

# Colloqui.AT.e 2016

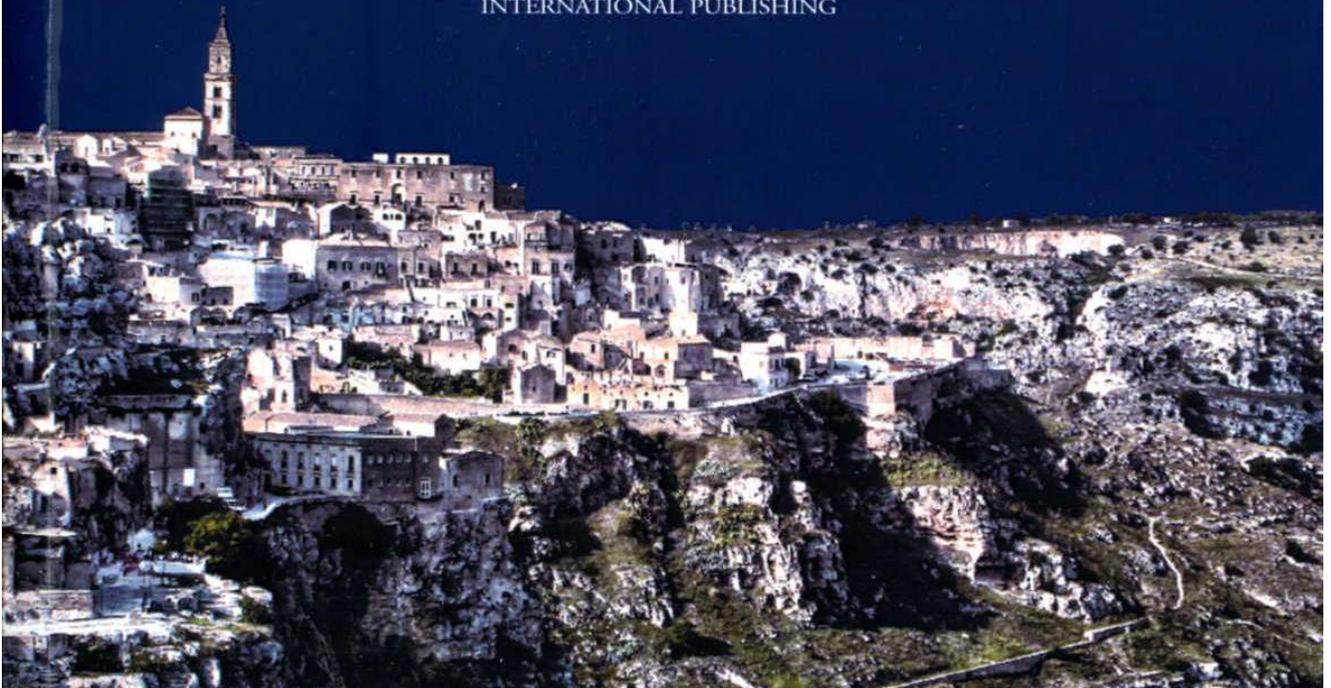
## MATER(i)A

Materials | Architecture | Technology  
Energy/Environment | Reuse  
(Interdisciplinary) | Adaptability

*a cura di*  
**Antonella Guida**  
**Antonello Pagliuca**



**GANGEMI EDITORE**  
INTERNATIONAL PUBLISHING



La presente pubblicazione è stata valutata con il metodo della *double blind peer review* da esperti nel campo dell'architettura e del recupero.  
Tale metodo è stato scelto per prevenire la diffusione di risultati irrilevanti o interpretazioni scorrette.  
La commissione di valutazione è composta dai membri del comitato scientifico.

La redazione ringrazia tutti coloro che hanno contribuito, con il loro lavoro, al Convegno Colloquiate2016 e dato l'autorizzazione per la pubblicazione.  
I curatori, l'editore, gli organizzatori ed il Comitato Scientifico non possono essere ritenuti responsabili né per il contenuto né per le opinioni espresse all'interno degli articoli.  
Inoltre gli autori hanno dichiarato che i contenuti delle comunicazioni sono originali.

*Volume a cura di*  
A. GUIDA E A. PAGLIUCA

*Collaboratore*  
V. D. PORCARI

©

Proprietà letteraria riservata  
Gangemi Editore spa  
Piazza San Pantaleo 4, Roma  
[www.gangemieditore.it](http://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 978-88-492-3311-7

# Colloqui.AT.e 2016

## MATER(i)A

Materials | Architecture | Technology  
Energy/Environment | Reuse  
(Interdisciplinary) | Adaptability

*a cura di*  
Antonella Guida e Antonello Pagliuca

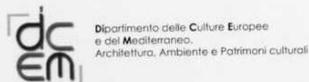
MATERA 12 | 13 | 14 | 15 OTTOBRE

GANGEMI EDITORE®  
INTERNATIONAL PUBLISHING

L'evento **Colloqui.AT.e 2016** è realizzato con il sostegno di:



**MAIN SPONSOR**



Dipartimento delle Culture Europee  
e del Mediterraneo.  
Architettura, Ambiente e Patrimoni culturali



Cogem S.p.A.  
Costruzioni generali ed edilizie  
Progettazione, realizzazione  
manutenzione edili e impiantistica



TERGIAMENTI E FINESTRE



SAINT-GOBAIN



BLINDEN, FENESTER, TÜR



INTERIUM TECHNOLOGIES

L'evento **Colloqui.AT.e 2016** è organizzato da:



associazione scientifica per la promozione  
dei rapporti tra architettura e tecniche dell'edilizia

L'evento **Colloqui.AT.e 2016** è realizzato con il patrocinio di:



## INDICE

PRESENTAZIONE <b>ANTONELLA GUIDA, ANTONELLO PAGLIUCA</b> (Organizative Board)	13
SALUTI <b>AURELIA SOLE</b> (Rettrice Unibas) <b>FERDINANDO F. MIRIZZI</b> (Direttore DiCEM)	18 19
INTRODUZIONE <b>MARCO D'ORAZIO</b> (Presidente Ar.Tec.)	21
<b>SESSIONE A BUILDING PERFORMANCE</b>	
<b>Bellintani Stefano, Ciaramella Andrea</b> UN MODELLO DI RATING PER I PRODOTTI EDILIZI	28
<b>Ciaramella Andrea, Bellini Oscar E., Bellintani Stefano, Del Gatto Maria Luisa</b> DALLA PROGETTAZIONE ALLA GESTIONE DI RESIDENZE PER STUDENTI: UN APPROCCIO INTEGRATO	30
<b>Salvalai Graziano, Pizzi Emilio, Iannaccone Giuliana, Sesana Marta M.</b> LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO ATTRAVERSO UN SISTEMA ISOLANTE COMPOSITO. MESSA IN OPERA E MISURA DELLE PRESTAZIONI	32
<b>Sciuto Gaetano, Di Leo Salvatore</b> ARCHITETTURA DELLA SOTTRAZIONE. VALUTAZIONE DEI BENEFICI ENERGETICI ED ECONOMICI	34
<b>Gianangeli Andrea, Cozzolino Nikita, Ippoliti Elena, Di Giuseppe Elisa, D'Orazio Marco</b> DEGRADO DI STRUTTURE LIGNEE IN EDIFICI STORICI: EFFETTI DELL'USO DI ISOLANTI CAPILLARMENTE ATTIVI PER IL RETROFIT ENERGETICO	36
<b>Leccisi Fabrizio, Nicoletta Maurizio, Nisticò Francesca P., Scognamillo Claudio, Morosini Rosa</b> LA DETERMINAZIONE IN FASE DI PROGETTO DELLA DURATA DEI LAVORI DI UNA NUOVA COSTRUZIONE	38
<b>Nicoletta Maurizio, Scognamillo Claudio</b> CRITERI PER IL MONITORAGGIO NEI "MODELLI MISTI" DI MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO	40
<b>Naspi Federica, Stazi Francesca, D'Orazio Marco</b> ANALISI DELL'INTERAZIONE TRA UTENTI E FINESTRE IN UNA SCUOLA ITALIANA. RISULTATI DA UN CASO DI STUDIO	42
<b>Cavaliere Carmine, Dell'Osso Guido R., Pierucci Alessandra</b> L'APPROCCIO LCA NEI LIVELLI DI SVILUPPO (LOD) BIM	44
<b>De Vecchi Antonio, Colajanni Simona</b> ISOLAMENTO TERMICO: DAL RICICLO ALL'INNOVAZIONE	46

