

Massimo Lauria, Luciana Milazzo, Cherubina Modaffari,

Dipartimento di Architettura e Territorio dArTe, Università Mediterranea degli Studi di Reggio Calabria, Italia

mlauria@unirc.it

luciana.milazzo@virgilio.it

cherubina.modaffari@unirc.it

Abstract. Manutenzione e riqualificazione energetica rappresentano, nel nostro paese, le principali missioni su cui il sistema scuola sta investendo importanti risorse. Per governare questo passaggio appaiono fondamentali in primo luogo, le azioni finalizzate all'implementazione del livello di conoscenza dello stato di consistenza del patrimonio edificato, spesso superficiale e poco organizzato. Analoghe problematiche caratterizzano il patrimonio scolastico della Provincia di Reggio Calabria su un cui campione è stata implementata una sperimentazione che si è imposta di lavorare sul tema dell'informazione, della sua strutturazione, del suo trasferimento, del suo utilizzo, finalizzando il lavoro alla definizione di strumenti di supporto per orientare le attività di riqualificazione e quelle di gestione.

Parole chiave: Gestione, Manutenzione, Riqualificazione, Sistema Informativo, Scuole

Introduzione

Massimo Lauria

In Italia il parco edificato – una cui consistente parte priva di qualsivoglia programma di pianificazione della sua gestione è stata realizzata in assenza di regolamentazioni specifiche in tema di isolamento termico – rappresenta un comparto con crescente incidenza sui consumi e le emissioni climalteranti (Cresme, 2013). Le oltre 6 milioni di abitazioni realizzate sul finire degli anni '60, connotate da degrado e fatiscenza, le costruzioni degli anni '70 e '80 a cui, per ripetitività tipologico distributiva e per le pessime performance energetiche, è stato attribuito l'appellativo di 'ecomostri', il non finito; gli immobili abusivi – un milione tra nuove costruzioni e ampliamenti non autorizzati negli ultimi 25 anni – sono tutte criticità per cui non appare più rinviabile la programmazione di una seria politica d'intervento.

Anche l'agenda strategica delle costruzioni, nella sua visione per il 2030, raccomanda di impegnarsi in questa direzione. «Esistono sfide globali che possono trasformarsi, nel medio periodo,

in motori di una crescita sostenibile [...] la salute e la sicurezza, l'efficienza energetica, la bioedilizia, la resilienza alle catastrofi, il clima degli ambienti interni, il riutilizzo/recupero/riciclaggio.»

Ne deriva la necessità di mettere a punto strumenti di verifica dell'appropriatezza delle soluzioni tecnologiche adottate e strategie puntuali di gestione.

Si tratta di obiettivi da declinare anche per le nuove costruzioni ma che trovano le principali applicazioni per gli edifici esistenti. Come è noto la questione riguarda tanto il residenziale che il terziario, coinvolgendo ambiti particolarmente strategici quali, tra gli altri, quello dell'edilizia scolastica il cui pessimo stato di efficienza è percepito nel nostro paese come una vera emergenza.

Buona parte degli edifici (oltre il 60%) è stata realizzata, infatti, precedentemente all'emanazione della prima normativa tecnica sull'edilizia scolastica (DM 18/2/1975). Il 37,6% delle scuole necessita di interventi di manutenzione urgente, il 40% sono prive del certificato di agibilità, il 38,4% si trova in aree a rischio sismico e il 60% non ha il certificato di prevenzione incendi. (Legambiente 2014)

Nasce così, e si va affermando, una consapevolezza che, in linea con le recentissime valutazioni espresse a livello internazionale (OECD 2015), esprime l'esigenza di migliorare equità ed efficienza del suo sistema educativo, promuovendo la necessità di investimenti non solo per avviare un processo di crescita sociale ed educativa, ma anche fisica, con la riqualificazione del proprio patrimonio immobiliare.

Un'istanza, questa, che, nonostante i giustificati pessimismi, appare in via di progressivo recepimento in Italia. Già il DL n. 5 del 09/02/2012, all'articolo 53 annoverava gli interventi sul patrimonio scolastico tra le priorità per lo sviluppo, mentre il più re-

Operational tools for maintenance and renewal of school buildings patrimony

Abstract. The main mission the School system is investing enormous resources into, is the maintenance and energy retrofit in our country, Italy. Firstly what is needed in order to control this fundamental passage are actions aimed at making use of the level of knowledge of the present state of the building patrimony which is more often than not superficial and badly explained. Analogue problems characterise the School patrimony in the Province of Reggio Calabria, Italy. An experimental task has been carried out on a sample school which chose to concentrate their efforts on the information technology area, its structure, transfer and use. The aim of the task was to define the required support tools in order to be able to orientate the building renovation activities and its management.

Keywords: Management, Maintenance, Building Renovation, Information Systems, Schools

Introduction

Massimo Lauria

Built - up areas in Italy - of which a consistent part is without any kind of planning structure in place for their management, have been created without any specific regulations regarding heat insulation. It represents an area which is becoming increasingly more burdensome due to consumption and climate changing emissions (Cresme, 2013). Over six million houses, built toward the end of the 1960s, are degraded and run down; the buildings of the 1970s and 1980s have been described as 'eco-monsters' for their repetitive typology in the way they are spread out and for their terrible energetic performance.

There are also the unfinished buildings and the abusive ones - reaching one million in number, including the

new constructions and unauthorised extensions made in the last twenty five years: these are all criteria which demonstrate how it is no longer possible to postpone a plan of serious political intervention.

Even the strategic agenda for future building envisaged up to 2030 recommends a commitment toward this end. «Global challenges exist which can change in middle terms, into a motor for sustainable growth [...], health and safety, energetic efficiency bio building, catastrophe-proof, internal heating/ air-conditioning, reuse/ recovery and recycling.»

Out of this comes the necessity to carefully choose the appropriate checking tools that would be required for the adopted technological solutions and punctual management strategies.

These are objectives to be observed also for the new buildings but they

cente *Piano straordinario di edilizia scolastica*, sta promuovendo investimenti pari a 1.094M€, distribuiti per nuove edificazioni e per interventi di manutenzione e riqualificazione da effettuarsi sui 20.845 edifici scolastici esistenti. (http://www.istruzione.it/edilizia_scolastica)

Manutenzione e riqualificazione (energetica in primo luogo) delle scuole, rappresentano dunque le due principali strategie di politica tecnica di questi anni.

Sembra aggiungersi dunque, alla tradizionale e prioritaria missione educativa della scuola, anche quella di promuovere buone pratiche per il radicamento nel territorio di comportamenti finalizzati alla promozione della qualità della vita, della sostenibilità degli interventi, della sicurezza e della coesione sociale.

In questo scenario, appaiono fondamentali le azioni finalizzate all'implementazione del livello di conoscenza dello stato di consistenza del patrimonio edificato, spesso superficiale e poco organizzato: mancano, infatti, gli strumenti informativi adeguati che pongano in connessione il livello tecnico patrimoniale e quello della gestione energetica, quello dell'utenza con quello operativo, ecc., trattandosi di servizi spesso delegati a strutture di diverso livello territoriale, non sempre in relazione efficace tra loro.

Non fa eccezione, per problematicità, complessità, dimensione, articolazione tipologico-costruttiva e distribuzione territoriale, il caso del patrimonio scolastico della Provincia di Reggio Calabria su un cui campione è stata implementata una sperimentazione che si è imposta di lavorare sul tema dell'informazione, della sua strutturazione, del suo trasferimento, del suo utilizzo, finalizzando il lavoro alla definizione di strumenti di supporto per orientare le attività di riqualificazione e quelle di gestione. Anticipando nei fatti gli obiettivi che sarebbero poi stati espressi nel già richiama-

to articolo 53 del DL n. 5 del 09/02/2012 che al comma 9 recita: «Gli enti proprietari di edifici adibiti a istituzioni scolastiche [...] adottano entro 24 mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto, misure di gestione, conduzione e manutenzione degli immobili finalizzate al contenimento dei consumi di energia e alla migliore efficienza degli usi finali della stessa [...]»

