



# **Ecodesign mediante metodologia LCA di grès porcellanato smaltato funzionalizzato con nanotitania**

Dott.ssa Rita Montecchi



## Il distretto Ceramico di Sassuolo



Principali indicatori economici settore piastrelle di ceramica	Industria Italiana
Numero di aziende	315
Numero di addetti	31487
Produzione complessiva (Mm <sup>2</sup> /y) di cui:	573
monocottura chiara	233
monocottura rossa	96
bicottura	86
grès porcellanato	127
cotto	9
altri prodotti	22
Distribuzione geografica della produzione:	
Provincia di Modena e Reggio Emilia	81%
resto Emilia-Romagna	8%
resto Italia	11%
Fatturato totale (M€/y)	4,3
Italia	1,3
Estero	3,0



Perché: conferire nuove funzioni rispetto a quelle già intrinsecamente possedute

NUOVE FUNZIONI



- ✓ isolamento termico
- ✓ isolamento acustico
- ✓ alleggerimento
- ✓ caratteristiche estetiche
- ✓ autopulibilità
- ✓ resistenza al graffio
- ✓ resistenza all'usura
- ✓ proprietà antibatteriche
- ✓ raccolta e trasformazione di energia.....ecc...

I materiali ceramici sono:

- resistenti e duri
- fragili
- rigidi
- inerti



## Obiettivi dello studio

- Valutare l'impatto ambientale dell'applicazione di uno smalto funzionalizzato con nanoparticelle di  $\text{TiO}_2$  ad un grès porcellanato.
- Definire le principali criticità di processo, minimizzare gli impatti ambientali e definire il danno potenziale delle emissioni di nano- $\text{TiO}_2$  sulla salute umana e sull'ambiente.



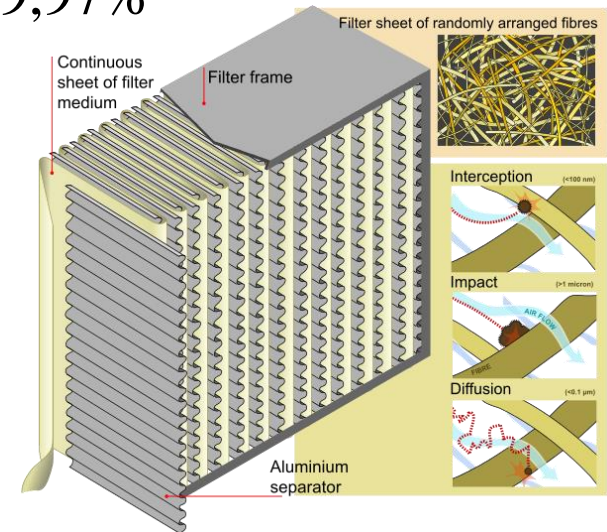




## Come trattare le nanoparticelle?

Approccio di **ECODESIGN** per offrire linee guida su come trattare le nanoparticelle durante la produzione, la manipolazione, il trasporto e il fine vita.

- HEPA (High Efficiency Particulate Air filter) → 99,97%
- DPI (mascherina, guanti, tuta)
- Impianti di produzione chiusi
- Packaging
- Fine vita



