

**INDAGINI DINAMICHE SULLA
ATTRAZIONE
XXXXXXXXXX
PARCO XXXXXXXXXXXX**

PROVA n. 243/AA

25 giugno 2004

Committente: **Gardaland S.p.A.**

Relatore: **ing. Roberto Bruson**



Attrazione "Fuga da Atlantide"

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	4
3. DESCRIZIONE DELLE PROVE	6
4. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI	7

1. PREMESSA

Generalità

La *4 EMME Service S.p.A.* è stata incaricata dalla Società *xxxxxxxxxx* di eseguire delle rilevazioni dinamiche sull'attrazione denominata *xxxxxxxxxx* installata presso il Parco di *xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx*.

Lo scopo delle indagini è di rilevare le componenti dinamiche spaziali prodotte sugli utenti della giostra, su tre differenti barche, la n.4, la n. 7 e la n. 10, che montano differenti tipologie di ruote, rispettivamente:

- barca n. 4: 4 ruote in vulkolann;
- barca n.7: 4 ruote in polyammide;
- barca n. 10: 2 ruote in vulkolann e 2 in polyammide.

Sono stati rilevati anche i tempi manuali di percorrenza della rampa di salita, da inizio acquisizione sino all'inizio della curva, e quelli della curva stessa, dal riferimento precedente a poco prima dell'inizio della rampa di discesa.

Le rilevazioni e le elaborazioni sono state condotte sulla base della proposta di norma ASTM - 2001.

L'indagine è stata eseguita il **25 giugno 2004** tra le ore 10:00 e le ore 13:00, in assenza di vento e temperatura variabile tra i 26 ed i 29 °C.

Presenti alle indagini

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

ing. *XXXXXXXXXX* *XXXXXXXXXX*

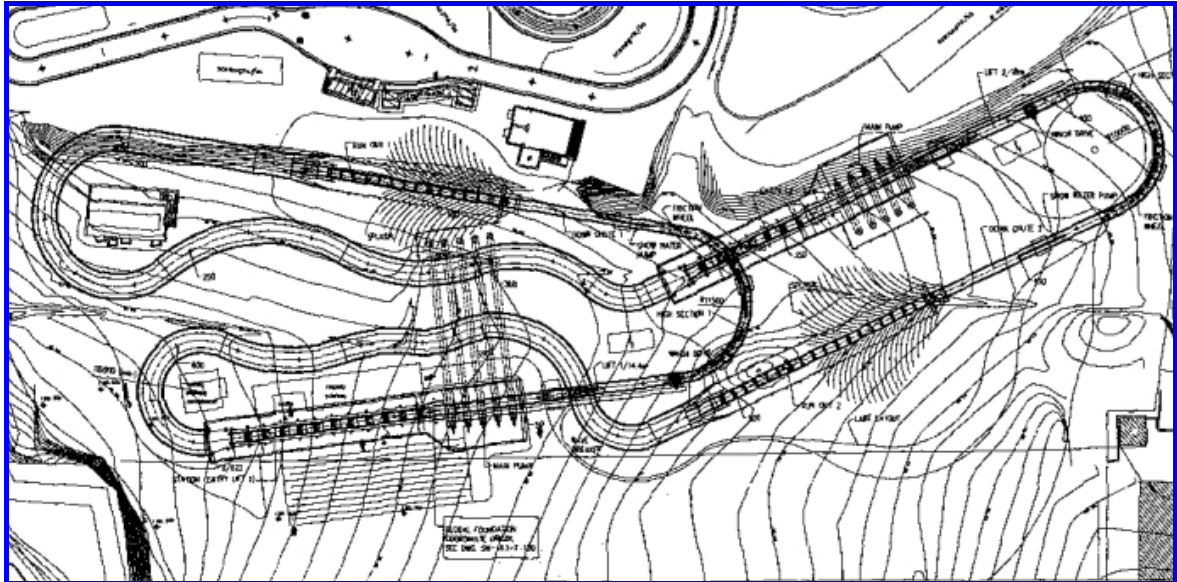
e per la *4 EMME Service Spa.*:

ing. Settimo Martinello,
ing. Roberto Bruson.

Caratteristiche dell'attrazione

L'attrazione, costruita dalla Intamin AG, presenta un percorso con una lunghezza complessiva di 622 m, corrispondente ad una durata di circa 6 minuti, che si snoda tra due salite e le due rispettive discese. La prima caduta libera avviene da un'altezza di 10,5 m, mentre la seconda da un'altezza di 13,5m.

E' percorso da una serie di barche da 20 sedili composte di 4 colonne.



Planimetria dell'attrazione

2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Caratteristiche

La strumentazione impiegata per le rilevazioni è composta da:

- 1 androide strumentato del peso di 35 kg;
- 3 accelerometri capacitivi modello 141A SETRA;
- 1 rilevatore di velocità a tubo di Pitot P. Instruments 01B-050215;
- 1 unità di conversione analogico-digitale MCDR-M-128 a 16 bit;
- 1 computer Toshiba Satellite 1800;
- software d'acquisizione MCDR 128;
- software di elaborazione DasyLab for Windows.

Le caratteristiche dei sensori accelerometrici sono le seguenti:

- uscita ~65 mV/g;
- campo ± 8 g;
- risoluzione 0,0001 g;
- sensibilità trasversale 2 %;
- linearità 1% .

Calibrazione

I sensori sono stati calibrati il 25 luglio 2003 dalla LEANE International di Parma e successivamente controllati, in data 22 giugno 2004, nel laboratorio della 4 Emme Service S.p.A. certificata ISO 9001:2000 dal RINA col n. 6441/01/S.

La calibrazione ha determinato il coefficiente di taratura, per trasformare il segnale elettrico in mV in valore ingegneristico g, che è risultato:

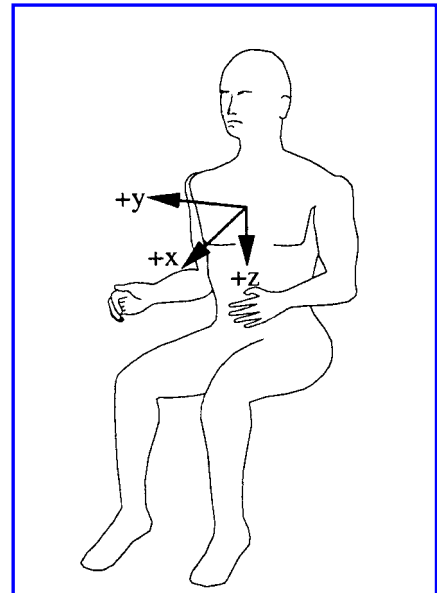
- $C_x = 14,470$;
- $C_y = 15,189$;
- $C_z = 14,852$.

Posizione e tipologia delle misure

L'androide è strumentato con i tre sensori accelerometrici fissati sullo sterno con direzione come indicato in figura.

I versi di misura dei sensori si riferiscono alla terna cartesiana indicata nelle norme ASTM.

Oltre alle accelerazioni è stata rilevata la velocità posizionando la presa dinamica del tubo di Pitot all'altezza degli occhi.



Sistema di coordinate

Le prove sono state eseguite sulle barche n. 4, n. 7 e n. 10. Ogni barca è stata caricata completamente utilizzando le persone presenti nel parco, con l'androide posto sul sedile posteriore di sinistra.

Per ogni barca sono state eseguite 3 acquisizioni per ogni rampa di discesa.

In totale sono stati eseguiti 18 test.

Precisione delle misure

Sulla base delle caratteristiche dei sensori e del sistema di taratura l'errore di misura dell'accelerazione è sempre inferiore a $\pm 0,02$ g.

La velocità viene apprezzata con una precisione di ± 2 km/h.

3. DESCRIZIONE DELLE PROVE

Modalità di acquisizione dei dati

Dopo aver installato l'androide strumentato, si è proceduto ad eseguire i test memorizzando i dati automaticamente per 50 secondi attraverso un *trigger* di 2 g positivo sul sensore posto in direzione Z. I valori sono stati acquisiti con uno scansionamento di 200 Hz ed un filtro hardware di 60 Hz.

I test che fanno riferimento alla prima rampa di discesa sono denominati con l'aggiunta dell'indice "a", mentre quelli della seconda hanno indice "b".

La denominazione di ogni test è la seguente:

4Cdsx_2a: la prima posizione indica il numero della barca;
 la seconda se è carica (C) oppure scarica (S);
 dalla terza alla quinta si indica la postazione, davanti a sinistra (Dsx)
 oppure nel nostro caso sempre dietro a sinistra (dsx);
 le ultime due colonne indicano il numero del test per quella postazione
 ed il tipo di rampa (la prima è "a" la seconda "b").

BARCA 4: 4 ruote in vulkolann				
File	Condizione di carico	Sedile di misura	Test	
4Cdsx_1a	carico	Dietro - I sedile a sinistra	test 1	
4Cdsx_1b				
4Cdsx_2a			test 2	
4Cdsx_2b				
4Cdsx_3a				test 3
4Cdsx_3b				
BARCA 7: 4 ruote in polyammide				
7Cdsx_1a	carico	Dietro - I sedile a sinistra	test 1	
7Cdsx_1b				
7Cdsx_2a			test 2	
7Cdsx_2b				
7Cdsx_3a				test 3
7Cdsx_3b				
BARCA 10: 2 ruote in vulkolann e 2 ruote in polyammide				
10Cdsx_1a	carico	Dietro - I sedile a sinistra	test 1	
10Cdsx_1b				
10Cdsx_2a			test 2	
10Cdsx_2b				
10Cdsx_3a				test 3
10Cdsx_3b				

Tutti i dati acquisiti sono stati memorizzati sul nostro computer n. 174 alla Directory "*Vibra - dati - giostre*" con estensione "asc".

4. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI

Tempi di percorrenza

Nelle tabelle successive sono riportati, in funzione della barca e del test di acquisizione, i valori dei tempi di percorrenza da inizio acquisizione a fine rampa di salita (*Lift*), e da inizio curva a fine curva (*Curva*); nella quarta colonna si riporta la media ed di seguito la differenza (in secondi e percentuale) rispetto ai tempi medi della barca n. 4.

I tempi sono stati presi manualmente con un cronometro.

TABELLA DEI TEMPI - I RAMPA

Barca n.	test	Lift [s]	Curva [s]	Media [s]	Differenza %	
					[s]	[%]
4	1a	15,66	8,63	8,61	-	-
	2a	16,21	8,57			
	3a	15,50	8,62			
7	1a	14,92	7,31	7,28	- 1,33	- 15
	2a	19,39	7,27			
	3a	11,99	7,25			
10	1a	12,54	7,65	7,78	- 0,83	- 10
	2a	12,37	7,93			
	3a	12,45	7,76			

TABELLA DEI TEMPI - II RAMPA

Barca n.	test	Lift [s]	Curva [s]	Media [s]	Differenza %	
					[s]	[%]
4	1b	13,74	9,55	9,58	-	-
	2b	12,95	9,59			
	3b	13,08	9,59			
7	1b	13,24	8,42	8,23	- 1,35	- 14
	2b	14,24	8,26			
	3b	17,20	8,00			
10	1b	12,74	9,05	9,01	- 0,57	- 6
	2b	13,99	8,97			
	3b	12,79	9,00			

Elaborazioni

Di seguito sono rappresentati:

- 6 grafici degli andamenti delle velocità nelle due rampe per le tre barche;
- 18 grafici delle accelerazioni con l'indicazione dei tempi di percorrenza;
- 18 grafici elaborati in una finestra di 10 secondi a cavallo delle rampe;
- 8 grafici di elaborazione dello spettro a confronto con quelli del 30.7.2003.

Nei grafici delle accelerazioni in ascissa è riportato il tempo espresso in secondi, mentre in ordinata, per le tre direzioni del sistema di coordinate X, Y, Z, le accelerazioni espresse in "g".

I dati acquisiti sono stati filtrati con un passa basso di 10 Hz tipo Butterworth del 4° ordine (CFC=10), così come previsto dalle norme ASTM citate.

Considerazioni tecniche

- Le elaborazioni della velocità mostrano l'incremento ottenuto con le ruote in polyammide, della barca n. 7, che raggiunge, nella seconda rampa, la velocità di 55 km/h.
- Le accelerazioni vedono differenziarsi in particolar modo i valori massimi in direzione Z, dove la barca n. 7 raggiunge i +3 g.
- La barca n. 7, con le ruote in polyammide, in direzione Z, oltrepassa il valore di -0,5 g, sia nella I che nella II rampa.
- Il confronto con le acquisizioni del 30.7.2003 mostra una netta variazione delle frequenze e delle ampiezze di vibrazione che risultano tutte aumentate.
- Gli spettri riportati ai grafici n. 43-50, di confronto con le acquisizioni del 30.7.2003, individuano maggiori ampiezze e tre frequenze rilevanti attorno ai 7, 13 e 18 Hz. L'aumento dell'ampiezza delle vibrazioni a media frequenza e la sua tendenza a concentrarsi in valori portanti, determina un aumento dell'usura degli organi di scorrimento.