Due le proposte, a più riprese messe a punto e sperimentate, che hanno adottato il medesimo caso studio.

- Un sistema informativo per la gestione. (Modaffari 2003, 2007, 2008, 2013)
- Una procedura di supporto decisionale per gli interventi di riqualificazione a basso impatto ambientale. (Milazzo 2003, 2008, 2012)

Il caso studio

Luciana Milazzo e Cherubina Modaffari

Il patrimonio immobiliare che l'Amministrazione Provinciale di Reggio Calabria ha in gestione, è costituito da 43 edifici scolastici di proprietà, 26 in comodato d'uso gratuito e 30 per cui l'Ente paga un canone; per un totale di 96 plessi, distribuiti in tutto il territorio della provincia. Nella sola città di Reggio Calabria ne gestisce 20. Cinque di questi, selezionati per periodo di costruzione, nonché in base a criteri di omogeneità tipologica (edifici realizzati per ospitare scuole e non adattati) e di uniformità costruttiva (struttura portante in c.a. e tamponature in muratura), sono stati assunti quali campioni di studio. Si tratta di un patrimonio fortemente degradato, che presenta diversi ordini di problemi sia dal punto di vista ambientale che tecnologico, soprattutto se posti in relazione alle diverse esigenze manifestate

must also be applied principally to the already existing buildings.

As is already known, this matter concerns the residential areas as much as the tertiary area including particularly longed for strategies to be put in place for, among others, school premises whose lacking state of efficiency is perceived in Italy as a real emergency.

A large part of school premises (over 60%) were built indeed previously to the issuing of the first technical regulations for school buildings (DM18/02/1975). 37% of schools require urgent maintenance intervention, 40% are without any safety or fit for use certificate, 38.4% are located in areas with a high seismic risk and 60% have no fire certificate (Legambiente 2014).

An awareness, which is growing, and in line with the recent valuations emerged at an International level by

OECD 2015, expresses the necessity to improve equity and efficiency into its educational system by promoting the required investments, not only to set up a social and educative growth process, but also a physical one with a renovation of its own property patrimony.

It is a request, which despite the justified pessimism seems to be taking on a progressive reception in Italy. The Law, DL number 5 of 09/02/2012 in Article 53, considered intervention on the school patrimony as being a priority in the development, while more recently the *Extraordinary Plan for School Premises*, is promoting investments of up to 1,094 million euros, to be divided between the new constructions and maintenance and renovation intervention to be carried out on 20,845 existing school buildings. (www.istruzione.it/edilizia_scolastica).

Maintenance and renovation (energetic primarily) of schools represents however the two main strategies of technical policies of recent years.

Therefore, a mission seems to be in place to promote good practice which will plant a behaviour which favours promoting quality of life, sustainability of intervention, safety and social cohesion as well as the traditional and primary mission of education in a school.

The actions chosen to implement the level of knowledge of the actual state of consistence in our building patrimony, which are often superficial and badly explained, are fundamental in this scenario: in fact there are no adequate informative tools which create a link between the patrimonial technical level and energy management or links between users and operators and so on. They are more often than

not services delegated to other different territorial structures which do not always work effectively together.

The case of the school patrimony of the Province of Reggio Calabria, Italy, taken from a sample study based on the theme of information technology, its structure and transferral, its use, is no exception when it comes to the number of problems, complexities, size and typology - construction details.

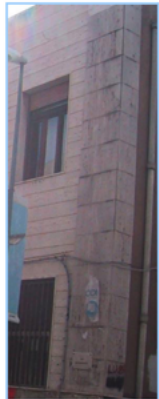
The study aimed at defining the support tools required in order to organise the tasks of building renovation and management. These objectives were indeed anticipated in the previously mentioned Article 53 of the Law DL number 5 of 09/02/2012 which at comma 9 says «The property owning bodies of premises used as school buildings [...] should within 24 months after the coming into effect date of this Law, introduce measures

ELEMENTO TECNICO: Pareti perimetrali verticali (3.2.1.1)

Tipologia: Pareti perimetrali non portanti in muratura di mattoni, intonacate internamente ed esternamente - Pareti perimetrali non portanti in muratura di mattoni, intonacate internamente e rivestite con lastre di marmo esternamente - Parete in vetrocemento

Patologie riscontrate: erosione, esfoliazione, distacchi, bolle, macchie, efflorescenze, muffe, piante, colatici, presenza umide, depositi polverosi, scritte, fessurazioni, lesioni, fori

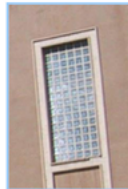
Stato di conservazione complessivo della struttura: mediocre

PATOLOGIE RISCONTRATE

Piano primo e secondo
Foto n°1 – macchie, colatici



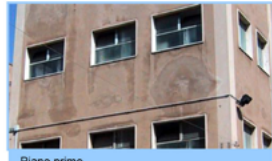
Piano primo
Foto n°2 – macchie, colatici



Piano primo
Foto n°3 – distacchi



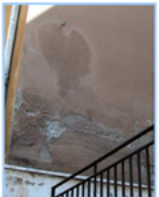
Piano seminterrato
Foto n°4 – depositi polverosi, macchie, presenze umide



Piano primo
Foto n°5 – presenze umide, macchie, colatici, efflorescenze



Piano primo
Foto n°6 – macchie, colatici, scritte



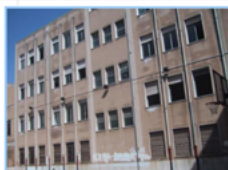
Piano primo
Foto n°7 – presenze umide, macchie, efflorescenze, bolle e distacchi



Piano seminterrato
Foto n°8 – disgregazioni e distacchi



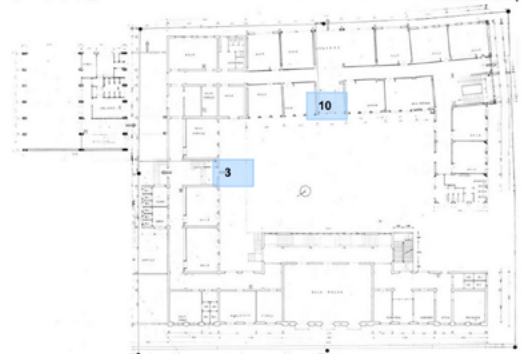
Piano primo
Foto n°9 – presenze umide



Piano seminterrato, terra, primo e secondo
Foto n°10 – presenze umide, efflorescenze, macchie, colatici

Localizzazione planimetrica

Piano seminterrato



Piano terra

da un'utenza non omogenea (adulti e adolescenti), che vi svolge funzioni diverse (didattiche, amministrative, ricreative).

