

LA METODOLOGIA DELL'ANALISI DEL CICLO DI VITA PER LA MANUTENZIONE DELLE STRADE

Prof. Maurizio Cellura

Università degli Studi di Palermo – Dipartimento DEIM

Associazione Rete Italiana LCA

INTRODUZIONE

AUMENTO DEMOGRAFICO



La popolazione mondiale ha raggiunto i 7,5 miliardi di abitanti nel 2018, le proiezioni delle Nazioni Unite indicano che essa si attesterà tra gli 8 e gli 11 miliardi entro il 2050.

AUMENTO DEI CONSUMI



Nei Paesi più ricchi del mondo il consumo pro-capite di materie prime è molto al di sopra del livello che può essere sostenuto dall'intera popolazione mondiale.

Questo dato è in netto contrasto con quello relativo alle persone più povere del mondo (1,3 miliardi) che hanno la necessità di consumare di più per uscire dalla condizione di estrema povertà.

UN SOLO PIANETA!

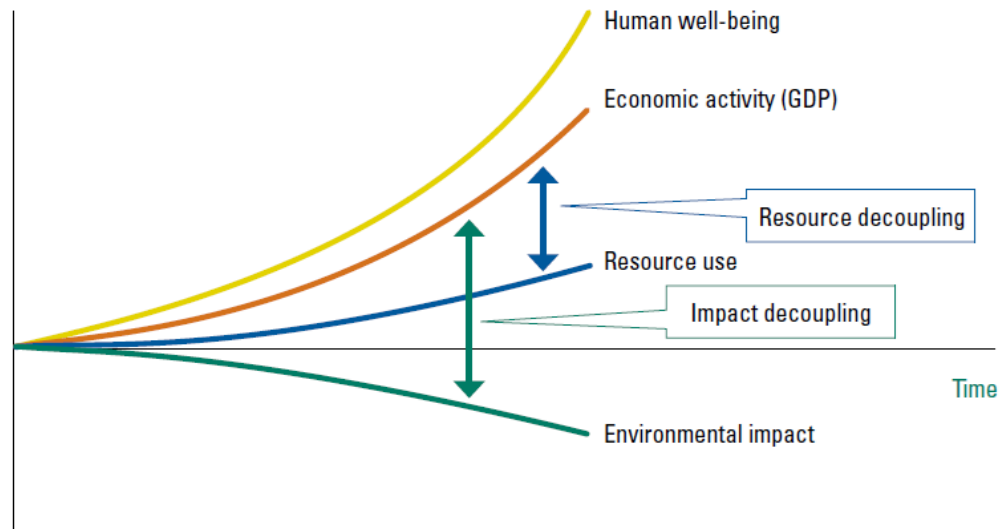


L'azione combinata dell'aumento della popolazione mondiale e del consumo complessivo di materie prime ha delle ripercussioni in un pianeta che è "finito".

Parallelamente alla continua crescita dei sopra citati elementi, si osserva una crescita preoccupante dei cambiamenti ad essi connessi (ad esempio, riduzione della resa dei raccolti in alcune aree a causa del cambiamento climatico, l'incremento del tasso di estinzione delle specie, ecc.).

COSA SI PUÒ FARE PER “INVERTIRE LA TENDENZA”

Disaccoppiare la crescita economica dall'uso delle risorse naturali e dagli impatti ambientali: utilizzare meno risorse per unità di output economico e ridurre gli impatti ambientali connessi alle attività economiche.



COP21 – CMP11



PARIS2015
CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
COP21·CMP11

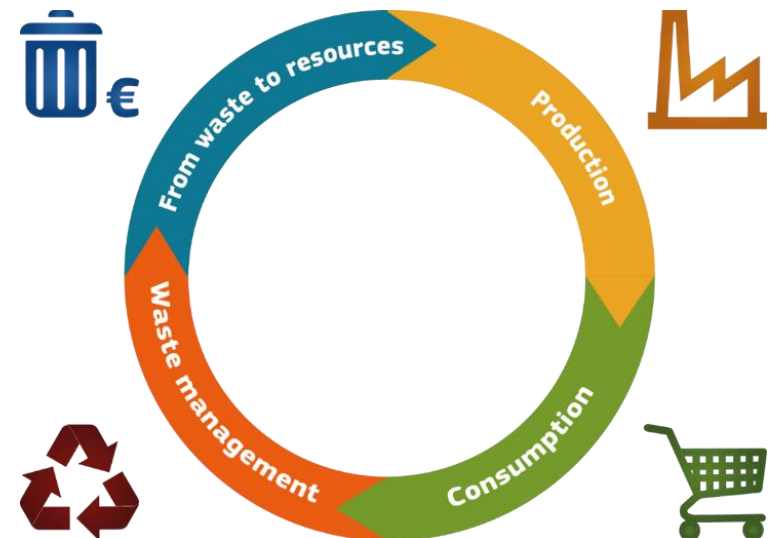
- ☐ Mantenere l'incremento della temperatura media globale al di sotto di 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali, e limitare l'incremento della temperatura media globale a 1,5 °C rispetto ai livelli pre-industriali.
- ☐ Migliorare la capacità di adattamento agli effetti negativi del cambiamento climatico e promuovere uno sviluppo resiliente al clima e a basse emissioni di gas a effetto serra, in modo che il cambiamento climatico non minacci la produzione di cibo.