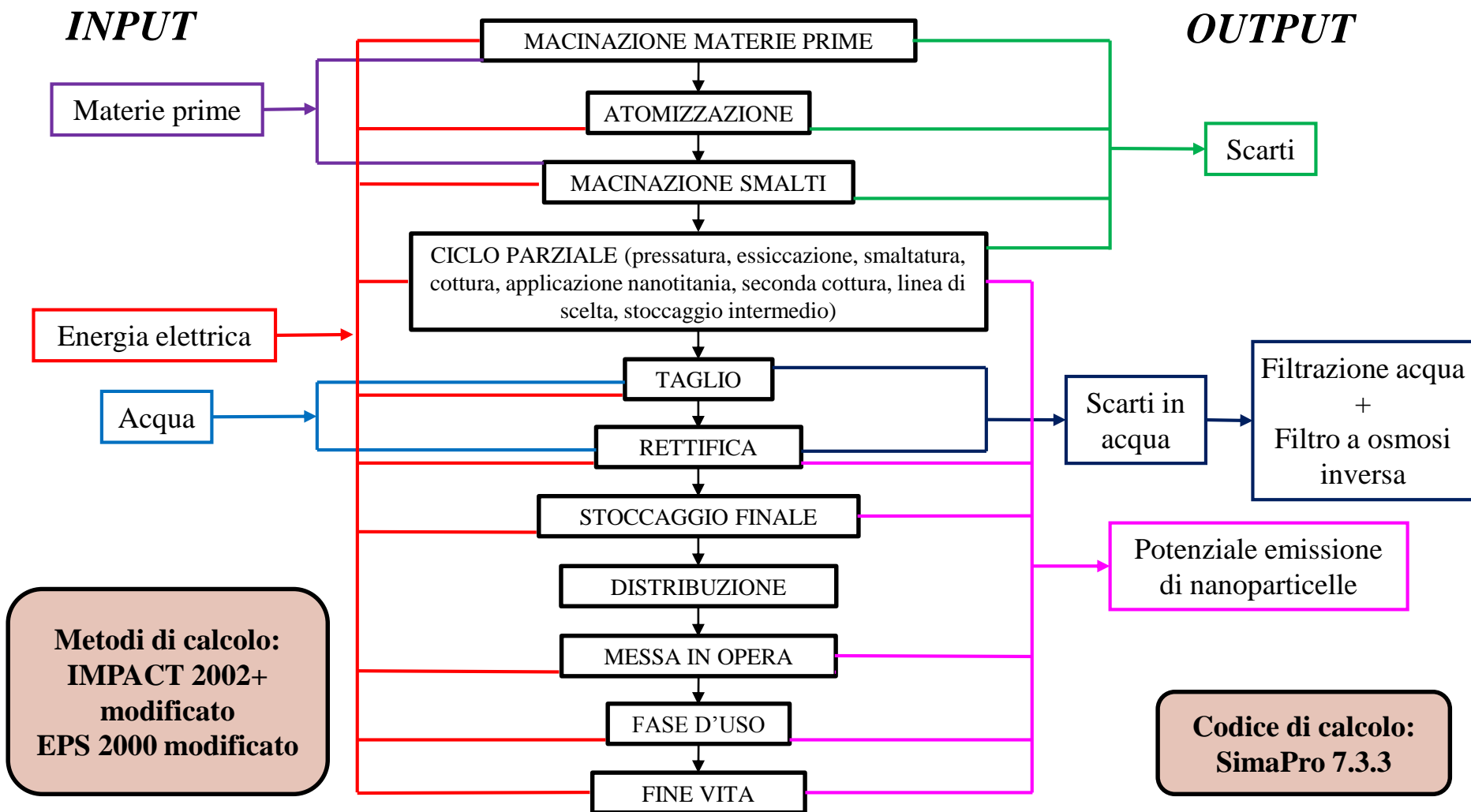


## Campo di applicazione

- SISTEMA STUDIATO: rivestimento esterno di superfici verticali di edifici
- FUNZIONE DEL SISTEMA: superfici 'autopulenti', riduzione delle molecole degli ossidi di azoto (antismog) e antibattericità
- UNITÀ FUNZIONALE: 1 m<sup>2</sup> di grès porcellanato rivestito con smalto funzionalizzato con nano-TiO<sub>2</sub> con una durata di vita di 10 anni
- CONFINI DEL SISTEMA: i confini del sistema vanno dalla culla alla tomba, ossia dall'estrazione delle materie prime adoperate all'interno dei diversi processi, sino al fine vita delle stesse piastrelle dopo 10 anni di utilizzo



# Flow chart del processo di funzionalizzazione





## Life Cycle Inventory del grès funzionalizzato con nano-TiO<sub>2</sub>

Category	Components	Quantity	unit
Energia	Elettricità	26,32	kwh
Materiali I/O (Macinazione impasto barbotina)	Acqua	13,27	kg
	Argilla	4,42	kg
	Feldspato	5,53	kg
	Sabbia	3,82	kg
	Fluidificanti (silicato di sodio + PVC)	0,054	kg
Materiali I/O (Macinazione impasto smalti)	Acqua	0,081	kg
	Argilla	0,34	kg
	Feldspato	0,43	kg
	Sabbia	0,29	kg
	Caolino	1,28	g
	Engobbio	11,42	g
	Silicato di zirconio	0,35	g
	Petalite	0,087	kg
Materiali I/O	Grès porcellanato smaltato non funzionalizzato	24,15	kg
	Soluzione di nano-TiO <sub>2</sub>	40	g
Emissioni in aria	Particulates < 2.5 µm	13,86	g
	Particulates > 10 µm	26,72	g
	Particulates > 2.5 µm and < 10 µm	14,36	g
	Water	73,38	g
	Particulates, < 100 nm (outdoor)	0,28	g
	Particulates, < 100 nm (inhaled)	0,18	mg
	Nox	- 105,36	g
	Nitric acid	245,84	g
	Toluene	- 2922,52	g
CO <sub>2</sub>	54,18	kg	
Emissioni in acqua	Particulates, < 100 nm (water)	1,89	mg
Trasporti	Materiali impasto barbotina	25,59	tkm
	Materiali impasto smalti	2,51	tkm
Smaltimento dei rifiuti	Smaltimento polveri (efficienza 99,97%)	5,44	kg
	Smaltimento nano-TiO <sub>2</sub> , catturate dal filtro dell'impianto aspirazione (efficienza 99,97%)	0,94	kg
	Smaltimento nano-TiO <sub>2</sub> , catturate dal filtro a osmosi inversa (efficienza 99,97%)	6,31	g
	Smaltimento nano-TiO <sub>2</sub> , catturate dal filtro della mascherina (efficienza 95%)	3,58	mg

