

**INDAGINI DINAMICHE SULL'ATTRAZIONE**  
***SLING SHOT***  
**XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

**PROVA n. 165/AA**

**15 maggio 2001**

Committente: xxxxxxxxxxxx

Consulente: **ing.** xxxxxxxxxxxx

Relatore: **ing.** Settimo Martinello



*Attrazione Sling Shot*

RIF.: 7DG-its1

Bolzano, 18 maggio 2001

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>pag. 2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLA ATTRAZIONE</b>	<b>pag. 3</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE</b>	<b>pag. 4</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELLA PROVA</b>	<b>pag. 5</b>
<b>5. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI</b>	<b>pag. 6</b>

### 1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service Spa* è stata incaricata dalla Società *XXXXXXXXXX* di eseguire delle rilevazioni dinamiche su un'attrazione denominata *Sling Shot* installata presso il parco di *xxxxxxxxxx* a Rimini.

Lo scopo dell'indagine è di rilevare le componenti dinamiche spaziali prodotte su un utente della giostra.

Le presenti indagini fanno seguito alle rilevazioni ed alla successiva relazione n. 162/AA.

Sulla base dei primi risultati sono state apportate delle modifiche alla struttura della navicella, in modo da individuare una postura che nelle condizioni di lancio permettesse di mantenere le accelerazioni massime sempre al di sotto di quelle limite consigliate.

Le rilevazioni sono state eseguite il **15 maggio 2001**.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

ing. Guido Meldolesi	consulente XXXXXX
ing. Arcangelo Sorgente	consulente XXXXXX
sig. Paolo XXXXXXXX	XXXXXX. Spa;
ing. Settimo Martinello	<i>4 EMME Service Spa.</i>

## 2. DESCRIZIONE DELLA ATTRAZIONE

L'attrazione è una sorta di “fionda” costituita da due tralicci metallici, inclinati di 10° e di altezza 36 m, sui cui estremi, attraverso una carrucola, sono tirati due cavi metallici ancorati alla cabina di lancio. La navicella è costituita da un'intelaiatura metallica a forma sferica, al cui centro sono posizionati due sedili.

Il lancio verso l'alto è provocato dalla trazione, attraverso cilindri oleodinamici, di una serie di molle che, una volta rilasciate, provocano un rapido tiro delle funi accentuato da una serie di carrucole necessarie a moltiplicare l'accorciamento.

Dato che le prime indagini avevano evidenziato la massima G negativa in corrispondenza del primo punto morto inferiore, dove la postura indicava una posizione con la testa verso il basso, si è proceduto a modificare il baricentro della navicella nell'intenzione di portare questa postura in direzione orizzontale, trasferendo così le accelerazioni dall'asse Z all'asse X del corpo.

La modifica è consistita nell'applicare un contrappeso di 10 kg anteriore alla struttura della navicella. La massa complessiva, tra contrappeso e struttura di sostegno, è pari a 20 kg.



*Molle di tensionamento*



*Navicella prima della modifica*



*Contrappeso*



*Primo punto morto inferiore*

## 3. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

La strumentazione impiegata per le rilevazioni è così composta:

- 3 accelerometri capacitivi modello 141A SETRA;
- 1 unità di conversione analogico-digitale STRAWBERRY TREE;
- 1 gruppo di continuità;
- software d'acquisizione ed elaborazione dati.

Le caratteristiche dei sensori capacitivi sono le seguenti:

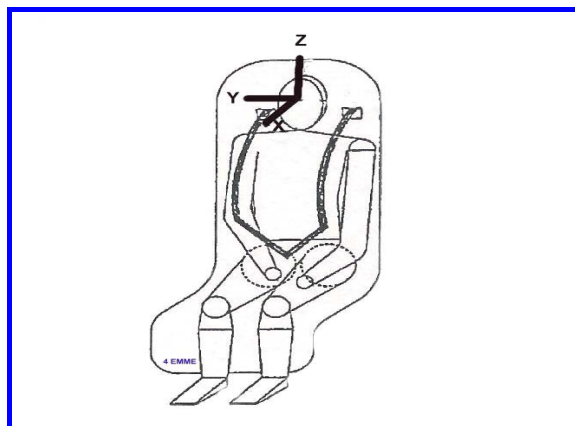
output	~ 65 mV/g (correlato via software)
campo	±8 g
risoluzione	0,0001 g
non linearità	±1 % FS

Allo scopo di rilevare gli effetti sul corpo umano, gli assi di misura dei trasduttori, fanno riferimento ad una terna cartesiana levogira.