<b>Iannone Francesco, Depascale Cosimo, Lionetti Michele</b> SISTEMI DI VENTILAZIONE CONTROLLATA IN EDIFICI NZEB IN CLIMA MEDITERRANEO	48
<b>Caldera Carlo, Casarella Angela, Fantilli Alessandro P., Garda Emilia, Mangosio Marika</b> PRESTAZIONI DEL "BAMBOO REINFORCED CONCRETE"	50
<b>Dell'Osso Guido R., Iannone Francesca, Favia Antonio, Lorusso Chiara</b> ATTRIBUTI DI VITA UTILE NEL BIM: COMPATIBILITÀ TRA COMPONENTI EDILIZI E IMPIANTISTICI	52
<b>Baiardi Liola</b> IL PROCESSO STRATEGICO DELLE ATTIVITÀ DI VALORIZZAZIONE DEGLI IMMOBILI	54
<b>Bernardo Graziella, Palmero Luis</b> MATERIALI NANOTECNOLOGICI PER LA MANUTENZIONE DELLE SUPERFICI ESTERNE	56
<b>Alaimo Giuseppe, Corrao Rossella, Enea Daniele, Morini Marco</b> SBSKIN SOLAR GB: DURABILITÀ DI UN VETROMATTONI INTEGRATO CON CELLE SOLARI DI TERZA GENERAZIONE	58
<b>Desogus Giuseppe</b> CONFRONTO PRESTAZIONALE FRA MURATURE IN LATERIZIO E IN TERRA CRUDA ACCOPPIATE CON MATERIALI ISOLANTI LOCALI	60

## SESSIONE A-D BUILDING PERFORMANCE-MATER(i)A

<b>Figliola Angelo</b> ARCHITETTURA PERFORMATIVA: IL RUOLO DELLE NUOVE TECNOLOGIE PER UN NUOVO CONCETTO DI RESPONSABILITÀ	62
<b>Sciuto Gaetano, La Verde Oriana, Marino Manuela</b> LA CASA MOBILE: ESIGENZE, PRESTAZIONI E REQUISITI PER SOLUZIONI ABITATIVE TEMPORANEE	64
<b>Morini Marco</b> ARCHITETTURA E FOTOVOLTAICO: STRATEGIE E CRITERI D'INTEGRAZIONE	66
<b>Eledeisy Mohamed, Cecere Carlo</b> LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE	68
<b>Di Giuda Giuseppe M., Villa Valentina, Tagliabue Lavinia C., Ciribini Angelo L. C.</b> "INNOVAZIONE DI PROCESSO: USO DEI MODELLI INFORMATIVI PER L'OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA"	70

## SESSIONE B BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES

<b>Meoli Federica</b> PROPOSTE METODOLOGICHE NELLA PROGETTAZIONE DELL'OSPEDALE	74
<b>Pizzi Emilio, Ruffico Pierpaolo</b> FABBRICAZIONE DIGITALE E "MASS CUSTOMIZATION"	76
<b>Achenza Maddalena</b> DEFINIZIONE ED ANALISI DI UN PROTOTIPO EDILIZIO SOSTENIBILE	78
<b>Sciuto Gaetano, Corsaro Sonia, Marino Manuela</b> NUOVI MODELLI PER L'ABITARE: DALL'EDILIZIA POPOLARE ALLA SOCIAL HOUSING	80

<b>Di Giuseppe Elisa, Iannaccone Monica, Telloni Martina, Quagliarini Enrico, D'Orazio Marco</b> SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PROBABILISTICA PER VALUTAZIONI LCC DI INTERVENTI DI RETROFIT DI EDIFICI	82
<b>Gatti Maria Paola, Cacciaguerra Giorgio</b> LA RI-GENERAZIONE COME RISPOSTA ALLA SOSTENIBILITÀ URBANA E ARCHITETTONICA	84
<b>Vite Clara</b> METODI DI OTTIMIZZAZIONE APPLICATI ALLE FACCIATE VETRATE	86
<b>Corrao Rossella, Morini Marco</b> MIGLIORAMENTO TECNOLOGICO PRESTAZIONE DI UN COMPONENTE INNOVATIVO PER L'INVOLUCRO EDILIZIO	88
<b>Franco Francesca, Garda Emilia, Mangosio Marika</b> RIFLESSIONI PROGETTUALI SULL'UMANIZZAZIONE DELLA CURA. LE CORBUSIER E IL PROGETTO PER L'OSPEDALE DI VENEZIA	90
<b>Evola Gianpiero, Margani Giuseppe</b> CASE UNIFAMILIARI A ENERGIA QUASI ZERO IN CLIMA MEDITERRANEO: CRITERI PROGETTUALI	92
<b>Loddo Gianraffaele, Gatto Gianluca</b> VETRI ELETTROCROMICI: CONNESSIONI NEI TELAI MOBILI	94
<b>Conte Emilia</b> ICT E DISABILITÀ: POTENZIALITÀ PER IL PROGETTO DELLO SPAZIO COSTRUITO ACCESSIBILE	96
<b>Ausiello Gigliola, Bernardi Matteo</b> MATERIALI NATURALI E DI RICICLO NEL PROGETTO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	98
<b>Lucchini Angelo, Mazzucchelli Enrico, Stefanazzi Alberto, Tattoni Sergio</b> ASPETTI STRUTTURALI DEI RIVESTIMENTI DI FACCIATA	100
<b>Caldera Carlo, Gianfreda Fabrizio, Manzone Fabio, Troiano Domenico</b> SOLUZIONI TECNOLOGICHE DI ASSEMBLAGGIO E MONTAGGIO DEL SISTEMA INNOVATIVO PANNELLO PER L'EDILIZIA	102
<b>Minutoli Fabio</b> IL CURTAIN WALL FOTOVOLTAICO. UN ESPEDIENTE PER IL RESTYLING DEL COSTRUITO	104
<b>Fiamma Paolo</b> GENERAZIONE Z: INCREMENTARE O ESTENDERE IL PARADIGMA BIM?	106
<b>Cascone Stefano</b> ANALISI E PROGETTO DI FACCIATE CONTINUE A CELLULA	108
<b>Mollo Luigi, Agliata Rosa, Ruberti Daniela, Vigliotti Marco</b> PRIMI RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DEL T-GIS COME STRUMENTO OPERATIVO PER LA RIGENERAZIONE EDILIZIA	110
<b>Cristiano Mario</b> BIOMINERALIZZAZIONE, APPLICAZIONI PER LE COSTRUZIONI - RASSEGNA DELLA LETTERATURA SCIENTIFICA	112
<b>Fumo Marina, Vigliotti Roberto</b> CARATTERI DI MEDITERRANEITÀ NELL'ARCHITETTURA MODERNA: LUIGI COSENZA	114
<b>Mainini Andrea G, Poli Tiziana</b> TRASMITTANZA SOLARE ANGOLARE DI SISTEMI ALTERNATIVI DI SCHERMATURA SOLARE	116

## SESSIONE B-D BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES- MATER(I)A

<b>Giampaoli Margherita, Terlizzi Vanessa, Munafò Placido</b> RISULTANZE DI UN PROCESSO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DI UN'IDEA BREVETTUALE: FINESTRA DI SOLO VETRO SENZA TELAIO "FULL GLASS"	120
<b>Vassale Marco</b> BIM-M, CRITICITÀ E STRATEGIE PER L'IMPLEMENTAZIONE DI APPROCCI INNOVATIVI NEGLI APPALTI PUBBLICI	122
<b>Marras Francesco</b> TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DELL'ACQUA. NUOVI APPROCCI AL PROGETTO DEI CONTESTI DEBOLI	124
<b>Sciuto Gaetano, Riccioli Marco, Marino Manuela</b> LA CASA IN PAGLIA. SOSTENIBILITÀ ENERGETICA ED ECONOMICA	126
<b>Perra Aurora</b> TECNOLOGIE ADATTIVE NEI PROCESSI DI COSTRUZIONE DEI BORDI URBANO-RURALI	128
<b>Cadoni Stefano</b> SPESSORE E INTERFASI: IL METABOLISMO DELLA MASSA	130
<b>Prati Davide, Signorello Matilde, Gulli Riccardo</b> SOLUZIONI TECNICHE INNOVATIVE PER IL MIGLIORAMENTO PRESTAZIONALE DI SOLAI IN LEGNO	132
<b>Rodonò Gianluca, Sapienza Vincenzo</b> COPERTURE RESPONSIVE PER SITI ARCHEOLOGICI	134
<b>Buanne Mariangela, Fumo Marina, Caputo Domenico</b> MATERIE PLASTICHE E SECONDA VITA	136
<b>Tagliabue Lavinia C., Di Giuda Giuseppe M., Villa Valentina, De Angelis Enrico, Ciribini Angelo L.</b> VALUTAZIONE PARAMETRICA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE, AMBIENTALI ED ECONOMICHE DI SISTEMI DI INVOLUCRO	138

