



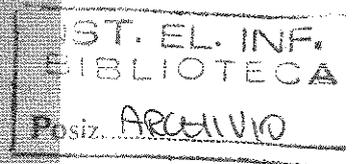
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Nota Interna

Analisi preliminare dei dati ricavati col naso artificiale

Luciano Azzarelli, Massimo Chimenti, Ovidio Salvetti

B4-14
lug-2000



I.E.I.
ISTITUTO DI
ELABORAZIONE DELLA
INFORMAZIONE

Progetto Nazionale MADESS II
Sottoprogetto 6

Analisi preliminare dei dati ricavati col naso artificiale

Luciano Azzarelli, Massimo Chimenti, Ovidio Salvetti

Istituto di Elaborazione della Informazione – CNR, Pisa

Indice

Introduzione	2
Materiali e metodi.....	3
Prove di riscaldamento (gruppo A)	3
Esposizione a esano e miscela 5 (gruppo B)	3
Elaborazione dei dati.....	4
Risultati	5
Gruppo A	5
Gruppo B.....	5
Discussione e conclusioni.....	27

Introduzione

Nell'ambito dell'attività prevista nel Progetto Finalizzato MADESS, l'IEI ha iniziato un esame dei dati ricavati mediante il sistema di rilevamento "naso artificiale" operante presso il Centro di Ricerca Piaggio.

Questo sistema è composto da una batteria di trasduttori e da un apparato elettronico per l'acquisizione dei dati, che comprende sostanzialmente un'unità di controllo, un generatore di un segnale di riferimento, un convertitore analogico/digitale e un'interfaccia per il collegamento ad un calcolatore.

Ciascun trasduttore è realizzato depositando un polimero su un supporto opportuno; dal punto di vista elettrico, il trasduttore è assimilabile ad un dipolo, la cui resistenza varia in funzione del tipo e della concentrazione di gas odorante messo in contatto col polimero: dal trasduttore si ricava quindi un insieme di segnali elettrici, che possono essere elaborati in modo da riconoscere e classificare lo stimolo agente sul trasduttore.

Allo stato attuale, il Centro Piaggio dispone di un sistema da laboratorio e di un sistema portatile, nonché di un software, che consente di esaminare i tracciati dei dati ricavati nelle prove di esposizione e di analizzarli mediante una procedura costituita da due fasi:

estrazione di caratteristiche, mediante differenti tecniche di elaborazione dei dati d'ingresso (per esempio, la trasformata discreta di Fourier)

analisi multivariata delle caratteristiche, mediante differenti metodi statistici (per esempio, analisi dei componenti principali).

I sistemi H/S suddetti sono stati sviluppati dal Centro Piaggio in precedenti ricerche, indirizzate allo studio degli odori tipici di sostanze come il vino e l'olio vegetale; nello svolgimento del Progetto sono previste applicazioni per l'individuazione di odori con caratteristiche differenti rispetto a quelli già esaminati, ed è quindi necessario procedere alle opportune modifiche delle componenti del sistema di rilevamento.

Nell'ambito del Progetto, l'IEI contribuisce allo studio e allo sviluppo delle componenti software del sistema, occupandosi delle procedure di acquisizione, pre-elaborazione e analisi dei dati; nella fase iniziale della ricerca si è quindi ritenuto opportuno esaminare alcune serie di dati in modo da ricavare informazioni relative alla qualità dei dati prodotti dal sistema di rilevamento: in base a queste informazioni si può provvedere a compiere le eventuali modifiche che rendano possibile un miglioramento del rapporto segnale/rumore e si possono individuare le procedure di elaborazione e di analisi dei dati più efficienti.

Materiali e metodi

Negli esperimenti condotti presso il Centro Piaggio, il trasduttore è alloggiato in una camera di ridotte dimensioni, dotata di due valvole, che la collegano rispettivamente ad una pompa di aspirazione e ad una camera di grosse dimensioni, che contiene il gas da rivelare, miscelato in concentrazione nota con gas inerte (aria o azoto).

All'inizio della prova, nella camera interna viene fatto il vuoto. Al tempo t_1 determinato dal programma di acquisizione viene aperta la valvola di comunicazione tra le due camere, in modo che il trasduttore riceve una sollecitazione descrivibile mediante una funzione a scalino; al tempo t_2 viene chiusa la valvola di comunicazione tra le camere e viene fatto nuovamente il vuoto nella camera interna: i dati di acquisizione mostrano dunque la risposta di ciascun sensore alla sollecitazione determinata da una concentrazione nota e costante di gas nell'intervallo temporale (t_1, t_2).

Il Centro Piaggio ha fornito all'IEI una cospicua quantità di dati, ottenuti esponendo diversi tipi di polimeri a differenti tipi di odoranti, in varie condizioni di concentrazione; inoltre il Centro Piaggio ha provveduto anche a ricavare dei dati in condizioni particolari, utili per determinare la risposta del sistema di acquisizione: in questo caso sono stati montati sul trasduttore sia dei sensori realizzati mediante gli ultimi tipi di polimeri prodotti, sia dei resistori.

L'IEI ha analizzato i seguenti insiemi di dati.

Prove di riscaldamento (gruppo A)

In questo caso il trasduttore non è stato esposto a sostanze odoranti, ricavando così la risposta in assenza di eccitazione.

La seguente tabella riporta le condizioni di acquisizione dei dati e la composizione del trasduttore (5 resistori e 4 polimeri).

		Sensore	Polimero	Sensore	Polimero
Sampling Rate (s)	0.5	0		8	Dpf39
Campioni	450	1		9	Dcf2
Start	50	2	res2	10	Docf25
End	150	3	res3	11	Dpf42
Waveform type	CW	4			
		5	res5		
		6	res6		
		7	res7		

Condizioni di acquisizione dei dati del Gruppo A

Esposizione a esano e miscela 5 (gruppo B)

In questo caso il trasduttore è stato esposto a sostanze odoranti,

La seguente tabella riporta le condizioni di acquisizione dei dati e la composizione del trasduttore (8 coppie di polimeri).

		Sensore	Polimero	Sensore	Polimero
--	--	---------	----------	---------	----------

Sampling Rate (s)	0.5	0	TPRd22	8	DCR3
Campioni	800	1	TPFd22	9	DCF12
Start	50	2	TId22	10	DoCR9
End	300	3	DPRd32	11	DPFd34
Waveform type	1 kHz	4	DPFd3	12	DPRd22
		5	DoCR12	13	TId12
		6	DCF2	14	TPFd12
		7	DCR12	15	TPRd13

Condizioni di acquisizione dei dati del Gruppo B

Elaborazione dei dati

Durante le prove di riscaldamento, il trasduttore non è sottoposto allo stimolo odorante, e le uscite dei sensori dovrebbero essere dei segnali con livello costante, affetti da un rumore di tipo casuale: sugli insiemi di 450 campioni ricavati per ciascun sensore in ciascuna prova sono stati calcolati il valore medio (m), la deviazione standard (sd) e il coefficiente di variazione $cv = 100 \times sd/m$, sufficienti per la descrizione di segnali con le caratteristiche suddette. Al fine di controllare l'effettivo comportamento dei sensori sono stati inoltre riportati i tracciati dei dati di acquisizione.

Nelle prove di stimolazione le uscite dei sensori variano in funzione del tempo, del tipo e della concentrazione della sostanza odorante. Per elaborare i dati ricavati nelle prove di stimolazione è stato considerato l'intervallo di tempo $L \equiv (t_1, t_2)$, durante il quale il polimero è in contatto col gas. La funzione x_t , che definisce la resistenza del dipolo, è stata trasformata mediante la relazione:

$$x'_i = (x_i/x_t - 1)$$

dove x_t è il valore minimo di x_i nell'intervallo: L ; x'_i corrisponde dunque alla variazione percentuale di x_i .

Al fine di studiare l'andamento della risposta del sensore, sulla x'_i sono state eseguite regressioni di differenti tipi, lineare e non lineare. Inoltre, al fine di definire la risposta del sensore con un singolo valore è stata calcolata l'energia del segnale normalizzato all'interno dell'intervallo di esposizione, data da:

$$E_i = \Sigma (x'_i)^2$$

La risposta del traduttore è rappresentata mediante un grafico a barre, definito dai valori di energia calcolati per i singoli sensori.

Risultati

Le tabelle ed i grafici riportati nelle pagine seguenti riportano alcuni dei risultati ricavati dall'analisi dei dati esaminati.

Gruppo A

Per quanto concerne il gruppo A sono state esaminate le seguenti cartelle:

- Alternata/Giorno 1 Riscaldamento
- Alternata/Giorno 2 Riscaldamento

Ogni cartella contiene 10 file, ciascuno dei quali riporta i dati ricavati dal campionamento dei segnali prodotti dai 9 sensori montati sul trasduttore. Nelle prove di riscaldamento il trasduttore non è posto a contatto col gas.

Gruppo B

Per quanto concerne il gruppo B sono state esaminate le seguenti cartelle:

- Alternata/Giorno 1 Esano
- Alternata/Giorno 1 Miscela 5
- Alternata/Giorno 2 Esano
- Alternata/Giorno 2 Miscela 5

Ogni cartella contiene 10 file, ciascuno dei quali contiene i dati relativi ai 9 sensori montati sul trasduttore. In queste serie di prove il trasduttore è stimolato da 10 ml di sostanza fatti evaporare nella camera di esposizione.

- 23 marzo Xilene
- 24 marzo Xilene
- 24 marzo Butanolo
- 25 marzo Xilene
- 25 marzo Butanolo

Ogni file contiene i dati relativi alle risposte dei 16 sensori montati sul trasduttore in ciascuna prova di esposizione. In queste serie di prove il trasduttore è posto a contatto col gas alla concentrazione di 140, 360, 720, 1200 ppm (xilene) e 182, 364, 728, 1200 ppm (butanolo). Per ogni concentrazione sono state fatte tre o quattro prove di esposizione, tranne che per la concentrazione 1200 ppm, esaminata una sola volta.

Giorno 1 Riscaldamento

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.21344	1.555	1.60664	1.3835	1.78936	42.7924	290.081	8.51666	435.536
cv	0.00610	0.00277	0.00162	0.01412	0.00596	0.04080	0.11635	0.03481	0.06168
m	19865.1	56105.3	98734.4	9797.45	29997.4	104877	249316	24461.2	706015

Prova 1

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.31752	1.33783	1.78509	1.28994	1.83173	16.4729	147.483	5.29584	319.788
cv	0.00663	0.00238	0.00180	0.0131	0.00610	0.01569	0.05920	0.02162	0.04523
m	19864.8	56105.4	98736.1	9796.56	29997.2	104975	249121	24485	707015

Prova 2

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.20446	1.58488	1.83559	1.50693	1.70874	6.39453	166.1	3.6021	265.032
cv	0.00606	0.00282	0.00185	0.01538	0.00569	0.00609	0.06680	0.01470	0.03744
m	19865.6	56105.9	98738.7	9797.86	29997.3	104996	248627	24503.2	707779

Prova 3

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	0.99665	1.48772	1.48972	1.44565	1.49410	17.6135	146.349	2.15187	212.301
cv	0.00501	0.00265	0.00150	0.01475	0.00498	0.01678	0.05897	0.00877	0.03000
m	19865.5	56105.8	98741.3	9799.79	29998.5	104964	248166	24510.2	707587

Prova 4

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.15476	1.6257	1.83628	1.47773	1.53190	22.9146	156.169	2.44111	255.167
cv	0.00581	0.00289	0.00185	0.01507	0.00510	0.02184	0.06302	0.00995	0.03608
m	19867	56107.8	98743	9800.49	30000.0	104893	247793	24517.7	707216

Prova 5

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.10593	1.55184	1.73378	1.38036	1.59979	26.273	122.25	1.82225	243.639
cv	0.00556	0.00276	0.00175	0.01408	0.00533	0.02506	0.04940	0.00743	0.03447
m	19866.4	56110.3	98741.9	9797.45	29999.9	104807	247446	24520.2	706661

Prova 6

Giorno 1 Riscaldamento

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.29859	1.5324	1.97331	1.37014	1.65706	29.8262	87.0426	1.85284	274.3
cv	0.00653	0.00273	0.00199	0.01397	0.00552	0.02848	0.03521	0.00755	0.03881
m	19866.8	56107.2	98742.6	9802.3	30000.9	104717	247185	24524.8	706652

Prova 7

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.14436	1.41817	2.04285	1.35469	1.69899	31.2849	90.9372	1.96541	253.226
cv	0.00576	0.00252	0.00206	0.01382	0.00566	0.02990	0.03682	0.00801	0.03587
m	19866.9	56110.9	98737.8	9798.0	30000.5	104606	246937	24525.5	705937

