

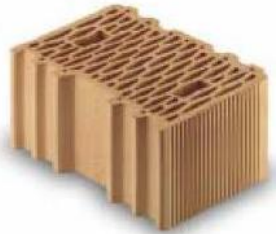
Corso di Sostenibilità dei sistemi edilizi

A.A. 2022-23

prof. Guido R. Dell'Osso

**Valutazioni di Life Cycle Assessment -
Esempi**

L' Oggetto delle valutazioni LCA



Materiale e/o componente elementare



Componente



Organismo Edilizio



Contesto Urbano

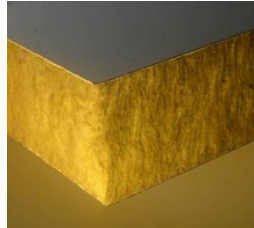
Di seguito è riportato un repertorio di casi di studio analizzati con il software ***SimaPro***.
Di recente sono state condotte tesi di laurea presso il nostro corso con l'utilizzo del software ***Oneclick (facilmente disponibile sul WEB)***, sperimentandone anche l'interfaccia con i modelli BIM.

Caso di studio: Materiali

COMPARAZIONE TRA MATERIALI ISOLANTI

Analisi degli impatti di PRODUZIONE e TRASPORTO di pannelli isolanti costituiti da cinque materiali diversi:

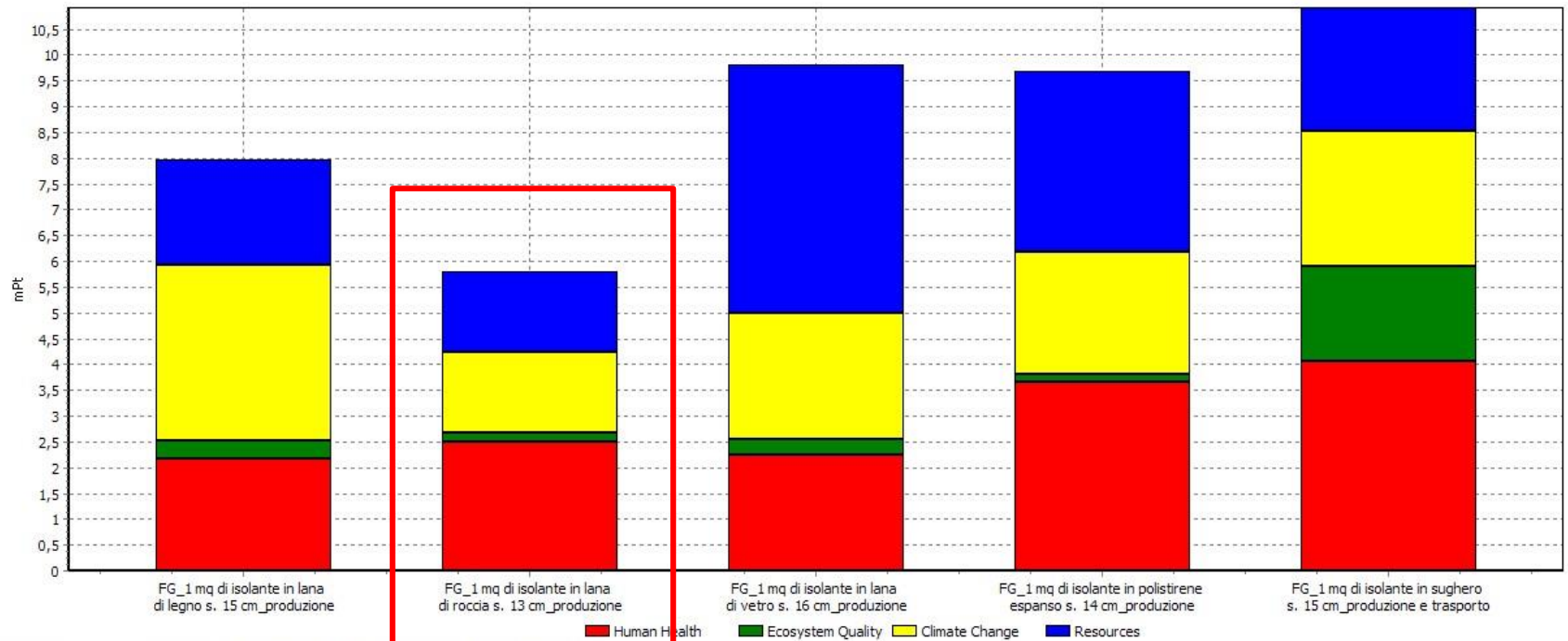
1. Lana di legno
2. Lana di roccia
3. Lana di vetro
4. Polistirene espanso
5. Sughero



Parametro di confronto: trasmittanza termica

Materiale	Spessore [cm]	Peso [kg/m ³]	Distanza dal produttore [Km]
Lana di legno	15	140	538
Lana di roccia	13	80	312
Lana di vetro	16	100	312
Polistirene espanso	14	25	312
Sughero	15	160	250+550

COMPARAZIONE TRA MATERIALI ISOLANTI*

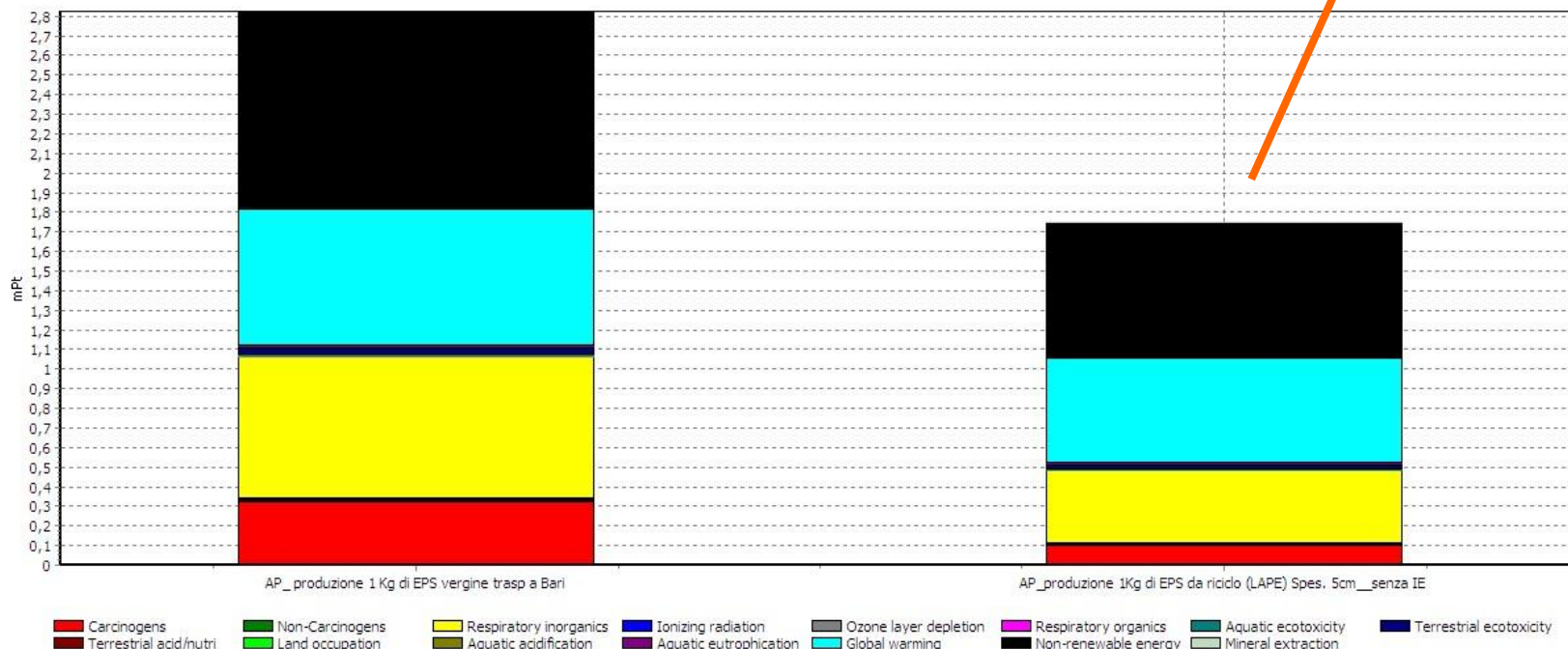


LANA DI ROCCIA

Comparazione tra materiali a differente contenuto di MPS



L'impiego di EPS contenente l'80% di materiale da riciclo genera una riduzione dell'impatto del 38% circa



Confronto di 1 kg 'AP_ produzione 1 Kg di EPS vergine trasp a Bari' con 1 kg 'AP_ produzione 1Kg di EPS da riciclo (LAPE) Spes. 5cm __senza IE'; Metodo: IMPACT 2002+ V2.02 / IMPACT 2002+ / punteggio singolo

Comparazione tra la produzione di 1Kg di EPS vergine e riciclato – IMPACT 2002+

UN ESEMPIO DAL MONDO PRODUTTIVO

LATERLIFE



Unità tecnologica: Città:

Limiti normativi
 Trasmittanza $W/(m^2 \cdot K)$ Zona: D Pareti: 0.36 Massa sup: >230 Kg/m²
 Trasmittanza Periodica $W/(m^2 \cdot K)$ Pareti: 0.12 Coperture: 0.32 Pavimenti: 0.36 Divisori: 0.8
 Coperture: 0.20

Descrizione della soluzione

Usa questi bottoni per aggiungere o rimuovere degli strati

strato	descrizione	spessore cm	densità kg/m ³	concl. term. W/(m K)	calore spec. J/(kg K)	res. vap. (mu)
E INT	intonaco a calce e c...	2	1530	0.55	900	14
S MUR	mur. armata allegg...	25	1013	0.21	1000	10
t INT	intonaco a calce e c...	2	1530	0.55	900	14

Resultati

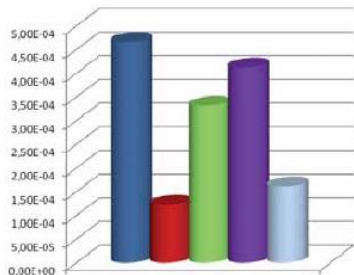
Massa con intonaco: Massa superficiale
 Resistenza termica: Sfasamento:
 Trasmittanza: Fattore di attenuaz:
 Spessore complessivo: Trasmittanza term

