

ST1 - MATERIALI E TECNICHE TRADIZIONALI E INNOVATIVI

Relazione Generale



Paolo Riva

Dipartimento di Ingegneria

Università of Bergamo

paolo.riva@unibg.it

Giornate AICAP 2014

**STRUTTURE NEL TESSUTO URBANO PROGETTO E REALIZZAZIONE
DEL NUOVO E DI INTERVENTI SULL'ESISTENTE**

Bergamo, 22-24 maggio, 2014



INTRODUZIONE

□ TEMI TRATTATI

36 memorie suddivise su diversi temi:

- **Sostenibilità Ambientale:** calcestruzzi con minor contenuto di Cemento Portland, utilizzo di aggregati da riciclo, utilizzo di pneumatici riciclati, calcestruzzo geopolimerico, uso di cenere volanti, calcestruzzo con scorie di altoforno, acqua di lavaggio
- **Calcestruzzi HPFRC:** ripristino, punzonamento di piastre, caratterizzazione meccanica
- **Alte Temperature:** comportamento di calcestruzzi leggeri e pesanti, HPFRC
- **FRP:** SFRP (Steel Fiber Reinforced Polymers); CFRP (Carbon FRP)
- **Metodi di Indagine:** ecografia computerizzata ad ultrasuoni, ring test, utilizzo di nanotubi in carbonio per monitoraggio strutture
- **Calcestruzzi storici:** caratterizzazione finalizzata al restauro
- **Utilizzo di slipforming**
- **Comportamento sismico di giunti pilastro-fondazione**

