

**INDAGINI DINAMICHE SU BASAMENTO E
COMPRESSORE 3 TDS-50 P1E E P1F**
xxxxxxxxxx - xxxxxxxxxxxxxxxx

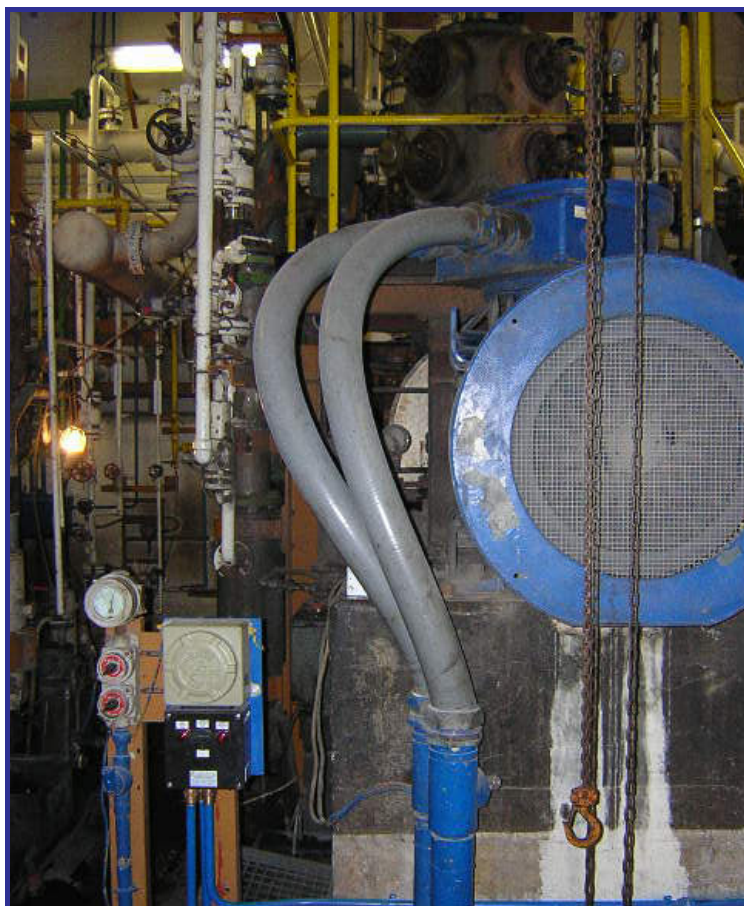
PROVE N. 241/AA

13 maggio 2004

Committente: *xxxxxxxxxxxxxxxx*

Relatori: **dott. ing. xxxxxxxxx**

dott. ing. xxxxxxxxx



3 TDS 50 - PIE

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Descrizione della struttura compressore - basamento	4
2. RILEVAZIONI VIBRAZIONALI	5
2.1 Strumentazione impiegata	5
2.2 Posizione dei rilievi	5
2.3 Acquisizione dei dati	9
2.4 Modalità di elaborazione	10
2.5 Applicazione degli impulsi	10
2.6 Analisi dei risultati	11
3. CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI	18

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service Spa* è stata incaricata dalla Società *xxxxxxxxxx* di eseguire la verifica del comportamento vibrazionale del compressore per idrogeno denominato 3 TDS 50 P1E.

La presente relazione riporta i risultati di una serie di rilevazioni condotte il 13 maggio 2004. La necessità di replica è nata dall'evidenza di un problema di disassamento, oramai risolto, tra la macchina operatrice ed il riduttore alla quale essa è accoppiata, emerso successivamente alle indagini condotte in data 12 marzo 2004.

Si sono riprodotte, nel limite del possibile, le medesime condizioni delle misurazioni precedenti. L'attuale serie di rilevazioni è stata condotta prima e dopo l'operazione di verifica del serraggio dei tiranti d'ancoraggio del compressore sul basamento.

Si sono condotte analoghe rilevazioni vibrazionali su un compressore gemello, denominato 3 TDS 50 P1F, allo scopo di confrontare i risultati acquisiti a seguito degli interventi manutentivi attuati sul P1E.

Alle acquisizioni hanno assistito:

ing. xxxxxxxxx

sig. xxxxxxxxx

ing. xxxxxxxxx

ing. xxxxxxxxx

dott.sa. xxxxxxxxx

Memc Electronic Materials Spa;

Memc Electronic Materials Spa;

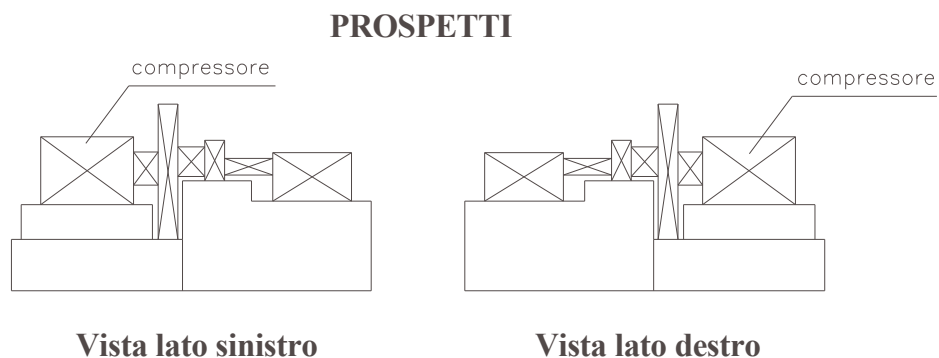
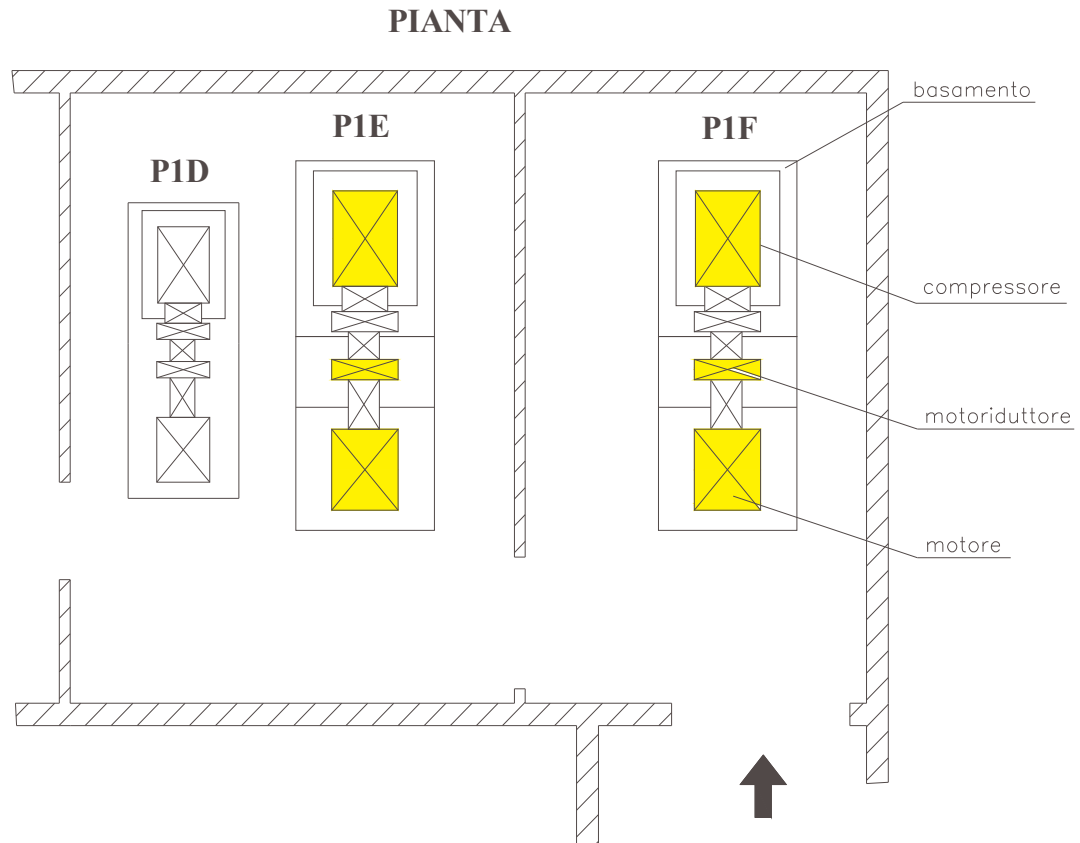
4 EMME Service Spa.;

4 EMME Service Spa..

4 EMME Service Spa..

1.1. Descrizione della struttura compressore - basamento

Il basamento del compressore in esame è stato realizzato nel 1983 attraverso la messa in opera di 44 micropali di lunghezza 6 m che conglobano una piastra in calcestruzzo di dimensioni in pianta pari a 190 x 480 cm ed altezza 50 cm. Sulla base d'appoggio è stato gettato un'ulteriore basamento di dimensioni in pianta pari a 90 x 446 cm ed altezza 95 cm ed ulteriori elementi parallelepipedi per consentire l'allineamento dei singoli elementi, motore – motoriduttore – cilindri di compressione.



