

## ARTICLE INFO

Received	23 March 2024
Revised	17 April 2024
Accepted	27 April 2024
Published	30 June 2024

## SOSTENIBILITÀ E TRANSIZIONE ENERGETICA

### Prospettive per un approccio integrato al Patrimonio costruito

## SUSTAINABILITY AND ENERGY TRANSITION

### Perspectives for an integrated approach to the built heritage

Davide Del Curto, Andrea Garzulino, Anna Turrina

#### ABSTRACT

La transizione energetica del costruito è un processo fondamentale per la riduzione delle emissioni di gas serra e la conseguente mitigazione degli effetti prodotti dal cambiamento climatico. Affrontare questa sfida richiede un approccio globale e multidisciplinare che consideri gli aspetti tecnologici, architettonici, ambientali, sociali e culturali con il medesimo interesse. Tuttavia il dibattito si concentra sulle nuove costruzioni ad emissioni zero e politicamente come il Superbonus 110% hanno promosso interventi di adeguamento mirati esclusivamente al raggiungimento di determinate caratteristiche energetiche. Il contributo discute l'importanza di attribuire il corretto ruolo alla sostenibilità, chiarendo il punto di partenza e mettendo in luce i risultati raggiunti pur attraverso approcci spesso conflittuali.

The energy transition of the built environment is a fundamental process for reducing greenhouse gas emissions and mitigating the effects of climate change. Addressing this challenge requires a comprehensive and multidisciplinary approach that considers technological, architectural, environmental, social and cultural aspects with the same level of interest. However, the debate focuses on new zero-emission buildings, while policies such as the Italian 110% Superbonus have promoted retrofitting interventions aimed exclusively at achieving specific energy characteristics. The contribution discusses the importance of attributing the correct role to sustainability, clarifying the starting point and highlighting the results achieved through often conflicting approaches.

#### KEYWORDS

patrimonio costruito, transizione energetica, sostenibilità, dichiarazioni ambientali, crediti di carbonio

built heritage, energy transition, sustainability, environmental declarations, carbon credits

**Davide Del Curto**, Architect and PhD, is a Full Professor of Conservation at the Department of Architecture and Urban Studies (DASTU), Politecnico di Milano (Italy). He conducts research activities mainly in restoration design and preventive conservation of the built heritage, focusing on the interior environment in historic buildings, 20th-century architecture and architecture and landscape in the Alps. E-mail: [davide.delcurto@polimi.it](mailto:davide.delcurto@polimi.it)

**Andrea Garzulino**, Architect and PhD, is a Researcher in Conservation at the Department of Architecture and Urban Studies (DASTU), Politecnico di Milano (Italy). He participates in research on the conservation and valorisation of architectural heritage and archaeological sites, with a particular focus on the issues of documentation and management of cultural heritage and energy adaptation of the built environment. Mob. +39 340/48.34.685 | E-mail: [andrea.garzulino@polimi.it](mailto:andrea.garzulino@polimi.it)

**Anna Turrina** is an Architect and PhD Candidate in Architectural Heritage Conservation at the Department of Architecture and Urban Studies (DASTU), Politecnico di Milano (Italy). Her thesis investigates the relationship between Restoration and Sustainability from the perspectives of Historic Preservation, green conservation and corporate sustainability for Cultural Heritage. Mob. +39 333/95.48.323 | E-mail: [anna.turrina@polimi.it](mailto:anna.turrina@polimi.it)



In Italia il costruito storico rappresenta una parte significativa del Patrimonio architettonico e culturale e il suo efficientamento costituisce un aspetto cruciale della transizione energetica nazionale come processo fondamentale per ridurre le emissioni di gas serra e mitigare gli effetti dovuti al cambiamento climatico (Buda et alii, 2021; Garzulino, 2020). L'Italia possiede un vasto e prezioso complesso di Beni storici, stimato nel 2019 dall'ENEA in circa 5,6 milioni di unità di cui 3,2 milioni sono gli immobili residenziali costruiti prima del 1945. In aggiunta, circa il 50% del Patrimonio residenziale attuale, 7 milioni di edifici, è stato edificato prima del 1970 (Camera dei Deputati, 2020) e quindi anteriormente al primo dispositivo normativo, la Legge 30 marzo 1976 n. 373 (Tab. 1). Si tratta di un Patrimonio edilizio di grande valore architettonico e culturale ma anche molto energivoro e inquinante: secondo i dati del Parlamento Europeo le costruzioni producono il 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub> e utilizzano oltre il 40% dell'energia totale (Dulian, 2024).

Gli edifici storici, in particolare, consumano in media il doppio dell'energia rispetto agli immobili costruiti dopo gli anni 2000 e presentano elevati costi di gestione, dovuti alla scarsa efficienza energetica e alla necessità di garantire adeguate condizioni di comfort interno. Intervenire su questa tipologia di immobili risulta sempre complesso, ancor di più se le operazioni sono volte a migliorare le caratteristiche energetiche dell'involucro, rendendo pertanto indispensabile un approccio integrato e globale che tenga in considerazione gli aspetti tecnologici, architettonici, costruttivi e culturali (Bertini, 2022).

Malgrado le numerose sfide (Carbonara, 2015) il processo di transizione energetica per il costruito deve confrontarsi sia con le esigenze di tutela sia con il significato di sostenibilità, aprendo a ulteriori riflessioni. Il recente aggiornamento dei Criteri Ambientali Minimi (Ministero della Transizione Ecologica, 2022) per l'edilizia e i dati pubblicati dal Green Building Council Italia (GBCI, 2023) sull'adozione dei protocolli di certificazione sostenibile sottolineano come gli edifici storici vengano spesso inseriti nel dibattito con una posizione marginale e subordinata prevalentemente ai criteri per le nuove costruzioni.

L'intenzione di integrare i crediti energetici a una visione più ampia del parametro di sostenibilità si riduce ai pochi edifici vincolati, mentre il Patrimonio non tutelato si trova ad affrontare direttamente e senza difese un processo di adeguamento volto al solo raggiungimento della prestazione, particolarmente a seguito dell'adozione di politiche e incentivi mirati, come il Superbonus 110% (Decreto Legge 19 maggio 2020 n. 34), introdotto nel 2020 e in attuale via di ridimensionamento.

In questo ampio e complesso quadro si aggiungono la proposta di revisione della Energy Performance of Building Directive (EPBD) nell'ambito del pacchetto 'Fit for 55' (Dulian, 2024) al fine di raggiungere l'obiettivo della 'neutralità climatica' entro il 2050. Il settore civile dovrà dare un contributo rilevante, con una drastica riduzione delle emissioni attraverso interventi di riqualificazione profonda accompagnati da una verifica della sostenibilità ambientale tramite evidenze di processo riconosciute. In questo scenario anche il Patrimonio storico-architettonico, in particolare quel-

lo degli immobili residenziali, sarà interessato da massicci interventi di efficientamento energetico per ridurre la distanza dagli edifici moderni e avvicinarsi agli standard di un parco immobiliare a emissioni zero già entro il 2030-2035.

Partendo dall'evoluzione del concetto di miglioramento energetico del costruito in Italia il contributo discute l'impatto del processo di transizione energetica in relazione alle recenti politiche e direttive europee, mettendo in luce le criticità riscontrate e i risultati raggiunti, nonché la necessità di intervenire a livello globale attraverso approcci integrati che attribuiscono alla sostenibilità, non solo ambientale ed economica, ma anche sociale e culturale, il ruolo principale all'interno del processo.

**Il processo di transizione energetica** | La necessità di intervenire con maggior incisività a livello energetico sul costruito ha spinto l'allora Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo (MiBACT) a promuovere la redazione di un importante documento, le 'Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Patrimonio culturale' (Battisti et alii, 2015): esso si configura come il primo riferimento sul tema dell'efficientamento degli edifici storici rivolgendosi principalmente ai professionisti e agli Istituti di tutela con l'obiettivo di descrivere, esemplificare e valutare gli interventi di miglioramento del comportamento energetico (Pracchi and Buda, 2020). Il testo, partendo da disposizioni normative nazionali ed europee come, ad esempio, la Legge 9 gennaio 1991 n. 10, il Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 e la Direttiva 2010/31/UE (The European Parliament and the Council of the European Union, 2010), affronta gli aspetti connessi al tema raccogliendo indicazioni per una diagnosi energetica non limitata agli edifici designati ufficialmente come Bene culturale.

Nella stessa direzione si muove la norma UNI EN 16883:2017 che, nonostante strutturi una procedura rigorosa di valutazione e selezione degli interventi di efficientamento per il costruito, soffre di eccessiva complessità nella costruzione del processo di pianificazione e, pertanto, risulta di difficile applicazione su larga scala (Leijonhufvud, Broström and Buda, 2021; Buda et alii, 2022).