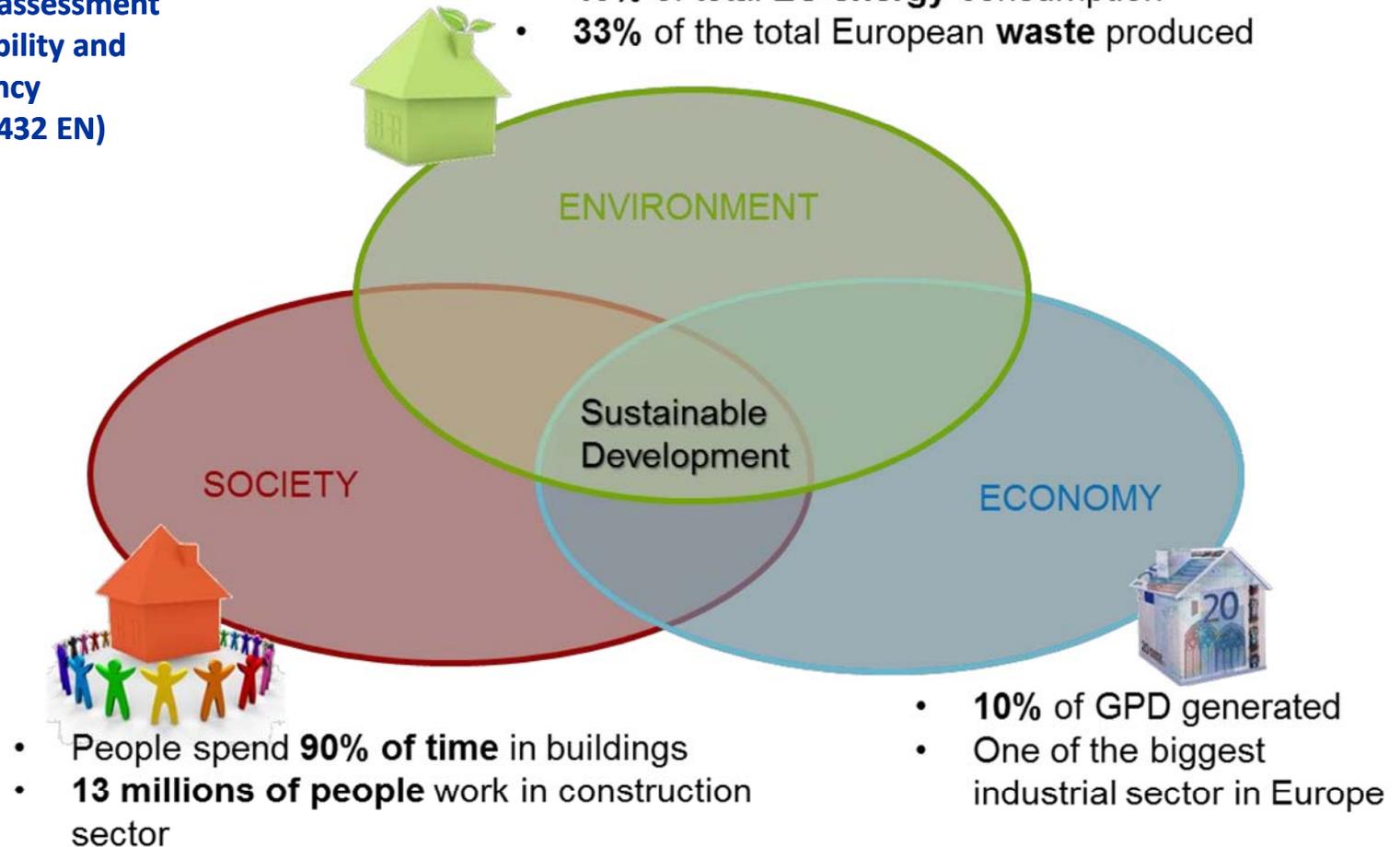


SOSTENIBILITÀ

Impatto dell'Industria delle Costruzioni in Europa

