



Analisi ambientale ed economica della mappatura, rimozione e trattamento di materiali contenenti amianto (MCA)

Dott. Simone Scarpellini

11/03/2020



OBIETTIVO DELLO STUDIO

Valutazione dell'impatto ambientale ed economico, mediante metodologia LCA-LCC, del censimento, della rimozione e dello smaltimento di materiali contenenti amianto (MCA).



QUALITÀ DEI DATI

Per lo studio viene utilizzato il codice SimaPro. I dati utilizzati per la definizione delle Unità Funzionali e dei sottoprocessi sono primari. Molti dati relativi alla costruzione dei sottoprocessi provengono da stime o da dati di letteratura.

Per molti processi, come quelli riguardanti le energie e i trasporti, sono stati usati processi di banca dati, quando presenti, anche se questi non rappresentavano i processi reali. Il Metodo di calcolo usato è IMPACT 2002 modificato dal gruppo di studio di Unimore



UNITÀ FUNZIONALE DEL PROCESSO PRINCIPALE

L'Unità funzionale è la quantità di MCA raccolto e trattato in 1 anno all'interno dei Comuni dell'Unione Bassa Reggiana.

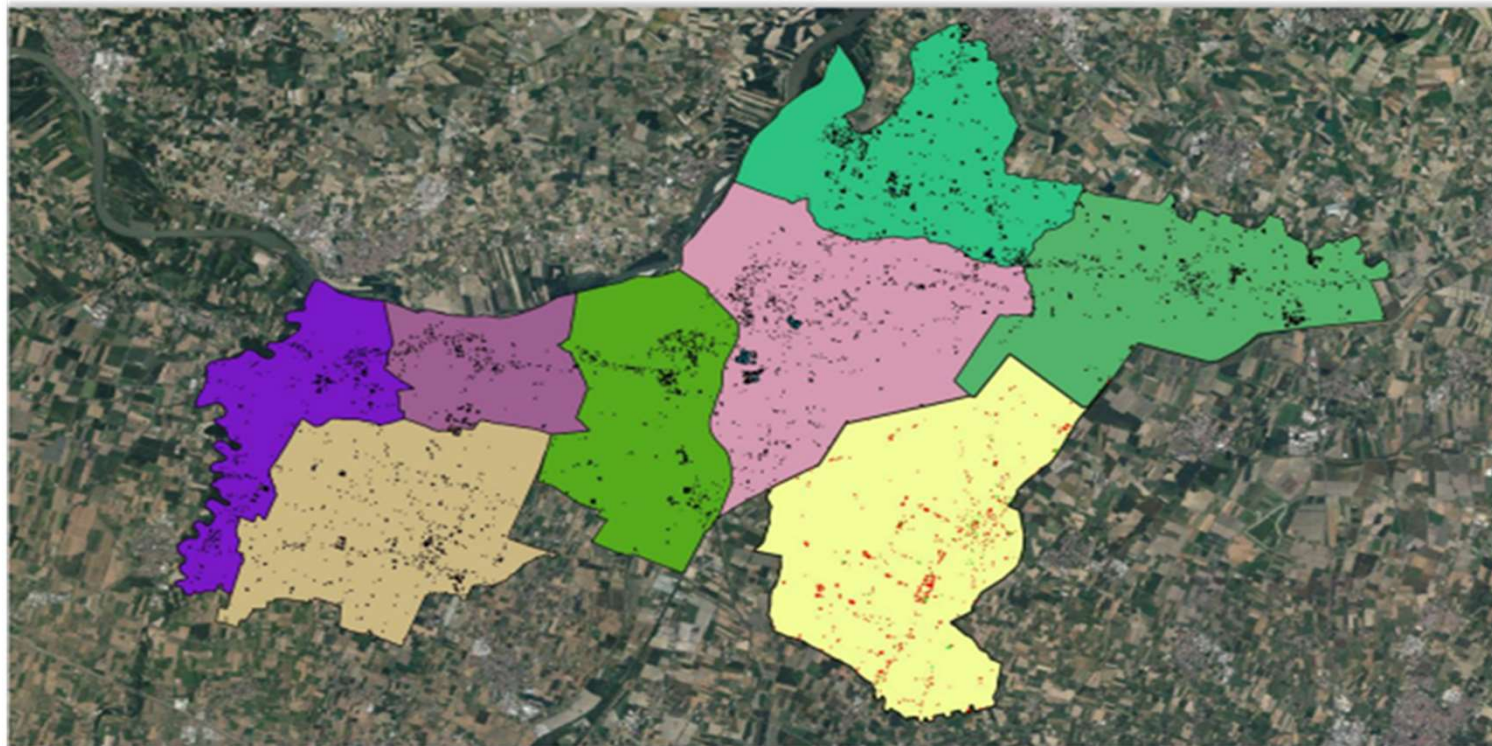
CONFINI DEL SISTEMA

I confini del sistema vanno dalla mappatura/censimento al trattamento (con varie tipologie impiantistiche) degli MCA.





MAPPATURA DELLE COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO NEGLI 8 COMUNI DELLA BASSA REGGIANA



I Comuni sono i seguenti: Boretto, Brescello, Gualtieri,
Guastalla, Novellara, Luzzara, Poviglio, Reggiolo



MAPPATURA COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO CON DRONI: L'INTERPRETAZIONE DI IMMAGINI AEREE MULTISPETTRALI





MAPPATURA COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO: VOLO CON UTILIZZO DI DRONI

MAPPATURA



Mappatura delle coperture in MCA sovrapponibile alla Carta Catastale in formati compatibili con i normali strumenti GIS.



STATO DI CONSERVAZIONE



Verifica dei risultati della mappatura e classificazione dello stato di conservazione delle coperture in MCA sorvolate in tre categorie:

DISCRETO – SCADENTE – PESSIMO.

Le coperture che ricadono negli ultimi due stadi sono quelle con maggior rischio per l'ambiente.



Campo	Valore
COD	Rivalta di Torino-051
NOTE	no note
LON	381918.360999999980000
LAT	4986545.387000000100000
Verify	A
StateOfP	S
IMG1	DSC03028_1
area1	1291
Acad_text	208
Foglio	25
B_Acad_tex	208-1

← STATO DI CONSERVAZIONE



MAPPATURA COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO CON DRONI: RISULTATI MAPPATURA

	REGGIOLO	BRESCELLO	BORETTO	GUALTIERI	GUASTALLA	POVIGLIO	LUZZARA	NOVELLARA
Superficie totale del comune in Km2	42,7	24,4	18,1	35,6	53	43,6	38,5	58
Abitanti	9.176	5.623	5.315	6.576	15.053	7.226	9.318	13.761
Densità abitativa per Km2	215	230	294	185	284	166	242	237
Superficie totale MCA in mq	320.655	150.100	123.115	233.747	469.083	232.282	394.911	279.281
Numero di coperture in MCA	798	509	401	701	1.047	855	1.045	828
Tonellate di MCA (15Kg/mq)	4.810	2.252	1.847	3.506	7.036	3.484	5.924	4.189
MCA per abitante mq	34,9	26,7	23,2	35,5	31,2	32,1	42,4	20,3
Mq MCA per Km2 di superficie	7.509	6.152	6.802	6.566	8.851	5.334	10.257	4.815

	TOTALI UNIONE	MEDIA UNIONE	MEDIA AERODRON
Superficie totale del comune in Km2	313,90	39,24	45,30
Abitanti	72.048	9.006	14.289
Densità abitativa per Km2	229,53		
Superficie totale MCA in mq	2.203.174	275.397	286.696
Numero di coperture in MCA	6184,00	773,00	737,00
Tonellate di MCA (15Kg/mq)	33.048	4.131	4.300
MCA per abitante mq	30,58	30,58	20,10
Mq MCA per Km2 di superficie	7018,71	7018,71	



CREAZIONE MAPPA DI RISCHIO: PRIORITÀ DI INTERVENTO

VALUTAZIONE DEI RISCHI: $R = P \times D$

Definiti Probabilità (**P**) e gravità (**D**) del Danno, il rischio **R** viene calcolato con la formula $R = P \times D$ e si può rappresentare in una matrice, avente in ascisse la gravità ed in ordinate la probabilità attesa del suo verificarsi

P	3	3	6	9	
	2	2	4	6	
	1	1	2	3	
		1	2	3	D

Tale rappresentazione è il punto di partenza per la **definizione delle priorità** degli interventi di prevenzione e protezione da adottare.