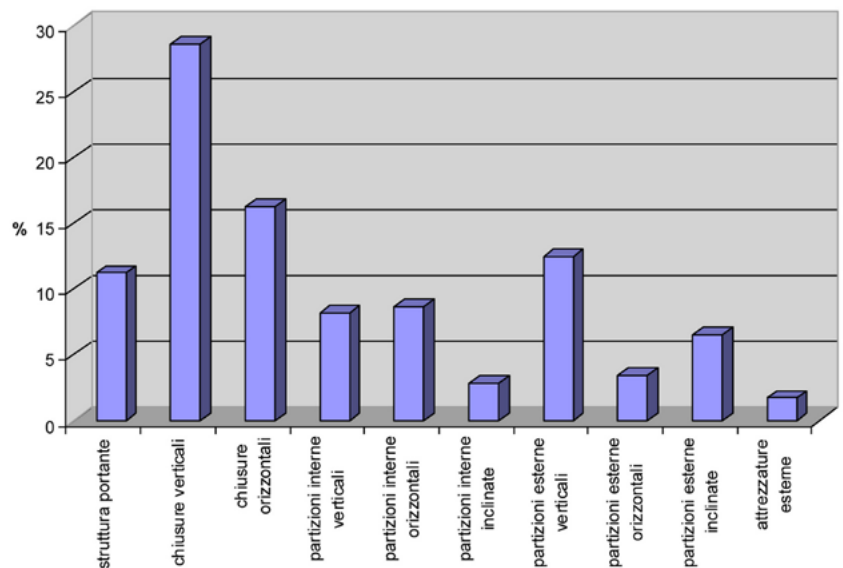
La prima questione affrontata ha riguardato dunque la necessità di avviare una campagna di raccolta di informazioni di diversa tipologia. Di natura tecnica, attraverso sopralluoghi e rilievi (Fig. 1), ma anche riferite alle istanze sociali, registrate attraverso la compilazione da parte dell'utenza di questionari dedicati.

Per ogni scuola sono stati acquisiti gli elaborati progettuali sui quali sono state individuate le principali difformità realizzative, gli interventi di manutenzione effettuati e valutato lo stato di degrado in essere.

La loro elaborazione, ha consentito la valutazione dello stato di conservazione espressa in percentuale di patologie riscontrate per ogni unità tecnologica. (Fig. 2)

01 | Liceo Scientifico "Leonardo Da Vinci". Schede di rilievo
Scientific high school "Leonardo Da Vinci". Survey sheets

02 | Sintesi grafica della percentuale di degrado riscontrata per unità tecnologica
Percentage of decay for each technological unit in the case study school



02 |

Dal quadro che ne è derivato emerge l'impellenza di avviare una concreta programmazione di un progetto di manutenzione e di riqualificazione – con particolare attenzione ai temi del benessere e dell'adeguamento delle strutture e degli impianti alle normative in tema di sicurezza – che considerino le istanze ambientali quali, ormai ineludibili, elementi caratterizzanti le proposte tecniche.

Sistemi informativi per la gestione degli edifici scolastici

Cherubina Modaffari

Il processo evolutivo del quadro legislativo, con il contestuale adeguamento alla normativa comunitaria, ha determinato negli ultimi anni, la rivisitazione tecnica e culturale dei tradizionali modelli procedurali, riguardanti la gestione dei patrimoni immobiliari; con la prepotente ascesa del *facility management* e del monitoraggio delle prestazioni energetiche degli edifici nel tempo.

Sul versante della normativa volontaria, particolarmente incisivo è risultato il lavoro della Commissione Manutenzione dell'UNI che, a partire dagli anni '90, ha progressivamente introdotto un sistema di norme coerenti con gli orientamenti europei in materia. Tra queste, centrale per lo studio proposto, la UNI 10951/2001, che definisce il Sistema informativo come uno «strumento di supporto decisionale ed operativo costituito da banche dati, procedure e funzioni finalizzate a raccogliere, archiviare, elaborare, utilizzare ed aggiornare le informazioni necessarie per l'impostazione, l'attuazione e la gestione del servizio di manutenzione». Già tra gli anni '80 e '90 diversi autori (Molinari 1989, Talamo 1998), anticipando la norma, rimarcavano lo stretto legame esistente tra la gestione programmata della manutenzione e la disponibilità di quadri di conoscenza mirati.

of management, administration and maintenance of the property with the aim of containing energy consumption and providing a better energy efficiency [...].

Two proposals emerged after several adjustments and experiments which have adopted the same case study.

- An information system for management/administration (Modaffari 2003, 2007, 2008, 2013).
- A decision support procedure for renovation intervention having a low environmental impact (Milazzo 2003, 2008, 2012).

Case Study

Luciana Milazzo and Cherubina Modaffari

The real estate patrimony which is managed by the Provincial Administration Offices of Reggio Calabria, Ita-

ly, is made up of 43 state owned school buildings, 26 rented out free of charge and 30 which the body pays a rent for, making up a total of 96 premises spread out over the whole territory of the Province. In the town of Reggio Calabria alone it manages 20 school buildings. Five of these, which were chosen according to their construction date as well as their criteria of typological homogeneity (buildings that were created as schools and also for the disabled) with a constructional uniformity (supporting structures made of reinforced concrete and walled buffering), have been chosen for the sample study. It is a badly degraded patrimony which presents diverse problems both from an environmental point of view as well, as technical especially if it is placed in relation to the different requirements that have been manifested by a non uniform group

Sistemi strutturati di informazioni che, oltre ad essere riferimento per la gestione quotidiana del patrimonio edilizio, fossero in grado di offrire riferimenti certi riguardanti la consistenza tecnica degli edifici, la conoscenza dei materiali utilizzati, il loro comportamento nel tempo, le procedure di intervento e i loro esiti tecnico-economici.

Oggi si è ormai definitivamente affermato il principio per cui la manutenzione è concepita come un servizio atto a garantire il funzionamento di un sistema organizzato di gestione dell'intero ciclo di vita di un bene.

Coerentemente con questo quadro, lo strumento messo a punto, di supporto agli interventi di manutenzione sul patrimonio scolastico esistente, si configura come un sistema informativo in grado di registrare le condizioni prestazionali dei beni immobili; dare indicazioni per l'analisi e il miglioramento della manutenibilità; razionalizzare le procedure operative; monitorare le trasformazioni nel tempo delle caratteristiche prestazionali dei sottosistemi e componenti, con particolare riferimento alla loro durabilità, affidabilità e tipologia dei guasti ricorrenti.

La metodologia adottata per la sua elaborazione annette significatività alla fase pre-diagnostica che, in accordo con la norma UNI 11150-1/2005, è considerata «l'insieme delle attività finalizzate a raccogliere indicazioni preliminari sulle condizioni tecniche di un bene edilizio o delle sue parti, mediante prime valutazioni delle prestazioni in essere con osservazioni visive, ma anche con indagini strumentali».

A partire da questo assunto, il sistema informativo nel suo complesso contiene i dati identificativi, funzionali e tecnici degli edifici campione, organizzati in banche dati articolate in schede informative e anagrafiche.

of users (adults and adolescents) each having different functions (didactic, administrative and recreational).

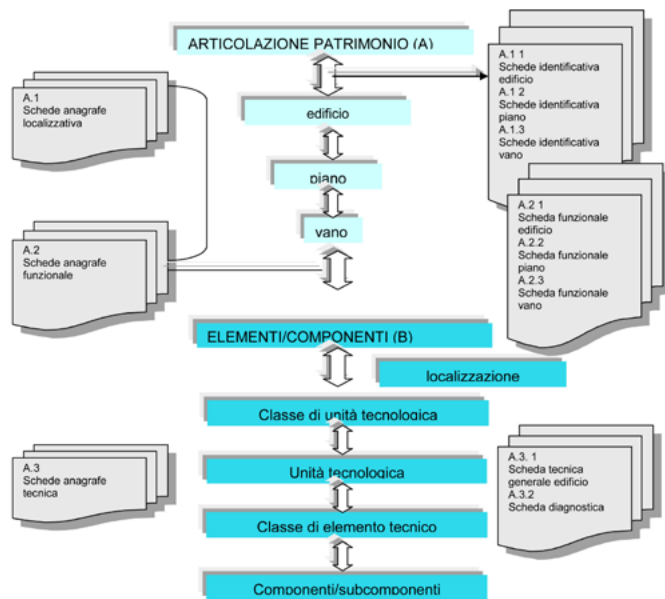
The first issue to be considered was about the necessity to set up a campaign of gathering information data of various nature. Surveying and relief work (Fig.1) of a technical nature but also bearing in mind, social needs were carried out and recorded by users who filled in a detailed questionnaire. Design details have been handed in by each school and the main deformities to be improved have been identified, maintenance intervention to be carried out and the level of degradation in each case has been assessed. The elaboration of this data has permitted the assessment of the state of conservation expressed in percentages according to the pathologies met in each technological unit. (Fig. 2) The picture which emerges is the ur-

gency required to start up a serious plan for a maintenance and renovation project. Careful attention should be given to the themes of comfort and an adjustment of the structures and facilities so that they meet all safety regulations – and take into consideration the environmental needs which are unavoidably characterising elements of the technical proposals.