2. RILEVAZIONI VIBRAZIONALI

2.1 Strumentazione impiegata

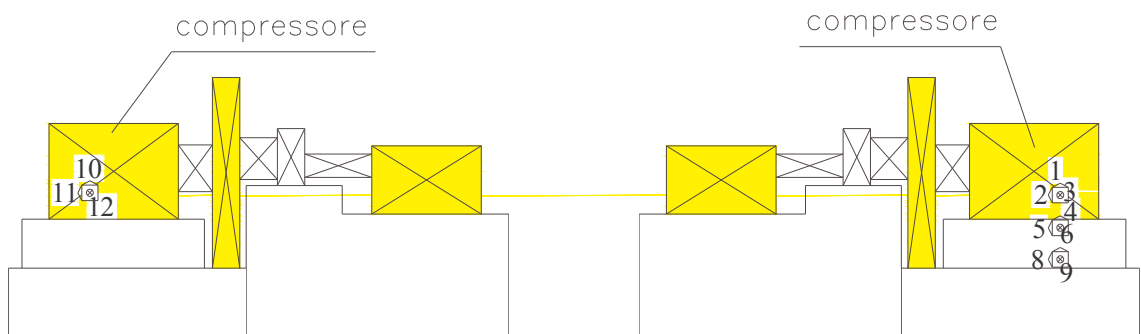
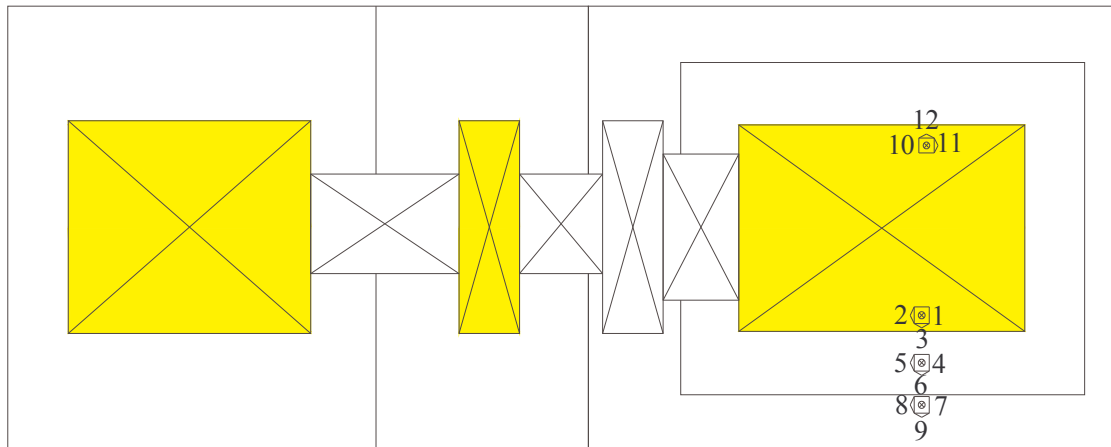
La strumentazione impiegata per le rilevazioni è composta di:

- 11 accelerometri piezoelettrici PCB M19A:
sensibilità: 500 mV/g ;
campo: $\pm 5g$;
risoluzione: $1 \times 10^{-4} g$;
campo di frequenza: 0,025 - 800 Hz;
- 1 accelerometro piezoelettrico PCB 393A03:
sensibilità: 1004 mV/g ;
campo: $\pm 5g$;
risoluzione: $1 \times 10^{-5} g$;
campo di frequenza: 0,2 - 10000 Hz;
- apparecchiatura per l'acquisizione dei dati modello Data Shuttle 16;
- Software di elaborazione *DasyLab*.

2.2 Posizione degli accelerometri

Il posizionamento dei sensori segue schemi differenti così come riportato di seguito: per uniformità si è preferito mantenere la stessa nomenclatura delle precedenti relazioni.

PIANTA P1E



Schema 4: posizione dei sensori durante l'acquisizione MEMC 17, 18 e 19

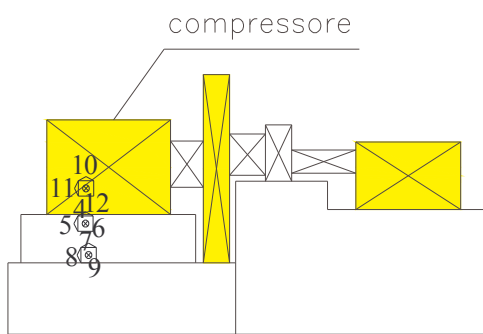
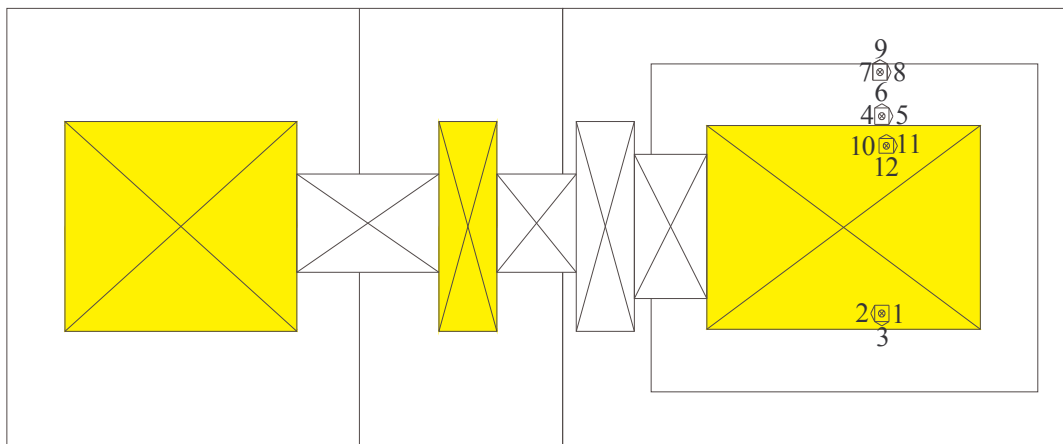


Acquisizione MEMC 17

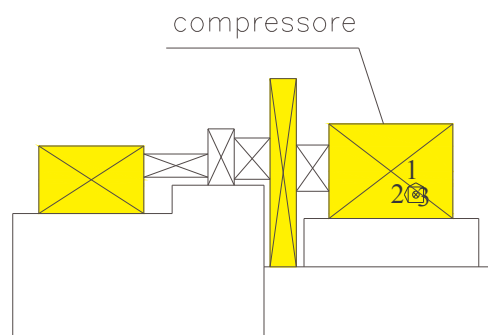


Acquisizione MEMC 18 e 19

PIANTA PIE



Vista lato sinistro



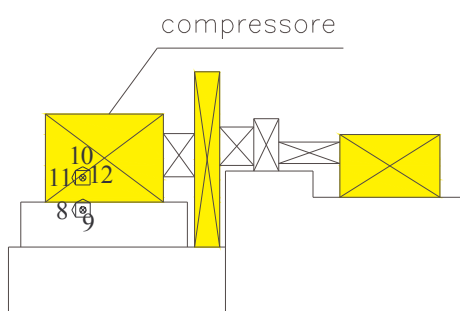
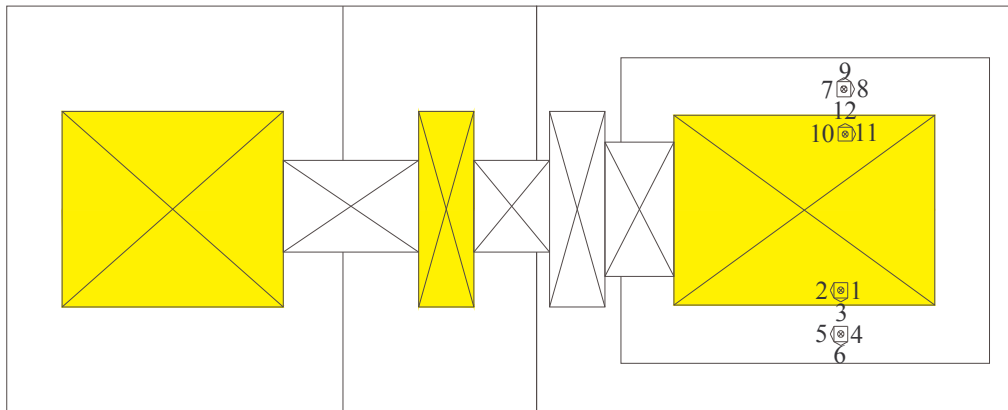
Vista lato destro