La valutazione numerica e cromatica del livello di rischio permette di identificare la priorità degli interventi da effettuare

- $R \geq 6$ = Azioni correttive immediate
- $3 \geq R \leq 4$ = Azioni correttive da programmare con urgenza
- $1 \geq R \leq 2$ = Azioni correttive / migliorative da programmare nel breve-medio termine





RIMOZIONE COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO : BONIFICA, INCAPUSALAMENTO E CONFINAMENTO

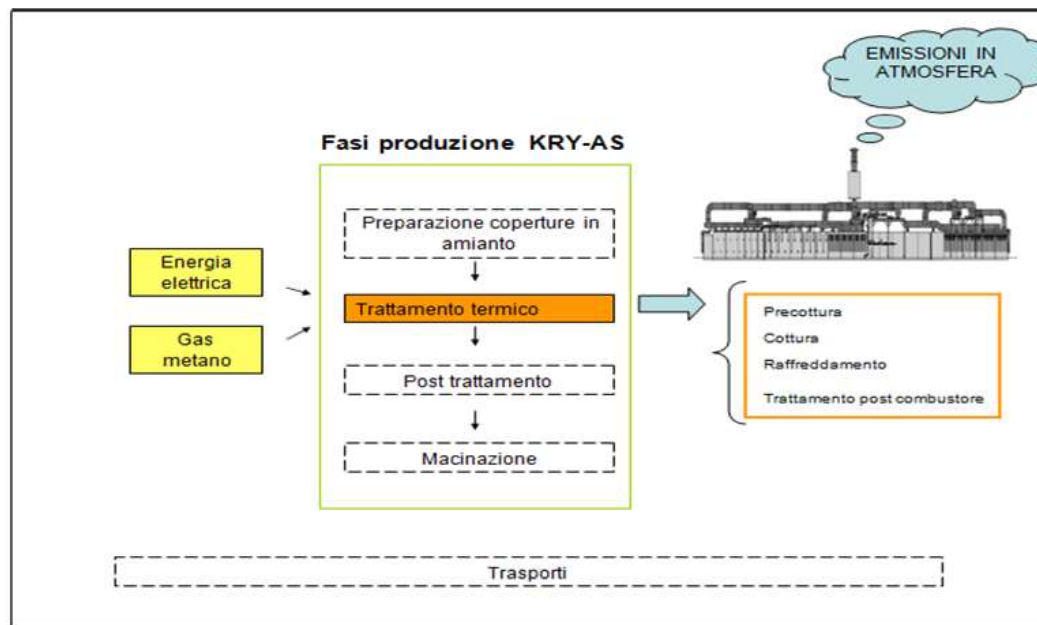


FASE DI RIMOZIONE E TRASPORTO





TRATTAMENTO MCA: IMPIANTO PER LA TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO: KRY•AS

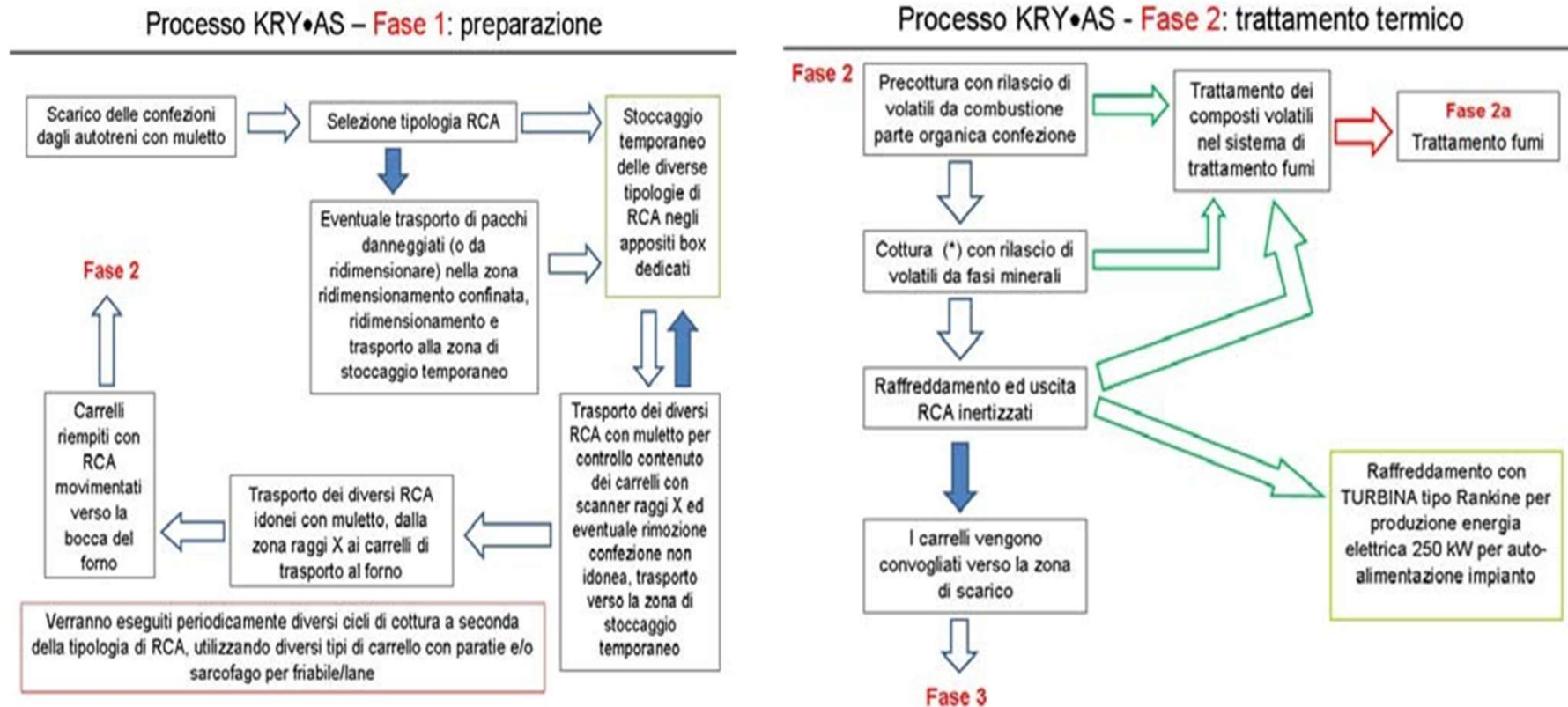


Brevetto Italiano MO2006A000205,
“Processo industriale per la trasformazione termica di lastre di cemento-amianto utilizzando un forno continuo” e relativa Domanda di Brevetto Europeo 07425495.4 – 1253
“Process for the thermal transformation of cement-asbestos slates using an industrial continuous kiln”. July 31st, 2007

Inventore del brevetto: Prof. Alessandro Gualtieri Professore Ordinario presso Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche - Sede Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche



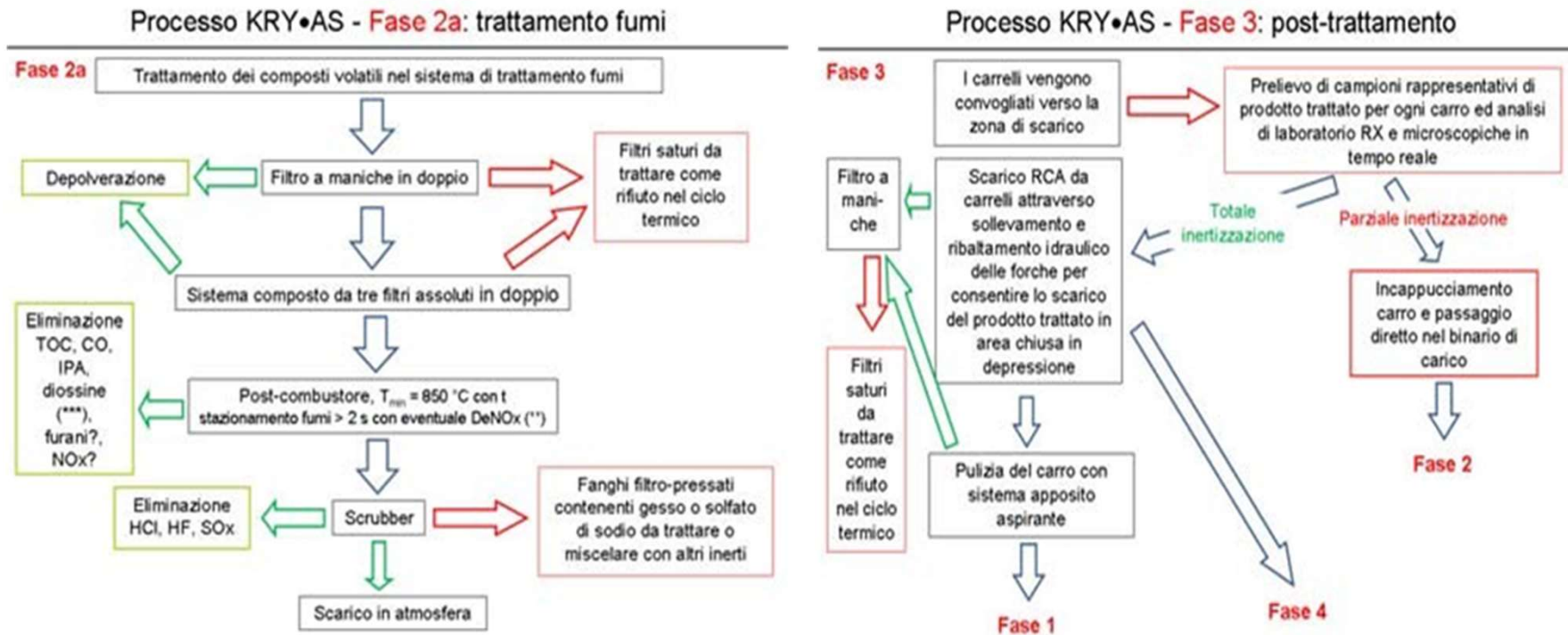
FASE 1 E 2 IMPIANTO DI PRODUZIONE KRY•AS



