

LA BANCA DATI SULLA DURABILITÀ DEI COMPONENTI EDILIZI

BRUNO DANIOTTI, Politecnico di Milano

SONIA LUPICA SPAGNOLO, Politecnico di Milano

SUMMARY

In the last few years the attention to the concepts of durability and Service Life of building materials and components as well as of the entire buildings themselves has progressively grown up, becoming central in the design process; both at international level and at national one, important efforts were made in order to furnish valid tools for evaluating Service Life, taking into consideration, therefore, that Service Life management systems have to be analysed from the point of view of the information due to really allow designers to manage Service Life prediction and maintenance planning.

The international standard ISO 15686-2 describes the methodologies to be used to evaluate Service Life; among these, Factor Method emerges as the most exploitable, thanks to its simplicity of use. However, all the described methods need the knowledge of Reference Service Lives (RSL) of building components, starting point of the calculation. That's the reason why, it is fundamental to provide a data collection of RSL, centre of convergence of all useful information which can help and drive the designer in obtaining the value of Estimated Service Life in each context of application.

In collaboration with C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) in Grenoble, Durability of Building Components Group of Politecnico di Milano is collecting data coming from researches at Politecnico's itself, but also from the national and the international durability networks. The aim is to provide an open database which can be constantly implemented through the auxilium of researchers, owners, designers, manufactures, insurance companies, property asset managers from all over the world, leading and driving the insertion thanks to controlling grids purposely prepared: the international Service Life Database has been created to become an easy-to-use tool for collecting and supplying input data to esteem Service Life of each single building component.

1. INTRODUZIONE

La durabilità, capacità di un prodotto di mantenere i livelli delle prestazioni e delle caratteristiche funzionali richieste nel tempo, sotto l'influenza di azioni prevedibili [UNI 11156-1:2006], sta via via assumendo sempre più importanza non solo nella fase gestionale degli interventi edilizi, ma anche nella fase progettuale. Grazie, infatti, alla conoscenza della durabilità (nelle sue due componenti: durata ed affidabilità), è possibile, già in sede progettuale, preferire l'adozione di materiali, tecnologie e sistemi edilizi più duraturi, operandone una scelta in funzione anche dell'obsolescenza differenziata delle parti dell'edificio, volta alla sostenibilità del loro impiego; tale informazione è, inoltre, fondamentale per decidere la strategia manutentiva da adottarsi in modo da organizzare, attraverso una corretta gestione del ciclo di vita ed una riduzione dei costi dello stesso, una pianificazione manutentiva ottimizzata.

I costruttori ed i produttori edili sono generalmente in possesso di molte informazioni riguardo alla Vita Utile dei prodotti edilizi che, rispettivamente, utilizzano e producono. Tali informazioni sono, però, solo occasionalmente rese pubbliche attraverso schede tecniche di prodotto, documenti informativi in genere, siti web o archivi delle società. Quando si parla di "dati di Vita Utile" occorre precisare che non si fa riferimento semplicemente al valore, espresso in anni, di Vita Utile, ma anche a tutta una serie d'informazioni ad esso complementari, che legittimano la validità e l'affidabilità di un suo utilizzo.

Tramite l'applicazione dei metodi di previsione descritti nella parte 2 della serie ISO 15686¹ è possibile calcolare il valore di Vita Utile Stimata (Estimated Service Life) nelle condizioni di utilizzo previsto: tale

¹ La serie di standard ISO 15686 – *Building and constructed assets – Service Life planning* è costituita da 10 parti, la prima delle quali, quella che ne definisce i principi generali, è stata pubblicata nel 2000. Ad essa hanno fatto seguito la parte 2 (*Service Life Prediction Procedures*) nel 2001, la parte 3 (*Performance Audits and Reviews*) nel 2002, la parte 6 (*Guidelines for considering Environmental Impacts*) nel 2004, la parte 7 (*Performance evaluation for feedback of service life data from practice*) nel 2006, la parte 5 (*Life-cycle costing*) e la parte 8 (*Reference Service Life and Service Life Estimation*) entrambe nel 2008. Le altre tre parti della serie (nonché una possibile undicesima parte di raccolta della terminologia di riferimento) sono ancora dei progetti di norma e le stesse parti 1 e 2 sono attualmente in fase di revisione.