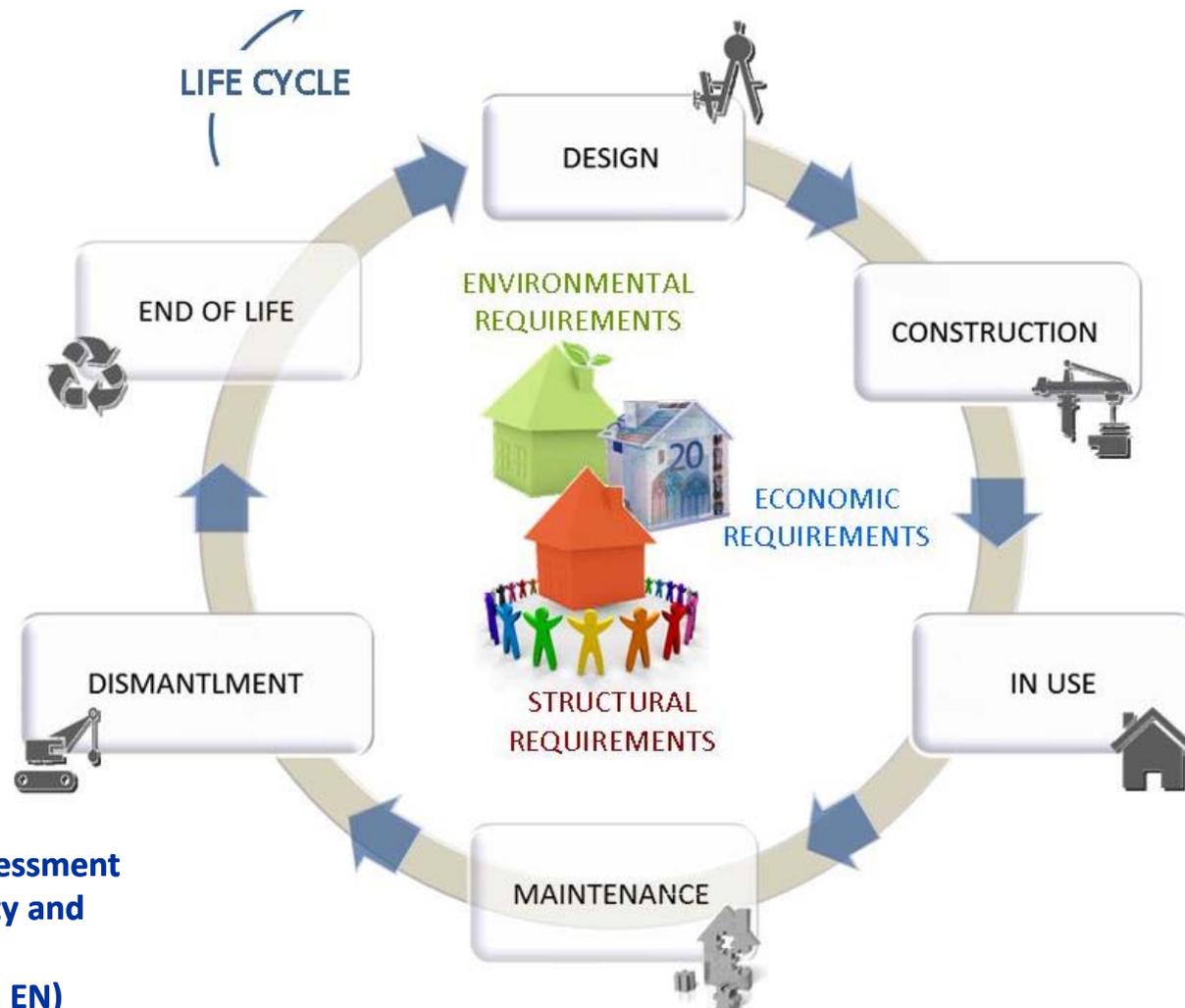
(Seismic performance assessment
addressing sustainability and
energy efficiency
JRC Report EUR 26432 EN)