Brevetto MO2006A000205



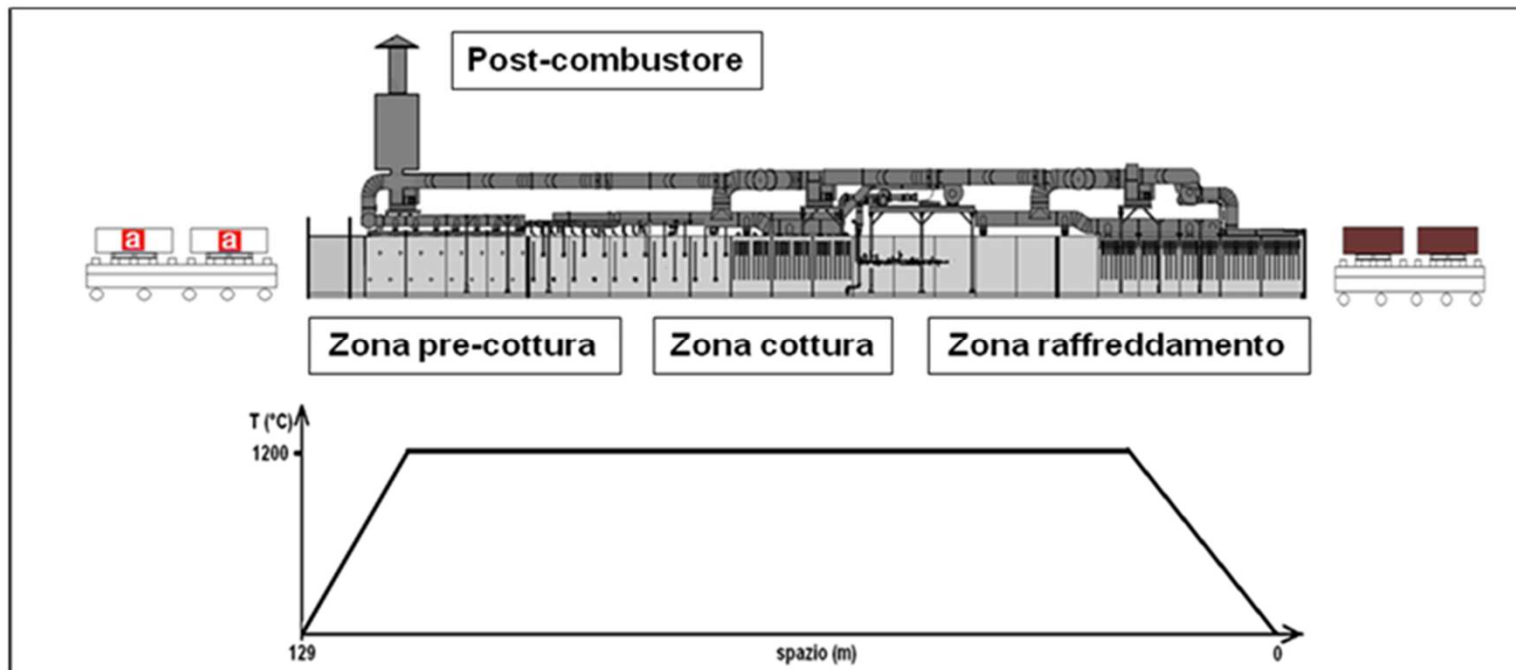
FASE 1 E 2a IMPIANTO DI PRODUZIONE KRY•AS



Brevetto MO2006A000205



IMPIANTO PER LA TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO: LAYOUT FORNO IN CONTINUO



Brevetto MO2006A000205



IMPIANTO PER LA TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO: CARATTERISTICHE FORNO IN CONTINUO

Descrizione	UdM	Valore
impianto termico		
lunghezza della pre-camera		5200
lunghezza della post-camera		5200
lunghezza del forno		124000
lunghezza totale della galleria		134000
altezza della galleria dal piano di carico		1185
ciclo di cottura	hmm	38h00'
Produttività		
produzione media carri al giorno		18
produttività media al giorno	t	198-234
produttività media all'anno	t	72270-85410
consumi		
Potenza installata	kW	210
Potenza assorbita a caldo	kW	160
Potenza specifica assorbita	kWh/t	26
Quantità di recupero alla max produzione	kcal/h	1300000-1800000
consumo termico complessivo (incluso recupero)	kcal/Kg	550
consumo specifico di metano	Nmc/t	67.1
fabbisogno giornaliero di metano	Nmc/g	13285-15701
fabbisogno nominale orario di metano	Nmc/h	553-654

Brevetto MO2006A000205



IMPIANTO PER LA TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO: EMISSIONI IN ATMOSFERA

Emissioni medie giornaliere		
Emissioni LIMITI	Valore	U.d.m.
polveri totali	10	mg/mc
TOC	10	mg/mc
HCl	10	mg/mc
HF e HBr	1	mg/mc
SOx	50	mg/mc
NOx	200	mg/mc
CO	50	mg/mc
Emissioni medie – 8 ore		
Emissioni LIMITI	Valore	U.d.m.
diossine e furani	0.1	mg/mc
IPA	0.01	mg/mc

Brevetto MO2006A000205



COMPOSIZIONE LASTRE CEMENTO AMIANTO VS MPS KRY•AS



FASI	% p/p
Quarzo (SiO ₂)	0.8
Calcite (CaCO ₃)	55.9
Larnite (Ca ₂ SiO ₄)	6.6
Ematite (Fe ₂ O ₃)	0.2
Dolomite (MgCa(CO ₃) ₂)	0.1
Riebeckite (Na ₂ (Fe, Mg) ₃ Fe ₂ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂)	0.2
Amorfo	24.2
Clinocrisotilo (Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	12.0

Composizione mineralogica del cemento-amianto

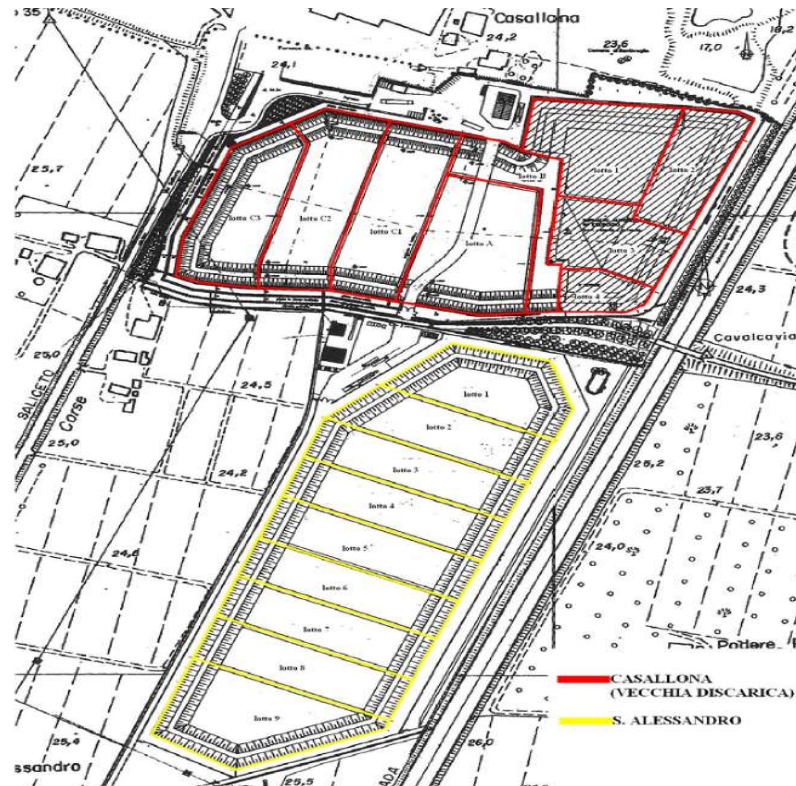
FASI	% p/p
Amorfo	10-30
Akermanite (Ca ₂ (Mg _{0.75} Al _{0.25}) (Si _{1.75} Al _{0.25} O ₇))	2-50
Brownmillerite (Ferrite) (Ca ₄ Al ₂ Fe ₂ O ₁₀)	0-10
Larnite (Ca ₂ SiO ₄)	5-70
Merwinite (Ca ₃ Mg(SiO ₄) ₂)	0-15
Periclasio (MgO)	0-10
Quarzo	0-2
Silicocarnotite (Ca ₅ (Si O ₄) ₂ SO ₄)	0-2

Composizione mineralogica media del KRY•AS

Brevetto MO2006A000205



TRATTAMENTO MCA: IMPIANTO DI DISCARICA PER RIFIUTI SPECIALI PERICOLOSI E NON PERICOLOSI



La superficie della discarica è di 170.000 m² per un totale di 2.467.655 tonnellate di rifiuti pericolosi e non pericolosi abbancati.