Entrambi i documenti forniscono comunque strumenti che mostrano grandi potenzialità per orientare maggiormente la scelta delle soluzioni, ma rimangono linee guida non obbligatorie con una conseguente scarsa replicabilità. Va ricordato, inoltre, che per gli edifici vincolati ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42), è possibile individuare con precisione i perimetri entro cui intervenire dal punto di vista energetico, con facoltà di derogare alle prescrizioni e ai requisiti imposti. Nonostante il rallentamento del processo di transizione, tali possibilità proteggono indubbiamente il Patrimonio architettonico da eventuali effetti negativi sulla conservazione delle proprie caratteristiche distintive, mentre il costruito non tutelato deve affrontare direttamente il processo di transizione senza alcuna protezione, dovendo rispettare rigorosamente i parametri prestazionali stabiliti nel caso di interventi di miglioramento energetico.

In questo quadro si inerte la revisione della EPBD attualmente vicina all'adozione: in estrema sintesi e da quanto recentemente pubblicato da parte della Commissione Europea (Cuffe and

Schieder, 2024), l'accordo prevede che gli Stati membri debbano garantire una riduzione dell'energia primaria utilizzata negli edifici residenziali di almeno il 16% entro il 2030 e in un range compreso tra il 20 e il 22% entro il 2035. Sui requisiti minimi di prestazione energetica, inoltre, è previsto l'intervento sul 16% degli edifici non residenziali con le prestazioni peggiori entro il 2030 e sul 26% degli immobili con le prestazioni peggiori entro il 2033 con l'obiettivo generale di raggiungere un parco immobiliare a emissioni zero entro il 2050 (Tabb. 2, 3).

Quest'ultima versione è frutto di numerose proposte avanzate a partire dalla prima EBPD del 2010 seguita dalla seconda del 2018 e la revisione prevede nuove modalità di certificazione delle prestazioni energetiche e una serie di esoneri che si applicherebbero, ad esempio, a monumenti, edifici di pregio, luoghi di culto, immobili a uso temporaneo o con superficie inferiore a 50 mq. In attesa che tale revisione venga effettivamente adottata e gli Stati definiscano le relative strategie nazionali è ipotizzabile l'intervento su circa 2,5 milioni di edifici residenziali e su circa 1 milione di immobili pubblici in Italia entro il 2035. Queste stime ridefiniscono quelle realizzate dall'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE, 2023) solo pochi mesi fa e che vedevano coinvolti nel processo tra gli 1,4 e gli 1,8 milioni di edifici suddivisi in egual misura tra condomini e unità residenziali.

Nel panorama così delineato si inseriscono alcuni strumenti di sgravio fiscale e, in particolare, il cosiddetto Superbonus 110%, che ha permesso detrazioni fiscali del 110% sulle spese sostenute per le operazioni di efficientamento (SuperEcobonus) e/o miglioramento sismico (SuperSismabonus) attraverso il meccanismo dello sconto in fattura o della cessione del credito (Camera dei Deputati, 2022; Del Curto, 2021). Concentrandosi qui solo sul SuperEcobonus è interessante riportare una sintesi dei dati forniti dall'Agenzia Nazionale Efficienza Energetica in riferimento agli anni 2021 e 2022 (ENEA, 2022, 2023): i cantieri attivati sono passati da circa 92.000 a 352.000 evidenziando una netta crescita anche dal punto di vista degli investimenti, rispettivamente 15,5 e 46,3 miliardi di euro.

Entrambi i periodi riportano una suddivisione analoga delle attività sulle differenti tipologie di edificio: dal punto di vista numerico nel 2021 gli interventi di miglioramento energetico hanno riguardato per il 15% gli edifici condominiali, per il 52% gli edifici unifamiliari e per il 33% le unità immobiliari indipendenti. In termini di investimento, il 48% è stato impiegato per operazioni sui condomini, il 33% sugli edifici unifamiliari e il 19% sulle unità immobiliari indipendenti con importi medi rispettivamente di circa € 543 mila, € 108 mila e € 96 mila; nel 2022 la suddivisione percentuale varia leggermente, mentre gli investimenti medi sono cresciuti del 10% circa rispetto all'anno precedente.

Nonostante i dati riferiti al 2023 non siano ancora consolidati è possibile intravedere una netta diminuzione di nuovi cantieri, circa 109.000 e poco al di sopra di quelli attivati nel 2021, ma con un investimento di ben 42,4 miliardi di euro (Figg. 1-4). Dal punto di vista della tipologia di intervento, i due anni in esame riportano dati molto omogenei che confermano l'attenzione all'efficientamento dell'involucro esterno dell'edificio, seguito dall'ammodernamento dell'impianto termico

(Tab. 4). Infine tra le attività sull'involucro spiccano, in entrambi i periodi, la coibentazione delle pareti verticali, l'isolamento di tetti e soffitti disperdenti e la sostituzione dei serramenti, sia per costo totale che per risparmio energetico annuo (Tabb. 5, 6).

**Operatori economici e sostenibilità** | Se parlare di sostenibilità e transizione energetica implica abbandonare le logiche parziali per incentivare sistemi che integrino molteplici aspetti, diventa necessario approfondire un secondo fenomeno che riguarda le strategie degli operatori economici coinvolti nel dibattito e capire in che misura gli strumenti normativi e volontari stiano orientando il settore verso uno scenario più sostenibile. Da una decina di anni (Carbonara, 2021) si assiste a una rapida trasformazione delle pratiche aziendali che si traduce in un rafforzamento degli impegni ambientali e nella ricerca di prodotti e servizi con performance sempre più evidenti e trasmissibili. I motivi sono duplici: da un lato il green marketing ha assunto un ruolo centrale nel conferire competitività e qualità agli operatori economici (Iraldo and Mellis, 2020), dall'altro il sistema normativo ha contribuito a rendere le aziende e le imprese più consapevoli degli aspetti ambientali associati alle loro attività.

Tra i vari strumenti che promuovono la sostenibilità ambientale dei processi edilizi, i Criteri Ambientali Minimi (CAM; Ministero della Transizione Ecologica, 2022) per l'edilizia svolgono un ruolo di guida centrale nella definizione dei requisiti minimi per la progettazione e la realizzazione di opere edilizie pubbliche nel contesto italiano. A una distanza di ben otto anni dal primo protocollo di certificazione degli edifici storici GBC-HB (Lucchi, Boarin and Zuppiroli, 2016), il concetto di sostenibilità applicato al Patrimonio storico viene inserito a tutti gli effetti nell'ultimo aggiornamento dei CAM del 2022, con un ampliamento del campo di applicazione che integra anche gli edifici vincolati.

Di nuova introduzione sono anche i parametri relativi ai materiali da costruzione in termini di contenuto minimo di riciclato, biodegradabilità, eco-compatibilità, basso contenuto di composti organici volatili e tracciabilità. Infine la promozione dell'innovazione e della sostenibilità si traduce con l'adozione di criteri premianti per l'utilizzo di tecnologie innovative e di materiali a basso impatto ambientale che coinvolgano il prodotto o il servizio lungo l'intero ciclo di vita.

Sulla scia di questo aggiornamento si riscontra un fenomeno sempre più crescente legato alla richiesta di certificazioni ambientali di prodotto; ed è qui che la ricerca di materiali dotati di 'conformità CAM' non coincide con la chiarezza delle dichiarazioni di prodotto disponibili sul mercato. Nonostante il pacchetto di norme della famiglia ISO 14020:2023, recentemente aggiornate, fornisca una serie di linee guida per tutte le dichiarazioni ambientali, dai report aziendali alle certificazioni rilasciate da Enti terzi, resta ancora poco trasparente il processo legato alle autodichiarazioni secondo la norma UNI ISO 14021:2021 e dei marchi di qualità ecologica associati ad alcuni tipi di prodotti. Tra tutti, lo schema internazionale EPD, nato nel 1977, è oggi il più diffuso sul territorio europeo ed efficace nel proporre un pacchetto informativo sulla percentuale di materiale riciclato.

Tuttavia questo tipo di strumenti volontari ha

Period of construction	Stock	% on the 2019 stock	Stock increase over the period	Years of age of buildings
before 1918	2,150,000	17.3	2,150,000	more than 106 years
1919-1945	3,530,000	28.3	1,380,000	between 105 and 79 years
1946-1960	5,190,000	41.7	1,660,000	between 78 and 64 years
1961-1970	7,160,000	57.5	1,970,000	between 63 and 54 years
1971-1980	9,140,000	73.4	1,980,000	between 53 and 44 years
1981-1990	10,430,000	83.8	1,290,000	between 43 and 34 years
1991-2000	11,230,000	90.2	800,000	between 33 and 24 years
2001-2010	12,187,000	97.9	957,000	between 23 and 14 years
2011-2019	12,453,000	100.0	266,000	less than 13 years

Energy Performance Certificates	[%]
A4	4.7
A3	1.9
A2	2.4
A1	2.8
B	3.1
C1	5.1
D	10.2
E	15.6
F	23.9
G	30.3

Energy Performance Certificates	[%]
A4	1.3
A3	1.1
A2	1.9
A1	3.1
B	6.2
C1	11.1
D	16.6
E	15.3
F	15.7
G	27.7

**Tab. 1** | Periods of construction of residential buildings in Italy (source: Camera dei Deputati, 2022; adapted by the Authors, 2024).