- **36%** GHG emissions
- **40%** of total EU **energy** consumption
- **33%** of the total European **waste** produced



SOSTENIBILITÀ

Fasi nell'analisi del Ciclo di Vita



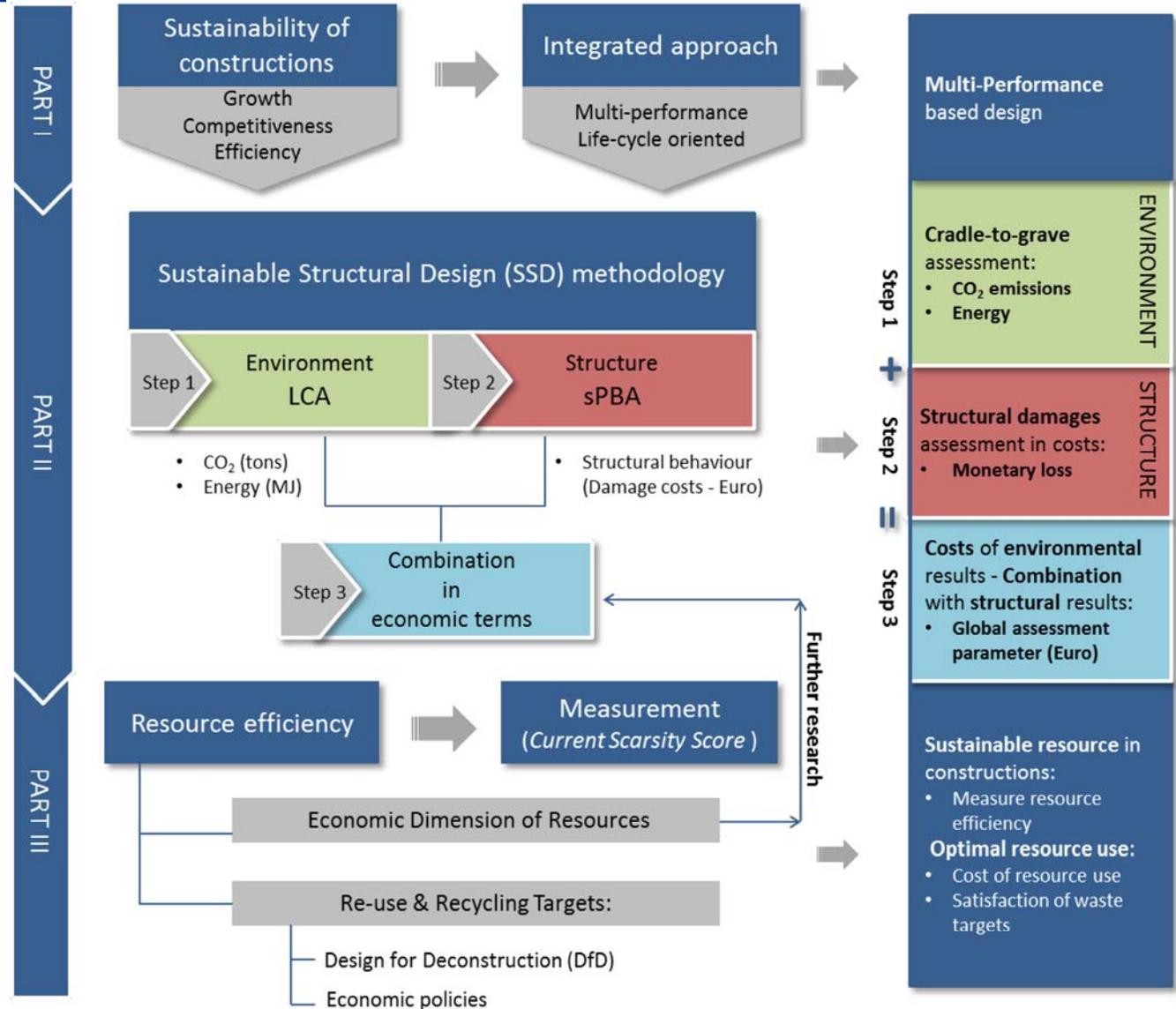
(Seismic performance assessment
addressing sustainability and
energy efficiency
JRC Report EUR 26432 EN)



