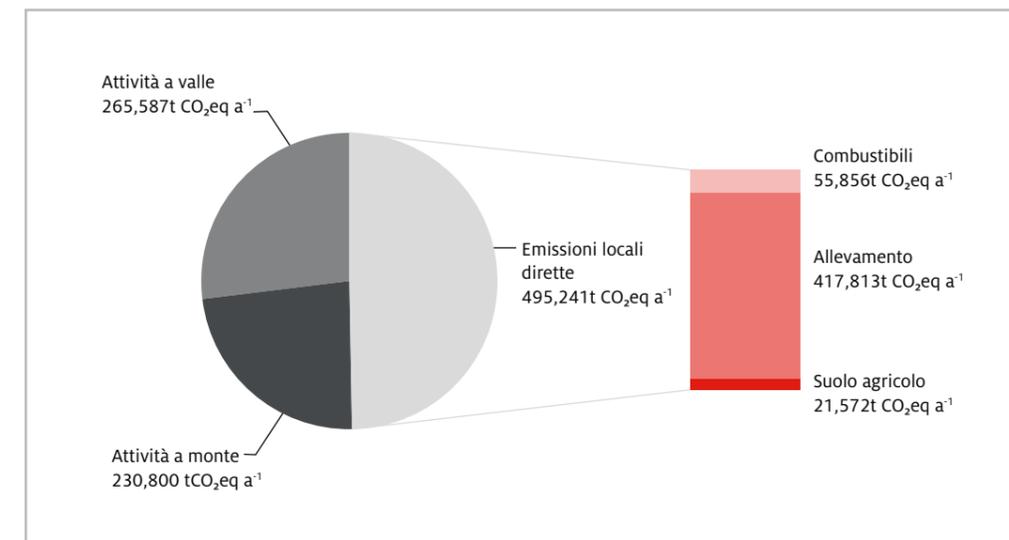


Figura E. Composizione dei gas serra prodotti direttamente e localmente dall'agricoltura altoatesina.

In questo bilancio mancano ancora i dati relativi all'uso del suolo e dei boschi (per esempio, le variazioni del contenuto di carbonio). Come in altre aree dell'Europa centrale, si può ipotizzare che quest'area dell'Alto Adige costituisca un serbatoio di assorbimento netto significativo. Sebbene esistano misurazioni e indagini isolate sulla capacità di assorbimento del carbonio, manca però ancora un quadro generale scientificamente validato. Dal punto di vista legale, solo una parte della capacità di assorbimento dei boschi può essere considerata serbatoio di assorbimento. L'impronta di carbonio della silvicoltura altoatesina (compreso l'uso della biomassa o l'innalzamento del limite del bosco) richiede tuttavia ancora una rivalutazione sostanziale.

La sezione 6.5 fornisce una panoramica delle strategie climatiche e delle principali misure di mitigazione adottate in alcuni paesi; la maggior parte di queste iniziative sarebbe applicabile anche in Alto Adige. Le misure, spesso formulate in termini qualitativi, comprendono essenzialmente il miglioramento della gestione dei fertilizzanti, il rafforzamento dell'agricoltura biologica e l'adeguamento dell'alimentazione. A livello locale esistono diverse misure e piani specifici, ma non una strategia generale con valori target definiti.

Il capitolo 6.6 esamina infine gli scenari per un'agricoltura altoatesina neutrale dal punto di vista climatico. Misure attive per migliorare il contenuto di carbonio nel suolo (la cosiddetta "agricoltura del carbonio") possono in qualche modo compensare le emissioni nel lungo periodo, ma non ci si possono aspettare grandi miglioramenti nel bilancio climatico dell'Alto Adige perché ci sono solo poche aree coltivabili, l'agricoltura consiste principalmente di piccole strutture e i terreni hanno già un contenuto di carbonio relativamente alto. Il modo più efficace per raggiungere la neutralità climatica è quindi quello di evitare le emissioni. Tra le tante misure, i tre punti seguenti sembrano essere i più importanti. Le stime sulla riduzione delle emissioni sono approssimative e dipendono essenzialmente dalla coerenza dell'attuazione delle misure.

- Estensivizzazione dell'allevamento (razze a doppia vocazione di produzione, alta percentuale di foraggio di base) in combinazione con misure tecniche (produzione di biogas, stoccaggio di fertilizzanti). Potenziale di risparmio fino a circa 100 kt di CO₂eq all'anno.
- Aumentare la conversione a colture vegetali in aree climaticamente favorevoli. Potenziale di risparmio fino a circa 100 kt di CO₂eq all'anno.
- Sostituzione, nell'industria della frutta e del vino, degli imballaggi realizzati con l'impiego di risorse fossili e processi energivori con materiali riciclabili, riduzione del peso delle bottiglie o introduzione di bottiglie riutilizzabili. Potenziale di risparmio fino a 50 kt di CO₂eq all'anno.

È ovvio che questi cambiamenti non riguardano solo il settore agricolo, ma richiedono il coinvolgimento dell'intera società. Ciò include un consumo che sia consapevole degli impatti sul clima e quadri politici chiari e coraggiosi.

6. MISURE

Oltre alle misure già in atto, si propongono i seguenti dieci campi d'azione per raggiungere in Alto Adige l'obiettivo di ridurre le emissioni entro il 2030 del 45% rispetto ai valori del 2010.



Proposta 1: rendere i veicoli elettrici la scelta più attrattiva per tutti

Elaborare un set di misure che renda la scelta di un veicolo elettrico la scelta "naturale" per tutti.

Nei paesi in cui la maggior parte della clientela acquista veicoli elettrici sono state adottate molte misure per aumentare l'attrattiva di questi veicoli: oltre agli incentivi all'acquisto, ci sono vantaggi nell'uso dei parcheggi, la possibilità di guidare nelle corsie riservate agli autobus, la possibilità di guidare nelle zone a emissioni zero, vantaggi nell'uso delle autostrade e lo sviluppo di un'infrastruttura di ricarica molto capillare. Nelle città, le cargo bike elettriche possono sostituire in diversi casi una seconda auto.



Proposta 2: incentivi solo per veicoli a zero emissioni

Concentrare gli incentivi esclusivamente su veicoli a zero emissioni (solo 100% elettrici o a idrogeno).

Oggi viene incentivata la vendita sia dei veicoli a emissioni zero sia di quelli a basse emissioni. I veicoli a basse emissioni, tuttavia, hanno spesso un consumo di carburante molto più elevato nell'uso reale rispetto a quanto dichiarato al momento dell'acquisto (studi¹² riportano che in Europa il consumo reale dei veicoli ibridi plug-in sarebbe da due a quattro volte superiore a quello dichiarato al momento dell'acquisto).



Proposta 3: rendere l'A22 un'asse più attrattiva per veicoli commerciali a zero emissioni

Elaborare un set di misure che permetta di attrarre trasporto a zero emissioni e ridurre il trasporto con emissioni.

I camion a emissioni zero sono di recente introduzione. Tuttavia, il loro impiego può diventare molto più attrattivo se i pedaggi autostradali per questi veicoli sono più bassi rispetto a quelli convenzionali, se questi veicoli possono utilizzare l'autostrada per più ore al giorno e se esiste un'infrastruttura adeguata che consente di ricaricare facilmente anche i camion a batteria elettrica e a idrogeno.

¹² <https://www.transportenvironment.org/discover/fixing-the-phev-loop-hole/>



Proposta 4:
accelerare l'elettrificazione delle flotte aziendali

Elaborare un set di misure che renda più attrattivo il passaggio a una flotta a zero emissioni.

Le flotte aziendali rappresentano il 20% dei veicoli, il 40% dei km percorsi e il 50% delle emissioni dei trasporti nell'UE¹³. Gli incentivi sono quindi particolarmente efficienti in questo settore e possono riguardare sia i veicoli sia la nuova infrastruttura di ricarica da realizzare appositamente per l'azienda. Creare flotte aziendali a zero emissioni vuol dire anche immetterle nel giro di pochi anni sul mercato dell'usato e permettere così a strati sociali più ampi della popolazione di acquistare veicoli a zero emissioni.



Proposta 5:
100% di autobus pubblici a zero emissioni

Investire fin da subito solo in autobus a zero emissioni, con l'obiettivo di sostituire tutti gli autobus a combustibili fossili entro il 2030.

Alcune grandi città cinesi hanno già completato questa transizione con migliaia di autobus¹⁴. Diverse città europee stanno lavorando per raggiungere questo obiettivo¹⁵. L'esperienza a livello regionale è più limitata. Tuttavia gli sviluppi della tecnologia e del mercato sono molto rapidi¹⁶ e gli effetti positivi di un passaggio sono molteplici.



Proposta 6:
solo fonti rinnovabili per i nuovi edifici

Implementare uno standard in cui il fabbisogno energetico sia esclusivamente coperto da fonti rinnovabili per tutti i nuovi edifici costruiti.

I nuovi edifici hanno uno standard di efficienza energetica e di comfort molto elevato. La maggior parte di essi è dotata di sistemi di riscaldamento a bassa temperatura. L'installazione di sistemi di riscaldamento a fonti rinnovabili al posto delle caldaie a combustibili fossili è quindi semplice.



Proposta 7:
solo fonti rinnovabili in caso di risanamento profondo

Strutturare le misure per il risanamento profondo in modo tale che l'eliminazione della caldaia a fonte fossile diventi lo standard.

Come gli edifici nuovi, anche quelli soggetti a risanamento profondo hanno

¹³ Ernst&Young, Accelerating fleet electrification in Europe When does reinventing the wheel make perfect sense, 2021

¹⁴ Esempio Shenzhen: IEA, Berlin A. et al, *Case Study: Electric buses in Shenzhen, China*

¹⁵ Esempio Milano: <https://www.atm.it/it/IlGruppo/IlNostrImpegno/Pagine/Rinnovodel-laflotta.aspx>

¹⁶ <https://www.now-gmbh.de/aktuelles/pressemitteilungen/bmdv-bringt-rund-3-000-saube-re-busse-auf-die-strasse/>



Proposta 8:
graduale eliminazione delle caldaie solo fossili

Strutturare una misura per promuovere l'installazione di sistemi di generazione perlomeno ibridi nel caso di sostituzione di una caldaia a combustibile fossile. La frequenza con cui vengono sostituite le caldaie è significativamente superiore a quella delle ristrutturazioni profonde degli edifici (circa quattro volte superiore). Per consentire una rapida decarbonizzazione del parco edifici è importante evitare di sostituire una caldaia a combustibile fossile con una nuova caldaia ancora a combustibile fossile. Le alternative sono sistemi di riscaldamento del tutto rinnovabili o almeno ibridi. I sistemi ibridi combinano per esempio un sistema di riscaldamento a gas con una pompa di calore. In questo modo, la pompa di calore (priva di emissioni in loco) può fornire il calore necessario per la maggior parte dell'anno, mentre il riscaldamento a gas viene utilizzato solo nelle giornate particolarmente fredde.



Proposta 9:
graduale decarbonizzazione dei teleriscaldamenti fossili

Elaborare e implementare gradualmente piani di decarbonizzazione dei teleriscaldamenti che ancora utilizzano grandi quantità di fonti fossili.

Gli impianti di teleriscaldamento sono un'infrastruttura preziosa per concentrare i punti di combustione di molte caldaie individuali in pochi impianti molto controllati. In questo modo contribuiscono significativamente al miglioramento della qualità dell'aria nelle città e nei paesi. Per i pochi impianti di teleriscaldamento in Alto Adige che si affidano alla combustione di gas naturale è necessario sviluppare strategie per ridurre questa dipendenza. Nei prossimi anni queste strategie dovranno essere implementate gradualmente realizzando generatori di calore rinnovabili e strategie di utilizzo di calore di scarto.



Proposta 10:
industria: conoscere e ridurre

Sviluppare misure che permettano di aumentare la conoscenza e di implementare misure di riduzione delle emissioni nel settore industriale.

Sono necessari dei studi per identificare in quali settori, in quali processi e a che temperature vengono impiegati i combustibili fossili in Alto Adige. Dati precisi permetteranno di individuare le alternative per i singoli settori e processi e di incentivarle in modo mirato. In linea con gli altri settori, è anche importante implementare le alternative nel settore industriale il più rapidamente possibile e integrare o sostituire rapidamente i combustibili fossili con fonti rinnovabili.

1.

Introduzione

Autore:

Marc Zebisch (Istituto per l'osservazione della Terra)

1.1. SCOPO DELLO STUDIO

La comunità scientifica è ampiamente concorde nel ritenere che il rapido raggiungimento della neutralità climatica globale rappresenti l'unica possibilità per mantenere l'innalzamento della temperatura media del nostro pianeta entro il limite di 1,5°C e in ogni caso nettamente al di sotto dei 2°C (obiettivi vincolanti dell'Accordo di Parigi del 2015). La Legge europea sul clima impone a tutte le regioni e i settori il conseguimento della neutralità climatica entro il 2050. Anche l'Alto Adige dovrebbe perseguire questo obiettivo, definendolo in modo vincolante in una strategia o in un piano per la riduzione del cambiamento climatico e attuando misure concrete.

1.1.1. I temi trattati nello studio

Nella presente relazione illustriamo il contesto scientifico, politico e giuridico in cui s'inserisce la strategia per la mitigazione dei cambiamenti climatici in Alto Adige. Inoltre, delineiamo una serie di scenari sulle possibili vie percorribili per l'approdo alla neutralità climatica nei settori del trasporto, dell'edilizia, dell'energia e dell'industria (capitolo 5), nonché sulle modalità di riduzione delle emissioni in agricoltura (capitolo 6), immaginando come si svolgerebbe la vita in un Alto Adige a impatto climatico zero (allegato 2). Esamineremo da vicino le più recenti acquisizioni scientifiche, tra cui quelle del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC), così come le ultime delibere e normative delle commissioni internazionali, europee e nazionali. Inoltre, analizzeremo i possibili effetti sugli obiettivi e i piani della strategia climatica della Provincia autonoma di Bolzano. Per gli scenari orientati alla neutralità climatica, sono state svolte modellizzazioni e stime specifiche, che sottendono all'attuale schema comportamentale sociale e nondimeno consentono una netta riduzione delle emissioni. Un ulteriore spunto di riflessione è proposto dal capitolo in allegato, che tratteggia una società fortemente permeata da modifiche comportamentali. Il quadro delineato è l'adattamento di uno dei quattro scenari contenuti nello studio "Spunti di riflessione Covid-19: scenari futuri per un Alto Adige 2030+ più sostenibile"¹⁷.

Il presente studio intende proporsi come supporto e integrazione al nuovo Piano Clima della Provincia autonoma di Bolzano, attualmente in fase di elaborazione (situazione a maggio 2022).

1.1.2. I temi non trattati nello studio

Il presente studio è da intendersi come primo contributo ai possibili percorsi che conducono alla neutralità climatica. A causa dei ridotti tempi di elaborazione, alcuni aspetti importanti, che dovrebbero costituire materia di discussione ai fini di una strategia climatica complessiva, non sono stati approfonditi.

¹⁷ https://bia.unibz.it/esploro/outputs/report/Spunti-di-riflessione-Covid-19--scenari/991005894750901241?institution=39UBZ_INST

- Lo studio riguarda esclusivamente le emissioni territoriali di gas a effetto serra (GES) e la loro riduzione. Più precisamente, viene fatto riferimento alle emissioni prodotte direttamente in Alto Adige, per esempio quelle generate dai motori a combustione interna dei veicoli che hanno fatto rifornimento in regione o dalla combustione di combustibili fossili in impianti di riscaldamento a gas o a gasolio, ma anche al metano liberato in atmosfera nel comparto agricolo. Le emissioni grigie, ovvero quelle generate al fuori dei confini provinciali, ma causate dal consumo di prodotti e dalla fruizione di servizi in Alto Adige, non vengono prese in esame. Tra queste sono annoverabili le emissioni derivanti dalla produzione di merce realizzata altrove ma consumata in Alto Adige (per esempio abbigliamento, elettronica, generi alimentari), così come quelle riconducibili a beni e strumenti realizzati fuori regione, come i mangimi concentrati importati, i materiali da costruzione o l'energia elettrica proveniente da fonti non rinnovabili. In Alto Adige, le cosiddette emissioni grigie si attestano nettamente al di sopra delle emissioni territoriali: in provincia, infatti, è maggiore la merce importata rispetto a quella esportata. Attualmente, è disponibile solo una stima delle emissioni personali, comprese quelle grigie, effettuata con l'aiuto del calcolatore di CO₂ dell'Agenzia CasaClima¹⁸: sono state conteggiate circa 7,4 tonnellate di emissioni pro capite in un anno, ben superiori alle circa 5 tonnellate di emissioni territoriali. La provincia, per esempio mediante il sostegno ai cicli economici locali e l'incentivo al riutilizzo (riparazioni, riciclo), ha la possibilità di ridurre anche le emissioni grigie. In tal senso, in una strategia di mitigazione dei cambiamenti climatici, dovrebbe essere preso in considerazione anche l'abbattimento delle emissioni grigie.
- Le misure per la riduzione delle emissioni (capitolo 5), che riguardano per lo più soluzioni tecnologiche, non presuppongono un profondo cambiamento comportamentale (per esempio il passaggio dal trasporto privato a quello pubblico). Pertanto, tali scenari, che tratteggiano cambiamenti prevalentemente tecnologici non comportamentali, sono da considerarsi business as usual. I calcoli effettuati per la Germania, tuttavia, mostrano come, mediante un cambiamento comportamentale in grado di innescare trasformazioni sociali (per esempio modello di mobilità, alimentazione), si può ottenere un risparmio nel settore energetico che agevola il conseguimento della neutralità climatica di 3-4 volte rispetto a uno scenario business as usual¹⁹. L'allegato II tenta quantomeno di delineare come potrebbe essere la vita dopo un processo di trasformazione sociale, in un Alto Adige a impatto zero.
- Nel presente studio non vengono esaminate le modalità con cui i percorsi verso la neutralità climatica possono essere approntati nel modo più efficiente ed esaustivo possibile a tutti i livelli delle ripartizioni (tema "governance").
- Il presente rapporto non tratta nemmeno il tema dell'adattamento al cambiamento climatico, la cui gestione contempla due importanti strategie, che devono essere implementate contemporaneamente e in modo coordinato. Gli approcci vengono presentati come equivalenti, sia nell'Accordo di Parigi, che nella Legge europea sul clima.

- Mitigazione dei cambiamenti climatici (*mitigation*): l'articolo 2 della Legge europea sul clima traccia la strategia per mitigare il cambiamento climatico mediante la riduzione dei gas serra (GES) in tutti gli ambiti di azione. L'obiettivo è il raggiungimento della neutralità climatica. La tutela del clima non può prescindere da un rilevamento delle emissioni di tutti i gas serra in ogni settore, così come dall'identificazione dei potenziali di risparmio. L'obiettivo (globale ed europeo) è il conseguimento della neutralità climatica entro il 2050.
- L'adattamento al cambiamento climatico (*adaptation*): l'articolo della Legge europea sul clima descrive tutte le misure, fondamentali e necessarie, al fine di un adeguamento alle inevitabili conseguenze del cambiamento climatico. Anche qui, è opportuno coprire tutti gli ambiti di azione. Poiché le conseguenze del riscaldamento globale sono già tangibili (per esempio caldo estremo, siccità, incendi boschivi, precipitazioni intense e inondazioni), viene auspicata, a livello internazionale, un'integrazione delle strategie per la tutela dagli eventi naturali e dai rischi ivi connessi (*Disaster Risk Reduction DRR*) con l'adattamento al cambiamento climatico (*Climate Change Adaptation CCA*). Anche alla luce dei lunghi tempi esecutivi, dalla pianificazione all'implementazione, è necessario ideare e avviare immediatamente ogni adattamento. Ciò, per esempio, dovrebbe avvenire nell'ambito della progettazione di nuovi insediamenti, per i quali sono da prevedere sufficienti corridoi di aria fresca, superfici verdi e aree disperdenti volti a creare una protezione dalle conseguenze della calura, ma anche dalle piogge torrenziali. L'adattamento, che non può prescindere da un'analisi dei rischi connessi al riscaldamento globale, ha come obiettivo il conseguimento di una resilienza climatica, ovvero di una "resistenza" quanto più elevata possibile rispetto alle conseguenze, inevitabili e già in atto, del cambiamento climatico.

Negli ultimi anni si è compreso quanto mitigazione e adattamento al cambiamento climatico siano strettamente connessi tra loro. Così, per esempio, edifici ben coibentati non solo consumano meno energia (mitigazione del cambiamento climatico), ma sono anche ben protetti dal caldo estremo (adattamento al cambiamento climatico). Per contro, l'installazione di un maggior numero di impianti di climatizzazione (adattamento al cambiamento climatico contro la calura) accresce il fabbisogno energetico e con esso le emissioni. I cosiddetti piani di azione per il clima coniugano i due aspetti, mitigazione e adattamento, illustrando come entrambe le strategie possano essere integrate nei processi di progettazione (per esempio il Programma di sviluppo comunale) o negli strumenti (per esempio leggi, incentivi) esistenti (*mainstreaming climate action into policies*). Le due strategie dovrebbero diventare parte costitutiva della trasformazione socio-ecologica, perseguita anche dall'UE con la sua "mission adaptation", che intende condurre tutti i settori e gli ambiti di azione a un approccio sostenibile e socialmente responsabile. Per la Provincia autonoma di Bolzano raccomandiamo lo sviluppo di una strategia di adattamento al cambiamento climatico quale necessaria integrazione al Piano Clima. È opportuno concretizzare entrambe le strategie nel medio termine, facendole confluire in un piano di azione. Parallelamente, dovrebbe essere istituita anche una struttura di governance (per esempio una task force per il clima). Gli stakeholder (per esempio ripartizioni e uffici), così come gli strumenti (per esempio processi di pianificazione quali il Programma di sviluppo comunale) sono strettamente connessi tra loro.

¹⁸ <https://www.agenziacasaclima.it/it/calcolatore-co2--5-161.html>

¹⁹ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem-Update-Klimaneutralitaet-2045.pdf>

1.2. CRISI CLIMATICA: LA NECESSITÀ DI UN'AZIONE URGENTE

L'urgenza di una coerente azione di mitigazione del cambiamento climatico è emersa chiaramente, come mai in passato, nel 2021, anno caratterizzato da eventi estremi: i picchi di calore registrati in Canada e Sicilia, con temperature prossime ai 50°C, hanno infranto i precedenti record di svariati gradi, mentre le piogge torrenziali e gli eventi alluvionali in Germania e Belgio hanno causato oltre 100 vittime. Tali fenomeni fanno comprendere come gli eventi climatici estremi, anche in Europa, possano andare ben al di là di ogni previsione, superando i limiti dell'attuale gestione del rischio. Se fino a poco tempo fa gli studi riguardavano per lo più le mutazioni a lungo termine conseguenti al cambiamento climatico (per esempio surriscaldamento, scarse precipitazioni nevose, scioglimento dei ghiacciai), negli ultimi anni si è provato scientificamente che anche la probabilità e l'intensità di fenomeni estremi particolarmente dannosi sono già aumentate in modo rilevante. Anche nell'area alpina le forti precipitazioni piovose fanno già registrare un'intensificazione di circa il 10-15%^{20,21,22}, mentre i picchi di calore, come quelli registrati in Canada o in Sicilia, sarebbero di fatto impossibili senza il cambiamento climatico²³. Un nuovo studio dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA), condotto da Eurac Research, attesta l'incremento di eventi estremi, delineando lo sviluppo futuro di tali eventi^{24,25}.

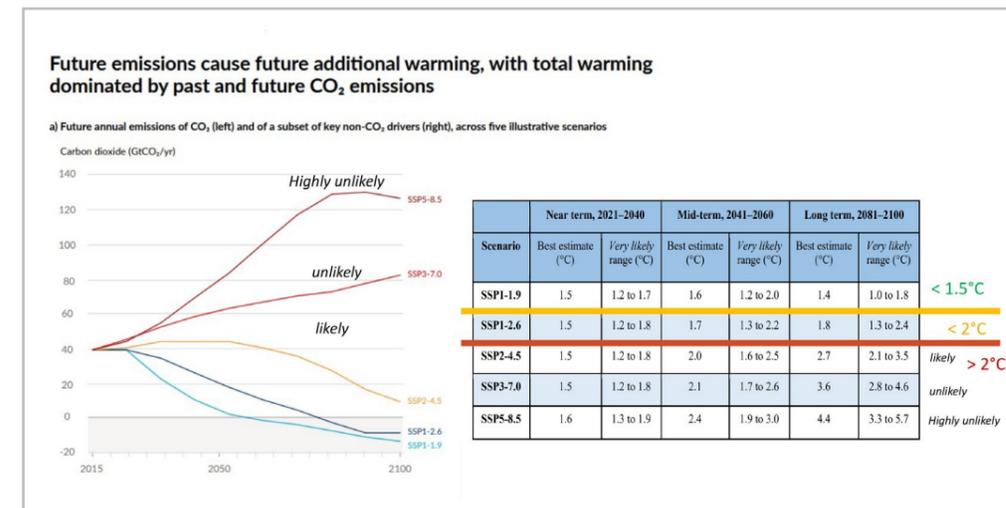


Figura 1. Scenario globale relativo all'andamento delle emissioni (sinistra) e delle temperature (IPCC, 2021)

Il primo volume del "Rapporto di valutazione" dell'IPCC²⁶ pubblicato nell'agosto del 2021 attesta per la prima volta come, in molte zone del mondo, fenomeni quali picchi di calore estremo, precipitazioni intense e siccità abbiano già fatto registrare una significativa intensificazione. Il report, inoltre, tratta l'ulteriore aumento della temperatura, che in tutto il mondo si attesta a 1,1°C e nell'Europa centrale sfiora i 2°C, mentre nell'area alpina ha superato i 2°C. Il rapporto ipotizza, entro il 2100, un incremento di 2,7°C nello scenario intermedio SSP2-4,5 [2,1°C-3,5°C] e di 4,4°C nello scenario peggiore SSP5 [3,3°C-5,7°C]. Entrambi gli scenari si collocherebbero ben oltre l'obiettivo di Parigi di 1,5° o 2°C e comporterebbero un elevato rischio di mutamenti accelerati e irreversibili (attivazione di punti di non ritorno climatico^{27,28}), con conseguenze catastrofiche e imponderabili per gli esseri umani e l'ambiente. Anche i danni economici sarebbero cospicui: per l'Europa, a fronte di un surriscaldamento di 3°C, nell'ambito di una previsione conservativa, vengono stimati danni annuali nell'ordine dei 175 miliardi di euro²⁹ che, anche qualora venisse raggiunto l'obiettivo di 1,5°C, ammonterebbero in ogni caso alla non trascurabile cifra di 45 miliardi di euro l'anno.

20 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094719301720>

21 <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015JD024634>

22 <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf>

23 <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/NW-US-extreme-heat-2021-scientific-report-WWA.pdf>

24 <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/climate-related-hazard-indices-for-europe>

25 <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1>

26 <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>

27 <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0#ref-CR3>

28 <https://www.pnas.org/content/112/43/E5777>

29 <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iv/economic-impacts>

2.

Il quadro internazionale e dell'Unione europea in materia di clima ed energia

Autore e autrice:

Marc Zebisch (Istituto per l'osservazione della Terra)
Mariachiara Alberton (Istituto di studi federali comparati)

2.1. IL QUADRO INTERNAZIONALE

Il quadro internazionale per ogni misura di mitigazione del cambiamento climatico e politica di adattamento al cambiamento climatico si rifa all'**Accordo di Parigi**³⁰, trattato internazionale e giuridicamente vincolante firmato nel 2015. Nella sostanza, l'intesa si fonda su tre pilastri (articolo 2), con l'obiettivo di minimizzare gli effetti connessi al cambiamento climatico e i rischi per l'umanità.

- Attuazione di misure per mantenere l'aumento della temperatura media mondiale ben al di sotto dei 2°C e laddove possibile limitare tale incremento a 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali.
- Attuazione di misure per incrementare la capacità di adattamento al cambiamento climatico e promuovere la resilienza climatica.
- Attuazione di misure per il finanziamento delle misure di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico dei Paesi in via di sviluppo per un importo pari a 100 miliardi di dollari all'anno.

Poiché nell'ambito dei negoziati sul clima di Parigi la necessità e la conseguibilità dell'obiettivo di limitare l'incremento della temperatura globale a 1,5°C erano ancora controversi, l'IPCC è stato incaricato di redigere un report dedicato, il cosiddetto Rapporto speciale sul riscaldamento globale di 1,5°C³¹. Il documento attesta l'importanza di conseguire l'obiettivo di 1,5°C rispetto a quello dei 2°C (per esempio 10 milioni di persone in meno colpite dall'innalzamento del livello del mare, il 50% in meno di individui colpiti dalla penuria di risorse idriche), appurando le modalità di conseguimento di tale intento (mediante la neutralità climatica entro il 2050, si veda la figura 2). Alla COP26 di Glasgow (ottobre 2021), gli Stati hanno presentato per la prima volta i loro obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni (Nationally Determined Contributions – NDC)³² ai sensi dell'Articolo 4 dell'Accordo di Parigi. Secondo i calcoli dell'UNFCCC³³, se tutti gli obiettivi di riduzione fossero conseguiti, entro il 2030 le emissioni globali aumenterebbero di un ulteriore 13,7% rispetto al 2010, determinando un riscaldamento globale di 2,5°C entro il 2100. Tali calcoli mostrano come, a livello globale, con gli attuali obiettivi nazionali, siamo ancora ben lontani dal limite di 1,5°C. Nella dichiarazione conclusiva³⁴, gli Stati confermano il loro intento di attenersi all'obiettivo di 1,5°C, prefiggendosi entro il 2030 una riduzione delle emissioni del 45% rispetto al 2010, così come il conseguimento della neutralità climatica entro la metà del secolo³⁵. Alla luce di tale decisione, gli obiettivi nazionali (NDC) dovrebbero essere ridefiniti.

³⁰ https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

³¹ <https://www.ipcc.ch/sr15/>

³² <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs>

³³ <https://unfccc.int/news/cop26-update-to-the-ndc-synthesis-report>

³⁴ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_L16_adv.pdf

³⁵ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf

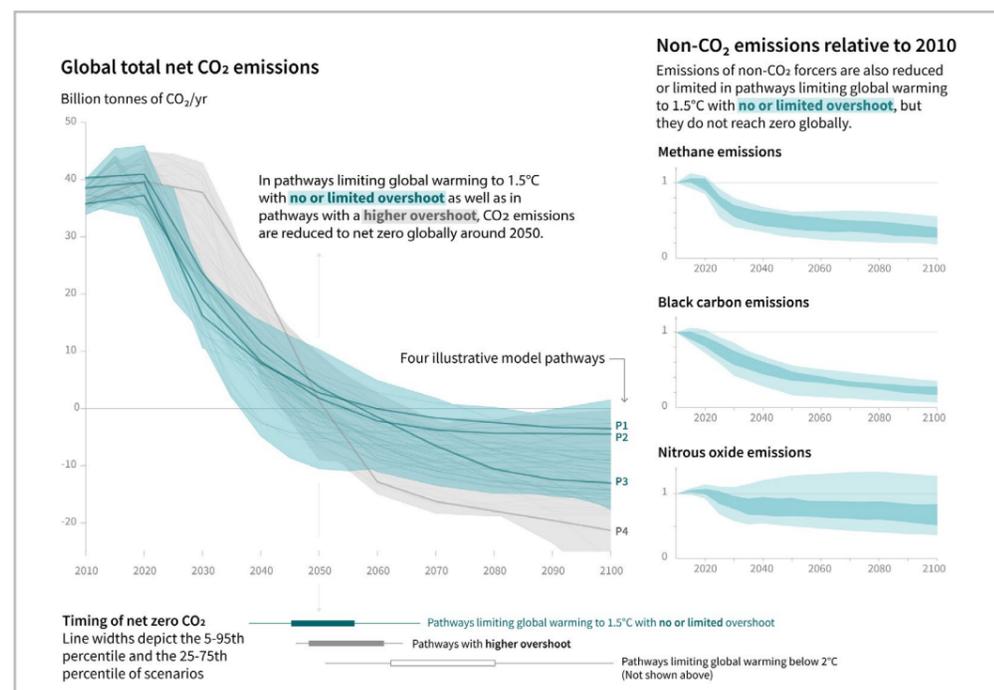


Figura 2. Percorsi di riduzione della CO₂ (a sinistra) e di altri gas serra (a destra), volti al conseguimento del limite di 1,5°C. Per la CO₂, in ogni caso, si rende necessaria una riduzione immediata e drastica, così come l'azzeramento delle emissioni entro il 2050. Fonte: IPCC Report 1,5°C <https://www.ipcc.ch/sr15/>

2.2. IL QUADRO DELL'UNIONE EUROPEA

Il quadro legislativo e programmatico dell'Unione europea in materia di energia e clima per il periodo 2021-2030 e per il lungo periodo fino al 2050 è in continua evoluzione.

Con la comunicazione "Quadro per le politiche dell'energia e del clima dal 2020 al 2030" (COM 2014/015 finale) e con il pacchetto legislativo "Energia pulita per tutti gli europei", l'UE ha definito per la prima volta i propri obiettivi in materia di energia e clima per il periodo 2021-2030:

- una riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 40% rispetto all'anno 1990 – poi aggiornata ad almeno il 55% rispetto al 1990 (*infra*), da raggiungere attraverso tre strumenti legislativi: la direttiva EU "Emission Trading System" (ETS) per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (Dir. 2018/410 che modifica la Dir. 2003/87); il regolamento EU "Effort Sharing" (ES) sulla condivisione degli sforzi di riduzione delle emissioni di ciascun Stato membro

UE nei settori non ricadenti nell'ETS (Reg. 2018/842 che modifica il Reg. 525/2013 e la Decisione 406/2009); il regolamento EU "Land Use Land Use Change and Forestry" (LULUCF) sull'uso del suolo, sui cambiamenti di uso del suolo e sulla silvicoltura (Reg. 2018/841 che modifica il Reg. 525/2013 e la Decisione 529/2013).

- un obiettivo vincolante pari ad almeno il 32% di consumi energetici da rinnovabili da attuare attraverso la Direttiva EU 2018/2001 (RED II). È previsto un target specifico nel settore dei trasporti pari al 14%.
- un obiettivo pari ad almeno il 32,5% di miglioramento dell'efficienza energetica da attuare attraverso la Direttiva EU 2018/2002.

La Commissione europea ha successivamente pubblicato "Il Green Deal europeo" (COM 2019 640 final), per trasformare l'UE in un'economia competitiva che nel 2050 sarà a emissioni zero. In questa direzione è stata adottata la "Normativa europea sul clima" (Reg. 2021/1119), che ha reso vincolante l'obiettivo politico della neutralità climatica entro il 2050 prevista nel Green Deal e il traguardo dell'UE per il 2030 di una riduzione interna netta delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55%, rispetto ai livelli del 1990. Si tratta di un nuovo e più ambizioso obiettivo che ha richiesto un nuovo processo di revisione della legislazione europea in materia. Nel luglio 2021 la Commissione europea ha, così, adottato il pacchetto "Pronti per il 55%" ("Fit for 55", COM(2021) 550 final) con cui propone di rivedere i diversi atti legislativi dell'UE sul clima e sull'energia – tra cui il sistema di scambio di emissioni, il regolamento sulla condivisione degli sforzi, la direttiva sull'efficienza energetica, la direttiva sull'uso delle energie da fonti rinnovabili, la legislazione sui trasporti e l'uso del suolo – e di introdurre nuovi strumenti, per esempio un meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere. In sintesi, i principali obiettivi dell'UE per il 2030 (attualmente in vigore e in corso di revisione nel pacchetto "Pronti per il 55%") sono quelli riportati nella seguente tabella:

OBIETTIVI DELL'UE PER IL 2030 (ATTUALMENTE IN VIGORE)	OBIETTIVI DELL'UE PER IL 2030 (PROPOSTI NEL PACCHETTO "PRONTI PER IL 55%")
riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 55% (rispetto ai livelli del 1990): Legge europea sul clima	riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 55% (rispetto ai livelli del 1990): Legge europea sul clima
una quota di almeno 32% del consumo energetico da fonti rinnovabili: Dir. 2018/2001 RED II	una quota di almeno 40% del consumo energetico da fonti rinnovabili: COM (2021) 557 finale
riduzione del fabbisogno di energia primaria del 32,5%: Dir. 2018/2002	riduzione del fabbisogno di energia primaria almeno del 36%-39%: COM (2021) 558 finale (rifusione)

Per garantire il conseguimento degli obiettivi energetici e climatici dell'UE e in linea con l'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, il regolamento sulla governance per l'Unione dell'energia (Reg. 2018/1999, integrato dal Reg. 2020/1044) riunisce gli obblighi per gli Stati membri in materia di pianificazione e comunicazione sull'energia e il clima nei seguenti documenti: le Strategie a lungo termine per la riduzione delle emissioni con una prospettiva cinquantennale, i

3.

Piani nazionali integrati per l'energia e il clima (PNIEC) che coprono periodi di dieci anni a partire dal decennio 2021-2030, le **Relazioni biennali nazionali sui progressi compiuti** nell'attuazione dei piani a partire dal 2021.

L'**iniziativa dell'UE sul fronte dell'adattamento** si è, invece, concretizzata: 1) nell'adozione di una **prima "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici nel 2013"** (COM (2013) 0216 finale), cui ha fatto seguito dopo una fase di revisione la pubblicazione della **nuova strategia** "Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici" **nel 2021** (COM (2021) 82 finale); 2) nella creazione di una piattaforma europea di condivisione delle conoscenze sull'adattamento (**Climate-ADAPT**: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/about>); e infine 3) nella promozione, nel 2014, da parte della Commissione europea dell'iniziativa "Mayors Adapt", poi confluita nel **"Patto dei sindaci per il clima e l'energia"** (<https://www.pattodeisindaci.eu/>) per sostenere anche attraverso finanziamenti e scambio di best practice i governi locali impegnati su base volontaria a raggiungere e superare gli obiettivi dell'UE su clima ed energia.

Parallelamente a queste iniziative legislative e programmatiche, sono stati istituiti meccanismi appositi^[17] per finanziare il Green Deal europeo, tra cui il **"Fondo per una transizione giusta"** (Reg. 2021/1056), rivolto alle regioni e ai settori più esposti alle ripercussioni della transizione a causa della loro dipendenza dai combustibili fossili o della loro dipendenza da processi industriali ad alta intensità di gas a effetto serra. Inoltre, il 30% del bilancio del quadro finanziario pluriennale **2021-2027** dell'UE e del piano di ripresa dell'UE **"NextGenerationEU"** (quest'ultimo istituito per far fronte ai danni economici e sociali causati dalla crisi pandemica) è stato destinato a sostenere l'azione per il clima e per la transizione verde. All'interno del piano NextGenerationEU si menziona per la sua rilevanza per la transizione verde il **"Fondo per la crescita e la resilienza"** (Resilience and Recovery Fund). Inoltre, **opportunità di finanziamento** per azioni in tema di sviluppo sostenibile e transizione verde sono previste da **fondi e programmi EU specifici** anche per le regioni e le città (si veda: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/funding-cities_it; https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/priority-themes-eu-cities/energy-transition-cities_it).

Il quadro legislativo e programmatico dello Stato italiano, delle Regioni e delle Province autonome: una sintesi alla luce delle rispettive competenze

Autori:

Mariachiara Alberton, Francesco Palermo
(Istituto di studi federali comparati)

3.1. IL QUADRO NAZIONALE ITALIANO IN MATERIA DI ENERGIA E CLIMA

La **politica energetica, ambientale e climatica** si fonda su una **competenza condivisa tra l'UE e gli Stati membri** come definita negli **artt. 191-194** del Trattato sul funzionamento dell'Unione europea (TFUE), e **in linea con gli impegni assunti in sede internazionale** dalla stessa UE e dagli Stati membri, in particolare con l'**Accordo di Parigi**.

Gli **obiettivi vincolanti per gli Stati membri, e quindi per l'Italia, per il 2030**, fissati dal pacchetto EU "Energia pulita per tutti gli europei", sono in **evoluzione** poiché l'UE sta lavorando alla **revisione di tutta la normativa** di riferimento (pacchetto "Pronti per il 55%") per raggiungere il **nuovo obiettivo di riduzione di almeno il 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030 e di neutralità climatica entro il 2050**. In ogni caso, indipendentemente dal suo contributo all'obiettivo dell'UE, **ogni Stato membro è libero di stabilire obiettivi più ambiziosi** per finalità di politica nazionale.

In questo quadro di revisione normativa e programmatica al rialzo dei target in materia di riduzione delle emissioni, di energie rinnovabili e di efficienza energetica, gli **obiettivi e gli obblighi vigenti per l'Italia in tema di clima ed energia** sono riconducibili principalmente ai seguenti atti vincolanti e programmatici.

1. Principali atti vincolanti:

- **Reg. UE 2018/842:** direttamente applicabile, fissa il livello vincolante di riduzione delle emissioni di gas serra per l'Italia entro il 2030 al -33% rispetto al livello nazionale del 2005;
- **D.lgs. 47/2021:** recepisce la direttiva 2018/410/UE di modifica della direttiva 2003/87/CE, che ha istituito un sistema di scambio di quote di emissioni di gas a effetto serra nell'UE per sostenere una riduzione delle emissioni più efficace sotto il profilo dei costi e promuovere investimenti a favore di basse emissioni di carbonio, e la decisione (UE) 2015/1814, relativa all'istituzione e al funzionamento di una riserva stabilizzatrice del mercato nel sistema dell'Unione per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra;
- **D.lgs. 199/2021** (in attuazione della direttiva 2018/2001/UE sulle rinnovabili), art. 3: obiettivo minimo del 30% come quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo entro il 2030. L'Italia intende inoltre adeguare il predetto obiettivo percentuale per tener conto delle previsioni di cui al regolamento UE 2021/1119;
- **D.lgs. 73/2020** (in attuazione della direttiva 2018/2002/UE sull'efficienza energetica), art. 3: il contributo nazionale minimo di efficienza energetica al 2030 corrisponde a una riduzione dei consumi pari al 43% dell'energia primaria e al 39,7% dell'energia finale rispetto allo scenario di riferimento PRIMES 2007;
- **D.lgs. 48/2020** (in attuazione della direttiva 2018/844 sulla prestazione energetica nell'edilizia);
- **D.L. n. 111/2019** (cosiddetto "decreto Clima"): include una serie di finanziamenti e incentivi per la mobilità sostenibile, per il trasporto elettrico, per la riforestazione in contesti urbani e

per la riduzione dei rifiuti, oltre al taglio dei sussidi e delle agevolazioni che hanno impatto negativo sull'ambiente;

- **D.L. n. 63/2013 e D.L. n. 34/2020 (art. 119):** introducono detrazioni fiscali e incentivi per interventi di efficienza energetica;
- **D.lgs. n. 187/2021** sulla promozione di veicoli puliti e a basso consumo energetico, L. n. 145/2018 (comma 1031) sugli incentivi per l'acquisto di veicoli elettrici o ibridi.

2. Principali documenti programmatici:

- **"Strategia di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra del 2021"** (in attuazione del regolamento UE sulla governance): individua i possibili percorsi per la "neutralità climatica" entro il 2050;
- **"Piano nazionale integrato energia e clima 2030" (PNIEC)** in attuazione del regolamento 2018/1999 sulla governance: individua gli obiettivi per il 2030 e le relative misure raggruppate in cinque linee di intervento (dimensioni): decarbonizzazione (comprese le fonti rinnovabili); efficienza energetica; sicurezza energetica; mercato interno dell'energia; ricerca, innovazione e competitività. Per ogni linea di intervento vengono individuati obiettivi specifici, calcolati gli scenari di riferimento, le traiettorie settoriali e le proiezioni. Si nota che lo scenario rappresentato e che le misure in esso contenute risultano non più attuali o comunque superate alla luce dei più ambiziosi obiettivi UE e pertanto necessitano di essere riviste;
- nuovo **"Piano nazionale di ripresa e resilienza del 2021" (PNRR):** si inserisce nell'ambito del piano NextGenerationEU e prevede riforme e investimenti in sei missioni principali: digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura; rivoluzione verde e transizione ecologica; infrastrutture per una mobilità sostenibile; istruzione e ricerca; inclusione sociale; salute. Il più ampio stanziamento di risorse, pari al 37% del PNRR, è previsto per la missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica", sviluppata su quattro componenti: agricoltura sostenibile ed economia circolare; transizione energetica e mobilità sostenibile (componente con più fondi); efficienza energetica e riqualificazione degli edifici; tutela del territorio e della risorsa idrica;
- **"Piano di transizione ecologica" (PTE) (Atto del Governo n. 297 del 2/8/2021, approvato nel marzo 2022)**. Il PTE prevede di agire su più macro-obiettivi condivisi a livello europeo: neutralità climatica; azzeramento dell'inquinamento; adattamento ai cambiamenti climatici; ripristino della biodiversità e degli ecosistemi; transizione verso l'economia circolare e la bioeconomia. Il PTE tiene conto delle risorse del "Piano nazionale di ripresa e resilienza" del 2021 anche al fine di aggiornare gli obiettivi della "Strategia di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra" del gennaio 2021 e del "Piano nazionale integrato energia e clima 2030" (PNIEC) del 2019, ormai superati alla luce della revisione legislativa del pacchetto "Pronti per il 55%" e dei nuovi obiettivi UE.

In sintesi, i principali obiettivi dell'Italia per il 2030 (attualmente inclusi nel PNIEC e in fase di revisione a opera del PTE, in linea con il PNRR) sono quelli riportati nella seguente tabella:

OBIETTIVI PER IL 2030	(SINTETIZZATI NEL PNIEC)	(PROPOSTI NEL PTE E IN LINEA CON PNRR)
Emissioni di gas serra		
Riduzione dei GES rispetto al 2005	Settori che ricadono nel sistema di scambio di emissioni: - 43%; settori che non ricadono : -33%	-51%
Energie rinnovabili (FER)		
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia	30%	Almeno 72%
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia nei trasporti	22%	
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi per riscaldamento e raffrescamento	+1,3% annuo (indicativo)	
Efficienza energetica		
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-43% (indicativo)	-45%
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-0,8% annuo (con trasporti)	

3.2. IL QUADRO DI RIPARTIZIONE DELLE COMPETENZE TRA STATO E REGIONI (E PROVINCE AUTONOME): CENNI

Con la riforma del 2001 del Titolo V della Costituzione si ridisegna l'assetto dei rapporti Stato-Regioni-Enti locali. In particolare, il riformato art. 117 Cost. prevede una suddivisione delle competenze legislative tra Stato e Regioni basata su un triplice criterio: l'esclusività di alcune materie tassative in capo allo Stato (art. 117, c. 2), la concorrenza, intesa come determinazione dei principi fondamentali riservata alla legislazione dello Stato e potestà legislativa regionale, per altre materie enumerate (art. 117, c. 3) e, infine, la residualità della potestà legislativa regionale nelle materie non espressamente riservate allo Stato (art. 117, c. 4). A chiusura di questa ripartizione legislativa vi è la previsione della potestà regolamentare in capo allo Stato nelle materie di legislazione esclusiva, salva delega alle Regioni, e in capo alle Regioni in ogni altra materia. Agli Enti locali viene, invece, attribuita la potestà regolamentare in ordine alla disciplina dell'organizzazione e dello svolgimento delle funzioni loro attribuite. L'art. 118 Cost. abbandona il criterio del parallelismo in precedenza adottato e assegna le funzioni amministrative al livello di governo più vicino al territorio, ovvero ai Comuni, salvo che, per assicurarne l'esercizio unitario, siano attribuite ai livelli di governo superiori (Province, Città metropolitane, Regioni e Stato), sulla base dei principi di sussidiarietà, differenziazione e adeguatezza.

Tra le materie di esclusiva competenza legislativa (e regolamentare) statale si inseriscono, tra le altre, i rapporti con l'Unione europea, la tutela della concorrenza, la tutela dei livelli essenziali

delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali, la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema. Rispetto alle materie assegnate in esclusiva alla potestà legislativa statale la possibilità di intervento del legislatore regionale è preclusa.

Tra le materie di legislazione concorrente tra Stato e Regioni, vi sono: la valorizzazione dei beni (culturali e) ambientali, la tutela della salute, la protezione civile, la ricerca scientifica e tecnologica e il sostegno all'innovazione per i settori produttivi, il governo del territorio, porti e aeroporti, le grandi reti di trasporto e di navigazione, la produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia. All'interno dei principi fondamentali stabiliti dalla legge nazionale, tra le principali funzioni poste in capo alle Regioni in materia energetica vi sono per esempio: la formulazione degli obiettivi di politica energetica regionale, la localizzazione e realizzazione degli impianti di teleriscaldamento, lo sviluppo e la valorizzazione delle risorse endogene e delle fonti rinnovabili.

Tra le competenze residuali regionali (implicite), vi sono materie quali, per esempio, agricoltura, caccia, pesca, foreste, miniere, cave e torbiere, acque minerali e termali, industria, turismo, produzione, trasporto e distribuzione regionale e locale dell'energia.

3.3. LE SPECIFICITÀ COMPETENZIALI DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO: SPAZI DI INTERVENTO PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Anche dopo la riforma costituzionale, l'esercizio dei poteri legislativi e amministrativi della Provincia autonoma di Bolzano continua a essere disciplinato dallo **Statuto di autonomia**, tuttavia deve essere letto alla luce della cosiddetta "**clausola di maggior favore**" (art. 10, l. cost. N. 3/2001), secondo la quale "sino all'adeguamento dei rispettivi statuti le disposizioni della presente legge costituzionale si applicano anche alle Regioni a statuto speciale e alle Province autonome di Trento e Bolzano per le parti in cui prevedono forme di autonomia più ampie rispetto a quelle già attribuite". L'applicazione della clausola comporta due corollari in **direzione espansiva per l'autonomia**:

- fermi restando gli elenchi di materie attribuite dallo Statuto di autonomia alla competenza legislativa della Provincia autonoma di Bolzano, la competenza concorrente e residuale attribuita dall'art. 117 Cost. alle Regioni ordinarie si estende anche alla Provincia autonoma. Ciò implica la possibilità per la Provincia autonoma di **ampliare l'elenco delle materie attribuite dallo Statuto**;
- per quanto riguarda le materie elencate nello Statuto d'autonomia, si applica il principio della disciplina più favorevole tra quella dello Statuto e quella dell'art. 117, commi 3 e 4, Cost. In altri termini, se una materia è, per esempio, concorrente per lo Statuto e residuale per le Regioni ordinarie, si applica il **regime più favorevole della potestà residuale (esclusiva delle Regioni), inclusi i limiti cui è soggetto l'esercizio di tale potestà** (vincoli derivanti dalla Costituzione, dall'ordinamento comunitario e dagli obblighi internazionali, cfr. Corte cost. n. 274/2003).

Nonostante la portata innovativa della clausola di maggior favore, la Provincia autonoma di Bolzano non ne ha finora sfruttato il potenziale; si evidenzia, quindi, **uno spazio di esercizio di autonomia maggiore rispetto a quanto finora attuato**.

In base allo Statuto di autonomia, (art. 8), la Provincia autonoma di Bolzano ha potestà legislativa esclusiva (primaria), tra l'altro, per quanto più d'interesse in questa sede, anche in materia di: urbanistica e piani regolatori, tutela del paesaggio, usi civici, edilizia sovvenzionata da finanziamenti a carattere pubblico, opere di prevenzione e di pronto soccorso per calamità pubbliche, miniere, comprese le acque minerali e termali, cave e torbiere, caccia e pesca, apicoltura e parchi per la protezione della flora e della fauna, viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse provinciale, comunicazioni e trasporti di interesse provinciale, assunzione diretta di servizi pubblici e loro gestione a mezzo di aziende speciali, agricoltura, foreste, patrimonio zootecnico e ittico, opere idrauliche, edilizia scolastica.

In base all'art. 9 dello Statuto, la Provincia ha potestà legislativa concorrente (secondaria) nei limiti dei principi stabiliti dalle leggi dello Stato, tra l'altro, in materia di: incremento della produzione industriale, igiene e sanità, utilizzazione delle acque pubbliche, escluse le grandi derivazioni a scopo idroelettrico. La Provincia ha però (art. 13 St.) il potere di disciplinare con legge provinciale le modalità e le procedure di assegnazione delle concessioni per grandi derivazioni d'acqua a scopo idroelettrico, stabilendo in particolare norme procedurali per lo svolgimento delle gare, i termini di indizione delle stesse, i criteri di ammissione e di aggiudicazione, i requisiti finanziari, organizzativi e tecnici dei partecipanti. La legge provinciale disciplina anche la durata delle concessioni, i criteri per la determinazione dei canoni di concessione per l'utilizzo e la valorizzazione del demanio idrico e dei beni patrimoniali costituiti dagli impianti afferenti alle grandi derivazioni idroelettriche, i parametri di sviluppo degli impianti nonché le modalità di valutazione degli aspetti paesaggistici e di impatto ambientale, determinando le conseguenti misure di compensazione. La Provincia ha, inoltre, la potestà di disciplinare con leggi tutte le derivazioni idriche minori e anche le grandi derivazioni non utilizzate a scopo idroelettrico.

