



Università  
degli Studi di  
Messina  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Ar.Tec.  
Società Scientifica di  
Architettura Tecnica

# 2030 d.C.

## PROIEZIONI FUTURE PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE



2015

1992

2022



2030 d.C.

a cura di

**ALESSANDRA CERNARO**

**ORNELLA FIANDACA**

**RAFFAELLA LIONE**

**FABIO MINUTOLI**



**GANGEMI EDITORE**  
INTERNATIONAL

*Architettura*



Gli atti del Convegno 2030 d.C. Proiezioni future per una progettazione sostenibile sono stati realizzati con il contributo del Progetto n. 082030000276 "Sviluppo di metodi avanzati di restauro, diagnostica, e telecontrollo per la conservazione del patrimonio artistico architettonico" SMART-ART CUP G79J18000620007, Responsabile Scientifico: prof. Luigi Calabrese, Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Ingegneria.

L'obiettivo del progetto è lo studio, la sperimentazione e la successiva messa a punto prototipale di nuove metodologie (materiali e procedure) e tecnologie (strumenti e sistemi) innovative da applicare durante le diverse fasi del processo di recupero e conservazione del bene culturale, ivi compresa la sua fruizione. Le soluzioni progettuali proposte saranno validate su un dimostratore prototipale pilota di particolare pregio artistico architettonico (Chiesa della Madonna del Carmine, sita in via Ruggero Settimo - Noto, SR).

#### Patrocini



Università  
degli Studi di  
Messina  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Ar.Tec.  
Società Benefica di  
Architettura Tecnica

unione  
italiana  
disegno

ENEA



ORDINE DEGLI ARCHITETTI  
PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI MESSINA

ISTITUTO NAZIONALE  
BIOARCHITETTURA

#### Sponsor

Tradimalt

CNT

DOMORY

Intex  
Ingegneria | Innovazione

SM SCRIPTA MANENT

©

Proprietà letteraria riservata  
Gangemi Editore spa  
Via Giulia 142, Roma  
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa  
pubblicazione può essere  
memorizzata, fotocopiata o  
comunque riprodotta senza  
le dovute autorizzazioni.

*Le nostre edizioni sono disponibili  
in Italia e all'estero anche in  
versione ebook.*

*Our publications, both as books  
and ebooks, are available in Italy  
and abroad.*

ISBN 978-88-492-4558-5

# 2030 d.C.

## PROIEZIONI FUTURE PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

a cura di

ALESSANDRA CERNARO

ORNELLA FIANDACA

RAFFAELLA LIONE

FABIO MINUTOLI

GANGEMI EDITORE  
INTERNATIONAL

- 11 **INTRODUZIONE**  
*Raffaella Lione*
- 15 **I. COMUNITÀ SOSTENIBILI: EDIFICIO, QUARTIERE, TERRITORIO**
- 17 1. Dal Map-Oriented al GIS-Oriented: la strada verso una pianificazione partecipativa open source  
From Map-oriented to GIS-oriented: the road to an open source participative planning  
*M. Arena, F. Cannata, M. Di Gangi*
- 29 2. Costruire e Abitare nelle Culture del Mediterraneo  
Building and Living in Mediterranean Cultures  
*G. Bernardo, L.M. Palmero*
- 39 3. La street art come motore di recupero e rigenerazione urbana delle aree interne. Un progetto condiviso per lo sviluppo di smart villages nell'area Madonita  
Street art as a driver of urban recovery and regeneration of inner rural areas. A shared design for the development of smart villages in the Madonie area  
*T. Campisi, S. Colajanni, M. Saeli, L. Lombardo*
- 51 4. Oltre la sostenibilità sociale, culturale e ambientale: esperienze di distretti storici resilienti in area Mediterranea  
Beyond the social, cultural and environmental sustainability: experiences of Mediterranean resilient historic districts  
*F. Fatiguso, M. De Fino, E. Cantatore*
- 63 5. Farum Midtpunkt. El escalonamiento como estrategia proyectual  
Farum Midtpunkt. Terracing as a design strategy  
*J.O. Ferrer Frau*
- 73 6. I post-graffiti ecologici: una simbologia evocativa, un segno sostenibile  
Eco-friendly post-graffiti: an evocative symbolology, a sustainable sign  
*O. Fiandaca*
- 87 7. Multi-criteria approach as a tool for sustainable design support  
*F. Finucci, A.G. Masanotti*
- 97 8. Abitare come servizio. Una progettazione rigenerativa per la città di domani  
Living as a service. A regenerative design for tomorrow's city  
*M. Fortelli, A. Rinaldi*
- 109 9. Borghi costieri mediterranei tra turismo stagionale e crisi post-industriale: workshop progettuali con le comunità locali  
Mediterranean coastal villages between seasonal tourism and the post-industrial crisis: project workshops with local communities  
*M. Fumo, G. Gugg, G. D'Angelo*
- 121 10. Edilizia pubblica incompiuta italiana: il progetto di riuso e ri-funzionalizzazione dell'ex Ospedale Psichiatrico di Laghetto (VI)  
Unfinished Italian public buildings: a reuse and re-functionalization intervention for the former Psychiatric Hospital of Laghetto (VI)  
*M. Giorio, A. Bertolazzi, R. Paparella, M. Savino*
- 133 11. La sostenibilidad como fenómeno cultural: estrategias territoriales en el Jardín de las Camándulas  
Sustainability as a cultural issue: territorial strategies in the Garden of Lies  
*C. González Duque*
- 143 12. Dalla densificazione all'intensificazione come parametro per la città sostenibile  
From the densification to the intensification as a benchmark for the sustainable city  
*F. Magliacani, D. Mandolesi*
- 157 13. Una rete di sostruzioni. Rapporto tra tecniche costruttive tradizionali e soluzioni tecnologiche innovative nel progetto dei paesaggi rurali  
A network of substractions. Relationship between traditional building techniques and innovative technological solutions in rural landscape design  
*F. Marras*
- 167 14. Un futuro sostenibile per i centri storici nell'era digitale: Genova, un progetto "sperimentale" di rigenerazione  
A sustainable future for historic centres in the digital age: Genoa, an "experimental" regeneration project  
*R. Morbiducci, C. Vite, S. Polverino, V. Bonini, E. Dassori*
- 177 15. Strategie progettuali per la valorizzazione e riqualificazione dell'ex Palazzo del Turismo nel contesto dell'area degli scavi archeologici di Montegrotto Terme

Design strategies for the enhancement and renovation of the former "Palazzo del Turismo" in the context of the archaeological excavations of Montegrotto Terme

*R. Paparella, M. Caini, R. Perilongo*

- 187 16. Collective participation for the sustainable redevelopment of degraded environments and urban public space  
*R.M. Vitrano*

## 197 II. CULTURAL HERITAGE: STORIA, RAPPRESENTAZIONE E PROGETTO

- 199 17. Architetture per lo spettacolo tra storia e attualità. Il caso romano del Quarticciolo  
Entertainment architecture between history and current events. The Roman Quarticciolo neighbourhood  
*M.L. Accorsi, S. Volterra*

- 209 18. Ri-conoscere il costruito attraverso l'analisi tipologica: un caso di studio nell'area metropolitana di Napoli  
Re-knowing the building through typological analysis: a case study in the metropolitan area of Naples  
*R. Agliata, L. Mollo*

- 217 19. Prospettive di conservazione e riuso per la Banca Agricola di Gregotti-Meneghetti-Stoppino a Novara (1960-1962). Necessità di una rilettura critica  
Prospects for conservation and reuse of the Banca Agricola designed by Gregotti-Meneghetti-Stoppino in Novara (1960-1962). The need for a critical reinterpretation  
*F. Albani, M. Gambaro*

- 227 20. Rilievo architettonico e BIM per il progetto di recupero di una villa in provincia di Messina  
Architectural survey and BIM for the recovery project of a villa in the province of Messina  
*A. Altadonna*

- 237 21. Una retrospettiva in prospettiva: alcuni protagonisti del Movimento Moderno e il disegno della «nuova abitazione»  
A retrospective in perspective: some protagonists of the Modern Movement and the drawing of the «new home»  
*A. Arena*

- 247 22. Ibridazione delle tecniche tra innovazione e tradizione. La prima costruzione in cemento armato a L'Aquila: il Nuovo Manicomio Provinciale 1903-1916

Hybridization of techniques between innovation and tradition. The first reinforced concrete construction in L'Aquila: the New Provincial Insane Asylum 1903-1916

*A. Bellicoso*

- 259 23. The 20th-Century Heritage and the Collective Housing Buildings: the refurbishment of the Orphanage "Don Minozzi" in Antrodoco, L'Aquila

*A. Bellicoso, A. Tosone, F. Tedeschini*

- 271 24. Il ruolo della rappresentazione per un sistema complesso resiliente: le Saline siciliane di Trapani e Paceco

The role of representation for a resilient complex system: the sicilian salt flats of Trapani and Paceco

*M. Benente, C. Boido*

- 281 25. L'edilizia residenziale prefabbricata nell'Albania socialista (1950-1980). Caratteri tipologici e costruttivi

Prefabricated residential buildings in Socialist Albania (1950-1980). Typological and constructive features

*A. Bertolazzi, A. Lama, G. Croatto, U. Turrini*

- 291 26. Il tempo sospeso del disfacimento dell'incompiuto dei borghi di Schisina durante la Riforma agraria degli anni Cinquanta in Sicilia. Difficile Cultural Heritage utopico e/o possibili proiezioni future?

The Suspended Time of the Decline of the Unfinished of the Schisina Small Rural Towns during of the Agrarian Reform of the 1950s in Sicily. Difficult Utopian Cultural Heritage and/or Possible Future Projections?