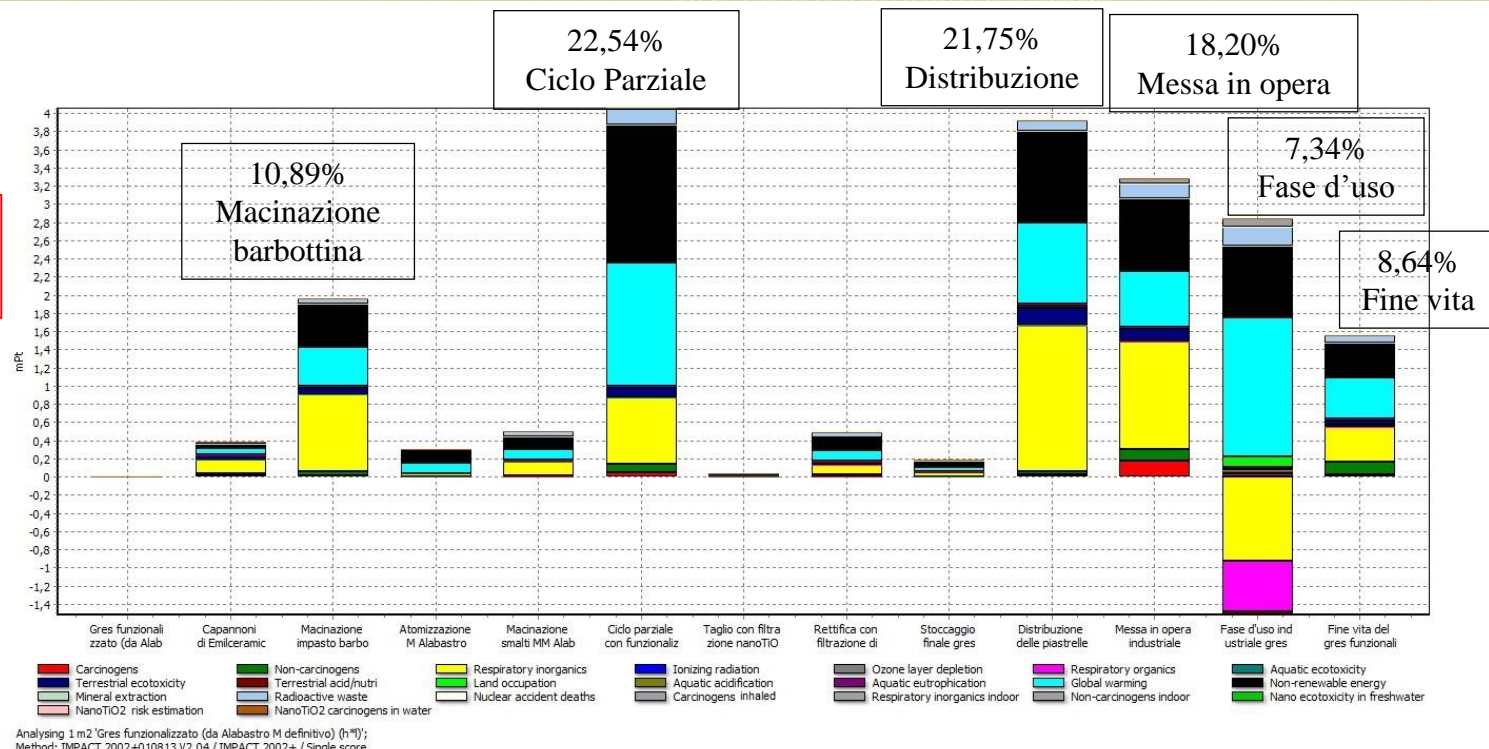




# LCIA di 1 m<sup>2</sup> di grès funzionalizzato con IMPACT 2002+ modificato



Il danno totale vale 18.003 mPt



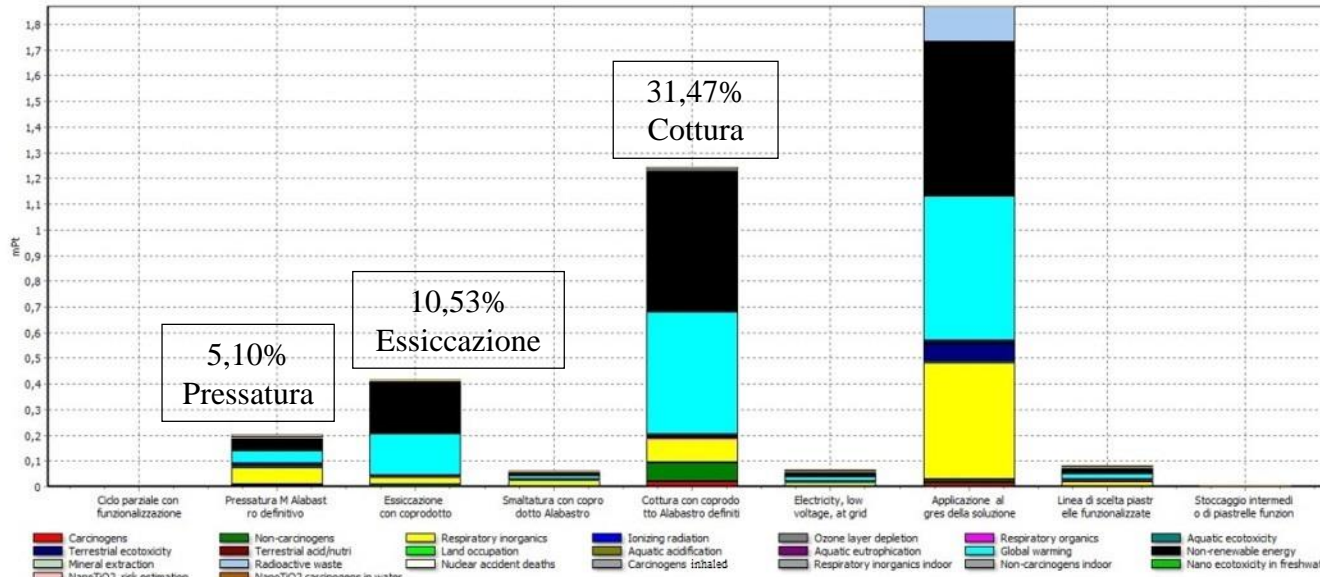
Damage category	% di danno	Processo più impattante	% di impatto	Impact category
Climate change	32,11%	Fase d'uso	26,49%	Global warming
Resources	30,57%	Ciclo parziale	99,95%	Non-renewable energy
Human Health	25,85%	Distribuzione	92,28%	Respiratory inorganics
Ecosystem Quality	5,21%	Distribuzione	68,71%	Terrestrial ecotoxicity
Carcinogens inhaled	0,82%	Fase d'uso	62,24%	Carcinogens inhaled
Nano ecotoxicity in freshwater	5,27E-5%	Rettifica	98,6%	Nano ecotoxicity in freshwater
NanoTiO2 carcinogens in water	1,06E-5%	Rettifica	98,6%	NanoTiO2 carcinogens in water