Information System for the management of the school building

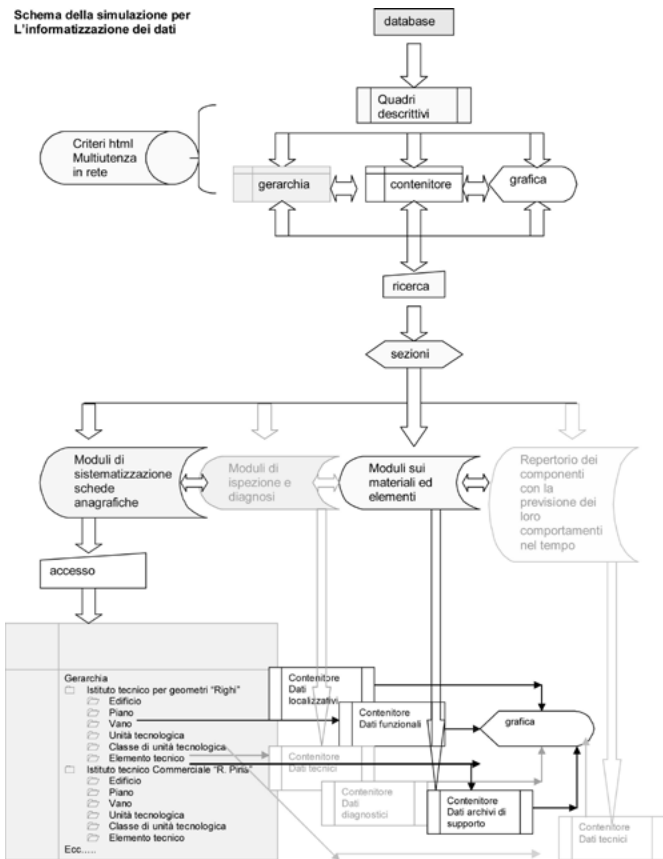
Cherubina Modaffari

The development process of the legal framework with its concomitant adjustments so as to be conform to E.U. regulations has, over the last few years, determined a new technical and cultural way of looking at the traditional procedure methods regarding the management of real estate patri-



03 | Il sistema informativo. Schede informative sul patrimonio immobiliare scolastico
Information system. Flow Chart of the school building asset

04 | Architettura dello strumento informatico: modello teorico
Software Architecture. The theoretical model



Le anagrafi sono costituite da una base di dati legati agli edifici oggetto di manutenzione e sono articolate in una anagrafe localizzativa e in due anagrafi specifiche: funzionale, e tecnica.

Tra loro relazionabili sulla base delle specifiche esigenze di gestione, contengono informazioni riconducibili alle categorie 'spaziale', 'destinazioni d'uso ed attività', 'tecnologico-costruttiva' relativamente a tutte le unità tecnologiche. (Fig. 3)

A quest'ultime, implementate in termini sperimentali solo per le chiusure verticali, sono associate, le richiamate schede diagno-

stiche e archivi di supporto che contengono insiemi strutturati di informazioni di carattere generale, utili nella programmazione delle attività manutentive (elenchi di procedure di intervento, prezziari, elenco fornitori, ecc.).

Il modello teorico di database è articolato in livelli gerarchici; dall'edificio, al vano, all'elemento tecnico ed è organizzato in quattro sezioni e tre quadri logici relazionati tra loro. (Fig. 4)

La verifica è stata sviluppata simulando la fase progettuale, utilizzando e confrontando le informazioni pre-diagnostiche

monies. There has been a forceful rise in *facility management* by monitoring energy use in the buildings over a period of time.

Considering the voluntary regulations, the particularly incisive work done by the Maintenance Committee of UNI which since the early 1990s has progressively introduced a regulation system coherent with the European directives on the subject.

The main points which are central to the case under study the UNI 10951/2001 and which define the Information System as a «decisive, operational support tool made up of data banks, procedures and functions aiming at gathering, filing, elaborating, using and updating the necessary information needed for the plan the actuation and management of maintenance service».

Between the 1980s and 90s several au-

thors (Molinari 1989, Talamo 1998), anticipating the regulations, underlined the close link existing between a planned management of maintenance and the availability of a target framework of useful information.

Structured information systems which, besides being a reference for the daily management of a building patrimony, should be able to offer reliable references regarding the technical consistence of buildings, knowledge of the material used, their behaviour over time, intervention procedures and their technical economic results. It is definitely taken for granted today that the principal of maintenance is conceived as a service aimed at guaranteeing a good functioning of an organised system of management within a whole life cycle of a property.

Coherent with this framework, the support tool, used for maintenance

intervention of the existing school patrimony, is an information system capable of recording the workability of the buildings; capable of giving indications for analysis and any necessary improvements in the maintenance itself; able to rationalise the operative procedures, monitor the changes over a period of time in the working characteristics of subsystems and components with particular reference to their resistance, reliability and typology of recurring failures.

The methodology adopted for the elaboration and which adds significance to the pre-diagnostic phase, in agreement with the UNI regulations 11150-1/ 2005 is considered «the set of activities aimed at collecting preliminary indications of the technical conditions of a building property or parts of it through an early assessment of any outstanding work to be done,

with visual observations but also investigations made with technical instruments».

Let us start with this assumption, an information system generally contains identifying, functional and technical data of the sample buildings under scrutiny, organised in data banks using information and register cards.

The registers are made up of a data base linked to the buildings requiring maintenance and they are articulated in a localization register and two specific registers - one functional and the other technical.

They will be related, based on their specific management requirements which will contain information under the categories 'spatial', 'uses and activities', 'technological - constructive information' which are relative to all the technical units. (Fig. 3)

The latter, implemented in experi-

contenute nelle schede di rilievo e i suggerimenti sul modo d'intervento contenuti nelle schede diagnostiche e negli archivi di supporto del sistema informativo.

Successivamente il sistema informativo è stato posto in relazione al piano di manutenzione, attraverso l'esplicitazione dei dati in esso contenuti, per i tre documenti: manuale d'uso, manuale di manutenzione, e programma di manutenzione.

Ciò facendo, i risultati delle ispezioni e delle analisi diagnostiche, diventano le principali informazioni su cui impostare la strategia più opportuna e formulare la programmazione temporale delle diverse tipologie di lavori manutentivi occorrenti per ciascuna unità tecnologica e classe di elementi tecnici.

Si tratta di dati interconnessi tra loro a più livelli.

Ad un primo livello, 'strategico', in cui si individuano gli obiettivi e le politiche manutentive, sulla base di una conoscenza generale ma non approfondita del sistema tecnologico e del suo stato.

Ad un secondo livello, 'analitico', in cui si formula, sulla base dell'anagrafica e degli esiti diagnostico-analitici, il programma manutentivo per tutte le classi di elementi tecnici, con particolare riguardo agli elementi e alle localizzazioni rilevate come critiche (chiusure verticali).

Ad un terzo livello, 'operativo', in cui il piano di programmazione per essere applicato deve essere verificato rispetto all'organizzazione operativa dei lavori.