Azioni

Verifica Acustica: Pa

Laterlife è in grado di qualificare la soluzione tecnica restituendo i valori corrispondenti alle prescrizioni normative in materia di *risparmio energetico, qualità dell'aria, inquinamento acustico*, oltre ai parametri descrittivi della *qualità ambientale* del componente secondo l'approccio Life Cycle Assessment.

codice		spessore [cm]	densità [kg/m ³]	conducibilità termica [W/mK]	calore specifico [J/kgK]	resistenza al passaggio del vapore [m]	durata di vita [anni]
MUR	muratura a 1 testa in laterizio pieno faccia a vista	12,00	1550	0,430	1000	10,00	90
MAL	rinzafo con malta di calce e cemento	1,00	1650	1,400	837	25,00	35
ISO	strato termoisolante con pannelli in XPS	5,00	28	0,033	1450	125,00	50
MUR	muratura in laterizio alleggerito in pasta murato a malta tradizionale	30,00	1006	0,247	1000	10,00	90
INT	intonaco a calce e gesso	1,50	1450	0,300	900	8,00	35



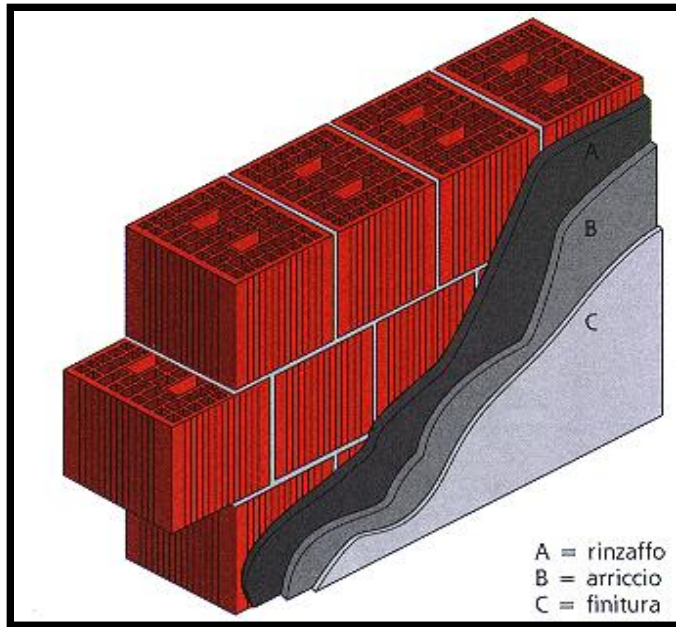
Profilo delle soluzioni tecniche. **Sei indicatori** di riferimento:

Acidificazione, Eutrofizzazione, Riscaldamento Globale, Riduzione Strato d'ozono, Ossidazione fotochimica, Consumo di risorse energetiche

Caso di studio: Componenti

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

*Muratura in laterizio vs tamponamento stratificato a secco**

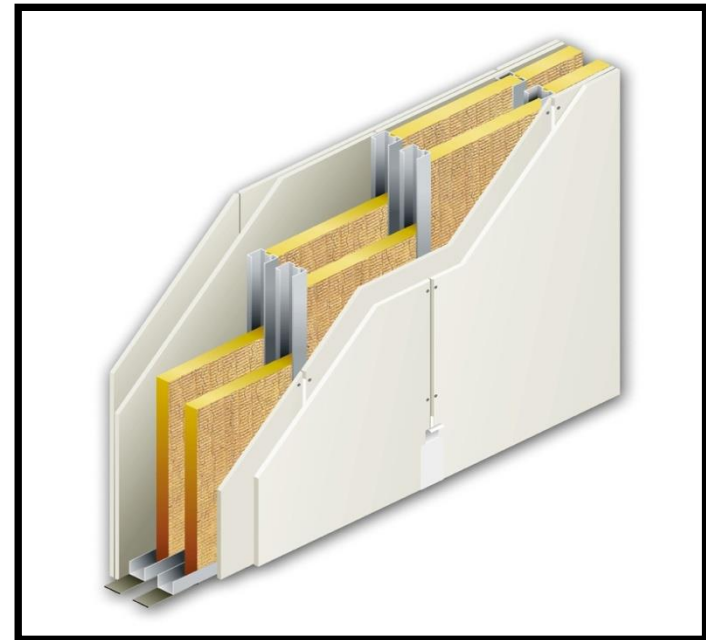


Tamponamento monoblocco in laterizio alveolato

finitura interna in malta bastarda s = 1,5 cm

laterizio alveolato s = 35 cm

finitura esterna in malta bastarda s = 2 cm



Tamponamento stratificato a secco

intonaco int s = 1,5 cm

2 strati di lastre in gesso s = 2,5 cm

struttura s = 18,25 cm:

doppia serie di orditura metallica s=15 cm

2 pannelli isolanti di lana di roccia s=3 cm

intercapedine d'aria da 3,25 cm.