Schema 5: posizione dei sensori durante l'acquisizione MEMC 20

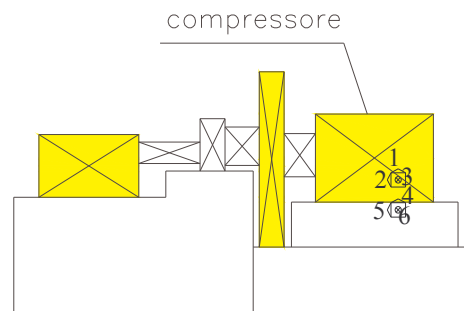


Acquisizione MEMC 20

PIANTA P1F



Vista lato sinistro

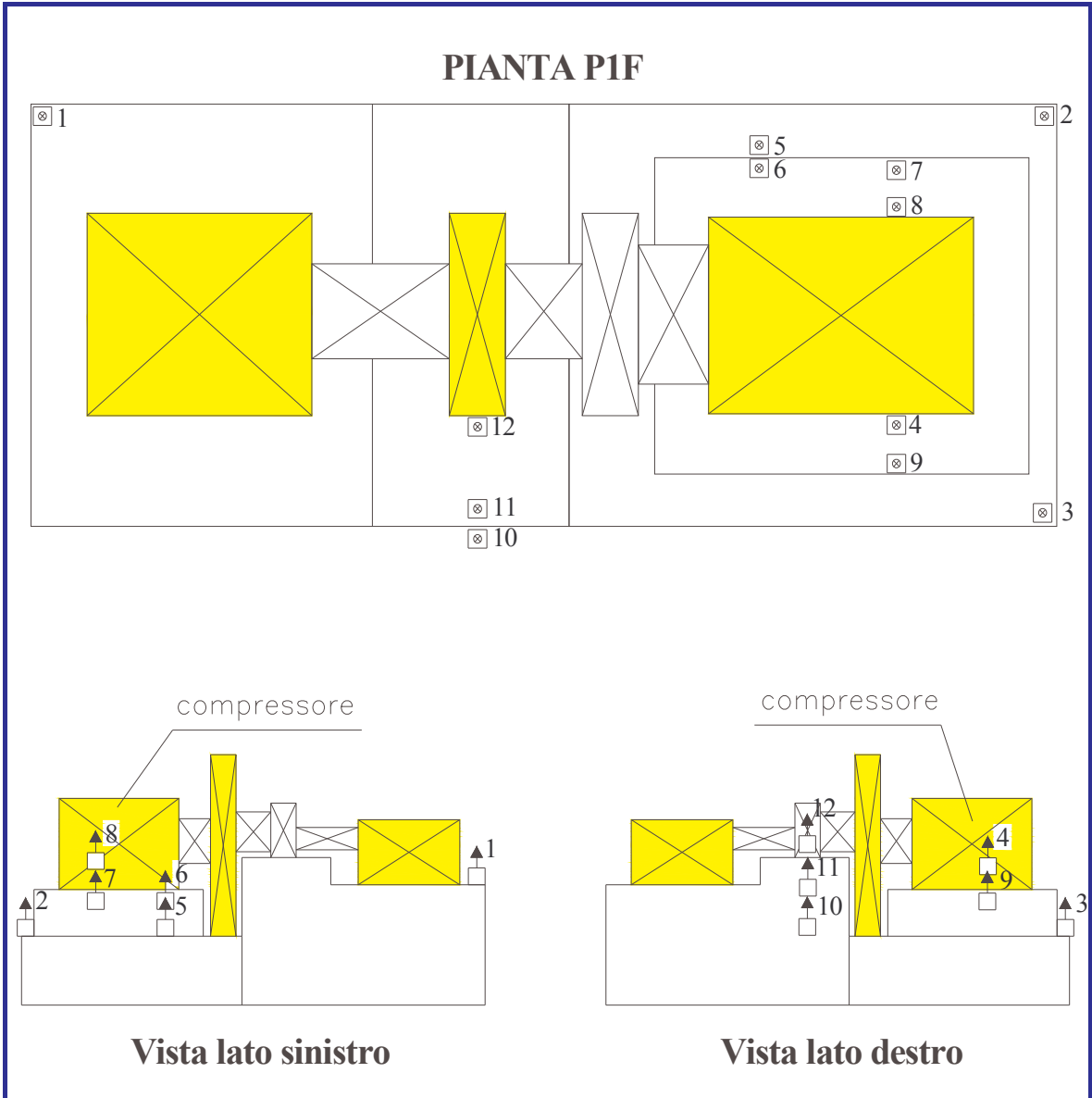


Vista lato destro

Schema 6: posizione dei sensori durante l'acquisizione MEMC 21



Acquisizione MEMC 21



Schema 1: posizione dei sensori durante l'acquisizione MEMC 22



Acquisizione MEMC 22

2.3 Acquisizione dei dati

Il segnale è stato acquisito senza nessuna preventiva elaborazione a meno di un passa basso hardware di 2 kHz. Lo scansionamento è stato di 500 Hz con un tempo complessivo di circa 20 secondi, per singola acquisizione.

I dati sono stati memorizzati sul disco rigido del nostro computer n. 134.

2.4 Modalità di elaborazione

L'elaborazione è avvenuta utilizzando un software specifico nel rispetto delle formule riportate nelle norme UNI ISO 5347 e 5348.

2.5 Applicazione degli impulsi

Di seguito si riportano i riferimenti dei file di acquisizione associati alla modalità di funzionamento dei compressori, nonché lo schema di riferimento relativo alla disposizione dei sensori. Nella pagina successiva vengono indicate le coppie di serraggio dei tiranti eseguite prima dell'acquisizione MEMC 19.

ACQUISIZIONE DEL 13 MAGGIO 2004 prima del serraggio dei tiranti P1E

FILE	COMPRESSORI IN FUNZIONE			N. Schema posizione accelerometri
	P1D	P1E	P1F	
<i>MEMC 17</i>		SI	SI	4
<i>MEMC 18</i>		SI	SI	4

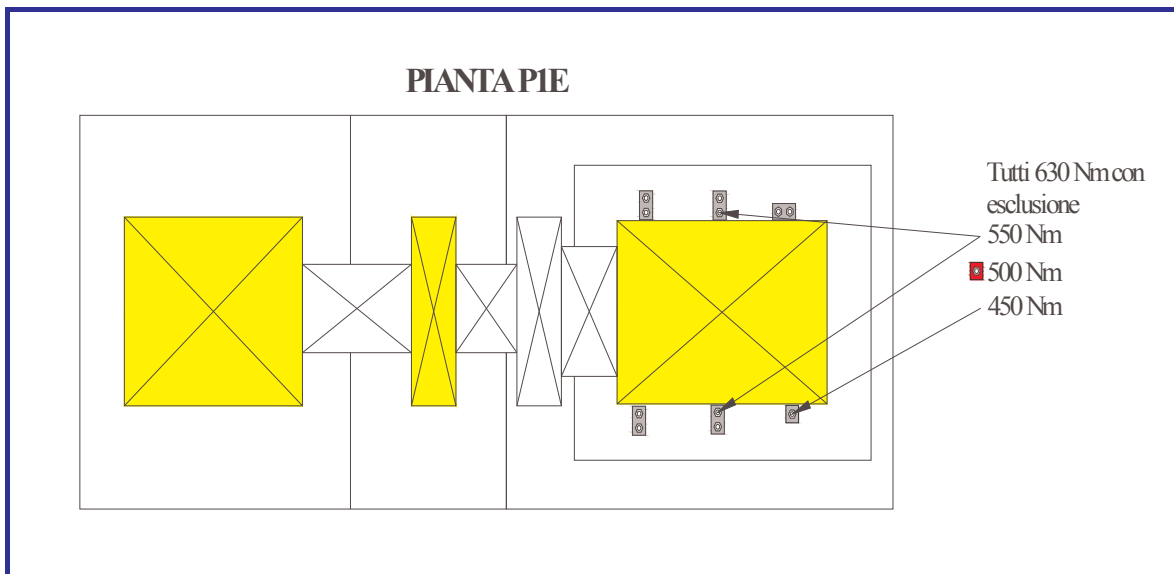
ACQUISIZIONE DEL 13 MAGGIO 2004 dopo il serraggio dei tiranti P1E

FILE	COMPRESSORI IN FUNZIONE			N. Schema posizione accelerometri
	P1D	P1E	P1F	
<i>MEMC 19</i>		SI	SI	4
<i>MEMC 20</i>		SI	SI	5

I compressori P1E e P1F hanno ciascuno un motore da 1490 giri/minuto accoppiato ad un riduttore con rapporto di riduzione 1:0,58 con uscita a 868 giri/minuto.

ACQUISIZIONE DEL 13 MAGGIO 2004 - P1F

FILE	COMPRESSORI IN FUNZIONE			N. Schema posizione accelerometri
	P1D	P1E	P1F	
<i>MEMC 21</i>		SI	SI	6
<i>MEMC 22</i>		SI	SI	1



Schema 8: disposizione dei tiranti e relativa coppia di serraggio

2.6 Analisi dei risultati

Per tutti i grafici a seguire, descrittivi l'oscillogramma dei 12 sensori, è riportato in ascissa il tempo in secondi ed in ordinata l'accelerazione espressa in g.