In relazione ai tre livelli di programmazione individuati, si possono definire i tempi e le periodicità del Programma di Manutenzione).

La successiva sperimentazione ha dimostrato che le informazioni rese disponibili, sono sufficienti per avviare un progetto di manutenzione su ogni edificio preso a campione.

Inoltre il rilievo elaborato su tutte le unità tecnologiche consente di continuare la fase di sperimentazione rispetto agli altri sottosistemi tecnologici.

Il che conduce a considerare il sistema informativo uno strumento consolidato e robusto per controllare i flussi informativi tra gli operatori del progetto-processo di manutenzione. Di contro, il suo limite principale è costituito proprio dalla difficile reperibilità dei dati che vanno costruiti e archiviati durante l'intero arco di vita del bene.

Il passaggio che si è verificato negli ultimi anni, attraverso la spinta normativa e le esperienze di ricerca, che in alcuni casi sono diventate applicative (Talamo 2003), ha fatto sì che gli strumenti di supporto alla manutenzione programmata stiano diventando una prassi operativa e di rilevante utilità; che andrebbero tuttavia integrate con riflessioni operative sulle valutazioni, anche di natura ambientale, degli interventi di manutenzione-riqualificazione. (Molinari 2002)

Supporti decisionali per gli interventi di riqualificazione a basso impatto ambientale

Luciana Milazzo

In generale, il processo di riqualificazione edilizia a basso impatto ambientale si pone l'obiettivo di migliorare l'esistente mediante un approccio integrato, in cui la valutazione della sostenibilità delle soluzioni d'intervento può opportunamente incidere sull'esito finale. Ciò presuppone che la soluzione tecnica sia accreditata da una vita utile, funzionalmente ed economicamente coerente con quella dell'edificio esistente (appropriatezza tecnica) e, al contempo, comporti per la sua realizzazione-gestione un controllato

mental terms only on external vertical walls of buildings, will be associated with the recalled diagnostic cards and support files which contain structured sets of information of a general nature that will be useful in the planning of maintenance tasks (lists of intervention procedures, price lists, lists of suppliers etc.).

The theoretical data base model is articulated in hierarchic levels; from the building as a whole to the rooms, to the technical elements and it is organised in four sections and three logical frameworks related to each other. (Fig. 4)

Assessment has been developed by simulating the design phase, using and comparing pre-diagnostic information held on the relief cards and the suggestions about intervention methods contained on the diagnostic cards and in the support files on the information system.

At a later date the information system was put in relation to the maintenance plan through the explication of data held in three documents: a handbook for use, a maintenance manual and a maintenance plan.

By doing so the outcome of the inspections and diagnostic analyses become the main source of information on which the most opportune strategy can be based in order to decide on a temporal plan of the different typologies of maintenance work necessary for each technological unit and class of technical elements.

It is data interlinked to each other at various levels.

At an early 'strategic' stage, the objectives and maintenance policies are identified, based on a general knowledge but not in depth knowledge of a technical system and its state.

At a second 'analytical' stage, the main-

tenance plan for all the classes of technical elements is decided, with special regard being given to the elements considered critical, based on the register data and diagnostic-analytical results.

At a third 'operative' level, the time plan has to be assessed, bearing in mind the operational organisation of the work, before it can be applied.

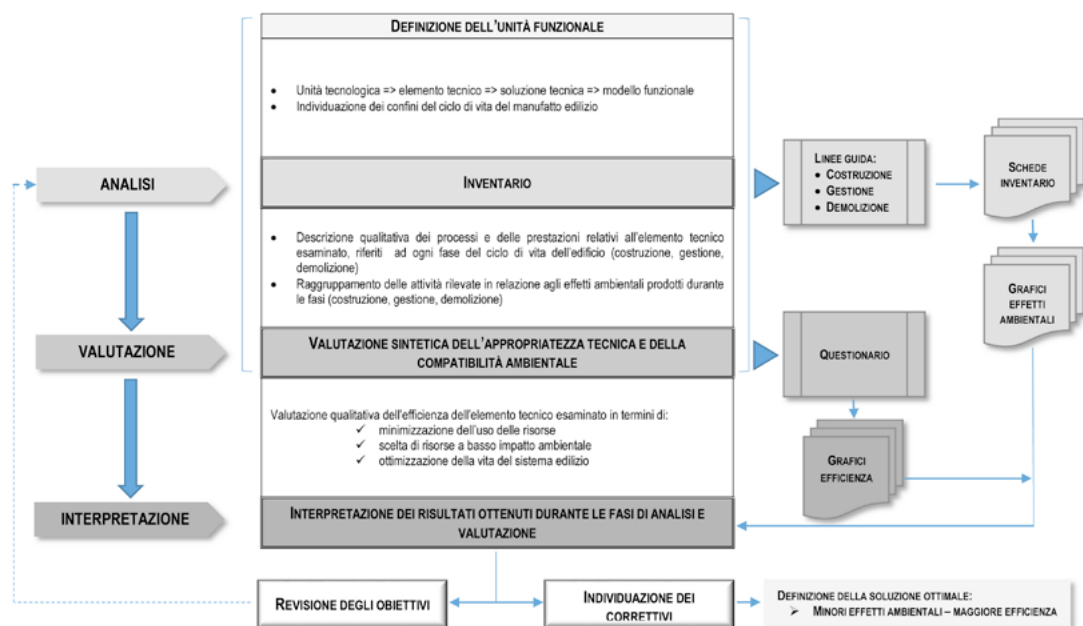
Bearing in mind these three named planning levels, the time and lengths of periods of the maintenance plan can be defined.

Successive experimentation has shown that information made available is sufficient to set up a maintenance project on each building included in the sample.

Furthermore, the elaborated observation on all the technological units allows the experimentation phase to be continued, in comparison with the technological sub systems.

All this leads us to believe the information system is a consolidated and robust tool among operators of the maintenance design-process, when assessing data flow. Its drawback lies in its main limit which is the difficult traceability and availability of data which must be built up and filed throughout the whole life span of the building.

The passage which has come to light in the last few years through research and the drive for regulations, which in some cases have come into force by law (Talamo 2003) has made the use of support tools a necessary operative practice as they are extremely useful in any maintenance plan which should however be integrated with serious considerations regarding any assessments made of the maintenance-renovation intervention, even of an environmental nature. (Molinari 2002).



05 | Schema operativo della Procedura.
Operational scheme of the Procedure

dispendio energetico delle risorse impegnate (compatibilità ambientale). (Campioli e Lavagna 2010, Lavagna, 2008)

Alcuni tra i principali sistemi volontari di valutazione ambientale (Breeam, Leed, Minergie, Itaca, ecc.) si basano, infatti, sull'approccio *Life Cycle Assessment*, che rappresenta, per il settore edilizio, il metodo più consolidato per orientare i processi decisionali verso scelte sostenibili sul piano ambientale, economico e sociale. In coerenza con il quadro normativo internazionale sull'argomento (ISO 14040, 2006, ISO 14044 2006, EN 15643, 2010, EN 15978, 2011), la procedura proposta, assume in se questi obiettivi, declinandoli per guidare gli interventi sul patrimonio immobiliare scolastico di Reggio Calabria.