## SESSIONE C BUILDING HERITAGE

<b>Giannetti Ilaria</b> "INDUSTRIALIZZAZIONE TRADIZIONALE", UN'ALTERNATIVA ITALIANA: IL SISTEMA STRUCTURAPID DI LEON BATTISTA GABURRI	142
<b>Bernardini Gabriele, Quagliarini Enrico, D'Orazio Marco</b> "BEHAVIOURAL DESIGN" PER LA SICUREZZA DELLE PERSONE NEGLI EDIFICI STORICI: VALUTAZIONE DI UN SISTEMA DI GUIDA INTELLIGENTE PER L'ESODO ANTINCENDIO IN UN TEATRO	144
<b>Vittorini Rosalia, Capomolla Rinaldo</b> ARCHITETTURA E COSTRUZIONE DELLE COLONIE CLIMATICHE NELL'ITALIA FASCISTA. LA QUESTIONE DEL CONTROLLO AMBIENTALE	146
<b>Paolini Cesira, Pugnaletto Marina</b> L'USO DEI BLOCCHI IN LATERIZIO NELLE COSTRUZIONI VOLTATE.	148
<b>Sanna Antonello, Monni Gueppina</b> IL QUARTIERE DI SANT'ELIA A CAGLIARI TRA PROGETTO E COSTRUZIONE	150

<b>Maligheffi Laura E., Salvalai Graziano, Luchini Leopoldo, Girola Sara</b> SVILUPPO DI UN METODO PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PARCO EDILIZIO SCOLASTICO DELLA CITTÀ DI LECCO"	152
<b>Fiandaca Ornella, Grassi Adriano, Lo Surdo Flavia</b> UN INCENERITORE SUI RESTI DELLA REAL CITTADELLA A MESSINA: ERESIA VS ORTODOSSIA	154
<b>Di Giovanni Gianni</b> IL RECUPERO DEI PARAMENTI MURARI A FACCIA-VISTA NEL CENTRO STORICO DELL'AQUILA	156
<b>Mele Caterina</b> LA SFIDA DELLA SOSTENIBILITÀ E LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO URBANO ED EDILIZIO	158
<b>Cuboni Fausto, Cannas Leonardo G.F.</b> "ANATOMIA" DI UN QUARTIERE: MATERIALI PER IL MANUALE DI RECUPERO DEL CASTELLO DI CAGLIARI	160
<b>Sanna Antonello, Cuboni Fausto</b> IL "MODO DI COSTRUIRE" NEOCLASSICO. GAETANO CIMA: UN ARCHITETTO-INGEGNERE POLITECNICO NELLA CAGLIARI DELL'800	162
<b>Scibilia Federica</b> LE COSTRUZIONI ANTISISMICHE IN CALABRIA TRA LA FINE DELL'OTTOCENTO E L'INIZIO DEL NOVECENTO	164
<b>Fumo Marina, Ausiello Gigliola, Castelluccio Roberto, Buanne Mariangela, Di Nardo Luisa, Vitiello Veronica</b> CRITERI TECNICO-SCIENTIFICI PER GLI INTERVENTI SULL'ARCHITETTURA ED IL PAESAGGIO RURALE: LINEE GUIDA PILOTA DALLA CAMPANIA	166
<b>Sanjust Paolo</b> LO STUDIO DELLE "TRADIZIONI DEL MODERNO" ATTRAVERSO GLI ARCHIVI DI ARCHITETTURA DEL '900	168
<b>Basti Antonio, Antosa Laura</b> RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO PUBBLICO	170
<b>Giaccari Emanuele, Bouchaib Ech Chabbi</b> RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI TRULLI (PUGLIA), ESEMPI ANCESTRALI DI BIOEDILIZIA	172
<b>Atzeni Carlo</b> IL MANUALE DEL RECUPERO DELLA CASBAH DI DELLYS IN ALGERIA	174
<b>Guardigli Luca, Mochi Giovanni, Prati Davide</b> INDAGINE SULLA COSTRUZIONE DELLE CAPRIATE LIGNEE A BOLOGNA TRA IL XVI E IL XVII SECOLO	176
<b>Strazza Nicola, Valcovich Edino, Cechet Giovanni, Stival Carlo Antonio, Berto Raul</b> RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO NEL PORTO VECCHIO DI TRIESTE	178
<b>Garda Emilia, Mangosio Marika, Patta Corrado</b> LE CARCERI GIUDIZIARIE OTTOCENTESCHE DI GIUSEPPE POLANI. CONTRIBUTI PROGETTUALI AL PROCESSO DI UMANIZZAZIONE DEGLI SPAZI DELLA PENA	180
<b>Monni Francesco, Quagliarini Enrico, Lenci Stefano</b> INGEGNERIA "SU MISURA" PER IL CONSOLIDAMENTO DI UNA TORRE MEDIOEVALE IN MURATURA A SECCO	182

<b>Fatta Giovanni, Campisi Tiziana, Vinci Calogero</b> INTERVENTI SU VOLTE SOTTILI DI MATTONI IN FOGLIO IN SICILIA	184
<b>Stival Carlo Antonio, Croatto Giorgio, Valcovich Edino</b> PROPOSTA PER UN RECUPERO DELL'ABITAZIONE SAURANA	186
<b>Gulli Riccardo, Mochi Giovanni, Semprini Giovanni, Sivo Mario</b> UTILIZZO DELLA TERMOGRAFIA NELL'ANALISI DEGLI APPARECCHI MURARI	188
<b>Mocci Silvia</b> LA MASSIVITÀ DELLE ARCHITETTURE IN PIETRA DELLA MONTAGNA SARDA	190
<b>Salemi Angelo, Mondello Attilio</b> IL RECUPERO DELLE COPERTURE DELLE GRANDI ARCHITETTURE A PIANTA CENTRALE	192
<b>Lo Faro Alessandro, Salemi Angelo</b> ELEMENTI DI FABBRICA IN FERRO BATTUTO NELL'ARCHITETTURA TRADIZIONALE ETNEA: DECADIMENTI E MANUTENZIONE	194
<b>Vitrano Rosa Maria</b> PATRIMONIO STORICO SICILIANO: LE TORRI COSTIERE	196
<b>Ciammitti Laura</b> MATERIA(LI) E FORME: L'ACCIAIO NELLA PREESISTENZA	198
<b>Colapietro Domenico, Fatiguso Fabio, Pinto Marco</b> ANALISI E VALUTAZIONE INTERPRETATIVA DI INTRINSECA VULNERABILITÀ PER STRUTTURE STORICHE DALLA DIFFERENTE CONFIGURAZIONE GEOMETRICA IN PIANTA E IN ELEVAZIONE. EVOLUZIONE DEL PROTOCOLLO ANVIV	200
<b>Campisi Tiziana, Vinci Calogero</b> ARCHITETTURE LIGNEE PER LO SPETTACOLO TRA XVII E XVIII SECOLO A PALERMO	202
<b>Castelluccio Roberto, Vitiello Veronica</b> ANALISI PRESTAZIONALE DEL METODO T.N.C. SULLE MURATURE IN TUFO AFFETTE DA UMIDITÀ DA RISALITA CAPILLARE	204
<b>Salemi Angelo, Moschella Angela, Mondello Attilio</b> RIPENSARE STRATEGIE E SOLUZIONI TECNICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE DEL COSTRUITO: I QUARTIERI INA-CASA A CATANIA	206
<b>Currà Edoardo, Habib Emanuele</b> RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'ARCHITETTURA RESIDENZIALE POST BELLICA IN ITALIA	208
<b>Sanna Antonello, Monni Giueppina</b> IL PADIGLIONE MANDOLESI DELL'UNIVERSITÀ DI CAGLIARI	210
<b>Guida Antonella, Lione Raffaella, Minutoli Fabio, Pagliuca Antonello</b> STRATEGIE PER IL DESIGN FOR ALL. TIPOLOGIE, SUPERFICI, MATERIALI, COSTI	212
<b>Guida Antonella, Pagliuca Antonello, Damone Giuseppe</b> L'ARCHITETTURA DELLE COLONIE PER LA VILLEGGIATURA IN ITALIA DURANTE IL VENTENNIO. LA COLONIA ELIOTERAPICA DI MATERA	214
<b>Di Donato Danilo, Abita Matteo</b> PER UNA GEOGRAFIA DELLE ARCHITETTURE IN ACCIAIO IN ITALIA	216
<b>Di Ruocco Giacomo, Sicignano Enrico, Stivanello Maria V.</b> L'ARCHITETTURA IN TERRA CRUDA NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO	218