In base all'art. 16 dello Statuto, la Provincia gode di autonomia amministrativa nelle materie in cui ha potere legislativo (inclusa autonomia regolamentare ai sensi degli artt. 53-54 St.).

Anche rispetto alle competenze primarie e secondarie della Provincia si evidenzia la possibilità di valutare maggiori spazi di intervento rispetto a quanto intentato negli ultimi anni, al fine di attuare politiche maggiormente ambiziose in tema di riduzioni delle emissioni di gas serra, di utilizzo di energie rinnovabili e di efficientamento energetico.

Infine, i poteri in ambito tributario della Regione Trentino-Alto Adige e delle Province autonome di Trento e Bolzano risultano ampliati a seguito degli interventi di riforma con riferimento:

- ai **tributi propri**, che la Regione e le Province possono istituire nelle materie di propria competenza in armonia coi principi del sistema tributario dello Stato;
- ai **tributi propri derivati** (tributi istituiti da leggi statali con gettito attribuito alla Provincia, come IRAP, addizionale all'IRPEF e addizionale provinciale sul consumo dell'energia elettrica), per i quali le Province possono **modificare le aliquote e prevedere esenzioni, detrazioni e deduzioni, purché nei limiti** delle aliquote superiori definite dalla normativa statale;
- ai **tributi erariali** (IRPEF, IRES) relativamente ai quali, **se lo Stato prevede** la facoltà di **modificare le aliquote**, le Province possono esercitare gli stessi poteri previsti per i tributi propri derivati;

- ai **tributi locali** (tributi di competenza degli enti locali) che possono essere istituiti dalle Province autonome nelle materie di loro competenza. Nel caso di tributi locali istituiti con legge dello Stato, la legge provinciale può consentire agli Enti locali di modificare le aliquote e di introdurre agevolazioni, esenzioni e deduzioni nei limiti delle aliquote superiori definite dalla normativa statale.

Alla luce di questo insieme di competenze, quindi, sono possibili interventi che valorizzino maggiormente la specificità territoriale e contribuiscano a incrementare gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, di efficienza energetica e di utilizzo delle energie rinnovabili attualmente previsti. In particolare, la Provincia autonoma di Bolzano potrebbe introdurre:

- **obiettivi in linea con la neutralità climatica** (da raggiungere anche prima del 2050) **e misure più ambiziose nei documenti programmatici**, strategici o d'indirizzo (per esempio misure e obiettivi più ambiziosi nel Piano Clima);
- **interventi legislativi e regolatori settoriali** che rendano obbligatori tali obiettivi programmatici nei vari settori e nelle materie in cui la Provincia autonoma di Bolzano ha competenza (primaria e secondaria);
- **interventi di natura fiscale** (tassazione ed esenzioni) **e sistemi di incentivazione** (contributi e incentivi) coordinati con gli obiettivi programmatici e con gli interventi legislativi settoriali, in modo da sostenere le azioni di transizione energetica ed ecologica più ambiziose anche attraverso l'introduzione di strumenti fiscali e incentivi idonei.

4.

Termini, obiettivi e concetti chiave per l'elaborazione di strategie e piani sul clima

Autore:

Marc Zebisch (Istituto per l'osservazione della Terra)

Sebbene sul piano politico e scientifico si ravvisi una notevole unità d'intenti in merito alla mitigazione del cambiamento climatico e alla neutralità climatica, emerge la necessità di chiarire concetti e termini chiave. Con troppa facilità, regioni, settori, prodotti o servizi (compreso il trasporto aereo) vengono contrassegnati "a impatto zero", per lo più in assenza di un valido fondamento scientifico. Spesso, la neutralità climatica viene conseguita solo mediante una compensazione finanziaria delle emissioni. Di seguito, vengono illustrati alcuni concetti chiave inerenti il tema della neutralità climatica e il loro significato per una strategia di mitigazione del cambiamento climatico.

4.1. NEUTRALITÀ CLIMATICA

La neutralità climatica, ovvero l'azzeramento delle emissioni nette di gas a effetto serra (GES) di una regione, un settore o un'attività, viene conseguita laddove la somma delle emissioni antropogeniche è pari o inferiore alle emissioni computabili che vengono riassorbite da serbatoi antropogenici di gas serra (IPCC AR6 Glossary, 2022)³⁶.

Ciò vale anche per il calcolo del bilancio delle emissioni antropogeniche in un dato momento: dalle emissioni rilasciate in atmosfera può essere sottratto solo l'assorbimento dei gas serra computabile conseguito mediante le misure implementate.

Le emissioni antropogeniche di gas a effetto serra non possono essere semplicemente compensate con i serbatoi naturali di gas serra di un'area per svariati motivi: innanzitutto, si tratta della neutralità climatica di attività umane le quali possono definirsi a impatto zero solo se viene avviato anche un potenziale assorbimento mediante attività umane (per esempio riforestazione, pratiche agricole di sequestro del carbonio, misure tecniche per la riduzione dei gas effetto serra in atmosfera).

Inoltre, i serbatoi naturali (mari e oceani in primis) possono liberare nuovamente le emissioni stoccate. Così, a causa dell'aumento della temperatura, si aggrava il rilascio da parte dei mari della CO₂ disciolta, che a sua volta contribuisce al riscaldamento globale. Anche i boschi, a causa del surriscaldamento, della siccità e dello sfruttamento intensivo, da serbatoi si trasformano sempre più spesso in fonti di gas serra.

Il principio per cui i serbatoi di carbonio non sono da considerarsi una compensazione delle emissioni antropogeniche si ritrova anche nella nuova disciplina della Commissione europea sull'ammissibilità dei boschi quali serbatoi di carbonio nel "Regolamento uso del suolo, sui cambiamenti di uso del suolo e sulla silvicoltura" (LULUCF)³⁷. All'epoca del Protocollo di Kyoto, al sussistere di specifiche condizioni, era ancora possibile computare i boschi quali serbatoi di assorbimento naturale. Dal 2021, per il periodo 2022-2025, si applicano le seguenti regole.

³⁶ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Annex_VII.pdf

³⁷ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/forests-and-agriculture/land-use-and-forestry-regulation-2021-2030_it

- Le emissioni *computabili* dei boschi gestiti vengono calcolate come scostamento dal cosiddetto National Forest Reference Level (FRL = emissioni attese per l'anno X) e non come emissioni nette (come per il rapporto UNFCCC).
- Ne consegue che gli assorbimenti computabili possono essere conseguiti solo mediante misure aggiuntive.
- Se si riduce la capacità di assorbimento (per esempio a seguito di prelievo legnoso per la produzione di energia), lo scostamento, per tale periodo, è da considerarsi fonte di gas serra, anche se il bosco continua a costituire un serbatoio di assorbimento netto.
- Le emissioni negative computabili del settore LULUCF possono essere utilizzate a compensazione delle emissioni di altri settori solo in misura estremamente limitata.

Conclusioni per una strategia di mitigazione del cambiamento climatico in Alto Adige

Anche per gli obiettivi climatici dell'Alto Adige, le emissioni nette *attualmente* negative dei boschi non dovrebbero essere considerate come serbatoio di assorbimento di emissioni future.

È opportuno che l'Alto Adige si prefigga l'obiettivo di azzerare le emissioni derivanti dall'utilizzo di fonti fossili. Le restanti emissioni imputabili al settore agricolo dovrebbero essere compensate mediante l'implementazione di misure adeguate, volte al potenziamento della capacità di assorbimento dei boschi.

4.2. COMPENSAZIONE

Il principio di base della compensazione, per cui le emissioni di difficile riduzione di un'attività o di una regione possono essere bilanciate mediante il finanziamento di progetti di mitigazione in altri settori o regioni è estremamente controverso. Tuttavia, non possiamo entrare nel merito del dibattito in questa sede. Ci limiteremo, pertanto, a esporre le norme, che vengono applicate o discusse a svariati livelli.

Ambito internazionale prima del 2020

Sino al 2020 il cosiddetto “carbon offsetting” era parte integrante del Protocollo di Kyoto. Secondo il Clean Development Mechanism (CDM), i Paesi potevano compensare le loro emissioni finanziando misure di mitigazione in altri Paesi. Tuttavia, il CDM è stato fortemente criticato. Secondo uno studio commissionato dall'UE³⁸, l'85% dei progetti finanziati risultava essere inefficace in quanto non “aggiuntivo”, ovvero avrebbe trovato attuazione in ogni caso.

Ambito internazionale con l'Accordo di Parigi

L'articolo 6 dell'Accordo di Parigi del 2015 prevede invero il carbon offsetting in linea di principio, ma attualmente non esistono norme vigenti in materia. Durante i negoziati sull'articolo 6 nell'ambito della COP26 a Glasgow sono stati confermati, quali pilastri fondamentali, l'addizionalità delle misure e il divieto del doppio conteggio. Quale compensazione vengono quindi riconosciute, in linea di massima, solo le misure che non sarebbero comunque state implementate e possono essere computate solo dal Paese che effettua la compensazione o che le finanzia. Se, per esempio, l'Alto Adige investisse in un parco eolico in Turchia, la Provincia potrebbe computare il risparmio di emissioni così conseguito. La Turchia, per contro, non potrebbe fare altrettanto per il raggiungimento dei propri obiettivi: con questa norma, il ricorso alle compensazioni, non contribuendo al conseguimento degli obiettivi nazionali (NCD), perde attrattività per i Paesi “beneficiari”.

Il sostegno alle misure per la mitigazione del cambiamento climatico nei Paesi in via di sviluppo è fondamentale, ma tale obiettivo, nell'Accordo di Parigi, viene perseguito mediante il terzo pilastro, che non ha niente a che vedere con la compensazione (si veda paragrafo 2.1). Tale pilastro esige un finanziamento di misure in materia di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico nei Paesi in via di sviluppo per un ammontare pari ad almeno 100 miliardi di dollari all'anno (mediante il cosiddetto Green Climate Fund).

L'argomento decisivo contro il principio della compensazione, tuttavia, è un altro: mediante tale approccio, infatti, non può essere conseguita la neutralità climatica globale, ma solo una riduzione delle emissioni di gas serra, le quali vengono sì compensate, ma continuano a essere prodotte.

Ambito europeo

A livello europeo, possono essere acquistati e venduti permessi di emissioni per settori specifici mediante il Sistema europeo per lo scambio di emissioni (ETS). In questo caso, tuttavia, a differenza della compensazione, il quantitativo complessivo viene regolamentato a livello centrale e progressivamente compresso, al fine di garantire una riduzione delle emissioni totali.

Ambito regionale

A oggi non abbiamo ravvisato piani regionali per il clima che operano secondo il principio delle compensazioni. La creazione di serbatoi di assorbimento regionali, per esempio mediante la tutela delle torbiere, viene in parte considerata.

³⁸ https://ec.europa.eu/clima/system/files/2017-04/clean_dev_mechanism_en.pdf

Aziende, istituzioni...

In questo settore si registrano le iniziative e i valori di riferimento più disparati, spesso disomogenei e non regolamentati. Gli standard maggiormente degni di nota coincidono attualmente con i cosiddetti "science based target"³⁹, che impongono una *reale* riduzione delle emissioni nell'ottica di una necessaria decarbonizzazione entro un termine X stabilito dall'Accordo di Parigi (per esempio entro il 2030, -55% rispetto al 1990). Un'ulteriore neutralizzazione (mediante il finanziamento di progetti) è prevista unicamente per riduzioni *aggiuntive*, al fine di raggiungere la neutralità climatica prima del 2050 o per ridurre degli ultimi pochi punti percentuali necessari al pieno conseguimento dell'obiettivo.

Anche per le compensazioni non pubbliche è auspicabile che, in futuro, le misure implementate in un paese X mediante la compensazione di aziende private non possano essere computate dal paese stesso ai fini dei propri obiettivi nazionali (NDC): in questo modo il meccanismo delle compensazioni perderebbe ulteriormente in attrattività.

4.3. RACCOMANDAZIONI PER UNA STRATEGIA CLIMATICA DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Dai precedenti capitoli abbiamo desunto una serie di conclusioni e raccomandazioni per una strategia efficace della Provincia autonoma di Bolzano.

Obiettivo: neutralità climatica entro il 2045 con obiettivo intermedio nel 2030

Conformemente a quanto disposto dalla Legge sul clima dell'Unione europea, la neutralità climatica deve essere conseguita entro il 2050. Tuttavia, in considerazione del fatto che dal 2015 (Accordo di Parigi) le emissioni globali hanno fatto registrare un ulteriore incremento e che quindi tale intento, al fine di ottemperare al limite di 1,5°C di aumento massimo della temperatura, deve essere realizzato prima del 2050, raccomandiamo per l'Alto Adige il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2045.

Ciò è in linea con gli obiettivi di altri Paesi UE (per esempio neutralità climatica in Germania nel 2045, in Austria nel 2040) che dipendono in misura nettamente maggiore da una produzione di energia ad alta intensità di emissioni (per esempio dalla lignite) e da comparti industriali altamente emissivi (industria del cemento e dell'acciaio).

Quale obiettivo intermedio per il 2030 l'UE si è prefissa una riduzione del 55% delle emissioni rispetto al 1990. Tale intento dovrebbe essere perseguito anche a livello provinciale. Tuttavia, poiché per l'Alto Adige non sono disponibili dati di riferimento per il 1990, l'obiettivo minimo

dovrebbe coincidere con una riduzione delle emissioni pari ad almeno il 45% rispetto al 2010, come stabilito alla COP26 di Glasgow. Tale obiettivo è stato utilizzato anche come base di calcolo per gli scenari del presente studio. Al fine di conseguire la neutralità climatica entro il 2045 sarebbe auspicabile una riduzione del 55% rispetto al 2010.

Neutralità climatica reale

L'Alto Adige dovrebbe perseguire una reale neutralità climatica ai sensi della definizione IPCC (si veda paragrafo 4.1). Ciò significa:

- raggiungere l'obiettivo delle emissioni zero entro il 2045 mediante il totale abbandono dei combustibili fossili nel settore energetico;
- inserire nel computo tutti i gas effetto serra, inclusi quelli prodotti dal comparto agricolo;
- non inserire nel computo i serbatoi di assorbimento naturali esistenti (boschi);
- non considerare la compensazione mediante il finanziamento di progetti, ma solo quella ottenuta mediante la creazione in provincia di reali serbatoi di gas serra aggiuntivi a lungo termine.

Ulteriori raccomandazioni

- Il finanziamento della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico nei Paesi in via di sviluppo, di per sé auspicabile, non dovrebbe essere computato come una riduzione delle emissioni in Alto Adige (nessuna compensazione).
- Per ogni settore è opportuno definire obiettivi specifici, così come misure concrete per il loro conseguimento. Dalla somma del potenziale di riduzione calcolato per tutte le misure deve risultare l'abbattimento delle emissioni prefissato come obiettivo.
- Per le misure è necessario sviluppare un monitoraggio che ne verifichi l'implementazione e il successo in termini di riduzione delle emissioni, prevedendo conformi misure aggiuntive in caso di scostamento dagli obiettivi.
- Al fine di garantire l'attuazione delle misure occorre effettuare anche una stima dei costi e pianificare un budget commisurato. Inoltre, è opportuno definire responsabilità e competenze, così come stabilire con chiarezza una serie di scadenze per l'implementazione.
- Riteniamo che l'Alto Adige, in virtù della sua autonomia, goda di maggior spazio di manovra per una strategia climatica efficace, non solo nel campo delle misure tecnologiche, ma anche in ambito giuridico e normativo (si veda capitolo precedente). È pertanto opportuno accertare se la Provincia autonoma di Bolzano abbia facoltà di emanare una legge propria in materia.

³⁹ <https://sciencebasedtargets.org/>

Inoltre, dovrebbe essere effettuato un controllo di tutte le misure, secondo il modello austriaco.

Nell'elaborazione di una strategia complessiva per il clima, inoltre, è opportuno tener conto di tutte le tematiche citate nel capitolo 1.1.2. "Temî non trattati nello studio": emissioni grigie, governance, pianificazione congiunta di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico nonché perseguimento di una profonda trasformazione socio-ecologica.

5.

Quantificazione delle emissioni attuali e individuazione di possibili misure di riduzione

Autori:

Wolfram Sparber, Matteo Giacomo Prina,
Roberto Vaccaro, Giulia Chersoni
Roberto Lollini, Marco Castagna
Roberto Fedrizzi, Federico Trentin
David Moser
(Istituto per le energie rinnovabili)

5.1. LE EMISSIONI ATTUALI DI CO₂ IN ALTO ADIGE DA FONTI DI ENERGIA FOSSILE

In questo capitolo viene presentato il database di riferimento utilizzato nel presente studio, vengono evidenziate le principali differenze di massima con i dati contenuti nel Piano Clima – Update 2021 e si illustra la situazione emissiva – trend e valori del 2019 – delle principali categorie emissive.

Database di riferimento

Il database di riferimento per le emissioni usato in questo documento è l'inventario delle emissioni INEMAR, che è basato sulla metodologia EMEP-CORINAIR⁴⁰ ed elaborato dalla società CISMA di Trento⁴¹ per conto dell'Agenzia provinciale per l'ambiente della Provincia autonoma di Bolzano (Ufficio aria e rumore), per ottemperare agli obblighi di legge del settore.

Secondo il decreto legislativo 155/2010 (D.lgs.155/2010) sulla qualità dell'aria e successive modifiche (D.lgs. 250/2012), infatti, l'inventario delle emissioni regionale/provinciale deve essere compilato ogni tre anni. Dal 2010⁴² a oggi sono state pubblicate le versioni 2010, 2013, 2015 e 2019. L'ultima, con i dati del 2019, è uscita a luglio del 2021 e rappresenta la base di riferimento per questo documento. La versione 2013, invece, è stata utilizzata come base per il capitolo sulle emissioni nel "Rapporto sul clima – Alto Adige 2018", edito da Eurac Research nel 2018⁴³.

La scelta di questo database è legata alla sua completezza riguardo ai settori e alle fonti di emissioni generate sul territorio.

È però opportuno sottolineare, come peraltro ricordato dall'assessore provinciale all'Ambiente ed energia Giuliano Vettorato durante la presentazione dell'inventario, che lo stesso "non costituisce un calcolo esatto delle emissioni"⁴⁴. Ciononostante, la metodologia consolidata e riprodotta negli anni e la completezza ne fanno uno strumento utile ai fini della valutazione di massima delle grandezze in gioco.

L'inventario è organizzato in undici categorie principali, tra le quali combustione industriale e non industriale, trasporto su strada, emissioni non energetiche in agricoltura, silvicoltura, gestione dei rifiuti e uso di solventi.

Il database contiene l'inventario delle emissioni degli inquinanti atmosferici con impatto locale

⁴⁰ L'originale dicitura EMEP-CORINAIR, ancora diffusa, è stata ufficialmente convertita in EMEP/EEA

⁴¹ www.cisma.it

⁴² 2010, anno che, durante l'ultima COP26 di Glasgow del 2021, è stato individuato come anno di riferimento per il calcolo della riduzione delle emissioni.

⁴³ <https://www.eurac.edu/en/institutes-centers/institute-for-alpine-environment/projects/klimareport>

⁴⁴ https://www.provincia.bz.it/news/it/rss.asp?news_action=4&news_article_id=660986 (consultato a gennaio 2022)

(NO_x, SO_x PM_x, etc.) ma include anche i tre principali gas serra di interesse per questo studio (CO₂, CH₄ e N₂O).

Il database si basa su di un approccio territoriale, ovvero considera esclusivamente le emissioni generate direttamente in seguito a processi di combustione o ad altri processi di rilascio di inquinanti che avvengono nell'area geografica oggetto dell'analisi. Non sono quindi considerate né le emissioni indirette da consumo di elettricità né, tantomeno, le emissioni indirette associate al consumo di prodotti: le cosiddette "emissioni grigie". Dalle informazioni in nostro possesso, la metodologia applicata per quantificare le emissioni è basata su calcoli applicati a un mix di dati raccolti puntualmente, con un approccio bottom-up, e dalla ripartizione a scala provinciale di dati aggregati a scale territoriali più ampie (approccio top-down).

Differenze rispetto ai dati del Piano Clima

Il Piano Clima riporta le emissioni per il solo settore energetico nel formato di Figura 3; non sono indicate espressamente le emissioni complessive. Al 2019, dal grafico, quelle pro capite sono stimabili essere pari a circa 4,3 tonnellate di CO₂.

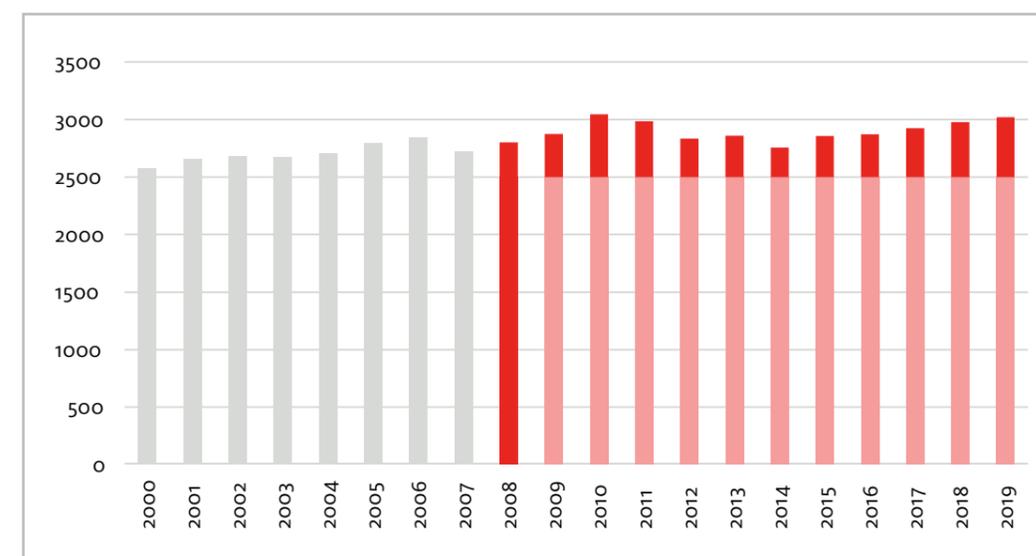


Figura 3. Emissioni di CO₂ pro capite, espresse in tCO₂ (Fonte: Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima – Piano Clima – Update 2021)

La popolazione residente in Alto Adige al 2019 risulta essere pari a 533.439 abitanti (si veda Figura 6 del documento Piano Clima), per un totale di circa 2.294 kt di CO₂. Questo valore si discosta da quello analogo (solo emissioni del settore energetico – ovvero solo fonti fossili) di Figura 4, relativo all'inventario delle emissioni usato in questo documento, che risulta essere pari a circa 2.028 kt di CO₂eq.

Tale differenza è da imputare alle seguenti ragioni:

1. il Piano Clima usa fattori di emissione che riguardano tutto il ciclo di vita Life Cycle Assessment (LCA), mentre l'inventario delle emissioni utilizza fattori di emissione standard IPCC. Inoltre, l'inventario delle emissioni esprime i quantitativi in CO₂eq, ovvero converte il contributo di CH₄ e N₂O in quantitativi equivalenti di CO₂: quanta CO₂ dovrebbe essere emessa per ottenere lo stesso effetto serra prodotto dagli altri due gas;
2. il Piano Clima considera anche le emissioni indirette dovute all'uso di elettricità. Queste ultime si basano su una stima del consumo di energia elettrica importata (quindi non totalmente rinnovabile, come è invece considerata quella prodotta in Alto Adige grazie alla elevata produzione da idroelettrico) pari al 10% del totale: "l'import di corrente elettrica da fuori provincia è stato posto pari al 10 % del totale per compensare la mancata contemporaneità della produzione e della domanda elettrica". L'inventario delle emissioni non considera invece questa tipologia di emissioni e tale approccio è stato fatto proprio in questo documento⁴⁵;
3. ci sono differenze nella metodologia di calcolo delle emissioni del settore trasporti nei due documenti: secondo l'IPCC, le emissioni per il trasporto possono essere calcolate anche sulla base delle sole quantità totali di benzina e diesel vendute. Questo, in linea di massima, è anche il metodo di calcolo che è stato usato nel Piano Clima. Tuttavia, questo approccio non tiene conto di fenomeni come le emissioni da transito o il turismo del carburante (viene fatto il pieno di carburante del veicolo su un lato del confine per vantaggi economici, però il viaggio viene eseguito dall'altro lato del confine). La metodologia alla base dell'inventario delle emissioni, per il trasporto stradale, prevede invece, in aggiunta alla valutazione dei combustibili venduti, l'uso di un software (CO-PERT) che tiene conto dei flussi di traffico in una certa zona e stima quindi le emissioni che avvengono nel solo territorio analizzato. La scelta di usare questo software nasce anche dall'esigenza di quantificare le emissioni di inquinanti quali il N₂O, che si forma nei processi

⁴⁵ La scelta di non conteggiare le emissioni indirette dovute al consumo di elettricità (e quindi di considerare le emissioni da consumo elettrico pari a zero, ovvero considerare tutta la produzione derivante da fonti rinnovabili) verrà ripresa anche nella descrizione delle principali ipotesi alla base della quantificazione delle misure di riduzione delle emissioni. L'idea di fondo è di porre l'accento sulle emissioni prodotte direttamente sul territorio. Questa posizione è avvalorabile in considerazione della elevata produzione da idroelettrico in Alto Adige rispetto alla domanda locale. Ciò non toglie che l'incremento di consumo elettrico che si andrà a presentare in futuro, a seguito della elettrificazione del settore termico (diffusione delle pompe di calore) e dei trasporti (mezzi di trasporto elettrici), comporterà comunque la necessità di incrementare la produzione da fonti rinnovabili e di promuovere misure di efficientamento dei consumi elettrici.

di combustione ma che è influenzato da alcuni fattori quali velocità, tipologia di macchina, partenze a freddo, etc.

Nel complesso, per la parte energetica e al di là delle considerazioni sopra riportate, entrambe le metodologie di quantificazione delle emissioni fanno riferimento a database di consumo energetico comuni. Tuttavia, come illustrato sopra, sono state riscontrate anche alcune differenze: il trasporto già citato e leggere differenze nelle emissioni derivanti da combustione di fonti fossili degli impianti di teleriscaldamento. La quantificazione di dettaglio di queste differenze esula però dallo scopo di questo documento. In prima battuta, quindi, tali quantità sono state considerate come trascurabili e non inficianti la validità delle considerazioni espresse in questo studio. In futuro, però, potrebbe essere auspicabile un confronto più approfondito fra le fonti dei dati di consumo dei due database.

Situazione delle emissioni al 2019 e trend in atto

Il grafico in Figura 4 riporta l'andamento delle emissioni per quattro macrocategorie: energia termica (di fatto, per intero, riscaldamento), industrie, trasporti e infine emissioni senza combustione di fonti fossili (agricoltura, trattamento e smaltimento rifiuti, processi industriali, combustione da legna, etc.).

Con riferimento ai dati riportati nel grafico è opportuno fare le seguenti precisazioni:

1. le emissioni di sola CO₂ generate dalla combustione di legna e biomasse non sono conteggiate (sono considerate neutre). Il processo di combustione però genera protossido di azoto (N₂O) e metano (CH₄). Tali emissioni sono conteggiate in forma di CO₂eq e, per tutti i processi di combustione riguardanti legna e biomasse, ammontano a circa 60 kt su un totale di 2.611 kt al 2019. In linea con l'approccio di base del documento di voler porre l'accento sulle emissioni da fonti fossili, tale quantitativo di emissioni, anche se parte del processo di combustione e di riscaldamento, è conteggiato sotto la dicitura "senza combustibili fossili";
2. le emissioni da incenerimento dei rifiuti possono essere suddivise in quelle relative alla loro componente rinnovabile – biomasse, carta, tessuti naturali, etc. – e legate alla formazione di protossido di azoto (N₂O) durante la combustione, e in quelle relative alla emissione di CO₂ e di altri gas serra a seguito della combustione della componente fossile dei rifiuti (prevalentemente plastiche). La corretta quantificazione e differenziazione di questi quantitativi richiederebbe l'accesso a dati merceologici sulla composizione dei rifiuti solidi urbani (RSU). In considerazione della limitata incidenza di questo settore sul totale (18 kt CO₂eq su 2.611 kt), non si è operata questa distinzione e le intere emissioni da incenerimento di rifiuti sono state conteggiate come "senza combustibili fossili";
3. le emissioni da teleriscaldamento sono state conteggiate tutte in capo al settore energia termica (riscaldamento) sebbene una limitata parte sia anche a servizio del settore industriale.

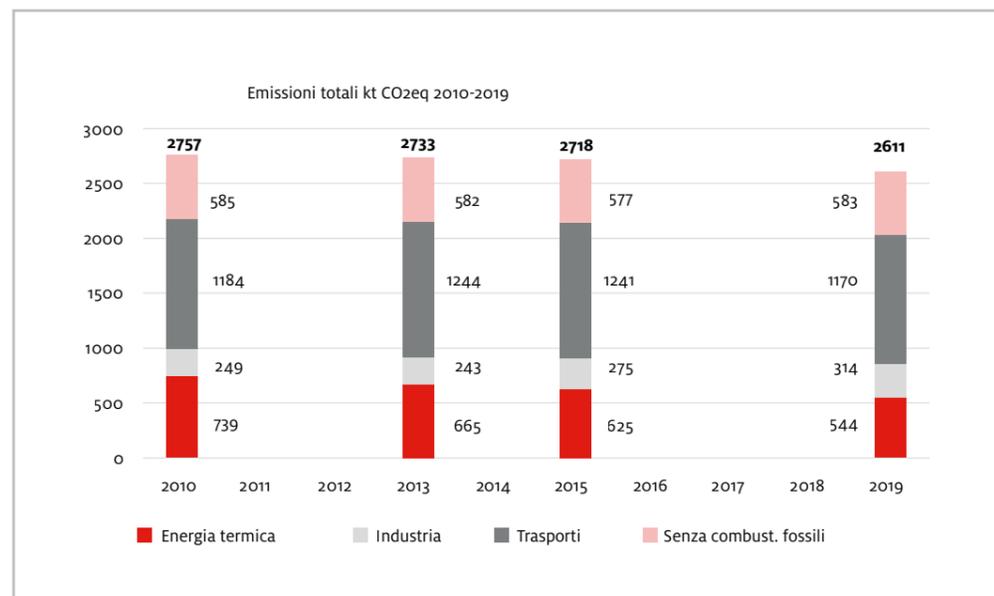


Figura 4. Trend emissioni, 2010-2019. Calcolo Eurac Research su base Inventario Emissioni INEMAR (Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima)

Dal grafico è possibile osservare un leggero trend di calo, dovuto soprattutto a una diminuzione delle emissioni nel settore riscaldamento. Questo dato però dovrebbe essere messo a confronto con dati climatici per verificare quanto le condizioni metereologiche nei diversi anni possano eventualmente avere inciso sui consumi.

E però rilevante osservare come tale calo (di circa il 26% nel settore riscaldamento, al netto delle considerazioni sulle condizioni climatiche) sia avvenuto a fronte di un aumento della popolazione pari a circa 25.000 unità fra il 2010 e il 2019⁴⁶ e un aumento di circa 5 milioni di pernottamenti di turisti⁴⁷ nello stesso periodo. Questo numero è pari a una media di circa 13.000 pernottamenti giornalieri, ovvero un numero quasi equivalente di "residenti" in più, per un totale quindi di circa 40.000 residenti: un aumento di quasi l'8%.

Il grafico, inoltre, evidenzia una sostanziale stabilità delle emissioni da fonti senza combustibili fossili e delle emissioni dei trasporti (queste ultime con qualche maggiore fluttuazione) nel periodo 2010-2019. Per il settore industriale, invece, sembrerebbe esserci un trend di aumento. Aumento che solo un'analisi di dettaglio e completa sui vari anni potrebbe dimostrare essere espressione di un trend stabile o il risultato di fattori contingenti.

⁴⁶ <https://astat.provincia.bz.it/popolazione.asp>

⁴⁷ Serie storica sul turismo 1950-2019. ASTAT 2020

Per consentire una migliore comprensione del grafico, nelle tabelle seguenti vengono illustrate le composizioni delle emissioni delle categorie "senza combustibili fossili" e "fonti fossili". Nella prima tabella la ripartizione è fatta sulla base di diverse tipologie di fonti emmissive, mentre nella seconda i valori sono ripartiti per vettore energetico.

CATEGORIA	KT CO ₂ EQ
Agricoltura	449,7
Legna e biomasse	60,4
Trattamento e smaltimento rifiuti	55,8
Industrie (senza combustibili)	10,4
Altro	6,3
	582,6

Tabella 1. Emissioni "senza combustibili fossili" suddivise fra le principali fonti

COMBUSTIBILE	KT CO ₂ EQ
Diesel trasporti	930,2
Metano	781,7
Benzina	210,2
Gasolio riscaldamento	46,8
GPL	46,2
Altro	13,1
	2.028,2

Tabella 2. Emissioni da fonti fossili suddivise per i principali vettori energetici

La Figura 5 riproduce il contenuto della figura precedente evidenziando le sole emissioni da fonti fossili, che saranno oggetto di questa parte del documento. Dalla figura si possono evincere alcuni aspetti importanti sulla composizione e sullo sviluppo delle emissioni dalle fonti fossili in Alto Adige.

- La fonte di emissione principale in Alto Adige è il traffico.
- Le emissioni del traffico sono rimaste pressoché invariate nel periodo tra il 2010 e il 2019 (infatti sono scese meno del 2%, da 1.184 kt di CO₂eq a 1.170 kt di CO₂eq)
- Gli investimenti importanti nel settore della mobilità e della mobilità pubblica in questo periodo hanno permesso di aumentare la qualità della mobilità, ma non hanno permesso di ridurre le emissioni in modo sostanziale.
- Il secondo settore per importanza è quello dell'energia termica (riscaldamento di edifici, acqua calda sanitaria, etc.)
- Questo settore invece ha visto una riduzione sostanziale nel periodo 2010-2019 dell'oltre 26% (passando da 739 kt di CO₂eq a 544 kt di CO₂eq).
- Il terzo settore per importanza è quell'industria. Questo settore è nettamente inferiore in confronto agli altri due (caratterizzato anche da una ridotta presenza di industria pesante in Alto Adige), però considerando lo sviluppo negli anni è in forte aumento.
- Infatti, le emissioni di CO₂eq del settore industria sono salite dal 2010 al 2019 dell'oltre 26%, da 249 kt di CO₂eq a 314 kt di CO₂eq.

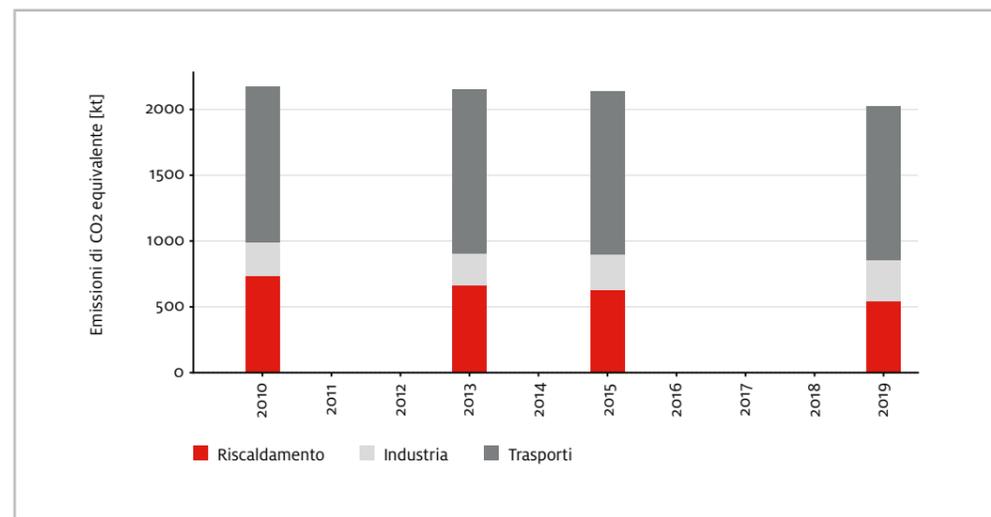


Figura 5. Trend emissioni, solo combustibili fossili, 2010-2019. Calcolo Eurac Research su base Inventario Emissioni INEMAR (Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima)

La Figura 6 invece, riproduce il trend delle emissioni da fonti fossili messo a confronto con gli obiettivi derivanti dalla COP26 di Glasgow di ridurre entro il 2030 le emissioni del 45% rispetto alle emissioni del 2010⁴⁸.

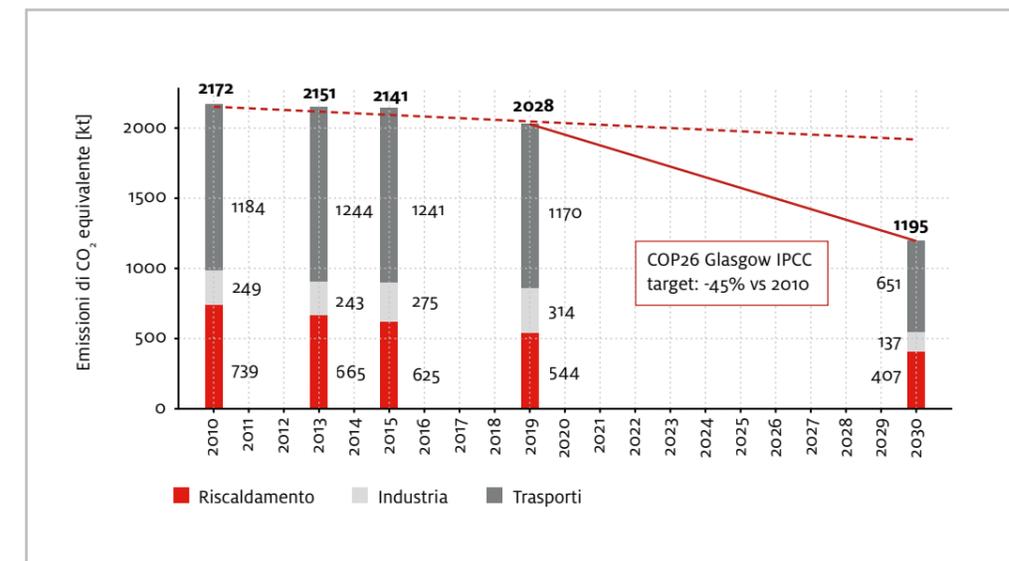


Figura 6. Trend emissioni solo combustibili fossili, 2010-2019, con obiettivo 2030. Calcolo Eurac Research su base Inventario Emissioni INEMAR (Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima) e accordo di riduzione delle emissioni del COP26 di Glasgow.

Questo grafico evidenzia l'entità dello sforzo che deve essere compiuto nei prossimi otto-nove anni per raggiungere l'obiettivo di riduzione discusso alla COP26 di Glasgow. Evidenzia anche la sostanziale differenza richiesta nella velocità di riduzione delle emissioni da oggi al 2030 in confronto alla riduzione dal 2010 al 2019. Sforzo che anche negli anni successivi non può diminuire se si vogliono raggiungere gli obiettivi della neutralità climatica e delle zero emissioni da fonti fossili entro il 2045.

⁴⁸ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_L16_adv.pdf

Suddivisione delle emissioni per categorie

Il grafico seguente illustra la ripartizione delle emissioni, da sole fonti fossili, nelle principali categorie che possono essere oggetto di misure.

Da questa scelta deriva la non omogeneità delle diverse sottocategorie:

- per le industrie, infatti, si evidenziano i diversi vettori energetici (metano e altro);
- per i trasporti la suddivisione è fatta sulla base della tipologia del mezzo;
- per il riscaldamento, infine, la suddivisione è fatta sulla base dei vettori energetici, con l'aggiunta della categoria “teleriscaldamento”, per evidenziarne l'incidenza. Il dato relativo al teleriscaldamento non è stato ulteriormente suddiviso fra i vari vettori energetici in considerazione della predominanza del metano rispetto al gasolio.
- Dalla Figura 7 e dalla Tabella 3 si evidenziano vari aspetti.
- Nel settore dei trasporti la principale fonte di emissione è il trasporto di veicoli privati (automobili). Con 655 kt di CO₂eq, questa categoria è la principale fonte in assoluto di emissioni in Alto Adige.
- Il secondo ambito nel settore dei trasporti sono le emissioni da trasporto pesante, con 357 kt di CO₂eq. Questo dato include anche il trasporto pesante che transita per l'Alto Adige lungo l'autostrada del Brennero A22.
- Segue con molto meno peso il trasporto leggero, gli autobus, i motocicli e altre sorgenti mobili.
- Nel settore del riscaldamento, invece, la fonte dominante sono le caldaie a gas metano installate nei singoli immobili, con 358 kt di CO₂eq.
- La seconda fonte di emissione invece è il consumo di gas metano nei sistemi di teleriscaldamento. La maggior parte degli oltre 70 teleriscaldamenti in Alto Adige è basata su energia termica derivante da biomassa, ma i teleriscaldamenti principali (Bolzano, Bressanone, Merano, Brunico, Naturno) utilizzano prevalentemente oppure come fonte di supporto il gas metano.
- Nel settore dell'industria la fonte principale è la combustione di gas metano (300 kt di CO₂eq.)

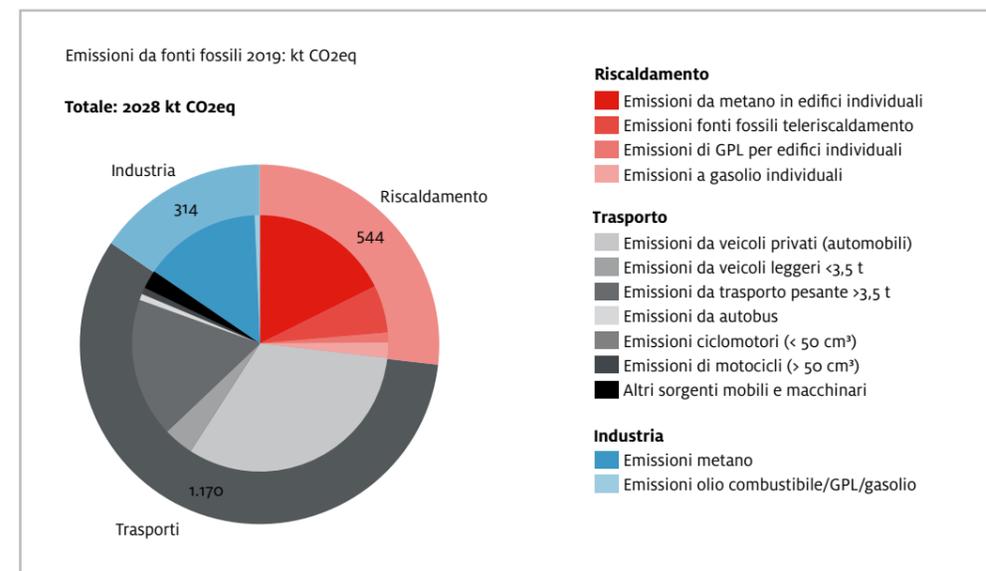


Figura 7. Ripartizione emissioni combustibili fossili, 2019

La tabella sotto riprodotta consente di stimare più efficacemente la rilevanza delle diverse voci.

Metano per riscaldamento	358,0
Teleriscaldamento (prevalentemente metano)	121,6
GPL per riscaldamento	24,9
Gasolio per riscaldamento	39,5
Veicoli privati (automobili)	655,0
Trasporto leggero < 3,5 t	77,2
Trasporto pesante > 3,5 t	356,7
Autobus	15,8
Ciclomotori (< 50 cm ³)	1,5
Motocicli (> 50 cm ³)	15,9
Altri sorgenti mobili e macchinari	48,1
Metano nelle industrie	300,3
Olio combustibile/GPL/gasolio nelle industrie	13,6

Tabella 3. Ripartizione delle emissioni per settore di rilievo ai fini delle misure (kt CO₂eq)

Di seguito vengono introdotti i due scenari considerati in questo studio. Ogni scenario verrà poi presentato con un focus sui singoli settori del sistema energetico. Gli scenari sono i seguenti:

- **scenario ACTUAL**: scenario in cui vengono considerati i trend attuali, le nuove misure del Piano Clima⁴⁹ e le misure europee con impatto sull'Alto Adige;
- **scenario IPCC**: scenario che considera ulteriori misure per raggiungere l'obiettivo 1,5°C dell'IPCC (concordato alla COP26 di Glasgow) che prevede una riduzione delle emissioni del 45% entro il 2030, rispetto ai dati del 2010.

Obiettivo dell'elaborazione di questi scenari è quello di stimare l'impatto delle singole misure e permettere in questo modo, attraverso un mix di misure considerate adeguate, di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Gli scenari rappresentano lo sviluppo delle emissioni di CO₂eq partendo da certe supposizioni. È chiaro che cambiamenti tecnologici/economici/geopolitici o altro possono alterare in modo sostanziale le condizioni di riferimento. Per questo motivo anche l'impatto di certe misure può essere più alto o più basso di quanto stimato in questo documento.

Viene per questo considerato fondamentale un attento monitoraggio delle emissioni di CO₂eq almeno con cadenza bi-annuale, per monitorare lo sviluppo reale delle emissioni e avere la possibilità di correggere le misure introdotte nel caso di non raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Nei capitoli seguenti vengono spiegati in dettaglio gli scenari, i dati raccolti e le supposizioni fatte per ogni settore e ogni singolo ambito all'interno dei settori.

⁴⁹ Nel Piano Clima è contenuto un numero sostanziale di misure proposte. Queste misure sono per la maggior parte delle misure qualitative, il cui impatto quantitativo è difficile da stimare; questo però non significa che non possano essere misure importanti. Nel presente documento sono state considerate solo misure con un impatto chiaramente quantificabile dal Piano Clima e dal documento Everyday for future.

5.2. SCENARIO ACTUAL

5.2.1. Scenario ACTUAL – settore trasporti

Scenario ACTUAL (1/2) che considera le misure proposte nei documenti Piano Clima – Update 2021 e Everyday for Future

Come evidenziato nella Figura 7 i veicoli privati (automobili) sono la fonte di emissione principale in Alto Adige. Le emissioni in questo ambito possono essere ridotte diminuendo l'utilizzo del veicolo privato, passando per esempio al trasporto pubblico, oppure cambiando il parco auto che viene utilizzato in Alto Adige.

Per raggiungere una riduzione sostanziale delle emissioni in questo ambito sono necessarie misure in entrambi le direzioni.

Di seguito vengono riportate le considerazioni fatte per quantificare le misure principali contenute nel Piano Clima – Update 2021⁵⁰ e nel documento Everyday for future⁵¹.

Misura: il 75% di tutte le autovetture di nuova immatricolazione ha motori a basse emissioni.

Secondo il ministero dello Sviluppo economico⁵² i veicoli a basse emissioni “sono i veicoli [...] con emissioni di CO₂ non superiori a 135 g/km”. Questo è un dato già oggi valido per molti veicoli con motori diesel o motori a benzina ibridi. Ma, a parte queste due tecnologie, oggi sono in forte aumento i veicoli a zero emissioni come i veicoli ibridi plug-in (plug-in hybrid – che permettono di ricaricare la batteria presente a bordo non solo attraverso il motore in frenata ma anche attraverso una ricarica esterna, plug in) o i veicoli solo elettrici (senza motore endotermico, ma solo con motore elettrico e batteria). I veicoli plug-in hybrid – a seconda di come vengono utilizzati – possono emettere in media molto meno del dato citato, e i veicoli elettrici non hanno emissioni dirette durante il loro utilizzo perché non è presente a bordo un ciclo di combustione.

Gli autori hanno presupposto una certa evoluzione di queste tecnologie nell'arco dei prossimi anni: 75% veicoli a basse emissioni nel 2030, di cui 37,5% veicoli solo elettrici, 12,5% ibridi diesel, 12,5% ibridi benzina e 12,5% plug-in hybrid. I valori sul parco auto nel 2020 sono presi da ACI⁵³. Si è supposto un cambiamento lineare del nuovo parco auto negli anni, con un effetto parziale sul parco auto presente complessivo. Si è supposto anche che il parco auto complessivo rimanga invariato (non cresca e non diminuisca) e che l'età media dei veicoli in Alto Adige non cambi. Vita utile presunta = 10 anni, km percorsi all'anno= 20.000⁵⁴.

⁵⁰ Documento Piano Clima – Update 2021: <https://www.klimaland.bz/it/piano-clima-energia-alto-adige-2050/>

⁵¹ Documento Everyday for future: <https://news.provincia.bz.it/it/news/sostenibilita-la-giunta-presenta-i-suoi-obiettivi/>

⁵² <https://ecobonus.mise.gov.it/faq/veicoli>

⁵³ ACI: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁵⁴ Alternative Fuels Data Center: <https://afdc.energy.gov/data/10309>

I risultati sono mostrati in Figura 8: nel primo grafico si vede il cambiamento nel tempo del mix tecnologico del nuovo parco auto, nel secondo grafico viene riportato il mix tecnologico del parco auto complessivo presente in Alto Adige e nel terzo grafico un possibile andamento delle emissioni di CO₂eq rispetto al 2019. Le figure mostrano come, le emissioni del parco auto complessivo in Alto Adige si riducano del 29% rispetto al 2019 se si cambia il mix tecnologico e si porta al 75% la percentuale di vendite di veicoli a basse emissioni nel 2030,

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 189,9 kt di CO₂eq.

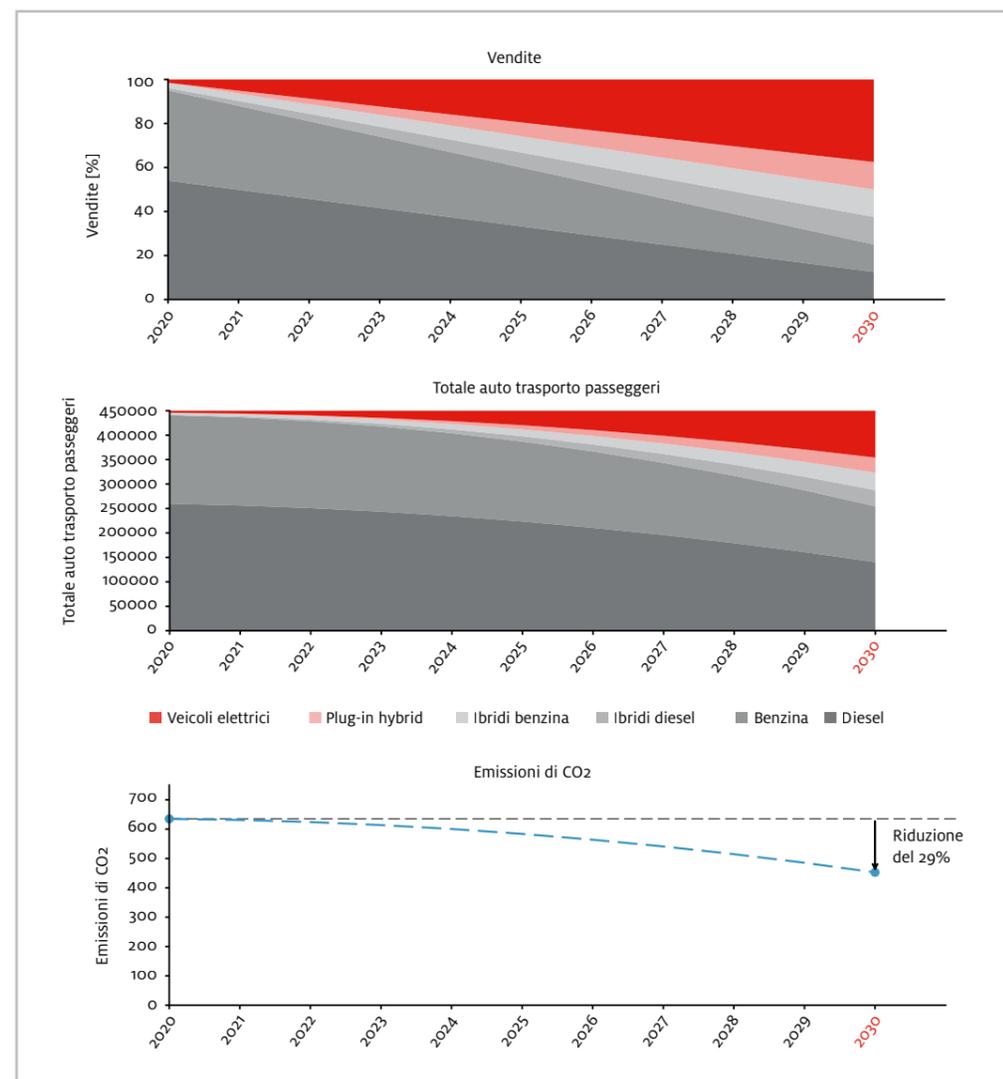


Figura 8. Sviluppo emissioni parco auto 2020-2030, scenario ACTUAL 1.

Misura: il numero di autobus in servizio pubblico a zero emissioni entro il 2030 sale a 200 unità

Sono previsti 200 autobus a zero emissioni nel 2030 nella flotta complessiva di 750 autobus del servizio pubblico. 200 autobus a zero emissioni nel 2030 risultano in una riduzione delle emissioni di CO₂eq del 22% rispetto ai valori del 2020 del servizio autobus pubblico.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 3,45 kt CO₂eq.

