

# **Tecnologie Trenchless (o NO-DIG) e servizio idrico: quali prospettive tra LCA e Certificati Bianchi?**

## **L'ANALISI LCA DEL NO-DIG NEL SETTORE IDRICO**

---

Ing. Corinne Andreola,  
Prof. Ing. Anna Laura Eusebi,  
Ing. Giovanna Darvini  
e Prof. Ing. Francesco Fatone



H<sub>2</sub>O, 7 OTTOBRE 2021



# CONTESTO

# IL NO-DIG NEL PIANO D'AZIONE PER L'ECONOMIA CIRCOLARE



## PROGETTAZIONE ECOCOMPATIBILE:

Per il NO-DIG: ottimizzazione della resilienza ai cambiamenti climatici, minimizzando impatti ambientali e consumi di risorse

## Miglioramento della DURABILITA' e della RIUTILIZZABILITA'

Per il NO-DIG: Ottimizzazione della durabilità, il riutilizzo e l'upgrading di infrastrutture esistenti, disaccoppiando efficienza del servizio da consumo di energia e risorse

## PROMOZIONE DEL MODELLO «PRODOTTO COME SERVIZIO»

Il NO-DIG contribuisce a garantire le prestazioni delle “infrastrutture idriche esistenti come servizio”

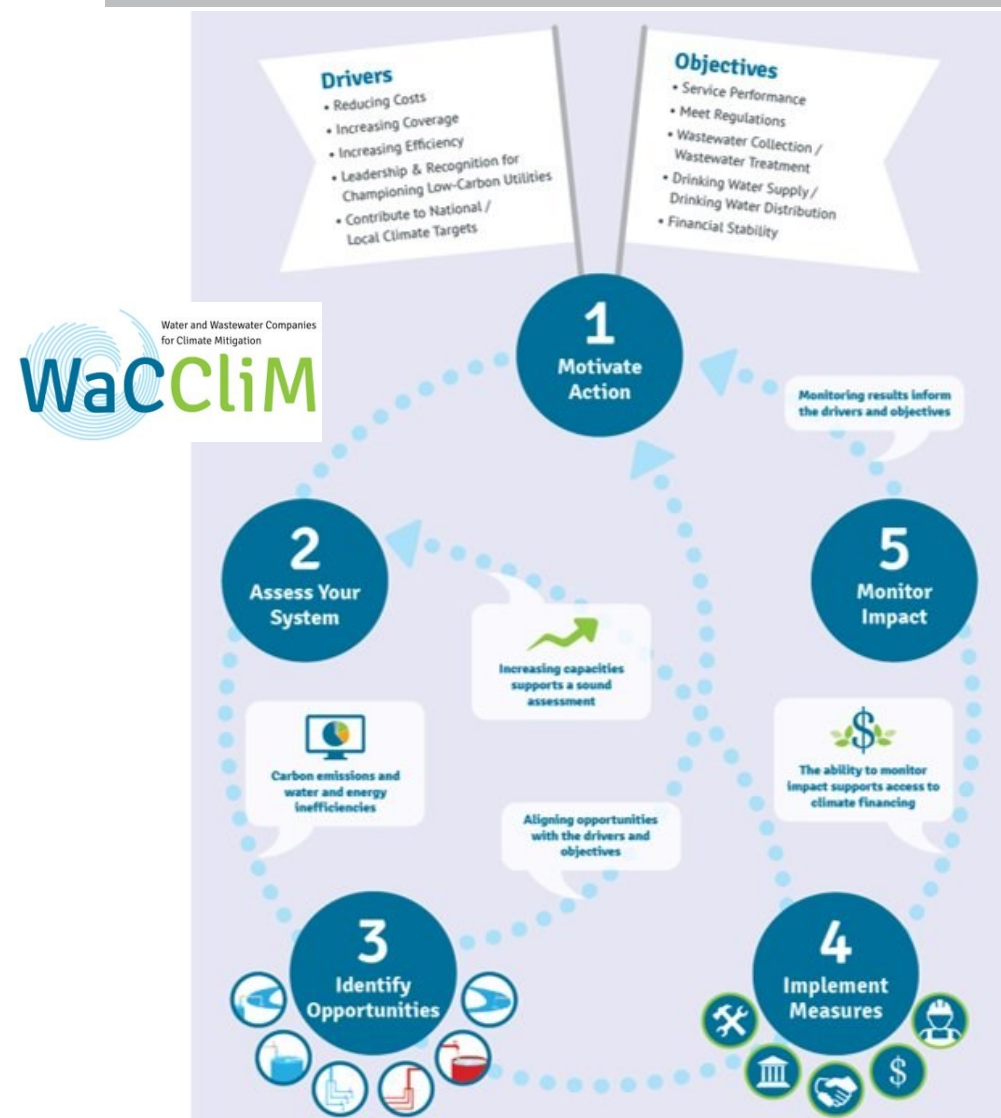
## SISTEMA DI RICOMPENSE IN BASE ALLE LORO DIVERSE PRESTAZIONI IN TERMINI DI SOSTENIBILITA':

Pratica candidabile per il NO-DIG

## INIZIATIVA «ACQUIRENTI PUBBLICI PER IL CLIMA E L'AMBIENTE»



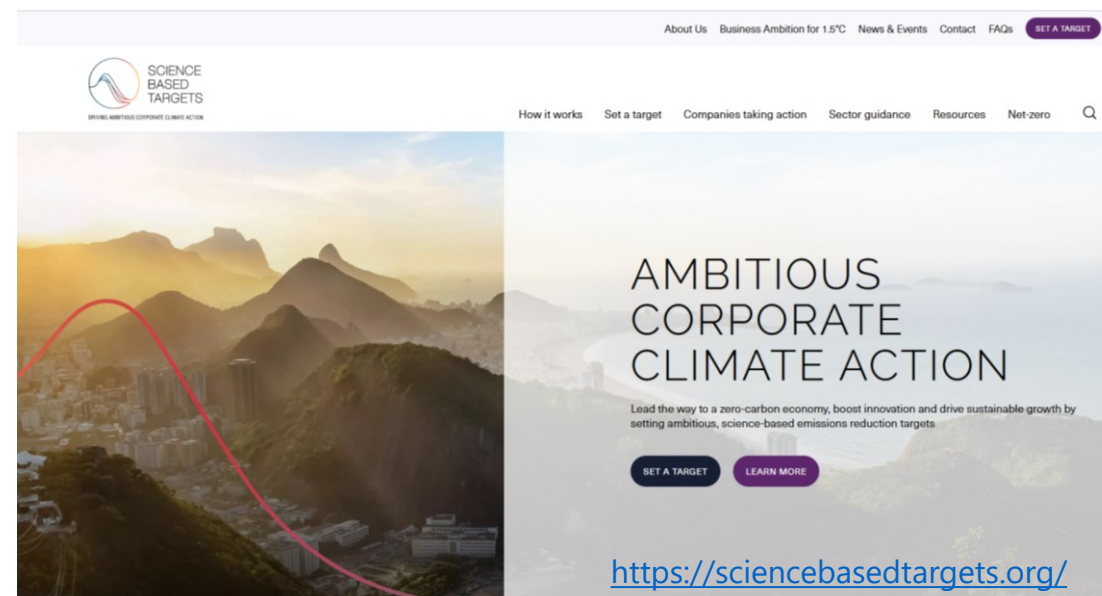
# ROADMAP TO A LOW-CARBON UTILITY



<https://wacclim.org/the-roadmap-to-a-low-carbon-urban-water-utility/>

## SCIENCE BASED TARGET

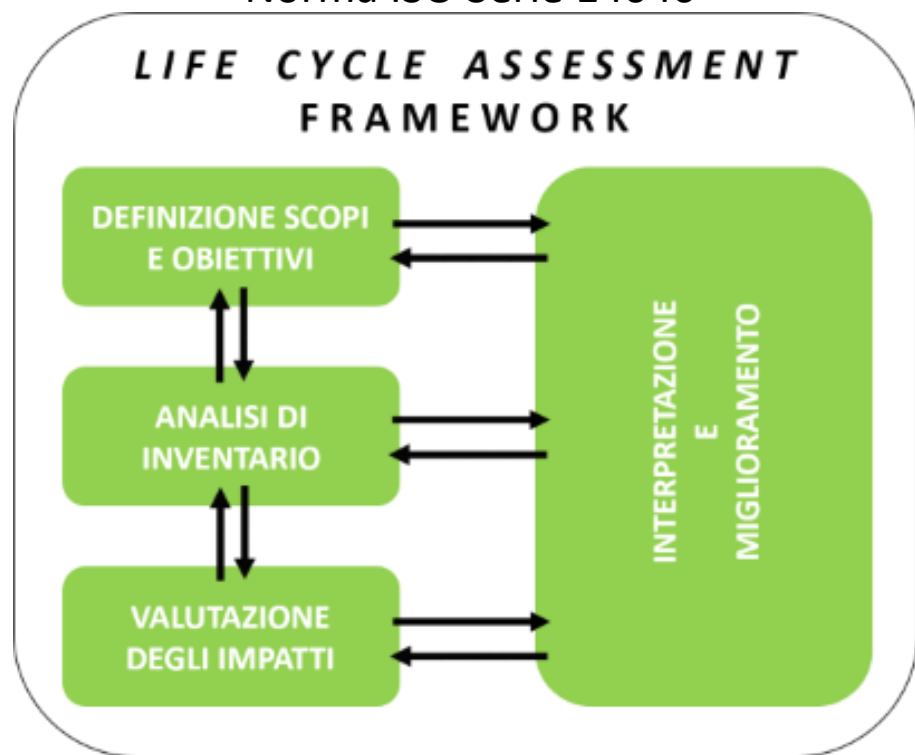
- **Absolute-based approach**
  - > Riduzione delle emissioni assolute [tonCO<sub>2</sub>eq]
- **Sector-based approach**
  - > Riduzione dell'intensità fisica [tonCO<sub>2</sub>eq/dato di attività]
- **Economic-based approach**
  - > Riduzione dell'intensità economica [tonCO<sub>2</sub>eq/Gross Profit]



