



Il Life Cycle Assessment (LCA) nel settore delle costruzioni e il BIM

Antonio Salzano, PhD

Università Federico II di Napoli

Amministratore Future Environmental Design

www.fedspinoff.com

Introduzione



Prima esperienza in Campania di dottorato in Azienda



Associazione tra aziende private che opera nel settore delle costruzioni con finalità di salvaguardia e tutela dell'imprenditoria, di sviluppo e progresso dell'industria delle costruzioni di qualificazione professionale delle imprese del settore e del loro avanzamento tecnologico.

Obiettivi principali dell'attività di ricerca:

Implementare ed indagare nuovi metodi e procedure per rendere più efficiente il processo edilizio;

Indagare strumenti per il monitoraggio e controllo dei tempi e costi di interventi edilizi;

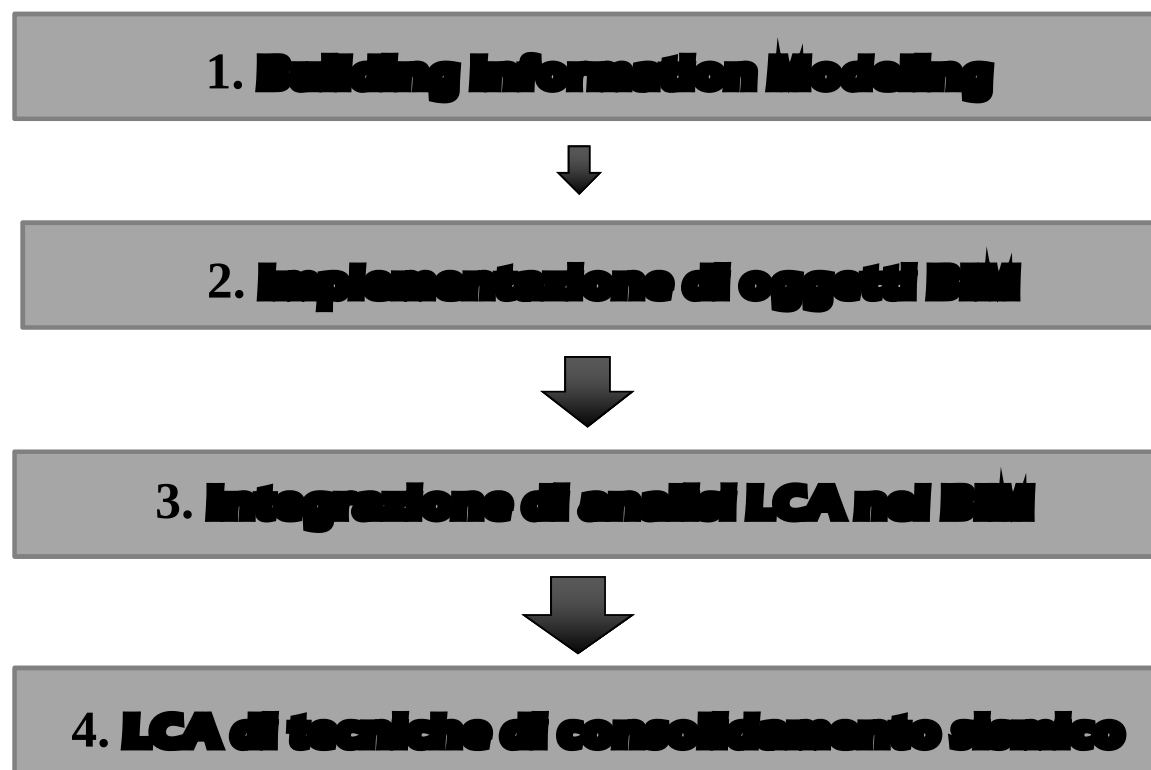
Approfondimento di materiali e tecniche volte allo sviluppo sostenibile nelle costruzioni.

Introduzione



BIM **Building Information Modeling** come metodologia e strumento di progettazione e gestione di un'opera civile durante l'intero ciclo di vita.

LCA **Life Cycle Assessment** come metodologia e strumento di valutazione degli impatti sull'ambiente di un prodotto o di un processo durante l'intero ciclo di vita

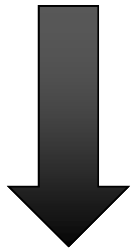


Building Information Modeling

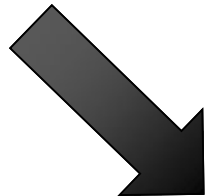


Il BIM è acronimo di due espressioni tra loro non equivalenti, ma che evidenziano due aspetti caratterizzanti il BIM:

«Building Information Model»



BIM inteso come **modello** parametrico ed n-dimensionale



Il BIM è quindi una metodologia, caratterizzata da modelli basati sull'interoperabilità tra gli operatori, che attraverso le n-dimensioni supporta la realizzazione e gestione dell'opera in tutto il suo ciclo di vita.

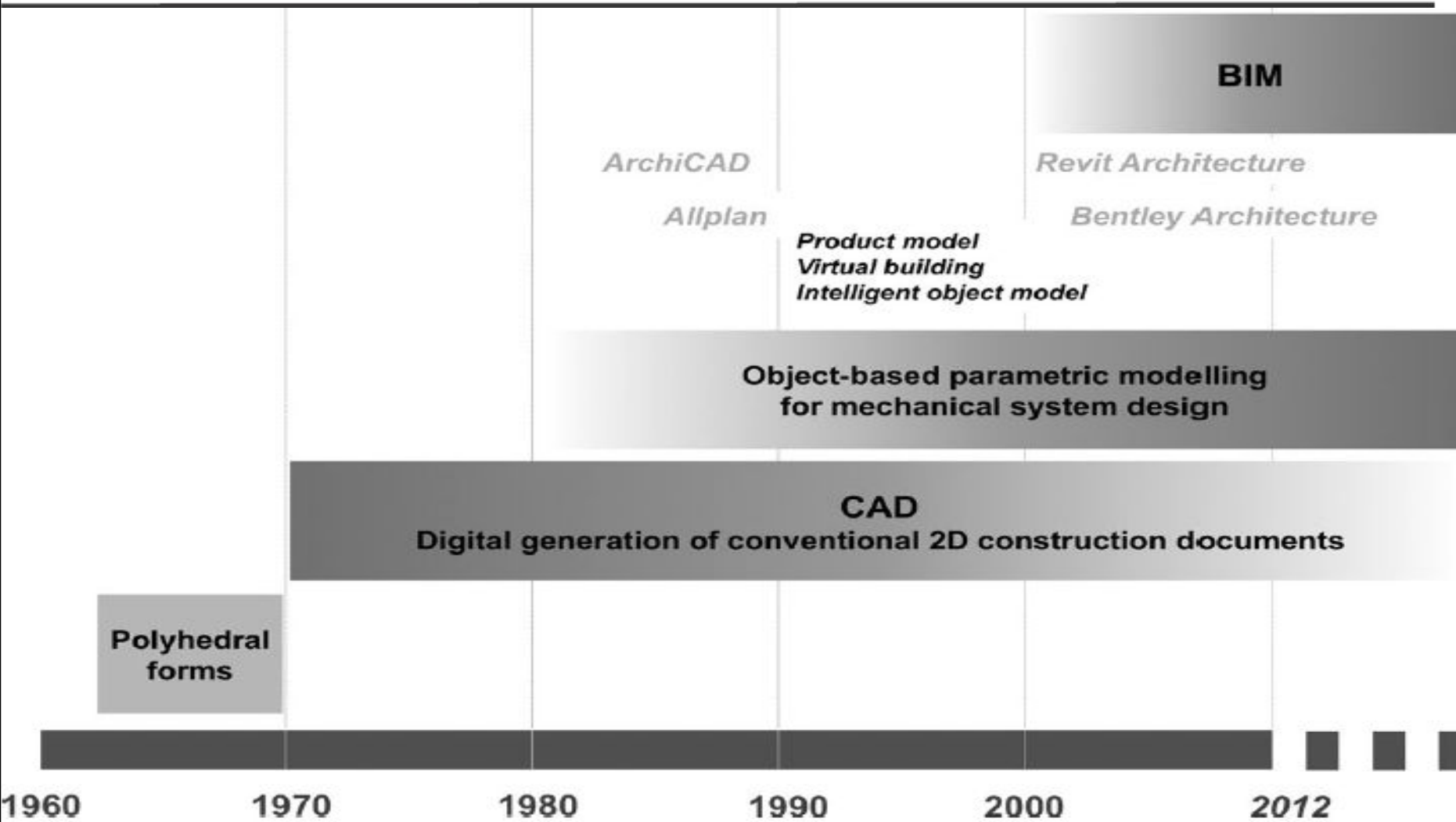
«Building Information Modeling»