**Tab. 2** | Trend of Energy Performance Certificates (APE) issued in 2022 for the residential sector (source: ENEA, 2023; adapted by the Authors, 2024).

**Tab. 3** | Trend of Energy Performance Certificates (Italian APE) issued in 2022 for the non-residential sector (source: ENEA, 2023; adapted by the Authors, 2024).

un carattere esclusivamente informativo verso il cliente senza indicare una valutazione di preferibilità o un parametro minimo ambientale che il prodotto debba rispettare (Sposito and Scalisi, 2019). Tra i parametri introdotti dagli stessi CAM sfugge, infatti, una revisione dei materiali e prodotti tradizionali del cantiere conservativo, ancora altamente tossici e in attesa di validazione nel più ampio Regolamento europeo REACH sulle sostanze chimiche (European Commission, 2006). Lo dimostra un rapido confronto tra le due versioni del documento, quella del 2017 e del 2022: le percentuali di contenuto di riciclato rimangono invariate così come le categorie di prodotti.

Lo sforzo di introdurre nuovi parametri atteso dagli operatori economici che operano nell'ambito della conservazione dei Beni culturali rimane vano a causa dell'assenza di criteri ambientali obbligatori per le sostanze tossiche destinate alle superfici storiche, in primis fra tutte i solventi e biocidi che, ancora largamente in uso, necessiterebbero di restrizioni maggiori relative agli ultimi ag-

giornamenti del REACH (Tabb. 7, 8). Se da un lato, quindi, non esistono standard o parametri univoci che regolino la circolazione di materiali tradizionali e innovativi per il cantiere, dall'altro la velocità con cui la normativa si aggiorna non corrisponde alle richieste di mercato. Le aziende si trovano dunque libere di adottare comunicazioni ambientali slegate da concreti strumenti di verifica.

Per limitare il fenomeno del greenwashing, ad Aprile 2024 è stato adottato il Regolamento Europeo sui Prodotti Sostenibili (ESPR – Ecodesign for Sustainable Products Regulation; European Commission, 2022) che introduce diverse novità per la progettazione e la commercializzazione di prodotti cosiddetti 'green': tra le principali innovazioni, è previsto un sistema di etichettatura armonizzato e un Passaporto Digitale dei Prodotti (Digital Product Passport – DPP) che promuove l'allineamento delle aziende a partire dal 2025, ovvero quando le prime informazioni verranno rese disponibili; il DPP diventerà successivamente obbligatorio per un primo gruppo di prodotti nel 2027.



Un secondo e ultimo binario su cui si muovono numerose strategie aziendali per la neutralità climatica riguarda le iniziative di Corporate Social Responsibility (Cortés, Traxler and Greiling, 2023), o meglio di Corporate Climate Claims che vengono sostenuti dalle aziende attraverso l'acquisto di crediti di carbonio rilasciati da un mercato volontario; si tratta di una pratica piuttosto diffusa (Trouwloon et alii, 2023) che prevede una compensazione delle emissioni da parte degli operatori del settore utilizzando crediti di carbonio di alta qualità che supportano progetti legati alla tutela della biodiversità.

Questo tipo di operazione potrebbe richiamare il concetto di 'being less bad is not being good' (McDonough and Braungart, 2002) dato che non impedisce alle aziende di continuare a introdurre sul mercato prodotti più o meno inquinanti attraverso l'offerta di una compensazione 'a buon mercato'; un secondo rischio è quello di generare prodotti e servizi impropriamente green incentivando il fenomeno di carbonwashing. Guardando ai futuri scenari, un cambio di rotta potrebbe essere supportato dalla futura direttiva sui Green Claims (European Commission, 2023) che eliminerà definitivamente le autodichiarazioni e l'utilizzo di terminologie green prive di certificazioni sul ciclo di vita dei prodotti.

**Conclusioni** | Gli scenari attuali e i processi avviati a livello nazionale e internazionale evidenziano la centralità e il ruolo fondamentale della riqualificazione energetica del Patrimonio edilizio con l'obiettivo di proseguire il percorso di decarbonizzazione e di mitigazione degli effetti del cambiamento climatico. I risultati del SuperEcoBonus, tuttavia, devono portare a nuove riflessioni e ad alimentare un dibattito (Della Torre, 2010) che, ancora oggi, tende a concentrarsi solo sugli aspetti tecnologici e prestazionali, senza aprire a una più ampia trattazione sulla compatibilità e sostenibilità. Gli interventi realizzati nell'ambito delle recenti misure di sgravio fiscale costituiscono la più estesa e irripetibile sperimentazione di efficientamento del costruito in Italia e forniscono dati utili per una prima valutazione degli esiti e per indirizzare le scelte future nella direzione voluta dall'Europa con la recente revisione della EPBD.

Un iniziale esame può essere svolto a livello semplicemente numerico: se considerassimo infatti attendibili le ricostruzioni che vedrebbero coinvolti tra i 3 e i 4 milioni di edifici, il settore edilizio si troverebbe in forte difficoltà nel portare a termine il processo negli anni che ci separano dal 2035. Nonostante l'elevata quantità di cantieri avviati, il potenziale annuo del settore si attesta attorno al 1% del parco immobiliare, ben lontano dalle necessità programmate. Inoltre è importante sottolineare come non emergano i criteri adottati nella fase di selezione degli interventi.

Sebbene le citate 'Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Patrimonio culturale' MiBACT e la UNI EN 16883:2017 propongano approcci e metodologie che coinvolgono molti aspetti distintivi del costruito, l'attenzione viene indirizzata verso i parametri di trasmissione e al conseguente doppio salto di classe. La sostenibilità, che dovrebbe guidare il processo di transizione energetica, non sembra emergere con la dovuta forza dalle informazioni raccolte e, al contrario, sarebbe anche difficile da sostenere.

Siamo ormai consapevoli dei danni prodotti dal Superbonus 110% a livello economico, così come delle relative anomalie, contraddizioni e ricadute negative (Gotta, Mecca and Rebaudengo, 2023) e anche se il miglioramento dell'efficienza energetica raggiunto da alcuni edifici risulta innegabile, tuttavia, il rinnovamento ha coinvolto solo il 4% degli immobili residenziali italiani senza adottare un approccio multidisciplinare e integrato nelle scelte. In aggiunta, i sistemi e i materiali impiegati – su tutti quelli per la coibentazione e protezione degli edifici – sono basati su processi con scarse prestazioni e ambizioni ambientali, pertanto molto impattanti se considerassimo il loro intero ciclo di vita. Infine è complesso valutare l'impatto sociale e culturale di queste iniziative, in cui il ruolo della comunità, dei cittadini e dei gestori degli immobili è fondamentale.

Nella riqualificazione energetica degli edifici di valore storico-architettonico si predilige intervenire sul comportamento dell'utente, grazie a riflessioni sulle temperature, sul riscaldamento e raffrescamento selettivo, sull'aerazione controllata e sulla dotazione di strumenti intelligenti di controllo (Gaspari et alii, 2022) che garantiscono effetti positivi sul consumo di energia e un basso impatto sull'edificio. La stessa strategia andrebbe estesa al costruito in rapporto al contesto geografico, al fine di ottenere effetti più importanti e tangibili dal punto di vista energetico e della sostenibilità complessiva.

Risulta fondamentale sottolineare qui come l'intento di decarbonizzazione e di ridurre la domanda energetica, con conseguente diminuzione delle emissioni di gas serra, si riesca a concretizzare non solo grazie a un intervento diretto sulle prestazioni dell'involucro degli edifici esistenti. In aggiunta e a integrazione degli approcci più conservativi che, agendo sul comportamento, gestione e regolazione del sistema nella sua totalità, garantiscono una maggiore attenzione verso le peculiarità degli edifici, un superamento e una semplificazione delle problematiche possono essere raggiunti grazie alla sostituzione delle fonti fossili per lo più utilizzate nei processi di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

I sistemi di produzione di energia tramite pannelli fotovoltaici hanno dimostrato la loro utilità nella riduzione di utilizzo di energia da fonti tradizionali anche in contesti con una elevata stratificazione di epoche, come nella maggior parte dei centri storici italiani (De Medici, 2021; Lucchi and Schito, 2023). I progetti di ricerca e le sperimentazioni per il costruito sono ormai numerosi e hanno messo in luce potenzialità, criticità (Polo López, Lucchi and Franco, 2020) e, soprattutto, gli effettivi benefici sul bilancio energetico attraverso procedure sempre più definite e controllabili (Lucchi and Agliata, 2023).