# Ciclo parziale

Il danno totale vale  
3.94 mPt

47,46%  
Applicazione soluzione  
nanotitania



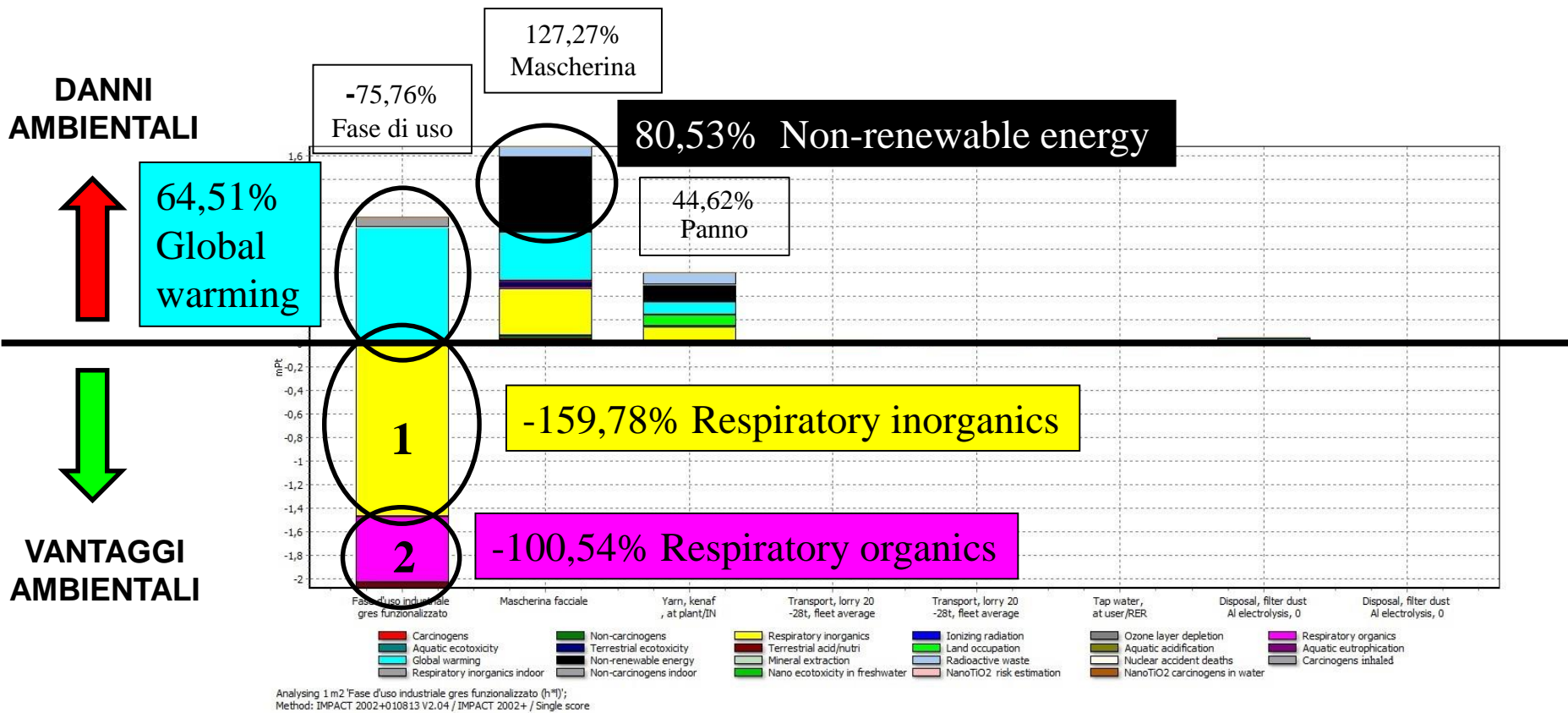
- Respiratory inorganics
- Global warming
- Non-renewable energy
- Radioactive waste

Analysing 1 m<sup>2</sup> Ciclo parziale con funzionalizzazione (da Ciclo parziale M definitivo) (h<sup>1</sup>);  
Method: IMPACT 2002+010813 V2.04 / IMPACT 2002+ / Single score

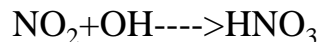
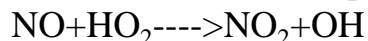
Impact category	% di danno	Processo più impattante
Non-renewable energy	37,31%	Applicazione della soluzione
Global warming	33,50%	Applicazione della soluzione
Respiratory inorganics	17,84%	Applicazione della soluzione
Radioactive waste	4,59%	Applicazione della soluzione