L'androide è stato strumentato con i tre sensori accelerometrici posizionati con direzione e verso come indicato in figura.



*Androide strumentato*



*Postura dell'androide strumentato*



*Condizione 30 kg + 70 kg*



*Condizione 93 kg + 93 kg*

#### 4. DESCRIZIONE DELLA PROVA

Dopo aver installato l'androide strumentato, si è proceduto ad eseguire diversi lanci memorizzando i dati automaticamente attraverso un sistema a *trigger*, all'esterno di un campo  $\pm 0,5$  g sul sensore posto in direzione X. I valori sono stati acquisiti con uno scansionamento di 50 Hz e sono stati memorizzati per 5 secondi di *pretrigger*.

Le condizioni di carico hanno previsto delle combinazioni atte a simulare tutte le ipotesi possibili.

Per ogni ipotesi di carico sono state effettuati tre lanci utilizzando le tre possibilità di spinta A, B, C, previste dalla strumentazione di controllo, dove la scelta C è quella che produce la maggiore spinta iniziale.

#### FASI D'ACQUISIZIONE

FILES	DESCRIZIONE
Ita3	Pesi di 30 kg + 30 kg – condizioni A, B, C.
Ita4	Pesi di 30 kg + 70 kg – condizioni A, B, C.
	Pesi di 70 kg + 70 kg – condizioni A, B, C.
	Pesi di 93 kg + 93 kg – condizioni A, B, C.

I sensori sono stati posti nelle direzioni descritte in tabella e riferite alla postura seduta.

#### POSIZIONE DEI SENSORI

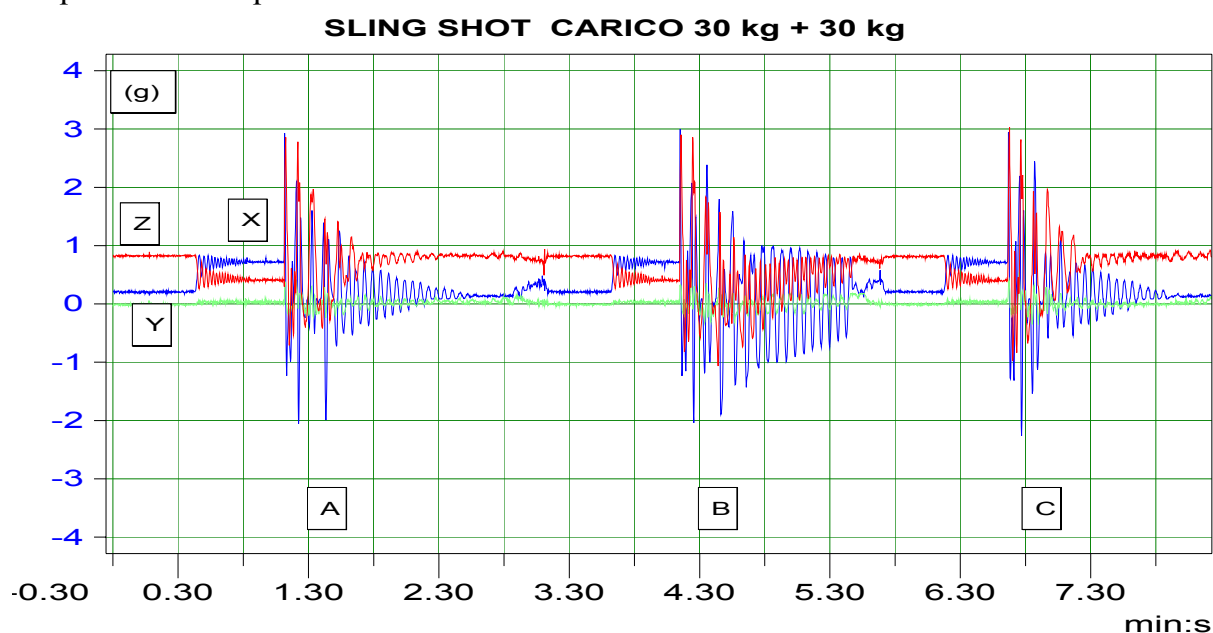
CANALE ch	SENSORE N.	DIREZIONE Asse	VERSO POSITIVO riferito alla postura
1	873809	X	In avanti
2	873808	Y	A destra
3	873810	Z	Verso l'alto

Tutti i dati acquisiti sono stati memorizzati sul nostro computer n. 134 alla Directory "*Vibra - dati - giostre*" con nome "*Ita*" ed estensione "*ddf*".