Con il medesimo obiettivo di intervenire sulla tipologia di fonte energetica e non direttamente sulla prestazione si inseriscono le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) per superare le difficoltà legate all'intervento di miglioramento energetico di edifici eterogenei per materiali, tecniche costruttive, epoche di costruzione, stratificazioni, stato di conservazione e uso. Le CER possono potenzialmente svolgere un ruolo cruciale, contribuendo in modo significativo nella direzione identificata dall'Europa per la riconversione e autosufficienza energetica del territorio. Ciononostante è necessario

promuovere un modello di sviluppo che adotti approcci integrati e multidisciplinari in grado di favorire, anche parzialmente, l'utilizzo di fonti energetiche alternative senza incorrere nelle criticità già riscontrate per il Patrimonio costruito, ma a un'altra scala (Basti, Misceo and Di Giuseppe, 2023; Franco and Casanova, 2023).

---

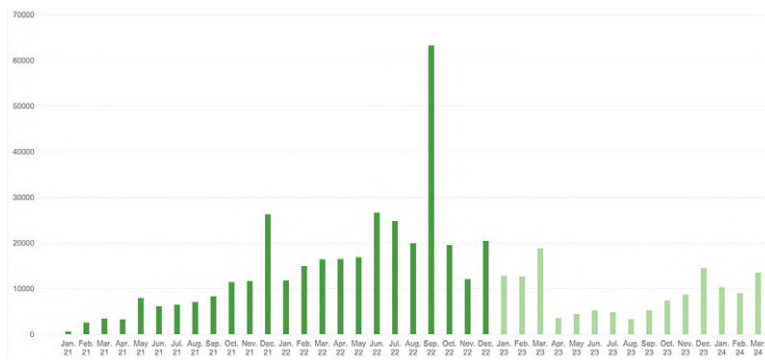
In Italy, historic buildings represent a significant part of the architectural and cultural Heritage, and their efficiency enhancement is a crucial aspect of the national energy transition as a fundamental process to reduce greenhouse gas emissions and mitigate the effects of climate change (Buda et alii, 2021; Garzulino, 2020). Italy possesses a vast and valuable historical heritage complex, estimated by ENEA in 2019 to be about 5.6 million units, of which 3.2 million are residential properties built before 1945. In addition, about 50% of the current residential Heritage, 7 million buildings, were built before 1970 (Camera dei Deputati, 2020) and, therefore, prior to the first regulatory device, Legge 30 marzo 1976 n. 373 (Tab. 1). This is a building heritage of significant architectural and cultural value but also very energy-consuming and polluting. According to data from the European Parliament, buildings produce 36% of CO<sub>2</sub> emissions and use over 40% of total energy (Dulian, 2024).

Historic buildings, in particular, consume, on average, twice as much energy as buildings built after the year 2000 and have high running costs due to poor energy efficiency and the need to ensure adequate internal comfort conditions. Intervening in this type of building is always complex, even more so if the operations aim to improve the envelope's energy characteristics, thus making an integrated and global approach that considers technological, architectural, constructional, and cultural aspects indispensable (Bertini, 2022).

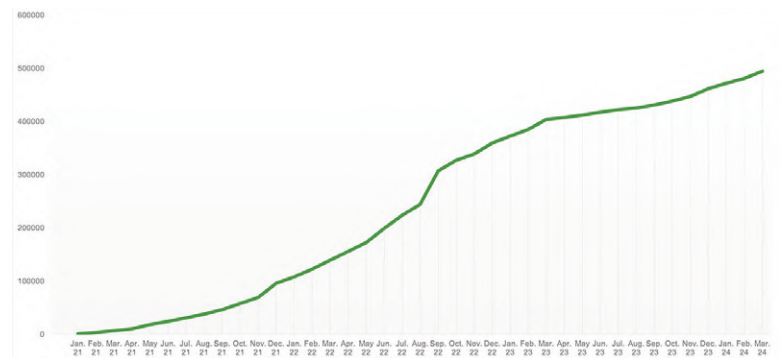
Despite the several challenges (Carbonara, 2015), the energy transition process for the built environment must confront both the requirements of protection and the meaning of sustainability, opening up further reflection. The recent revision of the Minimum Environmental Criteria (Ministero della Transizione Ecologica, 2022) for buildings and the data released by the Green Building Council Italy (GBCI, 2023) on the adoption of sustainable certification protocols emphasise how historic buildings are often brought into the debate with a marginal role and subordinate mainly to the criteria for new buildings.

The intention to integrate energy credits into a broader vision of the sustainability parameter is reduced to the few listed buildings. At the same time, the unprotected heritage is directly and undefendably faced with a process of adaptation aimed only at achieving performance, particularly following the adoption of targeted policies and incentives, such as the 110% Superbonus (Decreto Legge 19 maggio 2020 n. 34), introduced in 2020 and currently being scaled down.

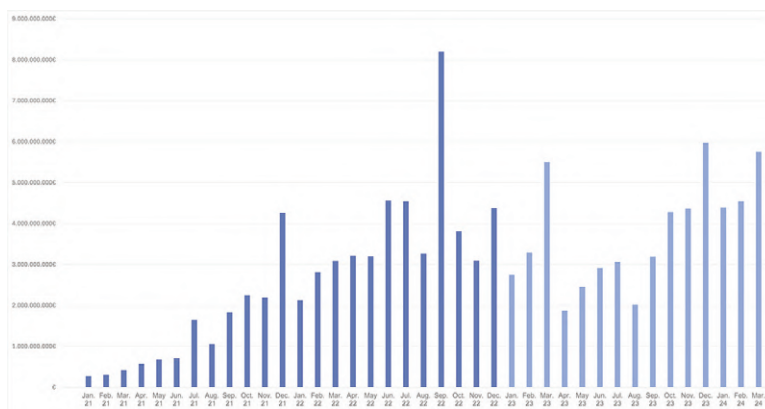
Added to this broad and complex framework is the proposed revision of the Energy Performance of Building Directive (EPBD) as part of the 'Fit for 55' package (Dulian, 2024) to achieve 'climate neutrality' by 2050. The civil sector will have to make a significant contribution, with a drastic reduction of emissions through deep renovation and verifi-



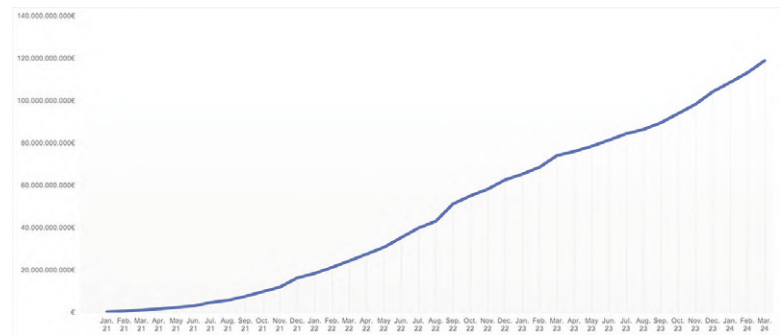
**Fig. 1** | Construction yards started monthly from January 2021 to March 2024; the information in light green still needs to be consolidated (source: ENEA, 2022, 2023; adapted by the Authors, 2024).



**Fig. 2** | The Trend of construction yards started in January 2021 and ended in March 2024 (source: ENEA, 2022, 2023; adapted by the Authors, 2024).



**Fig. 3** | Monthly investment [€] per month from January 2021 to March 2024; the information in light blue is not yet consolidated (source: ENEA, 2022, 2023; adapted by the Authors, 2024).



**Fig. 4** | Trend of total monthly investment [€] from January 2021 to March 2024 (source: ENEA, 2022, 2023; adapted by the Authors, 2024).

cation of environmental sustainability through recognised process evidence. In this scenario, historical-architectural heritage, mainly residential buildings, will be affected by massive energy efficiency measures to close the gap between modern buildings and approach the standards of zero-emission building stock by 2030-2035.

Starting from the evolution of the concept of energy improvement of the built environment in Italy, the contribution discusses the impact of the energy transition process on recent European policies and directives, highlighting the criticalities and results achieved so far and the need to intervene at a global level through integrated approaches that give sustainability, not only environmental and economic but also social and cultural, the central role within the process.

**The Energy Transition Process** | The need to intervene more extensively in the energy performance of buildings led the Italian Ministry of Cultural Heritage and Activities and Tourism (MiBACT) to promote the drafting of an important document, the 'Guidelines for Improving Energy Efficiency in Cultural Heritage' (Battisti et alii, 2015): it is configured as the first reference on the topic of energy efficiency in historic buildings addressing mainly professionals and preservation institutions to describe, exemplify and evaluating interventions to improve energy behaviour (Pracchi and Buda, 2020). Starting from national and European regulatory provisions such as, for example, Legge 9 gennaio 1991 n. 10, Decreto Legislativo 19 agosto

2005 n. 192 and Directive 2010/31/EU (The European Parliament and the Council of the European Union, 2010), the text addresses the aspects related to the topic by collecting indications for an energy diagnosis not limited to buildings officially designated as Cultural Heritage.