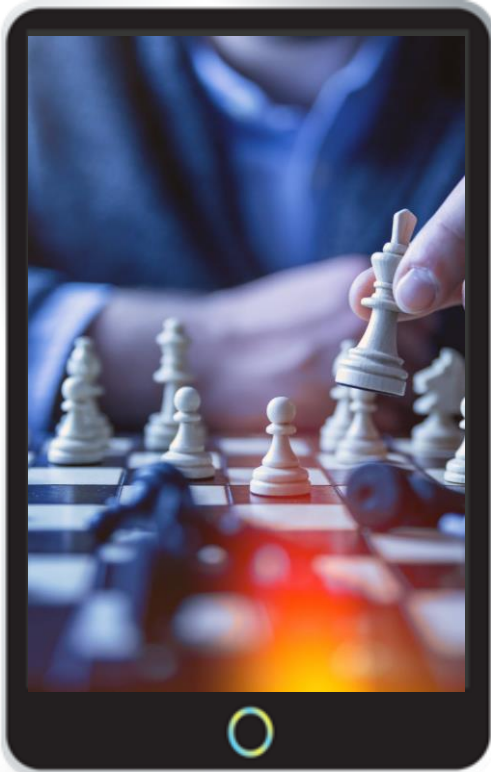
Dall'economia lineare all'economia circolare



Perdita di valore economico di materiali e prodotti;
Esaurimento delle risorse Produzione di rifiuti;
Impatto ambientale e cambiamento climatico.

L'economia circolare è un'economia dove il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse è mantenuto all'interno del sistema economico il più a lungo possibile e si reduce la produzione dei rifiuti.





Ogni scelta che effettuiamo influenza la sostenibilità ...

Ogni scelta di tipo ingegneristico influenza la sostenibilità, con conseguenze spesso di vasta portata ...

A volte, non sappiamo quali siano queste conseguenze

...

CONSEGUENZE NELLO
SPAZIO

CONSEGUENZE
NEL TEMPO

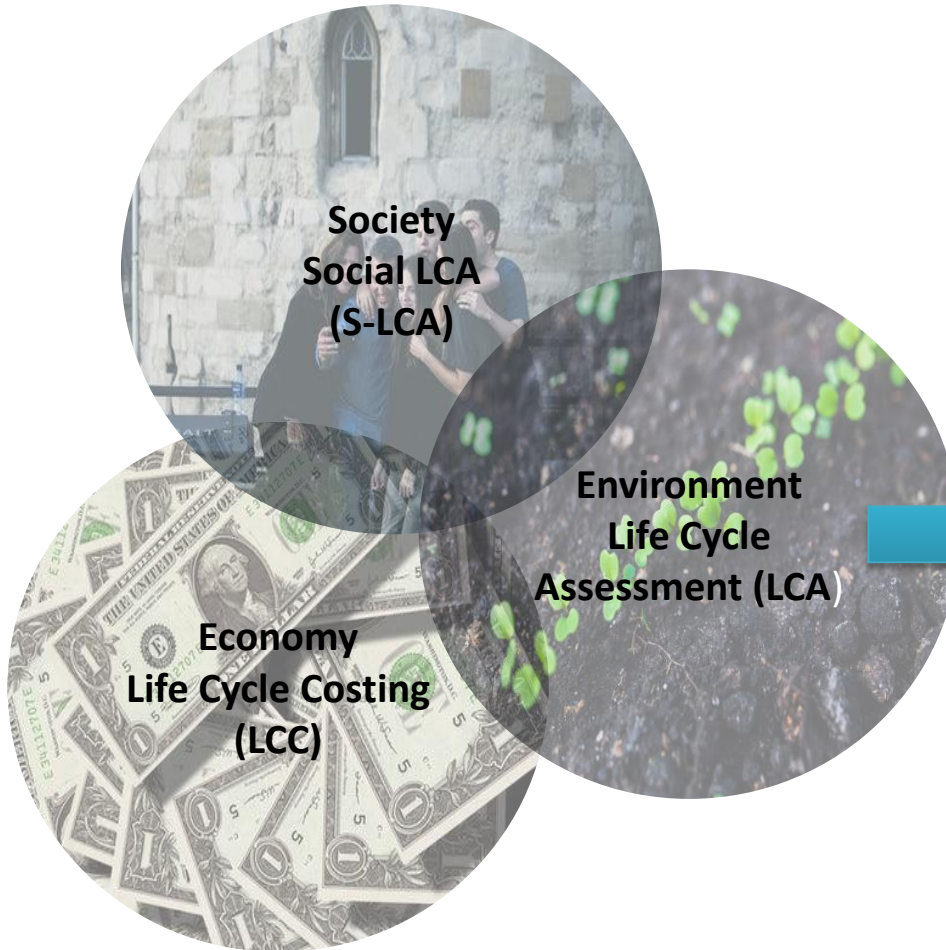
UNA DECISIONE SULLA **SOSTENIBILITÀ** RICHIEDE UN APPROCCIO SISTEMICO!