Bolzano, 8 luglio 2004

*4 EMME Service S.p.A.
dott. ing. Roberto Bruson*

RELAZIONE REVISIONATA DA:
dott. ing. Settimo Martinello

Barca 4 - Carico - dietro sx - I rampa

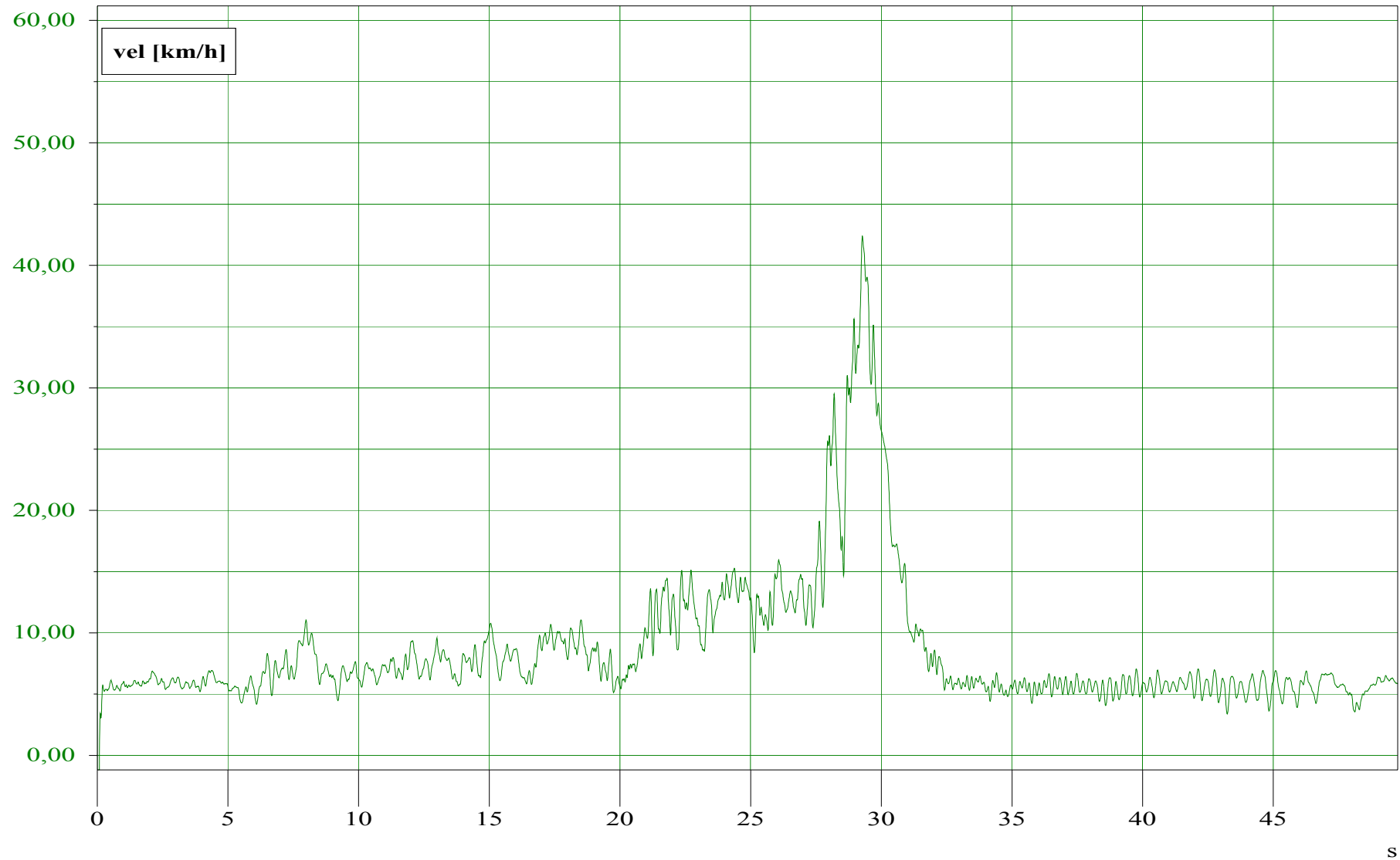


Grafico 1: I rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 4 carica

Barca 4 - Carico - dietro sx - II rampa

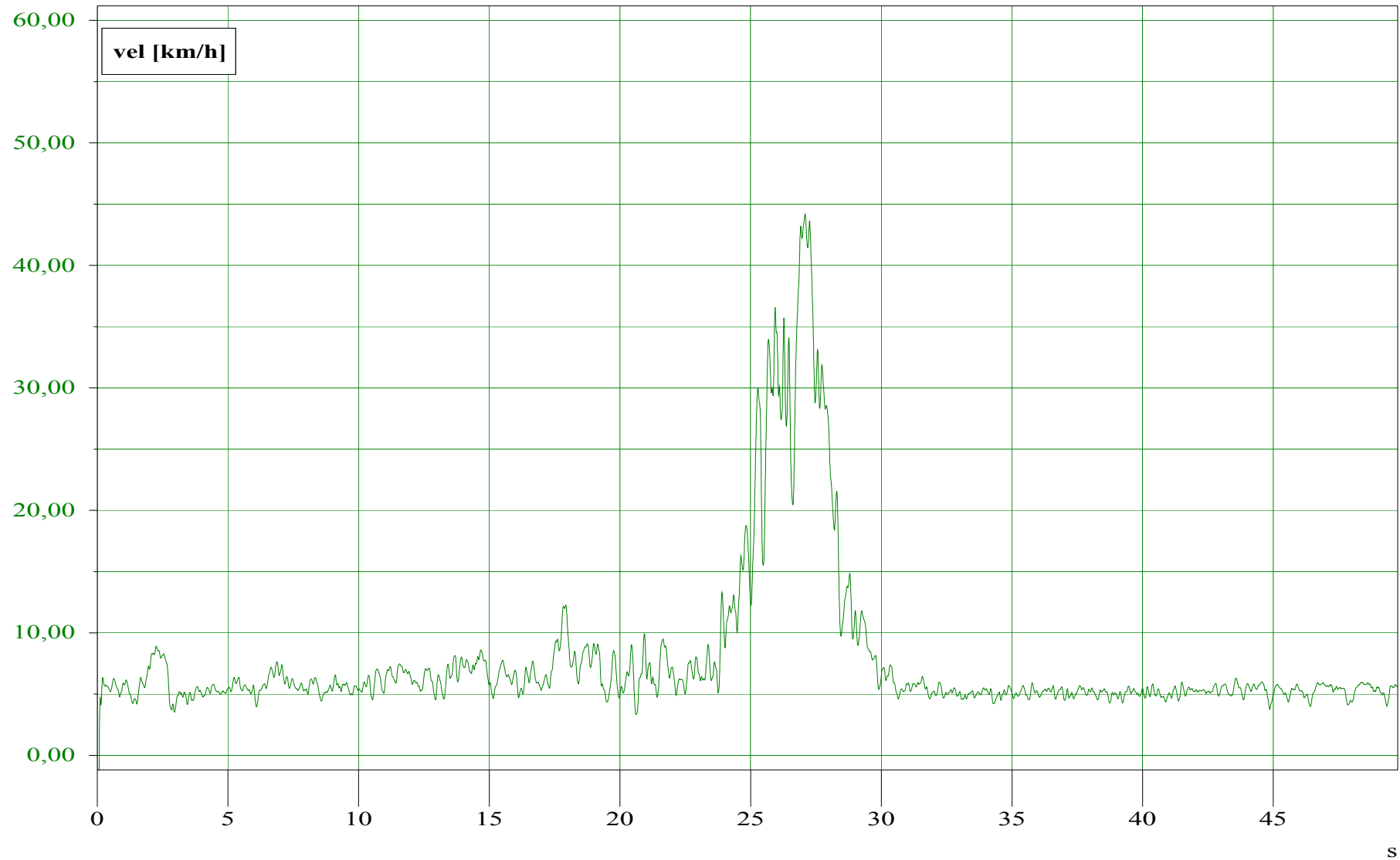


Grafico 2: II rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 4 carica

Barca 7 - Carico - dietro sx - I rampa

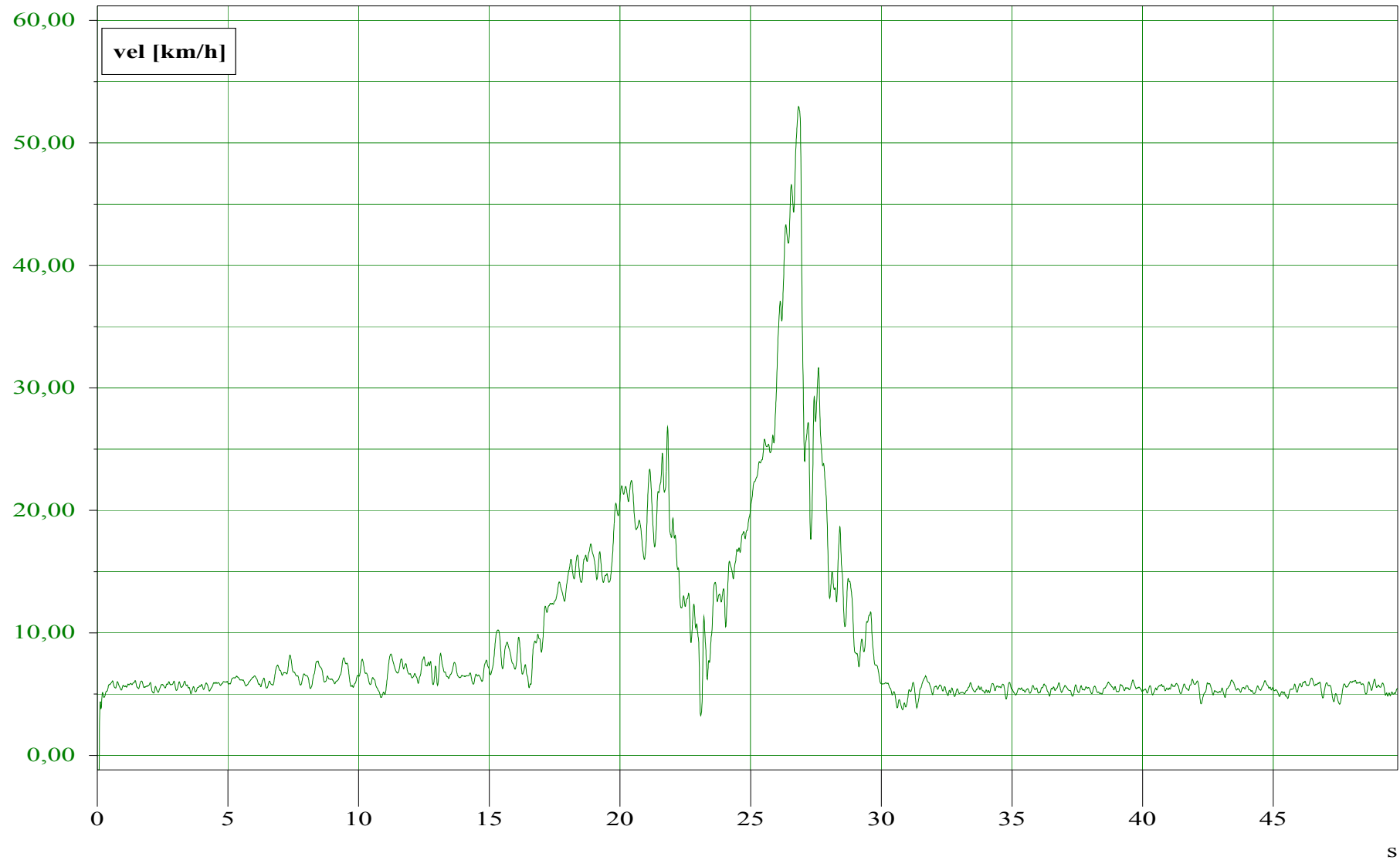


Grafico 3: I rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 7 carica

Barca 7 - Carico - dietro sx - II rampa

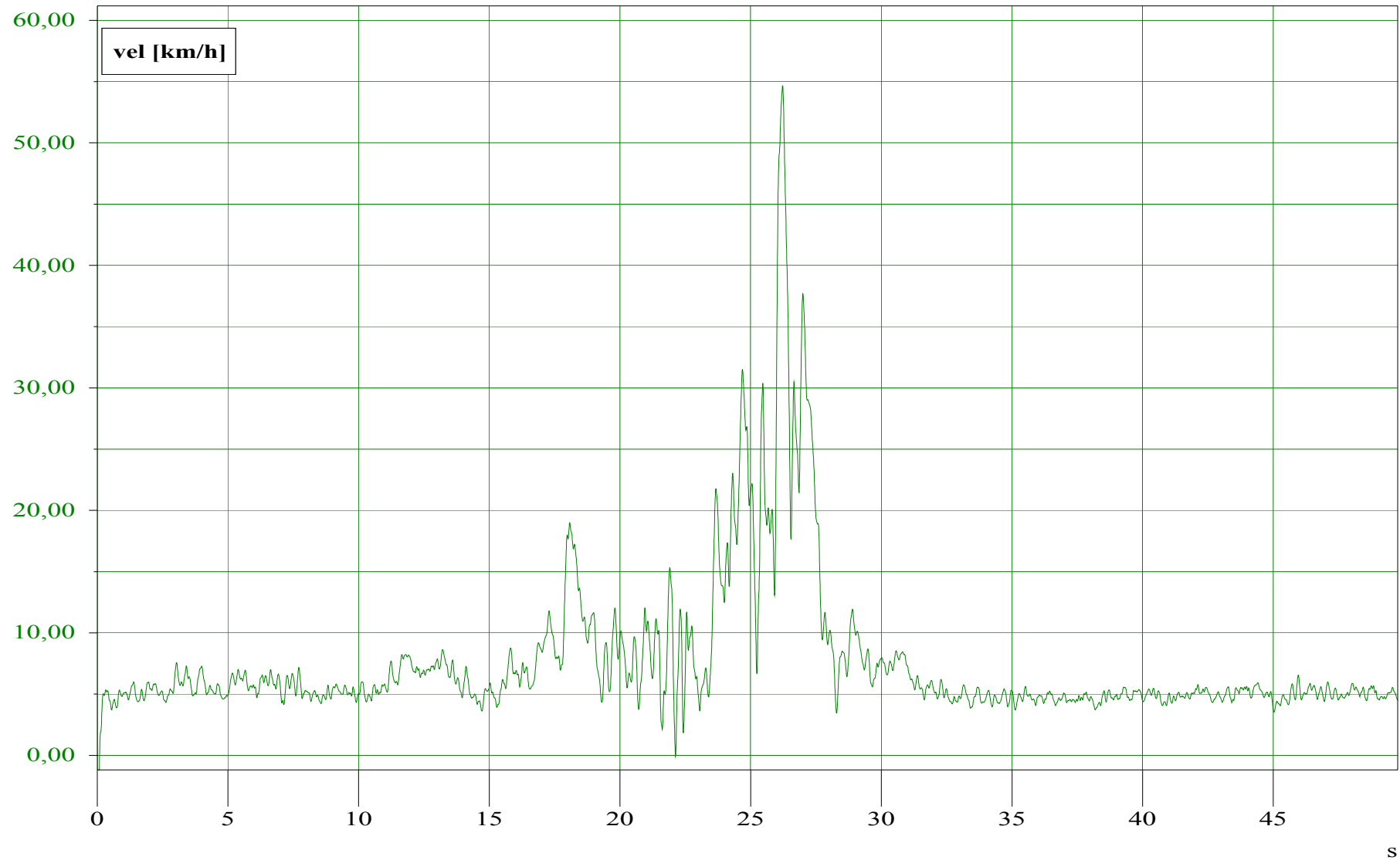


Grafico 4: II rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 7 carica

Barca 10 - Carico - dietro sx - I rampa

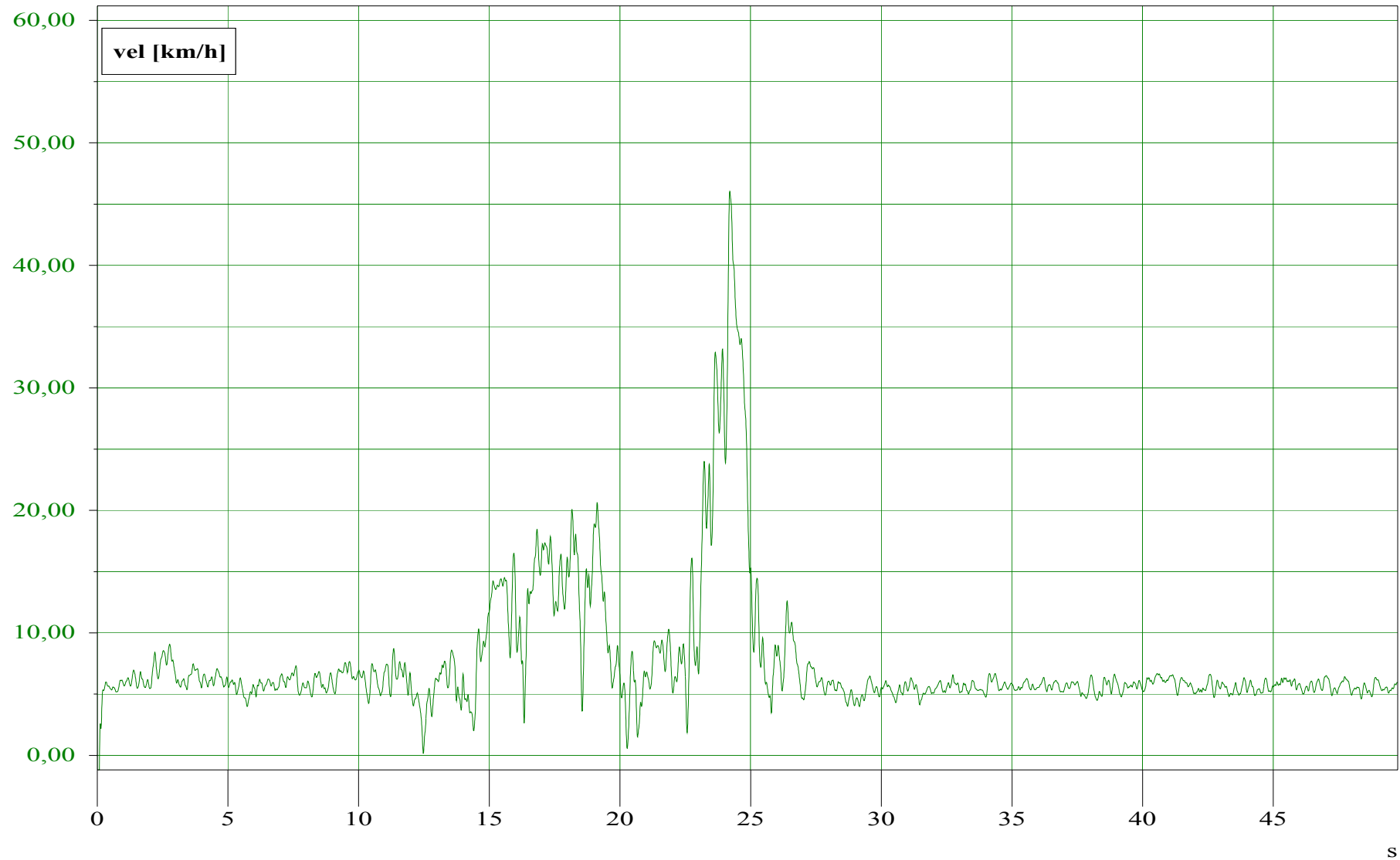


Grafico 5: I rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 10 carica

Barca 10 - Carico - dietro sx - II rampa

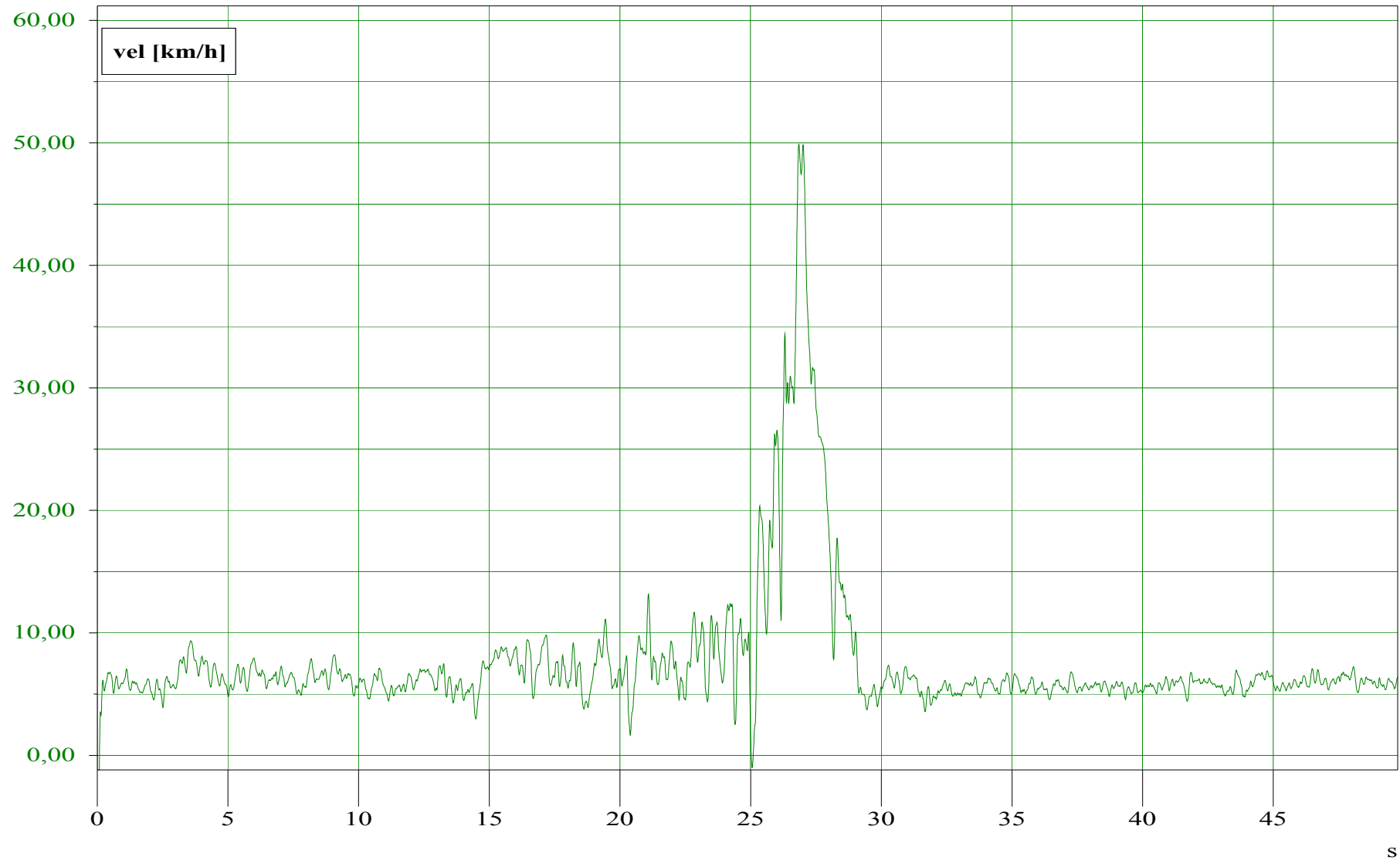


Grafico 6: II rampa - Andamento della velocità sul I sedile posteriore di sinistra con la barca n° 10 carica

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 1a

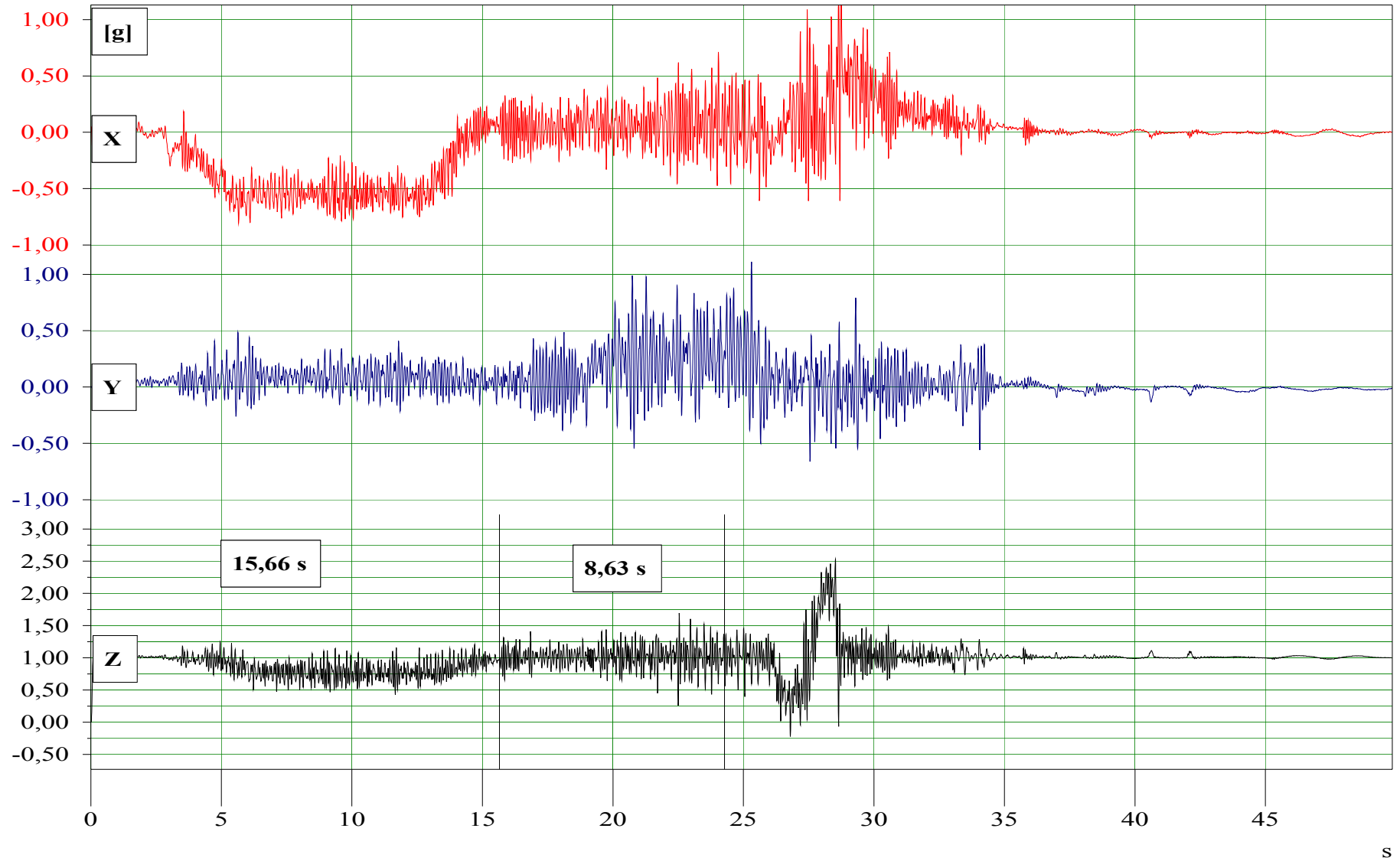
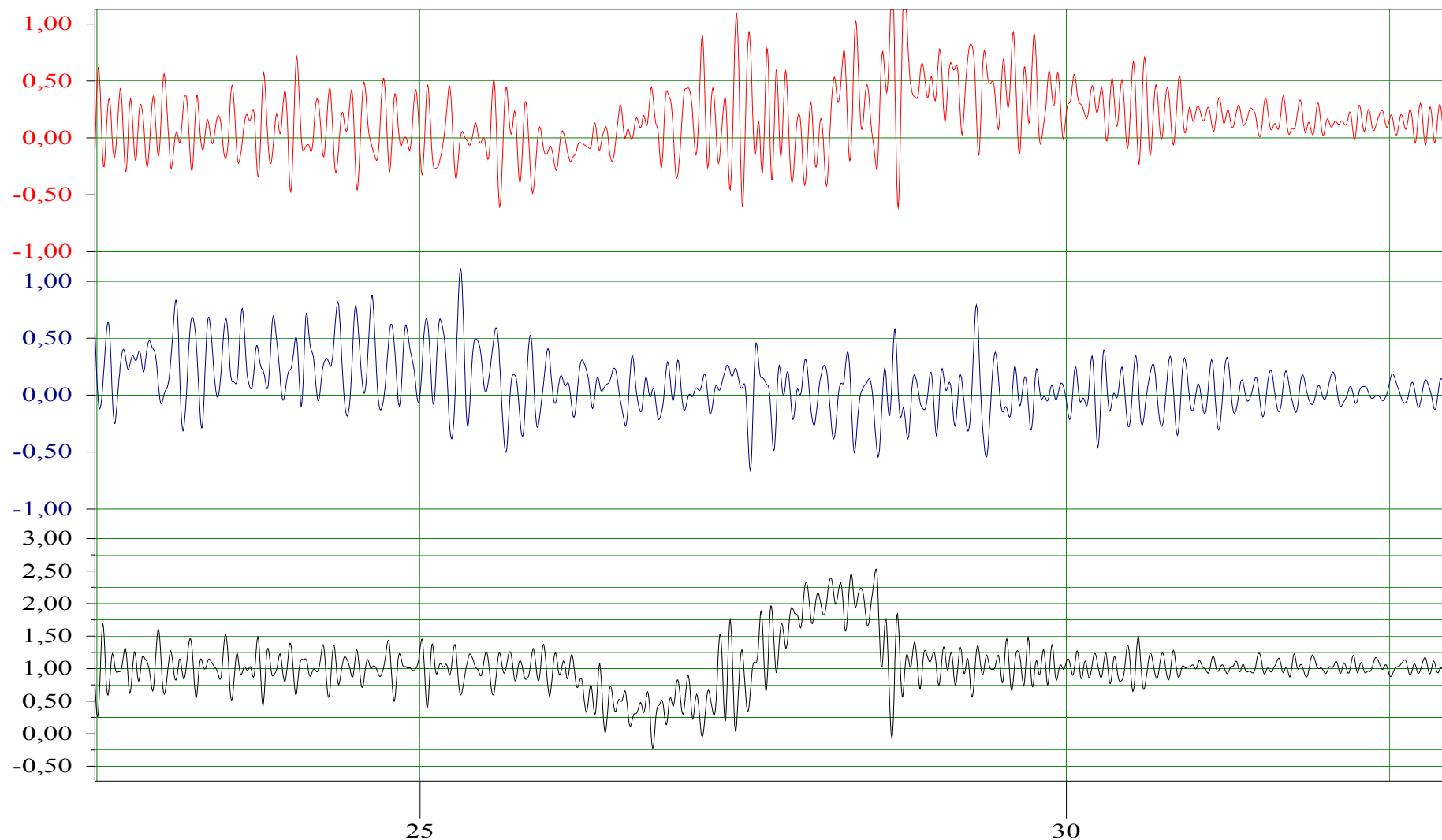


Grafico 7: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – I test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 1a



s

Grafico 8: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – I test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 1b

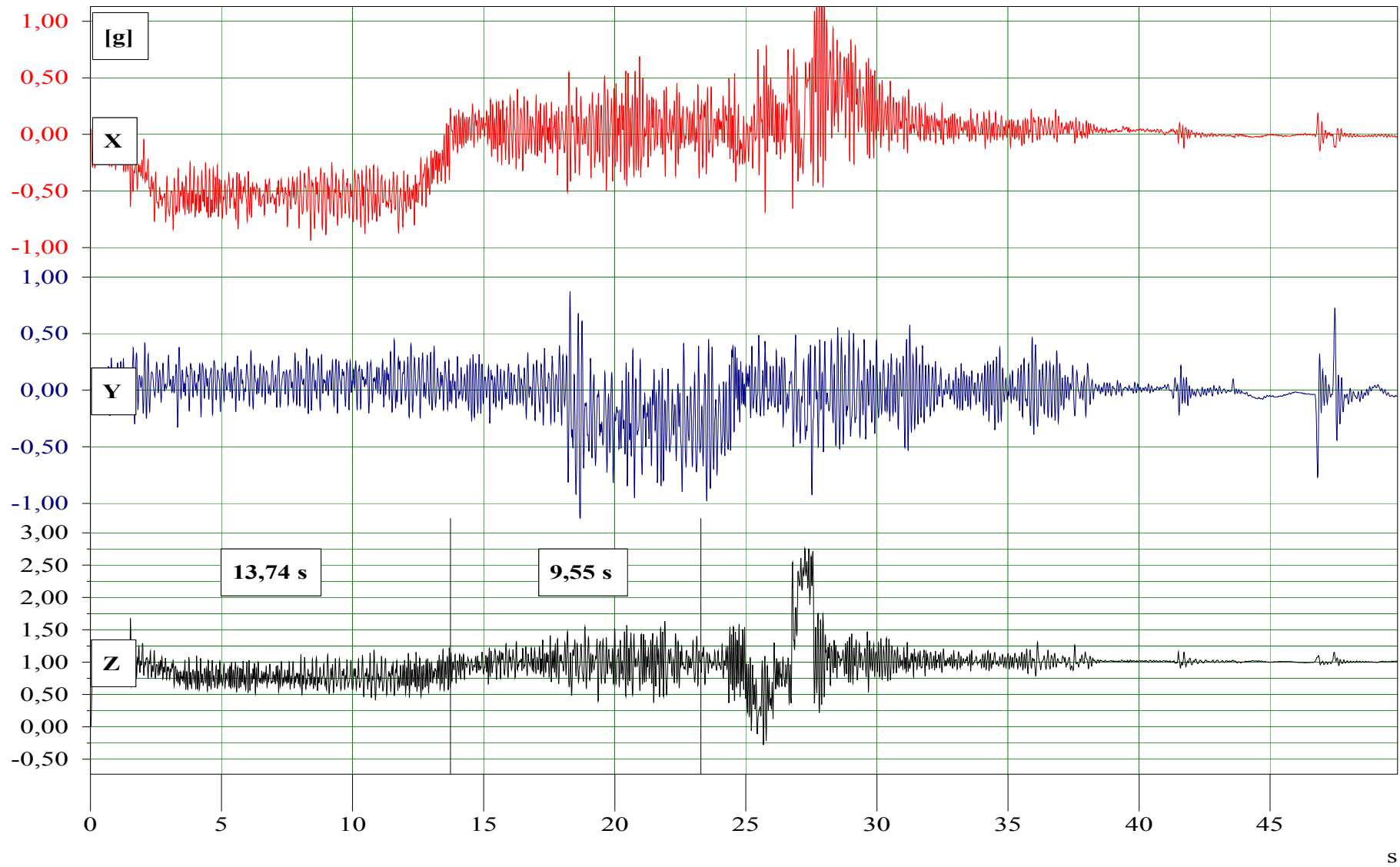
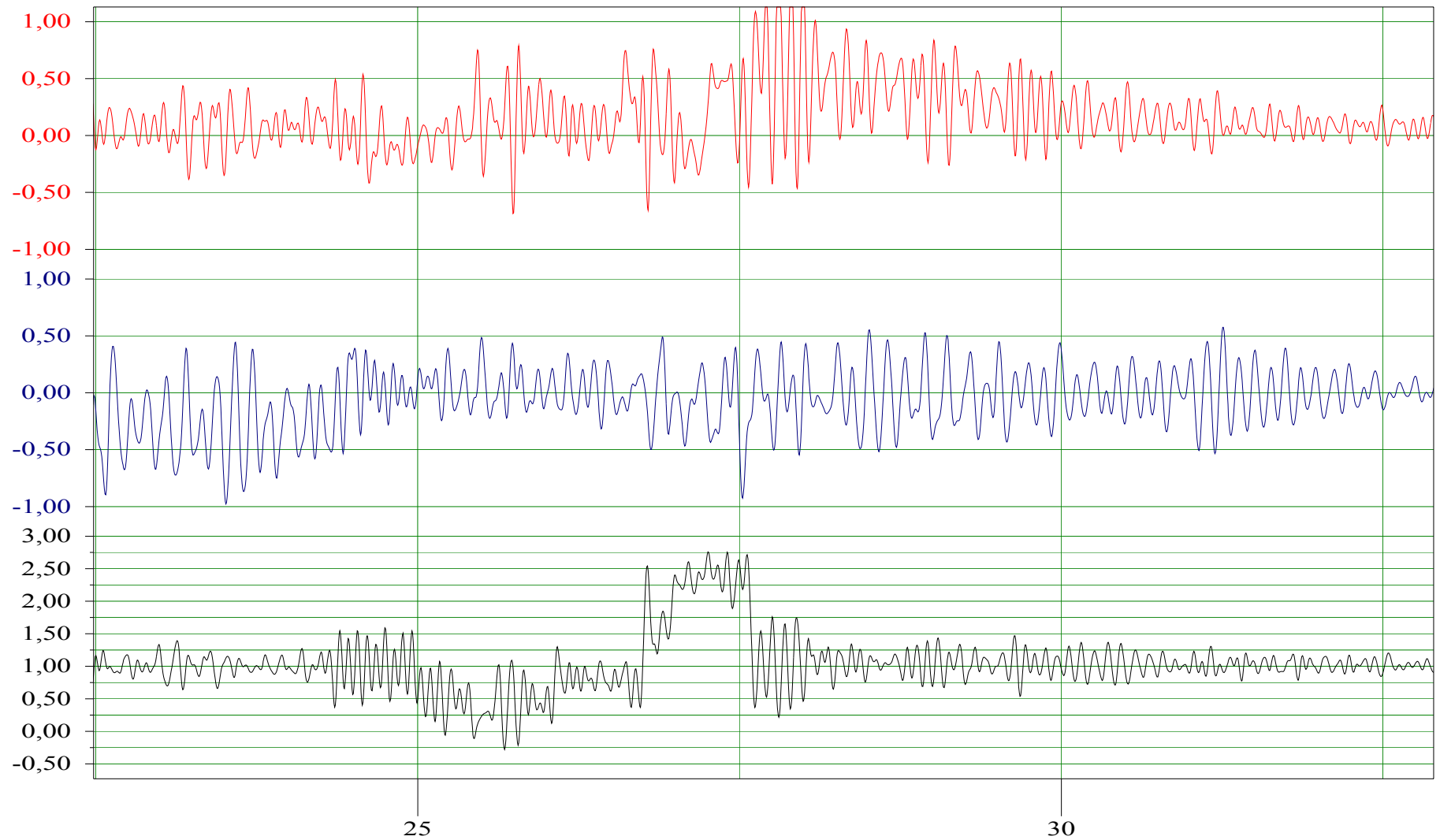