In the same direction moves the UNI EN 16883: 2017 standard that, despite structuring a rigorous procedure for the evaluation and selection of efficiency measures for the built environment, suffers from an excessive complexity in the construction of the planning process and, therefore, is challenging to apply on a large scale (Leijonhufvud, Broström and Buda, 2021; Buda et alii, 2022).

In any case, both documents provide tools that show great potential for better guiding the choice of solutions; however, they remain non-mandatory guidelines with consequent poor replicability. It should also be remembered that for buildings that are bound under the Italian Cultural Heritage and Landscape Code (Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42), it is possible to precisely identify the perimeters within which to intervene from an energy point of view in addition to the always permitted right to depart from the prescriptions and requirements imposed. Despite slowing the transition process, these possibilities protect the built heritage from any adverse effects on conserving its distinctive characteristics. At the same time, the non-protected building must face the transition process without any protection, strictly respecting the performance parameters established in the case of energy improvement interventions.

The revision of the EPBD, which is currently close to adoption, fits into this framework. In a nutshell and from what has recently been published by the European Commission (Cuffe and Schieder, 2024), the agreement stipulates that member states must ensure a reduction of primary energy used in residential buildings of at least 16% by 2030 and in a range between 20 and 22% by 2035. In addition, the minimum energy performance requirements include action on 16% of the worst-performing non-residential buildings by 2030 and 26% of the worst-performing buildings by 2033 to achieve a zero-emission building stock by 2050 (Tabb 2, 3).

This latest version results from numerous proposals made since the first EPBD in 2010, followed by the second in 2018. The revision also envisages new ways of certifying energy performance and a series of exemptions that would apply, for example, to monuments, valuable buildings, places of worship, buildings for temporary use or buildings with a surface area of less than 50 square metres. While waiting for this revision to be effectively adopted and for states to define their national strategies, it is conceivable that about 2.5 million residential buildings and about 1 million public buildings in Italy will be affected by 2035. These estimates redefine those made by the National Association of Building Constructors (ANCE, 2023) only a few months ago, which saw between 1.4 and 1.8 million buildings equally divided between condominiums and residential units involved in the process.

In the panorama thus outlined, several tax relief instruments fit into the picture, in particular, the so-called Superbonus 110%, which allowed tax deductions of 110% on the expenses incurred for efficiency upgrading operations (SuperEcobonus) and/or seismic improvement (SuperSismabonus) through the mechanism of invoice discount or credit transfer (Camera dei Deputati, 2022; Del Curto, 2021). Focusing here only on the SuperEcobonus, it is interesting to report a summary of the data provided by the National Energy Efficiency Agency concerning the years 2021 and 2022 (ENEA, 2022, 2023): the number of construction sites activated increased from about 92,000 to 352,000, showing an apparent growth in terms of investments, respectively 15.5 and 46.3 billion euro.

Both periods show a similar distribution of activities on the different building types. From a numerical point of view, in 2021, 15% of energy improvement measures were concerned with condominium buildings, 52% were single-family buildings, and 33% were independent housing units. Regarding investment, 48% was used for condominium operations, 33% on single-family buildings and 19% on independent housing units with average amounts of about € 543,000, € 108,000 and € 96,000, respectively. In 2022, the percentage breakdown varied slightly, in contrast to the average investment, which increased by about 10% compared to the previous year.

Although the data for 2023 are not yet consolidated, it is possible to glimpse an apparent decrease in new construction sites, about 109,000 and slightly above those activated in 2021, but with an investment of no less than 42.4 billion euro (Fig. 1-4). From the point of view of the type of intervention, the two years under review show very homogeneous data confirming the focus on the efficiency of the building's external envelope, followed by the modernisation of the heating system (Tab. 4). Finally, among the activities on the envelope, the insulation of vertical walls, the insulation of dispersing roofs and ceilings and the replacement of windows and doors, both in terms of total cost and annual energy savings, stand out in both periods (Tab. 5, 6).

#### Economic operators and sustainability | If talk-

ing about sustainability and energy transition implies abandoning partial logic in order to incentivise systems that integrate multiple aspects, it becomes necessary to delve into a second phenomenon that concerns the strategies of the economic operators involved in the debate and to understand to what extent regulatory and voluntary instruments are orienting the sector towards a more sustainable scenario. For the past ten years, we have witnessed a rapid transformation in business practices (Carbonara, 2021). This translates into strengthening environmental commitments and searching for products and services with increasingly evident and transmissible performance. The reasons for this are twofold: on the one hand, green marketing has assumed a central role in conferring competitiveness and quality to economic actors (Iraldo and Mellis, 2020); on the other hand, the regulatory system has contributed to making companies and businesses more aware of the environmental aspects associated with their activities.

Among the various tools promoting the environmental sustainability of building processes, the Minimum Environmental Criteria (MEC; Ministero della Transizione Ecologica, 2022) for buildings play a central guiding role in defining the minimum requirements for designing and realising public building works in the Italian context. A good eight years after the first GBC-HB certification protocol for historic buildings (Lucchi, Boarin and Zuppiroli, 2016), the concept of sustainability applied to historical heritage is fully included in the latest MEC update of 2022, with an extension of the scope that also includes listed buildings.

Also newly introduced are parameters for building materials regarding minimum recycled content, biodegradability, eco-friendliness, low volatile organic compound content and traceability. Finally, promoting innovation and sustainability is translated into adopting rewarding criteria for using innovative technologies and materials with a low environmental impact that involves the product or service throughout its entire life cycle.

In the wake of this update, there is an increasing phenomenon related to the demand for environmental product certifications, and it is here that the search for materials with 'MEC compliance'

does not coincide with the clarity of product declarations available on the market. Even though the recently updated ISO 14020:2023 family of standards provides a set of guidelines for all environmental declarations, from company reports to third-party certifications, the process related to self-declarations according to UNI ISO 14021: 2021 and eco-labels associated with certain types of products still lacks transparency. Of all of them, the international EPD scheme, established in 1977, is today the most widespread in Europe and effective in providing an information package on the percentage of recycled material.

However, this voluntary instrument is only informative towards the customer without indicating a preference assessment or a minimum environmental parameter that the product must comply with (Sposito and Scalisi, 2019). Indeed, among the parameters introduced by the MECs themselves, a review of the traditional materials and products of the conservation site, still highly toxic and awaiting validation in the broader European REACH Regulation on chemicals (European Commission, 2006), escapes. This is demonstrated by a quick comparison between the two versions of the document, the 2017 and the 2022 versions: the recycle content percentages, as do the product categories, remain unchanged.

The effort to introduce new parameters expected by economic operators working in the field of cultural heritage conservation remains unfulfilled due to the absence of mandatory environmental criteria for toxic substances for historic surfaces, first and foremost solvents and biocides, which, still widely in use, would require more significant restrictions related to the latest REACH updates (Tab. 7, 8). Therefore, while no unambiguous standards or parameters regulate the circulation of traditional and innovative materials on the construction site, the speed with which regulations are updated does not correspond to market demands. Companies, therefore, find themselves free to adopt environmental communications unconnected to concrete verification tools.

In order to limit the phenomenon of greenwashing, the European Sustainable Products Regulation (ESPR – Ecodesign for Sustainable Products Regulation; European Commission, 2022)

Type of intervention	Number of interventions	Surface [sqm] Power [kW]	Annual energy saving [GWh/year]	Total investments [€]	Percentage of total investments [%]	Cost of annual energy savings [€/GWh/year]
Building envelope [smq]	1,119,845	96,975,676	5,614	38,257,390,941	61.9	6.81
Heating/cooling system [kW]	602,899	11,206,532	3,214	10,864,045,750	17.7	3.38
Solar system [sqm]	105,234	505,859	139	1,247,058,441	2.0	8.98
Building automation [sqm]	82,872	10,230,818	82	679,113,843	1.1	8.30
Photovoltaic system [kW]	931,819	2,162,454	-	10,149,416,711	16.4	-
Other interventions	3,253	-	-	585,109,029	0.9	-

Tab. 4 | Overall data by type of intervention up to December 2022 (source: ENEA, 2023; adapted by the Authors, 2024).