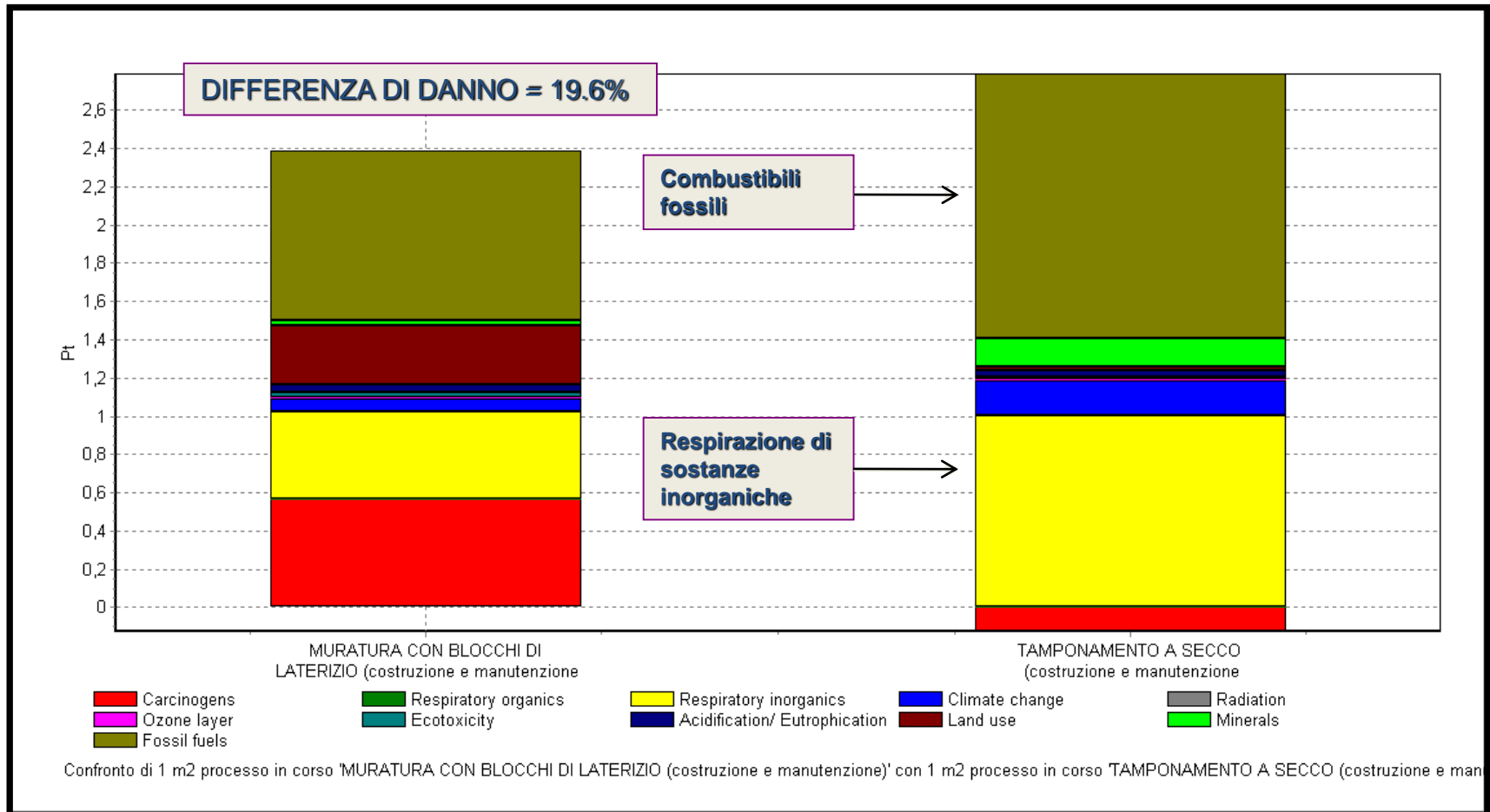
lastra in cemento s = 1,25 cm

intonaco esterno s = 1,5 cm

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

*Muratura in laterizio vs tamponamento stratificato a secco**

Confronto con Eco-indicator 99

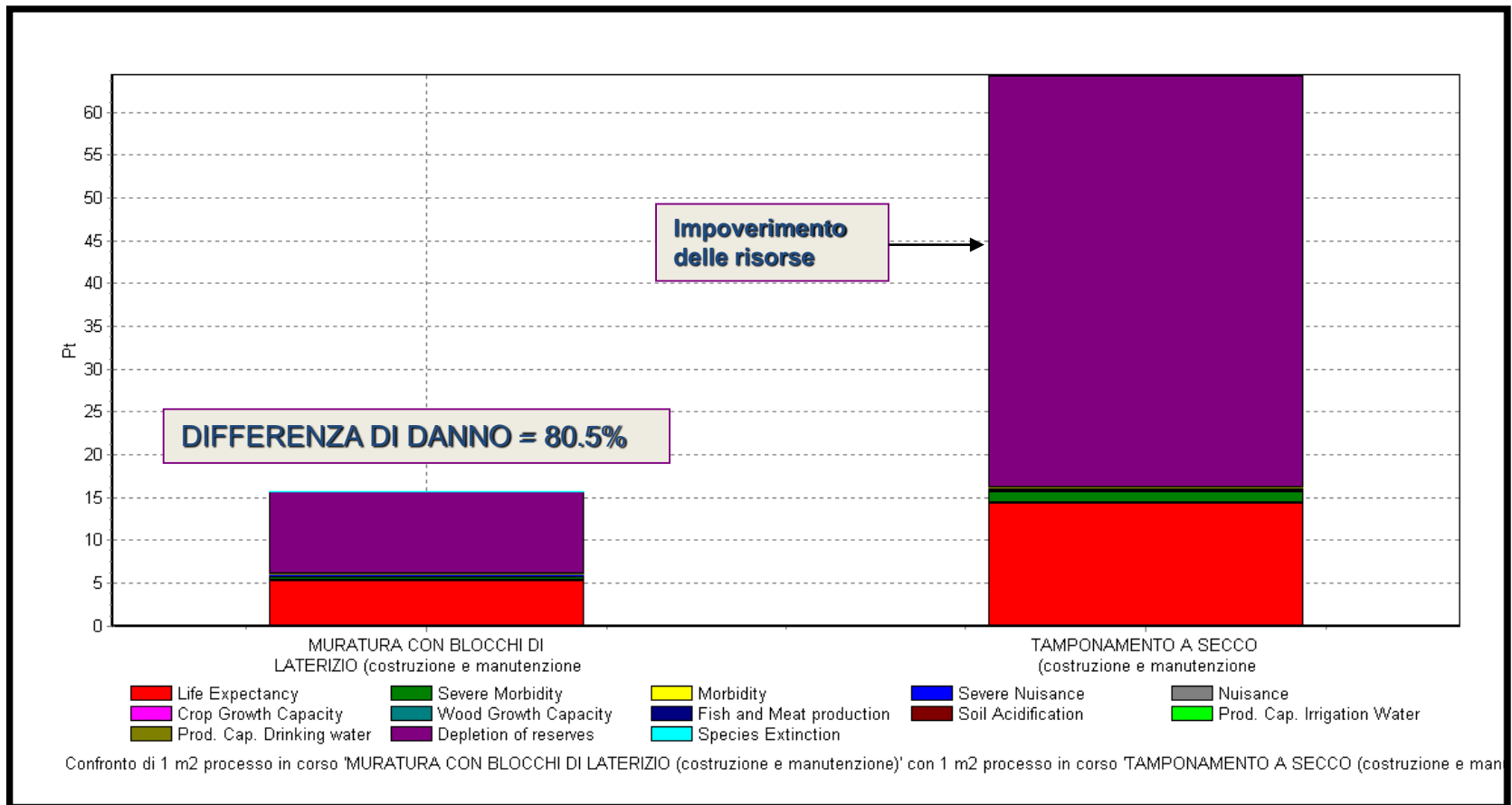


Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

*Muratura in laterizio vs tamponamento stratificato a secco**

EPS 2000 :

ritiene maggiormente dannoso il tamponamento a secco soprattutto a causa della presenza del coibente in lana di roccia nella struttura



Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

*Varie tipologie di tamponamento esterno**

La metodologia LCA per la valutazione ambientale di sistemi di involucro sperimentali applicati all' edificio **“Casa famiglia per minori”** a Lodi



* Tesi di dottorato *“Processo edilizio e qualità ambientale. Potenzialità e limiti della metodologia LCA, applicata a sistemi di involucro sperimentali.”*, di Carol Monticelli; Tutor: Andrea Campioli; Relatori: Andrea Campioli, Paolo Neri, Monica Lavagna; Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura e Società, Dipartimento B.E.S.T.

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Definizione*	Descrizione	Rappresentazione
CM_Inv A **	<p>Involucro A ***:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. blocco resistente sandwich (legno di abete, polistirene, legno di abete) 2. pannello stratificato (alluminio, poliuretano, alluminio) 3. tavelle in cotto <p>Spessore cm 37.4 Trasmittanza 0,109 W/m2K</p>	<p>Diagram labels: tavelle in cotto, pannello isoparete, poliuretano rigido alluminio forato, blocco portante, legno abete, polistirene, legno abete, corrente forato in acciaio.</p>
CM_Inv B	<p>Involucro B***:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. blocco resistente sandwich (legno di abete, polistirene, legno di abete) 2. pannello stratificato (alluminio, poliuretano, alluminio) 3. lastre in fibrocemento <p>Spessore cm 34,7 Trasmittanza 0,109 W/m2K</p>	<p>Diagram labels: lastra in fibrocemento, pannello isoparete, poliuretano rigido alluminio forato, blocco portante, legno abete, polistirene, legno abete, corrente forato in acciaio.</p>
CM_Inv C	<p>Involucro C***:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. blocco resistente in calcestruzzo cellulare espanso 2. pannello stratificato (alluminio, poliuretano, alluminio) 3. tavelle in cotto <p>Spessore cm 50 Trasmittanza 0,109 W/m2K</p>	<p>Diagram labels: tavelle in cotto, pannello isoparete, poliuretano rigido alluminio forato, blocco portante, Calcestruzzo, corrente forato in acciaio.</p>
CM_Inv D	<p>Involucro D***:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. doppia lastra in cartongesso 2. lana di vetro 3. intercapedine 4. lana di vetro 5. lastra in fibrocemento 6. pannello stratificato (alluminio, poliuretano, alluminio) 7. lamiera in acciaio <p>Spessore cm 38.86 Trasmittanza 0,109 W/m2K</p>	<p>Diagram labels: lastra in acciaio inox, pannello isoparete, poliuretano rigido alluminio forato, lastra fibrocemento, lana di vetro, intercapedine d'aria, lana di vetro, corrente forato in acciaio.</p>

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Unità funzionale: 1 m² di involucro con $U = 0,109 \text{ W/m}^2\text{K}$

System Boundaries:

- Reperimento materie prime
- Trasporti alle aziende di lavorazione delle MP
- Produzione dei semilavorati
- Successive lavorazioni per ottenere il prodotto finale
- Imballaggio e stoccaggio
- Trasporto in cantiere
- Fine vita

Non sono state considerate le attività manutentive né l'uso

Fine vita:

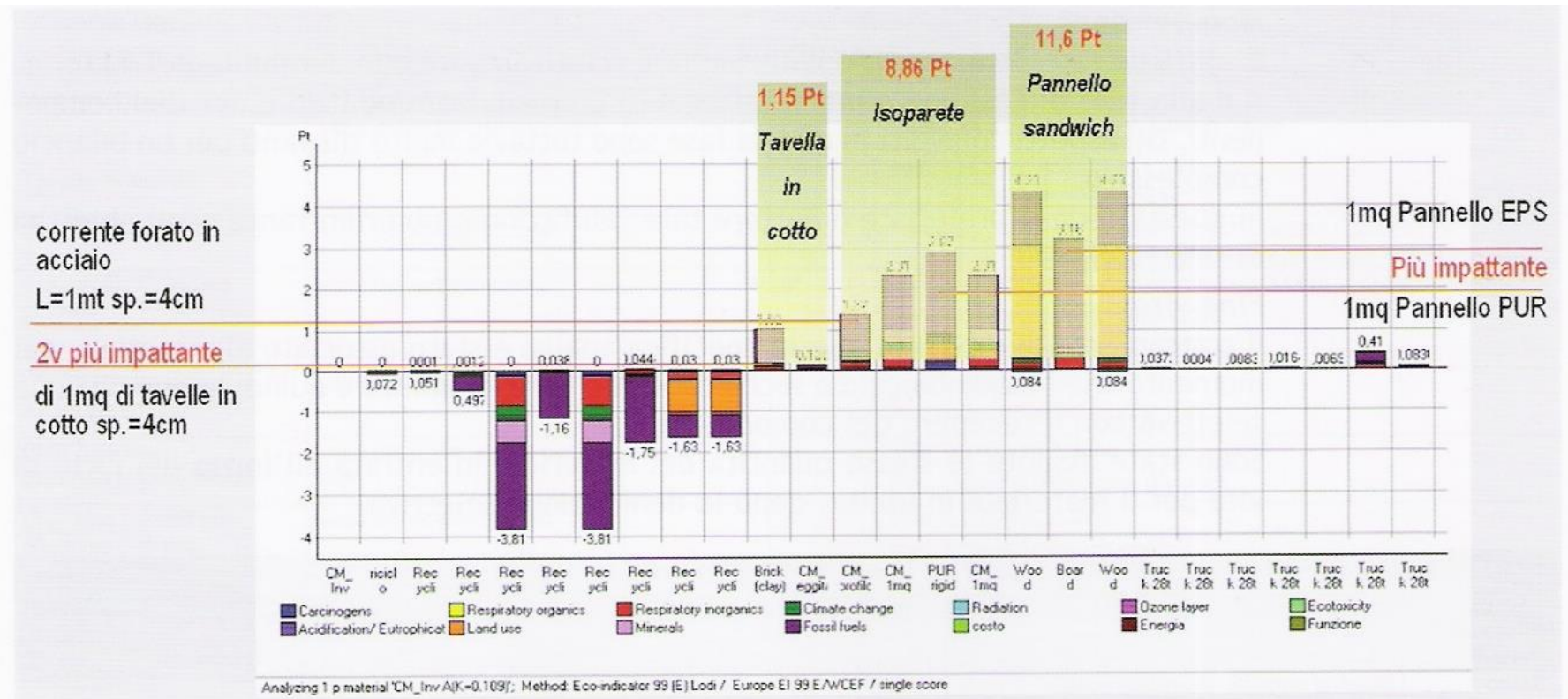
- Demolizione selettiva (resa possibile grazie all'assemblaggio a secco)
- Trattamento di riciclo dei materiali rimossi



Valutazione di diverse soluzioni per l'involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Valutazioni single score INVOLUCRO A

