

L'analisi del suolo dopo l'incidente nella galleria del San Gottardo

Flavia Leonardi, Gabriele Mossi, Mario Camani

Scopo dell'indagine

A seguito dell'incendio nella galleria del San Gottardo del 24 ottobre 2001, è stata eseguita una campagna di analisi del suolo, attorno all'uscita rispettivamente al camino di ventilazione del tunnel, con un doppio scopo: da un lato, determinare il possibile inquinamento del suolo dovuto alla ricaduta di polveri emesse con il fumo dell'incendio; dall'altro, utilizzare i risultati delle analisi del suolo per risalire al tipo di sostanze prodotte durante l'incidente e liberate nell'ambiente.

Metodo utilizzato

Una prima serie di prelievi è stata effettuata tra la fine di novembre e l'inizio di dicembre del 2001, lungo 4 cerchi immaginari, aventi per centro il camino e un raggio di 30m, 170m, 450m e 700m. Ogni cerchio è stato suddiviso in 8 settori uguali (v. cartina A) e lungo ognuno di questi 32 comparti (4 cerchi x 8 settori) sono stati prelevati una ventina di campioni di terreno superficiale (ca. 1cm di profondità), che sono poi stati miscelati per formare un unico campione

rappresentativo del settore in esame. Dei 32 campioni di suolo così ottenuti sono state eseguite le analisi dei metalli pesanti e dei Composti Policiclici Aromatici (PAK); inoltre su 4 campioni relativi ai settori posti in direzione del paese di Airola è stata eseguita l'analisi delle diossine e dei furani policlorati.

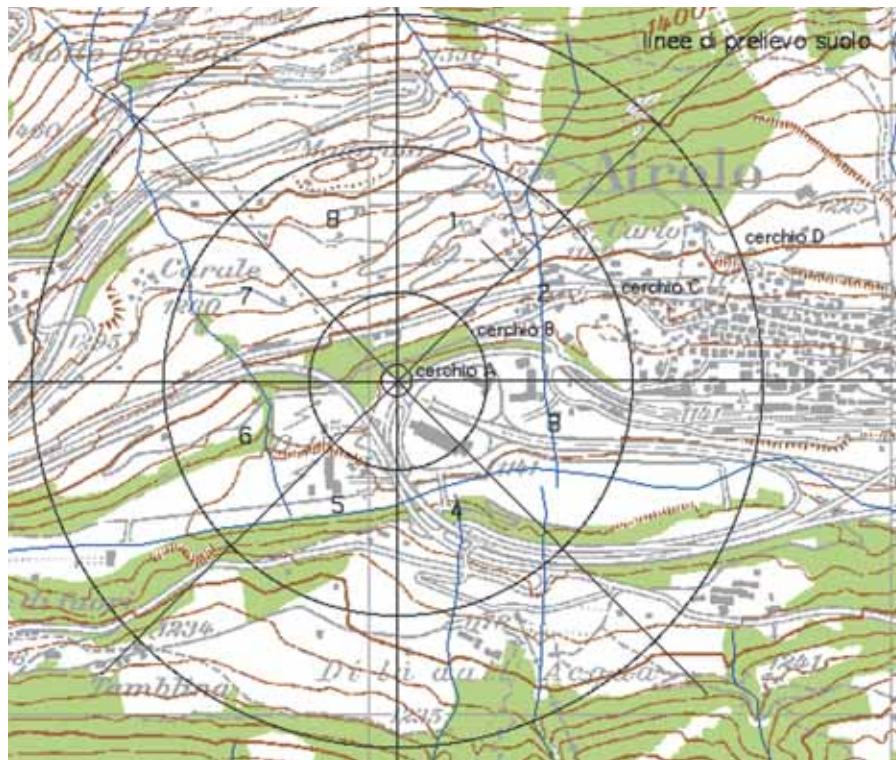
Un ulteriore prelievo è stato eseguito, a titolo di controllo, all'estremità del paese (Lüina, opposta alla zona dove sono stati fatti i prelievi principali).