Rifacendosi ai principi generali riferiti alla valutazione degli impatti ambientali, è costituita da quattro fasi: a) la definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, b) l'inventario, c) la valutazione dell'impatto, d) l'interpretazione dei risultati. (Fig. 5)

Decision making supports for renewal interventions with low environmental impacts

Luciana Milazzo

Generally speaking the process of renovation of buildings with a low environmental impact poses the objective of improving the existing ones by adopting an integrated approach in which the assessment of sustainability of the intervention can opportunely influence the final outcome. This presumes that the technical solution is accredited with a longer, useful life which is functionally and economically coherent with the existing building (suitable technical solutions) and at the same time saves energy consumption through its management by using less resources (environmental compatibility). (Campioli e Lavagna 2010, Lavagna, 2008)

Some of the main voluntary systems of environmental assessment such as Breeam, Leed, Minergie, Itaca, etc are indeed, based on a Life Cycle Assessment approach which represents for the building sector, the best consolidated method which enables us to direct the decision making processes toward sustainable choices in an environmental, economic and social plan. In coherence with the International regulations on the matter (ISO 14040, 2006, ISO 14044, 2006, EN 15643, 2010, EN 15978, 2011) the proposed procedure adheres to these objectives, claiming them to be the guide lines for any intervention on the school real estate patrimony of Reggio Calabria.

Referring back to the general principles about the assessment of environmental impact. Four phases have been devised: a) definition of objec-

Due i principali strumenti correlati:

- le Schede d'inventario, supportate dalle relative Linee guida, per l'individuazione degli effetti ambientali;
- una *check-list*, che consente di valutare in maniera integrata l'efficienza dell'elemento tecnico esaminato, in termini di perseguibilità di obiettivi di risparmio di risorse materiali ed energetiche e di ottimizzazione della durata dell'elemento riqualificato.

Le Schede di inventario, applicabili all'elemento tecnico, consentono di descrivere i processi relativi al prelievo e al consumo di risorse (estrazione-emissione) e alle prestazioni fornite dal 'sistema-elemento tecnico', riferiti ad ogni fase del ciclo di vita dell'edificio: pre-produzione, produzione, funzionamento, manutenzione, adeguamento funzionale e tecnologico; demolizione; riciclo. Le linee guida, calibrate nell'ottica del concetto di individualità dell'intervento di riqualificazione, costituiscono la parte dinamica del sistema di supporto decisionale e consentono di indivi-

duare e campo di applicazione, b) inventario, c) impact assessment, d) interpretation of results. (Fig. 5)

Two main correlated tools:

- Inventory cards supported by the relative guide lines in order to identify the environmental effects;
- A check-list to assess the efficiency of the technical element under examination in an integrated manner aiming at saving resource materials and energy and improving the resilience of the re-qualified element.

The inventory cards, which are applicable to the technical element, can carry descriptions of the processes regarding the samples and consumption of the resources (extraction - emissions) and the work supplied by the 'system-technical element' referred to in every phase of the Life Cycle of a building: pre production, production, functionality, maintenance, functional

and technical adjustments, demolition and recycling. The guide lines, calibrated due to the individuality of each reclassification intervention, are the dynamic part of the decision making support system and help identify compatible and appropriate technical solutions considering the buildings use and pre existing use, compared to the traditional decision making methods. (Fig. 6)

Their main use lies within the disciplines of bids or during the presentation of documents prior to any planning.

The check-list, based on the imprints of project strategies at a low environmental impact level (minimal of use of resources, choice of resources and processes of low impact, improvement of the lasting life of a building system), allows synthetic assessment of the potential efficiency - environmental and

duare, rispetto ai tradizionali processi decisionali, soluzioni tecniche compatibili e appropriate rispetto al contesto di utilizzo e alla preesistenza. (Fig. 6)

Il loro utilizzo principale è all'interno dei disciplinari di gara o nell'ambito dei documenti preliminari alla progettazione.

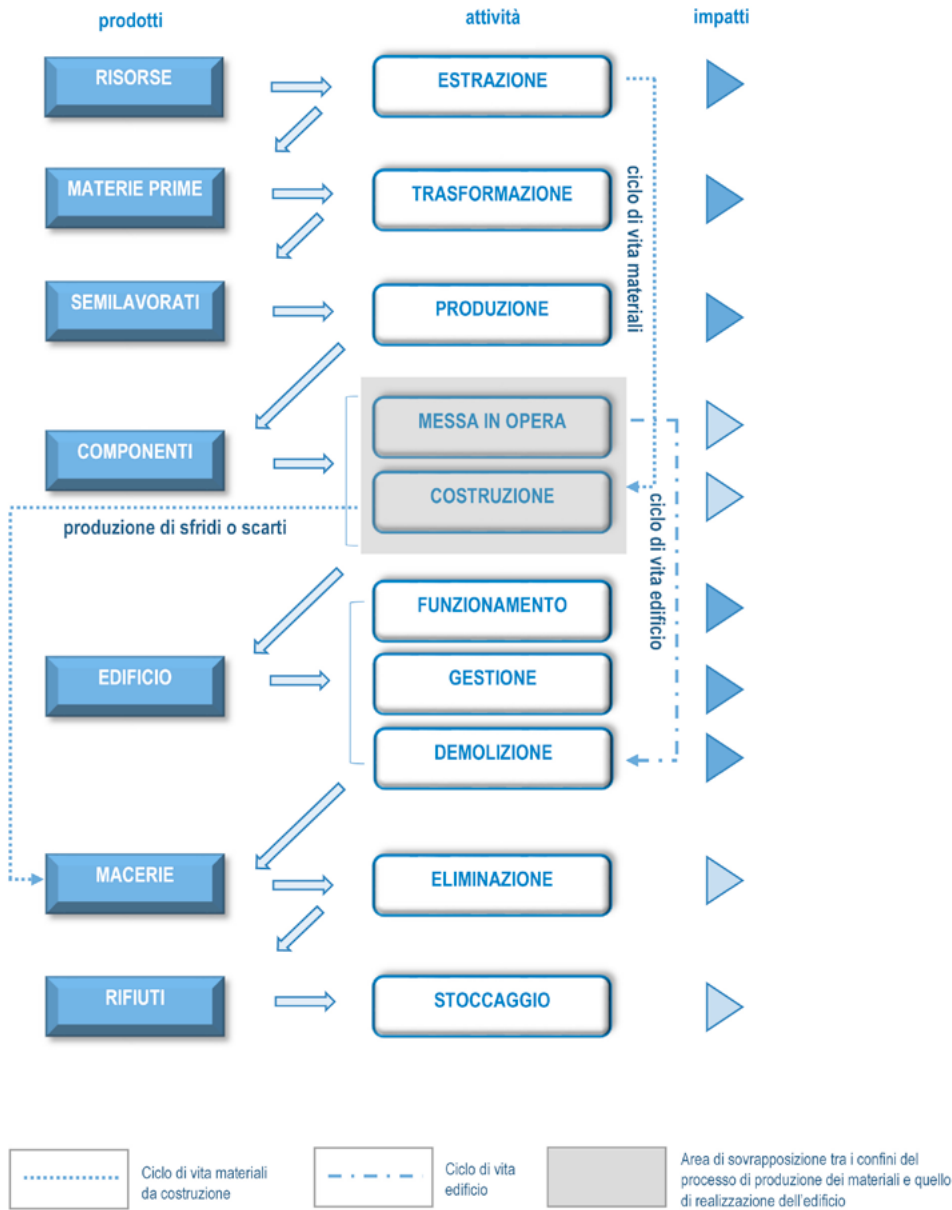
La *check-list*, costruita sull'impronta delle strategie di progettazione a basso impatto ambientale (minimizzazione dell'uso delle risorse, scelta di risorse e processi a basso impatto, ottimizzazione della durata del sistema edilizio), consente di valutare sinteticamente l'efficienza potenziale – ambientale e tecnologica – della soluzione esaminata. L'uso di materiali e componenti innovativi, comporta la definizione di soluzioni tecniche diverse da quel-

le originarie, che, a loro volta, pongono altre problematiche da risolvere durante il ciclo di vita dell'edificio, verificandosi una sovrapposizione fra diversi sistemi produttivi, ognuno dotato di confini propri: la produzione di materiali ed elementi costruttivi; la produzione dell'organismo edilizio. A tal fine il ciclo di vita dell'organismo edilizio deve essere tracciato, distinguendo i confini esistenti fra i processi produttivi dei materiali (alcuni sono prodotti industriali: laterizi, cementi, metalli, plastiche, ecc.) e l'intervento di riqualificazione dell'edificio, in senso stretto, che si incontrano proprio durante la fase di messa in opera, evidenziando, pertanto, tappe di significato differente. (Fig. 7)