Parliamo dell'approccio LIFE CYCLE THINKING!

Il Life Cycle Thinking (LCT) va oltre i tradizionali obiettivi produttivi e include gli impatti ambientali, sociali ed economici di un prodotto durante l'intero ciclo di vita.

Gli obiettivi principali della LCT sono ridurre l'utilizzo delle risorse dei prodotti e le emissioni nell'ambiente, nonché migliorare le sue prestazioni socio-economiche attraverso il suo ciclo di vita.

LIFE CYCLE THINKING



LIFE CYCLE ASSESSMENT

Vi è la necessità di misurare la sostenibilità ambientale con metodi scientificamente affidabili

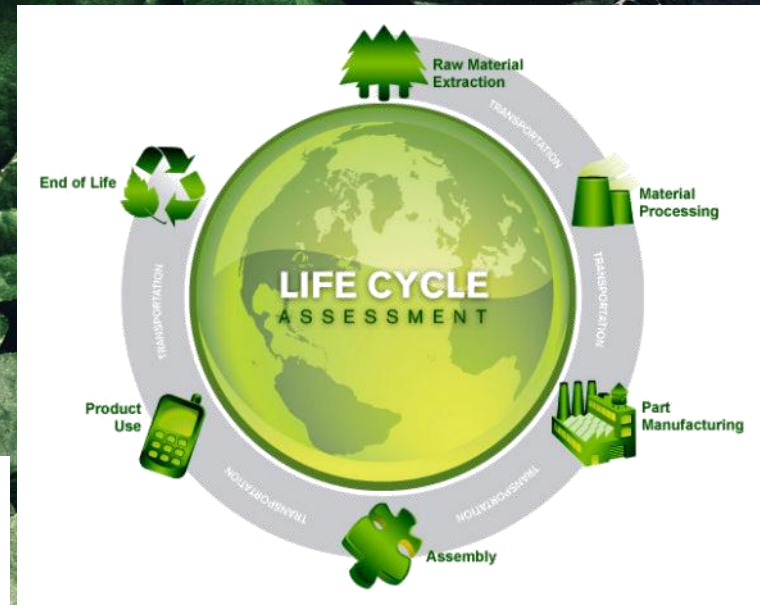


Life Cycle Assessment

La metodologia **Life Cycle Assessment (LCA)** può rappresentare una base affidabile per la valutazione di tali impatti ambientali e per la definizione di azioni orientate alla produzione e consumo sostenibili.

Essa consente di:

- ottenere informazioni sulle **prestazioni energetico-ambientali dei prodotti** lungo il loro ciclo di vita
- Individuare gli **“hot spot” della catena di produzione** al fine di definire opzioni di miglioramento delle prestazioni ambientali dei prodotti.