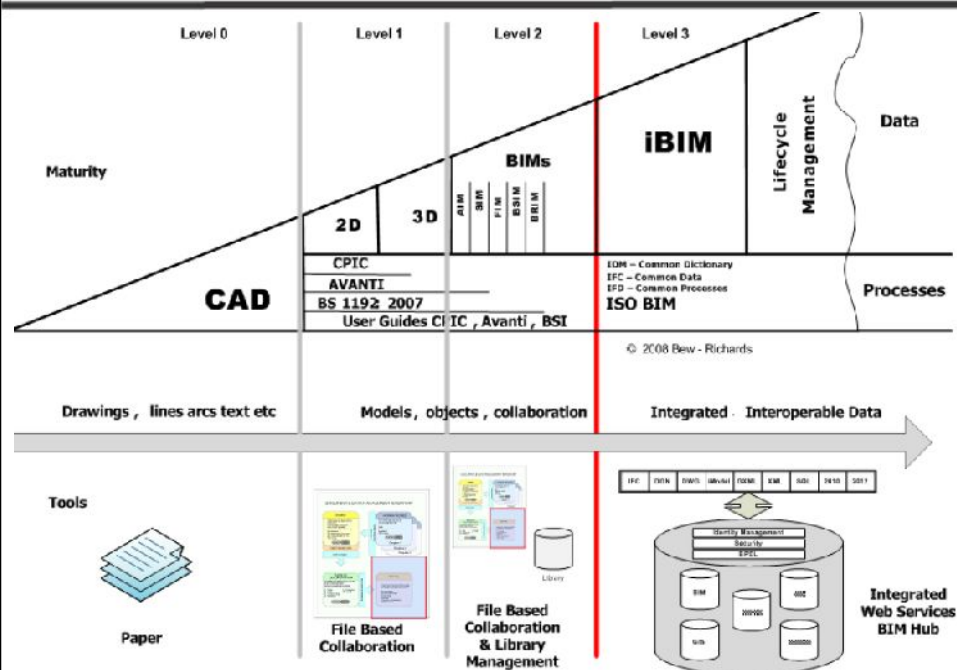
BIM inteso come **metodologia** basata sul concetto di interoperabilità



Building Information Modeling



Building Information Modeling



Livelli di Approfondimento:

- **Livello 0**, corrispondente ad una strumentazione CAD 2D;
- **Livello 1**, corrispondente ad una strumentazione CAD 2D e 3D fornendo però un ambiente di dati condiviso;
- **Livello 2**, progettazione secondo filosofia BIM. Modello parametrico e Penta-dimensionale;
- **Livello 3**, progettazione secondo filosofia BIM. Prevede la 6° dimensione relativa al Facility Management.

4° Dimensione: Tempi

- Consente la gestione temporale del progetto.

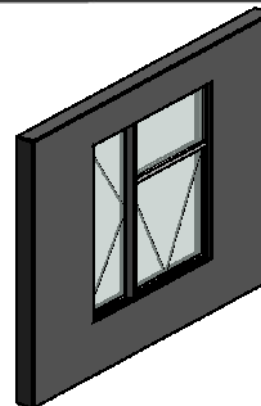
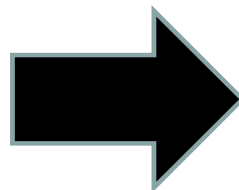
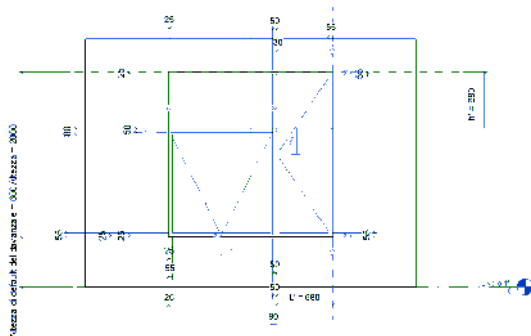
5° Dimensione: Costi

- Consente la migliore analisi dei costi.

6° Dimensione: FM

- Migliora i processi legati all'uso, gestione e manutenzione dell'opera.

Implementazione di oggetti BIM



Parametro	Valore	Formula	Blocco
Costruzione			
Chiusura muro	Per host		
Materiali e finiture			
Montante	Alluminio 7075		
Vetro	Vetro, Vetratele trasparenti		
Dimensioni			
Altezza	2000,0		
L	600,0		
Larghezza	2000,0		
Larghezza approssimativa			
Altezza approssimativa			
H	600,0		
Parametri IFC			
Proprietà analitiche			
Costruzione analitica	Doppi vetri, Domestici, SC=0,2		
Trasmittanza luminosa	0,80000		
Indice di riscaldamento alla radiazione solare	0,210000		
Resistenza termica (R)	0,3190 m²K/W		
Coefficiente di scambio termico (U)	3,1242		
Altra			
Altezza di lettura del segnale	600,0		
Dati identifi			
Nota chiave			
Modello			
Produttore			
Commento sul tipo			
Immagine tipo			
URL			
Descrizione			
Codice assieme			
Costo			

Parametri che descrivono i **materiali** principali che compongono l'oggetto

Parametri che descrivono la **geometria** dell'oggetto

Parametri che descrivono le **prestazioni** dell'oggetto:

Trasmittanza luminosa;

Indice di riscaldamento alla radiazione solare;

Resistenza termica (R);

Coefficiente di scambio termico.

Parametri **funzionali e descrittivi** dell'oggetto:

Modello;

Produttore;

Descrizione;

Costo;

Commenti e note

Implementazione di oggetti BIM



Proprietà

MIDAS Gen USER SB Column
PIL 40 x 60

Pilastri strutturali (1) Modifica tipo

Vincoli

Materiali e finiture

Materiale strutturale Calcestruzzo, C 35/45

Strutturale

Attiva modello analit... ☒

Copriferro armatura ... XA2 -XC4 <25 mm>

Copriferro armatura ... XA2 -XC4 <25 mm>

Copriferro armatura ... XA2 -XC4 <25 mm>

Dimensioni

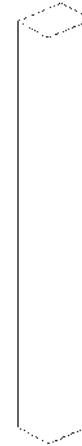
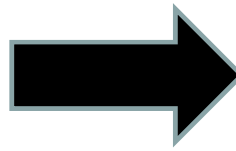
Volume 3.686 m³

Dati identità

Fasi

Fase di creazione Nuova costruzione

Fase di demolizione Nessuno



Identità Grafica Aspetto Fisico Termini

C35/45

Informazioni

Nome C35/45

Descrizione EC2 Calcestruzzo C35/45

Parole chiave barcode;strutturale;calcestr...

Tipo Calcestruzzo

Sottoclasse Standard

Origine Autodesk

URL di origine

Proprietà termiche di base

Proprietà meccaniche

Comportamento isotropico

Modulo di Young 37.000,0 MPa

Coefficiente di Poisson 0,20

Modulo a taglio 20.400,0 MPa

Densità 2.401,31 kg/m³

Calcestruzzo

Compressione calcestruzzo 35,0 MPa

Modulo resistenza a taglio 1,00

Leggero ☐

Sollecitazione di snervamento 3,5 MPa

Resistenza alla trazione 3,5 MPa

Parametri **prestazionali** che descrivono l'oggetto BIM

Informazioni generali dell'oggetto come tipologia di **materiale, descrizione, origine** etc. etc.

Parametri che descrivono le **proprietà meccaniche** dell'oggetto come:

Modulo di Young del materiale;

Comportamento;

Modulo a taglio;

Densità.

Proprietà dettagliate del **calcestruzzo** utilizzato per l'oggetto

Implementazione di oggetti BIM





knaufDANOgIPS

System Multiregel s450 Aquapanel Indoor

Numero articolo: SM450AI

Produttore: Knauf DanoGips GmbH
Famiglia prodotto: System
Gruppo prodotto: System Multiregel s450 Aquapanel Indoor
Progettato in: Sweden
Prodotto in: Sweden

Data di pubblicazione: 09/10/2013
Numero edizione: 2

Larghezza (mm): 0
Altezza (mm): 0
Profondità (mm): 0
Peso netto (Kg): 0

[Contattare il produttore](#)

[Pin it](#) [Like](#) [Tweet](#) [Share](#)

BIMObjects download center

[ArchCAD](#) [Download](#)
[PDF](#) [Download](#)
[Revit](#) [Download](#)

[Manca un download? Richiedi](#)

bimobject

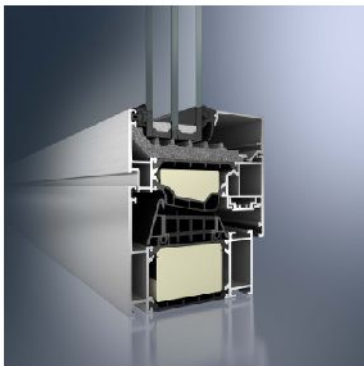
All BIMObjects are real products from real manufacturers confirmed and approved

bimobject

[bimobject](#) / [trends](#) / [Schüco](#) / [Products](#) / [Schüco Window AWS 90.SI+](#)

[Per aziende](#) [Per investitori](#) [Italia](#)

[Oggetti BIM](#) [Apps](#) [Press](#) [Blog](#) [Contatti](#) [Accedi](#)



Schüco Window AWS 90.SI+

Unique ref.: Schueco_AWS_90_si_plus
Produttore: Schüco
Famiglia prodotto: Windows & Doors
Gruppo prodotto: Windows Aluminium (AWS)
Larghezza (mm): 1230
Altezza (mm): 1480
Profondità (mm): 90
Data di pubblicazione: 2014-06-18
Numero edizione: 3
Type: Oggetto (oggetto singolo)

[Download](#)

[Download our free BIMobject® Apps here](#)

+ RELATED PRODUCTS









Descrizione **Collegamenti** **Informazioni** **Classificazione**

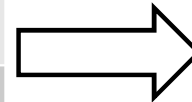
- Highly thermally insulated aluminium window system
- The maximum thermal insulation with a basic depth of 90 mm: Uf value of 1.0 W/(m²K) (face width of 117 mm) Uw = 0.8 W/(m²K) (with Ug = 0.6 W/(m²K) and plastic spacer)
- Co-extruded centre gasket with fins
- Optimised insulation zone with foam-filled insulating bars
- Available in a design with tilt / slide fitting
- Compatible with the Schüco ADS 90.SI door series

Fasi del processo edilizio



Fasi del processo Edilizio
Studio di Fattibilità
Documento preliminare alla progettazione
Progettazione Preliminare
Progettazione Definitiva
Progettazione Esecutiva
Costruzione dell'opera
Gestione e manutenzione
Dismissione o riutilizzo