<b>Mecca Ippolita</b> REINTERPRETARE IL PATRIMONIO INDUSTRIALE DISMESSO	220
<b>Ribera Federica, Angelillo Maurizio, De Guglielmo Fabio</b> CRITERI E INTERVENTI PER IL CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA: LA CHIESA DELLA PIETÀ DEI TURCHINI A NAPOLI	222
<b>Masini Nicola, Liberatore Domenico, Pagliuca Antonello</b> IL RESTAURO STRUTTURALE COME ATTO CRITICO. IL CASO DEL ROSONE DI TROIA	224
<b>Conte Antonio, Panza Maria Onorina</b> SEDIMENTI DI CONOSCENZA TRA PRATICA E MANUALISTICA	226
<b>Catalano Agostino</b> MATERIALI E TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO STORICO IN ZONA SISMICA	228
<b>Margani Giuseppe</b> STRATEGIE D'INCENTIVAZIONE PER LA RIQUALIFICAZIONE SISMICO-ENERGETICA	229

#### SESSIONE C-D BUILDING HERITAGE-MATER(I)A

<b>Cardinale Tiziana</b> STRATEGIE SMART PER IL COMFORT DI PRODOTTI E PERSONE	232
<b>Pascucci Michela, Lucchi Elena</b> EFFICIENZA ENERGETICA E PATRIMONIO STORICO: ANALISI E SIMULAZIONI TERMO-IGROMETRICHE PER LA GESTIONE DEL PROGETTO	234
<b>Giampaoli Margherita, Terlizzi Vanessa, Munafò Placido</b> UNA METODOLOGIA PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA: UN'APPLICAZIONE AL CASO DI MACERATA	236
<b>Aru Federico</b> RAPPORTO TRA CORTE E RECINTO. PROCESSI DI TRASFORMAZIONE DEL VUOTO STORICO	238
<b>Pisanu Maddalena</b> ARMANDO MELIS E LA SAVIGLIANO: GLI EDIFICI A STRUTTURA DI ACCIAIO DEGLI ANNI TRENTA	240
<b>Mura Claudia</b> TRADIZIONE E INNOVAZIONE NEL MODO DI COSTRUIRE NEGLI ANNI VENTI E TRENTA DEL XX SECOLO AD ARBOREA (OR)	242
<b>Sirigu Claudio</b> SPAZIALITÀ DELLA TECNICA, TECNICA DELLO SPAZIO. TECNICHE DI OCCUPAZIONE DI SUOLO E SPAZIO DEL MARGINE URBANO	244
<b>Santi Maria Vittoria</b> INTERVENIRE SULL'INVOLUCRO: IL RIUSO E LA TRASFORMAZIONE DEGLI EDIFICI INDUSTRIALI	246
<b>Mondello Attilio</b> TORRI CAMPANARIE STORICHE TRA CONOSCENZA E SICUREZZA	248
<b>Martínez Díaz Lara</b> L'ARTE DI ABITARE IL PAESAGGIO. ARCHITETTURA TROGLODITA NELLE ISOLE CANARIE. TIPOLOGIA DI STUDIO E ANALISI	250

<b>Martino Antonello</b> LA CONSERVAZIONE DEL PAESAGGIO PORTUALE: DALLA DEFINIZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEL PATRIMONIO STORICO ALL'INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI DELLE ATTIVITÀ PORTUALI	252
<b>Loforese Antonio Giulio, Guida Antonella, Pagliuca Antonello</b> VERSO UN NUOVO MANUALE PER IL RECUPERO DEI SASSI DI MATERA	254
<b>Nettekoven Malte</b> CARATTERI COSTRUTTIVI DELL'EDILIZIA OTTOCENTESCA A ROMA PROBLEMATICHE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	256
<b>Bruno Silvana</b> APPROCCIO HBIM PER IL RECUPERO DEL PATRIMONIO COSTRUITO	258
<b>Sangiorgio Valentino</b> SISTEMA INFORMATIVO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI	260
<b>D'Amico Alessandro</b> IL RUOLO DEL PATRIMONIO COSTRUITO NELLA GESTIONE DEI DISASTRI	262
<b>Cantatore Elena</b> PARAMETRI DELLA RESILIENZA PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DI CONTESTI STORICI URBANI	264
<b>Cocco Stefano</b> NORCIA 22 AGOSTO 1859 NORMATIVA E GESTIONE DELL'EMERGENZA	266
<b>Guida Antonella, Pagliuca Antonello, Acito Marica, Gallo Donato</b> FRAMMENTI DI ARCHITETTURA DEL '900 NEI "SASSI DI MATERA". IL CASO DELLA SCUOLA "ROSA MALTONI"	268
<b>Guida Antonella, Laterza Michelangelo, Pagliuca Antonello, D'Amato Michele, Diaz Daniela, Chiefera Marcella</b> L'IDENTIFICAZIONE PER IL RECUPERO DEL PATRIMONIO STORICO. IL CASO STUDIO DELLE CHIESE DEI "SASSI DI MATERA"	270

## Presentazione

*"Là dove la tecnica è superata inizia l'architettura."*  
(Ludwig Mies Van Der Rohe)

L'incontro annuale dell'associazione ArTec si svolge quest'anno a Matera, città patrimonio dell'UNESCO dal 1993 e designata Capitale Europea della Cultura per il 2019.

Gli incontri periodici denominati da qualche anno "ColloquiATe" sono una occasione che la nostra comunità scientifica ha voluto cogliere con l'entusiasmo di ricercatori che ritrovano, nel confronto accademico delle tematiche di ricerca (proprie del settore disciplinare), un motivo di crescita e confronto.

La città di Matera, nella sua natura di storico incubatore di conoscenza e identità, ha colto in pieno l'essenza e la natura dei temi propri del Convegno ArTec. L'incontro "ColloquiATe2016" si pone in perfetta sinergia con le peculiarità proprie della città che, con i suoi caratteri formali, tecnologici e materici, pone la sua origine nella propria storia.

L'equivalenza tra città, territorio e scienza ha fatto sì, al contrario, che il Convegno 2016 assurgesse, per la comunità materana e per la municipalità stessa, ad una valenza di elevata rilevanza nell'ambito delle attività coordinate per gli eventi di Matera 2019.

La comunità scientifica si ritrova, quindi, a condividere gli obiettivi e le finalità di una città in cammino verso un ruolo centrale negli scenari culturali europei. "ColloquiATe2016", perseguendo quanto già intrapreso negli incontri precedenti, si pone l'obiettivo di definire e condividere linee di ricerca nel settore della Architettura Tecnica, e più in generale nel macrosettore 08/C1, che siano in grado di rispondere in modo adeguato alle crescenti richieste che la società contemporanea impone, in termini prestazionali, funzionali e tecnologici alla costruzione.

Il rapporto tecnico-scientifico di innovazione di processo e di prodotto nel settore dell'architettura e delle costruzioni muove dalla consapevolezza che

## SBSKIN SOLAR GB: DURABILITÀ DI UN VETROMATTONE INTEGRATO CON CELLE SOLARI DI TERZA GENERAZIONE.

### SBSKIN SOLAR GB: THE DURABILITY OF 3<sup>RD</sup> GENERATION SOLAR CELL INTEGRATED GLASS BLOCK.

di Giuseppe Alaimo\*, Rossella Corrao\*, Daniele Enea\*, Marco Morini\*

*\*Università degli Studi di Palermo - Palermo, Italia.*

giuseppe.alaimo@unipa.it

rossella.corrao@unipa.it

daniele.enea@unipa.it

marco.morini@unipa.it

#### Abstract

Il vetromattone è un prodotto da costruzione che ha trovato molteplici applicazioni nel campo della progettazione edilizia per la realizzazione di involucri traslucidi. La necessità di adeguare il prodotto alle sempre più stringenti normative in materia di risparmio energetico e sostenibilità ambientale ha portato alla definizione di configurazioni innovative, tramite integrazione di sub-componenti in grado di migliorarne le prestazioni energetiche: una "cintura termica" e celle solari di terza generazione. Queste innovazioni tecniche, brevettate ed in fase di prototipazione da parte della SBSkin. Smart Building Skin s.r.l., spin off accademico dell'Università di Palermo, necessitano di adeguata conoscenza della durabilità del prodotto, così come richiesto dal Regolamento EU 305/2011. Il lavoro qui proposto riguarda la fase di impostazione metodologica per la valutazione di alcuni aspetti del requisito di durabilità: ed in particolare l'affidabilità inerente e critica. Si è messo a punto un programma di prove finalizzato a valutare le possibili variazioni dimensionali del vetromattone e dei suoi sub-componenti in fase di esercizio per effetto di variazioni di temperatura e/o di umidità, nonché le possibili incompatibilità chimico-fisiche tra i materiali costituenti il sistema.