POSSIBILE RILASCIO FIBRE NEL PERCOLATO DA DISCARICA





TRATTAMENTO MCA: IMPIANTO DI DISCARICA PER RIFUTI SPECIALI PERICOLOSI

FASE DI SMALTIMENTO

Collocazione
in cella dedicata



Copertura

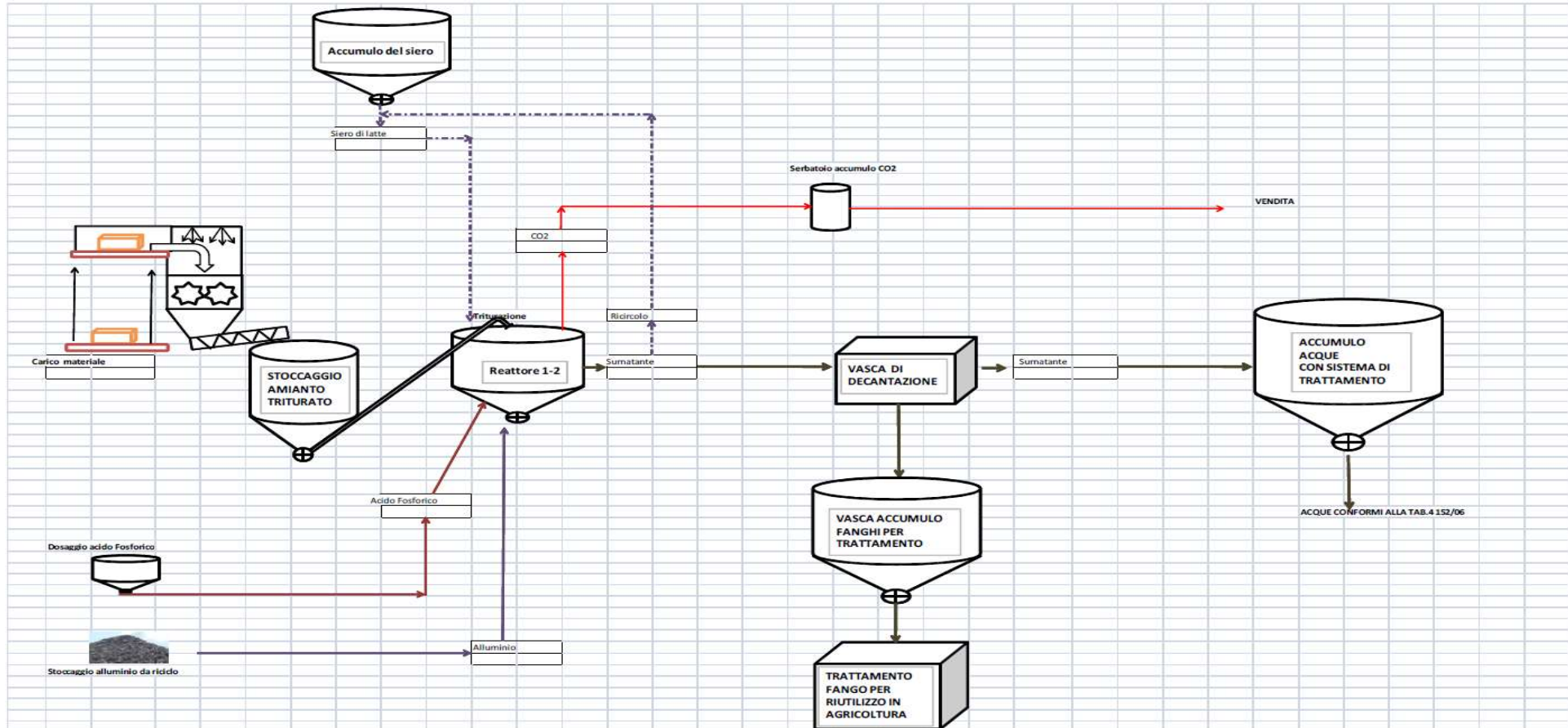


TRATTAMENTO MCA: IMPIANTO DI TRATTAMENTO CHIMICO – FISICO CON UTILIZZO DI SIERO DI LATTE ESAUSTO

Il processo per decomporre le fibre di amianto (principalmente crisotilo), contenute all'interno dei manufatti di cemento-amianto, è stato brevettato da Chemical Center S.r.l. (Numero domanda: MI2010A001443) e prevede di utilizzare consistenti quantità di siero di latte esausto, avente un Ph acido (circa 3 a temperatura intorno i 30 °C), necessario per decomporre a temperatura ambiente la matrice cementizia costituente circa l'85% in peso e liberare le fibre di amianto (15%) in essa inglobate. Le fibre vengono poi decomposte in ioni Magnesio, Calcio, Manganese, Nichel, Ferro, silicati e fosfati, utilizzando altre quantità di siero di latte esausto in un processo idrotermale chiuso a 150-180 °C e 2 atm di pressione.



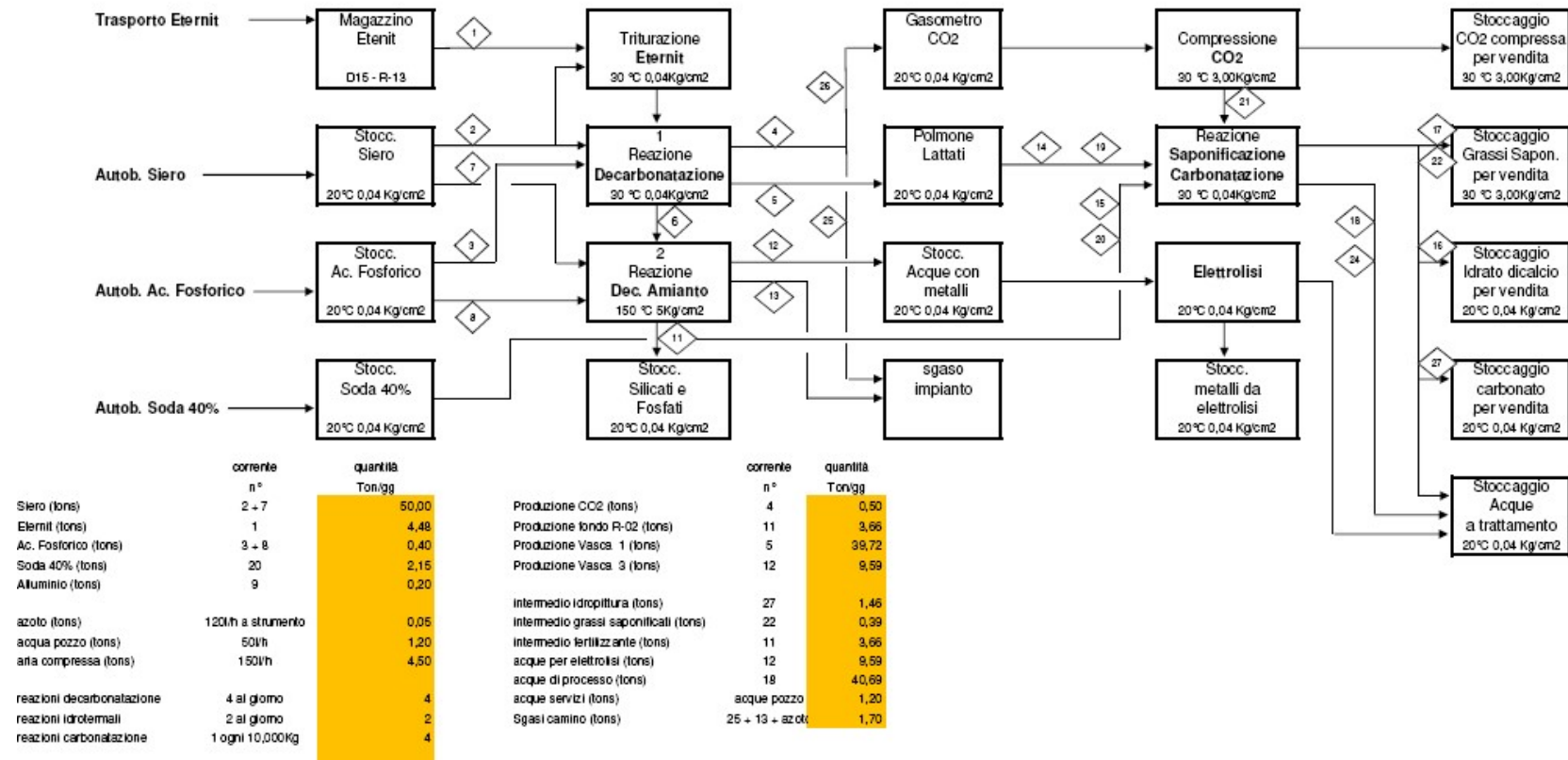
IMPIANTO DI TRATTAMENTO CHIMICO – FISICO CON UTILIZZO DI SIERO DI LATTE ESAUSTO : FLOW CHART