Occorre ricordare che, secondo l'Ordinanza federale contro il deterioramento del suolo (2000), le analisi sono effettuate prelevando campioni rappresentativi di suolo tra 0 e 20 cm di profondità. In questa fase dello studio si è prelevato solo lo strato superficiale di suolo (1 cm), nel quale sono concentrate le sostanze inquinanti depositate nelle settimane precedenti il sondaggio e soprattutto quelle relative all'incendio nella galleria.

Lungo i due cerchi interni sono stati raccolti anche campioni di muschio. Le analisi del muschio completano i risultati ottenuti con le analisi del suolo. Infatti, in alcuni punti lungo i cerchi sui quali sono avvenuti i prelievi, affiora la roccia del sottosuolo: i campioni di muschio sostituiscono quelli mancanti di terra.

In un secondo tempo (maggio 2002), si è proceduto a una nuova serie di prelievi di campioni di suolo lungo i cerchi descritti precedentemente. In questo caso, i campioni sono stati prelevati non in superficie bensì a due profondità diverse: tra 0 e 5 cm e tra 0 e 20 cm. L'obiettivo era di verificare se le concentrazioni riscontrate in superficie erano maggiori di quelle misurate in profondità oppure no. Il primo caso avrebbe confermato che le sostanze misurate in superficie erano dovute a un deposito recente, causato, presumibilmente, dall'incidente. Invece, se le

A Cerchi con settori lungo i quali sono stati effettuati i prelievi



Linea ⁴	Coordinate centro linea		Metalli pesanti ¹ (mg/kg SS)							PAK ² tot. (mg/kg SS)	PAK ² tot. (mg/kg SS)	PCDD/F ³ (ng I-TEQ/kg SS)	
	X	Y	Cd	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Totale	Suolo	Muschio	Suolo	
a 30 m	1	689065	153666	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2	689083	153648	0,21	23,5	27,6	131,6	14,9	21,4	219,21	593	564	max. 17,30
	3	689082	153624	0,24	21,0	33,1	160,0	17,3	26,9	258,54	530	545	...
	4	689065	153610	0,21	86,6	45,2	150,1	16,5	23,4	322,01	453	412	...
	5	689040	153611	0,18	20,4	19,5	96,4	18,3	22,3	177,08	105	696	...
	6	689028	153624	0,17	26,7	24,8	62,8	16,4	22,4	153,27	252	189	...
	7	689027	153650	0,17	23,6	19,7	87,0	16,6	18,1	165,17	328	312	...
	8	689041	153666	...	...	...	...	...	...	—	...	...	...
a 170 m	1	689121	153793	0,16	20,3	17,4	58,2	11,8	17,7	125,56	327	152	...
	2	689215	153698	0,20	28,4	28,0	140,4	13,8	25,0	235,80	9.624	909	max. 18,30
	3	689213	153569	0,20	29,7	24,5	100,9	13,8	21,2	190,30	1.407	1.148	...
	4	689121	153479	0,27	24,8	43,0	200,9	16,4	24,7	310,07	7.975	25.455	...
	5	688982	153483	0,23	25,9	28,9	63,2	15,4	24,9	158,53	1.159	1.537	...
	6	688900	153568	0,15	19,5	14,5	71,7	17,4	27,5	150,75	292	726	...
	7	688900	153700	0,20	21,9	34,1	105,1	14,9	26,8	203,00	296	1.961	...
	8	688992	153792	0,18	21,6	19,4	80,1	15,3	23,2	159,78	282	135	...
a 450 m	1	689237	154047	0,17	43,0	9,6	98,4	18,0	22,4	191,57	158	...	...
	2	689475	153800	0,27	59,0	25,0	137,9	17,1	25,5	264,77	308	...	max. 4,13
	3	689475	153488	0,40	59,2	127,2	504,7	19,1	28,5	739,10	1.931	...	...
	4	689230	153220	0,18	35,0	23,8	141,3	20,1	25,1	245,48	277	...	...
	5	688879	153223	0,22	36,7	24,4	199,7	17,5	67,9	346,42	260	...	...
	6	688641	153467	0,17	20,8	22,6	97,2	16,0	25,1	181,87	425	...	...
	7	688648	153826	0,16	19,9	18,6	62,5	16,9	24,2	142,26	327	...	...
	8	688884	154048	0,19	19,8	20,9	85,5	14,8	28,7	169,89	714	...	...
a 1.200 m	1	689330	154283	0,20	34,3	22,6	89,8	14,1	21,7	182,70	326	...	...
	2	689706	153894	2,27	87,7	464,6	348,9	15,4	34,2	953,07	3.664	...	max. 18,20
	3	689703	153368	0,21	19,4	23,8	109,8	16,1	24,0	193,31	228	...	...
	4	689330	152990	0,27	16,4	41,2	129,8	17,5	18,4	223,57	250	...	...
	5	688770	152996	0,22	18,5	31,8	102,3	17,3	20,8	190,92	570	...	...
	6	688406	153370	0,16	18,1	28,0	81,2	13,3	18,7	159,46	1.193	...	...
	7	688418	153925	0,13	23,5	28,6	90,0	13,7	21,6	177,53	1.211	...	...
	8	688793	154284	0,19	27,1	20,3	158,3	15,3	18,2	239,39	282	...	...
Lüina	690145	153872	0,18	26,0	9,0	77,1	12,0	19,8	144,08	366	...	...
Valore indicativo O suolo			0,80	40	50	150	50	50	...	1.000	...	5	
Valore guardia O suolo			2,00	150	200	n.d.	n.d.	n.d.	...	10.000	...	20	
Valore risanam. O suolo			...	20	1.000	1.000	2.000	n.d.	n.d.	...	100.000	100	