Prova 8

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.29362	1.27484	1.73275	1.31635	1.86761	32.1609	136.202	1.92984	215.916
cv	0.00651	0.00227	0.00170	0.01343	0.00622	0.03077	0.05523	0.00786	0.03063
m	19864.1	56109.2	98733.1	9800.95	29999.2	104501	246599	24529.0	704792

Prova 9

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.22311	1.32622	1.62807	1.29726	1.77582	31.7316	244.968	2.3281	253.988
cv	0.00615	0.00236	0.00164	0.01323	0.00591	0.03039	0.09958	0.00948	0.03606
m	19864.5	56109.1	98731.2	9800.94	29999.5	104393	245993	24534.1	704210

Prova 10

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
mean	19865.7	56107.7	98738	9799.18	29999	104773	247718	24511.1	706386
min	19864.1	56105.3	98731.2	9796.56	29997.2	104393	245993	24461.2	704210
max	19867	56110.9	98743	9802.3	30000.9	104996	249316	24534.1	707779
sd	1.05625	2.09149	4.21122	1.94474	1.36967	211.554	1092.93	22.6207	1165.66

Confronto dei valori medi di misura nelle 10 prove del Giorno 1

Giorno 2 Riscaldamento

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.43579	1.70626	3.14923	1.30053	1.90861	41.0079	105.337	5.19308	228.866
cv	0.00722	0.00304	0.00319	0.01327	0.00636	0.03862	0.03869	0.02035	0.03145
m	19859.7	56098.7	98717.9	9795.04	29989.1	106166	272248	25517.3	727657

Prova 1

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.27888	1.51459	2.1705	1.43233	1.72982	21.5504	118.233	2.02489	227.263
cv	0.00643	0.00269	0.00219	0.01462	0.00576	0.02031	0.04347	0.00793	0.03124
m	19861	56100.8	98722.3	9793.72	29992.4	106066	271936	25528.7	727376

Prova 2

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.17147	1.51525	1.87554	1.39533	1.57176	16.5268	111.579	2.01273	222.33
cv	0.00589	0.00270	0.00189	0.01424	0.00524	0.01558	0.04107	0.00788	0.03056
m	19861.5	56098.9	98723.2	9797.14	29992.4	106011	271643	25533.6	727328

Prova 3

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.20175	1.40043	1.91835	1.30985	1.7878	16.2055	97.0476	2.22683	201.301
cv	0.00605	0.00249	0.00194	0.01336	0.00596	0.01529	0.03576	0.00872	0.02769
m	19859.1	56100.4	98721	9797.52	29991.8	105962	271346	25534.5	726775

Prova 4

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.19705	1.45582	1.57105	1.3292	1.7052	20.4596	99.9687	2.15356	210.267
cv	0.00602	0.00259	0.00159	0.01356	0.00568	0.01931	0.03687	0.00843	0.02893
m	19863.1	56100.7	98723.4	9796.71	29992.7	105901	271086	25534.5	726694

Prova 5

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.15898	1.42049	1.78509	1.37234	1.62597	25.9294	57.4765	1.85084	245.457
cv	0.00583	0.00253	0.00180	0.01400	0.00542	0.02450	0.02121	0.00724	0.03378
m	19861.4	56102.9	98725.4	9799.06	29994.3	105826	270902	25534.7	726491

Prova 6

Giorno 2 Riscaldamento

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.22819	1.13947	1.99765	1.184	1.90237	31.4489	113.931	1.96428	186.58
cv	0.00618	0.00203	0.00202	0.01208	0.00634	0.02974	0.04209	0.00769	0.02568
m	19860.7	56105.3	98725.2	9795.04	29993.2	105720	270681	25530.2	726453

Prova 7

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.07584	1.22158	2.08408	1.32324	1.79029	32.2619	88.6258	1.98552	222.824
cv	0.00541	0.00217	0.00211	0.01351	0.00596	0.03054	0.03277	0.00777	0.03070
m	19861.8	56107.3	98725.9	9794.47	29995.6	105605	270380	25527.9	725678

Prova 8

	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.11329	1.44798	1.88829	1.40054	1.63182	30.1634	105.264	2.14707	264.382
cv	0.00560	0.00258	0.00191	0.01429	0.00544	0.02859	0.03896	0.00841	0.03643
m	19861.2	56106.8	98723.7	9795.61	29994.5	105497	270152	25525.5	725554

Prova 9

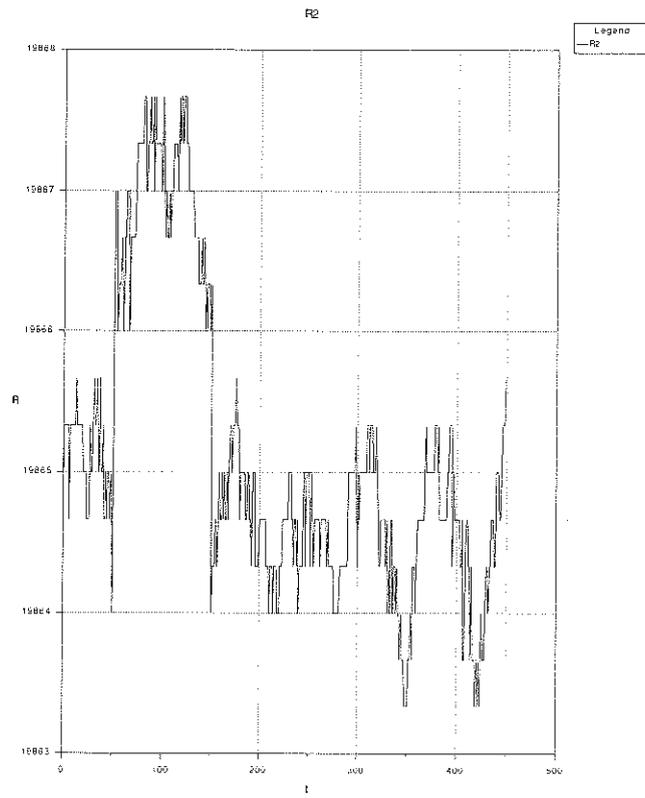
	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
sd	1.13367	1.49459	1.96003	1.41215	1.64792	31.5728	73.6901	2.18971	274.675
cv	0.00570	0.00266	0.00198	0.01441	0.00549	0.02995	0.02729	0.00857	0.03787
m	19861.8	56105.7	98725	9799.27	29995.7	105393	269937	25524.8	725161

Prova 10

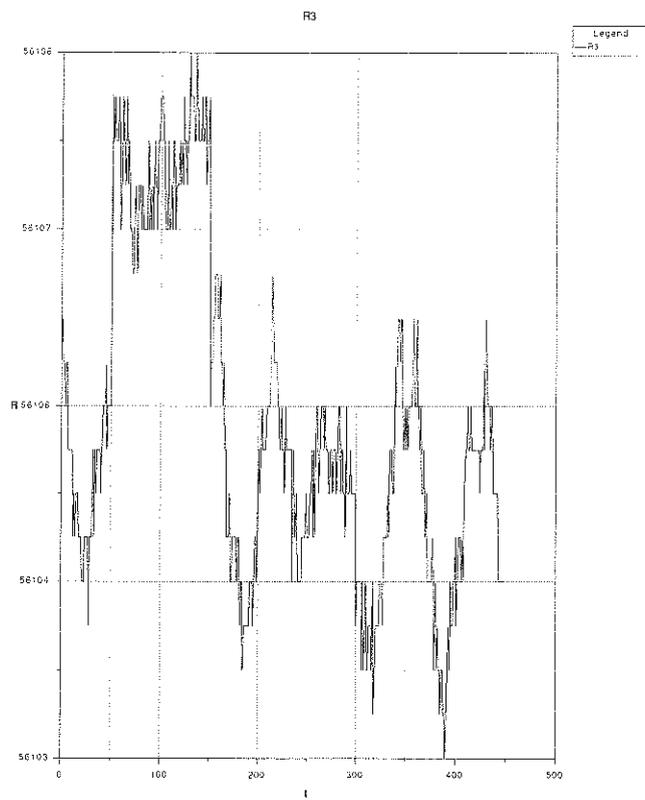
	R1	R2	R3	R4	R5	Dpf39	Dcf2	Docf25	Dpf42
mean	19861.1	56102.7	98723.3	9796.36	29993.2	105815	271031	25529.2	726517
min	19859.1	56098.7	98717.9	9793.72	29989.1	105393	269937	25517.3	725161
max	19863.1	56107.3	98725.9	9799.27	29995.7	106166	272248	25534.7	727657
sd	1.12354	3.28439	2.43356	1.89806	1.97768	255.185	768.066	5.61131	834.525