Misura: la bicicletta è il mezzo utilizzato per compiere il 20% degli spostamenti.

Secondo ASTAT⁵⁵ il percorso medio in bici è di 5 km, mentre quello medio in macchina è di 15 km. Secondo Everyday for future⁵⁶ oggi il 16% dei viaggi viene effettuato in bici. L'obiettivo per il 2030 è di arrivare al 20%, con un aumento del 4% dei viaggi in bici. Dato che viaggio medio in bici è più breve del viaggio medio in macchina (di due terzi) si stima che le emissioni dal parco auto si riducano del 1,3%.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 8,26 kt di CO₂eq.

Misura: i progetti di infrastrutture di trasporto nel settore ferroviario già menzionati nella strategia climatica 2050 saranno completati entro il 2030.

Durante il periodo di elaborazione del presente documento gli autori non hanno avuto accesso a studi o documenti che hanno permesso un'analisi dettagliata per ogni singolo investimento rispetto alle aspettative di riduzione del traffico correlate a questa misura.

In forma preliminare si è supposto che la miglior qualità del trasporto pubblico permetta di diminuire i viaggi in macchina portando a una riduzione delle emissioni del parco auto del 5%.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 31,75 kt di CO₂eq.

Previsioni per il 2030 nel settore dei trasporti – misure Piano Clima

La Figura 9 mostra la somma delle singole misure sopra citate. Si può notare chiaramente come, secondo la analisi eseguite, la singola misura con l'impatto in gran lunga maggiore sia la conversione del parco auto. Attraverso questa misura le emissioni scendono di 200 kt di CO₂eq. La somma delle altre tre misure rimane invece al di sotto delle 50 kt di CO₂eq.

⁵⁵ ASTAT 2021: [https://astat.provinz.bz.it/downloads/JB2021_K18\(1\).pdf](https://astat.provinz.bz.it/downloads/JB2021_K18(1).pdf);

⁵⁶ Everyday for future: <https://news.provincia.bz.it/it/news/sostenibilita-la-giunta-presenta-i-suoi-obiettivi>

La somma complessiva di tutte le misure diminuisce le emissioni nel 2030 a 932 kt di CO₂eq. Questo dato però supera in modo importante l'obiettivo IPCC di 651 kt di CO₂eq.

Sono quindi necessarie misure più ambiziose per raggiungere l'obiettivo IPCC.

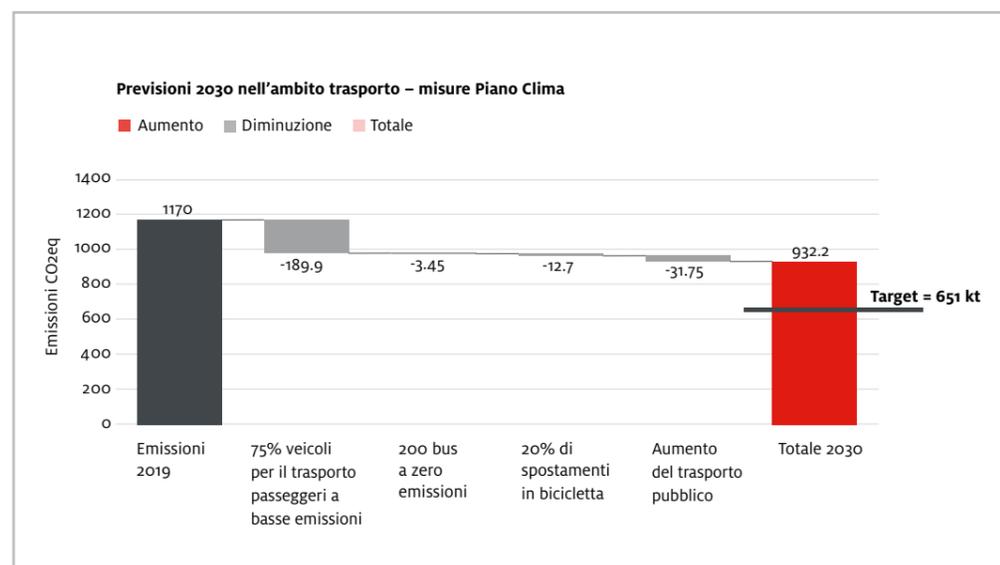


Figura 9. Grafico a cascata delle emissioni di CO₂ considerando le varie misure all'interno del settore trasporti, scenario ACTUAL 1

Scenario ACTUAL 2 che considera anche i recenti sviluppi EU – settore trasporto

Verso la fine dell'era dei motori a diesel e benzina

A metà dell'anno 2021 la Commissione europea ha proposto nell'ambito del pacchetto "Fit for 55" la riduzione delle emissioni dei nuovi veicoli, nel 2030, del 55% rispetto al 2021 e il divieto di vendita di nuovi veicoli che producono emissioni entro il 2035. A livello nazionale, in autunno, il Comitato interministeriale per la transizione ecologica ha deciso nella sua quarta riunione che la

fine della produzione delle auto con motore a combustione interna "dovrà avvenire entro il 2035, mentre per i furgoni e i veicoli da trasporto commerciale leggeri entro il 2040"⁵⁷.

Supposizione: sviluppo lineare, con l'Alto Adige che si posiziona in linea con la media Europea.

Nel presente scenario si suppone uno sviluppo lineare nella quota delle vendite di veicoli endotermici dal 95%⁵⁸ nel 2021 a 0% nel 2035.

Inoltre, si suppone che l'Alto Adige non sia né una regione particolarmente virtuosa né sia particolarmente avversa all'acquisto di veicoli elettrici. Viene invece supposto che l'Alto Adige si sviluppi esattamente come la media europea.

Misura: auto: divieto dei motori endotermici entro il 2035 per le auto

L'ipotesi principale è che nel 2035 la quota di veicoli endotermici sarà allo 0%. Questo comporterebbe una quota del 65% di veicoli a zero emissioni nelle nuove vendite nel 2030. Il restante 35% viene composto come segue: 11.6% plug-in hybrid, 11.6% ibridi benzina e 11.6% ibridi diesel (Figura 10). I valori per il 2020 sono ripresi da dati ACI⁵⁹.

Questa composizione di 65% di veicoli a zero emissioni e 35% a basse emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del parco auto complessivo in Alto Adige del 44% rispetto al 2020.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 288,2 kt di CO₂eq.

Questo diminuisce le emissioni del parco auto di ulteriori 100 kt di CO₂eq circa rispetto agli scenari presentati in precedenza.

⁵⁷ <https://www.ilgiornale.it/news/transizione-energetica/rivoluzione-sulle-auto-addio-motore-2035-1995025.html>;

⁵⁸ <https://eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1#>

⁵⁹ ACI, <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

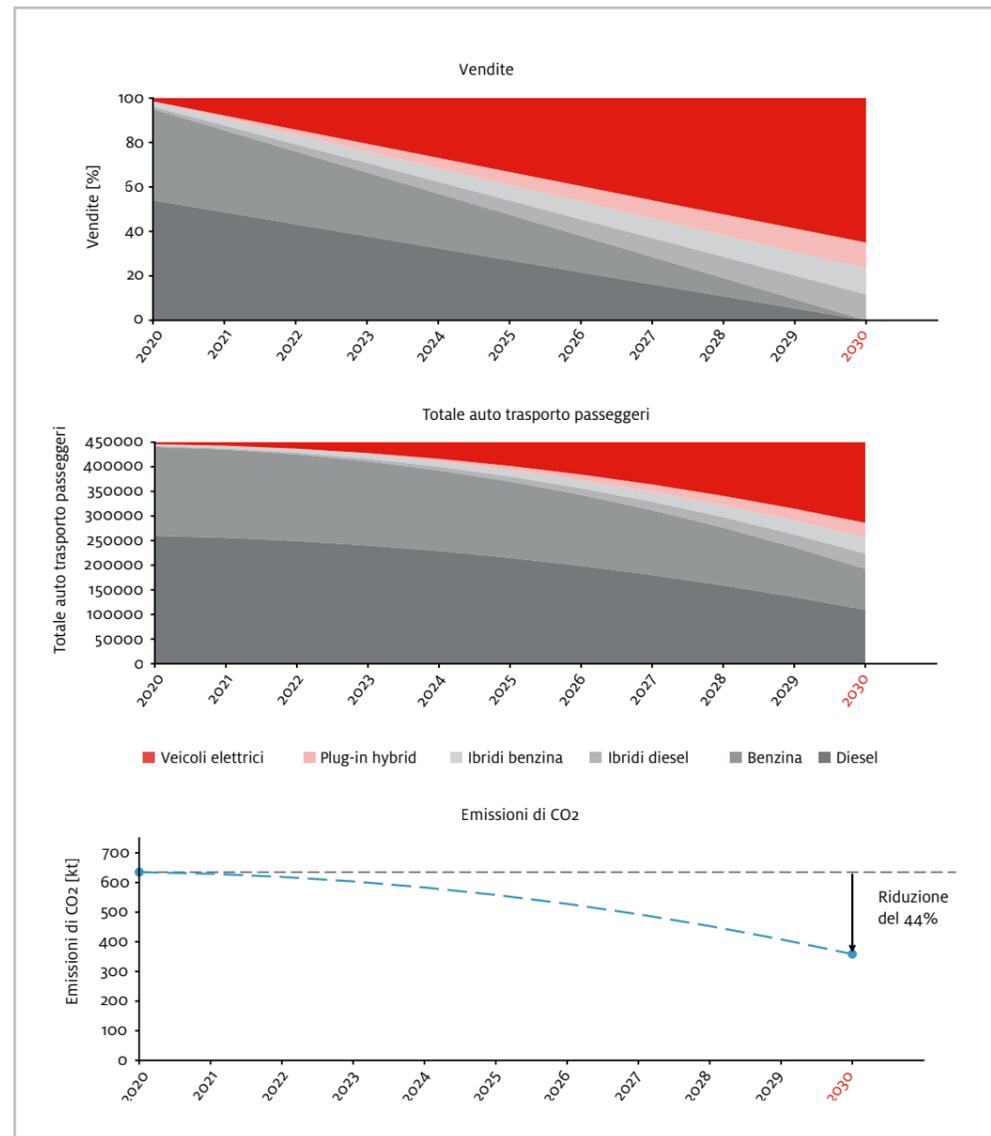


Figura 10. Sviluppo delle emissioni del parco auto, 2020-2030, scenario ACTUAL2

Misura: divieto di motori endotermici entro il 2040 per i veicoli commerciali leggeri

Per il trasporto leggero la presupposizione principale è la seguente: 0% di veicoli endotermici nel 2040⁶⁰, che comporta una quota del 50% di veicoli a zero emissioni tra le vendite nel 2030. Il restante 50% viene composto come segue: 10% di ibridi diesel, 10% ibridi benzina, 10% plug-in hybrid e 20% diesel. I valori per il 2020 sono ripresi da dati ACI⁶¹ (Figura 11). Vita utile presunta = 10 anni, km percorsi all'anno= 20.000⁶².

Questa composizione di 50% di veicoli a zero emissioni e 30% a basse emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del trasporto leggero complessivo in Alto Adige del 34% rispetto al 2020.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 26,3 kt di CO₂eq.

⁶⁰ Citazione decisione CITE di eliminare i motori endotermici nel trasporto leggero nel 2040; [2] ACI, <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁶¹ ACI, <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁶² Alternative Fuels Data Center. <https://afdc.energy.gov/data/10309>

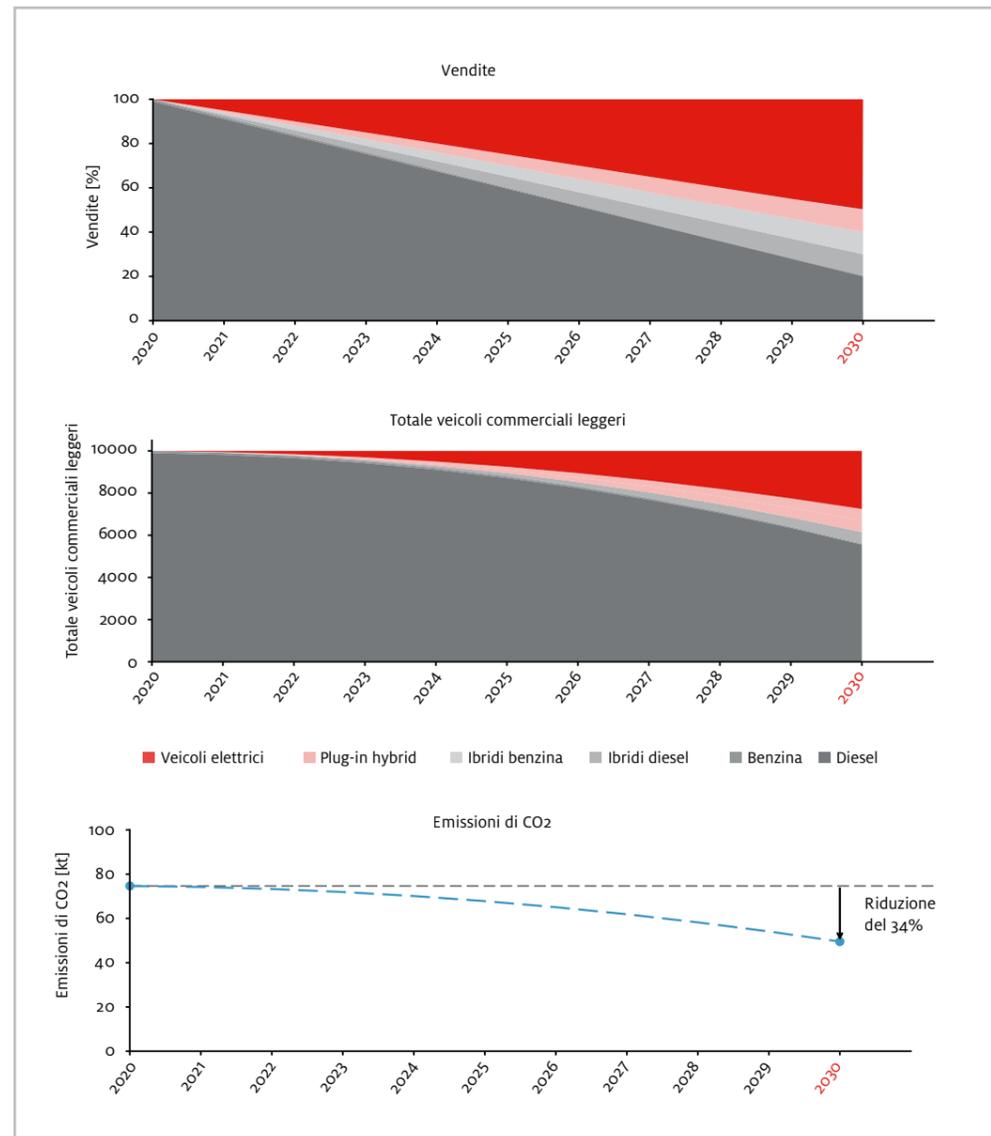


Figura 11. Sviluppo delle emissioni dei veicoli commerciali leggeri, 2020-2030, scenario ACTUAL2

Misura: riduzione del 30% delle emissioni entro il 2030 per i veicoli commerciali pesanti

Per il trasporto pesante il punto di partenza è quella del Piano EU, e cioè la riduzione del 30% delle emissioni nelle nuove vendite rispetto ai valori del 2020⁶³. Questo comporta che nel 2030 il 30% dei nuovi veicoli venduti sia a zero emissioni in loco nel 2030 (con i primi modelli dal 2024). Il resto dei veicoli (70%) si suppone rimanga (Figura 12). I valori per il 2020 sono ripresi da ACI⁶⁴. Vita utile presunta = 8 anni, km percorsi all'anno = 100.000⁶⁵.

Il 30% di veicoli a zero emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del trasporto pesante complessivo in Alto Adige del 13% rispetto al 2020.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 17,5 kt di CO₂eq.

⁶³ Reducing CO₂ emissions from heavy-duty vehicles: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles_en;

⁶⁴ ACI: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁶⁵ Alternative Fuels Data Center: <https://afdc.energy.gov/data/10309>

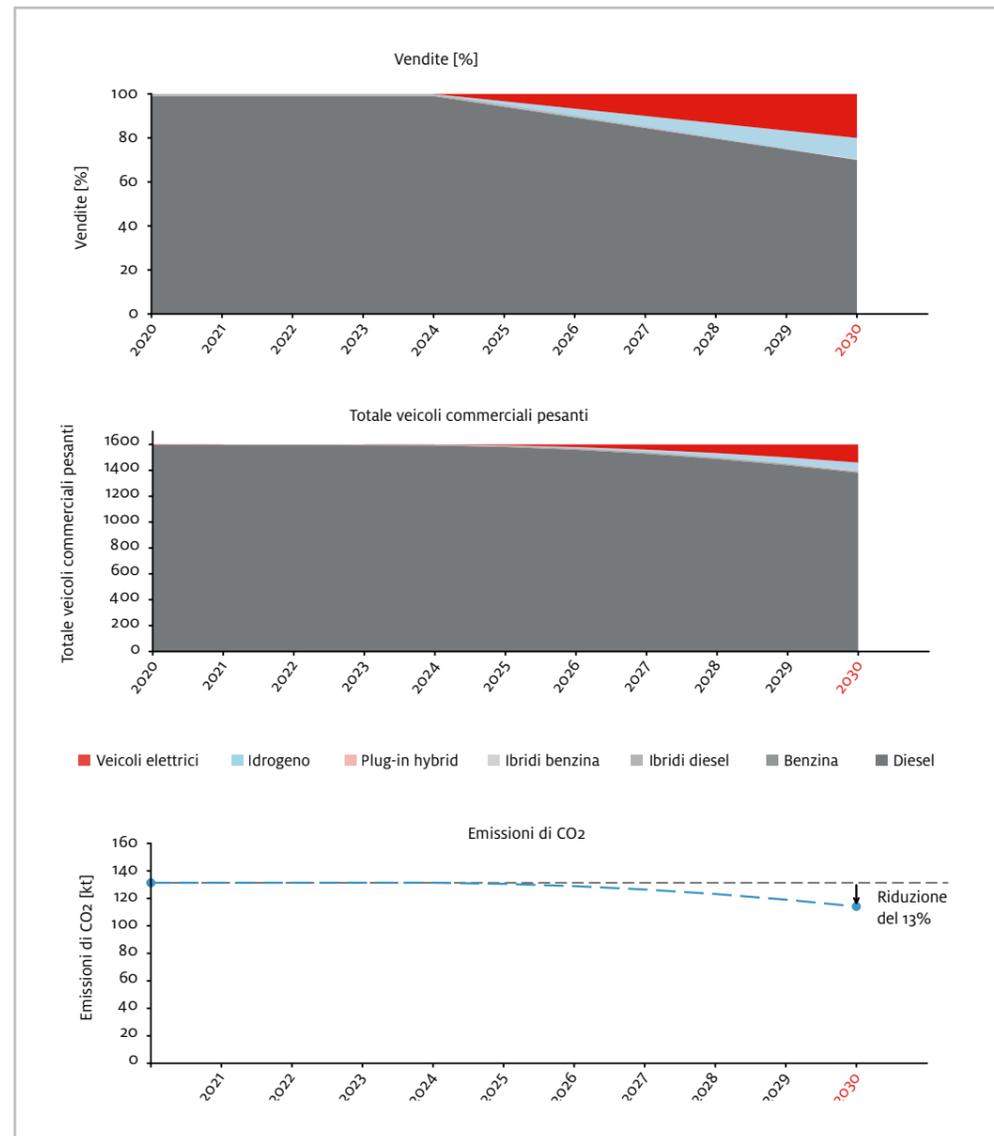


Figura 12. Sviluppo emissioni dei veicoli commerciali pesanti, 2020-2030, scenario ACTUAL2

Previsione per il 2030 nel settore dei trasporti – scenario ACTUAL

Sommando gli effetti delle misure citate nei documenti locali (Piano Clima – Update 2021 e Everyday for Future) (1) e gli effetti delle decisioni a livello europeo e italiano (2), l'Alto Adige

può diminuire sostanzialmente le proprie emissioni nell'ambito di trasporto merci, che infatti passerebbero da 1.170 kt CO₂eq nel 2019 a 932 kt di CO₂eq nel 2030 grazie alle misure locali, e a 716 kt di CO₂eq considerando anche le decisioni europee e nazionali (Figura 13). Guardando ai singoli passi diventa ancora più evidente quanto sia fondamentale il passaggio tecnologico dai veicoli attuali a veicoli a zero emissioni in tutti i settori nel 2030. Infatti, dei ca. 454 kt di CO₂eq di riduzione oltre 400 kt di CO₂eq. sono attribuibili a questo sviluppo.

Mettendo assieme tutte le misure si riesce a raggiungere fino al 87% dell'obiettivo di riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti. Sono però necessarie ulteriori misure per centrare l'obiettivo IPCC.

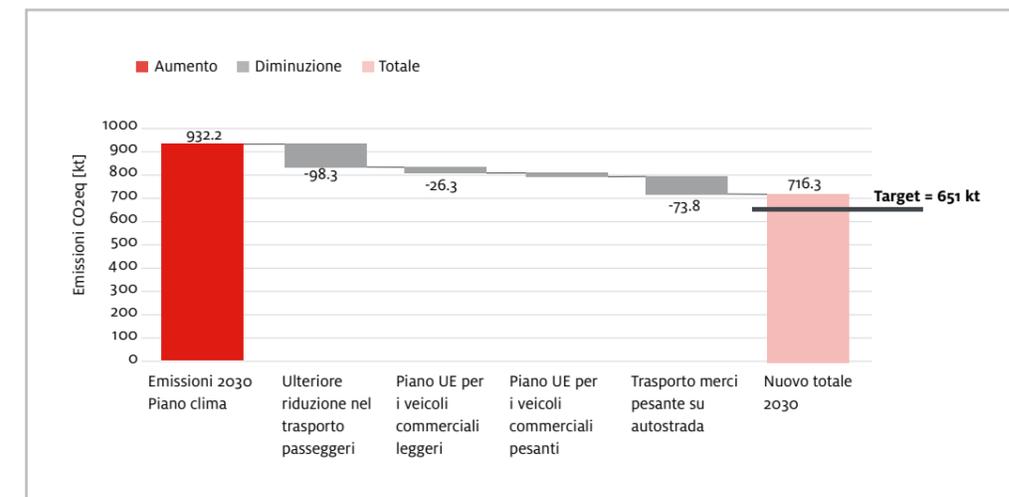


Figura 13. Grafico a cascata delle emissioni di CO₂, considerando le varie misure all'interno del settore dei trasporti, scenario ACTUAL 1+2.

5.2.2. Scenario ACTUAL – settore industria

Il settore dell'industria è l'unico settore che dal 2010 ha continuamente aumentato le proprie emissioni. Infatti, dal 2010 al 2019, queste sono aumentate del 26%, passando da 249 kt di CO₂eq a 314 kt di CO₂eq⁶⁶. Gli autori di questo documento attualmente non hanno dati dettagliati a disposizione, né riguardo ai settori del consumo, né riguardo alle possibilità di conversione ad altre tecnologie con emissioni ridotte.

⁶⁶ Inventario delle emissioni in atmosfera, Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, elaborazione dati Eurac Research

Come scenario ACTUAL si presuppone che l'industria possa continuare il proprio sviluppo nei prossimi anni senza però aumentare ulteriormente le proprie emissioni.

Le emissioni in questo scenario rimangono stabili a una quota di 314 kt di CO₂eq.

5.2.3. Scenario ACTUAL – settore riscaldamento

Come evidenziato in Figura 4 e Figura 5, dopo quello dei trasporti, il secondo settore per emissioni è il settore termico (soprattutto riscaldamento di edifici residenziali e terziari).

Nel presente capitolo viene quantificata una serie di misure che interessano il risanamento termico di edifici esistenti e la conversione dei sistemi termici installati verso soluzioni con emissioni ridotte oppure che si basano su energie rinnovabili.

Sono stati anche quantificati il consumo energetico e le rispettive emissioni degli edifici nuovi. Infatti, secondo le norme attuali, è ancora possibile realizzare nuovi edifici che utilizzano come fonte di riscaldamento il gas o il gasolio.

Per poter quantificare queste misure è stato necessario fare un lavoro dettagliato sia su struttura ed età del parco edilizio costruito sia sul consumo specifico delle singole tipologie di edifici. Questo ha permesso di calcolare quanto si possa ridurre il consumo energetico specifico per unità di superficie, isolando termicamente sia le superfici opache che le superfici trasparenti. Per valutare la quota e gli effetti degli interventi sono stati analizzati diversi programmi di incentivazione: programmi nazionali quali Ecobonus, BonusCasa e Conto Termico (ENEA) e programmi locali come gli incentivi della Provincia autonoma di Bolzano. Inoltre, è stata considerata la attuale misura nazionale post-covid del Superbonus 110%.

Tutti i dettagli su questi calcoli e sulle relative considerazioni sono riportati nel capitolo 7.5 Consumi ed emissioni per il riscaldamento degli edifici in Alto Adige.

Sono stati calcolati i trend relativi ai risanamenti e alle nuove costruzioni, presupponendo che questi trend continuino negli anni futuri. fa eccezione il Superbonus 110% che secondo le decisioni attuali non verrà prolungata fino al 2030 con la quota del 110% ma semmai con percentuali minori (70%). Per questo sono state considerate solo i progetti realizzati e in fase di realizzazione.

Misura: emissioni aggiuntive delle nuove costruzioni

Per quantificare questo dato si è considerato il trend di costruzione degli anni 2011-2020 in Alto Adige, supponendo che questo trend rimanga invariato fino al 2030. La supposizione si basa su un approccio lineare, con chiari trend di riduzione da un lato (nuova legge urbanistica) ma anche trend di possibili grandi cantieri (per esempio le aree ex militari a Merano e Bressanone, l'areale ferroviario a Bolzano, eccetera). Sulla base di questi presupposti, la superficie residenziale costruita annualmente è pari a 132.797 m², a cui vanno aggiunte le superfici non residenziali. Questo si traduce in un consumo per riscaldamento e acqua calda sanitaria nell'ambito residenziale di 9,9 GWh/a. Applicando un fattore di emissione di 0,1 kgCO₂/kWh (considerando anche

l'utilizzo di fonti rinnovabili) e sommando l'aumento di volume anno per anno si ottiene il dato delle emissioni aggiuntive (tutti dettagli sono riportati nel capitolo 7.5)

La presente misura, in valori assoluti, porta a un aumento di 19,6 kt CO₂eq.

Misura: isolamento dell'involucro opaco negli edifici esistenti

Il calcolo della tendenza di risanamento si basa sulla riduzione di emissioni di CO₂ ottenuta con interventi sull'involucro che hanno beneficiato di singoli incentivi o del Superbonus 110%. Si è ipotizzato pertanto che ogni azione di risanamento sia stata incentivata da qualche meccanismo.

In Tabella 26 sono riportate le singole superfici risanate e gli effetti relativi alla riduzione delle emissioni di CO₂eq. Per esempio, la dimensione delle superfici verticali residenziali isolate è di 74.623 m²/a e questo porta a un risparmio energetico di 5,4 GWh/a, che a sua volta si traduce in una riduzione di emissioni di CO₂eq. di 0,8 kt di CO₂eq/a. A queste vanno aggiunte le superfici verticali non residenziali e anche le superfici orizzontali, residenziali e non.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 13,9 kt CO₂eq.

Misura: isolamento delle superfici trasparenti negli edifici esistenti

Come per la misura precedente anche l'isolamento delle superfici trasparenti è stato calcolato considerando i vari programmi di incentivazione. Nell'ambito dell'edilizia residenziale la superficie isolata (cambio di infissi) è di 16.796 m²/a, con un risparmio energetico di 2 GWh/a, che a sua volta si traduce in 0,3 kt di CO₂eq/a. A queste vanno aggiunte le superfici trasparenti in edifici non residenziali.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 3,5 kt di CO₂eq.

Misura: risanamenti complessivi degli edifici esistenti attraverso il Superbonus 110%

Oltre alle misure singole di risanamento, a seguito della pandemia di Covid-19, al fine di dare un forte impulso all'economia, con il decreto-legge "Rilancio" n. 34/2020, convertito in legge n. 77 del 17 luglio 2020, è stato introdotto il Superbonus che consiste nella detrazione fiscale del 110% delle spese sostenute e rimaste a carico dei contribuenti per gli interventi di efficienza energetica che rispettano particolari condizioni e per interventi di miglioramento sismico. Si tratta di una misura spot per la quale non si dispone di dati storici.

Considerando una prima serie di dati già consolidati, la misura comporta un risparmio energetico complessivo di 19,5 GWh, che si traduce in 2,9 kt di CO₂eq. complessivi. I dettagli sono riportati in Tabella 32.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 2,9 kt CO₂eq.

Misura: sostituzione delle caldaie a fonte fossile con caldaie a biomassa

Come descritto in precedenza, la combustione della biomassa genera meno emissioni in termini di CO₂eq della combustione di fonti fossili. Per tale motivo la sostituzione delle caldaie a fonte fossile con caldaie a biomassa negli edifici porta a una riduzione delle emissioni di CO₂eq. La stima di questa riduzione è stata elaborata partendo dalla potenza complessiva delle caldaie a biomassa installata annualmente; valore che mediamente si aggira attorno a 4.855 kW/a. Tale valore è pari alla media della potenza installata nel periodo 2000-2010. Sulla base di questo valore e della stima del numero di ore equivalenti di funzionamento di tali caldaie (valore presunto pari a 400 ore/a) è stata calcolata l'energia termica fornita da tali dispositivi (1.9 GWh/a). È stato infine valutato la riduzione di emissioni di CO₂eq, presupponendo per semplicità che tali caldaie vadano a sostituire caldaie a gas (fattore di emissione per il gas presunto pari a 0,202 t di CO₂eq/MWh), portando così ogni anno a un risparmio di emissioni di CO₂eq di 0,39 kt di CO₂eq/a.

L'installazione di caldaie a biomassa risulta quindi in una riduzione delle emissioni di CO₂eq pari a 3,9 kt di CO₂eq nel 2030.

Tale valore non comprende evidentemente l'utilizzo di caldaie a biomassa nei teleriscaldamenti provinciali.

Misura: installazione di impianti solari termici

Per stimare la riduzione delle emissioni di CO₂eq legata all'installazione di impianti solari termici installati nel periodo 2020-2030 è stata valutata la superficie di impianti solari termici mediamente installata ogni anno sul territorio altoatesino, pari a circa 6.000 m²/a, ed è stata stimata la producibilità media di un tipico impianto solare termico; valore presunto pari a 350 kWh/m²/a. Si è supposto che l'energia termica prodotta dai nuovi impianti solari termici installati ogni anno (2.1 GWh/a) si rifletta in una eguale riduzione di energia termica prodotta dagli impianti termici a gas. La riduzione annuale di emissioni di CO₂eq, pari a 0,31 kt di CO₂eq/a, è stata calcolata moltiplicando il fattore di emissione di CO₂eq medio del parco degli impianti di riscaldamento altoatesini (0,149 t di CO₂eq/MWh) per l'energia termica prodotta dagli impianti solari termici installati (2,1 GWh/a).

La riduzione delle emissioni di CO₂eq nel 2030 è prevista quindi essere pari a 3.1 kt di CO₂eq.

Misura: incremento dell'energia distribuita da impianti di teleriscaldamento

Nel periodo 2020-2030 sono già previsti alcuni interventi per incrementare l'energia distribuita dagli impianti di teleriscaldamento altoatesini. A valle di colloqui con il direttore della Federazione Energia Alto Adige (Südtiroler Energie Verband - SEV)⁶⁷ (ne sono membri la maggior parte

dei teleriscaldamenti a biomassa in Alto Adige) e di Alperia EcoPlus⁶⁸ (che gestisce tra l'altro i sistemi di teleriscaldamento di Bolzano e Merano) – che ringraziamo – Gli autori hanno fatto alcune considerazioni.

- Si presuppone un incremento del 10% (1% all'anno come media di espansione attraverso nuovi allacci) dell'energia distribuita dagli impianti di teleriscaldamento rinnovabili (dove per rinnovabili si intendono gli impianti di teleriscaldamento che utilizzano per la produzione di energia termica principalmente fonti rinnovabili, biomassa). Attualmente l'energia distribuita da tali impianti ammonta a circa 630 GWh/a per cui l'incremento si tradurrà in ulteriori 63 GWh/a di energia termica distribuita nel 2030. È stato considerato che questo incremento di energia distribuita dai teleriscaldamenti altoatesini si traduca in una eguale riduzione di energia termica prodotta da impianti a fonti fossili (fattore di emissione gas presunto pari a 0,202 t di CO₂eq/MWh, considerando che caldaie a gas sono la tipologia di impianti a fonti fossili più diffusa).
- L'entrata in servizio della nuova centrale a biomassa a Merano, con una potenzialità di 28 GWh/a, ridurrà le emissioni di CO₂eq nel 2030 di 5,7 kt di CO₂eq.
- Nell'anno 2019 sono stati distribuiti dalla rete di teleriscaldamento circa 40 GWh/a di calore proveniente dall'inceneritore di Bolzano, a fronte di una potenzialità stimata dell'impianto di 140 GWh/a. È quindi lecito supporre che sia possibile incrementare il contributo al teleriscaldamento locale dall'inceneritore di circa 100 GWh/a. Come nei punti precedenti si presuppone che tale energia immessa si rifletta in una eguale riduzione di energia termica prodotta da caldaie a gas, portando a una riduzione di emissioni di CO₂eq pari a 20,2 kt di CO₂ nel 2030.

In conclusione, i tre punti descritti sopra portano a stimare, per il 2030, una riduzione di 38,6 kt di CO₂eq grazie agli interventi già almeno programmati sugli impianti di teleriscaldamento altoatesini.

Emissioni termiche nel 2030

Lo scenario ACTUAL delle emissioni per il riscaldamento degli edifici per il 2030 può essere quindi calcolato come somma delle emissioni attuali, delle emissioni relative alle nuove costruzioni e dell'impatto delle riqualificazioni degli involucri edilizi e impiantistici.

Dalla Figura 14 emergono i seguenti aspetti:

- le misure attualmente in essere permettono di ridurre le emissioni di CO₂eq di meno del 10%, valore che dista di circa 90 kt dall'obiettivo IPCC;
- l'aumento delle emissioni degli edifici costruiti da oggi al 2030 è rilevante, con quasi 20 kt di CO₂eq. Infatti, la riduzione di emissioni di CO₂eq grazie all'isolamento degli edifici esistenti è nell'ordine di grandezza simile di circa 20 kt CO₂eq;

⁶⁷ <https://www.sev.bz.it/de/s%C3%BCdtiroler-energieverband/1-0.html>

⁶⁸ <https://www.alperigroup.eu/it/la-nostra-identita/la-nostra-energia/teleriscaldamento>

- gli interventi principali sono quelli sui singoli sistemi di teleriscaldamento in Alto Adige, come l'espansione graduale degli impianti di teleriscaldamento a biomassa, la nuova centrale a biomassa a Merano e gli ampi margini di potenziamento della rete di Bolzano. Queste attività congiunte portano a una riduzione di quasi 40 kt di CO₂eq;
- di impatto minore ma comunque importanti sono le installazioni di impianti solari termici e di caldaie a biomassa negli edifici singoli (circa 7 kt di CO₂eq).

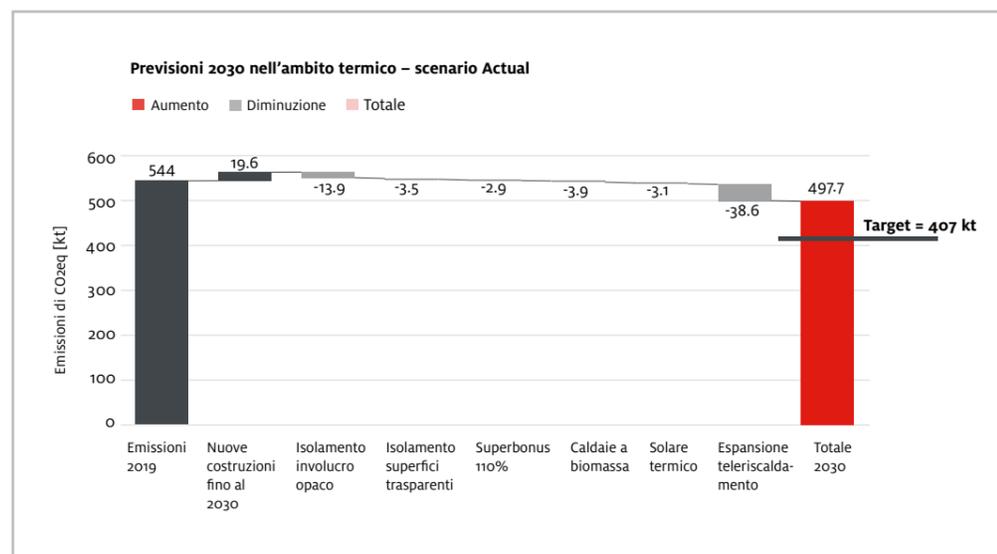


Figura 14. Emissioni dal riscaldamento nel 2030, scenario ACTUAL

5.2.4. Scenario ACTUAL – risultati complessivi

La Figura 15 mostra i risultati dello scenario ACTUAL e mette in risalto il confronto, nel 2030, tra l'obiettivo IPCC e lo scenario ACTUAL. Si può notare come questo scenario sia lontano dall'obiettivo IPCC di riduzione delle emissioni, entro il 2030, del 45% rispetto ai dati del 2010.

E non solo il risultato complessivo non è in linea con gli obiettivi IPCC, ma emerge anche che nessuno dei singoli settori raggiunge gli obiettivi IPCC.

Seguono alcune considerazioni settore per settore.

Settore trasporti:

- Il settore trasporto è quello più rilevante, e, come evidenziato dalle analisi preliminari, la singola misura che pare avere l'impatto maggiore è la decarbonizzazione dei mezzi di trasporto (cioè la sostituzione parziale di auto, veicoli commerciali leggeri e pesanti con veicoli a zero emissioni, nella maggior parte dei casi veicoli elettrici a batteria).
- Nello scenario si è presupposto che l'Alto Adige si muova in linea con la media europea nel percorso di transizione verso i veicoli elettrici. A oggi però l'Italia non si posiziona nella media europea, ma nettamente al di sotto.
- Per permettere uno sviluppo nella media europea sarà necessario intraprendere tutta una serie di misure che rendano l'acquisto di veicoli a zero emissioni più attrattivo dell'acquisto di veicoli a combustione interna. Queste misure riguardano sia il momento dell'acquisto, sia incentivi durante l'utilizzo, sia l'infrastruttura di ricarica presente in Alto Adige.
- Anche se si intraprendessero queste misure e si raggiungesse la media europea, ciò non sarebbe sufficiente per raggiungere l'obiettivo IPCC.

Settore industria:

- Nello scenario ACTUAL il trend di crescita delle emissioni di CO₂eq di questo settore viene bloccato e si presuppone che rimanga invariato nei prossimi otto anni. Questo però ci porta ben lontano dal raggiungimento dell'obiettivo IPCC.
- Perciò per poter raggiungere quest'obiettivo anche al settore industria saranno richiesti degli impegni maggiori.

Settore riscaldamento:

- In questo settore si è già visto negli anni 2010-2019 un trend di riduzione sostanziale.
- Comunque, anche in questo settore, la continuazione di questo trend e l'implementazione delle misure descritte nel Piano Clima – Update 2021 non bastano per raggiungere l'obiettivo IPCC.
- Per questo anche nel settore riscaldamento è necessario riflettere su altre misure con impatto più sostanziale per poter raggiungere l'obiettivo fissato.

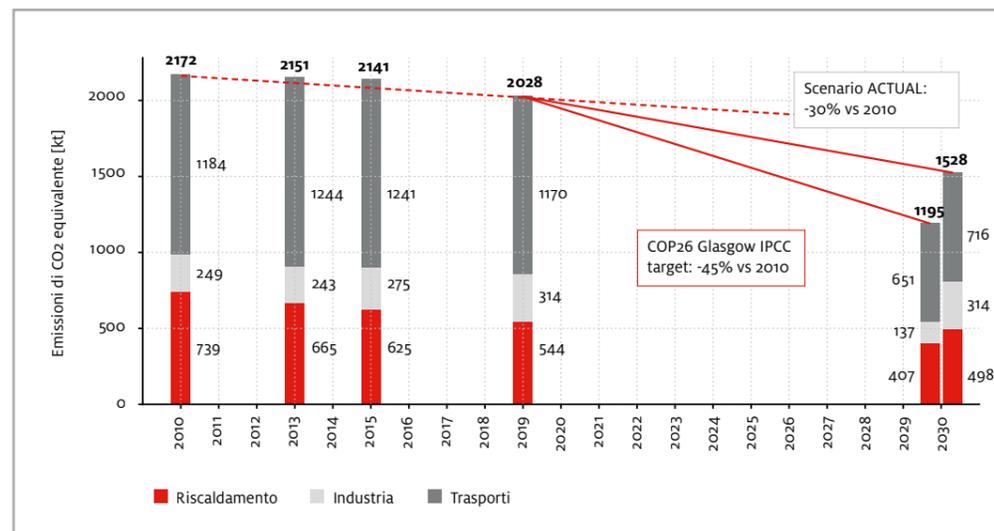


Figura 15. Riduzione stimata delle emissioni di CO₂, scenario ACTUAL

5.3. SCENARIO IPCC

5.3.1. Scenario IPCC – settore trasporti

Ipotesi: sviluppo lineare, con l'Alto Adige che si posiziona tra i primi della classe (front runner) a livello EU

In tutti i paesi europei si vede una chiara crescita della percentuale dei veicoli a zero emissioni. Però ci sono forti differenze tra i singoli paesi. Per esempio, in Norvegia la quota dei veicoli solo elettrici ha raggiunto il 60% nel 2021, in Olanda il 20%, in l'Italia il 5%⁶⁹.

Per raggiungere in media gli obiettivi descritti nello scenario ACTUAL ci saranno regioni e paesi più ambiziosi e paesi più lenti nella trasformazione. Nel presente scenario abbiamo supposto che l'Alto Adige si posizioni tra i paesi trainanti della trasformazione.

Sviluppo emissioni auto – scenario IPCC

Per il parco auto si presuppone che nel 2030 l'80% dei nuovi veicoli venduti sia a zero emissioni in loco (non il 65% come presunto precedentemente). Il restante 20% viene composto come segue: 10% plug-in hybrid, 5% ibridi benzina e 5% ibridi diesel. I valori per il 2020 sono ripresi da dati ACI⁷⁰.

L'80% di veicoli a zero emissioni e 20% a basse emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del parco auto complessivo in Alto Adige del 48% rispetto al 2020 (Figura 16).

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 314,4 kt di CO₂eq.

⁶⁹ European Alternative Fuels Observatory EAFO: <https://eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1#>

⁷⁰ ACI: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

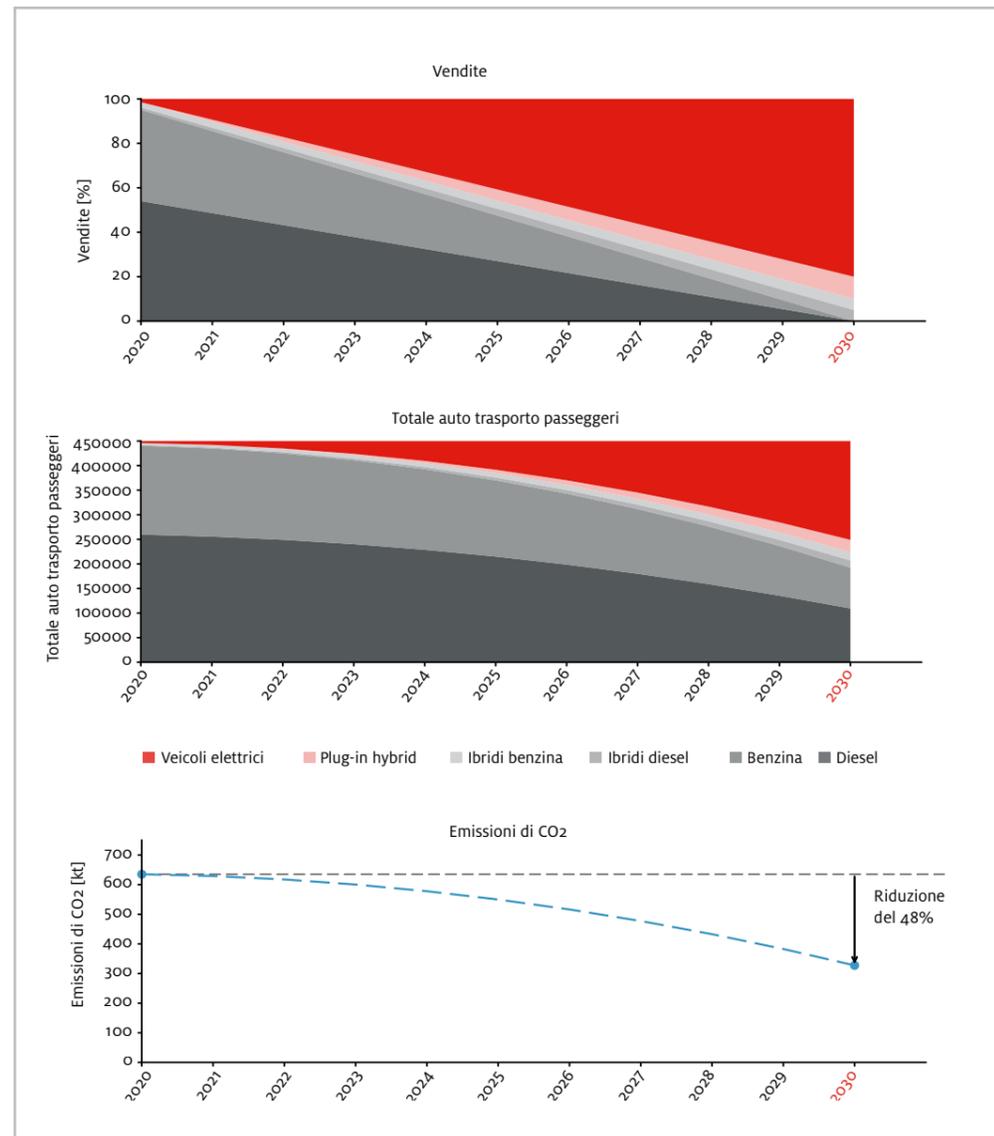


Figura 16. Sviluppo emissioni del parco auto, 2020-2030, scenario IPCC.

Sviluppo emissioni autobus pubblici – scenario IPCC

In questo scenario si presuppone una completa conversione a autobus a zero emissioni nel 2030, cioè 750 autobus che costituiscono la flotta complessiva del servizio pubblico.

Questo significa fin da subito evitare di acquistare autobus con motore a combustione interna e invece passo per passo, nell'arco dei prossimi anni, trasformare l'intera flotta circolante. Questo può sembrare ambizioso, ma è in linea con i piani strategici di tante grandi città europee (per esempio Milano⁷¹) ed è quanto altre megalopoli del mondo hanno già iniziato e concluso negli anni 2010-2020 con migliaia di autobus convertiti⁷².

750 autobus a zero emissioni nel 2030 risultano in una riduzione delle emissioni di CO₂eq del 100% rispetto ai valori del 2020 del servizio pubblico. In valori assoluti sono pari a 15,68 kt di CO₂eq (Figura 17).

La presente misura, in confronto allo scenario ACTUAL, comporta una riduzione aggiuntiva di emissioni pari a 12,23 kt di CO₂eq.

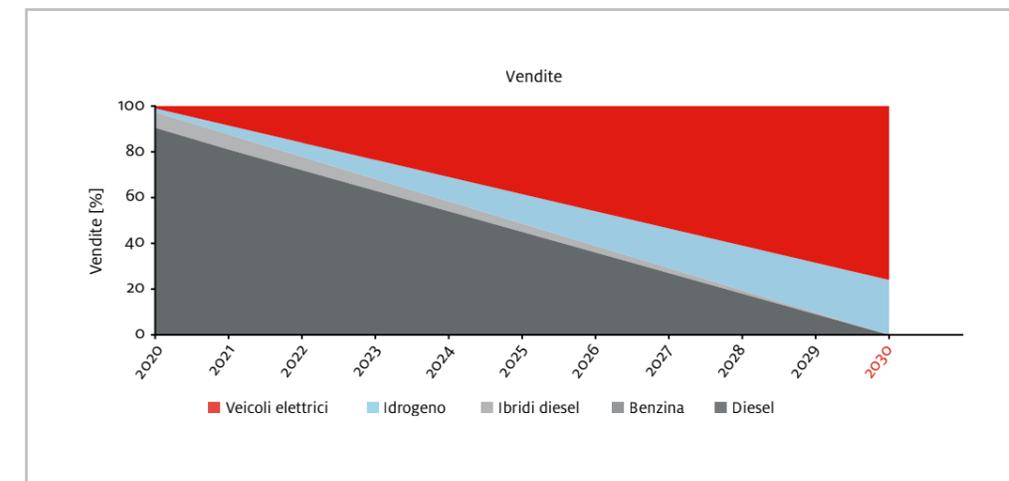


Figura 17. Sviluppo emissioni degli autobus, 2020-2030, scenario IPCC.

⁷¹ Piano strategico ATM Milano: <https://www.atm.it/it/IlGruppo/IlNostrImpegno/Pagine/Rinnovodellafloata.aspx>

⁷² International Energy Agency; Berlin A. et al, "Case Study: Electric buses in Shenzhen, China"

Sviluppo emissioni veicoli commerciali leggeri – scenario IPCC

Si suppone che il 65% dei nuovi veicoli venduti nel 2030 sia a zero emissioni in loco (non il 50% come presunto precedentemente). Il restante 35% viene composto come segue: 5% ibridi diesel, 5% ibridi benzina, 15% plug-in hybrid e 10% diesel. I valori per il 2020 sono ripresi da ACI⁷³. Vita utile presunta = 10 anni, km percorsi all'anno = 20.000⁷⁴.

Questa composizione di 65% di veicoli a zero emissioni e 90% a basse emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del trasporto leggero complessivo in Alto Adige del 43% rispetto al 2020 (Figura 18).

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 33,2 kt di CO₂eq.

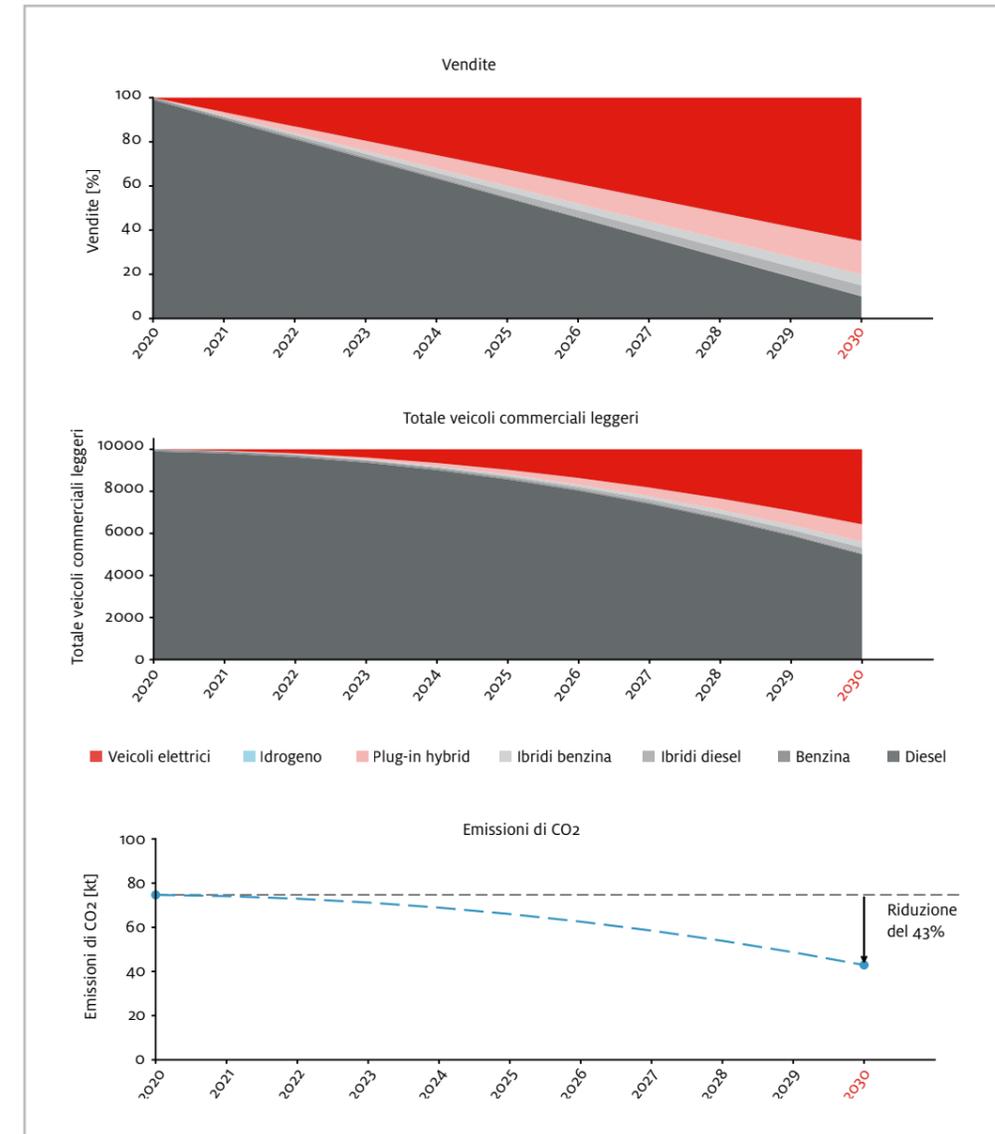


Figura 18. Sviluppo emissioni dei veicoli commerciali leggeri, 2020-2030, scenario IPCC

⁷³ ACI: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁷⁴ Alternative Fuels Data Center: <https://afdc.energy.gov/data/10309>

Sviluppo emissioni veicoli commerciali pesanti – scenario IPCC

Per il trasporto pesante si presuppone che il 45% dei nuovi veicoli sia a zero emissioni nel 2030. La restante quota (55%) si suppone rimanga incentrata sul diesel. I valori per il 2020 sono ripresi da dati ACI⁷⁵. Vita utile presunta = 8 anni, km percorsi all'anno = 100.000⁷⁶.