## 5. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI

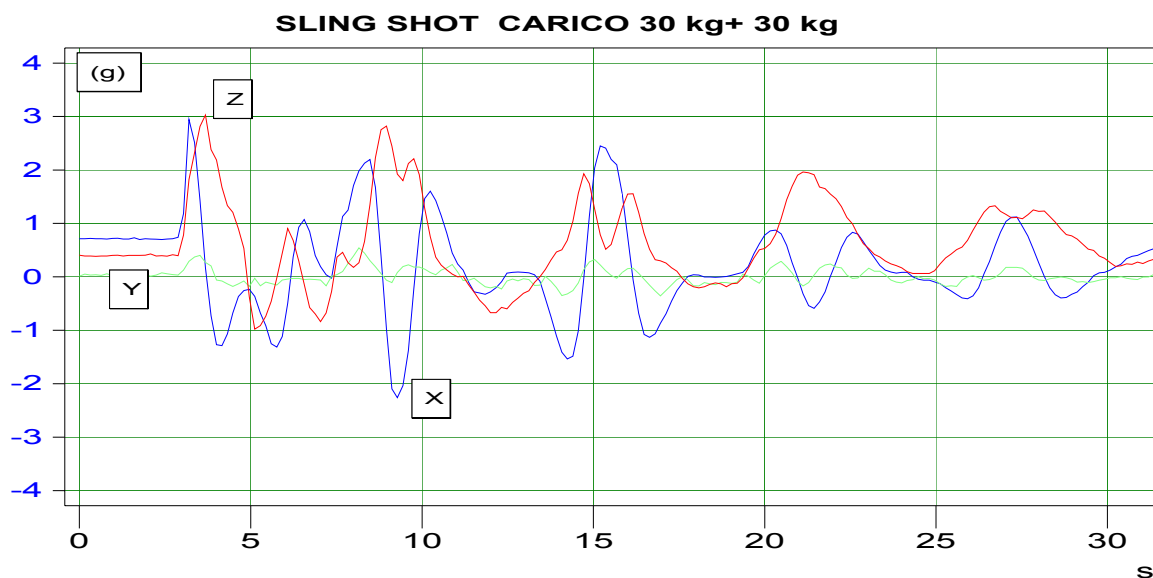
Nel grafico 1 è rappresentato l'andamento delle accelerazioni di tre lanci successivi nella condizione che prevede la presenza di due adolescenti. In ascissa abbiamo il tempo ed in ordinata le accelerazioni espresse in "g". I dati acquisiti sono stati filtrati con un passa basso tipo Butterworth da 20 Hz.

Si noti come l'accelerazione X, colore blu, prima del lancio passi da 0,2 g a 0,8 g ad indicare il cambiamento di postura, nella fase di tensionamento delle funi, da quasi eretto a quasi disteso.



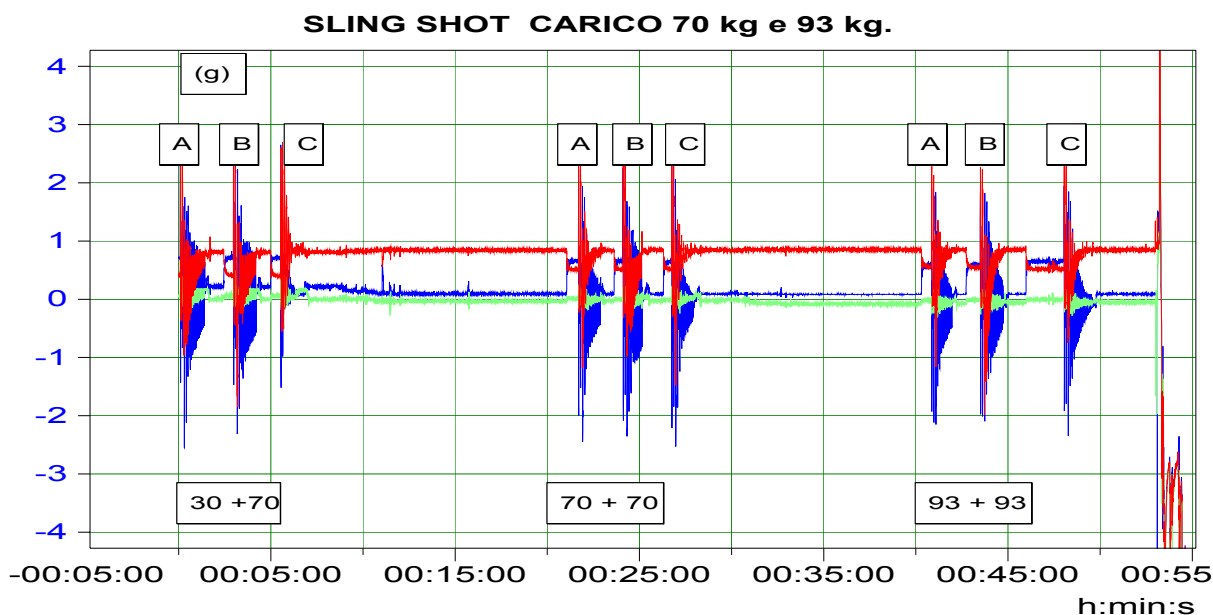
*Grafico 1: andamento delle accelerazioni nella fase Ita3*