Confronto dei valori medi di misura nelle 10 prove del Giorno 2

Riscaldamento

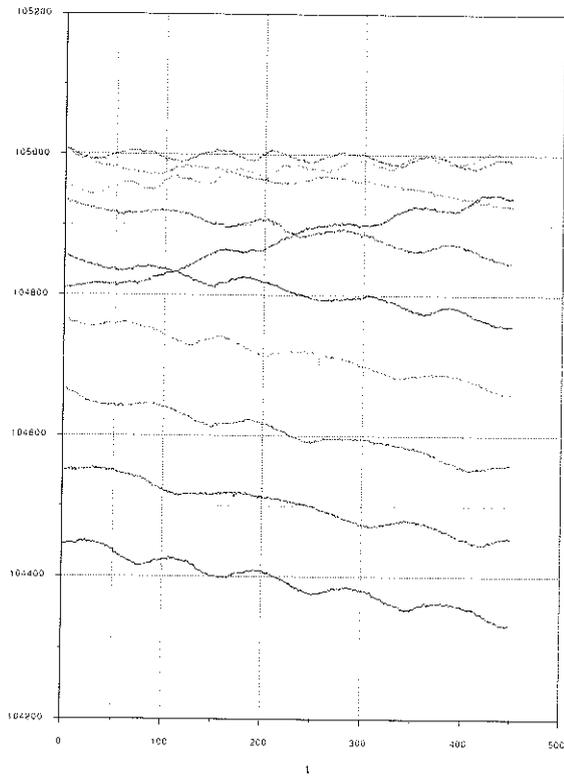


R2 giorno 1



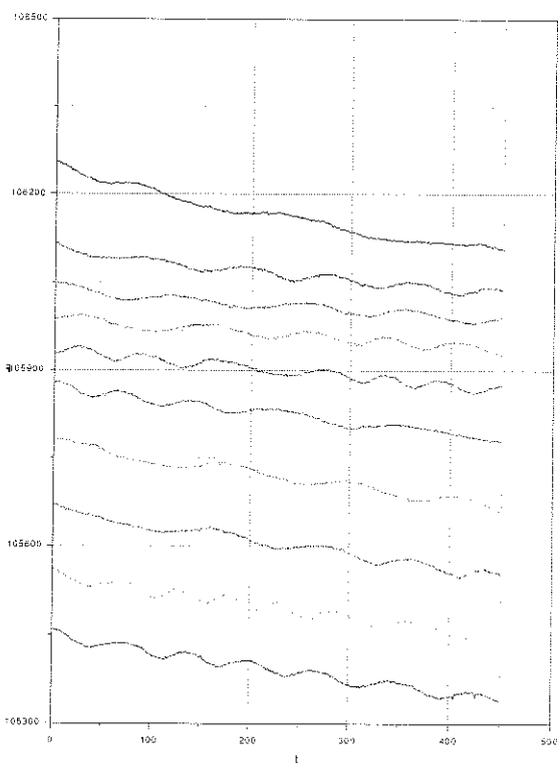
R3 giorno 1

Riscaldamento

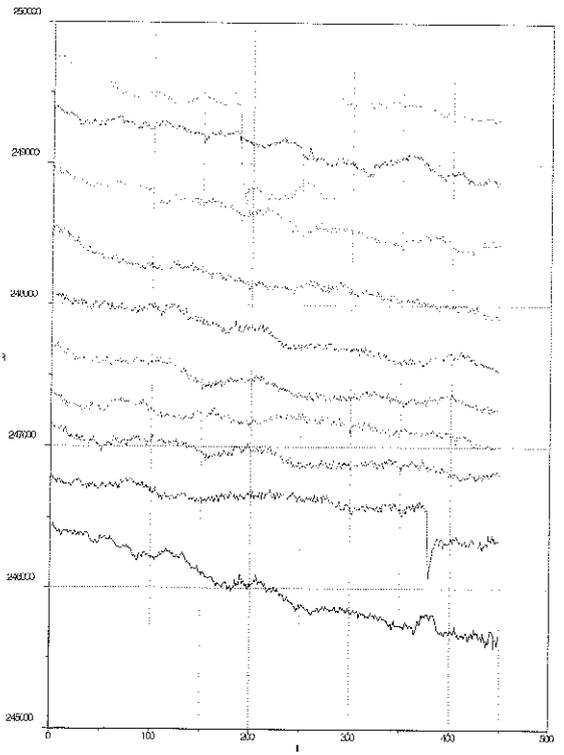


Dpf39

giorno 1

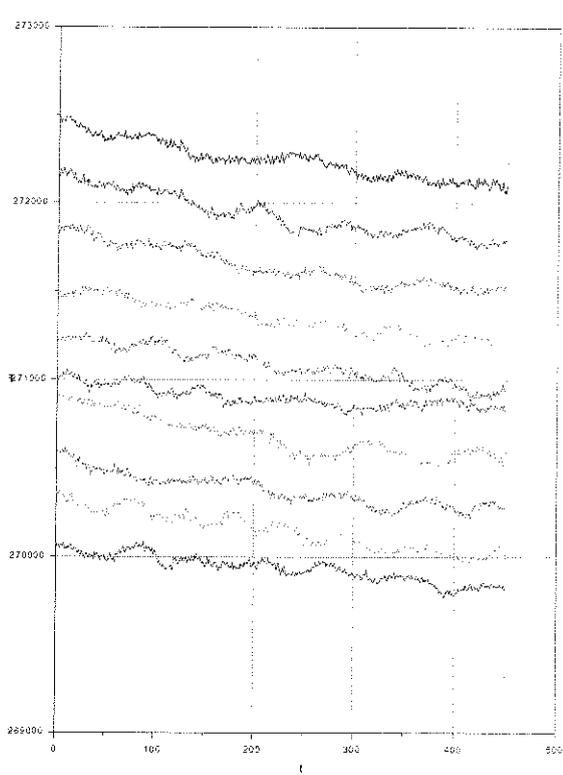


giorno 2



Dcf2

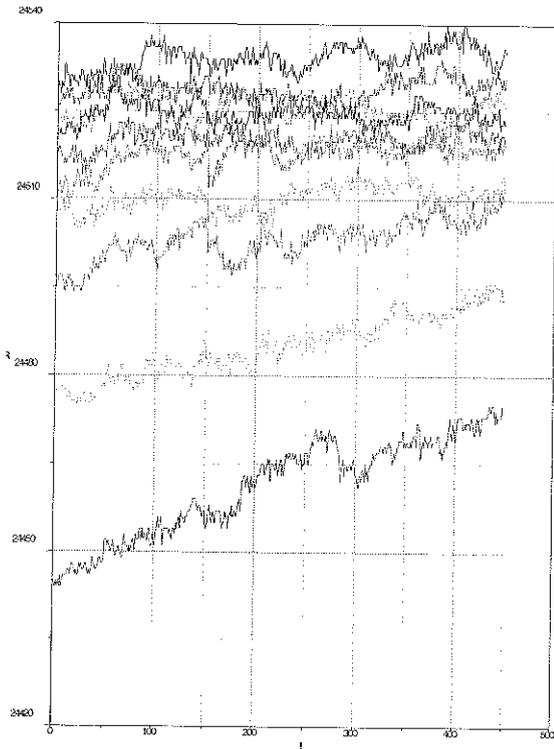
giorno 1



giorno 2

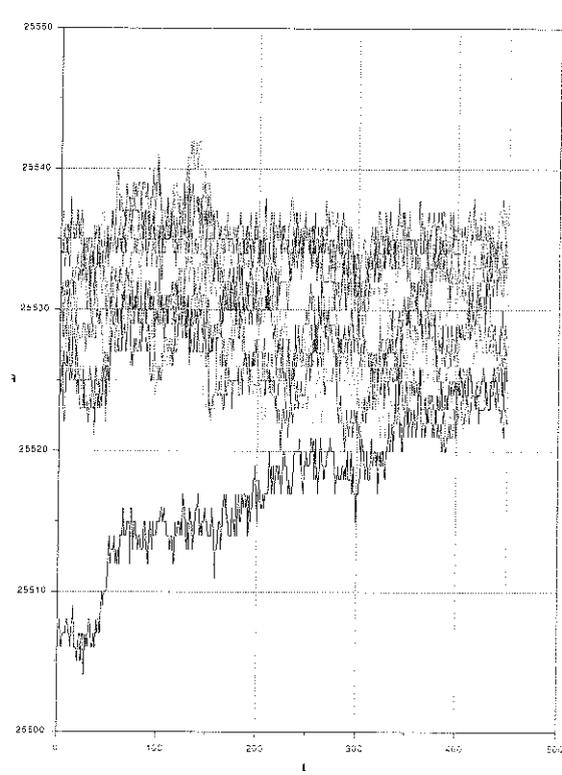


Riscaldamento

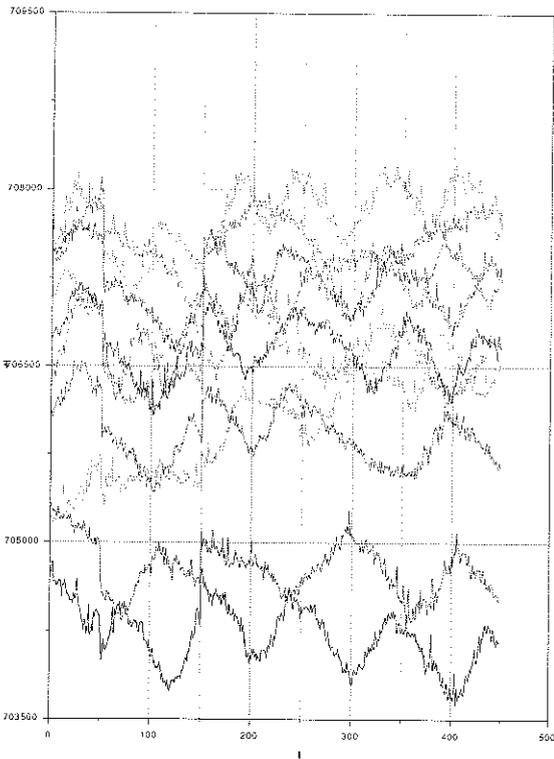


Docf25

giorno1

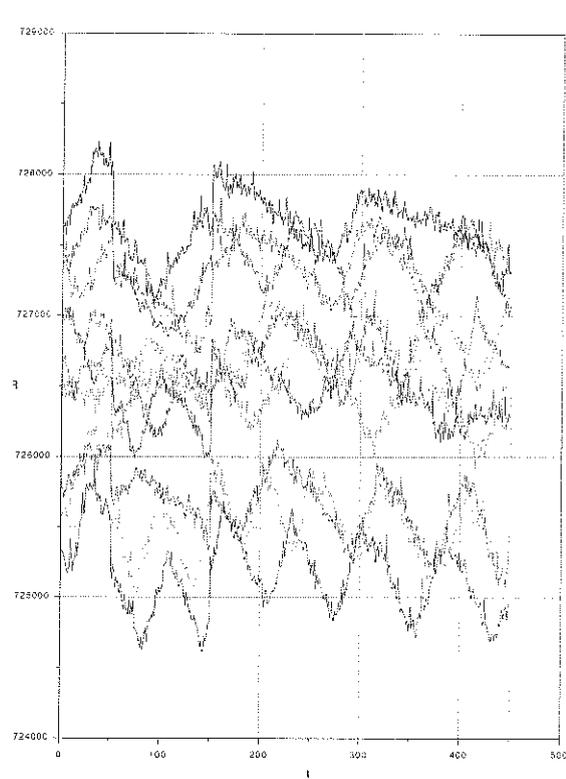


giorno2



Dpf42

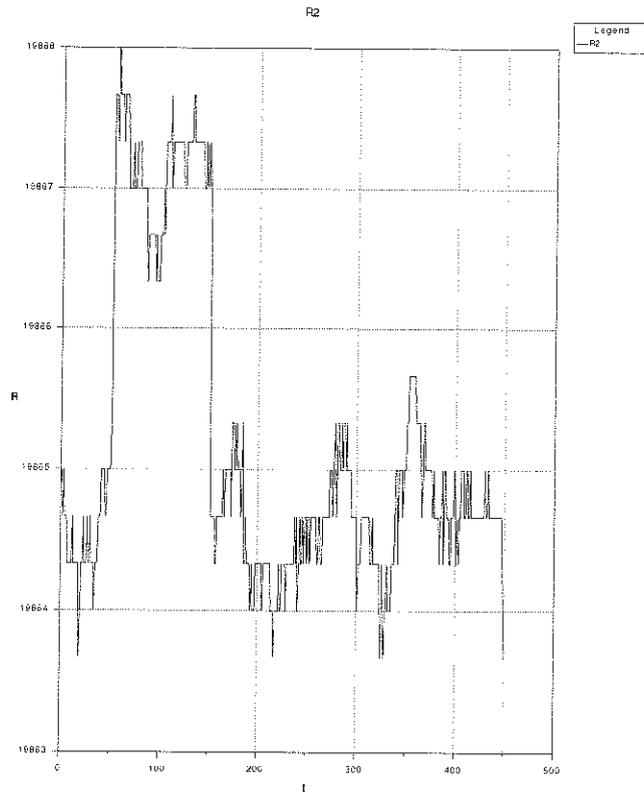
giorno1