Grafico 9: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – I test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 1b



s

Grafico 10: II rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – I test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 2a

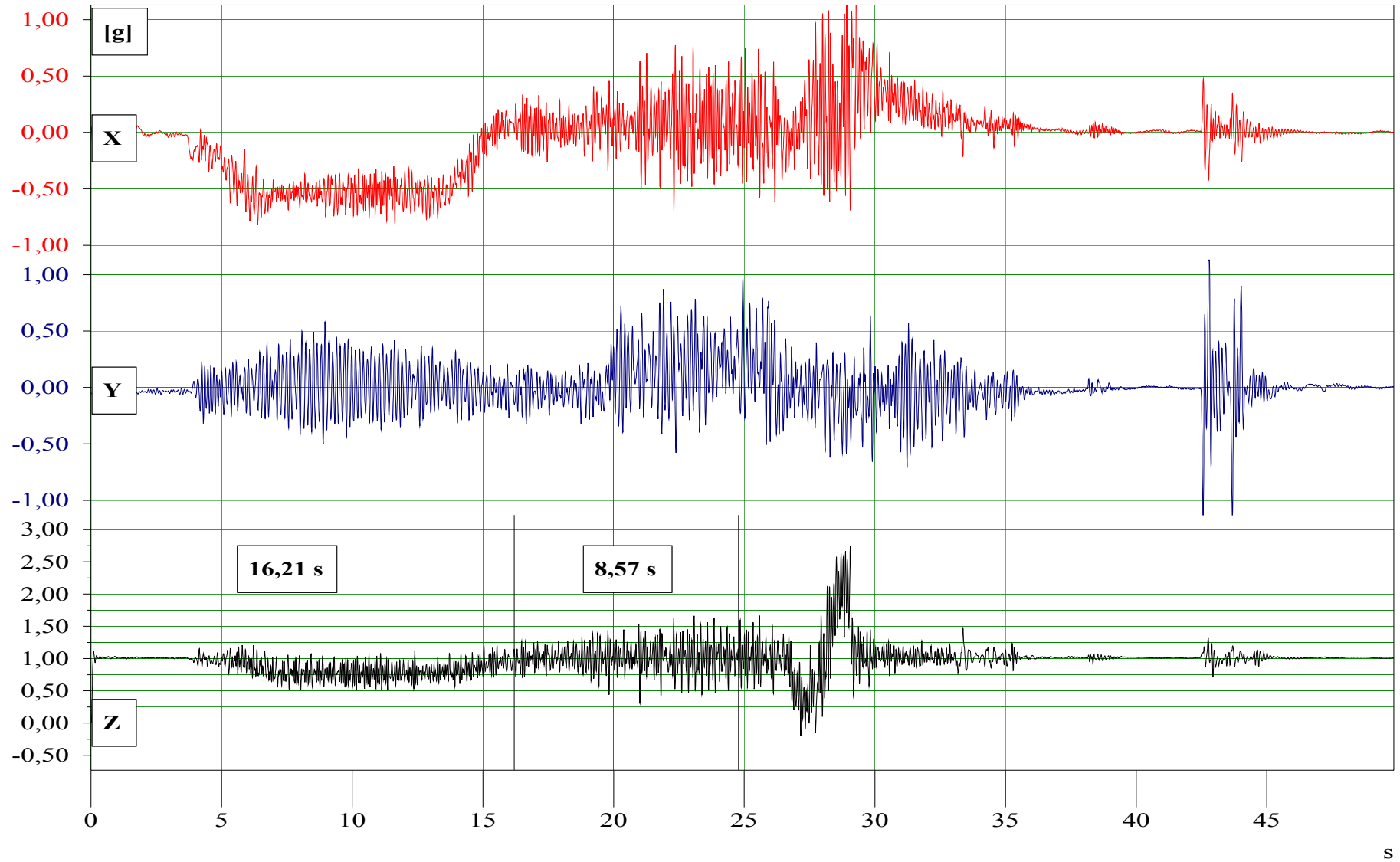


Grafico 11: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – II test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 2a

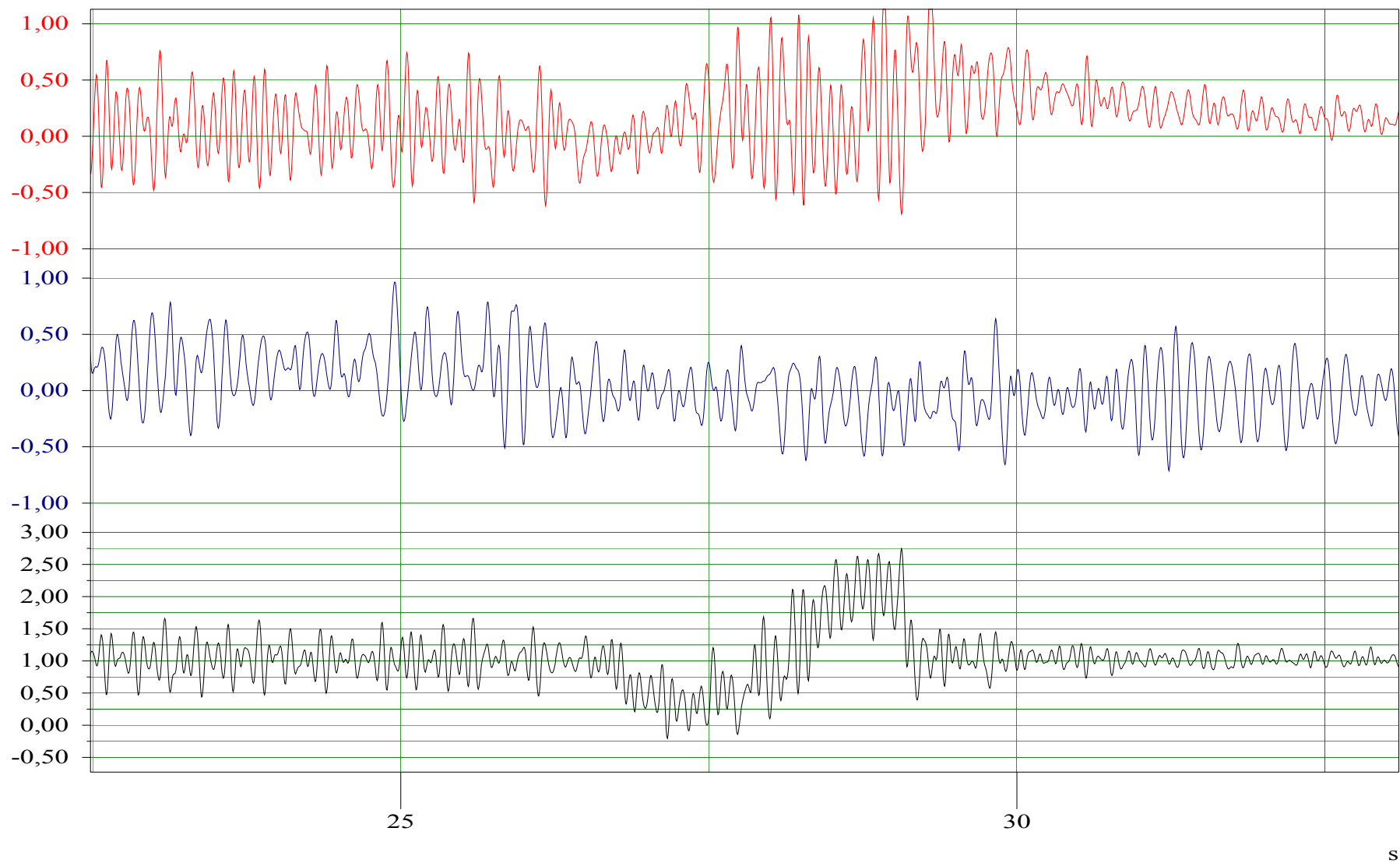


Grafico 12: I rampa – Zoom dell’andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – II test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 2b

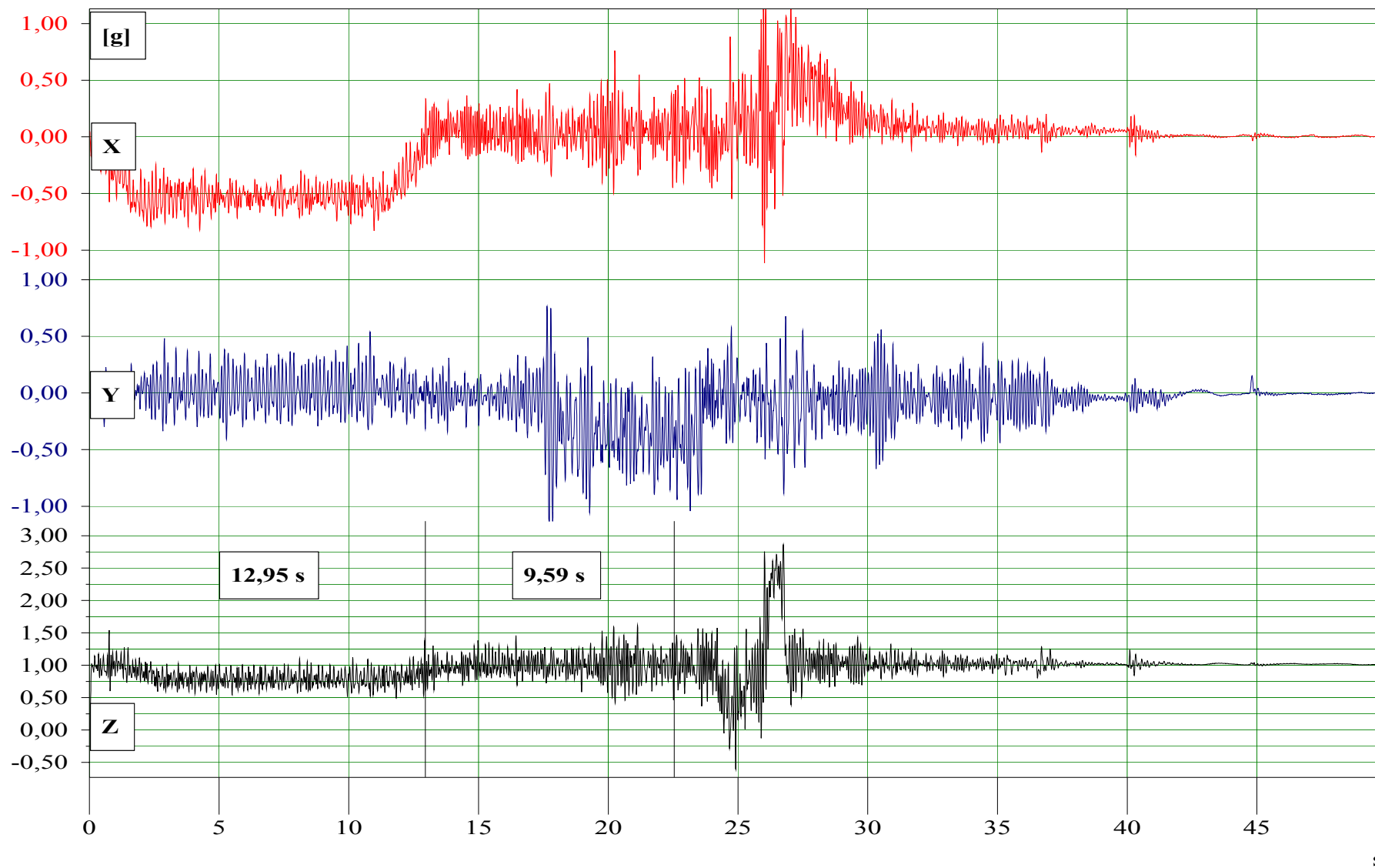


Grafico 13: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – II test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 2b

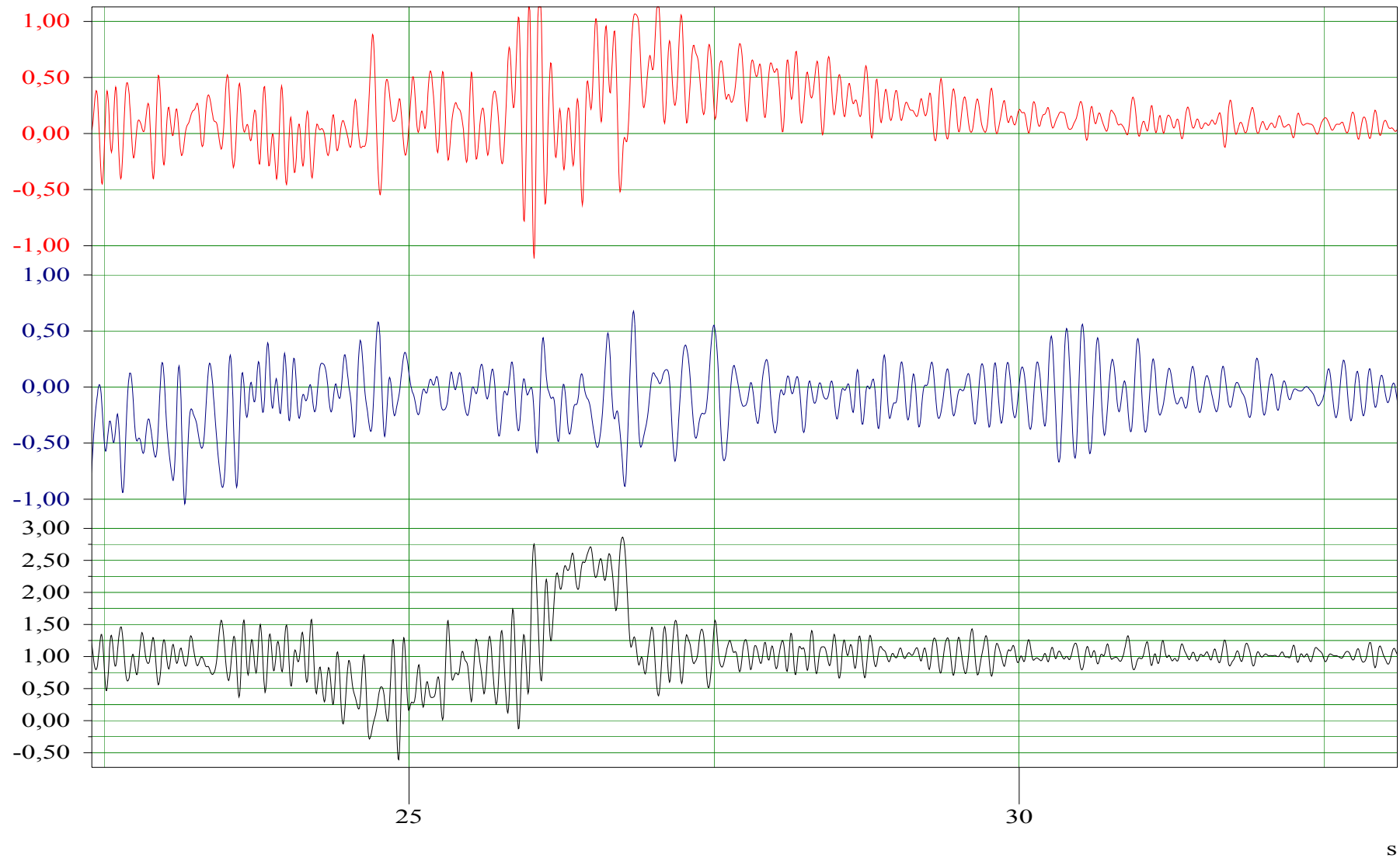


Grafico 14: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – Il test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 3a

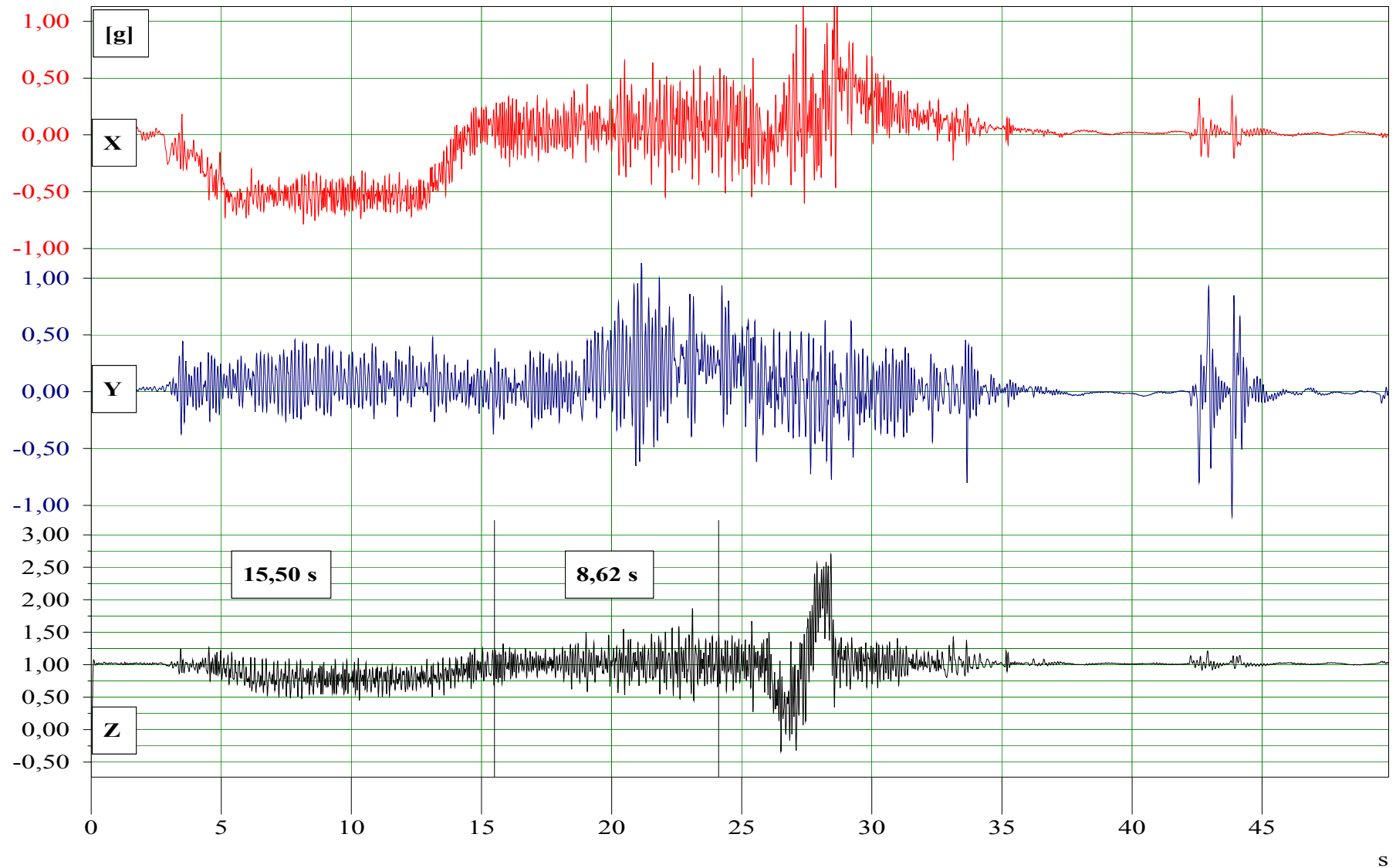


Grafico 15: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – III test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 3a

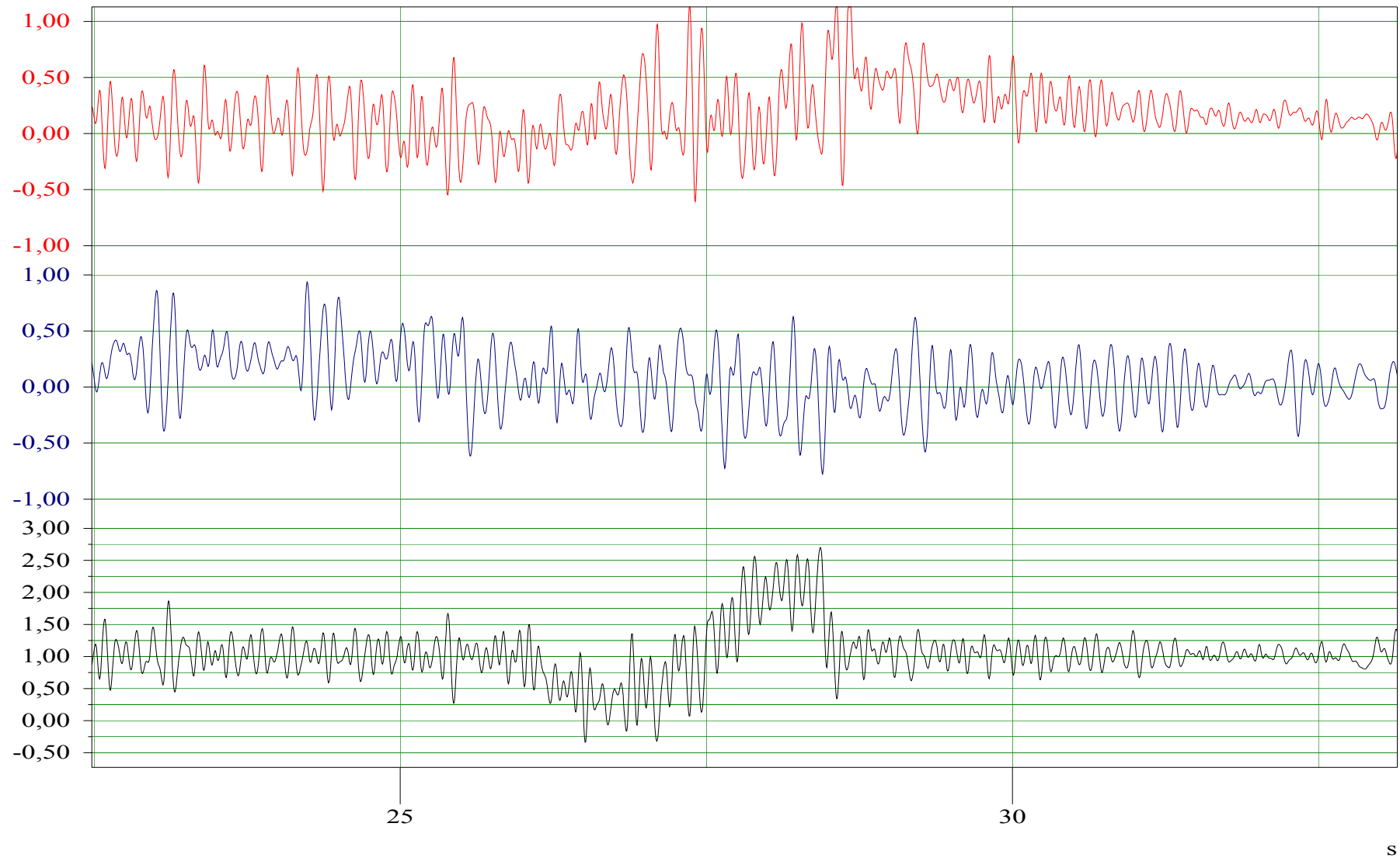


Grafico 16: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – III test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 3b