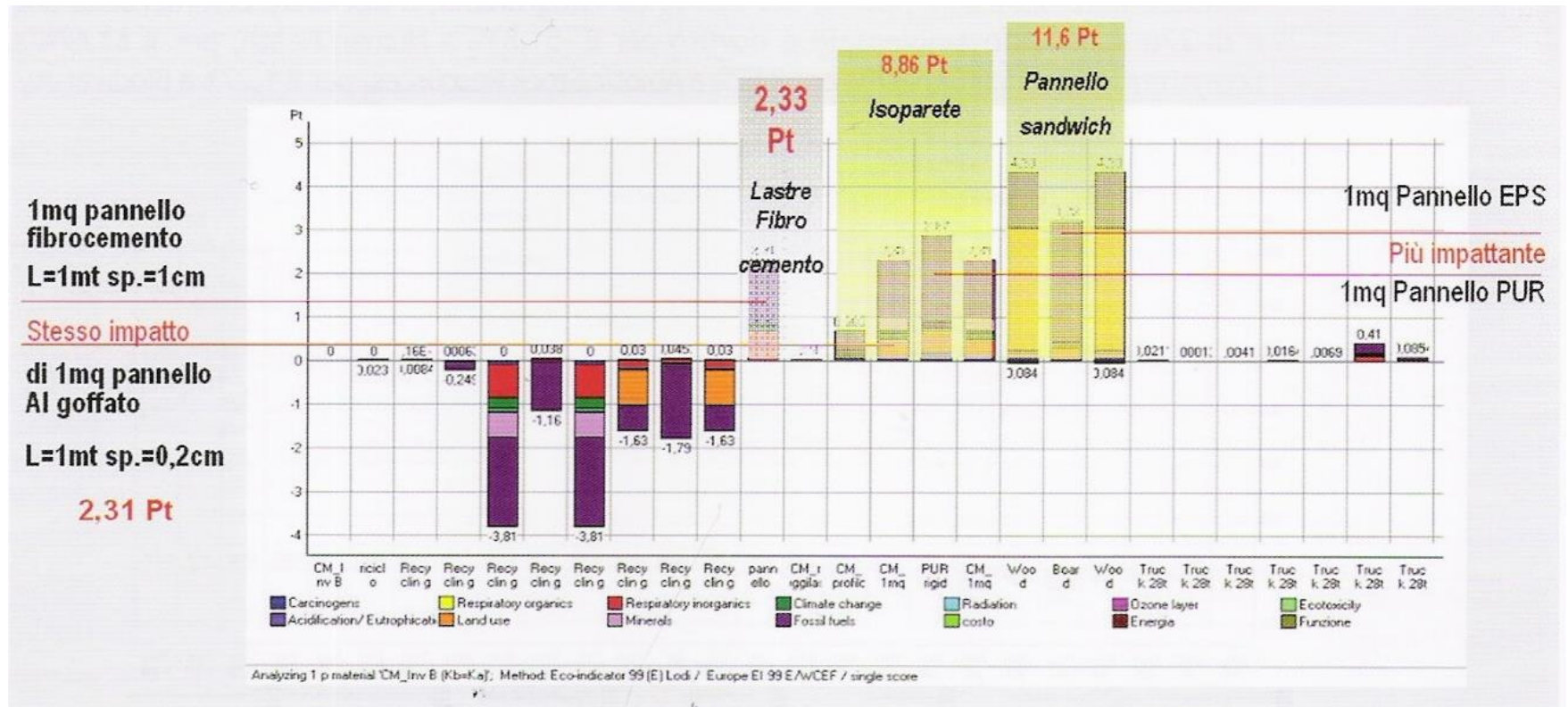


La fase che incide, in maniera preponderante rispetto alle altre è quella di produzione, riconducibile agli **impatti relativi ai trasporti** dei materiali stessi dall'azienda al cantiere. Di questi il 72% è attribuibile al trasporto dei **pannelli in legno** dalla Francia all'Italia, poiché il peso dei componenti è maggiore (16tKm).

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Valutazioni single score INVOLUCRO B



Sale l' impatto del rivestimento:

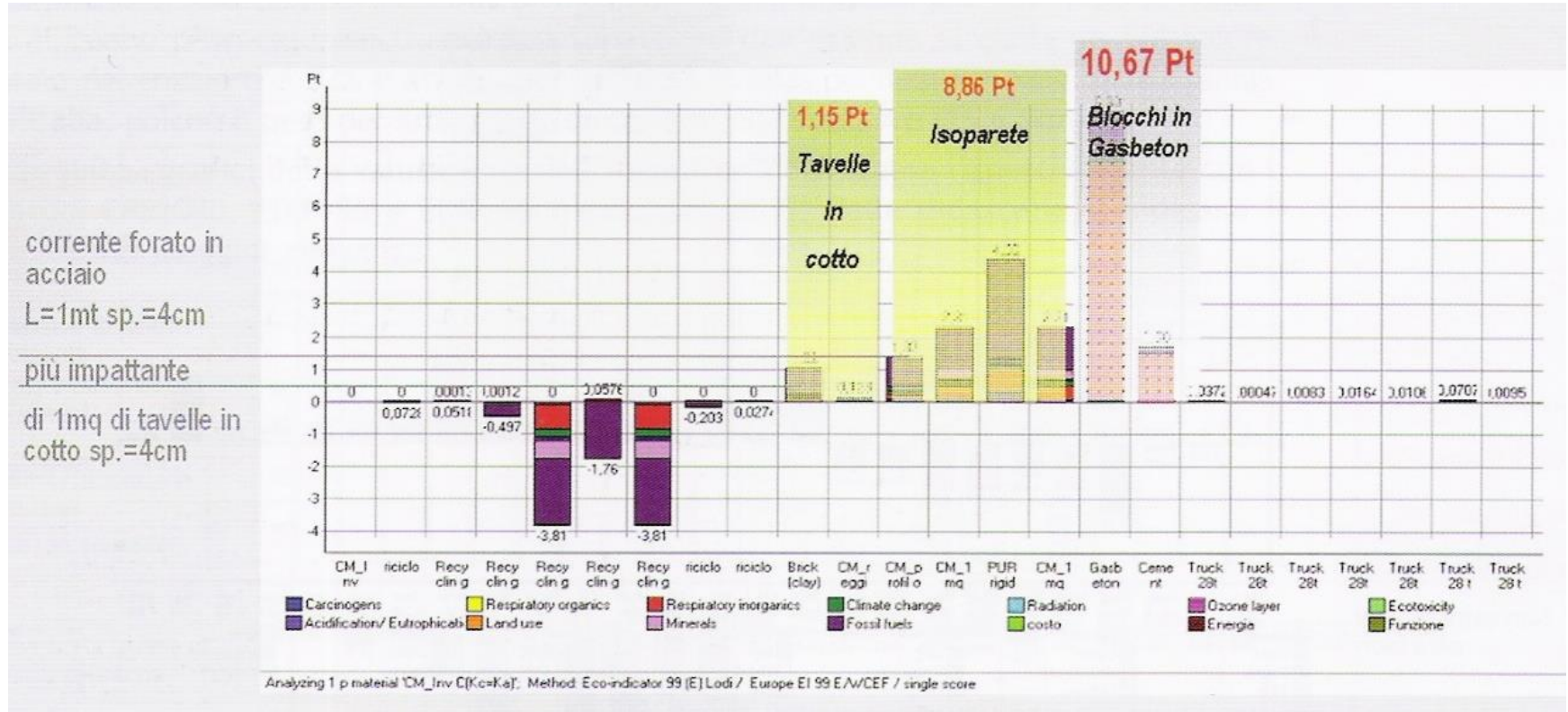
Involucro A con tavole, spessore **4cm** : 1,15 Pt

Involucro B con lastre di fibrocemento, spessore **1 cm**: 2,23 Pt

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Valutazioni single score INVOLUCRO C

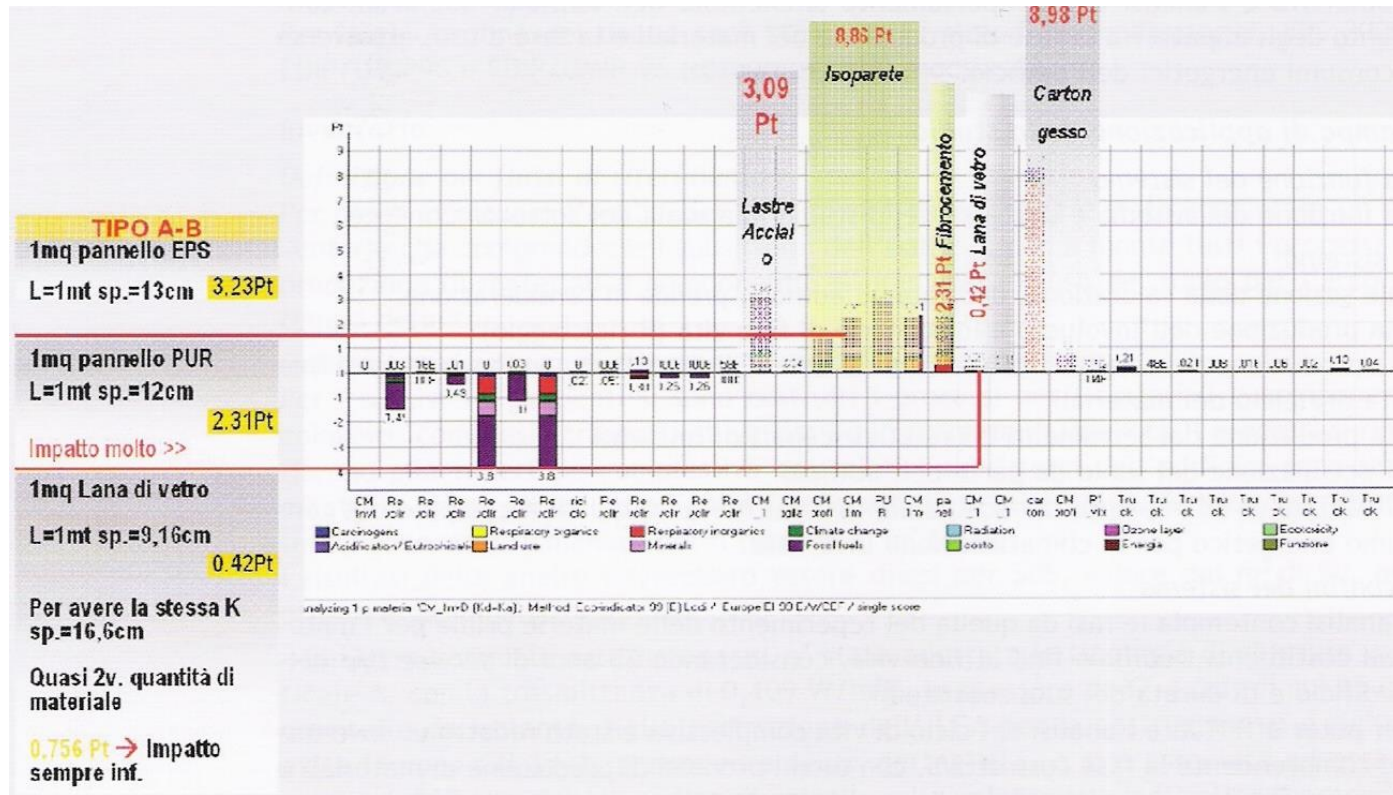


Il 51% del danno è imputabile alla **produzione del calcestruzzo cellulare autoclavato** e, in particolare, alla **realizzazione dei blocchi** che determinano impatto per emissioni di polveri