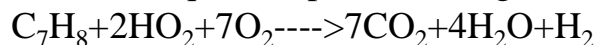
# Fase di uso



1 Il monossido di azoto viene ridotto di una quantità pari a 4,01mg/h/m<sup>2</sup>



2 Il toluene viene ridotto di una quantità pari a 100 mg/h/m<sup>2</sup>



Il danno totale vale  
1.32 mPt

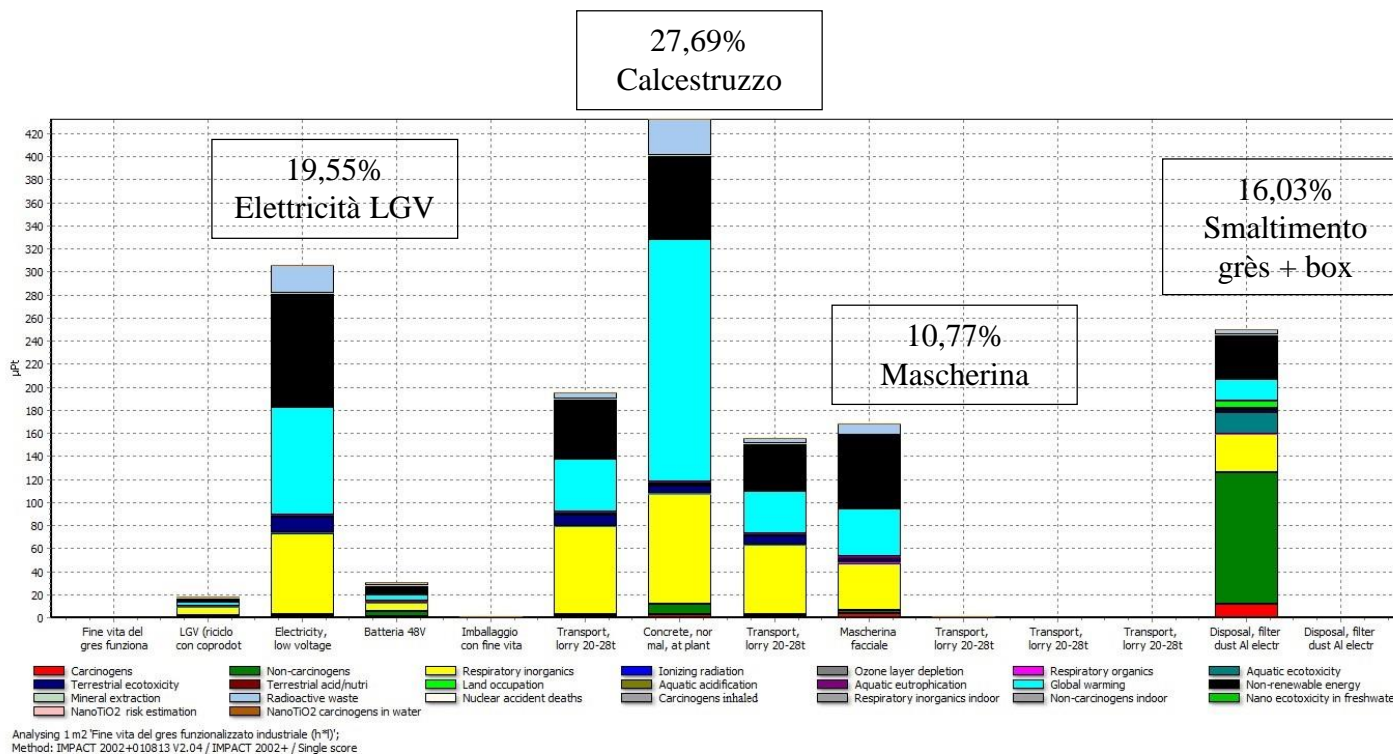


# Fine vita

Accorgimenti per limitare potenziale dannosità delle nanoparticelle:

- LGV per raccolta del grès funzionalizzato in box di legno
- DPI per operatori
- Inertizzazione del box
- Conferimento in una discarica per rifiuti speciali o pericolosi

