

Alessandra Battisti, Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
Fabrizio Tucci, Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma

alessandra.battisti@uniroma1.it  
fabrizio.tucci@uniroma1.it

**Abstract.** Le biblioteche attive in Italia sono circa 13.000 e nel loro complesso come proprietà e gestione si riferiscono prevalentemente ad Istituzioni pubbliche quali Stato, Regioni, Enti locali, Istituti culturali, Università, e parzialmente ad Istituzioni religiose e a privati. In questo contributo viene presentato il lavoro di studi e ricerche, commissionate agli autori come Conto Terzi biennale dalla Direzione Generale per le Biblioteche del Ministero per i Beni e le Attività Culturali (Mibac), terminato recentemente, rivolto alla riqualificazione architettonica, energetica ed ambientale delle Biblioteche storiche nazionali distribuite sul territorio italiano, con particolare approfondimento condotto su 4 tra le 46 di proprietà del Mibac (la Nazionale Centrale di Roma, la Nazionale Centrale di Firenze, la Nazionale Universitaria di Torino e la Angelica di Roma) ritenute dagli autori e dalla committenza esemplificative delle problematiche ricorrenti e ideali per prestarsi alla costruzione di un modello di intervento replicabile sulle altre biblioteche storiche italiane.

**Parole chiave:** Riqualificazione sostenibile, Efficientamento energetico, Patrimonio storico, Recupero bioclimatico, Innovazione tecnologica

## Il patrimonio architettonico storico delle biblioteche in Italia: motivi e obiettivi della riqualificazione energetico ambientale

culturali pubblici; 2.589 ad università statali; 1.541 ad enti ecclesiastici, e infine 46 sono biblioteche statali di proprietà del Ministero per i Beni e le Attività Culturali (Mibac)<sup>2</sup>. Queste ultime, apparentemente di impatto numerico meno rilevante, di fatto per il loro prestigio nazionale e internazionale, per la loro dimensione fisica, per la quantità e valore dei volumi in esse contenuti, per l'importanza dei fondi, per la professionalità degli operatori, e non ultimo per la rilevanza architettonica degli edifici che le contengono, costituiscono l'asse portante del Sistema

In Italia sono presenti 17.348 biblioteche, di cui 13.176 sono quelle censite ufficialmente come attive<sup>1</sup>, e tra queste 6.876 appartengono ad enti pubblici territoriali e locali quali Regioni, Comuni, enti locali, istituti

**Biblioteca Italia.** Le biblioteche statali hanno il compito di raccogliere e conservare la produzione editoriale italiana a livello nazionale e locale: dei grandi organismi architettonici portatori e documentari di valori storici, economici, sociali, politici, e anche estetici, spirituali, identitari, simbolici<sup>3</sup>.

Circa il 50 % di queste biblioteche è vincolato e oltre il 90% tutelato, e di esse la maggior parte sono anteriori al 1930; in ogni caso pressoché tutte sono quasi totalmente inefficienti dal punto di vista energetico e ambientale. Di fatto la maggior parte di questi edifici è energivora, con pessimi comportamenti bioclimatici e ambientali, e al contempo continua ad essere usata e fruita, comportando da una parte ingenti spese pubbliche relative ai consumi elettrici e termici; dall'altra deludenti prestazioni sul piano del comfort globale e della qualità ambientale. Per questo l'applicazione di misure di contenimento dei consumi energetici e di ottimizzazione delle prestazioni bioclimatiche passive negli edifici pubblici in generale e in queste tipologie in particolare rappresenta un'importantissima ed ormai inderogabile opportunità, e può costituire un significativo contributo in termini di efficientamento energetico ambientale.

La ricerca si rivolge – per la prima volta, a detta dei committenti – alle comunità, ai progettisti e agli operatori coinvolti a tutti i livelli nella riqualificazione del Patrimonio storico delle biblioteche italiane, con il proposito di migliorare la collaborazione tra i vari soggetti nella prospettiva di un processo progettuale e realizzativo di riqualificazione sempre più improntato all'esigenza di fornire chiare indicazioni e risposte al complesso e complessivo tema della sostenibilità ambientale. Un'esigenza che implica un'innovazione delle tecnologie impiegate, ma anche un nuovo modo di pensare il progetto di riqualificazione e la sua organiz-

## Technological energy and environmental refurbishment of historical Italian libraries

**Abstract.** Active libraries in Italy are around 13.000 and, taken as a whole, the property and management relate mainly to public institutions such as the state, regions, local authorities, cultural institutions, universities, and partly to religious institutions and individuals. In this paper is presented the work of studies and research, commissioned to the authors by the General Direction for Libraries of the Ministry of Heritage and Culture (Mibac), which ended recently, addressing the architectural, energy and environmental refurbishment of national historic libraries distributed on the Italian territory, with special focus on 4 among 46 owned by the Ministry of Culture (the Nazionale Centrale di Roma, the Nazionale Centrale in Florence, the national University of Turin and the Angelica in Rome) believed by the authors and client as examples of recurring issues and ideals to lend itself to the construction

of a model of intervention replicable on other historical Italian libraries. The main objective of the project is the identification of physical and perceptual factors of wear<sup>2</sup>, which threaten the conservation of the historical and artistic heritage of the historic center of Venice, with a particular focus on the effects of anthropogenic pressure linked to tourism, and the evaluation of their level of danger. A further objective is the recognition of measurable parameters (indicators) for monitoring and, subsequently, mitigation strategies for the most significant phenomena.

**Keywords:** Sustainable refurbishment, Energy Efficiency, Heritage, Bioclimatic Restoration, Technological Innovation

## The architectural heritage of historic libraries in Italy: reasons and goals of energy efficient and environmental refurbishment

In Italy there are 17,348 libraries, of which 13,176 are officially counted as active<sup>1</sup>, and among these 6,876 belong to public institution such as local authorities and regions, municipalities, public cultural institutions; 2,589 to public universities; 1,541 to ecclesiastical institution, and finally 46 are state libraries owned by the Ministry of Heritage and Cultural Activities (Mibac)<sup>2</sup>. This last category, just seemingly less important in quantity, are the backbone of the Italian Library System thanks to their national and international prestige and to their physical size, to the quantity and value of the volumes contained in them, because of the importance of the funds, of the competence of workers, and not

zazione, puntando anche ad un uso ritrovato e/o innovativo di tecnologie tradizionali.

È in questo senso che si propone il dato di originalità di un approccio metodologico complesso che sia capace di coniugare il rispetto conservativo con una visione unitaria e sinergica dell'organismo edilizio storico e con i suoi rapporti con l'ambiente naturale e antropizzato di contesto.

L'obiettivo è stato quello di mettere a punto un modello d'intervento per un reale e fattibile efficientamento energetico del patrimonio storico delle biblioteche italiane, prevedendo anche la partecipazione degli attori impegnati all'interno delle biblioteche nelle loro attività di gestione e manutenzione ordinaria e allo stesso tempo producendo un lavoro che unisse il mondo della ricerca, quello della cultura tecnologico progettuale e quello delle costruzioni.

In questa direzione la ricerca è stata articolata su due principali tipologie di contributi:

- la prima consta nella messa a punto di uno strumento di indirizzo metodologico, operativo e progettuale rivolto ai professionisti, agli enti, alle aziende, capace di dare risposte attente alle problematiche legislative, normative e tecniche inerenti il "come" intervenire sul patrimonio architettonico delle biblioteche storiche italiane secondo criteri di efficienza energetico-ambientale ed in funzione dei diversi possibili gradi di vincolo;

- la seconda consiste nell'offrire un quadro di modalità d'intervento orientato a facilitarne le possibilità d'implementazione nel mondo delle imprese edili in grado di incrementare attività di impresa interne alla logica della "Green Economy" nel comparto delle costruzioni, ovvero in un settore che è classificato tra i più impattanti sull'ambiente.

least thanks to the architectural significance of the buildings that contain them. The state libraries have the task of collecting and preserving the Italian publishing at national and local level: they are important architectural organizations example of historical, economic, social, political, and even aesthetic, spiritual, identity, symbolic values<sup>3</sup>.

Approximately the 50% of these libraries is bound, more than 90% is protected, and most of them were built before 1930; in any case, almost all of them are totally inefficient from the energy and environmental point of view. In fact, most of these buildings are a huge energy consuming, with bad bioclimatic and environmental behaviours, but at the same time they continue to be used and enjoyed, having as result on one side a high public costs related to power

and heating consumption and on the other side bad performance in terms of overall comfort and environmental quality. For this reason in general, the application of strategies to reduce energy consumption and to optimize passive performance in public buildings and in particular in these types of buildings represents a major and mandatory opportunity, giving a significant contribution in terms of energy and environmental efficiency.

The research is aimed - for the first time, according to the clients - to communities, designers and professionals involved at all levels in the refurbishment of the historic heritage of Italian libraries, with the aim of improving cooperation between the various actors involved, in the perspective of a design and construction process of refurbishment increasingly focused on the need to provide clear

In questa dimensione la riqualificazione di una biblioteca storica si deve attuare su due livelli: quello urbano, che si traduce nella valorizzazione di un edificio storico e architettonico portandolo a rivestire o a ritrovare un ruolo significativo all'interno della città oltre quello che dovesse già avere, fino a divenire un elemento manifesto dei principi di progettazione sostenibile e soprattutto della applicabilità di tali principi; quello edilizio, che si attua attraverso una riqualificazione tecnologica e architettonica che abbia come anima e parte integrante le differenti forme di ottimizzazione energetica, ecologica e ambientale applicate all'edificio.

### **Edifici storici e normative in Europa e in Italia: riferimenti e confronti per l'impostazione della ricerca**

EPBD2, CEN, poi del CEN TC 346 e, ultimo ma non di minor peso, del EnerPHit Certified Retrofit (PHI). Quando la EPBD2 è uscita nel 2010, si è manifestato con evidenza il timore generale che gli edifici storici potessero essere sfigurati o comunque rovinati dall'applicazione di misure di efficientazione, e tale preoccupazione ha determinato un atteggiamento difensivo e rinunciatario che si è tradotto nel tentativo di escludere gli edifici storici da qualsiasi obbligo. Al momento attuale l'atteggiamento è cambiato e si è trasformato in un approccio più costruttivo, che insieme alla volontà di preservare gli edifici, contempla anche quella del loro utilizzo in maniera efficiente, ma sempre compatibile con il valore storico-culturale degli edifici stessi. È questa la

Negli ultimi anni numerosi programmi europei si sono focalizzati sull'integrazione negli edifici storici delle raccomandazioni delle *Efficiency Performance Building Directives*: EPBD e

guidance and answers to the complex theme of environmental sustainability. This requirement involves innovation of technologies employed, but also a new way of thinking the refurbishment project and its organization, focusing also on a rediscovered and/or innovative use of traditional technologies. In these terms, it's proposed as original the complex methodological approach that is able to combine conservative respect with a holistic and synergic historic building organism vision and its relationship with the natural and man-made environment. The goal was to develop an intervention model for a real and feasible energy efficiency of the historical heritage of Italian libraries, also including actors involved within the libraries in their management and maintenance activities and at the same time producing a work that would combine the

world of research, the world of technological design and the construction one.

In this direction the research was developed on two main types of contributions:

- The first consists in the development of a methodological, operational and design instrument, for professionals, organizations, companies, authorities able to give a important response to legislative, regulatory and technical issues relating to "how" to operate on the architectural heritage of Italian historical libraries following the criteria of energy and environmental efficiency and according to possible degrees of constraints;

- The second is to provide a framework of rules for intervention oriented to facilitate the possibility of implementation for construction companies able to increase business activity

posizione del gruppo di esperti del CEN TC 346, che si avvicina pro-attivamente al tema, avendo riconosciuto che le iniziative in questo senso devono venire «dall'interno della comunità» (CEN the European Committee for Standardization, 2012).

La direttiva EPBD2, strumento europeo in grado di influenzare la legislazione di tutti gli Stati membri in materia di consumi di energia e di ambiente, che prevede che tutti gli edifici costruiti o riqualificati dal 2020 dovranno essere *nearly zero buildings*<sup>4</sup>, con la sua applicazione agli edifici storici potrebbe quindi costituire una forza motrice nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi dell'*European Set Plan 2020*<sup>5</sup>.

Inoltre, non dobbiamo dimenticare che l'ultima Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che doveva essere recepita dagli Stati membri nei rispettivi ordinamenti nazionali entro il 5 giugno 2014, stabilisce una serie di misure comuni per la promozione dell'efficienza energetica all'interno dell'Unione Europea mirate a garantire e ad accelerare il raggiungimento dell'obiettivo "20-20-20", e nel settore edilizio la più significativa novità da lei introdotta è proprio quella relativa alla riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Di più, la medesima direttiva sostiene e incoraggia un altro principio estremamente importante: «gli edifici esistenti occupati da enti pubblici e gli edifici abitualmente frequentati dal pubblico dovrebbero dare l'esempio dimostrando che gli aspetti riguardanti l'ambiente e l'energia sono presi in considerazione»<sup>6</sup>.

È proprio sulla scia delle indicazioni strategiche della direttiva che si è mosso il nostro lavoro nello sviluppare la ricerca conto terzi per il Mibac, quando essa recita:

In particolare tale strategia deve includere:

– una ricognizione del parco immobiliare nazionale;

of "Green Economy" for the construction segment, an industrial sector that is considered to have one of the most relevant impacts on the environment.