SOSTENIBILITÀ

Approccio Integrato alla Sostenibilità

(Seismic performance assessment addressing sustainability and energy efficiency
JRC Report EUR 26432 EN)

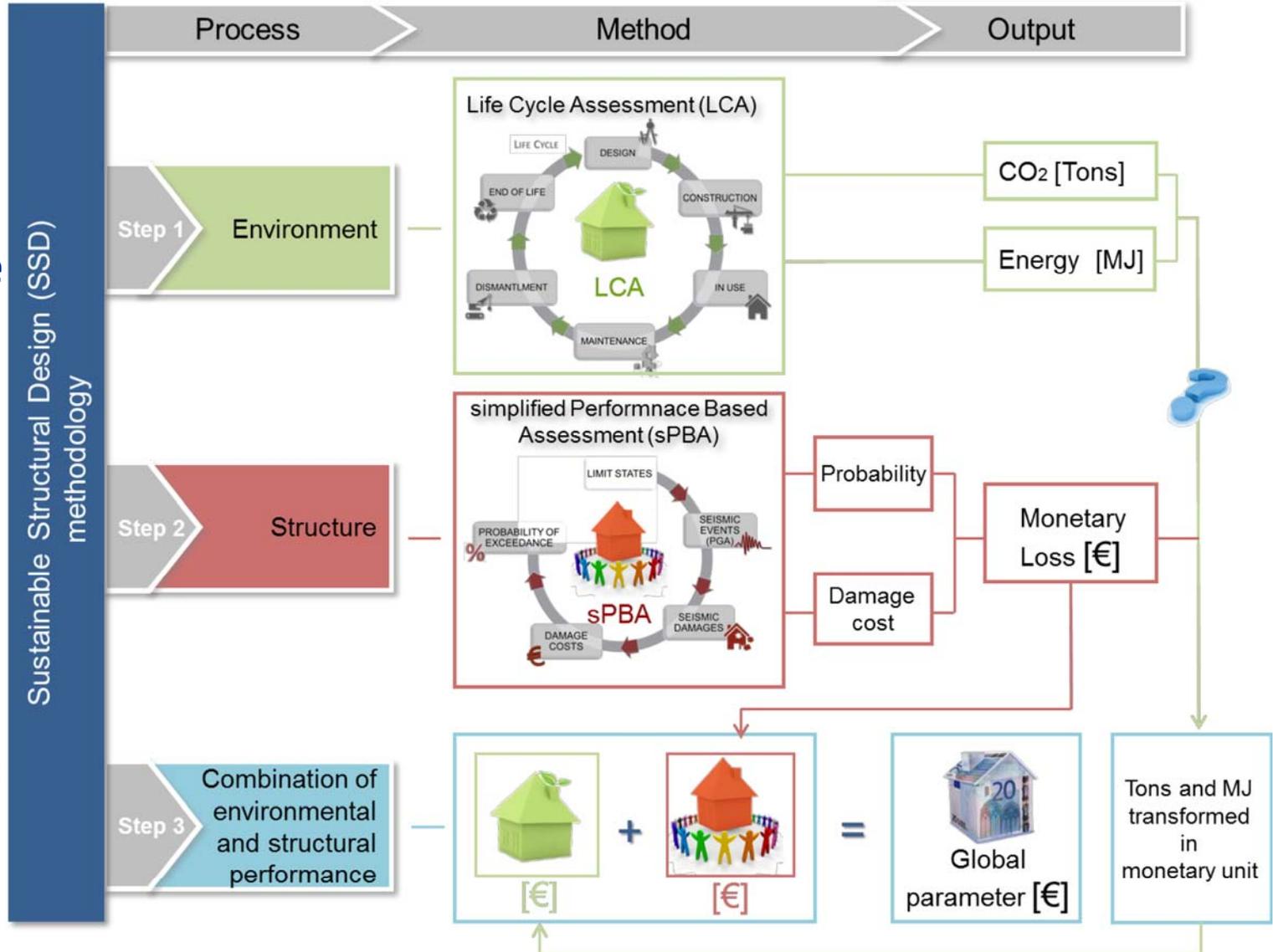




SOSTENIBILITÀ

Progettazione Strutturale Sostenibile

(Seismic performance
assessment addressing
sustainability and
energy efficiency
JRC Report EUR 26432
EN)





SOSTENIBILITÀ

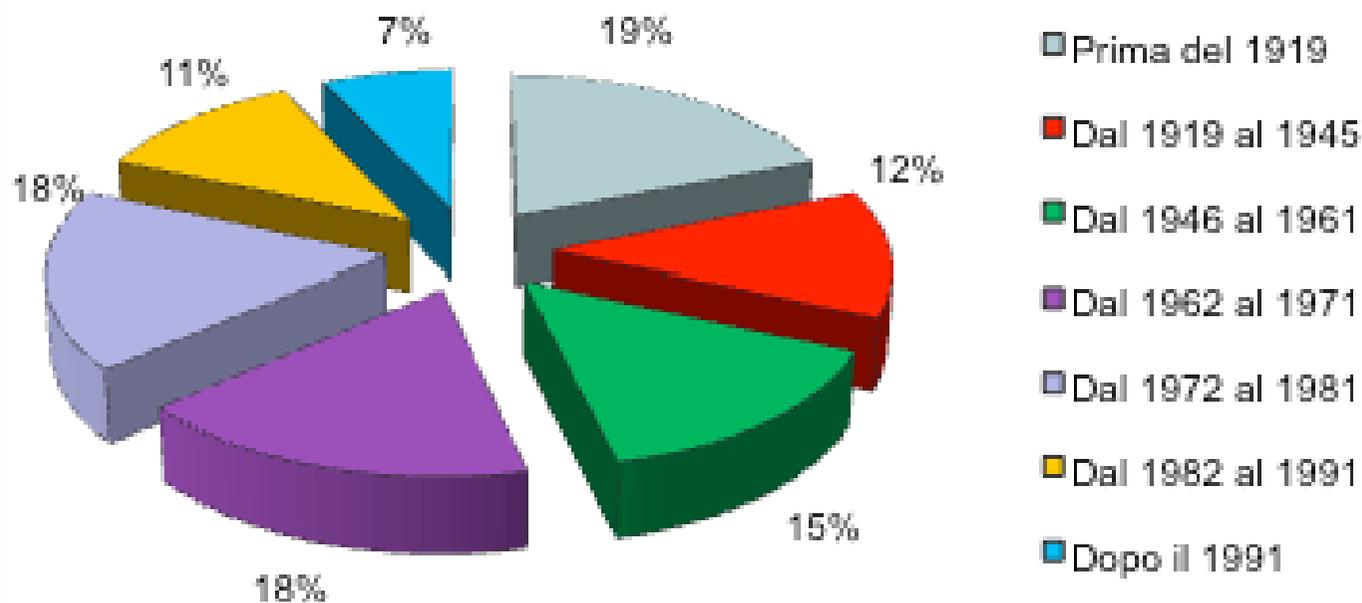
Elenco delle principali problematiche legate alla sostenibilità (*fib Bulletin 67*)