Il 45% di veicoli a zero emissioni, tra le nuove vendite nel 2030, risulta in una riduzione delle emissioni del trasporto pesante complessivo in Alto Adige del 20% rispetto al 2020 (Figura 19).

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 27 kt di CO₂eq.

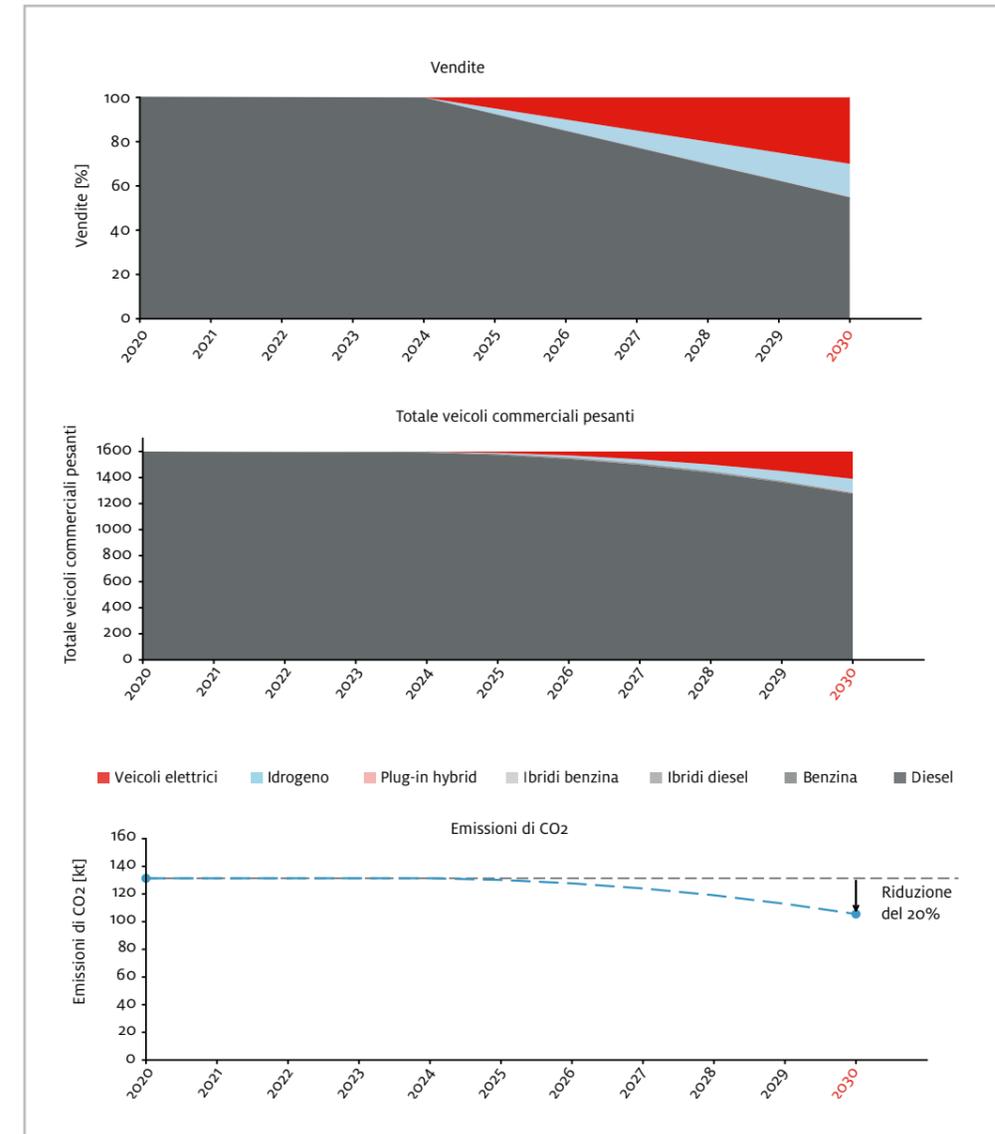


Figura 19. Sviluppo emissioni dei veicoli commerciali pesanti, 2020-2030, scenario IPCC.

⁷⁵ ACI: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>

⁷⁶ Alternative Fuels Data Center: <https://afdc.energy.gov/data/10309>

Previsione per il 2030 nel settore dei trasporti – scenario IPCC

Lo scenario IPCC (Figura 20) permette, sommando i contributi dei vari ambiti considerati, di avvicinarsi molto all'obiettivo fissato, senza però raggiungerlo del tutto (obiettivo fissato: 651kt CO₂eq, obiettivo raggiunto secondo lo scenario IPCC: 670kt CO₂eq).

Questo evidenzia quanto sia importante prendere delle misure sostanziali fin da subito se si vuole raggiungere l'obiettivo IPCC.

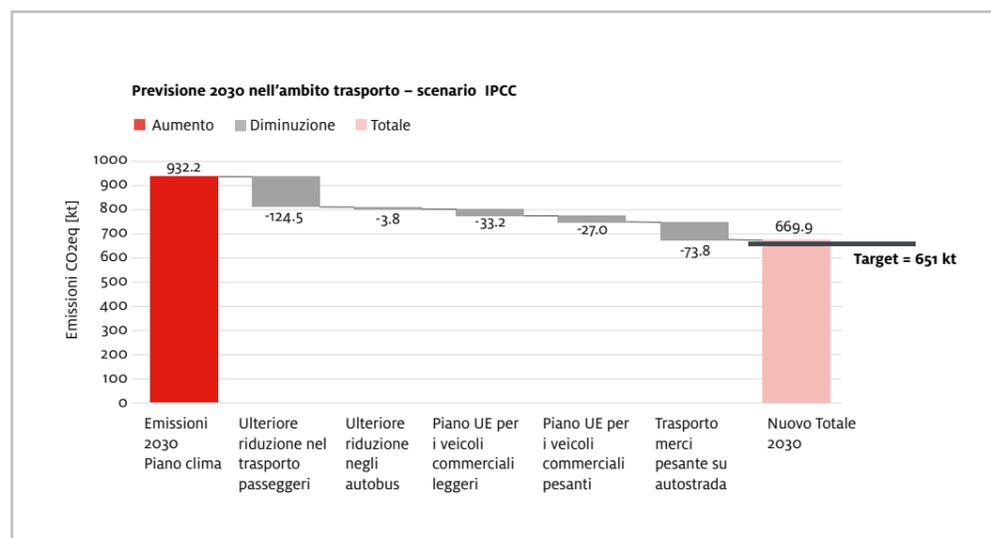


Figura 20. Grafico a cascata delle emissioni di CO₂ considerando le varie misure all'interno del settore dei trasporti, scenario IPCC

5.3.2. Scenario IPCC – settore industria

Il settore dell'industria è l'unico settore che dal 2010 ha continuamente aumentato le proprie emissioni. Infatti, dal 2010 al 2019 queste sono aumentate del 26%, passando da 249 kt di CO₂eq a 314 kt di CO₂eq⁷⁷.

Per lo scenario IPCC si presuppone che l'industria possa continuare il proprio sviluppo nei prossimi anni, invertendo però il trend di emissioni degli ultimi anni, e possa – in linea con gli altri settori – ridurre le emissioni del 40% da oggi al 2030.

⁷⁷ Inventario delle emissioni in atmosfera, Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, elaborazione dati di Eurac Research

Portando in valori assoluti a una riduzione delle emissioni del settore industria di 126 kt di CO₂eq nel 2030.

5.3.3. Scenario IPCC – settore riscaldamento

Per quanto riguarda il settore termico, lo scenario IPCC, oltre ai trend attuali di risanamento degli edifici, considera anche una serie di altri interventi da qui al 2030 (nel periodo 2022-2030). In particolare, gli interventi considerati sono l'installazione di sistemi a pompa di calore su edifici nuovi (nei quali si considera anche che tutta l'energia consumata venga prodotta da fonti rinnovabili con impatto nullo in termini di emissioni di CO₂eq) e risanati, e sistemi ibridi (pompa di calore + caldaia a gas) su edifici non risanati. In questo modo è possibile stimare la riduzione di emissioni di CO₂eq nel 2030 considerando non solo gli interventi previsti dallo scenario ACTUAL ma anche una serie di altri interventi realisticamente fattibili che possono portare notevoli risparmi in termini di emissioni di CO₂eq.

Sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi

Come mostrato in precedenza nell'analisi dello scenario ACTUAL, le misure considerate in tale scenario non consentono il raggiungimento nel 2030 del target prefissato in termini di emissioni annuali di CO₂eq per il settore riscaldamento, pari a 407 kt di CO₂eq/a.

Per tale ragione sono state valutate una serie di ulteriori misure, con particolare riferimento all'utilizzo di sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi negli edifici residenziali. Nel primo caso, una pompa di calore o un gruppo di pompe di calore permettono di coprire integralmente i fabbisogni di riscaldamento e di acqua calda sanitaria; in determinate condizioni, il sistema può coprire anche il fabbisogno di raffrescamento. Gli impianti ibridi invece sono costruiti integrando un impianto a pompa di calore con una caldaia a gas: mentre l'impianto a pompa di calore copre la maggior parte del fabbisogno termico, la caldaia a gas rimane a supporto, coprendo i carichi di picco nelle ore più fredde del periodo invernale. Questo tipo di impianti si rende particolarmente utile in caso di installazione in edifici ammalorati o che negli anni abbiano subito un risanamento parziale dell'involucro. In questi casi, la copertura dei carichi termici di picco richiede la distribuzione di acqua anche a 70°C nei radiatori, cosa che male si sposa con il funzionamento di una pompa di calore. Tali picchi sono comunque eventi limitati (sia in termini di valore assoluto che di durata) durante la stagione invernale e un sistema ibrido ben controllato riesce a coprire la maggior parte (attorno al 70-90%) dei fabbisogni termici annuali attraverso la sola pompa di calore.

Le pompe di calore attualmente disponibili sul mercato possono essere di diverso tipo. In questo studio sono state considerate pompe di calore a compressione di vapore che utilizzano energia elettrica per funzionare. Considerando l'alta disponibilità di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili in Alto Adige e il possibile accoppiamento con sistemi di produzione installati in-situ (fotovoltaico installato sull'edificio), è possibile ottenere notevoli risparmi in termini di emissioni di CO₂eq attraverso l'utilizzo di tali sistemi.

In questo studio si è considerata l'installazione di un sistema a pompa di calore in edifici nuovi o sottoposti a risanamento profondo dell'involucro termico (sono quindi esclusi da tale definizione gli edifici che hanno visto solo interventi minori come la sostituzione delle finestre). È stata invece considerata l'installazione di un sistema ibrido su edifici ammalorati per i quali non è previsto un risanamento dell'involucro da qui al 2030 e il cui impianto a caldaia debba essere sostituito perché a fine vita utile.

Tipologie di edificio e climi considerati

Come accennato in precedenza in questo studio, sono state considerate tre tipologie di edificio: edificio nuovo, edificio sottoposto a risanamento dell'involucro termico (chiamato di seguito per brevità edificio risanato) e edificio che non ha subito alcun intervento di risanamento (chiamato di seguito per brevità edificio non risanato). La scelta di considerare tre tipologie di edificio garantisce una buona rappresentatività delle tipologie di edificio presenti sul territorio con un limitato impegno di calcolo.

Inoltre, essendo le prestazioni dei sistemi a pompa di calore e ibridi dipendenti dalle condizioni climatiche considerate, per avere una sufficiente rappresentatività delle prestazioni di tali sistemi nel contesto locale sono state considerate due diverse località di riferimento: Bolzano (clima più mite) e Brunico (clima più rigido). Per ognuna di queste località di riferimento sono state usate le condizioni climatiche di un anno medio prese dal software Meteonorm⁷⁸. In totale sono stati quindi valutati sei casi (tre tipologie di edificio in due climi).

Valutazione delle emissioni di CO₂eq

Per ogni caso è stata svolta una simulazione dinamica eseguita con il software TRNSYS⁷⁹. Tale simulazione consente di valutare diversi parametri, tra cui il consumo annuale di energia elettrica del sistema a pompa di calore e, nel caso di sistemi ibridi, anche il consumo annuale di combustibile consumato dalla caldaia a gas. Per ogni caso considerato è stato calcolato il valore annuale di emissioni di CO₂eq moltiplicando il valore di consumo annuale di energia finale (gas ed elettricità) per il rispettivo fattore di emissione.

Per stimare la riduzione di emissioni di CO₂eq a livello dell'intero parco residenziale altoatesino è necessario anche conoscere la superficie degli edifici interessati dall'installazione di tali sistemi.

Superficie di edifici risanati e non risanati disponibile per l'installazione di sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi

La superficie di edifici risanati annualmente e la superficie di edifici non risanati su cui ogni anno è possibile considerare la sostituzione dell'attuale sistema di generazione a fonte fossile con un sistema ibrido sono stati definiti come frazioni della superficie totale del parco residenziale altoatesino; in particolare sono stati considerati quegli edifici che a oggi non sono collegati al teleriscaldamento (TLR) e che, presumibilmente, non lo saranno neanche nel 2030 poiché geograficamente lontani da tali impianti.

La superficie residenziale connessa al teleriscaldamento è stata calcolata considerando l'energia termica complessivamente distribuita nel 2030 da tali impianti (circa 1129 GWh/a⁸⁰) e il fabbisogno di riscaldamento e acqua calda sanitaria (ACS) di un edificio medio altoatesino (valore assunto pari a 120 kWh/m²/a); la superficie residenziale connessa al teleriscaldamento è stata stimata in circa 9,4 milioni m², pari a circa la metà della superficie complessiva, ovvero 18,4 milioni m².

L'installazione di impianti integranti una pompa di calore è stata quindi considerata in relazione a una superficie potenzialmente disponibile di 8,9 milioni m² di edifici esistenti e di 1,3 milioni m² di edifici nuovi, costruiti tra il 2020 e il 2030 (vedi sezione).

Tassi annuali di risanamento e di sostituzione di caldaie a fonte fossile con sistemi ibridi in edifici non risanati

È stato considerato che l'installazione di sistemi a pompa di calore avvenga in tutti gli edifici sottoposti a risanamento. Il tasso annuale di risanamento attuale è pari all'1% e tale valore è stato presupposto anche nello scenario IPCC. Si considera quindi che ogni anno una superficie pari a circa 89.000 m² venga risanata e in tali edifici venga installato un sistema a pompa di calore.

È stato considerato invece un tasso di installazione di sistemi ibridi in edifici non risanati che varia tra il 2% e il 4%: mentre l'installazione di pompe di calore in edifici risanati è già una tendenza ben consolidata, l'utilizzo di impianti ibridi è una pratica che sta nascendo negli ultimi anni, anche sulla spinta del Superbonus 110%. I tassi annuali utilizzati (2% e 4%) sono stati considerati partendo dalla vita tecnica utile media di una caldaia a fonte fossile (presunta pari a 25 anni). Un tasso annuale di sostituzione pari al 2% e al 4% indica rispettivamente che metà e tutte le caldaie a fonte fossile a fine vita utile vengono sostituite con un sistema ibrido. Sebbene attualmente sia difficile pensare che tutte le caldaie a fine vita saranno sostituite con un impianto ibrido – e sicuramente sarà necessario un impianto normativo atto ad assicurare che la pratica

⁷⁸ Meteonorm software: <https://meteonorm.com/en/>

⁷⁹ Klein, S.A. et al, 2017, TRNSYS 18: A Transient System Simulation Program, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison, USA, <http://sel.me.wisc.edu/trnsys>

⁸⁰ Valore calcolato partendo dall'energia distribuita dal teleriscaldamento in Alto Adige nell'anno 2019 (1066 GWh/a), valore da file "Calore derivato da Alto Adige 2019 x Eurac.xlsx" e considerando, rispetto al valore attuale di energia da fonti rinnovabili distribuita da impianti di teleriscaldamento (630 GWh/a), un aumento del 10% nel 2030 (quindi un aumento di 63 GWh/a).

si diffonda negli anni – non è però impossibile pensare che almeno la metà di questi impianti a caldaia siano sostituiti con impianti ibridi da qui al 2030.

Caratteristiche dell'energy mix considerato

Come detto in precedenza in questo studio si è considerata l'energia elettrica consumata come proveniente totalmente da fonti rinnovabili con impatto nullo in termini di emissione di CO₂eq. In aggiunta, sono state fatte delle analisi di sensitività per verificare la variabilità dei risultati in termini di riduzione delle emissioni di CO₂eq in funzione della frazione di energia prodotta da fonti rinnovabili nell'energy mix preso in esame.

Risultati dei vari casi e scenari considerati

Installazione di sistemi rinnovabili in tutti gli edifici di nuova costruzione

Come sopra anticipato, nello scenario IPCC si considera che i fabbisogni termici degli edifici nuovi, costruiti nel periodo 2022-2030, saranno coperti da sistemi a pompa di calore che utilizzano solo energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. In questo modo si può stimare la riduzione di emissioni di CO₂eq entro il 2030 rispetto allo scenario ACTUAL, in cui i nuovi edifici costruiti ogni anno nel periodo 2020-2030 portano a un aumento delle emissioni quantificato in 19,6 kt di CO₂eq nel 2030 (si veda capitolo 7.5). Non è tuttavia possibile considerare di abbattere interamente tali emissioni in quanto gli edifici nuovi costruiti nel periodo 2020-2022 sono caratterizzati da emissioni di CO₂eq non nulle. Per questo motivo il risparmio di emissioni di CO₂eq ottenibile da questa misura risulta essere quindi pari agli otto decimi del valore di emissioni degli edifici considerati nello scenario ACTUAL (19,6 kt di CO₂eq) e quindi pari a 15,7 kt di CO₂eq.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 15,7 kt di CO₂eq.

Installazione di sistemi rinnovabili in tutti gli edifici che vengono risanati profondamente

La riduzione di emissioni di CO₂eq nel 2030 grazie all'installazione di sistemi a pompa di calore in edifici risanati (tasso annuale di risanamento considerato pari al 1% come specificato in precedenza) risulta invece pari a 17,7 kt di CO₂eq.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione di 17,7 kt di CO₂eq.

Installazione di sistemi ibridi nel caso di edifici non risanati e necessità di cambio caldaia

La riduzione di emissioni di CO₂eq nel 2030 grazie alla sostituzione di sistemi di generazione a fonte fossile con sistemi ibridi su edifici non risanati risulta pari a 59,2 kt di CO₂eq nel caso in cui metà delle caldaie a fonte fossile che raggiungono la fine della vita tecnica utile venga sostituite

con un sistema ibrido o pari a 118,5 kt di CO₂eq nel caso in cui tutte le caldaie a fonte fossile a fine vita tecnica utile vengano sostituite da un sistema ibrido.

La presente misura, in valori assoluti, porta a una riduzione fino a 118,5 kt di CO₂eq.

Sostituzione delle fonti fossili nei teleriscaldamenti con fonti rinnovabili

La grande maggioranza dei teleriscaldamenti in Alto Adige è alimentata esclusivamente da fonte rinnovabile (biomassa). Comunque, i tre teleriscaldamenti principali (Bolzano, Bressanone e Merano) e alcuni teleriscaldamenti minori sono alimentati in parte consistente da caldaie o cogeneratori a gas. Infatti, nella Figura 7 si nota che la combustione di gas nei teleriscaldamenti è il secondo contributore alle emissioni di CO₂eq nel settore riscaldamento, dopo le caldaie a gas nei singoli edifici.

Nell'arco dei prossimi 20 anni – per raggiungere la neutralità climatica in Alto Adige – sarà necessario ridurre questo consumo di gas a quasi zero e sostituirlo con altri fonti in tutti i teleriscaldamenti locali.

Nel presente documento non sono state identificate singole misure e per questo non sono neanche state quantificate. Ma, come si vede nel caso di Merano (biomassa) oppure con l'idea di progetto a Bressanone (geotermia profonda) oppure in molti casi di teleriscaldamenti in Danimarca, attraverso un mix di misure (biomassa, geotermia, pompe di calore, energia termica di scarto da processi industriali, abbassamento delle temperature del sistema in alcune parti della rete, ecc.) è possibile ridurre gradualmente la dipendenza dal gas.

È chiaro che questo non è un percorso automatico, ma può essere il risultato di un lavoro di pianificazione strategica: il gestore del sistema di teleriscaldamento dovrebbe porsi chiari obiettivi di decarbonizzazione e implementare una serie di misure e investimenti nell'arco degli anni.

Previsione per il 2030 nel settore del riscaldamento – scenario IPCC

Nello scenario IPCC sono stati analizzati tre interventi aggiuntivi che riguardano solo il ricambio di caldaie fossili e la valutazione di come queste possano essere sostituite in pieno o in parte da sistemi rinnovabili. Essendo in media il tasso di ricambio di una caldaia 4 volte più alto del tasso di risanamento complessivo di edifici (nell'arco di circa 25 anni viene cambiato l'intero parco di caldaie installate, mentre servono circa cento anni per risanare l'intero parco di edifici costruito), considerare questi casi permette di agire in modo molto più veloce.

Dai precedenti risultati si può notare come l'installazione di sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi apporti un notevole contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂eq.

Dalla Figura 21 si nota come, a seguito degli interventi considerati nello scenario IPCC, il target di **emissioni di CO₂eq per il 2030 per il settore riscaldamento (407 kt di CO₂eq) risulti raggiungibile.**

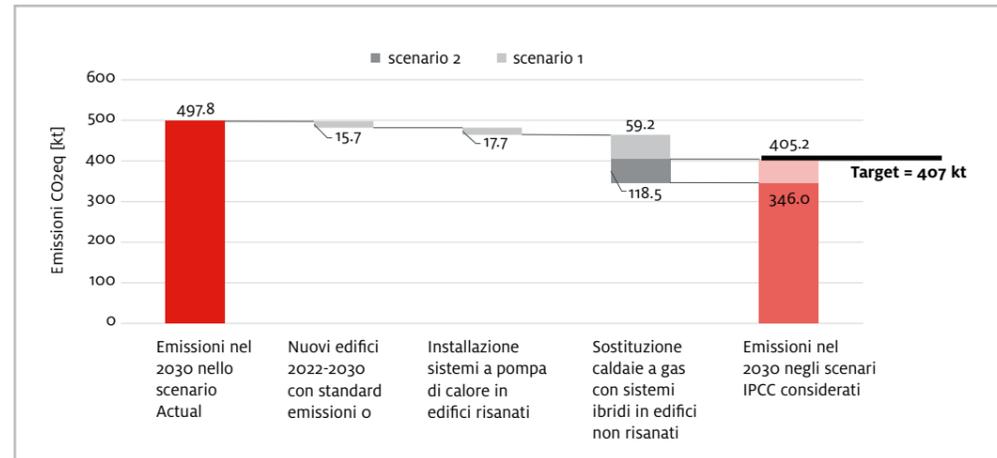


Figura 21. Emissioni di CO₂eq nel 2030 nello scenario ACTUAL e nello scenario IPCC. Sono riportati inoltre i contributi alla riduzione delle emissioni di CO₂eq dati dai vari interventi e il target di emissione di CO₂eq per il 2030 per il settore riscaldamento.

È utile qui ricordare che l'utilizzo di sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi porta con sé un aumento dei consumi di energia elettrica. Nello scenario IPCC identificato l'elettricità rinnovabile necessaria per il funzionamento dei sistemi a pompa di calore e ibridi varia tra 150 e 250 GWh/a. A titolo indicativo, questa energia potrebbe essere prodotta per circa il 30% tramite impianti fotovoltaici installati sugli edifici dove tali impianti sono installati; questo corrisponde a circa -40-70 MWp di impianti complessivamente installati⁸¹. La restante porzione dovrebbe essere prodotta tramite impianti fotovoltaici di grandi dimensioni e impianti idroelettrici. Nel caso si faccia riferimento a soli impianti fotovoltaici, questo corrisponderebbe ad altri -90-160 MWp complessivamente installati.

L'ulteriore espansione delle reti di teleriscaldamento rinnovabili rispetto a quanto già previsto, per esempio facendo uso consistente di calore di scarto e biomassa sostenibile di provenienza locale, permetterebbe di limitare la quantità di impianti a pompa di calore e ibridi e quindi l'energia elettrica rinnovabile necessaria per alimentare il settore. È quindi della massima importanza promuovere un sistema equilibrato di fonti energetiche rinnovabili e di tecnologie che eviti di doversi affidare a una sola fonte energetica.

Infine, sebbene come detto in precedenza in questo studio si sia considerata l'energia elettrica consumata come proveniente totalmente da fonti rinnovabili con impatto nullo in termini di emissioni di CO₂eq, sono stati valutati anche i risultati in termini di riduzione di emissioni di CO₂eq dovuti all'utilizzo di sistemi a pompa di calore e sistemi ibridi considerando diversi

⁸¹ Tali valori di potenza di impianti fotovoltaici da installare sono stati calcolati assumendo una producibilità annuale per tali impianti pari a 1100 kWh/kWp.

energy mix per quanto riguarda l'energia elettrica. Queste valutazioni sono state fatte attraverso un'analisi di sensitività. I risultati di tale analisi indicano che, sebbene, come atteso, la riduzione di emissioni di CO₂eq associata all'utilizzo di sistemi a pompa di calore e ibridi sia tanto più marcata quanto più è alta la percentuale di energia da fonti rinnovabili nel mix energetico, tale misura porta in ogni caso a una notevole riduzione delle emissioni di CO₂eq. A riprova di ciò, si indica che il risparmio in termini di emissioni di CO₂eq ottenibile con le stesse misure (tasso annuale di risanamento pari all'1% e tasso annuale di sostituzione di caldaie a fonte fossile con un sistema ibrido in edifici non risanati pari al 2% (caso 1) o al 4% (caso 2)) considerando un fattore di emissioni CO₂eq per la rete elettrica pari a 0,2965 t di CO₂eq/MWh e che la totalità del consumo elettrico sia coperto con energia proveniente dalla rete elettrica italiana risulta pari a 53,5 kt di CO₂eq (caso 1) o a 82,1 kt di CO₂eq (caso 2) nel 2030.

Nel caso in cui, oltre agli stessi tassi annuali di risanamento e sostituzione di caldaie a fonte fossile con un sistema ibrido in edifici non risanati, si consideri che una parte (il 30%) del consumo elettrico di tali sistemi sia coperto da energia prodotta da fonti rinnovabili in-situ (fotovoltaico) e non totalmente con energia proveniente dalla rete elettrica, la riduzione di emissione di CO₂eq risulta pari a 65,3 kt di CO₂eq (caso 1) o 103,1 kt di CO₂eq (caso 2) nel 2030.

5.3.4. Scenario IPCC – risultati complessivi

La Figura 22 mostra i risultati dello scenario IPCC. Si può notare come questo scenario sia allineato con l'obiettivo IPCC di riduzione delle emissioni, entro il 2030, del 45% rispetto ai dati del 2010. Le emissioni del settore trasporti vengono ridotte molto portandosi molto vicini all'obiettivo IPCC per il settore. Le emissioni del settore industriale si riducono ma non abbastanza per raggiungere l'obiettivo. Il settore termico compensa i due precedenti con una riduzione delle emissioni più spinta.

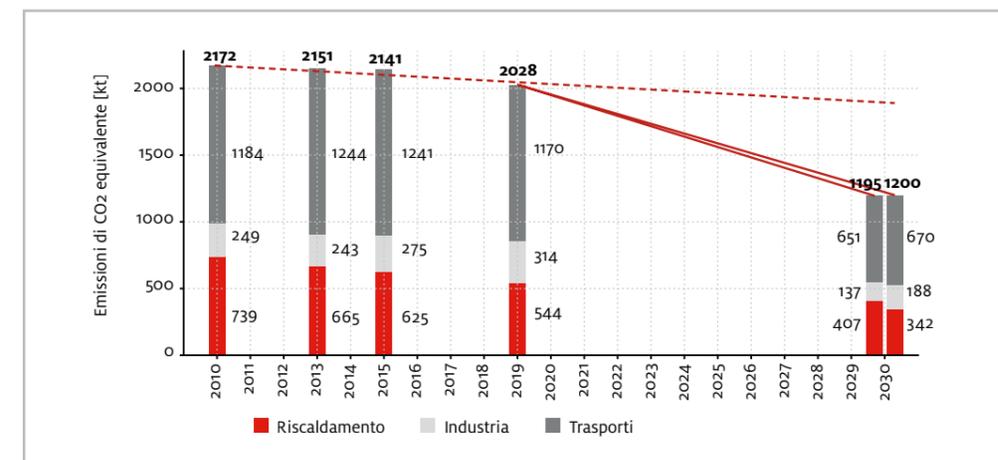


Figura 22. Riduzione delle emissioni stimate di CO₂, scenario IPCC

Seguono considerazioni finali per i singoli settori.

Settore trasporti

Il settore dei trasporti è il primo emettitore di emissioni di CO₂eq in Alto Adige. Come tale va messo al centro di ogni pianificazione futura in riguardo al clima e all'energia.

Le misure messe in atto dallo Stato, dalla Provincia, dai Comuni e da attori privati (aziende, hotel, ecc.) che permettono di ridurre il trasporto (di persone e merci) in veicoli privati e spostarlo su trasporto pubblico, rotaia, trasporto congiunto, trasporto bici e altre forme di micro mobilità **sono fondamentali per aumentare la qualità della vita in Alto Adige, ridurre il sovraccarico di molte strade altoatesine, aumentarne la sicurezza e migliorare la qualità dell'aria.**

Ma, secondo le analisi effettuate in questo studio, anche se tutte queste misure danno un contributo importante permettono di raggiungere solo in piccola parte gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂eq.

Per raggiungere questi obiettivi è inoltre necessario un sostanziale e veloce ricambio dei veicoli a combustione interna con veicoli a zero emissioni (principalmente veicoli elettrici a batteria). Questo vale sia per i veicoli dei residenti sia per i veicoli delle aziende altoatesine. Inoltre, questa transizione renderebbe l'Alto Adige un punto di attrattività per turisti (e aziende logistiche) che viaggiano con veicoli elettrici.

In concreto – e anche seguendo la strada intrapresa dai paesi pionieri in questo settore – si auspica che:

- ci sia un **chiaro e nel tempo stabile incentivo economico per veicoli a zero emissioni al momento dell'acquisto** (questo può essere limitato a pochi anni iniziali considerando la riduzione dei prezzi di veicoli elettrici);
- ci siano **chiari vantaggi nell'utilizzo di veicoli a zero emissioni** in confronto a veicoli con emissioni in loco (permesso di accesso in certe zone limitate, modalità di permesso di utilizzo di parcheggi, possibilità di utilizzo di corsie preferenziali, costo di utilizzo di autostrada o altri servizi);
- ci siano incentivi specifici per le aziende per agevolare il passaggio delle loro flotte a veicoli a zero emissioni; passaggio che sarebbe a sua volta un forte incentivo per la crescita dell'offerta di veicoli a zero emissioni sul mercato di seconda mano (e questo permetterebbe il passaggio ai veicoli a zero emissioni anche alle persone con minor possibilità di spesa);
- **l'infrastruttura di ricarica** di veicoli sia tale da permettere di **viaggiare senza pensieri** (sia per la qualità e velocità della ricarica, sia per il numero di punti di ricarica) e che sia talmente visibile da trasmettere anche ai non (ancora) proprietari di veicoli elettrici la sensazione che avere un veicolo elettrico è semplice e vantaggioso;

— **l'infrastruttura sia differenziata in base al campo di applicazione.** Questo permette di aumentare il comfort di utilizzo e anche di ridurre i costi di installazione e di utilizzo e l'impatto sulla rete elettrica. Per esempio:

- per permettere all'utilizzatore medio di passare a veicoli a zero emissioni è necessario che possa avere un punto di ricarica di bassa potenza (da 3 a 7 kW) presso il proprio garage o parcheggio;
- le persone che non hanno un proprio parcheggio ma parcheggiano la macchina per strada, devono poter trovare abbastanza punti di allaccio a bassa potenza e basso costo di ricarica sulle strade nelle vicinanze dell'abitazione;
- per pernottare senza pensieri i turisti hanno bisogno di stazioni di ricarica presso le strutture alberghiere. Non sono necessarie alte potenze, ma è necessario un alto numero di allacci. Soprattutto d'inverno quando i veicoli elettrici possono avere una piccola ma continua necessità di energia per mantenere le batterie al di sopra degli zero gradi;
- presso il parcheggio di un impianto sciistico c'è principalmente bisogno di tanti punti di connessione ma a potenze di allaccio molto ridotto. Infatti, l'utilizzatore medio è interessato a poter connettere e ricaricare il proprio veicoli durante tutta (o metà) giornata a costi contenuti, per ripartire a fine giornata con il veicolo pieno;
- presso una stazione di servizio in autostrada l'utente medio si vuole fermare pochi minuti per una breve pausa e ripartire in fretta, accettando anche costi più elevati per la ricarica. Qui le potenze necessarie sono molto alte (supercharger o hypercharger);
- per permettere il passaggio a zero emissioni del trasporto pesante sono necessari stazioni di ricarica (elettriche e a idrogeno) specifiche per dimensioni e potenza dei veicoli pesanti. In parcheggi di lunga durata sono necessari tanti punti di ricarica ma bastano potenze limitate per eseguire delle ricariche notturne; in stazioni di servizio invece - per ricaricare durante le soste diurne - sono necessarie potenze molto elevate (megacharger) e punti ricarica per l'idrogeno adeguati.

Settore industria

Per poter stimare sia la quantità come anche le possibilità di diminuire le emissioni del settore industria è necessario identificare in dettaglio per che tipo di applicazione vengono utilizzate le fonti fossili oggi e quali sono le possibili alternative a zero emissioni.

Sicuramente si arriverà a un ampio perimetro di utilizzi, dove in alcuni casi un passaggio a zero emissioni già oggi è possibile in modo semplice (e forse addirittura economicamente vantaggioso) mentre in altri casi il passaggio a oggi è possibile solo con soluzioni molto innovative, con poche esperienze e costose.

A oggi però queste informazioni non ci sono, e si ritiene necessario elaborare studi approfonditi che possano essere la base per delle strategie e roadmap chiare per la decarbonizzazione dei singoli settori.

Considerando la forte dinamicità dei prezzi del settore energetico (anche per via della guerra in Ucraina), una possibilità **di ridurre il grado di esposizione delle imprese a questi cambiamenti** (e anche di incentivare il passaggio a tecnologie a zero emissioni) è quello di permettere loro di autoprodurre energia elettrica (principalmente attraverso impianti fotovoltaici) **in loco o nelle immediate vicinanze** e cercare di portare varie applicazioni energetiche sul vettore elettrico (riscaldamento, raffrescamento, mobilità, ecc.). Gli incentivi possono essere di natura economica ma anche (e spesso soprattutto) un iter di permessi molto snello e veloce per permettere alle aziende di agire e implementare immediatamente quando hanno la possibilità e vedono l'opportunità di farlo.

Settore riscaldamento

Lo scenario IPCC per il settore del riscaldamento degli edifici mostra come gli obiettivi di decarbonizzazione siano raggiungibili, con una riduzione delle emissioni di CO₂eq pari a circa 150-200 kt/a nel 2030.

Attraverso una serie di misure già in essere, che comprendono:

- l'estensione delle reti di teleriscaldamento e la loro conversione verso fonti energetiche rinnovabili;
- l'efficientamento dell'involucro degli edifici;
- l'installazione di caldaie a biomassa e collettori solari termici

saremo in grado di ridurre le emissioni di CO₂eq di circa 50 kt/a, ovvero di raggiungere approssimativamente un terzo dell'obiettivo.

Per raggiungere completamente l'obiettivo dovremo accelerare. Oltre, in generale, a incrementare il tasso di risanamento degli edifici, all'atto di sostituzione di un qualsiasi impianto termico a fonte fossile (caldaia a gas, caldaia a gasolio, ecc.) sarà necessario prevedere l'installazione di una tecnologia che utilizzi quasi esclusivamente fonti di energia rinnovabile:

- teleriscaldamento alimentato da fonti rinnovabili;
- caldaie a biomassa;
- pompe di calore elettriche (eventualmente coadiuvate da caldaie a gas solo per la copertura dei carichi di picco).

Edifici nuovi e che siano stati soggetti a un risanamento profondo possono essere efficacemente serviti da caldaie a biomassa o da pompe di calore. Edifici non risanati o in generale localizzati in zone di montagna possono essere serviti da caldaie a biomassa o da impianti ibridi. Quest'ultima soluzione non solo permette di coprire la maggior parte dei carichi termici dell'edificio con fonti rinnovabili, ma può contribuire a vincere eventuali resistenze da parte di progettisti e installatori in merito all'utilizzo di pompe di calore in climi rigidi.

L'installazione dei nuovi impianti avrà un costo, che non deve avere ricadute negative sul tessuto sociale.

Le imprese del territorio (progettisti, installatori e produttori di tecnologie) possono trarre grandi benefici dall'adozione di queste tecnologie: per raggiungere gli obiettivi IPCC dovranno essere sostituiti dai 400 ai 700 impianti termici all'anno. Inoltre, questi impianti sono a oggi più costosi di quelli convenzionali, da una parte a causa di economie di scala (le caldaie a gas sono prodotte su grande scala anche in zone del globo dove la manodopera è poco costosa), e dall'altra parte perché questi impianti sono intrinsecamente più complessi e quindi richiedono maggiore progettazione e tempo di installazione.

I costi di investimento complessivi delle tecnologie rinnovabili sono quindi maggiori di quelli delle soluzioni convenzionali, cosa che si traduce in maggiori entrate e maggiore impiego nel settore.

Ciò implica che la transizione energetica richiederà la disponibilità di una grande forza lavoro, in grado di adattarsi a tecnologie che evolvono rapidamente e sono sempre più interconnesse, rendendo l'assistenza e la manutenzione a lungo termine fondamentali per il loro funzionamento efficiente. **Questo sottolinea la necessità di una formazione e riqualificazione dinamica della forza lavoro.**

La natura centrale del capitale umano richiede uno sguardo più approfondito sulla sua disponibilità, nonché sulla portata e sui tipi di investimenti per la formazione necessaria: massicci investimenti in attrezzature e tecnologie per la transizione energetica possono essere inutili se nessuno sarà lì per installarle e mantenerle.

La carenza di professionisti qualificati che si sta palesando già oggi, in aggiunta alla necessità di aumentare le competenze e le qualifiche dei professionisti, rende questa una vera sfida che il settore può affrontare solo attraverso la collaborazione con scuole, centri di formazione, associazioni, università e centri di ricerca. La Provincia autonoma di Bolzano può assumere un ruolo centrale nel coordinamento di questo meccanismo di formazione continua dei professionisti.

I costi aggiuntivi non devono essere pagati dagli utenti finali. A questo scopo uno strumento da valorizzare è quello dell'EPC (Energy Performance Contracting), messo in atto dalle ESCO (Energy Service Company). Tali aziende investono nel risanamento energetico dell'edificio e utilizzano i risparmi generati assieme agli incentivi pubblici messi a disposizione per ripagare i costi iniziali negli anni successivi; l'investimento iniziale da parte dell'utente è modesto se non nullo.

A oggi ci sono poche ESCO operanti sul territorio altoatesino. Inoltre, **per investire in numerose iniziative di risanamento in parallelo, tali aziende hanno bisogno di linee di credito consistenti (nell'ordine della decina di milioni di euro all'anno) e stabili per risultare solvibili ai fini fiscali**, in modo da non risultare esposte finanziariamente rispetto agli investimenti iniziali, recuperati solo negli anni. Tali linee di credito sono normalmente fornite da società energetiche attraverso le banche. **Per facilitare la nascita di nuove ESCO e il loro coinvolgimento nel mercato del risanamento degli edifici, la Provincia autonoma di Bolzano potrebbe creare meccanismi di garanzia verso le banche locali, attraverso le sue società in house**: nonostante l'investimento iniziale sia particolarmente consistente e quindi esponga formalmente la ESCO a rischio di insolvenza, il rientro dell'investimento non presenta rischi significativi. **Un tale meccanismo potrebbe essere anche utilizzato per garantire la qualità delle installazioni, attraverso una verifica continua.**

Una delle modalità più importanti per ridurre le perdite di calore e le emissioni in fase operativa è isolare in modo opportuno l'involucro degli edifici considerando il contesto, le variazioni stagionali e fenomeni in atto quali il cambiamento climatico o la variazione delle abitudini e delle esigenze degli utilizzatori.

Molte tecnologie sono conosciute, ma il numero degli edifici rinnovati e soprattutto il numero degli edifici rinnovati in modo importante e sistemico rimane basso. Gli interventi di riqualificazione dell'involucro sono spesso poco interessanti per le ESCO perché hanno tempi di ritorno molto lunghi, rischi tecnici (e quindi finanziari) e un'incertezza ancora alta a causa di possibili difetti di progettazione e/o esecuzione o di una non ideale gestione da parte dell'utente, per esempio nelle aperture. Inoltre, se il proprietario non è utilizzatore dell'edificio non riesce a godere dei benefici diretti di un intervento di rinnovamento dell'involucro ed è scarsamente motivato a investire.

Vanno trovati meccanismi di incentivazione diversi, legati al valore immobiliare dell'edificio o del singolo appartamento, legati a possibili sistemi di riduzione delle tasse per i proprietari basati sulle effettive prestazioni, o legati al fatto che la maggiore qualità degli ambienti costruiti e degli spazi interni possono portare anche a un aumento del valore dell'affitto.

L'amministrazione locale potrebbe favorire la riqualificazione dell'involucro in diversi modi⁸²: supportando lo sviluppo di soluzioni innovative sostenibili che considerino l'intero ciclo di vita dei prodotti (tali soluzioni dovrebbe ridurre al minimo l'impatto su proprietari e utilizzatori dell'edificio); fornendo supporto tecnico ai diversi attori in gioco, dalle aziende agli utenti finali (per esempio estendendo l'iniziativa "energy check" dell'Agenzia CasaClima per coinvolgere tutta la filiera); semplificando e modernizzando le procedure (inclusi la digitalizzazione della documentazione e l'uso di ambienti BIM); facilitando in generale collaborazioni e partnership tra i diversi attori per un impegno finalmente condiviso e collettivo e sottolineando i benefici in termini di salute e benessere delle azioni di rinnovamento.

Promuovere la trasformazione del parco immobiliare dell'Alto Adige con soluzioni guidate da obiettivi prestazionali in termini di energia, emissioni, impatti ambientali e sociali nel medio e lungo termine significa investire sulla resilienza dell'economia locale.

Abbinando a interventi di manutenzione straordinaria le azioni di efficienza energetica e di miglioramento della qualità ambientale interna, nonché della qualità architettonica, comporta extra-costi minimi con tempi di ritorno molto ridotti.

Il risanamento dell'involucro con sistemi modulari di facciata (prefabbricati e prodotti in modo sempre più industrializzato ma agile, cioè sulla base di specifiche esigenze architettoniche e ingegneristiche) consente di ridurre i costi nel ciclo di vita, in particolare dove è importante ridurre al minimo i tempi di realizzazione. L'amministrazione dovrebbe promuovere questi tipi di sistemi anche considerando la possibilità dello smontaggio per facilitare la manutenzione e la gestione del fine vita, minimizzando i rifiuti.

Infine, per i proprietari che affittano i loro immobili si potrebbe pensare a una forma di tassazione sui profitti decrescente in funzione delle effettive prestazioni degli edifici, valutate con metodi oggettivi che tengano conto del comfort misurato e percepito dall'utente e dell'efficienza con cui viene consumata l'energia non rinnovabile necessaria a mantenere quelle condizioni. Questo comporta lo sviluppo di strategie di misura e verifica standardizzate che potrebbero essere oggetto di collaborazione tra Agenzia CasaClima e istituzioni di ricerca del territorio con le necessarie competenze.

5.4. AUMENTO DEL CONSUMO ELETTRICO

Obiettivo di questo capitolo è la valutazione dell'aumento di domanda elettrica dovuto alla elettrificazione dei settori mobilità e termico e la stima della potenza installata di fotovoltaico necessaria a compensare l'aumento di domanda. Per la stima della potenza installata di fotovoltaico si è considerato che servono 1.100 ore equivalenti (valore medio per l'Alto Adige) per trasformare la produzione annua in potenza installata e non si è valutata la contemporaneità di aumento di domanda e generazione ma solo il totale annuo.

La figura 23 mostra le due grandezze sopra citate per gli scenari ACTUAL e IPCC nell'ambito dei trasporti. Nello scenario ACTUAL sono necessari 150 MW aggiuntivi di potenza installata di fotovoltaico per compensare l'aumento di domanda. Nello scenario IPCC, questo numero aumenta a 350 MW.

⁸² ESCO, Renovating the building envelope – Quo vadis?, Trend paper series, December 2021

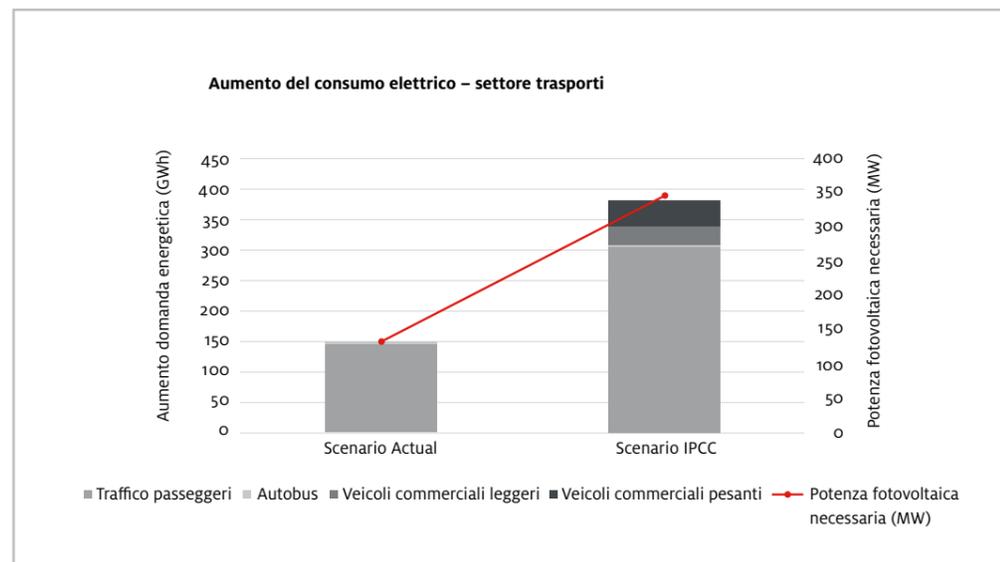


Figura 23. Aumento della domanda per l'elettrificazione del settore dei trasporti (con i contributi di ogni sotto-settore) e potenza installata di fotovoltaico necessaria a compensare questo aumento

La Figura 24 invece mostra l'aumento di domanda elettrica e la potenza di fotovoltaico necessaria per la sua compensazione per gli scenari ACTUAL e IPCC nell'ambito del riscaldamento. Nello scenario ACTUAL sono necessari meno di 50 MW mentre nello scenario IPCC servono 230 MW in più.

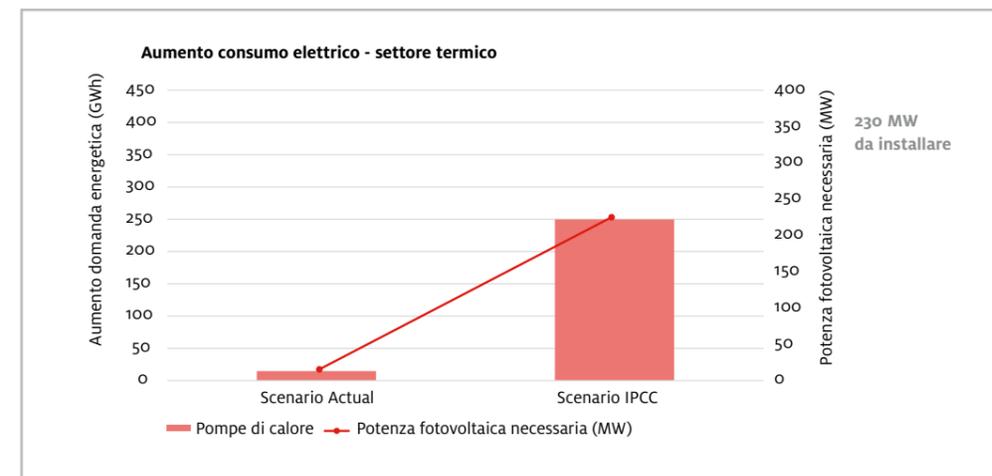


Figura 24. Aumento della domanda per l'elettrificazione del settore termico e potenza installata di fotovoltaico necessaria a compensare questo aumento

La somma dei contributi di consumo elettrico nel settore dei trasporti e nel settore riscaldamento porta alla necessità di installare quasi 600 MW di potenza fotovoltaica aggiuntiva rispetto allo stato attuale.

Questa stima però **non tiene conto di due fattori importanti:**

- In questo calcolo sono stati inclusi solo il settore dei trasporti e quello termico. **Non è stato considerato il settore industria.** Nello scenario IPCC il settore industria deve però ridurre le proprie emissioni di CO₂ del 40% da oggi al 2030. In molti casi questo significa passare da impianti termici oggi alimentati attraverso la combustione di gas naturale a impianti elettrici (pompe di calore oppure resistenze elettriche). A seconda delle temperature necessarie questo a sua volta può avere un impatto molto importante (anche di ordine di grandezza simile al settore termico e/o elettrico), ma da approfondire per poter fare delle stime precise.

Inoltre, **non è stato incluso un possibile percorso di decarbonizzazione parziale delle reti di teleriscaldamento fossili.** Come già evidenziato, diverse opzioni tecnologiche possono essere abbinate, ma – per lo meno in modo parziale – anche qui probabilmente le pompe di calore giocheranno un ruolo e questo porterà a un ulteriore aumento del consumo elettrico.

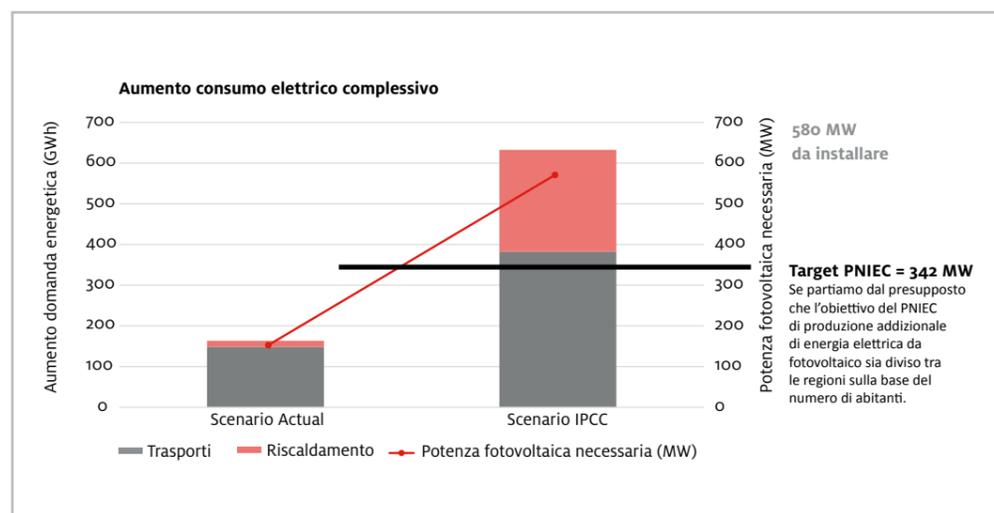


Figura 25. Aumento della domanda per l'elettificazione dei settori termico e dei trasporti e potenza installata di fotovoltaico necessaria a compensare questo aumento

Per il fotovoltaico bisogna anche considerare l'obiettivo nazionale. Il Piano nazionale integrato energia e clima⁸³ prevede per il 2030 una potenza installata di fotovoltaico pari a 55 GW, potenza che con molta probabilità verrà aggiornata a 75 GW per riuscire a soddisfare i nuovi target europei. Se si considera che per raggiungere questo obiettivo ogni regione deve fare la sua parte, si può calcolare il valore di potenza installata che l'Alto Adige deve installare per stare al passo dell'obiettivo nazionale. Considerando 59,55 milioni di abitanti in Italia e 0,52 in Alto Adige si può spalmare questo obiettivo a livello regionale. L'obiettivo di 55 GW di potenza installata si traduce quindi in 291 MW addizionali, mentre se si considera il valore di 75 GW sono necessari 465 MW addizionali per l'Alto Adige. Lo scenario IPCC permetterebbe quindi di soddisfare il target nazionale di fotovoltaico installato e di superarlo, spingendosi fino a quasi 600 MW di potenza installata addizionale.