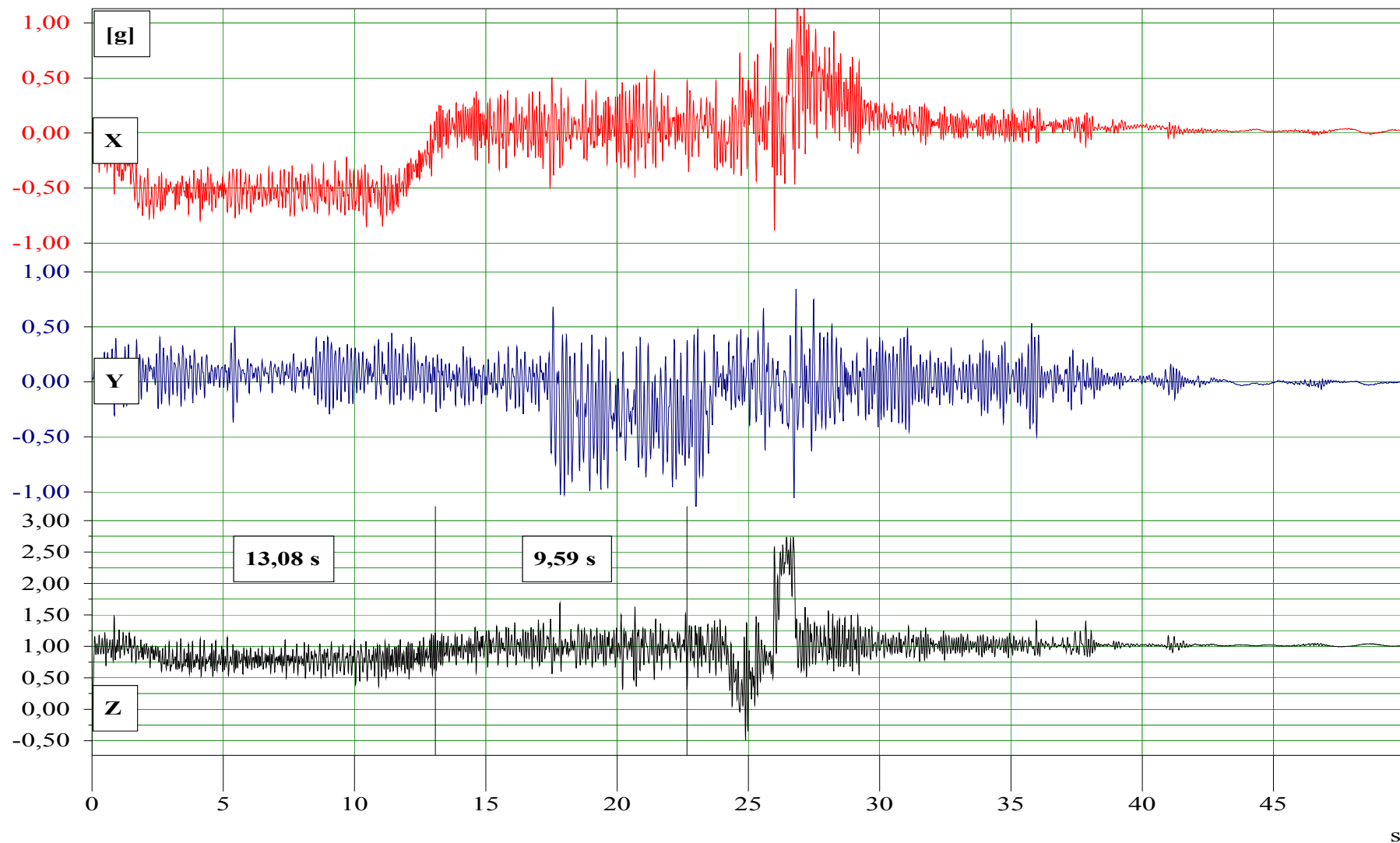


Grafico 17: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – III test

Barca 4 - Carico - dietro a sx - test 3b

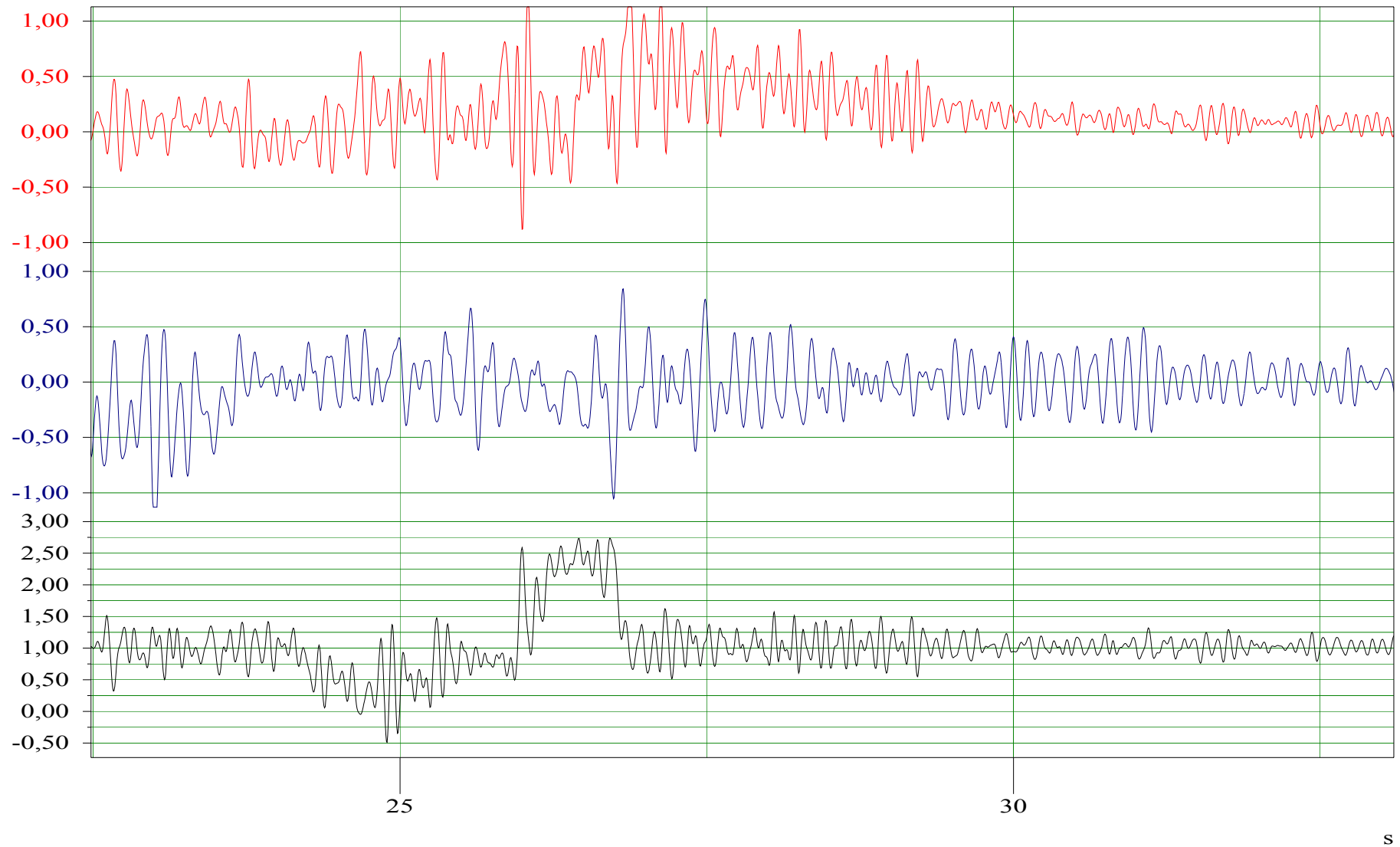


Grafico 18: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 4 carica – III test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 1a

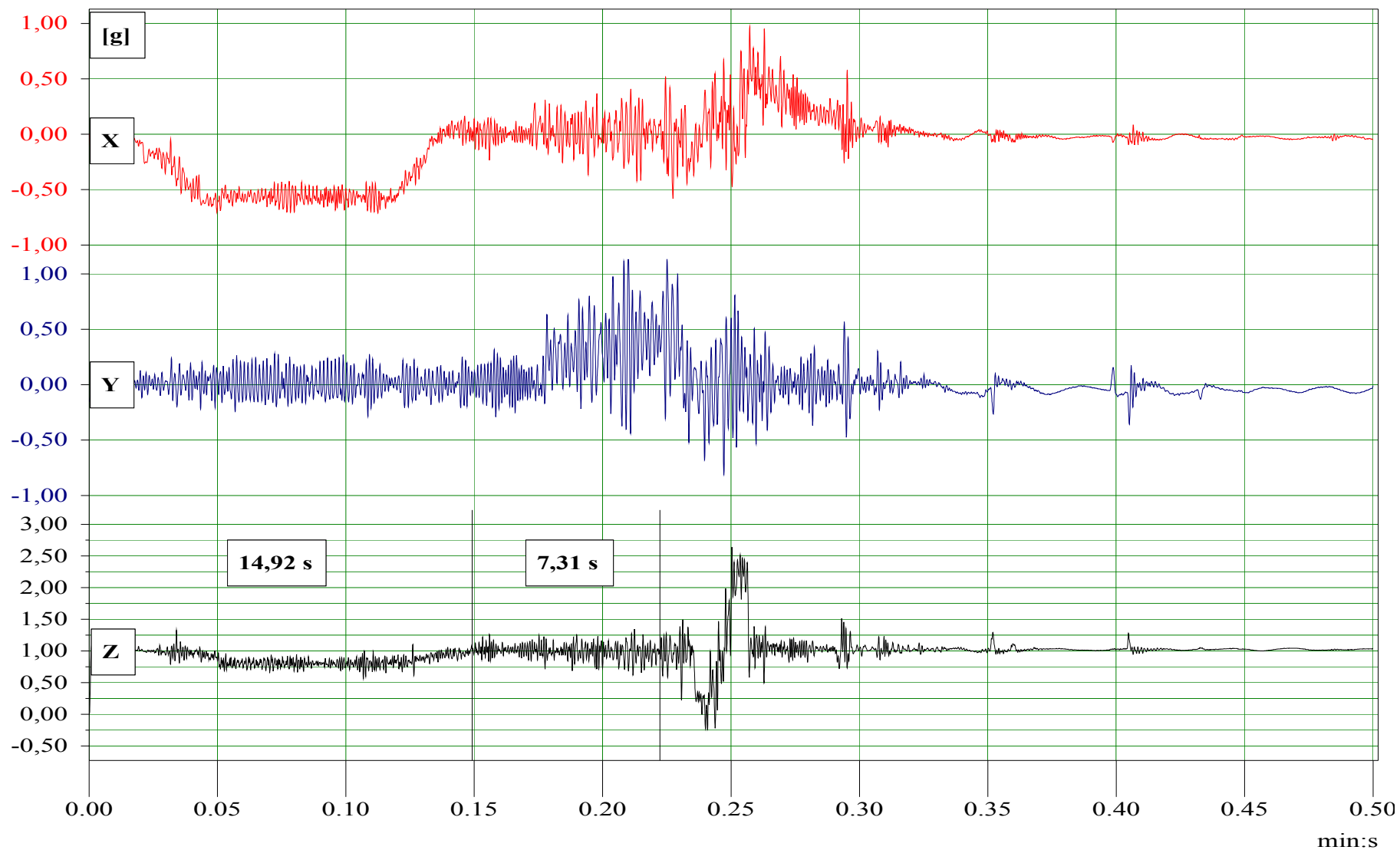


Grafico 19: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – I test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 1a

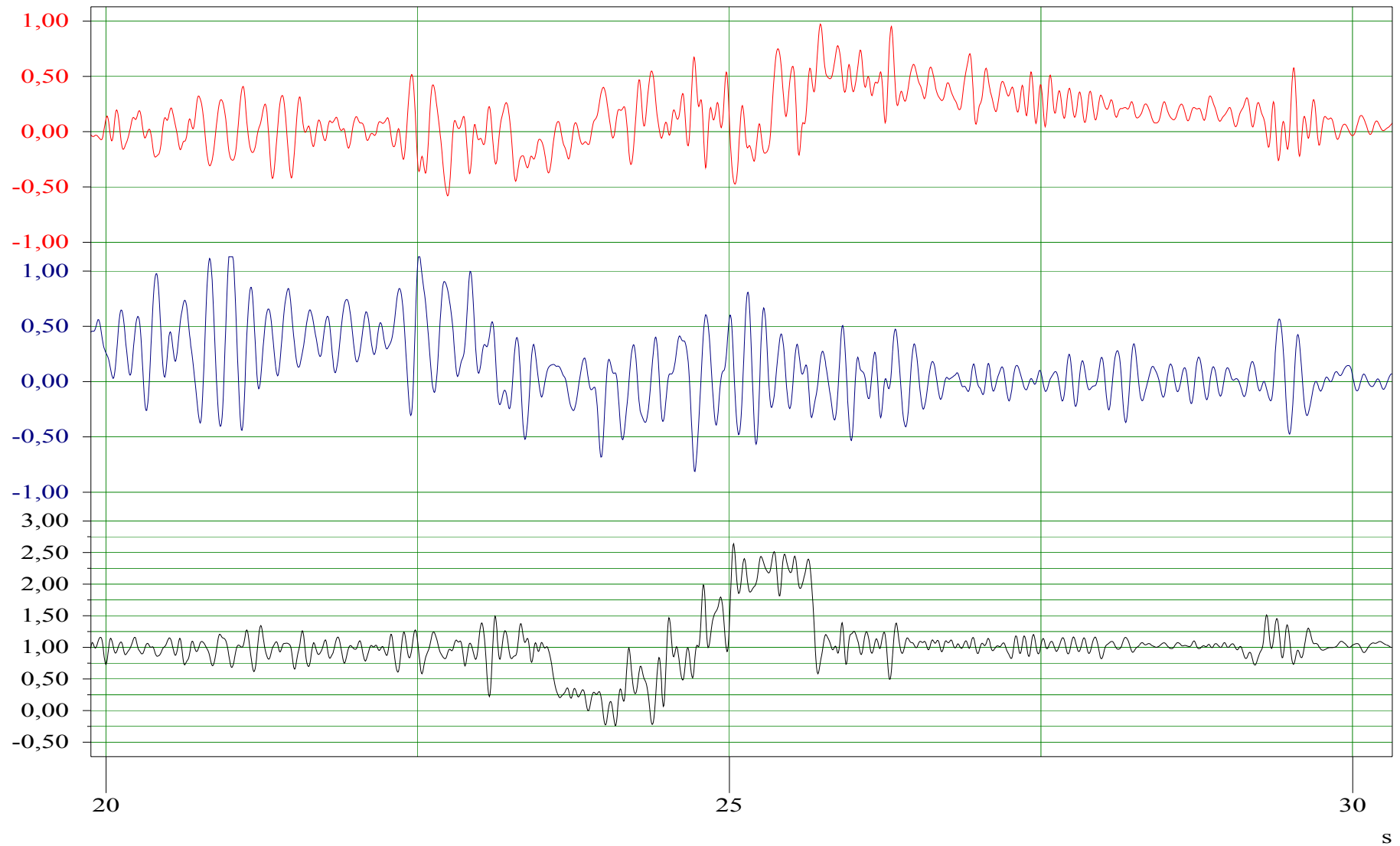


Grafico 20: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – I test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 1b

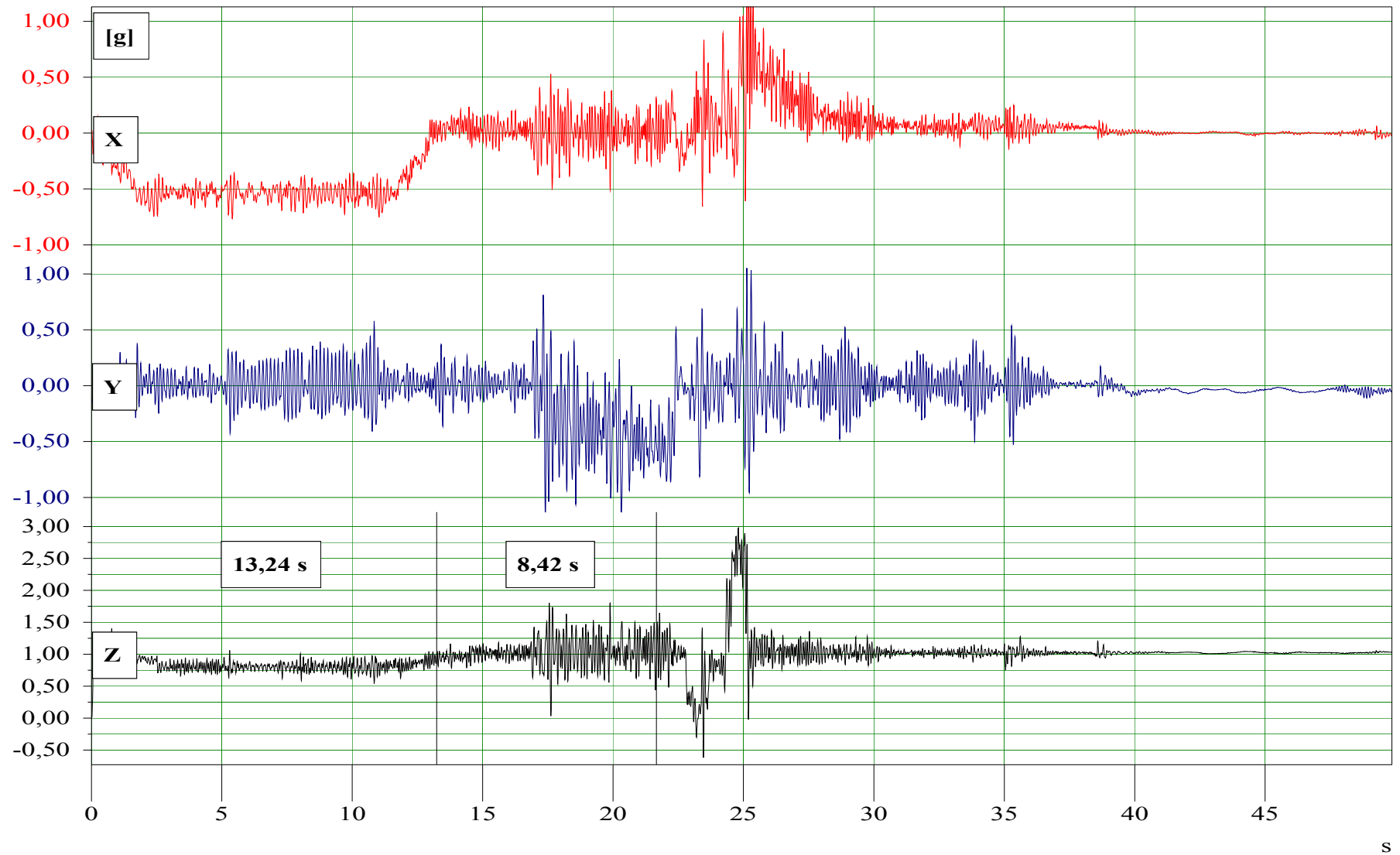


Grafico 21: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – I test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 1b

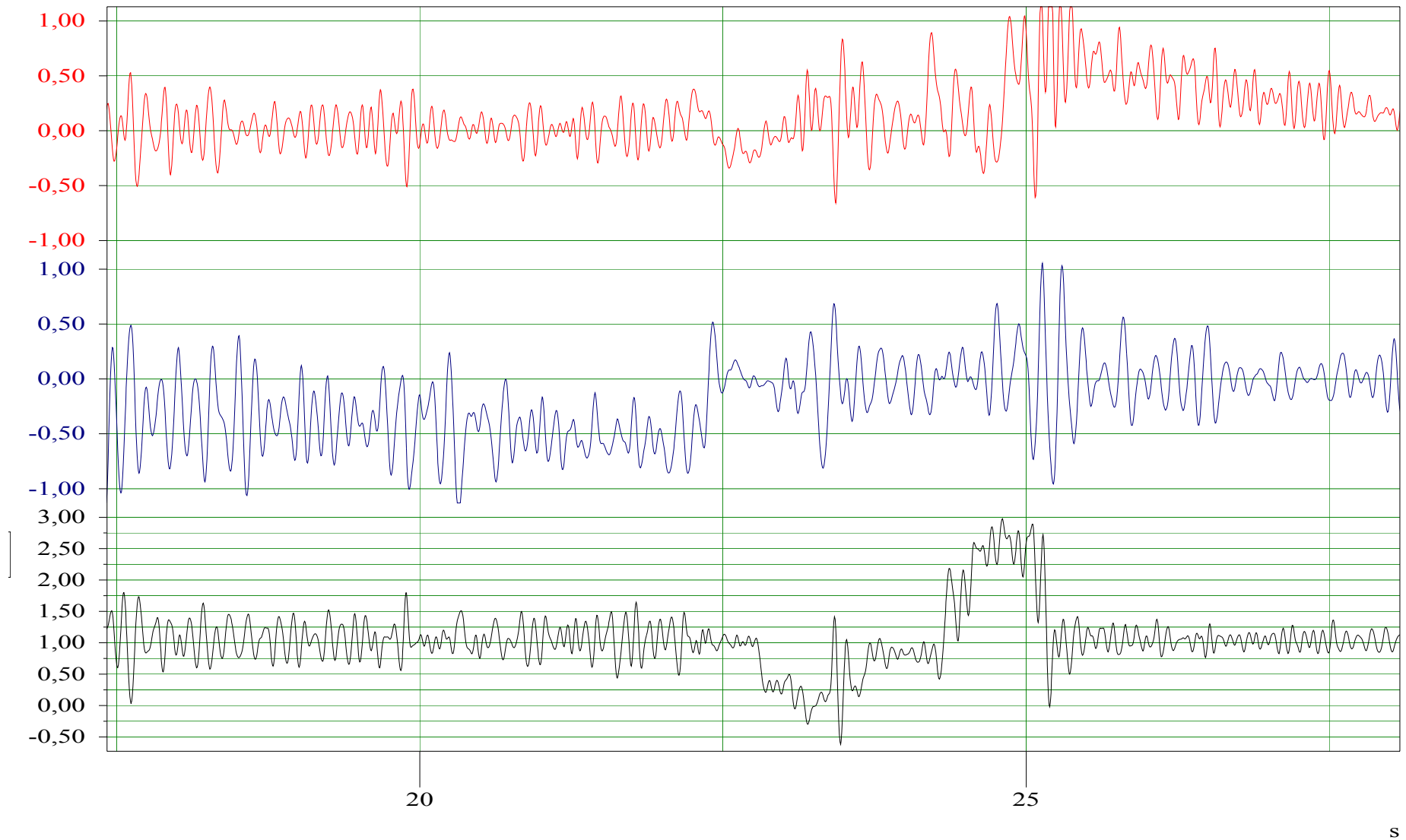


Grafico 22: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – I test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 2a

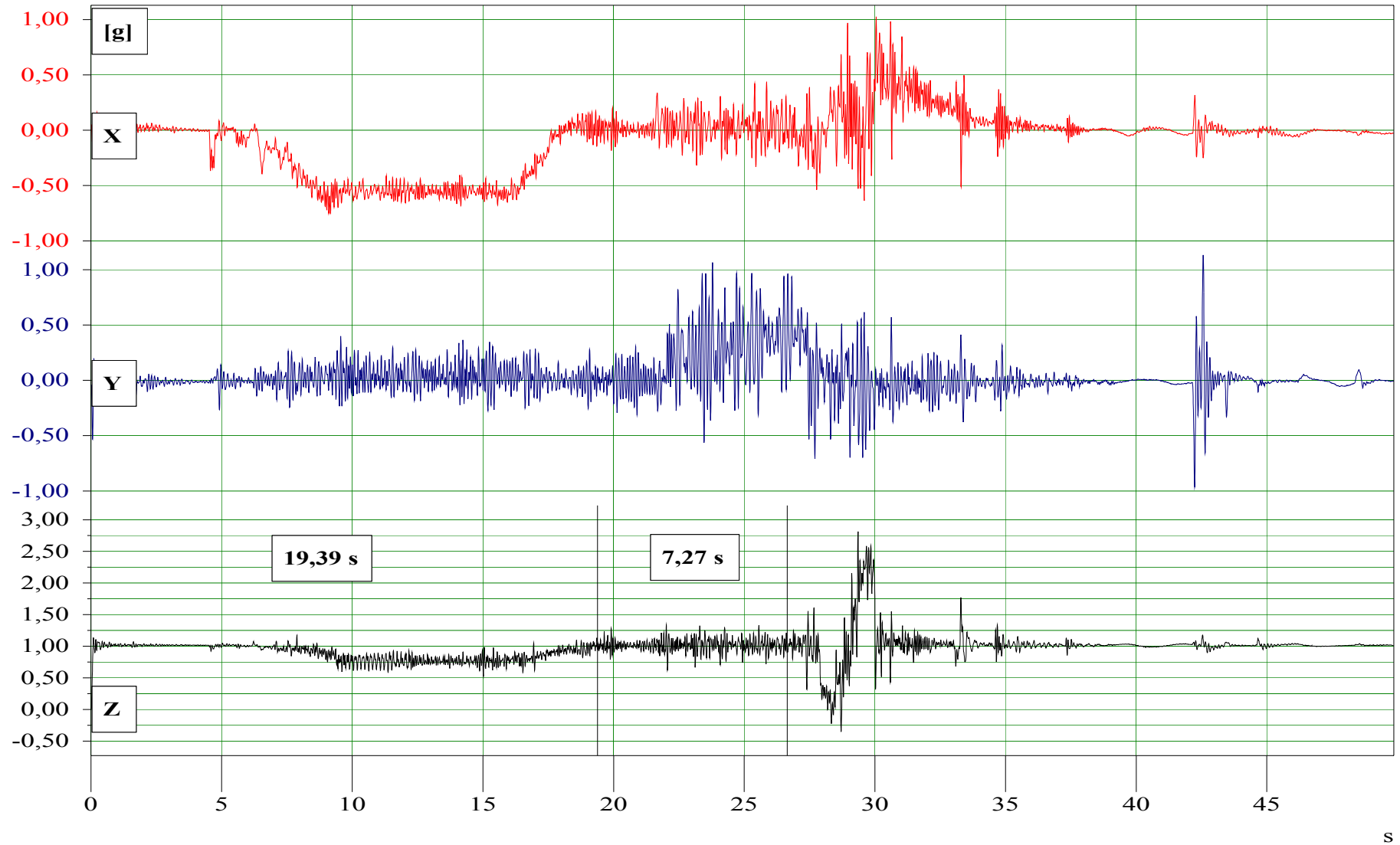


Grafico 23: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – II test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 2a