Level Of Detail (LOD)
LOD 100
LOD 200
LOD 300
LOD 400
LOD 500



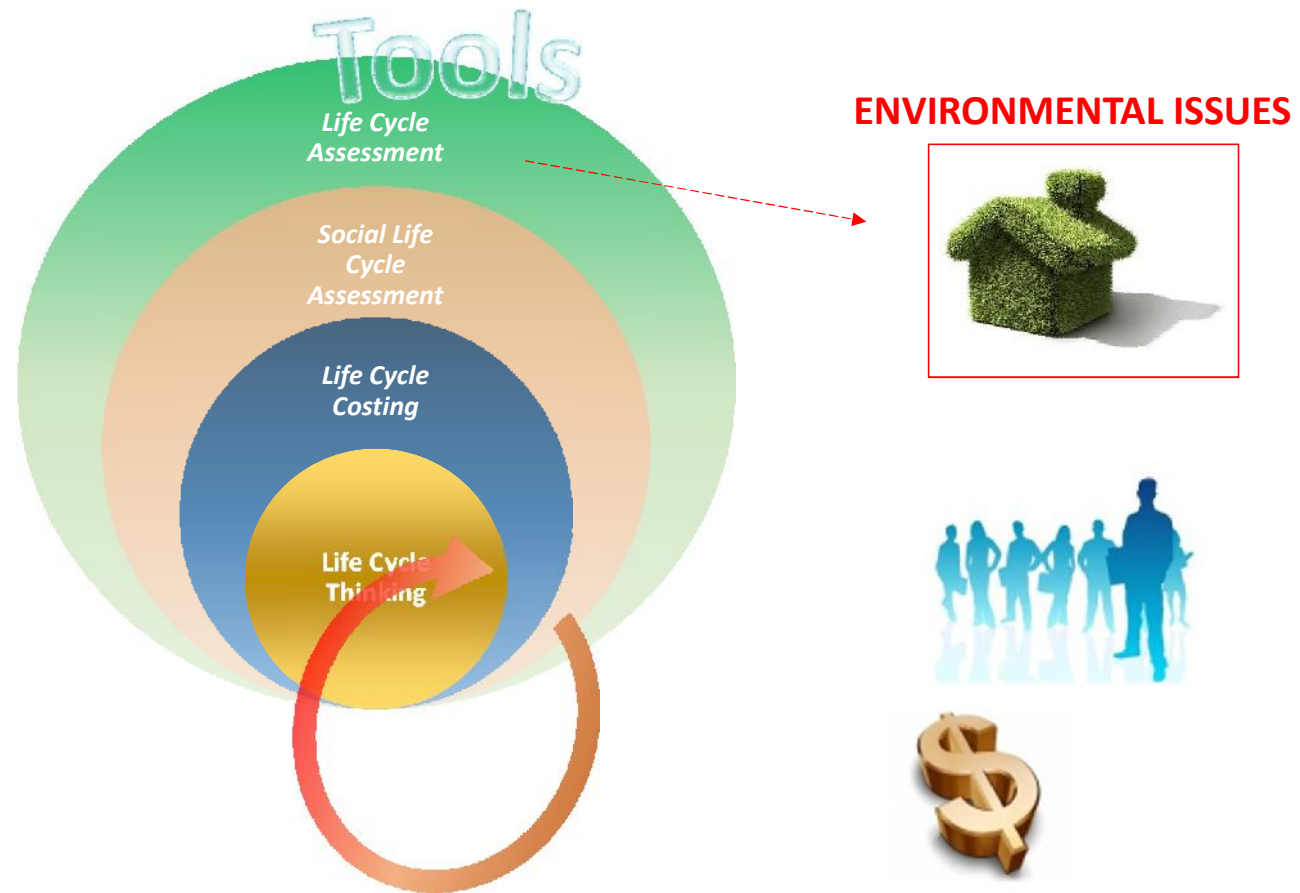
Edificio	
Fasi progettuali (Normativa Dpr 207/2010)	LOD
Studio di fattibilità	100
Progettazione Preliminare	100/200
Progettazione Definitiva	200/300
Progettazione esecutiva	300/400
As Built	500

Integrazione LCA in metodologia BIM



Quali sono le relazioni tra il BIM e obiettivi di sostenibilità?

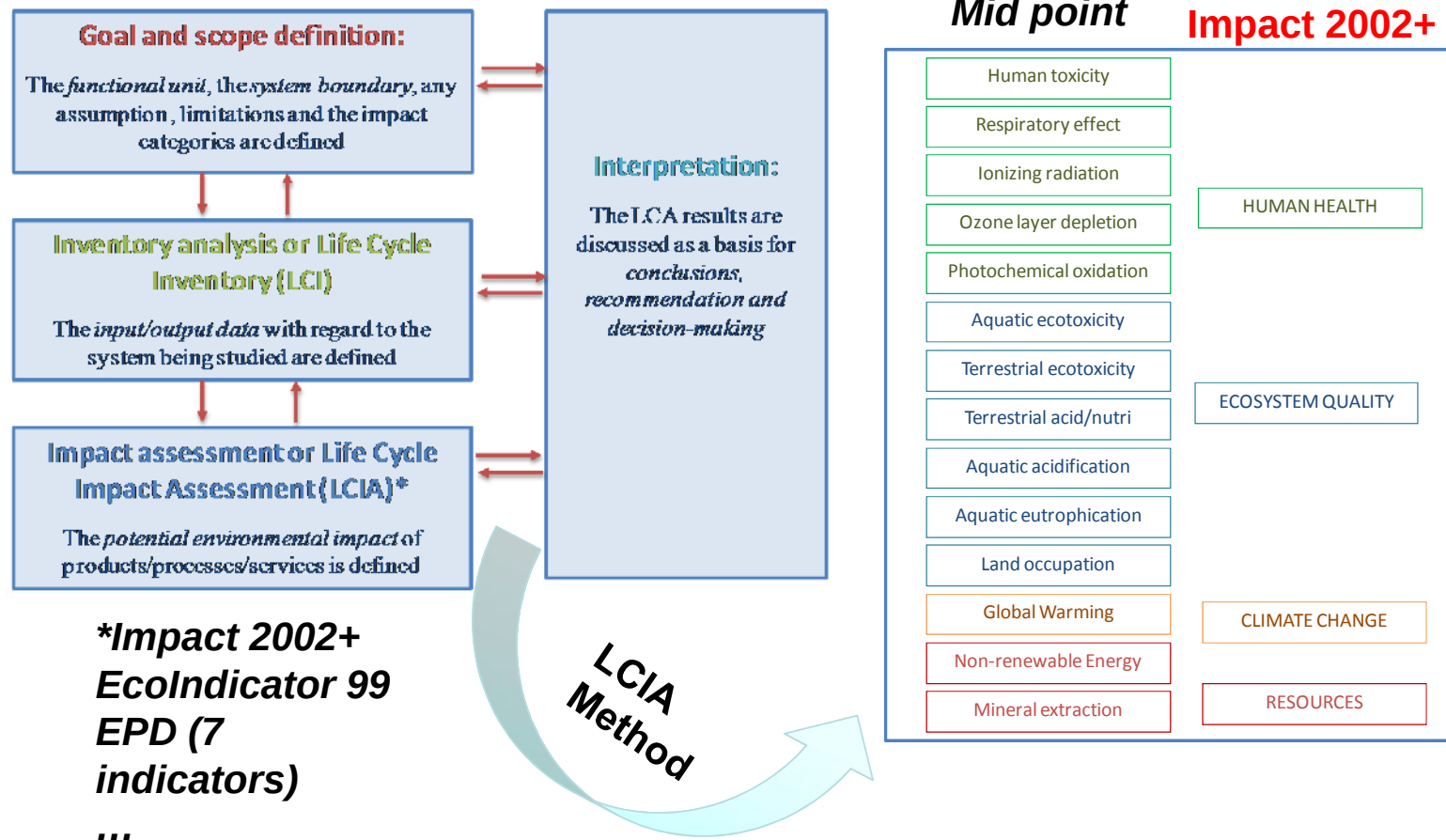
“the sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (UN Brundtland Report, 1987)



Integrazione LCA in metodologia BIM



L'LCA quantifica l'impatto che i prodotti e processi hanno sull'ambiente durante l'intero ciclo di vita, attraverso diversi parametri ed indicatori che misurano i consumi di materia prima, energia ed emissioni nell'ambiente durante l'intero ciclo di vita, con un approccio *"from cradle to grave"*.



Integrazione LCA in metodologia BIM



CRITICITA' PER L'UTILIZZO DELL' LCA PER LE COSTRUZIONI:

Per le opere civili la mole di dati da reperire e gestire è estremamente alta, perché legata all'utilizzo di numerosi e diversi materiali, sistemi, impianti e componenti, all'interno di ogni singolo prodotto edilizio.

REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2011 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing

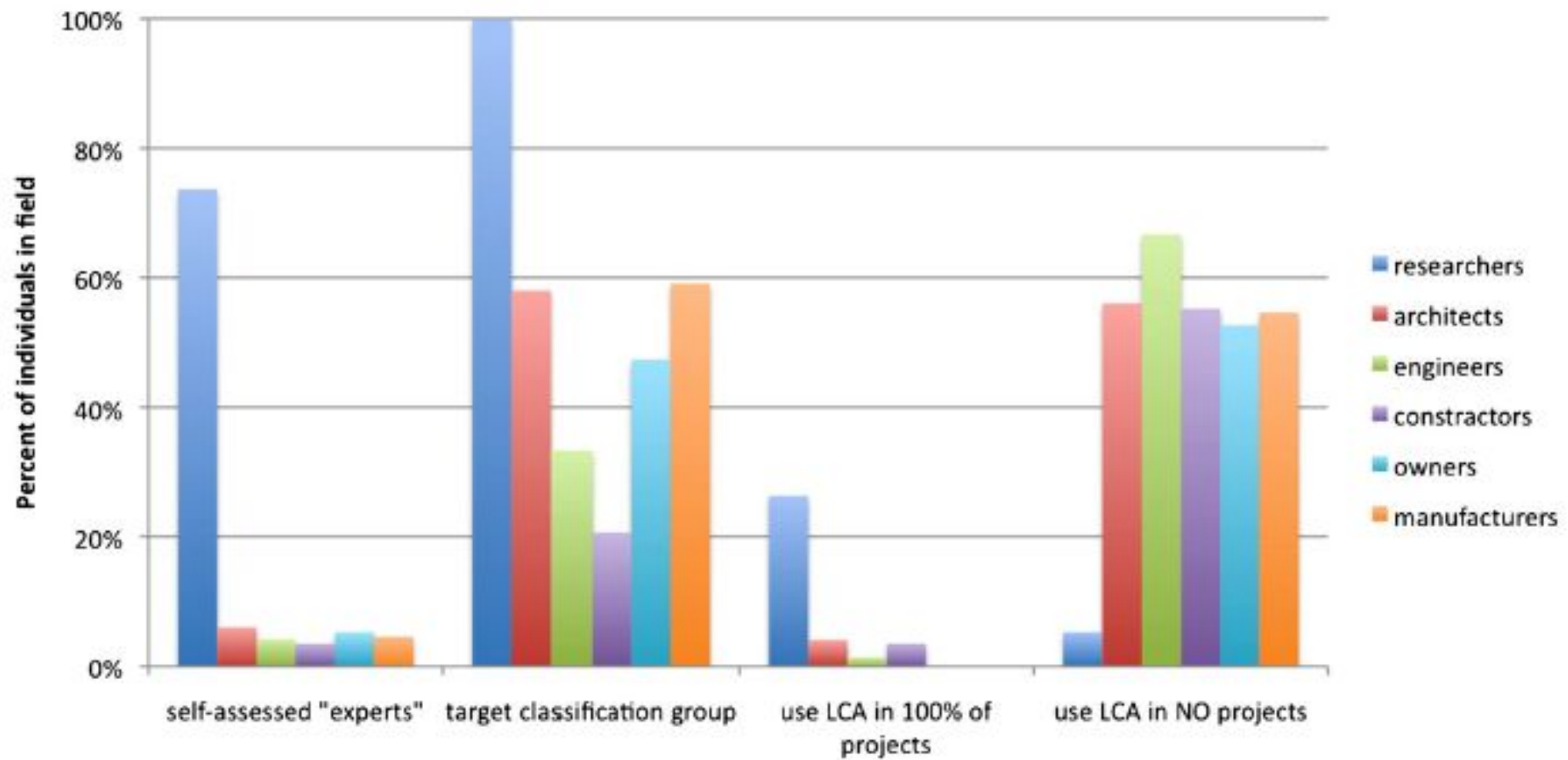
(25) *“Where applicable, the declaration of performance should be accompanied by information on the content of hazardous substances in the construction product **in order to improve the possibilities for sustainable construction** and to facilitate the development of environment-friendly products. [...]”*

(56) *“For the assessment of the sustainable use of resources and of the **impact of construction works on the environment** **Environmental Product Declarations** should be used when available.”*

POTENZIALITA' DEL BIM:

Il BIM offre quindi l'opportunità di supportare il processo decisionale della progettazione, perseguendo un approccio life cycle, integrando nei modelli BIM informazioni relative agli impatti ambientali dei singoli componenti.

Integrazione LCA in metodologia BIM



Integrazione LCA in metodologia BIM



SOSTENIBILITA' IN EDILIZIA



*Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura –
Università di Napoli Federico II*



ACCA Software S.P.A.

Programma CAMPUS della Regione Campania

**FRAMEWORK PER L'INTEGRAZIONE DEI DATI LCA NELLA
METODOLOGIA BIM**

Coordinatore: Consorzio TRE

Partners: D'Appolonia S.p.a., EdilAtellana soc. coop., ICIE Soc. Coop., IDI S.r.l., Gematica S.r.l.,

Polo Tecnologico dell'Ambiente, Servizi Integrati S.r.l., AMRA S.c.a.r.l.

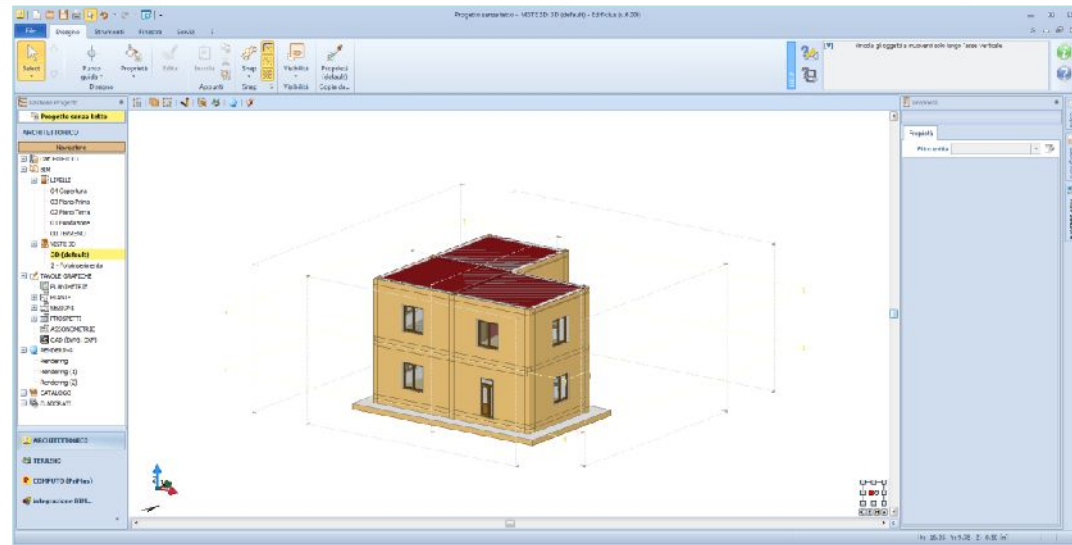
DOTT. ING. ANTONIO SALZANO

Integrazione LCA in metodologia BIM



1 - Implementazione BIM model

Software :
«Edificius» BIM Suite



2 – Estrazione del CME

Software:
«Primus v 100d – Beta LCA 1,00»

PRCGETTO: Edificio Tipo def.dcf - PrMus-A-N-I 100d - (Beta LCA v1.00)

vista: Computo

Nr	Tariffa	DESIGNAZIONE dei LAVORI	par.ug	lung.	larg.	l.peso	Quantità	IMPORTI unitario [1]	TOTALE
1	F.03.010 C30	Calcestruzzo durabile a prestazione garantita					71.61	189.34	4091.64
2	E.04.010 C10	Solai a struttura mista in cemento armato					133.95	68.09	9120.66
3	E.03.010 C20	Calcestruzzo durabile a prestazione garantita					35.70	184.38	6562.37
4	E.13.030 C20	Perimetro in piastrelle di ceramica porcellanata					169.99	78.25	13301.72
5	E.08.020 C25	Paralumi e montanti a.c. di laminazione, sez.					282.69	64.41	18205.06
6	E.16.020 C40	Intonaco civile liscio a tre strati, costituito da					712.00	22.54	16045.46
7	E.21.020 C40	Integrità con pittura lavabile di resina					789.40	7.90	5920.72
8	E.18.065 C20	Porta in legno con anta decorata omologata					1.00	511.17	511.17
9	E.18.020 C10	Porta interna in legno con anta mobile, tamb.					3.00	210.83	632.49
10	E.08.020 C10	Tramezzatura di mattoni forati di laterizio co					32.00	26.67	853.41
11	E.18.080 C40	Infisso in alluminio anodizzato a taglio termi					13.00	257.10	3342.30
12	102.06.1 C02	Fornitura in opera di acciaio Fe.B.38K per c					4545.08	1.19	5408.65
13	103.02.1 C03	Fornitura in opera di cassafornia in legno co					171.68	32.49	5577.88
TOTALE - PUNTO									40175.84
AGGIUNTA NUOVA VOCE									

DOTT. ING. ANTONIO SALZANO

Integrazione LCA in metodologia BIM



3 – Caratterizzazione dei materiali e delle lavorazioni (quantità e costi) Schede del Prezzario della Regione Campania 2013



Scheda elemento: E.16.20.30.b

Anagrafica						
Codice	E.16.20.30.b					
Descrizione	Con malta bastarda di calce, sabbia e cemento					
Dettagli						
Unità di misura	mq					
Categoria Lavoro	Murature, intonaci, pitture, pavimenti e rivestimenti					
Incidenza sicurezza opere generali	€ 0,03 (1,05%)					
m.d.o.	€ 12.91 (57.28%)					
Articoli						
Articolo	Categoria	u.m.	Prezzo	Quantità	Totale	% TP
1 1° livello (operaio comune)	Risorse Umane	ora	€ 22.71	0.15	€ 3.41	
2 3° livello (operaio specializzato)	Risorse Umane	ora	€ 27.13	0.35	€ 9.50	
Totale Risorse Umane					€ 12.91	0.724
3 Acqua	Prodotti da costruzione	mc	€ 0.55	0.012	€ 0.01	
4 Sabbia di cava lavata e vagliata	Prodotti da costruzione	mc	€ 25.0	0.0138	€ 0.34	
5 Calce idrata in sacchi	Prodotti da costruzione	100 kg	€ 6.76	0.023	€ 0.16	
6 Cemento in sacchi tipo 325	Prodotti da costruzione	100 kg	€ 10.42	0.03	€ 0.31	
Totale Prodotti da costruzione					€ 0.82	0.046
7 Betoniera ad azionamento elettrico, capacità 350 l	Attrezzature	ora	€ 54.54	0.075	€ 4.09	
Totale Attrezzature					€ 4.09	0.230