Element / Type of intervention	Number of interventions	Surface [sqm]	Annual energy saving [GWh/year]	Total investments [€]	Percentage of total investments [%]	Cost of annual energy savings [€/GWh/year]
Vertical walls	222,889	54,288,422	2,897	15,860,641,705	41.5	5,0
Dispersing ceilings and roofs	159,727	20,061,112	1,107	5,178,536,889	13.5	5.0
Floors	70,356	7,110,114	351	1,765,875,024	4.60	5.0
Replacement of window and doors	458,705	8,142,043	1,139	12,503,647,822	32.7	11.0
Non-dispersing ceilings and roofs	28,298	4,437,494		1,301,567,472	3.40	-
Solar shadings and closings	98,021	1,614,431	90	1,048,272,548	2.70	12.0
Venetian blinds	81,849	1,322,060	30	562,849,481	1.50	19.0
<b>Total</b>	<b>1,119,845</b>	<b>96,975,676</b>	<b>5,614</b>	<b>38,257,390,941</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Element / Type of intervention	Number of interventions	Thermal Power [kW]	Annual energy saving [GWh/year]	Total investments [€]	Percentage of total investments [%]	Cost of annual energy savings [€/GWh/year]
Condensation boilers	161,567	4,257,292	412	2,158,631,005	19.90	5.24
Heat pumps	198,059	1,815,635	1,000	3,386,950,335	31.20	3.40
Hybrid systems (boilers and heat pumps)	181,153	4,769,559	1,620	4,687,625,634	43.15	2.90
Water-heating	49,851	143,864	85	305,697,816	2.84	3,.58
Biomass systems	8,062	176,179	77	185,778,622	1.71	2.43
Other interventions	4,207	44,103	20	139,362,338	1.00	-
<b>Total</b>	<b>602,899</b>	<b>11,206,632</b>	<b>3,214</b>	<b>10,864,045,750</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

**Tab. 5** | Overall data concerning interventions on the envelope up to December 2022 (source: ENEA, 2023; adapted by the Authors, 2024).

**Tab. 6** | Overall data concerning heating/cooling system interventions up to December 2022 (source: ENEA, 2023; adapted by the Authors, 2024).

was adopted in April 2024. It introduces several novelties for the design and marketing of so-called ‘green’ products: among the main innovations, a harmonised labelling system and a Digital Product Passport (DPP) are foreseen, which promotes the alignment of companies from 2025, when the first information will be made available; the DPP will then become mandatory for a first group of products in 2027.

A second and final track on which many corporate climate neutrality strategies are moving concerns Corporate Social Responsibility initiatives (Cortés, Traxler and Greiling, 2023), or instead, Corporate Climate Claims, which companies support through the purchase of carbon credits from a voluntary market; this is a relatively widespread practice (Trouwloon et alii, 2023) whereby industry players offset emissions using high-quality carbon credits that support projects related to the protection of biodiversity.

This type of operation could recall the concept of ‘being less bad is not being good’ (McDonough and Braungart, 2002) since it does not prevent companies from continuing to introduce more or less polluting products onto the market through the offer of ‘cheap’ compensation; a second risk is that of generating improperly green products and services by incentivising the phenomenon of carbon washing. Looking at future, a route change could be supported by the Green Claims Directive (European Commission, 2023) that will definitively eliminate self-declarations and the use of green terminology without life-cycle certification of products.

**Conclusions** | The current scenarios and the processes initiated at the national and international levels highlight the centrality and fundamental role of the energy requalification of the building stock to pursue the path of decarbonisation and mitigation of the effects of climate change. However, the SuperEcobonus results must lead to new reflections and fuel a debate (Della Torre, 2010) that, even today, tends to focus only on technological and performance aspects without opening up to a broader discussion on compatibility and sustainability. The interventions carried out as part of the recent tax relief measures constitute the most extensive and unrepeatabe experimentation of building efficiency in Italy and provide valuable data for an initial assessment of the results and to direct future choices in the direction desired by Europe with the recent revision of the EPBD.

An initial examination can be carried out at a superficial numerical level. If we were to consider reconstructions involving between 3 and 4 million buildings as reliable, the building sector would find it very difficult to complete the process in the years leading up to 2035. Despite the high number of construction sites that have started, the annual potential of the sector is around 1% of the building stock, which is far from the planned needs. Furthermore, it is essential to emphasise that the criteria adopted in selecting interventions do not emerge. Although the MiBACT ‘Guidelines for Improving Energy Efficiency in Cultural Heritage’ and the UNI EN 16883:2017 standard propose approaches and methodologies that involve many

distinctive aspects of the built environment, the focus is directed towards transmittance parameters and the consequent double jump in class. Sustainability, which should guide the energy transition process, does not seem to emerge as strongly as it should from the information gathered and, on the contrary, would even be challenging to sustain.

On an economic level, we are now aware of the damage produced by the 110% Superbonus and the anomalies, contradictions and negative spin-offs (Gotta, Mecca and Rebaudengo, 2023). Some buildings’ energy efficiency improvement is undeniable; however, renovation has only involved 4% of Italian residential buildings without adopting a multidisciplinary and integrated approach. In addition, the systems and materials used – above all, those for the insulation and protection of buildings – are based on processes with low performance and environmental ambitions, therefore very impactful if we consider their entire life cycle. Finally, assessing these initiatives’ social and cultural impact is complex, and the role of the community, citizens, and building managers is fundamental.

In the energy requalification of buildings of historical-architectural value, it is preferred to intervene in the user’s behaviour, thanks to reflections on temperatures, selective heating and cooling, controlled ventilation and the provision of intelligent control tools (Gaspari et alii, 2022) that guarantee positive effects on energy consumption and a low impact on the building. The same strategy should be extended to the built environment in the geographical context to achieve more significant

ISO family	Standard	Document title	Description	Entry into force	Last update	MEC requirement
ISO 14020	UNI EN ISO 14020	Environmental statements and programmes for products Principles and general requirements	The core document for communicating environmental aspects and environmental impacts of products through environmental statements	2002	2023	Not present
	UNI EN ISO 14021	Environmental labels and declarations Type II environmental declarations Principles and procedures	Self-declared environmental claims	2016	2021	MEC 2017 and 2022
	UNI EN ISO 14024	Environmental labels and declarations Type I environmental declarations Principles and procedures	Ecolabels	2001	2018	MEC 2022 (in the 2017 version, Ecolabel only)
	UNI EN ISO 14025	Environmental labels and declarations Type III environmental declarations Principles and procedures	Environmental Product Declarations (EPDs)	2006	2011	MEC 2017 and 2022
	UNI EN ISO 14026	Environmental labels and declarations Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information	Footprint communications	2018	-	Not present
	UNI CEN ISO/TS 14027	Environmental labels and declarations Development of Product Category Rules	Type III environmental declaration or footprint communication programme based on life cycle assessment (LCA) for PCR	2018	2021	Not present
	UNI EN 16640	Bio-based products Bio-based carbon content Determination of the bio-based carbon content using the radiocarbon method	Bio-based content	2017	-	MEC 2022 (for plastic materials only)

Term in use	Object	Description (if present)	Reference in the document
Adaptability	Buildings		COM(2019)640
Bio-eco-sustainable	Approach	It implies much broader concepts that consider healthfulness as an added value of a design not based only on a sum of technologies, but on a dialoguing whole between materials with a low environmental impact (renewable, durable reusable, recyclable) and technological knowledge	
Biodegradable	Oils	regenerated base	UNI EN ISO 14024
Bio-materials			COM(2020)662
Durability	Buildings		COM(2019)640
Ecological	Construction materials		COM(2019)640
Ecological	Criteria for Hard Coverings	1. Raw Material Extraction 2. Substances in Additives 4.2 Water Consumption and Use 4.3 Air Emissions (Particulates and Fluorides Only) 4.4. Water Emissions 5.2. Waste Recovery 6.1. Release of Hazardous Substances (Glazed Tiles Only)	2009/607/EC
Recyclable			UNI EN 15804
Recycled content		Recovered or a secondary product	UNI EN ISO 14021 COM(2019)640
Reusability			

**Tab. 7** | MEC Novel restrictions in Standards for communicating environmental aspects and environmental impacts of Products through environmental statements (credit: the Authors, 2024).

**Tab. 8** | An overview of the consistency of the novel vocabulary of green-oriented terms introduced by the CAM 2022 (credit: the Authors, 2024).



and tangible effects in terms of energy and overall sustainability.

It is essential to emphasise how the aim of decarbonisation and reduction of energy demand, with a consequent decrease in greenhouse gas emissions, can be achieved not only through direct intervention in the performance of existing buildings envelope in addition to and to complement the more conservative approaches that, by acting on the behaviour, management and regulation of the system as a whole, guarantee greater attention to the peculiarities of buildings, an advancement and simplification of issues can be achieved through the replacement of fossil fuels mainly used for heating and cooling of buildings.

Energy production systems using photovoltaic panels have proven helpful in reducing energy use from traditional sources, even in contexts with a high stratification of epochs, such as most Italian historical centres (De Medici, 2021; Lucchi and Schito, 2023). Research projects and experiments

for the built environment are now numerous and have highlighted potentials, criticalities (Polo López, Lucchi and Franco, 2020) and, above all, the actual benefits of the energy balance through increasingly defined and controllable procedures (Lucchi and Agliata, 2023).