*M.R. Caniglia*

- 303 27. Museo del tessile e museo antropologico. Dialogo sulla cultura

Textile museum and anthropological museum. Conversation about culture

*T. Casale, E. Garda*

- 313 28. Coperture metalliche autarchiche alla Cartiera Mecenate di Tivoli: un'applicazione inedita dei brevetti di Gino Covre

- Autarky metal roofing at the Mecenate Paper Mill in Tivoli: an unseen application of Gino Covre's patents  
*E. Currà*
- 325 29. L'architettura italiana 1945-1976: un'eredità moderna da conoscere, tutelare e valorizzare  
Italian architecture 1945-1976: a modern heritage to be known, protected and enhanced  
*G. Currò*
- 337 30. Il Disegno sostenibile *ante litteram* dell'architettura: la "Casa a ville sovrapposte" di Figini e Pollini a Milano  
The *ante litteram* sustainable design of architecture: Figini and Pollini's "Casa a ville sovrapposte" in Milan  
*S. Damiano, E. Di Mauro*
- 345 31. Da castello a carcere borbonico, la fortezza di Vizzini tra digitale e virtuale  
From castle to Bourbon prison, the fortress of Vizzini between digital and virtual  
*G. Di Gregorio*
- 353 32. Una distesa di superfici piane ritmate da lunghe travi ovoidali. Olivetti Argentina  
An expanse of flat surfaces rhythmised by long ovoid beams. Olivetti Argentina  
*G. Di Mari, E. Garda*
- 361 33. Edilizia scolastica industrializzata in Italia: indagini e strumenti per la conoscenza e la manutenzione  
Industrialized school building in Italy: surveys and tools for knowledge and maintenance  
*I. Giannetti, S. Mornati*
- 371 34. Nuovi approcci metodologici per il patrimonio storico-architettonico: il progetto Visualizing Cities  
New methodological approaches for the Historical / Architectural Heritage: the Visualizing Cities Project  
*A. Giordano*
- 379 35. Obiettivo 2030. Nuovi paradigmi per l'edilizia residenziale delle periferie urbane  
Goal 2030. New paradigms for housing in urban peripheries  
*R. Gulli, A. C. Benedetti, C. Costantino*
- 389 36. Rehabilitación de la arquitectura mudéjar a través del uso hotelero en Granada (España). Principios y modelos sostenibles en un barrio declarado Patrimonio Mundial  
Rehabilitation of Mudejar architecture through hotel use in Granada (Spain). Sustainable principles and models in a World Heritage site  
*M.L. Gutiérrez-Carrillo, E. Molero Melgarejo, S. De Medici, A. Monsù Scolaro*
- 401 37. Il disegno smonta e rimonta l'architettura. Un restauro grafico dei Lavatoi di Santa Brigida a Genova a confronto con l'integrità fisica della ricostruzione perenne del Tempio del Tesoro di Ise a Tokyo  
Drawing disassembles and reassembles architecture. A graphic restoration of the Santa Brigida wash houses in Genoa compared with the physical integrity of the perennial reconstruction of the Ise Treasure Temple in Tokyo  
*S. Innocenti*
- 409 38. Nuove forme di accessibilità intellettuale. Proposte per il Museo Regionale di Messina  
New forms of intellectual accessibility. Proposals for the Regional Museum of Messina  
*F. Minutoli, G. Salvo*
- 421 39. Tra ingegneria e architettura. I pozzi di estrazione della Monteponi  
Between engineering and architecture. The Monteponi extraction wells  
*G. Monni, A. Sanna*
- 433 40. I presidi per la lotta alla tubercolosi realizzati negli anni Trenta: il caso del Sanatorio Antonio Galateo a Lecce  
The structures for the prevention of tuberculosis created in the 1930s: the case of the Sanatorium Antonio Galateo in Lecce  
*C. Paolini, M. Pugnaletto*
- 445 41. Roberto Calandra a Messina (1957-1970). Urbanistica, Architettura e Ingegneria Sismica  
Roberto Calandra in Messina (1957-1970). Urban Planning, Architecture and Seismic Engineering  
*F. Passalacqua*
- 457 42. Strutture pastorali in Aspromonte: Rilievo di un *pagghiaru* in località Cannuli di Samo (RC)  
Pastoral structures in Aspromonte: Survey of a *pagghiaru* in Cannuli, Samo (RC)  
*L. Pizzonia*
- 465 43. Costruzioni tradizionali con sistema misto in terra e legno tra il Perù meridionale ed il Cile settentrionale

- Traditional construction with mixed earth and wood system between southern Peru and northern Chile  
*A. Rivera Vidal, M. Achenza, B. Bruno*
- 477 44. La riqualificazione della ex ferrovia marmifera di Carrara  
The redevelopment of the ex marmifera railway in Carrara  
*L. Secchiari*
- 487 45. Applicazioni di prefabbricazione edilizia in Italia negli anni Sessanta: il sistema Estiot nell'attività della Società Generale Immobiliare-Sogene  
Usage of prefabrication in Italy in the 1960s: the Estiot system in the activity of the Società Generale Immobiliare-Sogene  
*F. Spada*
- 499 46. Primi dati dal sito rupestre in località Pignarelle, Palmi (RC). Rilievo, analisi, problemi aperti  
First data from the rupestrian site of Pignarelle, Palmi (RC). Survey, analysis, open problems  
*F. Stilo*
- 507 47. Restauro e sostenibilità: termini contrapposti o convergenza di intenti?  
Restoration and sustainability: opposing terms or convergence of purpose?  
*F. Todesco*
- 517 48. Tubi Dalmine. Sperimentazioni e brevetti per edifici a struttura metallica  
Dalmine's tubes. Experimentations and patents for steel buildings  
*A. Tosone, M. Abita, D. Di Donato, R. Morganti*
- 529 49. La conoscenza finalizzata alla tutela e valorizzazione del patrimonio costruito del Novecento. Una proposta per l'Arena Puccini di Bologna  
Knowledge aimed at the protection and valorisation of the 20th century built heritage. A proposal for the Puccini Arena in Bologna  
*F. Vandelli, C. Costantino, G. Predari*
- 541 50. Memoria, conservazione, valorizzazione: il Palazzo Balsamo a Messina  
Memory, conservation, enhancement: the Palazzo Balsamo in Messina  
*E. Vita*
- 551 **III. INNOVAZIONE TECNOLOGICA  
"CIRCOLARE": PROCESSO, PROGETTO, RISORSE**
- 553 51. Un esempio di innovazione circolare e sostenibile: facciata continua in legno  
An example of circular and sustainable innovation: wooden curtain wall  
*R. Agliata, P. Munafò*
- 563 52. PCM based composite plasters for sustainable and energy - efficient buildings  
*G. Airò Farulla, V. Palomba, V. Brancato, A. Caprì, G. Gullì, R. Bertino, D. La Rosa, F. Costa, G.E. Dino, F. Grungo, A. Frazzica*
- 575 53. Scenari circolari: il ruolo degli scarti nell'innovazione di procedimento, processo e prodotto. Il caso di studio del settore dei laterizi  
Circular scenarios: the role of waste and by-products for procedure, process, and product innovation. The case study of the brick industry  
*J. Andreotti, A.F.L. Baratta, R. Giordano*
- 587 54. Assessment of the potential use of recycled polyethylene as a green roof drainage layer  
*S. Cascone, A. Gagliano*
- 595 55. Evolution of concretes between the 20th and 21st Centuries High-tech mixes and re-cycling aggregates  
*A. Catalano, C. Sansone, L. Mollo*
- 607 56. Integrare la percezione degli impianti fotovoltaici nella pianificazione urbanistica. Il caso studio di Arcos de la Frontera  
Integrating public perception on the impact of photovoltaic applications in planning tools. A case study in Arcos de la Frontera  
*A. Codemo, M. Ghislanzoni, R. Albatini*
- 619 57. Preliminary studies on concept of a marine container inspired steel/wood module for housing, emergency or tourism: from design to manufacturing  
*G. Di Bella, G. Di Dio, G. Viola, M. Chairi*
- 631 58. Progettazione tecnologica di interventi integrati di retrofit sismico ed energetico nell'ambito del progetto e-SAFE  
Technological design of integrated seismic and energy retrofit interventions within the e-SAFE project  
*D. Distefano, G. Margani, G. Rodonò, V. Sapienza, C. Tardo*

- 641 59. Co-designing sustainability: the case of via Acquicella Porto in Catania  
*S. D'Urso, G. Margani, G. M. Nicolosi, V. Pavone, L. Saija, C. Tardo*
- 653 60. Renovation, densification, and intensification in the built environment  
*A. Ferrante, A. Monacelli, A. Fotopoulou, C. Mazzoli*
- 665 61. Per una storia della decostruzione: la "demolizione" di palazzo della Torre a Udine  
Towards a history of deconstruction: the "demolition" of Torre Palace in Udine  
*A. Frangipane*
- 673 62. I SuDS per l'adattamento al cambiamento climatico: uso innovativo dei sistemi vegetati e drenanti  
The SuDS for adaptation to climate change: innovative use of vegetated and drainingsystems  
*E. Giacomello, C. Cabrera Aparicio, D. Trabucco*
- 681 63. Digital tools for circular buildings and resilient urban ecosystems  
*A. Guida, G. Bernardo, V. Porcari*
- 689 64. Flexural toughening of a cementitious mortar reinforced with wave-shaped short plastic fibers  
*G. Gullì, D. Palamara, P. Bruzzaniti, R. Bertino, F. Grungo, L. Calabrese*
- 697 65. Il *Pagliaru Novu*. Un'architettura circolare tra tradizione e innovazione  
The *Pagliaru Novu*. A circular architecture between tradition and innovation  
*L. Insinna, E. Montacchini, S. Tedesco*
- 709 66. Approccio integrato per la caratterizzazione delle murature storiche siciliane. Il caso di Gangi  
Integrated mechanical and thermal analysis of historic masonry walls in Sicily: the case study of Gangi  
*E. La Placa, E. Genova, C. Nasello, C. Vinci*
- 719 67. Analysis and classification of conventional and innovative insulation materials: towards a circular economy approach  
*A. Lucchini, A. Pagliuca, E.S. Mazzucchelli, D. Gallo*
- 731 68. Analisi del ciclo di vita di un edificio residenziale in balle di paglia e confronto con tecnologie convenzionali  
Life cycle assessment of a straw bale house and comparison with conventional technologies  
*N. Manfredini, L. Guardigli*
- 743 69. Valutazione dell'effettiva sostenibilità dei Wood Plastic Composites e applicazione ad un caso studio  
Assessment of the actual sustainability of Wood Plastic Composites and application to a case study  
*F. Minutoli*
- 753 70. Implementare il profilo ambientale e la circolarità delle risorse negli appalti pubblici di riqualificazione del costruito  
Implementing the environmental profile and resources circularity in green public procurement refurbishment works  
*A. Monsù Scolaro, S. De Medici, M.L. Gutierrez-Carrillo, F.E. Molero Melgarejo*
- 765 71. El Bambú Guadua en la Herencia del Paisaje Cultural Cafetero: un caso de estudio como refuerzo estructural  
Bamboo in the Cultural Heritage of the Colombian Coffee Zone: a case study as structural reinforcement  
*A. Salas Montoya, J. A. Robledo Posada, F. Torres Corrales*
- 775 72. Vertical Greenery System in clima mediterraneo: riflessioni per un'architettura sostenibile  
Vertical Greenery System in Mediterranean Climate: thinking for a sustainable built environment  
*A. Moschella, A. Lo Faro, G. Lombardo, G. Sciuto, F. Nocera*
- 787 73. Il riciclo del vetro piano per l'impiego in soluzioni tecnologiche avanzate  
Flat glass recycling for advanced technological solutions  
*L. Trulli*
- 797 **IV. SALUTE, BENESSERE, SICUREZZA: VECCHI E NUOVI MODELLI DELL'ABITARE**
- 799 74. La Fitodepurazione dell'aria nella riqualificazione energetica degli edifici  
Indoor Air Phytoremediation and building energetic enhancement  
*F. Broglia*
- 807 75. Effects of retrofit in public building schools provided by urban green infrastructure: a case study in southern Italy  
*K.A. Castro M., R. Corrao, C. Vinci*