In this framework the refurbishment of an historic library must be developed on two levels: the urban level, which results in the enhancement of a historic and architectural building bringing it to hold or regain a significant role in the city, over the one it should already have, in order to become a manifesto of principles of sustainable design and especially of the applicability of these principles; the construction level, which is implemented through an architectural and technological upgrading that has as its core different forms of energy, ecological and environmental optimization, applied to the building.

#### **Historic buildings and regulation in Europe and in Italy: references and comparisons for the set up of the research**

In recent years several European programs have focused their attention on the integration of the recommendations for historic buildings of the *Efficiency Performance Building Directives*: EPBD2 and EPBD, CEN, CEN TC 346 and then, last but not least, EnerPHit Certified Retrofit (PHI). When the EPBD2 released in 2010, was clearly manifested the general concern that the historic buildings could be disfigured or damaged by the application of measures for the energy efficiency, and this concern resulted in a defensive and dismissive attitude that resulted in the attempt to exclude historic buildings from any obligation. Today, the attitude has changed and has developed into a more con-

– l'individuazione di approcci alle ristrutturazioni efficaci in termini di costi, pertinenti al tipo di edificio e alla zona climatica;

– una stima fondata su prove del risparmio energetico atteso, nonché dei benefici in senso lato (Direttiva 2012/27/UE).

La ricerca sulle Biblioteche storiche da noi operata ha preso inoltre a riferimento i risultati ottenuti da alcuni dei recenti progetti europei in materia di riqualificazione di edifici storici, che sono stati ideati e finanziati proprio in quanto potenziali esempi di applicabilità delle direttive sopra citate, come ad esempio il progetto europeo del 2009 *New4old (New energy for old buildings) "Nuova energia per le vecchie costruzioni: misure di integrazione delle RES & RUE negli edifici storici"*<sup>7</sup>, ed in particolare le buone pratiche di integrazione delle strategie di risparmio energetico e di produzione di energie da fonti rinnovabili per gli edifici storici in esso sviluppate<sup>8</sup> (*New4Old*, 2009).

Ha costituito per noi un ulteriore riferimento, tra i risultati ottenuti nell'ambito del VII programma quadro, il progetto 3ENCULT (*Efficient Energy for EU Cultural Heritage*), conclusosi nel 2011, che si occupa di migliorare il rendimento energetico di edifici di interesse storico e architettonico che svolgono una funzione pubblica o sociale, e che sottolinea come gli edifici storici siano estremamente eterogenei e richiedano di volta in volta interventi specifici di protezione e miglioramento del loro valore culturale<sup>9</sup>.

Altro punto di confronto per la nostra ricerca è stato il set di indicatori ottenuti dalla raccolta delle migliori prassi selezionate nel toolkit strategico, testato anche attraverso attività pilota, del progetto GOVERNEE (*Good Governance in Energy Efficiency*); progetto europeo incentrato sull'impiego di fonti energetiche

*European Set Plan 2020*<sup>5</sup>.

Moreover, we should not forget that the last 2012/27/UE Directive on Energy Efficiency, which had to be transposed by Member States into national law by June 5, 2014, establishes a set of common rules for the promotion of energy efficiency within the European Union with the aim to ensure and accelerate the achievement of the "20-20-20", and in the construction sector the most significant news introduced is concerning the refurbishment of existing buildings. Furthermore, the same directive supports and encourages another extremely important principle: «the existing buildings occupied by public authorities and buildings frequently visited by the public should set an example by showing that aspects connected with environment and energy are taken into consideration»<sup>6</sup>.

rinnovabili negli edifici pubblici, con particolare riferimento agli edifici di pregio storico (GOVERNEE, 2012).

Tra le iniziative italiane sono state prese in considerazione le linee guida del progetto A.T.T.E.S.S., promosso dal Metadistretto Veneto della Bioedilizia (*Veneto Green Building Cluster*) in collaborazione con il Metadistretto Veneto dei Beni Culturali (*Veneto dei Beni Culturali Cluster*), che ha definito un set di criteri di efficienza energetica, sostenibilità ambientale e benessere interno agli edifici storici con la proposta di linee guida che identificano alcune azioni individuate all'interno del Protocollo ITACA (A.T.T.E.S.S., 2010).

Infine, sono state di supporto alla ricerca le linee guida del Mibac sull'efficientamento energetico del patrimonio storico<sup>10</sup>.

### Metodologia e sviluppo della ricerca

La ricerca è ruotata intorno alla difficoltà di raggiungere, conciliando i diversi obiettivi, gli elevati standard prestazionali – ottenuti raccogliendo e valutando i risultati dei progetti europei già sviluppati e/o in progress sopra ricordati – richiesti ad un edificio pubblico complesso a servizio dei cittadini quale è la biblioteca (Stuart, 2014); obiettivi incentrati *in primis* sulla riduzione dei consumi di energia primaria, sull'implementazione dell'impiego di fonti rinnovabili e sull'innalzamento dei parametri di qualità ambientale, ed inoltre sull'ottimizzazione delle strategie mosse dalle complesse richieste provenienti da una realtà sociale in continua trasformazione animata da sempre nuove aspettative e tesa ad acquisire l'ormai necessaria attitudine a dimostrarsi flessibile e adattabile ai cambiamenti d'uso e di fruizione; capacità, quest'ultima, per la quale migliorare il rendimento energetico degli edifici può risultare un

atto di bilanciamento tra mantenere il significato patrimoniale degli edifici storici e permettere l'inserimento di misure di retrofit (Taranto Rodrigues e Kacel, 2013).

Il progetto di ricerca si è mosso in direzione del tentativo di ottenere – o riportare alla luce e valorizzare, come spesso accade per gli edifici storici – quella “qualità globale dello spazio”, che insieme al benessere termo-igrometrico e psico-percettivo degli utenti, mirasse al conseguimento di un'armonia degli edifici e degli spazi architettonici con i caratteri macro e microclimatici, con le tradizioni comportamentali e sociali e con i fattori ambientali e biofisici dello specifico contesto locale (Eriksson et al., 2014), attraverso un corretto impiego di energie e risorse, riciclando o riutilizzando i materiali, e in genere riducendo il rilascio di sostanze nocive nell'ecosistema locale e globale durante l'intero ciclo di vita e perseguendo il contenimento dei consumi energetici, la produzione di energia da fonti rinnovabili, e il corretto governo ecologico dei futuri processi di gestione e manutenzione.

Operazioni queste finalizzate alla più volte affermata – e di recente ribadita con autorevolezza – necessità di procedere «alla eliminazione di dispersioni energetiche, alla riduzione dei consumi, ad un impiego diffuso ed integrato di fonti rinnovabili, al miglioramento del complessivo grado di ecocompatibilità ed al raggiungimento di risultati bioclimatici sotto il profilo prestazionale in grado di garantire una ottimale condizione di benessere termo-igrometrico e psico-fisico all'interno degli edifici storici» (Smith, 2014).

Nella prima annualità della ricerca (2011-2012), oggetto dell'approfondimento applicativo degli studi e delle prospezioni progettuali d'intervento sono state due Biblioteche pubbliche sto-

Our work in developing the research for Mibac, followed the strategic directions of the Directive, especially when it says: «In particular, this strategy must include:

- A review of the national building stock;
  - The identification of approaches to refurbishment efficient in terms of costs, relevant to the building type and to climate zone;
  - An estimate based on evidence of the expected energy saving, and of the benefits in the broadest sense».
- Our Research on Historical Libraries has also taken into consideration results obtained by some of the recent European projects in the field of refurbishment of historic buildings, which were designed and funded as potential examples of application of the directives mentioned before, as for example, the 2009 European project

*New4old (New energy for old buildings) "New energy for old buildings: measures for the integration of RES & RUE in historic buildings"*, and in particular the best practices for the integration of energy-saving strategies and production of energy from renewable sources for historic buildings developed in it<sup>8</sup> (New4Old, 2009).

It has been for us a further reference, between the results obtained under the Seventh Framework Programme, the 3ENCULT research project (*Efficient Energy for EU Cultural Heritage*), ended in 2011, which works to improve the energy efficiency of buildings of historical and architectural interest with a public or social function, and it emphasizes how historic buildings are extremely heterogeneous and require from time to time specific actions to protect and improve their cultural value<sup>9</sup>.

Another reference for our research has been the set of indicators obtained from the collection of best practices selected in the strategic toolkit, also tested through pilot activities, realized by the GOVERNEE research project (*Good Governance in Energy Efficiency*); European project focused on the use of renewable energy in public buildings, with particular reference to buildings with historic value (GOVERNEE, 2012). Among the Italian initiatives have been taken into account the guidelines of the project A.T.T.E.S.S., sponsored by the Metadistretto Veneto della Bioedilizia (*Veneto Green Building Cluster*) in collaboration with the Metadistretto Veneto dei Beni Culturali (*Veneto Cultural Heritage Cluster*), which defined a set of criteria for energy efficiency, environmental sustainability and comfort inside historic buildings with

the proposal of guidelines that identify some of the actions selected in the Protocol ITACA (A.T.T.E.S.S., 2010). Finally, were supports to the research, the guidelines of Mibac on energy efficiency of the historic heritage<sup>10</sup>.

### Methodology and development of research

The research focused on the difficulty of reaching, balancing different objectives, the high performance standards - achieved by collecting and evaluating results of European projects already developed and / or in progress mentioned above - required for a public building complex for citizens as it's a State Library (Stuart C.M, 2014); these objectives focus primarily on the reduction of primary energy consumption, on the implementation of the use of renewable energy sources and on raising environmental quality

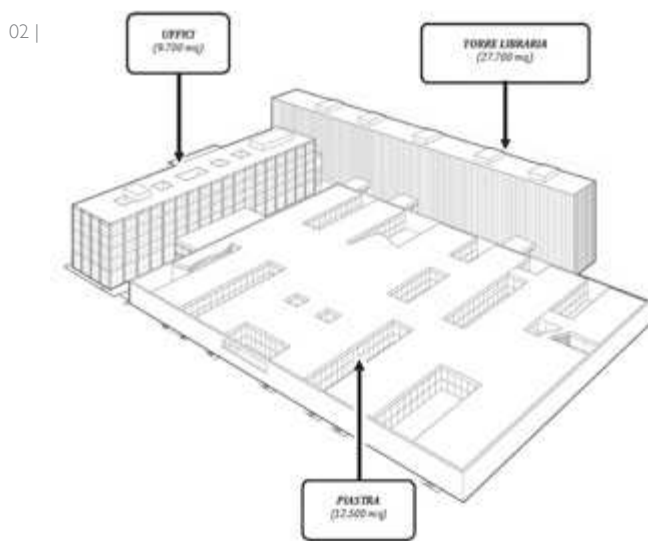
riche di rilevanza nazionale ubicate nella città di Roma: la Biblioteca Nazionale Centrale “Vittorio Emanuele” sita in Viale del Castro Pretorio e la Biblioteca Angelica sita a Piazza Sant’Agostino, nel centro storico della capitale. La seconda annualità di ricerca (2012-2013), anch’essa conclusa, ha coinvolto la Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze e la Biblioteca Nazionale Universitaria di Torino. Questo articolo approfondisce in particolare le ricerche condotte nel corso della prima annualità sulle due biblioteche romane, molto diverse tra loro per dimensioni e caratteristiche architettoniche, funzionali e costruttive. La BNCR è un complesso di circa 50.000 mq realizzato ex novo negli anni ’70 in un’area adiacente al centro storico di Roma (Figg. 1-2), mentre la Biblioteca Angelica è situata nel tessuto storico della città, in un edificio di modeste dimensioni, ma stratificato nei secoli con l’intervento, tra gli altri, di Luigi Vanvitelli (Figg. 11-12). Da un punto di vista metodologico la ricerca è stata articolata sulle seguenti quattro fasi principali:

**1. Rilievo e analisi dell’esistente in termini ambientali, architettonici e impiantistici.**

In questa fase si è proceduto innanzi tutto alla caratterizzazio-

ne del sistema ambientale esterno attraverso la lettura critica dei dati statistici climatici rilevati dalle stazioni meteorologiche del sistema nazionale ed alla modellazione e simulazione del microclima locale attraverso specifici software di analisi solare e microclimatica (Figg. 3-4)<sup>11</sup>. In tal modo si è potuto non solo inquadrare i complessi edilizi in un ambito climatico specifico (con tutte le relative implicazioni sia di ordine tecnico che normativo), ma ottenere informazioni dettagliate sulle interazioni degli stessi con il microclima esterno (per esempio in termini di esposizione all’irraggiamento solare, Figg. 13-14, ed alle pressioni dei venti sulle singole porzioni di involucro, Fig. 15).