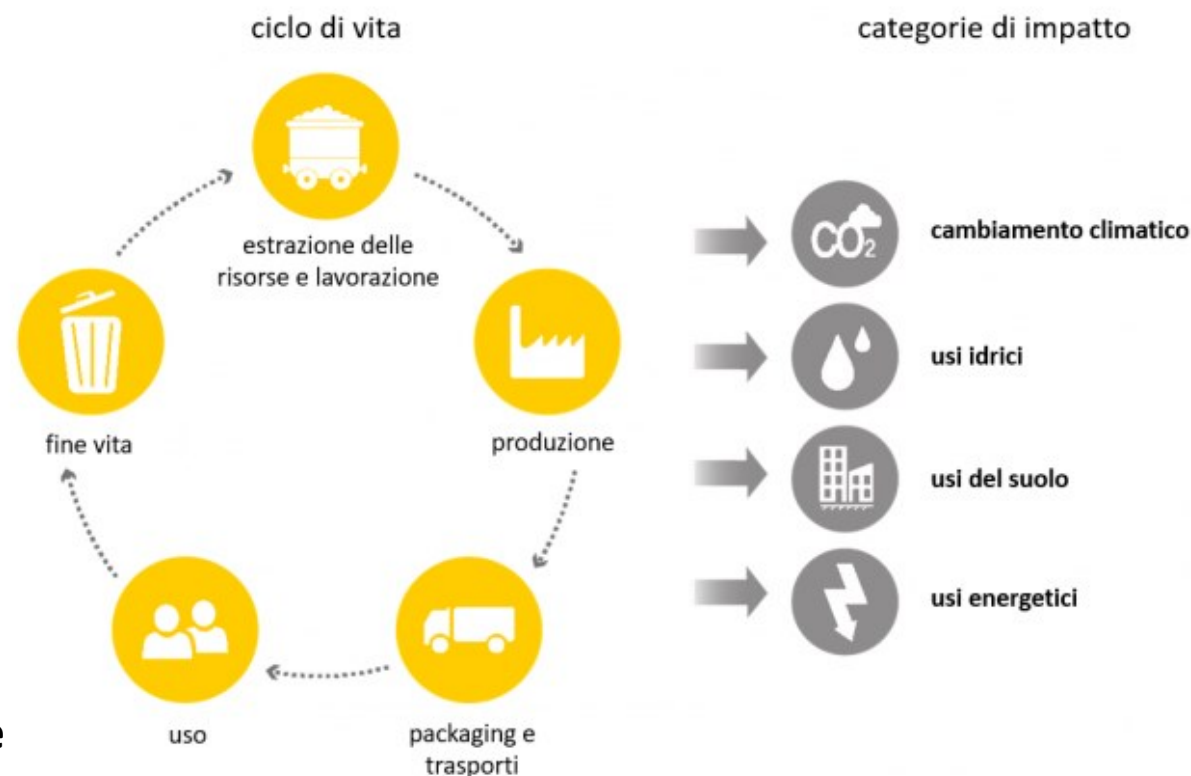
# LIFE CYCLE THINKING

**Metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("dalla Culla alla Tomba").**

Norma ISO Serie 14040

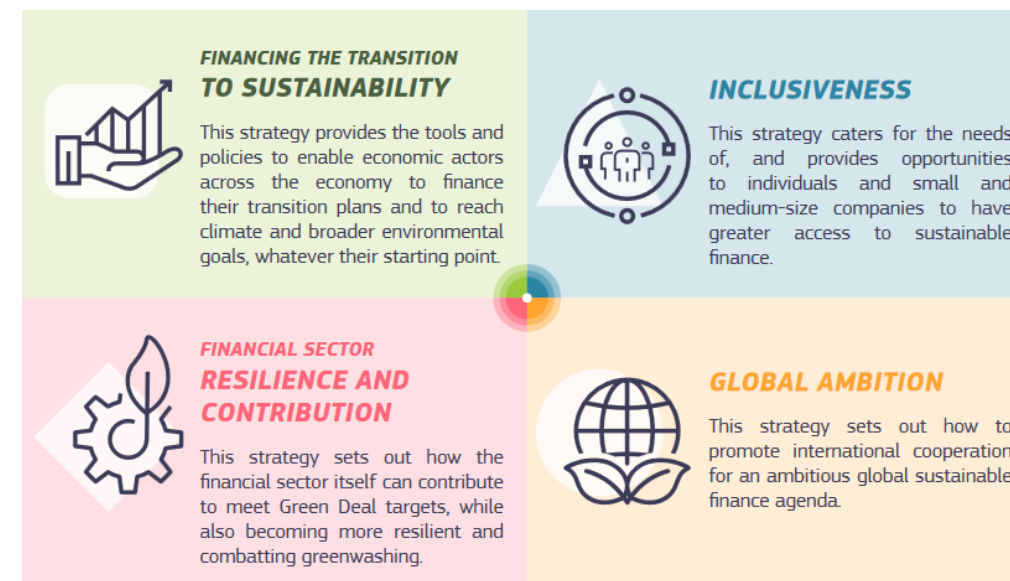


LCA – Life Cycle Assessment (Valutazione di ciclo di vita)



**Ciclo di vita** centrale nel Piano di Azione Economia Circolare



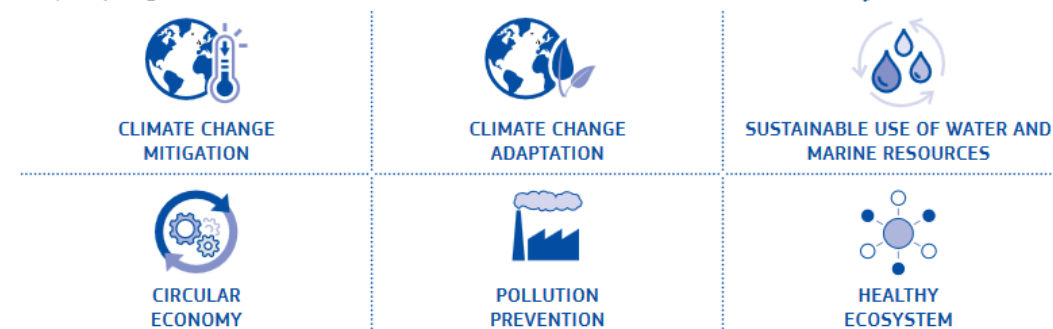


## 1

### A UNIFIED EU GREEN CLASSIFICATION SYSTEM - 'TAXONOMY'

to determine if an economic activity is environmentally sustainable based on harmonised EU criteria. The European Parliament adopted its report in March 2019. In June 2019, the Technical Expert Group on Sustainable Finance published the first classification system – or taxonomy – for environmentally-sustainable economic activities. This aims to provide guidance for policy makers, industry and investors on how best to support and invest in economic activities that contribute to achieving a climate neutral economy.

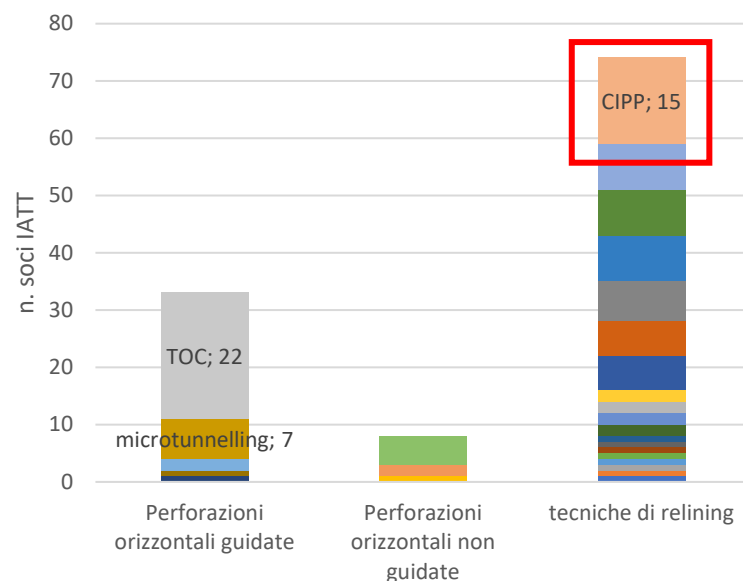
To qualify as green, an investment would need to contribute to at least one of these **six objectives**:



# **ANALISI COMPARATIVA DEL CICLO DI VITA DELLE TECNOLOGIE TRENCHLESS E CONVENZIONALI**

# SCELTA della TECNICA TRENCHLESS

## 1. ANALISI ASSOCIATI IATT



- TOC
- Risanamento NO DIG VERTICALI
- SLIP LINING
- PIPE BURSTING
- U-LINER
- TBM
- RISANAMENTO PUNTUALE
- Slim liner
- Subline
- Roll down
- Pipe Jacking
- PART LINER
- PULL IN
- CIPP
- CML
- microtunnelling
- PIPE COATING
- Spingitubo
- Spry Lining
- Mole
- CLOSE FIT
- Direct Pipe
- Hose Lining
- TUB IN
- Auger Boring
- altro

ANALISI PRIORITARIA SU:

✎ RISANAMENTO DI INFRASTRUTTURE ESISTENTI

➔ **i. Cured-In-Place Pipe (CIPP)**

✎ POSA IN OPERA DI NUOVE INFRASTRUTTURE

**i. Trivellazione orizzontale controllata**  
**ii. Microtunneling**

## 2. ANALISI PROGETTI DELLE Utilities

	ACQUEDOTTO	FOGNATURA
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>18</b>
<b>CIPP</b>	<b>4</b>	<b>13</b>
<b>MICROTUNNELING</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>SPINGITUBO</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>TOC</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

infrastruttura	Tecnologia no dig	utilità	DIAMETRI (mm)	LUNGHEZZE (m)	CONDOTTA ESISTENTE	NOTE	complet.	n. progetti
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	200	40	ACCIAIO		/	1
ACQUEDOTTO	CIPP	CAP	300	530	ACCIAIO		si	1
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	500	150	ACCIAIO		/	1
ACQUEDOTTO	CIPP	MM	1200		ACCIAIO	CENTRO STORICO	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	250	115	GRES		si	1
FOGNATURA	CIPP	MMS	300	45	CLS	forte antropizzazione	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	300	35	CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	600	430	CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	630	340	ACCIAIO	condotta premente	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	800	205	CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	800	34	PVC	collettore estrazione fango	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	1000	417	CLS	acque parassitarie	si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	1200	350	CLS	extraurbano	in corso	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	1200	1300	CLS	extraurbano - ci passa anche la fibra ottica	concluso	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	600/800	100	CLS E PVC		si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	600/800	450	CLS	centro abitato	si	1
FOGNATURA	CIPP	MM					si	1
ACQUEDOTTO	MICROTUNNELING	MMS	600		ACCIAIO	attraversamento SS	si	1
FOGNATURA	MICROTUNNELING	CAP	500	346	GRES	alta intensità traffico	in corso	1
FOGNATURA	MICROTUNNELING	HERA	1600	985	CLS		si	1
ACQUEDOTTO	SPINGITUBO	CAP	500	30	ACCIAIO	attr. Ferroviario	in corso	1
ACQUEDOTTO	SPINGITUBO	MMS	800	50	ACCIAIO		no	1
FOGNATURA	SPINGITUBO	CAP	800	28	CLS	attr. Ferroviario	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMS	280	880	PEAD	CENTRO STORICO	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	250	80	ACCIAIO	controtubo in PEAD De450	in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMS	800	600	PEAD		no	1
FOGNATURA	TOC	MMS	450	160	PEAD	forte pendenza	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	355	100	PEAD		in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	500	80	ACCIAIO		in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	200	80	GHISA SFEROIDALE		si	1