Valutazione di diverse soluzioni per l' involucro edilizio

Varie tipologie di tamponamento esterno

Valutazioni single score INVOLUCRO D



Il 38% del danno è imputabile alla **produzione del sistema parete in cartongesso** e, in particolare, alla **realizzazione del pannello in cartongesso** che, attraverso l' emissione di polveri, provoca danni alla **salute umana**

Comparazione tra serramenti in PVC, Alluminio e Legno *



Lo studio è riferito alla **produzione**, alla **fase d'uso** ed al **fine vita** di un serramento “campione” con le seguenti caratteristiche:

- dimensione 120 cm x 150 cm (larghezza x altezza);
- vetro con trasmittanza termica U_g pari a $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ corrispondente ad un vetrocamera 4/15/4 mm basso emissivo con Argon;
- anta singola;
- vita utile posta pari a 30 anni

Comparazione tra serramenti in PVC, Alluminio e Legno

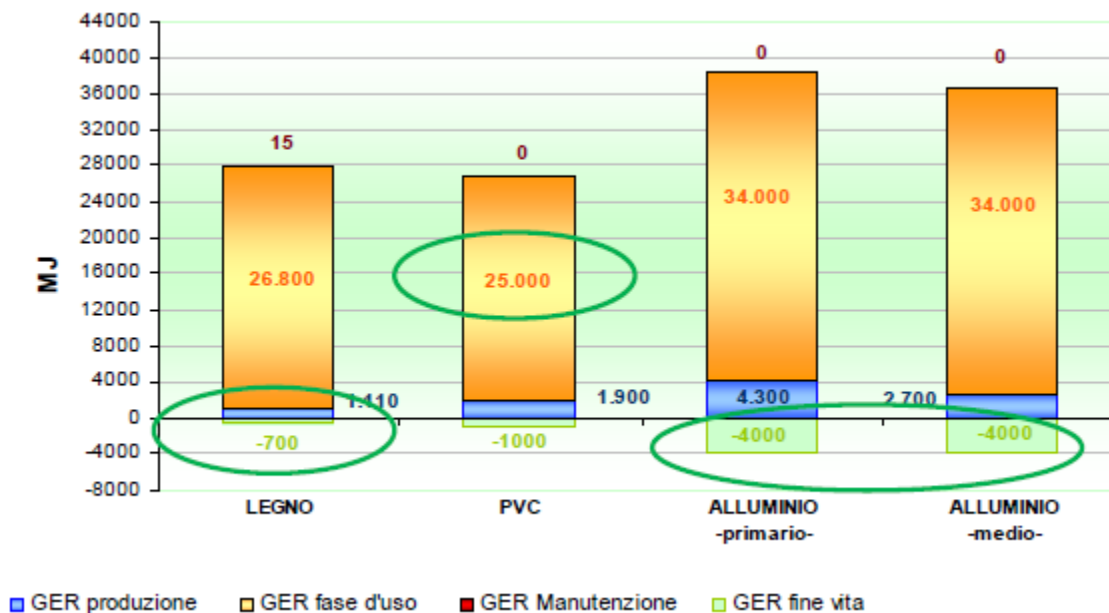
Principali caratteristiche degli infissi comparati:

Infissi	Legno	PVC	Alluminio
Materiali	<ul style="list-style-type: none"> -Struttura in listelli di legno di pino lamellare trattati con impregnante -Sezione del telaio: 68 mm -Densità: 520 kg/m³; -Impregnante: diluizione 10% di vernice per litro d'acqua, resa 10 m²/l; 	-PVC vergine e PVC rigranulato (6% del materiale utilizzato)	-Alluminio vergine e alluminio medio (50% vergine e 50% di alluminio proveniente da riciclo - secondario)
Trasmittanza	$U_{frame} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{°K}$ $U_{window} = 1,5 \text{ (W/m}^2\text{·K)}$	$U_{frame} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{°K}$ $U_{window} = 1,4 \text{ (W/m}^2\text{·K)}$	$U_{frame} = 3 \text{ W/m}^2\text{°K}$ $U_{window} = 1,9 \text{ (W/m}^2\text{·K)}$

Comparazione tra serramenti in PVC, Alluminio e Legno

Categorie di impatto considerati:

- fabbisogno energetico complessivo (GER – Gross Energy Requirement)
- contributo all'effetto serra riferito al tempo-orizzonte di 100 anni (GWP100 Global Warming Potential)



Caso di studio: Organismi edilizi

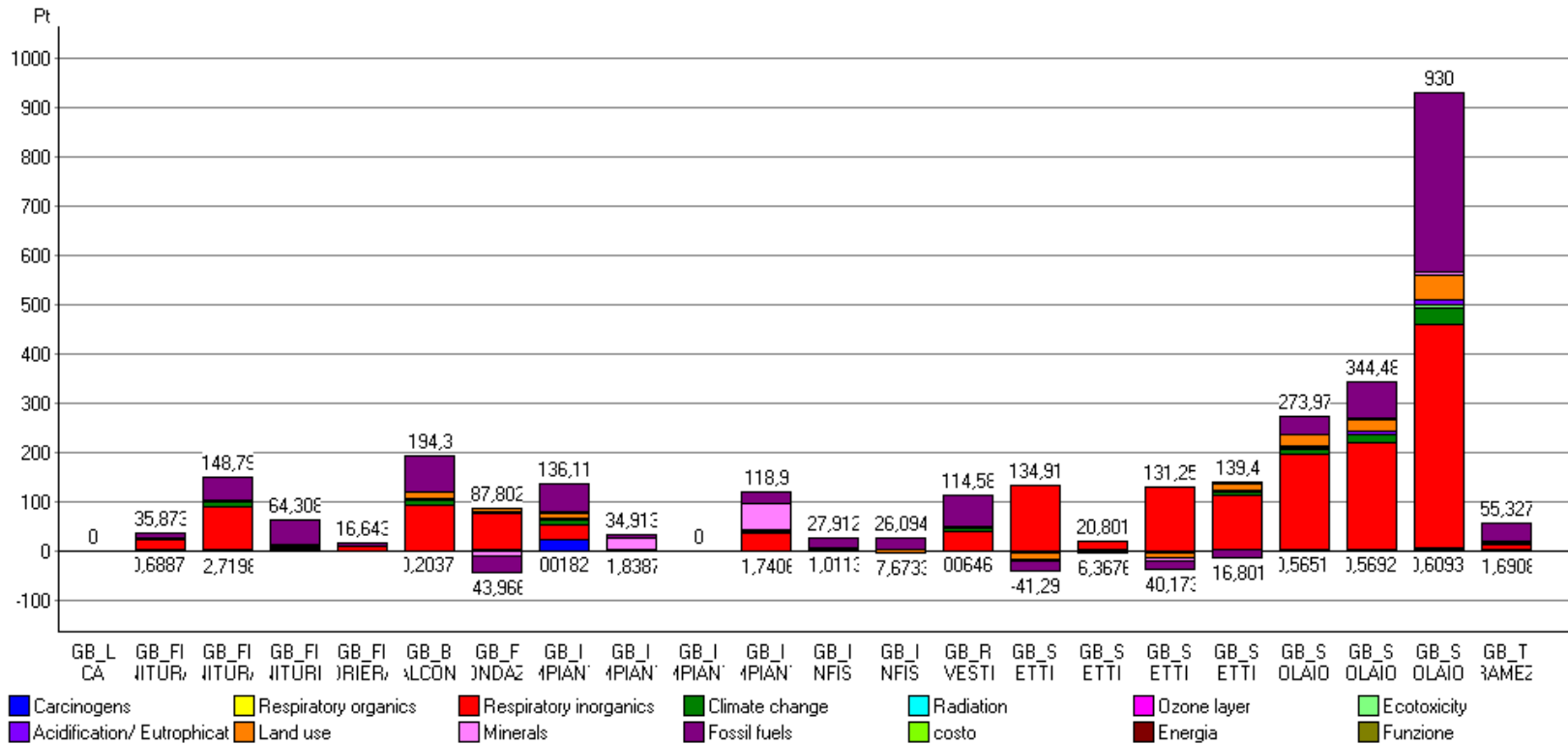
Il caso del centro per anziani nella città di Andria *



* Tesi di laurea di Gaetano Berlingiero, ECODESIGN DI UN EDIFICIO: analisi ambientale ed energetica mediante Life-Cycle Assessment (LCA), Politecnico di Bari - ENEA, Relatori: Dell' Osso GR, Neri P.,