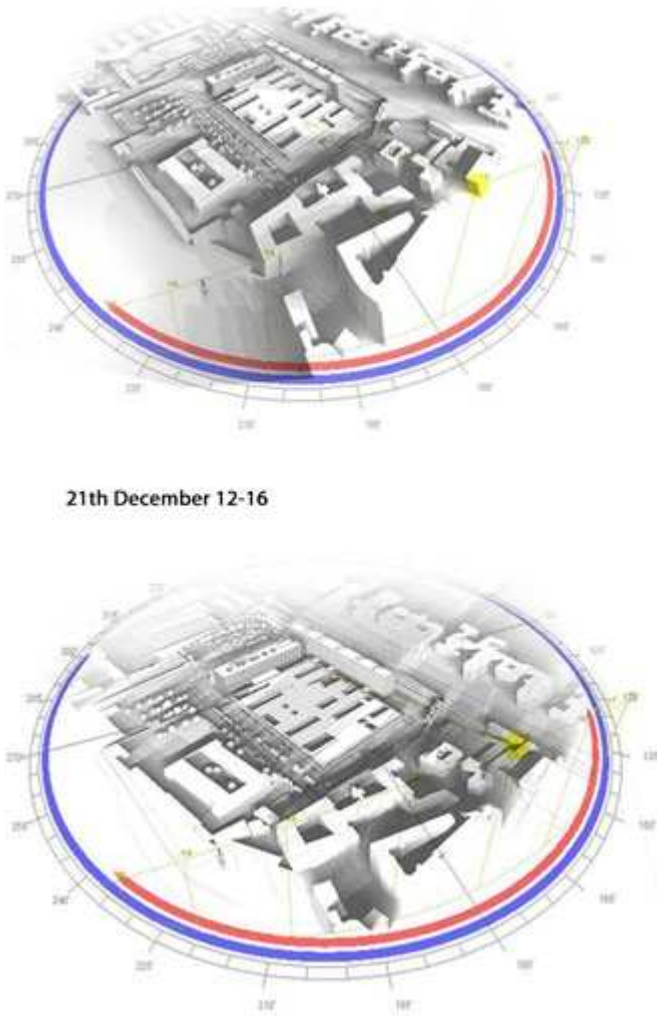
Allo stesso tempo sono stati analizzati nel dettaglio tutti gli elementi del sistema edilizio che concorrono alle prestazioni dell’edificio. Il lavoro si è avvalso della documentazione disponibile, di rilievi visivi e strumentali, della collaborazione del personale tecnico delle biblioteche. Le caratteristiche degli involucri sono state desunte dalla documentazione progettuale e poi verificate in situ, mentre le loro prestazioni termo-fisiche sono state calcolate secondo le normative tecniche vigenti e poi verificate strumentalmente. Per i singoli elementi si è fatto uso principalmen-



01 | La Biblioteca Nazionale Centrale-BNCR si trova in Viale Castro Petrorio, nei pressi della stazione Termini a Roma, realizzata su progetto degli architetti M. Castellazzi, T. Dell’Anese e M. Vitellozzi, fu inaugurata nel gennaio 1975

*The National Central Library-BNCR is located in Viale Castro Petrorio, near the Termini railway station in Rome, built by the architects M. Castellazzi, T. Dell’Anese and M. Vitellozzi, it was inaugurated in January 1975*

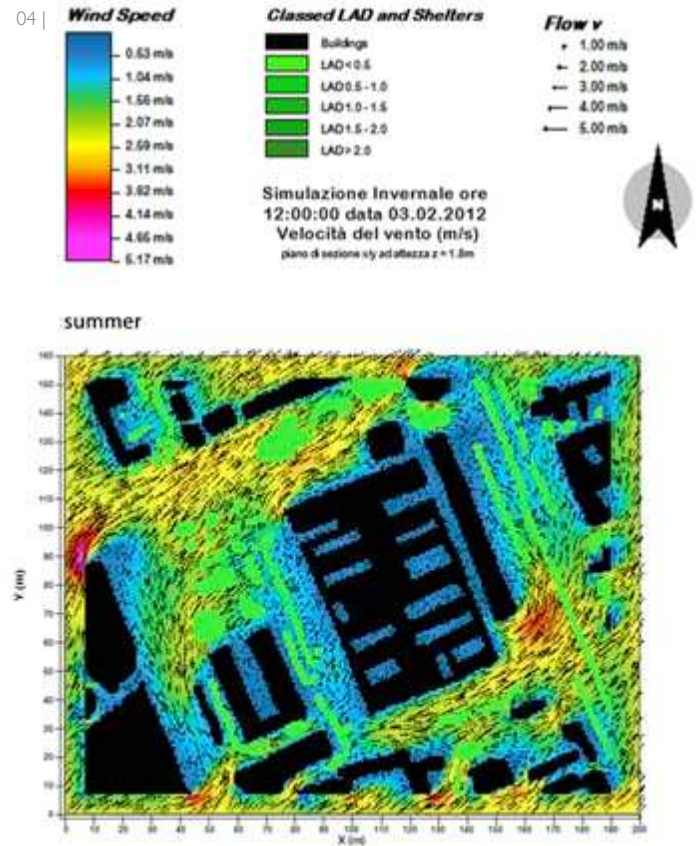
02 | BNCR, il complesso architettonico è articolato su quattro corpi realizzati in calcestruzzo armato, vetro e alluminio, per una superficie utile di oltre 50.000 mq  
*BNCR, the architectural complex is divided into four bodies made of concrete, glass and aluminum, for a surface area of over 50,000 square meters*



03 | BNCR, al fine di studiare l'esposizione alla radiazione solare sono state condotte simulazioni su un modello tridimensionale dell'edificio con il software Ecotect  
 BNCR, in order to study the exposure to solar radiation, simulations were conducted on a three-dimensional model of the building with the software Ecotect

parameters, and also on the optimization strategies coming from complex requests from a social reality in constant transformation, driven by new expectations and always aimed to acquire the needed ability to be flexible and adaptable to changes of use and enjoyment; improving the energy performance of buildings can be a balancing act between keeping the capital meaning of the historic buildings and allow the insertion of retrofit measures (Taranto Rodrigues and Kacel S., 2013). The research project tried to get - or to uncover and exploit, as it's often the case for historic buildings - the "overall quality of space", which together with thermo hygrometric and psycho-perceptual comfort for user, was aimed at achieving a harmony for buildings and for architectural spaces with macro and micro-climate characters, with behavioural

and social traditions and with environmental and biophysical factors of the specific local context (Eriksson et al., 2014) This aim is reached through a proper use of energy and resources, recycling or reusing materials, and generally reducing the release of harmful substances into the local and global ecosystem during the entire life cycle and pursuing reduction of energy consumption, the production of energy from renewable sources, and the proper government of the future ecological processes of management and maintenance. Actions aimed at, as already mentioned - and recently reaffirmed with authority - the need for «the elimination of energy losses, the reduction in consumption, the integrated use of renewable energy sources, the improvement of the overall level of environmental compatibility and the achievement of bioclimatic



04 | BNCR, una volta analizzate le informazioni generali relative alla condizione climatica del luogo, si è proceduto alla simulazione della ventilazione sull'area urbana e sul volume esterno dell'edificio con il software Envmimet  
 BNCR, once analyzed the general information about the climatic condition of the place, we proceeded to the simulation of the ventilation on the urban area and on the outer volume of the building with the software Envmimet

results in terms of performance to guarantee an excellent state of thermo-hygrometric and psycho-physical comfort inside the historic buildings» (Smith, 2014). During the first year of research (2011-2012), the subject of the application of studies and project intervention simulation were two public libraries of national importance located in the city of Rome: the National Central Library "Vittorio Emanuele" located in Viale Castro Pretorio and the Biblioteca Angelica, located in Piazza Sant'Agostino, in the historic centre of the capital. The second year of research (2012-2013), also concluded, involved the National Central Library of Florence and the National University Library in Turin. This article explores in particular the research conducted during the first year on the two Roman libraries, very different in size, architectural func-

tional and constructive characteristics. The BNCR is a complex of about 50,000 square meters built in the 70s in an area contiguous to the historic center of Rome (Figs. 1 and 2), while the Biblioteca Angelica is located in the historical fabric of the city, in a building of modest size, but layered in centuries with the intervention of, among the others, Luigi Vanvitelli (Figs. 11 and 12).

1. From a methodological point of view the research was organized around the following four main stages:

*Survey and analysis of the existing condition of the environmental, architectural and plant condition.*

At this stage, we proceeded first to the characterization of the outdoor environmental system through the critical reading of the statistical data collected from meteorological stations of the climate national system and through

05 | BNCR, per poter valutare il comportamento generale dell'involucro sono state effettuate delle rilevazioni delle facciate esterne con un termo-camera. Quest'operazione ha permesso di valutare il grado di omogeneità nelle prestazioni energetiche dell'involucro e rilevare la presenza di ponti termici  
 BNCR, in order to evaluate the overall behavior of the building envelope were made surveys for the external facades with a thermo-camera. This operation made it possible to assess the degree of homogeneity in the energy performance of the envelope and the presence of thermal bridges

te del termoflussimetro (che rileva il flusso di calore attraverso rilievi prolungati nel tempo, Fig. 16), mentre per le interazioni tra essi e per la qualità complessiva è stata utilizzata la termografia (che rileva le temperature superficiali, e quindi le dispersioni termiche, in maniera istantanea, Fig. 5). Per ciò che riguarda gli impianti termici, si è fatto uso degli elaborati progettuali e dei sopralluoghi per rilevarne le caratteristiche generali, e delle termografie interne (che consentono ad esempio di visualizzare il percorso delle tubature e le relative interruzioni in un sistema radiante) per verificarne il funzionamento. Quando disponibili, sono stati utilizzati inoltre i dati registrati dai sistemi di monitoraggio delle biblioteche, spesso presenti nei depositi librari per garantire una migliore conservazione dei testi. La verifica dei sistemi di ventilazione si è avvalsa anche di simulazioni fluidodinamiche interne (Fig. 6)<sup>12</sup>, che consentono di identificare con un significativo livello di dettaglio, potenziali cause di discomfort locale o di inefficienza energetica (ad esempio zone con velocità dell'aria eccessive o cortocircuiti tra mandate e riprese). Le simu-

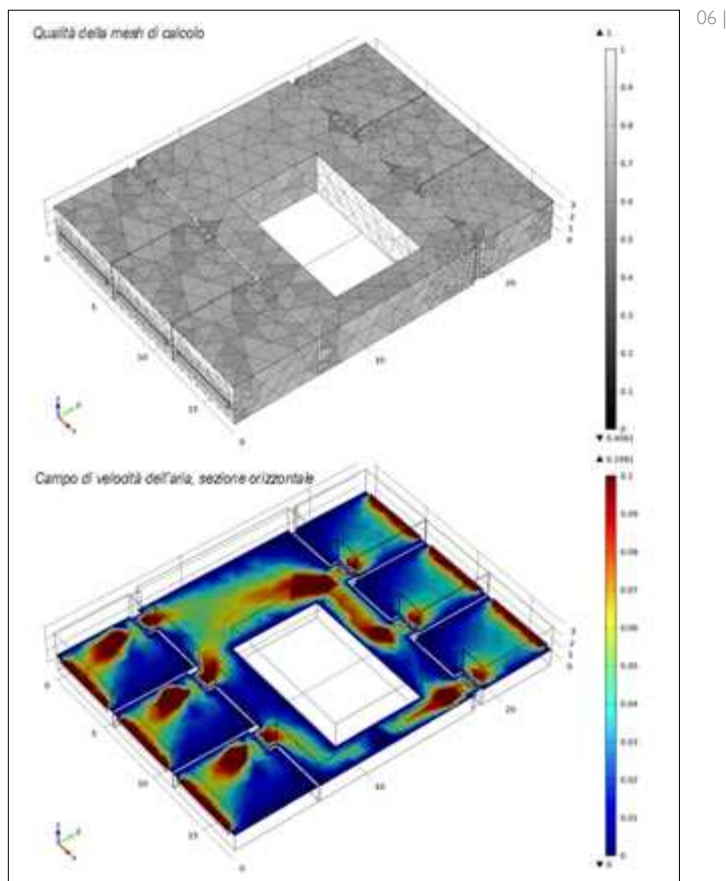
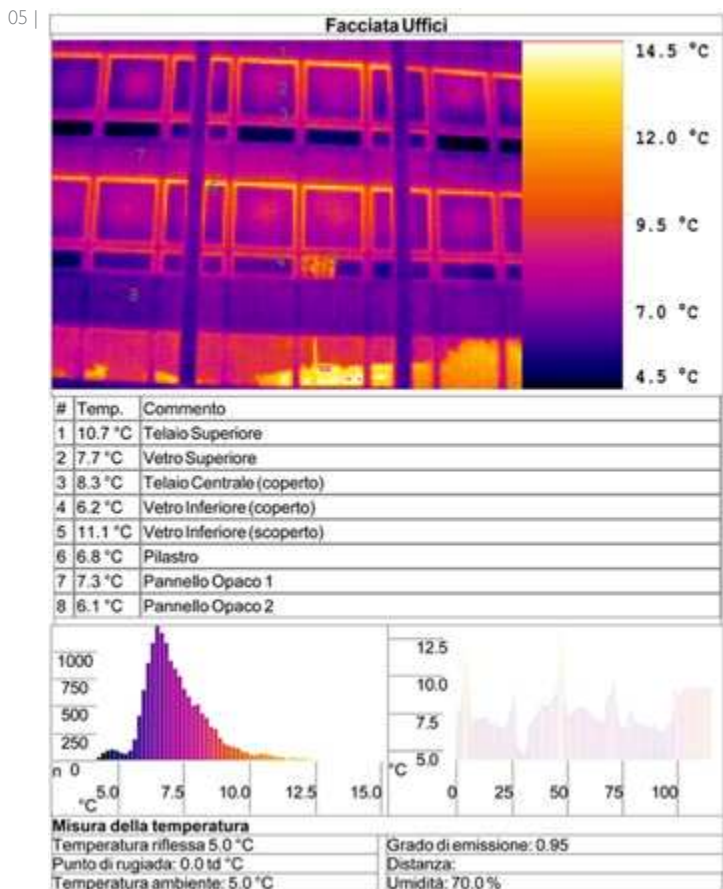
06 | BNCR, la verifica dei sistemi di ventilazione si è avvalsa anche di simulazioni fluidodinamiche interne che consentono di identificare, con un significativo livello di dettaglio, potenziali cause di discomfort locale o di inefficienza energetica  
 BNCR, the check on ventilation systems also made use of internal fluid dynamic simulations that allow to identify, with a significant level of detail, potential causes of local discomfort or energy inefficiency