Di tutte queste condizioni ne ha ovviamente risentito l'applica-

06 |

	COSTRUZIONE		GESTIONE	DEMOLIZIONE
MODULO A	C/PpA – Analisi delle caratteristiche funzionali e materiali della soluzione tecnica esaminata: modello funzionale, strati funzionali, dimensioni, impiego, esigenze di pre-confezionamento	C/PA – Analisi delle modalità di pre-confezionamento, della tipologia di manodopera e della attrezzature necessarie.	G/UA – Verifica prestazionale della soluzione tecnica esaminata	D/DA – Analisi delle strategie di demolizione (recupero delle funzioni, valorizzazione del contenuto materico e energetico dei materiali dismessi, nessun recupero)
MODULO B	C/PpB – Identificazione della natura dei materiali acquisiti (materie prime, semilavorati, componenti, m. p. seconde), della provenienza e delle modalità di trasporto	C/PB ₁ – Identificazione delle quantità di materiali impiegabili e di sfridi eventuali C/PB ₂ – Identificazione delle fasi di posa in opera, del tipo di manodopera, delle attrezzature e degli scarti.	G/UB ₁ – Verifica prestazionale con riferimento alla fruibilità e al contenimento dei consumi energetici. G/UB ₂ – Verifica prestazionale con riferimento al requisito di durata	D/DB ₁ – Analisi delle attività di gestione della demolizione D/DB ₂ – Analisi dei fattori connessi alla gestione dei materiali dismessi.
MODULO C	C/PpC – Identificazione delle diverse modalità di stoccaggio in cantiere o in altri siti, dei materiali acquisiti.	C/PC ₁ e C/PC ₂ – Analisi della gestione del cantiere e individuazione delle aree di pertinenza per lo stoccaggio di materiali, attrezzature, sfridi, scarti	G/UC – Analisi dei fattori caratterizzanti le fasi di manutenzione e di adeguamento funzionale e tecnologico	D/DC – Analisi dei fattori caratterizzanti la gestione del cantiere per la demolizione
MODULO D	C/PpD – Identificazione degli impatti e degli effetti ambientali potenzialmente indotti dalle attività di acquisizione, di trasporto, di trasformazione e di stoccaggio dei materiali da costruzione esaminati	C/PD – Identificazione degli impatti e degli effetti ambientali potenzialmente indotti dalle attività di gestione del cantiere e di posa in opera dei materiali esaminati.	G/UD – identificazione degli impatti e degli effetti ambientali potenzialmente indotti dalle attività di funzionamento, manutenzione e adeguamento funzionale e tecnologico.	D/DD – Identificazione degli impatti e degli effetti ambientali potenzialmente indotti dalle attività di dismissione



07 | Confini tra processo di produzione dei materiali e processo realizzativi. Elaborazione tratta dal diagramma "Il processo di produzione e gestione di un edificio. Le variabili coinvolte nelle diverse fasi"

Borders between the process of material production and construction process. Processing comes from the diagram "The process of production and management of a building. The variables involved in the different stages". (Molinari, 2002)

technological of the solution under examination. The use of innovative materials and components involves a different definition of technical solutions to the original ones, which in turn pose other problems to be solved during the life cycle of a building, and leading to an overlapping of different productive systems, each one having its own limits: the production of building materials and elements; the production of the building organism.

In order to reach this goal, the life cycle of a building organism must be defined by identifying the existing limits between the production processes of materials (some are industrial products: bricks, concrete, metals, plastics etc) and the renovation intervention of the building which, strictly speaking, come together precisely during the fitting phase, highlighting therefore steps which have different aims. (Fig. 7)

Obviously the application of the procedures on school buildings under examination have felt the consequences of all of these conditions and what has emerged in accordance with similar experiences mentioned in literature (Cellura et alii, 2013) are some issues to be taken into consideration in successive applications.

Firstly, to re-introduce adequate conditions of comfort and improve the life span of the building through opportune renovation intervention design, are objectives which in any case require environmental costs, which can be kept to a minimum only through a suitable project approach. Furthermore, the fitting techniques of materials and demolition activities of the various parts of the building produce environmental effects which must be added onto those caused by production processes and transformation of

raw materials which imply a revision of the concept of life cycle for building materials (synthesis of raw materials, semi-finished products and components).

Conclusions

Massimo Lauria

Both of the proposed experiences pose the necessity to respond to cognitive requests referring to the behaviour of building systems over time and the management of their transformation (maintenance, building renovation). The information gathered from the most recent law regulations alongside the progressive spread of modern systems of management, have made matters crucial.

Only by following approaches which aim at checking any actions to be taken by using guide instruments which

will allow the operators to make a correct use of the information, will it be possible to respect the different specifications linked to the development of the design processes of management and sustainable renovation.

Even at an international level, among the most recent orientations of research and regulatory bodies, there has been an urge for this requirement. The most recurring response is the proposal of an extended and shared use of IFC (iso/16739/2013) which is a powerful tool for the management and spread of information in the building sector. Its main application which is currently growing, lies in the generation of digital object oriented models which are used to build information and IT models: the Building Information Models or BIM.

«BIM is a new approach to planning, building and management of build-

zione della procedura agli edifici scolastici esaminati, facendo emergere, in accordo con esperienze simili rinvenute in letteratura (Cellura et alii, 2013), alcune questioni da considerare nelle successive applicazioni.

In primis, che ripristinare adeguate condizioni di benessere e ottimizzare la durata del manufatto edilizio, attraverso un opportuno intervento di riqualificazione, sono obiettivi, che comportano comunque dei costi ambientali, minimizzabili solo attraverso un opportuno approccio progettuale. Inoltre, le tecniche di posa in opera dei materiali e le attività di demolizione delle parti costituenti l'edificio producono effetti ambientali, da aggiungere a quelli forniti dai processi produttivi e di trasformazione delle materie prime, che implicano una revisione del concetto di ciclo di vita per i materiali da costruzione e per il manufatto edilizio (sintesi di materie prime, semilavorati e componenti).

Entrambe le esperienze proposte pongono l'esigenza di rispondere a richieste cognitive riferite al comportamento dei sistemi edilizi nel tempo e alla gestione delle loro trasformazioni (manutenzioni, riqualificazioni).

Conclusioni

Massimo Lauria

Informazioni che i portati dei più recenti provvedimenti legislativi, insieme alla progressiva diffusione di moderni sistemi di gestione, hanno reso indispensabili.

Solo ricorrendo ad approcci che mirino al controllo delle azioni, utilizzando strumenti di guida che consentano agli operatori il corretto utilizzo dell'informazione, appare infatti possibile rispettare le diverse specificità connesse allo sviluppo di processi

ing. BMI is not an object or a type of software but a human activity which ultimately involves analysis, changes in processes" (Eastman et alii, 2011). "It is a digital representation of physical and functional characteristics of an object, which is linked to the possibility to create a resource of shared knowledge of information about it creating a reliable base for any decision making during the building's life span from its early conception to its demolition" (NBIMS-US).