With the same objective of intervening on the type of energy source and not directly on the performance, Renewable Energy Communities (RECs) are used to overcome the difficulties involved in the energy improvement of buildings that are heterogeneous in terms of materials, construction techniques, construction periods, stratifications, state of conservation and use. RECs can potentially play a crucial role, contributing significantly to the direction identified by Europe for the reconversion and energy self-sufficiency of the territory. Nevertheless, it is necessary to promote a development model that adopts integrated and multidisciplinary approaches able to favour, even partially, the use of alternative energy sources without

running into the criticalities already encountered for the built heritage, but at a different scale (Basti, Misceo and Di Giuseppe, 2023; Franco and Casanova, 2023).

## References

- ANCE – Associazione Nazionale Costruttori Edili (2023), *Programma di lavoro della Commissione per il 2023*, 27/07/2023. [Online] Available at: [ance.it/wp-content/uploads/allegati/Audizione\\_Programma\\_di\\_lavoro\\_della\\_Commissione\\_per\\_il\\_2023.pdf](https://ance.it/wp-content/uploads/allegati/Audizione_Programma_di_lavoro_della_Commissione_per_il_2023.pdf) [Accessed 18 March 2024].
- Basti, A., Misceo, M. and Di Giuseppe, E. (2023), “Comunità energetiche e qualità architettonica dei centri storici minori – Energy communities and architectural quality of small historical centres”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 26, pp. 151-162. [Online] Available at: [doi.org/10.36253/techne-14476](https://doi.org/10.36253/techne-14476) [Accessed 22 April 2024].
- Battisti, A., Bellisario, M. G., Carbonara, G., D’Amico, S., De Santoli, L., Mercalli, M., Rubino, C., Scoppola, F., Banchini, R., Soragni, U. and Bladescu, I. (2015), *Linee di indirizzo per il miglioramento dell’efficienza energetica nel Patrimonio culturale – Architettura, centri e nuclei storici ed urbani*. [Online] Available at: [soprintendenzapdve.beniculturali.it/la-soprintendenza-informa/atti-di-indirizzo/linee-guida-di-indirizzo-per-il-miglioramento-dellefficienza-energetica-nel-patrimonio-culturale/](https://soprintendenzapdve.beniculturali.it/la-soprintendenza-informa/atti-di-indirizzo/linee-guida-di-indirizzo-per-il-miglioramento-dellefficienza-energetica-nel-patrimonio-culturale/) [Accessed 18 March 2024].
- Bertini, I. (2022), “L’efficienza energetica per gli edifici storici”, in *ENEA Magazine | Energia, ambiente e innovazione*, vol. 1/2022, pp. 31-33. [Online] Available at: [doi.org/10.12910/EAI2022-012](https://doi.org/10.12910/EAI2022-012) [Accessed 18 March 2024].
- Buda, A., De Place Hansen, E. J., Rieser, A., Giancola, E., Pracchi, V. N., Mauri, S., Marincioni, V., Gori, V., Fouseki, K., Polo Lopez, C. S., Lo Faro, A., Egusquiza, A., Haas, F., Leonardi, E. and Herrera-Avellanosa, D. (2021), “Conservation-Compatible Retrofit Solutions in Historic Buildings – An Integrated Approach”, in *Sustainability*, vol. 13, issue 5, article 2927, pp. 1-19. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su13052927](https://doi.org/10.3390/su13052927) [Accessed 18 March 2024].
- Buda, A., Gori, V., de Place Hansen, E. J., Polo López, C. S., Marincioni, V., Giancola, E., Vermimmo, N., Egusquiza, A., Haas, F. and Herrera-Avellanosa, D. (2022), “Existing tools enabling the implementation of EN 16883:2017 Standard to integrate conservation-compatible retrofit solutions in historic buildings”, in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 57, pp. 34-52. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.culher.2022.07.002](https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.07.002) [Accessed 18 March 2024].
- Camera dei Deputati (2022), “Il superbonus edilizia al 110 per cento – Aggiornamento al Decreto-legge 21 giugno 2022, n. 73”, in *Dossier*, n. 118, Schede di lettura, 10/10/2022. [Online] Available at: [documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/FI0136.pdf?\\_1705083536898](https://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/FI0136.pdf?_1705083536898) [Accessed 18 March 2024].
- Camera dei Deputati (2020), *Il recupero e la riqualificazione energetica del Patrimonio edilizio – Una stima dell’impatto delle misure di incentivazione*, Rapporto 2020, n. 32/2, 26/11/2020. [Online] Available at: [documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/am0036b.pdf?\\_1705083346793](https://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/am0036b.pdf?_1705083346793) [Accessed 18 March 2024].
- Carbonara, G. (2021), “La ‘sostenibilità’ come nuovo parametro del restauro | Sustainability as a new parameter in restoration”, in *Recupero e Conservazione Magazine – Restauro e Sostenibilità | Heritage and Sustainability*, numero speciale, pp. 98-107. [Online] Available at: [recmagazine.it/magazine/focus.html](https://recmagazine.it/magazine/focus.html) [Accessed 18 March 2024].
- Carbonara, G. (2015), “Energy efficiency as a protection tool”, in *Energy and Buildings*, vol. 95, pp. 9-12. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.052](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.052) [Accessed 18 March 2024].
- Cortés, D., Traxler, A. A. and Greiling, D. (2023), “Sustainability reporting in the construction industry – Status quo and directions of future research”, in *Heliyon*, vol. 9, issue 1, article E21682, pp. 1-18. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21682](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21682) [Accessed 18 March 2024].
- Cuffe, C. and Schieder, A. (2024), “Revision of the Energy Performance of Buildings Directive – Q4 2021 – Fit for 55 package under the European Green Deal”, in *Legislative Train*, n. 02/2024. [Online] Available at: [europarl.europa.eu/legislative-train/carriage/revision-of-the-energy-performance-of-buildings-directive/report?sid=7801](https://europarl.europa.eu/legislative-train/carriage/revision-of-the-energy-performance-of-buildings-directive/report?sid=7801) [Accessed 18 March 2024].
- Decreto Legge 19 maggio 2020 n. 34, “Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all’economia, nonché di politiche sociali connesse all’emergenza epidemiologica da Covid-19 (20G00052)”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 128 del 19/05/2020, Suppl. Ordinario n. 21. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/05/19/20G00052/sg](https://gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/05/19/20G00052/sg) [Accessed 18 March 2024].
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192, “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 222 del 23/09/2005, Suppl. Ordinario n. 158. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/eli/id/2005/09/23/005G0219/sg](https://gazzettaufficiale.it/eli/id/2005/09/23/005G0219/sg) [Accessed 18 March 2024].
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42, “Codice dei Beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 45 del 24/02/2004, Suppl. Ordinario n. 28. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/sommario/codici/beniCulturali](https://gazzettaufficiale.it/sommario/codici/beniCulturali) [Accessed 22 April 2024].
- De Medici, S. (2021), “Italian Architectural Heritage and Photovoltaic Systems – Matching Style with Sustainability”, in *Sustainability*, vol. 13, issue 4, article 2108, pp. 1-23. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su13042108](https://doi.org/10.3390/su13042108) [Accessed 22 April 2024].
- Del Curto, D. (2021), “Dal mito dell’efficienza all’obiettivo della transizione energetica – Una sfida per gli edifici storici | From the myth of efficiency to the energy transition goal – A challenge for the historic buildings”, in *Territorio*, vol. 97, special issue, pp. 113-118. [Online] Available at: [journals.francoangeli.it/index.php/territorioOA/issue/view/1000/171](https://journals.francoangeli.it/index.php/territorioOA/issue/view/1000/171) [Accessed 18 March 2024].
- Della Torre, S. (2010), “Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell’efficienza energetica”, in *Ananke*, vol. 60, pp. 141-143. [Online] Available at: [re.public.polimi.it/handle/11311/570356?mode=complete](https://re.public.polimi.it/handle/11311/570356?mode=complete) [Accessed 18 March 2024].
- Dulian, M. (2024), “Revision of the Energy Performance of Buildings Directive – Fit for 55 package”, in *EU Legislation in Progress*, 19/01/2024. [Online] Available at: [europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698901/EPR\\_S\\_BRI\(2022\)698901\\_EN.pdf](https://europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698901/EPR_S_BRI(2022)698901_EN.pdf) [Accessed 18 March 2024].
- ENEA – Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l’Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (2023), *Le detrazioni fiscali per l’efficienza energetica e l’utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti – Rapporto annuale 2023*. [Online] Available at: [efficienzaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=619&catid=9&Itemid=101](https://efficienzaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=619&catid=9&Itemid=101) [Accessed 18 March 2024].
- ENEA – Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l’Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (2022), *Le detrazioni fiscali per l’efficienza energetica e l’utilizzo delle*

fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti – Rapporto annuale 2022. [Online] Available at: [efficienzaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=559&catid=9&Itemid=101](http://efficienzaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=559&catid=9&Itemid=101) [Accessed 18 March 2024].