⁸³ Piano nazionale integrato per l'energia e il clima 2030 (PNIEC): <https://www.energia.enea.it/glossario-efficienza-energetica/lettera-p/piano-nazionale-integrato-per-l-energia-e-il-clima-2030-pniec.html#:~:text=Il%20Piano%20Nazionale%20Integrato%20per,nostro%20Paese%20verso%20la%20decarbonizzazione>.

6.

Emissioni dell'agricoltura altoatesina e conseguimento della neutralità climatica

Autrici e autori:
 Georg Niedrist, Janin Höllrigl, Ulrike Tappeiner (Istituto per l'ambiente alpino)

6.1. PREMESSA

Le emissioni di gas serra nel comparto agricolo possono essere quantificate sulla base di svariate prospettive. Innanzitutto, devono essere considerate quelle emissioni che, all'interno di un'area delimitata, in questo caso l'Alto Adige, sono direttamente riconducibili alla coltivazione e alla zootecnia: tra queste sono annoverabili, per esempio, le emissioni di protossido di azoto conseguenti alla concimazione, le emissioni di metano prodotte da ruminanti quali bovini e ovini o le emissioni di CO₂ dei trattori. Le emissioni dirette dell'agricoltura possono essere classificate con relativa chiarezza e sono quantificabili in modo unitario sulla base di protocolli standard. Poiché le fonti delle emissioni si collocano spesso nella sfera d'influenza diretta delle decisioni politiche, in quest'ambito si schiudono possibilità immediate di riduzione.

Le emissioni di gas serra nel comparto agricolo, tuttavia, possono essere analizzate anche dal punto di vista dei sottosettori – frutticoltura, viticoltura, zootecnia – verificando quante ne vengono prodotte nell'ambito di riferimento lungo l'intera catena di produzione di un alimento sino alla vendita. Vi rientrano i seguenti componenti:

- emissioni derivanti da processi che si collocano a monte della coltivazione e dell'allevamento (per esempio dalla produzione di concimi e mangimi);
- emissioni dirette derivanti dalla coltivazione e dall'allevamento (si veda sopra);
- emissioni prodotte dopo il raccolto, ovvero nelle fasi di lavorazione, stoccaggio e confezionamento.

In questo caso vengono sommate le emissioni prodotte nei diversi settori (agricoltura, energia, trasporto) ma anche nelle diverse regioni del mondo, rendendo ancora più complessi sia il calcolo sia un coordinamento a livello regionale. Tale approccio aiuta a comprendere quali sono gli anelli più emissivi nella catena di creazione del valore di un settore e dove si colloca il maggior potenziale di riduzione.

In base a un terzo metodo le emissioni vengono considerate in una prospettiva di consumo: la base di calcolo è data dalle abitudini alimentari, così come dalla cosiddetta impronta di carbonio dei generi alimentari. Tale approccio consente al singolo individuo di calcolare l'impatto climatico della propria dieta, ma è caratterizzato da un elevato fattore di incertezza. Così, spesso, non si dispone di indicazioni precise sui processi di produzione e le abitudini alimentari o di una chiara definizione dei limiti di sistema per l'impronta di carbonio.

Al fine di poter descrivere e comparare l'impatto sul clima dei gas serra occorre valutarne il potenziale in termini di surriscaldamento globale in CO₂ equivalente (CO₂eq). L'agricoltura libera soprattutto metano e protossido d'azoto, due gas a effetto serra molto potenti. Il metano agisce immediatamente con un impatto di gran lunga superiore rispetto alla CO₂, ma viene degradato molto più rapidamente nell'atmosfera. Considerando un arco temporale di 100 anni, 1 kg di metano incide sul clima tanto quanto 25 kg di CO₂. Il protossido di azoto è addirittura quasi 300 volte più dannoso per il clima della CO₂. Il metano, responsabile del surriscaldamento globale per il 15%, non contribuisce all'effetto serra quanto la CO₂, il cui impatto è superiore al 75%. Ma poiché il ciclo di vita del metano nell'atmosfera è di soli dieci anni, rispetto alle svariate centinaia di anni della CO₂, una riduzione delle emissioni di metano potrebbe dimostrarsi efficace in tempi relativamente rapidi. Alla conferenza sui cambiamenti climatici COP26 di Glasgow 103 Paesi si sono impegnati a ridurre del 30% le emissioni di metano entro il 2030.

6.2. GAS SERRA DELL'AGRICOLTURA ALTOATESINA: EMISSIONI TERRITORIALI DIRETTE

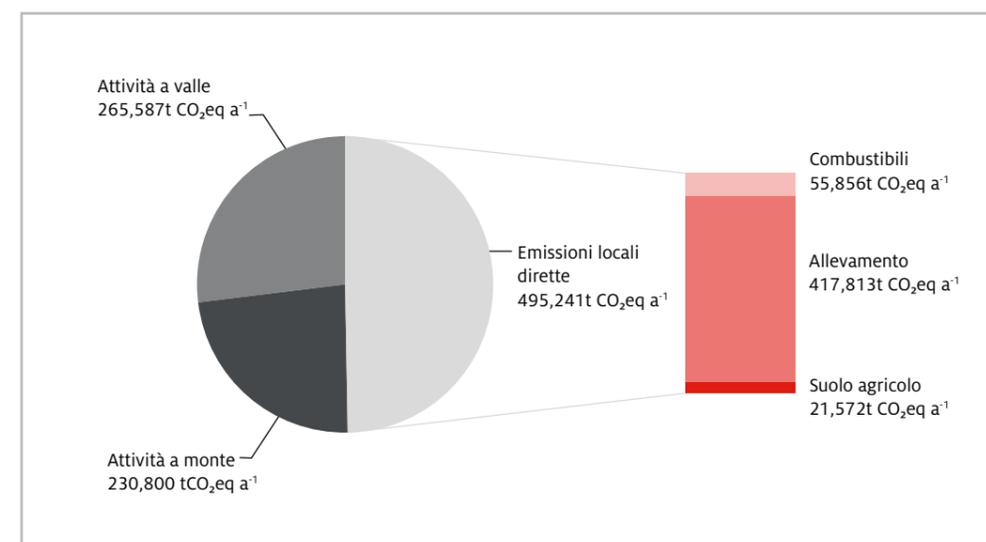


Figura 26. Le emissioni di gas serra del settore agricolo in Alto Adige, incluse le emissioni delle attività a monte e a valle e le emissioni dirette sul territorio.

Le emissioni dirette dell'agricoltura in Alto Adige sono state rilevate nell'ambito di una tesi di laurea magistrale presso l'Università di Innsbruck, in collaborazione con Eurac Research⁸⁴; il seguente paragrafo e i grafici in esso contenuti riprendono in gran parte quello studio. Nella tesi vengono in sostanza applicati i quadri metodologici del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico^{85,86} per la compilazione dell'inventario nazionale dei gas a effetto serra. Il metodo prende in considerazione svariate forme di produzione agricola (intensiva-estensiva), suddividendo le emissioni dirette del settore agricolo in base alle categorie "consumo energetico", "zootecnia" e "suolo agricolo". Per la frutticoltura, in particolare, è stato possibile attingere agli studi locali dell'Università di Bolzano⁸⁷ Per i dettagli sulla metodica, così come per la bibliografia di approfondimento, si veda lo studio di Höllrigl (2021).

Nel calcolo vengono prese in considerazione le emissioni dei tre più importanti comparti agricoli dell'Alto Adige (zootecnia, frutticoltura e viticoltura). Quelle riconducibili alla campicoltura provengono per lo più dalla concimazione. Poiché, nella prassi, una parte dei terreni coltivati viene concimata con effluenti da allevamento locale organico, le emissioni di protossido di azoto risultanti sono già incluse nella sezione "effluenti da allevamento" della zootecnia. In assenza di dati affidabili l'impiego di concimi azotati minerali nella campicoltura altoatesina e le emissioni derivanti non possono essere trattati in questa sede: tali emissioni sono eventualmente da sommarsarsi alla sezione "suolo agricolo".

Così, per l'agricoltura dell'Alto Adige risultano complessivamente emissioni dirette pari a 495.240 t di CO₂eq. Queste, secondo l'approccio IPCC, possono essere suddivise come segue:

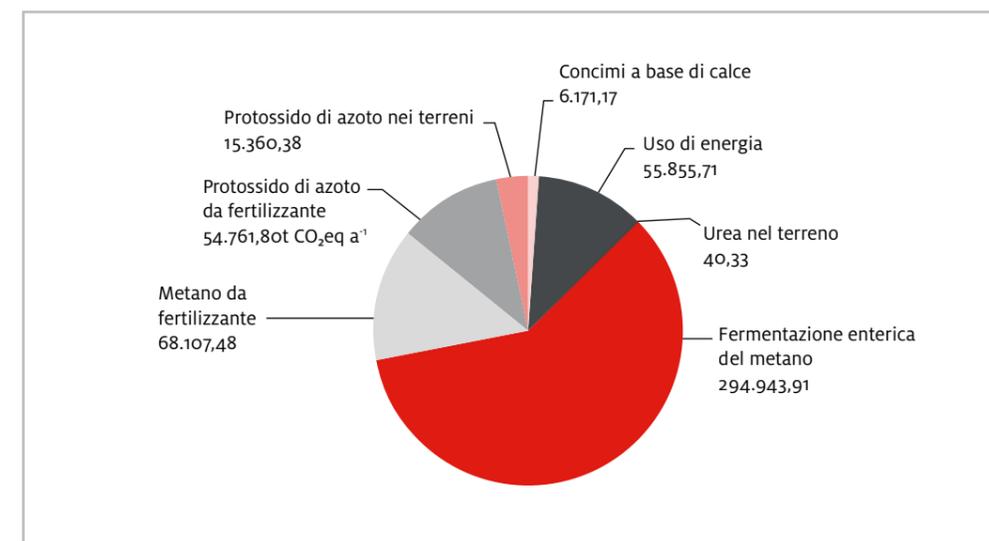


Figura 27. Composizione dei gas serra prodotti direttamente e localmente dall'agricoltura altoatesina

Una parte degli effluenti da allevamento (da circa 10.000 unità di bestiame adulto UBA⁸⁸ viene successivamente valorizzata negli impianti di biogas. A fronte di una supposta efficienza di utilizzo del metano pari all'80%^{89,90} è desumibile una riduzione di circa 5.000 t di CO₂ per il settore "metano da effluenti da allevamento".

Nel settore energia occorre considerare che solo il carburante correlato all'agricoltura può essere associato al settore in modo univoco. Altri consumi di energia (per lo più elettrici), per esempio per mungitrici o refrigerazione, non vengono considerati in questa sede sebbene, al pari del carburante agricolo, rientrino nel bilancio complessivo per l'Alto Adige nel settore energia.

Le risultanti 490.000 t di CO₂eq corrispondono al 18,8% delle emissioni complessive di gas serra dell'Alto Adige, il 72% delle quali sono imputabili al metano, il 14% al protossido di azoto e il 14% alla CO₂. L'85% delle emissioni territoriali dirette sono riconducibili all'attività zootecnica e alla correlata gestione degli effluenti da allevamento, mentre l'11% al consumo energetico (solo car-

⁸⁴ Höllrigl, J. 2021: Treibhausgas-Emissionen aus der Südtiroler Land- und Ernährungswirtschaft. Tesi di Master, Università di Innsbruck.

⁸⁵ IPCC, 2006: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

⁸⁶ IPCC, 2019: Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

⁸⁷ Zanotelli D., Montagnani L., Manca G., Scandellari F., Tagliavini M., 2015: Net ecosystem carbon balance of an apple orchard. *Europ. J. Agronomy* 63:97-104 <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.12.002>

⁸⁸ Provincia Autonoma di Bolzano, 2022: Biogas. <https://www.provinz.bz.it/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/bauernhof/biogas.asp> (17.07.2022)

⁸⁹ Energieiplus 2021: Untersuchungen zum Umfang von Methanemissionen bei Landwirtschaftlichen Biogasanlagen. <https://energieiplus.com/2021/10/05/untersuchung-zum-umfang-von-methanemissionen-bei-landwirtschaftlichen-biogasanlagen-publiziert/> (17.07.22)

⁹⁰ Deutsche Umwelthilfe, 2018: Methanminderung für kosteneffizienten Klimaschutz in der Landwirtschaft. https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Verkehr/Methan/Minus-Methan_Hintergrundpapier-Sammlung.pdf (17.07.22)

burante). Infine, il 4% delle emissioni proviene dal terreno in conseguenza dell'uso di concimi azotati, calcici e ureici.

La quota delle emissioni complessive imputabile all'agricoltura in Alto Adige è relativamente elevata rispetto a Germania (8%⁹¹), Austria (10%⁹²) e Italia (7%⁹³), ma può essere spiegata con il numero relativamente elevato di bovini allevati a fronte della contemporanea assenza di centrali fossili e di industria pesante ad alta intensità energetica.

L'inventario delle emissioni della Provincia autonoma di Bolzano, presentato nel novembre del 2021⁹⁴, contempla anche i gas effetto serra legati all'agricoltura. Tale calcolo si basa sul metodo statale INEMAR (<https://www.inemar.eu>), che in alcuni punti si discosta leggermente dall'approccio IPCC qui utilizzato (si veda tabella 4). Ciononostante, per l'agricoltura risultano valori pressoché simili, cosicché, nonostante l'intervallo di variabilità dovuto al metodo – in particolare nel settore della zootecnia la maggior parte dei dati è stata elaborata secondo lo standard TIER 1⁹⁵ – il risultato è da considerarsi relativamente solido.

METODO	INEMAR	IPCC
Base per i calcoli	Numero di animali per classe	Numero di animali per classe; intensità della produzione e gestione della concimazione
Fonte dei dati	Inventario delle emissioni provinciali 2010	Relazione agraria e forestale 2019
Fattori di conversione	CH ₄ : CO ₂ : N ₂ O 21 : 1 : 310	CH ₄ : CO ₂ : N ₂ O 25 : 1 : 298
Altre differenze	solo fertilizzanti azotati	anche concimi a base di calce e urea
Emissioni [CO ₂ eq] (senza energia)	449.690 t	434.845 t

Tabella 4. Confronto tra il metodo INEMAR dell'inventario delle emissioni della Provincia e l'approccio adattato IPCC nella tesi di Höllrigl 2021angewandten sog. INEMAR Methode und dem angepassten IPCC-Ansatz in der Arbeit von Höllrigl 2021

⁹¹ Umweltbundesamt, 2021: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung> (17.07.22)

⁹² Umweltbundesamt, 2019: <https://www.umweltbundesamt.at/news210119/sectoren> (17.07.22)

⁹³ ISPRA, 2019: <https://annuario.isprambiente.it/pon/basic/4> (17.07.22)

⁹⁴ Cemin, A. 2021: Inventario delle emissioni in atmosfera; Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige

⁹⁵ IPCC, 2019: Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

6.3. EMISSIONI DEI GAS SERRA PER ZOOTECCIA, FRUTTICOLTURA E VITICOLTURA

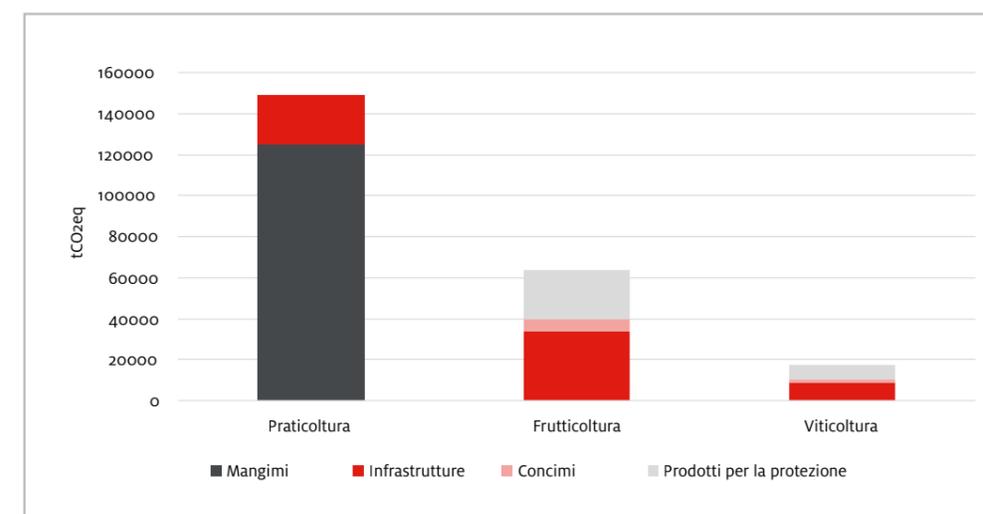


Figura 28. Emissioni delle attività a monte

Nella tesi di Höllrigl⁹⁶ sono state calcolate anche le emissioni prodotte dalle attività a monte e a valle nei tre settori agrari più importanti, ovvero zootecnia, frutticoltura e viticoltura, secondo un approccio top-down, basandosi su dati di letteratura. Le attività a monte liberano ogni anno 230.800 t di CO₂eq, per lo più al di fuori dei confini provinciali. La quota più consistente, pari al 54%, è imputabile alla produzione di foraggio per l'allevamento. Contemporaneamente, tali componenti, sotto il profilo metodologico, sono soggetti a un elevato grado di incertezza: il foraggio, infatti, alla luce della dichiarazione sull'assenza di OGM, dovrebbe provenire prevalentemente dall'Europa, ma il suo acquisto non può essere considerato disgiuntamente dal mercato globale. Più precisamente: la maggior parte del foraggio utilizzato in Alto Adige viene coltivata in Europa, ma il fabbisogno acuisce ulteriormente la scarsa disponibilità di soia europea, che attualmente può essere compensata solo mediante la produzione d'oltreoceano, in particolare in Brasile. Ciò aggrava in modo significativo il bilancio di gas serra. Alla produzione e manutenzione delle infrastrutture, tra cui macchinari e veicoli, reti antigrandine e sistemi irrigui, è ascrivibile il 29% delle emissioni delle attività a monte. Il resto deriva dalla produzione di fitofarmaci (14%) e fertilizzanti (3%) per la frutticoltura.

⁹⁶ Höllrigl, J. 2021: Treibhausgas-Emissionen aus der Südtiroler Land- und Ernährungswirtschaft. Tesi di Master, Università di Innsbruck.

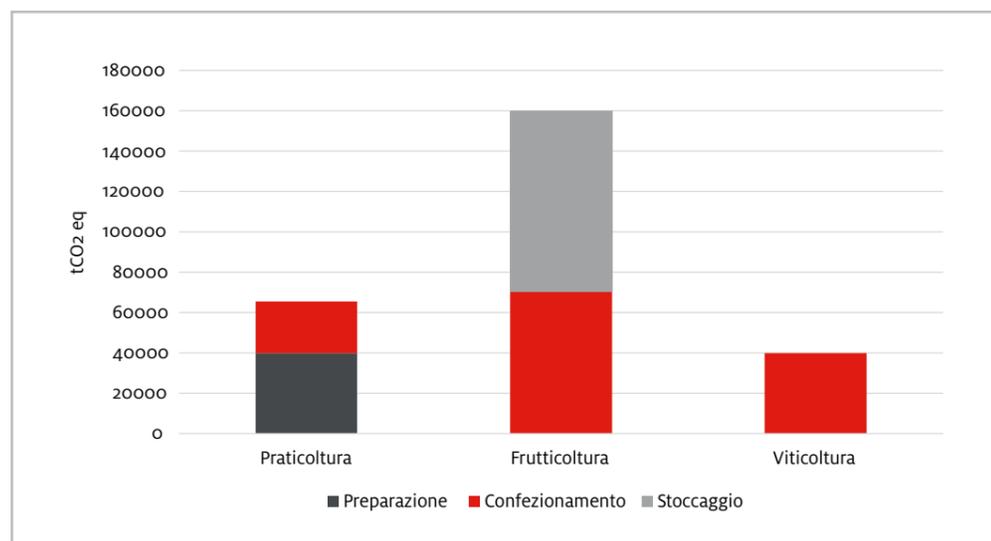


Figura 29. Emissioni delle attività a valle

La trasformazione, il confezionamento e lo stoccaggio nella zootecnia e nella frutti-viticultura rilasciano ogni anno 265.587 t di CO₂eq; tali emissioni vengono in parte prodotte all'interno (energia per lo stoccaggio) e in parte all'esterno (confezionamento) dei confini provinciali. Circa il 60% delle emissioni è riconducibile allo stoccaggio e al confezionamento delle mele. Seguono la trasformazione e il confezionamento dei prodotti lattiero-caseari (25%) e del vino (15%); in questo caso incide la procedura particolarmente energivora della produzione di bottiglie di vetro. Soprattutto nell'ambito delle attività a monte e a valle della zootecnia, così come delle attività a monte della melicoltura, i dati disponibili pubblicamente si rivelano insoddisfacenti (tab. 5). Al fine di ripartire in modo più dettagliato le emissioni nei vari ambiti ed eventualmente correggere le cifre sarebbero utili rilevamenti mirati.

PARAMETRI RELATIVI AL BILANCIO DEI GAS SERRA DEL SETTORE AGRICOLO	QUALITÀ DEI DATI
Energia (carburante)	buono (TIER 3)
Allevamento e suoli	soddisfacente (TIER 1-2)
Allevamento: attività a monte e a valle	carente (TIER 1)
Melicoltura: attività a monte	soddisfacente (TIER 2)
Melicoltura: attività a valle	carente (TIER 1)
Viticoltura: attività a monte e a valle	soddisfacente (TIER 2)

Tabella 5. La qualità dei dati per i singoli parametri del bilancio delle emissioni di gas serra. TIER indica la precisione dell'approccio secondo IPCC 2019. La scala si estende da TIER 1 (dati globali/modelli) a TIER 3 (dati locali, empirici)

Le attività a monte e a valle nei tre settori in esame producono complessivamente la stessa quantità di gas serra di praticoltura e campicoltura all'interno della provincia (si veda figura 28). Nel complesso, ogni anno, circa 990.000 t di CO₂eq sono ascrivibili alla zootecnia e alla frutti-viticultura. Maggiori dettagli sul metodo utilizzato e la bibliografia di approfondimento possono essere consultati come precedentemente indicato nello studio di Höllrigl (2021).

6.4. EMISSIONI DERIVANTI DALLO SFRUTTAMENTO DEL SUOLO

Oltre alle emissioni generate dall'attività agricola diretta le direttive sull'inventario nazionale dell'IPCC (Common Reporting Format) contemplano anche "l'uso del suolo, il cambiamento d'uso del suolo e la silvicoltura" come capitolo a sé stante. In questo settore rientrano le alterazioni del tenore di carbonio in allocazione ipogea ed epigea che, nel corso del tempo, si sono verificate trasversalmente a tutte le forme di utilizzo del suolo, a causa della corrispondente gestione o di un cambiamento della destinazione d'uso. Si stima che, a livello globale, l'uso del suolo sia responsabile di 5,2 Gt di CO₂eq⁹⁷, per esempio come conseguenza di un intervento di dissodamento o della conversione da superficie prativa a terreno arativo: tale quantitativo corrisponde al 13% delle emissioni antropogeniche nette. Allo stesso tempo, l'uso del suolo permette attualmente di risparmiare 11,2 Gt di CO₂eq, per esempio per la diffusione del bosco dovuta alla temperatura. In sintesi, il settore di sfruttamento del suolo costituisce attualmente un serbatoio netto di 6,0 Gt di CO₂eq, riconducibile in particolare all'assorbimento di anidride carbonica da parte dei boschi. Sul piano metodologico, tali emissioni vengono determinate sia direttamente grazie alle misurazioni del flusso di CO₂, che indirettamente mediante la variazione temporale del contenuto di carbonio (inventario di gas serra) o con l'ausilio di modelli di simulazione. In Alto Adige, a oggi, in assenza di un quadro esaustivo sul settore, si rilevano solo approcci isolati, volti a stimare le emissioni legate all'uso del suolo. Attualmente sono tre le stazioni di misurazione che rilevano su base continuativa il flusso netto di CO₂ tra superficie terrestre e atmosfera; più precisamente si trovano sul Renon (abetiaia, a cura dell'ente forestale e della Libera università di Bolzano), a Caldaro (viticoltura, a cura della Libera università di Bolzano) e in val Mazia (superficie prativa, a cura dell'Università di Innsbruck ed Eurac Research). Una serie di misurazioni pluriennali con rilevamento del flusso di CO₂, nel frattempo conclusa, è disponibile per la melicoltura (Libera università di Bolzano). Inoltre, nell'ambito di svariati progetti di ricerca, sono stati effettuati rilievi temporalmente limitati in sistemi chiusi (camere di misurazione), per esempio in area periglaciale⁹⁸ o su superfici prative a coltura intensiva (Obojes, dati non pubblicati). Per l'Alto Adige

⁹⁷ Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., Noblet-Ducoudré, N. D., Houghton, R., House, J., Kitajima, K., Lennard, C., Popp, A., Sirin, A., Sukumar, R., & Verchot, L. 2019. Land-climate interactions. In Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

⁹⁸ Varolo E., Zanotelli D., Montagnani L., Tagliavini M., Zerbe S. (2016): Colonization of a Deglaciated Moraine: Contrasting Patterns of Carbon Uptake and Release from C3 and CAM Plants. PLoS ONE 11(12): e0168741. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168741>

non sono attualmente note misurazioni sistematiche di altri flussi di gas serra quali metano e protossido d'azoto (maggio 2022).

Gli approcci indiretti per il calcolo delle emissioni prodotte dall'uso del suolo comportano tempi e costi inferiori rispetto ai metodi diretti, ma richiedono una buona base di dati in termini di uso del suolo e valori di carbonio nella biomassa e nel terreno. Per l'Alto Adige, a intervalli regolari, vengono realizzate fotografie aeree e ortofoto, da cui può essere desunto l'uso del suolo⁹⁹. Tuttavia, non sono disponibili dati dettagliati concernenti le superfici (SIAF) riferibili a un lasso di tempo sufficientemente ampio da consentire una stima affidabile delle variazioni di carbonio. Ciò è aggravato dal fatto che, attualmente, esistono solo indicazioni empiriche relative valori complessivi di carbonio nei singoli utilizzi del suolo (per esempio¹⁰⁰). Höllrigl¹⁰¹ quantifica il bilancio di carbonio sulla base delle modifiche della destinazione d'uso del suolo in 40 kt di CO₂eq di emissioni negative (serbatoi di assorbimento) all'anno.

Nel calcolo delle emissioni legate all'uso del suolo, il bosco, anche solo in virtù della sua estensione (50% della superficie totale¹⁰²), occupa una posizione privilegiata. Come in Austria¹⁰³, anche in Alto Adige il bosco è stato sfruttato in modo intensivo sino alla fine del XIX secolo mediante l'alpicoltura, la raccolta di strame e l'industria mineraria. Per effetto di un minore sfruttamento (inselvaticamento degli alpeggi, densificazione della struttura dei boschi¹⁰⁴), il bosco costituisce attualmente un serbatoio di carbonio. Ciò viene mostrato sia dai dati relativi ai quantitativi di flusso (Rapporto sul clima, S. Minerbi¹⁰⁵), sia dai dati dell'inventario forestale¹⁰⁶. Complessivamente, si può desumere che, anche a causa del cambiamento climatico, il picco di questa capacità di assorbimento sia già stato superato^{107,108}.

⁹⁹ Tasser E., Walde J., Tappeiner U., Teutsch A., Noggler W. (2007): Landuse changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agric Ecosyst Environ* 118:115–129. doi:10.1016/j.agee.2006.05.004

¹⁰⁰ Nagler M., Fontana V., Lair G.J., Radtke A., Tasser E., Zerbe S., Tappeiner U. 2015: Different management of traditional larch grasslands in the European Alps shows low impact on above- and belowground carbon stocks. *Agriculture Ecosystem and Environment* 2013, 186-193, DOI: 10.1016/j.agee.2015.08.005

¹⁰¹ Höllrigl, J. 2021: Treibhausgas-Emissionen aus der Südtiroler Land- und Ernährungswirtschaft. Tesi di Master, Università di Innsbruck.

¹⁰² Provincia Autonoma di Bolzano, 2020: Relazione agraria e forestale 2020

¹⁰³ Gingrich, S., Lauk, C., Kastner, T., Krausmann, F., Haberl, H., & Erb, K.-H., 2016: A forest transition: Austrian carbon budgets 1830–2010. In H. Haberl, M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann, & V. Winiwarter (Eds.), *Social ecology: Society-nature relations across time and space* (pp. 417–431). Springer International Publishing

¹⁰⁴ Tasser E., Walde J., Tappeiner U., Teutsch A., Noggler W. (2007): Landuse changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agric Ecosyst Environ* 118:115–129. doi:10.1016/j.agee.2006.05.004

¹⁰⁵ Zebisch M., Vaccaro R., Niedrist G., Schneiderbauer S., Streifeneder T., Weiß M., Troi A., Renner K., Pedoth L., Baumgartner B., Bergonzi V. (Herausgeber), *Klimareport – Südtirol 2018*, Bozen, Italien: Eurac Research, 2018

¹⁰⁶ Cemin, A. 2021: Inventario delle emissioni in atmosfera; Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige

¹⁰⁷ Klein, D., Schulz C. (2012): Die Kohlenstoffbilanz der Bayerischen Forst- und Holzwirtschaft. (Bayrische Forstverwaltung)

¹⁰⁸ Le Noe, J. Erb, K.H., Matej, S., Magerl, A., Bhan, M., Gingrich S. (2021): Enhanced growth—more than reforestation—counteracted biomass carbon emissions (1990-2020) (Preprint)

Dalla breve panoramica si evince come siano disponibili stime e dati relativi al bilancio di carbonio puntuali ma insufficienti a quantificare adeguatamente il settore dell'uso del suolo e della silvicoltura ai sensi del rapporto IPCC. Nel breve e medio periodo sarà necessario rilevare e valutare un maggior quantitativo di dati empirici sui valori di carbonio per le singole tipologie di uso del suolo, e analizzare in modo approfondito i cambiamenti della destinazione d'uso negli ultimi 20 anni.

6.5. STRATEGIE PER IL CLIMA E MISURE DI RIDUZIONE IN ALTO ADIGE E IN PAESI SELEZIONATI

L'Italia, mediante svariati quadri normativi (Green Deal, “Fit for 55”, si veda capitolo 2), si è impegnata a ridurre entro il 2030 le proprie emissioni del 45% rispetto al 1990 e a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Per il settore dell'uso del suolo e della silvicoltura (LULUCF) una proposta elaborata nel 2021 per un regolamento del Parlamento europeo prevede addirittura una disciplina di più ampio respiro che, nel rispetto del quadro giuridico vigente LULUCF, punta a un taglio di 310 milioni di t di CO₂eq entro il 2030, perseguendo la neutralità climatica dell'intero settore entro il 2035¹⁰⁹. Alla luce di ciò, gli Stati membri, nei rispettivi piani clima, abbozzano misure e strategie volte al conseguimento della neutralità climatica in agricoltura e silvicoltura. La materia, in virtù degli innumerevoli aspetti e dell'incompatibilità dei diversi obiettivi, è estremamente complessa e la discussione non è del tutto esente da una forte componente emotiva. A ciò si aggiunge il fatto che, in alcuni ambiti, come quello della prevenzione delle emissioni nella zootecnia o della concentrazione di carbonio nel suolo, la base dei dati scientifici non è ancora sufficiente per delineare una strategia d'uscita.

In generale, sono tutti concordi nel ritenere che una produzione di generi alimentari orientata al profitto per la popolazione mondiale in crescita, seppur lieve, anche in futuro sarà connessa alle emissioni di gas serra. Anche a fronte della totale rinuncia ai prodotti lattiero-caseari e a base di carne, fortemente emissivi, il comparto agricolo continuerebbe a produrre emissioni, per esempio mediante la concimazione. La neutralità climatica in agricoltura, sulla base dell'attuale stato delle conoscenze, può essere conseguita solo in combinazione con le emissioni negative legate all'utilizzo del suolo (serbatoi di assorbimento). La maggior parte delle misure nazionali e regionali a tutela del clima in ambito agricolo puntano quindi sia a una riduzione delle emissioni nella zootecnia e nella campicoltura sia a un accumulo di CO₂ nella biomassa aerea e nel suolo. Di seguito delineiamo una panoramica sulle misure di riduzione attuali o previste che possono eventualmente trovare applicazione anche in Alto Adige.

L'Italia intende ridurre le proprie emissioni del comparto agricolo a 23 Gt di CO₂eq entro il 2050, rispetto alle quasi 35 del 1990 e alle 30,3 del 2018. Nella “Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra” del 2019, vengono illustrati i metodi per il conseguimento di tale obiettivo:

¹⁰⁹ Commissione Europea, 2021: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0554\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0554(01)&from=EN) (17.07.21)

- alimentazione degli animali a basso tenore proteico;
- frequente rimozione del liquame, ricorrente rinnovo delle lettiere, buona climatizzazione delle stalle, aerazione;
- ricoveri dei suini: sistemi per la raccolta differenziata dei componenti liquidi e solidi degli effluenti, mantenimento delle lettiere pulite e asciutte;
- voliere: interventi di disidratazione della pollina per rallentare il processo di decomposizione, allevamento a terra con lettiera e accesso all'esterno come alternativa alle gabbie, nastro di asportazione delle deiezioni con impianti di rimozione degli effluenti;
- stoccaggio delle deiezioni: formazione di croste superficiali, strati di copertura in materiali naturali o materiali plastici galleggianti, coperture solide e non permeabili in cemento o teli plastici, produzione di biogas da effluenti, spandimento rasoterra/iniezione diretta degli effluenti liquidi;
- suolo agricolo: agricoltura di precisione, riduzione dell'azoto lisciviato tramite la fertilizzazione a dosaggio variabile;
- riduzione dei capi allevati (in atto dal 1990, si prevede un proseguimento di tale tendenza – viene inclusa la relativa riduzione di emissioni entro il 2030).

L'**Austria** intende ridurre le proprie emissioni in agricoltura a 4,7 milioni di t di CO₂eq entro il 2050, rispetto agli attuali 6 milioni di t di CO₂eq prodotti ogni anno. La strategia austriaca a lungo termine del 2019 (Langfriststrategie 2050 – Österreich) stabilisce che le emissioni del comparto agricolo possono essere ridotte solo a fronte di una diminuzione delle emissioni dei gas serra metano e protossido di azoto risultanti da zootecnia e foraggicoltura. Anche la strategia austriaca si rivela evasiva in molti punti, tanto da impedire una stima quantitativa dei benefici risultanti. Di seguito, vengono riportati i punti fondamentali del piano:

- maggiore attenzione alla qualità degli alimenti e ai prodotti stagionali e regionali;
- transizione verso un'alimentazione a base di prodotti vegetali di qualità e riduzione del consumo di carne (attualmente, il consumo di carne in Austria è mediamente elevato);
- produzione di alimenti vegetali;
- netta riduzione degli sprechi alimentari;
- forme di allevamento incentrate sul benessere animale e mitigazione del cambiamento climatico;
- tecniche di foraggiamento a ridotto tenore di azoto (ottimizzazione delle razioni e della qualità del foraggio);

- ricorso a fonti proteiche alternative a minor intensità di CO₂ nell'allevamento (per esempio alghe);
- densità degli animali rapportata alla superficie aziendale e commisurata alle condizioni locali;
- quantitativi di fertilizzanti adeguati alle condizioni locali;
- messa al pascolo, bovini a duplice attitudine (da latte e da carne);
- riduzione di mangimi concentrati e mais insilato nell'allevamento del bestiame lattiero;
- riduzione dell'impiego di concimi minerali azotati mediante l'ottimizzazione dell'intera catena di concimazione;
- ottimizzazione del tenore di carbonio nell'humus e nel terreno (reintroduzione degli scarti del raccolto, sovescio, rotazione culturale sostenibile, semina a lettiera e diretta);
- incremento della quota di agricoltura biologica, miglioramento della sostenibilità dell'agricoltura convenzionale;
- digitalizzazione e tecnologie intelligenti quale base per l'agricoltura di precisione;
- fermentazione di scarti e residui agrari per la produzione di biometano;
- fermentazione degli effluenti prima dello spandimento (in sostituzione di fonti fossili).

La **Svizzera** intende ridurre le emissioni della propria agricoltura del 40% rispetto al 1990 entro il 2050. Secondo la "Strategia climatica a lungo termine" del 2021, nel 1990, in agricoltura, sono stati prodotti circa 8,5 milioni di t di CO₂eq, mentre nel 2018 sono stati rilasciati poco meno di 7,5 milioni di t di CO₂eq; entro il 2050, le emissioni dovranno ridursi a circa 5 milioni di t di CO₂eq. Inoltre, l'impronta di gas serra dell'alimentazione dovrà essere ridotta in linea con l'obiettivo del saldo netto pari a zero e l'agricoltura svizzera contribuirà nella misura di almeno il 50% all'approvvigionamento alimentare interno, prevenendo un ulteriore spostamento delle emissioni all'estero. Al fine di conseguire tali obiettivi la Svizzera si assume i seguenti impegni:

- finanziamento di progetti di ricerca e consulenza con l'intento di elaborare una base decisionale per la politica agricola e supportare le aziende nella fase di implementazione pratica;
- uso efficiente delle risorse;
- promozione della qualità dei prodotti agricoli svizzeri;
- prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (PER);
- limitazione dell'apporto proteico per i ruminanti;
- prolungamento del periodo di sfruttamento delle vacche;

- miglioramento dell'efficienza nella gestione delle greggi e del foraggiamento;
- maggior efficienza nell'impiego dell'azoto nella campicoltura e nelle colture speciali;
- gestione a bassa perdita dei fertilizzanti;
- sostegno alla formazione di humus, istituzione di sistemi agroforestali;
- utilizzo delle superfici inerbite per la tenuta di bestiame da latte, destinazione delle superfici coltivabili alla produzione di alimenti;
- riduzione dell'impiego di energie fossili, sostituzione delle macchine alimentate con carburanti fossili.

La **Germania** intende ridurre le emissioni del comparto agricolo a 58-61 milioni di t di CO₂eq entro il 2030, rispetto ai 90 milioni del 1990 e ai 73 milioni del 2017. Nel programma per la mitigazione dei cambiamenti climatici del 2019 (Klimaschutzprogramm 2030) vengono descritte le modalità per il conseguimento di tale riduzione:

- riduzione delle eccedenze di azoto e delle emissioni di protossido di azoto (mediante il regolamento in materia di fertilizzanti, le limitazioni nello spandimento di fertilizzanti azotati, consulenze e incentivi);
- sfruttamento energetico degli effluenti da allevamento e degli scarti agricoli negli impianti di biogas;
- riduzione delle emissioni di gas serra in zootecnia: ricerca, allevamento e futuro sviluppo della popolazione animale;
- approntamento di misure di sostegno in materia di benessere animale, impatto ambientale e riduzione delle emissioni: miglioramento degli standard di allevamento, etichettatura completa relativa alle tecniche di allevamento per tutti i prodotti alimentari di origine animale;
- efficientamento energetico (per esempio mediante un programma di incentivi per l'approvvigionamento energetico autonomo da fonti rinnovabili, consulenza integrata in materia energetica e climatica per le aziende agricole);
- sviluppo dell'agricoltura biologica (entro il 2030 almeno il 20% della superficie utile, anche mediante fondi per la conversione);
- promozione di direttive sulla rotazione delle colture per l'aumento dell'humus, gestione volta al mantenimento dell'humus;
- sostegno alla realizzazione di fasce boschive, boschetti campestri e siepi.

La **Francia** intende ridurre le emissioni riconducibili al comparto agricolo del 46% rispetto al 2015 entro il 2050. Secondo la "Strategia nazionale per la riduzione delle emissioni di carbonio" (Stratégie nationale bas-carbone) del 2020, l'agricoltura nel 2015 ha prodotto circa 89 milioni di t di CO₂eq. Entro il 2050, le emissioni dovranno scendere a circa 48 milioni di t di CO₂eq. La Francia intende conseguire tale obiettivo mediante le seguenti misure:

- progetti agroecologici e agricoltura di precisione (agricoltura biologica, ottimizzazione della praticoltura e della gestione dell'azoto, potenziamento dell'autonomia proteica nella zootecnia, incremento della sostanza organica nel suolo);
- compensazione della contrazione della domanda di prodotti di origine animale sul fronte dei produttori mediante un incremento delle entrate per unità di produzione (per esempio agricoltura biologica, foraggiamento verde del bestiame lattiero, sigillo di qualità);
- rilocalizzazione della produzione;
- sostegno ai prodotti locali, sostenibili, stagionali e poco raffinati;
- diversificazione della produzione e dei mercati di sbocco, al fine di incrementare il reddito (anche produzione di energia rinnovabile, per esempio impianti di biogas);
- incremento della produzione di frutta e verdura (in base alle risorse idriche disponibili);
- revisione del paniere e sostegno ai più svantaggiati;
- sul fronte della domanda, approfondimento di temi chiave quali lo spreco alimentare e le abitudini di consumo (adeguamento della dieta alle raccomandazioni alimentari, formazione, sensibilizzazione, campagne informative).

Nelle precedenti versioni del **Piano Clima** dell'Alto Adige, l'agricoltura quale fonte di emissioni non era ancora stata presa in considerazione. Conseguentemente, per il settore a oggi non sono state messe a punto misure mirate e vincolanti per la riduzione dei gas serra. Con l'elaborazione del Piano Clima nella primavera del 2022 è opportuno che il settore venga preso in considerazione. A prescindere da ciò, negli ultimi anni singoli settori agrari e la politica agricola (Provincia autonoma di Bolzano, Agricoltura 2030) hanno riservato un'attenzione crescente al tema della sostenibilità e quindi della responsabilità climatica. Tuttavia, a oggi le misure rilevanti ai gas serra vengono spesso descritte solo in termini qualitativi, similmente a quanto accade con le strategie statali precedentemente illustrate.

Sustainapple (<https://www.sustainapple.it/>):

- obiettivo 2030: la frutticoltura riuscirà a legare chimicamente più CO₂ di quanta ne venga originata durante le attività dell'intera catena del valore aggiunto (mediante la fotosintesi e misure a tutela del clima come la formazione dell'humus);

- focus sulle energie rinnovabili lungo la catena di produzione;
- maggior impiego di materiali riciclati in fase di confezionamento;
- impiego di concimi organici disponibili a livello regionale;
- melicoltura altoatesina 100% sostenibile nel 2030.

Vini Alto Adige Agenda 2030

(<https://www.vinialtoadige.com/it/vini-alto-adige/sostenibilit%C3%A0/102-0.html>):

- sostituzione completa dei concimi minerali azotati con concimi organici e concime verde (a partire dal 2025);
- sostituzione dei materiali plastici monouso con materiali biodegradabili;
- divieto di utilizzo di erbicidi sintetici a partire dal 2023. Eccezione: impianti messi a dimora da meno di cinque anni e su terreni a resa ridotta (impiego solo in autunno, fascia diserbata non più larga di 30 cm);
- dimezzamento (obiettivo minimo) entro il 2030 e drastica riduzione nei decenni successivi delle emissioni di gas serra nella produzione vinicola.

Nel report sulla sostenibilità del comparto lattiero-caseario non vengono menzionati i concetti di clima e di emissioni (<https://www.altoadigelatte.com/chi-siamo/sostenibilita/>). Attualmente (aprile 2022) sono in fase di elaborazione svariati progetti volti a ridurre le emissioni e a incrementare i valori di carbonio nel suolo: tra questi sono annoverabili diverse iniziative della ripartizione Agricoltura¹¹⁰ alcuni progetti pilota dell'Unione agricoltori e coltivatori diretti sudtirolesi (SBB), così come progetti di ricerca dei diversi enti scientifici della provincia (Centro di sperimentazione Laimburg, Libera università di Bolzano ed Eurac Research).

Nonostante la pluralità di iniziative e misure a livello regionale, nazionale e comunitario, gli sforzi messi in campo sinora per la riduzione dei gas serra in agricoltura sono da ritenersi ancora insufficienti. Ciò è principalmente riconducibile ai seguenti tre aspetti.

- A oggi la maggior parte delle misure proposte è descritta in termini puramente qualitativi e il loro impatto sul clima non può quindi essere valutato.
- La maggior parte dei progetti presuppone, in misura in più o meno consistente, uno status quo nel rapporto tra produzione di alimenti di origine animale e vegetale, senza una sostanziale riduzione dei mangimi esterni. Non sono state elaborate strategie per una radicale trasformazione in direzione di una più consistente quota della razione di base per gli animali e in generale di una maggior produzione di alimenti a base vegetale.

¹¹⁰ Provincia Autonoma di Bolzano, 2020: Relazione agraria e forestale 2020

- In nessuno dei progetti esaminati sono riportate disposizioni vincolanti sulle modalità con cui le misure dovrebbero essere implementate e riversate in un quadro normativo.

6.6. POSSIBILITÀ DI RIDUZIONE E SCENARI PER UN'AGRICOLTURA ALTOATESINA A IMPATTO ZERO

Nella prospettiva odierna, come illustrato nel paragrafo precedente, un'agricoltura orientata al profitto priva di emissioni di gas serra non è concepibile. Per poter tuttavia conseguire l'obiettivo dello zero netto in questo settore, come la Commissione europea prevede entro il 2035, sono necessari i cosiddetti "serbatoi di carbonio", come il suolo o la biomassa, in grado di assorbire la CO₂. La strategia comunitaria si basa essenzialmente sui seguenti pilastri:

- regolamento sull'uso del suolo e la silvicoltura per il periodo 2021-2030. La disciplina sullo sfruttamento forestale sostenibile è da un lato estremamente complessa, dall'altro non è ancora noto quale quota della capacità di sequestro di CO₂ possa essere computata per l'Alto Adige https://ec.europa.eu/clima/eu-action/forests-and-agriculture/land-use-and-forestry-regulation-2021-2030_it;
- la strategia UE per il suolo 2030: pubblicata solo a novembre 2021, la sua approvazione e implementazione non avverranno prima del 2023 https://environment.ec.europa.eu/publications/eu-soil-strategy-2030_it.

Il potenziale di sottrazione è già stato calcolato, sia a livello globale che regionale^{111,112}. Nell'ambito di tali computi occorre distinguere tra massimo biofisico e massimo tecnico-scientifico possibile¹¹³. Così, per esempio, un seminativo può essere agevolmente convertito in bosco, incrementando nettamente i valori di carbonio. Contemporaneamente, però, ciò si traduce in un drastico calo del rendimento economico della superficie ovvero in una riduzione dell'approvvigionamento alimentare. Sul piano pratico, un innalzamento dei valori di carbonio, a fronte di un uso agricolo invariato, è spesso conseguibile solo a fronte di oneri ingenti o è connesso a svariate incompatibilità di obiettivi. Il cosiddetto "carbon farming" viene per lo più propugnato sul piano politico in svariati piani di tutela del clima come strumento aggiuntivo per la compensazione delle necessarie emissioni di CO₂. Molti esperti, tuttavia, ritengono che le ambizioni della cosiddetta iniziativa "4p1000" promossa nell'ambito della COP21 (Conferenza sul clima di Parigi), volta a incrementare la frazione di carbonio nel suolo del 4% ogni anno, sia di difficile attuazione. Dagli studi emerge

¹¹¹ Zomer, R.J., Bossio, D.A., Sommer, R. et al., 2017: Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. *Sci Rep* 7, 15554. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15794-8>

¹¹² Wiesmeier M., Hübner R., Spörlein P., Geuß U., Hangen E., Reischl A., et al., 2014: Carbon sequestration potential of soils in southeast Germany derived from stable soil organic carbon saturation. *Global Change Biol.* 20:653–65. doi: 10.1111/gcb.12384

¹¹³ European Joint Programme (EJP) 2022: <https://ejpsoil.eu/about-ejp-soil/news-events/item/artikel/european-soil-organic-carbon-sequestration-summarised-in-an-interactive-map-for-regional-options-for-climate-mitigation> (17.07.2022)

un massimo incremento realistico compreso tra l'1 e il 3% per anno^{114,115}. Non è nemmeno chiara l'efficacia nel tempo di tali misure: per la maggior parte delle iniziative di carbon farming, la scienza calcola una saturazione entro 15-20 anni¹¹⁶. Anche sul versante del comparto agricolo, alcune delle misure di carbon farming vengono guardate con occhio critico per il timore di una diminuzione della produttività e della sicurezza alimentare.

I terreni arabili, a prescindere dal bosco, vantano un elevato potenziale come serbatoi naturali di carbonio¹¹⁷. Tuttavia, la campicoltura, con 3.800 ettari, copre solo una piccola quota della superficie agricola utilizzata in Alto Adige. Altre misure di carbon farming (semina, superfici di compensazione) sono ipotizzabili per la frutticoltura. Tuttavia, il potenziale di formazione di humus per queste forme colturali, così come per tutte le superfici a prato, è piuttosto esiguo rispetto ad altre regioni in quanto l'attuale livello di carbonio, in virtù del clima e della storia di uso del suolo, è già relativamente elevato¹¹⁸. Un incremento sostanziale dei livelli di carbonio appare possibile solo a fronte di una consistente estensivazione d'uso (prati da taglio trasformati in pascoli o bosco), che a sua volta è però connessa a conflitti socio-economici (si veda sopra). Inoltre, gli studi dimostrano che, rispetto alle superfici erbose originarie, le più scure superfici boschive comportano un maggior assorbimento della luce solare. Ciò annulla nuovamente una parte della capacità di sottrazione del carbonio. In linea di massima, in merito al potenziale di assorbimento del carbonio dell'agricoltura altoatesina, si rilevano carenze sostanziali nell'ambito della ricerca.

Il più consistente potenziale di sottrazione di carbonio in assoluto è riconducibile alle superfici destinate alla silvicoltura (si veda capitolo 6.4). Quanto carbonio netto venga stoccato nei boschi nel lungo periodo e quanti di questi possono essere computati come serbatoio di CO₂ (aprile 2022) è a oggi ancora oggetto di rilevamento e discussione. Attualmente, anche una definizione dei contingenti di emissioni regionali per l'agricoltura altoatesina si rivela un'operazione complessa. Considerando un contingente di emissioni per l'Italia pari a 14,5 milioni di t di CO₂eq (Commissione europea) e rapportando la quota arborata dell'Alto Adige alla superficie boscata complessiva in Italia si vince un contingente di emissioni pari a circa 550.000t di CO₂.

¹¹⁴ Amelung, W., Bossio, D., de Vries, W. et al. 2020 : Towards a global-scale soil climate mitigation strategy. Nat Commun 11, 5427. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18887-7>

¹¹⁵ Rodrigues, L., Hardy, B., Huyghebaert, B., Fohrafellner, J., Fornara, D., Barančíková, G., Bárcena, T., De Boever, M., Di Bene, C., Feizienė, D., Käetterer, T., Laszlo, P., O'sullivan, L., Seitz, D. & Leifeld, J. 2021 : Achievable agricultural soil carbon sequestration across Europe from country-specific estimates. Global Change Biology, 27: (24), 6363–6380.

¹¹⁶ Smith P. 2016: Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. Global Change Biology. Mar;22(3):1315-1324. DOI: 10.1111/gcb.13178. PMID: 26732128

¹¹⁷ European Joint Programme (EJP) 2022: <https://ejpsol.eu/about-ejp-soil/news-events/item/artikel/european-soil-organic-carbon-sequestration-summarised-in-an-interactive-map-for-regional-options-for-climate-mitigation> (17.07.2022)

¹¹⁸ Nagler M., Fontana V., Lair G.J., Radtke A., Tasser E., Zerbe S., Tappeiner U. 2015: Different management of traditional larch grasslands in the European Alps shows low impact on above- and belowground carbon stocks. Agriculture Ecosystem and Environment 2013, 186-193, DOI: 10.1016/j.agee.2015.08.005

6.6.1. Possibilità di riduzione dei gas serra in agricoltura (emissioni dirette)

A prescindere dalle incertezze metodologiche nel calcolo dei serbatoi di carbonio, l'agricoltura dell'Alto Adige, nel solco di una politica climatica responsabile, necessita di una strategia a medio e lungo termine per la riduzione dei gas serra. Da un lato occorre considerare che la capacità di sottrazione del bosco andrà diminuendo, dall'altro che, a oggi, l'impronta di carbonio complessiva dell'agricoltura altoatesina (comprese le attività a monte e a valle, si veda capitolo 6.3) si attesta nettamente al di sopra della capacità di assorbimento computabile stimata. Una riduzione sostanziale delle emissioni in agricoltura, così come in altri settori, è connessa a profonde conversioni che coinvolgono i processi di trasformazione, i mercati e il consumo e richiedono quindi un periodo di transizione adeguato.