Il caso del centro per anziani nella città di Andria

LCA fase di costruzione - valutazione



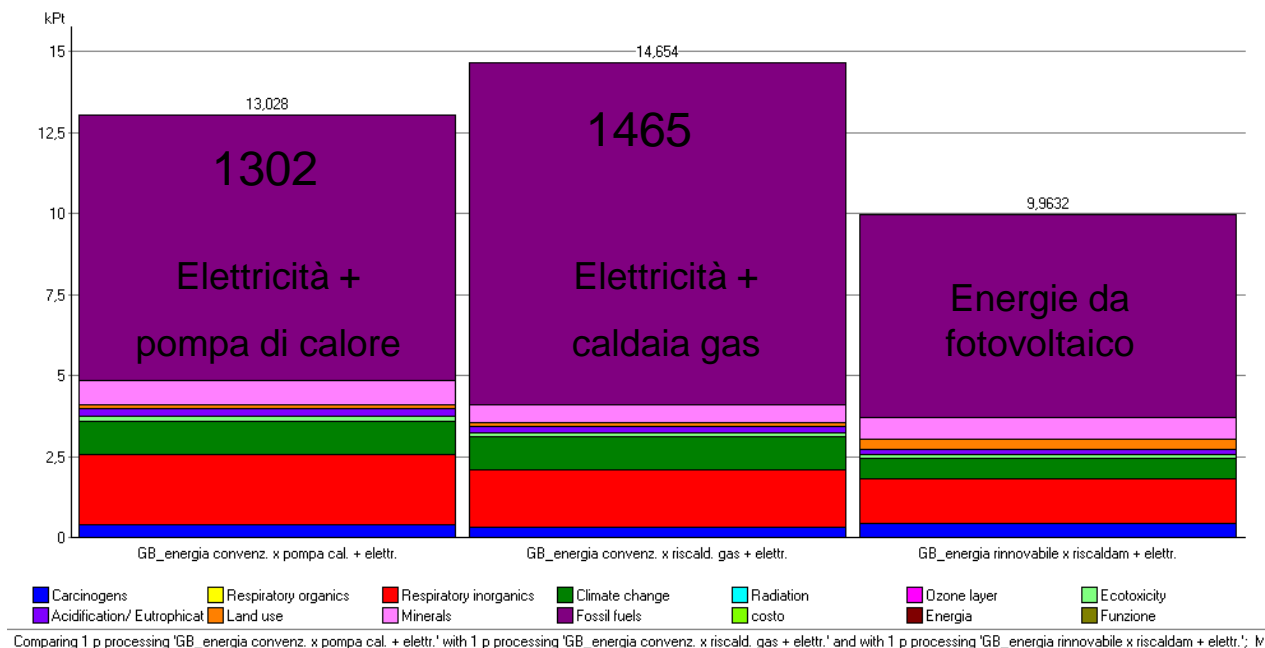
Analyzing 1 p processing 'GB_LCA COSTRUZIONE'; Method: Eco-indicator 99 (E) Andria (Bari) / Europe EI 99 E/WCEF / single score

Il **soffitto di copertura** è responsabile del maggior danno, ma va considerato che esso è lievemente più esteso rispetto agli altri.

L' impatto più marcato di questo processo è dovuto alla presenza dei polimeri utilizzati per le guaine e di un maggiore spessore di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa

Il caso del centro per anziani nella città di Andria

Confronto tra fonti di energia convenzionali e rinnovabili

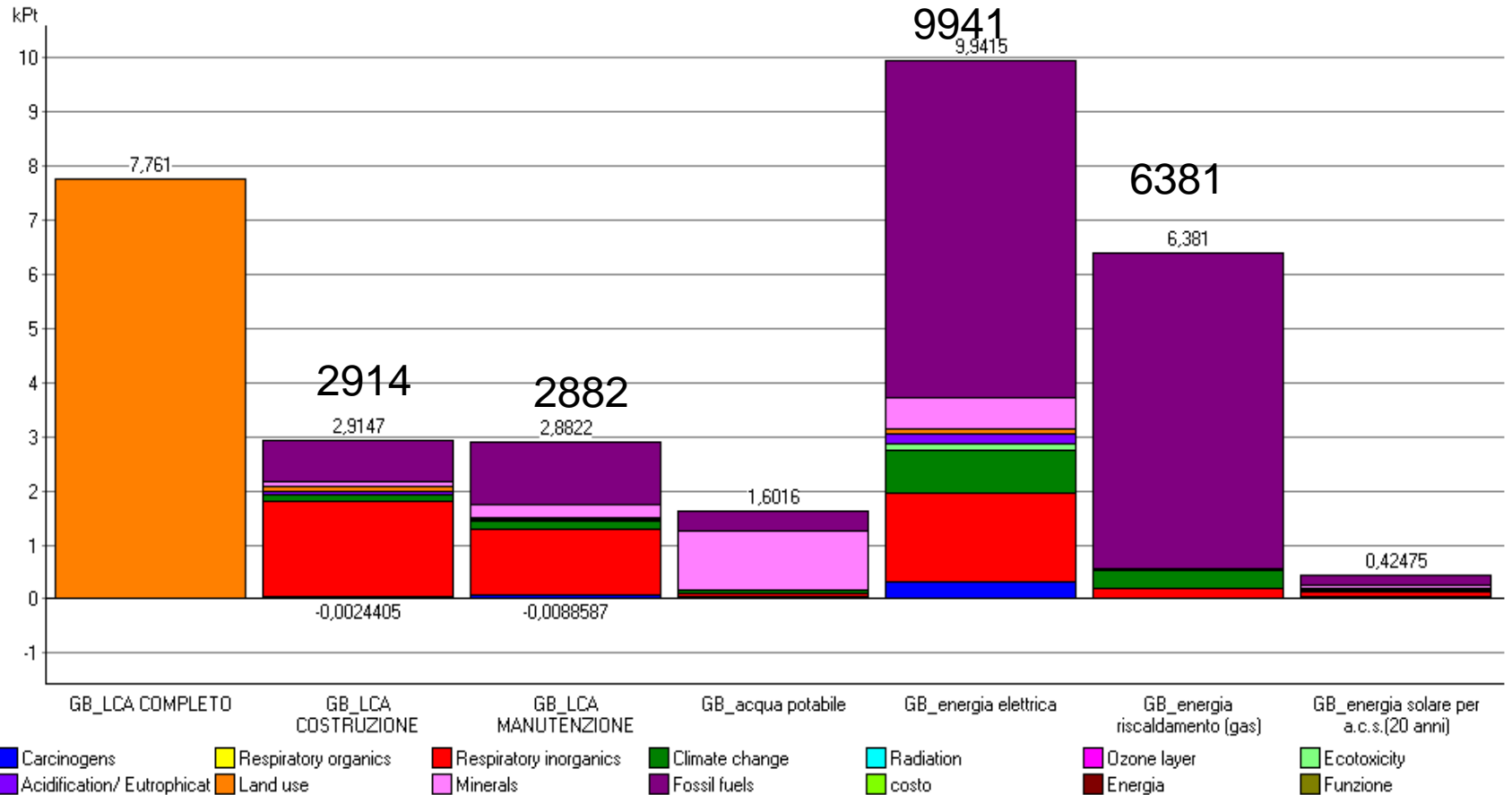


Comparing 1 p processing 'GB_energia convenz. x pompa cal. + elettr.' with 1 p processing 'GB_energia convenz. x riscald. gas + elettr.' and with 1 p processing 'GB_energia rinnovabile x riscaldam + elettr.'; M

Categorie di danno	El. + pompa di cal.	El. + gas met.	El. da fotovoltaico
Human Health	3578,9	3113,3	2454,2
Ecosystem Quality	516,77	418,12	592,45
Resources	8932,7	11123	6916,6

Il caso del centro per anziani nella città di Andria

LCA dell'intero edificio (Eco-Indicator99)



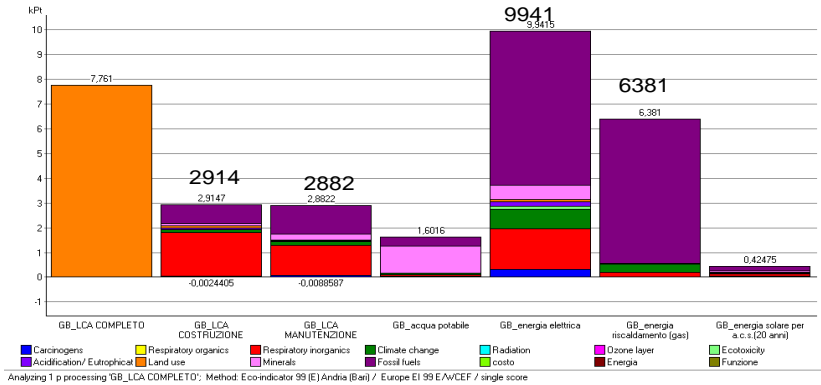
Analyzing 1 p processing 'GB_LCA COMPLETO'; Method: Eco-indicator 99 (E) Andria (Bari) / Europe EI 99 E/WCEF / single score

I consumi energetici (gas ed elettricità) sono causa del **51%** del danno totale

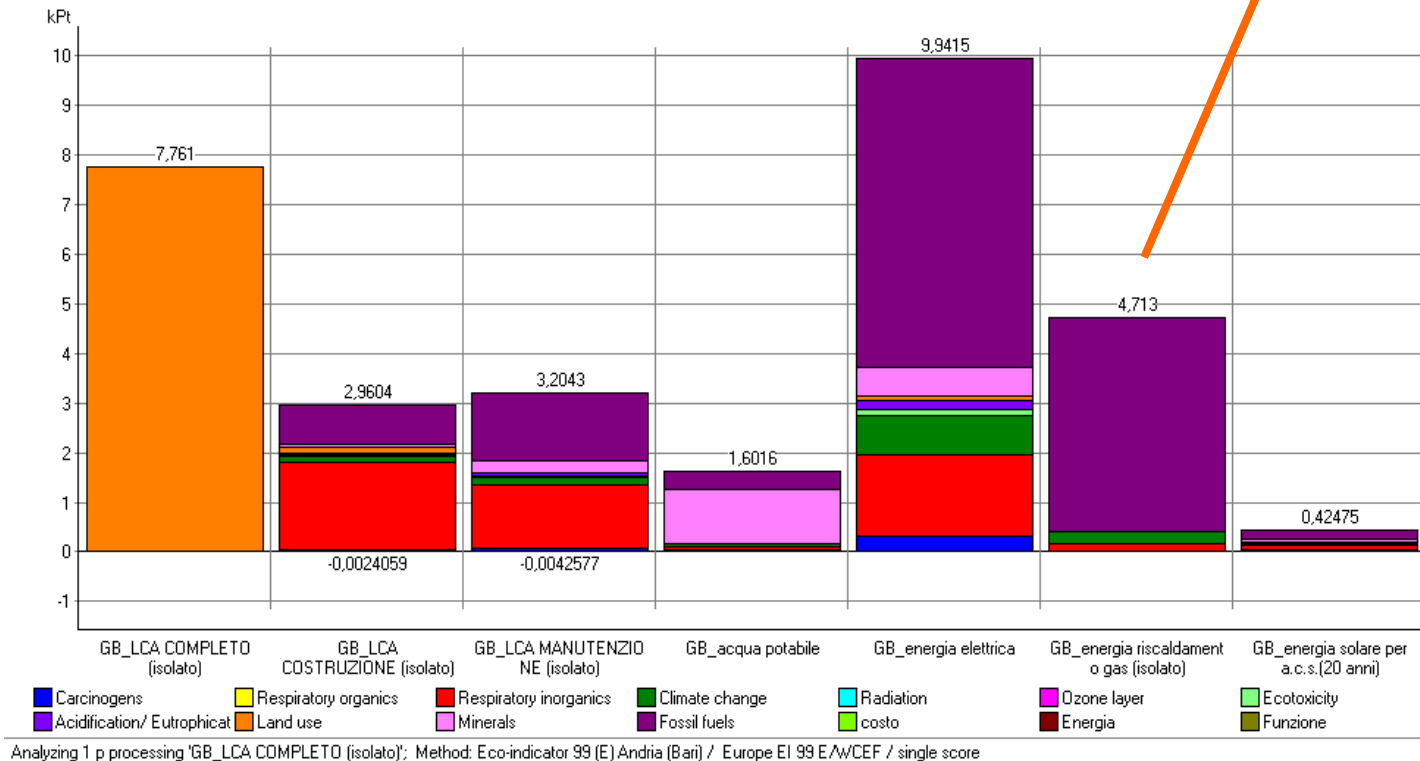
La fase di costruzione determina il **9,1%** del danno totale