2.6.1 Compressore P1E

Nelle pagine successive si pone evidenza tra i risultati ottenuti nella presente sessione, MEMC_18 con l'acquisizione MEMC_15 (12 marzo 2004) relativa ad analoga disposizione degli accelerometri, ottenuta precedentemente al ripristino dell'allineamento tra le macchine. Riportando solamente i segnali relativi alle due terne accelerometriche poste sul compressore, si può notare come le ampiezze vibrazionali siano diminuite, soprattutto in direzione verticale (ch 1 e 10) e longitudinale (ch 2 e 11) alla macchina.

Analogo confronto è posto tra le due sessioni a cavallo dell'operazione di serraggio dei bulloni, MEMC_18 e 19, nelle quali però non si notano differenze sostanziali, così come riportato anche nell'analisi spettrale.



Postazione d'acquisizione



Serraggio dei bulloni

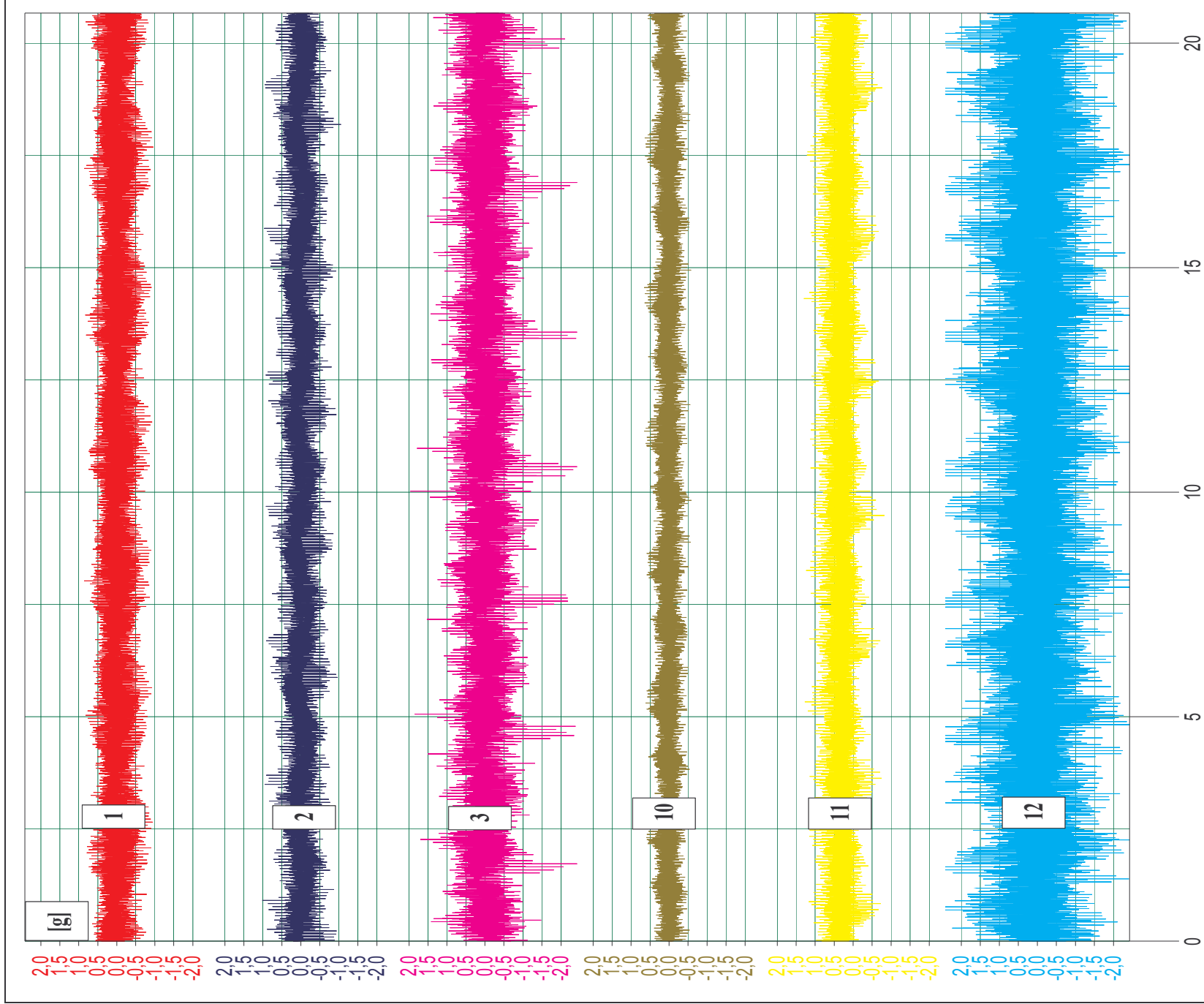


Grafico 22: vibrogramma MEMC_18

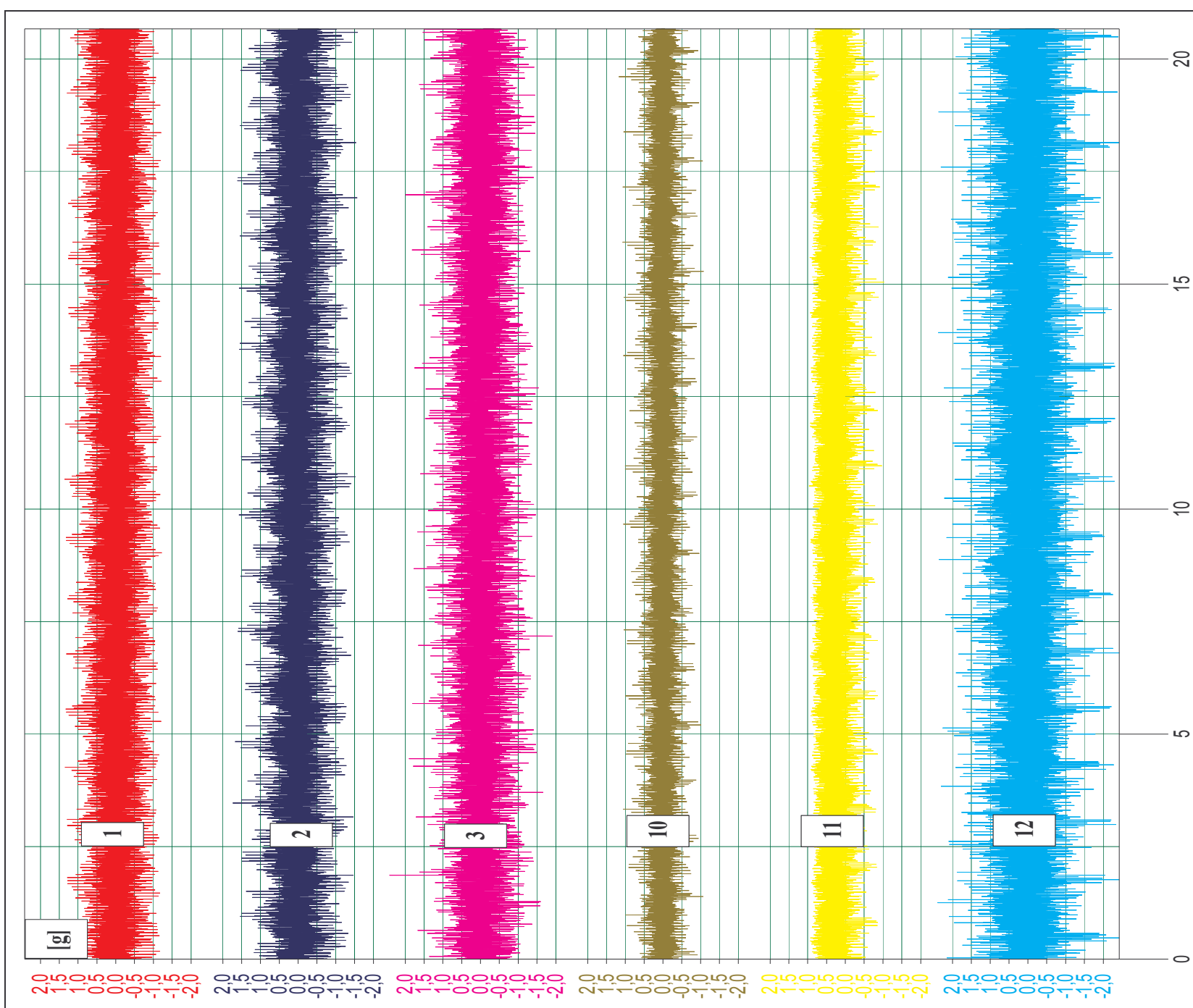


Grafico 23: vibrogramma MEMC_15 (sessione 12 marzo 2004)