Fasi del ciclo di vita	Produzione Materie prime Energia Immagazzinata	Vita in esercizio Conduzione e gestione	Vita secondaria Demolizione Riciclo
Edifici	CO ₂ immagazzinata Incidenza trasporti	Prestazioni energetiche Clima interno	Selezione e riciclo Smaltimento a discarica
Strutture Civili	Utilizzo cauto di materie prime Creazione di rifiuti Sostanze Nocive	Assorbimento CO ₂ Buona durabilità e manutenzione Robustezza	Riciclare localmente evitando trasporto Sostanze dannose da demolizione
		Assorbimento CO ₂	Assorbimento CO ₂ dopo frantumazione



SOSTENIBILITÀ E RECUPERO

Edifici residenziali per epoca costruzione (Italia)





SOSTENIBILITÀ E RECUPERO

- ❖ Sviluppo di Nuove Tecnologie per il Recupero
- ❖ Sviluppo di Nuovi Materiali
- ❖ Utilizzo di Calcestruzzi ad Alte Prestazioni (HPRC, HPFRC)
- ❖ Utilizzo di FRP



SOSTENIBILITÀ E C.A.

OBBIETTIVO PIÙ IMMEDIATO

- ❖ Usare Meno Cemento
- ❖ Usare Meno Acqua
- ❖ Usare Meno Calcestruzzo



SOSTENIBILITÀ E C.A.

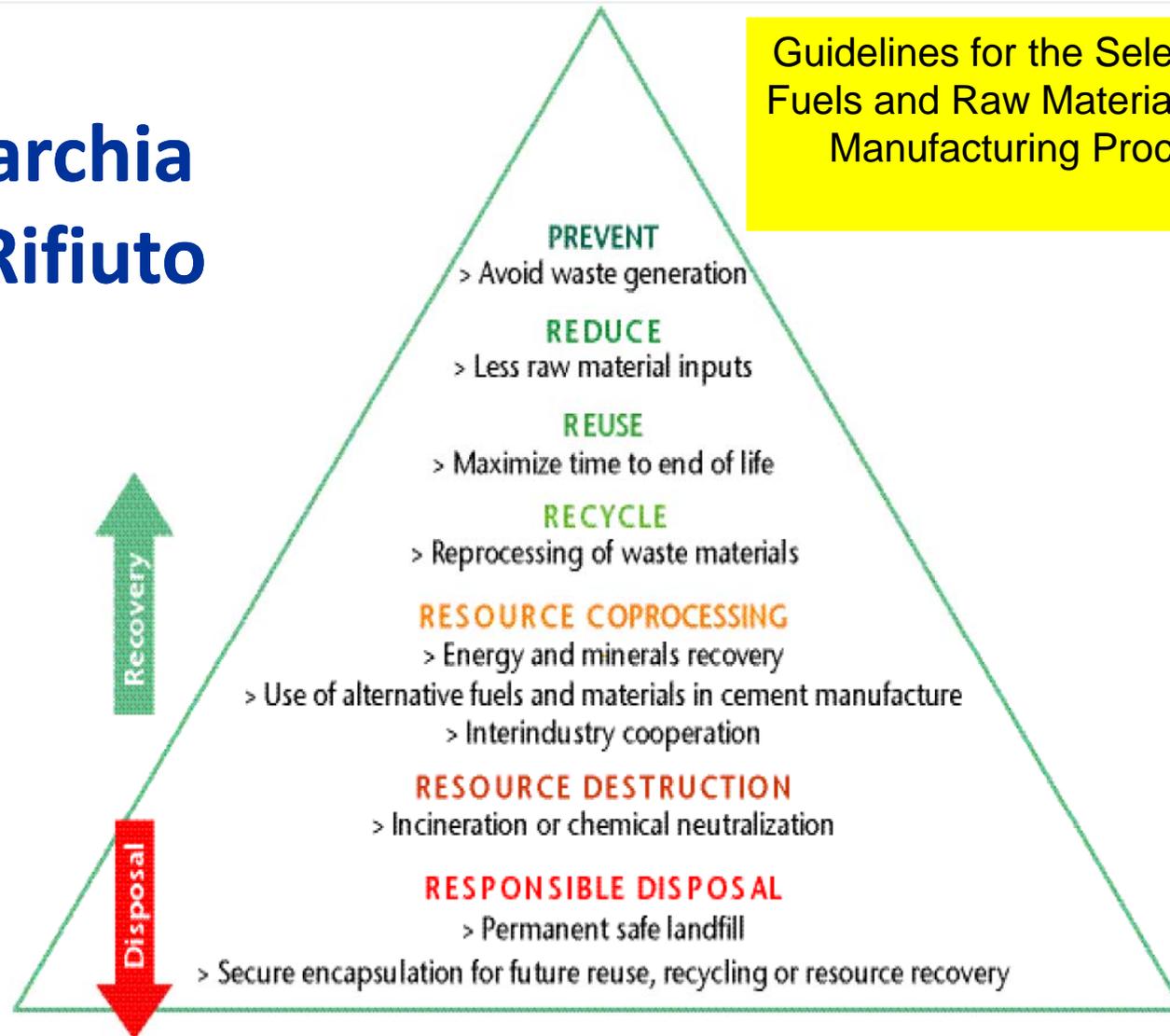
... ma anche ...