Il caso del centro per anziani nella città di Andria

Miglioramento degli impatti a seguito dell'isolamento



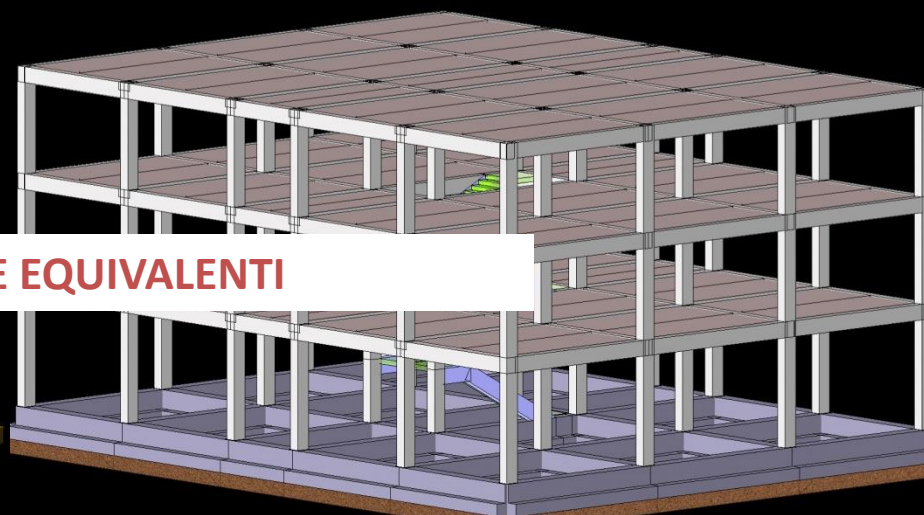
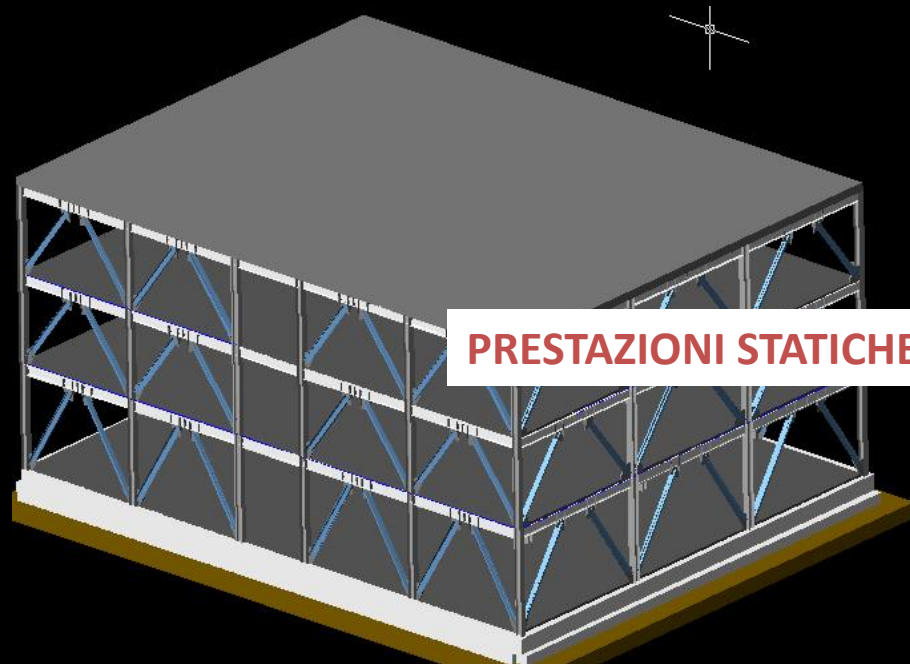
L'intervento sull'isolamento garantisce una riduzione dell'impatto ad esso connesso del 26%



Comparazione tra due soluzioni strutturali *

Struttura in acciaio

Struttura in calcestruzzo armato



PRESTAZIONI STATICHE EQUIVALENTI

Materiali utilizzati

Acciaio da carpenteria Fe430 – Classe S275

Bulloni Classe 10.9

Barre di armatura FeB44K

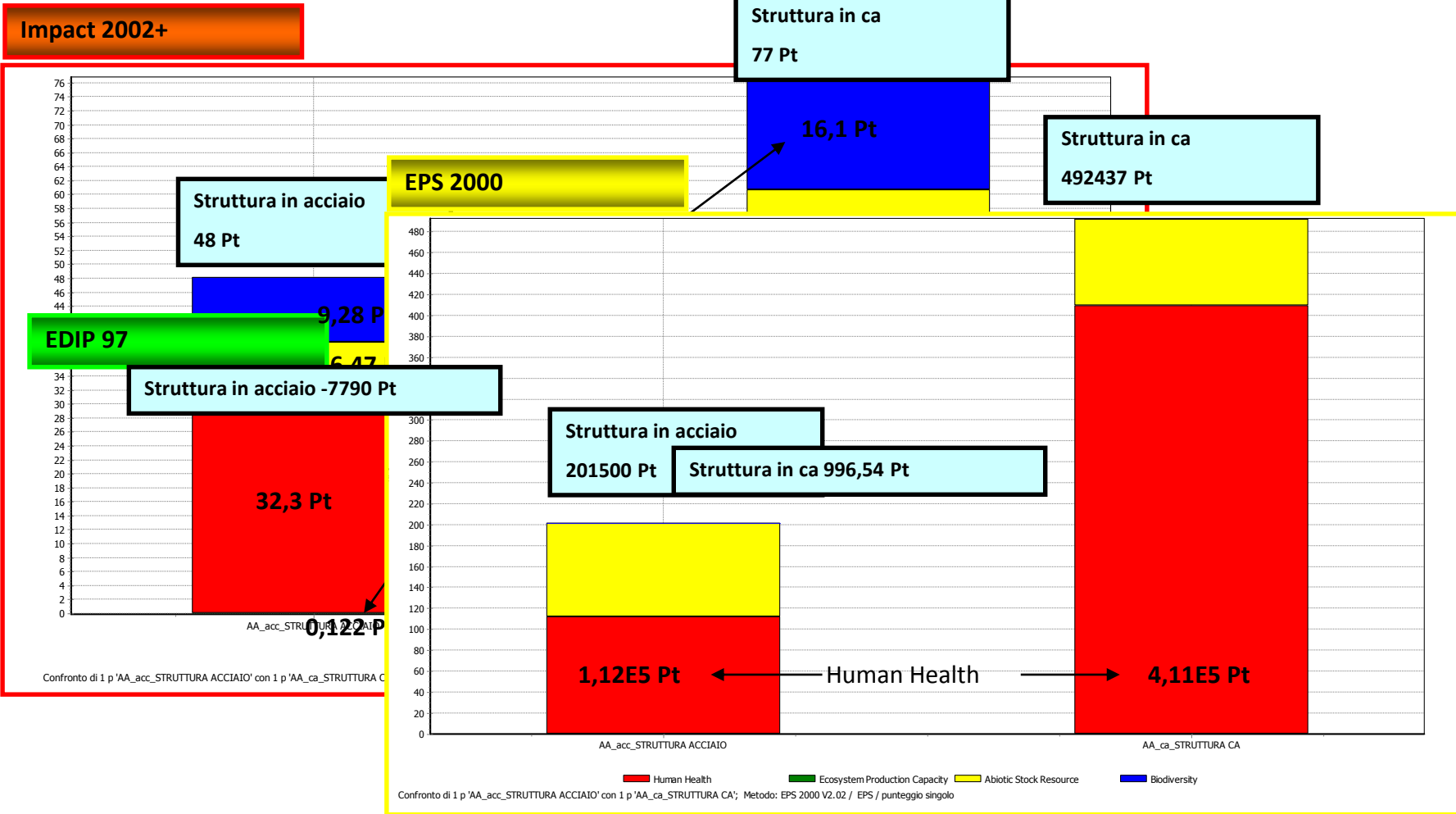
Materiali utilizzati

Calcestruzzo Rck370

Barre di armatura FeB44K

* Tesi di laurea di Antonia Antezza. Integrazione tra progettazione e valutazione “Life Cycle Assessment”: la comparazione tra due soluzioni strutturali, Relatori: Dell’ Oso GR, Berlingiero G., Politecnico di Bari