Nel grafico 2 è rappresentato l'andamento delle accelerazioni del lancio C.



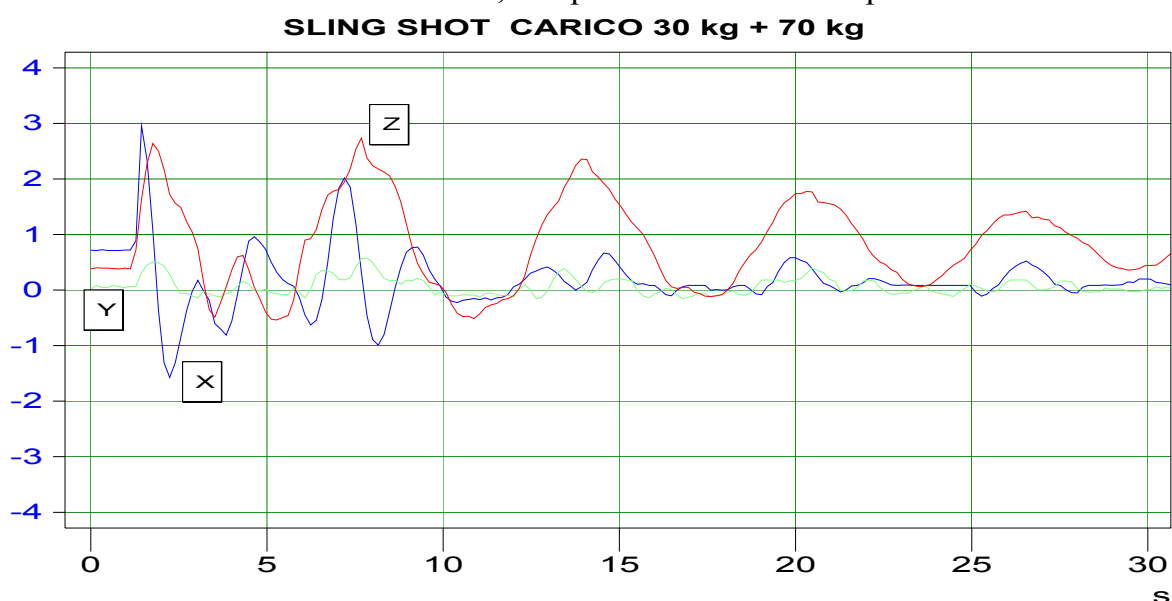
*Grafico 2: andamento delle accelerazioni del lancio C nella fase Ita3*

Di seguito è rappresentato l'andamento delle accelerazioni di nove lanci con le tre diverse condizioni di carico: 30 kg + 70 kg, 70 kg + 70 kg, 93 kg + 93 kg. Per ogni condizione si è ripetuto il lancio passando attraverso le diverse possibilità di spinta iniziale A, B, C. Si noti che in qualche lancio la direzione X, colore blu, presenta un numero di oscillazioni molto diverse che possono essere leggermente modificate dalla eventuale presenza di vento. In ogni caso il valore massimo risulta sempre inferiore a  $G_x = \pm 3,0$  g.