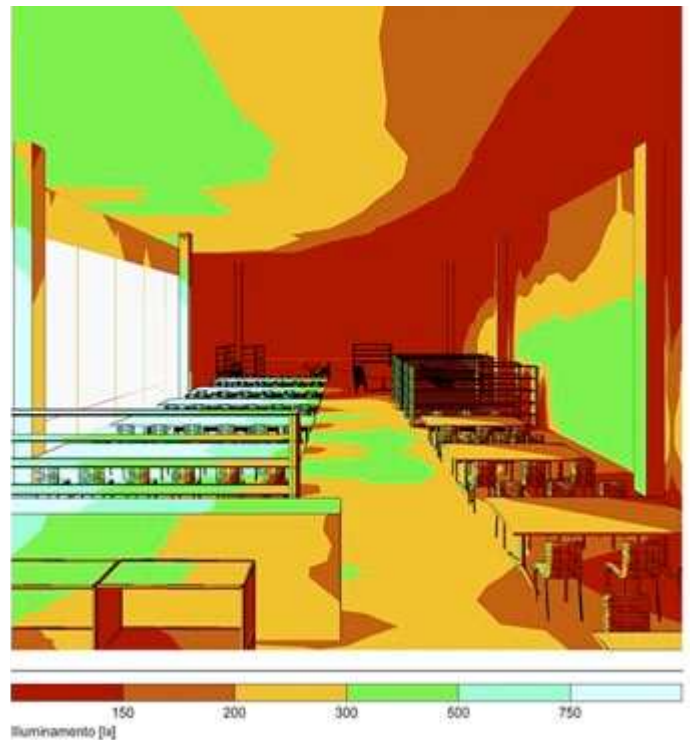
lazioni hanno aiutato anche a valutare le prestazioni, in termini di comfort, dei sistemi di illuminazione naturale e artificiale (Fig. 7)<sup>13</sup>. Infine le prestazioni complessive sono state valutate attraverso delle simulazioni energetiche<sup>14</sup> e attraverso l'analisi dei consumi storici. Per avere dei valori omogenei si è tenuto conto delle differenze tra l'andamento climatico nel periodo di rilevazione e le medie climatiche utilizzate nelle simulazioni.

## 2. Identificazione dei problemi, delle potenzialità e delle ipotesi di intervento migliorativo.

L'analisi critica dell'insieme di dati raccolti nel corso della prima fase, ha portato a individuare le principali criticità presenti in termini di obsolescenza e di degrado, ma anche in riferimento alle inefficienze nell'uso delle risorse ambientali disponibili. Ciò ha consentito di ipotizzare degli interventi mirati a colmare il divario prestazionale tra la situazione fattuale e gli standard tecnico-normativi (superando spesso i livelli minimi richiesti), in maniera efficiente e sostenibile.

L'incrocio dei diversi dati consente infatti di concentrare le ri-





07 | BNCR, le simulazioni, effettuate con il programma Relux, hanno aiutato a valutare le prestazioni, in termini di comfort, dei sistemi di illuminazione naturale e artificiale  
 BNCR, simulations, carried out with the software Relux helped to evaluate the performance, in terms of comfort, of the systems of natural and artificial lighting

sorse nelle soluzioni più efficienti, ad esempio isolando o sostituendo gli elementi di involucro più dispersivi, utilizzando le superfici meglio esposte per la produzione di energia elettrica fotovoltaica o per il riscaldamento passivo, posizionando le aperture per la ventilazione naturale dove le pressioni dei venti producono i risultati migliori.

Le ipotesi avanzate includono tutte le possibilità di intervento:

the simulation of local microclimate through specific software of solar and microclimate analysis<sup>11</sup>. In this way it was possible not only to frame the building complexes in a specific climate field (with all its implications for both technical and regulatory aspects), but getting detailed information about their interactions with the external microclimate (eg in terms of exposure to solar radiation, Figg.13 and 14, and of the pressures of winds on the individual portions of the architectural envelope, Fig. 15).

At the same time all elements of the building system that contribute to the performance of the building were analyzed in detail. The work used the available documentation of visual and instrumental measurements, of the cooperation of the technical staff of libraries. The characteristics of the building envelope were derived from

the design documentation and then verified in situ, while their thermophysical performance were calculated according to the technical rules and then verified instrumentally. For the single elements, it uses mainly of heat flow meter (which detects the flow of heat through measurements prolonged in time, Fig. 16), while for the interactions between them and for the overall quality was used the thermography (which detects the temperature of surfaces, and then the thermal dispersions, in an instant, Fig. 5).

For what concerns the thermal plants, the research uses architectural drawings and inspections to detect the general characteristics and internal thermography (for example to enable the view of the distribution of pipes and related interruptions in a radiant system) in order to verify operation. When available, were also used data

involucro edilizi e sistemi passivi, sistemi impiantistici e sistemi di controllo, produzione di energie rinnovabili in situ (Figg. 8-9).

### 3. Valutazione e selezione dei singoli interventi migliorativi.

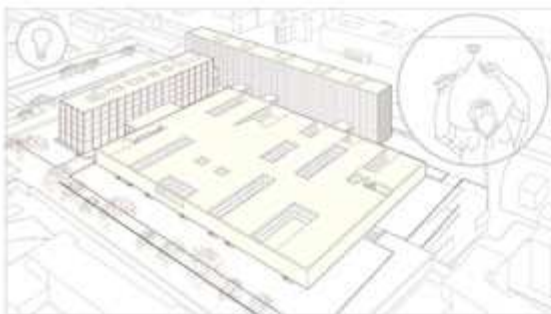
Un'ulteriore valutazione si è resa necessaria per l'esigenza di elaborare una proposta complessiva sostenibile anche dal punto di vista economico. Spesso infatti è stato possibile ipotizzare miglioramenti prestazionali molto simili attraverso interventi alternativi,

recorded by the monitoring systems of libraries, often found in library deposits to ensure a better conservation of texts. The auditing of ventilation systems also uses internal fluid dynamic simulations (Fig. 6)<sup>12</sup>, that allow to identify with a significant level of detail, potential causes of local discomfort or energy inefficiency (eg areas with excessive air speed or short circuits between send and retake). The simulations have also helped to evaluate the performance, in terms of comfort, of the systems of natural and artificial lighting (Fig. 7)<sup>13</sup>. Finally, the overall performance has been evaluated through energy simulations<sup>14</sup> and through the analysis of past consumption. In order to have homogeneous values were taken into account the differences between the climate during the survey period and the climatic averages used in the simulations.

### 2. Identification of problems, of the potentialities and hypothesis of improving intervention.

The critical analysis of the data collected during the first phase, led to identification of the main critical issues in terms of obsolescence and decay, but also in reference to the inefficiencies in the use of available environmental resources. This allowed us to hypothesize interventions designed to fill the performance gap between the factual situation and the technical regulatory standards (often exceeding the minimum required), in an efficient and sustainable way. The intersection of the different data makes it possible to concentrate resources in the most efficient solutions, for example, isolating or replacing the elements of the envelope more dispersive, using the best exposed surfaces for the production of photovoltaic electricity or for pas-



**Descrizione:**

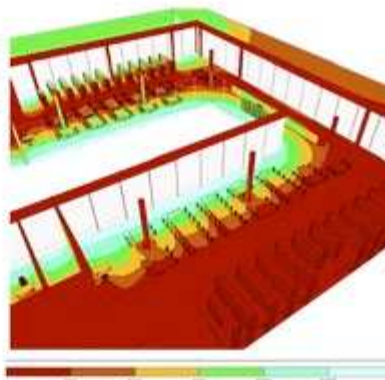
L'intervento riguarda uno dei fattori di consumo più rilevanti della biblioteca, quello elettrico legato all'illuminazione artificiale: funzione dell'apporto naturale e della presenza di utenti e con la sostituzione dei corpi illuminanti, utilizzando tecnologie a basso consumo e delle bolette elettriche per l'illuminazione artificiale fino al 40%, oltre che ad un miglioramento del comfort e dei sistemi di presenza EIB a raggi infrarossi per l'attivazione di utenze elettriche solo in presenza effettiva di persone e la si

**Prestazioni:**

- Riduzione dei consumi elettrici da illuminazione artificiale del 40%;
- Miglioramento del comfort visivo;
- Riduzione degli oneri per la manutenzione degli impianti.

**Fattibilità** Alta

- Investimento: 800.000 €
- tempo di ritorno dell'investimento stimato: 8,8 anni



Il gestione del livello di illuminamento in stile di poter arrivare ad una riduzione in particolare si prevede l'inserimento di

**Intervento E: Ottimizzazione impianti esistenti. Flessi e****Descrizione:**

Gli impianti attuali presentano alcuni problemi di funzionamento che ne riducono l'efficienza energetica e la capacità di rispondere in maniera adeguata alle esigenze della biblioteca. Un intervento volto a correggere tali malfunzionamenti avrebbe un tempo di ritorno piuttosto breve e si giustificerebbe anche considerando solo pochi anni di vita residua degli impianti.

L'intervento riguarderebbe l'adeguamento dei sistemi di regolazione degli impianti delle sale, non pienamente funzionanti, e la migliore disposizione di alcune bochette di ventilazione. L'eccessiva ricchezza di alcune di esse al momento è infatti causa di cortocircuiti fluidodinamici che producono gravi inefficienze nel sistema di ventilazione.

**Prestazioni:**

- grandezza impianto 769 kWp;
- produzione energetica annua stimata 1.045 GWh.

**Fattibilità** Alta

- Investimento: 45.000 €
- tempo di ritorno dell'investimento stimato: 2,8 anni

08-09 | BNCR, le ipotesi avanzate includono tutte le possibilità di intervento: involucri edilizi e sistemi passivi, sistemi impiantistici e sistemi di controllo, produzione di energie rinnovabili in situ. *BNCR, the hypotheses include all the possibilities for intervention: building envelope and passive systems, installation systems and control systems, renewable energy production on site.*

sive heating, positioning the openings for natural ventilation where the pressures of the winds produce the best results. The assumptions made include all the possibilities for intervention: building envelope and passive systems, plant systems and control systems, renewable energy production in situ (Figs. 8 and 9).

### 3. Evaluation and selection of individual improvement actions.

A further evaluation was necessary due to the need to develop a comprehensive proposal also sustainable from the economic point of view. Often it was possible to assume very similar performance improvements through alternative interventions, which were then vetted by an economic analysis. In addition, coherently with the spirit of the European directives and with the purposes of the study, it was considered essential an investigation

of the cost-benefit ratios of each solution. For all the options of intervention were therefore estimated cost of construction (relying as much as possible to market surveys), and time of return estimated on the basis of energy savings achieved and any public incentives (Fig. 10). The analysis also highlighted benefits not monetizable, relating to quality of comfort and environmental sustainability.

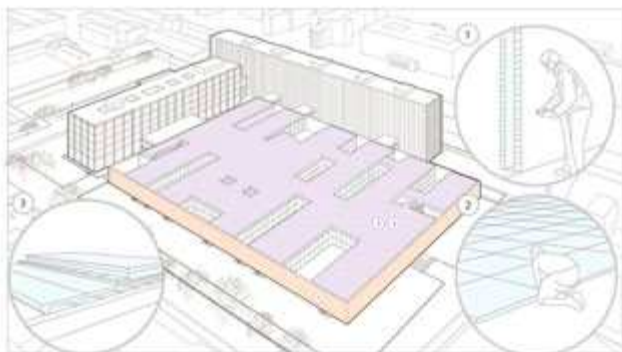
A further element of selection was the technical feasibility of the interventions, especially considering the need that interventions take place by allowing the use, at least partial, of libraries.

4. *Formulation of complex intervention scenarios and cost-benefit analysis articulated in time.*  
As conclusion of the study is proposed for each library, as immediate result of the research, a framework that synthesizes the best intervention scenarios.

Each scenario represents a comprehensive strategy that includes several measures, although the amount of the investments required is diverse. Each strategy takes the form of a redevelopment plan, for around ten years, for which the economic analysis is extended to the following 10 years. The extension in time of the interventions was introduced cause it allows to reduce the initial investment capital and use the savings of the first operations to finance, at least in part, the following ones (Figs. 17 and 18). It's interesting to note, confirming the importance of a comprehensive approach to the subject, as the most significant results are obtained through the integration of different types of intervention.