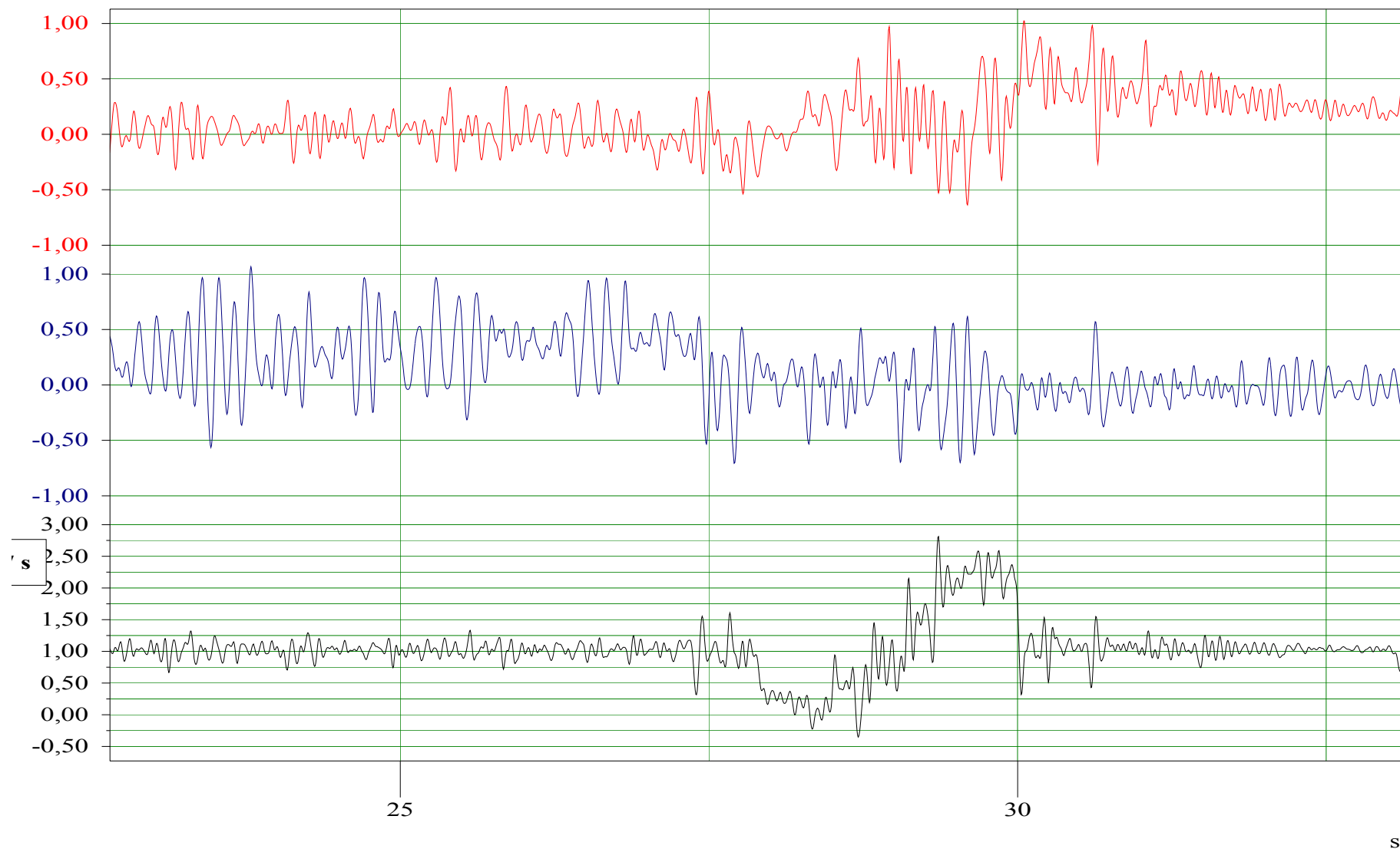


Grafico 24: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – II test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 2b

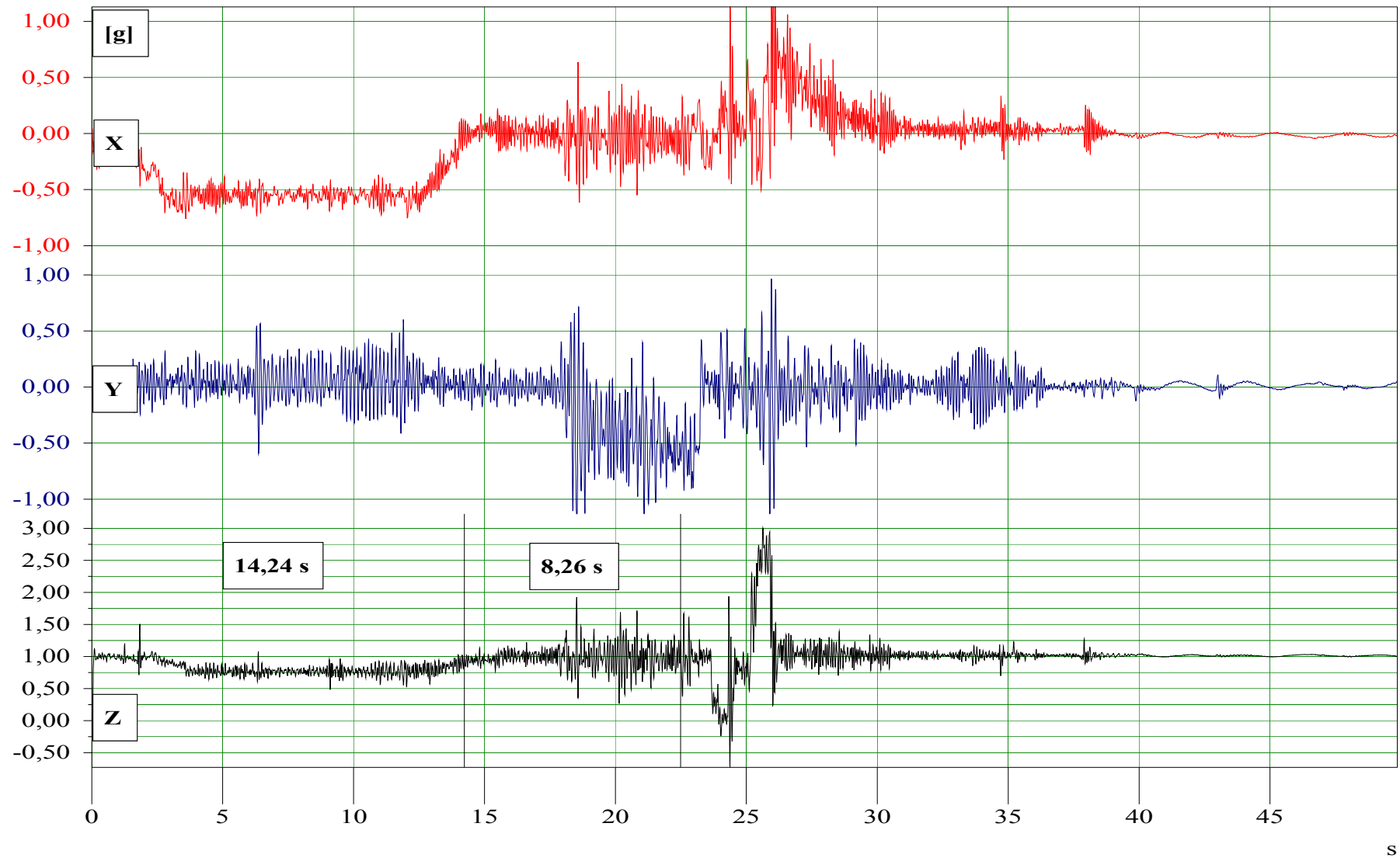


Grafico 25: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – Il test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 2b

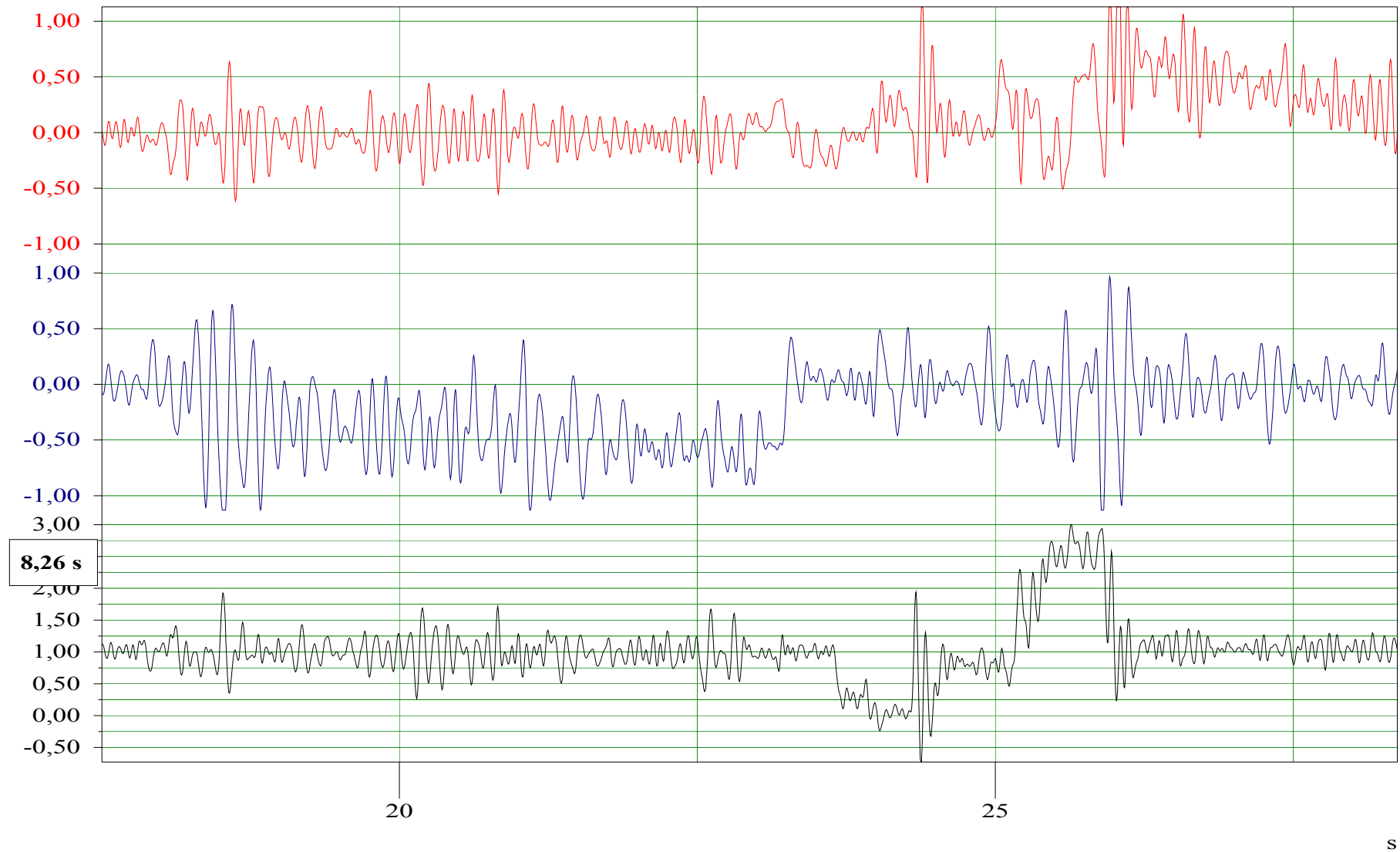


Grafico 26: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – Il test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 3a

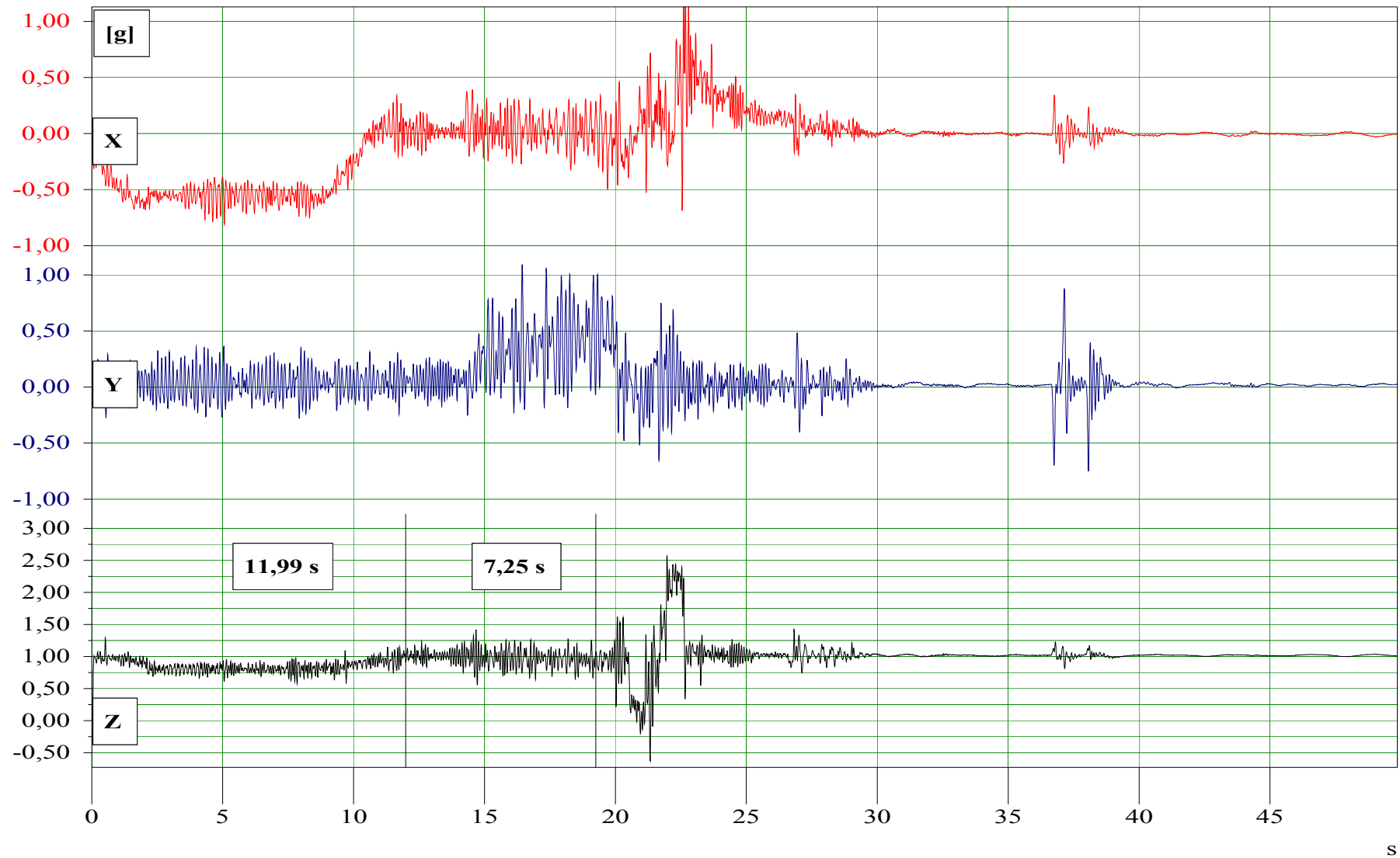


Grafico 27: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – III test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 3a

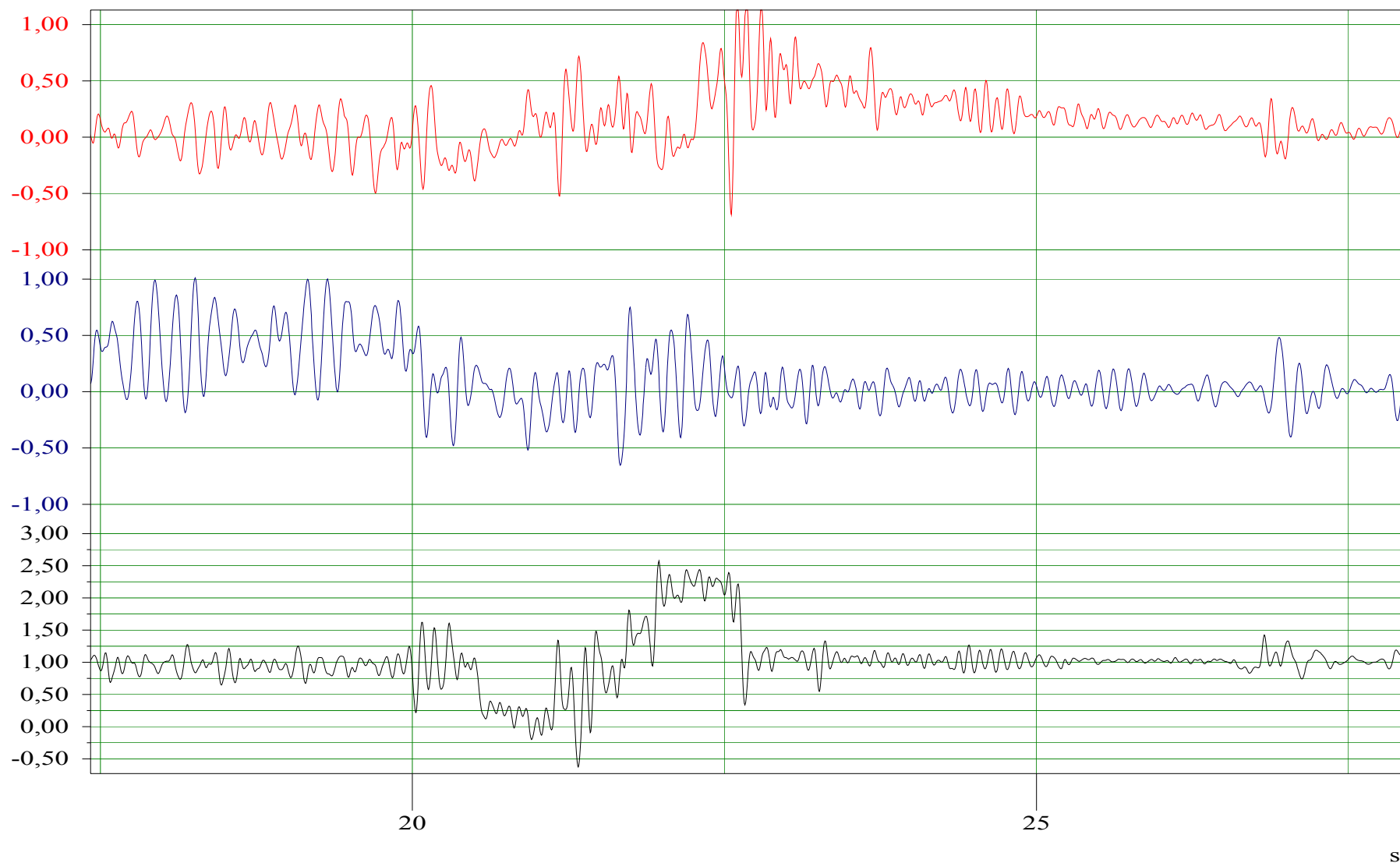


Grafico 28: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – III test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 3b

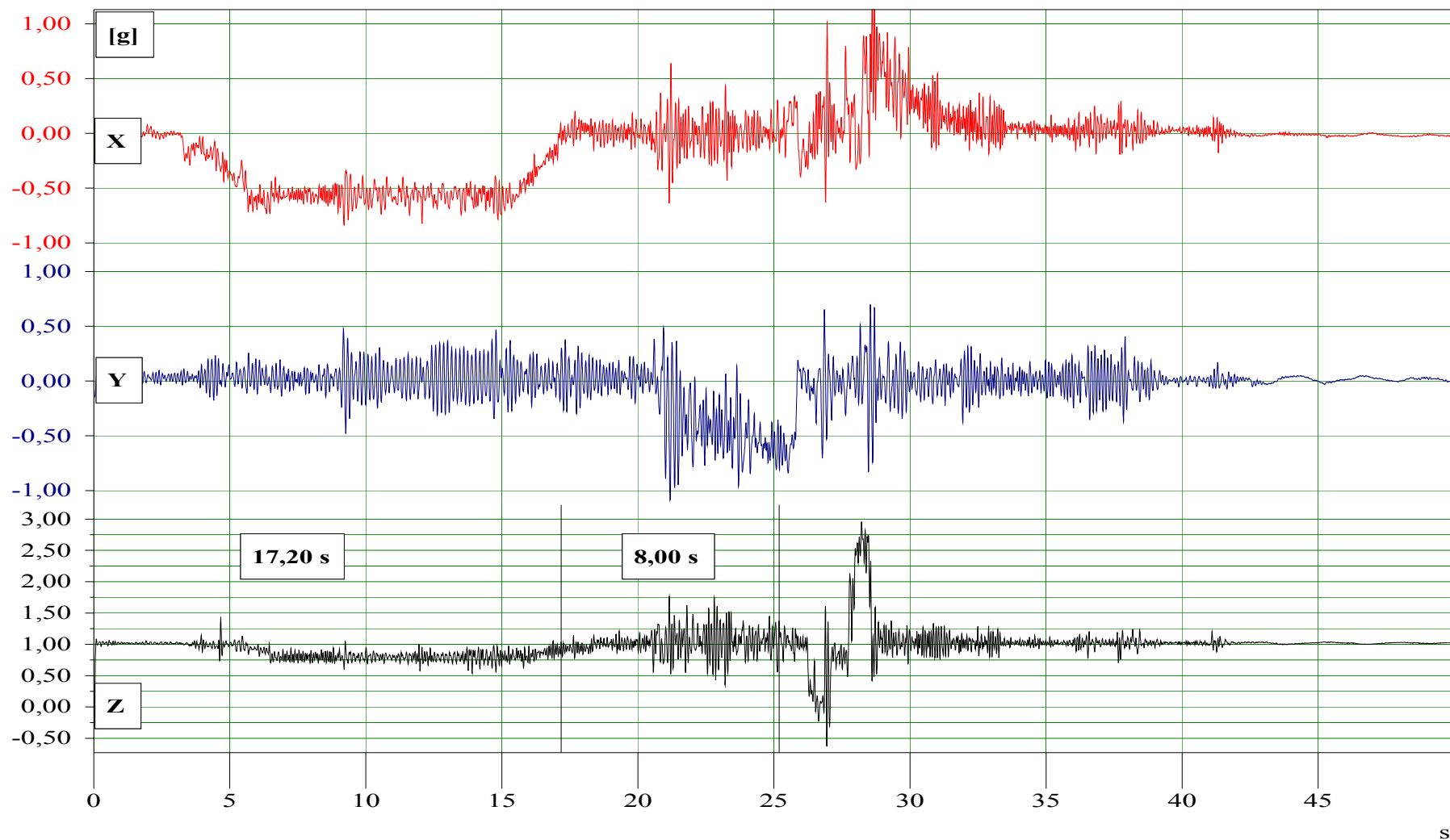


Grafico 29: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – III test

Barca 7 - Carico - dietro a sx - test 3b

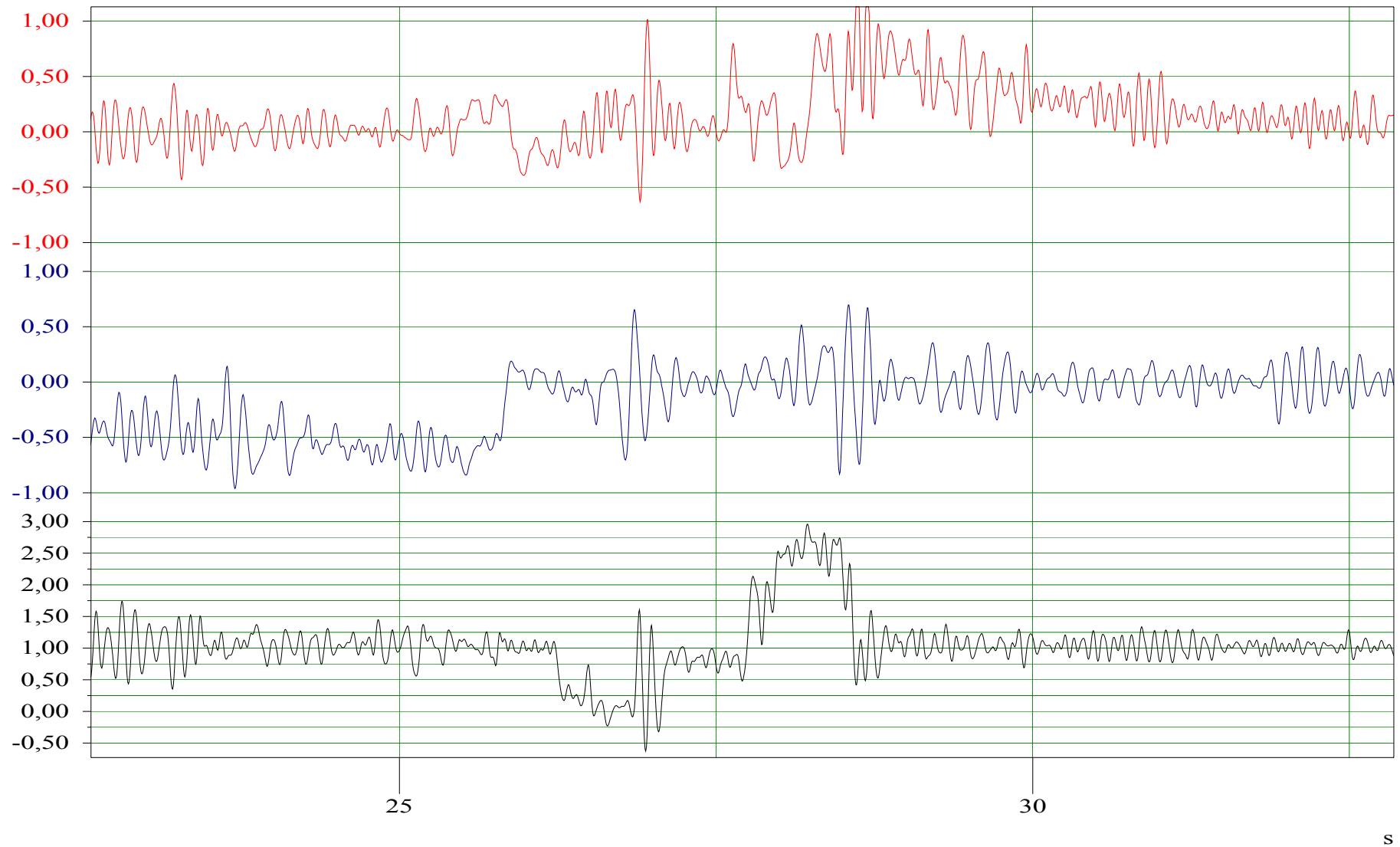


Grafico 30: Il rampa – Zoom dell’andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 7 carica – III test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 1a