Inventory Analysis



Building Materials

Building Equipment

Integrazione LCA in metodologia BIM



4 – Valutazione LCA dei materiali e delle lavorazioni

Software: «SimaPro7»



Dati di Output:

4 Indicatori Damage Oriented (categorie di danno);

15 Indicatori Mid - point Oriented (categorie d'impatto);

Integrazione LCA in metodologia BIM

5 – Integrazione dei dati LCA nella suite BIM di ACCA Software

Software:

«Primus v 100d – Beta LCA 1,00»

Importazione dei dati di Output LCA

Categorie di danno:

Human Health;

Ecosystem quality;

Climate Change;

Resources;

Categorie d'impatto:

Carcinogens;

Non – carcinogens;

Respiratory inorganics;

Ionizing radiation;

Ozone layer depletion;

Respiratory organics;

Aquatic ecotoxicity;

Terrestrial acid/nutri;

Land Occupation;

Aquatic acidification;

Global warming;

Non – renewable energy;

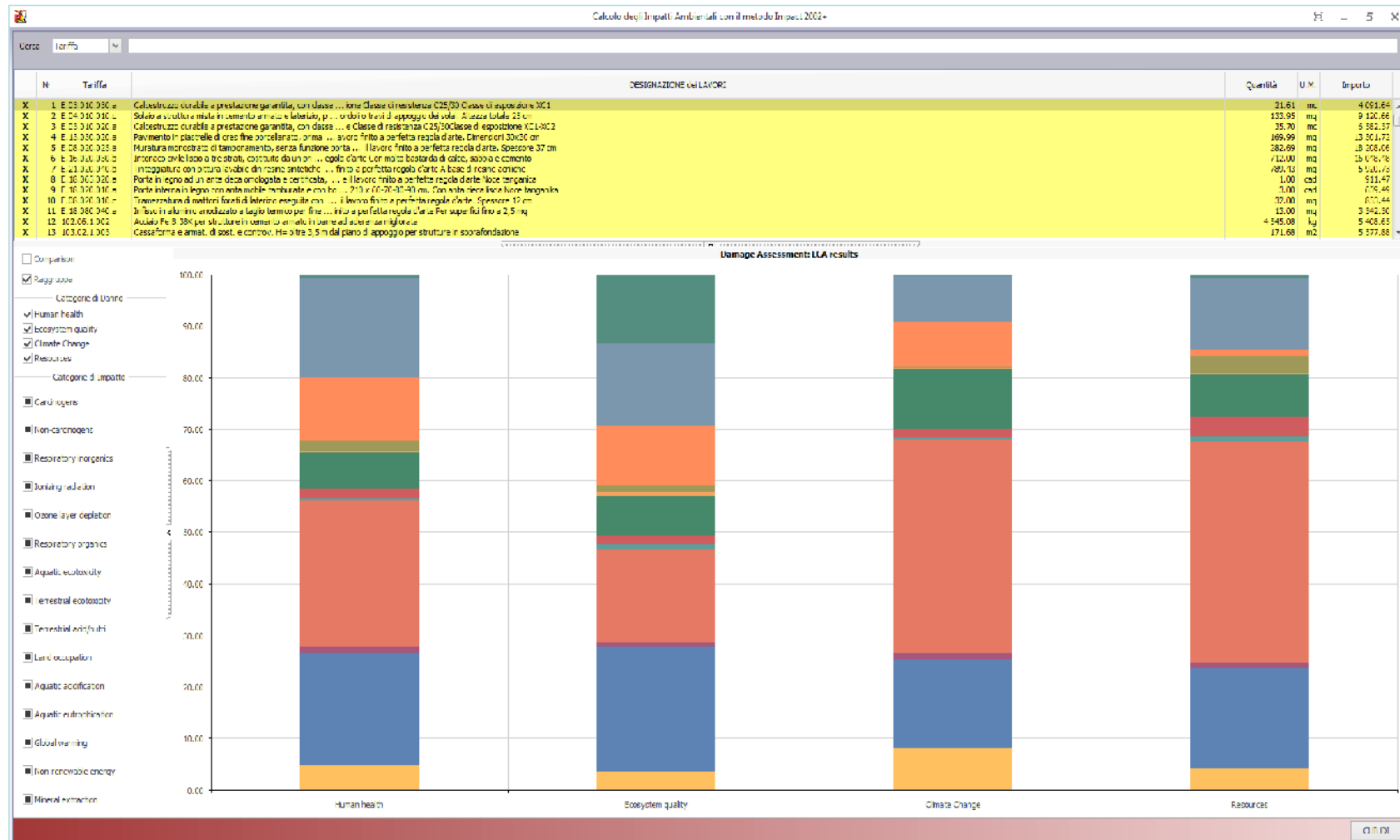
Mineral extraction.

Nome	Unità di misura	Valore
Human health	Daly	5.63E-7
Ecosystem quality	PDF*in 2°m	0.21
Climate Change	kg eq CO2	1.41
Resources	NI Primary	26.56

Nome	Unità di misura	Valore
Carcinogens	kg C2H3O eq	0.0067
Non-carcinogens	kg C2H3O eq	0.0164
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	0.001
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	55.0672
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	2.17E-7
Respiratory organics	kg C2H4 eq	0.0007
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	148.1845
Terrestrial ecotoxicity	kg HCl soil	21.1364
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	0.0021
Land Occupation	m2org. people	0.0107
Aquatic acidification	kg SO2 eq	0.0066
Aquatic eutrophication	kg PO4-P eq	0.0065
Global warming	kg CO2 eq	0.0035
Non-renewable energy	NI primary	1.4623
Mineral extraction	NI soil plus	26.5045



Integrazione LCA In metodologia BIM



DOTT. ING. ANTONIO SALZANO

LCA di tecniche di rinforzo strutturale

L'industria delle costruzioni è responsabile del 40% dell'impatto ambientale totale dell'eurozona

Uno dei punti cardine della strategia di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea è di minimizzare gli impatti associati alla produzione dei materiali edilizi, alla costruzione di nuovi edifici e al recupero del patrimonio edilizio esistente



Obiettivo:

Valutare l'impatto ambientale associato a diverse strategie **di consolidamento sismico** di una struttura caso studio in cemento armato, mediante l'applicazione della metodologia *Life Cycle Assessment*

Le strategie di intervento adottate sono:

- Miglioramento sismico con FRP
- Adeguatezza sismica con tre diverse strategie

- FRP
- Inserimento di pareti c.a.
- incamiciatura in c.a. più FRP

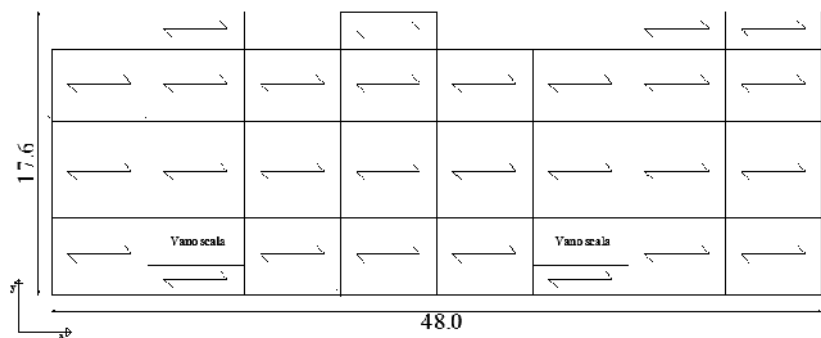
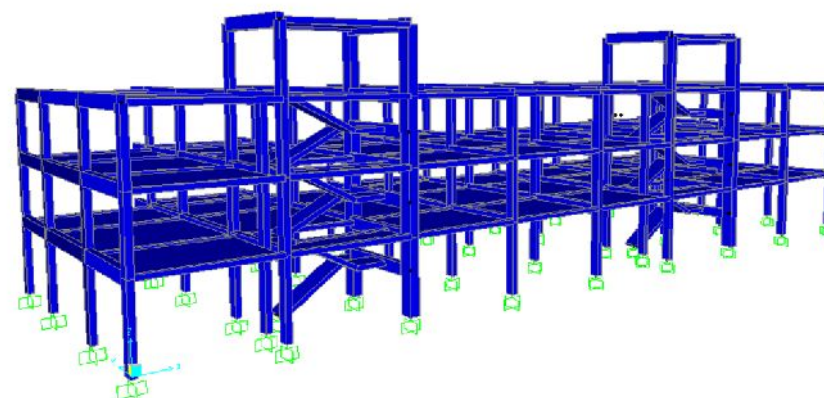


Struttura del caso di studio

La struttura prototipo in cemento armato è stata pensata al fine di riprodurre una tipica struttura esistente dell'area mediterranea realizzata per uso abitativo alla fine degli anni 70' in una zona classificata non sismica all'epoca. In fase di progettazione si è tenuto conto della Legge 5/11/1971 n. 1086 e del Decreto Ministeriale 30/5/1974