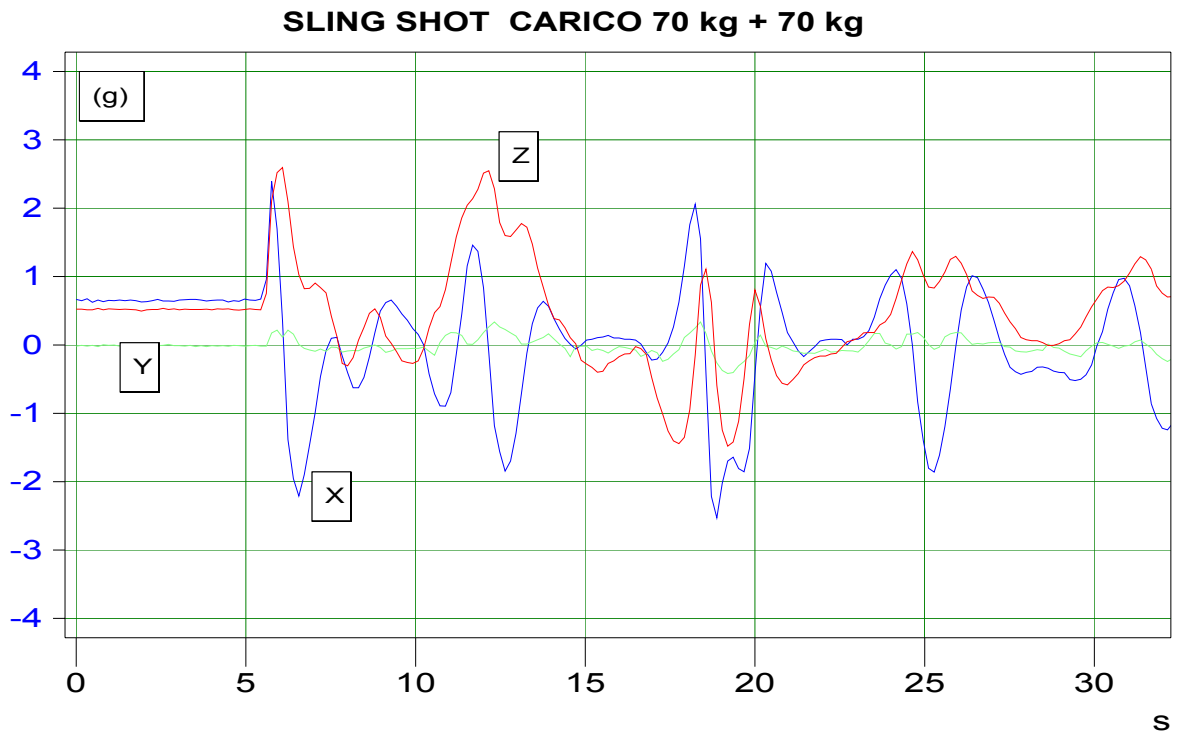


*Grafico 3: andamento delle accelerazioni nella fase Ita4*

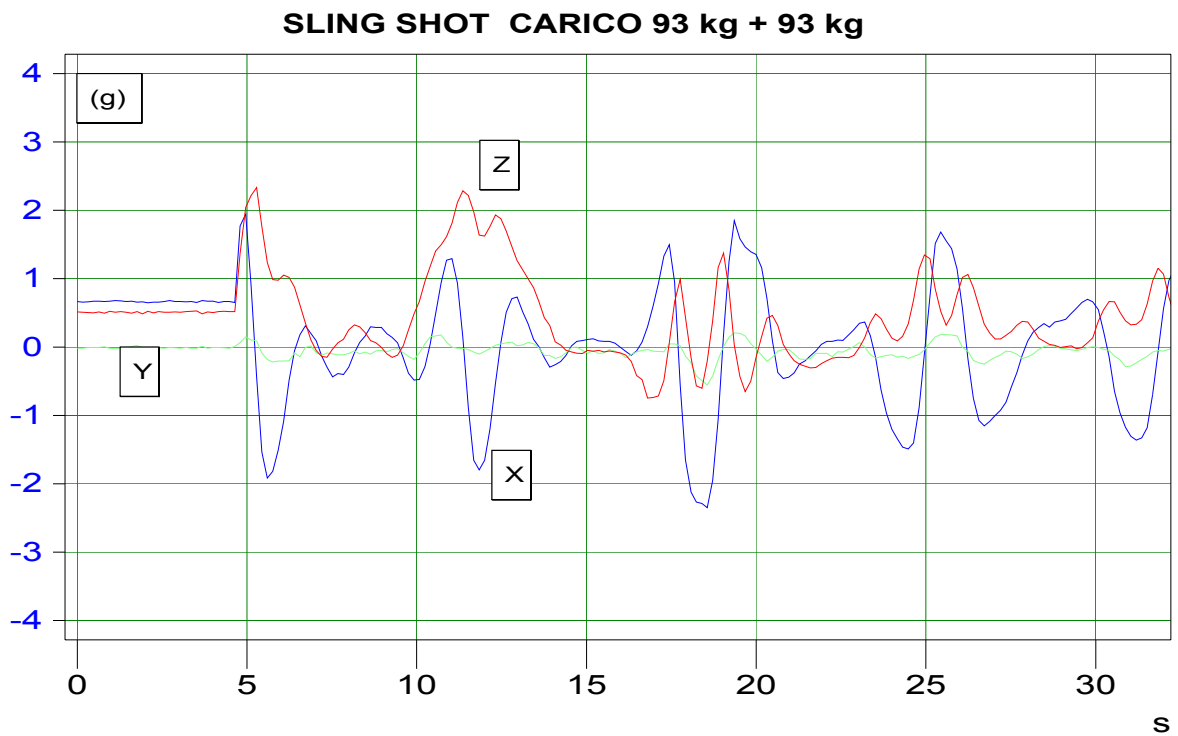
Nei grafici successivi è riportato l'andamento delle accelerazioni nelle tre diverse condizioni di carico con la scelta C, che prevede la massima spinta delle molle.