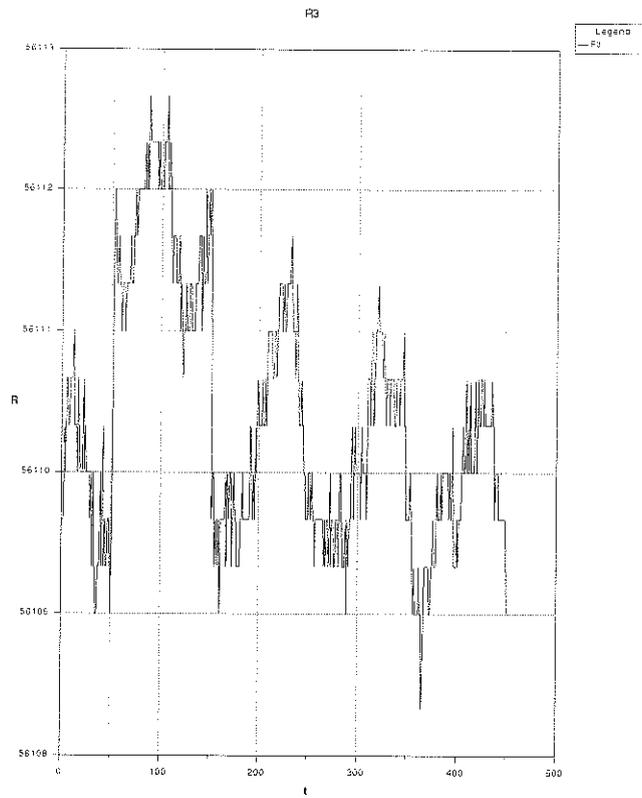
giorno2



Risposta al gas esano

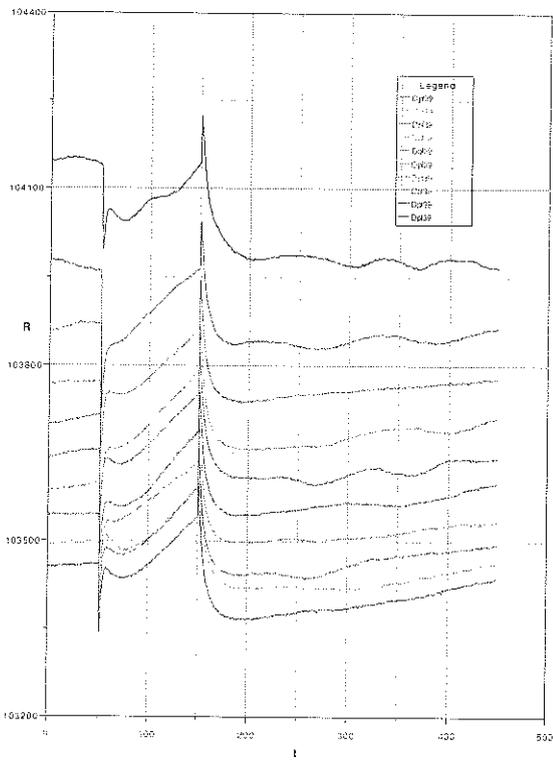


R2 giorno 1



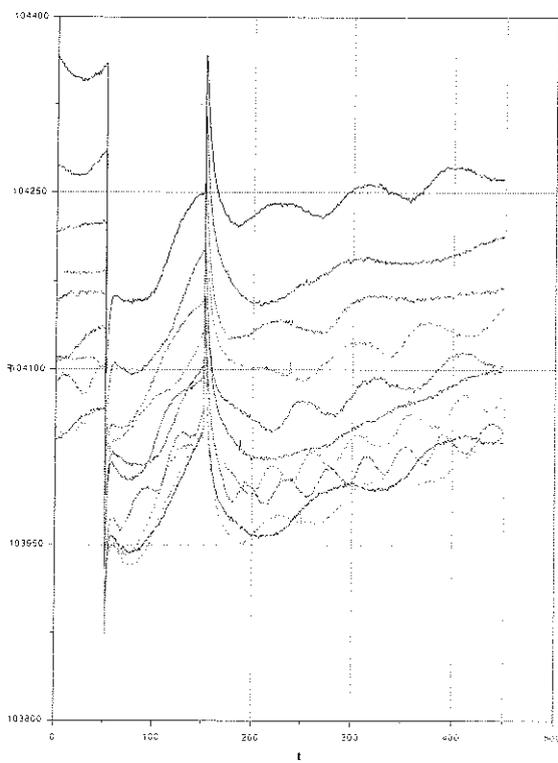
R3 giorno 1

Risposta al gas esano

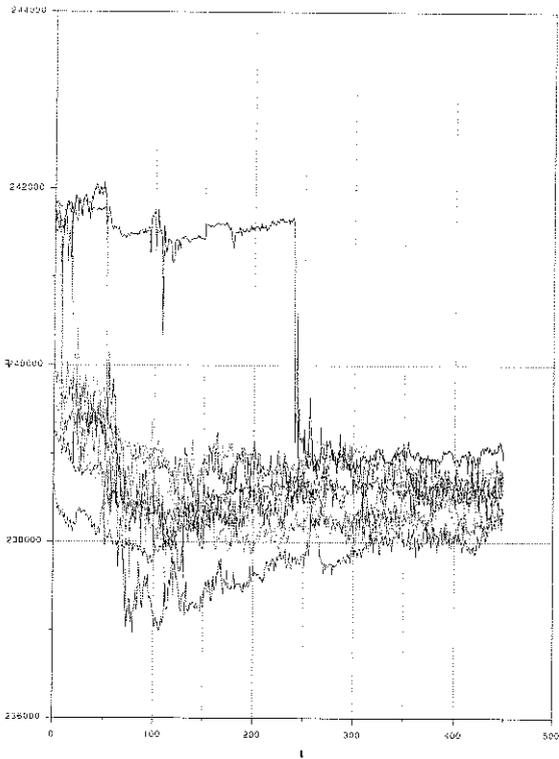


Dpf39

giorno1

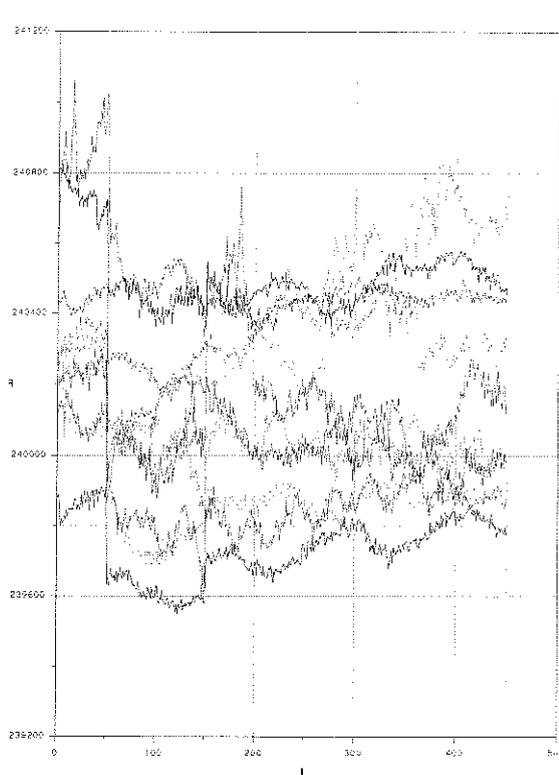


giorno2



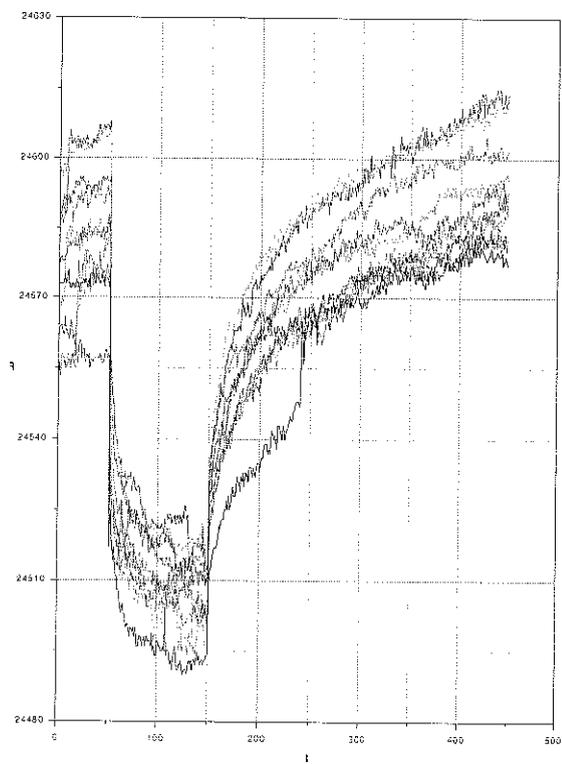
Dcf2

giorno1



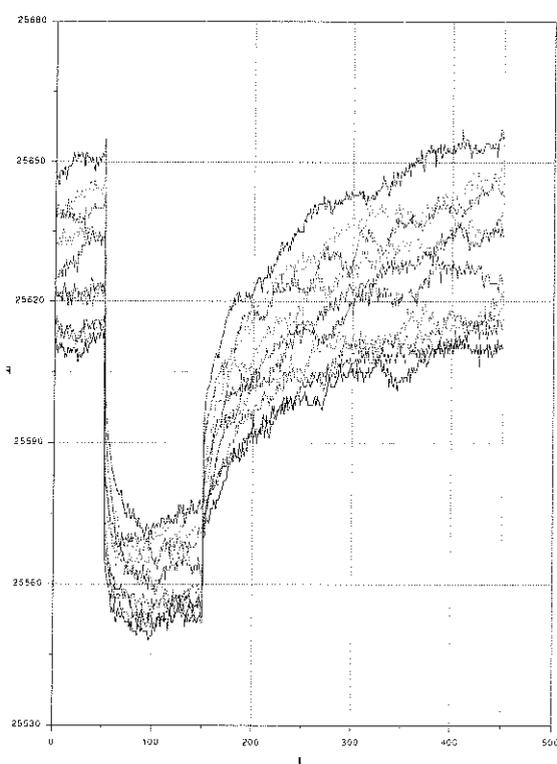
giorno2

Risposta al gas esano

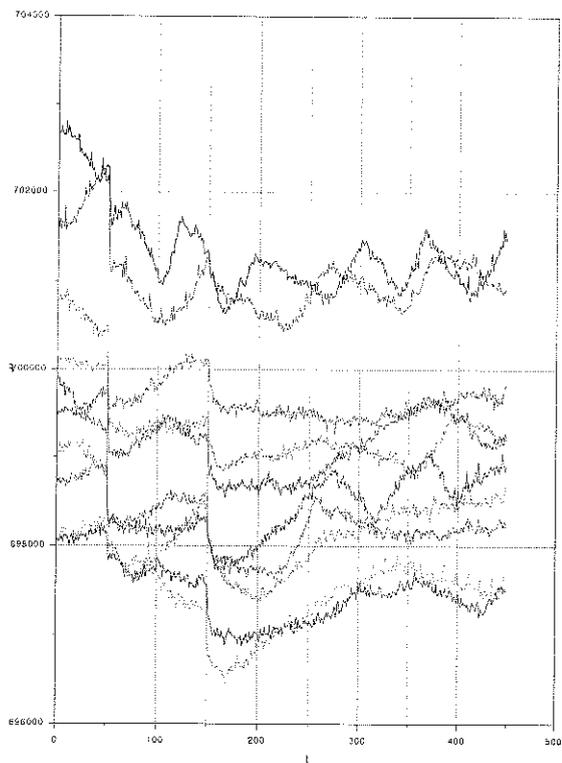


Docf25

giorno1

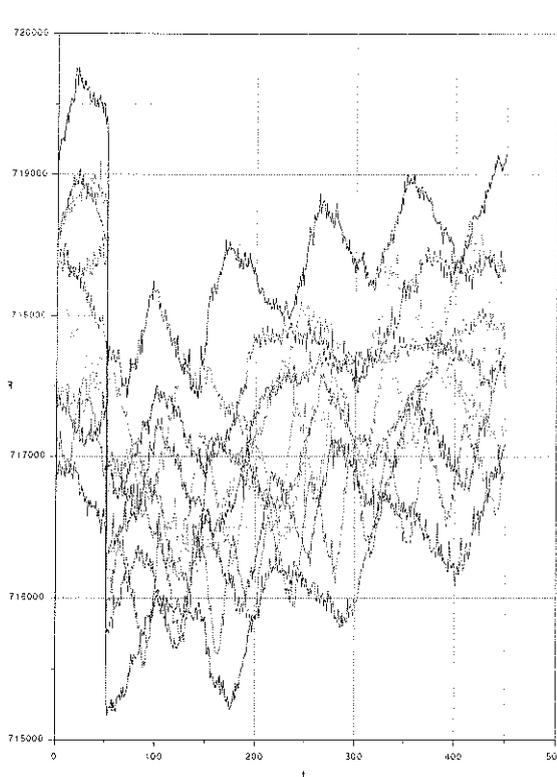


giorno2



Dpf42

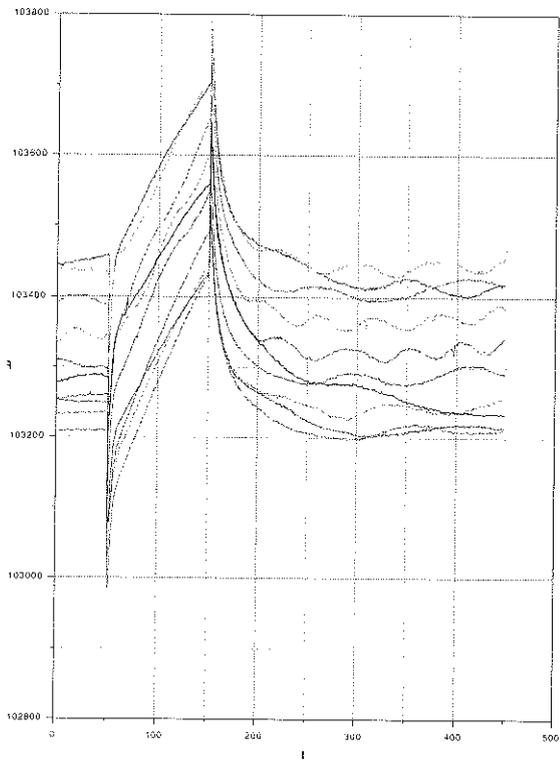