### Results achieved

The comparison between the results obtained by the microclimatic pa-



#### Fattibilità **MEDIA**

- Investimento: 1.980.000 €
- Incentivi: D.Lgs. 28/2011 - D.M. 28/12/2012 (c.d. Conto Energia Termico)



- Investimento: 2.445.000 €
- tempo di ritorno dell'investimento stimato: 34,4 anni



#### Fattibilità **MEDIA**

- Investimento: 800.000 €
- Incentivi: D.Lgs. 28/2011 - D.M. 28/12/2012 (c.d. Conto Energia Termico)

#### Intervento F: Involucro opaco della Piastra

##### Descrizione:

L'intervento agisce sull'involucro opaco per aumentare le prestazioni energetiche del complesso. Nello specifico si va ad intervenire:

- sulla muratura 1 con un isolamento termico in intercapedine di pareti esterne, eseguito mediante insufflaggio di materiale isolante sfuso, nello spessore dell'intercapedine di 40 cm;
- sulla muratura esterna secondaria e sulla muratura 2 con un isolamento termico a cappotto interno, eseguito mediante pannelli rigidi di materiale isolante fissati con malta adesiva specifica e lassetatura completa di intonaco sottile dello spessore di 5-8 mm, applicato in più riprese per dare il supporto pronto per la tinteggiatura, armato con speciale tessuto in fibra di vetro a maglia quadrata 4x4 mm con resistenza a trazione kg 120-150, con tinteggiature a caldo delle pareti. Impiegando elementi isolanti in lana di vetro di densità pari a 100 kg/mc per lo spessore di 10 cm;
- sulla copertura della piastra delle sale lettura con verde estensivo con sedum su terreno di coltura da 50 mm, completa di impermeabilizzazione e isolamento.

##### Prestazioni:

- Riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione estiva e invernale;
- Mitigazione dell'effetto "isola di calore Urbana";
- Riduzione del flusso di acque piovane da smaltire.

#### Intervento I: chiusura patii della Piastra

##### Descrizione:

Si prevede la chiusura parziale o totale dei patii delle sale di lettura con vetrate apribili e schermabili nel periodo estivo. L'intervento consentirebbe di aumentare la compattezza dell'edificio nel periodo invernale e di creare uno spazio di intermediazione tra interno ed esterno. In tal modo sarebbero limitate le dispersioni termiche e si guadagnerebbe uno spazio fruibile durante l'intero corso dell'anno. In estate le schermature ripagerebbero inoltre anche le possibilità di regolazione dei carichi solari. È stata ipotizzata una chiusura limitata a tre patii, I1, e una estesa a tutti, I2.

##### Prestazioni:

- Riduzione delle dispersioni termiche invernali;
- Riduzione dei carichi solari estivi;
- Regolazione della luce naturale;
- Nuovi spazi di fruizione per gli utenti della biblioteca.

#### Fattibilità **ALTO BASSA**

- Investimento: 770.000 €
- tempo di ritorno dell'investimento stimato: 36,7 anni

#### Fattibilità **ALTO BASSA**

#### Intervento L: Pompa di calore a geoscambio per gli DM-C

##### Descrizione:

L'intervento prevede la realizzazione di una pompa di calore a geoscambio in grado di utilizzare le risorse rinnovabili presenti sul sito, riducendo i consumi energetici degli impianti di climatizzazione. Il sistema sfrutta infatti l'energia termica accumulata nel terreno abbattendo il fabbisogno di approvvigionamento esterno. A tal fine sono necessarie delle trivellazioni verticali per l'installazione di sonde geotermiche (che non alterano esteriormente lo stato dei luoghi). La soluzione è stata limitata ai soli uffici, vista la migliore compatibilità dei terminali già presenti. Un pompa di calore di questo tipo può raggiungere coefficienti di prestazione nell'ordine di 4,5 (4,5 kWh termici prodotti per ogni kWh elettrico assorbito), e consente un'ottima integrazione con l'eventuale generatore fotovoltaico. L'installazione di tale sistema è ipotizzata a valle degli interventi sugli involucri (anche perché gli attuali impianti hanno una vita residua ancora relativamente lunga) e prevede quindi potenze ridotte rispetto alle attuali. Va rimarcato che il costo del sistema è fortemente variabile in funzione del tipo di terreno e dei carichi termici risultanti dalle modifiche apportate all'involucro degli edifici e che la sua fattibilità è legata anche alla possibilità di effettuare le necessarie trivellazioni, che potrebbero essere ostacolate dalle caratteristiche archeologiche dell'area.

##### Prestazioni:

- Riduzione dei consumi energetici invernali ed estivi;
- Riduzione del consumo di combustibili fossili;
- Riduzione delle emissioni clima alteranti;
- Mitigazione dell'effetto "isola di calore urbana".

rameters and the values suggested by the standards for the protection and preservation of the historical and artistic heritage, including the thermal analysis and energy consumption with particular reference to primary energy requirements in relation to the actual energy certification system and the corresponding values laid down by the legislation in force for the specific cases, not only shows how we can work on a project to improve efficiency in

historic buildings in full compliance with the standards for not historical existing buildings, but also shows how it's possible to reach better results than the standard required by law, even containing construction costs. The results show that it's possible to achieve a reduction of 30-50% on electricity consumption acting only on plant systems, and to get as result the reduction of up to 60% of primary energy consumption for thermal condition-

ing through "passive" action, with a low impact on the outdoor and indoor architectural character of buildings. It was concluded that energy and environmental efficiency reachable for new buildings could be reasonably achieved, even if with different levels depending from case to case, strongly related to the context and to specific character of the building, even in the refurbishment of the historic heritage. The results showed that an integrated

10 | BNCR, per tutte le ipotesi di intervento sono stati stimati i costi di realizzazione (ricorrendo il più possibile ad indagini di mercato), e i tempi di rientro sulla base dei risparmi energetici conseguibili e degli eventuali incentivi pubblici

BNCR, for all the options for intervention were estimated construction costs (relying as much as possible to market investigations), and the payback period on the basis of energy savings achieved and of any public incentives

INTERVENTO	COSTO (€)	INCENTIVO (€)	RENTIND (€)	SPBT (anni)	FATTIBILITÀ	CLASSE ENERGETICA	PRIORITÀ	FASIZZAZIONE		
A Sostituzione infissi - Depositi	2.710.000	250.000	150.000	15,5	MEGNA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
B Sostituzione infissi a terra Piazza	2.440.000	24.907	86.000	28,1	ALTA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
C1 Schemature Uffici - alternative per esterni	130.000	50.119	20.500	4,0	ALTA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
C2 Schemature Uffici - lamelle (alternativo a C1)	420.000	188.900	22.000	11,8	MEGNA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
D Copri Illuminanti e sistema di controllo nell'intero complesso	800.000		91.200	8,8	ALTA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
E Ottimizzazione impianti esistenti Piazza	45.000		18.000	2,5	ALTA	G	IMPRESCINDIBILE	1	2	3
F Involucro opaco Piazza (Cop. Verde, Interopacità, So- lari)	1.980.000	252.530	129.000	13,1	MEGNA	G	AUSPICABILE	1	2	3
G1 Involucro opaco Oratori e coperture Depositi e Uffici	780.000	280.878	104.000	4,4	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
G2 Pannello opacizzazione Involucro Depositi (alternativo a G-1)	2.140.000	220.875	380.000	6,4	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
H Fotocatalisi su copertura Piazza	80.000		87.000	9,7	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
H* Chiusura portate parti Piazza (2 parti)	770.000		21.000	36,7	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
I Chiusura totale parti Piazza (alternativo a H*)	2.440.000		71.000	34,4	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
L Climatizzazione Uffici	800.000	88.000	88.000	14,0	MEGNA	G	AUSPICABILE	1	2	3
M Climatizzazione e terminali Piazza e Depositi	8.130.000	118.333	918.000	21,8	ALTA	G	AUSPICABILE	1	2	3
Interventi esclusi dallo scenario completo										
Scenario di Intervento Completo	18.062.000 (325 Emg)	1.085.814	1.091.000	16,5	MEGNA					

che sono stati quindi sottoposti al vaglio di un'analisi economica. Inoltre, coerentemente con lo spirito delle direttive europee richiamate e con le finalità dello studio, si è ritenuta indispensabile un'indagine sui rapporti costi-benefici di ciascuna soluzione. Per tutte le ipotesi di intervento sono stati dunque stimati dei costi di realizzazione (ricorrendo il più possibile ad indagini di mercato), e dei tempi di rientro stimati sulla base dei risparmi energetici conseguibili e degli eventuali incentivi pubblici (Fig. 10). Nell'analisi sono stati evidenziati anche i benefici non monetizzabili, relativi alla qualità del comfort ed alla sostenibilità ambientale. Un ulteriore elemento di selezione è stata la fattibilità tecnica degli interventi, soprattutto in considerazione della necessità che questi abbiano luogo consentendo il funzionamento, almeno parziale, delle biblioteche.

#### 4. Formulazione di scenari d'intervento complessi e valutazione

and holistic approach to design, where research produced a framework of specific strategies and actions, allows to achieve a better balance between thermal performance of the building and the optimal distribution of natural lighting, trying to reach the highest level of energy efficiency and control of ecological comfort, compared to the result that it's possible to get from the sum of partial and localized actions that today represent the prevailing practices for intervention. The transferability of the results of research to the complex historical building heritage of Italian libraries is carried out on two parallel planes, one methodological, which traces a process of analysis, design and evaluation replicable on any unit of the building stock, and one example of possible interventions, of results obtained and of the economic feasibility of the various

types of building. Research has in fact examined four different architectural organizations by size, period of construction and building technologies, which together constitute a representative case history of the majority of the heritage potentially subject to redevelopment. From the methodological point of view, the main innovation introduced is in the organicity of the approach that, besides the usual examination of envelopes and plant systems, extends the analysis from one side to the urban and micro-climatic context and on the other to the internal environmental system of the building. Another peculiar characteristic is the integration of all the tools available, from documentary and instrumental measurements to modeling and computer simulation, to be used in the process of analysis of the existing, of identifi-

#### costi-benefici articolata nel tempo.

A conclusione dello studio si è proposto per ogni biblioteca, quale risultato più immediato della ricerca, un quadro che sintetizza i migliori scenari di intervento. Ogni scenario rappresenta una strategia organica che include diverse misure, anche se le entità degli investimenti necessari sono diversificate. Ogni strategia prende la forma di un piano di riqualificazione, mediamente decennale, per il quale l'analisi economica è estesa anche ai 10 anni successivi. L'estensione nel tempo degli interventi è stata introdotta perché consente di ridurre il capitale di investimento iniziale e di utilizzare i risparmi dei primi interventi per finanziare, almeno in parte, quelli successivi (Figg. 17-18). È interessante notare, a riconferma dell'importanza di un approccio globale al tema, come i risultati più significativi siano ottenuti attraverso l'integrazione di diversi tipi d'intervento.

cation of intervention strategies and of evaluation of the project actions proposed. The final result is therefore a model of adaptive and flexible intervention, organized into the four phases described above, for the energy and environmental refurbishment of the thousands of historic buildings on the national territory, housing libraries or in general activities of consultation of knowledge.

#### Conclusions

In the light of current resources and tools that nowadays we have in order to achieve significant results in the reduction of energy consumption, in the use of renewable energy sources, in reducing harmful emissions to the atmosphere, in the improvement of the bioclimatic comfort, in raising the overall environmental quality, that, as it's showed by this research, result

actually achieved against financial commitment relatively limited, and articulated over time, it should be noticed that in the national panorama, as the number of low energy and high environmental quality buildings is increasing, it's not reached a critical mass of energy-efficient and environmentally effective building and in particular that efforts to improve the energy efficiency and the integration of renewable energy sources applied in the refurbishment of existing housing stock, especially if historical, proceed slowly, with great bureaucratic and constructive difficulties, and consequently the number of refurbishment of existing buildings - especially if historical - today still appears to be relatively modest. In this perspective, perhaps a bit optimistic but with a realistic confidence, we can say that the transposition of

## Risultati conseguiti

Il confronto tra i risultati ottenuti dai parametri microclimatici e i valori suggeriti dagli standard per la tutela e la conservazione dei beni storico-artistici, tra le analisi termiche e i consumi di energia con particolare riferimento al fabbisogno di energia primaria, in relazione al sistema di certificazione energetica in vigore e ai corrispondenti valori massimi, fissati dalla normativa in vigore per i casi specifici, non solo evidenzia come si possa operare un progetto di efficientamento su edifici storici nel pieno rispetto delle norme rivolte ad edifici esistenti non storici, ma anche come si possano ottenere risultati migliori di quanto richiesto per legge, pur contenendone i costi di realizzazione. I risultati mostrano che si può ottenere una riduzione dal 30 al 50% sul consumo energetico elettrico, intervenendo sui soli sistemi impiantistici e che si può ottenere un risultato della riduzione fino al 60% del consumo di energia primaria per condizionamento termico attraverso provvedimenti "passivi", con un basso impatto sui caratteri architettonici esterni ed interni degli organismi edilizi. Si è concluso che l'efficienza energetica e ambientale ottenibile negli edifici di nuova costruzione può essere ragionevolmente auspicata e raggiunta, seppur con gradi differenziati di caso in caso, fortemente legati ai caratteri contestuali e specifici dell'edificio, anche nella riqualificazione del patrimonio storico. I risultati hanno dimostrato che un approccio progettuale integrato e globale, sul quale la ricerca ha prodotto un quadro di specifiche indicazioni e azioni, permette di conseguire di gran lunga un miglior equilibrio tra l'insieme delle prestazioni termiche dell'organismo edilizio e la distribuzione ottimale dell'illuminazione naturale, tra la ricerca della massima efficienza energetica e il controllo degli aspetti di salubrità ecologica,

rispetto a ciò che si può ottenere dalla somma di interventi parziali e settorializzati, che però ad oggi rappresentano la prassi prevalente delle modalità d'intervento.