Brevetto MI2010A001443



IMPIANTO DI TRATTAMENTO CHIMICO – FISICO CON UTILIZZO SIERO DI LATTE: SCHEMA A BLOCCHI



Brevetto MI2010A001443



IMPIANTO DI TRATTAMENTO CHIMICO – FISICO CON UTILIZZO SIERO DI LATTE: BILANCIO DI MASSA

mese		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 totale	250	
gg lavorativi		22	20	21	20	22	20	23	21	21	23	20	17		
impegno		0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9		
materie prime e reagenti consumati	Siero (tons)	2 + 7	880,00	800,00	840,00	800,00	990,00	900,00	1.035,00	945,00	945,00	1.035,00	900,00	765,00	10.835,000
	Eternit (tons)	1	78,78	71,62	75,20	71,62	88,62	80,57	92,65	84,60	84,60	92,65	80,57	68,48	969,949
	Ac. Fosforico (tons)	3 + 8	7,04	6,40	6,72	6,40	7,92	7,20	8,28	7,56	7,56	8,28	7,20	6,12	86,680
	Soda 40% (tons)	20	37,89	34,45	36,17	34,45	42,63	38,75	44,56	40,69	40,69	44,56	38,75	32,94	466,528
	Alluminio (tons)	9	3,52	3,20	3,36	3,20	3,96	3,60	4,14	3,78	3,78	4,14	3,60	3,06	43,340
servizi a processo	azoto (tons)	120/h a strumento	0,21	0,19	0,20	0,19	0,21	0,19	0,22	0,20	0,20	0,22	0,19	0,16	2,344
	acqua pozzo (tons)	50/h	26,40	24,00	25,20	24,00	26,40	24,00	27,60	25,20	25,20	27,60	24,00	20,40	300,000
	aria compressa (tons)	150/h	99,00	90,00	94,50	90,00	99,00	90,00	103,50	94,50	94,50	103,50	90,00	76,50	1.125,000
reazioni batch	reazioni decarbonatazione	4 al giorno	70	64	67	64	79	72	83	76	76	83	72	61	867
	reazioni idrotermali	2 al giorno	35	32	34	32	40	36	41	38	38	41	36	31	433
	reazioni carbonatazione	1 ogni 10,000Kg	70	64	67	64	79	72	83	76	76	83	72	61	867
intermedi	Produzione CO2 (tons)	4	8,83	8,03	8,43	8,03	9,94	9,03	10,39	9,48	9,48	10,39	9,03	7,68	108,741
	Produzione fondo R-02 (tons)	11	64,41	58,56	61,49	58,56	72,47	65,88	75,76	69,17	69,17	75,76	65,88	56,00	793,098
	Produzione Vasca 1 (tons)	5	699,14	635,58	667,36	635,58	786,53	715,02	822,28	750,78	750,78	822,28	715,02	607,77	8.608,103
	Produzione Vasca 3 (tons)	12	168,81	153,47	161,14	153,47	189,92	172,65	198,55	181,28	181,28	198,55	172,65	146,75	2.078,518
uscite	intermedio idropittura (tons)	27	25,64	23,31	24,47	23,31	28,84	26,22	30,16	27,53	27,53	30,16	26,22	22,29	315,682
	intermedio grassi saponificati (tons)	22	6,83	6,21	6,52	6,21	7,68	6,98	8,03	7,33	7,33	8,03	6,98	5,93	84,044
	intermedio fertilizzante (tons)	11	64,41	58,56	61,49	58,56	72,47	65,88	75,76	69,17	69,17	75,76	65,88	56,00	793,098
	acque per elettrolisi (tons)	12	168,81	153,47	161,14	153,47	189,92	172,65	198,55	181,28	181,28	198,55	172,65	146,75	2.078,518
	acque di processo (tons)	18	716,17	651,06	683,61	651,06	805,69	732,44	842,31	769,06	769,06	842,31	732,44	622,58	8.817,786
	acque servizi (tons)	acque pozzo	26,40	24,00	25,20	24,00	26,40	24,00	27,60	25,20	25,20	27,60	24,00	20,40	300,000
	Sgasi camino (tons)	25 + 13 + azoto	29,15	26,50	27,82	26,50	32,76	29,79	34,25	31,27	31,27	34,25	29,79	25,32	358,666
		-3,57	-3,25	-3,41	-3,25	-4,02	-3,65	-4,20	-3,83	-3,83	-4,20	-3,65	-3,10	-43,952	

Brevetto MI2010A001443



ALCUNI DEI RISULTATI ATTESI: 1/2

- Mappatura e georeferenziazione della presenza di amianto sul territorio di otto comuni della regione italiana di Reggio Emilia.
- Creazione di un database che vari soggetti interessati (quali INPS, AUSL, INAIL, società autorizzate, catasto, cittadini privati, ecc.)
- Applicazione e ottimizzazione di modelli per poter passare da un livello locale a un livello nazionale ed europeo.
- Identificazione di indicatori di danno alla salute umana (**non solo più lavoratori ma anche cittadini**) e all'ambiente causati dalla dispersione dell'amianto.



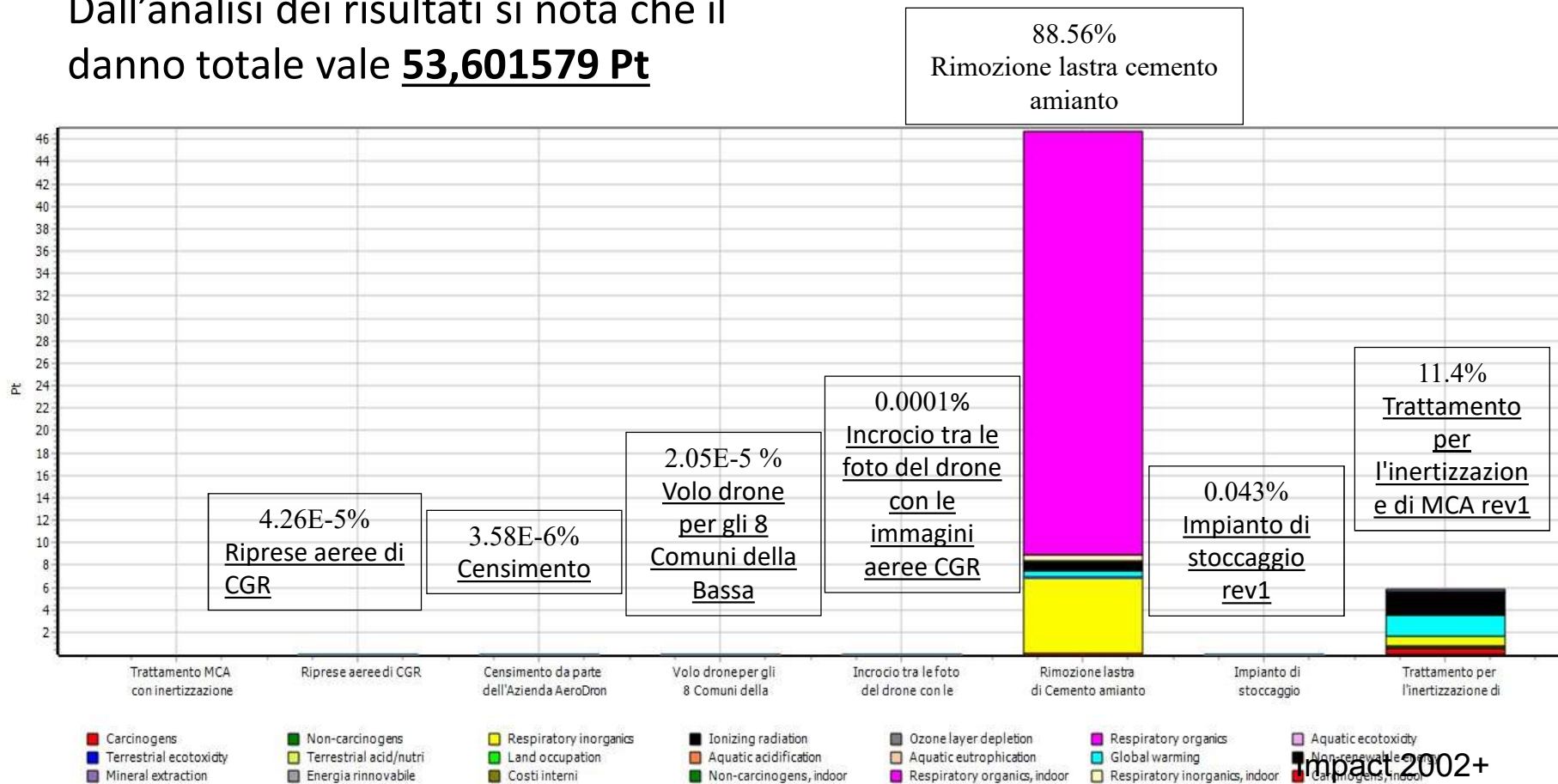
ALCUNI DEI RISULTATI ATTESI: 2/2

- Contributo alla definizione della gestione di un "nuovo" catasto informatico di ACM
- Nuovo strumento di gestione a supporto dei processi decisionali per la PA.
- Valutazione delle concentrazioni ambientali con un modello di allocazione multi-compartimentale di Mackay.
- Analisi comparative nelle diverse fasi del progetto (mappatura, rimozione, trattamento)
- Delineare scenari alternativi non solo dal punto di vista ambientale ma anche finanziario ed economico.