#### Premessa

La Durabilità di un componente edilizio è definita dalla norma UNI 11156:2006 come "la capacità di un edificio o delle sue parti di svolgere le funzioni richieste durante un periodo di tempo specificato, sotto l'influenza degli agenti previsti in servizio". Lo stesso concetto è ripreso dal D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - N.T.C.), secondo cui la durabilità è definita come la conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture. Il nuovo Regolamento EU 305/2011 sui prodotti da costruzione, entrato in vigore il 1° luglio 2013, ha abrogato la Direttiva 89/106/CEE ed ha introdotto il settimo requisito delle opere da costruzione, denominato "uso sostenibile delle risorse naturali", che tra i diversi aspetti prevede la definizione della durabilità. Ciò vale in particolare per prodotti di

#### Abstract

Glass block is a construction product which has found many applications in the field of building design for the realization of translucent casings. The need to adapt the product to the increasingly stringent regulations in the field of energy saving and environmental sustainability has led to the definition of innovative configurations, through the integration of sub-components. These ones are able to improve energy performance by means of the integration of "thermal belt" and 3<sup>rd</sup> generation solar cells. These innovations, patented and in prototyping phase by SBSkin. Smart Building Skin Ltd, academic spin off of the University of Palermo, require adequate knowledge of the durability requirement, as codified by EU Regulation no. 305/2011. This paper concerns the phase of methodological design to assess durability components: inherent and critical reliability, particularly. Specific test program was developed in order to assess the possible dimensional variations of glass block and its sub-components, in the operating phase, due to temperature and/or relative humidity variations, as well as possible physical and chemical incompatibility between different components constituting the system.

#### Introduction

The durability of a building component is defined by the UNI 11156:2006 as "the capability of a building or its parts to perform its required functions over a specified period of time, under the influence of the agents anticipated in service." The same idea is taken up by D.M. 14.01.2008 (technical standards for buildings, N.T.C.), whereby the durability is defined as the preservation of the physical and mechanical properties of materials and structures. The recent Regulation EU no. 305/2011 on construction products, which entered into force on the 1<sup>st</sup> of July 2013, repealed Directive 89/106/EEC and introduced the seventh requirement for construction works, called "Sustainable Use of Natural Resources", that between the various aspects provides the durability. This applies, in particular, for newly designed products, such

nuova concezione, com'è in questo caso, il vetromattone integrato con celle solari di terza generazione, in grado di ridurre i consumi energetici degli edifici e di produrre energia pulita dal sole. Il vetromattone, nella sua "tradizionale" consistenza, è un prodotto da costruzione che ha trovato molteplici applicazioni nel campo della progettazione edilizia per la realizzazione di involucri e partizioni interne traslucide già a partire dal 1907, epoca cui risale uno dei primi brevetti dell'ingegnere tedesco F. L. Keppler che, per conto della filiale tedesca della Luxfer Prism Company (statunitense), brevettò una nuova forma di diffusori vetro da installare con un telaio di supporto in c.a. Si trattava del primo esempio del cosiddetto "vetrocemento" che tanto piede prese nel corso del Movimento Moderno e che tutt'ora, spesso, identifica il componente vetroso stesso (più correttamente noto agli addetti ai lavori come vetromattone, quando considerato deprivato del sistema di assemblaggio adottato per la sua installazione negli edifici) (Corrao, 2010). La necessità di adeguare il prodotto alle mutate esigenze degli utenti e, più recentemente, alle sempre più stringenti normative in materia di risparmio energetico e sostenibilità ambientale ha portato nel tempo al suo lento declino, oggi contrastato dalla definizione di nuove configurazioni dello stesso prodotto. Tramite l'integrazione di sub-componenti in grado di migliorarne le prestazioni energetiche correlate, in particolare, all'isolamento termico ("cintura termica") ed alla produzione di energia elettrica (celle solari di terza generazione) ed al loro assemblaggio totalmente "a freddo" per la realizzazione del vetromattone, la SBSkin. Smart Building Skin s.r.l. - spin off accademico dell'Università di Palermo - ha brevettato una gamma di prodotti innovativi, allo stato in fase di prototipazione e certificazione (Figura 1).

### ***Il vetromattone integrato con celle solari di terza generazione***

Il vetromattone integrato con celle solari di terza generazione DSC (Dye-sensitized Solar Cell), per la realizzazione di pannelli preassemblati a secco e precompressi, rappresenta un'innovazione di prodotto che apre nuovi scenari per il suo utilizzo anche in contesti climatici avversi e per la realizzazione di involucri traslucidi di edifici a notevole sviluppo verticale (Corrao et al., 2014). La versatilità del prodotto, infatti, derivata dalle caratteristiche intrinseche del modulo

as the 3<sup>rd</sup> generation solar cells integrated glass block, able to reduce energy consumption of buildings and produce clean energy by sun. Glass block, in its traditional consistency, is a construction product which has found many applications in the field of building design for the realization of translucent casings and internal partitions, already starting from 1907, which dates back from one of the 1<sup>st</sup> patent by the German Engineer F.L. Keppler, who, on the behalf of the German branch of Luxfer Prism Company (US), patented a new form of glass diffusers to be installed with a reinforced concrete support frame. This was the first example of the so-called "vetrocemento", its use so developing during the Modern Movement and that still often identifies the glassy component itself (more properly known in the construction industry as glass block, when considered deprived of the assembly system adopted for its installation in buildings) (Corrao, 2010). The need to adapt the product to the changing needs of users and, more recently, to the increasingly stringent regulations in the field of energy saving and environmental sustainability has led to long abandonment over time, nowadays opposed by the definition of innovative configurations. By means of sub-components integration, able to improve the energy performance, particularly related with thermal insulation ("thermal belt"), the production of electrical energy (3<sup>rd</sup> generation solar cells) and the "cold-assembling" for the realization of glass blocks, SBSkin. Smart Building Skins Ltd - academic spin off of the University of Palermo - patented a range of innovative products, at the state of prototyping and certification (Figure 1).

### ***The 3<sup>rd</sup> generation solar cell integrated glass block***

The 3<sup>rd</sup> generation solar cell integrated glass block (Dye-sensitized Solar Cell, DSC), for the realization of prestressed dry assembled panels, is a product innovation, which opens new scenarios for its use even in hard climatic contexts and for the realization of high buildings' translucent casings (Corrao et al., 2014). The versatility of the product, in fact, derived from the intrinsic characteristics of the photovoltaic module (transparent, colored, able to produce energy even when not perfectly oriented and in presence of diffused light) integrated within the glass component consisting of two pressed glass shells, "cold" assem-

fotovoltaico (trasparente, colorato, in grado di produrre energia anche quando non perfettamente orientato ed in presenza di luce diffusa) integrato all'interno del componente vetroso costituito da due conchiglie di vetro pressato assemblate "a freddo", tramite resine, ad una "cintura termica" in materiale plastico che riduce il valore di trasmittanza termica del prodotto a circa  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , e consente di poter realizzare involucri traslucidi energeticamente efficienti ed attivi in diversi contesti climatici (da quelli continentali a quelli mediterranei e/o subtropicali).

### **La metodologia di valutazione**

I parametri che vengono utilizzati per la valutazione della durabilità, secondo la norma UNI 11156 sono:

1) Durata o vita utile: periodo di tempo dopo l'installazione durante il quale l'edificio o le sue parti mantengono livelli prestazionali superiori o uguali ai limiti di accettazione;

2) Affidabilità: probabilità che l'elemento tecnico funzioni senza guastarsi ad un livello predisposto, per un certo tempo  $t$  ed in predeterminate condizioni ambientali.

La norma UNI 11156-2<sup>1</sup> consente una valutazione previsionale della seconda componente del requisito di durabilità: la propensione all'affidabilità. Essa consiste in una valutazione qualitativa, fuori contesto ed in condizioni di riferimento, della probabilità di non accadimento di guasto del componente edilizio nel periodo compreso tra l'avvio della valutazione (tempo zero, che corrisponde al momento in cui il componente non è ancora stato soggetto ad alcuna sollecitazione) e la vita utile spontanea del componente stesso in esercizio. La propensione di affidabilità si articola ulteriormente in quattro componenti:

*Affidabilità funzionale,  $A_f$* , che individua il grado di equilibrio nella distribuzione delle funzioni che il componente tecnico deve svolgere, da cui dipende il grado di affaticamento del componente tecnico durante il suo funzionamento e che dipende da:

- semplicità del modello;
- affaticamento del modello;
- distribuzione delle funzioni.

*Affidabilità esecutiva,  $A_e$* , che verifica il grado di ri-

bled via resin to a "thermal belt" in plastic material that reduces the thermal transmittance value of the product to about  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , allows to realize energy efficient translucent casings, operating in several climatic contexts (from the continental to the Mediterranean and/or subtropical ones).

### **The assessment methodology**

The parameters that are used for the evaluation of the durability, according to the UNI 11156 are:

1) Duration or service life: the period of time after installation during which the building or its parts maintain performance levels greater than or equal to the acceptance limits;

2) Reliability: the probability that the technical element works without spoiling to a suitable level, for a certain time  $t$  and in predetermined environmental conditions.