The potential for the implementation of this study, presented and developed with the use of interoperations BIM, appears particularly important. The planning and management process on a building sees the interaction of many "actors", of varying efficiency coming from different disciplines and having different working methods. New information comes to light during the development phase, much of which is complex, fragmentary or not structured; it all has to be interpreted, transferred and put into practice by the different operators in relation to those who have generated it. The levels of complexity tend to increase in exponential terms, suggesting the necessity of a strategic management for the whole renovation and management process of the building patrimony. Leaders in the European building market have on several occasions, already expressed their support for their widespread application; the legislative resolution of European Parliament of 15 January 2014 about the European Directive's proposal (COM (2011) 0896) invites member states to use these tools for the management of public works contracts. New operative and research scenarios are opening up which could provide

the impulse to a growing tendency that wants to see the emancipation of the building sector from the pockets of stuffy, long-standing artisan procedures which even today characterise a good part of the actual procedures.

progettuali di gestione e riqualificazione sostenibili. Anche a livello internazionale, tra i più recenti orientamenti degli enti di ricerca e di normazione, è posta questa esigenza. La risposta più ricorrente è la proposta di un utilizzo esteso e condiviso dell'IFC (ISO/16739/2013) quale potenziale strumento per la gestione e la diffusione delle informazioni nel settore delle costruzioni. La sua principale applicazione, attualmente in grande crescita, risiede nella generazione di *digital object oriented models*, per la costruzione di modelli informatici e informativi: i Building Information Models (BIM).

«BIM è un nuovo approccio alla progettazione, costruzione e gestione degli edifici. BIM non è una cosa o un tipo di software, ma un'attività umana che coinvolge in ultima analisi, i cambiamenti di processo» (Eastman et alii, 2011). «È una rappresentazione digitale di caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto, a cui è collegata la possibilità di creare una risorsa di conoscenza condivisa per informazioni su di esso formando una base affidabile per le decisioni durante il suo ciclo di vita, dal primo concepimento alla sua demolizione». (NBIMS-US)

Particolarmente significative appaiono dunque le potenzialità di una implementazione dello studio presentato, sviluppata con l'utilizzo dell'interoperabilità BIM.

Il processo progettuale e gestionale sul costruito vede interagire, infatti, più o meno efficacemente molti attori, provenienti da diverse discipline e con diversi metodi di lavoro. Durante le sue fasi di sviluppo, genera nuove informazioni, molte delle quali complesse, frammentate e non strutturate; da interpretare, trasferire e mettere in pratica da operatori diversi rispetto a chi le ha generate. I livelli di complessità tendono ad aumentare in termini esponenziali, suggerendo la necessità di una gestione strategica dell'integrazione

ing. BMI is not an object or a type of software but a human activity which ultimately involves analysis, changes in processes" (Eastman et alii, 2011). "It is a digital representation of physical and functional characteristics of an object, which is linked to the possibility to create a resource of shared knowledge of information about it creating a reliable base for any decision making during the building's life span from its early conception to its demolition" (NBIMS-US).

The potential for the implementation of this study, presented and developed with the use of interoperations BIM, appears particularly important. The planning and management process on a building sees the interaction of many "actors", of varying efficiency coming from different disciplines and having different working methods. New information comes to light during the development phase, much of which is complex, fragmentary or not structured; it all has to be interpreted, transferred and put into practice by the different operators in relation to those who have generated it. The levels of complexity tend to increase in exponential terms, suggesting the necessity of a strategic management for the whole renovation and management process of the building patrimony. Leaders in the European building market have on several occasions, already expressed their support for their widespread application; the legislative resolution of European Parliament of 15 January 2014 about the European Directive's proposal (COM (2011) 0896) invites member states to use these tools for the management of public works contracts. New operative and research scenarios are opening up which could provide

the impulse to a growing tendency that wants to see the emancipation of the building sector from the pockets of stuffy, long-standing artisan procedures which even today characterise a good part of the actual procedures.

ro processo di riqualificazione e gestione dei patrimoni edilizi. I leader del mercato europeo delle costruzioni, hanno già espresso a più riprese il proprio sostegno alla loro applicazione diffusa; la risoluzione legislativa del parlamento europeo del 15 gennaio 2014, sulla proposta di Direttiva Europea (COM (2011) 0896) invita gli stati membri ad utilizzare questi strumenti per la gestione dei contratti di lavori pubblici. Si aprono nuovi scenari operativi e di ricerca che potrebbero contribuire a dare impulso alla tendenza in atto che vuole l'affrancamento del comparto delle costruzioni dalle sacche di permanenza di prassi artigianali che ancora oggi caratterizzano buona parte delle sue procedure attuative.

REFERENCES

- Cresme e Servizio studi della Camera Deputati (2013), *Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione*.
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (2015), *OECD's 2015 Going for Growth: Breaking the vicious circle*.
- Legambiente (2014), *Ecosistema Scuola. XV Rapporto sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi*.
- Milazzo, L. (2003), *Riqualificazione edilizia a basso impatto ambientale in area mediterranea. Sistemi di supporto decisionale per gli interventi sull'edilizia scolastica pubblica*, Tesi di dottorato, XV ciclo, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, tutor Prof. Massimo Lauria.
- Modaffari, C. (2003), *Il Sistema informativo per la manutenzione. Un'applicazione all'edilizia scolastica pubblica di Reggio Calabria*, Tesi di Dottorato di ricerca, XV Ciclo, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Tutor Prof. Massimo Lauria.
- Modaffari, C. (2007), "Piani di manutenzione e informazione. I sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari: un'applicazione all'edilizia scolastica pubblica di Reggio Calabria", In Fiore, V. (a cura di), *La cultura della Manutenzione nel Progetto Edilizio e Urbano*, Edizioni LetteraVentidue, Palermo.
- Bagnato, F., Milazzo, L. and Modaffari, C. (2008), *Sistemi e metodologie per il monitoraggio ambientale e tecnologico negli interventi di riqualificazione del costruito*, Falzea Editore, Reggio Calabria.
- Milazzo, L. (2012), "Strategie di progettazione a basso impatto ambientale per la riqualificazione dell'edilizia scolastica. Un contributo di ricerca", in Marini, S., Bertagna, A. and Gastaldi, F., (a cura di), *Architettura, città, società. Il progetto degli spazi del lavoro*, IUAV, Venezia.
- Modaffari, C. (2013), *Applicazione dei principi della green economy alle procedure di gestione degli edifici esistenti*, Borsa Post DocEnte svolta presso Technical University of Crete (Grecia), Environmental Engineering Department, tutor: prof. Massimo Lauria.
- UNI 10951/2001, *Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari – Linee Guida*.
- Molinari, C. (1989), *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*, Franco Angeli, Milano.
- Talamo, C. (1998), *La manutenzione in edilizia. Le coordinate di una nuova professione*, Maggioli, Rimini.
- Talamo, C. (2003), *Il sistema informativo immobiliare, Il caso del Politecnico di Milano*, Esselibri Simone, Napoli.
- Molinari, C. (2002), *Procedimenti e metodi della manutenzione in edilizia*, Esselibri Simone, Napoli.
- Lavagna, M. (2008), *Life cycle assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano.
- Campioli A. and Lavagna, M. (2010) *Raccomandazioni per la progettazione di edifici energeticamente efficienti*, Gruppo Editoriale, Faenza (Ravenna).
- ISO 14040 (2006), *Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework*.
- ISO 14044 (2006), *Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines*.
- EN 15643 (2010), *Sustainability of construction works. Sustainability assessment of buildings. General framework*.
- EN 15978 (2011), *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation*.
- Cellura, M., Beccali, M., Guarino, F. and Lo Brano, V. (2013), *Redesign di edifici a energia netta zero e caratterizzazione degli edifici scolastici nella Regione Sicilia*, Report della Ricerca Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA.
- ISO/16739/2013, *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston K. (2011), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.
- National BIM Standard-United States (NBIMS-US), available at <http://www.nationalbimstandard.org/about.php>.