- 817 76. Qualità abitativa. Il distretto di edilizia popolare del quartiere Japigia di Bari  
Housing quality. The affordable housing district in Bari's Japigia district  
*C. Chiarantoni*
- 829 77. L'abitare sostenibile  
The sustainable living  
*V. De Caro, G. Gatto*
- 841 78. Approcci adattivi e strategie operative per palinsesti resilienti. Ricostruzione versus Rigenerazione  
Adaptive approaches and operational strategies for resilient palimpsest. Reconstruction versus Regeneration  
*D. Di Donato, V. Lusi, M. Abita*
- 849 79. L'edonismo sostenibile: la progettazione consapevole del futuro  
Hedonistic Sustainability: conscious design of the future  
*E. Garda, A. Rabbia*
- 859 80. Verso nuovi modelli residenziali per studenti universitari tra sostenibilità, sicurezza e salute  
Towards new residential models for university students between sustainability, safety and health  
*A. Greco, F. Pelini*
- 871 81. L'abitare: alcuni rapporti tra l'abitante e la casa o del connettere  
Living: some relationships between the inhabitant and the house or their connection  
*C. Marchese*
- 883 82. L'abitare: nella materia abitata o del relazionarsi  
Living: in the inhabited matter or of relating  
*C. Marchese*
- 895 83. Architettura storica e sostenibilità ambientale: edifici a confronto  
Historic architecture and environmental sustainability: buildings compared  
*G. Minutoli*
- 909 84. Sick House Syndrome VS Covid-19: aspetti clinico-psichiatrici in contesti tecnico-architettonici. Risultati preliminari di uno studio multidisciplinare  
Sick House Syndrome VS Covid-19: clinical-psychiatric issues in technical-architectural contexts. Preliminary results of a multidisciplinary study  
*G. Salvo, M. Muscatello, I. Blanco*
- 921 85. Il concetto di comfort nelle certificazioni GBC Historic Building®  
The concept of comfort in GBC Historic Building® certifications  
*L.M.S. Savoca*
- 931 86. Dopo la pandemia: la valorizzazione dei beni culturali nei contesti museali attraverso un approccio multidisciplinare innovativo  
After the Pandemic: Enhancement of Cultural Heritage in Museum Contexts through an Innovative Multidisciplinary Approach  
*C. Tedeschi, M. Pretelli, L. Signorelli, M.A. De Vivo, A. Gabrielli*
- 943 87. Abitare con la natura: la casa contemporanea tra hortus conclusus e giardini verticali  
Living with nature: the contemporary home between hortus conclusus and vertical gardens  
*F. Viola, F. Polverino*
- 951 **V. OTTIMIZZAZIONE DELLE QUALITÀ PRESTAZIONALI DEGLI EDIFICI: SIMULAZIONE E COSTRUZIONE**
- 953 88. Net Zero Carbon Building: un caso studio di metodo a Milano  
Net Zero Carbon Building: a methodological case study in Milan  
*D. Besana, D. Tirelli*
- 963 89. Verso un nuovo Urban Energy Simulation Model. Prime applicazioni ad un caso studio  
Towards a new Urban Energy Simulation Model. First applications to a case study  
*R. Chieppa, G.R. Dell'Osso, F. Iannone*
- 975 90. Valutazione dell'impatto di scenari climatici e macroeconomici sulla convenienza di riqualificazioni di edifici "a energia quasi zero": applicazione di un approccio LCC stocastico a un edificio di riferimento  
Evaluation of the impact of climatic and macroeconomic scenarios on the convenience of "nearly zero energy" building renovations: application of a stochastic LCC approach to a reference building  
*E. Di Giuseppe, G. Maracchini, M. D'Orazio*
- 985 91. Costruzioni in legno e paglia. Valutazioni energetiche ed economiche  
Wooden and straw buildings. Energy and economic assessment  
*M. La Noce, G. Sciuto, A. Odierna*

- 997 **VI. LA DIGITALIZZAZIONE  
DEL PROCESSO EDILIZIO**
- 999 92. Un percorso di digitalizzazione "multilivello" per l'ex Istituto di Farmacologia e Patologia Generale di Messina e il suo ornato in pietra artificiale. Le tappe per acquisire la conoscenza  
A "Multilevel" digitalisation path for the former Pharmacology and General Pathology Institute of Messina and its ornamentation in artificial stone. The stages to acquire knowledge  
*G. Angileri, A. Cernaro, G. Tomasello*
- 1013 93. Un percorso di digitalizzazione "multilivello" per l'ex Istituto di Farmacologia e Patologia Generale di Messina e il suo ornato in pietra artificiale. Le tappe per una fruizione informativa della conoscenza  
A "Multilevel" digitalisation path for the former Pharmacology and General Pathology Institute of Messina and its ornamentation in artificial stone. The stages for an informative fruition of knowledge  
*G. Angileri, A. Cernaro, G. F. Russo*
- 1025 94. Renew-Wall: innovazione e comunicazione di un processo edilizio tra impresa, professione e ricerca  
Renew-Wall: innovation and communication of a building process between business, profession and research  
*A. Barbini, E. Bernardini, G.A. Massari, O. Roma*
- 1037 95. Il potenziale dell'I-BIM nella gestione della manutenzione delle infrastrutture stradali  
The I-BIM potential in road infrastructure maintenance management  
*G. Bosurgi, O. Pellegrino, A. Ruggeri, N. Rustica, G. Sollazzo*
- 1047 96. Digitalizzazione e gestione di patrimoni universitari diffusi attraverso l'integrazione dati BIM-GIS  
Digitalization and management of diffused university assets through BIM-GIS data integration  
*G.M. Di Giuda, D. Accardo, S. Meschini, L.C. Tagliabue*
- 1061 97. Progettare digitale - Costruire sostenibile  
Digital design - Sustainable building  
*P. Fiamma, S. Biagi*
- 1071 98. Il patrimonio costruito e cambiamenti climatici: il ruolo delle valutazioni digitali in merito alla resilienza termica degli spazi aperti storici  
Built heritage and climate change: the role of thermal resilience digitally investigation in outdoor historical context  
*B. Gherri*
- 1083 99. Un metodo innovativo per una Navigazione Interna Virtuale 3D basata su Geotags  
An Innovative Method for 3D Virtual Indoor Navigation based on Geotags  
*V. Lukaj, C. Sicari, F. Martella, A. Celesti, M. Fazio, M. Villari*
- 1095 100. Usi e caratteristiche di modelli informativi a supporto della resilienza dei sistemi edilizi  
Uses and characteristics of information models to support the resilience of building systems  
*R. Marmo, C. Falce, E. Sicignano*
- 1103 101. Optimization study of FDM 3d printing for the presentation of the architectural models  
*A. Martinelli, T.G. Comunian, V. Fazzina, S. Porro*
- 1115 102. Confronto di due diversi strumenti di integrazione tra BIM e LCA  
Comparison of two different BIM-LCA integration tools  
*A. Michelin, D. Trabucco, E. Giacomello*
- 1127 103. Modellazione semantica e rilievo fotogrammetrico: due metodologie a confronto nell'ambito dell'HBIM  
Semantic modeling and photogrammetric survey: two methodologies compared in the context of HBIM  
*S. Mollica*
- 1139 104. La sostenibilità e la rivoluzione digitale del settore delle costruzioni  
The sustainability and digital revolution of the construction sector  
*C. Vite*

## INTRODUZIONE

Di sostenibilità forse si è parlato troppo.  
O troppo poco.

Il Convegno *2030 d. C. Proiezioni future per una progettazione sostenibile* si pone in un preciso momento di transizione della vita sociale, ecologica, economica, politica, culturale del nostro Paese, in cui l'attenzione per la "sostenibilità", tematica trasversale, interdisciplinare e intersettoriale, non si può più limitare ad essere soltanto un atto doveroso di responsabilità e di impegno – spesso insufficiente o, peggio, meramente strategico – bensì deve diventare il movente di azioni pragmatiche finalizzate a ottenere risultati concreti.

Questo è il motore che ha indirizzato l'impostazione del Convegno su una serie di registri non soltanto teorici ma anche molto operativi, cercando di mettere a confronto, tanto sul piano dialettico quanto su quello attuativo, contributi e pensieri diversi tra loro per giungere ad un quadro di sintesi che, nel riconoscere la molteplicità e la varietà delle idee, sia in grado di individuare quel fil rouge che lega le sorti del pianeta con le nostre esigenze, le aspettative, le abitudini, le capacità, forse i sogni, di certo i modi di "stare" su questo strano oggetto che è la "terra" e quindi di *abitarvi* e di *abitarla*, di *usarla* e al contempo *conservarla* e *preservarla*.

Siamo passati e stiamo passando attraverso esperienze violentissime e fulminee rispetto ai tempi dell'umana adattabilità, ad oggi tutt'altro che archiviate, come la pandemia, la guerra così vicina, le follie del clima, le modificazioni sociali e culturali: ricordarle, ricordarcene, non è una banalizzazione mediatica, bensì una necessità e non farlo sarebbe colpevole ... Ma non basta, dobbiamo soffermarci a riflettere per interpretare quale debba essere il ruolo di noi ricercatori, studiosi, docenti, tecnici, progettisti, architetti, ingegneri, magari anche imprenditori o soltanto lettori attenti dei tempi per garantire quel progresso ribadito dai 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile inquadrati all'interno di un programma d'azione più vasto, costituito da ben 169 target, da raggiungere entro il 2030. Mentre gli eventi, le analisi, le statistiche, le previsioni sembrano spesso dire il contrario, le nostre volontà, l'evoluzione scientifica, il progresso tecnologico fanno sperare che si possa riuscire a restare sulla terra ancora per decine, centinaia e magari migliaia di anni, a farla prosperare, a proteggerla da noi stessi, a lasciarla in eredità a chi dopo di noi saprà fare sempre meglio di quanto noi abbiamo fatto, meritando così appieno il diritto di viverci sopra.