**Il danno totale vale 1.56 mPt**

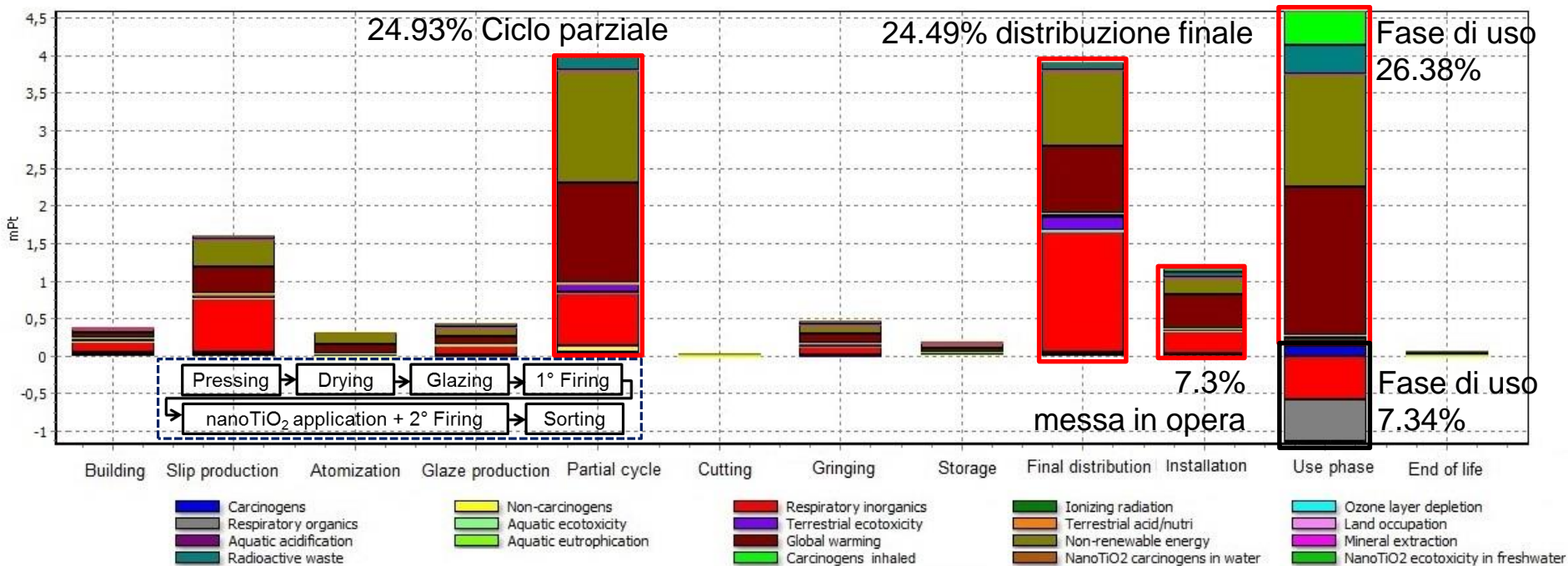


Impact category	% di danno	Processo più impattante
Global warming	29,23%	Calcestruzzo per inertizzazione
Respiratory inorganics	24,94%	Calcestruzzo per inertizzazione
Non-renewable energy	24,29%	Elettricità per LGV
Non-carcinogens	8,78%	Smaltimento grès e box





# LCIA di 1 m<sup>2</sup> di grès porcellanato funzionalizzato con nanoTiO<sub>2</sub>



Impact category	Amount
Global warming	34.35%
Non-renewable energy	32.19%
Respiratory inorganics	23.52%-3.61%= 19.91%
Carcinogens inhaled	3.22%
Respiratory organics	0.015%-3.48%= -3.465%

**Il danno totale vale  
15.99 mPt**



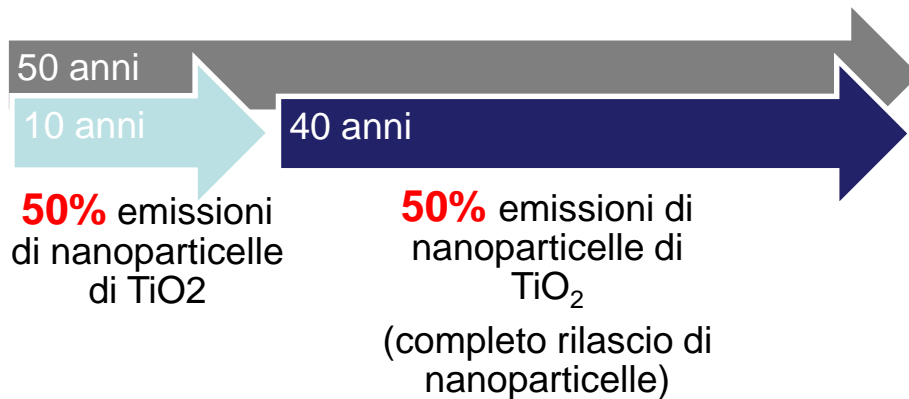




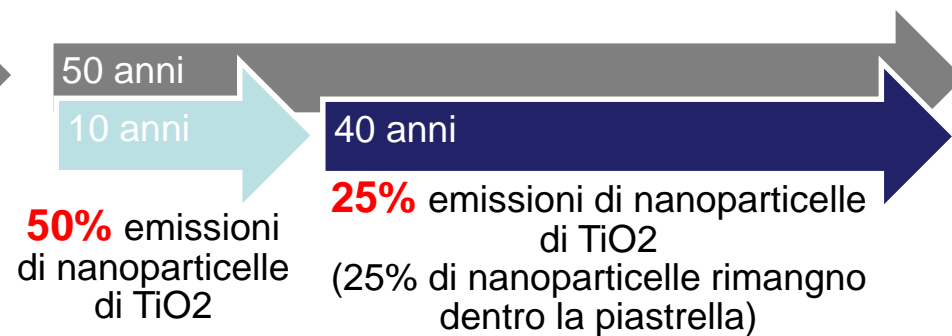
## Analisi di sensibilità

- Fase di uso:

*Scenario analizzato*



*scenario alternativo*



- Installazione:

➤ design for disassembly: utilizzo di tasselli

- Fine vita:

➤ Inertizzazione della piastrella (principio precauzionale)