Come illustrato nel capitolo 6.2, le emissioni locali del comparto agricolo sono essenzialmente riconducibili alla combustione del carburante per i macchinari e all'attività zootecnica (in particolare l'allevamento del bestiame lattiero). Diversamente dall'offerta in rapida crescita delle auto elettriche, le possibilità di un'elettrificazione del parco macchine agricolo sono a oggi limitate: sebbene singoli modelli siano già presenti sul mercato, secondo gli esperti occorreranno ancora alcuni anni per approdare a una produzione seriale di trattori elettrici idonei all'uso.

Riduzione delle emissioni nella zootecnia

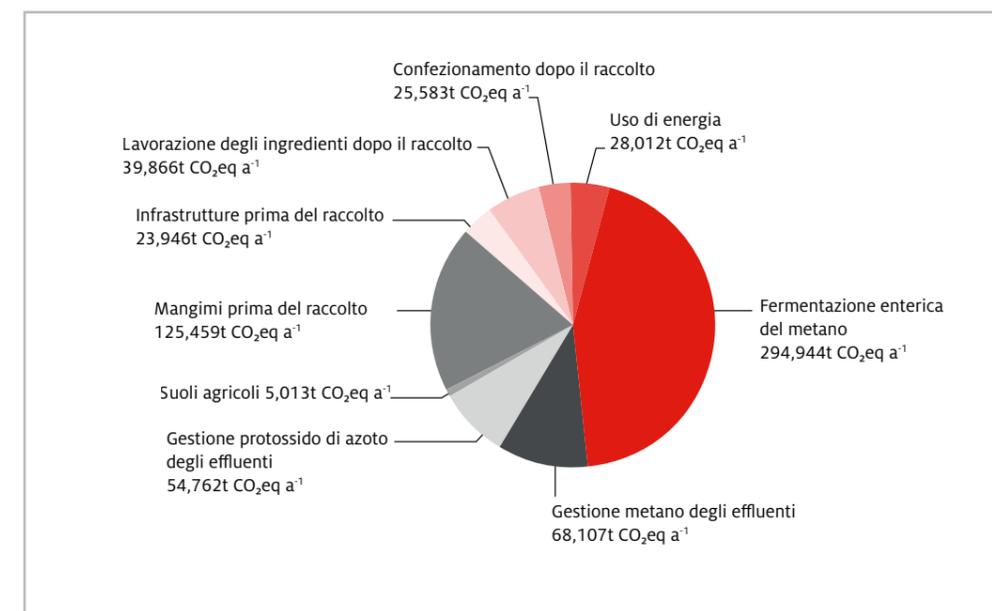


Figura 30. Emissioni di gas serra nei vari settori della praticoltura altoatesina

Nella zootecnia esistono già svariati approcci per la riduzione dei gas serra. Relativamente ben affermati sono gli impianti di biogas, con l'aiuto dei quali il metano da effluenti da allevamento può essere utilizzato a scopo per produrre energia e come combustibile. In Alto Adige, attualmente, si registrano una trentina di impianti di biogas, gestiti in modo diverso, cioè privato o cooperativo. Con essi vengono trasformati gli effluenti di circa 10.000 capi, con una riduzione stimata di circa 5.000t di CO₂eq all'anno. A fronte degli attuali 120.000 bovini, si ravvisa un potenziale degno di nota (secondo una stima approssimativa sino a 40.000t di CO₂) sia per la riduzione delle emissioni sia per la produzione di energia. La maturità del mercato è già stata raggiunta sia per i centri più grandi sia per i piccoli impianti decentrati nei masi, ma occorre fare i conti con costi di investimento elevati e sfide logistiche non indifferenti (trasferimento e asportazione del concime, trasporto dell'energia), nonché con una certa reticenza all'acquisto, che può essere superata mediante un maggior supporto burocratico e finanziario. Ulteriori riduzioni delle emissioni possono essere conseguite per esempio mediante la copertura delle fosse per il liquame: sul potenziale di riduzione corrispondente non sono ancora disponibili indicazioni per l'Alto Adige.

La maggior parte dei gas serra del bestiame viene prodotta dal tratto digerente dei ruminanti. I tentativi di filtrare il metano dall'aria delle stalle o di catturarlo mediante delle mascherine posizionate sulla testa dall'animale sono ancora in una fase di prototipazione. A oggi appare più realistica la riduzione delle emissioni di metano mediante il foraggiamento, gli additivi per mangimi e l'allevamento. Gli esperti, tuttavia, parlano di un potenziale moderato di riduzione del metano da digestione, compreso tra il 5 e il 20%^{119,120}. Una riduzione media del 10% mediante misure di questo tipo si tradurrebbe, per l'Alto Adige, in una riduzione dei gas serra pari a circa 30.000 t di CO₂eq.

Risulta invece complessa la limitazione delle emissioni di protossido di azoto derivanti dagli effluenti da allevamento. Vengono promossi e impiegati metodi volti a ridurre le perdite di azoto nello spandimento, ma tali approcci non sono in grado di impedire la sua trasformazione in protossido di azoto nel suolo.

Per una riduzione sostanziale e sostenibile delle emissioni di gas serra nella zootecnia, in aggiunta alle possibilità tecnologiche, sono **due gli approcci** a medio e lungo termine che appaiono praticabili.

- **Conversione alle colture vegetali a quote inferiori:** la zootecnia è opportuna in particolare là dove le condizioni climatiche (per esempio troppo secco o freddo) non consentono altra forma di sfruttamento agricolo. Attualmente, il 17,25% delle superfici prative si estende al di sotto dei 1.250 m: qui, viene allevata poco meno della metà di tutti i capi¹²¹. Sino a queste altitudini è già presente un ampio spettro di colture vegetali che possono rappresentare una fonte di reddito alternativa. Tuttavia occorre considerare che, oltre all'incompatibilità degli obiettivi come la tutela delle piante e il fabbisogno idrico in fase di dissodamento della superficie

prativa, sono da mettere in conto anche perdite di carbonio, da inserire nel bilancio climatico. Solo una conversione alla campicoltura estensiva con rotazione delle colture o colture permanenti come la frutticoltura possono minimizzare le perdite di carbonio. Uno studio¹²² dimostra come, in val Venosta, la destinazione di una superficie prativa a colture melicole ha comportato una leggera riduzione del contenuto di humus, che viene tuttavia in gran parte compensata dalla biomassa aerea (Zanotelli et al.).

- **Riduzione delle emissioni ad altitudini più elevate** grazie al ricorso alle cosiddette **razze a duplice attitudine di produzione** leggere e medio-pesanti (latte e carne¹²³) in combinazione con una **quota elevata di razione base e maggiori pascoli continui a cotico basso**: il mantenimento dell'agricoltura di montagna a quote più elevate e quindi climaticamente meno favorevoli non solo è sostenibile dal punto di vista climatico, ma si rivela quanto mai opportuno nel solco dei numerosi servizi ecosistemici (biodiversità, protezione dell'erosione, estetica del paesaggio¹²⁴). Inoltre, tale scenario apporta una serie di benefici rispetto alla situazione attuale, tra cui la riduzione dell'acquisto di foraggio, con una conseguente diminuzione delle emissioni di gas serra esternalizzate (si veda figura 30), nonché un bilanciato equilibrio dei nutrienti per l'azienda e una maggior autonomia rispetto ai mercati globali e suscettibili alle crisi. Il fabbisogno locale di carne bovina è dimostrato da diversi studi¹²⁵ e si riverbera anche nelle cifre relative all'importazione netta di carne bovina. Un elevato grado di autosufficienza, inoltre, darebbe seguito all'attuale dibattito sul benessere animale (trasporto del bestiame). La produzione lattiera annuale diminuirebbe in tale scenario, rendendo necessari degli adeguamenti sul versante delle cooperative.

Riduzione di emissioni nella fruttivitticoltura

A differenza della zootecnia, nella fruttivitticoltura la maggior parte delle emissioni viene liberata in fase di confezionamento e stoccaggio dei prodotti. Ne consegue che proprio in questi ambiti si cela il potenziale di risparmio maggiore. Nella frutticoltura sono soprattutto i piccoli imballaggi di plastica ad avere un impatto significativo: usando materiali non di origine fossile si può ottenere una riduzione consistente. L'energia per lo stoccaggio è già in parte coperta dagli impianti fotovoltaici. Poiché lo stoccaggio delle mele è necessario h 24 e per una parte in tutto l'arco dell'anno, il fabbisogno di energia da fonti fossili è presumibilmente ancora elevato (dati sul mix energetico delle cooperative non disponibili al momento della pubblicazione). Ulteriori investimenti in fonti di energia rinnovabile, sistemi refrigeranti a risparmio energetico e coibentazione efficiente dei depositi frigoriferi sono indispensabili per un miglioramento del bilancio climatico della frutticoltura.

¹¹⁹ Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 2021: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 30

¹²⁰ Kamalanthan S. 2020: Assessment of methane emission traits in Canadian Holstein cows. Master Thesis, University of Guelph

¹²¹ Consiglio della Provincia autonoma di Bolzano (2019):: Risposta scritta all'interrogazione di attualità n. 25/Mai/2019

¹²² Della Chiesa S., La Cecilia D., Genova G., Balotti A., Thalheimer M., Tappeiner U., Niedrist G. (2019): Farmers as data sources: Cooperative framework for mapping soil properties for permanent crops in South Tyrol (Northern Italy). Geoderma, 93-105, DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.02.010.

¹²³ Zehetmeier, M.; Baudracco, J.; Hoffmann, H.; Heißenhuber, A. (2012): Does increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions. A systems approach. Animal 6: 154-166

¹²⁴ Angerer V., Sabia E., König von Borstel U., Gauly M. 2021: Environmental and biodiversity effects of different beef production systems. J Environ Manage. Jul 1;289:112523. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112523. Epub 2021 Apr 8. PMID: 33839605.

¹²⁵ Perkmann, U., Leitner, R. 2012: Marktchancen für Südtiroler Rindfleisch. Wirtschaftsforschungsinstitut der Handelskammer Bozen

Nella coltivazione e nelle attività a monte è possibile e opportuna una riduzione delle emissioni mediante l'impiego di concimi locali organici. Tale prassi è già diffusa nell'agricoltura biologica e dovrebbe essere ulteriormente ottimizzata e promossa, conformemente al progetto di sostenibilità dei settori. In merito alla protezione delle colture, le varietà resistenti alle malattie fungine sono il metodo più efficace per ridurre i gas effetto serra. Un ruolo importante è attribuibile in tal senso anche ai consumatori che, con la loro accettazione di frutta e ortaggi non esteticamente perfetti, possono fornire un prezioso contributo alla riduzione dell'impiego di fitofarmaci.

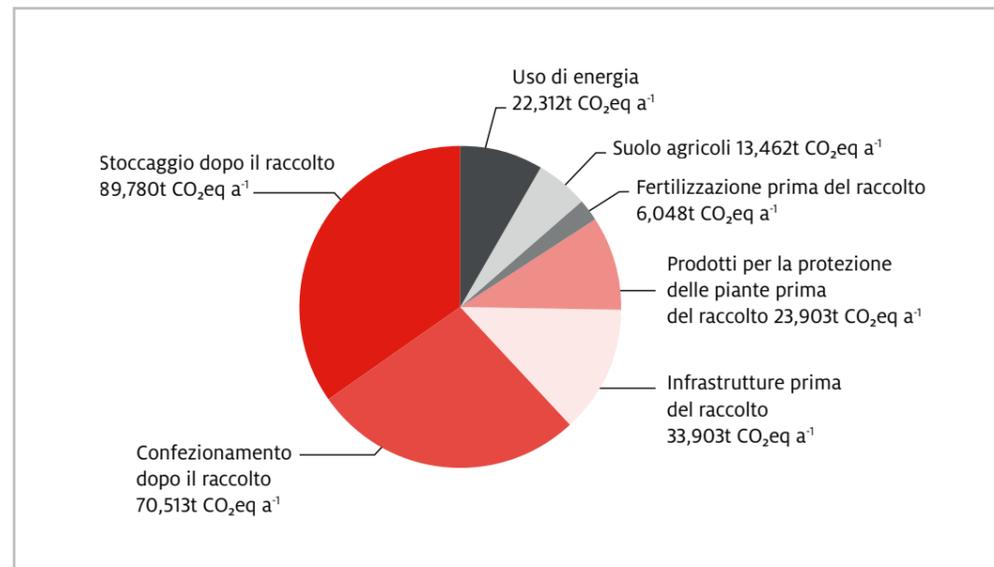


Figura 31. Emissioni di gas serra nei settori della melicoltura altoatesina

Anche nella viticoltura il potenziale più consistente per la riduzione dei gas serra fa capo al confezionamento. La tendenza a utilizzare bottiglie di vetro pesanti e ad alta intensità energetica¹²⁶ ha aggravato costantemente il bilancio di CO₂ del settore. Con una riduzione del peso della bottiglia dei vini di alta gamma (e la contemporanea riduzione delle emissioni legate al trasporto) o l'introduzione di una bottiglia riutilizzabile nel segmento di qualità inferiore è possibile conseguire una riduzione del 50% delle emissioni. Un sistema di vuoto a rendere delle bottiglie di vino è tuttavia correlato a conformi investimenti/incentivi a livello infrastrutturale e logistico. L'ampia rinuncia all'uso di erbicidi, così come perseguita nell'"Agenda 2030" del Consorzio vini Alto Adige, è opportuna in termini di riduzione dell'impiego di fitofarmaci. La riduzione di gas serra, tuttavia, si ottiene solo se le macchine per il controllo meccanico delle infestanti vengono alimentate con energia da fonti rinnovabili.

¹²⁶ Piqueras-Fiszman, B., & Spence, C. 2016. The weight of the bottle as a possible extrinsic cue with which to estimate the price (and quality) of the wine? Observed correlations. FOOD QUALITY AND PREFERENCE, 25(1), 41-45.

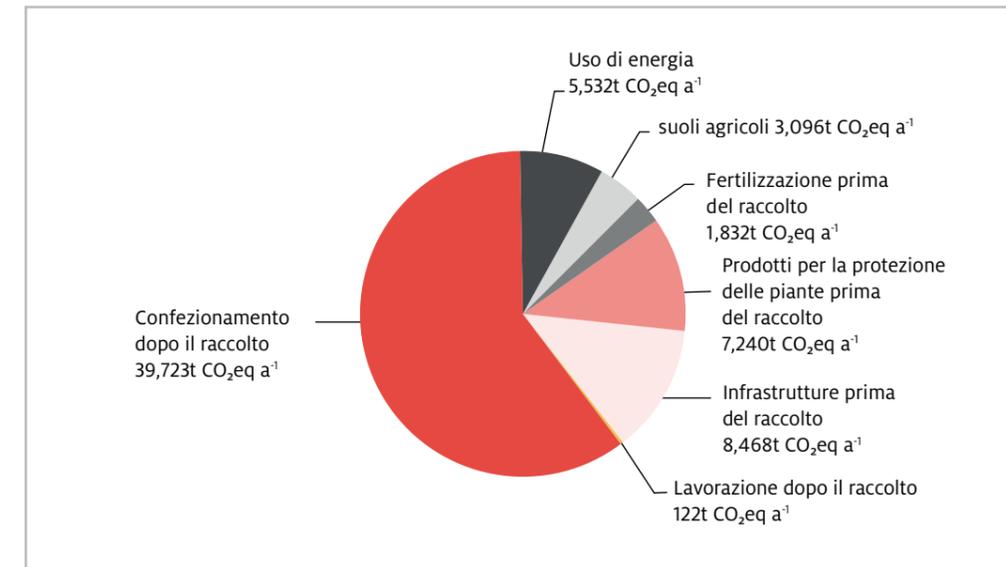


Figura 32. Emissioni nei diversi settori della viticoltura altoatesina

Allegato 1:

Approfondimenti sul settore energetico

Autrici e autori:

David Moser, Alexandra Troi,
Daniele Vettorato, Pietro Zambelli
(Istituto per le energie rinnovabili)

A1.1. LE POSSIBILITÀ PER IL FOTOVOLTAICO IN ALTO ADIGE

Il fotovoltaico è la tecnologia che meglio si inserirà nella transizione energetica. Questo per le sue caratteristiche di versatilità, adattabilità, applicazione in vari settori energetici, resilienza in vari contesti normativi e sostenibilità ambientale. L'uso del fotovoltaico trova sinergie con altri settori quali quello delle costruzioni, della mobilità, dell'accumulo, delle pompe di calore e dell'agricoltura. Eurac Research mantiene aggiornata una piattaforma specifica per il FV integrato nell'ambiente (bipv.eurac.edu) dove si trovano vari esempi di prodotti (per esempio semitrasparente, colorato, ecc.) e il loro utilizzo in casi reali, con informazioni sull'integrazione energetica, tecnologica ed estetica. Inoltre, in vari progetti di ricerca, Eurac Research si è occupata dello sviluppo della tecnologia all'interno di contesti specifici. Il progetto BIPVmeetshistory, per esempio, si è dedicato allo studio dell'integrazione armoniosa di tecnologie FV in contesti tutelati, con un approfondimento speciale per la Provincia autonoma di Bolzano e la Regione Lombardia¹²⁷.

Nel progetto Solar Tirolo¹²⁸, il potenziale FV installabile su tetto, considerando una efficienza del 15%, è risultato essere pari a 1,35 GW, differenziando tra superfici piane (utilizzando un ground cover ratio¹²⁹ del 50%) e superfici inclinate. La Tabella 6 riassume i parametri principali derivati dall'analisi del progetto INTERREG Solar Tirolo. Considerare efficienze maggiori (il trend è di un aumento di efficienza dei moduli FV di circa 0,5%/a con un target del 25% per il 2030) porta a valori di potenziale ancora più elevati.

SOGLIE (KWH/M ²)	AREA FALDE INCLINATE (M ²)	AREA FALDE PIANE (M ²)	MEDIA H FALDE INCLINATE (KWH/M ²)	MEDIA H FALDE PIANE (KWH/M ²)	P _N (MW)	ELETTRICITÀ (TWH)
>1200	8.447.336	1.183.908	1.315	1.284	1350	1.45
1000-1200	6.935.910	842.526	1.060	936	1100	0,94
800-1000	5.680.546	283.353	892	814	873	0,63
<800	6.515.289	437.050	550	468	1010	0,45

Tabella 6. Riassunto dei parametri principali derivati dal progetto Solar Tirolo. H è l'insolazione annua.

Per il calcolo del potenziale si è considerato come soglia di convenienza economica un'insolazione annua di almeno 1.200 kWh/m², che all'epoca dell'analisi (2015) permetteva di avere una produzione elettrica sufficiente per avere un ritorno di investimento di circa 10 anni. Questo valore di soglia può essere abbassato in presenza di cali di costi di installazione. La mappatura dell'insolazione per i tetti del territorio provinciale è consultabile sul sito <http://webgis.eurac>.

¹²⁷ <https://www.bipvmeetshistory.eu/en-gb/>

¹²⁸ <http://webgis.eurac.edu/solartirolo/>

¹²⁹ Si definisce il Ground Cover Ratio come la superficie occupata da moduli FV e infrastruttura rispetto alla superficie lorda.

edu/solartiroi/. La risoluzione del modello digitale che sta alla base del calcolo è inferiore a 1 m, e quindi la maggior parte degli oggetti che causano ombreggiamento è considerata nelle analisi.

Prina e coautori, nel 2018¹³⁰, hanno presentato un report sui risultati della modellazione oraria su un anno solare del sistema energetico Alto Adige: hanno analizzato scenari di decarbonizzazione nel 2050, considerando varie forme di generazione da rinnovabili, accoppiamento dei settori elettrico, termico e dei trasporti e roadmap di riduzione dei costi. La Figura 33 mostra le curve di generazione da varie fonti e le curve di domanda per una settimana in estate e una in inverno, con il 2015 come anno di riferimento. La Figura 34 mostra l'aumento necessario di capacità di FV nel 2050 per lo scenario PEH con l'accoppiamento dei settori elettrico e termico (scenario con parità di costi rispetto a quello base), e per lo scenario PEHT con l'accoppiamento elettrico, termico e dei trasporti (scenario che porta a emissioni di 1,5 t di CO₂eq per persona).

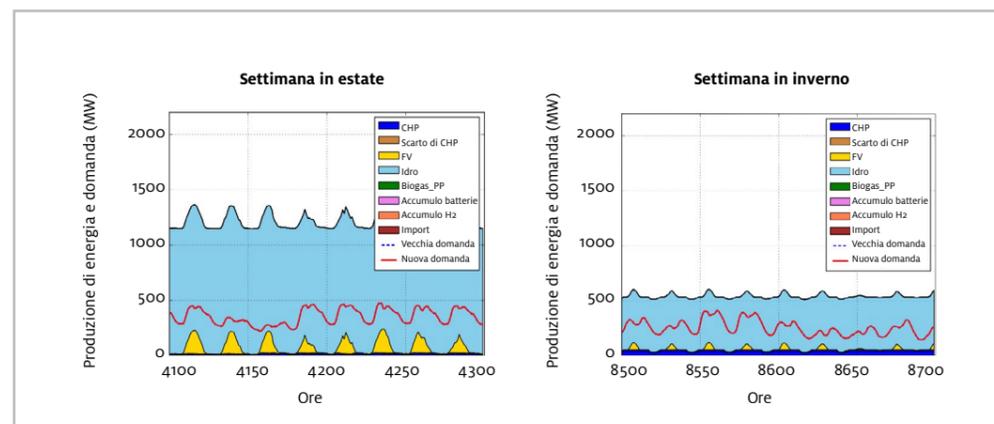


Figura 33. Una settimana estiva e una invernale di produzione elettrica in Alto Adige (2015 come baseline)

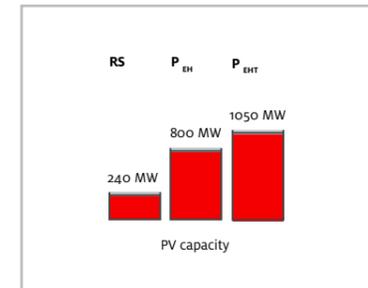


Figura 34. Capacità FV per il caso di riferimento (RS), e scenari per il 2050, considerando l'elettrificazione del settore termico (PEH) e del settore termico e dei trasporti (PEHT).

Considerando una crescita lineare dal 2020 al 2050 e usando i valori della Figura 33, nel 2030 si otterrebbero obiettivi pari a 440 MW/520 MW, superiori al target definito dal Piano Clima – Update 2021, pari a 400 MW di capacità totale per il 2030. Valori ancora più elevati di target per il 2030 derivano da una assegnazione proporzionale del valore nazionale previsto dal PNIEC, cioè 55 GW, che con molta probabilità verrà aggiornato a 75 GW per riuscire a soddisfare i nuovi target europei.

Il Piano Clima prevede appunto come obiettivo intermedio il raggiungimento di una potenza installata pari a 400 MW entro il 2030. La Figura 35 mostra il confronto fra la superficie totale del territorio altoatesino, il suolo occupabile e quello occupato¹³¹, l'area occupata dai tetti¹³², l'area occupata da impianti FV esistenti considerando una efficienza al 15% e un ground cover ratio di 1 e infine l'area aggiuntiva necessaria per raggiungere gli obiettivi per il 2030 del documento Piano Clima – Update 2021, considerando una efficienza al 25% (140 MW circa da installare, installati 257 MW al 2020).

¹³⁰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218302780>

¹³¹ Dati ISPRA: https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/consumo_suolo_agportal/index.html

¹³² Dati Solar Tirol INTERREG



Figura 35. Uso del suolo in Alto Adige. L'area in blu rappresenta la superficie occupata da impianti FV esistenti (considerando un'efficienza al 15%); in nero l'area aggiuntiva necessaria per raggiungere 400 MW nel 2030 (considerando un'efficienza al 25%)

In uno studio di Eurac Research del 2013¹³³ erano state prese in considerazione anche altre superfici quali le facciate degli edifici, le infrastrutture legate al trasporto su rotaia (pensiline delle stazioni), laghi artificiali, barriere antirumore, ecc. Di quella pubblicazione vogliamo riportare qui le conclusioni in quanto risultano molto attuali dove si affermava che “gli obiettivi fissati dal documento di strategia energetica redatto dalla Provincia, KlimaLand, per quanto riguarda la potenza installata nel 2020 (300 MWp) e nel 2050 (600 MWp) sembrano facilmente raggiungibili se si confrontano con una stima conservativa di potenza installata per persona di circa 2,5 kW. [...] Pur essendo difficile prevedere la probabilità degli scenari previsti, sembra chiara la tendenza del settore, in assenza di incentivazioni dirette o indirette, a stabilizzarsi su livelli di poco superiori a installazioni di 7 MW/a. È per questa ragione che, per avere un impatto visibile nel breve periodo, si rende necessaria la costruzione di impianti di medie dimensioni. Le politiche in materia e il trend visto negli ultimi anni anche nel resto di Italia è che impianti fotovoltaici a campo aperto possano difficilmente essere realizzati a causa dell'impatto visivo (specialmente nelle aree alpine) ma anche perché considerati come inefficienti da un punto di vista spaziale, in special modo se vanno a sostituire aree agricole. È quindi importante valutare la possibilità di installazioni fotovoltaiche su superfici non convenzionali. In questo studio abbiamo riportato gli esempi di come i laghi artificiali, l'infrastruttura dei trasporti, le barriere antirumore e le infrastrutture in

¹³³ https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwim1Zit1cLOAhW28rsIHUJcAzwQFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwebassets.eurac.edu%2F31538%2F1628067338-euracrenenepotenialefotovoltaico.pdf&usg=AOvVaw2_Gwp30PZwtE2_UmRRJ3wf

alta montagna possano essere utilizzati per ospitare impianti di medie dimensioni che abbiano un impatto sulla produzione di energia elettrica. Installazioni su queste superfici non convenzionali possono contribuire con almeno 60 MWp e facilitare il raggiungimento dell'obiettivo 2020”.

Un trend che sta emergendo in questi mesi e che non era stato considerato nel 2013 è legato all'uso duale del terreno con sistemi agrivoltaici. La Figura 36 per esempio mostra come rappresentazione grafica la superficie necessaria per raggiungere gli obiettivi per il 2030 (400 MW) utilizzando il suolo consumato (6% dei tetti con sufficiente insolazione annua, classe I con $H > 1.200 \text{ kWh/m}^2$) o sfruttando i campi agricoli con l'uso doppio del terreno per le colture e per la produzione di energia (0,8% dei terreni coltivati a mele o vigne usando un ground cover ratio molto prudente di 0,25).

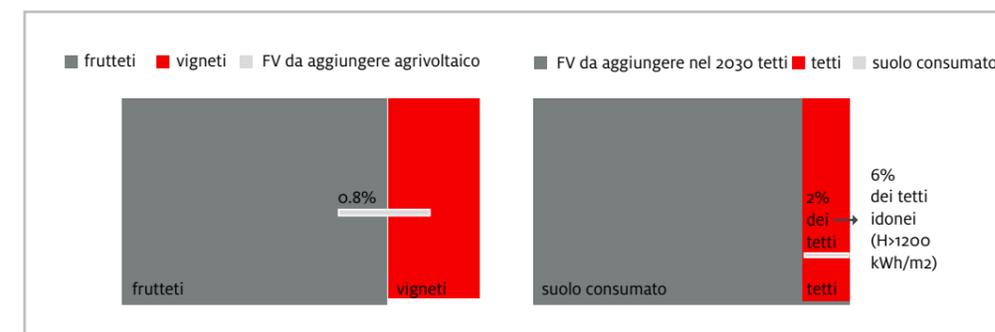


Figura 36. Rappresentazione grafica dell'area necessaria per raggiungere l'obiettivo fotovoltaico del Piano Clima - Update 2021 nel 2030. Efficienza moduli al 25%, ground cover ratio 0,25 per agrivoltaico e 1 per impianti su tetto

Il decreto 13/2020, quale regolamento di esecuzione della legge provinciale n. 9 del 2018, all'articolo 4 prevede che i pannelli fotovoltaici possano essere installati esclusivamente su edifici. Questa è una scelta molto chiara a tutela di ulteriore consumo di suolo, allo stesso tempo mette in forte pericolo il raggiungimento degli obiettivi dichiarati. Di fatto, in assenza di politiche attive, si lascia l'onere del raggiungimento degli obiettivi quasi interamente a carico dei privati (la Tabella 7 mostra il contributo del pubblico che è pari a un massimo di 56 MW che lascerebbe in carico ai privati circa 80/90 MW di nuovo installato). La potenza media per impianto in Alto Adige è di circa 30 kWp, nelle province confinanti, dove c'è stato uno sviluppo maggiore del settore residenziale, si cala a 15 kWp. Si tratterebbe quindi di circa 3.000-6.000 impianti privati. È quindi di fondamentale importanza l'introduzione di politiche attive di formazione e incentivazione che vadano ad “aggredire” questa importante fetta di utenti.

Tipologia edificio	POTENZA		SUPERFICI		
	[MW]	%	Inclinate [ettari]	Piane [ettari]	% Piane
Pubblico	56	4,1%	102	19	15,6%
Civile	777	57,3%	1,710	62	3,5%
Edifici agricoli (agrisolare)	108	8,0%	239	6	2,3%
Box Garage	18	1,3%	58	10	15,0%
Commerciali e industriali	287	21,2%	388	139	26,4%

Tabella 7. Potenziale FV diviso per tipologia di edificio

La Figura 37 mostra l'andamento della potenza installata durante il periodo Conto Energia. Da notare come in provincia si sia visto un valore molto alto nel 2010-2011, pari a 65 MW/a, trainato dagli incentivi. In realtà parte di queste installazioni riguardavano gli impianti con Pn > 200 kWp. Analizzando solo gli impianti con Pn < 20 kWp, il massimo valore installato annuo cala a 20 MW/a. Questo valore sarebbe sufficiente per raggiungere gli obiettivi del Piano Clima – Update 2021 se raggiunto nei prossimi otto anni. È evidente che nessun schema incentivante alternativo al Conto Energia può portare a valori simili nel breve termine.

Il recepimento della direttiva RED II (decreto legislativo 8 novembre 2021, 199) prevede l'identificazione di cosiddette aree idonee (art. 20) per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili per raggiungere gli obiettivi del PNIEC. Fatta salva la competenza delle Province autonome di Bolzano nel provvedere alle finalità del decreto ai sensi dello statuto speciale e delle norme di attuazione (come previsto dall'art. 49), questo rappresenta in ogni caso una occasione per poter valutare superfici in aggiunta alle coperture e facciate di edifici che possano aiutare a velocizzare il raggiungimento degli obiettivi. Tali superfici potrebbero essere identificate in:

- pensiline fotovoltaiche presso parcheggi;
- barriere antirumore;
- infrastruttura ferroviaria (pensiline nelle stazioni);
- bacini artificiali;
- uso duale del suolo con l'agrivoltaico (ottimizzazione della resa del prodotto agricolo con uso multifunzionale dell'impianto fotovoltaico).

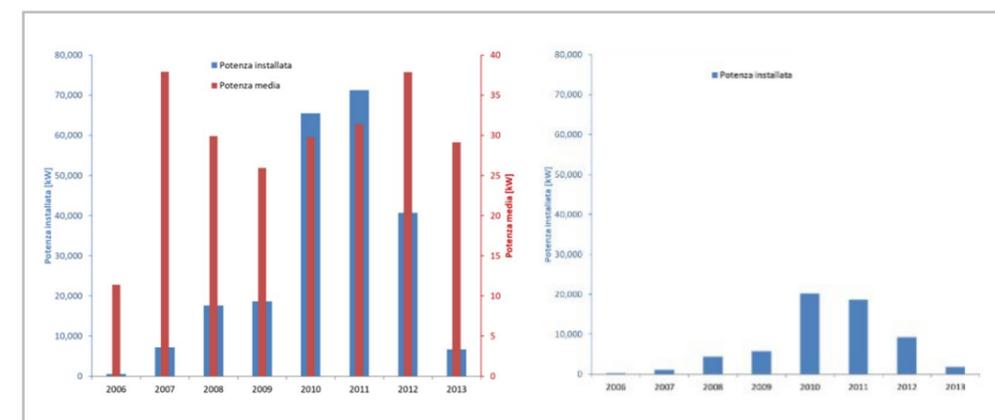


Figura 37. Installazione durante il periodo Conto Energia per tutte le classi di potenza (a sinistra) e per impianti con Pn < 20 kWp (a destra)

Per quanto riguarda le installazioni in copertura diventa di fondamentale importanza una corretta informazione verso la popolazione sui benefici economici e ambientali dei sistemi fotovoltaici. Di fatto ci sono ancora fette della popolazione (incluse figure tecniche) che non sono aggiornate sui dati più importanti in termini di costi, sostenibilità e impatto. La mancanza di conoscenze fa sì che in contesti condominiali/plurifamiliari l'installazione di nuovi impianti FV incontri delle barriere di accettabilità della tecnologia, fattore che va oltre mere questioni di carattere economico o estetico.

Da un punto di vista puramente tecnico, il modello di business proposto è dovuto per forza di cose diventare sempre più complesso nel corso degli anni per il mutare delle condizioni normative. Il successo del Conto Energia non era solo dovuto alla generosità degli incentivi bensì anche alla facilità di comprensione del meccanismo, soprattutto se confrontato con il meccanismo odierno dello scambio sul posto (che andrà a scomparire sui nuovi impianti e cesserà in impianti esistenti in data 31/12/2024) e dell'autoconsumo. Di conseguenza si devono prevedere incontri con la popolazione con conseguente preparazione di materiale informativo per spiegare come il fotovoltaico possa rappresentare la soluzione a lungo termine contro le fluttuazioni del prezzo della componente variabile della bolletta elettrica (con un PUN, prezzo unico nazionale, passato da 50 euro/MWh a 250 euro/MWh in pochi mesi, fino a valori di 500 euro/MWh durante alcuni momenti della guerra in Ucraina). Altre forme di politiche attive riguardano l'introduzione del reddito energetico che prevede la concessione di contributi mirati all'acquisto e installazione di impianti fotovoltaici (e non solo) per nuclei familiari e soggetti che non hanno disponibilità economica.

Infine, va valutato bene il potenziale derivante dalle nascenti comunità energetiche rinnovabili per la spinta verso l'aumento delle installazioni.

I messaggi chiave sono:

- Il potenziale FV sui tetti è molto elevato e stimato in **1,35 GW**, considerando un'efficienza al 15% e 1.200 kWh/m² di insolazione annua come soglia.
- In linea teorica, il potenziale dei tetti di edifici pubblici sommato agli obblighi normativi derivanti dal D.Lgs. 199/2021 può portare un contributo pari a 150 MW aggiuntivi nel 2030.
- Da analisi orarie dettagliate e dalla ripartizione proporzionale degli obiettivi PNIEC, si evince che **l'obiettivo per il 2030 di 400 MW è sottostimato rispetto alle reali necessità di decarbonizzazione** risultante in una capacità totale pari a 600-800 MW.
- Nonostante il potenziale FV sui tetti sia elevato per raggiungere obiettivi ambiziosi, si devono anche considerare altre superfici che permettano di aumentare la capacità aggiuntiva annuale.
- Si consiglia un monitoraggio annuale che permetta di individuare la quota di impianti NON in copertura quali per esempio gli impianti agrivoltaici.

A1.2. LE COMUNITÀ ENERGETICHE

La direttiva 2001/2018 della Commissione europea ha introdotto tramite gli artt. 21 e 22 il concetto di autoconsumo collettivo e di comunità energetica rinnovabile. L'art. 31 del decreto legislativo 199/2021 disciplina le comunità energetiche rinnovabili (CER) in Italia. Dopo una fase di transizione che prevede la limitazione delle CER a livello di cabina secondaria e con tetto massimo di 200 kW e l'incentivazione della quota di energia condivisa, il decreto ha ampliato il concetto a cabina primaria e a 1 MW in potenza di impianti rinnovabili. Inoltre, il Piano nazionale di ripresa e resilienza mette sul piatto 2,2 miliardi di euro per la costituzione delle CER ed entro il mese di febbraio 2022 si attende il decreto attuativo che definirà le regole del ministero per la Transizione energetica per la concessione dei finanziamenti.

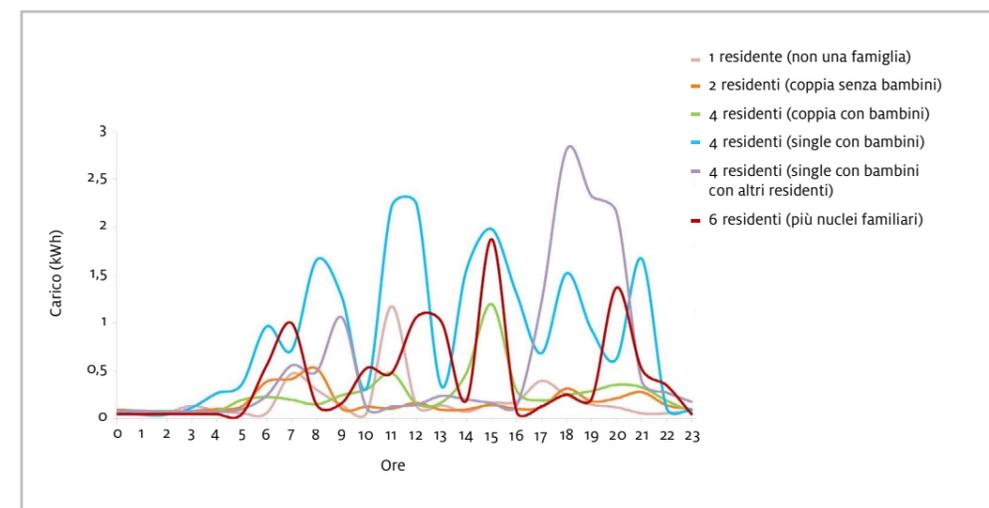


Figura 38. Esempi di profili di consumo sintetici per varie tipologie di utenti

Pur rispondendo a delle necessità reali, la realizzazione e l'impatto delle CER potrebbe però essere limitato. I benefici sicuri risiedono in una quota aggiuntiva di sistemi FV installati rispetto all'installazione individuale al di fuori delle CER. La quantificazione di questa quota aggiuntiva dipende dalla tipologia di CER che può essere identificata in termini di eterogeneità dei soggetti presenti dove l'eterogeneità è dettata dalle curve di consumo della Figura 38. Varie pubblicazioni dell'Istituto per le energie rinnovabili di Eurac Research analizzano l'impatto economico delle CER. In particolare, la pubblicazione di Casalicchio e coautori¹³⁴ analizza il ruolo della eterogeneità dei carichi connessi a una CER. La Figura 39 mostra come all'aumentare dell'eterogeneità vada a diminuire la quantità necessaria di accumulo e ad aumentare il beneficio in bolletta.

¹³⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/solr.202100473>

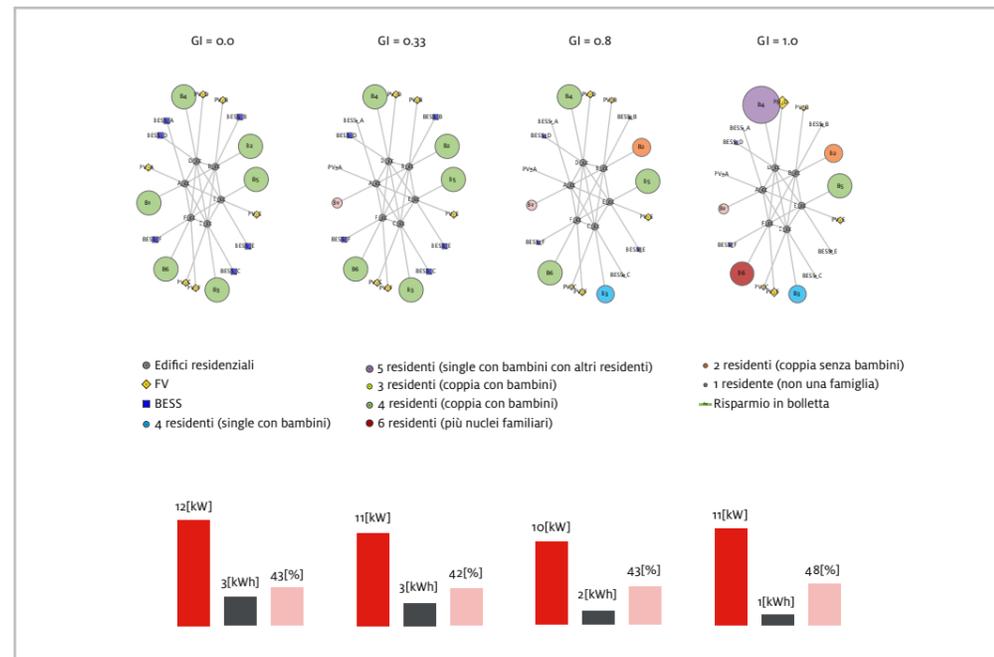


Figura 39. Risultati di ottimizzazione delle comunità energetiche rinnovabili. Sopra: i grafici rappresentano la composizione delle CER dove i nodi sono gli utenti e i sistemi installati; la loro dimensioni varia a seconda della domanda elettrica e delle capacità ottimizzate. Sotto: capacità totale installata e riduzione in bolletta (in verde). L'eterogeneità della CER aumenta da sinistra verso destra.

Qui sorge il primo problema legato alle eque possibilità: ogni soggetto può entrare in una CER anche se il suo impatto sul modello di business è negativo. L'altra questione è legata all'analisi approfondita dei risparmi in bolletta: usando impianti individuali (fotovoltaico e batteria) il risparmio è legato soprattutto all'autoconsumo e non alla remunerazione della elettricità condivisa, quota che rimane marginale.

Solo nel caso di impianti centralizzati (unico impianto FV connesso ai consumi comuni di un condominio o a servizio di una CER) o nel caso di utenti che sono impossibilitati a installare FV (però in questo caso si deve valutare il profilo del consumo) allora la quota condivisa diventa significativa. In questo caso però va valutato bene se il beneficio economico del fattore di scala (il costo unitario euro/kWp di FV e euro/kWh per batterie) giustifica la perdita economica dovuta alla assenza o riduzione di autoconsumo diretto a vantaggio della remunerazione della quota di energia condivisa. In presenza di aumento del costo del kWh in bolletta, il delta risparmi da autoconsumo e incentivo quota condivisa va allargandosi.

L'entusiasmo e le speranze riposte nelle CER vanno quindi tarate sulla difficoltà di implementazione delle stesse e sull'impatto reale (rispetto a impianti individuali non in comunità) una volta costituite. È quindi importante analizzare quanto le CER possano trainare nuove installazioni e diventare così un volano per l'aumento di capacità installata di FV o se semplicemente rappresentano un valore aggiunto per le nuove installazioni che avverrebbero a prescindere.

Come caso base si può considerare la quota di potenza installata come da obblighi di legge introdotti dal D.Lgs. 199/2021 (Figura 40). Il decreto prevede l'installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili usando una formula e dei coefficienti prestabiliti.

Possibile scenario:

- tasso di retrofit annuo pari all'1% della superficie degli edifici;
- tasso di nuovo costruito pari a 0,2% della superficie degli edifici.

2. Obblighi di utilizzo di impianti a fonti rinnovabili

1. Gli edifici di cui al paragrafo 1, punto 1, sono progettati e realizzati in modo da garantire, tramite il ricorso ad impianti alimentati da fonti rinnovabili, il contemporaneo rispetto della copertura del 60% dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria e del 60% della somma dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria, la climatizzazione invernale e la climatizzazione estiva.

2. Gli obblighi di cui al punto 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi per la produzione di calore con effetto Joule.

3. La potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = k \cdot S$$

Dove:

- k è uguale a 0,025 per gli edifici esistenti e 0,05 per gli edifici di nuova costruzione;
- S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno ovvero la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio, misurata in m^2 . Nel calcolo della superficie in pianta non si tengono in considerazione le pertinenze, sulle quali tuttavia è consentita l'installazione degli impianti.

Figura 40. Testo del decreto legislativo 199/2021 per obblighi di utilizzo di impianti a fonti rinnovabili

Con questi valori si ottiene una potenza installata annua pari a circa 10 MW/a, utilizzando i coefficienti k come da decreto. Questo obbligo non è nemmeno parzialmente inserito nella corrente trasposizione a livello provinciale del decreto legislativo 28/2011 e potrebbe aver rallentato la possibile installazione di impianti FV in molti casi (facilmente calcolabile andando ad analizzare le percentuali di nuove costruzioni e di ristrutturazioni edilizie nel periodo 2011-2020). Ricepire a livello provinciale l'aggiornamento alla RED II potrebbe significare una quota aggiuntiva di installato pari a circa 80/90 MW entro il 2030.

Il Piano Clima – Update 2021 prevede la seguente misura:

“Dal 2022, ove tecnicamente ed economicamente fattibile, il fabbisogno di energia elettrica degli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione importante deve essere coperto tramite sistemi per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili con una potenza di picco minima di 30 W per m² di superficie coperta, da installare all'interno o sull'edificio stesso, o delle sue pertinenze”.

Questa misura prevederebbe un valore superiore rispetto al D.Lgs. 199/2021 per gli edifici ristrutturati ma inferiore per quelli nuovi, per un totale di 10,8 MW/a rispetto ai 10,5 MW/a da D.Lgs. 199/2021.

Nelle condizioni attuali, che permettono i sistemi FV solo in copertura, per raggiungere l'obiettivo di 400 MW fissato per il 2030 l'unica ricetta possibile è quella di sfruttare pienamente il potenziale FV dato dagli edifici pubblici (circa 50 MW) e far rispettare gli obblighi di installazione di impianti FV sugli edifici nuovi e sugli edifici oggetto di ristrutturazioni edilizie significative. L'installato dovuto a obblighi di legge andrebbe poi monitorato di anno in anno per capire se il trend corrisponde allo scenario ipotizzato. In caso di mancato raggiungimento degli obiettivi annuali, si dovrebbe prevedere la possibilità di installare impianti anche su aree diverse dalle coperture degli edifici. Questo diventerà necessario soprattutto se il target per il 2030 verrà rivisto verso l'alto e quindi l'installazione su edifici pubblici e gli obblighi normativi non saranno sufficienti.

Il messaggio chiave è:

- **Le comunità energetiche rinnovabili (CER)** rappresentano una rivoluzione in quanto permettono la condivisione energetica. **Risulta molto difficile stimarne il contributo.** In ogni caso si raccomanda di sfruttare al massimo le coperture di edifici pubblici che possono trainare la nascita delle CER.

A1.3. POSSIBILITÀ DI RISANAMENTO DEGLI EDIFICI STORICI

In Europa, e ancor più nella Provincia di Bolzano, il numero di edifici storici tutelati è molto alto, e aumenta ancora tenendo conto degli edifici non formalmente soggetti a vincolo di tutela.

È possibile innanzitutto stimare gli edifici costruiti prima del 1945: in Alto Adige sono oltre 20.000. Ripartendoli a livello comunale e rapportandoli al patrimonio degli edifici residenziali del 2001, emerge un quadro inatteso, come si evince dalla figura 41: in più di 10 comuni, oltre il 40% del patrimonio immobiliare a uso abitativo rientra in questa categoria, con le grandi città di Bolzano e Merano in prima linea (rispettivamente con il 37% e il 41%).

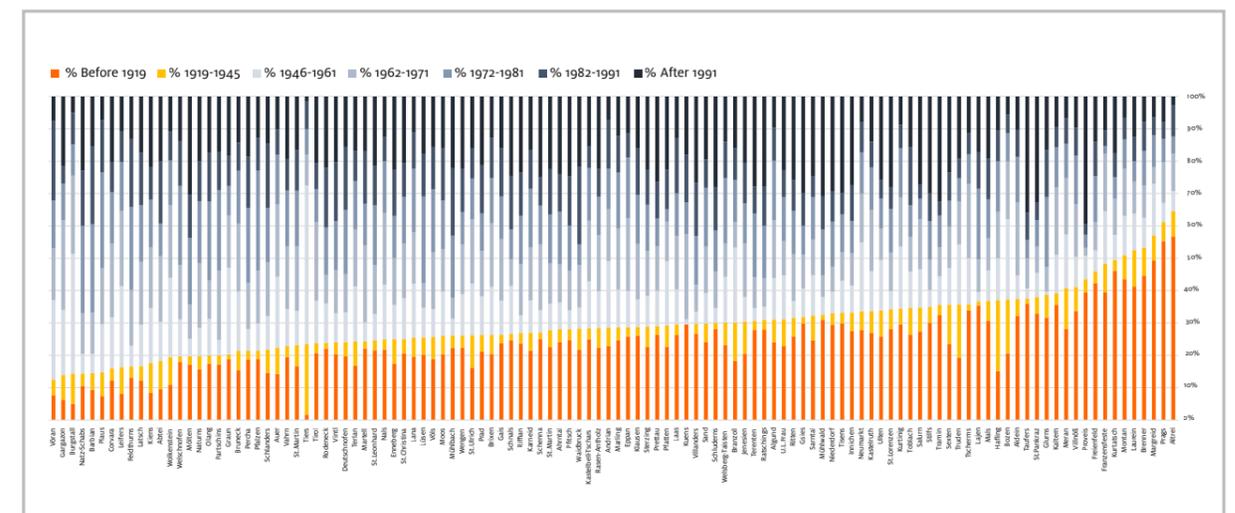


Figura 41. Edifici storici in Alto Adige: un numero ragguardevole, soprattutto se non si considerano solo quelli soggetti a formale vincolo di tutela (fonte: Eurac Research – progetto hBATec)

Cosa emerge dal confronto internazionale? Paragonando la quota di edifici storici realizzati prima del 1919, l'Alto Adige insieme a Francia, Danimarca e Austria, si colloca ai primi posti, superando di gran lunga il dato italiano complessivo. Comuni come Merano, il quale possiede una quota di immobili storici pari al 41%, vantano un potenziale di recupero di questi edifici nettamente superiore rispetto al valore medio regionale e nazionale.

	EUROPA	FRANCIA	ITALIA	GERMANIA	ALTO ADIGE	MERANO
prima del 1919	14.3%	22.8%	14.3%	8%	23%	28%
1919-1945	12.1%	12.1%	9.9%	6%	6%	13%
prima del 1945	26.4%	34.1%	24.2%	14%	29%	41%

Tabella 8. Confronto delle quote di edifici storici in Europa

Come si può facilmente intuire, non tutti gli edifici storici realizzati prima del 1945 sono necessariamente da tutelare. Al contempo, un considerevole numero di immobili più recenti sono meritevoli di essere preservati: la società ha recentemente iniziato a riconoscere e apprezzare la **valenza architettonica, culturale e sociale** delle costruzioni del dopoguerra, degli insediamenti degli anni cinquanta e degli edifici più recenti.



Figura 42. Edifici storici in Alto Adige: un patrimonio che caratterizza il paesaggio e lo scenario urbano.

Considerando il patrimonio soggetto a vincolo di tutela (figura 43), si comprende come gli **immobili residenziali** ne costituiscano la quota maggiore; inoltre se si considerassero gli edifici meritevoli, ma non soggetti a formale tutela, tale quota potrebbe ancora aumentare. Preservarli significherebbe garantirne la possibilità di utilizzo futuro e contemporaneamente mostrare come la tutela dei valori storico-architettonici possa andare di pari passo con l'ottenimento di abitazioni confortevoli a ridotto fabbisogno energetico.

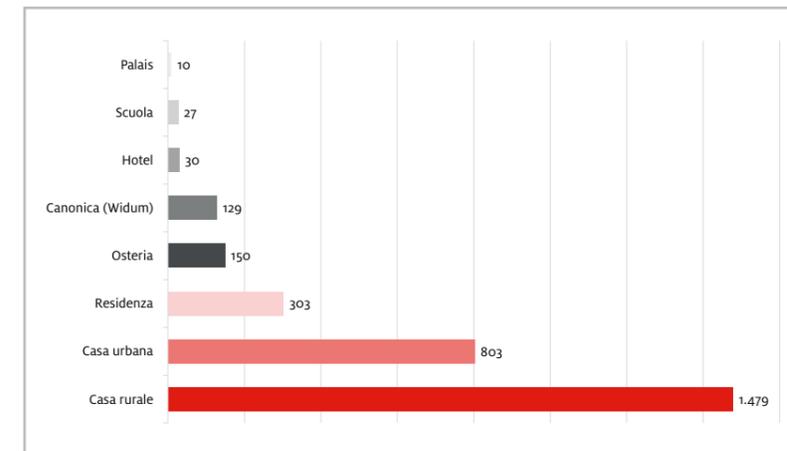


Figura 43. Numero degli edifici soggetti a vincolo di tutela in Alto Adige, suddivisi per categoria [fonte: Eurac Research, progetto hBATec]

Ciò si evince anche dalle esperienze raccolte in HiBERatlas¹³⁵ (Historic Buildings Energy Retrofit Atlas), progetto coordinato da Eurac Research. Attingendo a una serie di buone pratiche in Alto Adige e a livello internazionale, è possibile conoscere molte soluzioni per **ridurre il fabbisogno energetico degli edifici storici**: non è dunque vero che più l'edificio è antico, minori sono le possibilità di risanarlo sul piano energetico. Ci sono tuttavia nell'architettura storica diverse tipologie di strutture, come ad esempio le case a graticcio, per le quali il raggiungimento dell'efficienza energetica passa per strade più complesse ed è importante pertanto individuare misure di intervento specifiche per ciascun edificio anziché definire semplicemente un fabbisogno limite, come invece si fa per un edificio di nuova costruzione.