Come è stato (almeno in parte) attuato contro la pandemia e si realizzerà (lo sperano tutti) contro la crisi del gas, come ormai da anni si cerca di operare (con esiti ancora modesti) contro la CO<sub>2</sub>, l'inquinamento in genere, i rifiuti, il consumo delle risorse primarie, acqua, suolo, combustibili ..., dovremo continuare a fare con la contezza che il contesto – politico, sociale, economico, produttivo – responsabile della situazione drammatica in cui ci troviamo è esattamente lo stesso contesto – scientifico, tecnico, tecnologico – in grado di fornire gli strumenti culturali e pratici per proiettarci in un futuro che dalla memoria del passato, errori inclusi, tragga le lezioni per affrontare le sfide ambientali e istituzionali, così numerose e complesse da richiedere l'impegno di tutti all'insegna di una profonda consapevolezza e di una limpida onestà intellettuale.

Nessuna approssimazione, nessuno sconto, nessun alibi, nessun rinvio, nessuna fuga dalla realtà hanno diritto di cittadinanza nel nostro pianeta prossimo al collasso. La massiccia partecipazione

a questo evento dei colleghi ricercatori, nel senso più bello del termine, anzi di entrambi i termini (ché se è vera la grande e appassionata curiosità che la parola "ricercatore" sottintende, è altrettanto vero che sentirsi "colleghi" significa non essere soli nella speranza di contribuire, in qualsiasi misura, a un futuro sostenibile), la varietà dei punti di vista e degli approcci, la ricchezza di sfumature, la capacità che i paper pervenuti hanno dimostrato di sapere non soltanto interpretare ma soprattutto arricchire i topic proposti testimoniano, senza ombra di dubbio, quanto, nel rispetto del valore identitario di ogni studioso nei confronti dello specifico settore disciplinare di appartenenza, si avverta il bisogno che dall'essere colleghi si passi a essere "gruppo", superando l'appartenenza alla stessa Area, e testimoniano anche quanto "cuore" stiamo mettendo insieme con la testa nel tentativo di partecipare tutti a una battaglia degna di essere combattuta. Mi turba profondamente sentir dire che il mio, il nostro concorso alla raccolta differenziata o al risparmio energetico o al rispetto di aria, acqua, suolo è ridicolo a fronte dei grandi sprechi delle multinazionali: non riesco a condividere il pensiero di chi rinuncia, di chi ritiene che il compito sia di altri, di chi aspetta grandiose e nobili azioni da parte di chissacchi. Proprio a molti di noi, tra l'altro, è affidato il ruolo grato e al contempo terrifico di "formare" i nostri allievi in modo tale che nessuno di loro pensi mai "non tocca a me". La mia lunghissima vita universitaria sta per concludersi e se c'è una cosa di cui desidero sinceramente vantarmi senza alcuna modestia è di non aver mai pensato che il mio apporto, per quanto misero e fallace, fosse inutile, di aver sempre creduto che il bene e l'etica di un paese, di un popolo, di una nazione, del pianeta, siano la somma, o meglio l'integrale, del buon fare di tante singole piccolissime entità.

Prima di concludere, vorrei esplicitare dei ringraziamenti e condividere una riflessione.

I ringraziamenti sono in primo luogo per i miei molto più amici che colleghi del Comitato Coordinatore, del quale anche io, ovviamente, faccio parte, arrogandomi, in qualità di "socio anziano", il diritto di introdurre questo evento... Mi riferisco a Ornella e Fabio, con i quali arriviamo ora al terzo Convegno organizzato a Messina con lucida follia, avendo cioè piena cognizione della fatica e dell'impegno necessari, ma al tempo stesso della grande soddisfazione che se ne può ricavare; la mia gratitudine si estende anche alla più giovane, ma non meno efficace, Alessandra, la quale degnamente completa il gruppo dei quattro impavidi Moschettieri che formano il Comitato Organizzatore! Ancora, ringrazio tutta la corposa squadra del Comitato Scientifico per il lavoro svolto, nonché i nostri giovani dottorandi e assegnisti per il supporto fornito in svariate attività e incombenze (mi piace leggere in tutte queste belle collaborazioni un rapporto che va oltre l'attività operativa per sconfinare in una sfera che credo si possa definire attinente agli affetti!). Ringrazio, non soltanto doverosamente ma davvero sentitamente, l'Ateneo messinese e il Dipartimento di Ingegneria, nelle figure del Magnifico Rettore Prof. Salvatore Cuzzocrea e del Direttore Prof. Eugenio Guglielmino, e di tutti coloro che a vario titolo hanno fornito con il proprio lavoro valido aiuto al nostro; ringrazio l'ARTEC, che ha sposato sin dalla prime timide ipotesi la nostra idea, e ringrazio tutti gli altri enti, le associazioni scientifiche e le istituzioni che hanno concesso il proprio patrocinio, nonché i Direttori delle Riviste che hanno accettato la proposta di selezionare, tra quelli inviati al Convegno, i contributi meritevoli di essere pubblicati. Esprimo infine una profonda gratitudine agli sponsor, che, pur consapevoli della ridotta risonanza mediatica degli eventi prettamente culturali, si sono esposti a sostenerci, nel tentativo di diffondere le istanze della sostenibilità e dell'abitare sostenibile. La riflessione riguarda la denominazione che il Comitato Organizzatore ha scelto per questo Convegno, utilizzando una data emblematica e due coppie tra loro analoghe di significative parole chiave. *2030 d. C.*: la data, ovviamente e manifestamente nasce dal riferimento alla Agenda ONU, ma il suo significato, per me, va ben oltre questa banale spiegazione, diventando un monito. Penso a quando uscì il film *2001 Odissea nello Spazio*: era il 1968 e quella data nel titolo sembrava lontanissima... Poi, dopo trent'anni, è arrivata e forse non ci abbiamo fatto caso, e già da altri venti anni è trascorsa e, mi sembra, non ce ne siamo accorti.

Nel 1972 la conferenza di Stoccolma sull'Ambiente Umano, nel 1991 la definizione di "sviluppo

sostenibile” da parte della World Conservation Union, nel 1992 il Summit della Terra a Rio de Janeiro e il programma di azione di Agenda 21, il Piano Nazionale (italiano) per lo sviluppo Sostenibile e così via di conferenza in conferenza, di summit in summit fino al 2015, quando al vertice delle Nazioni Unite viene adottata l’Agenda 2030... Conto di nuovo cinquant’anni tra la prima e l’ultima data ora citate e non vorrei che anche stavolta – ecco il monito – le lasciassimo scorrere via senza farci caso.

*Proiezioni future*: sostantivo e aggettivo si rafforzano attraverso il legame implicito che esiste tra il saper proiettare, pre-figurare, e il futuro nel quale le proiezioni si attuano. Ma in questo caso sono le proiezioni stesse a voler essere future, a suggerire lo sforzo di guardare sempre più lontano; come se, nel momento in cui ci sediamo al tavolo di lavoro non dovessimo accontentarci di elaborare proiezioni da “destinare *al futuro*”, come parrebbe ovvio, ma ci mettessimo sulla testa un casco virtuale che ci permetta di “pensare *nel futuro*”.

*Progettazione sostenibile*: anche in questo caso sostantivo e aggettivo si sostengono a vicenda e ribadiscono quanto espresso dalla prima coppia di parole, dato che non soltanto, come è noto, ‘progettazione’ e ‘proiezione’ vengono dal medesimo etimo, il latino tardo *proiectare*, e significano praticamente la stessa cosa (gettare avanti), ma anche ‘futuro’ e ‘sostenibile’ stanno diventando, o meglio dovranno sempre più essere, sinonimi. A noi la sfida di collaborare a far sì che questa corrispondenza verbale diventi reale!

Chiudo così questo discorso, troppo lungo per chi legge e troppo breve per chi scrive, passando la parola al coro di voci che si sono unite, qui e ora, per indagare, raccontare, riferire, discutere... In sostanza per elaborare proiezioni future per una progettazione sostenibile prima che il 2030 ci scappi dalle mani.

RAFFAELLA LIONE

*Messina, 17-18-19 novembre 2022 d. C.*

### III. INNOVAZIONE TECNOLOGICA “CIRCOLARE”: PROCESSO, PROGETTO, RISORSE

Il rapporto tra economia circolare e innovazione tecnologica sembra biunivoco e necessario.

Si ipotizza che una industria 4.0 possa garantire l'ottimizzazione dei consumi energetici e di risorse non rinnovabili, riducendo gli sprechi energetici e gli scarti generati nel processo di produzione.

Purtuttavia, se è una realtà che certificazioni di qualità, dichiarazioni di prestazioni, LCA di prodotto preludono a un percorso cradle to cradle, non bisogna ignorare che ci sono molteplici opzioni per raggiungere obiettivi sostenibili anche in presenza di esperienze produttive tradizionali e artigianali.

I contributi nel panorama delle innovazioni di processo, progetto e prodotto, potranno comprendere:

- la definizione di soluzioni tecnologiche innovative e al contempo l'uso innovativo di soluzioni tecnologiche tradizionali;
- **Circular Building e Circular Technologies**: un approccio progettuale e/o tecnologico orientato al Design for Disassembly;
- l'estensione del ciclo di vita utile mediante il modello della rigenerazione tecnologica (5R);
- la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione;
- la sfida dei materiali innovativi: a km zero, da risorse rinnovabili e/o da riciclo, riciclabili;
- le certificazioni di qualità VS la qualità di processo, progetto, prodotto.