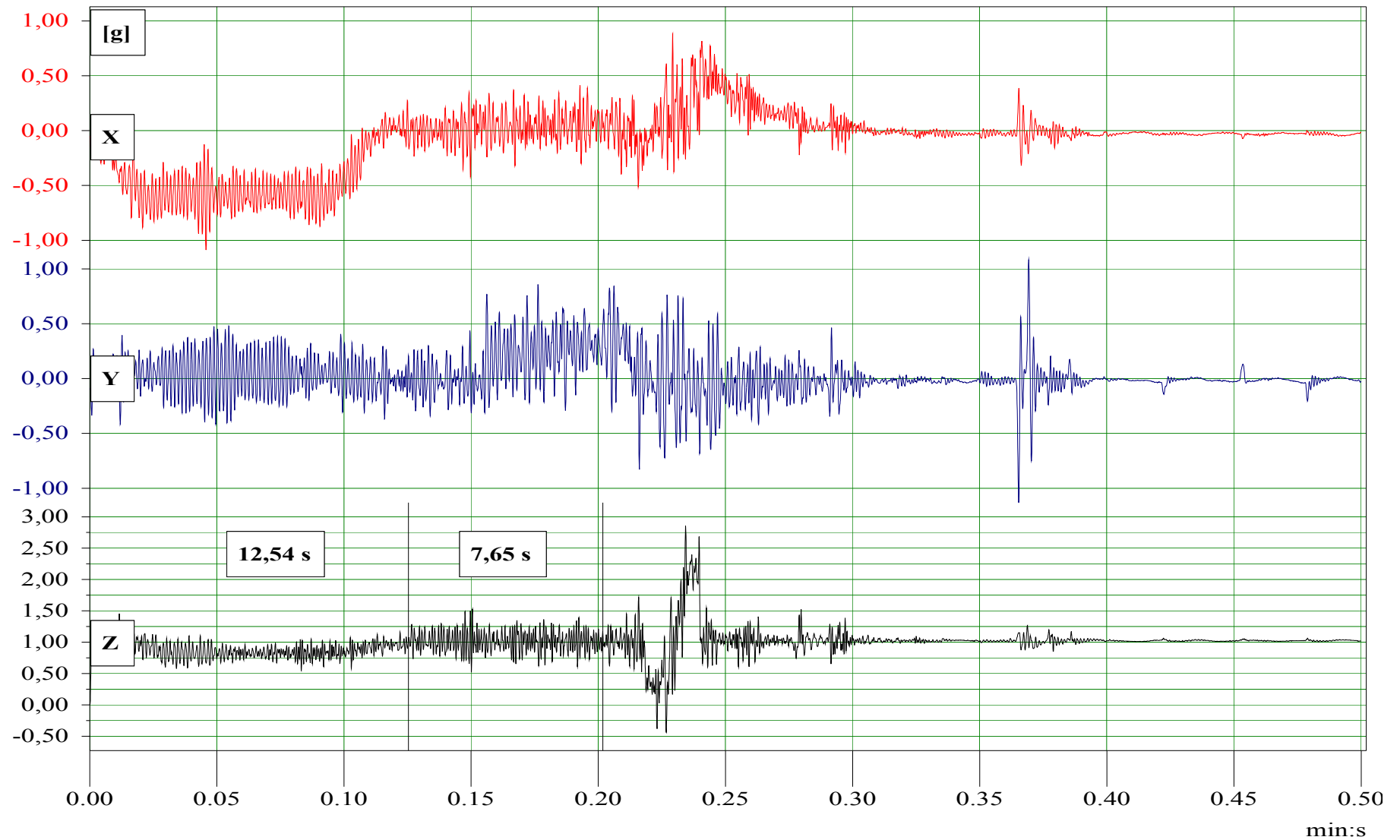
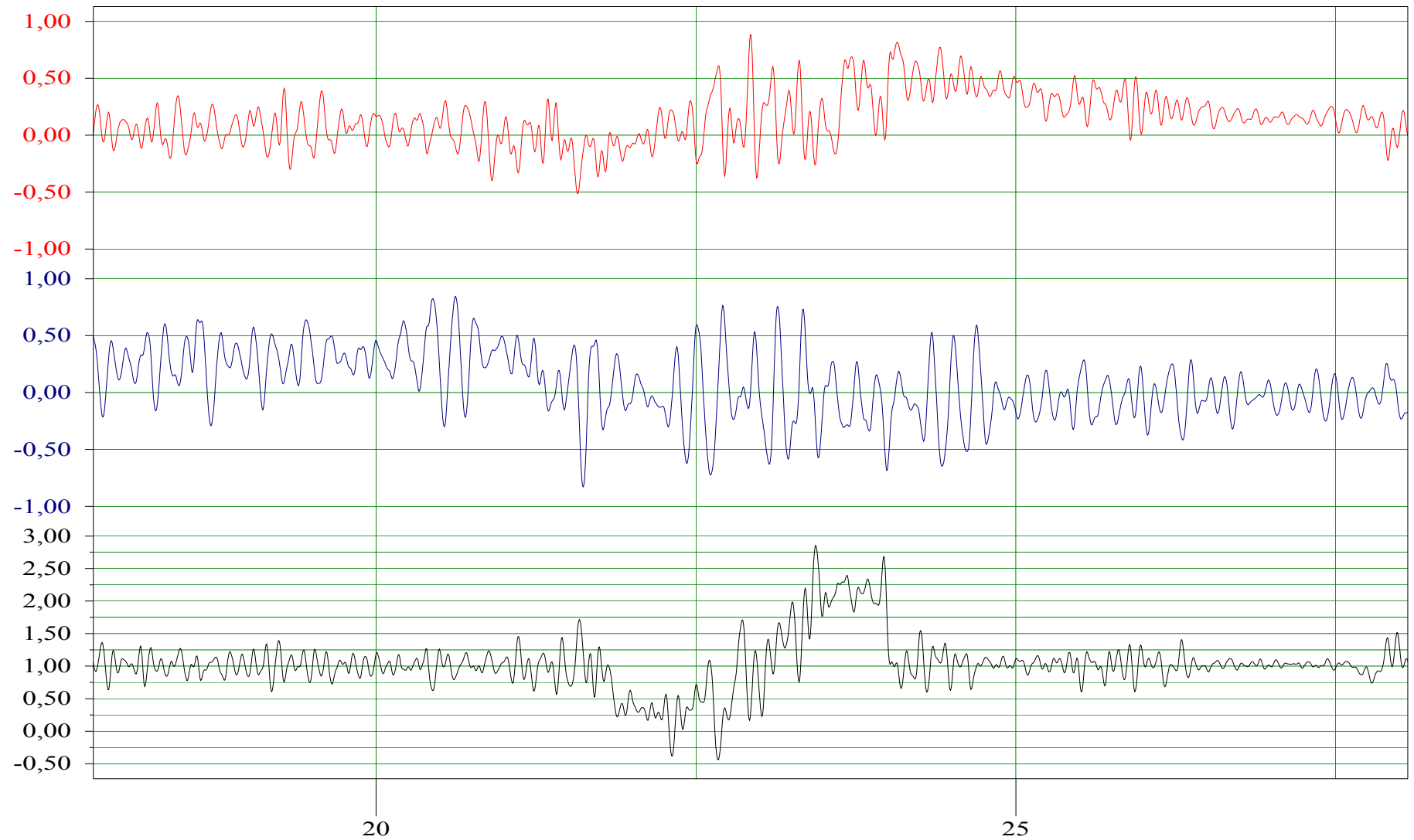


Grafico 31: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – I test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 1a



s

Grafico 32: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – I test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 1b

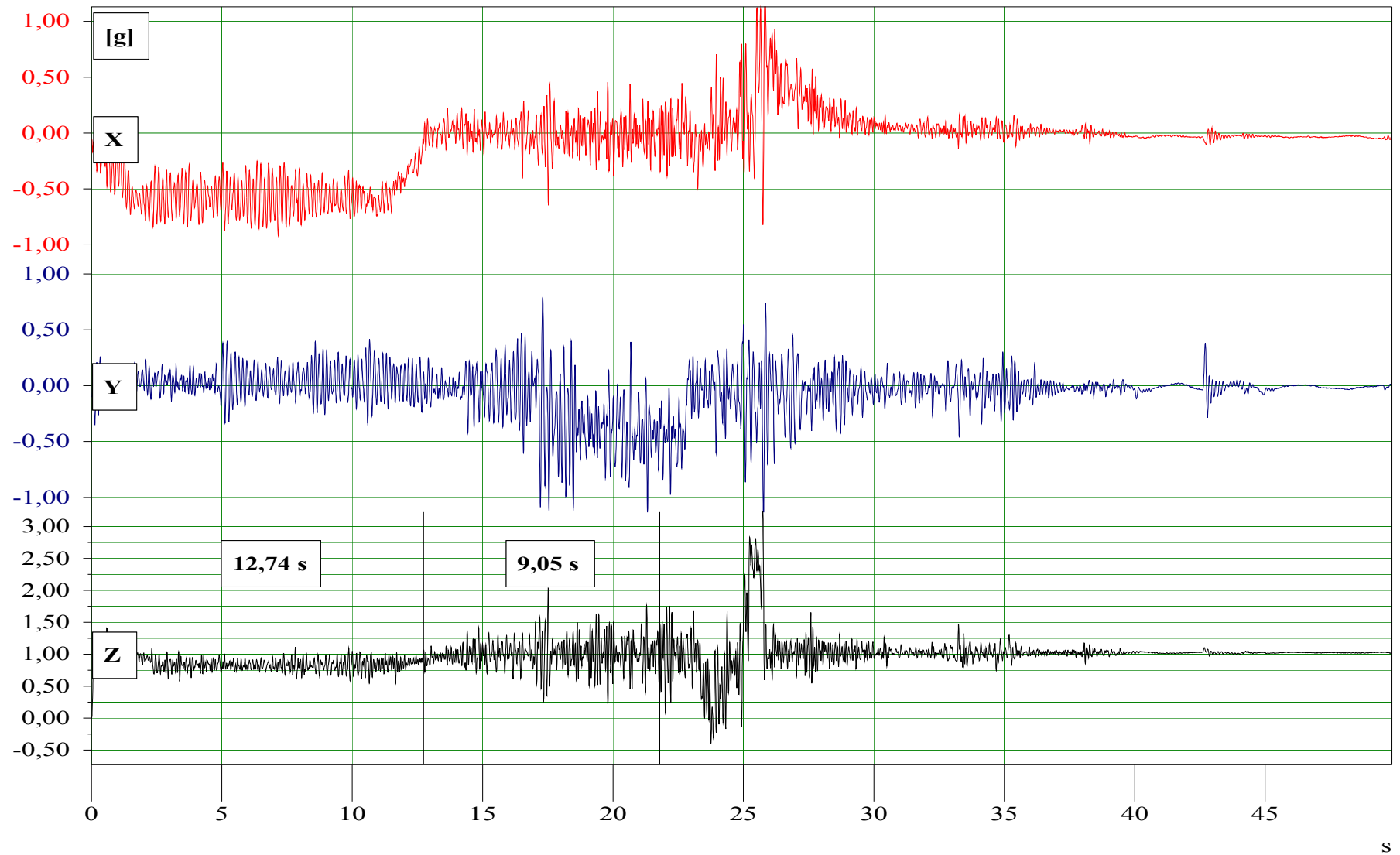


Grafico 33: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – I test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 1b

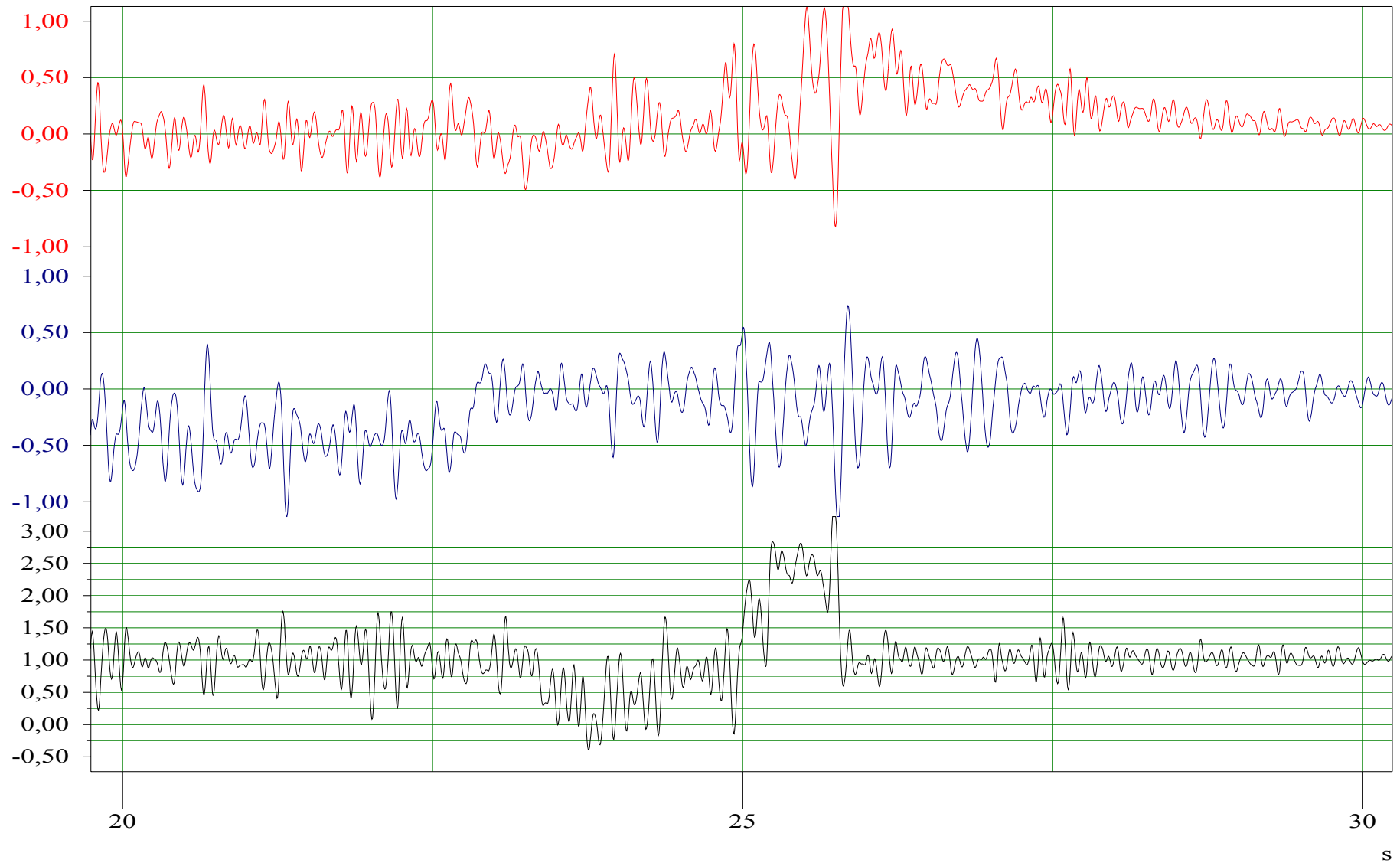


Grafico 34: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – I test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 2a

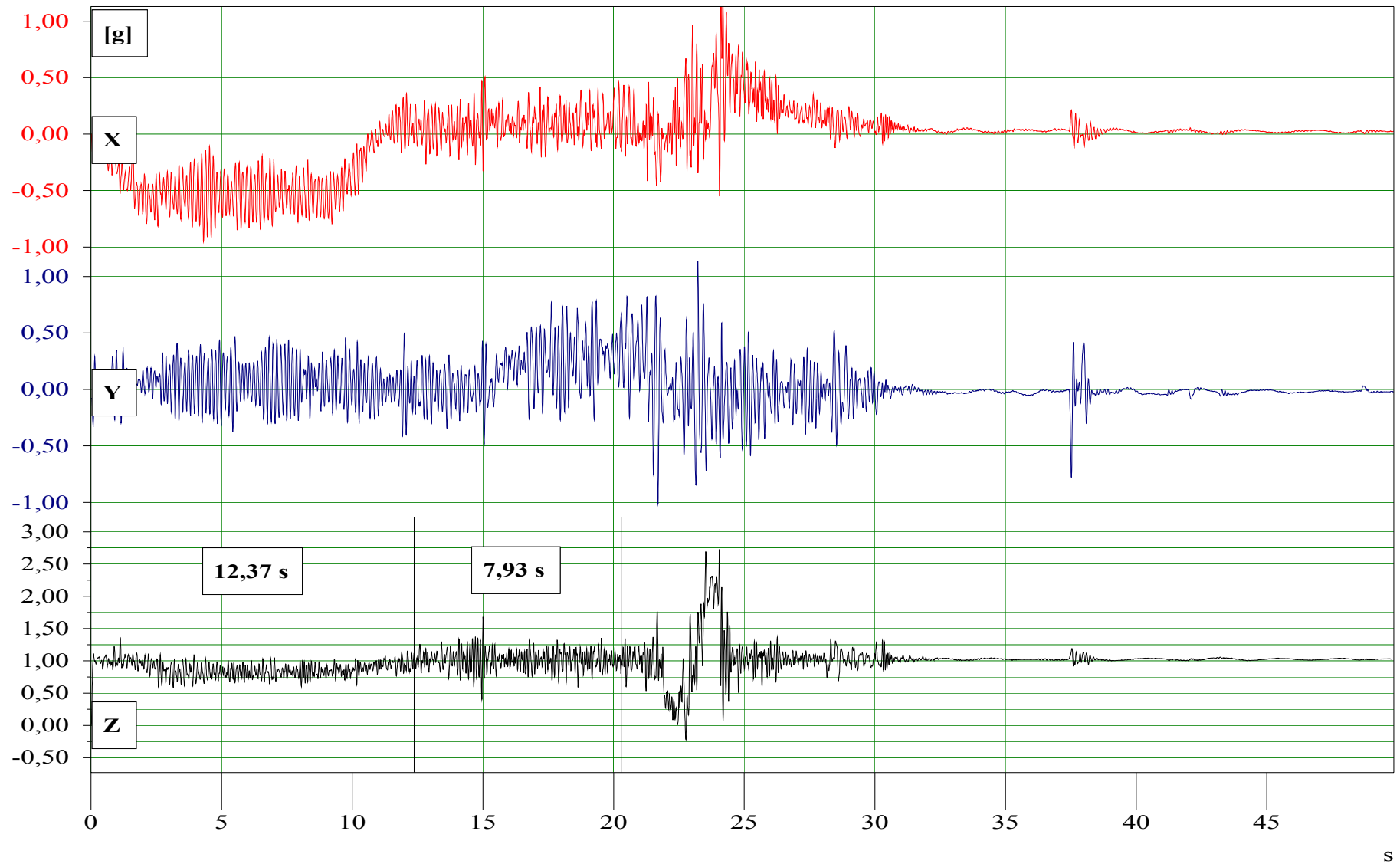
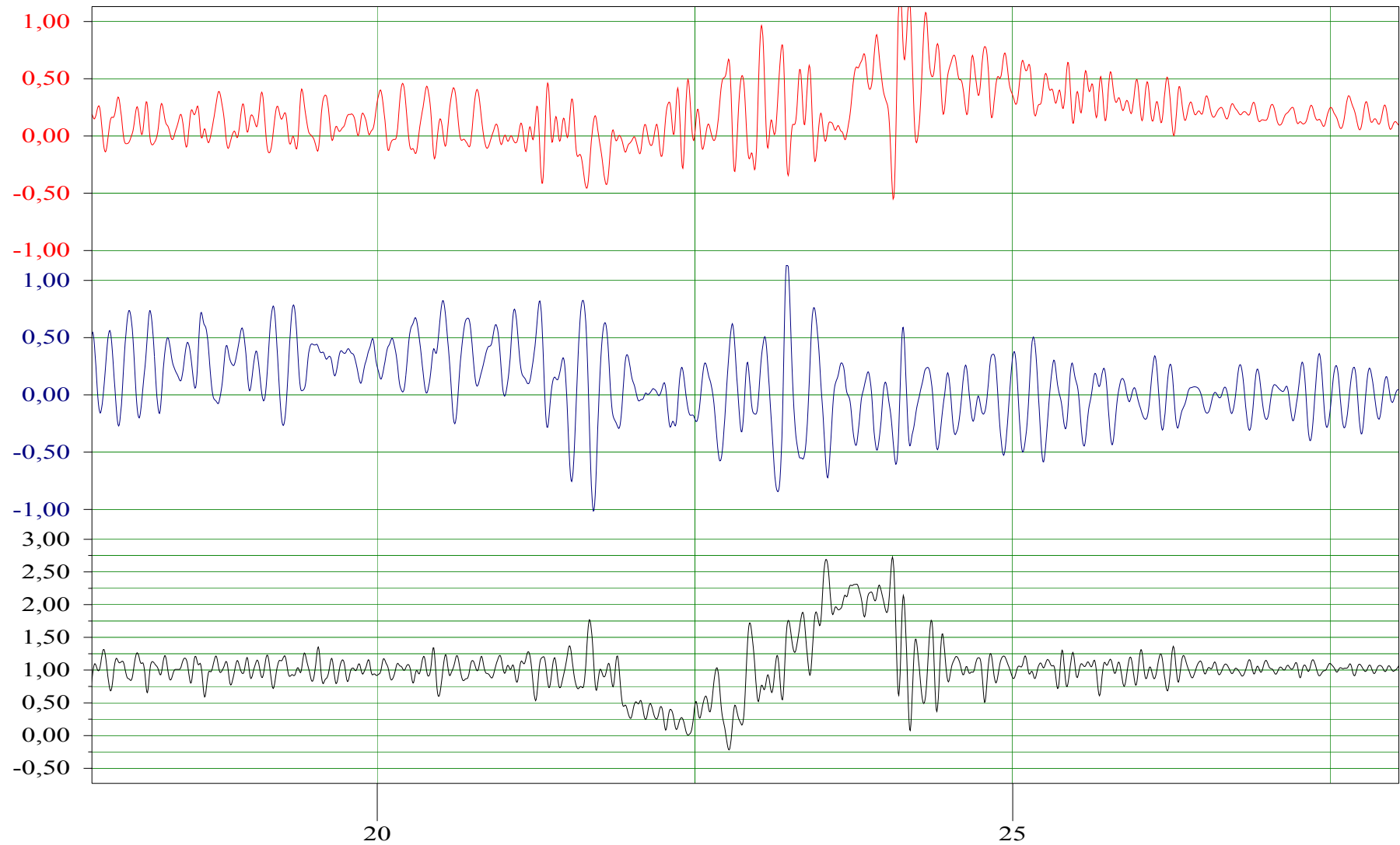


Grafico 35: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – II test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 2a



s

Grafico 36: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – II test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 2b

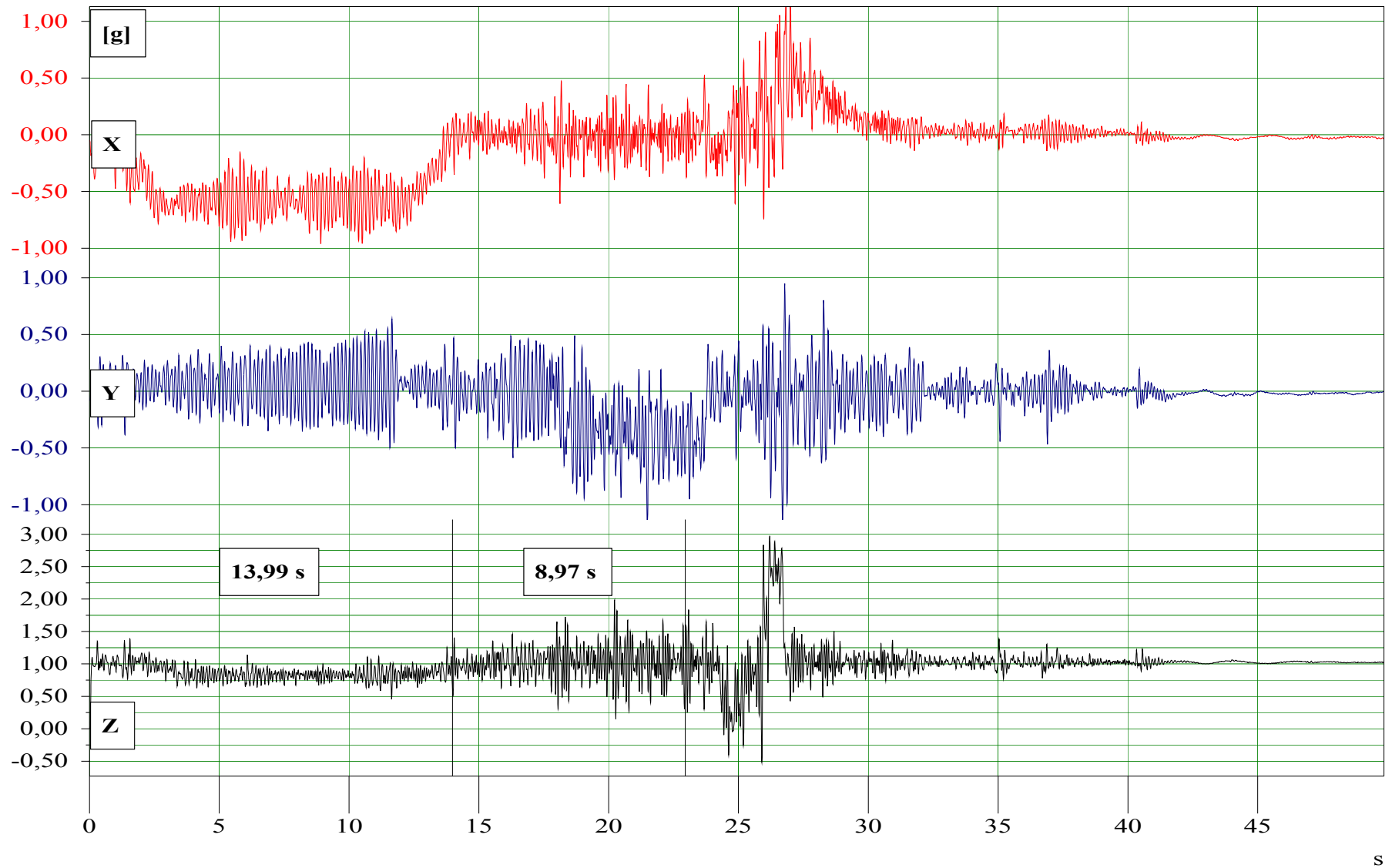


Grafico 37: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – II test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 2b