# TECNICA Cured-In-Place-Pipe (CIPP)

## 4. OPERE ACCESSORIE

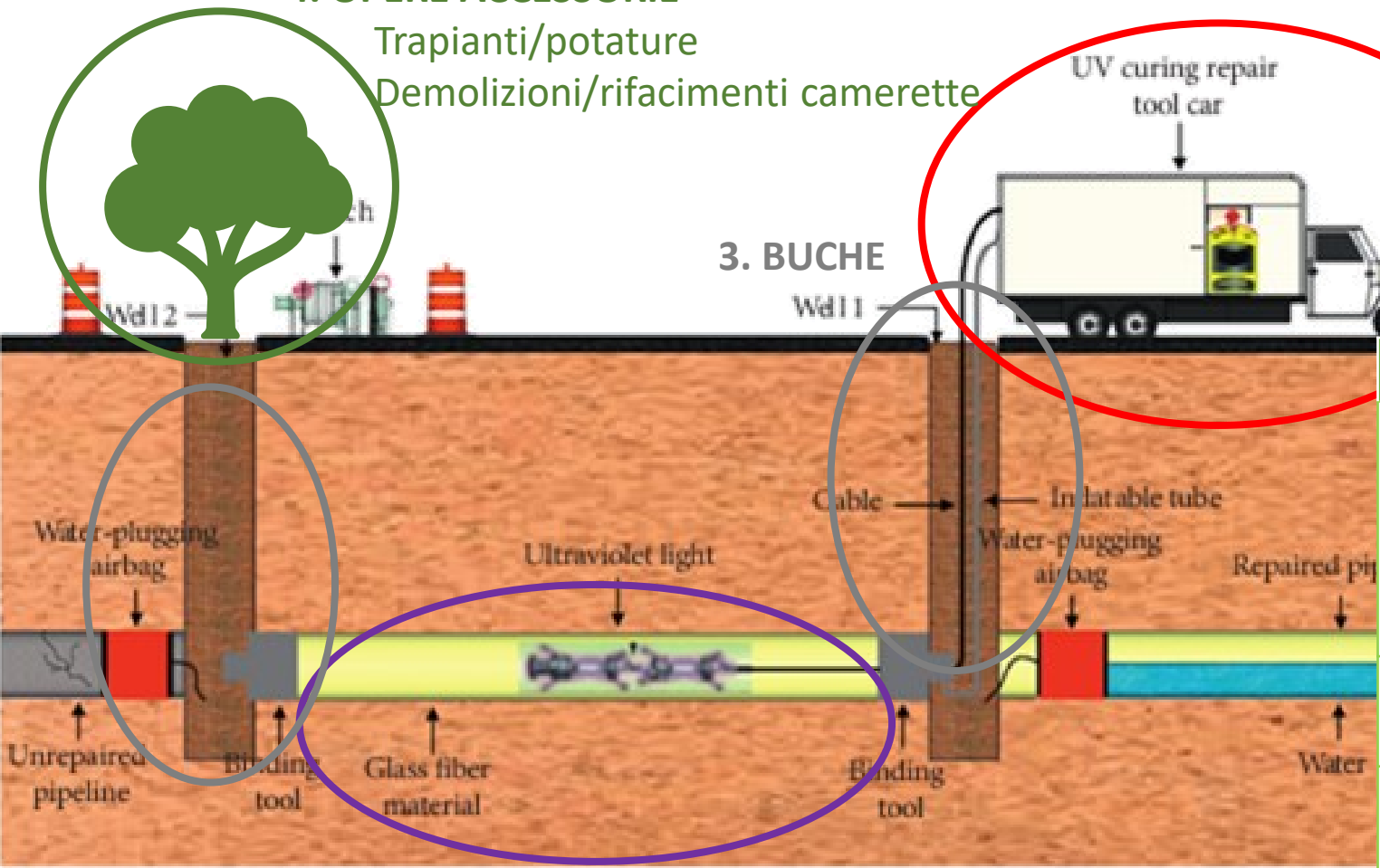
Trapianti/potature

Demolizioni/rifacimenti camerette

## 1. CONSUMI DI CARBURANTE

## 3. BUCHE

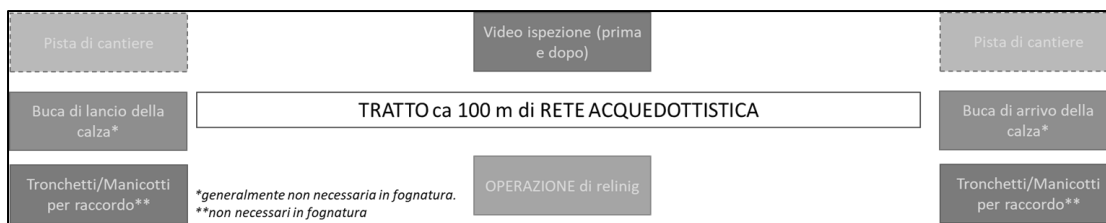
## 2. LINER/CALZA



Fasi di analisi	Singoli elementi funzionali
<b>A. Realizzazione</b>	1. Consumi di carburante
	2. Liner/calza
	3. Buche (scavi/ripristini)
	4. Opere accessorie
<b>B. Gestione ordinaria ed esercizio</b>	In corso di approfondimento
<b>C. Gestione straordinaria o fine vita</b>	In corso di approfondimento

1. Analisi tecnico-scientifica (manualistica, casi studio contestualizzati, etc)
2. Analisi di progetti esecutivi di interventi già realizzati (forniti da gestori del SII)
  - i. NO DIG
  - ii. SCAVO A CIELO APERTO
3. Sezionamento degli interventi (progetti esecutivi utilities) in tratti semplici senza opere accessorie
4. Modellazione e analisi di Ciclo di Vita dal caso specifico (da progetto esecutivo) e confronto con tecnologia convenzionale a scavo a cielo aperto
5. **Analisi del Ciclo di vita su caso modello rappresentativo dei progetti analizzati**

# ANALISI GENERALIZZATA DELLA TECNICA CIPP



## 1. Schematizzazione della tecnica CIPP



## 2. Traduzione in sistema LCA



ref.  
ricerche

### TECNOLOGIA CURED-IN-PLACE PIPE

#### a) Materiali impiegati nella realizzazione del liner/calza

LUNGHEZZA TRATTO m	DIAMETRO CONDOTTA mm	SPESORE LINER mm	MATERIALI Es: resina, indurente, etc.	QUANTITA' kg

#### b) Lista delle attrezzature e stima dei consumi

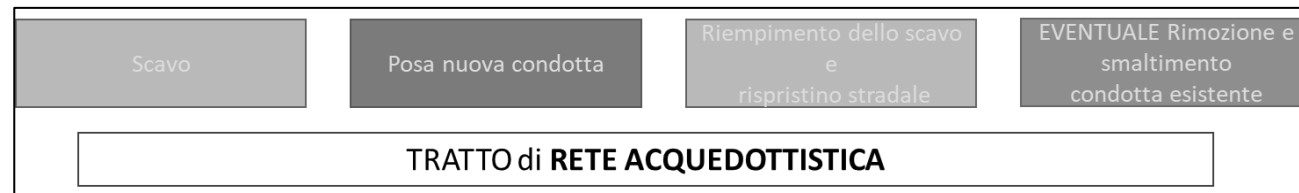
LUNGHEZZA TRATTO m	DIAMETRO CONDOTTA mm	MACCHINARI/ATTREZZATURA	FASE/USO	COMBUSTIBILE	POTENZA (hp/kW, ecc.)	QUANTITÀ ore di lavoro
		Elencare le attrezzature necessarie, specificandone la potenza e una stima delle ore di lavoro*	Ispezione, inversione, indurimento, ecc.	gasolio, benzina, energia elettrica	specificare	ore di lavoro
		Furgone attrezzatura				
		Furgone video ispezione				
		Auto spurgo				
		Idropulitrice per pulizia condotta				
		Camion con gru				
		Compressore				
		Furgone refrigerato				
		Boiler truck per indurimento termico				
		Gruppo elettrogeno				

\*Se ne riportano alcune di esempio

FORNITORE	A	A	B	C	C	C	C	C	C	C	LETTERA
SCHEDA N	1	2	3	4min	4 max	media 4	5min	5max	media 5	max lett	TURA
<b>CIPP</b>	termico	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	termico	
lunghezza intervento	m	93	95	60	86	86	86	163	163	163	35357
DN	mm	400	300	600	500	500	500	600	600	600	300
spessore liner	mm	9	6	4	5	5	5	6	6	6	4
<b>CALZA</b>											
resina	kg/m	9									
indurente	kg/m	2									
liner	kg/m	1									
peso totale	kg/m	12			19	19		24	24		
peso rispetto spessore	kg/m/mm	0			0	0		0	0		
distanza dal produttore	km	500	500		600	600		600	600		
<b>MACCHINARI</b>											
furgone attrezzatura	l tot (gasolio)	20	20	36	16	68	42	32	136	84	383
Furgone video ispezione	l tot (gasolio)	10	10	40	40	40	40	40	40	40	
Auto spurgo	l tot (gasolio)	90	90	120	120	120	240	240	240	240	383
camion con gru	l tot (gasolio)	40	80	240				160	160	160	
furgone cassonato	l tot (gasolio)	-	-		8	8	8				6135
Furgone con impianto robot					40	68	54	80	136	108	
furgone attrezzato UV					40	68	54	80	136	108	
sistema fotoindurimento	l tot (gasolio)				80	143	111	160	285	223	
gruppo elettrogeno	l tot (gasolio)	80	80	120							1534
trasportatore	l tot (gasolio)			??							
laboratori mobile impregnazione in s	l tot (gasolio)	40									
compressore	l tot (gasolio)	10	4								767
Boiler truck per indurimento termico	l tot (gasolio)	120									
furgone refrigerato	l tot (gasolio)										3068
segnaletica	l tot (gasolio)										614
TOT	l tot (gasolio)	410	284	556	344	515	429	792	1134	963	12884
riproporzionati a 100 m di lancio	l tot (gasolio)	441	299	927	400	599	499	486	696	591	36

## 3. Dati di input per LCA da analisi letteratura tecnico-scientifica e indagine condotta tra gli associati di IATT

# ANALISI GENERALIZZATA TECNICA DI SCAVO A CIELO APERTO



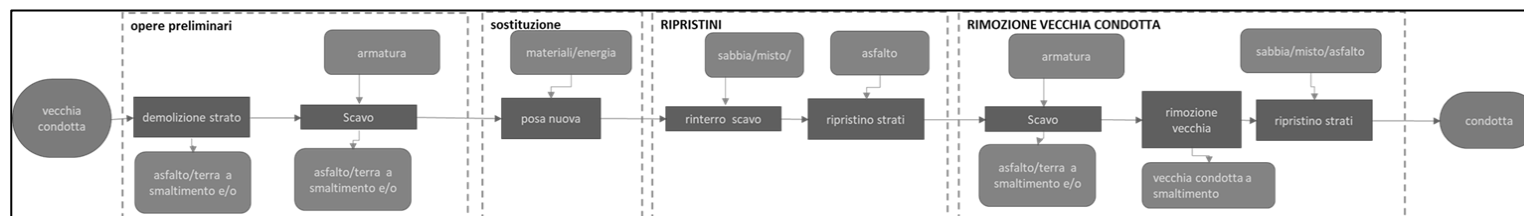
## 1. Schematizzazione della tecnica CIPP



## 2. Traduzione in sistema LCA



## 3. Generalizzazione dei dati in input per LCA da analisi tecnico-scientifica



				Esec. N1	Esec n.2	«buona pratica» (Da Deppo et al, 2003)
DISFACIMENTO DEMOLIZIONI	Larghezza scavo	cm	Larghezza	110 + DN	80 + DN	80 + DN
	Demolizione massciata stradale	cm	Spessore	25	30 + 15	Dipende dal carico stradale
	Disfacimento manto in asfalto su marciapiede	cm	Spessore	2	-	Dipende dal carico stradale
	Demolizione massetto/sottofondo (marciap.)	cm	Spessore	12	-	Dipende dal carico stradale
SCAVO	Rimozione terra di coltivo	cm	Spessore	30	-	Dipende dal carico stradale
	Scavo a sezione obbligata in strada	cm	Profondità tot	135 + DN + 25 (strada)	110 + DN + 45 (strada)	150 + DN
	Scavo a sezione obbligata in marciapiede	cm	Profondità tot	146 + DN + 14 (marciapiede)		150 + DN
	Scavo a sezione obbligata in area verde	cm	Profondità tot	190 + DN + 30 (terra)		150 + DN
RINTERRI	Sabbietta 0/6 mm di tipo riciclato	cm	Spessore	10 per letto + rinfiacco +10 sopra	10 per letto + rinfiacco +10 sopra	10 per letto + rinfiacco +10 sopra
	Misto naturale (tout-venant)	cm	Spessore	60-126	90	Dipende dal carico stradale
	Misto cementato	cm	Spessore	50		Dipende dal carico stradale
	Conglomerato bituminoso	cm	Spessore	15	15	Dipende dal carico stradale
	Binder	cm	Spessore	7	3	Dipende dal carico stradale
	Massetto sottofondo	cm	Spessore	12		Dipende dal carico stradale
	Manto in asfalto colato	cm	Spessore	2		Dipende dal carico stradale
	Terra di coltivo	cm	Spessore	30-80		Dipende dal carico stradale
SMALTIMENTI	Massicciate stradali/asfalti	t/m3	m3 di scavo		2.00	2
	Terre di scavo	t/m3	m3 di scavo		1.80	1.8

# RISULTATI ATTESI LCA

- 1 Suddivisione dell'intervento nelle seguenti fasi:
  - a. **MATERIE PRIME** (estrazione e produzione dei materiali)
  - b. **FASE ESECUTIVA** (fase di cantiere)
  - c. **TRASPORTO** dei materiali da e verso il cantiere
  - d. **SMALTIMENTO/RECUPERO**

- 2 Quantificazione degli impatti con **RECIPE 2008 MIDPOINT** (LCIA Method).

Impact category	u.m.
EUTROFIZZAZIONE	kg P-Eq
ECOTOSSICITA'	kg 1,4-DCB-Eq
TOSSICITA' UMANA	kg 1,4-DCB-Eq
ESAURIMENTO MINERALI	kg Fe-Eq
OCCUPAZIONE DI SUOLO	m <sup>2</sup> x y
RIDUZIONE dell'OZONO	kg CFC-11-Eq
ESAURIMENTO FONTI FOSSILI	kg oil-Eq
ESAURIMENTO RISORSE IDRICHE	m <sup>3</sup> of water
CAMBIAMENTO CLIMATICO	kg CO <sub>2</sub> -Eq
ACIDIFICAZIONE TERRESTRE	kg SO <sub>2</sub> -Eq
FORMAZIONE DI PARTICOLATO	kg PM10-Eq
RADIAZIONI IONIZZANTI	kg U235-Eq

## 3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI:

1. Individuazione delle categorie maggiormente impattanti tramite fattori di **NORMALIZZAZIONE** ([Huijbregts et al. 2016](#)) che rendono adimensionali i valori delle categorie.