giorno1



giorno2

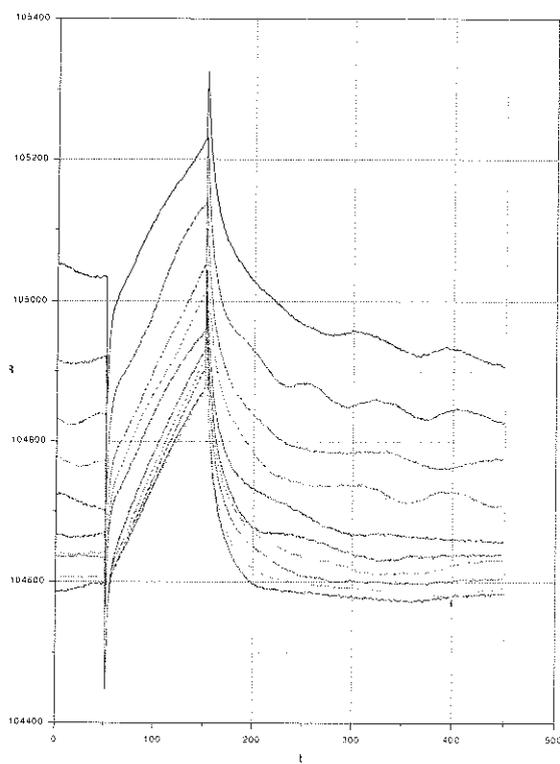


Risposta al gas Miscela 5

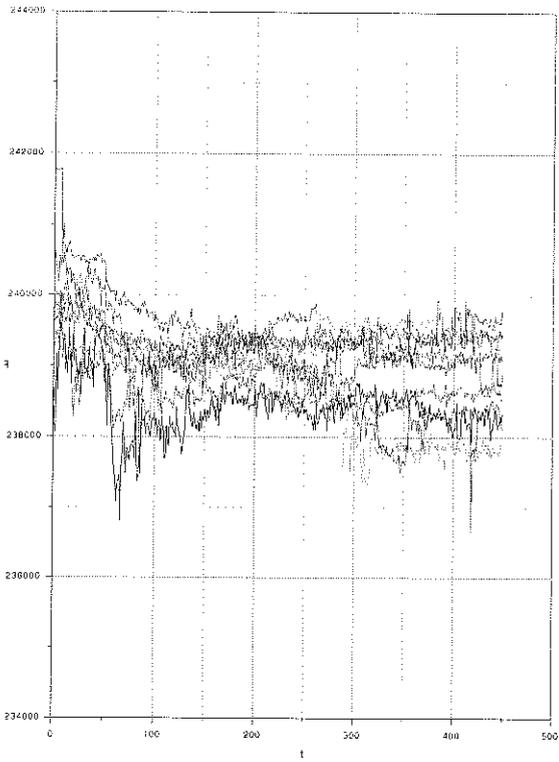


Dpf39

giorno1

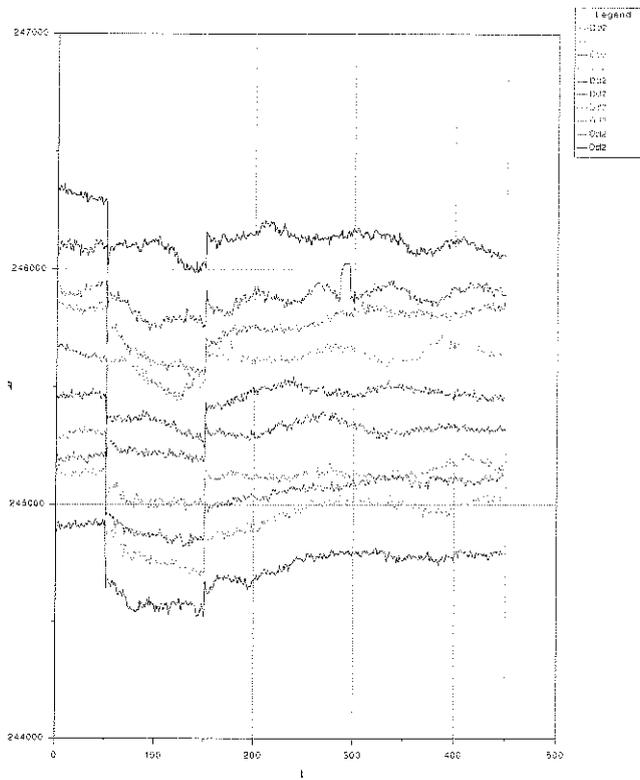


giorno2



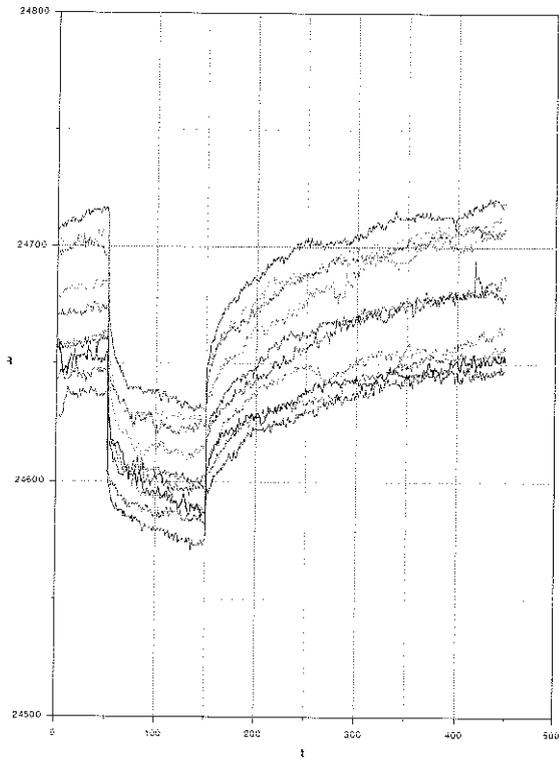
Dcf2

giorno1



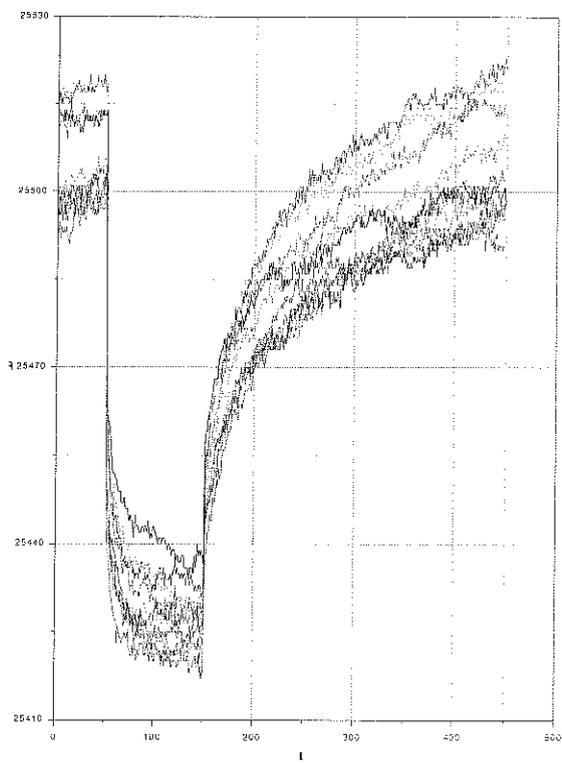
giorno2

Risposta al gas Miscela 5

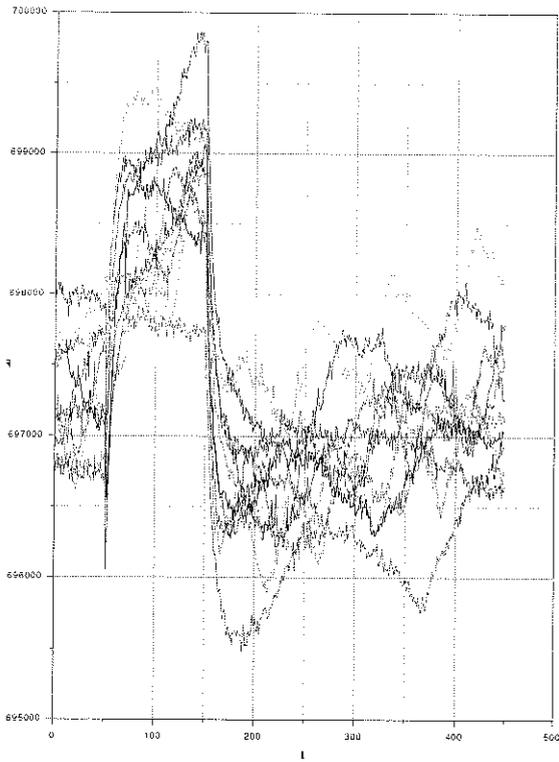


Docf25

giorno1

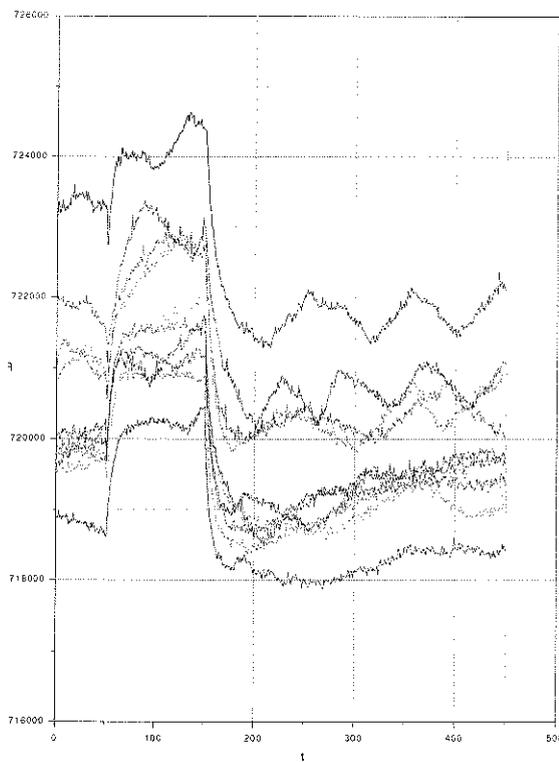


giorno2



Dpf42

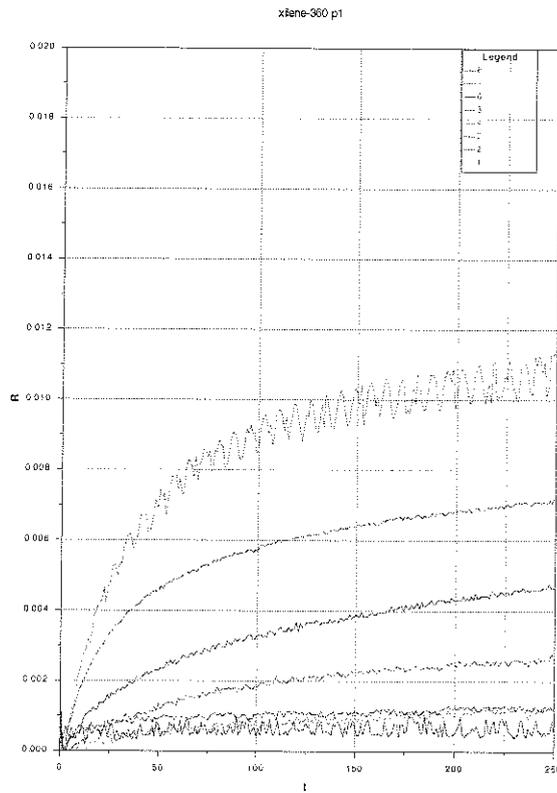
giorno1



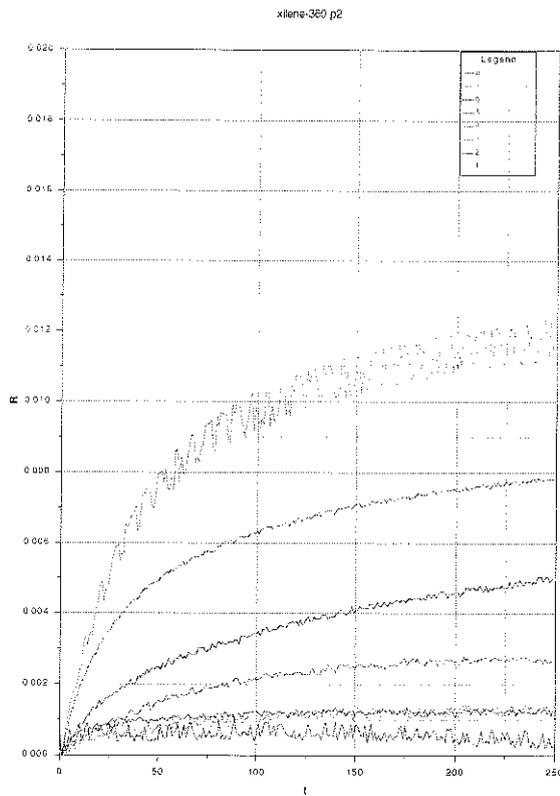
giorno2



Gruppo B

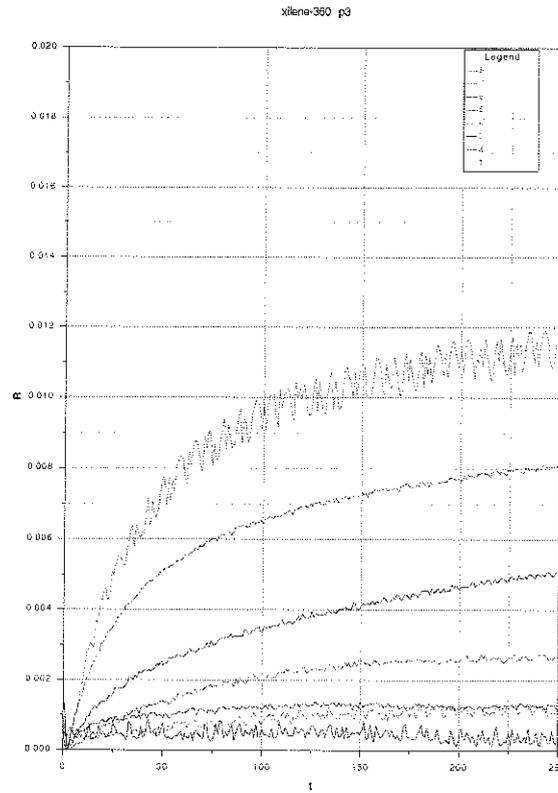