procedura presuppone la conoscenza della cosiddetta Vita Utile in condizioni di riferimento (Reference Service Life), a meno che, ovviamente, le condizioni di progetto non siano del tutto analoghe a quelle di riferimento. È necessario pertanto avere a disposizione, in primis, la RSL, corredata da ogni altro dato qualitativo o quantitativo che ne legittima la validità: la stessa parte 8 della ISO 15686, di recente pubblicazione, sottolinea la necessità di associare al dato di RSL, anche una descrizione delle condizioni del contesto di riferimento cui questo dato si riferisce, insieme a tutte le informazioni ritenute utili, in modo da ottenere quello che viene definito un “set di dati RSL”.

La ISO 15686-8 rappresenta una vera e propria guida per la raccolta, la selezione e la formattazione dei dati per la valutazione della Vita Utile, che insieme a tutte le altre parti della serie ha l'intento di motivare le figure coinvolte nel processo edilizio che hanno a disposizione informazioni sul comportamento nel tempo di materiali, elementi tecnici e sistemi edilizi (i produttori in primis) a condividere e rendere fruibile la loro conoscenza. Per rendere possibile questo intento risulta immediatamente necessaria la creazione di un archivio dove i set di dati RSL messi in condivisione possano essere raccolti ed organizzati per una facile consultazione.

Attraverso l'analisi dei sistemi di gestione della Vita Utile dal punto di vista delle informazioni necessarie per permettere ai progettisti di valutarla, il DBCG – Durability of Building Components Group del Politecnico Milano sta strutturando una banca dati internazionale delle RSL, in collaborazione con il CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment di Grenoble: tale banca dati conterrà i dati di input necessari agli strumenti ICT per la gestione della previsione della Vita Utile al fine di rendere possibile una pianificazione degli interventi manutentivi e, grazie alla quale, sarà possibile operare scelte gestionali nell'ottica di un processo costruttivo realmente sostenibile.

2. LA BANCA DATI INTERNAZIONALE DELLE RSL

La banca dati internazionale per la raccolta delle Vite Utili di Riferimento dei componenti edilizi è uno strumento che propone un'organizzazione standardizzata (in accordo con quanto previsto dalla serie ISO 15686, in particolare dalla sua parte 8) della conoscenza per la valutazione della durata dei componenti edilizi. È già disponibile sul sito internet <http://ese.cstb.fr/dvbatinternational>, ma a breve sarà possibile accedervi dal sito ufficiale <http://www.servicelifepanningplatform.eu>.

Database for the evaluation of buildings' Service Life CSTB

News
Service Life and Global Cost
 This is the international version of the DDV platform

Sign in
 E-mail
 Password
 Ok
 Register

Welcome
 The database for the evaluation of buildings' Service Life is a tool for sharing the knowledge about building components' Service Life, according to the disposals of the standard ISO 15686.
Its rule: to organize and to share the knowledge on building components
 Two phases of work are necessary to make this tool for the data query operative:
 1. To develop evaluation grids for the set of those factors influencing building component's durability (quality of components, design level, work execution level, indoor and outdoor environment, in-use conditions, maintenance level, according to ISO 15686-8).
 2. To manage collected Service Life data: through grids it is possible to esteem each factors for the Service Life definition.
 It is an interactive footbridge between the "specialists in products and components", who can create the grids, and administrators, users or designers, who need Service Life data.
 This database doesn't take into account pathologies, use of damaged materials or mistakes of execution but it gives some answers in terms of quantification of Service Life when it is not a matter of non quality. In particular, the interest is about the end of building components' Service Life, according to their specificities and use.

Figura 1. Home page del database internazionale per la raccolta delle RSL

Il suo scopo è quello di organizzare e di mettere in condivisione i dati risultanti dagli studi di durabilità relativi a sistemi, componenti e materiali edilizi. La peculiarità di tale banca dati consiste nella scelta di formattare le informazioni sulla base dei fattori del Metodo Fattoriale proposto nella ISO 15686-2: in essa, infatti, per ciascun elemento tecnico o materiale viene fornita l'indicazione dei subfattori che ne influenzano la Vita Utile, raggruppati secondo le 7 famiglie di fattori indicate nella normativa stessa (A=qualità dei materiali, B=qualità di esecuzione, C=qualità di progettazione, D=condizioni dell'ambiente interno, E=condizioni ambiente esterno, F=tipologia di utenza prevista, G=livello di manutenzione previsto).