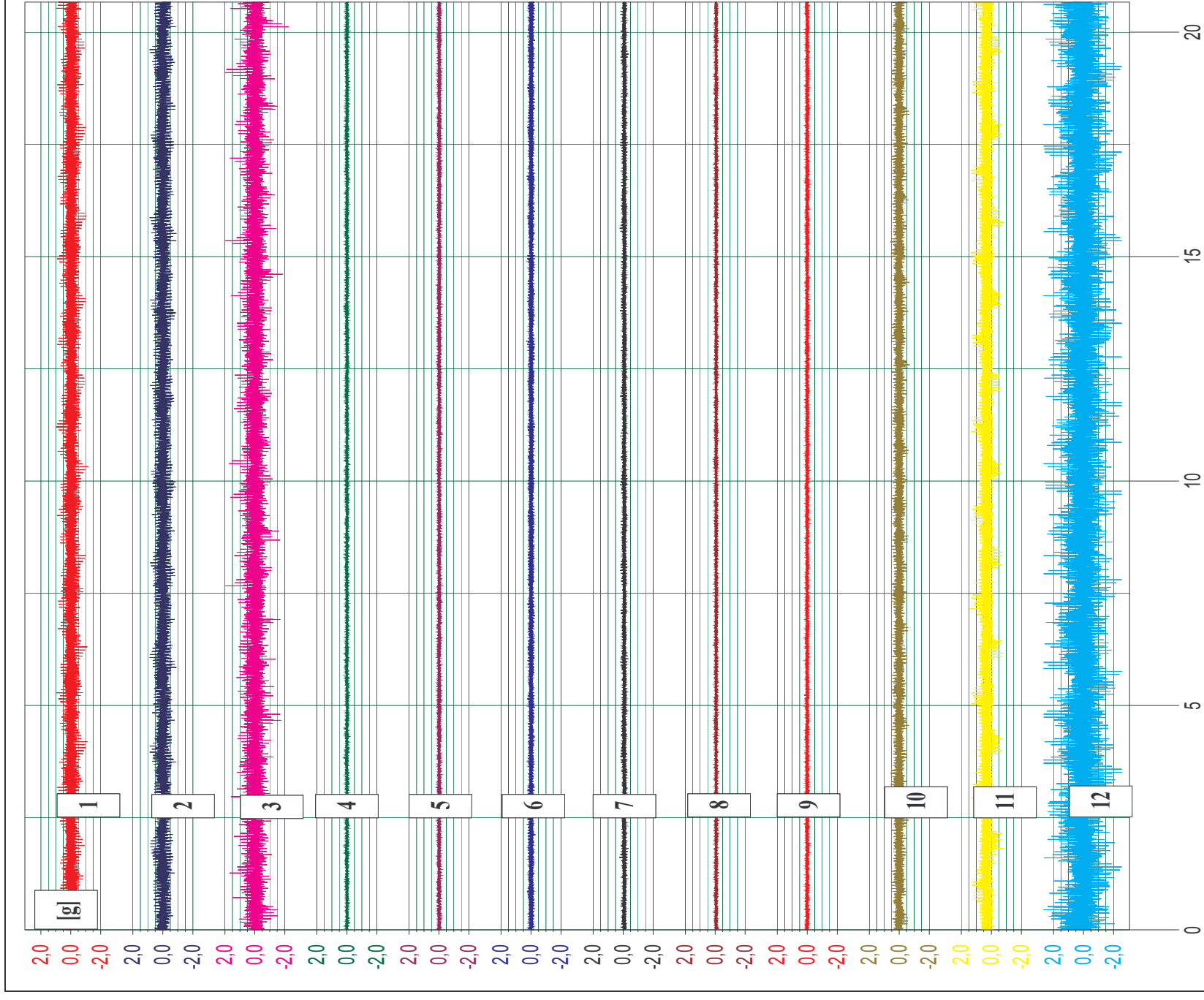


Grafico 24: vibrogramma MEMC_19

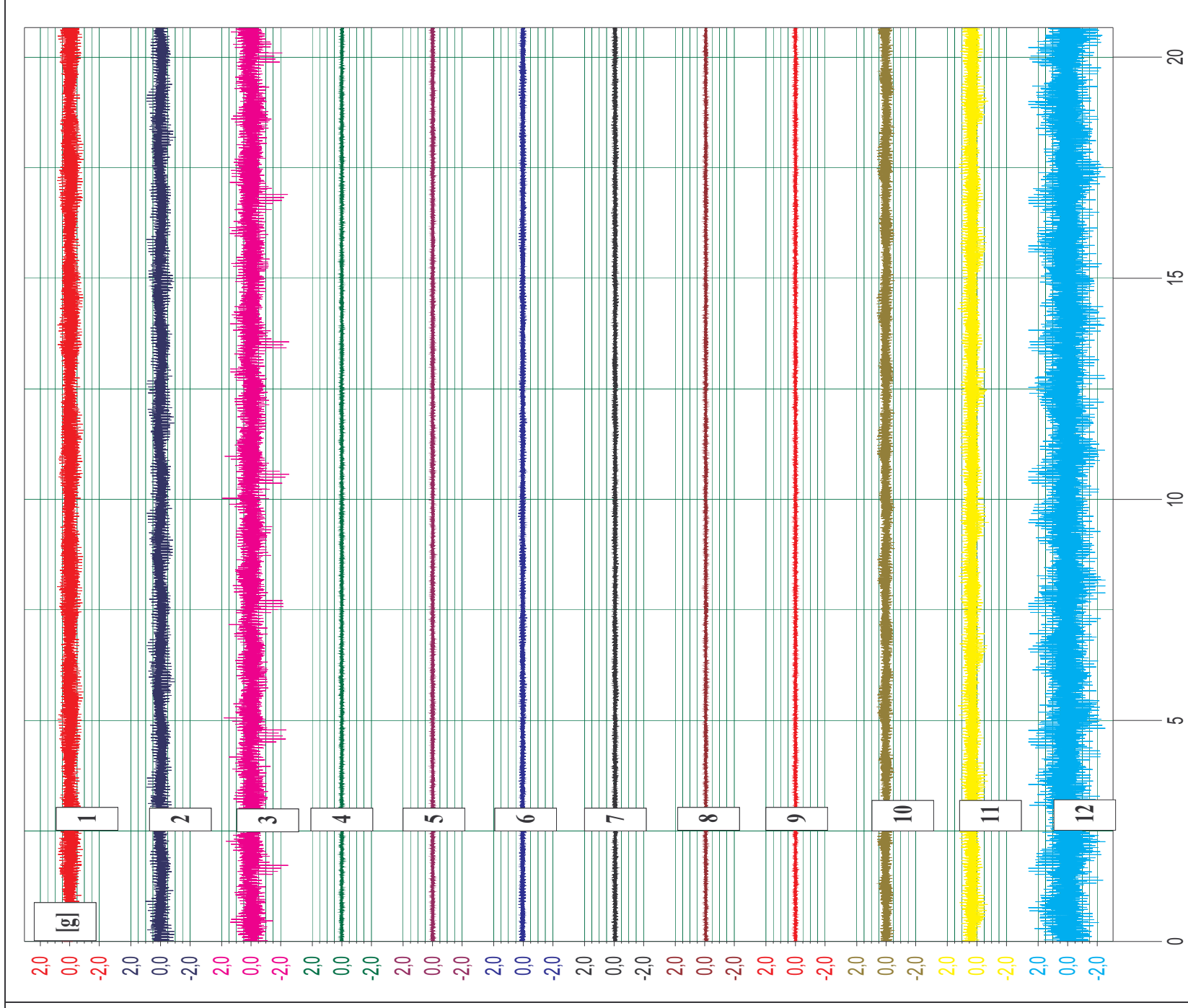


Grafico 25: vibrogramma MEMC_18

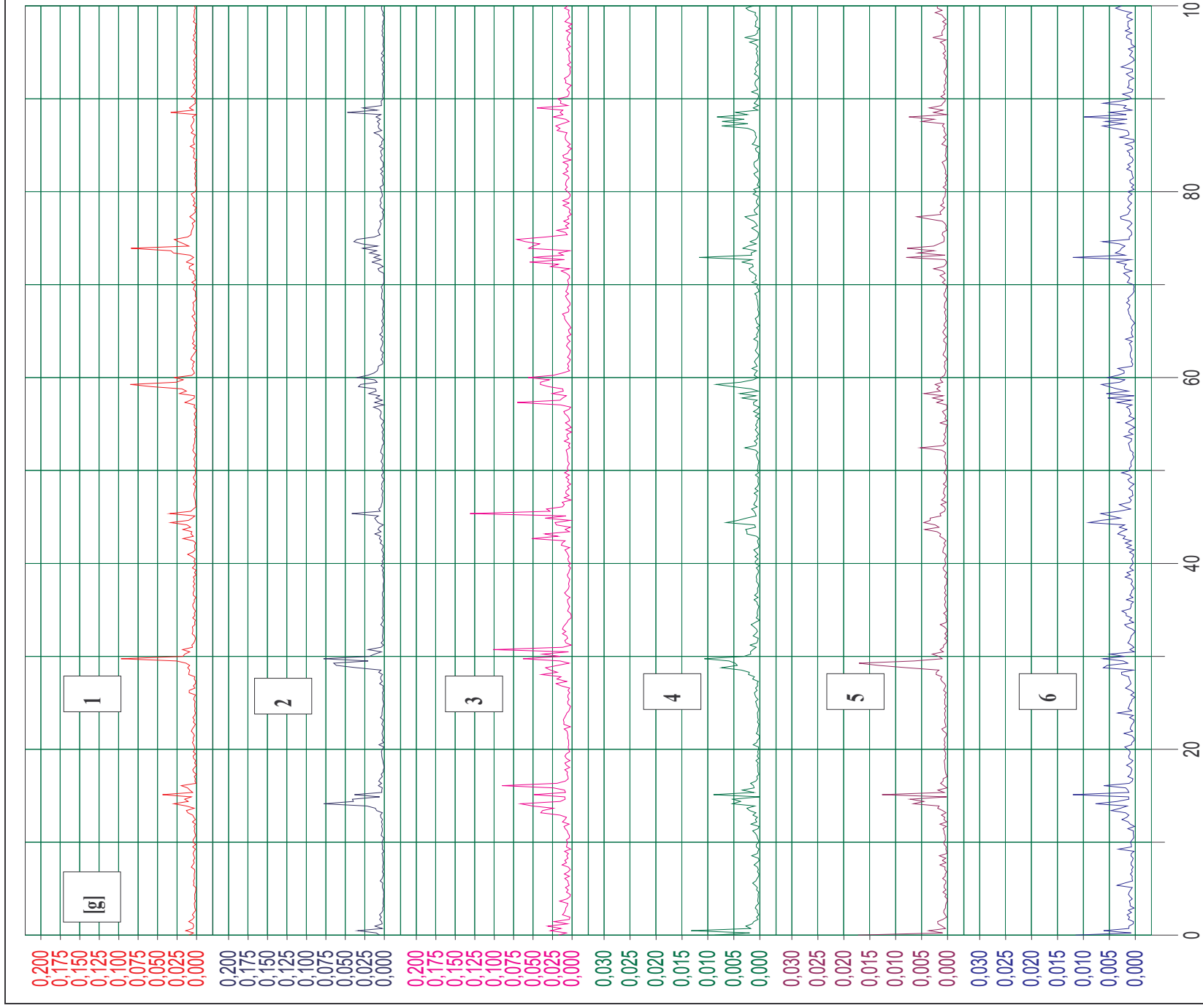


Grafico 26: vibrogramma MEMC_19

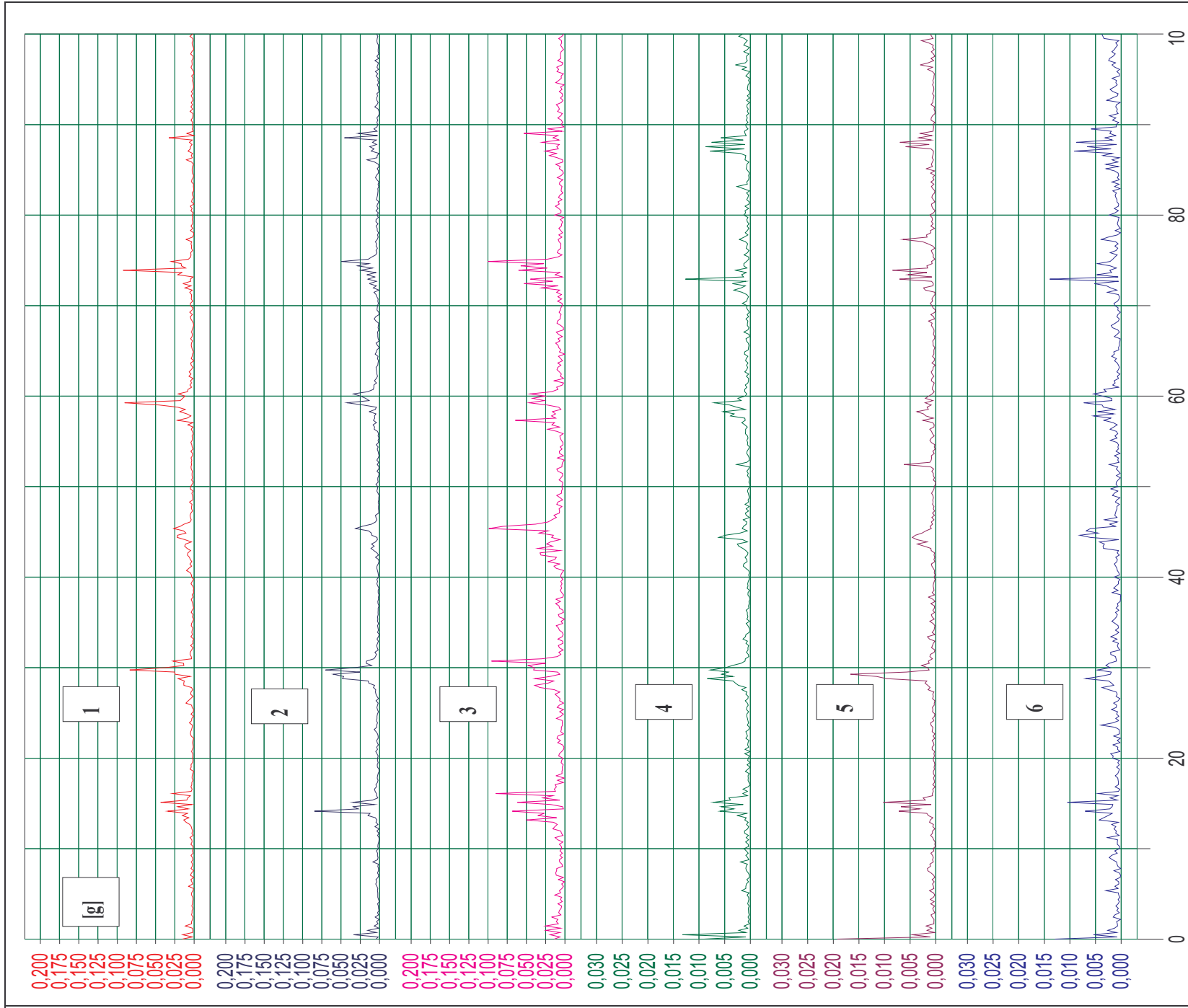


Grafico 27: vibrogramma MEMC_18

Nel grafico successivo sono riportati i segnali ottenuti nell'acquisizione MEMC_20, relativa ad una disposizione delle terne accelerometriche speculare alla precedente: per semplicità esecutiva le terne 1 e 4 sono state mantenute nella posizione originale.