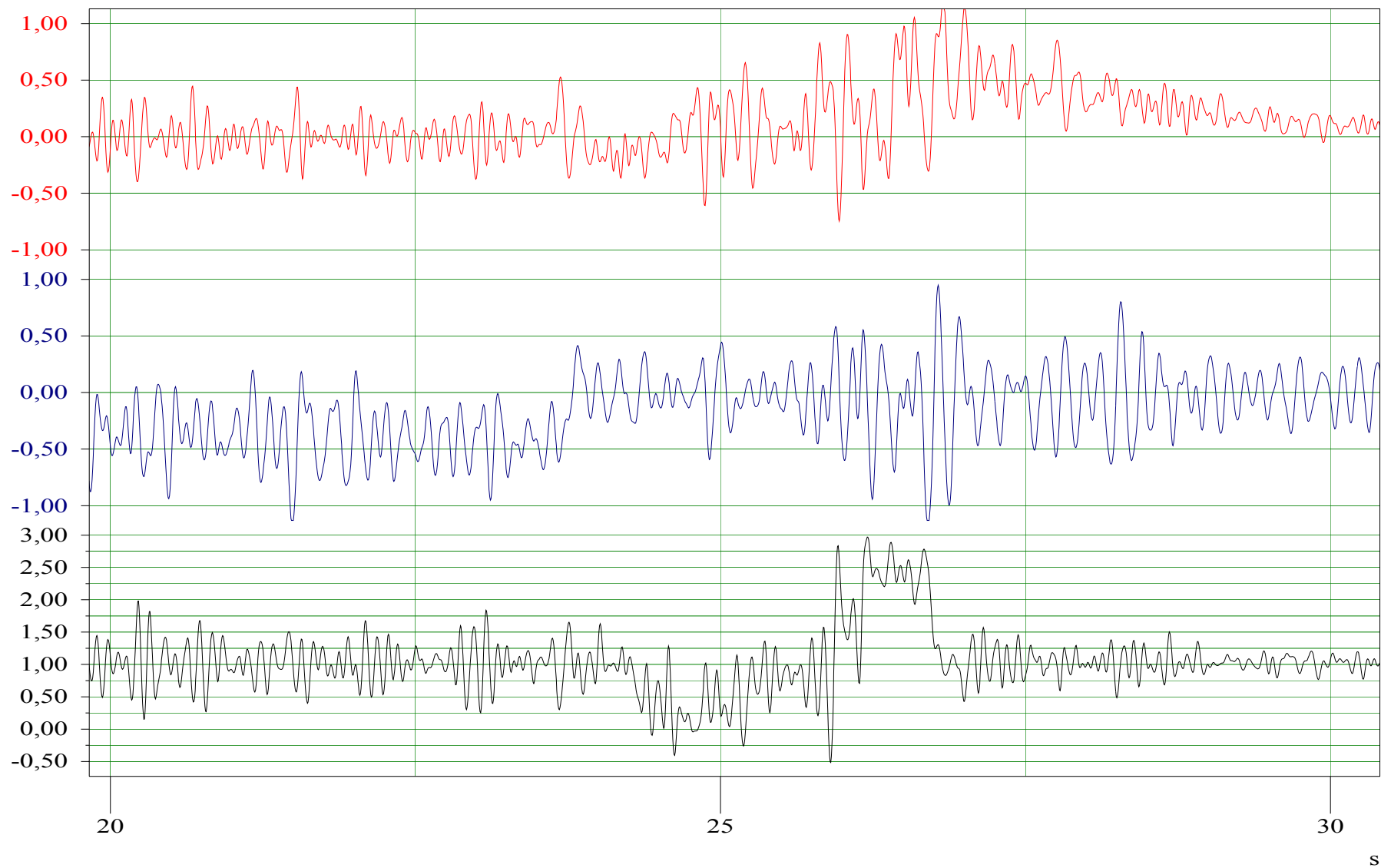


Grafico 38: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – II test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 3a

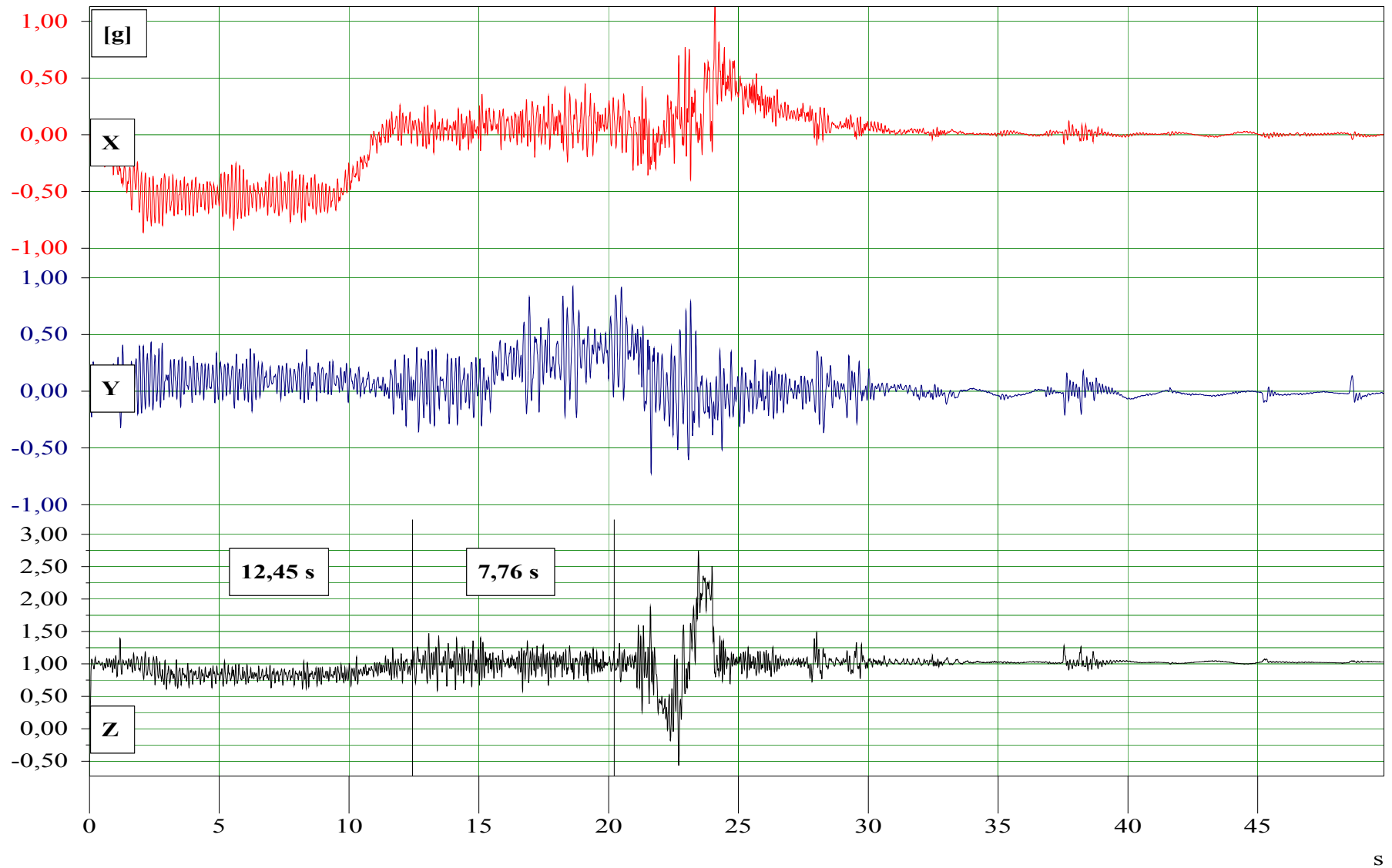


Grafico 39: I rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – III test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 3a

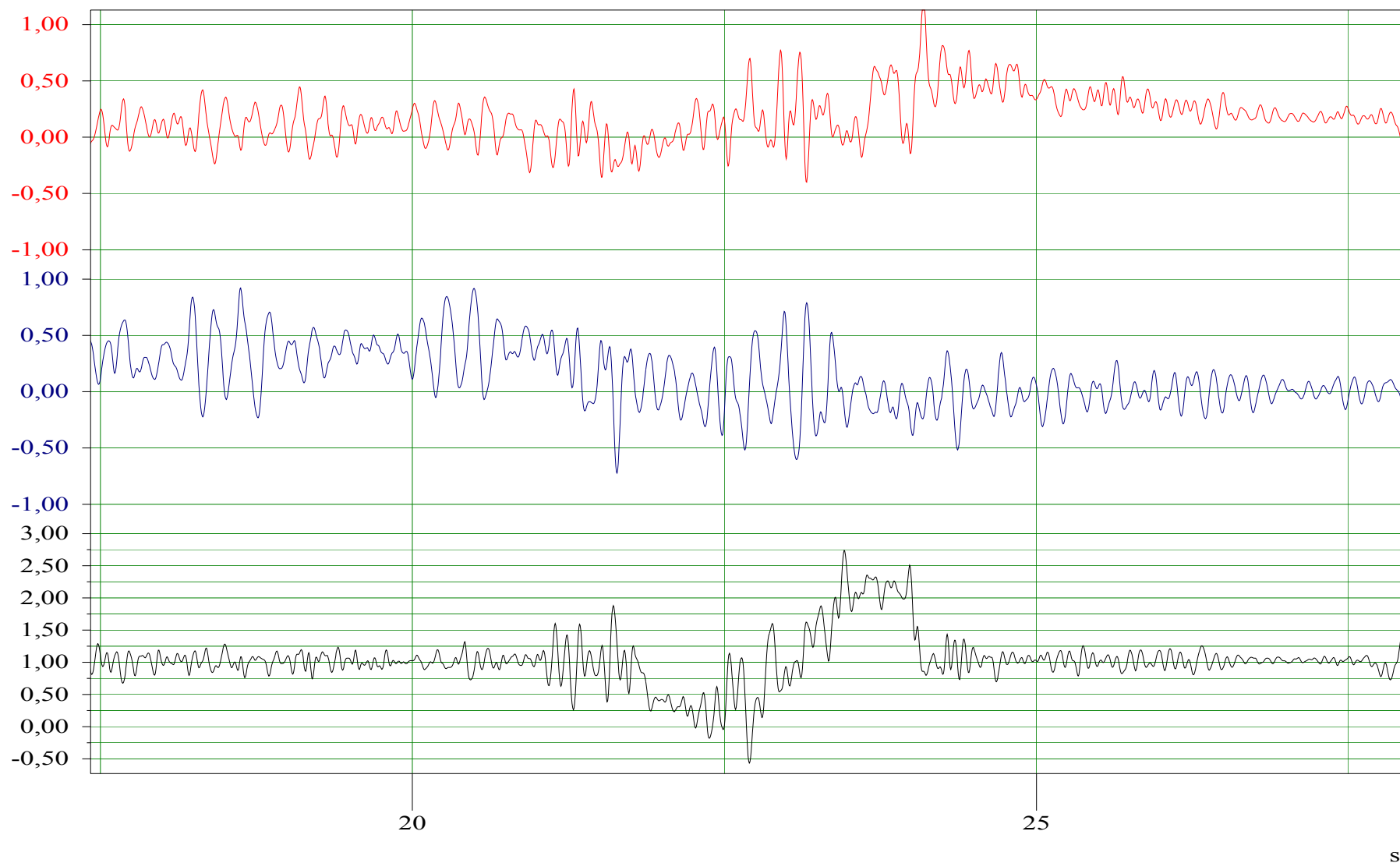
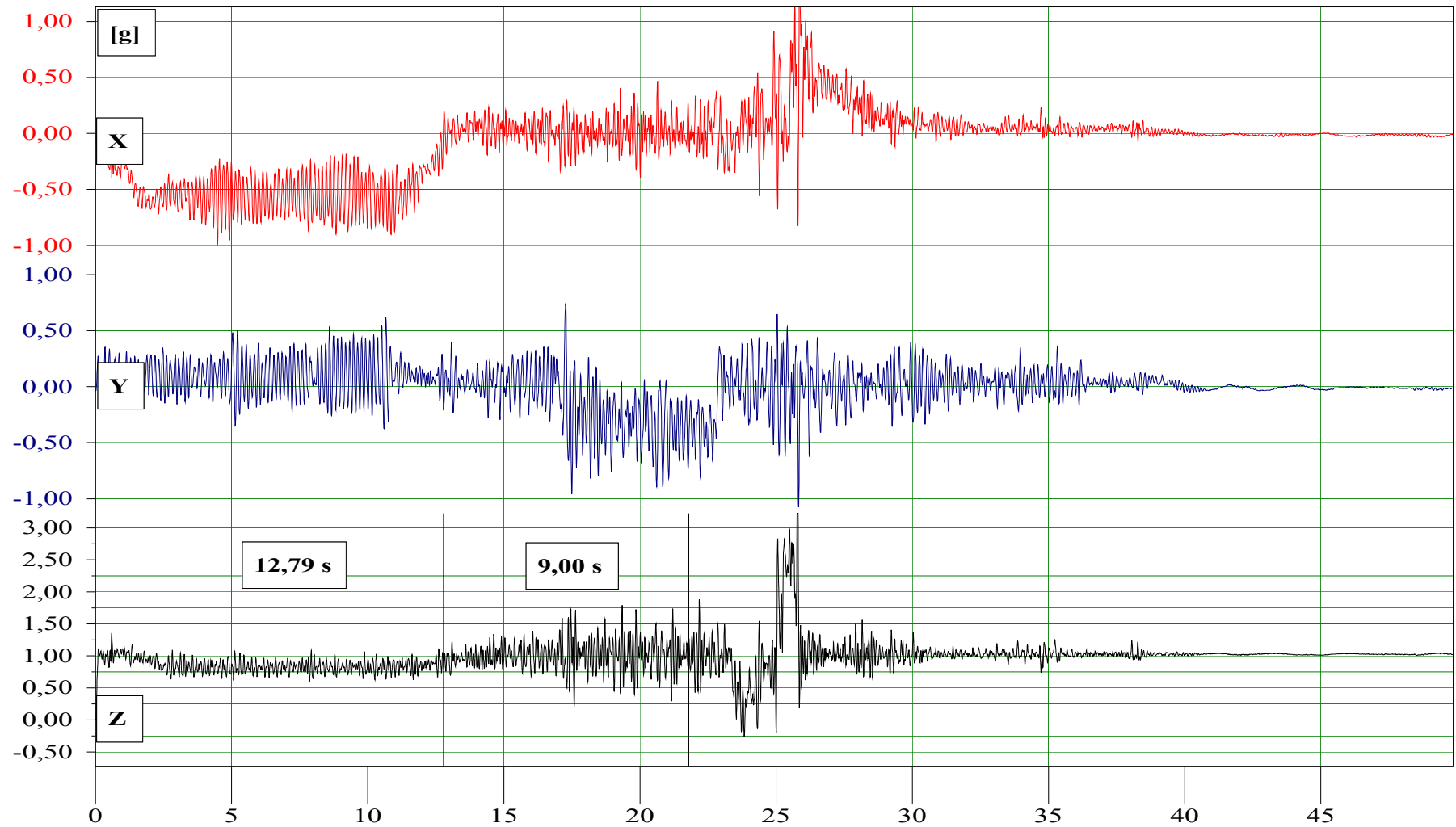


Grafico 40: I rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – III test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 3b



s

Grafico 41: Il rampa - Andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – III test