The UNI 11156-2<sup>1</sup> allows a predictive evaluation of the 2<sup>nd</sup> component of the durability requirement: the reliability. It consists of a qualitative assessment, out of context and in reference conditions, of the probability of non-occurrence failure of the building component in the period between the start of the evaluation (time zero that corresponds to the moment in which the component has not yet been subject to any stress) and the service life of the component in the operating phase. The propensity of reliability is further divided into four components:

*Functional reliability,  $A_f$* , which identifies the degree of balance in the distribution of the functions that the technical part has to perform, from which depends on the degree of fatigue of the technical component during its operation, and that depends on:

- simplicity of the model;
- fatigue of the model;
- distribution of functions.

*Executive reliability,  $A_e$* , which verifies the degree of compliance with respect to the execution of the project forecast. This assessment is reached through 3 components:

- commodity complex;
- object complexity;
- complexity of the report.

*Inherent reliability,  $A_i$* , which concerns the possible

spondenza esecutiva rispetto alle previsioni di progetto. A questa valutazione si perviene attraverso tre componenti:

- complessità merceologica;
- complessità oggettuale;
- complessità di relazione.

*Affidabilità inerente*,  $A_i$ , che riguarda le possibili variazioni dimensionali del componente in fase di esercizio. Tali fenomeni possono essere causati da:

- variazioni di temperatura
- variazioni di umidità.

*Affidabilità critica*,  $A_c$ , che dipende dalle possibili incompatibilità chimiche o chimico-fisiche tra i materiali di natura diversa costituenti la soluzione tecnica. Le possibili criticità possono essere di natura:

- chimica;
- fisica.

Infine, la propensione all'*affidabilità globale*,  $A_g$ , media delle quattro componenti, esprime il grado di probabilità che la soluzione tecnica duri per il tempo previsto in esercizio (Vita utile di esercizio) senza che si verifichino dei guasti. In questo lavoro sul vetromattonone integrato con celle fotovoltaiche di terza generazione e con "cintura termica" si riporta l'impostazione metodologica per la valutazione di due delle quattro componenti dell'affidabilità: quella inerente e quella critica.

### ***I campioni, i parametri, le prove***

Le sperimentazioni che si stanno avviando presso i laboratori della Scuola Politecnica di Palermo verranno condotte sottoponendo campioni di vetromattonone integrato e sue parti costitutive a prove di invecchiamento naturale in esterno e a prove di invecchiamento accelerato nella camera climatica, ACS 1200 della Angelantoni Test Technologies e nella Solarbox 1500e della Angelantoni Test Technologies, in dotazione al Laboratorio di Edilizia, dell'Università di Palermo. Ciò al fine di monitorare nel tempo le caratteristiche prestazionali riferite a soluzioni diverse di prodotto (in termini di materiale plastico utilizzato per la realizzazione della "cintura termica" e per scelta delle colle da impiegare per l'assemblaggio a freddo dei sub componenti), e tra modalità diverse di invecchiamento. Il ciclo di invecchiamento accelerato messo a punto per i test, che tiene conto della natura dei materiali da testare, è derivato dall'analisi ed elaborazione dei dati meteo-climatici della provincia di Pa-

dimensional changes during operation of the component. These phenomena may be caused by:

- temperature variations;
- moisture changes.

*Critical reliability*,  $A_c$ , which depends on the possible chemical or physical-chemical incompatibilities between the different constituents of the technical solution nature materials. The possible criticality can have:

- chemical nature;
- physical nature.

Finally, *the global propensity to reliability*,  $A_g$ , the average of the four components, expresses the degree of probability that the technical solution lasts for the expected time in exercise (exercise service life), without the occurrence of faults. In this work on the 3<sup>rd</sup> generation solar cell integrated glass block with thermal belt, we intend to show the methodological approach for evaluating the reliability of two of the four components: the inherent and the critical ones.

### ***Samples, parameters, tests***

The experimental work is going to be conducted at the laboratories of the Polytechnic School of the University of Palermo and integrated glass block samples and its constituent parts are going to be subjected to natural aging tests and accelerated aging tests in climatic chamber, ACS 1200 by Angelantoni Test Technologies, and in the 1500e Solarbox by Angelantoni Test Technologies, supplied to the Laboratory of Construction of the University of Palermo. These tests are going to be carried out in order to monitor over time the performance characteristics related to different solutions of the product (in terms of plastic material used for the realization of the "thermal belt" and for the choice of the adhesives to be used for the cold assembly of sub-components) and related to different types of aging. The accelerated aging cycle elaborated for these tests, considers the nature of products to be tested and is derived from the analysis and processing of meteorological and climatic data of the province of Palermo, in the last 40 years. In particular periods of almost constant weather and climatic conditions were estimated, allowing establishing the relative durations of the segments of the cycle, and the related values of temperature and relative humidity (Figure 2). Comparisons between measured performances by identical tests on samples subjected to

lermo, negli ultimi 40 anni. In particolare, sono stati derivati i periodi di condizioni meteo-climatiche pressoché costanti, che hanno permesso di stabilire le durate dei relativi segmenti del ciclo ed i relativi valori di temperatura ed umidità relativa (Figura 2). Verranno eseguiti confronti tra le prestazioni misurate con test identici su provini sottoposti a invecchiamento accelerato e provini invecchiati naturalmente. L'invecchiamento naturale sarà condotto ponendo in esterno una serie di campioni e sottoponendoli alle condizioni meteo-climatiche della città di Palermo, per una durata di almeno un anno. Le correlazioni, in termini di analogo decadimento prestazionale, possono dare utili indicazioni per determinare la durata di vita utile dei prodotti testati, così come prevede la norma ISO 15686 che descrive questa metodologia per la determinazione della durabilità dei prodotti da costruzione. Per ciò che riguarda la valutazione dell'affidabilità inerente saranno controllate le variazioni dimensionali della "cintura termica" nei diversi campioni analizzati, testando diversi materiali: Polipropilene (PP), resina acetica (POM-C) e POCAN (un compound di PBT e PET con aggiunta di fibre di vetro prodotto dalla LANXESS AG). La compatibilità chimico-fisica verrà valutata tra i diversi materiali che compongono il vetromattone integrato, cioè tra i due strati esterni di vetro e la cintura termica in materiale plastico e tra le celle fotovoltaiche ed il vetro cui saranno applicate. La procedura di test appena descritta, seppur sinteticamente, verrà applicata ai diversi prototipi realizzati al fine di orientare la scelta del materiale con cui realizzare la "cintura termica", nell'ambito della rosa di materiali selezionati e potenzialmente validi, e l'incollaggio tra questi e gli strati di vetro. Si effettueranno prove di trazione sui campioni rappresentativi dell'incollaggio tra vetro e cintura, oltreché valutazioni visive del deterioramento della "cintura termica" e degli elementi in vetro sottoposti ai cicli di invecchiamento accelerato ed all'esposizione agli agenti atmosferici. Per quanto riguarda gli incollaggi tra le parti costituenti il sistema, sono state individuate già diverse tipologie di colle e sono in fase di preparazione i provini per l'esecuzione dei test di incollaggio, secondo la norma ISO 4587-2003<sup>2</sup>.

### ***Fase preliminare di prova***

Alcuni test preliminari sono stati già effettuati per verificare l'incollaggio tra provini in POM-C,

accelerated aging and naturally aged samples. Natural aging will be conducted by placing a series of outdoor samples and subjecting them to weather and climate conditions of the city of Palermo, for a period of at least one year. Correlations, in terms of comparable performance detriment, can give useful guidance for determining the service life of the tested products, as required by ISO 15686 which describes this methodology for determining the durability of construction products. For what concerns the inherent reliability evaluation, the dimensional variations of the several samples of "thermal belt" will be controlled, testing different solutions, in the following materials: compound of Polypropylene (PP), acetal resin (POM-C) and POCAN (a compound made of PBT and PET with glass fibers, produced by LANXESS AG) The chemical-physical compatibility will be evaluated between the different materials that compose the DSC glass block that is, between the two outer layers of glass and the thermal belt in plastic material, and between the photovoltaic cells and the glass which will be applied. This test procedure is going to be applied to the different prototypes with the purpose to guide the choice of the material with which to make the "thermal belt", under the possibilities of selected materials and potentially valid and bonding between these and the layers of glass. Tensile tests will be carried out on representative samples of bonding between glass and the "thermal belt", as well as visual assessments will be carried out to the deterioration of the thermal belt and the glass elements subjected to accelerated aging cycles and natural exposure. As regards the bonding between the constituent parts of the system, we have already identified several numbers of different adhesives and samples are in preparation for the execution of the bonding tests, according to the ISO 4587-2003<sup>2</sup>.