Xilene 360 ppm. 24 marzo, prova 1

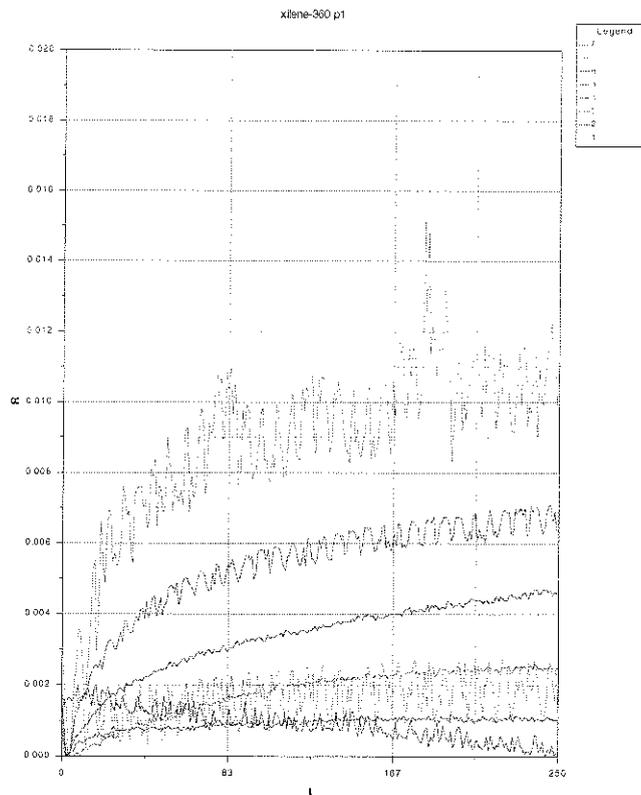


Xilene 360 ppm. 24 marzo, prova 2

Gruppo B

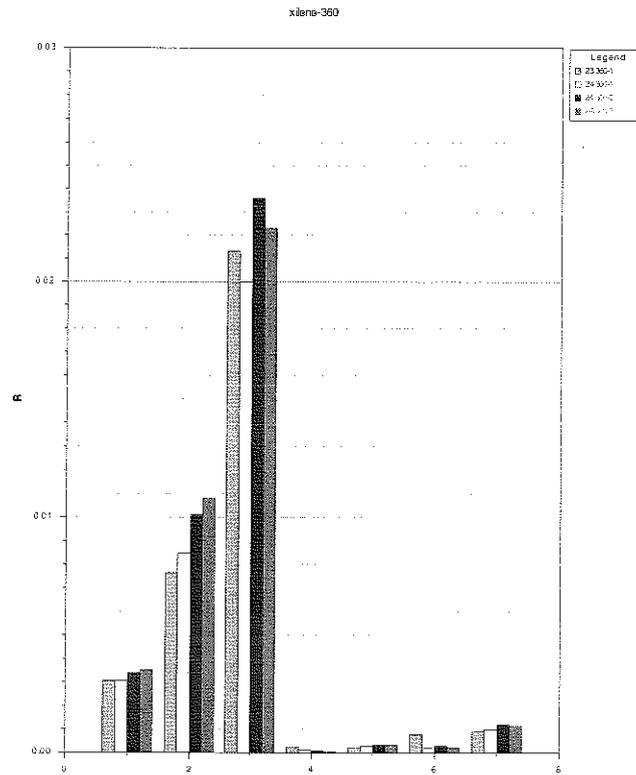


Xilene 360 ppm. 24 marzo, prova 3

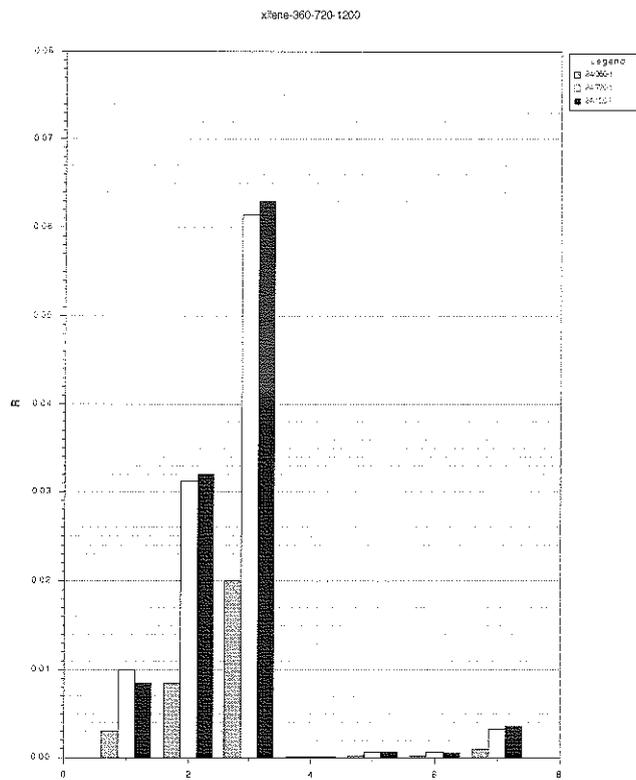


Xilene 360 ppm. 23 marzo, prova 1

Gruppo B

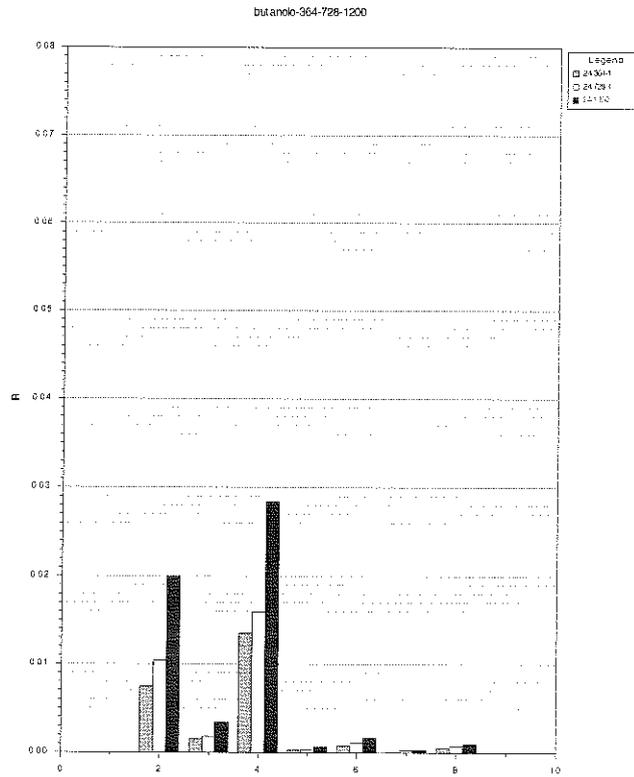


Xilene 360 ppm. 23 marzo, prova 1; 24 marzo, prove 1,2,3

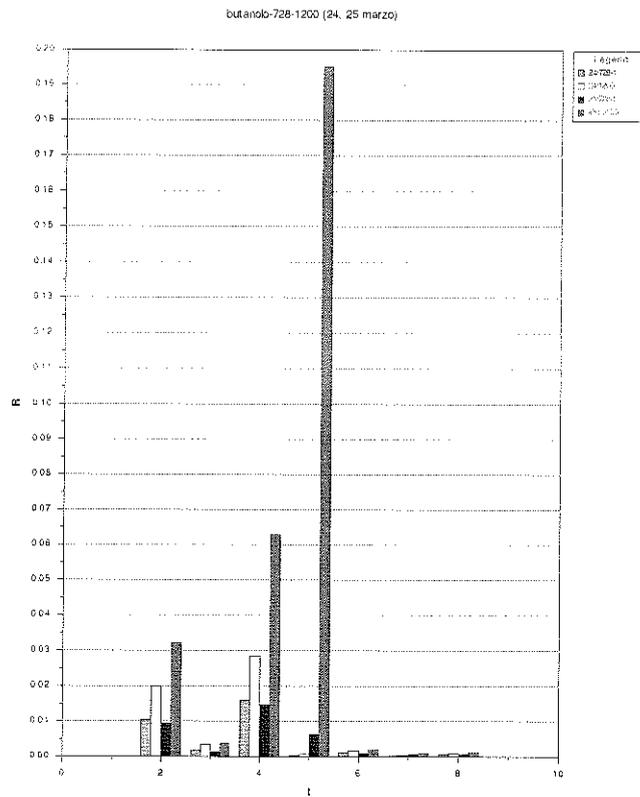


Xilene 360, 720, 1200 ppm. 23 marzo, prova 1

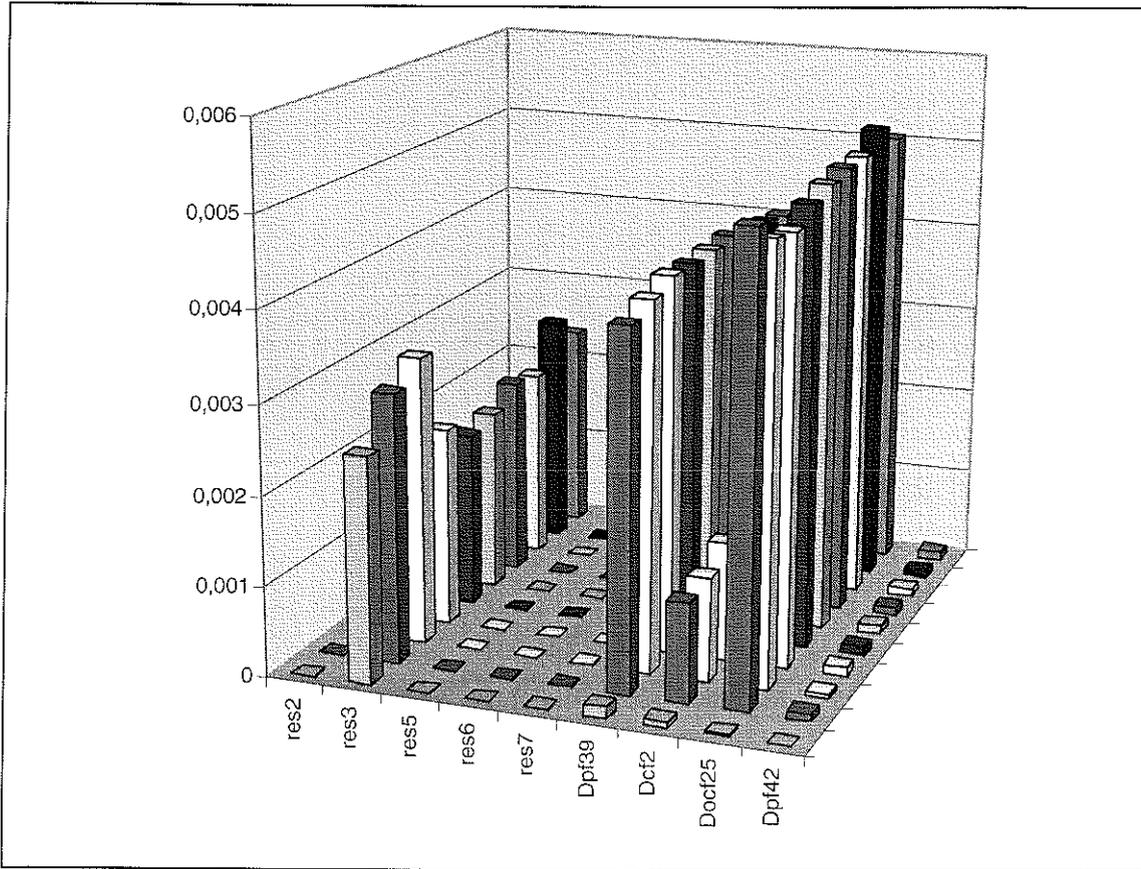
Gruppo B



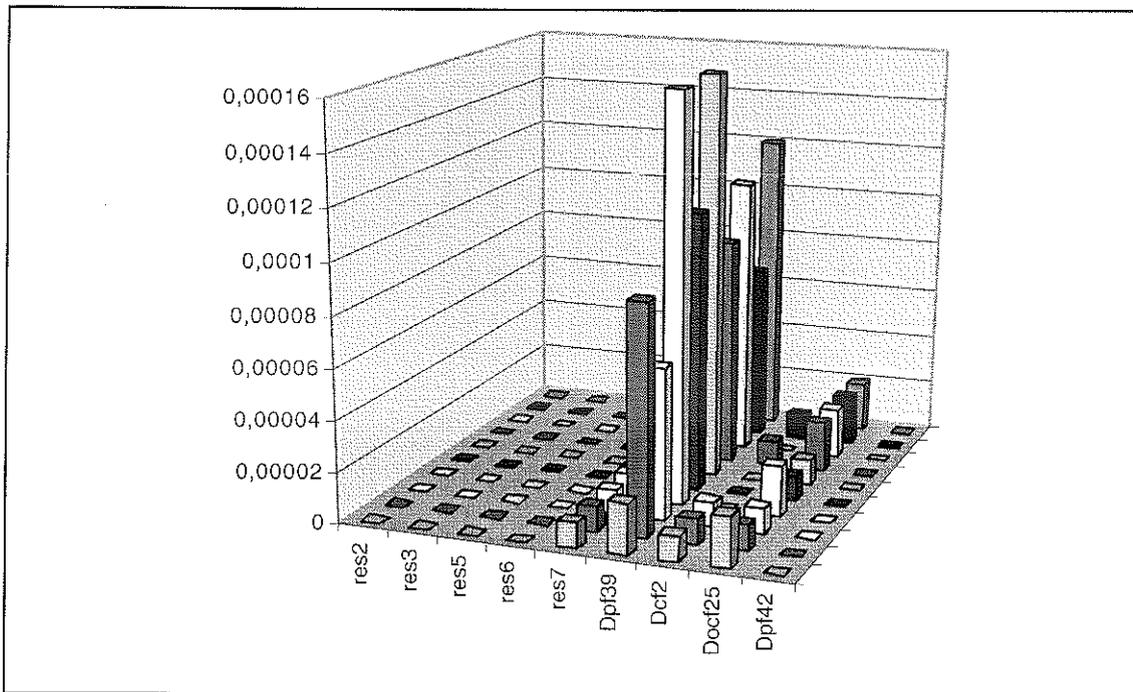
Butanolo 364, 728, 1200 ppm. 24 marzo, prova 1