## Analysis and classification of conventional and innovative insulation materials: towards a circular economy approach

*A. Lucchini<sup>1</sup>, A. Pagliuca<sup>2\*</sup>, E.S. Mazzucchelli<sup>3</sup>, D. Gallo<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Milano (Italia), [angelo.lucchini@polimi.it](mailto:angelo.lucchini@polimi.it)

<sup>2\*</sup> Università degli Studi della Basilicata, Matera (Italia), [antonello.pagliuca@unibas.it](mailto:antonello.pagliuca@unibas.it)

<sup>3</sup> Politecnico di Milano, Milano (Italia), [enrico.mazzucchelli@polimi.it](mailto:enrico.mazzucchelli@polimi.it)

<sup>4</sup> Università degli Studi della Basilicata, Matera (Italia), [donato.gallo@unibas.it](mailto:donato.gallo@unibas.it)

### ABSTRACT

In the field of circular and Green Economy, thermal and acoustic insulation in buildings is an essential requirement for an increasingly efficient architecture. In case of built heritage regeneration and refurbishment, as well as in new constructions, the choice of an insulating material should not be related only to the thermal transmittance value but, to guarantee a complete and exhaustive design result, to the achievement of all the qualitative and technical requirements, and to a complete material and functional characteristics assessment as well. The sustainability of their entire life cycle and the parameters of the Green Economy are also considered. The study (part of a broader research aimed at identifying innovative products) systematically analyses the products characteristics of the main families of insulating materials (organic-natural, organic-synthetic, inorganic-natural, inorganic-synthetic, including the last generation of insulations too). In particular, for each insulating material, the research investigates the diffusion and use level in the Italian market, as well as their environmental sustainability (biodegradability, recyclability and renewability), providing an overview of the aspects of Life Cycle Assessment and eco-balance. The systematization of these processes aims to promote, considering the same performance level, the choice of insulating materials with reduced environmental impact (regardless of its nature, if natural or synthetic), highlighting the variability of this parameter in relation to the use context, and aiming at an integrated and objective design of thermal and acoustic insulation.

### KEYWORDS

*Insulating materials, Regeneration, Refurbishment, Integrated Building, Green Economy*

### 1. INTRODUCTION

The transition to a more circular economy, where the value of products, materials and resources is maintained and circulated (by recycling activities) in the economy for as long as possible, is an essential contribution to the EU's efforts to develop a sustainable, low carbon, resource efficient and competitive economy [1]. However, the potential offered by circular thinking goes far beyond the common objectives of waste reduction and recycling procedures, opening new horizons in the way of designing new buildings and restoring built heritage. In this framework, building envelope insulation is recognized to be crucial for an energy-efficient and comfortable indoor environment [2,3]. Therefore, the choice of an insulating material should not be related only to its thermal transmittance value but, to guarantee a complete and exhaustive design result, to the achievement of all the qualitative and technical requirements, and to sustainability as well. In the last years, and even before the COVID-19 pandemic, the European and Italian construction industry was characterized by a strong decrease trend. The uncertain dynamics of the sector have been caused by: recover investments failures, economic politics and a general decrease in consumers' confidence, that compromised the expected positive evaluations [4]. According to the European Authority,

the recovery of the construction industry can take place through a “*prudential regulation*” aimed at overcoming the liquidation approach that characterized banks and investment funds activities, developing a new model of circular economy to protect all the stakeholders. The circular economic process could encourage them through subsidized financings or tax credits, as well as through building requalification processes with a positive impact on the environment [4-6]. Despite the crisis of the construction sector, the thermal insulation market is constantly growing all over Europe, due to energy retrofit interventions of the built heritage, and to new Zero Energy Building constructions, often catalysed by European Directives (EPBD - Energy Performance of Buildings Directive, 2018/844/UE Directive, etc.) and national ones (e.g., in Italy, Decreto Crescita, Legge di Bilancio, Project bond, Piano città, etc.). These standards are strictly connected to renewability, recyclability, biodegradability aspects, as well as to certification protocols (CAM - Criteri Ambientali Minimi, EPD – Environmental Product Declaration, etc.) [7], and to the achievement of higher energy performance levels [8]. According to some market researches [9,10], the total market for thermal insulation products in Europe amounted to 270 million cubic meters in 2018 and to 274.5 million cubic meters in 2019, with an increase of 1.6% (Fig. 1).

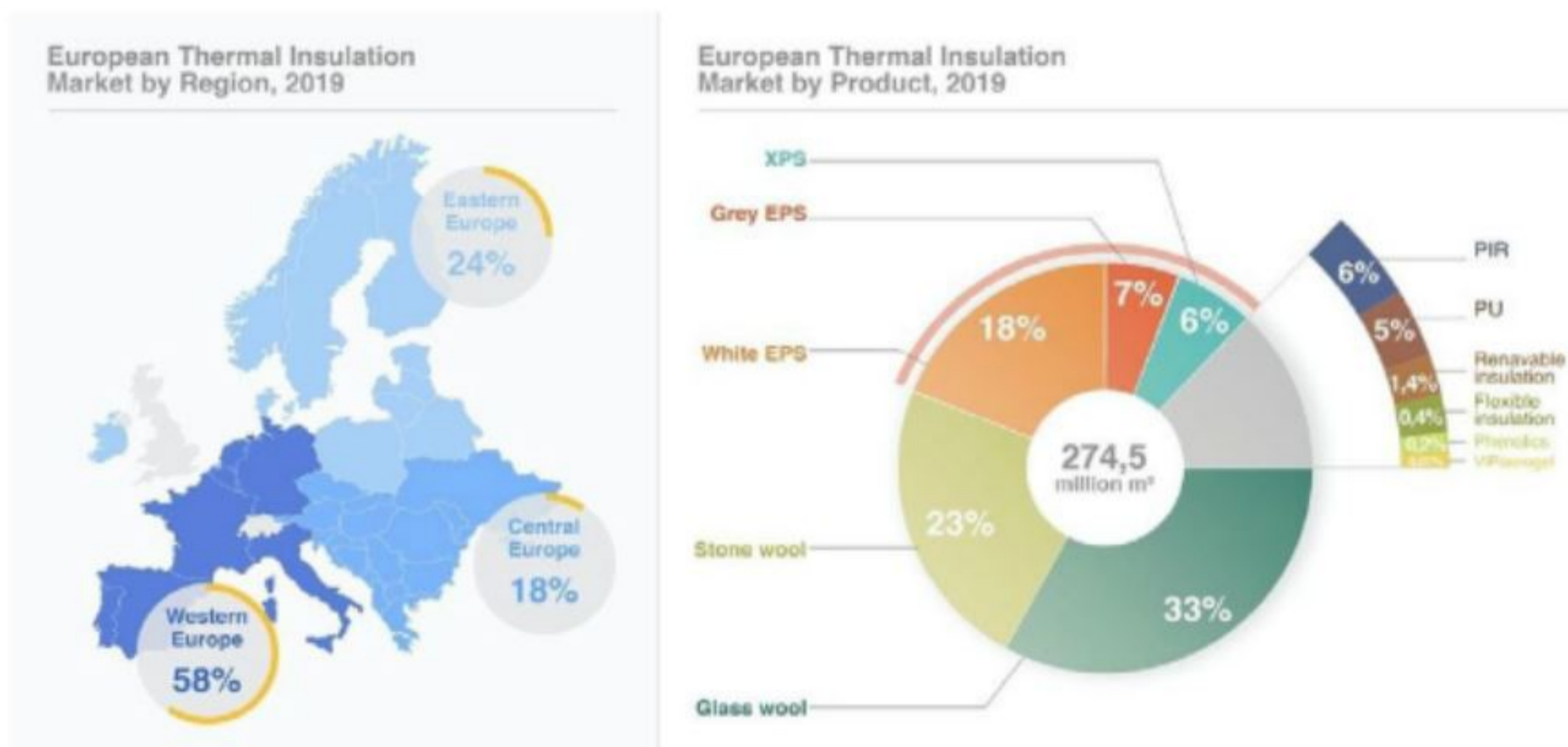


Fig. 1 European thermal insulation market by region and by product - © 2022, A. Lucchini, A. Pagliuca, E.S. Mazzucchelli, D. Gallo

Moreover, the market is expected to grow further at an annual rate of 2.2% until 2023, resulting in an annual revenue of around 15.1 billion euros [10]. However, the global thermal insulation market appears extremely fragmented. The problem lies in the difficulty of systematizing the various manufacturing companies, on European and national level, and of distinguishing those that produce and sell to the market from those that deal only with marketing and/or production [5]. Furthermore, there are more and more new insulating materials and products that are introduced on the market and that, sometimes, have the same characteristics and differ from each other in name and brand only. A thorough knowledge of all the properties and characteristics of the different insulating materials, while today the choice of the thermal insulation to be used in a building intervention is often related to a few properties only. In fact, a part of the market (56%) is covered by glass and rock wool (used for their fire resistance characteristics) and by sintered polystyrene (Expanded Polystyrene - EPS and Extruded Polystyrene - XPS, 31%), which have an advantage on the market due to the current low price compared to other competitors [10]. The concept of circular economy becomes an economic model that act as a driving force for developing and promoting new materials. The producers themselves are trying to promote Green Materials in a market increasingly suited to



environmental sustainability, materials Life Cycle Assessment and related eco-balance, with the aim of overcoming the traditional choice of materials, based on a few parameters only. For this reason, modern industries turned their production activity towards eco-sustainable economic development models [11]. Among these, the Green Economy evaluates the impact of human actions and related production processes on the environment, trying to trigger a virtuous model that allows an optimal management of resources, optimizing the production phase as much as possible, increasing GDP (Gross Domestic Product) and drastically reducing CO<sub>2</sub> emissions, while preserving the ecosystem and biodiversity. This could be an economic model that by assonance («fight against waste, energy saving, protection and enhancement of naturalized soil, green building, renewable energy, sustainable mobility» [12]) recalls what Mario Ruzzenenti defines as «Green Autarchy. An involuntary laboratory of the Green Economy», a contemporary reinterpretation of the economic logic developed since the New Deal after the 1929 crisis [13].

## 2. RESEARCH OBJECTIVE

The study (part of a broader research aimed at identifying sustainable innovative products) presents a comparative analysis of the main families of building insulation materials (organic-natural, organic-synthetic, inorganic-natural, inorganic-synthetic, including the last generation of insulations too) [14]. The results are summarized within a comparative matrix that has the purpose to increase the level of technical knowledge about thermal insulation materials and to facilitate the selection of the most suitable product (or products) for specific building applications, already from the preliminary design phase.