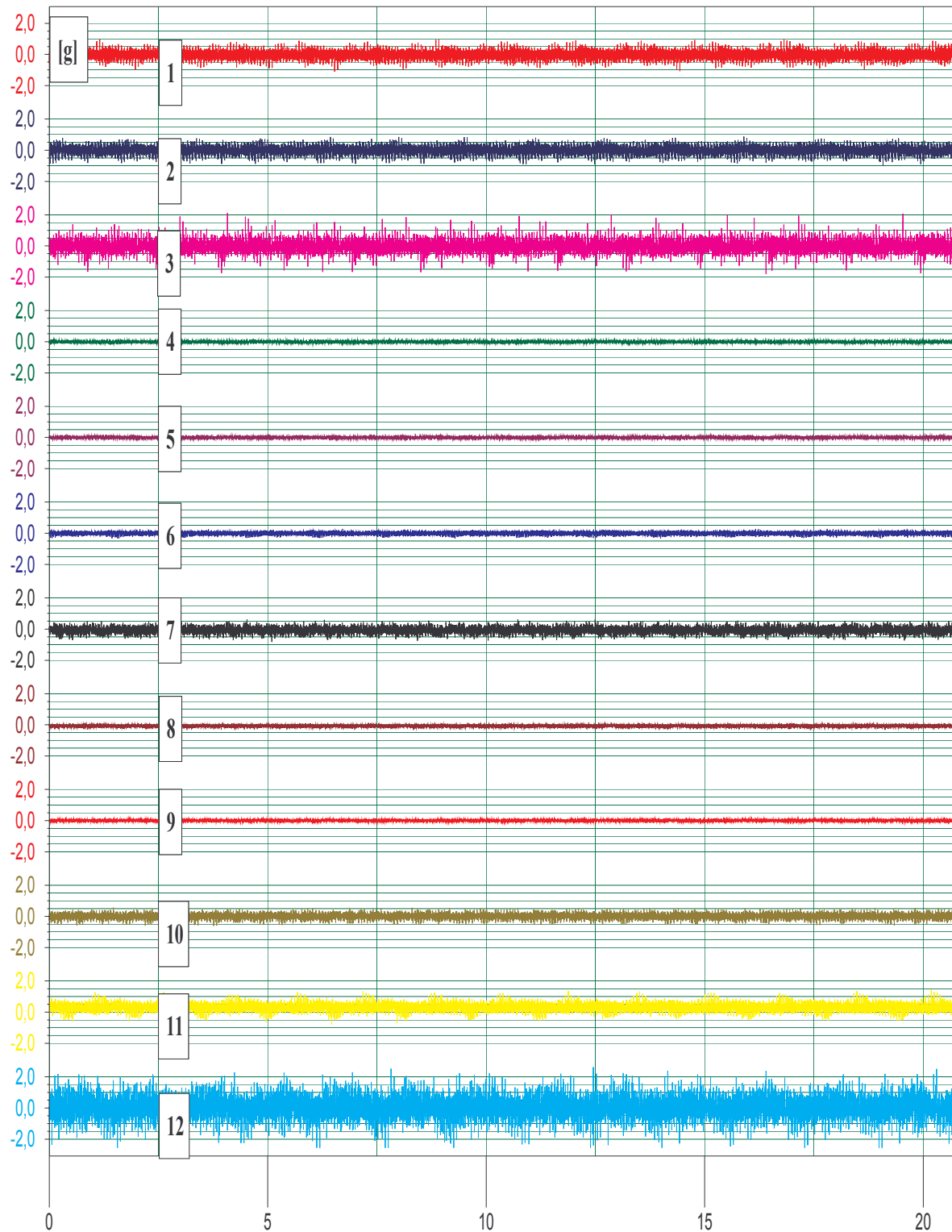


Grafico 28: vibrogramma MEMC_20

2.6.2 Compressore P1F

I grafici seguenti si riferiscono alle acquisizioni ottenute sul compressore P1F con disposizioni degli accelerometri indicate come “Schema 6” e “Schema 1”.

Dalle considerazioni relative alle analisi condotte nella sessione di rilevamenti del 12 marzo 2004, emerge come l’influenza reciproca dei compressori sia trascurabile ai fini dello studio delle azioni autoindotte: ciò permette di comparare il comportamento del compressore P1E con il P1F, nell’ipotesi di supporre medesime le condizioni di funzionamento, a seguito degli interventi manutentivi condotti.