¹ Cd: cadmio; Cu: rame; Pb: piombo; Zn: zinco; Ni: Nichel; Cr: cromo

² PAK: composti policiclici aromatici.

³ PCDD/F: diossine e furani.

⁴ Linea: distanza dal camino di ventilazione del tunnel.

* Nella parte inferiore della tabella sono esposti i valori limite fissati dall'Ordinanza contro il deterioramento del suolo. I valori evidenziati in rosso indicano le concentrazioni che superano il valore indicativo dell'Ordinanza. Per le diossine e i furani è indicato il limite superiore del risultato delle analisi tenendo conto del margine d'incertezza dei risultati delle analisi.

Linea ¹		PAK tot. (mg/kg SS)		
		Campioni prelevati in superficie	0-5 cm di profondità	0-20 cm di profondità
a 30 m	1	...	...	...
	2	593	540	79
	3	530	...	...
	4	453	1.664	1.325
	5	105	...	...
	6	252	277	105
	7	328	187	3.696
	8	...	...	...
a 170 m	1	327	...	...
	2	9.624	312	225
	3	1.407	3.234	419
	4	7.975	2.702	727
	5	1.159	2.494	1.084
	6	292	...	...
	7	296	...	...
	8	282	...	...
a 450 m	1	158	26	...
	2	308	275	94
	3	1.931	2.528	506
	4	277	...	...
	5	260	...	...
	6	425	...	...
	7	327	...	...
	8	714	72	156
a 1.200 m	1	326	...	...
	2	3.664	...	...
	3	228	190	143
	4	250	...	...
	5	570	...	...
	6	1.193	...	...
	7	1.211	1.121	504
	8	282	...	...
Lüina		366	...	...

concentrazioni in profondità fossero state uguali a quelle in superficie, le deposizioni avrebbero dovuto risalire a tempi più lontani, anteriori all'incidente.

I prelievi in profondità sono stati effettuati solo nei settori dove, in superficie, erano state riscontrate le concentrazioni maggiori.

Risultati

I risultati della prima serie di analisi del suolo e del muschio (novembre/dicembre 2001) sono illustrati nella tabella 1. I punti di prelievo, indicati nella prima colonna si riferiscono alla cartina A. Sono evidenziati in rosso le concentrazioni che superano il valore indicativo stabilito dall'Ordinanza contro il deterioramento del suolo. I tre limiti fissati dall'ordinanza sono menzionati nella parte inferiore della tabella. Per il muschio non ci sono valori limiti. Le concentrazioni di Composti Policiclici Aromatici (PAK) misurati nei muschi, mostrano un chiaro parallelismo con quelle misurate nel suolo, fatta eccezione per alcuni punti. Queste differenze sono facilmente spiegabili con disomogeneità locali nelle deposizioni di polvere e soprattutto con possibili imprecisioni nella raccolta dei campioni di muschio.