### ***Preliminary tests***

Some preliminary tests have already been conducted to assess the bonding strength between POM-C samples, representative of the "thermal belt" configuration, and glass samples, representative of the shells. This test dealing with the assessment of the bonding tensile strength of prismatic samples, 110x25.4x5 mm, with variable overlapping length between 5 and 40 mm (Figure 3). The results of this phase of laboratory tests show that the ideal overlapping length for

rappresentativi di una configurazione di “cintura termica” e provini in vetro, rappresentativi delle conchiglie. Si tratta di prove di trazione per le quali viene testata la resistenza dell’incollaggio di campioni prismatici di dimensioni 110x25.4x5 mm, con lunghezza di sovrapposizione variabile tra 5 e 40 mm (Figura 32). I risultati di questa fase di test di laboratorio dimostrano che la lunghezza ideale di sovrapposizione per l’incollaggio della “cintura termica” alle facce laterali delle due conchiglie del vetromattone, pari a 18 mm, è in grado di trasferire il massimo carico possibile attraverso l’interfaccia (Corrao et al, 2011). Questa fase di studio necessita della realizzazione delle stesse prove su provini sottoposti ad invecchiamento accelerato ed invecchiamento naturale, secondo le procedure specificate.

### ***Programma di prova***

Il programma di prove da effettuarsi prevede in merito alla valutazione degli incollaggi, la realizzazione di 7 serie da 5 provini prismatici per ciascun tipo di materiale individuato come costitutivo della “cintura termica” (PP, POM-C e POCAN) e per ciascun tipo di colla prescelta per l’incollaggio (Figura 4) per un totale di 175 provini. Di questi, due serie saranno esposti agli agenti atmosferici esterni per le prove a lungo termine (6 mesi ed un anno), le restanti subiranno 4 step di invecchiamento accelerato in camera climatica, attraverso la ripetizione del ciclo base elaborato e riportato in Figura 2. In particolare, ciascuno step sarà costituito dalla ripetizione per 48 volte della fase A e della fase B, per un totale di 14 gironi di invecchiamento per singolo step. Complessivamente saranno invecchiati in laboratorio per 56 giorni. Per ciascuno step si effettuerà un prelievo dalla camera climatica di una serie di 5 provini per i test di incollaggio. Ulteriori test per la verifica degli incollaggi saranno realizzati in accordo alla norma ASTM C 719<sup>3</sup> (Figura 5). La norma prevede una fase di pretrattamento di 7 giorni a  $T=23\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $UR=50\pm 5\%$ , poi 7 giorni a  $T=37.8\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $UR=95\pm 5\%$ , 7 giorni a  $T=23\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $UR=50\pm 5\%$  e infine 7 giorni in acqua distillata. Alla fine di questa fase di pretrattamento i provini saranno inseriti in Solarbox per l’irraggiamento UV. I moduli fotovoltaici, da inserire all’interno del vetromattone, saranno testati secondo la metodologia standardizzata della norma CEI 61215<sup>4</sup> per gli aspetti che riguardano i cicli termici ed

the bonding of the "thermal belt" to the side faces of the two glass shells is equal to 18 mm, as to be able to transfer the maximum possible load through the interface (Corrao et al., 2011). This study phase requires the realization of the same tests on samples subjected to accelerated aging and natural aging, according to the specified procedures.

### ***Experimental program***

The program of tests to be carried out provides regarding with the evaluation of the bonding, the realization of 7 series of 5 prismatic samples for each type of material identified as a constituent of the “thermal belt” (PP, POM-C and POCAN) and for each type of adhesive chosen for bonding (Figura 4) for a total of 175 samples. Two series of these will be exposed to outdoor weathering for long-term tests (6 months and one year), the remaining 4 will undergo accelerated aging steps in the climate chamber, by means of the repetition of the base cycle identified in Figure 2. Particularly, each step will be constituted by the repetition for 48 times of the phase A and the phase B, for a total of 14 days of aging for single step, thus being aged in laboratory for 56 days. For each step we will make a withdrawal from the climate chamber of a set of 5 samples for adhesive bonding tests. Further tests for verification of bonding will be made in accordance with ASTM C 719<sup>3</sup> (Figure 5). This standard provides a pretreatment step of 7 days at  $T = 23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $RH = 50 \pm 5\%$ , then 7 days at  $T = 37.8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $RH = 95 \pm 5\%$ , 7 days at  $T = 23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $RH = 50 \pm 5\%$  and finally 7 days in distilled water. At the end of this pretreatment phase the samples will be placed in Solarbox for UV irradiation. The photovoltaic modules, to be inserted inside the glass block, will be tested according to the standard method of the CEI 61215<sup>4</sup> for the aspects concerning the thermal and UV preconditioning cycles.

### ***Conclusions***

The study aims to establish a methodology for the evaluation of some durability aspects of an innovative product as the 3<sup>rd</sup> generation solar cell integrated glass block with a plastic “thermal belt”. The exposed test program wants to be a reference point to check the efficiency of some aspects of this building

il preconditionamento UV.

### **Conclusioni**

Lo studio si propone di definire una metodologia per la valutazione di alcuni aspetti di durabilità legati ad un prodotto innovativo qual è il vetromattone integrato con celle fotovoltaiche di terza generazione e con una “cintura termica” in materiale plastico. Il programma di prove esposto vuole essere da riferimento per la verifica dell’efficienza di alcuni aspetti di questo sub-componente edilizio innovativo che, assemblato a secco in pannelli può costituire una valida alternativa al tradizionale vetro piano per la realizzazione di involucri traslucidi sostenibili. Le verifiche sperimentali indirizzeranno nella scelta dei materiali più performanti per l’ottimizzazione delle prestazioni del sub-componente assemblato “a freddo” e, conseguentemente, del componente multifunzionale per la realizzazione di facciate e coperture di edifici energeticamente attive.

innovative sub-component, due to its cold assembly in panels can be a valid alternative to the traditional glass surfaces for the realization of sustainable translucent envelopes. The experimental tests will address in selecting the more efficient materials for the optimisation of the cold assembly sub-component and, consequently, of the multifunctional component for the realization of facades and roofing of energetically efficient buildings.