135 www.hiberatlas.com

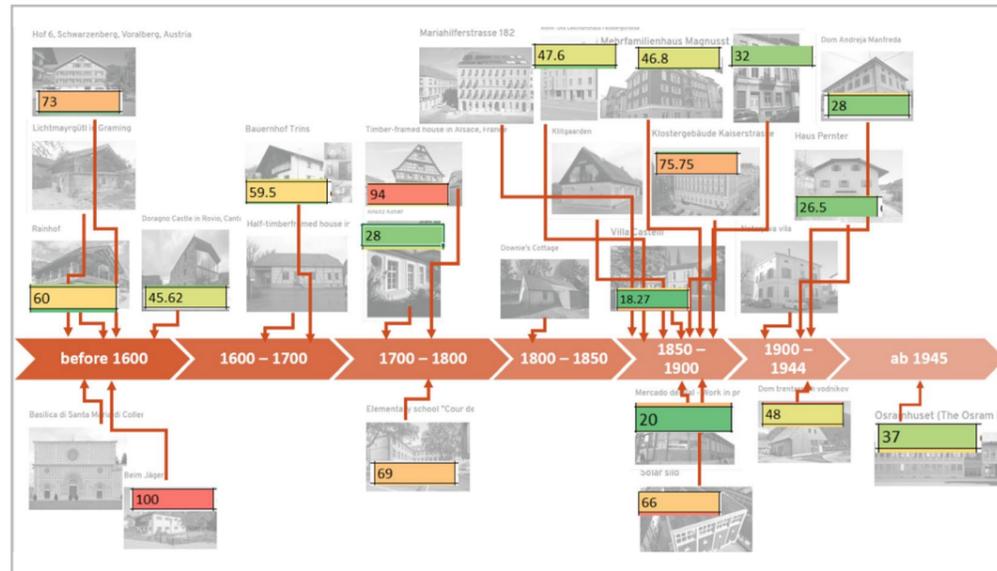


Figura 44. Esempi tratti da HiBERAtlas collocati sulla linea temporale, fabbisogno energetico dopo il risanamento in kWh/m²a

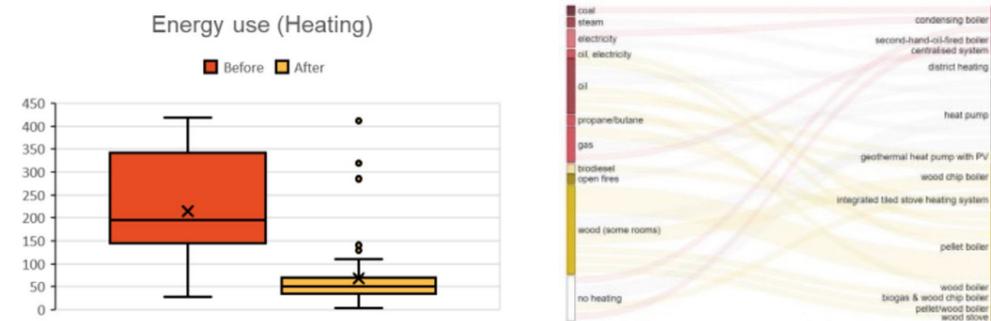


Figura 45. Dall'analisi degli edifici in HiBERAtlas: fabbisogno energetico medio conseguibile dopo il risanamento nell'ordine dei 50 kWh/m²a; sostituzione del sistema di riscaldamento; minima percentuale di energia fossile (gas); focus su pompa di calore e biomassa (passaggio da stufa per uno/pochi locali al pellet)

Che tipo di misure si possono implementare per migliorare la prestazione energetica di un edificio? Si tratta spesso di una combinazione di interventi:

- l'**isolamento del tetto**, che è spesso un intervento di facile esecuzione;
- lo stesso vale per l'**isolamento del piano interrato** o del solaio controterra;
- l'**isolamento delle pareti**, considerata la quota di superficie finestrata solitamente ridotta in Alto Adige, costituisce un intervento importante. In questo ambito sono contemplabili diverse varianti:
 - l'**isolamento interno** è spesso la misura ideale, che tuttavia presuppone un'accurata pianificazione del bilancio igrometrico della parete e dei dettagli costruttivi per evitare i ponti termici e accumuli di condensa;
 - anche l'**isolamento esterno** non deve essere escluso a priori, in particolare se l'edificio non è soggetto a vincolo di tutela. Tale strategia infatti, è di più facile implementazione sul piano fisico-tecnico (sono disponibili sul mercato delle tipologie specifiche per diversi tipi di edificio);
 - un **intonaco isolante** esterno, come misura singola o in combinazione con l'isolamento interno, si rivela spesso una buona soluzione: la sola parete in pietra, anche se spessa mezzo metro, non è considerabile un buon isolante;
- il **miglioramento prestazionale degli infissi** è spesso la prima misura a cui pensa il committente, in quanto di più immediata attuazione rispetto ad altre soluzioni. Va detto che tale intervento, in particolare per gli edifici storici, non comporta necessariamente la sostituzione degli infissi: nel progetto PLANfenster¹³⁶ sono state quantificate e illustrate, sulla scorta di una serie di esempi, tutte le diverse possibilità di intervento;
- infine, un **impianto di ventilazione meccanica controllata (VMC)** con recupero del calore si rivela utile non solo per ottimizzare i consumi energetici, ma anche per incrementare il comfort e prevenire le criticità fisico-costruttive, come il rischio di formazione di muffa a seguito di un'errata aerazione manuale.

In HiBERAtlas vengono descritte le singole misure di intervento e, cosa ancor più importante, vengono illustrati in dettaglio i motivi per cui ciascun intervento costituisce la scelta giusta per l'edificio a cui è stato applicato. Quando si agisce sul delicato patrimonio edilizio storico non si possono replicare acriticamente delle soluzioni costruttive, **ma è necessario imparare dalle esperienze altrui.**

Il fatto che il risanamento energetico continuerà a essere importante, anche a fronte dell'incremento delle temperature dovuto al **cambiamento climatico**, è ben esemplificato nella tesi di dot-

¹³⁶ <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/projects/planfenster>

torato di Lingjun Hao, dove vengono portati ad esempio proprio gli edifici storici: si evince come il risparmio energetico conseguente al risanamento è nettamente superiore alla riduzione del fabbisogno di energia termica conseguente alle temperature in aumento. Con un progetto ben congegnato di ventilazione notturna e schermatura solare il problema del surriscaldamento può essere mitigato e risolto, come i bolzanini possono confermare per gli edifici storici della città e come quantificato da Lingjun Hao nella sua tesi.

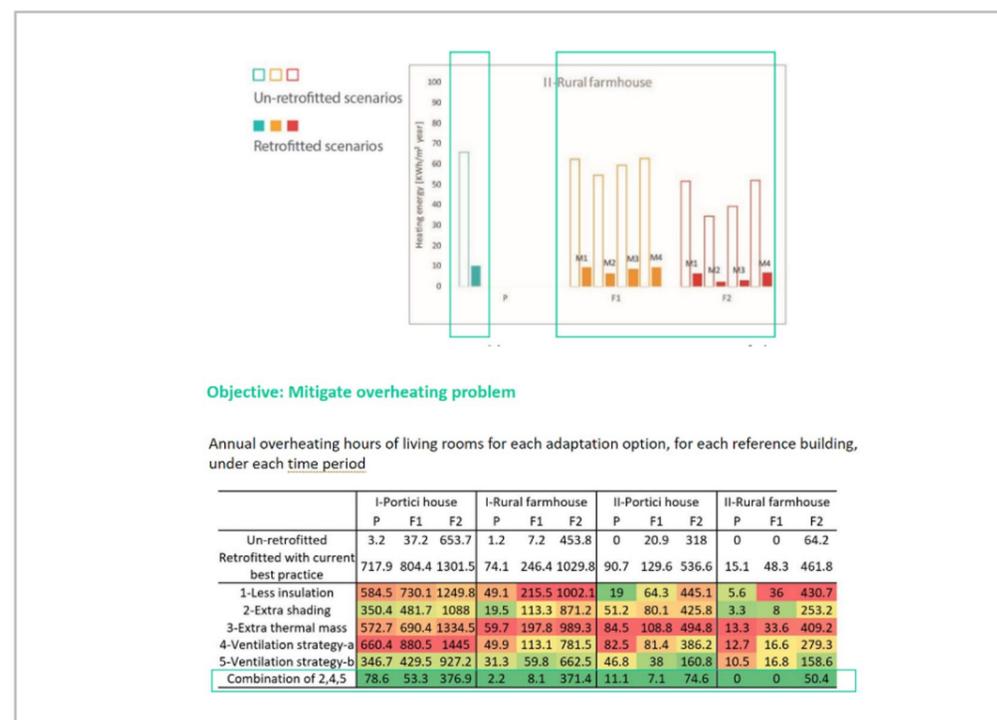


Figura 46. A sinistra: fabbisogno di energia termica oggi (P), nel 2050 (F1) e nel 2100 (F2) in svariati scenari di cambiamento climatico (M1-M4) per edifici non risanati (colonne bianche) e risanati (colonne colorate). A destra: ore con temperature troppo elevate per edifici porticati e rurali nelle zone climatiche I (Bolzano) e II (val Venosta); ventilazione e schermatura solare contrastano l'altimenti crescente problema del surriscaldamento (riga inferiore, verde) [PhD Hao]

Anche **le sempre più frequenti precipitazioni intense** causate dal cambiamento climatico dovrebbero essere prese in considerazione in sede di progettazione del risanamento. La salvaguardia da questa tipologia di precipitazioni e l'isolamento interno si pongono in stretta relazione tra loro: se l'intonaco esterno non garantisce sufficiente protezione dalla pioggia battente, il sistema isolante scelto deve consentire un'adeguata asciugatura dall'interno. Non sono attualmente disponibili dati relativi all'assorbimento d'acqua delle costruzioni tradizionali, né strumenti che

consentano ai progettisti di scegliere conscientemente la soluzione piu' idonea. CasaClima Pro Hygrothermal¹³⁷ compie un passo decisivo in questa direzione, ma deve ancora essere dotato di sufficienti dati sui materiali e deve essere integrato con esempi di utilizzo.

Un ulteriore aspetto di grande rilevanza è quello del **ciclo di vita**: la durata del patrimonio architettonico storico mostra con chiarezza che un edificio non viene costruito per durare solo per 30 o 50 anni. Molti immobili oggetto di questo paragrafo esistono da secoli e in questo lasso di tempo sono stati costantemente sottoposti a interventi di riparazione, miglioramento e ampliamento.

Il ciclo di vita degli edifici è un argomento giustamente menzionato anche dai conservatori del patrimonio architettonico nell'ambito della tutela degli edifici: dal punto di vista del costo energetico, di norma, è più ragionevole migliorare l'edificio esistente anziché demolirlo per fare posto a una nuova costruzione; invece procrastinare l'intervento rimane sempre la strategia peggiore del punto di vista del costo energetico.

Il progetto PLANfenster¹³⁸ si è occupato del tema delle finestre negli edifici storici. Dall'analisi condotta emerge chiaramente come i vecchi infissi non debbano essere necessariamente sostituiti per conseguire comfort ed efficienza energetica. La gamma delle misure di adeguamento, dagli interventi minimamente invasivi fino alla sostituzione, è molto ampia e la sola integrazione di una lastra di vetro o la sostituzione della vetratura interna della doppia finestra con un doppio vetro consentono eventualmente il conseguimento di valori simili a quelli di un infisso nuovo.

La dichiarazione sulla **cultura della costruzione** sottoscritta dai ministri della cultura a Davos, nel 2018, e la **"New European Bauhaus Initiative"**¹³⁹ dell'UE ribadiscono l'importanza di una combinazione sinergica tra estetica, valori culturali, tematiche sociali e sostenibilità. Spetta a noi – società, architetti, committenti, ecc. – plasmare il processo e utilizzare le possibilità esistenti, per esempio ricavando da un edificio dismesso o inutilizzato spazi sostenibili, accoglienti e culturalmente pregevoli in cui vivere e lavorare.

Non si devono escludere gli interventi sugli edifici storici dagli sforzi per la mitigazione del cambiamento climatico: si tratta di instaurare un dialogo e accrescere la consapevolezza rispetto alle possibilità esistenti e alle modalità per tradurle in pratica. Franziska Haas, ricercatrice senior presso Eurac Research e presidentessa dell'ICOMOS Scientific Committee for Energy, Sustainability and Climate Change, ha recentemente formulato tale concetto, articolandolo in **10 tesi** che promuovono un approccio costruttivo nelle cerchie della tutela dei beni culturali, attualmente attraversate da timori e resistenze alla luce della riedizione della "Direttiva sulla prestazione energetica in edilizia (EPDB)". Di seguito, vengono riassunti **tre suggerimenti**.

¹³⁷ <https://www.agenziacasaclima.it/it/procasaclima-hygrothermal--9-1673.html>

¹³⁸ <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/projects/planfenster>

¹³⁹ https://europa.eu/new-european-bauhaus/index_en

— **Prendere sul serio la salvaguardia dei beni culturali e integrarla nella mitigazione dei cambiamenti climatici.**

- Il nostro patrimonio culturale è minacciato dal cambiamento climatico. Il conseguimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi potrebbe essere la nostra ultima occasione per preservarlo. La tutela dei beni culturali, pertanto, si prefigge il chiaro intento di fornire il proprio contributo alla mitigazione del cambiamento climatico.
- Gli edifici storici contribuiscono in modo decisivo al raggiungimento di un patrimonio architettonico a impatto zero.
- La tutela dei valori socio-culturali contribuisce attivamente alla tutela del clima.

— **Consentire un risanamento degli immobili imperniato sull'uso efficiente delle risorse tramite soluzioni ad hoc, anche ammettendo eccezioni nelle quali i requisiti minimi prestazionali dei componenti disperdenti non vengono interamente rispettati.**

- È opportuno che vengano ammesse eccezioni agli standard minimi per gli edifici meritevoli di tutela. Essendo le procedure di individuazione disciplinate in modo diverso, l'implementazione legislativa deve spettare agli Stati membri.
- Abbiamo bisogno di strategie orientate ai valori monumentali, che tengano conto dell'efficienza energetica degli edifici esistenti, ma anche dei valori architettonici e storici nella loro complessità.
- Gli edifici storici sono risorse in termini energetici e non solo. Sempre più frequentemente viene fatto ricorso ai bilanci ecologici per dimostrare l'impatto ambientale della loro tutela e del loro restauro.
- Gli studi sul ciclo della vita (Life Cycle Assessment) dimostrano come gli interventi di risanamento, anche alla luce del vincolo di tutela, consentano di conseguire un risultato migliore rispetto alla sostituzione del vecchio edificio con uno nuovo. procrastinare le azioni di efficientamento invece, è la scelta peggiore dal punto di vista ecologico.
- Gli edifici possono essere preservati solo se vengono anche utilizzati. Gli studi sulle buone pratiche dimostrano come, anche per gli edifici storici possa essere conseguito un congruo miglioramento prestazionale preservandone il valore culturale.

— **Promuovere il risanamento degli edifici, al fine di agevolare attori e sistemi regionali e risparmiare emissioni di CO₂ da subito.**

- Si dovrebbe tenere a mente che non si tratta di rinnovare singoli edifici per portarli all'autosufficienza energetica, quanto piuttosto di conseguire la neutralità climatica dell'intero patrimonio architettonico. Risanando gli immobili si riducono immediatamente le emissioni a fronte di una ridotta emissione di CO₂ dovuta alle misure di efficientamento: un nuovo edificio invece ha bisogno di molto tempo per compensare i costi ambientali di costruzione.

- I modelli di finanziamento che supportano sia l'efficienza energetica che la tutela del patrimonio culturale, agiscono positivamente sullo sviluppo economico locale. Risanare significa lavorare con aziende e artigiani locali e quindi investire risorse in persone e non meramente in materiali.

Si può concludere affermando che il fascino degli edifici storici e i risanamenti particolarmente riusciti rappresentano l'arma più grande per convincere i committenti che il risanamento energetico è la soluzione da preferire.

A1.4. CREAZIONE DI UN DATABASE ENERGETICO PROVINCIALE UNICO

L'opportunità qui di seguito descritta riguarda lo sviluppo di un insieme integrato di banche dati georeferenziate relative al settore, energetico con l'obiettivo di analizzare lo stato attuale e l'evoluzione delle condizioni di sostenibilità energetica, anche in relazione ad aspetti economico-sociali del territorio della Provincia autonoma di Bolzano, a favore del sistema economico nel suo complesso.

L'energia si può infatti considerare come motore economico e "asset" pervasivo nella maggior parte delle attività economiche.

A oggi i dati energetici dell'Alto Adige sono distribuiti su tante banche dati, in diversi format e strutture. Alcune di queste banche dati sono consultabili online, altre sono disponibili solo su richiesta. In molti casi non c'è un legame tra una banca dati e l'altra. La sola conoscenza delle varie banche dati richiede un'analisi approfondita e il confronto diretto con diversi operatori. Mettere a sistema tutti questi dati richiede un'elaborazione specifica di diversi giorni o settimane.

Eppure, l'opportunità di costruire un database unico e integrato a livello provinciale permetterebbe un approfondimento sistematico dei profili di sostenibilità, di lungo e di medio periodo, rispetto ai diversi attori del sistema economico: governo, famiglie, imprese.

Inoltre, una banca dati del genere, consultabile sia da un privato interessato sia da una azienda specializzata in servizi energetici, potrebbe dare una prima stima sulla situazione energetica attuale di un certo edificio o di una certa zona e su quali potrebbero essere potenziali sviluppi futuri.

L'iniziativa consentirebbe di dare ulteriore sviluppo e struttura organica ad azioni frammentate che, nel corso degli ultimi anni, hanno affrontato la tematica del "dato energetico".

L'obiettivo è quello di mettere a disposizione di attori pubblici, aziende (per esempio le energy service companies) e privati, oltre che al sistema provinciale di ricerca, una piattaforma accessibile e utilizzabile in tempo reale. In modo che per chiunque il dato possa essere consultabile e dare un'prima stima quale la situazione energetica attuale di un certo edificio / un certo quartiere / una certa zona e quali potrebbero essere potenziali sviluppi futuri / idee di progetto / possibilità di

investimento / Inoltre, questa banca può fungere da luogo di incontro e cosviluppo di ulteriori piattaforme specialistiche relative al consumo, produzione e distribuzione energetica.

Motivazioni:

- il programma di riqualificazione dell’ambiente costruito pubblico e privato (che ha l’obiettivo primario del risparmio energetico e quello secondario di dare impulso al settore edilizio) comporta una valutazione di convenienza o precedenza di intervento sugli edifici con una “potenzialità di risparmio” maggiore, basata anche questa sui dati di prestazione energetica del parco costruito;
- il settore imprenditoriale edile (comprese le PMI e gli artigiani – LVH/CNA) si è espresso a favore della creazione di un database che permetta alle imprese di pianificare le proprie strategie di innovazione e sviluppo (prodotti e servizi adatti alla riqualificazione energetica, recupero calore di scarto, ecc.);
- l’accessibilità dei dati energetici da parte dei proprietari pubblici e privati di edifici permette una maggiore consapevolezza sulle questioni del risparmio energetico, accelerando il cambiamento culturale necessario per raggiungere nei tempi gli obiettivi ambientali;
- l’attivazione delle Comunità energetiche rinnovabili passa necessariamente da uno screening dello stato di fatto per quanto riguarda il consumo e la produzione di energia sul territorio,
- il monitoraggio dei Piani di azione per l’energia sostenibile e il clima è necessario per garantire il raggiungimento degli obiettivi e attuare tempestive misure correttive. A oggi però il monitoraggio ricade totalmente sulle spalle degli enti pubblici che spesso non hanno accesso o accesso parziale ai database rilevanti e sono costretti a investire importanti risorse.
- il monitoraggio dello stesso Piano Clima necessita di database aggiornati e accessibili, oltre che di indicatori chiave (Key Performance Indicator – KPI) calcolati in maniera automatica o semi automatica con frequenza elevata e predeterminata.

DATO	FONTE
Stima domanda energetica – volume riscaldato	Catasto, rilievi Lidar 3D, SEAB ecc., progetto Tabula, progetto StreamPAB, progetto Greta (Eurac Research), progetto Hotmaps (Eurac Research) ed Enermaps (Eurac Research) ecc., ASTAT, certificazioni CasaClima
Impianto di riscaldamento domestico – tipologia, potenza, carburante	Catasto caldaie, distributori energetici, ASTAT
Impianti di produzione da fonti rinnovabili – fotovoltaico, potenza / solare termico – superficie	ENEA, immagini satellitari/aeree, Provincia – APA, ufficio energia e clima
Pompe di calore	ENEA, Provincia – APA, ufficio energia e clima

DATO	FONTE
Reti di teleriscaldamento e allacciamenti	Provincia – APA, ufficio energia e clima, Alperia, SEV-Südtiroler Energie Verband
Reti di distribuzione di metano e allacci	SEAB
Certificazioni energetiche	Agenzia CasaClima
Riqualificazioni condomini con incentivi fiscali	ENEA, Agenzia delle entrate, Provincia – APA, ufficio energia e clima
Calore di scarto da attività produttive	Progetto Life4Heat Recovery (Eurac Research)
Potenziale irraggiamento solare	Catasti solari (Solar Tyrol, Catasto Solare Bolzano ecc.), Hotmaps (Eurac Research)
Potenziale geotermia a bassa temperatura	Progetto Alpine Space GRETA, Hotmaps (Eurac Research)
Potenziale eolico	Progetto Recharge.green, Hotmaps (Eurac Research)
Potenziale idroelettrico residuo	Progetto Recharge.green
Potenziale biomassa forestale	Progetto BiomassFor; progetto Recharge.green
Propensione alla transizione energetica e comportamenti energetici	Questionari, Social Media
Mobilità e trasporto	Opendata Hub provinciale (spire contaveicoli, contatori biciclette, ecc.), ACI, STA, progetto Mobster (Eurac Research), progetto EVA (Eurac Research), LifeAlps (SASA, IIT, Eurac Research), BrennerLEC (A22, NOI)
Isole di calore urbane	Dati satellitari, modelli ENVIMET (Eurac Research)
Comunità energetiche	Gestori

Tabella 9. Mappatura preliminare di dati e fonti esistenti che potrebbero far parte del database

Qui di seguito vengono proposti alcuni esempi di utilizzo dei dati energetici, georeferenziati e non, nella costruzione di strumenti a supporto della transizione energetica a scala urbana e territoriale.

Stima del fabbisogno di riscaldamento geo-spaziale degli edifici e scenari di ristrutturazione. Progetto Interreg GRETA – Spazio Alpino¹⁴⁰.

¹⁴⁰ <https://www.alpine-space.org/projects/greta/en/home>

Si tratta di uno strumento spazialmente esplicito e bottom-up per l'analisi del patrimonio edilizio residenziale. Integra diversi dati di input in un sistema informativo geografico (GIS), senza utilizzare l'“approccio degli archetipi” e strumenti di simulazione. In particolare, può essere affrontato il bilancio energetico a livello di edificio per un'intera regione (utilizzando il D.M. 26/06/2009 e la norma UNI/TS 11300-1:2014).

Gli output principali sono la stima della domanda di riscaldamento georeferenziata degli edifici residenziali. Questa metodologia basata su GIS è progettata per essere parte di un più ampio sistema di supporto decisionale spaziale (SDSS) per lo sviluppo di piani energetici sostenibili che integrino le fonti rinnovabili nella ristrutturazione energetica del patrimonio edilizio, inserendo gli interventi all'interno di una strategia di sviluppo locale e territoriale di ampio respiro in grado di includere le peculiarità e la vocazione del territorio.

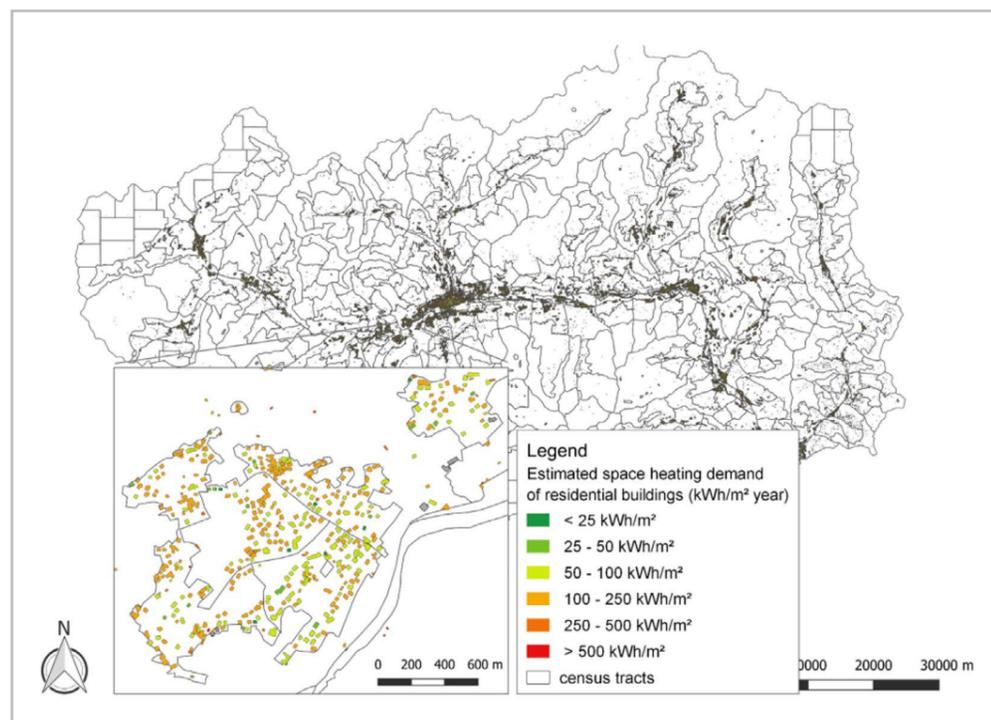


Figura 47. Classi di fabbisogno di riscaldamento degli edifici, in kWh/m² all'anno; nello zoom un estratto del villaggio di Saint Maurice, Comune di Sarre. Fonte: Eurac Research per il progetto GRETA, V. D'Alonzo 2019

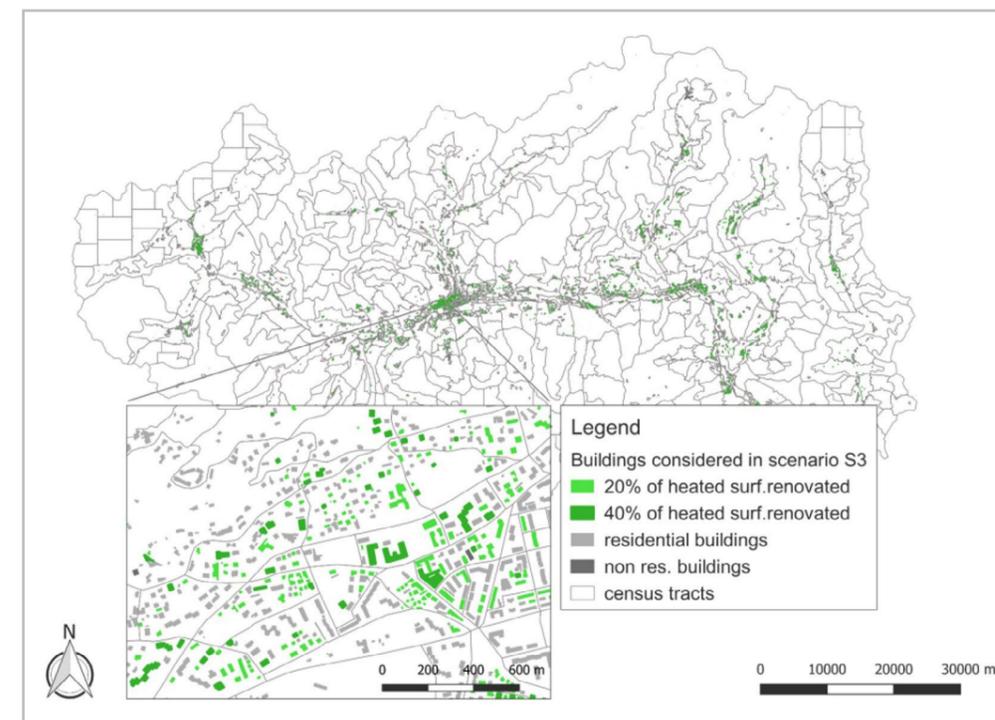


Figura 48. Esempio di scenari: edifici ordinati per kgCO₂eq/euro e inclusi nel 20% e 40% della superficie riscaldata interessata. Nello zoom un estratto del Comune di Aosta. Fonte: V. D'Alonzo 2019

Stima del potenziale da rinnovabili e caratterizzazione degli edifici a livello europeo. Progetto Horizon2020 Hotmaps¹⁴¹.

Il progetto ha sviluppato alcuni strumenti, disponibili attraverso una piattaforma web, per la stima della domanda di riscaldamento per il settore residenziale e dà la possibilità di stimare, a scala provinciale, il potenziale di diverse fonti rinnovabili, per esempio il potenziale da fotovoltaico e solare termico integrato sui tetti, l'eolico e la biomassa.

Il progetto ha inoltre raccolto dati per caratterizzare il sistema energetico europeo, tra i quali per esempio la caratterizzazione nazionale degli edifici dei settori residenziale e dei servizi. Quando disponibili, gli utenti possono utilizzare gli strumenti della piattaforma con i propri dati. Gli strumenti sviluppati dal progetto sono stati utilizzati per la scrittura dei Comprehensive assessment di Austria, Bulgaria, Estonia, Germania, Portogallo e Slovenia.

¹⁴¹ <https://www.hotmaps-project.eu/>

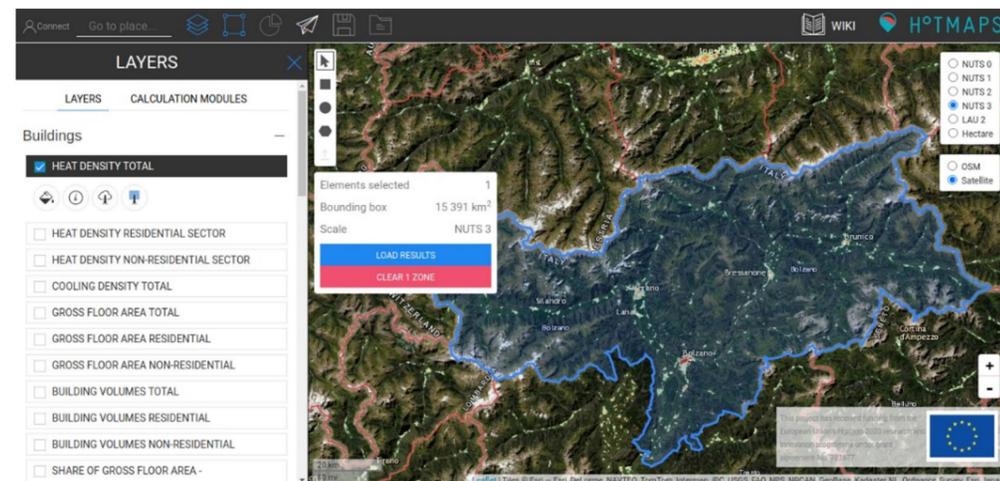


Figura 49. Screenshot della piattaforma sviluppata dal progetto Hotmaps: gli utenti possono visualizzare i data set presenti sulla piattaforma e usare queste informazioni come input per calcolare e stimare la domanda o il potenziale da diverse fonti.

Creazione di una piattaforma unica per dati energetici a livello europeo. Progetto Horizon 2020 Enermaps¹⁴².

Al centro del progetto, la stima del fabbisogno, la sua riduzione con interventi di riqualificazione edilizia, il potenziale per la realizzazione ed estensione di reti di riscaldamento, evoluzione e scenari dei gradi giorno per riscaldamento e raffrescamento.

Il progetto ha sviluppato alcuni strumenti web per stimare la domanda di riscaldamento, stimare l'impatto che l'intervento su alcune tipologie edilizie può avere a scala comunale, provinciale e nazionale, stimare lo sviluppo di reti di teleriscaldamento e interrogare gli scenari climatici sviluppati dal consorzio CORDEX per estrarre i dati storici dei gradi giorno dal 1950 a oggi, e la proiezione dei gradi giorno mensili e annuali fino al 2100.

¹⁴² <https://enermaps.eu/>

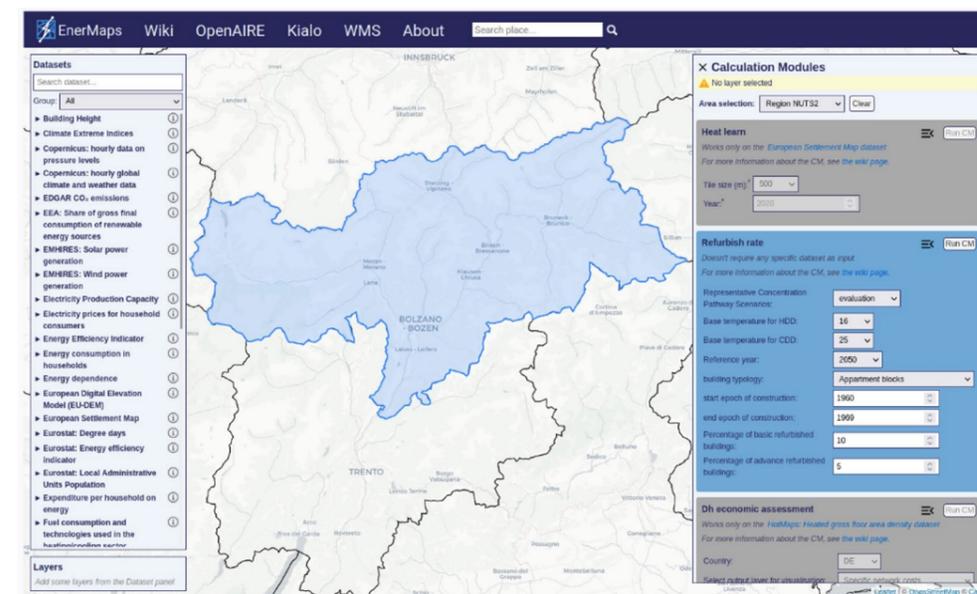


Figura 50. Screenshot della piattaforma sviluppata dal progetto Enermaps: 41 data sets sono stati integrati e validati dalla piattaforma; gli utenti possono utilizzare gli strumenti sviluppati dal progetto per l'area di interesse.

Progetti nell'ambito della mobilità sostenibile, elettrica, idrogeno

Nell'arco degli ultimi anni, una serie di progetti si è occupata di diversi aspetti della mobilità sostenibile. Il focus del progetto Mobster¹⁴³ è la mobilità elettrica per un turismo sostenibile, con attenzione alla mobilità elettrica di auto, biciclette e anche natanti sui laghi (lago Maggiore). Nell'arco del progetto sono stati anche realizzati circa 70 punti di ricarica per auto, bici e navi elettriche e sono state elaborate delle analisi sul posizionamento primario delle infrastrutture di ricarica.

¹⁴³ <https://www.progettomobster.eu/>

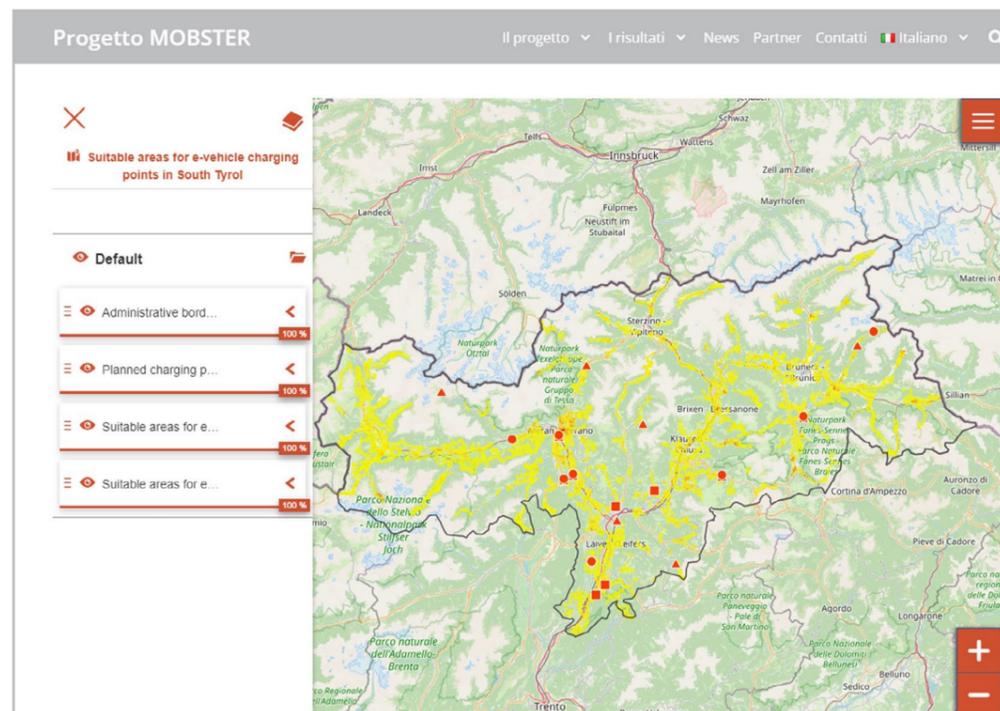


Figura 51. Screenshot della piattaforma sviluppata dal progetto Mobster per l'identificazione, seguendo una serie di criteri, di punti di interesse per le infrastrutture della mobilità elettrica¹⁴⁴

I progetti Eranet EVA¹⁴⁵ e Interreg Mentor¹⁴⁶ invece si occupano più delle sfide e possibilità di veicoli autonomi a zero emissioni.

Nel progetto LifeAlps¹⁴⁷ sono state realizzate diverse infrastrutture di ricarica ad alta potenza, punti di ricarica a idrogeno e vengono acquistati e monitorati veicoli e autobus a idrogeno e anche elettrici. I dati di monitoraggio permettono di dare delle informazioni concrete sulla possibilità di impiegare autobus elettrici e a idrogeno e sul loro consumo reale.

Il progetto BrennerLEC¹⁴⁸, infine, ha raccolto dati ed elaborato proposte per abbassare l'inquinamento atmosferico lungo l'asse dell'autostrada del Brennero, A22.

¹⁴⁴ <https://www.progettomobster.eu/mappa-interattiva-dellalto-adige/>

¹⁴⁵ <https://evaproject.eu/>

¹⁴⁶ <https://progetti.interreg-italiasvizzera.eu/it/b/78/mobilizeeffortforaharmonizeddiffusionofnewsmartandsharedmobilitytechn>

¹⁴⁷ <https://www.life-alps.eu/it/>

¹⁴⁸ <https://brennerlec.life/it/home>

A1.5. CONSUMI ED EMISSIONI PER IL RISCALDAMENTO DEGLI EDIFICI IN ALTO ADIGE

A1.5.1. Consumo di energia termica negli edifici residenziali

Tipologie di edifici residenziali

Per la determinazione dei consumi attuali di energia termica negli edifici residenziali in Alto Adige si sono considerate quattro tipologie di edificio e cinque fasce di età. Le tipologie considerate sono:

- mono-bifamiliari: villette uni o bifamiliari di 1-2 appartamenti e 1-2 piani;
- piccole plurifamiliari: edifici di 2-4 piani e con non più di 10 appartamenti;
- grandi plurifamiliari: edifici di 2-5 piani e con più di 10 appartamenti;
- condominio: edifici alti con più di 5 piani.

Le fasce di età del patrimonio edilizio residenziale considerate sono 5:

- <1946;
- 1946-1990;
- 1991-2005;
- 2006-2011;
- 2012-2020;

Definizione della geometria e delle superfici disperdenti

Per ogni tipologia edilizia è stata definita una geometria con superfici utili riscaldate e superfici disperdenti¹⁴⁹.

¹⁴⁹ Nzengue, Y., du Boishamon, A., Laffont-Eloire, K., Partenay, V., Abdelouadoud, Y., Zambelli, P., ... & Vaccaro, R. (2017, June). Planning city refurbishment: An exploratory study at district scale how to move towards positive energy districts—approach of the SINFONIA project. In 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 1394-1400). IEEE.

	MONO-BIFAMILIARI [M ²]	PICCOLO PLURIFAMILIARE [M ²]	GRANDI PLURIFAMILIARI [M ²]	CONDOMINIO [M ²]
Superficie riscaldata	154	540	1,534	2,205

Tabella 10. Superficie riscaldata relativa a ogni tipologia edilizia

Per ciascuna tipologia sono state ipotizzate le aree di superficie disperdente a partire dalla superficie riscaldata lorda. In Tabella 11 si vedono i rapporti utilizzati rispettivamente per le varie categorie di edifici residenziali¹⁵⁰.

	MONO-BIFAMILIARI	PICCOLO PLURIFAMILIARE	GRANDI PLURIFAMILIARI	CONDOMINIO
Area facciate	118%	84%	59%	62%
Area copertura e solaio di base	46%	27%	24%	15%
Area finestrata	12%	13%	8%	8%

Tabella 11. Rapporti tra superfici disperdenti e superficie riscaldata lorda negli edifici residenziali

Attribuzione dei consumi energetici di riferimento

I consumi di riferimento per il riscaldamento sono stati definiti per ogni tipologia e classe di età nella città di Bolzano. I consumi fino al 2011 sono riportati in Tabella 12, mentre i consumi dal 2011 al 2020 sono ipotizzati essere di 50 kWh/m²/a per tutti i comuni altoatesini. I valori sono riportati in Tabella 13.

¹⁵⁰ Nzengue, Y., du Boishamon, A., Laffont-Eloire, K., Partenay, V., Abdelouadoud, Y., Zambelli, P., ... & Vaccaro, R. (2017, June). Planning city refurbishment: An exploratory study at district scale how to move towards positive energy districts—approach of the SINFONIA project. In 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 1394-1400). IEEE.

	MONO-BIFAMILIARI [KWH/M ² A]	PICCOLO PLURIFAMILIARE [KWH/M ² A]	GRANDI PLURIFAMILIARI [KWH/M ² A]	CONDOMINIO [KWH/M ² A]
<1945	181	102	114	89
1946-1990	154	97	100	94
1991-2005	152	72	101	100
2006-2011	115	67	97	75

Tabella 12. Consumi di riferimento per il riscaldamento a Bolzano fino al 2011 (Nzengue et al., 2017)

	MONO-BIFAMILIARI [KWH/M ² A]	PICCOLO PLURIFAMILIARE [KWH/M ² A]	GRANDI PLURIFAMILIARI [KWH/M ² A]	CONDOMINIO [KWH/M ² A]
2011-2020	50	50	50	50

Tabella 13. Consumi di riferimento per riscaldamento in Alto Adige dal 2011 al 2020

I consumi specifici per i 116 comuni altoatesini per gli edifici fino al 2011 sono stati ottenuti normalizzando i valori dei consumi specifici di Bolzano sui gradi giorno standard ottenuti dall'Allegato A del D.P.R. 412 del 26 agosto 1993.

I consumi di acqua calda sanitaria sono ipotizzati essere costanti e pari a 25 kWh/m²/a¹⁵¹.

Attribuzione delle superfici riscaldate per comune fino al 2011

Per attribuire le superfici riscaldate ai comuni altoatesini sono state ipotizzate due diverse distribuzioni di tipologie dipendenti dal territorio:

- un'area urbana (come ad esempio Bolzano e Merano),
- un'area rurale (resto del territorio altoatesino).

¹⁵¹ Castagna, M., Antonucci, D., & Lollini, R. (2016). Monitoring Of CasaNova Low Energy District: Result And Discussion. Energy Procedia, 96, 895-906.

La distribuzione delle tipologie e delle età nell'area urbana deriva da un'analisi effettuata nella città di Bolzano, mentre per l'area rurale l'analisi è stata effettuata in val Passiria. La distribuzione della superficie ipotizzata è riportata in Tabella 14 e Tabella 15.

	MONO-BIFAMILIARI	PICCOLO PLURIFAMILIARE	GRANDI PLURIFAMILIARI	CONDOMINIO
<1945	0.12%	8.78%	3.07%	3.57%
1946-1990	0.20%	24.14%	5.85%	39.05%
1991-2005	0.03%	4.08%	0.84%	2.58%
2006-2011	0.01%	3.37%	0.55%	3.75%

Tabella 1. Distribuzione percentuale della superficie degli edifici residenziali in area urbana

	MONO-BIFAMILIARI	PICCOLO PLURIFAMILIARE	GRANDI PLURIFAMILIARI	CONDOMINIO
<1945	12.36%	7.10%	4.38%	0.00%
1946-1990	28.62%	16.50%	10.29%	0.00%
1991-2005	8.57%	4.91%	3.08%	0.00%
2006-2011	2.13%	1.24%	0.83%	0.00%

Tabella 15. Distribuzione percentuale della superficie degli edifici residenziali in area rurale

Le superfici riscaldate suddivise per Comune fino all'anno 2011 sono state ottenute moltiplicando il numero degli edifici censiti dall'ISTAT¹⁵² per la superficie ipotizzata per ogni tipologia riportata in Tabella 14.

Determinazione delle superfici e della distribuzione per il periodo 2012-2020 e trend per nuove costruzioni

Il calcolo della nuova superficie riscaldata costruita nel periodo 2012-2020 deriva da una elaborazione di dati ASTAT e di dati ISTAT. I dati ASTAT sono disponibili per tutti gli anni compreso

¹⁵² Censimento ISTAT Edifici residenziali per epoca di costruzione effettuato nel 2011.

l'anno 2020 ma purtroppo non fornisce informazioni sul tipo di superficie riportata e su come essa è calcolata. I dati del censimento ISTAT, invece, sono disponibili solamente fino all'anno del censimento del 2011.

Per stimare la superficie costruita tra il 2012 e il 2020 è stato calcolato un coefficiente di conversione tra superficie ASTAT e superficie ISTAT. Il calcolo è stato effettuato confrontando il periodo 1991-2011 disponibile per entrambe le rilevazioni statistiche. Dal rapporto tra le due superfici è stato calcolato un fattore di riduzione risultato pari a 0,306.

Per stimare la superficie costruita tra il 2012 e il 2020 è stato calcolato un coefficiente di conversione tra superficie ASTAT e superficie ISTAT. Il calcolo è stato effettuato confrontando il periodo 1991-2011 disponibile per entrambe le rilevazioni statistiche. Dal rapporto tra le due superfici è stato calcolato un fattore di riduzione risultato pari a 0,306.

$$F_{riduzione} = (\text{superficie ISTAT}_{1991-2011}) / (\text{superficie ASTAT}_{1991-2011}) = 0,306$$

La differenza tra le due superfici è molto rilevante, tuttavia non è obiettivo di questo studio indagare i motivi di tale differenza.

Grazie al coefficiente di riduzione è stato possibile stimare un aumento della superficie costruita annuale media per il periodo 2012-2020 in 132.797 m²/a. Tale valore di crescita è stato preso come riferimento anche per il trend futuro.

$$\text{Nuova superficie}_{2012-2020} = (\text{nuova superficie ASTAT}_{2012-2020}) * F_{riduzione} = 132.797 \text{ m}^2/\text{a}$$

La distribuzione della nuova superficie nelle tipologie edilizie è ipotizzata essere uguale alla distribuzione esistente fino al 2011 e riportata in Tabella 16.

	MONO-BIFAMILIARI	PICCOLO PLURIFAMILIARE	GRANDI PLURIFAMILIARI	CONDOMINIO
Area urbana	0.37%	40.38%	10.31%	48.95%
Area rurale	51.69%	29.75%	18.57%	0.00%

Tabella 16. Distribuzione percentuale della nuova superficie per tipologie edilizie

Rendimento degli impianti di riscaldamento

Il rendimento degli impianti di riscaldamento è stato ipotizzato per ogni tipologia edilizia e per ogni epoca costruttiva. I rendimenti utilizzati sono stati selezionati sulla base di quelli riportati nella norma UNITS 11300 e sono riportati in Tabella 17.

TIPOLOGIA	EPOCA COSTRUZIONE	RENDIMENTO GENERATORE CALORE	RENDIMENTO EMISSIONE	RENDIMENTO DISTRIBUZIONE
mono-bifamiliari	<1919	0.80	0.950	0.889
mono-bifamiliari	1946-1990	0.80	0.950	0.917
mono-bifamiliari	1991-2005	0.80	0.940	0.958
mono-bifamiliari	2006-2011	0.80	0.980	0.958
mono-bifamiliari	2012-2020	0.80	0.980	0.958
Piccolo plurifamiliare	<1919	0.80	0.950	0.889
Piccolo plurifamiliare	1946-1990	0.80	0.950	0.917
Piccolo plurifamiliare	1991-2005	0.80	0.940	0.958
Piccolo plurifamiliare	2006-2011	0.90	0.980	0.958
Piccolo plurifamiliare	2012-2020	0.90	0.980	0.958
Grandi plurifamiliari	<1919	0.80	0.950	0.889
Grandi plurifamiliari	1946-1990	0.90	0.950	0.917
Grandi plurifamiliari	1991-2005	0.90	0.940	0.958
Grandi plurifamiliari	2006-2011	0.98	0.980	0.958
Grandi plurifamiliari	2012-2020	0.98	0.980	0.958
Condominio	<1919	0.80	0.950	0.889
Condominio	1946-1990	0.90	0.950	0.917
Condominio	1991-2005	0.90	0.940	0.958
Condominio	2006-2011	0.90	0.990	0.958
Condominio	2012-2020	0.90	0.990	0.958

Tabella 17. Rendimenti dei sottosistemi di riscaldamento

A1.5.2. Consumo di energia termica negli edifici non residenziali

Tipologie di edifici non residenziali

Gli edifici non residenziali sono stati divisi in sei categorie:

- edifici produttivi;
- edifici commerciali;
- edifici direzionali;
- edifici turistici;
- edifici per servizi;
- altri edifici.

Il numero totale di edifici per ogni tipologia in Alto Adige è disponibile per l'anno 2011 (ISTAT 2011).

EDIFICI NON RESIDENZIALI	(n)
Edifici produttivi	690
Edifici commerciali	884
Edifici direzionali	270
Edifici turistici	947
Edifici per servizi	701
Altri edifici	1625
totale	5117

Tabella 18. Numero di edifici non residenziali per l'anno di riferimento 2011

Volumi e consumi per il riscaldamento

La dimensione media degli edifici non residenziali è stata considerata pari a 2.631 m³¹⁵³.

I consumi specifici di ogni categoria non residenziale sono riportati in Tabella 19:

USO	VOLUME [M³]	SUPERFICIE [M²]	CONSUMO MEDIO RISCALDAMENTO [KWH/M²A]	CONSUMO MEDIO RISCALDAMENTO [KWH/M³A]	FONTE
Produttivo	1,815,390	605,130		0.0	
Commerciale	2,325,804	775,268	216.00	72.0	Progetto EU FP7 CommonEnergy
Direzionale terziario	710,370	236,790		20.0	Consumo medio uffici Provincia di Bolzano
Turistico/ricettivo	2,491,557	830,519	72.46	24.2	Elaborazione da: Ospitalità, risparmio energetico e ambiente - Expo Riva hotel
Servizi	1,844,331	614,777		23.9	Consumo medio scuole Provincia di Bolzano
Altro	4,275,375	1,425,125		0.0	

Tabella 19. Stima del consumo medio per il riscaldamento degli edifici non residenziali

Le categorie “edifici produttivi” e “altri edifici” sono considerate non riscaldate.

La distribuzione geografica degli edifici non residenziali a livello comunale è stata determinata dal rapporto tra utilizzo del suolo per “superfici industriali e commerciali” nel comune specifico rispetto all’utilizzo del suolo per “superfici industriali e commerciali” a livello provinciale.

$$Area_{non\ residenziale\ comunale} = Area_{non\ residenziale\ provinciale} \frac{Utilizzo\ suolo_{non\ residenziale\ comunale}}{Utilizzo\ suolo_{non\ residenziale\ provinciale}}$$

L'utilizzo del suolo è stato ricavato da mappe cartografiche GIS disponibili online all'indirizzo <http://geocatalogo.retecivica.bz.it/geokatalog/#/>

Determinazione della superficie per il periodo 2012-2020 e tendenza per nuove costruzioni

Anche per quanto riguarda le nuove costruzioni non residenziali, per il periodo 2011-2020, è stata calcolata la nuova superficie edificata da fonte ASTAT utilizzando il fattore di riduzione calcolato per gli edifici residenziali.

Con queste premesse, il tasso di crescita annuale media per il periodo 2012-2020 è stimato essere di 141.673 m²/a. Tale valore di crescita è stato preso come riferimento anche come tendenza futura.