La banca dati per la raccolta delle Vite Utili di Riferimento dei componenti edilizi prevede quindi al suo interno una serie di griglie nelle quali sono conservati ed indicizzati i dati che permettono di quantificare le Vite Utili dei prodotti per l'edilizia e di valutare tutti i fattori che incidono sulla durata, dando per ognuno di questi un'indicazione qualitativa (tramite descrizioni) o quantitativa (tramite range di valori) .

2.1. LA SCELTA DEL SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE

La realizzazione di un database internazionale comporta inevitabilmente la necessità di utilizzare una classificazione di componenti e materiali edilizi valida al di là dei confini franco-italiani in modo da consentirne una fruizione il più possibile estesa. Per tale motivo si è ritenuto necessario condurre, in primis, uno studio dei piani di classificazione nel settore delle costruzioni adottati in diversi paesi europei, analisi che ha mostrato un'evidente difficoltà nel classificare in modo univoco i prodotti e, soprattutto, una grande frammentarietà di questi sistemi classificatori, tale da renderli utilizzabili solo localmente.

Un'eccezione è costituita dal piano di classificazione SfB (acronimo dello svedese Samarbetskommittén for Byggnadsfrågor²), nato nel 1956 con l'obiettivo di diventare un sistema di classificazione espandibile a livello internazionale. Realizzato in Svezia, venne presentato in Olanda alla presenza di molti esperti provenienti da tutta Europa. Il sistema ebbe un gran successo e la prima versione inglese fu tradotta in tedesco ed in italiano. Nonostante questa valenza transnazionale della nascita, il sistema di classificazione SfB, non è stato utilizzato su vasta scala.

In Italia, grazie alla UNI 8290, del settembre 1981, si è fatto un importante passo in avanti nel fornire a livello nazionale un modello classificatorio con un grado di ufficialità e diffusione, oltre che con un ampio riscontro e collaudo nella pratica professionale ed istituzionale, paragonabili a quelli degli altri modelli esteri ed internazionali. Essa, infatti, fornisce, nel campo dell'edilizia residenziale, una classificazione attraverso l'articolazione delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici nei quali è scomposto il sistema edilizio. Scopo della norma è unificare la terminologia da impiegare nelle attività normative, programmatiche, progettuali, operative e di comunicazione ed ha il pregio di poter essere facilmente applicata ad un sistema a faccette³ (sequenza classi di unità tecnologiche - unità tecnologiche - elementi tecnici) con l'importantissimo merito di prestarsi senza difficoltà al trattamento dei dati con i sistemi informatici.

Proprio basandosi sulla UNI 8290 e sulla classificazione SfB è stato condotto uno studio dal gruppo di lavoro Autorità-Ance-Dei, tradottosi in due progetti di norma⁴, ancora però in fase di revisione.

Alla luce di questi tre importanti riferimenti, si è adottato per il database internazionale un sistema di classificazione articolato in classi di unità tecnologiche, classi di elementi tecnici ed elementi tecnici (basandosi sulla matrice della UNI 8290, ma con alcune modifiche), ognuno associato ad un codice alla stregua di quanto previsto dalla SfB, ma nell'ottica di una futura implementazione del codice stesso, secondo la logica delle opere compiute, al fine di permettere sia stime analitiche (come il costo per unità di misura dei singoli interventi necessari alla realizzazione di un'opera) che stime elementari (come il costo per unità di misura delle unità tecnologiche), in analogia con quanto previsto dal gruppo di lavoro Autorità-Ance-Dei.

A seguito, infine, dei riscontri pervenuti dalle altre nazioni, sarà in seguito possibile testare l'effettiva internazionalità della classificazione, apportandone eventualmente le dovute modifiche.

² "Comitato di cooperazione per questioni edilizie"

³ La classificazione a faccette è un sistema di classificazione dell'informazione che sfrutta un sistema di attributi (metadati) mutuamente esclusivi rappresentanti ciascuno un aspetto o proprietà persistente dell'oggetto e capaci – nel loro insieme – di descrivere esaustivamente l'oggetto stesso.