Barca 10 - Carico - dietro sx - test 3b

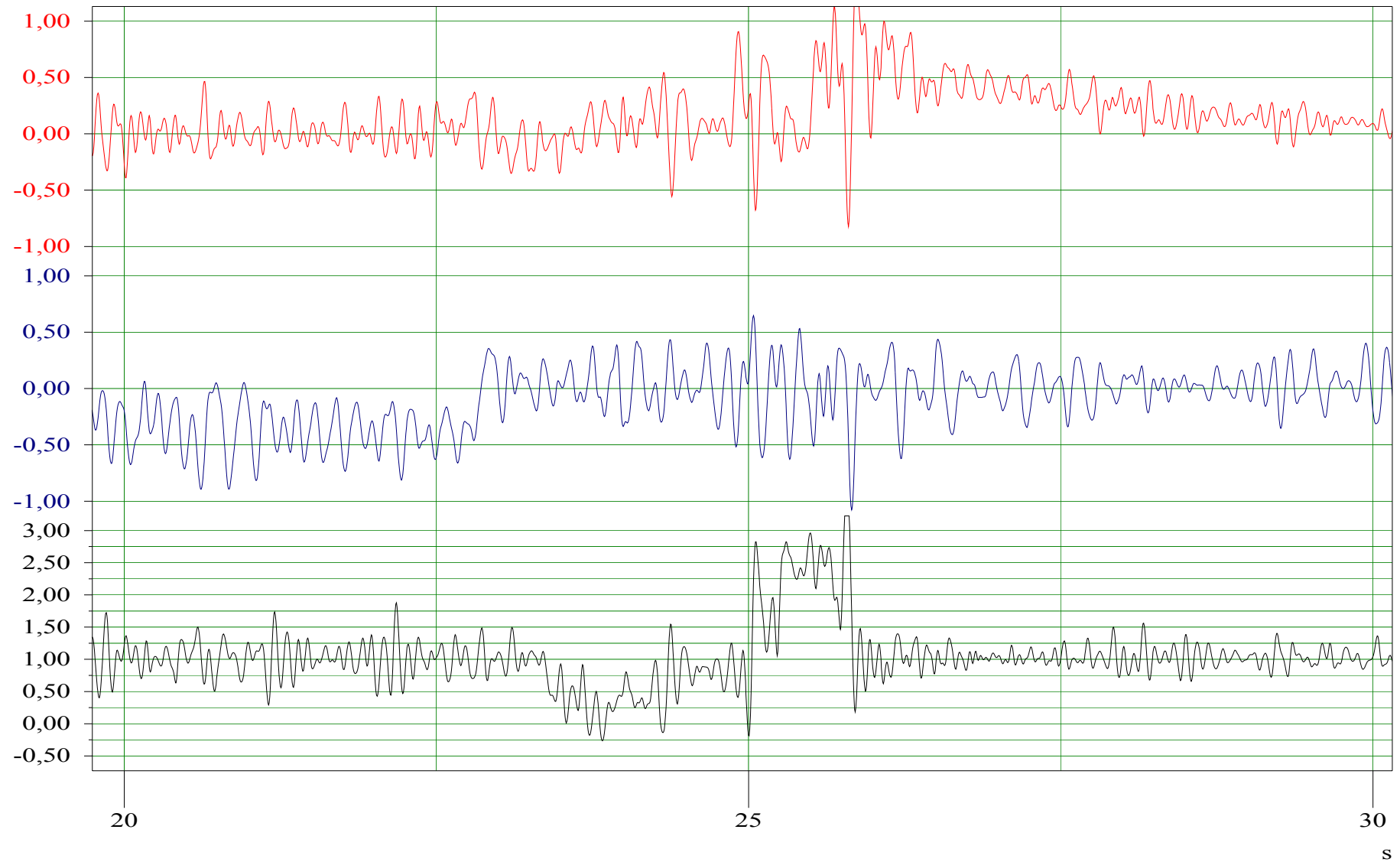
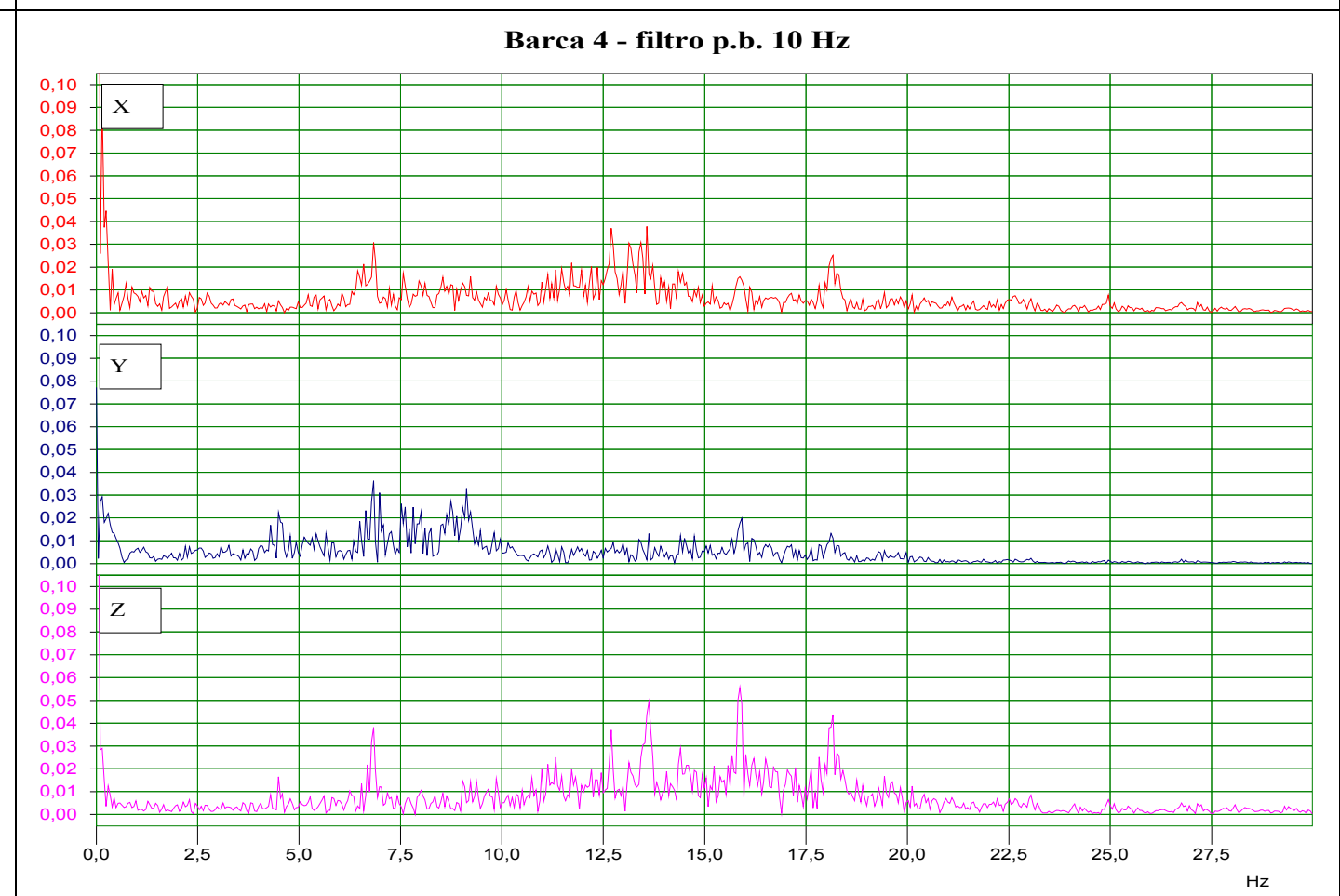
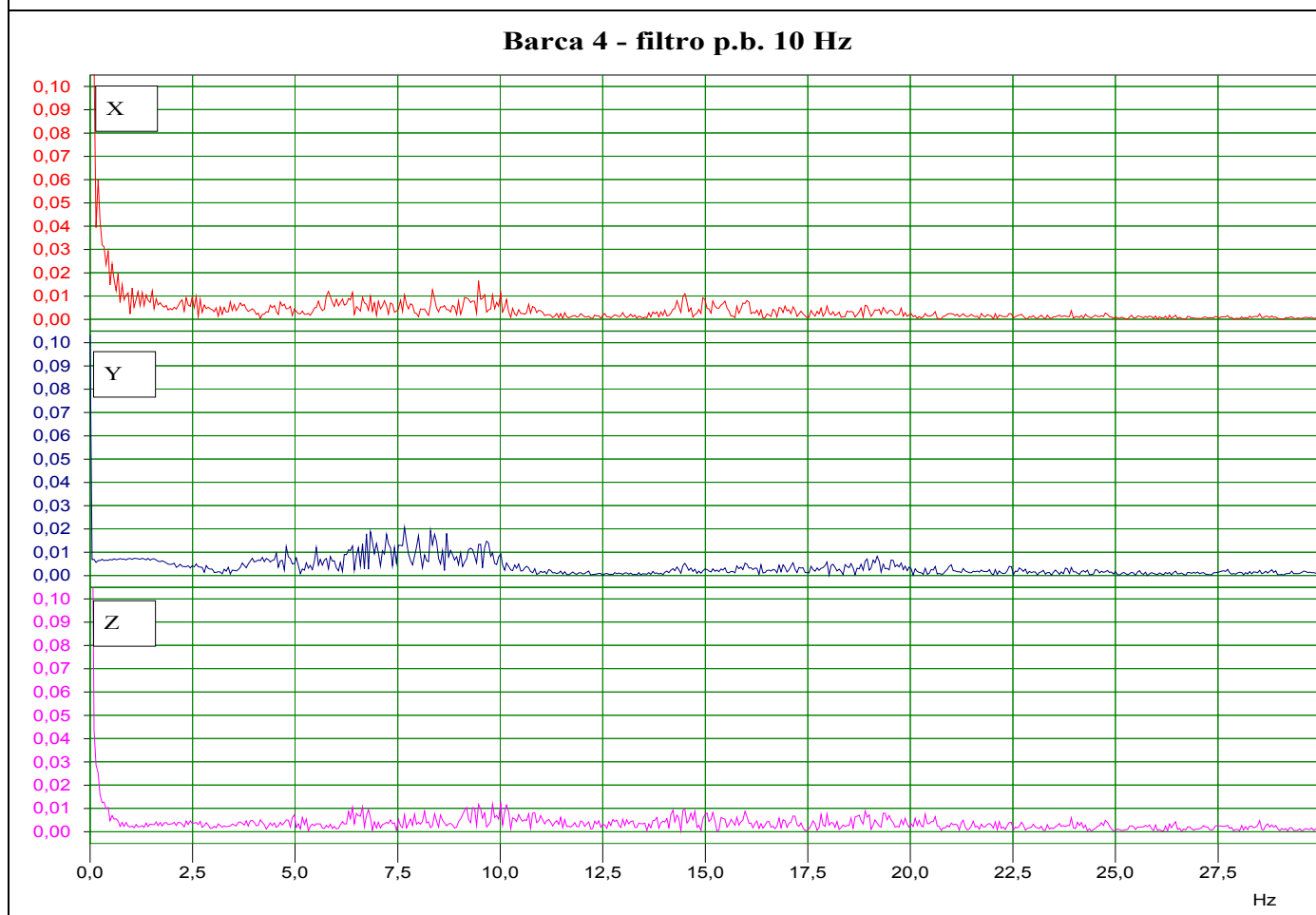
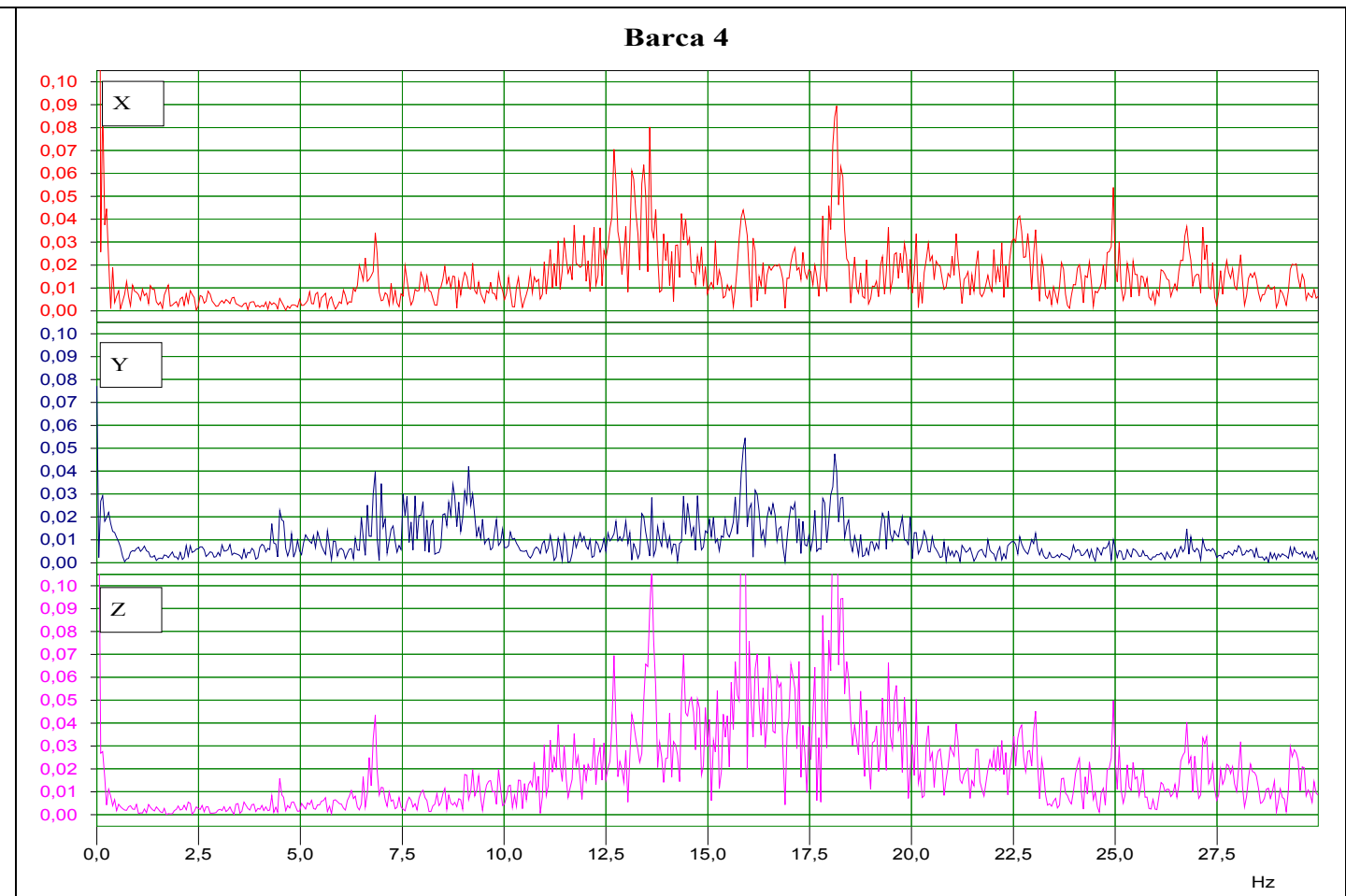
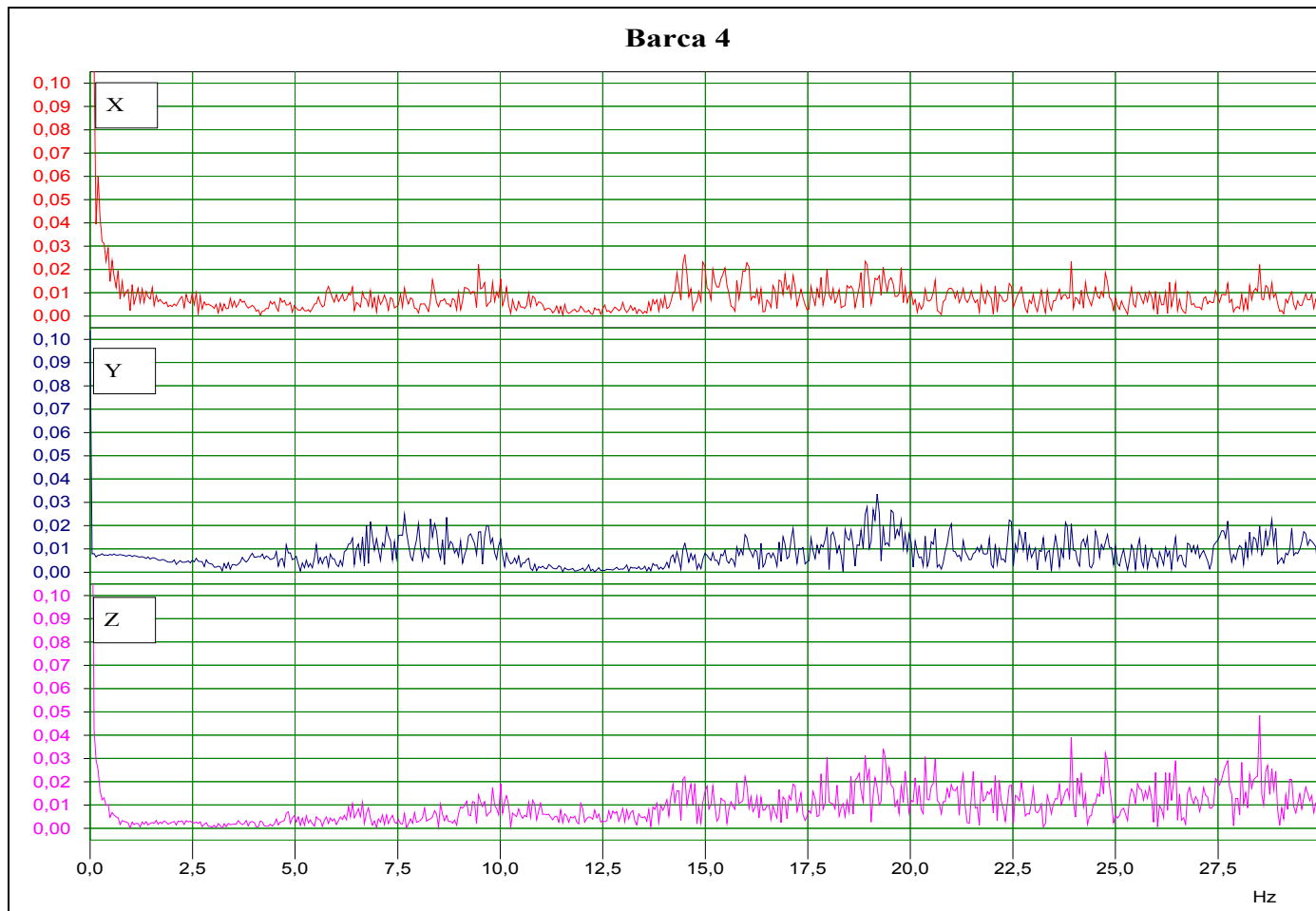
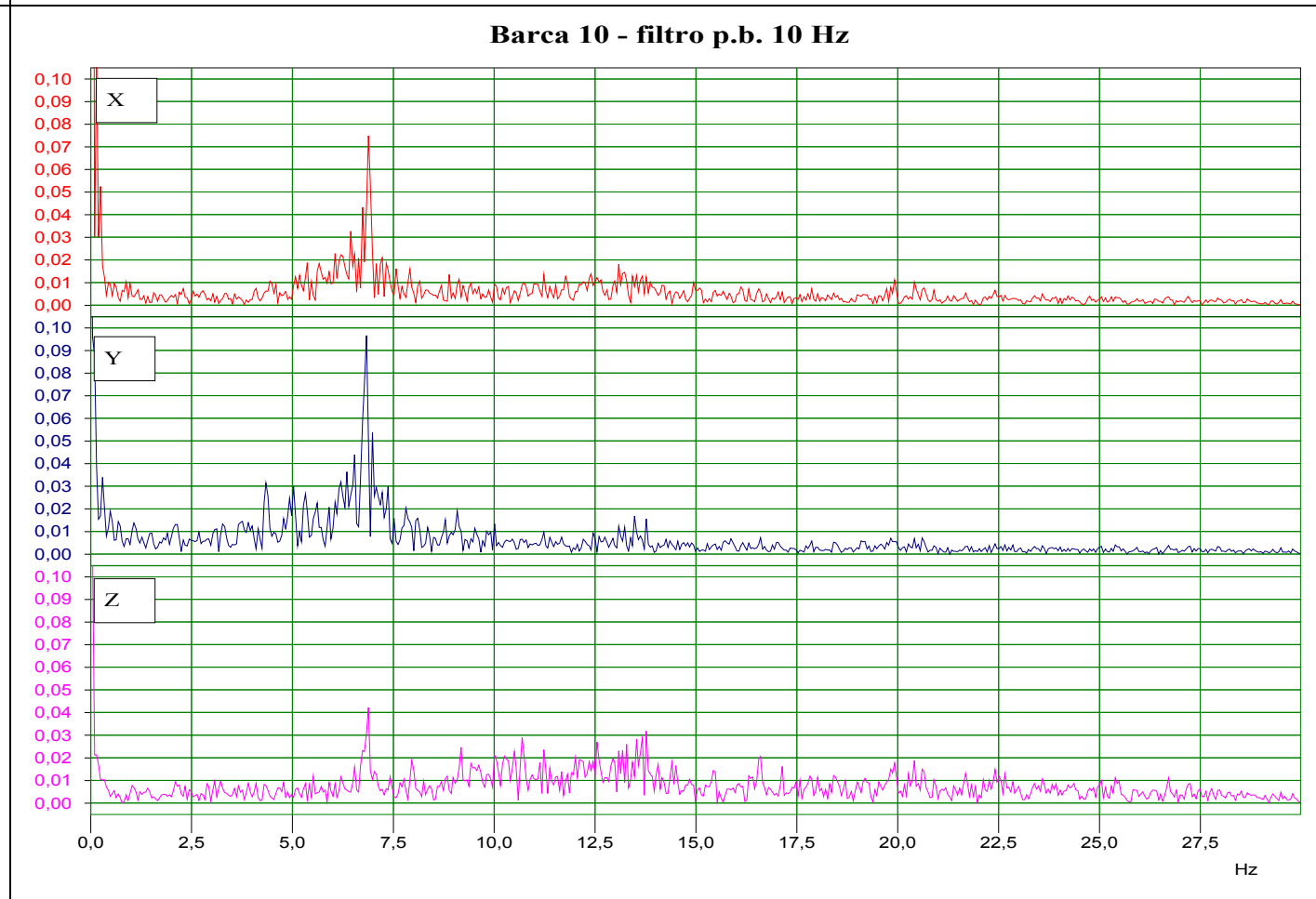
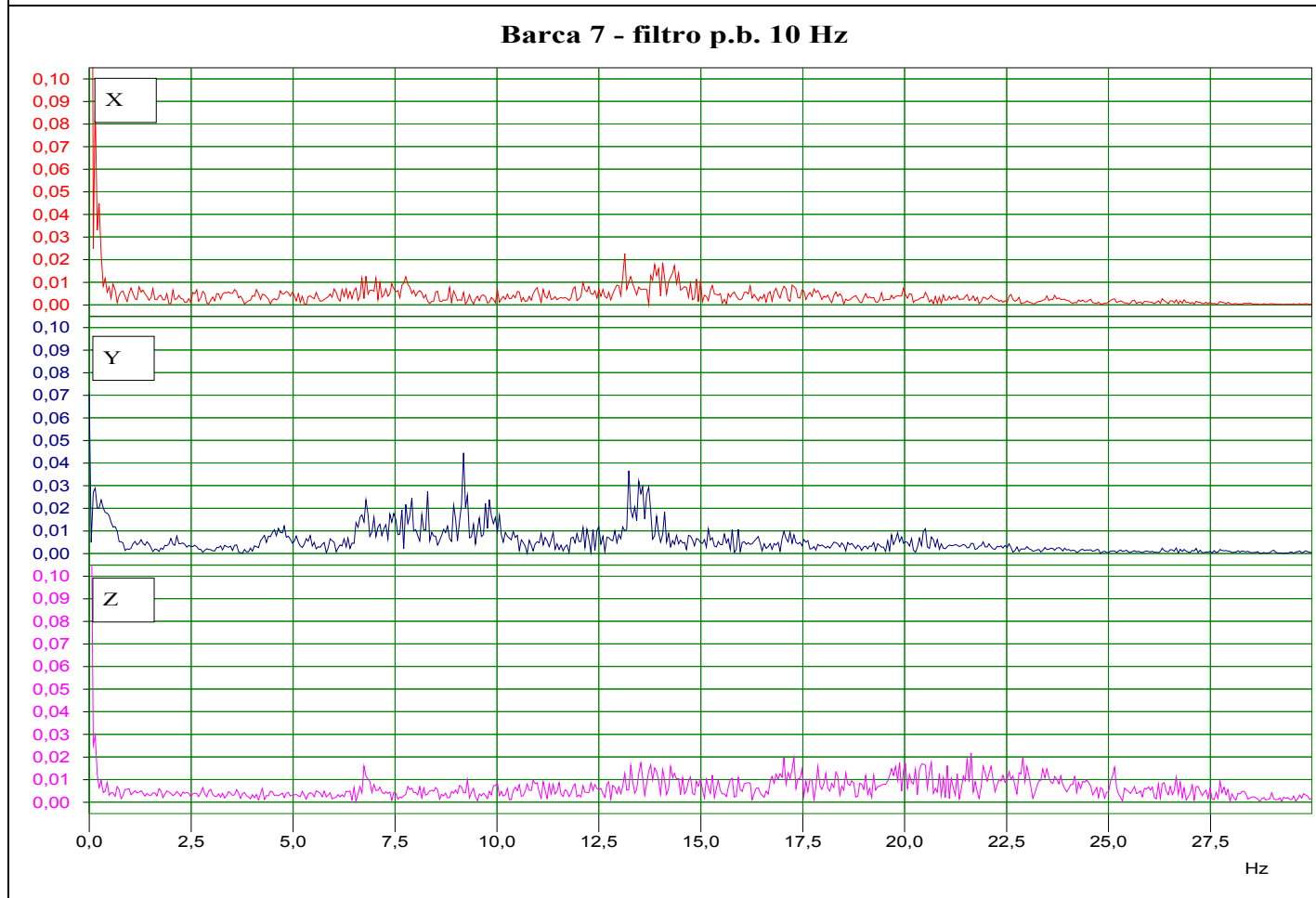
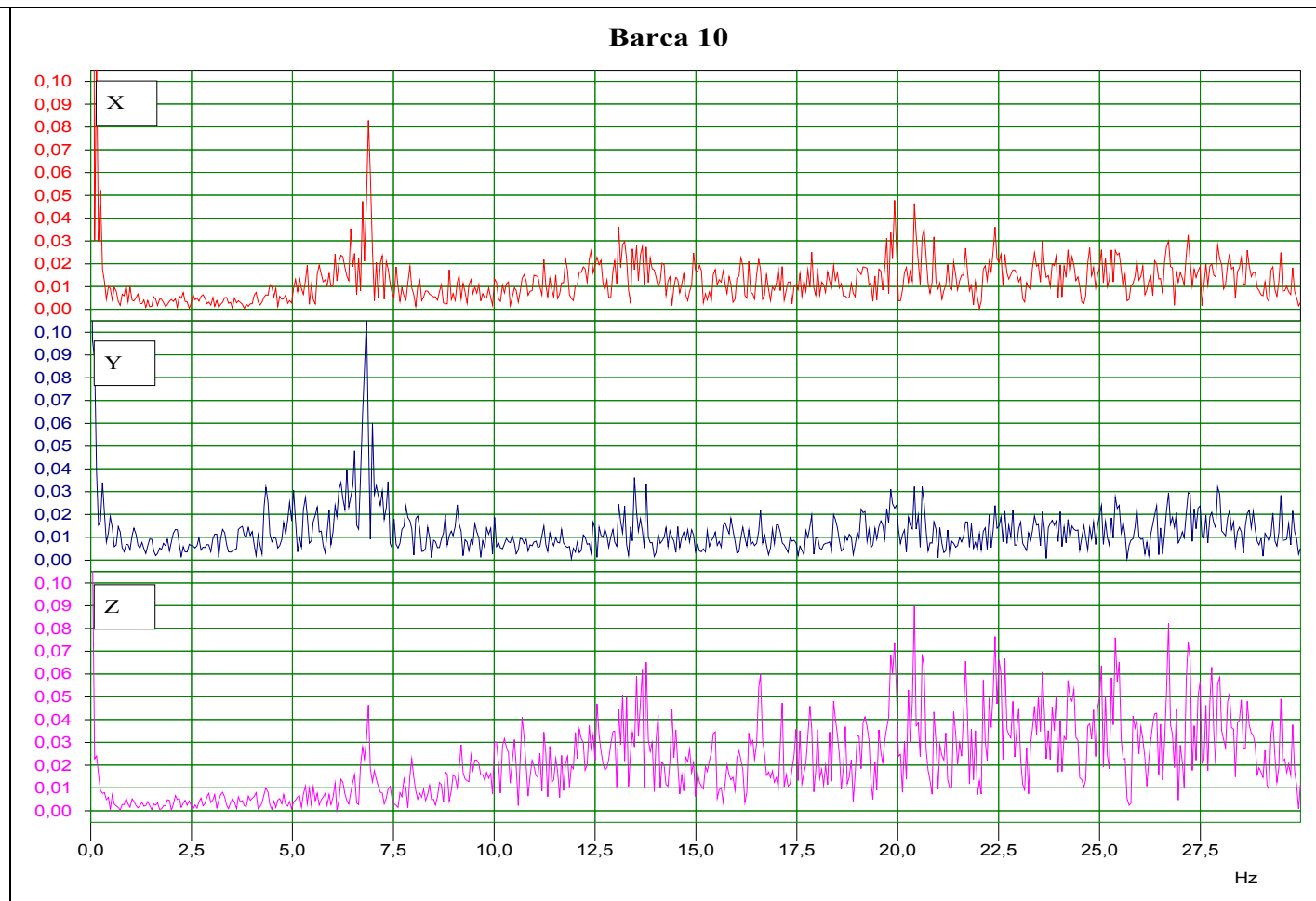
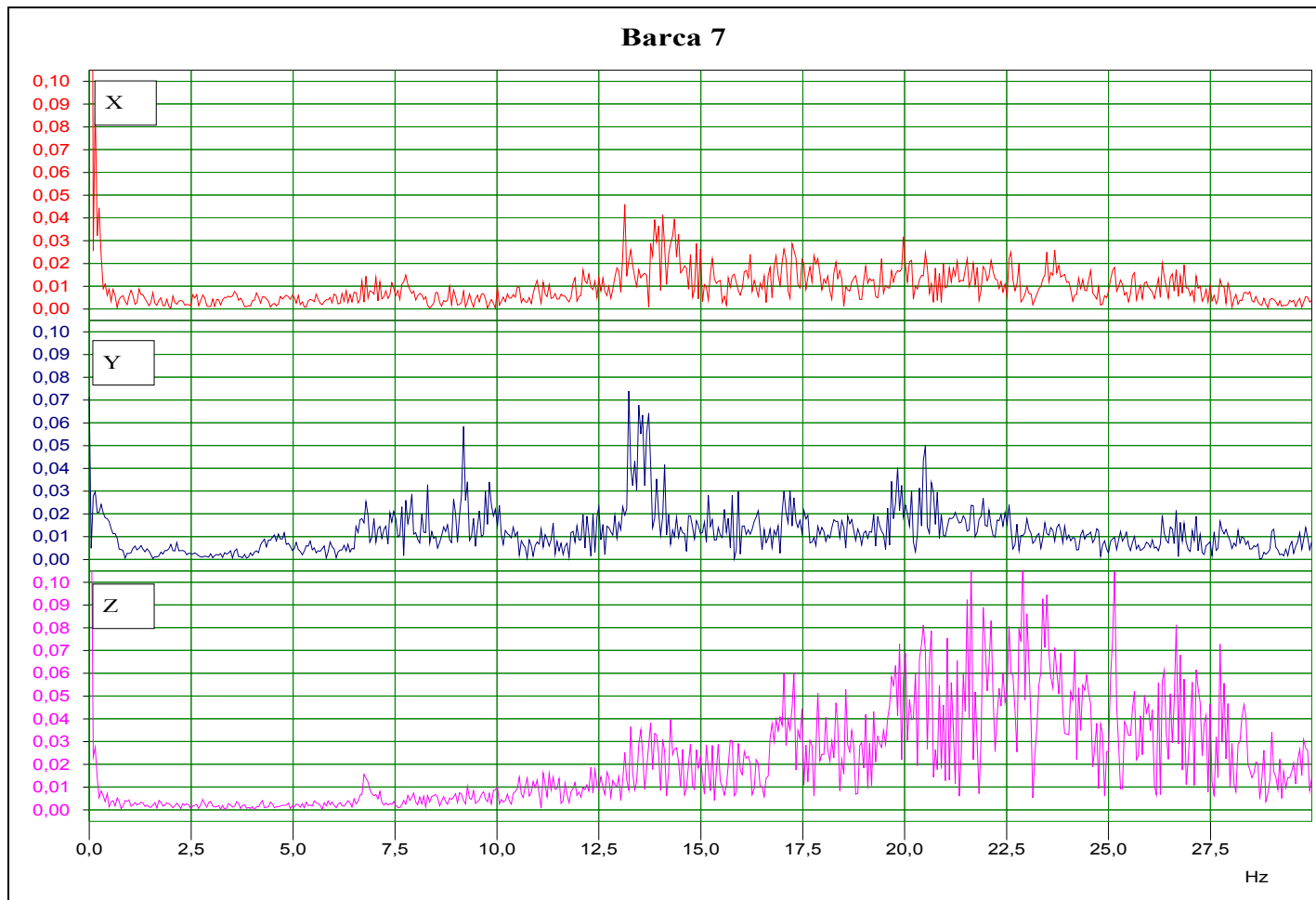


Grafico 42: Il rampa – Zoom dell'andamento delle accelerazioni sul I sedile posteriore a sx della barca n° 10 carica – III test



Grafici 43 e 44: spettro dati I rampa- test1, acquisizione del 30.07.2003

Grafici 45 e 46: spettro dati I rampa- test1, acquisizione del 25.06.2004



Grafici 47 e 48: spettro dati I rampa- test1, acquisizione del 25.06.2004

Grafici 49 e 50: spettro dati I rampa- test1, acquisizione del 25.06.2004