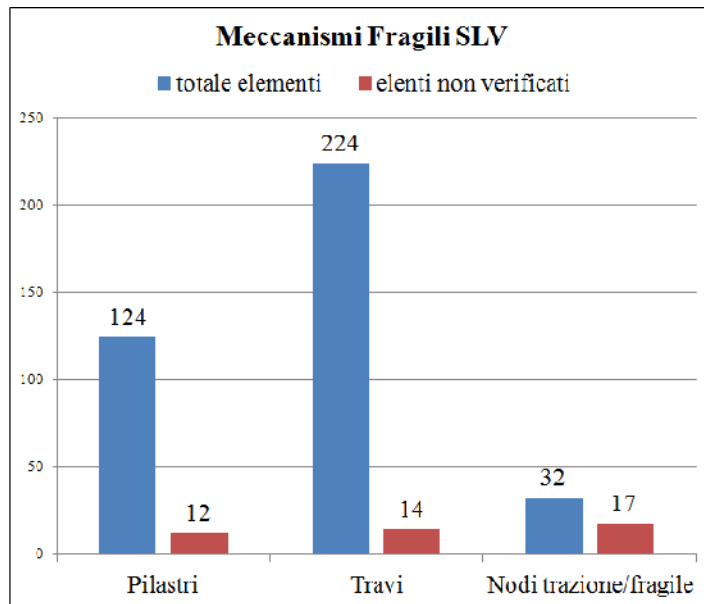
Caratteristiche geometriche:

- Altezza 13,3m
- 3 impalcati fuoriterra
- 2 vani scala a soletta rampante con distanza relativa 18m
- Dimensioni in pianta 48m x 17,6m
- Struttura a telai bidirezionali



- 9 telai in direzione trasversale Y con travi emergenti 30cm x 60cm
- 3 telai in direzione longitudinale X con travi spessore di dimensioni 35cm x 24cm
- Pilastri tutti 30cm x 50 cm, tranne quelli che sostengono gli sbalzi di dimensioni 30cm x 30 cm

Quadro delle crisi allo SLV

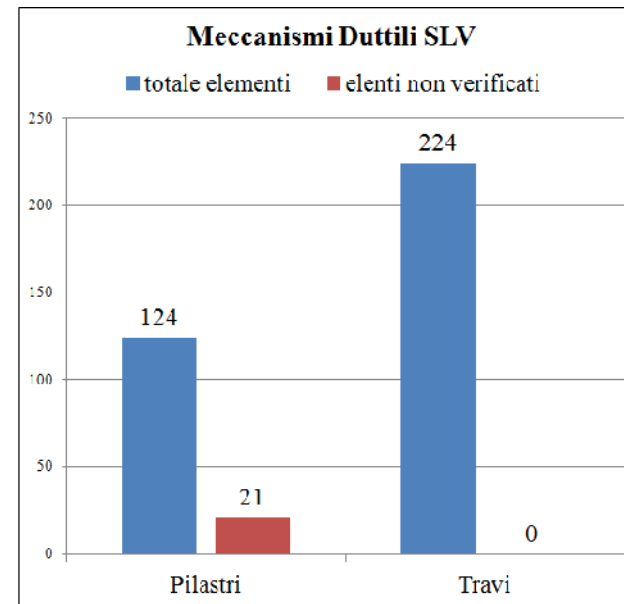


CRISI FRAGILI:

12 Pilastri

14 Travi

17 nodi a trazione



CRISI DUTTILI:

21 Pilastri

Indice di rischio I_R

$$I_R = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Peak ground acceleration massima che può supportare la} \\ \text{struttura, dettata dal primo meccanismo di rottura} \end{array} \right.$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Peak ground acceleration di domanda, che dipende dallo} \\ \text{Stato Limite considerato} \end{array} \right.$

	Meccanismi fragili				Meccanismo duttile
	Rottura nodi traz.	Rottura taglio travi EC8	Rottura taglio pil EC8	Rottura nodi compr.	Deformazione
Poy-_e-_massa	<28%	<28%	31%	>100%	83%
Poy-_e+_massa	<28%	30%	35%	>100%	77%
Poy+_e-_massa	<28%	<28%	42%	>100%	83%
Poy+_e+_massa	<28%	33%	42%	>100%	76%
Poy-_e-_tagli	<28%	<28%	33%	>100%	95%
Poy-_e+_tagli	<28%	<28%	40%	>100%	86%
Poy+_e-_tagli	<28%	<28%	36%	>100%	90%
Poy+_e+_tagli	<28%	31%	36%	>100%	83%
Pox-_e-_massa	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox-_e+_massa	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox+_e-_massa	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox+_e+_massa	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox-_e-_modo	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox-_e+_modo	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox+_e-_modo	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Pox+_e+_modo	<28%	>100%	>100%	>100%	100%
Minimo I_R	<28%	<28%	31%	>100%	76%

Miglioramento sismico

$I_R=76\%$:

- 8 crisi fragili pilastri
- 12 crisi fragili travi
- 7 crisi per trazione dei nodi



Incremento della capacità a taglio :

Fasciatura in completo avvolgimento pilastri con tessuto unidirezionale in carbonio 300g/m^2 , con strisce poste in adiacenza

Fasciatura ad U delle travi con tessuto unidirezionale in carbonio 300g/m^2 , con strisce poste in adiacenza

Applicazione di tessuto quadriassiale in carbonio per l'incremento della capacità a taglio dei nodi non confinati



LCA di tecniche di rinforzo strutturale

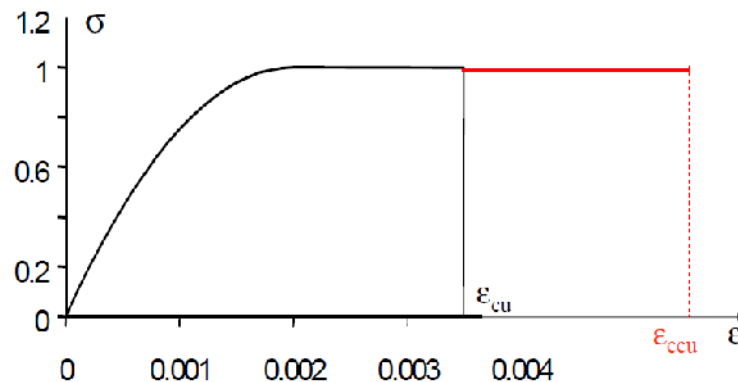
Adeguamento sismico con FRP

Crisi per $I_R=100\%$:

- 21 crisi duttili pilastri
- 12 crisi fragili pilastri
- 14 crisi fragili travi
- 17 crisi per trazione dei nodi

Incremento della capacità rotazionale:

Confinamento estremità pilastri con tessuto unidirezionale in carbonio 300g/m², con strisce poste in adiacenza

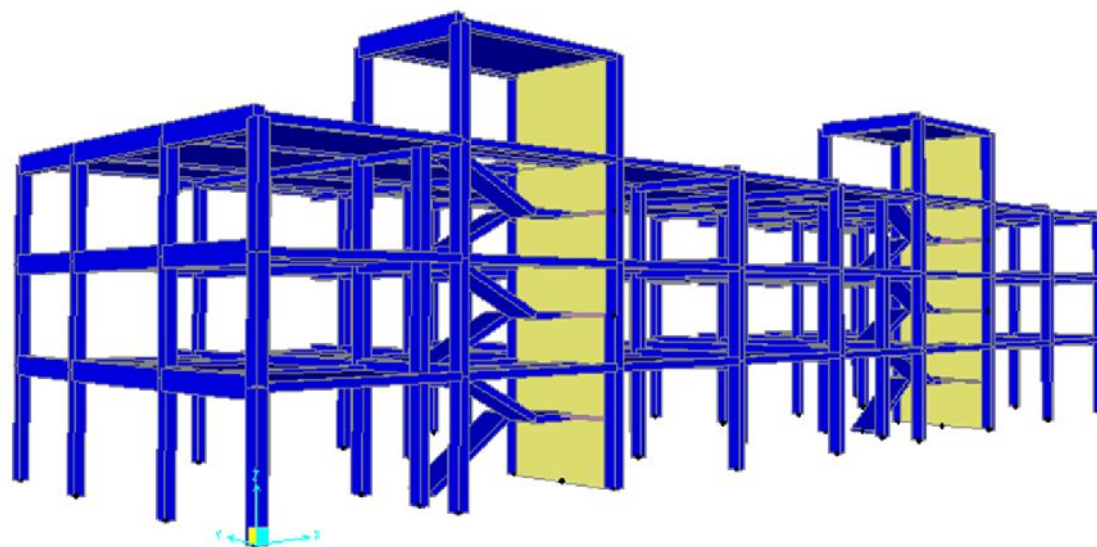


Adeguamento sismico con pareti in c.a.