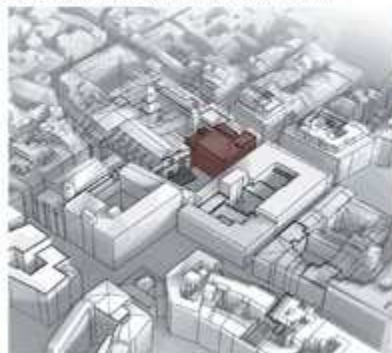
La trasferibilità degli esiti della ricerca al complesso patrimonio edilizio delle biblioteche storiche italiane si esplica su due piani paralleli: uno metodologico, che traccia un percorso di analisi, progettazione e valutazione replicabile su qualsiasi unità del parco edilizio, ed uno esemplificativo dei possibili interventi, dei risultati ottenibili e della fattibilità economica sulle diverse tipologie di edificio. La ricerca ha infatti esaminato quattro organismi architettonici diversi per dimensione, periodo di realizzazione e tecnologie costruttive, che nel loro insieme costituiscono una casistica rappresentativa di gran parte del patrimonio potenzialmente oggetto di riqualificazione.

Dal punto di vista metodologico, la principale innovazione introdotta è nell'organicità dell'approccio che, oltre al consueto esame degli involucri e dei sistemi impiantistici, allarga l'analisi da un lato al contesto urbano e microclimatico e dall'altro al sistema ambientale interno dell'edificio. Un ulteriore carattere distintivo è nell'integrazione di tutti gli strumenti disponibili, dai rilievi documentali e strumentali alla modellazione e simulazione informatica, da impiegare nel percorso di analisi dell'esistente, di individuazione delle strategie di intervento e di valutazione delle azioni progettuali proposte.

Il risultato ultimo è dunque un modello di intervento adattivo e flessibile, articolato secondo le 4 fasi sopra descritte, per la riqualificazione energetica e ambientale delle migliaia di edifici storici ospitanti la funzione di Biblioteca e, in generale, di consultazione del Sapere, presenti sul territorio nazionale.

## || Localizzazione

Il contesto del centro storico evidenzia una specifica condizione nella quale gli edifici o gli aggregati edilizi sono esposti alla luce ed alla ventilazione naturale. Osservando i risultati ottenuti dall'analisi del soleggiamento è possibile constatare che nonostante i valori di incidenza solare medi siano notevolmente più bassi rispetto alla contrapposta facciata Est, abbiamo un maggior tempo di esposizione in quanto ad Ovest non vi è la presenza di edifici nella maggior parte dei casi responsabili dell'ombreggiamento dei prospetti. Queste condizioni normalmente rintracciabili nella forma urbana della città storica pongono già in partenza delle riflessioni sullo sviluppo del metodo da perseguire nelle successive analisi ed inevitabilmente definiscono i vincoli oggettivi nelle strategie d'intervento possibili



## Conclusioni

Alla luce degli attuali mezzi e strumenti che oggi possediamo per ottenere potenzialmente importanti risultati nella riduzione dei consumi energetici, nell'impiego di fonti rinnovabili, nell'abbattimento delle emissioni nocive in atmosfera, nel miglioramento del benessere bioclimatico, nell'innalzamento della complessiva qualità ambientale, che risultano dallo studio effettivamente conseguibili a fronte di un impegno economico relativamente contenuto e comunque articolabile nel tempo, occorre constatare che nel panorama nazionale, per quanto il numero degli edifici "a basso consumo energetico e a elevata qualità ambientale" sia in aumento, non si sia ancora raggiunta una massa critica di manufatti edilizi energeticamente efficienti ed ecologicamente efficaci, ed in particolare che gli sforzi volti a migliorare l'efficienza energetico ambientale e a integrare le fonti di energia rinnovabili applicati alla ristrutturazione del patrimonio immobiliare esistente, ancor più se storico, procedono lentamente, tra

mille difficoltà burocratiche e realizzative, e che di conseguenza il numero degli edifici esistenti oggetto di interventi di riqualificazione – tanto più se storici - risulta essere ad oggi ancora relativamente modesto. In questo senso, forse un po' ottimisticamente ma con una realistica fiducia, possiamo affermare che il recepimento della Direttiva 2010/31/CE sul rendimento energetico nell'edilizia, che con il Regolamento n. 244/2012 stabilisce un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi nel quadro normativo nazionale, e il recepimento della Direttiva 2012/27/UE, che finalmente ha il coraggio di affermare la necessità di assegnare un ruolo-guida alla riqualificazione degli edifici pubblici esistenti, anche storici, uniti a politiche fiscali adeguate, dovrebbe contribuire nei prossimi tempi al raggiungimento di una massa critica di casi significativi.

Günther Oettinger, commissario responsabile per la politica

### 12 | Studio fotografico interno

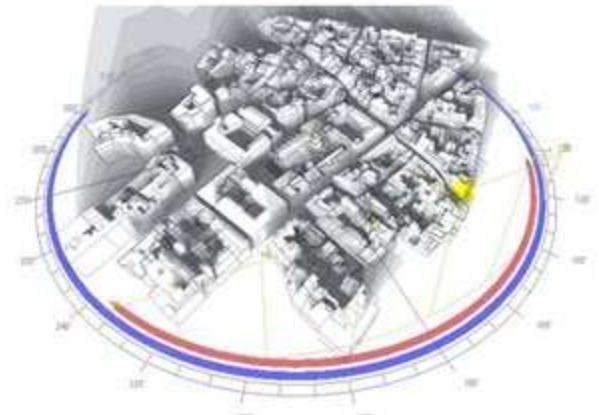
Nelle foto viene analizzata la biblioteca nelle stanze con maggior rilievo storico e funzionale.



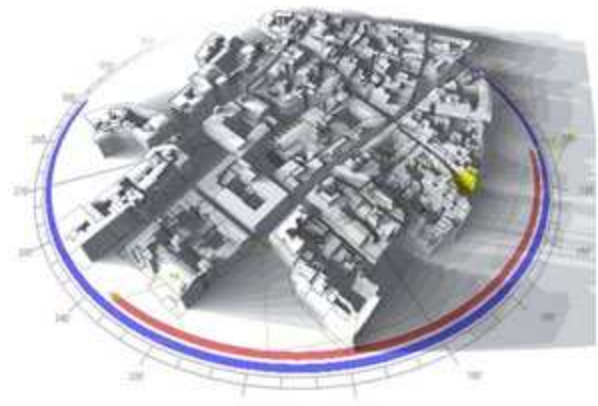
12 | La Biblioteca Angelica, aperta nel 1604, è la più antica Biblioteca pubblica di Roma. Tra il 1762 ed il 1765 l'architetto Luigi Varvitelli ne realizzò il Salone monumentale. *The Biblioteca Angelica, opened in 1604, is the oldest public library in Rome. Between 1762 and 1765 the architect Luigi Varvitelli built the monumental Salon*

13 | Biblioteca Angelica, al fine di studiare l'esposizione alla radiazione solare sono state condotte simulazioni su un modello tridimensionale dell'edificio con il software Ecotect. *Biblioteca Angelica, in order to study the exposure to solar radiation, simulations were conducted on a three-dimensional model of the building with the software Ecotect*

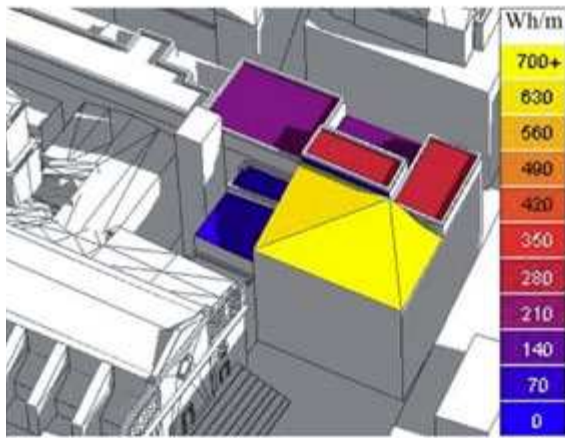
### 21 Dicembre 8-12, Simulazione tridimensionale (2)



### 21 Dicembre 12-17, Simulazione tridimensionale (2)



13 |

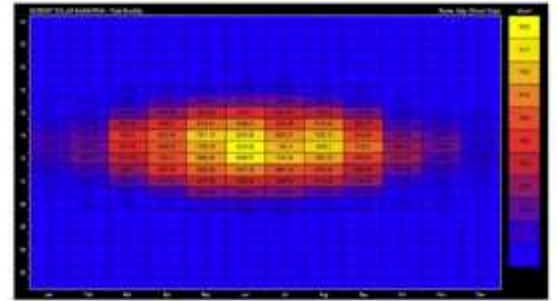


Radiazione solare incidente media (Wh/mq)

L'analisi della radiazione incidente condotta sulla superficie delle coperture evidenzia (nella simulazione relativa all'incidenza media mensile a mq ripartita per singola superficie) una maggiore esposizione delle coperture a Nord, Nord-Ovest e Sud, Sud-Ovest dove si raggiungono valori di incidenza reale media (al netto della percentuale di ombreggiamento) tra 600 e 700 Wh/mq. Valori che se considerati nella maschera di soleggiamento complessiva (simulazione relativa all'incidenza cumulata mensile ripartita in Wh/mq), evidenziano una forte esposizione dell'intera copertura nei mesi centrali dell'anno ma una scarsa incidenza solare nelle code del grafico corrispondenti ai mesi invernali (tra Ottobre e Marzo) in cui si raggiungono valori massimi di 4500 Wh/mq nelle ore centrali per il mese di Novembre e minimi di 500 Wh/mq nelle stesse ore per il mese di Dicembre.

mesi	Disponibile [Wh/mq]	Ombra [%]	Incidenza [Wh/mq]
gen	32566	81%	4987
feb	45745	59%	6694
mar	81449	54%	23576
apr	102096	52%	33233
mag	132156	49%	47927
giu	148745	50%	53562
lug	125478	50%	44872
ago	128571	51%	43198
set	100152	53%	30604
ott	52612	57%	12960
nov	35789	59%	6967
dic	16512	61%	2544

Radiazione solare incidente cumulata mensile (Wh/mq)



energetica della Comunità Europea, ha dichiarato: «Solo con un nuovo modello energetico ambientale potremo rendere il nostro sistema sicuro, competitivo e sostenibile sul lungo termine. Ora disponiamo finalmente di un quadro normativo europeo per attuare le misure strategiche necessarie che indirizzino gli investimenti nella giusta direzione» (Oettinger, 2011). La «Strategia per un'energia sostenibile, competitiva e sicura», la «Tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio nel 2050» e la «Tabella di marcia per l'energia 2050» pongono di conseguenza l'accento sulla necessità di maggiori interventi in ambito edilizio, soprattutto a favore degli interventi di ristrutturazione/riqualificazione/recupero<sup>15</sup>. Per attivare diffusamente tale processo di riqualificazione in chiave eco-efficiente occorre quindi che siano coinvolti tutti gli operatori del mercato, dagli enti pubblici (che devono conformarsi alle Direttive europee con due anni di anticipo rispetto agli altri soggetti) alle imprese di costruzioni, ai progettisti.

Directive 2010/31/EC on the energy performance of buildings, which with the Regulation no.244/2012 establishes a comparative methodology framework for calculating the optimal levels according to costs for minimum requirements for the energy performance of buildings and building elements in the national regulatory framework, and the transposition of the Directive 2012/27/UE, which finally assert the need to assign a leading role in the refurbishment of existing public buildings, including historical, combined with appropriate fiscal policies, should help in the next future to achieve a critical mass of significant cases.

Günther Oettinger, European Commissioner responsible for the energy policy of the European Community, said: «Only with a new energy and environmental model we can make

our system secure, competitive and sustainable in the long term. Finally we have, nowadays, a European regulatory framework to implement the strategies necessary in order to target investments in the right direction» (Oettinger, 2011). The "Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy", the "Roadmap to a competitive low carbon economy in 2050" and the "Roadmap for Energy 2050," emphasize the need for more actions in the construction field, especially for the refurbishment / rehabilitation / recovery intervention<sup>15</sup>.

In order to enable extensively this process of refurbishment in a more eco-efficient perspective it is therefore necessary that all market operators are involved, as public authorities (which have to transpose the European Directives two years earlier than the others), construction companies, design-

Qualcosa deve cambiare - e ci sembra si stia cominciando - non solo nelle prospettive di progettazione e realizzazione, ma anche negli strumenti operativi: saranno infatti necessari in modo sempre più incisivo e massivo adeguamenti anche in ambiti quali la struttura dei finanziamenti, gli appalti pubblici, l'istruzione e il marketing.