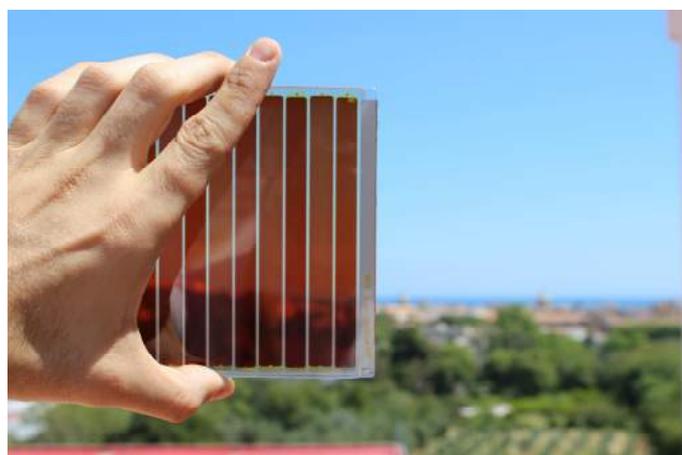
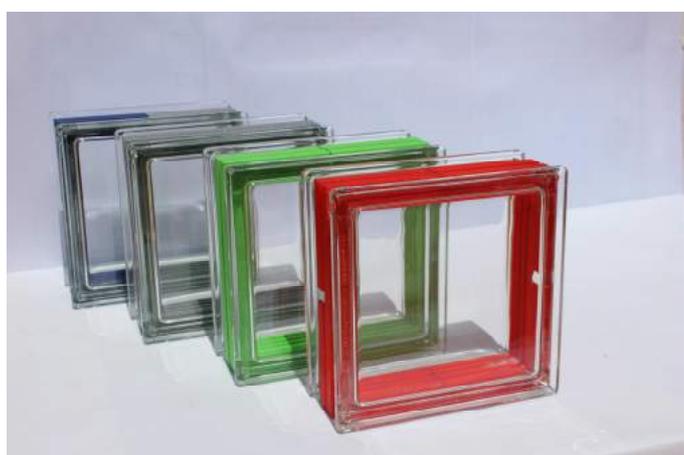
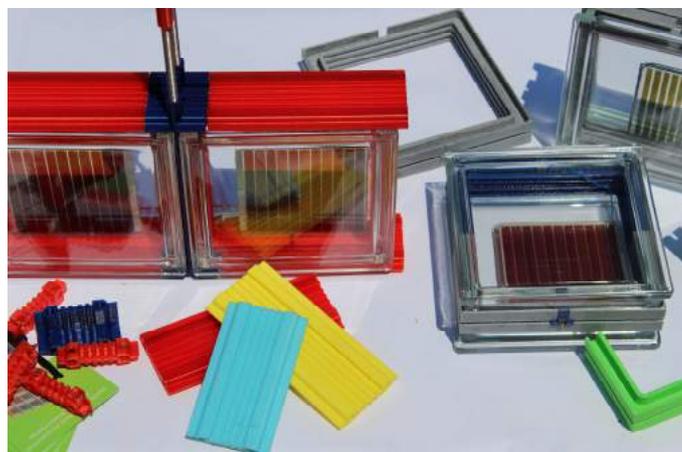
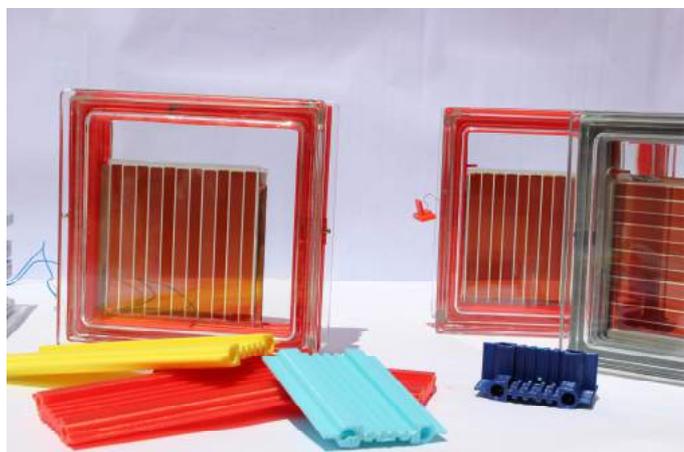
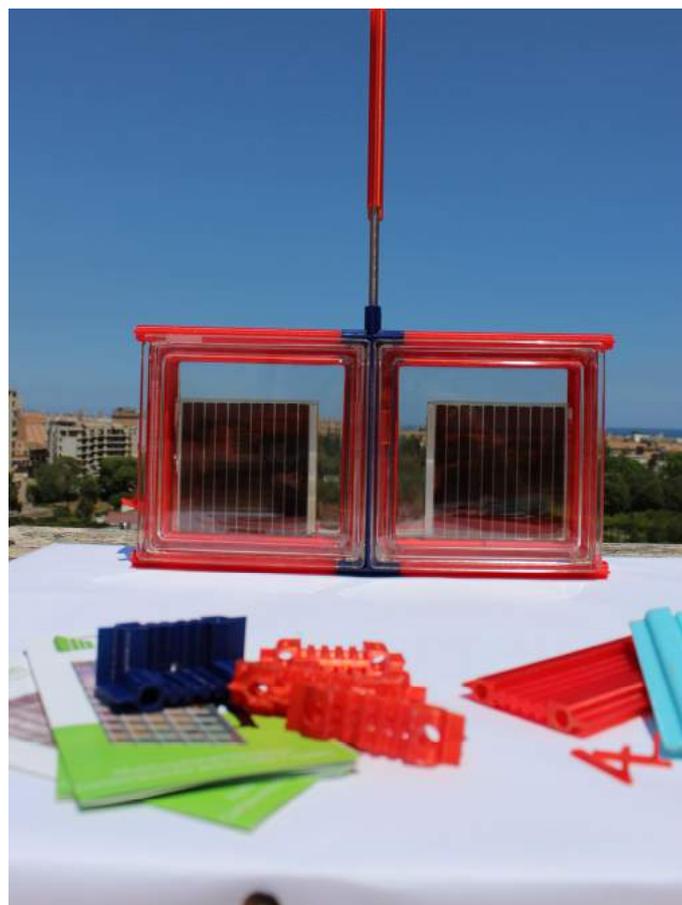


Figure 1. Prototipi di sub-componenti del SolarGB panel realizzati con stampante 3D  
Figure 1: Prototypes of sub-components of SolarGB panel realized by means of 3D printer

FASE A	Ciclo teorico (Min)	T (C°)	RH (%)
Pioggia (stagione autunnale)	75	20	95
Freddo (stagione invernale)	40	2	nc
Caldo umido (stagione primaverile)	115	35	87
Caldo secco (stagione estiva)	70	70	56
<b>TOTALE</b>	<b>300</b>		
FASE B			
Caldo umido + irraggiamento UV	<b>120</b>	35	87
<b>TOTALE A+B</b>	<b>420 (7h)</b>		

Figura 2: Il ciclo di invecchiamento accelerato  
Figure 2: The cycle of artificial aging

Materiali	Provini	Colle selezionate	Fornitore
<b>Pocan (PBT+PET)</b>	25*	DP8005	3M
	25	TECHNICOLL 9410	Technicoll
	25	VITRALIT 70001	Panacol
<b>POM-C</b>	25	POWER EPOXY	Pattex
	25	TECHNICOLL9110	Technicoll
<b>Compound PP</b>	25	DP8005	3M
	25	TECHNICOLL 9110	Technicoll

Figura 4: Tabella riepilogativa dei materiali e delle colle da testare  
Figure 4: Summary table of the materials and gluing products to be tested



Figura 5: Campione di prova per la verifica di incollaggio vetro/POM-C  
Figure 5: Test sample for the assessment of the glass/POM-C bonding



Figura 3: Strumentazione di prova per le prove di verifica degli incollaggi  
Figure 3: Test instruments for shear strength measurement of bonded specimens

## NOTE

---

<sup>1</sup> UNI 11156-2:2006. La valutazione della durabilità dei componenti edilizi - Il metodo di valutazione della propensione all'affidabilità.

<sup>1</sup> UNI 11156-2:2006. *Evaluation of durability of building components - Evaluation method for reliability*

<sup>2</sup> ISO 4587:2003. Adhesives – Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies.

<sup>2</sup> ISO 4587:2003. *Adhesives – Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies.*

<sup>3</sup> ASTM C719: 1993 Standard Test Method for Adhesion and Cohesion of Elastomeric Joint Sealants Under Cyclic Movement (Hockman Cycle).

<sup>3</sup> ASTM C719: 1993 *Standard Test Method for Adhesion and Cohesion of Elastomeric Joint Sealants Under Cyclic Movement (Hockman Cycle).*

<sup>4</sup> CEI 61215:2006. Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto ed omologazione del tipo.

<sup>4</sup> CEI 61215:2006. *Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV). Design qualification and type approval.*

## BIBLIOGRAFIA

Alaimo Giuseppe, Enea Daniele. 2011. Experimental evaluation of plasters durability aimed at maintenance planning and scheduling, *Proceedings of the XII International Conference on Durability of Building Materials and Components*, Porto, 2011, Vol. III, pp. 1247-1255.

Maggi Pietro Natale. 2003. A research program for the durability evaluation of the building components, *International workshop on "Management of durability in the building process"*, Milano, 2003.

Alaimo Giuseppe, Enea Daniele, Nuccio Eugenio. 2012. Innovative siloxane coating formulations: the experimental assessment of the durability of colour, *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications, 2012, vol. 346, pp. 63-68.

Alaimo Giuseppe, Enea Daniele, Guerrini Gian Luca, Bottalico Luca. 2012. Experimental evaluation of the durability of innovative cementitious coatings: photocatalytic activity and colour, *Proceedings of the Third International Conference on Smart Materials and Nanotechnology in Engineering, SPIE Proceedings*, vol. 8409.

Alaimo Giuseppe, Enea Daniele. 2014. *La qualità tecnologica utile di prodotti edilizi innovative*. Santarcangelo di Romagna (RN), Maggioli editore, 2014, 190.

Corrao Rossella, Garraffa Alessandra, Giambanco Giuseppe, Trapani Giuseppe. 2011. Pannelli traslucidi preassemblati "a secco" e precompressi realizzati con vetromattoni "modificati". *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro*. 2011, vol. 41, n. 4, pp. 6-19.

Corrao Rossella. 2010. *Glassblock and Architecture. Evoluzione del Vetromattone e Recenti Applicazioni*, Firenze, Alinea Editrice, 2010.

Corrao Rossella, D'Anna Dario, Morini Marco, Pastore Luisa. 2014. DSSC-integrated Glassblocks for the construction of Sustainable Building Envelopes. *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications, 2014, vol. 875-877, pp. 629-634.

**GANGEMI EDITORE<sup>®</sup>**  
**INTERNATIONAL PUBLISHING**

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI OTTOBRE 2016  
[www.gangemieditore.it](http://www.gangemieditore.it)



***"Là dove la tecnica è superata  
inizia l'architettura."***

**LUDWIG MIES VAN DER ROHE**

***"La rivoluzione  
dello spirito artistico  
ci ha dato la conoscenza  
elementare,  
la rivoluzione tecnica  
ci ha dato lo strumento  
per la nuova forma."***

**WALTER GROPIUS**

WORLDWIDE DISTRIBUTION  
& DIGITAL VERSION EBOOK/APP:  
[www.gangemeditore.it](http://www.gangemeditore.it)