Inserimento di **2 pareti in cemento armato**:

Lunghezza = 4.3m

Spessore = 0.3 m



Risoluzione crisi travi e nodi con FRP

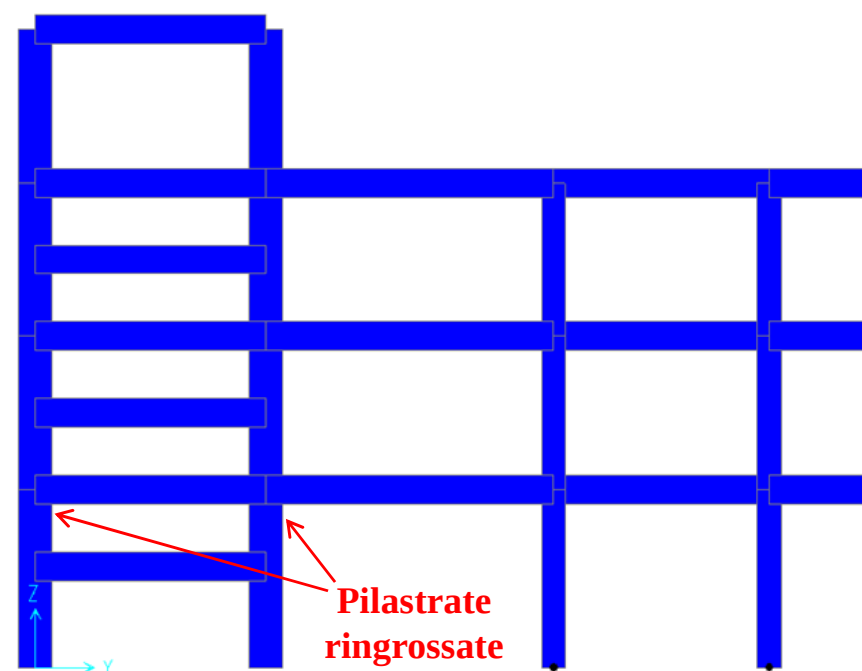
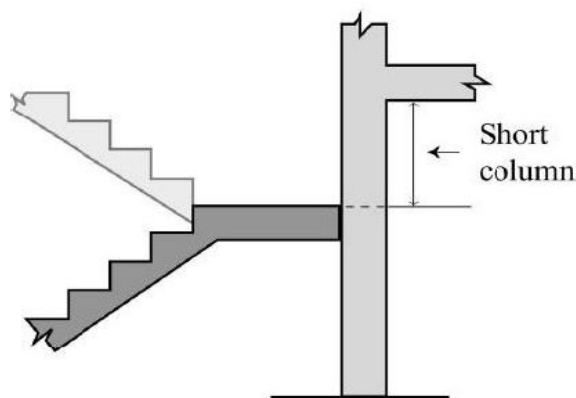
Fasciatura ad U delle travi con tessuto unidirezionale in carbonio 300g/m², con strisce poste in adiacenza

Applicazione di tessuto quadriassiale in carbonio per l'incremento della capacità a taglio dei nodi non confinati

Adeguamento sismico con ringrossi in c.a.

Ringrosso in c.a. di 4 pilastrate per la risoluzione delle crisi fragili dei pilastri

Il pilastro diventa tozzo per la presenza della trave di interpiano



Utilizzo di FRP per l'incremento della capacità deformativa della struttura e per la risoluzione delle crisi fragili di travi e nodi

LCA delle strategie di intervento

LCA applicata ai tre elementi di base

1 m² di rinforzo
in FRP



Singola parete



Ringrosso di un singolo
pilastro



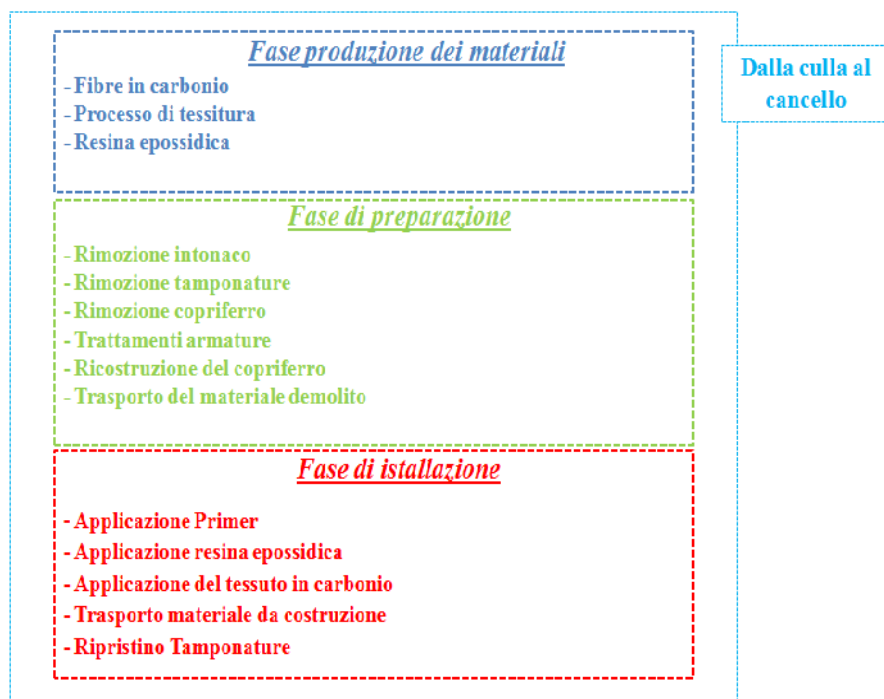
LE ANALISI SONO STATE CONDOTTE COL PROGRAMMA
SIMAPRO 7

LCA di tecniche di rinforzo strutturale



LCA di 1 m² di rinforzo in FRP

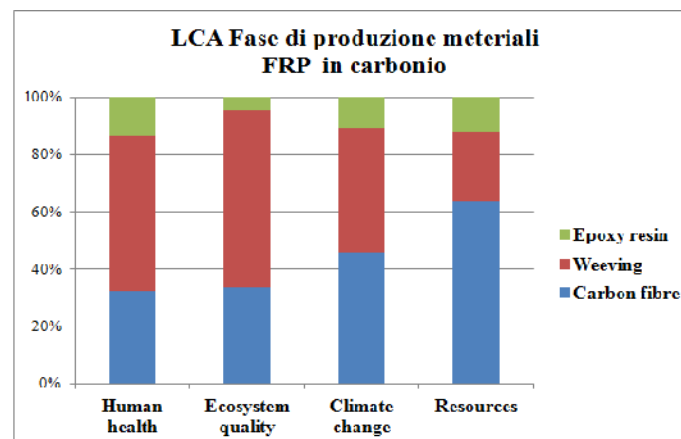
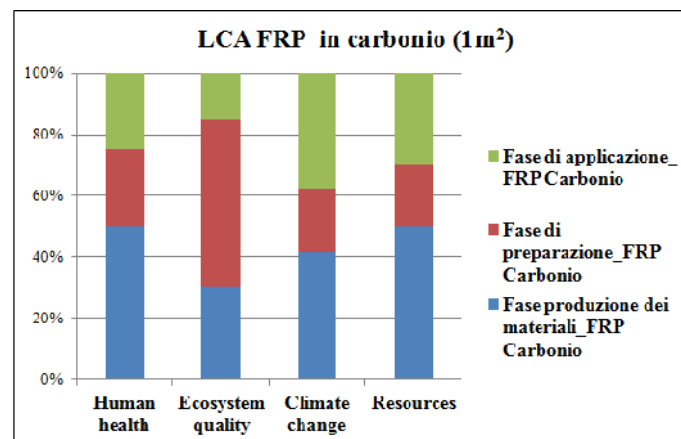
Goal and scope definition



Inventory Analysis:

Si utilizzano i database Ecoinvent, Idemat

Impact Assessment



LCA di tecniche di rinforzo strutturale

LCA di parete in c.a.

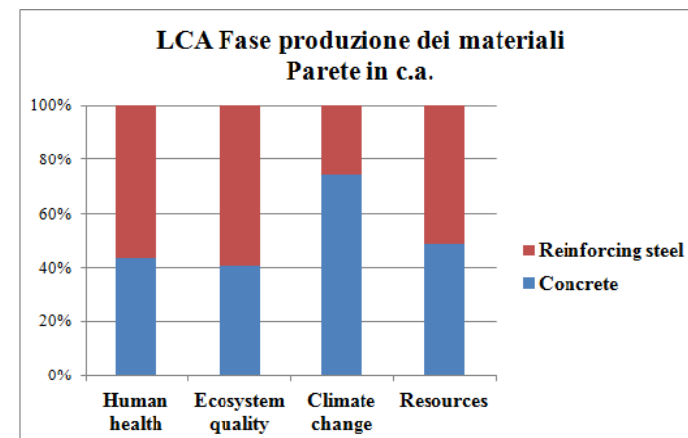
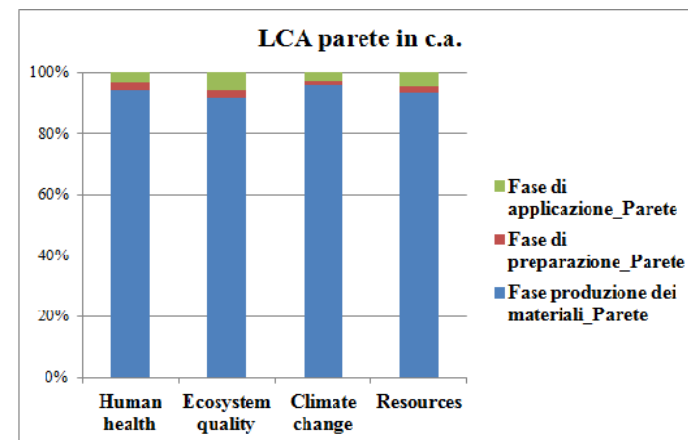
Goal and scope definition



Inventory Analysis:

Si utilizzano i database Ecoinvent, Idemat

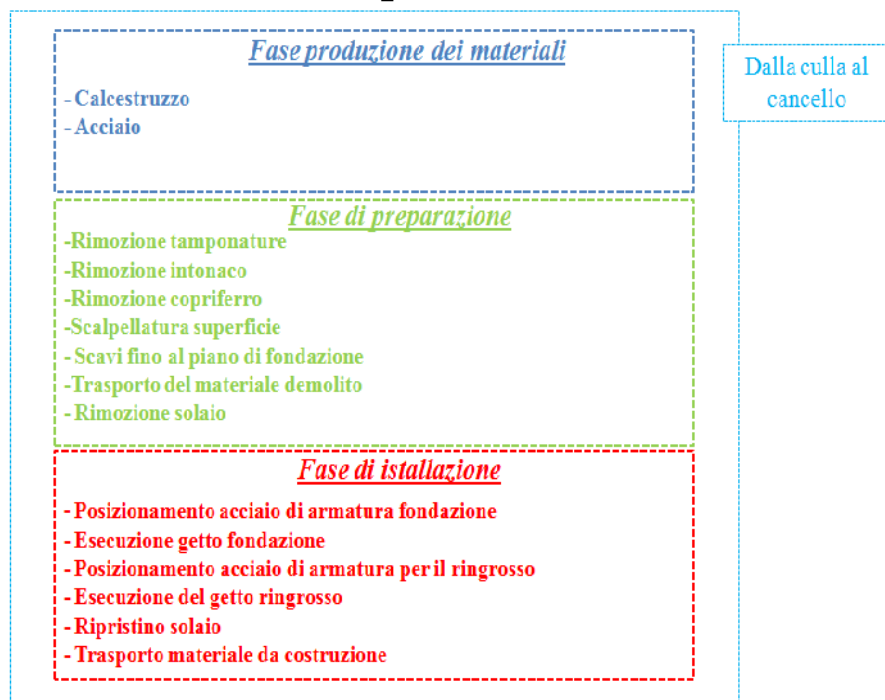
Impact Assessment



LCA di tecniche di rinforzo strutturale

LCA ringrosso in c.a.