⁴ U86000091 - Edilizia, Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia, parte 1: criteri generali e terminologia
U86000092 – Edilizia, Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia, parte 2: criteri, codifica e descrizione

2.2. LE GRIGLIE PER LA RACCOLTA DI SET DI RSL

Queste griglie di riferimento vengono gradualmente elaborate con gli utenti ed in collaborazione con gli esperti dei componenti studiati. I dati raccolti sono corredati da un'apposita documentazione contenente le informazioni indispensabili ad una valutazione oggettiva ed affidabile della Vita Utile. Al termine di questa raccolta dati, sarà possibile valutare tutti i fattori che influiscono sulla durata dei componenti stessi. Nell'immagine seguente è mostrato un esempio di griglia attualmente presente sul database e relativa a sistemi di isolamento termico cosiddetti "a cappotto" (o anche ETICS, External Thermal Insulation Composites Systems). In essa è possibile vedere come ogni fattore del metodo Fattoriale sia stato suddiviso in più sub-fattori, ognuno dei quali mette a fuoco, attraverso un approccio di tipo metodologico, differenti aspetti che possono accelerare il degrado o alterare le prestazioni fornite da ogni componente, comportando delle dirette conseguenze sulla durabilità dello stesso o sull'intero organismo edilizio di cui fa parte.

The screenshot shows a web-based interface for a database. The title bar reads 'Database for the evaluation of buildings' Service Life' with the CSTB logo. The browser address bar shows 'External Thermal ...'. The main content area is titled 'Grid's Features External Thermal Insulation Composite Systems' with sub-categories 'Family : Superstructure, Category : Outside partitions, Sub Category : Outside protections'. A search box for 'Failure ways' is present. The main table is a grid with columns for 'Factors' and 'respective factors levels'. The grid is organized into groups A through G, each with multiple rows of sub-factors and their corresponding levels.

Factors	respective factors levels						
A	Type of support	Rammed concrete	Hollow blocks	Bricks	Structural framework	Wood panels	Distributed insulation
	Type of coating	Thin coating on insulator			Thick coating (hydraulic) on insulator		
	Type of insulator	Moulded expanded polystyrene		Mineral wool (glass or wood)	Wood fibers	Extruded polystyrene	
	Finishing color	Bright			Medium	Dark	
	Finishing roughness	Coarse grain		Average grain		Thin grain	
	Type of support	Existing			New		
	Type of fixing	Dowels			Profiles		Glue
B	N° of fixing elements/mq	N<8		8<=N<=12		N>12	
	Presence of expansion joints	Yes			No		
	Presence of protecting elements on the surface accessible to public or exposed to shocks	Yes			No		
	Complexity of the facade	Non applicable					
	Exposure to rain	Totally		Partially		Not exposed	
C	Type of coating's treatment	Gross of application		Grésé	Ribbé	Smooth	Plastered
	Shifted vertical joints	Yes			No		
	Distance between panels	D < 2 mm	D < 2 mm with coating inside joints	D < 2 mm without coating inside joints	D < 2 mm avec bouchage des joints avec de bouts d'isolant		
	Quantity of adhesive mortar	Q < 3 kg/mq		3 kg/mq <= Q <= 5 kg/mq		Q > 5 kg/mq	
D	Position of mechanic fixings	Modality A			Modality B		
	Relative humidity of interior environment	RH > 65%			RH <= 65%		
E	Climatic zone	A	B	C	Special conditions		
	Pluviometry of the site	High (>1200 mm/year)		Middle (between 500 and 1200 mm/year)		Low (<500mm/year)	
	Wind load zone	Zone 1		Zone 2	Zone 3	Zone 4	
	Micro environment	Urban		Suburban		Rural	
F	Exposure of the façade	North		West	South	East	
	Type of use	Residential		Tertiary	Industrial		Public equipment
	Category of use	Category I			Category II		Category III
G	Accessible for maintenances	Yes			No		
	Frequency of maintenance	f < 10 years		10 years < f < 20 years		f > 20 years	

Figura 2. Esempio di griglia per la raccolta delle RSL di sistemi di isolamento termico "a cappotto"

Tale approccio vuole diventare un efficace strumento, validato scientificamente e semplice da applicare, per determinare la Vita Utile, in questo caso, di tamponamenti opachi verticali dotati di sistema di isolamento termico "a cappotto".