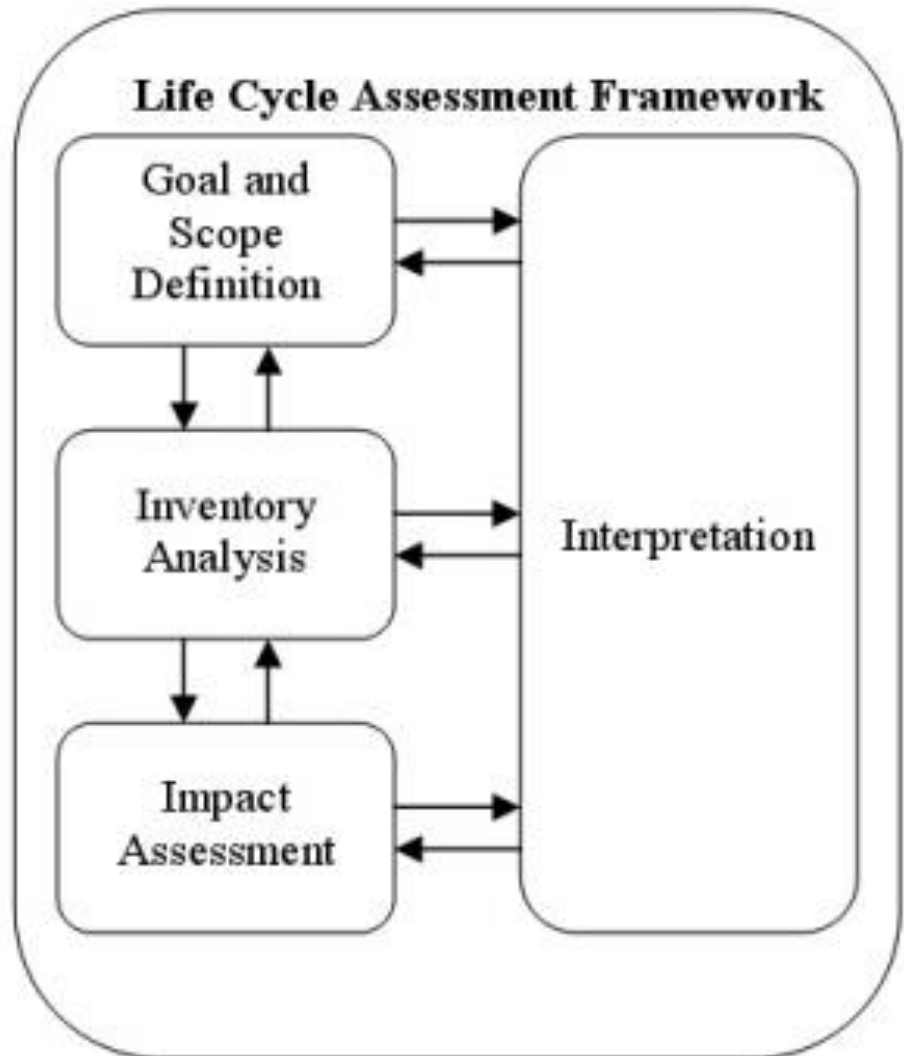
PERCHÉ EFFETTUARE L'ANALISI DI CICLO DI VITA?

- Evita lo spostamento dell'impatto da una fase del ciclo di vita ad un'altra;
- Evita lo spostamento da una categoria di impatto ad un'altra;
- Coglie la complessità che si nasconde dietro ad un prodotto;
- E' un utile strumento per confrontare su basi scientifiche prodotti e servizi.

La LCA permette di avere una visione globale del prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita includendo anche taluni impatti normalmente ignorati o trascurati (come quelli connessi allo smaltimento).

LA STRUTTURA DELLA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Ci sono quattro fasi in uno studio LCA.



PERCHÈ È IMPORTANTE L'ECODESIGN?

Filosofia alla base dell'eco-design :

Ridurre gli impatti
ambientali lungo
l'intero ciclo di vita di
un prodotto
attraverso il design
del prodotto.

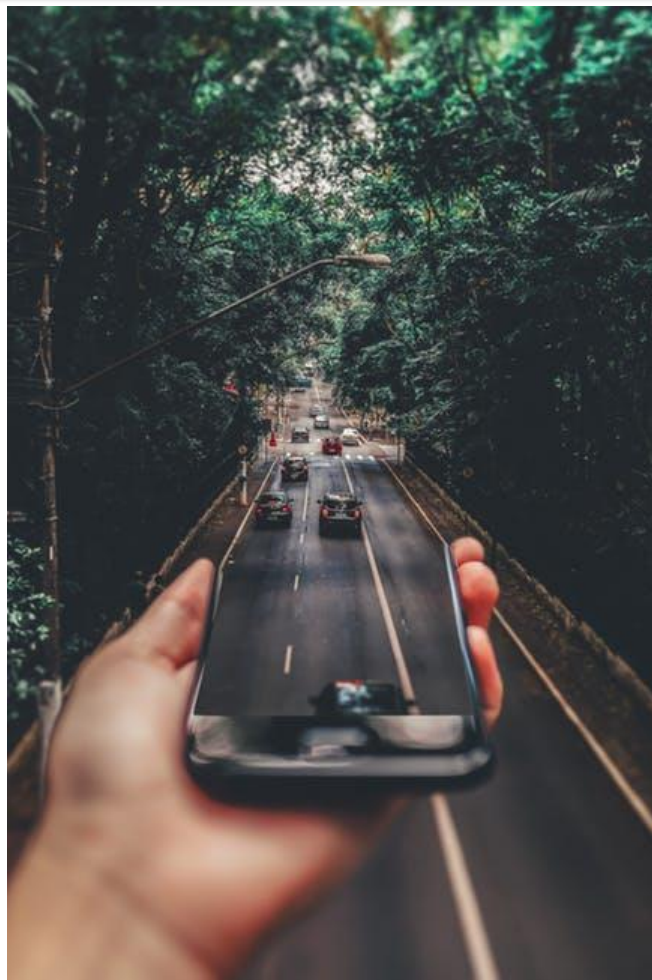
Tutti i prodotti hanno un impatto
sull'ambiente durante il loro ciclo di vita.

Più dell'80% di tale impatto è determinato
nella fase di progettazione.