*Fattore di normalizzazione = impatto provocato dal cittadino medio europeo in 1 anno a causa delle attività umane, in Europa*

2. Impatto ambientale delle differenti tecnologie/scenari per intervento specifico o generalizzato
3. Confronto relativo tra DIG e no DIG, come miglioramento/peggioramento delle performance ambientali.

# MODELLO ZERO: progetto specifico

Gestore	MM	
tipologia di intervento	rinnovamento tubazione acquedottistica	
AREA DI INTERVENTO	PERIURBANO	
stato progetto	esecutivo	
Lunghezza Intervento (m)	370	
Condotta esistente	DN1200 in ACCIAIO	
Tecnologia	CIPP TERMICO	SCAVO A CIELO APERTO
Dopo intervento	liner semi-strutturale (12 mm)	ACCIAIO o PEAD

Gestore	MM	
tipologia di intervento	rinnovamento tubazione acquedottistica	
AREA DI INTERVENTO	URBANO	
stato progetto	esecutivo	
Lunghezza Intervento (m)	370	
Condotta esistente	DN1200 in ACCIAIO	
Tecnologia	CIPP TERMICO	SCAVO A CIELO APERTO
Dopo intervento	liner semi-strutturale (12 mm)	ACCIAIO o PEAD

tecnologia	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	Materiale nuova condotta	NOTE
CIPP	1	<b>Periurbana: ZONA VERDE Non asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti	-	Da progetto CIPP MM
SCAVO A CIELO APERTO	2			ACCIAIO	Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)
SCAVO A CIELO APERTO	3		80% Riutilizzo in loco	ACCIAIO	Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)
SCAVO A CIELO APERTO	4			PEAD	Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)
CIPP	5	<b>URBANO: Area asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)
SCAVO A CIELO APERTO	6			ACCIAIO	Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)
SCAVO A CIELO APERTO	7			PEAD	Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)
SCAVO A CIELO APERTO	8			ACCIAIO	Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)



# MODELLI RAPPRESENTATIVI DEI PROGETTI ANALIZZATI

TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	Materiale nuova condotta	Rimozione vecchia condotta	DN (mm)
CIPP	PU.1	<b>Periurbana: ZONA VERDE Non asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti	-		200 500 800 1200
SCAVO A CIELO APERTO	PU.2A			PEAD	<i>Affiancamento e rimozione vecchia</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	PU.2B			PEAD	<i>Solo affiancamento</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	PU.3A		80% Riutilizzo in loco	ACCIAIO	<i>Affiancamento e rimozione vecchia</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	PU.3B			ACCIAIO	<i>Solo affiancamento</i>	
CIPP	U.1	<b>URBANO: Area asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-		200 500 800 1200
SCAVO A CIELO APERTO	U.2A			PEAD	<i>Affiancamento e rimozione vecchia</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	U.2B			PEAD	<i>Solo affiancamento</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	U.3A		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	<i>Affiancamento e rimozione vecchia</i>	
SCAVO A CIELO APERTO	U.3B			ACCIAIO	<i>Solo affiancamento</i>	

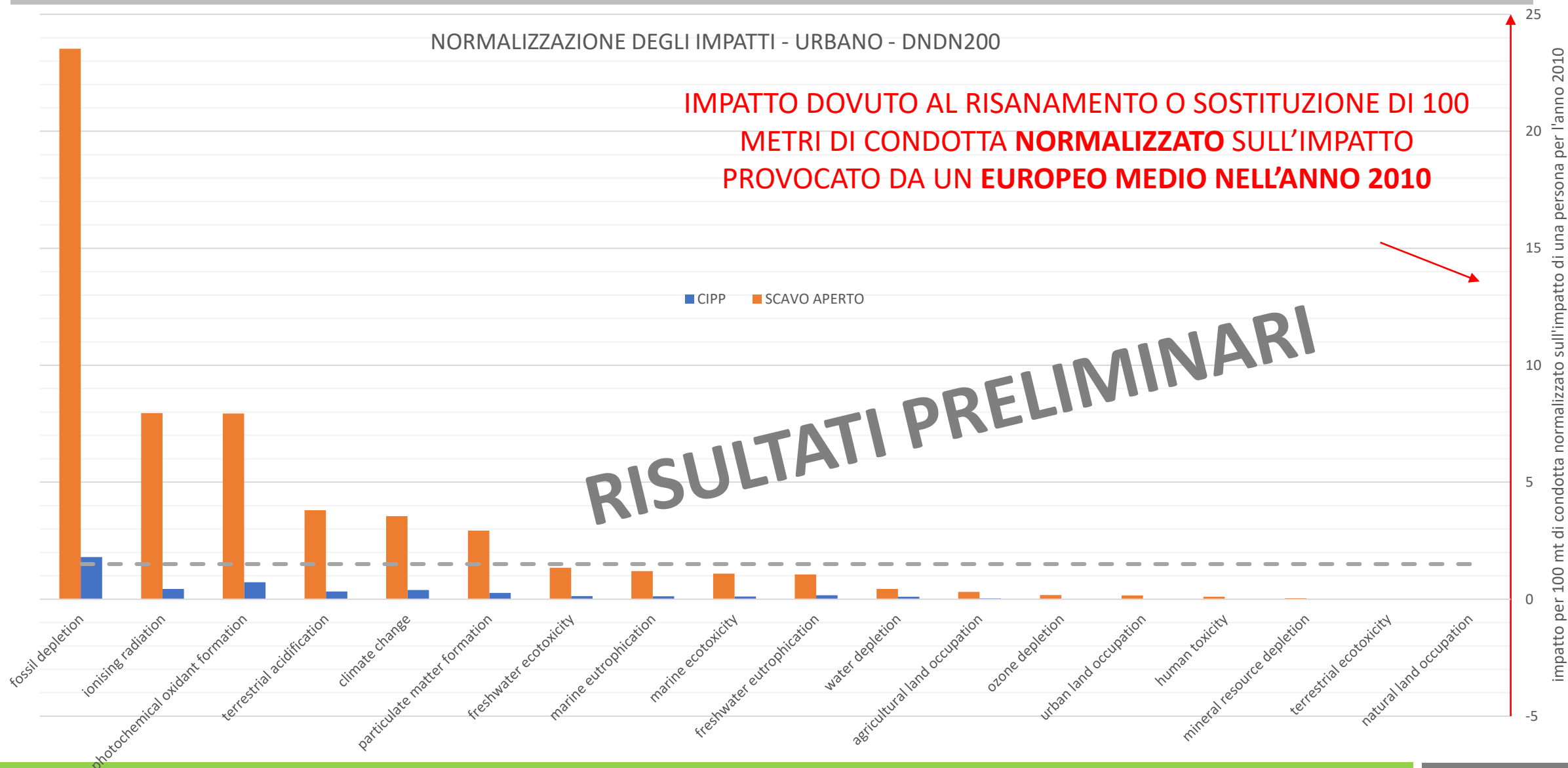
# IPOTESI DI CALCOLO

tecnica	COSA		CONTESTO URBANO	CONTESTO PERIURBANO
CIPP e SCAVO A CIELO APERTO	<b>MATERIALI DI RISULTA</b>	Smaltimento	20% in discarica	
		Recupero	80% in frantoio	80% in cantiere
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
	<b>Materiali di riempimento</b>	Provenienza	100% da cava	80% del materiali di risulta + da cava
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
	<b>Massicciata stradale</b>	Smaltimento	100%	assente
	<b>Sostegno scavo</b>	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili	
CIPP	<b>CALZA/LINER</b>	Produzione	Da Alsadi 2019	
		Trasporto	550 km con furgone 7.5-16 ton EURO4	
	<b>RELINING</b>	Consumi	Da indagine soci IATT	
SCAVO A CIELO APERTO	<b>SCAVO</b>	Profondità	1500 + DN (mm)	
		Larghezza	400 + DN (mm)	
	<b>VECCHIA CONDOTTA</b>	Materiale	ACCIAIO	



# **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI CICLO DI VITA – CONTESTO URBANO**

# URBANO - NORMALIZZAZIONE IMPATTI



# URBANO – NORMALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

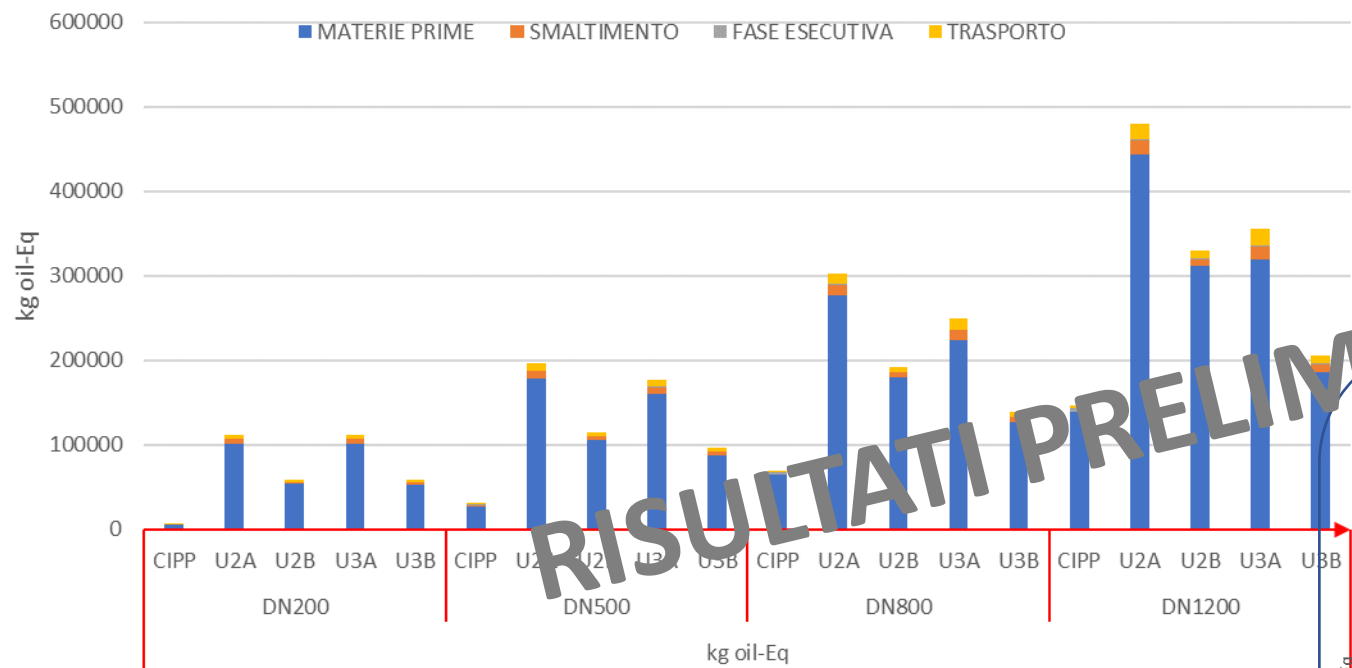
**IMPATTI DOVUTI AL RISANAMENTO O SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010**

CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200	
CLIMATE CHANGE	+	3.5466	6.4274	10.1628	16.4730	
FOSSIL DEPLETION	+	23.5276	40.1891	60.7472	94.2196	
IONISING RADIATION	+	7.9586	12.5939	17.7207	25.3207	
PARTICULATE MATTER FORMATION	+	2.9261	5.2185	8.1127	12.9079	
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	7.9335	13.5230	20.3300	31.3000	
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	+	3.8015	6.4932	9.7866	15.1140	> 1.5
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	-	0.3064	0.5610	0.8181	1.4375	
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	1.3448	2.2839	3.4246	5.2593	
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	1.6551	2.4018	3.5459	6.0899	
MARINE ECOTOXICITY	-	0.0152	1.8938	2.8781	4.4793	
MARINE EUTROPHICATION	-	1.1985	2.1870	3.4619	5.6070	
WATER DEPLETION	-	0.4320	0.9542	1.7239	3.1352	
HUMAN TOXICITY	--	0.1000	0.1812	0.2857	0.4611	
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.0419	0.0889	0.1548	0.2722	
NATURAL LAND OCCUPATION	--	-0.0007	-0.0012	-0.0018	-0.0026	
OZONE DEPLETION	--	0.1779	0.2754	0.3791	0.5270	
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.0003	0.0006	0.0009	0.0015	
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.1568	0.2593	0.3788	0.5644	

# URBANO – FOSSIL RESOURCE DEPLETION (370 m di tratto)



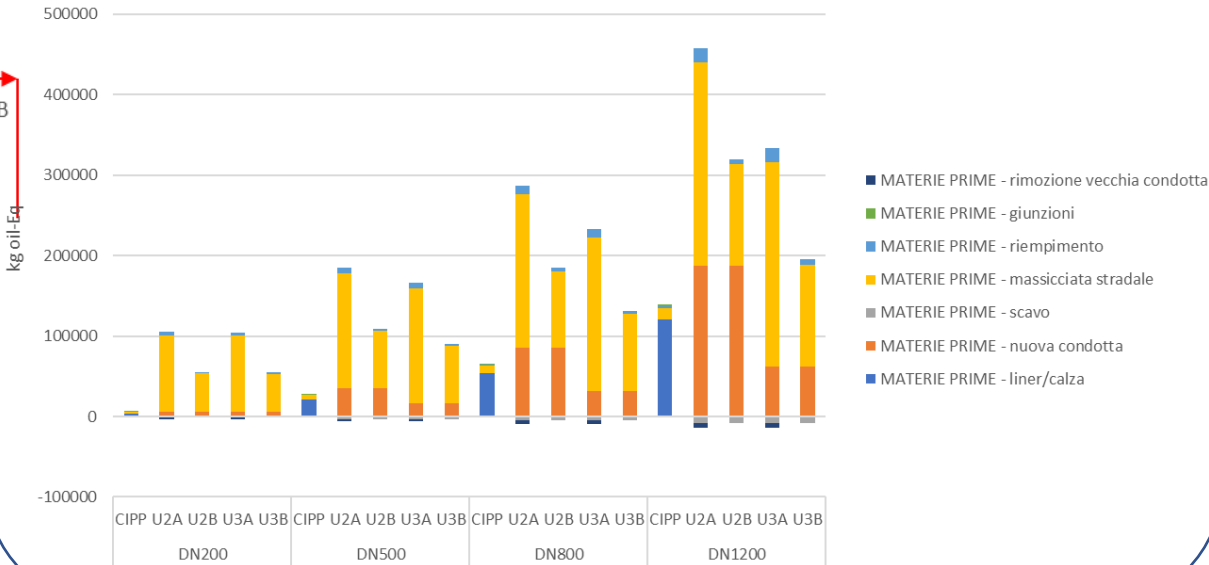
fossil depletion (kg oil-Eq)



Materie prime con impatto più rilevante:  
MASSICCATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)  
LINER (per tecnica CIPP)

TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento

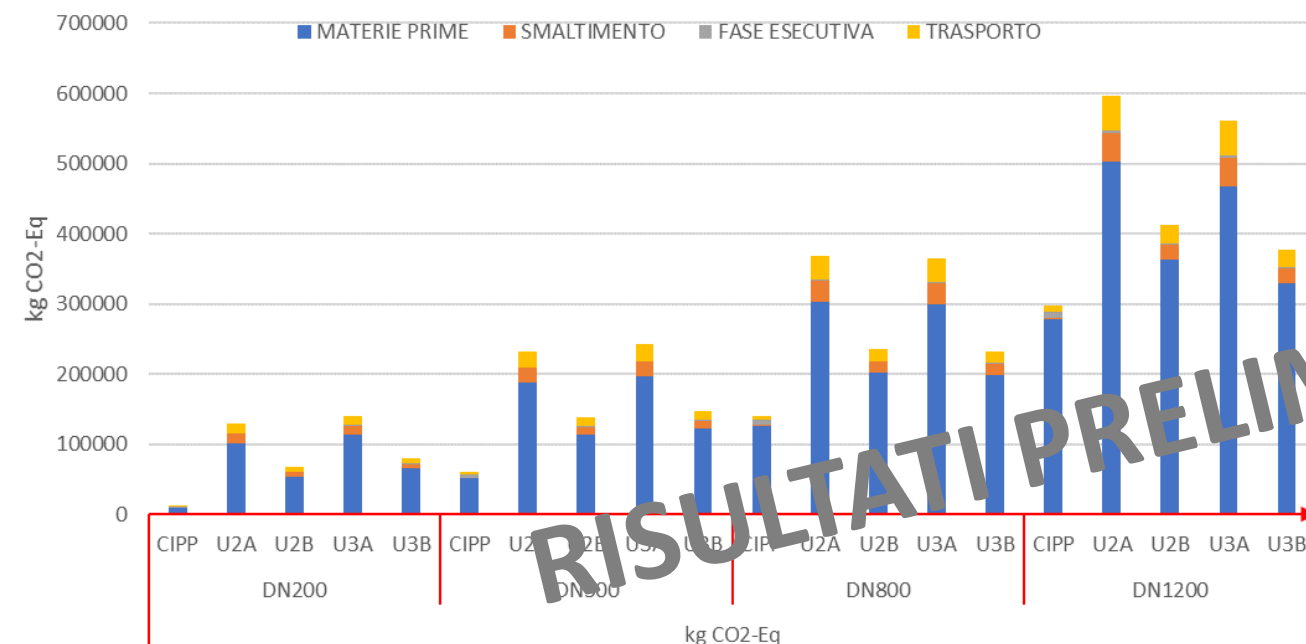
fossil depletion - MATERIE PRIME





# URBANO – CLIMATE CHANGE (370 m di tratto)

climate change (kg CO<sub>2</sub>-Eq)

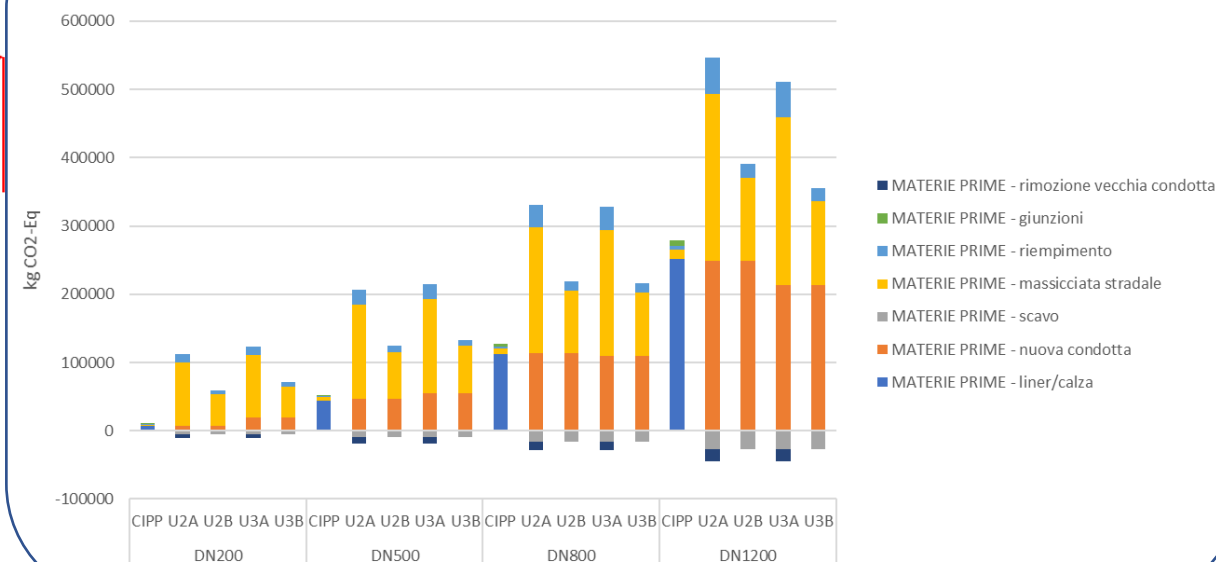


TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento

Materie prime con impatto più rilevante:

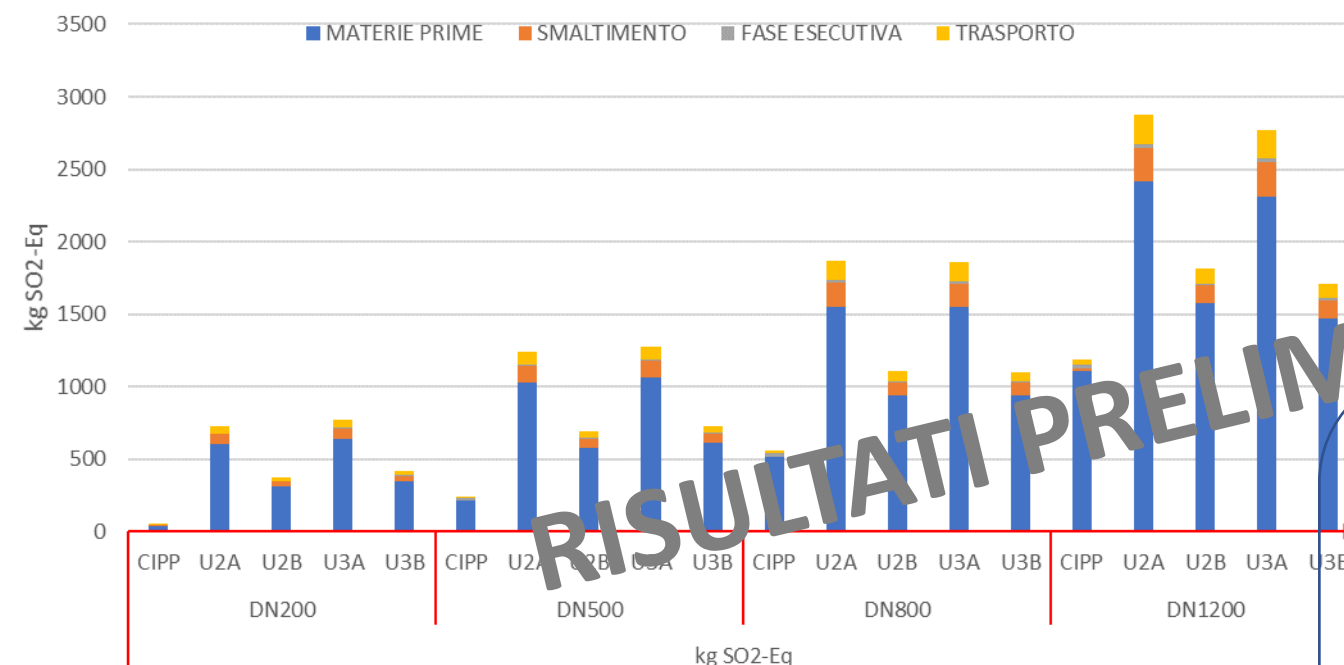
- MASSICCIA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

climate change - MATERIE PRIME



# URBANO – TERRESTRIAL ACIDIFICATION (370 m di tratto)

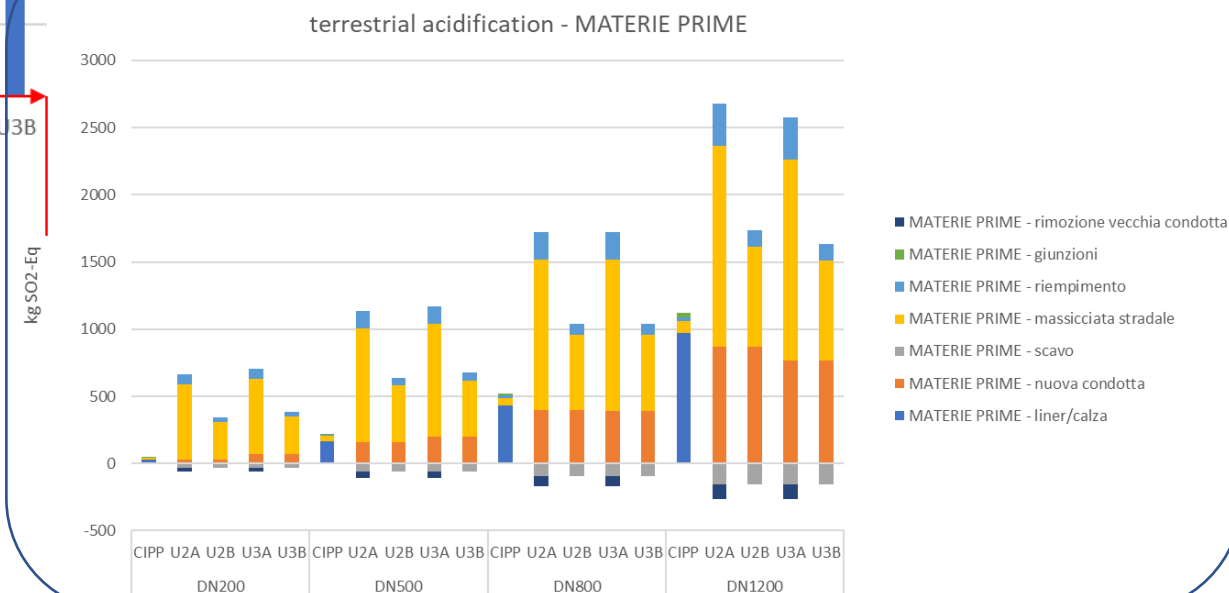
terrestrial acidification (kg SO<sub>2</sub>-Eq)



TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A			ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Solo affiancamento

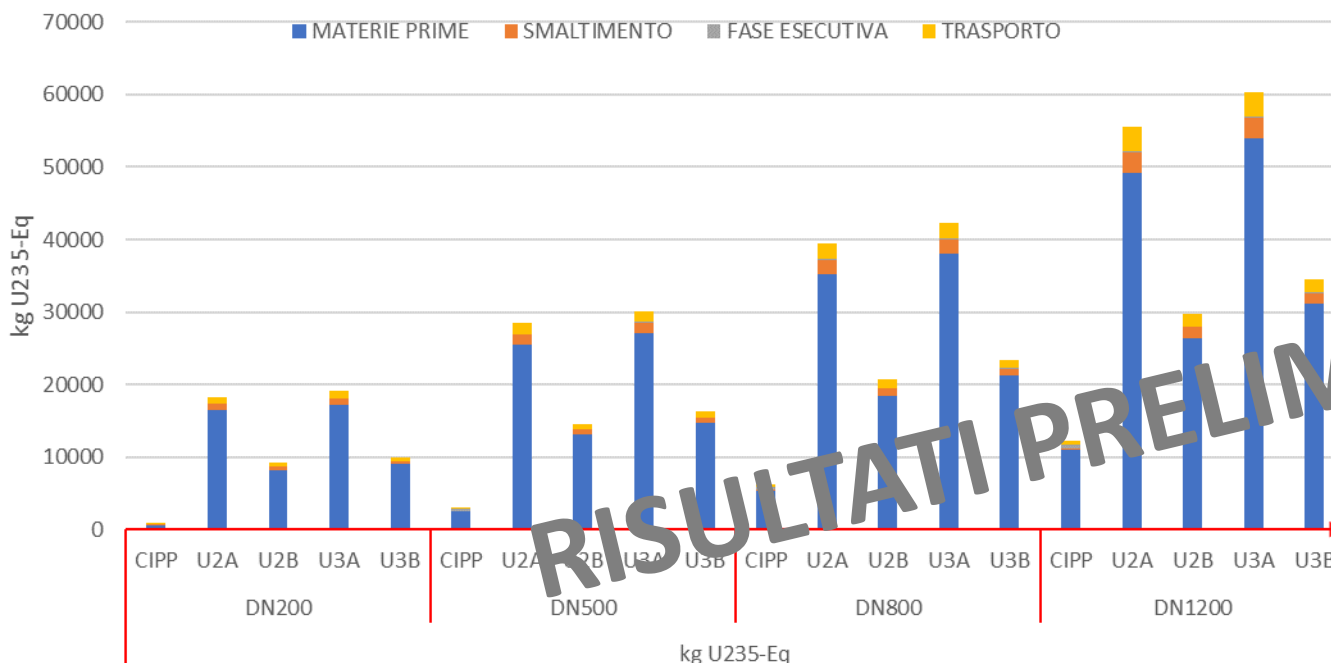
Materie prime con impatto più rilevante:

- MASSICCIA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)



# URBANO – IONISING RADIATION (370 m di tratto)

ionising radiation (kg U235-Eq)

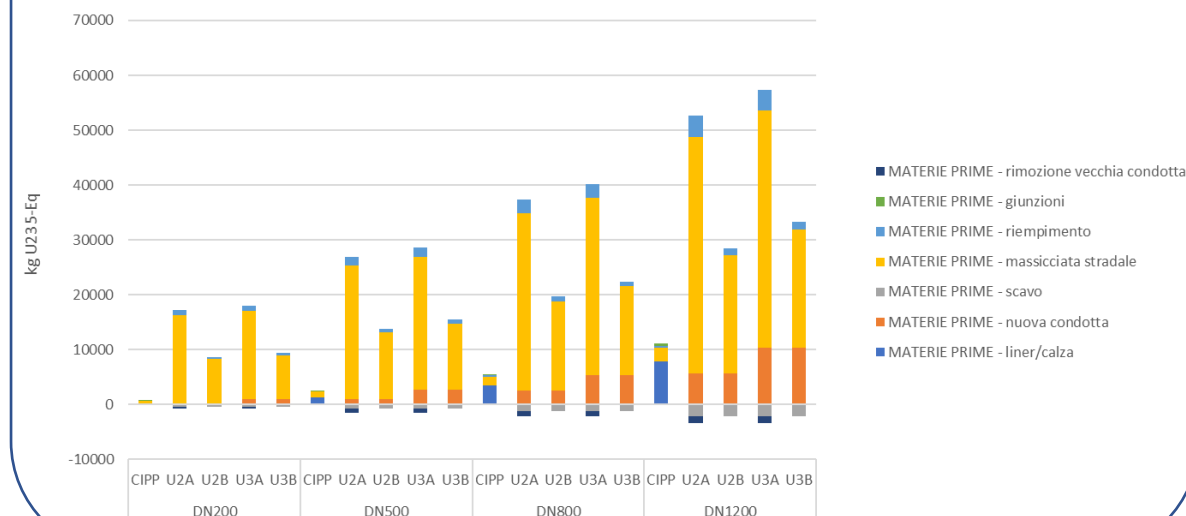


TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A			ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Solo affiancamento

Materie prime con impatto più rilevante:

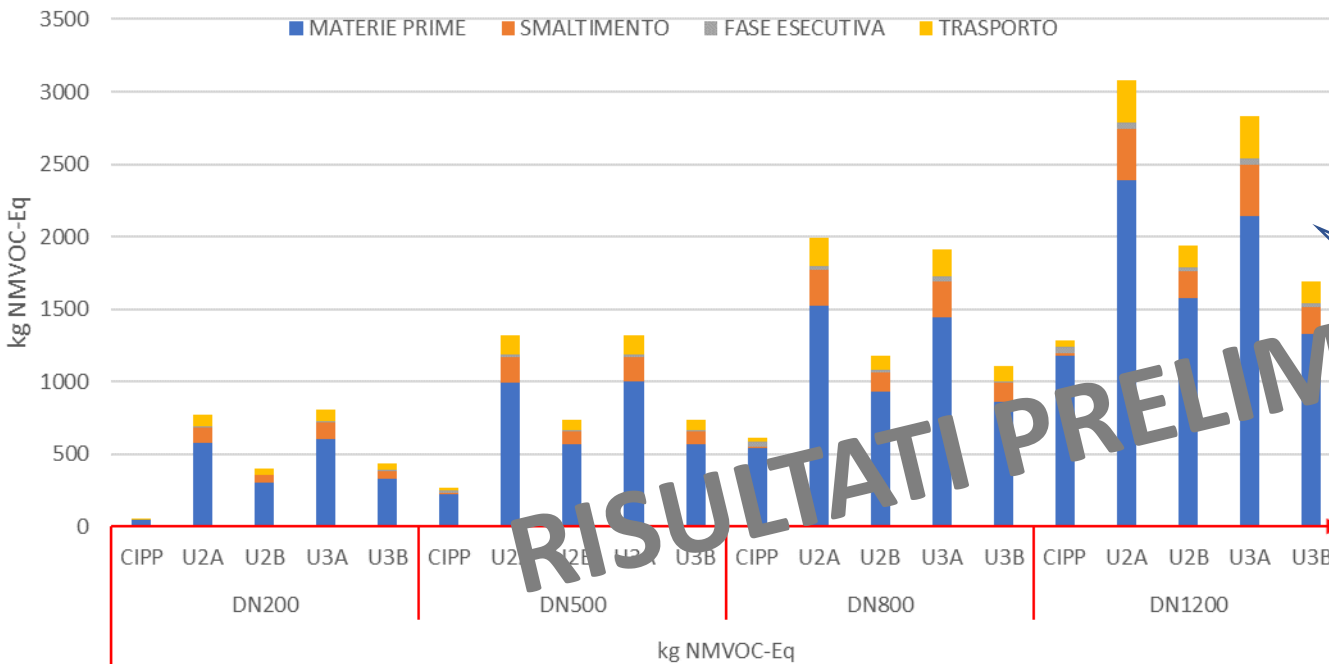
- MASSICCATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

ionising radiation - MATERIE PRIME



# URBANO – PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION (370 m di tratto)

photochemical oxidant formation (kg NMVOC-Eq)

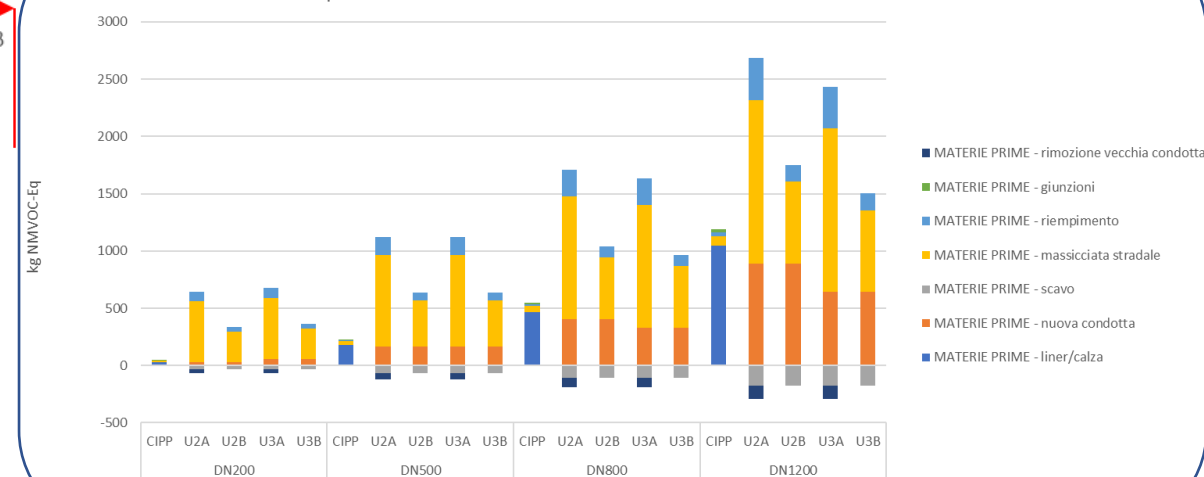


Materie prime con impatto più rilevante:

- MASSICCATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

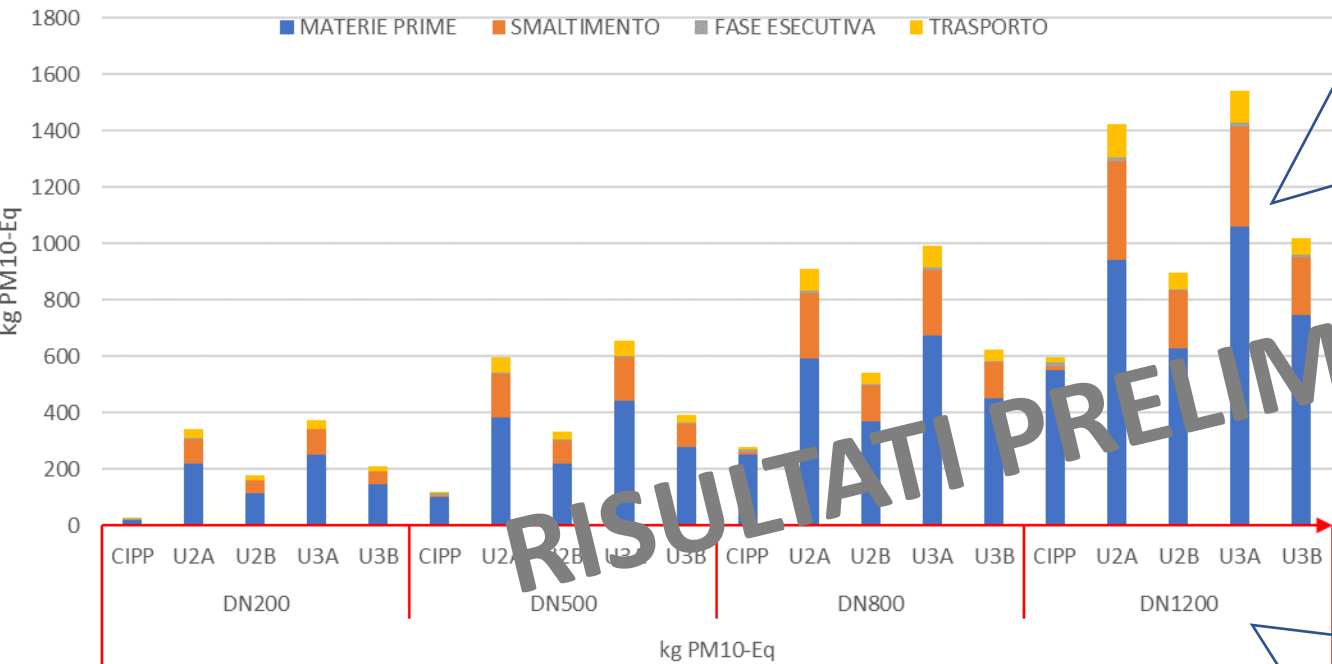
TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento

photochemical oxidant formation - MATERIE PRIME



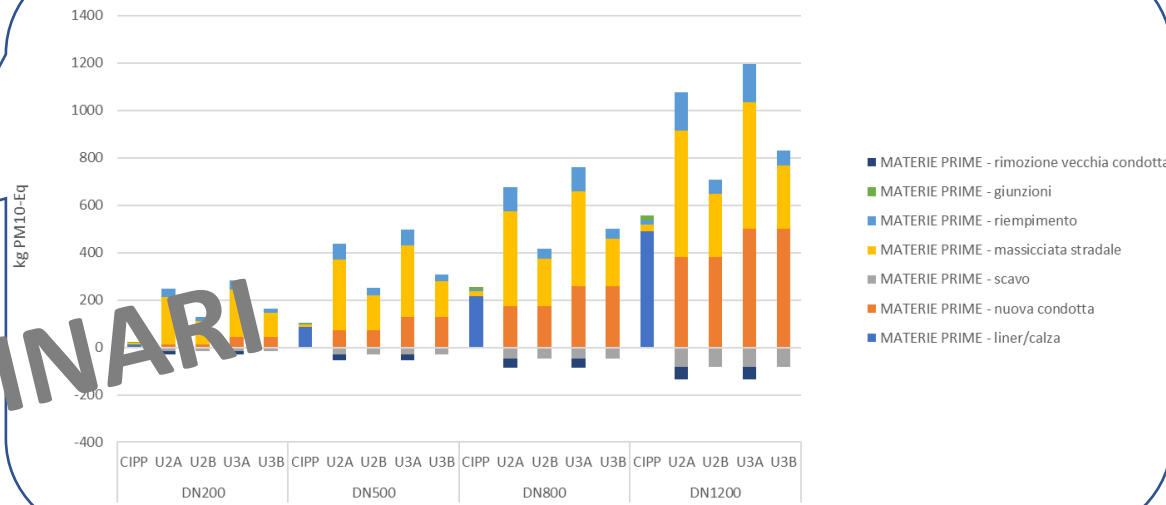
# URBANO – PARTICULATE MATTER FORMATION (370 m di tratto)

particulate matter formation (kg PM10-Eq)

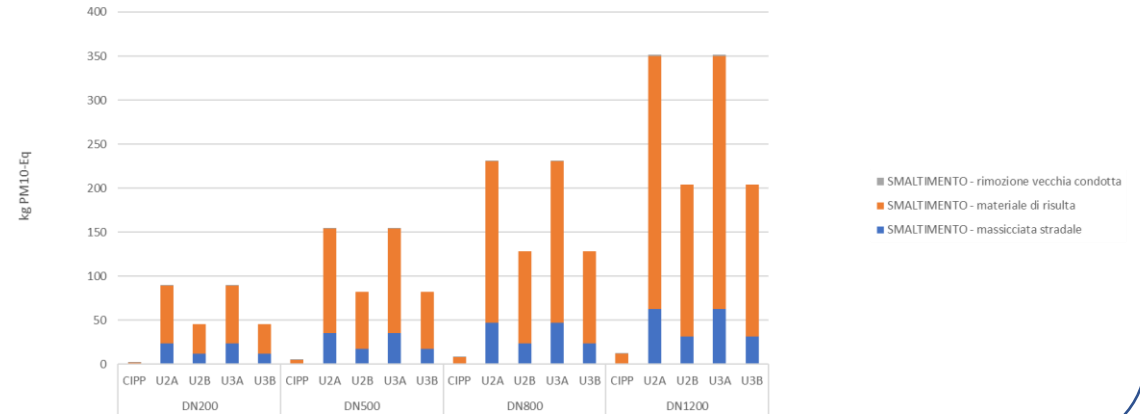


TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	nuova condotta	Rimozione vecchia condotta
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti 80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	
SCAVO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento
SCAVO APERTO	U.3A		ASFALTI 100% a smaltimento	ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia
SCAVO APERTO	U.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento

particulate matter formation - MATERIE PRIME

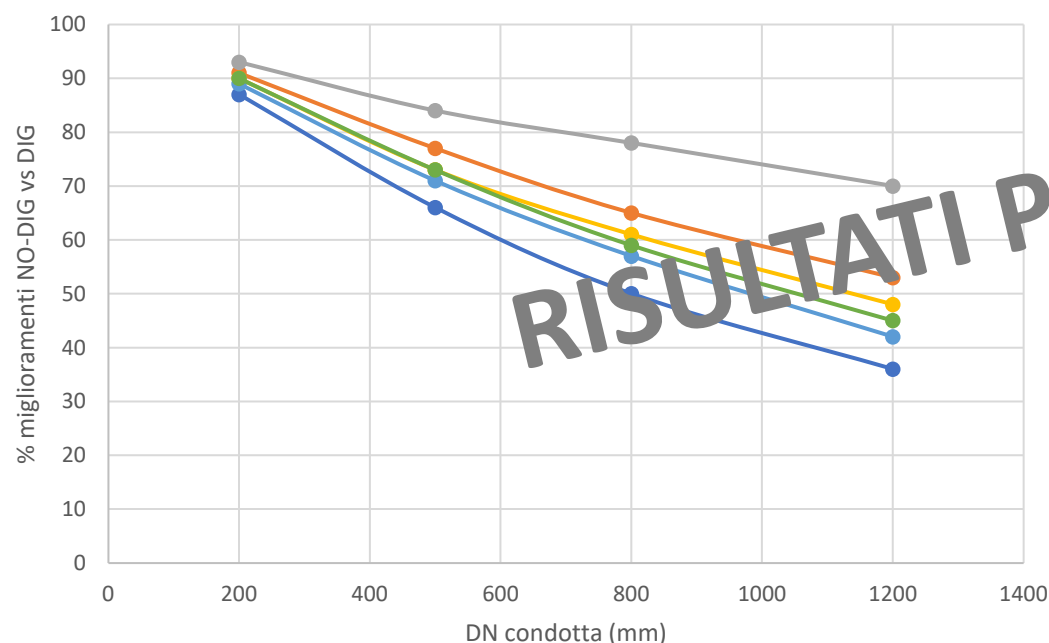


particulate matter formation - SMALTIMENTO

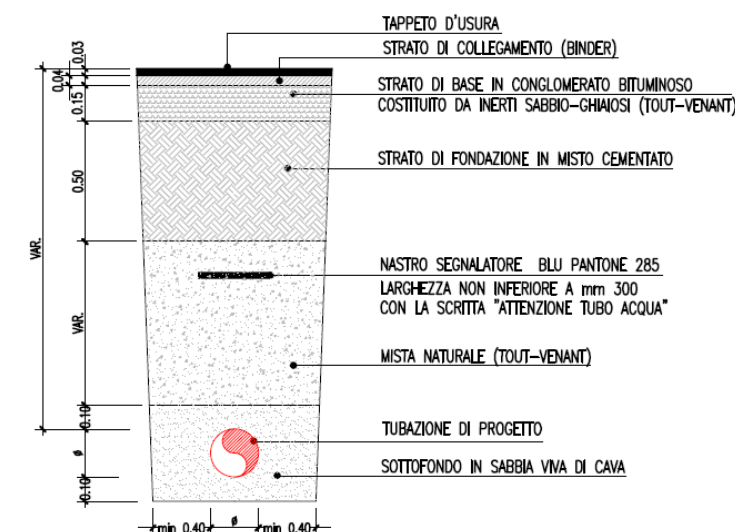


# URBANO - MIGLIORAMENTI CIPP vs SCAVO APERTO

CATEGORIE di IMPATTO	DN200	DN500	DN800	DN1200
CLIMATE CHANGE	87 ± 4%	66 ± 9%	50 ± 12%	36 ± 14%
FOSSIL DEPLETION	91 ± 3%	77 ± 7%	65 ± 11%	53 ± 17%
IONISING RADIATION	93 ± 2%	84 ± 5%	78 ± 7%	70 ± 10%
PARTICULATE MATTER FORMATION	90 ± 3%	73 ± 8%	61 ± 11%	48 ± 13%
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	89 ± 3%	71 ± 9%	57 ± 12%	42 ± 16%
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	90 ± 3%	73 ± 8%	59 ± 11%	45 ± 14%