VALUTAZIONE DANNO AMBIENTALE TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO

Dall'analisi dei risultati si nota che il danno totale vale **53,601579 Pt**



Method: IMPACT2002+010419indoor/locali_rif_IPCC+Amianto V2.12/IMPACT2002+/Single score
Analyzing 150 ton 'Trattamento MCA con inertizzazione mediante cottura';



VALUTAZIONE DANNO AMBIENTALE IMPIANTO PER LA TRASFORMAZIONE TERMICA DI LASTRE DI CEMENTO-AMIANTO: KRY•AS

Damage category	% di danno	Processo più impattante	Impact category
Climate change	4.48%	Trattamento per l'inertizzazione di MCA	Global warming
Resources	5.95%	Trattamento per l'inertizzazione di MCA	Non-renewable energy
Human Health	16.59%	Rimozione lastre cemento amianto	Respiratory inorganics
Tumori da fibre di amianto	71.64%	Rimozione lastre cemento amianto	Malattie da inalazione fibre di cemento amianto
Ecosystem Quality	0.25%	Trattamento per l'inertizzazione di MCA	Terrestrial ecotoxicity

Impact 2002+



LIFE CYCLE COSTING: ANALISI ECONOMICA E FINANZIARIA DISCARICA

Anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ricavi										
Smaltimento		€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00
Totale ricavi		€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00	€ 36.967.500,00
Costi										
Costi di gestione		€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80
Totale costi		€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80	€ 19.940.998,80
Margine operativo lordo		€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20
Ammortamenti		€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23	€ 8.492.053,23
Margine operativo netto		€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97	€ 8.534.447,97
Imposte		€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01	€ 7.108.263,01
Finanziamento										
Quota interessi		€ 2.897.280,00	€ 2.645.152,22	€ 2.377.896,77	€ 2.094.606,00	€ 1.794.317,78	€ 1.476.012,26	€ 1.138.608,42	€ 780.960,34	€ 401.853,38
Quota capitale		€ 4.202.129,68	€ 4.454.257,46	€ 4.721.512,91	€ 5.004.803,69	€ 5.305.091,91	€ 5.623.397,42	€ 5.960.801,27	€ 6.318.449,34	€ 6.697.556,31
Rata		€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68	€ 7.099.409,68
Rata capitale proprio		€ 3.000.000,00	€ 3.000.000,00	€ 2.500.000,00	€ 1.500.000,00	€ 800.000,00	€ 500.000,00	€ 500.000,00	€ 500.000,00	€ 233.791,89
Flusso della gestione (Ricavi-costi)		€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20	€ 17.026.501,20
Flusso della gestione con rata (Ricavi-costi-investimenti)		€ 6.927.091,52	€ 6.927.091,52	€ 7.427.091,52	€ 8.427.091,52	€ 9.127.091,52	€ 9.427.091,52	€ 9.427.091,52	€ 9.427.091,52	€ 9.693.299,62
Flusso della gestione operativa netto		-€ 181.171,49	-€ 181.171,49	€ 318.828,51	€ 1.318.828,51	€ 2.018.828,51	€ 2.318.828,51	€ 2.318.828,51	€ 2.318.828,51	€ 2.585.036,62
tasso di attualizzazione (MARR)		5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Flusso di cassa attualizzato		-€ 172.544,28	-€ 164.327,88	€ 275.416,05	€ 1.085.003,48	€ 1.581.804,96	€ 1.730.345,54	€ 1.647.948,13	€ 1.569.474,41	€ 1.666.337,65
Flusso di cassa cumulato		-€ 172.544,28	-€ 336.872,16	-€ 61.456,11	€ 1.023.547,37	€ 2.605.352,34	€ 4.335.697,87	€ 5.983.646,00	€ 7.553.120,41	€ 9.219.458,06
VAN	€ 9.219.458,06									
TIR	141,044%									

Impianto di discarica con una vita utile di 9 anni



LIFE CYCLE COSTING: COSTI DI INVESTIMENTO IMPIANTO PRODUZIONE KRYAS

Investimenti	udm	Valore unitario	valore complessivo
Terreno	12000	€ 60,00	€ 720.000,00
Progettazione edile	1	€ 200.000,00	€ 200.000,00
VIA	1	€ 50.000,00	€ 50.000,00
Infrastrutture	1	€ 830.000,00	€ 830.000,00
Muletti	3	€ 50.000,00	€ 150.000,00
Impianti di servizio	1	€ 30.000,00	€ 30.000,00
Capannone per l'impianto	6000	€ 400,00	€ 2.400.000,00
Laboratorio	1	€ 130.000,00	€ 130.000,00
Forno	1	€ 6.000.000,00	€ 6.000.000,00
Post combustore	1	€ 1.300.000,00	€ 1.300.000,00
Uffici	1	€ 170.000,00	€ 170.000,00
Investimenti di mantenimento	1	€ 300.000,00	€ 300.000,00

Brevetto MO2006A000205



LIFE CYCLE COSTING: ANALISI ECONOMICA E FINANZIARIA IMPIANTO PRODUZIONE KRY•AS

anno	1	2	3	4	5	6	7
RICAVI							
Smaltimento	€ -	€ 2.209.091,00	€ 9.702.000,00	€ 9.896.040,00	€ 10.093.040,00	€ 10.295.840,00	€ 10.501.757,00
vendita MPS	€ -	€ -	€ 1.440.000,00	€ 1.468.000,00	€ 1.498.476,00	€ 1.528.140,00	€ 1.558.702,00
TOTALE RICAVI		€ 2.209.091,00	€ 11.142.000,00	€ 11.364.040,00	€ 11.591.516,00	€ 11.823.980,00	€ 12.060.459,00
COSTI FISSI							
Manutenzioni	€ -	€ -	€ 100.000,00	€ 102.000,00	€ 104.000,00	€ 106.000,00	€ 108.000,00
Materiali	€ -	€ -	€ 20.000,00	€ 20.400,00	€ 20.800,00	€ 21.224,00	€ 21.649,00
Fiere e sponsorizzazioni	€ -	€ 30.000,00	€ 30.000,00	€ 30.600,00	€ 31.800,00	€ 31.800,00	€ 31.800,00
Assicurazioni	€ -	€ 160.000,00	€ 160.000,00	€ 165.000,00	€ 165.000,00	€ 170.000,00	€ 178.000,00
Costi generali	€ -	€ 160.000,00	€ 78.400,00	€ 78.968,00	€ 78.955,00	€ 76.942,00	€ 78.157,00
Collaborazione esterne	€ -	€ 160.000,00	€ 160.000,00	€ 163.000,00	€ 170.000,00	€ 176.000,00	€ 176.000,00
Costi del personale	€ -	€ 192.500,00	€ 650.000,00	€ 662.000,00	€ 675.000,00	€ 688.000,00	€ 702.000,00
TOTALE COSTI FISSI		€ 702.500,00	€ 1.198.400,00	€ 1.221.968,00	€ 1.245.555,00	€ 1.269.966,00	€ 1.295.606,00
COSTI VARIABILI							
Costi di lavorazione		€ 981.800,00	€ 3.672.000,00	€ 3.745.440,00	€ 3.820.300,00	€ 3.896.000,00	€ 3.980.000,00
TOTALE COSTI VARIABILI		€ 981.800,00	€ 3.672.000,00	€ 3.745.440,00	€ 3.820.300,00	€ 3.896.000,00	€ 3.980.000,00

Brevetto MO2006A000205



LIFE CYCLE COSTING: ANALISI ECONOMICA TRASPORTO CON DAILY E DI UN IMPIANTO DI STOCCAGGIO

trasporto lastre impianto di stoccaggio con DAILY con gru 65 qli					
acquisto mezzo DAILY con gru	n/€	1	€	45.000,00	€ 45.000,00
assicurazione	n/€	1	€	1.000,00	€ 1.000,00
manutenzione ordinaria a straordinaria	n/€	1	€	5.000,00	€ 5.000,00
autorizzazione trasporto	n/€	1	€	1.000,00	€ 1.000,00
bollo	n/€	1	€	500,00	€ 500,00
gestione fir	n/fir	50		10	€ 500,00
carburante	l/km	8,5		650	€ 5.525,00
fine vita (rottamazione)	n/€	1	-€	5.000,00	-€ 5.000,00
personale con patente C ed ADR	n/€	1	€	45.000,00	€ 45.000,00
TOTALE					€ 98.525,00