OBIETTIVO:

Stimare gli impatti ambientali di ciclo di vita connessi agli interventi di manutenzione/ripristino degli strati di nero (base, binder, usura) di pavimentazioni stradali, effettuati con tecnologie convenzionali o innovative.



1) Tipologia di strade: strade con caratteristiche geometriche idonee ad ospitare un treno di riciclo (ad es. strade con almeno due corsie per ogni senso di marcia, tra cui autostrade, strade urbane ad elevate percorrenza, superstrade, ecc.).

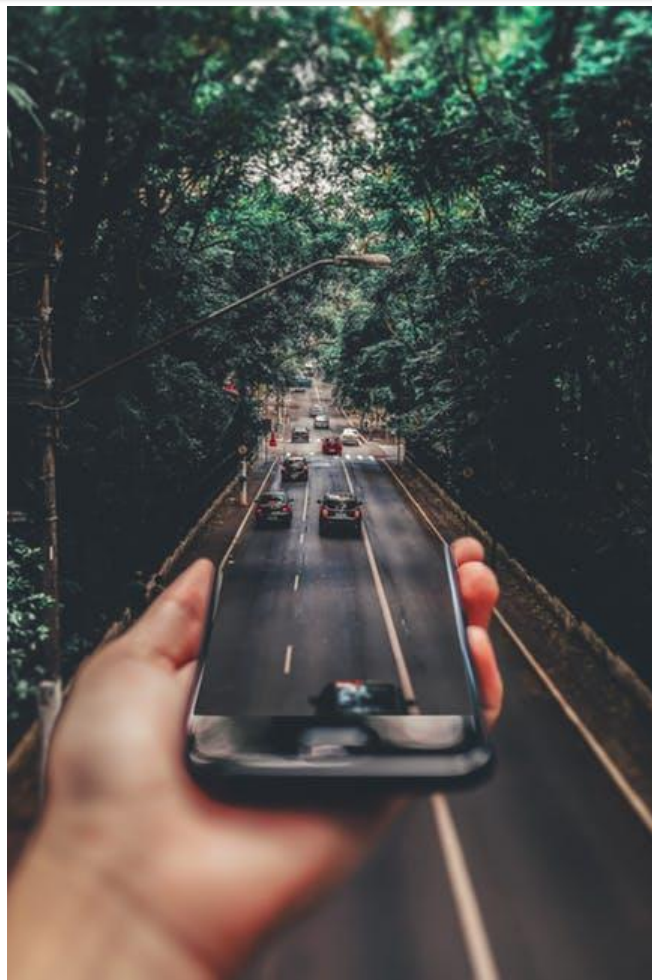
Tipologia di intervento

1A i) Tradizionale: produzione e stesa a caldo con tecnica Hot Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con bitume tal quale e basse percentuali di fresato (20% base, 20% binder, 10% usura).

1A ii) Tradizionale: produzione e stesa a tiepido con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con bitume modificato e basse percentuali di fresato (20% base, 20% binder, 10% usura).

1B) Innovativo: produzione e stesa a freddo (Cold Mix Asphalt con emulsione bituminosa) della base con treno di riciclo (100% fresato). Produzione e stesa a tiepido con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con 100% fresato modificato per binder e usura

SCENARI ESAMINATI



2) Tipologia di strade: strade con caratteristiche geometriche o di traffico non idonee ad ospitare un treno di riciclo (ad es. strade con lunghezza rettilinea inferior ai 500 m, strade strette, ecc.).