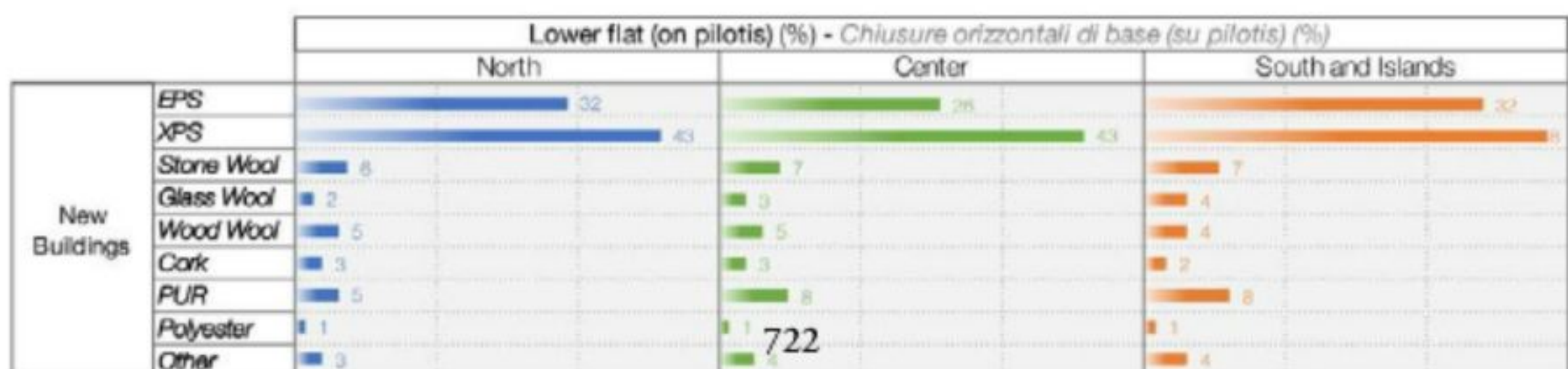
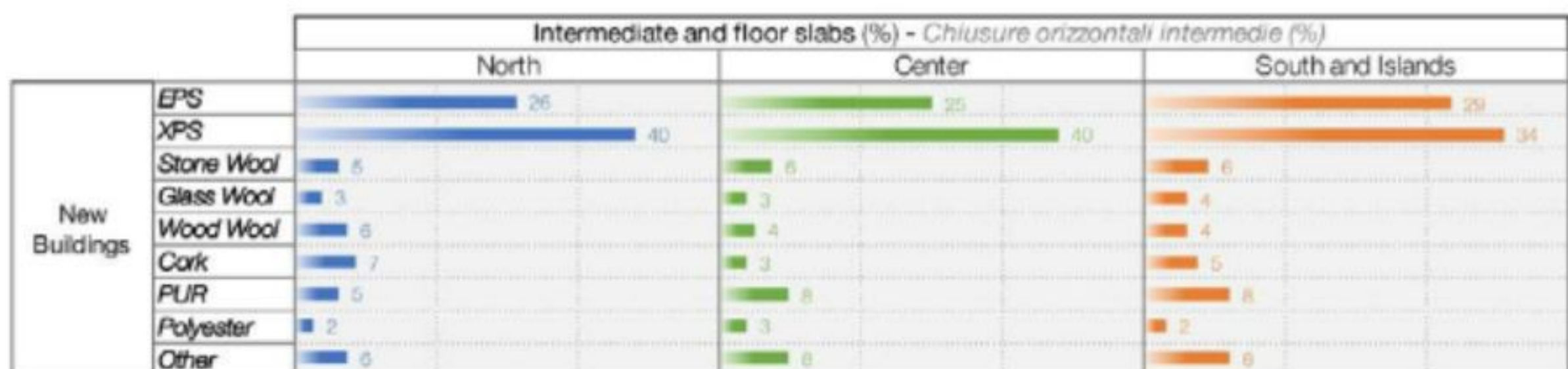
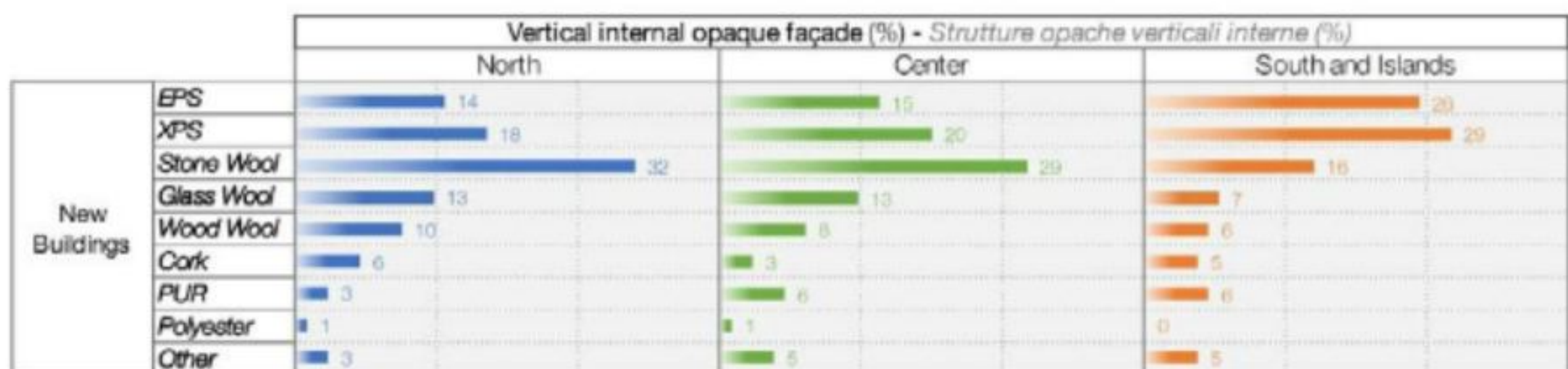
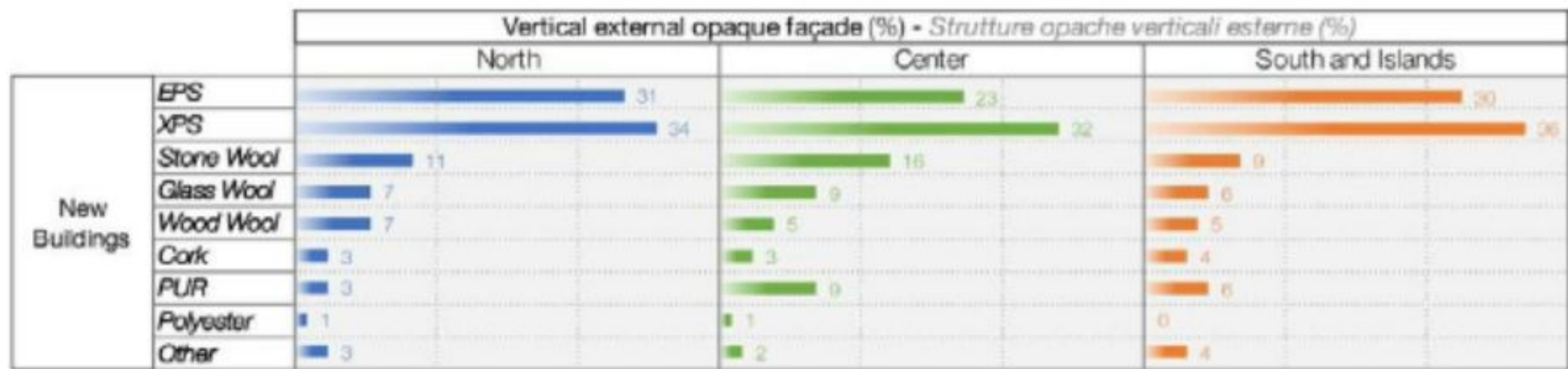
Moreover, it can be easily used by professionals, students and researchers as a tool for quickly identifying and comparing the main characteristics and fields of use of the different materials.

The objective is to promote, with the same performance level, the choice of insulating materials with reduced environmental impact, highlighting the variability that this parameter can assume in relation to the context, to an adequate integrated and low-cost design and, in some cases, from the objectivity of the technician that have to choose the material [15,16].

As a matter of fact, this objective is achievable in interventions projects that integrate industrialized construction elements, efficient building systems and new materials used for high-performance solutions with “dry” construction systems [17-20]

## 3. THE ITALIAN THERMAL INSULATION MARKET: A PRELIMINARY ANALYSIS

For each insulating material, market surveys have been carried out by examining some of the most accredited Italian sources in the field [4-6; 21,22]. The results have been updated in terms of diffusion of the most widely used insulating products in Italy. The objective has been to provide an updated commercial diffusion index related to the most common insulation materials used in new constructions and in energy requalification interventions of the built heritage. This considering both the specific application in different construction systems (vertical opaque façades, pitched and flat roofs, floor slabs, thermal bridge control, etc.) and the Italian geographical area [5]. The results are shown in Figure 2, that provides a general overview of the Italian insulation market, highlighting which are the areas suitable for the European environmental sustainability policies and Green Economy. Furthermore, Figure 2 shows the needs for insulation in relation to: analysed construction system, intervention typology (new construction or recovery/retrofit intervention) and geographical area. For example, considering roofing systems, it is possible to notice that there is a significant difference in the use of insulating materials between North and South Italy: wood fibre is predominant in the North area (28% compared to 6% in the southern area), while in the Center-South area synthetic insulation materials, such as polyurethane (12% compared to 5% in the northern area) are predominant (Fig. 2).