Comparazione tra due soluzioni strutturali



Social housing e flessibilità

LCA delle attività di trasformazione degli organismi edilizi

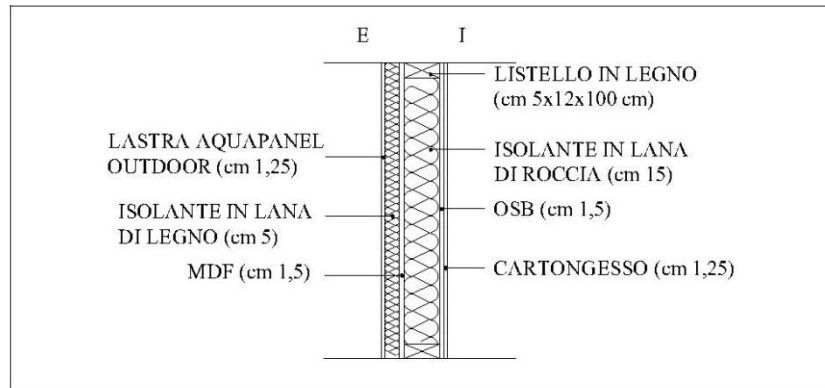


Social housing e flessibilità

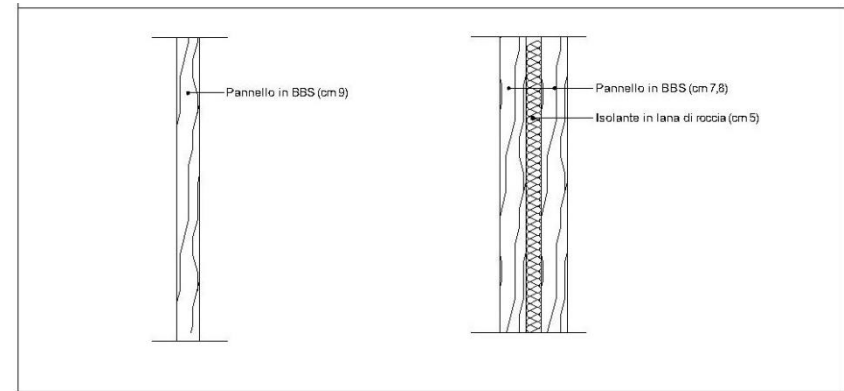
LCA delle attività di trasformazione degli organismi edilizi

CHIUSURA VERTICALE ESTERNA $U=0,230 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

A SECCO

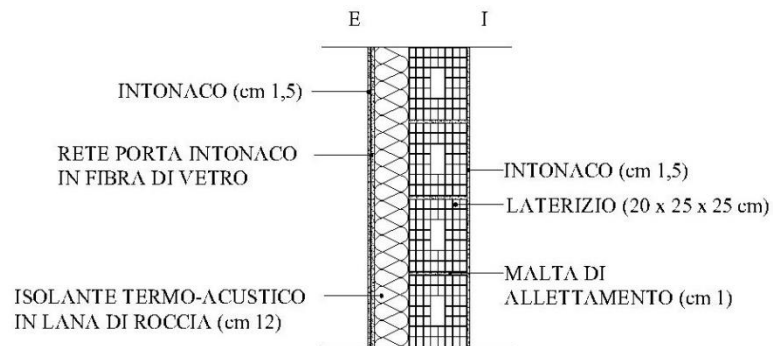


TRAMEZZI

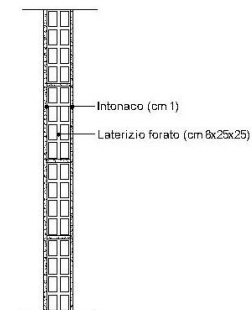


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA $U=0,234 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

A UMIDO

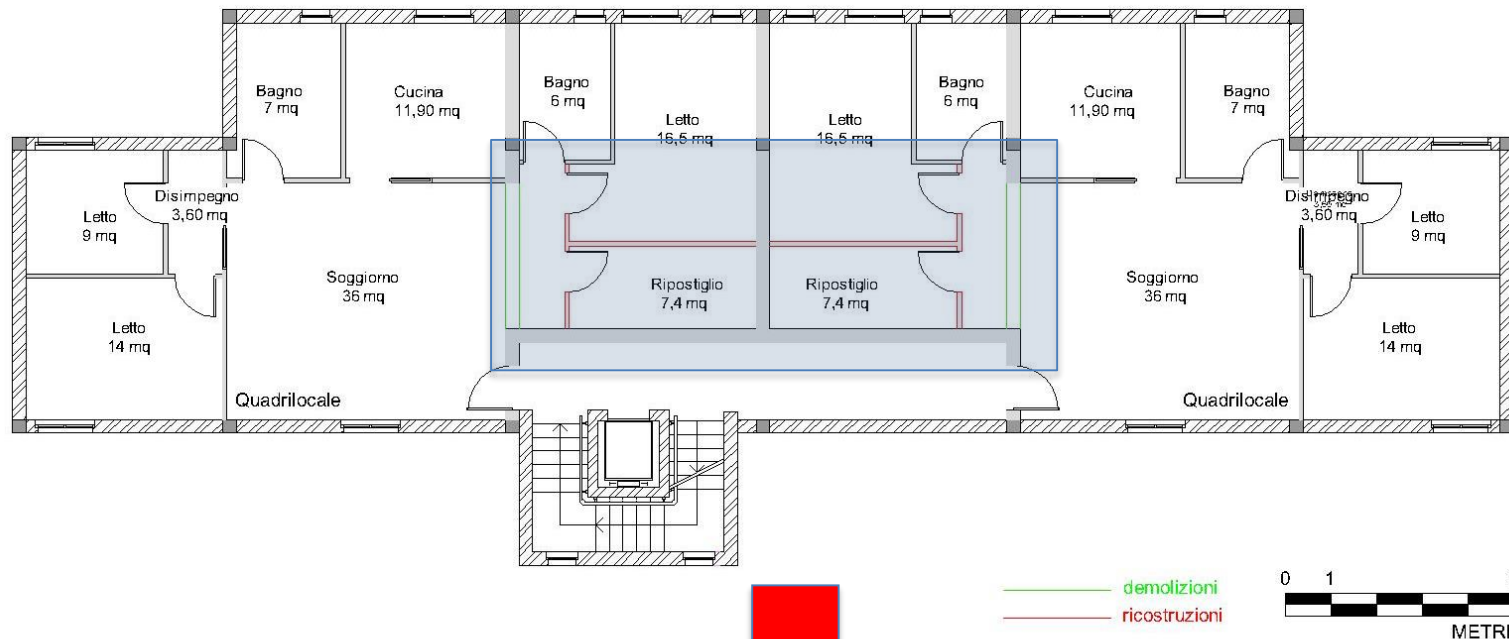


TRAMEZZI



Social housing e flessibilità

LCA delle attività di trasformazione degli organismi edilizi



Da 2 trilocali, 2 monolocali
A 2 quadrilocali

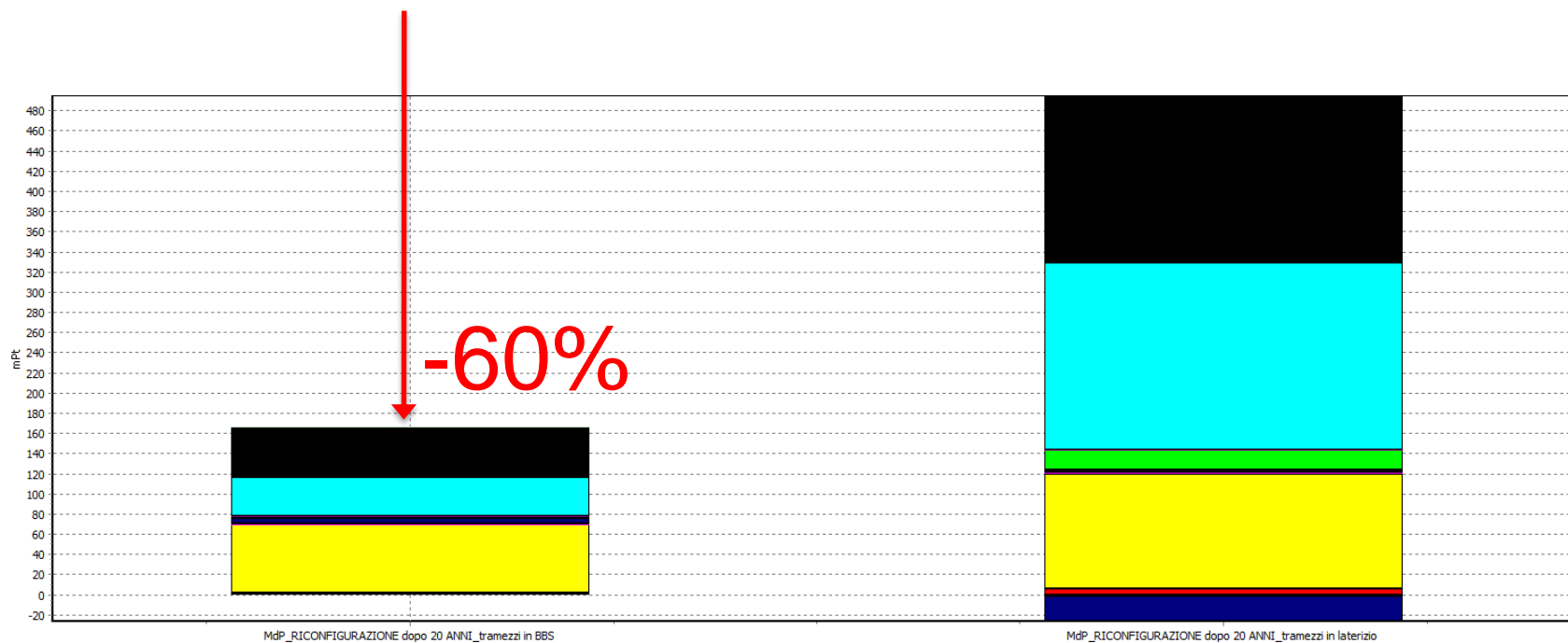
Social housing e flessibilità

LCA delle attività di trasformazione degli organismi edilizi

IMPATTO DELLA TRASFORMAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE INTERNA

Edificio a SECCO

Edificio TRADIZIONALE



Confronto di 1 p 'MdP_RICONFIGURAZIONE dopo 20 ANNI_tramezzi in BBS' con 1 p 'MdP_RICONFIGURAZIONE dopo 20 ANNI_tramezzi in laterizio'; Metodo: IMPACT 2002+ V2.02 / IMPACT 2002+ / punteggio singolo