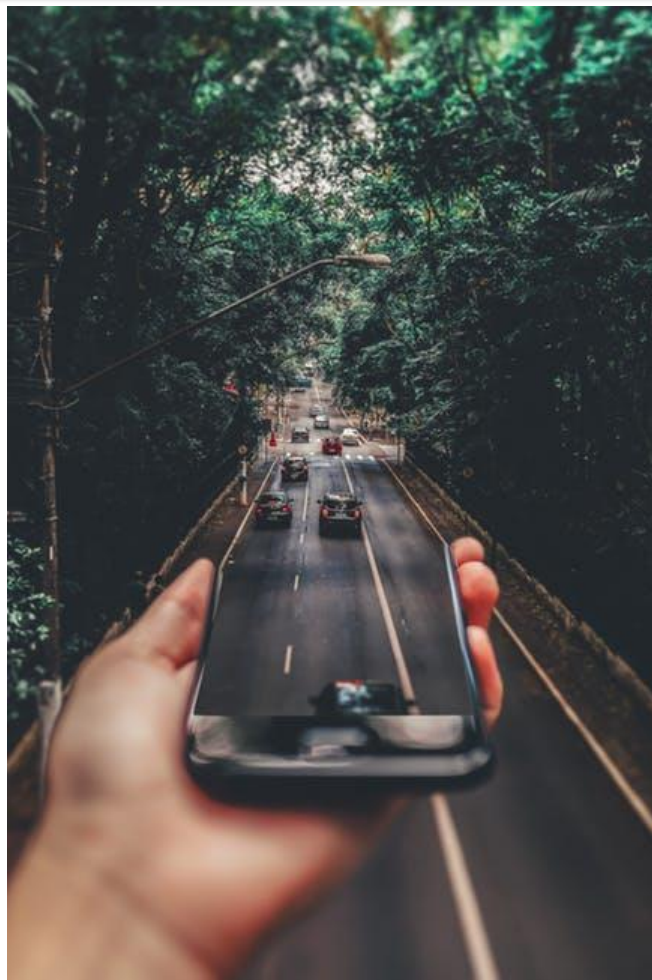
Tipologia di intervento

2A) Tradizionale: produzione e stesa a caldo con tecnica Hot Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con bitume tal quale e basse percentuali di fresato (20% base, 20% binder, 10% usura).

2B i) Innovativo: produzione e stesa a freddo (Cold Mix Asphalt con emulsione bituminosa) della base con impianto di riciclo (100% fresato). Produzione e stesa a tiepido con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con 100% fresato modificato per binder e usura

2B ii) Innovativo: (con pulverino di gomma per binder e usura). Produzione e stesa a freddo (Cold Mix Asphalt con emulsione bituminosa) della base con impianto di riciclo (100% fresato). Produzione e stesa a tiepido con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con 100% fresato modificato con pulverino di gomma per binder e usura

SCENARI ESAMINATI



3) Tipologia di strade: strade urbane di quartiere non soggette a carichi di traffico pesante (ad es. strade urbane di città).

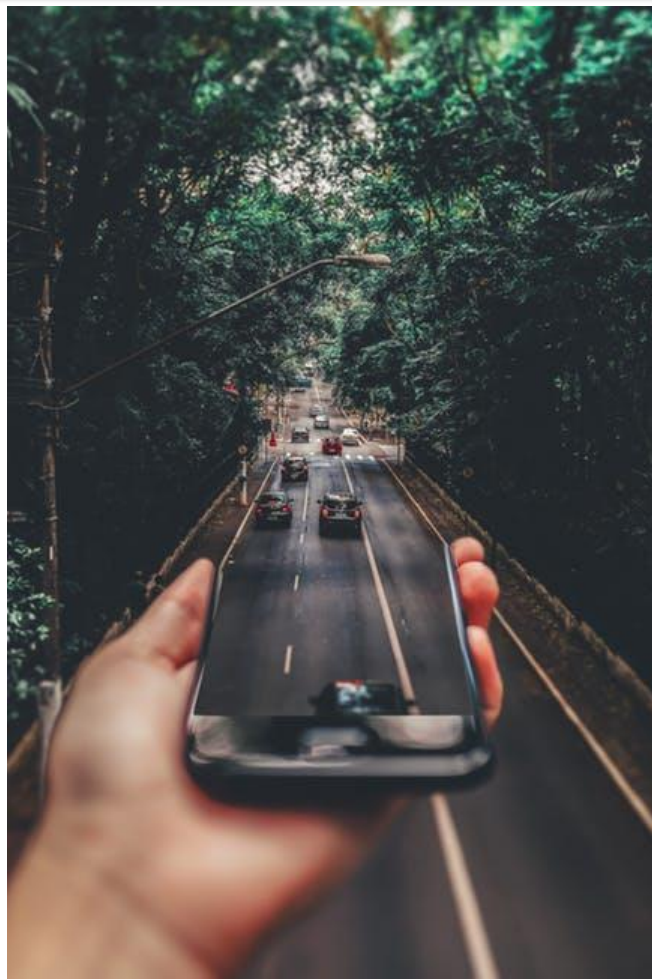
Tipologia di intervento

3A) Tradizionale: produzione e stesa a caldo con tecnica Hot Mix Asphalt di uno strato di base-binder e uno di usura in conglomerato bituminoso con bitume tal quale e basse percentuali di fresato (20% base-binder, 10% usura).

3B i) Innovativo: produzione e stesa di uno strato di base-binder a freddo (Cold Mix Asphalt con emulsione bituminosa). Produzione e stesa di uno strato di usura con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con 100% di fresato modificato.

3B ii) Innovativo: (con polverino di gomma per usura). Produzione e stesa a freddo (Cold Mix Asphalt con emulsione bituminosa) di uno strato di base-binder. Produzione e stesa con tecnica Warm Mix Asphalt di conglomerato bituminoso con 100% fresato modificato con polverino di gomma per lo strato di usura.