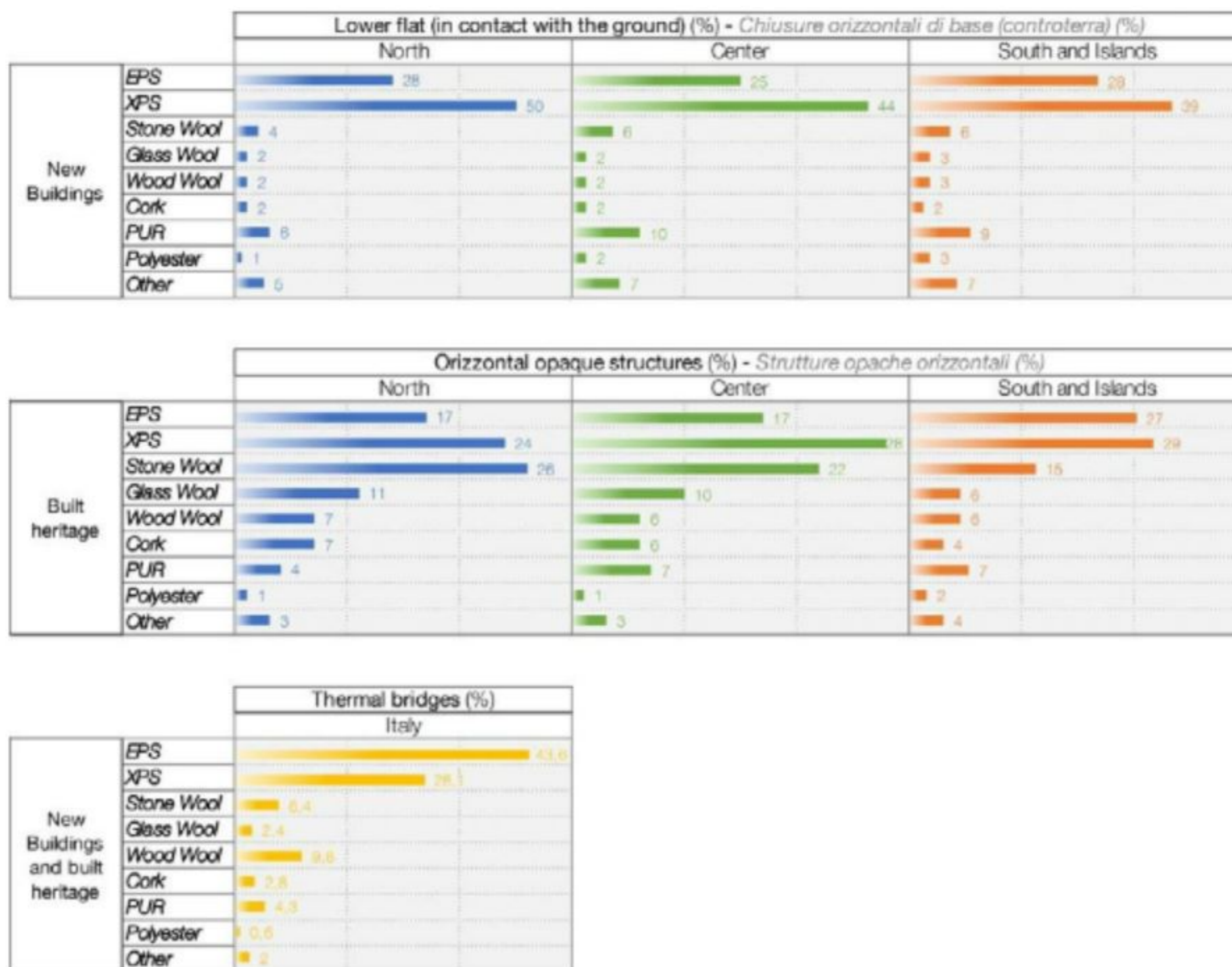


Fig. 2 Insulating materials for the new buildings and built heritage in the three different geographical areas of Italy (North, Center, South and Islands). Graphic-matrix processing based on the data provided by the ANIT Report «Il mercato dei materiali isolanti in Italia», edited by TEP srl - © 2022, A. Lucchini, A. Pagliuca, E.S. Mazzucchelli, D. Gallo /ANIT Report

In general, it can be deduced that, in Italy, the insulating market is currently dominated by polystyrenes (EPS - XPS), followed by polyurethane (PU) and fibrous materials (glass wool and rock wool), while natural insulating materials are still relegated to sporadic interventions [5].

The results of this preliminary market survey suggests the clear trend towards the use of well-established materials on the market, while the use of sustainable insulating materials (as an alternative to the consolidated ones) is still relegated to few cases of Green Building.

Furthermore, one of the specific objective of the research investigation carried out is the study of innovative materials characterised by a biopolymer matrix. These materials can be considered as a valid alternative in the wide range of conventional insulating materials [23] and are therefore included in the comparative matrix presented in the following chapters. Some uncommon materials (such as natural insulation produced from marine algae, prickly pear scraps, etc.) are considered too, providing their characteristics, properties and advantage/disadvantages in terms of performance.

#### 4. METHODOLOGY

In order to investigate the research topic described above, characteristics, performances and application methods of the following insulation typologies have been analysed:

1. natural organic insulating materials: derived from materials of natural origin. They don't have any component of synthetic or petrochemical origin [24];
2. synthetic organic insulating materials: derived from natural raw materials (carbon). They are produced through industrial process of synthetic and petrochemical origin [24];
3. natural inorganic insulating materials: derived from materials of natural inorganic origin (minerals), produced through mechanical processes of mineral processing (crushing, expansion, etc.) [24];
4. synthetic inorganic insulating materials: derived from materials of natural inorganic origin (minerals) and/or processed waste (recycled glass, blast furnace slag, etc.), produced through chemical and mechanical mineral processing methods [24];
5. new generation insulation materials: innovative materials and components including composite, multifoil, vacuum, phase change, etc., panels.

For each identified category, different insulating materials already on the market were analysed. In particular, the following aspects and properties were considered:

1. certification and reference standard;
2. composition (fibrous, cellular, etc.);
3. structure (single-layer, multi-layer, granular, variable);
4. morphology (rigid, semi-rigid or flexible panels, blocks, rolls, tapes, loose in granules or pearls, felts, etc.);
5. environmental balance;
6. primary properties (density, thermal conductivity, specific heat, resistance to vapour diffusion, sound absorption coefficient, reaction to fire, release of fumes and drops, long-term water absorption by immersion and diffusion, absorption of short-term water for partial immersion, mechanical resistance to compression at 10% of deformation and to tensile strength perpendicular to the faces);
7. complementary characteristics (lightness, installation easiness, thickness, elasticity, inalterability, physical/chemical resistance, resistance to abrasion, resistance to microorganisms, thermal dimensional stability, hygroscopicity, hydrophilicity, airtightness, imputrescibility);
8. technological system installation (floor slab, roof, intermediate slab, external or internal insulated opaque façades, internal partitions, counter-walls, false ceilings, claddings and finishing coats);
9. sustainability (biodegradable, renewable, recyclable);
10. installation ("dry" or with mortar, external or internal with scaffolding, with or without vapour barrier).

Furthermore, each insulating material analysed is related to specific histograms that define three different percentage indices:

1. production index;
2. sustainability index;
3. use index.

While the sustainability and use indices can be easily obtained from the scientific literature [24,25] the production index was obtained by means of the insulating materials matrix analysis of the market data. More in detail, it represents, on a percentage scale, the level of use of a product in relation to the construction system. The research was based on «market surveys, on the study of the revenue of a number of

manufacturing companies' representative of the overall market and differentiating the companies by type of insulating material and size. The analysis of the trend in revenue has been compared over the years to external factors, such as the introduction of new rules on energy efficiency, the world economic situation and tax incentives to verify their consistency and repercussions» [5]. The presented data derive from matrix elaborations on different sources, realized with a comparative method and critically analysed. The references are sometimes even discordant with each other, since the insulating materials market is characterized by different typologies, application methods, and companies (big and small) that produce, sell and install these products. In particular, the report «Il mercato dei materiali isolanti in Italia - Dati di volume generali e andamento 2005-2013» [5] was analysed.

The trend of the insulating materials market in Italy has been reconstructed, processing the following data:

1. sales volume data (expressed in m<sup>3</sup>), made available by the companies;
2. revenue data (expressed in €), made available by the companies;
3. income statement data deriving from the Italian Chambers of Commerce or from other sources connected with them;
4. volume data deriving from revenue or based on assessments related to the average revenue/volume ratio for the different types of material.

These data were further integrated and validated using other official Italian sources, specific to the analysed product sectors, such as:

1. CRESME (Centro Ricerche Economiche Sociologiche e di Mercato nell'Edilizia) - Valutazione della convenienza e dell'impatto economico dell'isolamento termo-acustico degli edifici;
2. Market study AIPE (Associazione Italiana Polistirene Espanso);
3. Market study FIVRA (Associazione italiana dei produttori di lane minerali);
4. ANICTA report (Associazione Nazionale Imprenditori Coibentazioni Termiche Acustiche);
5. Federchimica report "Il ruolo della chimica nel sistema delle costruzioni";
6. "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni" by ANCE (Associazione Nazionale Costruttori Edili) and Direzione Affari Economici e Centro Studi;
7. Telematic investigations to specific companies in the analysed sector.

## 5. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analysis carried out are summarized in the annex. The matrix is structured in different sections: properties, technological system, sustainability, installation, index. The matrix allows to compare immediately the data of green/innovative insulating materials with conventional or consolidated ones. It is possible to note that a so-called "Green Material" is not always synonymous with "sustainable material" and synthetic ones (such as polystyrenes) cannot always be considered materials with a negative environmental balance. For example, the coconut fibre can be considered a natural insulating material, but it could have a negative environmental balance related to transport on site, for example if the Italian context is considered. Even the kenaf fibre, an insulating material increasingly used in Italy, can have a definitely negative environmental balance, due not only to the energy consumed in the transport phase from the tropical areas (with the related emission of CO<sub>2</sub>), but also due to the huge amount of water used to constantly irrigate the cultivation soil. On the other hand, in some cases polystyrene and polyurethane insulation materials (despite their synthetic nature) could be considered sustainable and with a reduced environmental impact, as the energy savings they produce during their life cycle, can lead to a reduction in the CO<sub>2</sub> emissions deriving from the building heating and cooling energy demand that can compensate the higher consumption of energy necessary for their production.

Figure 3 shows the data validation performed through the comparison between the ANIT report and the average values derived from the AIPE - CRESME - ANCE (published in 2005), in which the minimal discrepancy in the data is due to the exclusion of a percentage dedicated to the industry sector [21,22]. An arithmetic average of the related data was carried out to obtain a more definite average distribution, aligned with the actual market data (Fig. 3).

		Comparison data of the estimated percentage distribution of the insulation market		
		A.N.I.T. 2005	A.I.P.E. - C.R.E.S.M.E. - A.N.C.E.	Average distribution
Comparison data	EPS	27	33	30
	XPS	21	26	23.5
	Stone Wool	11	8	8.5
	Glass Wool	21	20	20.5
	Wood Wool			
	Cork			
	PUR	12	7	9.5
	Polyester			
	Other	8	8	8

Fig. 3 Comparison data of the estimated percentage distribution of the insulation market in 2005, among the ANIT and AIPE - CRESME - ANCE - © 2022, A. Lucchini, A. Pagliuca, E.S. Mazzucchelli, D. Gallo

Since these data refer to 2005, considering the percentage change in the volume of the insulating materials market up to 2013, the average value was corrected to obtain “updated” data close to those of the current market. As a matter of fact, knowing the average increase index (4.50%) of the years 2013-2020, provided by the ANIT report, the percentage values obtained in the average distribution for each insulating material were multiplied by the average increase index, obtaining data suitable with the current market situation. The results, summarized in Figure 4, provide an overall idea of the insulating materials most used in Italy. If wood fibre, cork and polyester insulating materials (in this last case it was not possible to find any reliable information) are not taken into account, it is confirmed that the current insulating market is still dominated by synthetic and inorganic materials (EPS, XPS, PUR, glass and rock fibre), while the 11.60% value includes all the other insulating materials of natural origin and the “new generation” ones. Furthermore, it can be noticed that the percentage trend of the global market is not directly related to the trend of single insulating materials, as they are influenced by a series of extrinsic factors. Therefore, further factors should be taken into account, such as the relevance of the considered building system (e.g. pitched roof) and its contribution in the building energy losses, the legislative requirements (i.e. with regard to fire behaviour, transmittance limits, etc.), the different climatic area and the installation easiness (Fig. 4).