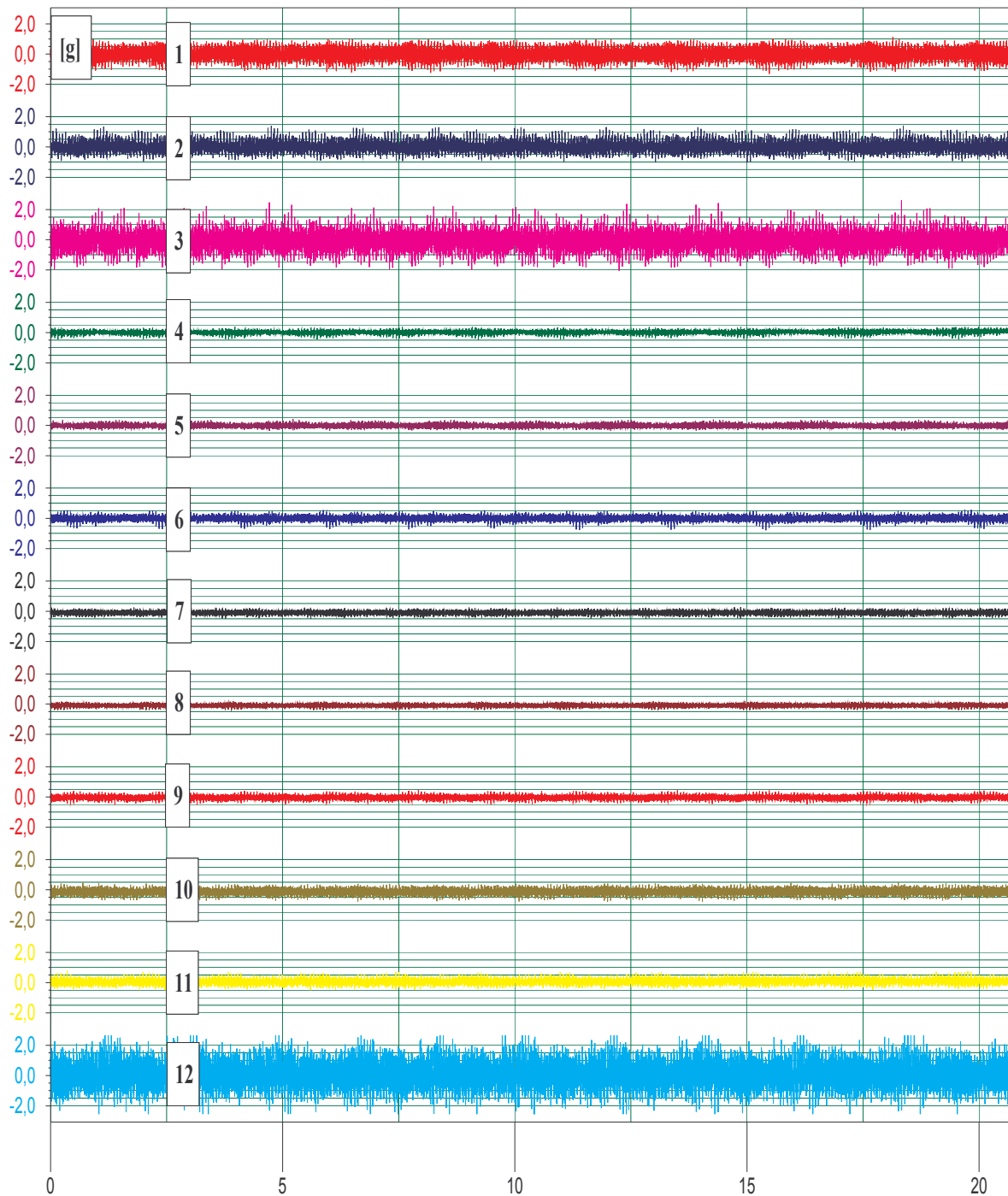


Grafico 29: vibrogramma MEMC_21

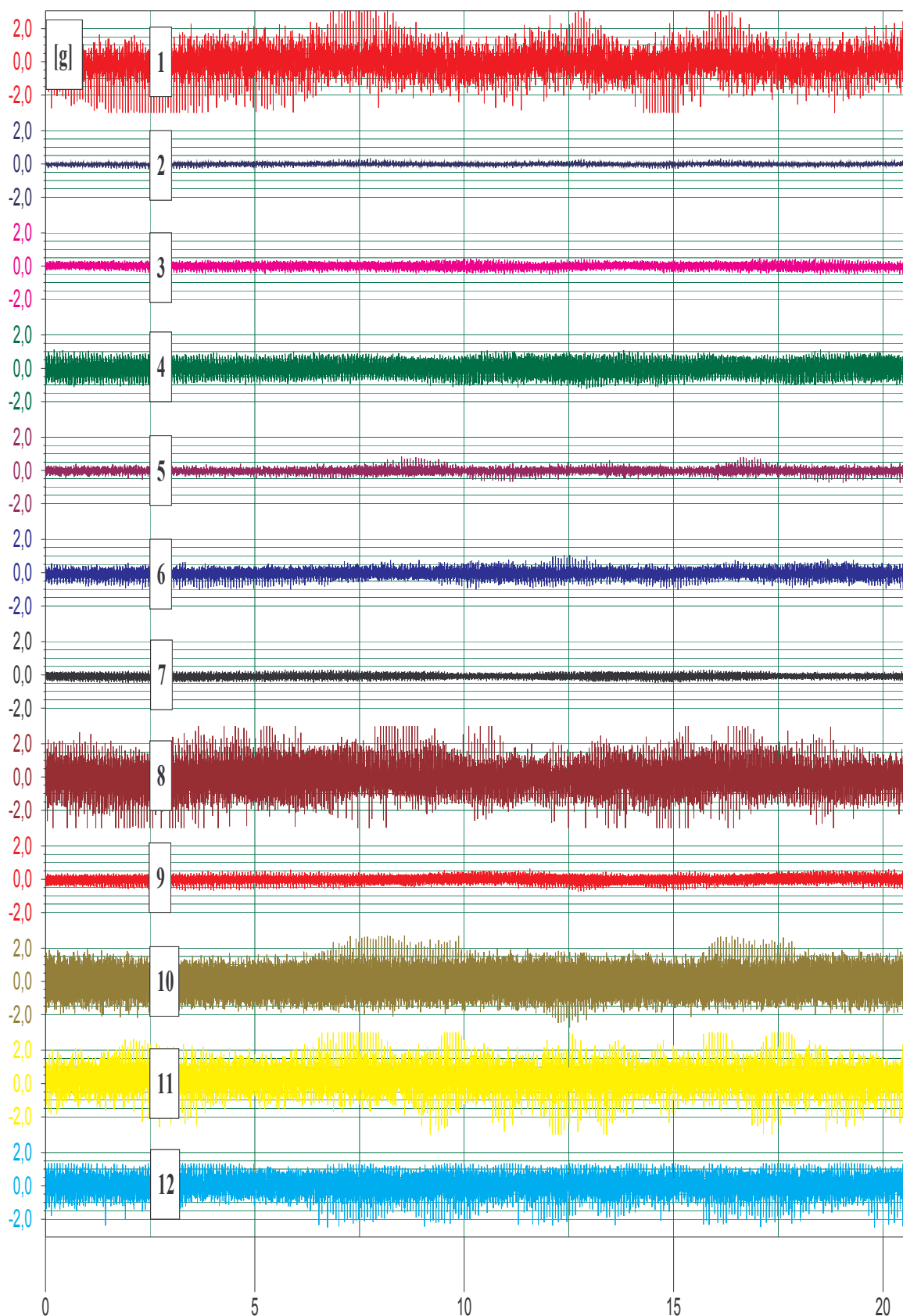


Grafico 30: vibrogramma MEMC_22

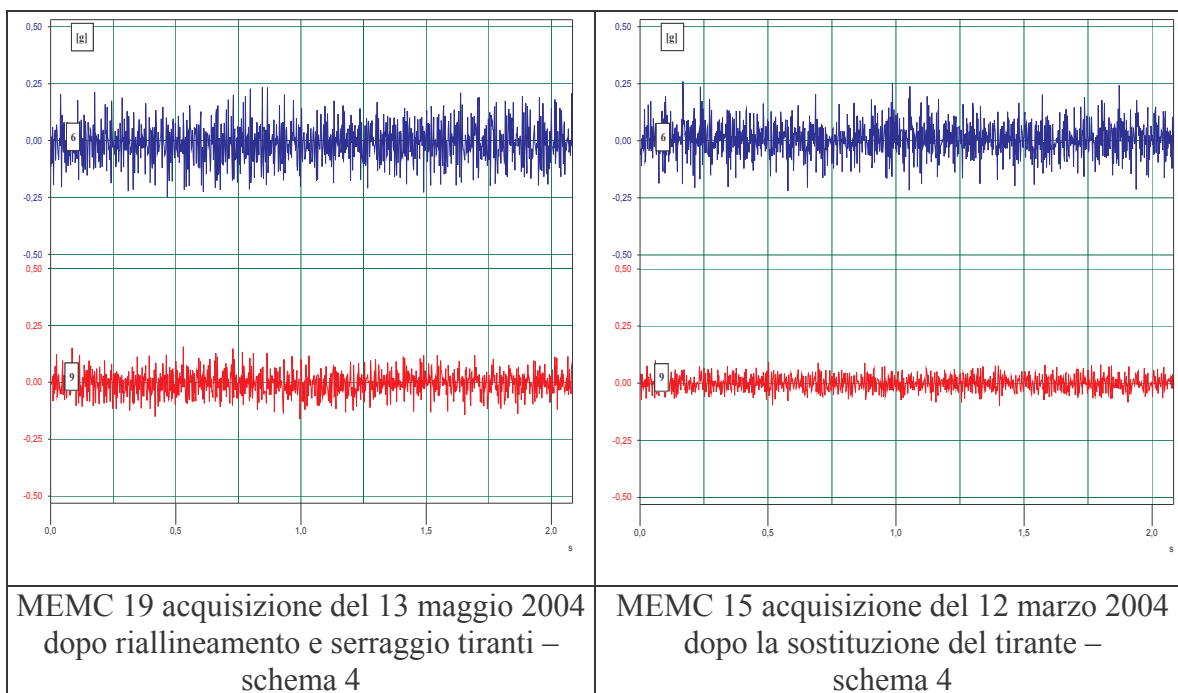
3. CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI

In base alle rilevazioni effettuate si possono trarre le seguenti considerazioni.

- Il grafico 22, relativo all'acquisizione MEMC_18, confrontato con il grafico 23 – MEMC_15, relativo all'acquisizione del 12 marzo 2004, precedente al riallineamento delle macchine, mostra come tale operazione abbia positivamente influito sulle sollecitazioni indotte sulle macchine (ch 1,2,3 e ch 10,11,12), evidenziando una riduzione delle ampiezze di oscillazione.
- Dallo stesso confronto si nota come in direzione verticale e longitudinale sia diminuita la frequenza delle oscillazioni cicliche, che con il tempo possono creare la rottura per fatica dei tiranti, come già evidenziato nella relazione precedente.
- Il successivo confronto, grafico 24 e grafico 25, prima e dopo il serraggio dei tiranti, conferma quanto anticipato nelle conclusioni della precedente relazione sulla necessità di verifica periodica della coppia di serraggio dei tiranti, registrando un leggero decremento dei valori di ampiezza, pur mantenendo gli stessi valori nel dominio delle frequenze, come si evince dai grafici 26 e 27.
- Il confronto tra le acquisizioni MEMC_21 (grafico 29), relativa al compressore P1F e MEMC_20 (grafico 28) relativa al P1E, rilevate con la stessa disposizione delle terne sulla macchina, evidenzia come le vibrazioni trasversali, ed in special modo quelle del lato sinistro, siano rispettivamente le maggiori e tra loro confrontabili per intensità e distribuzione, in entrambi i compressori, indicando una similitudine delle forze prodotte dalle macchine.
- L'acquisizione MEMC_22, grafico 30, eseguita con la disposizione verticale di tutti i sensori accelerometrici, permette un monitoraggio completo delle sollecitazioni sulla totale pianta del basamento. Risulta come le azioni trasmesse al basamento dalla parte della macchina motrice siano maggiori (ch 1 e 11) rispetto a quelle interessanti la parte relativa alla macchina operatrice (ch 2, 3, 5, 6, 7 e 9). Dall'analisi dei sensori posti lungo la sezione del motoriduttore (ch 10, 11 e 12), non si evidenziano fessure come nel caso del compressore P1E.

L'insieme delle osservazioni ci ha mostrato come il controllo dell'allineamento della catena cinematica e delle coppie di serraggio degli ancoraggi della macchina, produca un effetto positivo sul contenimento delle vibrazioni ma non modifichi sostanzialmente la situazione vibrazionale nel piano orizzontale. Tale condizione era già stata evidenziata precedentemente ed è stata ulteriormente messa in luce attraverso le rilevazioni condotte in quest'ultima sessione di misure.

I grafici successivi mettono a confronto solo i canali trasversali sopra e sotto la fessura prima e dopo l'allineamento ed il serraggio.



Si può notare, a conferma di quanto già indicato precedentemente, come la parte superiore alla fessura (ch 6) ha una vibrazione nettamente superiore alla parte inferiore del basamento.

Rimangono quindi valide le conclusioni indicate nella precedente relazione, che sono riportate di seguito.

“Il fenomeno di rottura per fatica potrebbe facilmente ripetersi sui tiranti della macchina non ancora sostituiti, ma probabilmente già in stato avanzato di degrado. Tale condizione è aggravata dalla fessura del basamento, che come evidenziato precedentemente, rappresenta una discontinuità che incrementa ulteriormente le vibrazioni nel piano orizzontale.

In sostanza è necessario cercare delle nuove condizioni di fissaggio che consentano di migliorare il collegamento tra macchina e basamento, trovando il modo di ridurre il moto relativo nel piano orizzontale, tra la parte superiore ed inferiore del basamento.

Senza voler entrare in progetti non di nostra competenza, riteniamo opportuno che l'intervento preveda:

- a) *un aumento del numero di ancoraggi tra macchina e basamento che produca una riduzione delle vibrazioni della macchina ed in ultima analisi un miglior comportamento meccanico;*
- b) *l'applicazione di una serie di piastre sulle pareti verticali del basamento, particolarmente irrigidite nel senso verticale, che consentano la ricompattazione monolitica della struttura, eliminando il movimento relativo instauratosi a cavallo della fessura;*

- c) *l'applicazione di più tiranti orizzontali e verticali, piuttosto che pochi e di grandi dimensioni, in quanto il materiale calcestruzzo in tutti questi anni ha subito un notevole stress, ed è pertanto preferibile una distribuzione piuttosto che una concentrazione di sforzi.*

Per quanto riguarda i controlli futuri, come già indicato nella relazione precedente, si consiglia una verifica del tiraggio dei dadi con frequenza mensile, per lo meno nei primi mesi, ed un'osservazione visiva e costante dell'eventuale innescarsi di fessurazioni nel basamento o disassamenti tra gli organi meccanici.

E' inoltre consigliabile una verifica vibrazionale a 3 e/o 6 mesi per constatare la solidità dell'intervento di risanamento”.

Bolzano, 22 giugno 2004

Dott. ing. xxxxxxxxx

Dott. ing. xxxxxxxxxxxxxx