La banca dati internazionale è stata concepita al fine di diventare una vera e propria passerella interattiva tra gli "specialisti di prodotti e componenti edilizi", che possono creare le griglie, e i manutentori, gli amministratori, gli assicuratori, i progettisti e tutti coloro che necessitano dei dati di durata.

A tal proposito, sempre nella ISO 15686-8 viene fornito il seguente elenco di possibili fruitori di tale strumento di condivisione dati:

- produttori;
- proprietari ed imprenditori edili;
- società immobiliari;
- costruttori, fornitori;
- periti ed assicuratori;
- manutentori e progettisti.

Un'importante caratteristica di questo database è la possibilità di poter essere implementato da ciascuna di queste figure professionali, previa convalida da parte dell'amministratore del database stesso dei dati inseriti.

Una volta, infatti, effettuato il login, è possibile scegliere tra i seguenti livelli di accesso:

- semplice consultazione dei dati in essa contenuti;
- creazione delle griglie;
- raccolta dei dati;
- validazione (delle griglie, dei dati ad esse associati o di entrambi).

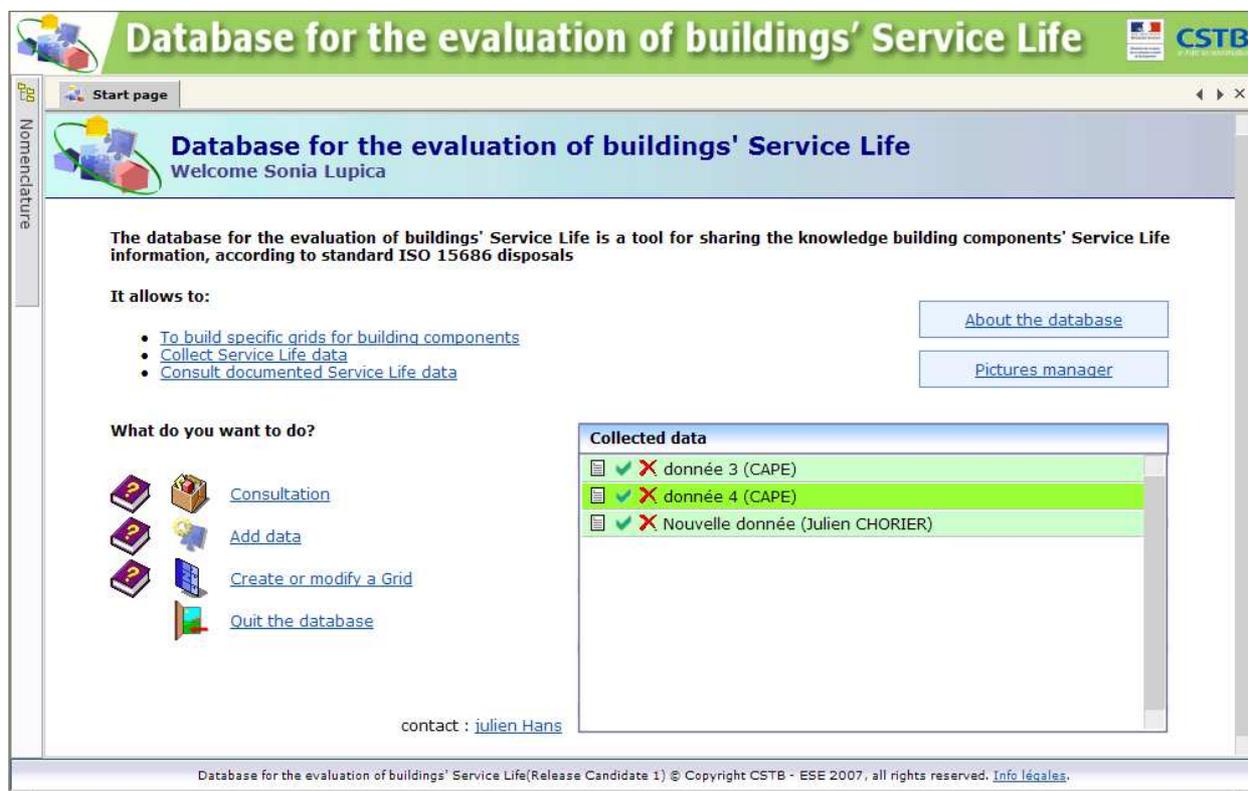


Figura 3. Maschera per la scelta dell'operazione da effettuare

Le informazioni, sia per la creazione delle griglie che per l'integrazione delle stesse con un set di RSL, possono avere molte origini, quali ad esempio l'esperienza su lavori osservati, le prove d'invecchiamento in ambiente naturale, le prove d'invecchiamento accelerate, le simulazioni numeriche o gli studi bibliografici.