Costi relativi al trasporto con mezzo daily

impianto di stoccaggio R13 con 50000 t/anno					
investimento (capannone, pesa, uffici)	€/anno	10	€	3.500.000,00	€ 350.000,00
costi generali (fir, cancelleria ecc)	n/€	1	€	20.000,00	€ 20.000,00
impianto di nebulizzazione	n/€	1	€	40.000,00	€ 40.000,00
muletti elettrici da 70 qli	n/€	2	€	110.000,00	€ 220.000,00
telescopico	n/€	1	€	200.000,00	€ 200.000,00
consumo gasolio telescopico	l/h	1	€	5.000,00	€ 5.000,00
consumo di energia elettrica impianto	Kw/h	0,06419	€	5.000,00	€ 320,95
consumo di energia elettrica mueltti (n 2 muletti 5000 ore di lavoro cad)	Kw/h	16,7		10000	€ 167.000,00
personale	n/€	5	€	45.000,00	€ 225.000,00
fine vita capannone	n/€	1	-€	500.000,00	-€ 500.000,00
fine vita muletti	n/€	2	-€	20.000,00	-€ 40.000,00
TOTALE					€ 1.227.320,95

Costi relativi impianto di stoccaggio rifiuti



ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE COSTING: L'IMPATTO ECONOMICO DEL MESOTELIOMA MALIGNO IN ITALIA: INTRODUZIONE DEI COSTI ESTERNI O ESTERNALITA'

I costi per cure mediche per paziente sono stati stimati in circa 33.000 euro, i costi assicurativi e di indennizzo in circa 25.000 euro; i costi fiscali sembrano essere più o meno compensati. La perdita di produttività è stata stimata in oltre 200.000 euro per paziente.

Buresti G, Colonna F, Corfiati M, Valenti A, Persechino B, Marinaccio A, Rondinone BM, Iavicoli S. L'impatto economico del mesotelioma maligno in Italia: una stima dei costi pubblici e sociali. medlav [Internet]. 27 ottobre 2017 [citato 9 marzo 2020];108(5).



CALCOLO PRELIMINARE DEL FATTORE DI CARATERIZZAZIONE DELLA SALUTE DELL'UOMO DELL'AMIANTO – ITALIA FRAMEWORK ECOINDICATOR 99

Dato: 1500 casi di mesotelioma/anno/ITALIA

Anno nel quale viene bandito l'amianto: 1992

Periodo di incubazione: 25 anni

La massa di cemento-amianto negli 8 comuni: $33000 \text{ t} = 33000 \text{E}3 \text{ kg}$

La massa di amianto è il 10% del cem: $0.1 * 33000 \text{E}3 \text{ kg}$

Numero di abitanti degli 8 Comuni: 72000

Numero di morti negli 8 Comuni: $1500 / 60 \text{E}6 * 72000 = 1.8$ casi (persone)

Supponiamo che nel 2017 il 40% delle fibre di amianto si siano disperse nell'aria.

Supponiamo che l'1% di fibre siano inalabili dall'uomo.

Fibre disperse nell'aria e inalabili: $0.01 * 0.4 * 0.1 * 33000 \text{E}3 = 13200 \text{kg}$



CALCOLO PRELIMINARE DEL FATTORE DI CARATERIZZAZIONE DELLA SALUTE DELL'UOMO DELL'AMIANTO – ITALIA FRAMEWORK ECOINDICATOR 99

- fattore di caratterizzazione: $1.8/13200=0.0001364$ casi / kg amianto / anno
- fattore di damage assessment: $(80-50) = 30$ DALY / caso
- dove: 80=anni di aspettativa di vita 50=età durante la quale si suppone si manifesti il mesotelioma.
- Fattore di normalizzazione: 141 come per Human health
- Fattore di valutazione: 1
- Si può supporre che 1kg esaurisca la sua azione dopo 10 anni. Bisogna tenere conto che l'effetto dell'amianto disperso continua negli altri anni e che a questo si aggiungerà il nuovo amianto che si disperderà (60%).



CALCOLO PRELIMINARE DEL FATTORE DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SALUTE DELL'UOMO DELL'AMIANTO- EMILIA ROMAGNA

Fig. 1 Distribuzione per residenza: casi incidenti tutte le sedi 1996-2019 (agg. 30/06/2019)

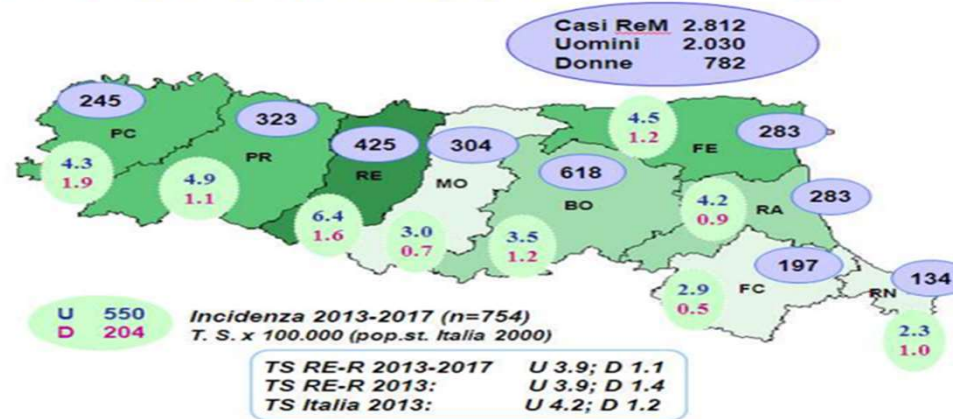
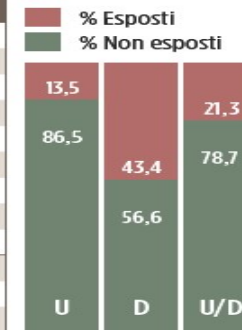


FIG. 2
 MESOTELIOMA
 EMILIA-ROMAGNA

Distribuzione per esposizione (aggiornamento 31/12/2017).

* Linee guida ReNaM
 ** Cod. 5: "soggetti non esposti professionalmente e che hanno vissuto in vicinanza di insediamenti produttivi che lavoravano o utilizzavano amianto (o materiali contenenti amianto) oppure che hanno frequentato ambienti con presenza di amianto per motivi non professionali.

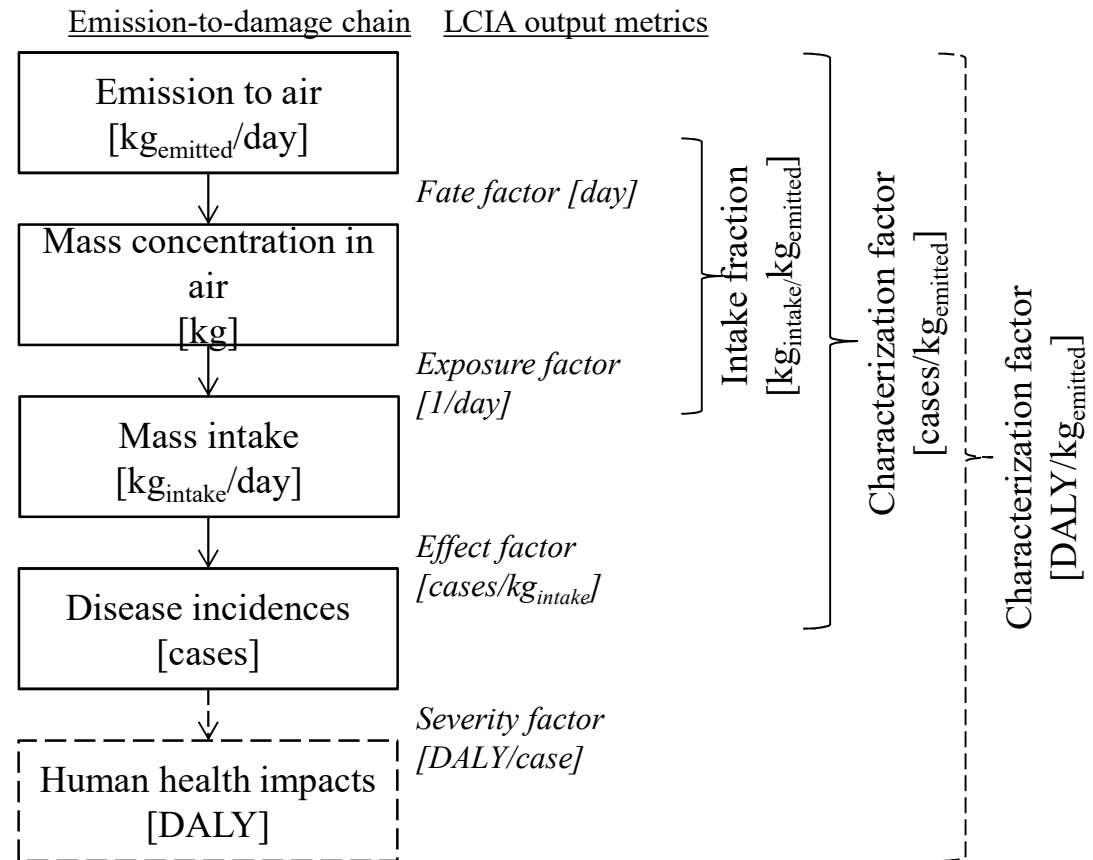
Esposizione amianto*	U	%	D	%	U/D	%
Prof.le certa	971	61,2	67	11,8	1.038	47,9
Prof.le probabile	194	12,2	60	10,6	254	11,5
Prof.le possibile	151	9,5	47	8,3	198	9,4
Familiare	14	0,9	112	19,7	126	5,8
Ambientale**	26	1,6	25	4,4	51	2,3
Extra lavorativa	18	1,1	10	1,8	28	1,3
Improbabile	65	4,1	88	15,5	153	7,5
Ignota	149	9,4	158	27,9	307	14,3
Tot. casi definiti	1.588	100	567	100	2.155	100
Non classificabile	127	6,8	80	11,3	207	8,1
Da definire	145	7,8	60	8,5	205	8,0
Tot. casi incidenti	1.860	-	707	-	2.567	-