- Migliorare l'efficienza della produzione di cemento
- Includere materiale da riciclo e materie prime alternative nella produzione di cemento e calcestruzzo
- Migliorare la durabilità delle strutture in calcestruzzo (life-cycle design, riparazioni 'robuste')
- Promuovere la progettazione di edifici in 'calcestruzzo verde' (green concrete)



SOSTENIBILITÀ E C.A.

Gerarchia del Rifiuto



Guidelines for the Selection and Use of Fuels and Raw Materials in the Cement Manufacturing Process, Dec. 2005, WBCSD



SOSTENIBILITÀ E C.A.

Guida all'implementazione di nuovi materiali per le costruzioni

PRELIMINARY EVALUATION OF SUITABILITY. What constituent is to be substituted by the material?	BINDER	Cement	CHEMICAL AND MINERALOGICAL INVESTIGATION	Is the material hydraulic or inert?	PRE-TESTING OF CONCRETE MIX DESIGN INCLUDING CONTROL PARAMETERS, PRODUCTION AND PERFORMANCE	PRODUCTION PROPERTIES	Slump	SUPPLEMENTARY TESTING (dependent on application and environmental exposure class)	MECHANICAL	Tensile strength
		Fly ash		Reactivity factor (k-factor)			Air content in fresh concrete			E-modulus
		Slag		Content of harmful substances that may impair the concrete quality and the environment			Separation			Stress-strain relationship
		Other		Content of new substances not normally found in concrete constituents			Strength development			Shrinkage/creep
							Heat development		Fire resistance	
	AGGREGATES	Fines (< 4 mm)	COMPARISON WITH EN 12068	Grading curve		w/c ratio	PERFORMANCE PROPERTIES		chloride and alkali content	Chloride diffusion
				Absorption		Air content in hardened concrete			Carbonation	
		Coarse		Alkali reactivity		Frost/thaw testing			Alkali reactivity	
				Chloride and alkali content		Target strength			Sulphate resistance	
	Separation									
Mixing water		Use guidelines in EN 1008								



SOSTENIBILITÀ E C.A.

Environmental issues to be considered by the concrete producer	Beneficial environmental effects
Is the most efficient mode of transport being exploited?	Minimisation of transport impacts
Are your mix designs optimised with respect to packing of aggregates? Do your mix designs contain blended cements or supplementary cementitious materials as substitution of cement clinker? If yes – are these materials residual products from other industries?	Reduced consumption of cement clinker and reduced CO ₂ emissions. Reduced need for depositing of industrial residual products such as ash and slag and reduced use of natural resources.
Is the concrete optimised with respect to its purpose? (strength, durability, structural design) Is the concrete hydration fully utilised with respect to drying of surplus moisture before finishing works and also with respect to proper strength development?	General optimisation of the concrete design to fit its purpose in the final building or civil structure.
Do you use vegetable based release agents to the widest extent? Also vegetable based hydraulic oils?	Bio-degradable materials and reduced risk of hydrocarbons in concrete slurry.



SOSTENIBILITÀ E C.A.