Appare quindi evidente che per rendere operativo questo strumento di consultazione dei dati, sono necessarie le seguenti due fasi di lavoro:

1. l'elaborazione di griglie di riferimento relative all'insieme dei fattori che incidono sulla Vita Utile del componente edilizio (qualità dei materiali, qualità di esecuzione, qualità di progettazione, condizioni dell'ambiente interno ed esterno, tipologia di utenza prevista, livello di manutenzione): la definizione dei range caratteristici di ogni fattore permette, infatti, di caratterizzare le specificità di durata di ogni componente;
2. la raccolta dei set di RSL associati a tali griglie, poiché la Vita Utile di un componente è definita da molte informazioni tra cui:
 - la durata in anni, con la differenziazione del tipo di distribuzione rispetto al valor medio;
 - la modalità di guasto;
 - la selezione dei vari range per i fattori nella griglia;
 - le informazioni complementari sul dato: anno, luogo, fonti, qualità del dato, osservazioni varie.

In particolare, relativamente alla durata in anni, i formati che permettono di indicare la distribuzione associata alla durata fornita possono essere diversi:

- determinista (ad esempio 50 anni);
- triangolare (ad esempio 50 anni, più o meno 2 anni);
- intervallo minimo – massimo (ad esempio da 47 a 52 anni);

- intervallo trapezoidale (ad esempio tra i 48 e i 51 anni, ma con la possibilità di avere anche 45 o 53);
- distribuzione gaussiana (ad esempio media di 50 anni con un scarto di 4 anni).

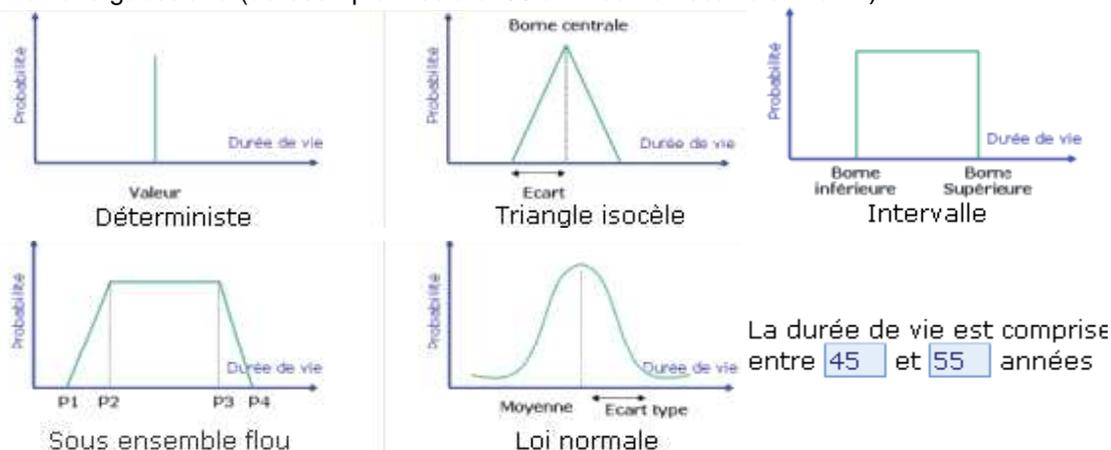


Figura 4. Formati degli intervalli di Vita Utile raccolte.

3. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE DI SVILUPPO

Tra gli strumenti per la previsione della Vita Utile appare di fondamentale importanza la realizzazione della Banca Dati per la raccolta delle Reference Service Life: essa si rende necessaria non solo per la convergenza di tutte le informazioni derivanti dalle ricerche sperimentali di tipo durabilistico finora effettuate, ma anche per costituire un indispensabile strumento per l'applicazione dei metodi di previsione indicati sia nella ISO 15686-2 che, a livello nazionale, nella UNI 11156-3, ed in particolare del metodo Fattoriale. La collaborazione tra il dipartimento BEST del Politecnico di Milano e il CSTB di Grenoble ha proprio questa finalità: la creazione di una banca dati internazionale che raccolga e renda accessibili a progettisti e pianificatori manutentivi (ed in generale a chiunque voglia avere informazioni circa la Vita Utile dei componenti edilizi) i valori di RSL dei componenti edilizi presenti sul mercato. Una volta inseriti i dati nella piattaforma, infatti, i progettisti avranno la possibilità di consultare le durate di Vita Utile che possono chiedere loro gli investitori, mentre i manutentori potranno attingere informazioni per la pianificazione degli interventi necessari.