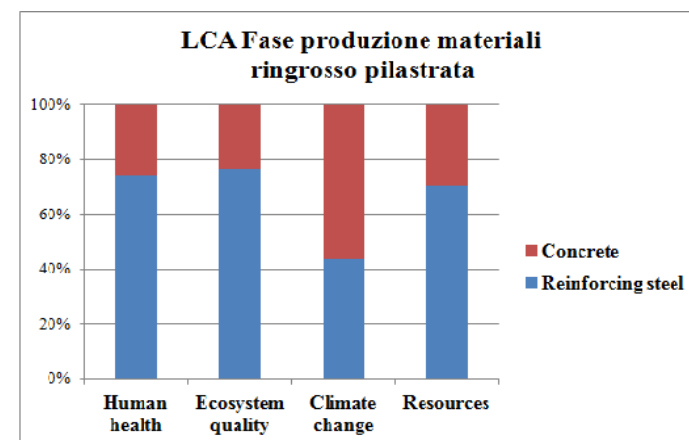
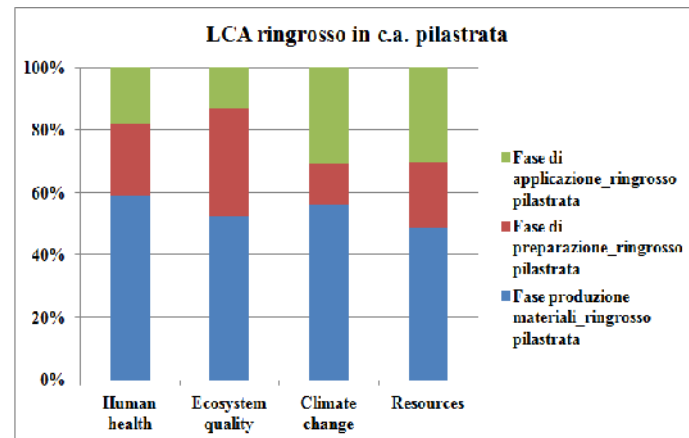
Goal and scope definition



Inventory Analysis:

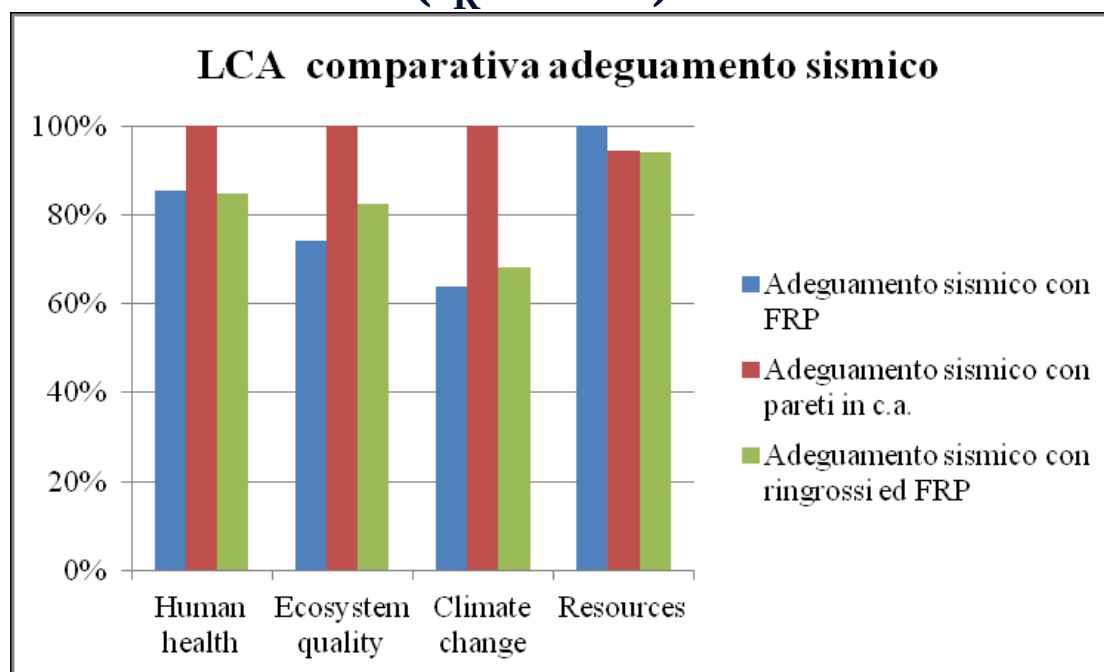
Si utilizzano i database Ecoinvent, Idemat

Impact Assessment



Analisi comparativa $I_R=100\%$

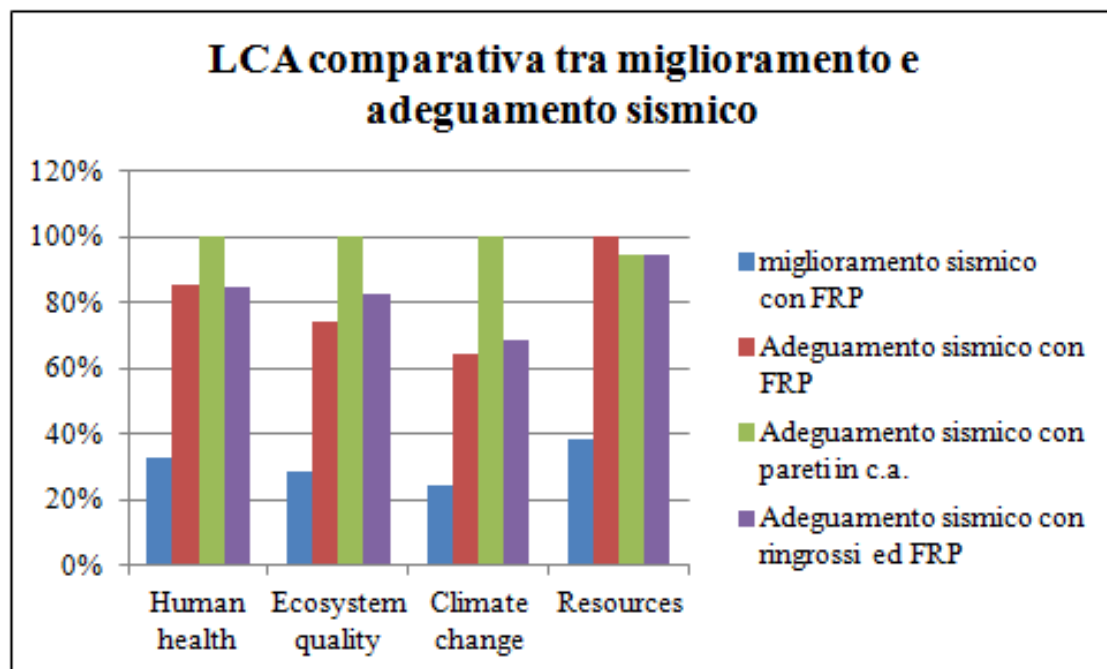
Unità funzionale è il completo adeguamento sismico della struttura
($I_R=100\%$)



Le tecniche di adeguamento con le migliori performance ambientali sono l'intervento con uso esclusivo di FRP e l'intervento misto (ringrosso in c.a. ed FRP)

Miglioramento VS Adeguamento

Comparazione impatto tra miglioramento ($I_R=76\%$) e adeguamento ($I_R=100\%$)



Conclusioni



- Il BIM come potente strumento per la progettazione e gestione del processo edilizio caratterizzato da un'elevata complessità nelle procedure;
- Tale peculiarità del BIM permette di automatizzare e semplificare l'utilizzo di metodologie complesse per la valutazione degli impatti sull'ambiente LCA- based di materiali e tecniche edilizie;
- Il BIM consente di gestire le valutazioni LCA come criterio per il «decision making» nella scelta di opzioni progettuali al fine di realizzare opere sostenibili;
- Tale approccio è stato applicato ad un caso studio individuando le migliori opzioni per il retrofit strutturale;
- Considerando la numerosità in Italia di interventi di recupero dell'esistente, un approccio di questo tipo può contribuire significativamente alla sostenibilità dell'industria italiana delle costruzioni, attraverso scelte orientate a minimizzare l'impatto ambientale.



Società Spinoff dell'Università Federico II di Napoli

- ✓ **Pianificazione**
- ✓ **Progettazione Integrata**
- ✓ **Construction Management**
- ✓ **Facility Management**
- ✓ **Design integrato sostenibile**
- ✓ **Sostenibilità dei prodotti**



www.fedspinoﬀ.com



DOTT. ING. ANTONIO SALZANO