European Commission (2023), *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on substantiation and communication of explicit environmental claims (Green Claims Directive)*, document 52023PC0166, 166 final. [Online] Available at: [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2023:0166:FIN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2023:0166:FIN) [Accessed 18 March 2024].

European Commission (2022), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions – On making sustainable products the norm*, document 52022DC0140, 140 final. [Online] Available at: [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0140](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0140) [Accessed 18 March 2024].

European Commission (2006), *Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC*, document 32006R1907. [Online] Available at: [eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32006R1907](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32006R1907) [Accessed 18 March 2024].

Franco, G. and Casanova, M. (2023), “Patrimonio culturale e Comunità energetiche – Criticità e Opportunità | Cultural Heritage and Energy Communities – Critical issues and opportunities”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 26, pp. 68-77. [Online] Available at: [doi.org/10.36253/techne-14457](https://doi.org/10.36253/techne-14457) [Accessed 22 April 2024].

Garzulino, A. (2020), “Energy Efficiency – A Multi-Criteria Evaluation Method for the Intervention on Built Heritage”, in *Sustainability*, vol. 12, issue 21, article 9223, pp. 1-18. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su12219223](https://doi.org/10.3390/su12219223) [Accessed 18 March 2024].

Gaspari, J., Marchi, L., Oberosler, C. and Antonini, E. (2022), “Strumenti di monitoraggio per abitare il risparmio energetico nell’edilizia sociale | Monitoring tools as energy saving enablers in social housing context”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 12, pp. 136-145. [Online] Available at: [doi.org/10.19229/2464-9309/12122022](https://doi.org/10.19229/2464-9309/12122022) [Accessed 18 March 2024].

GBCI – Green Building Council Italia (2023), *Impact Report – L’impatto dell’edilizia sostenibile certificata in Italia*. [Online] Available at: [gbcitalia.org/wp-content/uploads/2023/06/Impact-Report-GBC-Italia\\_20230613.pdf](http://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2023/06/Impact-Report-GBC-Italia_20230613.pdf) [Accessed 18 March 2024].

Gotta, A., Mecca, U. and Rebaudengo, M. (2023), “Switching from Risks to Opportunities – The Application of a Superbonus Tax Incentive to Heritage Buildings from the 1960s in Fragile Mountain Contexts”, in *Land*, vol. 12, issue 6, article 1130, pp. 1-14. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/land12061130](https://doi.org/10.3390/land12061130) [Accessed 18 March 2024].

Iraldo, F. and Melis, M. (2020), *Oltre il Greenwashing – Linee Guida sulla comunicazione ambientale per aziende sostenibili, credibili e competitive*, Edizioni Ambiente, Milano.

Legge 9 gennaio 1991 n. 10, “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 13 del 16/01/1991, Suppl. Ordinario n. 6. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/01/16/091G0015/sg](http://gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/01/16/091G0015/sg) [Accessed 18 March 2024].

Legge 30 marzo 1976 n. 373, “Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale, n. 148 del 07/06/1976. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/06/07/076U0373/sg](http://gazzettaufficiale.it/eli/id/1976/06/07/076U0373/sg) [Accessed 18 March 2024].

Leijonhufvud, G., Broström, T. and Buda, A. (2021), *An*

*Evaluation of the Usability of EN 16883:2017 – Suggestions for enhancing the European guidelines for improving the energy performance of historic buildings*, SHC Task 59 – ECB Annex 76 – Report D.B2. [Online] Available at: [doi.org/10.18777/ieashc-task59-2021-0002](https://doi.org/10.18777/ieashc-task59-2021-0002) [Accessed 18 March 2024].

Lucchi, E., Boarin, P. and Zuppiroli, M. (2016), “GBC Historic Building® – A new certification tool for orienting and assessing environmental sustainability and energy efficiency of historic buildings”, in de Bouw, M., Dubois, S., Dekeyser, L. and Vanhellemont, Y. (eds), *Proceedings of 2nd International Conference on Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings – EECHB 2016 (Brussels, 19/10/2016 – 21/10/2016)*, Flanders Heritage Agency, Bruxelles, pp. 250-256. [Online] Available at: [eechb.eu/wp-content/uploads/2016/12/Proceedings\\_EECHB.pdf](http://eechb.eu/wp-content/uploads/2016/12/Proceedings_EECHB.pdf) [Accessed 18 March 2024].

Lucchi, E. and Agliata, R. (2023), “HBIM-based workflow for the integration of advanced photovoltaic systems in historical buildings”, in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 64, pp. 301-314. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.culher.2023.10.015](https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.10.015) [Accessed 22 April 2024].

Lucchi, E. and Schito, E. (2023), “Integrating Different PV Roofs on a Heritage Building Considering Aesthetic, Technical, Energy, and Environmental Aspects – A Multiperspective Approach”, in Sayigh, A. (ed.), *Mediterranean Architecture and the Green-Digital Transition – Innovative Renewable Energy*, Springer, Cham, pp. 179-189. [Online] Available at: [doi.org/10.1007/978-3-031-33148-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-031-33148-0_15) [Accessed 22 April 2024].

McDonough, W. and Braungart, M. (2002), *Cradle-to-cradle – Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York.

Ministero della Transizione Ecologica (2022), “Decreto 23 giugno 2022 – Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l’affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi (22A04307)”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 183 del 06/08/2022. [Online] Available at: [gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/08/06/22A04307/sg](http://gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/08/06/22A04307/sg) [Accessed 18 March 2024].

Polo López, C. S., Lucchi, E. and Franco, G. (2020), “Acceptance of Building Integrated Photovoltaic (BIPV) in Heritage Buildings and Landscapes – Potentials, Barriers, and Assessment Criteria”, in *Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management – Proceedings of the 8th Euro-American Congress – REHABEND 2020, Granada, Spain, March 24-27, 2020*, pp. 1636-1644. [Online] Available at: [bipvmeetshistory.eu/wp-content/uploads/2021/04/acceptance-rehabend.pdf](http://bipvmeetshistory.eu/wp-content/uploads/2021/04/acceptance-rehabend.pdf) [Accessed 22 April 2024].

Pracchi, V. N. and Buda, A. (2020), “Le Linee di Indirizzo per il miglioramento dell’efficienza energetica nel Patrimonio culturale – Indagine per la definizione di uno strumento guida adeguato alle esigenze della tutela”, in Musso, S. F. and Pretelli, M. (eds), *Restauro – Conoscenza, Progetto, Cantiere, Gestione*, Roma, pp. 772-782. [Online] Available at: [edizioniquasar.cloud/Restauro/assets/sez.-5.2.pdf](http://edizioniquasar.cloud/Restauro/assets/sez.-5.2.pdf) [Accessed 18 March 2024].

Sposito, C. and Scalisi, F. (2019), “A possible tool for the choice of building materials – The Environmental Product Declaration (EPD)”, in Bisson, M. (ed.), *MDA / 3rd International Conference on Environmental Design, Marsala 03-04 October 2019*, Palermo University Press, Palermo, pp. 189-199. [Online] Available at: [academia.edu/40469357/A\\_possible\\_tool\\_for\\_the\\_choice\\_of\\_building\\_materials\\_the\\_Environmental\\_Product\\_Declaration\\_EPD](http://academia.edu/40469357/A_possible_tool_for_the_choice_of_building_materials_the_Environmental_Product_Declaration_EPD) [Accessed 18 March 2024].

The European Parliament and the Council of the European Union (2010), *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*, document 32010L0031. [Online] Available at: [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32002L0091](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32002L0091) [Accessed 18 March 2024].

Trouwloon, D., Streck, C., Chagas, T. and Martinus, G.

(2023), “Understanding the Use of Carbon Credits by Companies – A Review of the Defining Elements of Corporate Climate Claims”, in *Global Challenges*, vol. 7, issue 4, article 2200158, pp. 1-18. [Online] Available at: [doi.org/10.1002/gch2.202200158](https://doi.org/10.1002/gch2.202200158) [Accessed 18 March 2024].

UNI EN 16883:2017, *Conservation of Cultural Heritage – Guidelines for improving the energy performance of historic buildings*. [Online] Available at: [store.uni.com/en/uni-en-16883-2017](http://store.uni.com/en/uni-en-16883-2017) [Accessed 18 March 2024].

UNI EN ISO 14020:2023, *Environmental statements and programmes for products – Principles and general requirements*. [Online] Available at: [store.uni.com/en/uni-en-iso-14020-2023](http://store.uni.com/en/uni-en-iso-14020-2023) [Accessed 18 March 2024].

UNI ISO 14021:2021, *Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)*. [Online] Available at: [store.uni.com/en/uni-en-iso-14021-2021](http://store.uni.com/en/uni-en-iso-14021-2021) [Accessed 18 March 2024].