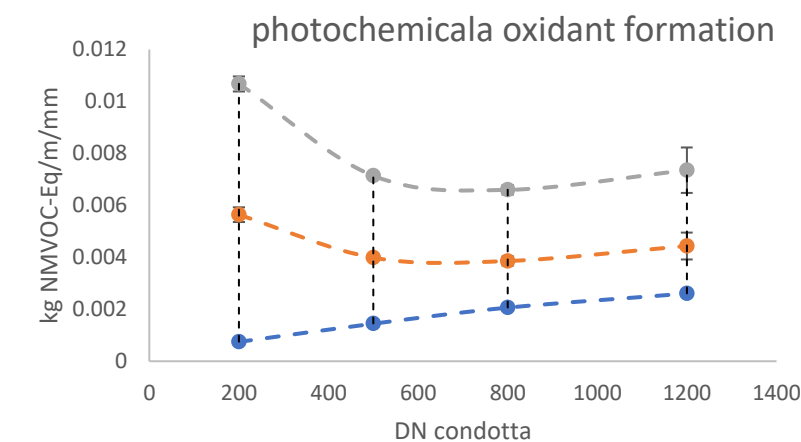
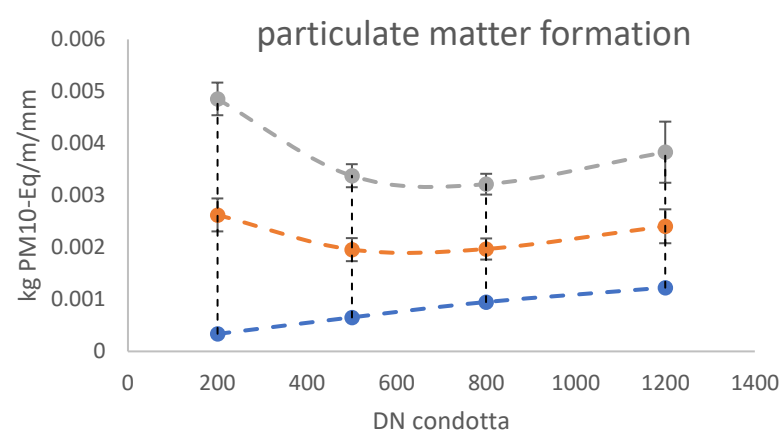
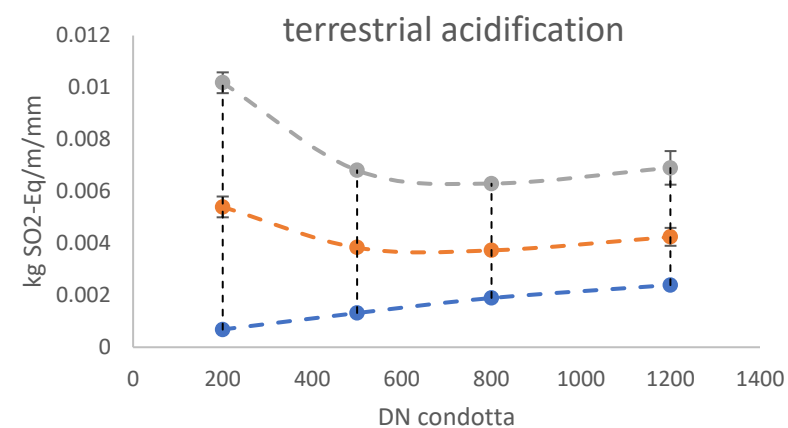
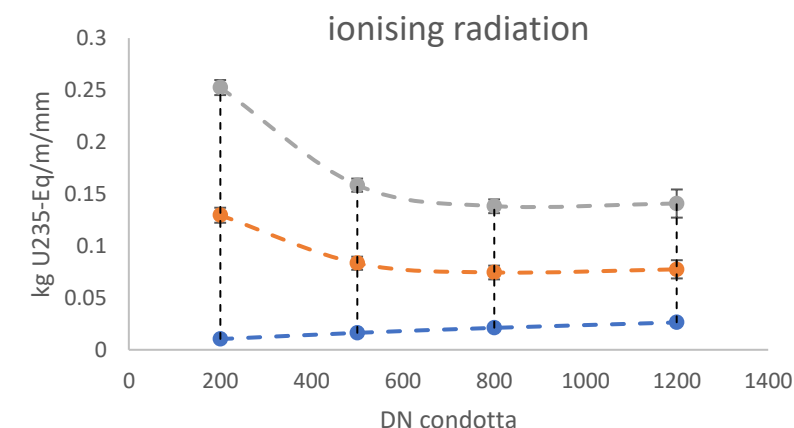
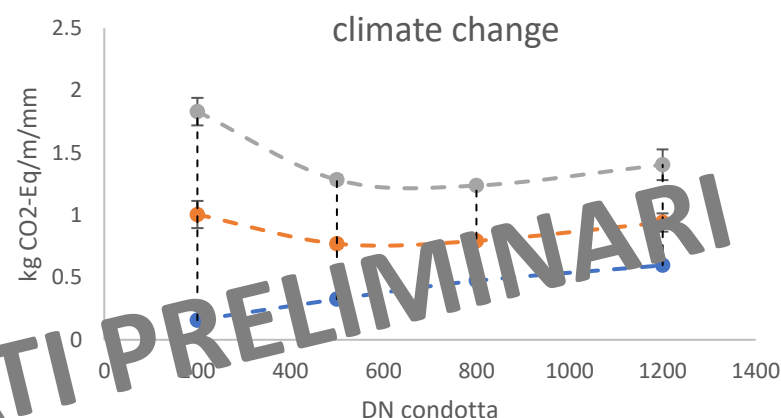
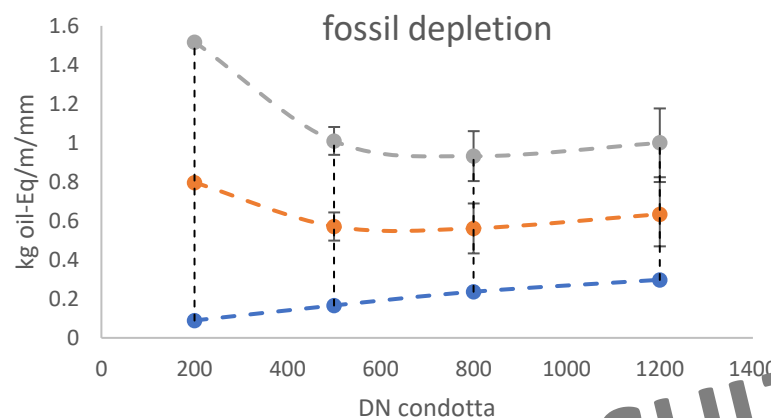
SEZIONE DI SCAVO TIPO IN SEDE STRADALE  
(per tubi ≤ Ø400)  
Scala 1:20





# URBANO – NORMOGRAMMI

—●— CIPP    —●— SA no rimozione    —●— SA si rimozione





# **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI CICLO DI VITA – CONTESTO PERIURBANO**

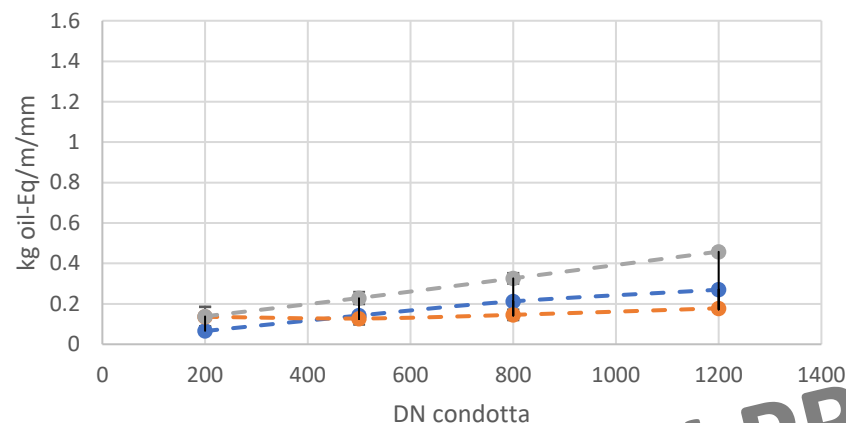
# PERIURBANO – NORMALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

**IMPATTI DOVUTI AL RISANAMENTO O SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010**

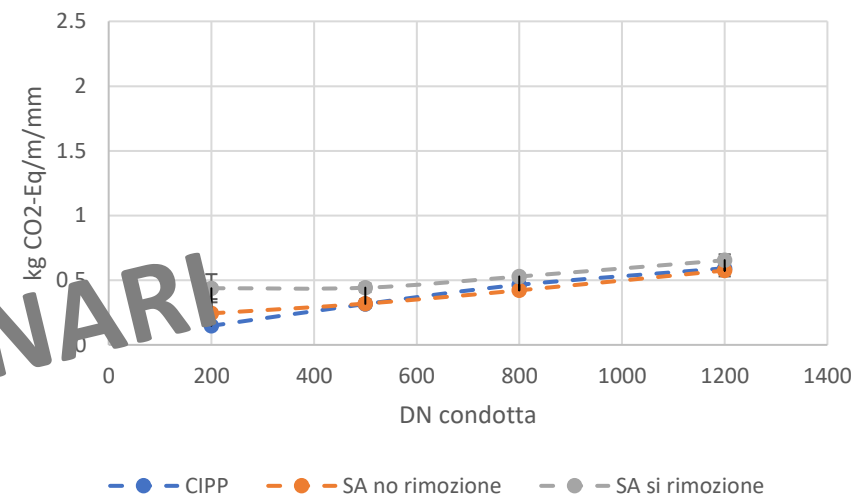
CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200
FOSSIL DEPLETION	+	2.7815	9.0381	19.1639	38.6837
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	1.7060	4.1265	8.2150	17.1557
CLIMATE CHANGE	-	0.8547	2.3843	4.7625	9.9556
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	0.2485	0.6440	1.4428	3.1756
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	0.4166	1.1667	2.3308	4.7377
IONISING RADIATION	-	0.8090	1.8765	3.4360	6.2805
MARINE ECOTOXICITY	-	0.3084	0.6950	1.2546	2.5389
MARINE EUTROPHICATION	-	0.3743	0.9443	1.7955	3.3677
PARTICULATE MATTER FORMATION	-	0.6677	1.8675	3.9077	7.7149
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	-	0.7515	1.9197	3.6874	7.5659
WATER DEPLETION	-	0.2761	0.7578	1.5079	3.0302
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	--	0.0824	0.2285	0.4491	0.8594
HUMAN TOXICITY	--	0.0329	0.0796	0.1488	0.2761
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.0207	0.0576	0.1136	0.2183
NATURAL LAND OCCUPATION	--	0.0001	0.0000	-0.0001	-0.0004
OZONE DEPLETION	--	0.0122	0.0337	0.0756	0.1569
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.0001	0.0003	0.0005	0.0009
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.0474	0.0930	0.1540	0.2592

# PERIURBANO – NORMOGRAMMI

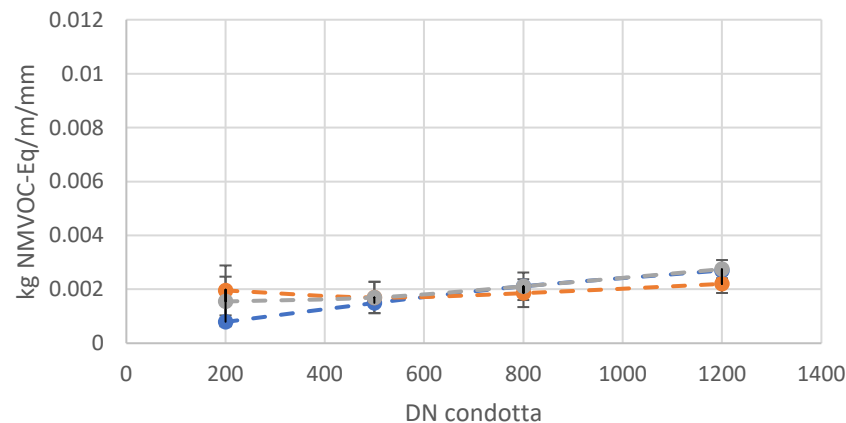
fossil depletion



climate change



photocatalytic oxidant formation



Impatti in contesti periurbani sono meno significativi,  
ma la generalizzazione è più complessa, così come il  
margine di errore

1. Analisi di sensitività per ponderare la rilevanza di dati ed ipotesi
2. Modellazione rappresentativa nel caso di tratti di fognatura
3. Studio su tecnica Trivellazione Orizzontale Controllata e MICROTUNNELING per posa di nuove condotte

## CONCLUSIONI ATTUALI (WORK IN PROGRESS)

La tecnica CIPP sembra mostrare notevoli miglioramenti di performance ambientali in contesti urbani, dove, spesso, è l'unica soluzione praticabile.

Climate change e fossil depletion sembrano tra le categorie principalmente impattate e rilevanti per la roadmap verso le low-carbon utilities

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Corinne Andreola, Prof. Ing. Anna Laura Eusebi,  
Ing. Giovanna Darvini e Prof. Ing. Francesco Fatone

[c.andreola@pm.univpm.it](mailto:c.andreola@pm.univpm.it), [a.l.eusebi@staff.univpm.it](mailto:a.l.eusebi@staff.univpm.it),  
[g.darvini@staff.univpm.it](mailto:g.darvini@staff.univpm.it), [f.fatone@staff.univpm.it](mailto:f.fatone@staff.univpm.it)

[Clicca qui](#) e dicci la tua!