#### NOTE

<sup>1</sup> Dati ISTAT 2013, Istat (2013) Censimento Popolazione e Abitazioni, Istituto Nazionale di Statistica.

<sup>2</sup> Dati tratti da ICCU Anagrafe delle biblioteche italiane.

<sup>3</sup> I luoghi della Memoria Scritta. Le Biblioteche Italiane tra tutela e fruizione, in Internet culturale.

<sup>4</sup> In sintesi la Direttiva 2010/31/CE sul rendimento energetico nell'edilizia disciplina:

– la metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche: saranno definite con decreto ministeriale le modalità di applicazione della metodologia di calcolo e l'applicazione di prescrizioni e requisiti minimi alle nuove costru-

ers. Something has to change – and it seems it's starting - not only in the perspectives of design and construction, but also in operational tools: it will be necessary, in an increasingly incisive and massive way, adjustments in areas such as the management of financing, public procurement, education and marketing.

#### NOTES

<sup>1</sup> Data ISTAT 2013, Istat (2013) Census of Population and Housing, National Institute of Statistics.

<sup>2</sup> Data from ICCU registry of Italian libraries.

<sup>3</sup> I luoghi della Memoria Scritta. Le Biblioteche Italiane tra tutela e fruizione, in Internet culturale.

<sup>4</sup> In summary, the Directive 2010/31/EC on energy performance of buildings regulate:

- The methodology for calculating the

14 | Biblioteca Angelica, analisi della radiazione solare incidente sulla copertura che evidenzia una maggiore esposizione delle coperture a Nord Ovest, Sud e Sud-ovest dove si raggiungono valori di incidenza reale media – al netto della percentuale di ombreggiamento - tra 600 e 700 Wh/mq

*Biblioteca Angelica, Analysis of the incident solar radiation on the top that shows a greater exposure of the North West, South and South-west roof where it's possible to reach a real impact - net of the percentage of shading - between 600 and 700 Wh / m<sup>2</sup>*

16 | Rilievi termoflussimetrici

Il rilievo con il termo flussimetro è stato condotto su una parete degli uffici affacciata sul lato meridionale, dello spessore di circa 24 cm. La scelta della è stata di fatto obbligata, data la difficoltà di trovare altri punti che si prestassero all'esame, con una porzione di parete tra ambienti riscaldati ed esterno sufficientemente estesa e libera dall'influenza di altre discontinuità strutturali. Di seguito si riportano i risultati del rilievo. I risultati sono sintetizzati nei grafici e nelle prime righe della tabella (in neretto), mentre tutti i valori rilevati e calcolati sono riportati nel resto della tabella.

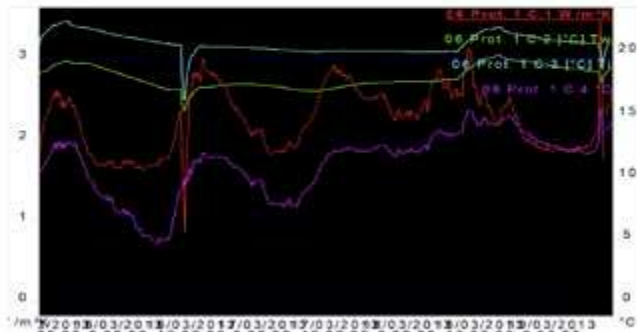


Grafico dei valori di temperature (rilevati) e di trasmittanza (calcolati) durante il rilievo

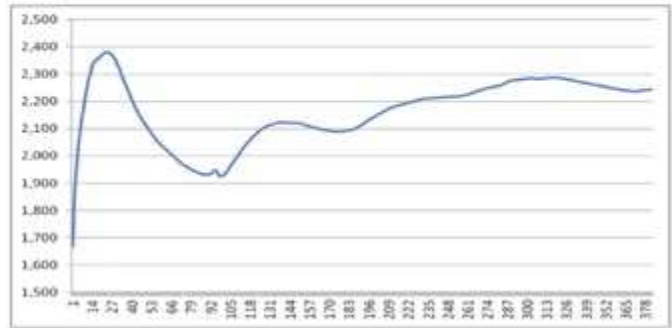
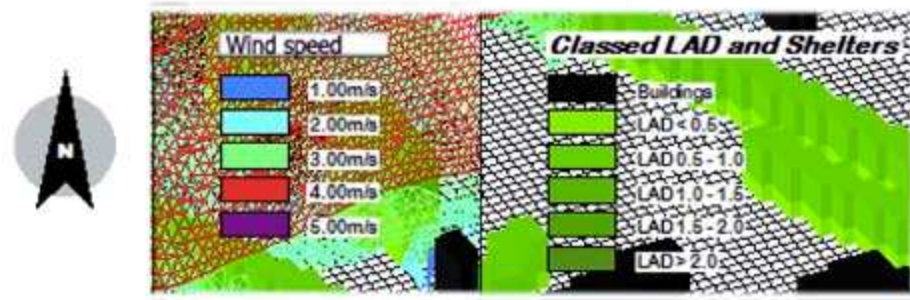


Grafico dei valori di trasmittanza calcolati con il metodo della media mobile

15 | Condizioni estive - Situazione generale 3D

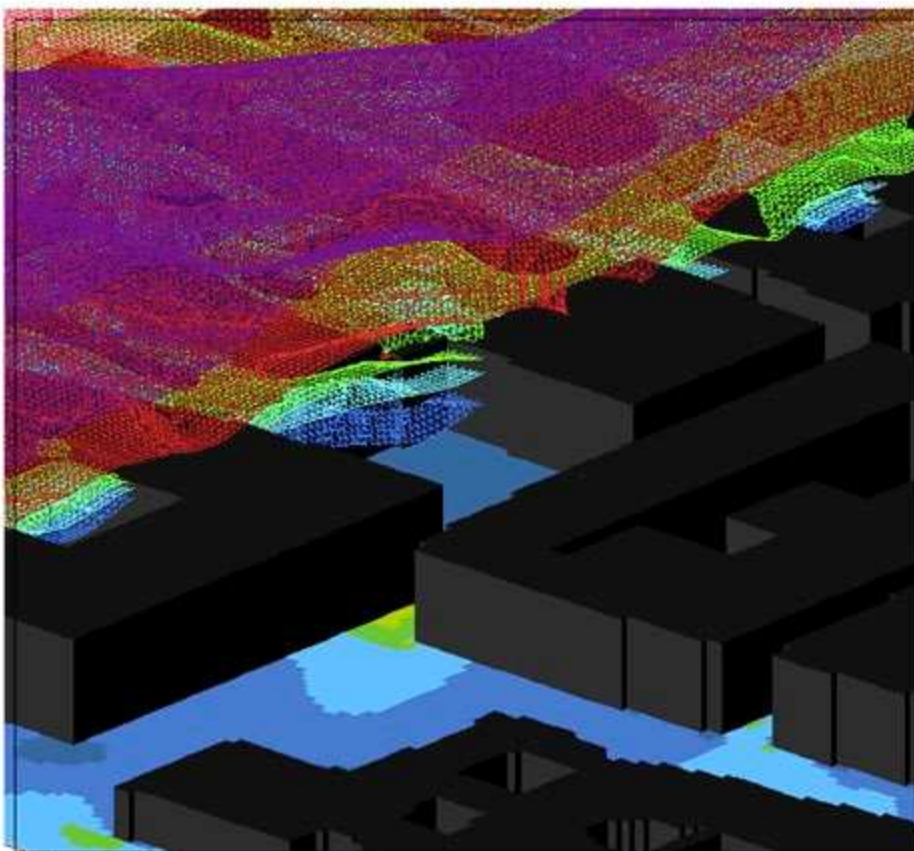


15 | Biblioteca Angelica, una volta analizzate le informazioni generali relative alla condizione climatica del luogo, si è proceduto alla simulazione della ventilazione sull'area urbana e sul volume esterno dell'edificio con il software Envimet

*Biblioteca Angelica, once analyzed the general information about the climatic condition of the place, we proceeded to the simulation of the ventilation on the urban area and on the outer volume of the building with the software Envimet*

16 | Biblioteca Angelica, Il rilievo con il termo flussimetro è stato condotto su una parete meridionale dello spessore di 24 cm

*Biblioteca Angelica, The survey with the heat flow was conducted on a southern wall with a thickness of 24 cm*



## QUADRO ECONOMICO COMPARATIVO



La tabella presenta una valutazione semplificata basata sui Simple Payback Time dei singoli interventi, e non tiene conto di inflazione e costo del denaro

### 18 | SCENARIO 1

ANNO	INTERVENTI	COSTI (€)	Incentivi (€)	RIENTRI (€)	BILANCIO (€)
1	A+B	-124.000	2.854	10.100	-111.046
2	-	-	2.854	10.100	-98.092
3	-	-	2.854	10.100	-85.138
4	-	-	2.854	10.100	-72.184
5	C+D	-170.000	12.001	19.428	-210.755
6	-	-	9.147	19.428	-182.180
7	-	-	9.147	19.428	-153.605
8	-	-	9.147	19.428	-125.030
9	-	-	9.147	19.428	-96.455
10	-	-	-	19.428	-77.927
11	-	-	-	19.428	-57.599
12	-	-	-	19.428	-38.171
13	-	-	-	19.428	-18.743
14	-	-	-	19.428	86
15	-	-	-	19.428	20.114
16	-	-	-	19.428	39.542
17	-	-	-	19.428	58.970
18	-	-	-	19.428	78.398
19	-	-	-	19.428	97.827
20	-	-	-	19.428	117.255

La tabella presenta una valutazione semplificata basata sui Simple Payback Time dei singoli interventi, e non tiene conto di inflazione e costo del denaro

Classe energetica attuale **D**  
Classe energetica raggiungibile **B**



17-18 | Biblioteca Angelica. L'estensione nel tempo degli interventi è stata introdotta perché consente di ridurre il capitale di investimento iniziale e di utilizzare i risparmi dei primi interventi per finanziare, almeno in parte, quelli successivi (figg. 17 e 18). È interessante notare, a riconferma dell'importanza di un approccio globale al tema, come i risultati più significativi siano ottenuti attraverso l'integrazione di diversi tipi d'intervento *Biblioteca Angelica*. The extension in time of the interventions was introduced cause it allows to reduce the initial investment capital and use the savings of the first operations to finance, at least in part, the following ones. It's interesting to note, confirming the importance of a comprehensive approach to the subject, as the most significant results are obtained through the integration of different types of intervention



zioni e a ristrutturazioni importanti (ciclo di vita e costi/benefici);

- il piano d'azione per la promozione "energia quasi zero": gli edifici di nuova costruzione occupati o di proprietà della Pubblica Amministrazione dovranno essere a "energia quasi zero" a partire dal 31 dicembre 2018 e tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a "energia quasi zero" a partire dal 31 dicembre 2014;
- l'attestazione della prestazione energetica: l'attestato di prestazione energetica è rilasciato per tutti gli immobili costruiti, oggetto di ristrutturazione importante, venduti o locati e deve - sviluppo degli strumenti finanziari;
- l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili;
- l'ispezione periodica degli impianti termici;
- i requisiti degli esperti;
- la gestione di governo dell'attuazione.

<sup>5</sup> In effetti è ormai opinione consolidata che per realizzare una vera e propria massa critica e ambiziosa di edifici che, una volta riqualificati, possano costituire un significativo apporto al risparmio energetico così fortemente voluto e perseguito in tutta Europa, gli edifici storici devono essere necessariamente e pienamente coinvolti in questo processo (STBA, 2012). In Italia la direttiva 2010/31/CE è stata in larga misura recepita attraverso il D.L. n° 63 del 4 giugno 2013, ed in particolare la prima parte del decreto legge (art. 2-13) è finalizzata a recepire la direttiva ed evitare le procedure di infrazione. Il primo decreto è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 290 del 13/12/2012, con entrata in vigore il 28/12/2012. Il provvedimento introduce alcune modifiche alle linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, contenute nel D.M. 26/06/2009, con l'obiettivo di favorire «una applicazione omogenea, coordinata e immediatamente operativa della certificazione energetica degli edifici su tutto il territorio nazionale». In particolare elimina la possibilità per il proprietario dell'immobile di autodichiarare la classe energetica (la più bassa, la G) dell'immobile senza ricorrere alla certificazione del tecnico abilitato. Il secondo decreto (22 novembre 2012 - GURI n. 21 del 25/1/2013) modifica l'allegato A del Dlgs 192/2005, modificando tra le altre la definizione di diagnosi energetica. Essa è l'elaborato tecnico che individua e quantifica «le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio». Il Consiglio

energy performance: they will be determined by ministerial decree how to apply the method of calculation and application of requirements and minimum standards for new buildings and major refurbishment (cycle life and cost / benefit analysis);

- The plan of action for the promotion of "nearly zero energy": the new buildings occupied or owned by public authorities must be "nearly zero energy" since 31 December 2018, and all new buildings must be to "nearly zero energy" since 31 December 2014;

- The use of renewable energy sources;
- Regular inspection of heating systems;
- The requirements of the experts;
- The management of the governance of implementation.

<sup>5</sup> In fact it is now widely agreed that to achieve a true critical and ambitious mass of buildings that after the re-

furbishment, can constitute a significant contribution to energy saving so strongly wanted and pursued across Europe, historic buildings need to be fully involved in this process (STBA, 2012).