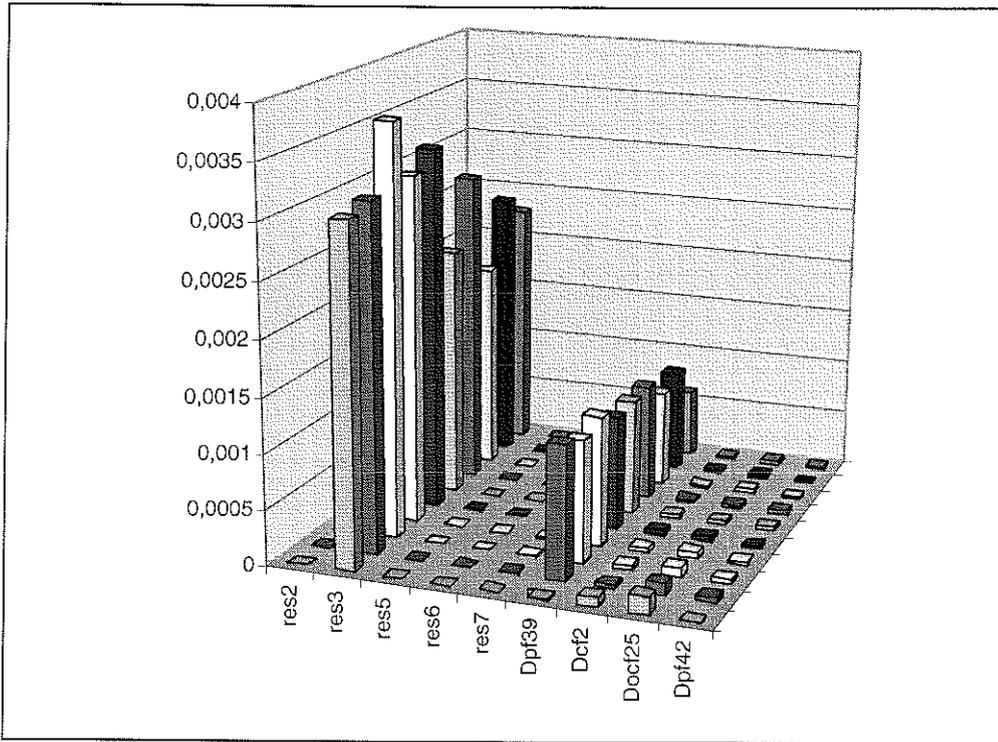
Butanolo 728, 1200 ppm. 24 marzo, prova 1; 25 marzo, prova 1