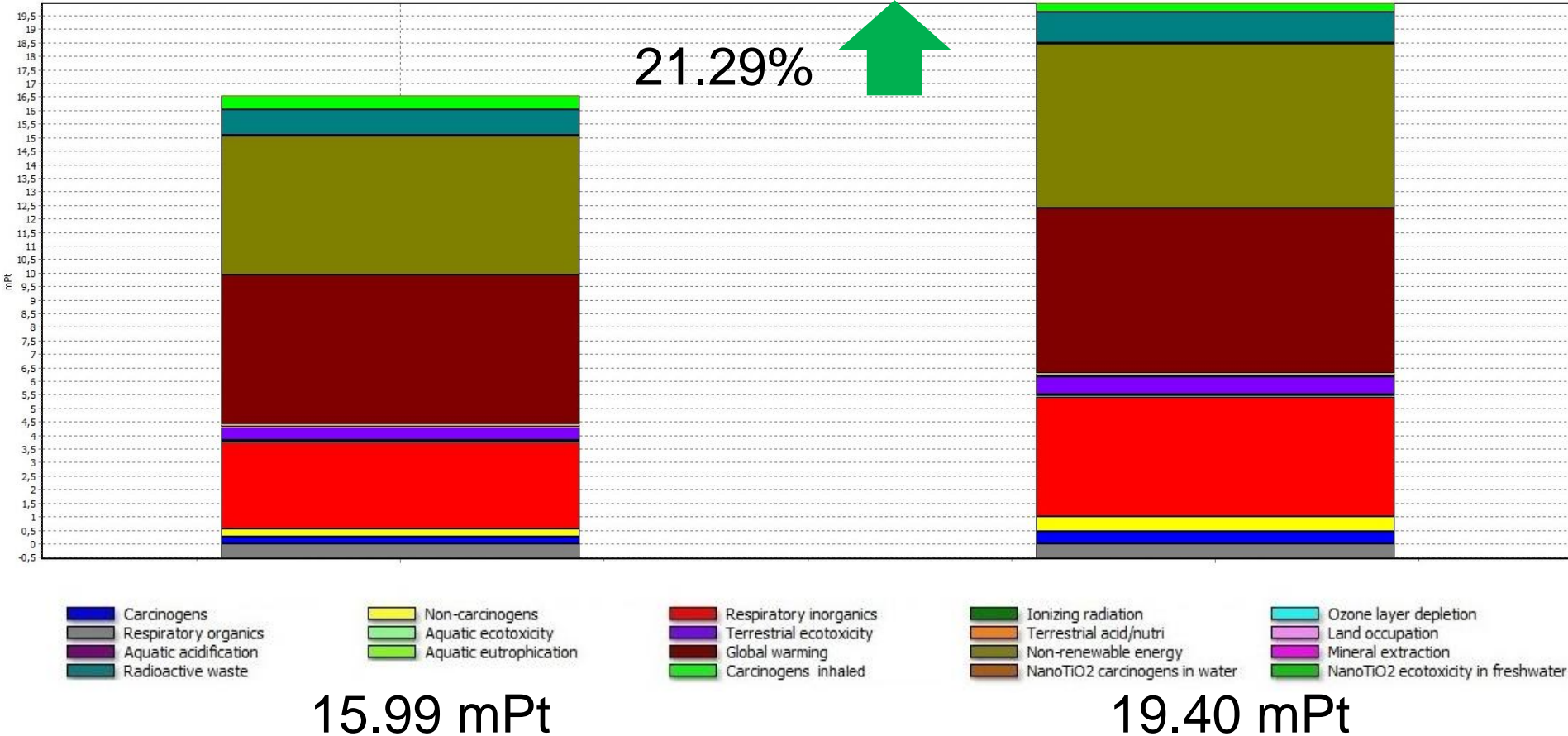




## Analisi di sensibilità

*Scenario analizzato*

*Scenario alternativo*





## Conclusioni

- Lo studio è stato realizzato in ottica di ecodesign per garantire che la progettazione del prodotto venga effettuata tenendo conto degli impatti ambientali del prodotto stesso durante il suo intero ciclo di vita
- Il processo maggiormente impattante è il ciclo parziale, seguito dalla distribuzione e dalla fase di messa in opera
- La funzionalizzazione di un grès porcellanato con nanoTiO<sub>2</sub> presenta alcuni vantaggi rappresentati dalla riduzione di ossido di azoto e toluene nella fase d'uso
- Tali vantaggi vengono contrastati dai danni prodotti in tutte le fasi del ciclo di vita a causa degli accorgimenti necessari per ridurre al minimo l'emissione di nanoTiO<sub>2</sub> nell'atmosfera, nell'ambiente di lavoro e nell'acqua.



*Grazie per l'attenzione!*