CALCOLO DEL FATTORE DI CARATERIZZAZIONE DELLA SALUTE DELL'UOMO DELL'AMIANTO Framework USETox 2.1

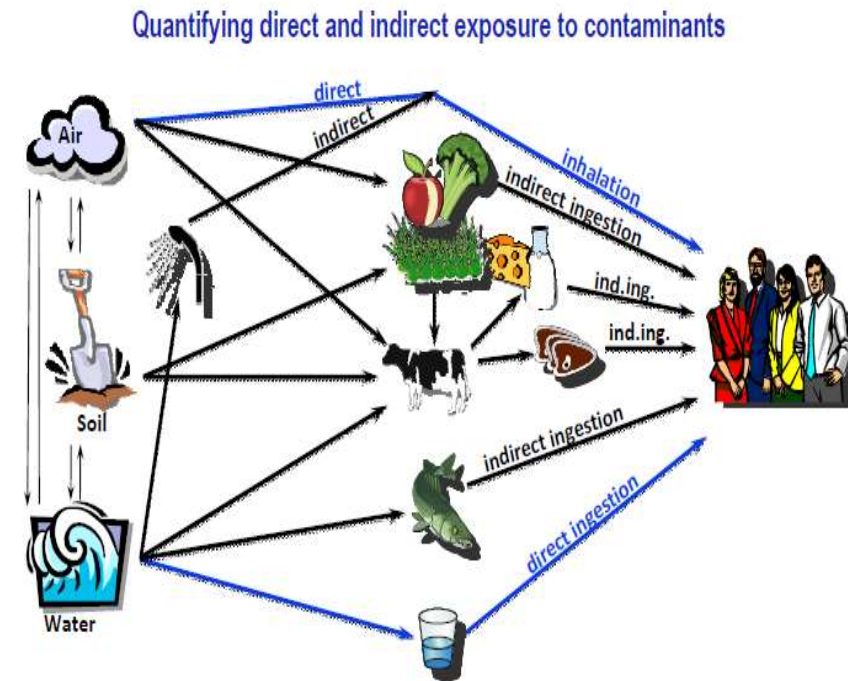
USETox framework for Human Health characterization factor calculation of asbestos





Assumptions

- One-box model
- Steady state conditions
- Direct human exposure (inhalation of air)
- Compartment: air





Fate factor (FF)

Asbestos ~ Carbon nanotubes (Donaldson K. et al, 2013)

USETox Input parameter of CNT → Ref. *Rodriguez-Garcia, G., Zimmermann, B., & Weil, M. (2014). Nanotoxicity and life cycle assessment: First attempt towards the determination of characterization factors for carbon nanotubes. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 64, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.*

Input parameter	Abbreviation	Unit
Molecular weight	MW	g.mol^{-1}
Partitioning coefficient between octanol and water	K_{ow}	-
Partitioning coefficient between organic carbon and water	K_{oc}	L.kg^{-1}
Henry law coefficient (at 25°C)	K_{H25C}	$\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$
Vapour pressure (at 25°C)	Pvap25	Pa
Solubility (at 25°C)	Sol25	mg.L^{-1}
Partitioning coefficient between dissolved organic carbon and water	K_{DOC}	L.kg^{-1}
Degradation rate in air	k_{deg_A}	s^{-1}
Degradation rate in water	k_{deg_W}	s^{-1}
Degradation rate in sediment	$k_{deg_{Sd}}$	s^{-1}
Degradation rate in soil	$k_{deg_{SI}}$	s^{-1}
Bioaccumulation factor in fish/biota	BAF_{fish}	l/kg



Effect Factor (EF)

- Endpoint: carcinogens effects,
- Type of study: Human (Inhalation)
- Result: slope factor= 220 kg*day/mg

Ref. Hickox, Winston H., and Joan E. Denton. "Technical Support Document for Describing Available Cancer Potency Factors." (2002).

$$EF = \frac{0.5}{ED_{50h}^{lifetime}}$$
$$ED_{50h}^{lifetime} = \frac{* BW * LT * N}{AF_a * AF_t}$$



Calculated characterization factor (CF) of Asbestos:

Emission to continental rural air Carcinogens effects

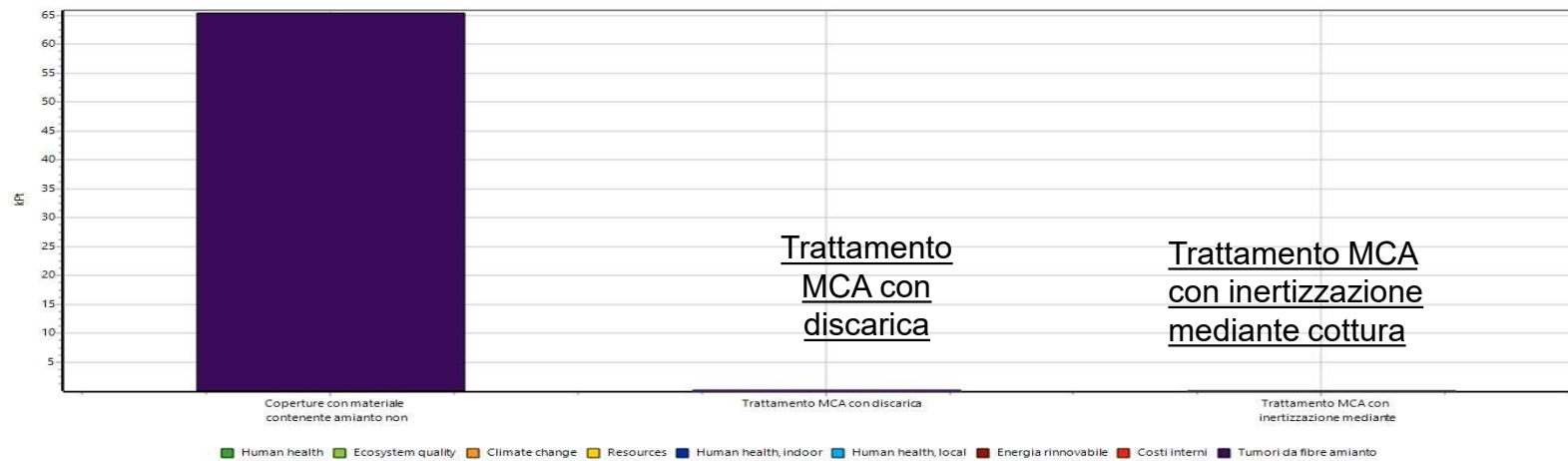
Midpoint CF= 1,63E-04 [cases/kg_{emitted}]

Endpoint CF= 1,87E-03 [DALY/kg_{emitted}]



ANALISI DI SENSIBILITÀ TRA 3 DIVERSE MODALITÀ DI TRATTAMENTO DI MCA

Coperture con materiale
contenente amianto non
rimosse



Method: IMPACT 2002+010419indoor/local_rif_IPCC=Amianto V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score
Comparing 150 ton 'Coperture con materiale contenente amianto non rimosse', 150 ton 'Trattamento MCA con discarica' and 150 ton 'Trattamento MCA con inertizzazione mediante cottura';

Dalla valutazione del confronto si nota che:

- il danno dovuto all'inertizzazione mediante cottura vale 0,053524986 kPt
- il danno dovuto al trattamento in discarica per rifiuti speciali vale 0,08385525 kPt
- Il danno dovuto alla mancata rimozione vale 65,428625 kPt



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott. Simone Scarpellini

LCA Working Group - UNIMORE

simone.scarpellini@unimore.it

Si ringraziano il Prof. Alessandro Gualtieri e la Dott.ssa Ing. Martina Pini per la collaborazione e la disponibilità dei dati, e informazioni, fornite.