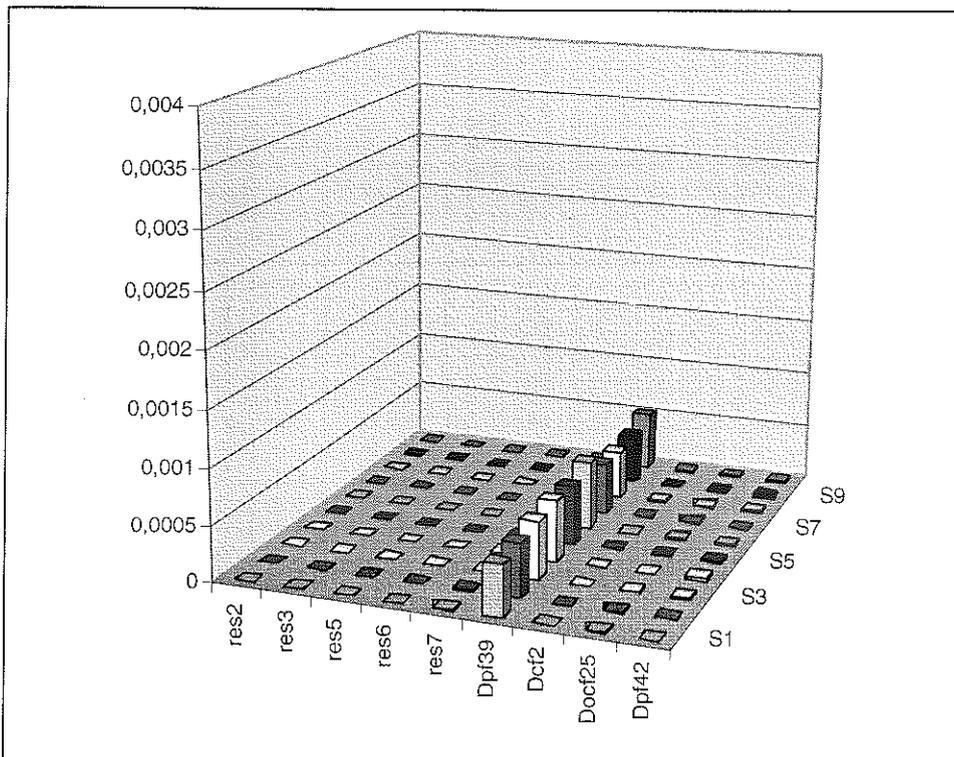
Alternata Giorno 1 esano



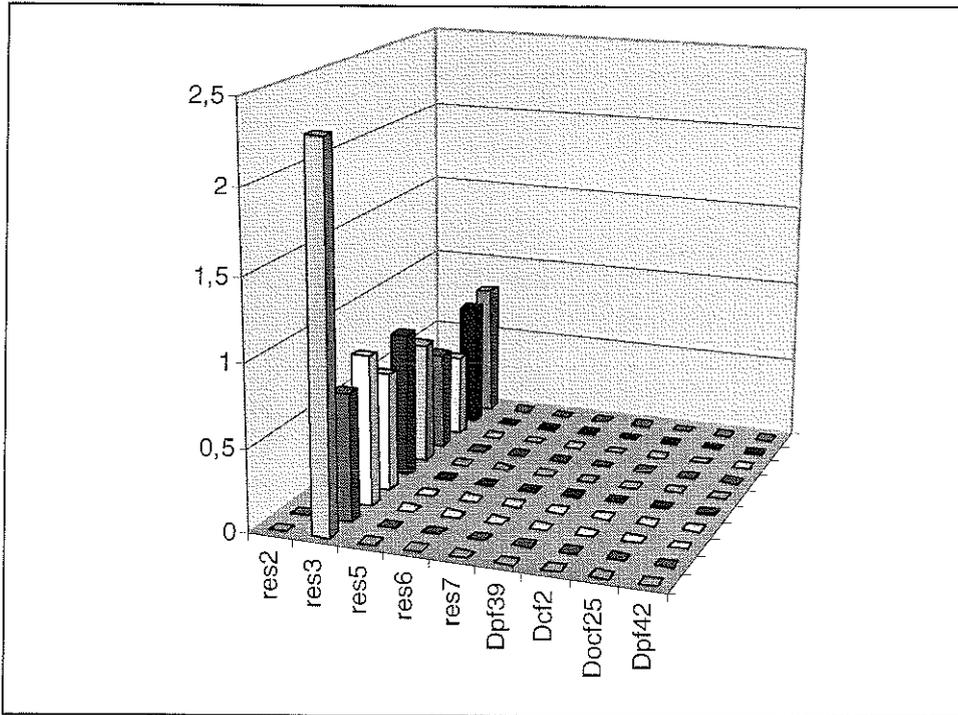
Alternata Giorno 2 esano



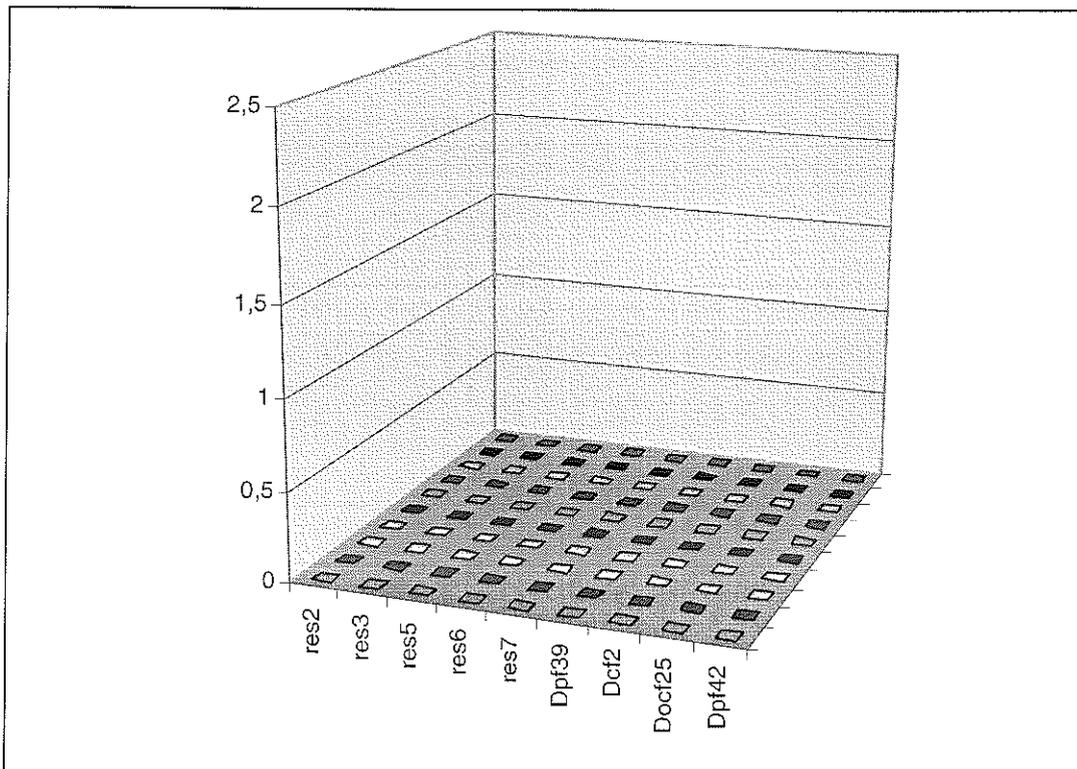
Alternata Giorno 1 Miscela 5



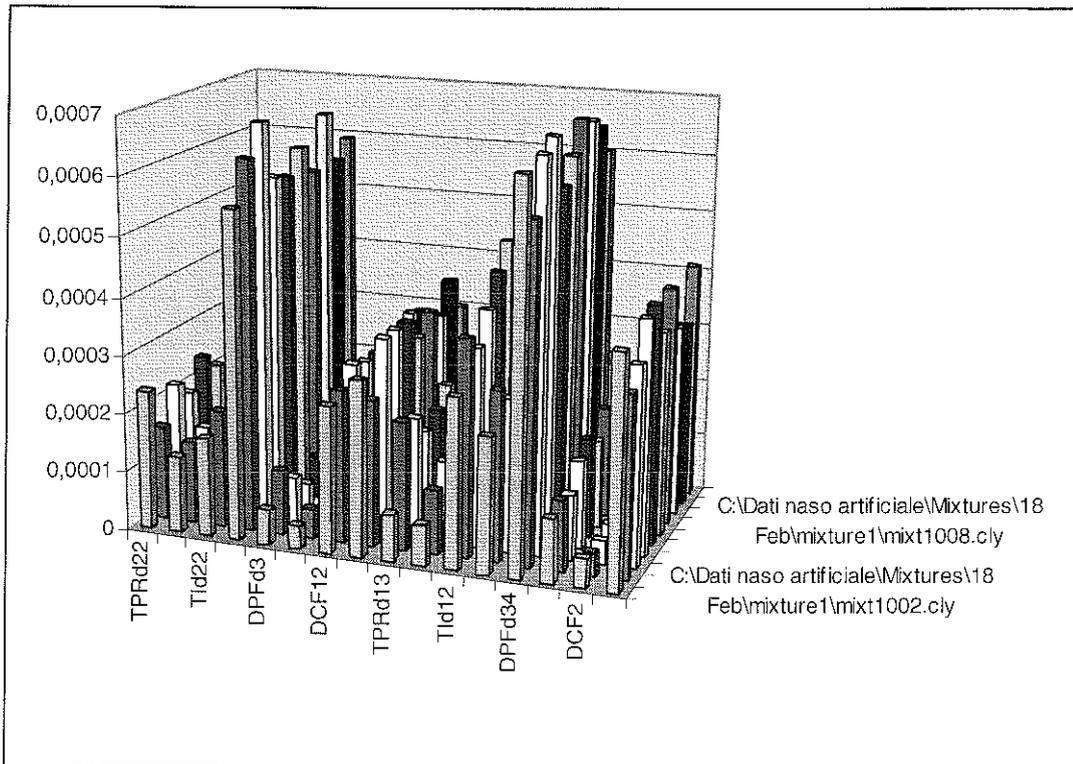
Alternata Giorno 2 Miscela 5



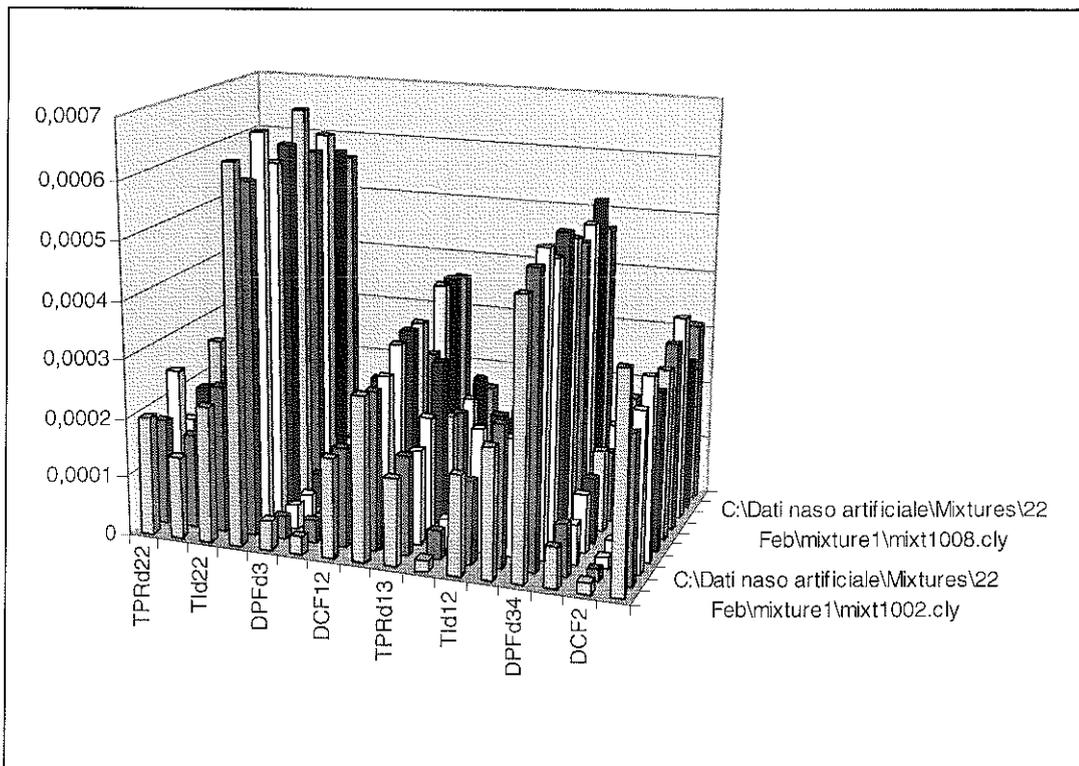
Riscaldamento Giorno 1



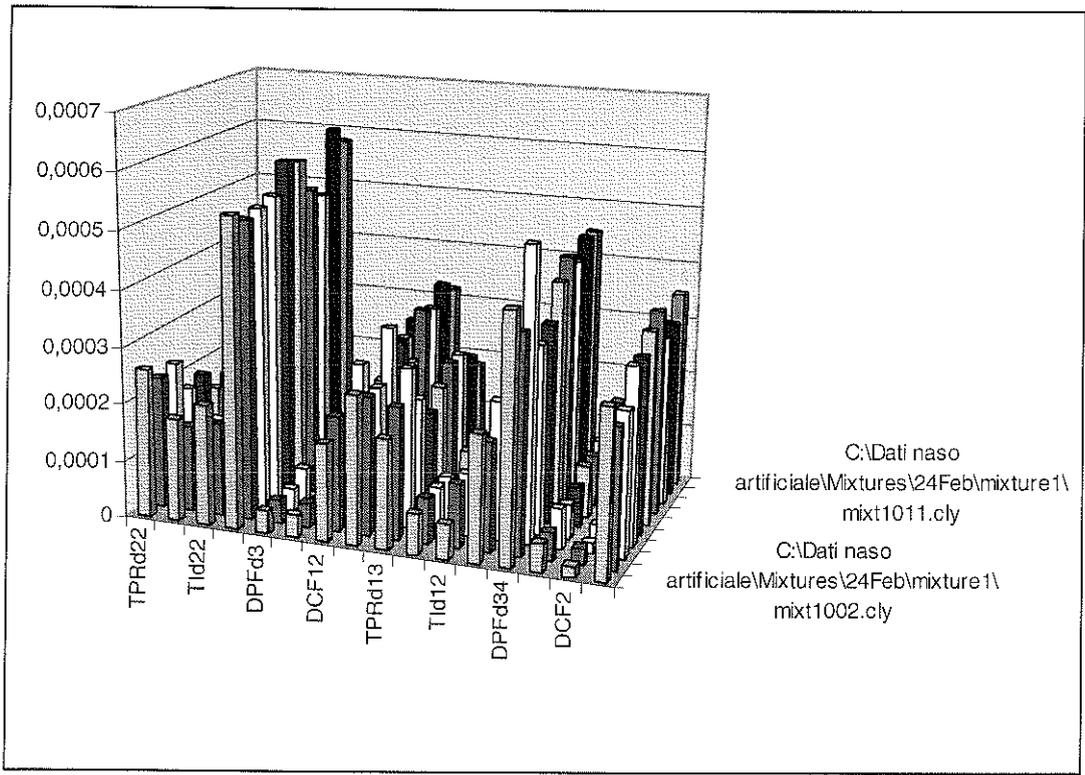
Aria secca Giorno 2



Mixture1 18 feb



Mixture 1 22 feb



Misture 1 24 feb

Discussione e conclusioni

I valori di misura dei resistori R1+R5 durante le prove di riscaldamento hanno variazioni molto contenute all'interno di ciascuna serie di 450 campioni: nelle tabelle delle prove 1+10 dei giorni 1 e 2 si hanno valori di deviazione standard inferiori a 2 e valori di coefficiente di variazione in genere dell'ordine di 10^{-5} . Questo valore è sostanzialmente confrontabile con la risoluzione del convertitore analogico-digitale usato per l'acquisizione dei dati: con sedici bit di risoluzione l'ampiezza della classe di quantizzazione, riferita al fondo scale, è infatti di circa 1.5×10^{-5} .

Esaminando il tracciato dei dati (vedi grafici relativi ai resistori R2 e R3 di Giorno 1 Riscaldamento) si nota un rumore con periodo di circa 100 campioni (≈ 50 s): questi grafici sono stati ottenuti mediando i risultati delle misure di tre prove, in modo da mettere in evidenza un disturbo coerente. Si nota inoltre una variazione del valore di misura all'interno dell'intervallo $50 \div 150$, in cui si hanno l'apertura e la chiusura della valvola di comunicazione tra le due camere: lo spostamento del livello medio del segnale è di circa 1 livello.

I valori di sd e cv relativi ai quattro sensori montati sul trasduttore hanno valori più elevati di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ricavati dai dati relativi ai resistori. In effetti, i grafici che riportano i valori di resistenza misurata sui sensori mostrano sia una deriva lenta, sia un rumore con componenti a bassa e alta frequenza. Per ciascun sensore la deriva cambia da prova a prova; il diagramma del rumore rimane sostanzialmente costante, anche al variare del giorno di misura; si noti che i grafici di queste prove, anche per lo stesso sensore, non hanno tutti la stessa scala, e il sensore Dcf2 è caratterizzato dal peggior rapporto segnale/rumore, come si può vedere anche dal valore di cv.

Quando il trasduttore viene stimolato col gas esano, anche i resistori mostrano una piccola variazione di resistenza (circa 1 livello) in corrispondenza dell'intervallo temporale di esposizione. Rispetto alle prove di riferimento si nota una maggiore ripidità dei fronti del segnale ai tempi di inizio e di fine esposizione (rispettivamente al campione 50 e al campione 150). Questa variazione veloce del segnale di misura è imputabile alle brusche variazioni di pressione cui sono sottoposti gli elementi montati sul trasduttore, ed è riscontrabile anche sui segnali ricavati dai quattro sensori.

Per quanto concerne questi ultimi, il sensore Docf25 mostra una variazione di resistenza di circa 0.4%, in entrambi i giorni di misura; il sensore Dpf39 mostra anch'esso delle risposte coerenti nelle varie prove, mentre gli altri due sensori non producono segnali estraibili dal rumore di fondo. Si noti che i sensori Dpf39 e Dpf42, realizzati con lo stesso polimero, hanno risposte nettamente diverse.

Nelle prove di esposizione al gas Miscela 5, il sensore Dpf39 risponde in misura lievemente superiore rispetto al gas esano, mentre il sensore Docf25 risponde sostanzialmente nello stesso modo; anche gli altri sensori presentano una risposta, appena superiore al rumore di fondo.

In ogni caso, con i valori di concentrazione ($10 \mu\text{l}$ di esano o di miscela 5) e con il tempo di esposizione (100 campioni) usati nelle prove, il rapporto segnale/rumore è molto basso e di conseguenza un'analisi dei dati tendente alla caratterizzazione dell'andamento temporale della risposta del sensore, eseguita mediante interpolazione con differenti funzioni, non ha fornito risultati significativi. Inoltre, la variabilità della deriva del segnale e il rumore presente non consentono di

determinare delle funzioni di riferimento da usare per una correzione dei dati di misura.

I dati dei file appartenenti al gruppo B hanno una qualità migliore, ed è stato quindi possibile eseguire una serie iniziale di analisi per la determinazione della risposta del trasduttore.

I grafici che mostrano l'andamento della risposta dei sensori sono stati ricavati eseguendo l'operazione di normalizzazione descritta in precedenza; sono stati considerati i sensori montati nelle prime otto posizioni del trasduttore e non è stato rappresentato il grafico del sensore TPRd22, poiché, nelle prove riportate, esso è costituito soltanto da rumore.

I successivi grafici a barre riportano i valori di energia calcolati sui segnali dei sette sensori presi in esame durante le prove indicate nelle didascalie.

Nei grafici temporali riportati si nota che la risposta dei sensori rimane sostanzialmente invariata in prove eseguite una di seguito all'altra, mentre può cambiare se la prova viene ripetuta in giorni successivi. In particolare si nota la comparsa di una modulazione del segnale, con periodo di circa 8 campioni, che dovrebbe essere attribuibile a un disturbo nel sistema di acquisizione, piuttosto che al comportamento dei sensori. Si nota inoltre una modifica della forma della risposta di alcuni sensori, soprattutto in quelli meno sensibili alla sostanza odorante.

I grafici a barre mostrano comunque una coerenza delle risposte dei sensori a sollecitazioni ripetute; in particolare, l'esempio riportato mostra come la risposta dei sette sensori presi in esame durante prove di esposizione allo xilene sia abbastanza costante, anche in giorni differenti.

In conclusione, al fine di migliorare le prestazioni complessive del sistema per il riconoscimento e la classificazione di sostanze odoranti si ritiene opportuna l'esecuzione di ulteriori prove di acquisizione e di elaborazioni di dati. Si propone quindi di:

- controllare il dispositivo di rilevamento e conversione dei segnali, per determinare la causa delle oscillazioni che compaiono in maniera non sistematica sul segnale acquisito
- determinare la funzione di trasferimento dei sensori per le sostanze di interesse, in termini di sensibilità, dinamica e ripetibilità di misura
- sviluppare un software che consenta l'esecuzione automatica della procedura usata per ricavare la risposta complessiva del trasduttore.