I dati della tabella 1 sono illustrati graficamente nelle cartine B, C e D.

Nella tabella 2 sono confrontate le concentrazioni di Composti Policiclici Aromatici nei campioni di suolo prelevati in superficie con quelle nei campioni prelevati tra 0 e 5 e tra 0 e 20 cm di profondità. Questi dati sono rappresentati graficamente nella cartina E.

Conclusioni

I risultati delle analisi portano alle seguenti conclusioni:

- si può escludere che sul suolo si siano depositate sostanze tossiche in concentrazioni tali da costituire un pericolo per la popolazione o l'ambiente o da rendere

necessario un intervento di risanamento. Questo vale per le tre categorie di sostanze analizzate;

- per i Composti Policiclici Aromatici, che sono i prodotti tipici dei processi di combustione, sono state riscontrate concentrazioni più elevate all'uscita della galleria e in direzione del paese, cioè nella principale

direzione di diffusione dei fumi dell'incidente. Queste concentrazioni elevate sono presenti solo in superficie e non negli strati inferiori. Per questo motivo l'elevata concentrazione di PAK in questi suoli può essere attribuita alla deposizione di particelle incombuste emesse coi fumi dell'incidente;

- le concentrazioni più elevate di PAK che sono state misurate sono per lo più paragonabili a quelle riscontrate in ambiente cittadino o lungo strade con forte traffico ad eccezione di due punti, situati nelle immediate vicinanze dell'uscita della galleria, che presentavano valori di ca. 2-3 volte superiori;
- per le diossine e i furani, in tre dei quattro campioni, le concentrazioni superano il valore indicativo. Esse sono comunque inferiori al valore di guardia (anche se di poco) e soprattutto a quello di risanamento. Verosimilmente si tratta di prodotti generati durante l'incidente. Le analisi delle ceneri raccolte all'interno della galleria, invece, ne hanno indicato una presenza relativamente bassa;
- per quanto riguarda i metalli pesanti, i risultati non permettono di individuare un gradiente di inquinamento e di trarre delle conclusioni circa una loro diffusione nell'ambiente riconducibile all'incidente. Questo conferma che anche nell'incidente del S. Gottardo, conformemente a quanto indicato dalla letteratura, il gruppo principale di sostanze prodotte è costituito dai Composti Policiclici Aromatici;
- le analisi eseguite in profondità mostrano un chiaro aumento delle concentrazioni di Composti Policiclici Aromatici nei pendii leggermente rialzati che corrono parallelamente all'autostrada. Un andamento simile si nota anche lungo il cavalcavia che conduceva al passo, prima dell'apertura della galleria;

Si tratta di un quadro totalmente diverso da quello osservato in superficie e attribuibili all'incidente. Le misure in profondità con-

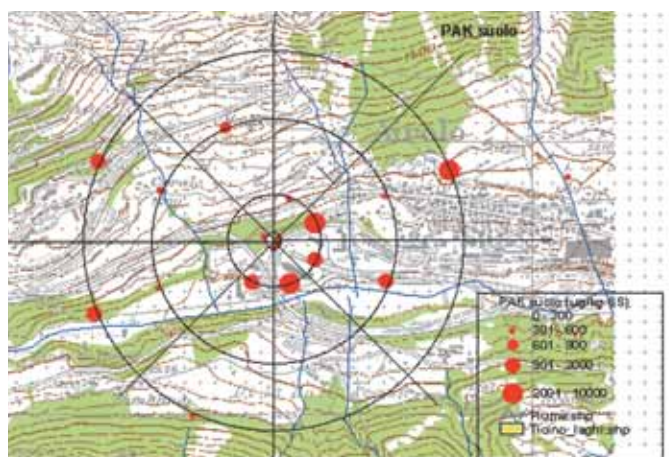
«Le misure in profondità confermano un inquinamento cronico del terreno dovuto alle emissioni del traffico.»