Consumi per l'acqua calda sanitaria

I consumi per l'acqua calda sanitaria del settore turistico ricettivo sono stati ipotizzati essere uguali a quelli del settore residenziale e pari a 25 kWh/m²/a. Per le altre categorie il consumo è considerato nullo.

Rendimento degli impianti di riscaldamento

Il rendimento degli impianti di riscaldamento per ogni tipologia edilizia è stato ipotizzato sulla base dell'esperienza di Eurac Research. I rendimenti utilizzati sono riportati in Tabella 20.

TIPOLOGIA	RENDIMENTO GENERATORE CALORE	RENDIMENTO EMISSIONE	RENDIMENTO CANTINATO
Commerciale	0.90	0.940	0.958
Direzionale terziario	0.90	0.940	0.958
Turistico/ricettivo	0.90	0.940	0.958
Servizi	0.90	0.940	0.958

Tabella 20. Rendimenti dei sottosistemi di riscaldamento

¹⁵³ ISTAT, Rilevazione dei permessi di costruire, 2013

A1.5.3. Consumo di energia termica di tutti gli edifici: baseline 2020

Dalle ipotesi e dai calcoli riportati nei paragrafi 7.5.1 e 7.5.2 è stata calcolata la baseline dei consumi dell'Alto Adige per l'anno 2020.

TOTALE CONSUMI 2020		
Residenziale	2,796,452,010	kWh
Commerciale	215,037,261	kWh
Direzionale terziario	18,234,607	kWh
Turistico/ricettivo	77,278,323	kWh
Servizi	56,718,429	kWh
ACS	480,531,425	kWh
totale	3,644,252,055	kWh

Tabella 21. Baseline consumi energia termica per l'anno 2020

Dall'inventario delle emissioni fossili effettuato nel paragrafo 6.1 è possibile ricavare il fattore di emissioni di CO₂ medio per l'Alto Adige:

$$F_{\text{emissioni}} = 544 \text{ ktCO}_2 / 3.644 \text{ GWh} = 0,149 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Consumi termici ed emissioni per le nuove costruzioni

Il consumo energetico per le nuove costruzioni residenziali è stato ottenuto moltiplicando il consumo specifico delle nuove costruzioni per il tasso di crescita della superficie residenziale calcolato precedentemente. Il consumo specifico per il riscaldamento nel settore residenziale di nuova costruzione è ipotizzato essere di 50 kWh/m²/a, con un consumo specifico di acqua calda sanitaria di 25 kWh/m²/a.

	NUOVE SUPERFICI [M ² /A]	NUOVO CONSUMO SPECIFICO RISCALDAMENTO [KWH/M ² A]	NUOVO CONSUMO SPECIFICO ACS [KWH/M ² A]	CONSUMI (NUOVE COSTRUZIONI) [KWH/A ²]
Residenziale	132,797	50.00	25.00	9,959,755

Tabella 22. Aumento dei consumi dovuti a nuove costruzioni residenziali

Il fattore di emissione per gli edifici di nuova costruzione è stimato essere minore del fattore di emissione degli edifici esistenti perché si ipotizza un'efficienza più alta degli impianti di riscaldamento con una parziale integrazione di fonti rinnovabili.

$$F_{\text{emissioni nuove costruzioni residenziali}} = 0,1 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Il consumo energetico per le nuove costruzioni non residenziali è stato ottenuto moltiplicando il consumo specifico delle nuove costruzioni per il tasso di crescita della superficie residenziale calcolato precedentemente. Il consumo specifico per il settore non residenziale di nuova costruzione è ipotizzato pari a quello già costruito.

	NUOVE SUPERFICI [M ² /A]	NUOVO CONSUMO SPECIFICO RISCALDAMENTO [KWH/M ² A]	NUOVO CONSUMO SPECIFICO ACS [KWH/M ² A]	CONSUMI (NUOVE COSTRUZIONI) [KWH/A ²]
Commerciale	24,475	216.00	0.00	5,286,597
Direzionale terziario	7,475	59.97	0.00	448,290
Turistico/ricettivo	26,219	72.46	25.00	2,555,335
Servizi	19,408	71.85	0.00	1,394,398

Tabella 23. Aumento dei consumi dovuti a nuove costruzioni non residenziali

Anche nel caso degli edifici non residenziali il fattore di emissione è stato ridotto.

$$F_{\text{emissioni nuove costruzioni non residenziali}} = 0,1 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Riqualificazioni del parco edilizio

Per calcolare l'impatto sulle emissioni di CO₂ della riqualificazione del patrimonio edilizio e la proiezione di tali impatti in uno scenario ACTUAL per il 2030 sono stati analizzati i meccanismi di incentivazione per la riqualificazione degli edifici a livello di involucro e a livello impiantistico.

Risanamento dell'involucro edilizio

La tendenza di risanamento è stata calcolata dai risparmi di CO₂ ottenuti da interventi sull'involucro che si sono avvalsi di misure singole di incentivo per il risanamento dell'involucro e del Superbonus 110%. Si ipotizza pertanto che ogni azione di risanamento sia stata incentivata da qualche meccanismo.

Le misure singole di risanamento considerate sono 4:

- incentivi provinciali;
- misura Ecobonus ENEA;
- misura Bonus casa ENEA;
- misura Conto termico ENEA.

I risparmi di CO₂ sono stati calcolati ipotizzando di isolare termicamente le superfici disperdenti opache e di sostituire i vecchi serramenti con serramenti nuovi con taglio termico. Per ogni meccanismo di incentivazione sono state ipotizzate le aree risanate.

Le superfici disperdenti risanate annualmente attraverso i meccanismi di incentivazione provinciale sono state fornite dall'ufficio Energia e tutela del clima della Provincia autonoma di Bolzano.

	SUPERFICIE DISPERDEN- TE ISOLATA MEDIA PER ANNO [M²]	F UTILIZZO	MEDIA PESATA GRADIGI- ORNO [GG]	TRASMIT- TANZA PRE [W/(M²K)]	TRASMIT- TANZA POST [W/(M²K)]	RISPARMIO ENERGIA AGGIUN- TIVO PER ANNO [KWH/A²]
Coibentazio- ne superfici verticali residenziali	23,003	0.9	3442	0.9	0.28	1,487,569
Coibentazio- ne superfici verticali non residenziali	5,983	0.6	3290	0.9	0.28	217,869
Coibentazio- ne superfici orizzontali residenziali	6,890	0.9	3442	0.9	0.21	496,453
Coibentazio- ne superfici orizzontali non residen- ziali	4,266	0.6	3290	0.9	0.21	173,126
Sostituzione finestre resi- denziali	1,121	0.9	3442	2.3	1.10	139,634
Sostituzione finestre non residenziali	1,087	0.6	3290	2.3	1.10	76,221

Tabella 24. Stima dei risparmi di energia grazie agli incentivi della Provincia autonoma di Bolzano

	RISPARMIO ENERGIA AGGIUNTIVO PER ANNO [KWH/A²]	EMISSIONI EVITATE PER ANNO [KGCO2/A²]
Isolamento involucro opaco	2,375,016	354,533
isolamento superfici trasparenti	215,854	32,222

Tabella 25. Stima della riduzione delle emissioni CO₂ grazie agli incentivi della Provincia autonoma di Bolzano

Le superfici disperdenti risanate annualmente attraverso la misura di incentivazione Ecobonus ENEA sono state stimate moltiplicando il numero di interventi effettuati annualmente¹⁵⁴ per le dimensioni medie ipotizzate per ogni intervento e sono riportate in Tabella 26.

SUPERFICIE MEDIA RISANATA PER SINGOLO INTERVENTO		
Superfici verticali	80.7	m²
Superfici orizzontali	88.7	m²
Superfici trasparenti	3.5	m²

Tabella 26. Superfici medie risanate per singolo intervento

Tutti gli interventi incentivati con Ecobonus sono stati considerati effettuati su edifici residenziali.

¹⁵⁴ ENEA per Trentino-Alto Adige, dati al 23 settembre 2021

	SUPERFICIE DISPERDENTE ISOLATA MEDIA PER ANNO [M²]	F UTILIZZO	MEDIA PESATA GRADIGIORNO [GG]	TRASMITTANZA PRE [W/(M²K)]	TRASMITTANZA POST [W/(M²K)]	RISPARMIO ENERGIA AGGIUNTIVO PER ANNO [KWH/A²]
Coibentazione superfici verticali residenziali	38018	0.9	3442	0.9	0.28	2,458,532
Coibentazione superfici orizzontali residenziali	33787	0.9	3442	0.9	0.21	2,434,579
Sostituzione finestre residenziali	8666	0.9	3442	2.3	1.10	1,079,360

Tabella 27. Stima dei risparmi di energia grazie agli incentivi di Ecobonus ENEA

	RISPARMIO ENERGIA AGGIUNTIVO PER ANNO [KWH/A²]	EMISSIONI EVITATE PER ANNO [KGCO2/A²]
Isolamento involucro opaco	4,893,111	730,425
isolamento superfici trasparenti	1,079,360	161,123

Tabella 28. Stima della riduzione di emissioni di CO₂ grazie agli incentivi di Ecobonus ENEA

Le superfici disperdenti risanate annualmente attraverso la misura di incentivazione Bonus casa ENEA sono state ricavate dai dati ENEA per il Trentino-Alto Adige (ENEA 2021). È stato considerato che la metà degli interventi incentivati in Trentino-Alto Adige sia stata realizzata in Alto Adige su edifici residenziali.

	SUPERFICE DISPERDENTE ISOLATA MEDIA PER ANNO [M²]	F UTILIZZO	MEDIA PESATA GRADIGIORNO [GG]	TRASMITTANZA PRE [W/(M²K)]	TRASMITTANZA POST [W/(M²K)]	RISPARMIO ENERGIA AGGIUNTIVO PER ANNO [KWH/A²]
Coibentazione superfici verticali residenziali	13601	0.9	3442	0.9	0.28	879,539
Coibentazione superfici orizzontali residenziali	14908	0.9	3442	0.9	0.21	1,074,237
Sostituzione finestre residenziali	7008	0.9	3442	2.3	1.10	945,540

Tabella 29. Stima risparmi di CO₂ grazie agli incentivi del Bonus casa ENEA

	RISPARMIO ENERGIA AGGIUNTIVO PER ANNO [KWH/A²]	EMISSIONI EVITATE PER ANNO [KGCO ₂ /A²]
Isolamento involucro opaco	1,953,775	291,652
isolamento superfici trasparenti	945,540	141,147

Tabella 30. Stima della riduzione di emissioni di CO₂ grazie agli incentivi del Bonus casa ENEA

Le superfici disperdenti risanate annualmente attraverso la misura di incentivazione Conto termico ENEA sono state ricavate dagli incentivi effettivamente erogati per il Trentino-Alto Adige (ENEA 2021) considerando un contributo medio di 150 euro/m² per le superfici opache e di 450 euro/m² per le superfici trasparenti. Anche in questo caso è stato considerato che la metà degli interventi incentivati in Trentino-Alto Adige sia stata realizzata in Alto Adige. Gli edifici risanati con questa misura sono stati considerati non residenziali.

Il totale delle superfici disperdenti risanate grazie a misure singole e la riduzione di emissioni di CO₂ stimata per il 2030 sono riportati in Tabella 31.

	EMISSIONI EVITATE PER ANNO [KGCO ₂ /A²]	RISPARMIO EMISSIONI AL 2030 [KTCO ₂ /A]
Isolamento involucro opaco	1,385,613	13.9
isolamento superfici trasparenti	337,389	3.4

Tabella 31. Stima della riduzione di emissioni di CO₂ grazie a misure singole per il risanamento dell'involucro

Oltre alle misure singole per il risanamento, a seguito della pandemia di Covid 19, al fine di dare un forte impulso all'economia, con il decreto legge "Rilancio" n. 34/2020, convertito in legge n. 77 del 17 luglio 2020, è stato introdotto il Superbonus 110% che consiste nella detrazione fiscale del 110% delle spese sostenute e rimaste a carico dei contribuenti per gli interventi di efficientamento energetico che rispettano particolari condizioni, e per gli interventi di miglioramento sismico. Si tratta di una misura spot che non dispone di dati storici. Per la quantificazione dei risparmi ottenuti da questa misura si è innanzitutto quantificato il numero di edifici coinvolti sommando i dati riportati da ENEA (ENEA 2021), e aggiornati al 23 settembre 2021, con il numero dei cantieri ancora aperti e interessati dalla misura fornito dall'Agenzia CasaClima.

Le superfici riscaldate sono state ottenute moltiplicando il numero di edifici coinvolti per la dimensione ipotizzata. Si ipotizza inoltre che il consumo energetico delle abitazioni interessate passi dal valore di 160 kWh/m²/a al valore di 90 kWh/m²/a, con una riduzione di consumo energetico pari a 70 kWh/m²/a.

TIPOLOGIA	SUPERFICE PER UNITÀ IMMOBILIARE [M²]	DISTRIBUZIONE UNITÀ RISANATE TRENTINO ALTO ADIGE (*) [N]	UNITÀ ATTUALMENTE IN RISANAMENTO IN ALTO ADIGE (**) [N]	UNITÀ INTERESATE DAL SUPERBONUS IN ALTO ADIGE [N]	CONSUMO ENERGETICO DI PARTENZA [KWH/M²A]	CONSUMO ENERGETICO ARRIVO [KWH/M²A]	RISPARMIO ENERGIA SOLO ALTO ADIGE [KWH/A]	EMISSIONI EVITATE SOLO ALTO ADIGE [KGCO2/A]	RISPARMIO EMISSIONI AL 2030 [KTCO2/A]
monofamiliari	154	177	75	164	160	90	1,766,842	263,747	0.3
Piccolo plurifamiliare	540	106	23	76	160	90	2,887,920	431,098	0.4
Grandi plurifamiliari	1534	83	18	60	160	90	6,410,586	956,948	1.0
Condominio	2205	83	13	55	160	90	8,412,075	1,255,722	1.3
Totale							19,477,423	2,907,515	2.9

Tabella 32. Stima della riduzione di emissioni di CO₂ grazie al Superbonus 110%

Allegato 2:

Neutralità climatica in Alto Adige nel 2045 – frammenti di un futuro sostenibile

Autrici e autori:
Felix Windegger, Daria Habicher (Center for Advanced Studies)

A2.1. NEUTRALITÀ CLIMATICA COME PARTE DI UNA TRASFORMAZIONE SOSTENIBILE GLOBALE

I precedenti capitoli di questa relazione illustrano il contesto scientifico, politico e giuridico in cui si inserisce una strategia altoatesina per la mitigazione del cambiamento climatico, delineando due possibili scenari di andamento delle emissioni in svariati settori. Gli obiettivi e le misure identificate contribuiscono in misura decisiva a forgiare un futuro ecocompatibile in Alto Adige. Come da prassi nell'elaborazione degli scenari sono stati definiti precisi presupposti di base; uno di questi, che sottende alla maggior parte delle prospettive future sulla mitigazione del cambiamento climatico, coincide con l'assunzione a costante dell'attuale sistema socio-economico e del relativo modello comportamentale (si veda Kuhnhen et al., 2020). Ne consegue che le soluzioni proposte risultanti dagli scenari sono in massima parte di natura tecnologica e orientate a un incremento dell'efficienza, mentre il potenziale di un processo di profondo cambiamento sociale, economico e culturale è per lo più relegato in secondo piano.

È qui che si inserisce questo capitolo: concepito come integrazione alla presente relazione, intende stimolare il dibattito sulle vie alternative e basate su processi di cambiamento socio-strutturali per arrivare a un futuro a impatto climatico zero. Due assunti di base tracciano il quadro dello scenario. Innanzitutto, il cambiamento climatico antropogenico non viene inteso come un problema a sé stante, bensì come espressione di una più ampia crisi del “rapporto della società con la natura” (Pichler et al., 2017). Conseguentemente, in questo scenario, vengono tratteggiati i potenziali sviluppi che costituiscono parte integrante di una “più vasta trasformazione socio-ecologica” (Brand, 2018) della società, affrontando aspetti non solo ambientali ma anche sociali, politici ed economici. In secondo luogo, sulla scia del dibattito scientifico in atto sulla (in)conciliabilità di crescita economica duratura e sostenibilità ecologica (si veda per esempio Wiedmann et al. 2020; Hickel & Kallis, 2019; Becker & Reinicke, 2018), l'attenzione si focalizza su un percorso di sviluppo slegato alla crescita. L'accento viene quindi posto su approcci orientati alla sufficienza, ovvero su strategie che puntano a un consumo ridotto di energia e risorse (cfr. Ekardt, 2018; Sommer & Welzer, 2017; Jackson, 2009). Tale prospettiva si discosta in parte anche nettamente dagli scenari dei capitoli precedenti, dispiegando il ventaglio dei futuri possibili all'interno del quale è concepibile una neutralità climatica dell'Alto Adige.

Per quanto riguarda i contenuti, lo scenario qui tratteggiato si ispira allo studio “Spunti di riflessione Covid-19: scenari futuri per un Alto Adige sostenibile 2030+” (Habicher et al., 2020). Con l'ausilio di metodi scientifici (previsione strategica, tecnica degli scenari con matrice 2x2) e in collaborazione con un comitato interdisciplinare composto da esperti locali e internazionali, sono stati elaborati quattro scenari futuri per l'Alto Adige. Tali proiezioni restituiscono quadri coerenti e plausibili del domani che descrivono i possibili percorsi di sviluppo della provincia sino al 2030 e oltre. Il contenuto è stato elaborato in modo interattivo sulla base di ricerche approfondite, interviste ad esperti e workshop, nonché integrato con elementi aggiuntivi (driver, radar delle opportunità, personas, SDG). Dallo studio emergono i seguenti quattro scenari:

- mondo della consapevolezza regionale – “La forza risiede nella tradizione”;
- mondo del neocosmopolitismo – “Pensare globale, agire locale”;
- mondo della libertà individuale – “Ognuno è artefice del proprio destino”;

- mondo delle innovazioni verdi – “Esiste una soluzione (tecnologica) a tutto”.

Nel suo complesso questo studio offre ad attori politici, economici e della società civile uno strumento di lavoro versatile e poliedrico per progettare l'Alto Adige in un futuro improntato alla sostenibilità.

In generale, il punto di forza di uno scenario tracciato mediante una previsione strategica sta nella generazione di impulsi preziosi per lo sviluppo futuro (per esempio di una regione), laddove vengono indicati percorsi coerenti, plausibili e realistici (Amini et al., 2021; European Commission, 2020). Questo è anche l'obiettivo del presente capitolo. Tutti e quattro gli scenari citati sono stati sottoposti a un'analisi approfondita, identificando ogni aspetto che converge con la visione di un Alto Adige a impatto climatico zero e anche con gli assunti di base definiti all'inizio. Ne è scaturito un quadro in cui la neutralità climatica viene conseguita in quanto parte di una trasformazione complessiva ispirata ai principi della sostenibilità. Tale scenario non è da leggersi né come una previsione né come unico avvenire auspicabile. Si tratta bensì di uno spunto di riflessione che invita a confrontarsi con il proprio futuro in modo proattivo e previdente, ragionando al di fuori delle strutture esistenti.

A2.2. SCENARIO FUTURO PER UN ALTO ADIGE NEUTRALE DAL PUNTO DI VISTA CLIMATICO: LA PROVINCIA COME PROGETTO PILOTA

Corre l'anno 2045...

A2.2.1. Mondo

Il mondo, negli ultimi 15 anni, ha attraversato una profonda fase di **trasformazione socio-ecologica**. La pandemia dei primi anni venti ha fatto emergere la vulnerabilità e la non-sostenibilità di un'economia mondiale orientata all'espansione e alla crescita illimitata. Conseguentemente, in tutta l'Unione europea il PIL (prodotto interno lordo), quale indicatore di ricchezza e benessere è stato gradualmente sostituito con un mix di indici alternativi (tra cui il Gross National Happiness Index e lo Human Development Index). La resilienza sociale, la giustizia globale e la lotta contro la perdita di biodiversità, così come contro il cambiamento climatico, hanno progressivamente assunto una valenza prioritaria. Al fine di fronteggiare queste sfide mondiali in modo ottimale – con un coordinamento globale che al contempo tenga conto delle specificità del luogo e del contesto – **le competenze decisionali e gestionali statali sono state progressivamente spostate su un piano sovranazionale o subnazionale**. I diritti della natura hanno trovato spazio in un numero sempre maggiore di carte costituzionali. Oggi coesistono e si integrano reciprocamente svariati approcci regionali all'organizzazione socio-economica. Il crescente **spostamento verso processi di creazione del valore regionali, socialmente equi ed ecologicamente sostenibili** ha comportato una netta riduzione della circolazione globale di merci e beni. A crescere in modo esponenziale sono invece lo scambio di idee e la cooperazione internazionale, che oggi hanno luogo per lo più mediante le tecnologie digitali. A livello internazionale, negli ultimi anni, sono state introdotte soglie più rigide e obiettivi di riduzione assoluti e vincolanti in materia di consumo delle risorse e produzione delle emissioni. Questi obiettivi sono stati raggiunti grazie alla combinazione di

strategie orientate all'efficienza, alla coerenza e alla sufficienza. Il processo di **decarbonizzazione dell'economia globale** è già ampiamente progredito.

A2.2.2. Società

La società altoatesina, in passato, con l'ausilio di un patto per il futuro interlinguistico e intergenerazionale, ha lavorato intensamente a un nuovo orientamento socialmente ed ecologicamente sostenibile in tutti gli ambiti. Il progresso sociale e **l'idea di ciò che consente di conseguire una buona qualità della vita** sono stati gradualmente ridefiniti. Il consumo materiale e il possesso sono scivolati in secondo piano, mentre il benessere soggettivo, le relazioni e la partecipazione sociale a tutti i livelli hanno acquisito maggior importanza. Il ridotto livello di consumi ha comportato anche un minor utilizzo di energia e consumo di risorse in Alto Adige. Tale sviluppo è stato supportato da cambiamenti nel rapporto tra vita privata e lavoro. Alla luce di innumerevoli esperimenti e studi condotti a livello globale che hanno dimostrato gli effetti positivi di una riduzione del lavoro retribuito a livello collettivo su ambiente, realizzazione personale e un'economia funzionante, anche in Alto Adige si è affermata in molti ambiti la **settimana lavorativa di 30 ore**. Oltre al lavoro retribuito, oggi resta molto più tempo da dedicare alla cura e all'assistenza della persona, alla realizzazione personale e all'impegno politico. Sul piano sociale si è affermata un'equa ripartizione del **lavoro di cura** non retribuito tra i sessi ma anche, in combinazione con l'affermarsi di uno stile di vita a minor intensità di risorse, una riduzione delle emissioni di gas serra. Inoltre, per molte persone sono venute a crearsi le condizioni per un maggior coinvolgimento nella società civile e per la partecipazione alla vita politica, e questo ha significato, tra le altre cose, un potenziamento del volontariato e della cultura associativa. Il crescente impiego di **tecnologie digitali**, reso possibile dallo sviluppo di una rete di trasmissione in fibra ottica veloce e capillare, ha ridotto non solo i viaggi d'affari, dispendiosi in termini di tempo e denaro, ma anche le relative emissioni di CO₂ nell'ambito del lavoro retribuito. Laddove possibile i classici lavori d'ufficio sono stati digitalizzati (per esempio mediante il cloud storage). Recarsi in ufficio, visto innanzitutto come un luogo in cui vengono intrecciate e coltivate relazioni sociali, è diventata una scelta personale.

Nell'ambito dell'**alimentazione** molte cose sono cambiate rispetto al 2022: la maggior parte delle mense offre da tempo una ricca scelta di piatti vegetariani e vegani, e un'elevata quota delle materie prime deve essere stagionale e regionale. Complessivamente, chi vive in Alto Adige consuma un quantitativo di carne nettamente inferiore, ma di maggior qualità e prodotto nel rispetto del benessere animale. Approcci quali l'agricoltura solidale e i consigli dell'alimentazione si sono da tempo affermati anche in Alto Adige, favorendo lo scambio diretto tra chi produce e chi consuma e un approvvigionamento di prodotti alimentari orientato alle esigenze a livello locale. Complessivamente ciò ha contribuito a un **comportamento di consumo più consapevole**, rafforzando al contempo la sicurezza economica delle aziende agricole.

A2.2.3. Economia

L'economia è oggi fortemente orientata a obiettivi di sostenibilità socio-ecologica. Conseguentemente, una parte sostanziale delle catene di creazione del valore è stata accorciata e regionalizzata, in Alto Adige ma anche in altre parti del mondo. Ciò ha accresciuto in modo tangibile la

resilienza nei confronti delle crisi globali, mentre l'impronta ecologica è stata ridotta grazie alle più brevi tratte di trasporto. **Le esternalità negative¹⁵⁵** sono state progressivamente internalizzate lungo l'intera catena di creazione del valore, incrementando i costi di produzione e con essi anche il prezzo di beni e servizi: la mutata struttura di costo ha contribuito a una gestione più accorta e oculata delle risorse naturali e alla riduzione della circolazione globale di merci e beni. Anche in Alto Adige, nel corso degli ultimi due decenni, è stato registrato un netto ritorno ai prodotti locali e alle materie prime ecologicamente sostenibili. Una quota dei prodotti alimentari che in precedenza veniva importata viene nuovamente prodotta in loco e, al fine di conseguire un tale **approvvigionamento di prossimità**, la produzione agricola in provincia è stata fortemente diversificata. Ciò, alla luce delle condizioni di esportazione divenute sfavorevoli a livello internazionale per la frutticoltura tradizionale, ha rappresentato uno sviluppo accolto con favore da molte persone.

Della transizione verso catene di approvvigionamento a km zero hanno beneficiato anche il **settore dell'artigianato** e innumerevoli imprese di piccole e medie dimensioni di altri comparti. Inoltre, l'ulteriore sviluppo dei cicli locali ha favorito le aziende a conduzione familiare, promuovendo forme imprenditoriali innovative come le cooperative di comunità. Già nel 2025, a livello europeo, è stata introdotta **una serie di normative che impongono la produzione di beni durevoli realizzati in modo sostenibile**, vietando pratiche di obsolescenza pianificata. In molti settori (apparecchi elettronici ed elettrodomestici) è stata resa obbligatoria la possibilità di riparare e sostituire componenti danneggiati: ciò ha comportato, anche in Alto Adige, la nascita di innumerevoli negozi dedicati alla riparazione. Inoltre, da anni, fioriscono **borse di scambio, mercatini dell'usato e piattaforme di condivisione**. Tale sviluppo ha comportato una riduzione del livello di consumi complessivo e quindi dell'uso delle risorse e dell'energia.

Chi opera nel turismo in Alto Adige ha compreso il potenziale di uno sviluppo turistico sostenibile, prendendo attivamente parte alla transizione verso una destinazione e uno spazio vitale sostenibili. Le sinergie tra **turismo**, ambiente, mitigazione dei cambiamenti climatici e agricoltura ecologica sono state fortemente incoraggiate. Chi viene in vacanza viaggia oggi per lo più su rotaia o a bordo di bus a lunga percorrenza e per muoversi all'interno della regione utilizza prevalentemente la rete del trasporto pubblico locale o bus navetta rispettosi dell'ambiente. Inoltre, negli anni venti, per l'Alto Adige, è stato sviluppato un concetto complessivo per un turismo dolce orientato alla creazione di senso e basato su un oculato e accorto rapporto con la natura e la sua integrità. Ne hanno beneficiato le aziende contadine che nel turismo ecologico trovano un mercato locale di sbocco per i loro prodotti regionali e sostenibili. Con questo nuovo orientamento strategico, l'Alto Adige è riuscito ad affermarsi in Europa come marchio verde e regione modello nell'ambito del rispetto dell'ambiente e dell'equilibrio sociale.

Le norme promulgate dall'Unione europea alla fine degli anni venti in materia di finanza sostenibile hanno contribuito in modo sostanziale a un nuovo orientamento del **sistema finanziario**. La

¹⁵⁵ Le esternalità negative rappresentano i costi non considerati o sostenuti da una persona in relazione a una decisione o a un'attività. Tali costi riducono il benessere di soggetti terzi non coinvolti. Esempio: una cartiera smaltisce le acque di risulta della produzione nel vicino fiume. Ne deriva un danno per la popolazione ittica del corso d'acqua con una riduzione del pescato per il pescatore che si trova a valle.

Banca europea per gli investimenti e anche una grossa fetta degli istituti privati (anche in Alto Adige) hanno cessato di finanziare infrastrutture fossili, sostenendo progetti ecologici e rispettosi dell'ambiente, secondo il principio "do no harm".

A2.2.4. Politica

La politica dell'Alto Adige si inserisce in un'Unione europea che agisce come parte di un nuovo multilateralismo: la mentalità legata ai confini nazionali appartiene per lo più al passato. L'Unione europea dispone oggi di una politica di difesa, sociale e fiscale comune. La politica fiscale ha per esempio introdotto una **tassa sulla CO₂ a misura di utente**, comprensiva di misure di compensazione sociale, e una più elevata tassazione del consumo di risorse a fronte del contemporaneo sgravio del reddito. Il ruolo politico del Parlamento europeo è stato valorizzato mediante competenze aggiuntive. Anche in Alto Adige la collaborazione transfrontaliera, transnazionale e interregionale ha assunto grande importanza per la politica, la società e le imprese. In particolare, a livello locale, si sviluppano nuove forme di processi decisionali partecipativi (consigli cittadini, bilanci partecipativi, consigli dei giovani, progettazione di aree pubbliche insieme ai bambini). Le proposte di iniziativa popolare sono state agevolate: ciò consente da un lato di prevenire i conflitti che portano con sé i grandi progetti e dall'altro di promuovere un'autentica **cultura della partecipazione della società civile**. L'esecutivo provinciale persegue la collaborazione e il coordinamento con e attraverso i Comuni, la cittadinanza e la scienza. Così facendo, è aumentata la fiducia nelle istituzioni, che a sua volta contribuisce ad accrescerne trasparenza e solidità. Inoltre, dal 2028, in tutto l'Alto Adige sono stati introdotti strumenti di votazione elettronica (e-voting) che, in particolare tra le giovani generazioni, hanno comportato una maggior partecipazione alle consultazioni elettorali. Tuttavia, anche in altre fasce della popolazione, che in passato erano sottorappresentate nei processi politici, si è registrato un aumento della partecipazione.

Gli investimenti pubblici che promuovono infrastrutture e modelli comportamentali dannosi per il clima e per l'ambiente appartengono ormai al passato. Anche la **politica sovvenzionatoria**, in Alto Adige, nelle altre regioni italiane e nell'Unione europea, è stata adeguata agli obiettivi globali ambientali e climatici. Le sovvenzioni nei settori dell'agricoltura e dell'industria sono oggi legate a rigidi criteri ecologici minimi e sono state istituite commissioni indipendenti che fungono da organo di controllo: tutto questo, nell'ultimo decennio, ha favorito l'economia circolare, una produzione rispettosa delle risorse e l'agricoltura ecologica. In particolare, nella produzione industriale gli elevati investimenti in ricerca e sviluppo hanno consentito di decarbonizzare e configurare in chiave ecologica processi essenziali. Inoltre, oggi, sia gli enti pubblici sia le imprese private, indipendentemente dalle loro dimensioni, sono tenuti, in Alto Adige, a redigere un **bilancio di sostenibilità annuale**: ciò ha consentito di accrescere l'efficienza e di diminuire il consumo di risorse, e la produzione di emissioni e rifiuti, innescando una dinamica che in molti settori è stata ancorata giuridicamente.

La sinergia tra politica, scienza ed economia ha dato vita un **sistema di monitoraggio** ampio che verifica il conseguimento degli obiettivi di sostenibilità sociali, ecologici ed economici declinati a livello provinciale per ciascun settore sulla base di accordi globalmente vincolanti. I provvedimenti politici di Provincia e Comuni sono orientati al conseguimento di tali obiettivi e tutti i

grandi progetti di investimento pubblici e privati vengono verificati in termini di compatibilità con gli scopi perseguiti.

A2.2.5. Edilizia e comparto abitativo

Nell'edilizia e nel comparto abitativo domina una progettazione sostenibile sul piano socio-ecologico di comuni e città riconducibile, non da ultimo, al crescente impegno civico nei processi decisionali politici. **Uno sviluppo sostenibile degli insediamenti**, una progettazione intelligente e la gestione dei terreni, così come il contenimento delle emissioni di gas serra e della produzione di rifiuti, si collocano già da anni in cima all'agenda politica. Paesi e città hanno reagito al cambiamento climatico, in particolare ripensando e limitando il consumo del suolo. I boschi, quali serbatoi naturali di carbonio, si sono visti riconoscere un nuovo status di tutela, a fronte del contemporaneo aumento della trasformazione di legno locale nell'edilizia. Le superfici verdi non gestite, in un'ottica di mitigazione del cambiamento climatico e della prevenzione dei pericoli, sono state riforestate o sottoposte a interventi, mentre le aree montane, quali aree ecologicamente preziose, godono di grande riconoscimento sociale e i loro centri vengono ripopolati. La maggior parte delle superfici dei tetti viene allestita con piante o sfruttata a fini energetici. Ulteriori elementi di una **nuova progettazione di spazi e insediamenti per le aree rurali** coincidono con disposizioni concrete per la salvaguardia delle aree naturali, nuove costruzioni a impatto zero nel verde e la densificazione dei centri storici. Anche la tutela di flora e fauna trova maggior spazio in fase di pianificazione degli spazi nell'ambito di progetti di insediamento e costruzione. Gli edifici vuoti vengono demoliti esclusivamente solo se non ci sono ragionevoli possibilità che vengano sfruttate in seguito. Evitando di pensare immediatamente a nuove costruzioni, si cerca, laddove possibile e opportuno, di dissigillare il terreno al fine di creare ulteriori superfici di percolazione, a fronte dei sempre più frequenti eventi di piogge torrenziali. Nei **nuovi quartieri** l'attenzione si rivolge alla progettazione di sufficienti corridoi di aria fresca e superfici verdi, evitando così il crearsi di isole di calore. Un'ulteriore misura per la limitazione dello sfruttamento del suolo e la minimizzazione degli edifici disabitati prevede progetti **abitativi e professionali** comuni, come ad esempio il co-living, il co-working o le case multigenerazionali. Inoltre, la politica dell'Alto Adige supporta progetti abitativi modulari altamente flessibili, che possano essere adeguati alle esigenze in rapida evoluzione degli individui.

Sin dalla metà degli anni venti, la mano pubblica si è adoperata con forza per l'elaborazione di **progetti pilota nell'ambito dell'edilizia e del risanamento sostenibile**. Tali sforzi, così come la ripensata politica sovvenzionatoria, hanno contribuito ad accrescere in modo significativo i tassi di risanamento dei vecchi edifici. Grazie ai miglioramenti nel settore dell'**isolamento termico** il consumo energetico complessivo e le relative emissioni di gas serra si sono drasticamente ridotti. Inoltre, anche l'impiego di materiali edili sostenibili ha assunto un ruolo sempre più importante: in virtù della tassazione vigente in UE sulle emissioni di CO₂ i **materiali sostenibili** come legno, canapa e paglia vengono preferiti a quelli tradizionali non sostenibili. I nuovi edifici vengono pianificati secondo un principio di autarchia energetica: per lo più trovano impiego impianti fotovoltaici, pompe di calore e/o biomasse locali. Nell'ultimo decennio, gli edifici più antichi sono stati già allacciati a fonti di energia sostenibile. In questo senso, l'Alto Adige svolge un ruolo pionieristico nel settore dell'**autarchia energetica**.

Nell'ambito dell'**energia** e del **riscaldamento** i combustibili fossili quali petrolio e gas sono stati già da tempo abbandonati. Gli impianti di riscaldamento con vettori fossili sono stati sostituiti con impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile e a emissioni ridotte quali teleriscaldamento, caldaie a biomassa, pompe di calore elettriche e sistemi ibridi. La rete di teleriscaldamento è stata ampliata e la transizione verso fonti di energia 100% rinnovabile completata. Oltre a una miglior **efficienza energetica** in tutti i settori, il tema della **sufficienza energetica** (ovvero la limitazione sostenibile del fabbisogno energetico) è tornato prepotentemente in primo piano, per esempio, mediante mirate campagne informative e di sensibilizzazione presso aziende e scuole.

A2.2.6. Mobilità

La mobilità in Alto Adige viene oggi pensata secondo un approccio integrato. Già in fase di **pianificazione territoriale** l'attenzione si concentra sulla brevità dei percorsi quotidiani e sulla possibilità di raggiungere la propria destinazione in bici o con **mezzi di trasporto pubblico gratuiti**. A questo scopo, la rete del trasporto pubblico è stata ampliata in modo capillare, intensificando la frequenza dei collegamenti su gomma e rotaia tra i comuni. Inoltre, l'intera flotta di autobus è dotata di motori a zero emissioni. Grazie a questo sviluppo, il trasporto privato è diminuito. La vendita di combustibili fossili e di autovetture alimentate a benzina sono state vietate in tutta Europa già alla fine degli anni venti. Contemporaneamente, i **motori elettrici e a idrogeno**, così come le infrastrutture necessarie allo scopo, hanno beneficiato di maggior sostegno: la combinazione di queste misure ha gettato le basi per la neutralità climatica del trasporto in Alto Adige.

La maggior parte dei centri delle **città** e dei **paesi** sono chiusi al traffico veicolare. Gli itinerari vengono per lo più percorsi in bici o a piedi e, al fine di creare una **rete ciclabile sicura e senza soluzione di continuità**, sono state approntate nuove piste e corsie riservate al transito delle biciclette. Grazie alla diffusione di e-bike e e-scooter anche le persone anziane e a mobilità ridotta possono spostarsi in autonomia. I restanti percorsi all'interno delle località vengono coperti con i mezzi di trasporto pubblico a emissioni zero. Molte superfici che un tempo erano destinate a strade e parcheggi sono state convertite in parchi, aree verdi, parchi giochi, centri culturali e impianti sportivi. Grazie a queste misure, non solo le emissioni di CO₂ sono diminuite, ma sono migliorate la **qualità dell'aria**, della vita e la **sicurezza**.

Le lunghe tratte all'interno dell'Europa vengono oggi coperte esclusivamente in treno o a bordo di bus a lunga percorrenza. Allo scopo, la rete ferroviaria ad alta velocità europea e i collegamenti notturni su rotaia sono stati fortemente potenziati. Inoltre, viene dedicata particolare attenzione a una mobilità intermodale efficace in termini di tempi e costi e all'utilizzo combinato di svariati mezzi di trasporto (per esempio treno, bus, city-bike) lungo una tratta. Anche tra continenti adiacenti transitano **treni a lunga percorrenza superveloci** e a impatto climatico zero, proponendosi come un'alternativa attrattiva al trasporto aereo. Le stesse modalità di viaggio sono cambiate anche in virtù del mutato rapporto tra lavoro e tempo libero. Sono ormai poche le persone che dall'Alto Adige vanno in vacanza per rilassarsi il più possibile nel minor tempo possibile. Piuttosto, viene perseguita un'esperienza di viaggio autentica, volta a conoscere nuovi luoghi e culture e a coltivare relazioni. Ciò ha diminuito la frequenza media dei viaggi, a fronte però di un incremento della loro durata.

Bibliografia Allegato 2

- Amini, H., Jabalameli, M. S. & Ramesht, M. H. (2021). Development of regional foresight studies between 2000 and 2019. An overview and co-citation analysis, *European Journal of Futures Research*, 9 (1).
- Becker, M. & Reinicke, M. (2018). *Anders wachsen! Von der Krise der kapitalistischen Wachstumsgesellschaft und Ansätzen einer Transformation*. Monaco: Oekom Verlag.
- Brand, K. W. (2018). *Die sozial-ökologische Transformation der Welt. Ein Handbuch*. Francoforte: Campus Verlag.
- Ekardt, F. (2018). Suffizienz, Politik und die schwierige Rolle des guten Lebens. In M. Becker & M. Reinicke (Ed.), *Anders wachsen! Von der Krise der kapitalistischen Wachstumsgesellschaft und Ansätzen einer Transformation*. Monaco: Oekom Verlag.
- European Commission (2020). *2020 Strategic Foresight Report: Charting the Course Towards a More Resilient Europe*. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/strategic_foresight_report_2020_1.pdf [ultima consultazione il 29.04.2022].
- Habicher, D., Windegger, F., Gruber, M., Dibiasi, A., Klotz, G., Erschbamer, G., Pechlaner, H., von der Gracht, H., Gigante, S. & Ghirardello, L. (2020). *Spunti di riflessione Covid-19: scenari futuri per un Alto Adige 2030+ più sostenibile*. Bolzano: Eurac Research.
- Hickel, J. & Kallis, G. (2019). Is Green Growth Possible? *New Political Economy* 25 (7576): 1-18.
- Jackson, T. (2009). *Prosperity without Growth*. Londra: Earthscan.
- Kuhnenn, K., Costa, L., Mahnke, E., Schneider, L. & Lange, S. (2020). *A Societal Transformation Scenario for Staying Below 1.5°C*. Heinrich Böll Stiftung.
- Pichler, M., Schaffartzik, A., Haberl, H. & Görg, C. (2017). Drivers of society-nature relations in the Anthropocene and their implications for sustainability transformations. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27, 32-36.

- Sommer, B. & Welzer, H. (2017). *Transformationsdesign. Wege in eine zukunftsfähige Moderne*. Monaco: Oekom Verlag.
- Wiedman, T., Lenzen, M., Keyßer, L. T. & Steinberger, J. K. (2020). Scientists' warning on affluence. *Nature Communications*. 11(1): 3107.

BIBLIOGRAFIA DI APPROFONDIMENTO

Mondo

- Burke, M. J. (2020). Energy-Sufficiency for a Just Transition: A Systematic Review. *Energies*, 13 (10), 2444.
- Lane, R. (2019). Decarbonisation. In A. Kalgafianni, D. Fuchs & A. Hayden (Ed.). *Routledge Handbook of Global Sustainability Governance*, Londra: Routledge.
- O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F. et al. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability* 1, 88-95.
- Prakash, S. & Joshi, V. (2019). Gross National Happiness: An Alternative Approach to Progress. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6 (5).
- Rubinić, I. (2020). Pandemic paradigm shift. *Journal of Labour and Society* 23 (3), 383-397.
- Salecker, N. (23.02.2022). *Menschenrechte und Umweltschutz: EU stellt strenges Lieferkettengesetz vor*. ZDF. <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/eu-lieferkettengesetz-menschenrechte-umweltschutz-100.html> [ultima consultazione il 09.05.2022].
- Schneider, F., Kallis, G. & Martinez-Alier, J. (2018). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 18 (6), 511-518.

- Schwartzman, D. (2014). Is Zero Economic Growth Necessary to Prevent Climate Catastrophe? *Science & Society*, 78 (2), 235-240.
- Van den Bergh, J. C. J. M. & Wouter Botzen W. J. (2018). Global impact of a climate treaty if the Human Development Index replaces GDP as a welfare proxy. *Climate Policy*, 18 (1), 76-85.
- Wiesner, C. (2017). *Multi-Level-Governance und lokale Demokratie: Politikinnovationen im Vergleich*. Springer Verlag.

Società

- Bader, C., Hanbury, H., Neubert, S. & Moser, S. (2020). Weniger ist mehr – Der dreifache Gewinn einer Reduktion der Erwerbsarbeitszeit. Weniger arbeiten als Transformationsstrategie für eine ökologischere, gerechtere und zufriedenerere Gesellschaft – Implikationen für die Schweiz. *CDE Working Paper 6*. Bern Schweiz: Centre for Development and Environment (CDE), with Bern Open Publishing (BOP).
- Kuhnenn, K., Pinnow, A., Schmelzer, M. & Treu, N. (2020). *Zukunft für Alle: Eine Vision für 2048*. Monaco: Oekom Verlag.
- Landwehr, M., Engelbutzeder, P. & Wulf, V. (2021). *Community Supported Agriculture: The Concept of Solidarity in Mitigating Between Harvests and Needs*. Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing Machinery, 299, 1-13.
- Lawson, M., Parvez Butt, A., Harvey, R., Sarosi, D., Coffey, C., Piaget, K. & Thekkudan, J. (2020). *Time to Care: Unpaid and underpaid care work and the global inequality crisis*. Oxfam International.
- Rabès, A., Seconda, L., Langevin, B., Allès, B., Touvier, M., Hercberg, S., Lairon, D., Baudry, J., Pointereau, P. & Kesse-Guyot, E. (2020). Greenhouse gas emissions, energy demand and land use associated with omnivorous, pesco-vegetarian, vegetarian, and vegan diets accounting for farming practices. *Sustainable Production and Consumption*, 22, 138-146.

- Rosnick, D. (2013). *Reduced Work Hours as a Means of Slowing Climate Change*. Center for Economic and Policy Research, Washington DC.
- Sandberg, M. (2021). Sufficiency transitions: A review of consumption changes for environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 293.
- Seele, P. & Lock, I. (2017). The game-changing potential of digitalization for sustainability: possibilities, perils, and pathways. *Sustainability Science* 12, 183-185.

Economia

- Eichenberger, R. & Stadelmann, D. (2020). Die politische Ökonomik der Klimapolitik: So wird ein Land mit Kostenwahrheit zum Vorbild beim Klimaschutz. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 29 (3), 148-153.
- Parlamento Europeo (04.07.2017). *Prodotti più duraturi e facili da riparare*. <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20170629IPR78633/prodotti-piu-duraturi-e-facili-da-riparare> [ultima consultazione il 09.05.2022].
- Gallego-Schmid, A., Chen, H. M., Sharmina, M. & Mendoza, J. M. F. (2020). Links between circular economy and climate change mitigation in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260.
- Humphreys, N. (04.03.2022) *What does it mean to "Do No Significant Harm"?* Sustainable Finance, Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/professional/blog/what-does-it-mean-to-do-no-significant-harm/> [ultima consultazione il 09.05.2022].
- Kern, F., Aretz, A., Bluhm, H., Hirschl, B., Kliem, L., Rohde, F., Stumpf, K. J., Vogel, C. & Rubik, F. (2020). *Gute Beispiele für nachhaltiges, sozial-ökologisches Wirtschaften in planetaren Grenzen*. WWF Deutschland.
- Liedtke, C., Köhlert, M., Wiesen, K., Stinder, A.K., Brauer, J., Beckmann, J., Fedato, C., El Mourabit, X., Seibt, A. & Speck, M. (2020). *Nachhaltige Lieferketten*:

- Global kooperative Regionalwirtschaften für Wohlstand und Resilienz. Zukunftsimpuls No. 11, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Musso, A. & Rothengatter W. (2013). Internalisation of external costs of transport – A target driven approach with a focus on climate change. *Transport Policy*, 29, 303-314.
 - Samadi, S. & Lechtenböhrer, S. (2022). Dekarbonisierung in der Industrie: Wege zu einer klimaneutralen Industrie. *emw, das energate-Magazin*.
 - Schroeder, P., Anggraeni, K. & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23, 77-95.
 - Ziolo, M., Filipiak, B.Z., Bąk, I., Cheba, K., Tırca, D.M. & Novo-Corti, I. (2019). Finance, Sustainability and Negative Externalities. An Overview of the European Context. *Sustainability*, 11, 4249.
 - Zukunftsinstitut (2019). Der neue Resonanz-Tourismus. Trendstudie. Francoforte: Zukunftsinstitut.
- Politica**
- Bosse, J., Knoppik, S. & Wiedmann, O. (2021). Wirksamer Klimaschutz mit Bürgerräten. *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*, 36(2), 26-27.
 - Brand, U., Muraca, B., Pineault, E., Sahakian, M. et al. (2021). From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation. *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, 17 (1), 264-291.
 - Edenhofer, O. (04.04.2022). „Was wir brauchen, ist ein vernünftiger CO₂-Preis mit Rückerstattung“. *Die Zeit*. <https://www.zeit.de/green/2022-04/ipcc-weltklima-bericht-co2-klimaneutralitaet-klimaschutz-ottmar-edenhofer> [ultima consultazione il 09.05.2022].
 - Gibson, J. P., Krimmer, R., Teague, V. et al. (2016). A review of E-voting: the past, present and future. *Ann. Telecommun.* 71, 279-286.
 - Nagiller, J. (27.09.2021). Bürgerräte: Wenn Politik Rat beim Volk sucht. *Science, ORF* <https://science.orf.at/stories/3208921/> [ultima consultazione il 10.05.2022].
 - Kahne, J., Hodgins, E. & Eidman-Aadahl, E. (2016). Redesigning Civic Education for the Digital Age: Participatory Politics and the Pursuit of Democratic Engagement, *Theory & Research in Social Education*, 44(1), 1-35.
 - Meyer, E. (2012). Der Beitrag von Ressourcensteuern zu wirksamer Ressourcenschonung. *Green Budget Germany, Forum Ökologisch-soziale Marktwirtschaft*.
 - Stoddard, I., Anderson, K., Capstick, et al. (2021). Three Decades of Climate Mitigation: Why Haven't We Bent the Global Emissions Curve? *Annual Review of Environment and Resources*, 46(1), 653-689.
- Edilizia e comparto abitativo**
- Akhimien, N. G., Latif, E. & Hou, S. S. (2021). Application of circular economy principles in buildings: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 38, 102041.
 - Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige (03.06.2021). L'Alto Adige promuove con l'UE l'utilizzo del legno nelle costruzioni <https://news.provincia.bz.it/it/news-archive/656371> [ultima consultazione il 09.05.2022].
 - Basyigit, C., Alkayis, M.H. & Kartli, M.I. (2021) Environmental effects of utilization of sustainable building materials. *Heritage and Sustainable Development*, 3 (1), 64-70.
 - Edilportale (2020). Consumo di suolo e recupero dei sottotetti, entra nel vivo Veneto 2050. https://www.edilportale.com/news/2020/01/normativa/consumo-di-suolo-e-recupero-dei-sottotetti-entra-nel-vivo-veneto-2050_74303_15.html [ultima consultazione il 09.05.2022].
 - Goh, B. H. & Sun, Y. (2016). The development of life-cycle costing for buildings. *Building Research & Information*, 44 (3), 319.
 - Habicher, D., Gigante, S., Kofler, I. et al. (2022). Report di progetto Tiny FOP MOB: un real world laboratory in legno e canapa in viaggio attraverso la Val Venosta; l'impegno comune di scienza e società per sviluppare soluzioni sostenibili. Bolzano: Eurac Research.
 - Lorek, S., Spangenberg, J.H. (2019). Energy sufficiency through social innovation in housing. *Energy Policy*, 126, 287-294.
 - Munaro, M. R., Tavares, S. F. & Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260.
 - Plattform Land (2021). Consulenza di riqualificazione per cittadini e Comuni. https://www.plattformland.org/wp-content/uploads/2021/12/211207_Plattform_Land_Sanierungsberatungsflyer_IT_WEB.pdf [ultima consultazione il 09.05.2022].
 - United Nations Environment Programme (2021). 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zeroemission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.
 - Griffiths, S., Furszyfer Del Rio, D. & Sovacool, B. (2021). Policy mixes to achieve sustainable mobility after the COVID-19 crisis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143.
 - Kone, S. M. (2020). Urban Topology of Car-Free Cities. In R. Doheim, A. Farag, & E. Kamel (Ed.), *Humanizing Cities Through Car-Free City Development and Transformation*. IGI Global.
 - Krüher, A. (17.05.2021). EU-Programm für eine bessere Bahn: Mehr Schnellzüge für Europa. *taz, die tageszeitung*. <https://taz.de/EU-Programm-fuer-eine-bessere-Bahn/!5772607/> [ultima consultazione il 10.05.2022]
 - Madner, V., & Grob, L. M. (2019). Potentiale der Raumplanung für eine klimafreundliche Mobilität. *JURIDIKUM, Zeitschrift für Kritik, Recht, Gesellschaft*, 4, 521-532.
 - Röhrig-van der Meer, E., Geschwinder, K. (2021). Die Wiederentdeckung des Fahrrads. In: Sahling U. (ed.) *Klimaschutz und Energiewende in Deutschland*. Springer Spektrum, Berlino, Heidelberg.
 - Weber, K., Zangl, M., Zahid, M. U. & Holzner, M. (2021). Environmental Impact Evaluation of a European High Speed Railway Network along the 'European Silk Road', Research report. The Vienna Institute for International Economic Studies, Central European University.
- Mobilità**
- Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), Colonia; Arbeitskreis kommunaler Klimaschutz (2021). *Klimafreundliche Mobilität für Stadt und Land, Impulse für den kommunalen Klimaschutz*. Aus der Praxis für die Praxis.
 - EU-Kommission will Benzin- und Dieselaautos bis 2035 verbieten (14.07.2021). *Die Zeit*. <https://www.zeit.de/politik/2021-07/eu-kommission-will-verbrennungsmotoren-bis-2035-verbieten> [ultima consultazione il 09.05.2022].
 - Gralki, P. & Wiggins, B. (02.03.2020). Luxemburg führt als erstes Land der Welt kostenlosen Nahverkehr ein. <https://www.globalcitizen.org/de/content/Luxemburg-first-country-free-public-transport/> [ultima consultazione il 09.05.2022].