SCENARI ESAMINATI



VITA UTILE INTERVENTI DI MANUTENZIONE: 20 anni

BASE: 20 anni

BINDER: 10 anni

USURA: 5 anni

SPESSORE STRATO:

Tipologia strade 1

Base: 13 cm
Binder: 7 cm
Usura: 6 cm

Tipologia strade 2

Base: 18 cm
Binder: 6 cm
Usura: 5 cm

Tipologia strade 3

Base-Binder: 13 cm
Usura: 4 cm

IPOTESI

CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

Unità funzionale

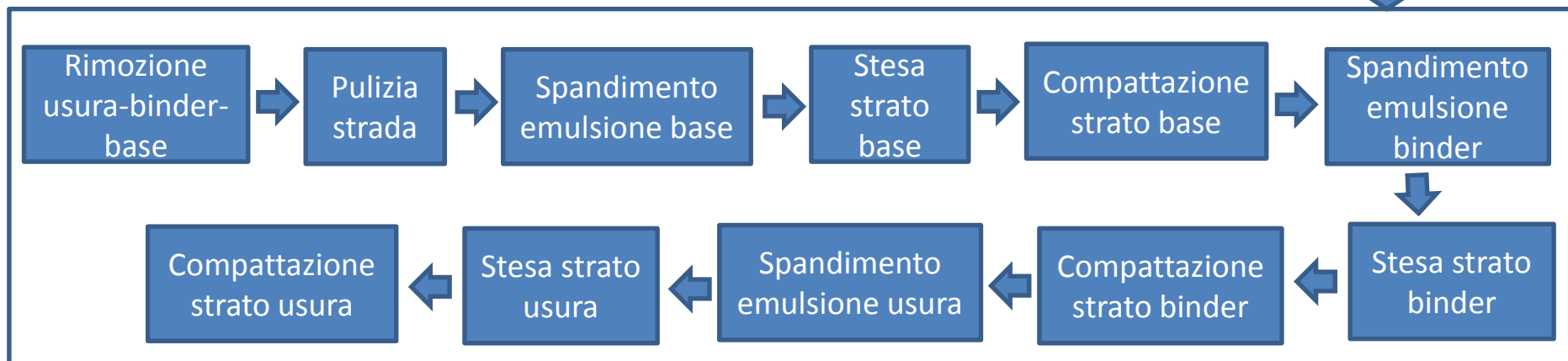
- 1 m² di strada.

Impatti ambientali

- Impatto sull'effetto serra;
- Impatto sull'uso del suolo;
- Impatto sul consumo di acqua;
- Impatto sul consumo di risorse.

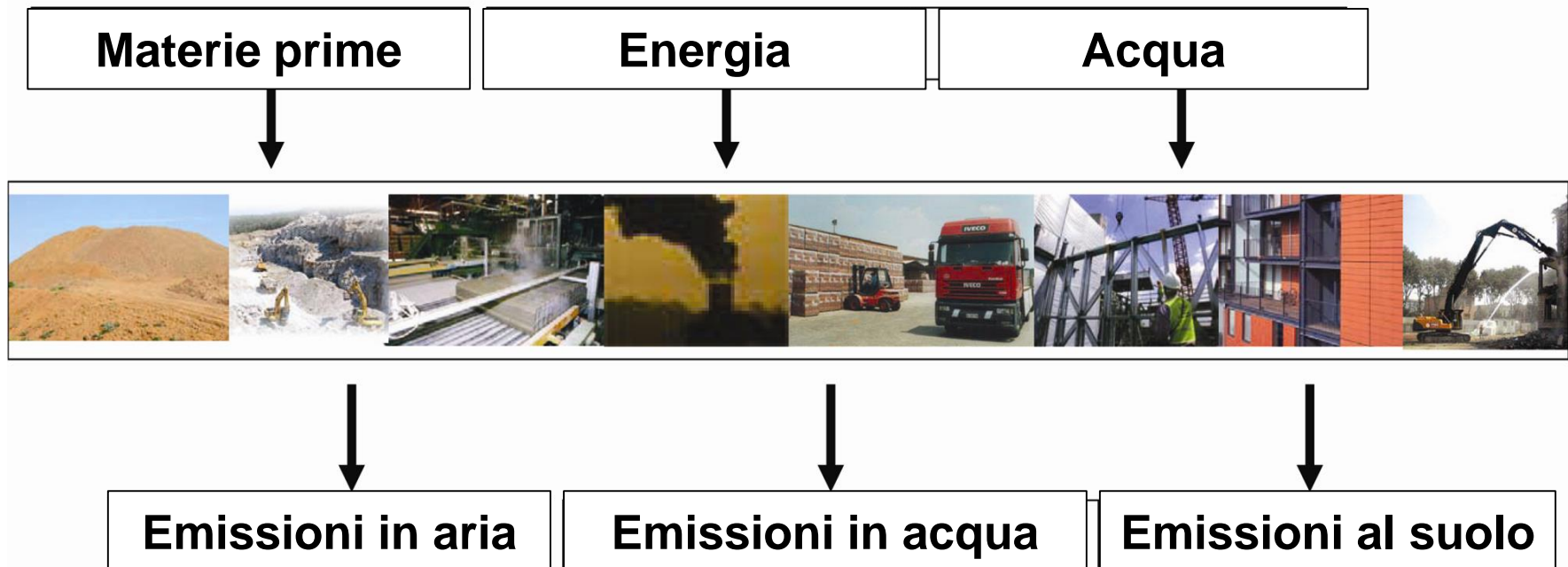
CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

Confini del sistema



ANALISI DI INVENTARIO

L'analisi di Inventario comprende la **raccolta dei dati** e i **procedimenti di calcolo** che consentono di quantificare i flussi in entrata e in uscita di un sistema di prodotto.