Tale banca dati sarà un punto di convergenza dei dati provenienti da diverse realtà professionali, tutte coinvolte ed interessate alla durabilità di materiali, componenti e sistemi edilizi: oltre a progettisti e pianificatori manutentivi, vi sono real estate, produttori, ricercatori, ma anche periti ed assicuratori. La piattaforma potrà, ad esempio, permettere di verificare se la durata di vita prevedibile di una soluzione costruttiva è adatta alla destinazione del lavoro, al suo modello economico dando anche una valutazione dell'impatto ambientale dei lavori.

Le griglie inserite nella banca dati potranno, inoltre, essere utilizzate con un duplice impiego:

- IN MODO STATICO come "griglia di riferimento", fotografia della configurazione di riferimento per la quale è fornito il valore di RSL;
- IN MODO DINAMICO come "griglia di valutazione" per l'individuazione dei differenti fattori del metodo Fattoriale al variare della configurazione selezionata: con tale applicazione è possibile aiutare il progettista nell'applicare il metodo fattoriale, guidandolo nella corretta attribuzione dei valori dei fattori moltiplicativi, in modo da limitare la soggettività del metodo e sopperire alle critiche che tale metodologia muove, mantenendone la semplicità di utilizzo;

Queste griglie, ovviamente, non riusciranno ad evitare del tutto la soggettività nel calcolo della Vita Utile, ma la "sposteranno" al momento della creazione delle griglie stesse: la creazione di queste griglie, momento ad alta soggettività, è demandata ad esperti, quali ad esempio i produttori stessi, e l'utilizzo, meno soggettivo se queste sono state ben costruite, potrà quindi essere lasciato al singolo progettista. Così facendo la soggettività intrinseca del metodo Fattoriale sarà ridotta al minimo.

Il Durability of Building Components Group del dipartimento BEST del Politecnico di Milano, coordinato dal prof. Bruno Daniotti, sta ultimando, in risposta all'invito fatto dalla commissione CIB W080 "Prediction of Service Life of Building Materials and Components", uno status report delle prove sperimentali finora

condotte per lo studio della durabilità. In vista di tale obiettivo, si stanno raccogliendo non solo i dati provenienti dal programma nazionale pluriennale di ricerca interuniversitaria, ma anche i dati degli altri gruppi di ricerca attivi a livello internazionale per unirli a quelli raccolti dal CSTB in modo da sfruttare l'azione sinergica di più gruppi di ricerca.

A seguito, inoltre, dell'11 DBMC⁵, in cui si è presentato il lavoro svolto per la creazione del database internazionale, è emerso un forte interesse verso tale strumento e la necessità di realizzarlo in un'ottica interoperabile. Per tale motivo si è stretta un'importante collaborazione con membri della commissione CIB W106⁶ e si procederà sulla base della nuova bozza di norma ISO 15686-4, che appunto presenta le IFC rese disponibili per le informazioni relative alla Vita Utile.

Tra le ambizioni di questo progetto, vi è, quindi, quella di strutturare la banca dati con un approccio interoperabile: l'informazione Vita Utile Stimata, elaborata mediante l'applicazione di un metodo Fattoriale evoluto che guidi l'utente nella scelta dei corretti fattori moltiplicativi per l'ottenimento di un valore di ESL sufficientemente affidabile, deve poter essere associata ad un oggetto BIM (Building Information Modelling) in modo da poter rendere immediatamente fruibile l'informazione anche in previsione dei futuri sviluppi degli strumenti di progettazione. Grazie, dunque, alle griglie di valutazione, la banca dati internazionale costituirà non solo uno strumento di data collection, ma un vero e proprio tool previsionale per il calcolo della ESL, informazione che, tramite le IFC già predisposte a tal fine, potrà essere attribuito integrante dell'oggetto BIM.