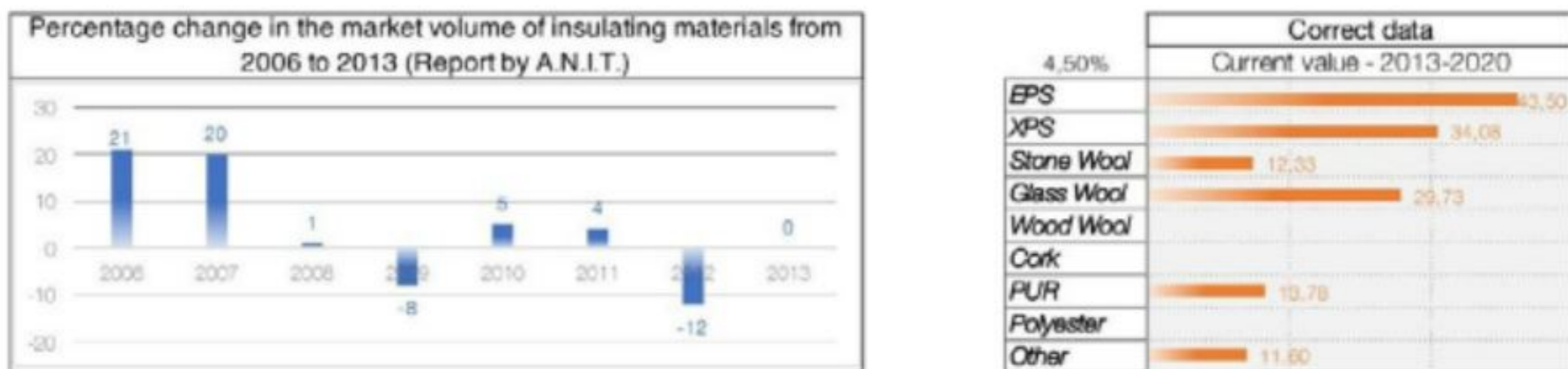


Fig. 4 Percentage change in the market volume of insulating materials from 2006 to 2013. The remote data (referring to period 2006-2013) has been corrected with a current value of increase (4.50%) to align the historical data to date - © 2022, A. Lucchini, A. Pagliuca, E.S. Mazzucchelli, D. Gallo

## 6. CONCLUSIONS

The here presented study, part of a broader research, can be considered a starting point to satisfy the growing need for an accurate choice and technical design of insulating materials, not related only to a specific characteristic (e.g. thermal conductivity) [14,26]. As a matter of fact, an insulating material must not be chosen from a catalogue only on the basis of a single performance value, but it should be selected and designed on the basis of environmental parameters, type of system and technological sub-system, installation methods and, in addition, also considering the growing attention that the construction industry pays to the insulating materials market, increasingly focused on aspects of environmental sustainability and development of new circular and Green Economy models.

The proposed comparative matrix of the main typologies of insulating materials is a tool that can be used for the analysis and validation of their several performance, construction and economic characteristics. In this regard, it allows to define the most appropriate insulating material for an integrated design considering a specific building system. Therefore, an accurate design process should include a thermal insulation choice so as not to use materials, even if high-performance ones, that do not allow to obtain energy-adequate solutions [2,25,27]. The proposed comparative matrix stands as an assessment tool that can be easily used by technicians, as well as by students and researchers who works on sustainable architectural design, in an economic landscape increasingly characterized by the Green Economy models. Furthermore, the comparative matrix elaborates a large number of technical, constructive and economic parameters of innovative insulating products [2, 28]. Finally, the matrix structure can be easily updated to the most recent market data, also through the digitalization of the system and the possibility of transforming the stored data into design metadata, easily accessible by all the stakeholders through a dedicated online platform (Fig. 5).





## 7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Vasile, Vasilica & Petcu, Cristian & Meita, Vasile & Zaharia, Marta. Innovative Thermal Insulation Products for a Circular Economy. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019.
- [2] Kumar, D., Alam, M., Zou, P.X.W., Sanjayan, J.G., Memon, R.A. Comparative analysis of building insulation material properties and performance, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020.
- [3] Pastori, S., Mereu, R., Mazzucchelli, E.S., Passoni, S., Dotelli, G. Energy performance evaluation of a ventilated façade system through CFD modeling and comparison with international standards, 2021.
- [4] ANCE - Associazione Nazionale Costruttori Edili - Direzione Affari Economici e Centro Studi dell'Ance, Osservatorio Congiunturale sull'Industria delle costruzioni. EdilStampa, 2021.
- [5] ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico Rapporto Anit. Il mercato dei materiali isolanti in Italia. TEP srl, Milano, 2014.
- [6] Camera dei deputati. Servizio Studi - XVIII Legislatura, La Comunità internazionale e l'attuazione dell'Agenda globale per lo sviluppo sostenibile. Agenda 2030 - Camera dei Deputati, 2020.
- [7] D'Olimpio D. Il Retrofitting energetico e bioclimatico nella riqualificazione edilizia. Tecnologie e soluzioni tecniche per il miglioramento della prestazione energetico-ambientale degli edifici. Legislazione Tecnica, Roma, 2017.
- [8] Lucchini A., Mazzucchelli E.S., Stefanazzi A. Rivestimenti a cappotto ad alte prestazioni. Teoria e soluzioni. Rockwool, Eurgraf s.a.s., Cesano Boscone (Milano), 2017.
- [9] Pavel C.C., Blagoeva D.T. Competitive landscape of the EU's insulation materials industry for energy-efficient buildings. JRC Technical Reports, Revised Edition, 2018.
- [10] IAL Consultants. New market study from IAL Consultants: The European Market for Thermal Insulation Products. Dr.Gupta Verga. Publisher for the polymer industry, 2018.
- [11] Gaspari J., Trabucco D., Zannoni G. Involucro edilizio e aspetti di sostenibilità. Riflessioni sul comportamento energetico di pareti massive e stratificate iperisolate: performances ambientali ed embodied Energy. Franco Angeli, Milano, 2010.
- [12] Ruzzenenti M. L'Autarchia verde. Un involontario laboratorio della Green Economy. Jaca Book, Milano, 2011.
- [13] Pagliuca A. Materiali Made in Italy. Avanguardia italiana nell'industria delle costruzioni del primo '900. Gangemi Editore, Roma, 2019
- [14] Durakovic, B., Yildiz, G. and Yahia, M.E. Comparative performance evaluation of conventional and renewable thermal insulation materials used in building envelopes, Tehnicki Vjesnik, 2020.
- [15] Gropius W. Architettura integrata. il Saggiatore, Milano, 2010.
- [16] Liangyong W. Architettura integrata. A General theory of architecture. Edizioni Nuova Cultura, Roma, 2013.
- [17] Lucchini A. Integrazione e automazione delle funzioni impiantistiche. Edizioni Il Sole 24 Ore - SAIE, Milano, 2001.
- [18] Nasti M. Involucro e architettura. Maggioli. Santarcangelo di Romagna (Rimini), 2008.
- [19] Mazzucchelli E.S. Edifici ad energia quasi zero. Materiali, tecnologie e strategie progettuali per involucri e impianti innovativi ad alte prestazioni. Maggioli, Santarcangelo di Romagna (Rimini), 2013.

- [20] Mazzucchelli E.S. Sistemi costruttivi in legno. Tecnologie, soluzioni e strategie progettuali verso edifici Zero Energy. Maggioli, Santarcangelo di Romagna (Rimini), 2016.
- [21] Federchimica – Confindustria. Il ruolo della chimica nel sistema delle costruzioni, Direzione Analisi Economiche - Internazionalizzazione di Federchimica, 2010.
- [22] C.R.E.S.M.E. - Centro Ricerche Economiche Sociologiche e di Mercato nell'Edilizia, Valutazione della convenienza e dell'impatto economico dell'isolamento termo-acustico degli edifici, 2014.
- [23] Oxman N. Material Ecology. MoMA - Museum of Modern Art, New York, 2020.
- [24] Lucchi E. Riqualificazione energetica dell'involucro edilizio. Diagnostica e interventi. Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2014.
- [25] Global Industrial Insulation Materials market size, status and forecast 2021-2027.
- [26] Wi, S., Park, J.H., Kim, Y., Yang, S., Kim, S. Thermal, hygric, and environmental performance evaluation of thermal insulation materials for their sustainable utilization in buildings, *Environmental Pollution*, 2020.
- [27] Kalhor, K., Emaminejad, N. Qualitative and quantitative optimization of thermal insulation materials: Insights from the market and energy codes, *Journal of Building Engineering*, 2020.
- [28] Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Asdrubali, F. Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016.

GANGEMI EDITORE  
INTERNATIONAL.

---

NOVEMBRE 2012

[www.gangemieditore.it](http://www.gangemieditore.it)

# 2030 D.C. PROIEZIONI FUTURE PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

## MESSINA, 17-19 NOVEMBRE 2022

Dall'Agenda 21 all'Agenda 2030 intercorre un salto concettuale che, partendo dalla nozione di "sviluppo sostenibile" del 1992, lancia la sfida per una proiezione nel futuro della sostenibilità, negli ambiti sociale, economico ed ecologico, visti nella loro olistica interconnessione.

L'approfondimento auspicato nell'ambito del Convegno intende attraversare l'attuale momento di transizione ed esplorare, con apporti trans-disciplinari e inter-generazionali, quale potrebbe essere il contributo "sostenibile" di una progettazione rivolta tanto al patrimonio esistente quanto a quello ancora da immaginare, dalla scala urbana alle soluzioni di dettaglio, spaziando dalle esigenze dell'edificato e del territorio a quelle specifiche del Cultural Heritage, dalla innovazione tecnologica "circolare" all'analisi di vecchi e nuovi modelli dell'abitare, alla ottimizzazione delle qualità prestazionali, fino alla digitalizzazione del processo edilizio.

### Patrocini



Università  
degli Studi di  
Messina  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA



Ar.Tec.  
Società Scientifica di  
Architettura Tecnica



ORDINE DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI MESSINA



### Sponsor

Tradimalt

CNT



SM SCRIPTA MANENT  
Debiti non opus, facti.