B Concentrazioni dei metalli pesanti nei campioni di suolo prelevati in superficie (0 - 1cm)¹



¹ La superficie dei cerchi è proporzionale alle concentrazioni misurate. I dati sono quelli esposti nella tabella 1.

C Concentrazioni di composti policiclici aromatici nei campioni di suolo prelevati in superficie (0 - 1cm)¹



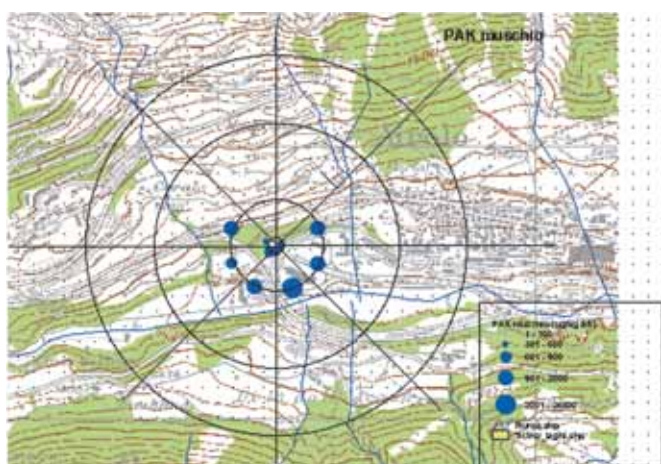
¹ La superficie dei cerchi è proporzionale alle concentrazioni misurate. I dati sono quelli esposti nella tabella 1.

fermano un inquinamento cronico del terreno dovuto alle emissioni del traffico. L'inquinamento lungo l'autostrada, più recente nel tempo rispetto a quello del traffico sul cavalcavia, è concentrato nello strato più vicino alla superficie (0 - 5). Quello vicino al cavalcavia è maggiormente registrabile anche nello strato più profondo (0 - 20 cm).

L'inquinamento del suolo, con Composti

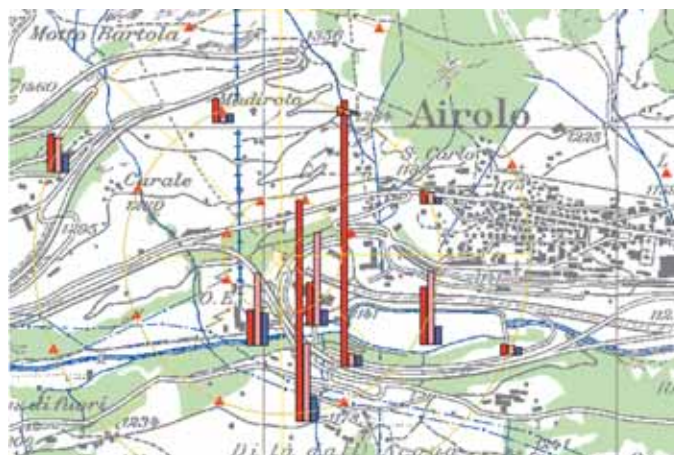
Policiclici Aromatici, lungo le strade a forte traffico, è un fenomeno noto dalle analisi effettuate in passato, sia in Ticino che altrove. Ulteriori analisi di PAK nel suolo lungo l'autostrada, tra Chiasso e Airolo, sono state intraprese per monitorare gli effetti del traffico sull'ambiente e saranno integrati nelle indagini previste nell'ambito del progetto Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana OASI. ■

D Concentrazioni di composti policiclici aromatici nel muschio¹



¹ La superficie dei cerchi è proporzionale alle concentrazioni misurate. I dati sono quelli esposti nella tabella 1.

E Confronto tra le concentrazioni di composti policiclici aromatici PAK misurate nei campioni di suolo



Campioni prelevati in:

■ in superficie ■ tra 0 e 5 cm di profondità ■ tra 0 e 20 cm di profondità