ANALISI DI INVENTARIO: UN ESEMPIO

Strato	Componente	Materiale	Quantità	Trasporto al sito di produzione	Trasporto al sito di produzione	Mezzo di trasporto
			[kg]	[km]	[tkm]	
Usura (10% fresato)	Conglomerato bituminoso	Bitume puro tipo 50/70	26,5	200	5,3	Camion 30 ton
		Fresato	56,1	50	2,8	Camion 30 ton
		Aggregati: calcari compatti	507,6	15	7,6	Camion 30 ton
		Rigenerante	0,2	175	0,03	Furgoncino
	Emulsione bituminosa per mano d'attacco	Bitume puro	1,1	200	0,2	Camion 30 ton
		Acido cloridrico	0,005	175	0,0008	Furgoncino
		Diammina di sego	0,006	175	0,001	Furgoncino
		Acqua	0,9	Rete idrica		
Binder (20% fresato)	Conglomerato bituminoso	Bitume puro tipo 50/70	11,8	200	2,3	Camion 30 ton
		Fresato	64,3	50	3,2	Camion 30 ton
		Aggregati: calcari compatti	259,7	15	3,9	Camion 30 ton
		Rigenerante	0,2	175	0,03	Furgoncino
	Emulsione bituminosa per mano d'ancoraggio	Bitume puro	1,7	200	0,3	Camion 30 ton
		Acido cloridrico	0,008	175	0,001	Furgoncino
		Diammina di sego	0,009	175	0,001	Furgoncino
		Acqua	1,4	Rete idrica		
Base (20% fresato)	Conglomerato bituminoso	Bitume puro tipo 50/70	9,6	200	1,9	Camion 30 ton
		Fresato	58,7	50	2,9	Camion 30 ton
		Aggregati: calcari compatti	237,1	15	3,5	Camion 30 ton
		Rigenerante	0,2	175	0,03	Furgoncino
	Emulsione bituminosa per mano d'ancoraggio	Bitume puro	0,9	200	0,2	Camion 30 ton
		Acido cloridrico	0,004	175	0,0007	Furgoncino
		Diammina di sego	0,005	175	0,0008	Furgoncino
		Acqua	0,7	Rete idrica		

ANALISI DI INVENTARIO: UN ESEMPIO

Tipologia
strade 1
Scenario 1Ai)

	Tipologia macchinario	Consumo diesel	Macchinario
		[MJ]	[unità]
Rimozione strato usura	Fresa a freddo (Bomag BM 2000/60)	7,24	1.8E-07
Rimozione strato binder	Fresa a freddo (Bomag BM 2000/60)	4,26	1.1E-07
Rimozione strato base	Fresa a freddo (Bomag BM 2000/60)	3,83	9,8E-08
Pulizia	Motospazzola (DULEVO 7500)	0,07	3,1E-09
Spandimento emulsione base	Spandilegante (Wirtgen SW 16 MC)	0,03	1,E-09
Stesa strato base	Finitrice (Vogele super 1800-3i)	0,54	4,3E-08
Compattazione base	Rullo vibrante tandem (Bomag BW 203 ad-4)	1,33	5,6E-08
Spandimento emulsione binder	Spandilegante (Wirtgen SW 16 MC)	0,06	2,1E-09
Stesa strato binder	Finitrice (Vogele super 1800-3i)	0,59	4,8E-08
Compattazione binder	Rullo vibrante tandem (Bomag BW 203 ad-4)	1,47	6,1E-08
Spandimento emulsione usura	Spandilegante (Wirtgen SW 16 MC)	0,04	1,3E-09
Stesa strato usura	Finitrice (Vogele super 1800-3i)	1,04	8,4E-08
Compattazione usura	Rullo vibrante tandem (Bomag BW 203 ad-4)	1,91	7,7E-08



Thank
You

**Maurizio Cellura, Professore
Ordinario , Ph.D.**

Università degli Studi di Palermo
Dipartimento di Energia,
Ingegneria dell'Informazione e
Modelli Matematici
Viale delle Scienze, Edificio 9,
90128 Palermo, Italia

Tel.: +39-091-23861931
e-mail: maurizio.cellura@unipa.it