In Italy the Directive 2010/31/EC has been largely implemented through the DL No. 63 of June 4, 2013, and in particular the first part of the law (Articles 2-13) is intended to transpose the Directive and to prevent the infringement procedures.

The first administrative order was published in the Gazzetta Ufficiale n. 290 of 13/12/2012, which entered into force on 28/12/2012. This measure introduces a number of changes to national guidelines for energy certification of buildings, which are contained in the MD 26/06/2009, with the aim of fostering a 'homogeneous, coordinated and operational application, of

dei Ministri del 15 febbraio 2013 ha varato il regolamento che definisce i requisiti per i certificatori energetici degli edifici e sulle operazioni di manutenzione e controllo negli impianti di climatizzazione invernale ed estiva negli edifici. I provvedimenti sanano i rilievi mossi dalla Commissione europea che aveva avviato una procedura di infrazione a carico dell'Italia per incompleto recepimento da parte dell'Italia della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia.

<sup>6</sup> Per quanto riguarda, invece, l'edilizia pubblica, la Direttiva stabilisce l'obbligo di riqualificare gli edifici del governo centrale e di garantire che la prestazione energetica degli edifici destinati a subire ristrutturazioni di grande portata sia migliorata al fine di soddisfare i requisiti minimi di prestazione energetica. In particolare viene stabilito che ciascuno Stato membro, dal 1° gennaio 2014, deve garantire che il 3 % della superficie coperta utile totale degli edifici riscaldati e/o raffreddati di proprietà pubblica del proprio governo centrale (e da esso occupati) sia riqualificata ogni anno. Gli Stati membri avrebbero dovuto adottare entro il 30 aprile 2014, e successivamente dovranno aggiornare ogni tre anni, una strategia a lungo termine per mobilitare investimenti nella riqualificazione del parco nazionale di edifici residenziali e terziari, sia pubblici che privati, al fine di migliorare la prestazione energetica del parco immobiliare.

<sup>7</sup> RES Renewable Energy Sources - Fonti di energia rinnovabile, RUE Rational Use of Energy - Uso razionale dell'energia.

<sup>8</sup> All'interno del progetto si evidenzia come attualmente gli edifici storici richiedano una domanda di energia molto elevata e siano tra i maggiori produttori delle emissioni dei gas a effetto serra (GHG) in atmosfera rispetto agli altri edifici.

<sup>9</sup> <http://www.3encult.eu>: The research activities in the 3ENcult project are completed by the analyze of eight different case studies, which will permit the assessment of the developed solutions. The analysis will be conducted to generalize the found solutions, identify replicable factors and the context where replication is possible. They represent different aspects: climatic conditions; way of utilizations; epochs; conservation restrictions; needed/ planned interventions; time schedule of implementation. For each historic building will be realized some intervention to increase energy efficiency and energy saving, always in the preservation of cultural heritage.

the energy certification of buildings all over the country. "In particular, it eliminates the possibility for the property owner to auto-declare the energy class (the lowest, G) of the property without the certification of a qualified expert. The second administrative order (22 November 2012 - GURI n. 21 of 01.25.2013) amend Annex A of the Legislative Decree 192/2005, by changing the definition of energy audits. It is the technical report which identifies and quantifies "the opportunities for energy savings in terms of cost-effectiveness of the intervention, identifies interventions to reduce energy costs and timing for the return on the investment as well as possible improvements of the class of the building."

The Italian Council of Ministers of February 15, 2013 launched the regulation that defines the requirements

for the energy certification of buildings and maintenance and control in air conditioning systems in buildings in winter and summer. The measures rectify the objections raised by the European Commission that initiated an infringement procedure against Italy for incomplete transposition by Italy of Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings.

<sup>6</sup> As regards public housing, the Directive establishes the obligation to refurbish all buildings of the central government and to ensure that the energy performance of buildings under renovation has improved in order to satisfy the minimum requirements of energy performance. In particular, it specifies that each Member State, from January 1, 2014, must ensure that 3% of the total useful floor area heated and / or cooled in public buildings owned by the central government

<sup>10</sup> AI ministero per i Beni e le attività culturali si sta mettendo a punto un documento con le linee guida per la riqualificazione energetica del patrimonio storico con la partecipazione al tavolo di lavoro degli scriventi in qualità di esperti per i sistemi passivi, il prof. Livio De Santoli per i sistemi attivi e il prof. Giovanni Carbonara in qualità di esperto del Patrimonio storico. Nel frattempo nei primi mesi del 2014 l'AICARR ha pubblicato le Linee di indirizzo per l'efficienza energetica del patrimonio di interesse storico-culturale.

<sup>11</sup> In particolare sono stati utilizzati Autodesk Ecotect per l'analisi solare ed Envimet per le simulazioni fluidodinamiche esterne.

<sup>12</sup> Sono stati utilizzati diversi modelli di CFD (fluidodinamica computazionale), che consentono una modellazione dettagliata anche dei piccoli spazi.

<sup>13</sup> Il software usato allo scopo è Relux.

<sup>14</sup> I risultati sono ottenuti principalmente da software di diagnosi energetica che fanno riferimento alle norme della serie UNI TS 11300, integrati con i risultati delle diverse analisi specialistiche.

<sup>15</sup> La tabella di marcia per l'energia 2050 individua una serie di elementi che hanno un impatto positivo quali che siano le circostanze e indica i principali risultati da raggiungere, tra cui:

– la decarbonizzazione del sistema energetico è fattibile sia sul piano tecnico che su quello economico. Tutti gli scenari relativi alla decarbonizzazione consentono di raggiungere l'obiettivo di ridurre le emissioni e sul lungo periodo possono essere meno onerosi rispetto alle strategie attuali;

– l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili sono elementi cruciali. A prescindere dai mix energetici cui si ricorrerà, occorre aumentare l'efficienza energetica e la quota prodotta da fonti rinnovabili per raggiungere l'obiettivo relativo alle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2050. Gli scenari evidenziano anche un incremento dell'importanza dell'elettricità rispetto ad oggi.

Il metano, il petrolio, il carbone e il nucleare sono presenti in tutti gli scenari in proporzioni variabili, il che consente agli Stati membri di mantenere una certa flessibilità nei loro mix energetici, a condizione tuttavia che si completino velocemente i progetti di interconnessione del mercato interno;

– investire prima per pagare meno. Le decisioni in merito agli investimenti nelle infrastrutture necessarie fino al 2030 devono essere prese adesso, poiché occorre sostituire quelle costruite 20-30 anni fa. Un'azione immediata può evitare di dover effettuare cambiamenti più costosi tra due decenni.

(or rented by the central government) is upgraded every year. Every Member State should have taken before 30 April 2014 and will have to update every three years, a long-term strategy to mobilize investment in the upgrading of the national residential and commercial buildings stock, both public and private, in order to improve energy efficiency performance of the housing stock.

<sup>7</sup> RES Renewable Energy Sources – Fonti di energia rinnovabile, RUE Rational Use of Energy - Uso razionale dell'energia.

<sup>8</sup> Within the project it is evident that at present time the historic buildings require an energy demand very high and are among the largest producers of greenhouse gases emissions (GHG) in the atmosphere compared to the other buildings.

<sup>9</sup> <http://www.3encult.eu> The research

activities in the 3ENcult project are completed by the analyze of eight different case studies, which will permit the assessment of the developed solutions. The analysis will be conducted to generalize the found solutions, identify replicable factors and the context where replication is possible. They represent different aspects: climatic conditions; way of utilizations; epochs; conservation restrictions; needed/planned interventions; time schedule of implementation. For each historic building will be realized some intervention to increase energy efficiency and energy saving, always in the preservation of cultural heritage.

<sup>10</sup> The Ministry of Heritage and Cultural Activities is developing a document with guidelines for energy refurbishment of the historical heritage with the participation at the working table of authors of this article as ex-

l'evoluzione del sistema energetico dell'UE implica comunque un ammodernamento delle infrastrutture per renderle molto più flessibili; basti pensare alle interconnessioni transfrontaliere, alle reti elettriche "intelligenti" e alle moderne tecnologie a basse emissioni di carbonio per produrre, trasportare e immagazzinare l'energia.

## REFERENCES

3ENcult (2011), *Report on demand analysis and historic building classification 2011*.

A.T.T.E.S.S. (2010), *La qualità delle prestazioni energetico - ambientali nella manutenzione dell'architettura storica*. Linee Guida. Metadistretto veneto della Bioedilizia – Metadistretto veneto dei Beni Culturali.

CEN the European Committee for Standardization (2012), *CEN TC/346 on conservation of cultural property*.

Eriksson, P., Hermann, C., Hrabovszky-Horvath, S., Rodwell, D. (2014), *EFFESUS Methodology for Assessing the Impacts of Energy-Related Retrofit Measures on Heritage Significance*, The Historic Environment: Policy & Practice, Volume 5, issue 2, July 2014, pages 132-149.

GOVERNEE (2012), *Efficient use of RES in the heating of historic buildings*. [governeeproject.eu](http://governeeproject.eu).

New4Old (2009), *Technical guidelines for building designers*.

Oettinger, G. (2011), *Tabella di marcia per l'energia 2050 Possiamo sviluppare un settore energetico sicuro, competitivo e a basse emissioni di carbonio*, Bruxelles 15 dicembre 2011.

SLL Society of Light and Lighting (2009), *The SLL Lighting Handbook*. London: SLL CIBSE.

Smith, O. (2014), *Balancing Heritage and Environmental Policies for Sustainable Refurbishment of Historic Buildings: The Case of New Court, Trinity College, Cambridge*, Volume 5, issue 2, July 2014, pages 116-131.

STBA Sustainable Traditional Buildings Alliance (2012), *Responsible Retrofit of Traditional Buildings*.

perts for passive systems, of prof. Livio De Santoli for active systems and of prof. Giovanni Carbonara as expert of the Historical Heritage. Meanwhile, in the early 2014, the AICARR published the Guidelines for the energy efficiency of historical-cultural heritage.

<sup>11</sup> In particular have been used for the solar analysis Autodesk Ecotect and Envimet for the external fluid dynamic simulations.

<sup>12</sup> They have been used different models of CFD (computational fluid dynamics), which allow a detailed modeling of even small spaces.

<sup>13</sup> Il software used for this purpose is Relux.

<sup>14</sup> The results are obtained mainly from energy audit software that refer to the standards of the UNI TS 11300 integrated with the results of various expert analysis.

<sup>15</sup> The roadmap for energy in 2050

identifies a number of elements that have a positive impact and indicate the main results to be achieved, including:

- The decarbonisation of the energy system is feasible both technically and economically. All decarbonisation scenarios achieve the goal of reducing emissions and the long term may be less costly compared to current strategies;

- Energy efficiency and renewable energy sources are crucial. Regardless of the energy systems mix, which will be used, it is necessary to increase energy efficiency and the share generated from renewable sources to achieve the target for CO<sub>2</sub> emissions by 2050. Scenarios also show an increase in the importance of electricity compared to present day. Natural gas, oil, coal and nuclear power are present in all scenarios in different proportions, allow-

Stuart, C.M. (2014), "Managing or Driving Change? Establishing Consensus of Opinion on Improving the Energy Efficiency of Historic Buildings", *The Historic Environment: Policy & Practice*, Volume 5, issue 2, July 2014, pages 182-195.

Taranto Rodrigues, L., Kacel, S. (2013), *Energy Efficient Retrofit of a Protected Building of Historical Significance*, PLEA2013 - 29th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future, Munich, Germany 10-12 September 2013.

**Partner e committenti:**

*Committente*

Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MIBAC)

*Partner*

Direzione Generale Nazionale per le Biblioteche

Direzione Generale Nazionale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanee

Soprintendenza per i Beni Architettonici Archeologici e Paesaggistici del Comune di Firenze

Soprintendenza per i Beni Architettonici e Culturali del Piemonte

Soprintendenza per i Beni Architettonici Archeologici e Paesaggistici del Comune di Roma

*Interfaccia con enti/istituzioni*

Ministero dell'Ambiente

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Regione Lazio

Regione Toscana

Regione Piemonte

Comune di Roma

Comune di Firenze

Comune di Torino

**Gruppo di ricerca:**

Alessandra Battisti, Fabrizio Tucci (coordinamento scientifico); gruppo lavoro: Domenico D'Olimpio, Filippo Calcerano, Valeria Cecafosso, Marco Cimillo, Silvia Cimini, Maria Giuseppa Ciotti, Marco Gaudioso, Eleonora Lauri, Letizia Martinelli, Nicoletta Petralla, Luca Porretta, Francesca Romano.

**Ateneo/Dipartimento:**

Università degli Studi di Roma Sapienza / Dipartimento PDTA Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura

ing Member States to maintain a degree of flexibility in their energy mix provided, on condition that will be quickly completed projects of interior Market Interconnection;

- Invest before for paying less. Decisions about investments in the necessary infrastructure up to 2030 must be taken now, because it needs to replace those built 20-30 years ago. Immediate action can avoid having to make expensive changes in two decades. The evolution of the EU energy system however requires a modernization of the infrastructure to make them much more flexible; just think of the cross-border interconnections, smart electric grids and to the modern technologies with low carbon emission to produce, transport and store energy.