Environmental issues to be considered by the concrete producer	Beneficial environmental effects
Do you reuse washing water after the sedimentation tank? Either as mixing water or washing water. Do you collect rain water to use in the production?	Minimised consumption of natural resources and reduced waste generation.
Is concrete slurry from the sedimentation tank being recycled? Do you reclaim aggregates from fresh concrete? (surplus production, rejected batches) Do you crush and recycle hardened concrete waste? (in other constructions or back into concrete)	Reduced consumption of natural aggregates and reduced need for waste depositing.
Do you collect and sort other waste for proper recycling? (paper, plastic, metal, mineral oil, chemicals, etc.)	Reduced need for depositing and reduced consumption of resources.



SOSTENIBILITÀ E C.A.

Environmental issues to be considered by the concrete producer	Beneficial environmental effects
Is the working environment benefited from the chosen concrete solution? (SCC)	Better conditions for the concrete workers both at precast factories and on building sites.
Are the proper actions taken to minimise noise and dust?	Improved working environment and external environment.
Are locally available aggregates being utilised in the widest possible extent?	Minimisation of transportation.
Is your plant equipment up-to-date and well-maintained? Do you have a procedure for energy awareness and resource consumption amongst the employees?	Minimum energy consumption and reduced waste generation.
Are you exploiting the potential of on-site/off site renewable energy supplies?	Minimising energy use impacts



USO DI RIFIUTI DA COLTIVAZIONE COME COSTITUENTI IN MATERIALI CEMENTIZI

□ Fibre Naturali

- Riutilizzo sostenibile dei rifiuti
- Disponibili e potenzialmente convenienti
- Possibile miglioramento della tenacità e del controllo della fessurazione
- Riduzione della permeabilità e miglioramento della durabilità



lino



juta



canna da zucchero

USO DI RIFIUTI DA COLTIVAZIONE COME COSTITUENTI IN MATERIALI CEMENTIZI

❑ Materiali Cementizi Supplementari (ceneri da loppa di riso, canna da zucchero, etc.):

- Riutilizzo sostenibile di rifiuti
- Disponibile a livello locale e potenzialmente conveniente
- Riduzione del contenuto di cemento e relativa 'carbon footprint' oltre che riduzione del calore di idratazione
- Possibile riduzione della porosità e quindi riduzione della permeabilità
- Possibile incremento della resistenza
- Incremento della Durabilità
- Possibile incremento della resistenza al fuoco (pula di riso)





CEMENTI SOLFO-ALLUMINOSI

I Cementi solfoalluminosi

CSA = Calcium Sulpho Aluminate clinker

BAUXITE + GESSO + CALCARE
(30% - 35%) (15%) (45% - 50%)

1960

1970

2000

**COMPENSAZIONE
DI RITIRO**

**RESISTENZE
A BREVE TERMINE**

**RESISTENZE
A LUNGO TERMINE**

LEGANTI PER APPLICAZIONI SPECIALI



CEMENTI SOLFO-ALLUMINOSI

Low Carbon footprint

	Portland Clinker	Sulphoaluminate clinker
CO ₂ emitted per ton of clinker	535 Kg/t	305 Kg/t
Specific heat consumption	3.845 GJ/t	3.305 GJ/t
Energetic cost for milling	45 to 50 kWh	20 to 30 kWh

Data from Bibliography

Low CaCO₃ content: 45 - 50 % (80% in Portland clinker)

Energy for C₄A₃ \bar{S} : ~ 800KJ/Kg (~1848 KJ/Kg for C₃S)

High porosity of CSA

CEMENTI SOLFO-ALLUMINOSI

CSA: Applicazioni

Malte e Calcestruzzi a Presa Rapida



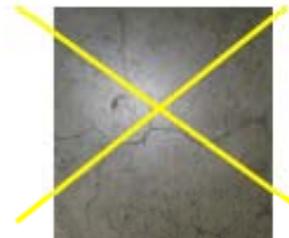
Adesivi Cementizi



Malte Auto-Compattanti



Malte Anti-ritiro



Malte per ambienti chimicamente aggressivi





CONCLUSIONI

22/22

MATERIALI E TECNICHE TRADIZIONALI E INNOVATIVI

□ SVILUPPI DELLA RICERCA

- Sostenibilità
- Recupero dell'esistente-
Riduzione del consumo del suolo ed efficientamento energetico
- Sviluppo di nuovi materiali
- Utilizzo di materiali da riciclo
- Utilizzo di rifiuti vegetali
- Sviluppo di materiali ad alte prestazioni per il recupero