4. BIBLIOGRAFIA

- [01] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO**, "Service Life Prediction Tools for buildings' design and management", in atti del convegno "11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components", Istanbul, Turkey, 2008.
- [02] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO, J. HANS, J. CHORIER**, "Service Life Estimation using Reference Service Life Databases and Enhanced Factor Method", in atti del convegno "11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components", Istanbul, Turkey, 2008.
- [03] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO, R. PAOLINI**, "Factor Method application using factors' grids", in atti del convegno "11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components", Istanbul, Turkey, 2008.
- [04] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO, F. RE CECCONI**, "La valutazione della durabilità dei componenti edilizi: la sperimentazione per la definizione della Vita Utile", Rivista del Consulente Tecnico n°2-2008.
- [05] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO**, "Service life prediction for buildings' design to plan a sustainable building maintenance", in atti del convegno "SB07 Sustainable construction, materials and practices", Lisbon, Portugal, 2007.
- [06] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO, F. RE CECCONI**, "La valutazione della durabilità dei componenti edilizi: i metodi di previsione", Rivista del Consulente Tecnico n°4-2007.
- [07] **B. DANIOTTI, S. LUPICA SPAGNOLO, F. RE CECCONI**, "La valutazione della durabilità dei componenti edilizi", Rivista del Consulente Tecnico n°3-2007, pagg. 18-26.
- [08] **J. HANS, J. CHORIER, J.L. CHEVALIER, S. LUPICA SPAGNOLO** "French national service life information platform, in papers of the conference", in atti del convegno "11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components", Istanbul, Turkey, 2008.

⁵ 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components", Istanbul, Turkey, 11-14 May 2008

⁶ Commissione CIB sui Geographical Information Systems, nata a seguito della pubblicazione del primo report, nel 2000, del gruppo di lavoro CIB/TG20, creata proprio sui GIS nel 1996.

- [09] **C. LANNUTTI, A. CALIGIURI**, “Una piattaforma comune per l’edilizia” tratto da “Ponte, L’Informazione Essenziale di Tecnica e Legislazione per Costruire”, n. 7 luglio 2003, Dei Tipografia del Genio Civile, Roma.
- [10] **ISO 15686-1:2000**: “Building and constructed assets – Service life planning: General principles”
- [11] **ISO 15686-2:2001**: “Building and constructed assets – Service life planning: Service life prediction procedures”
- [12] **ISO 15686-3:2002**: “Building and constructed assets – Service life planning: Performance Audits and Reviews”
- [13] **ISO PDTR 15686-4**: “Building and constructed assets – Service life planning: Data requirements”, rif. N 337 del 13/03/2008
- [14] **ISO 15686-5:2008**: “Building and constructed assets – Service life planning: Life-cycle Costing”
- [15] **ISO 15686-6:2004**: “Building and constructed assets – Service life planning: Procedures for considering Environmental Impacts”
- [16] **ISO 15686-7:2006**: “Building and constructed assets – Service life planning: Performance Evaluation for feedback of service life data from practice”
- [17] **ISO 15686-8:2008**: “Building and constructed assets – Service life planning: Reference Service Life and Service Life Estimation”
- [18] **ISO DIS 15686-9**: “Building and constructed assets – Service life planning: Guidance on assessment of Service Life data”, rif. N 334 del 09/04/2008
- [19] **ISO DIS 15686-10**: “Building and constructed assets – Service life planning: Levels of functional requirements and levels for serviceability – Principles, measurement and use”
- [20] **UNI 8290-1:1981**: “Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia”
- [21] **UNI 11156-1:2006** “La valutazione della durabilità dei componenti edilizi – Terminologia e definizione dei parametri di valutazione”
- [22] **UNI 11156-2:2006** “La valutazione della durabilità dei componenti edilizi – Metodo per la valutazione della propensione all’affidabilità”
- [23] **UNI 11156-3:2006** “La valutazione della durabilità dei componenti edilizi – Metodo per la valutazione della durata (Vita Utile)”
- [24] **U86000091**: “Edilizia, Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia, parte 1: criteri generali e terminologia”
- [25] **U86000092**: “Edilizia, Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia, parte 2: criteri, codifica e descrizione”

Contatto autore:

Sonia Lupica Spagnolo: sonia.lupica@polimi.it