*Grafico 4: spinta C in condizione 30 kg + 70 kg*



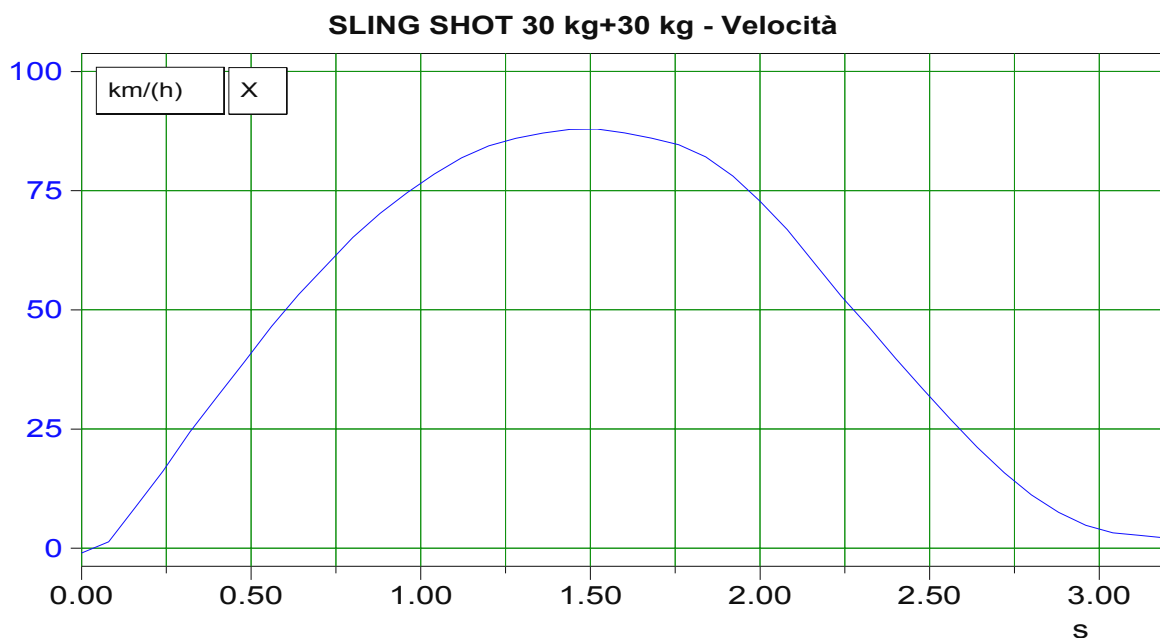
*Grafico 5: spinta C in condizione 70 kg + 70 kg*



*Grafico 6: spinta C in condizione 93 kg + 93 kg*



I due grafici successivi mostrano l'andamento della velocità e dello spostamento nei primi secondi dal lancio nella condizione di carico 30 kg + 30 kg con la spinta C.



*Grafico 7: andamento della velocità*

Si raggiunge la velocità massima di **88 km/h**.



*Grafico 8: andamento dello spostamento*

Si raggiunge l'altezza massima di **53 m**.

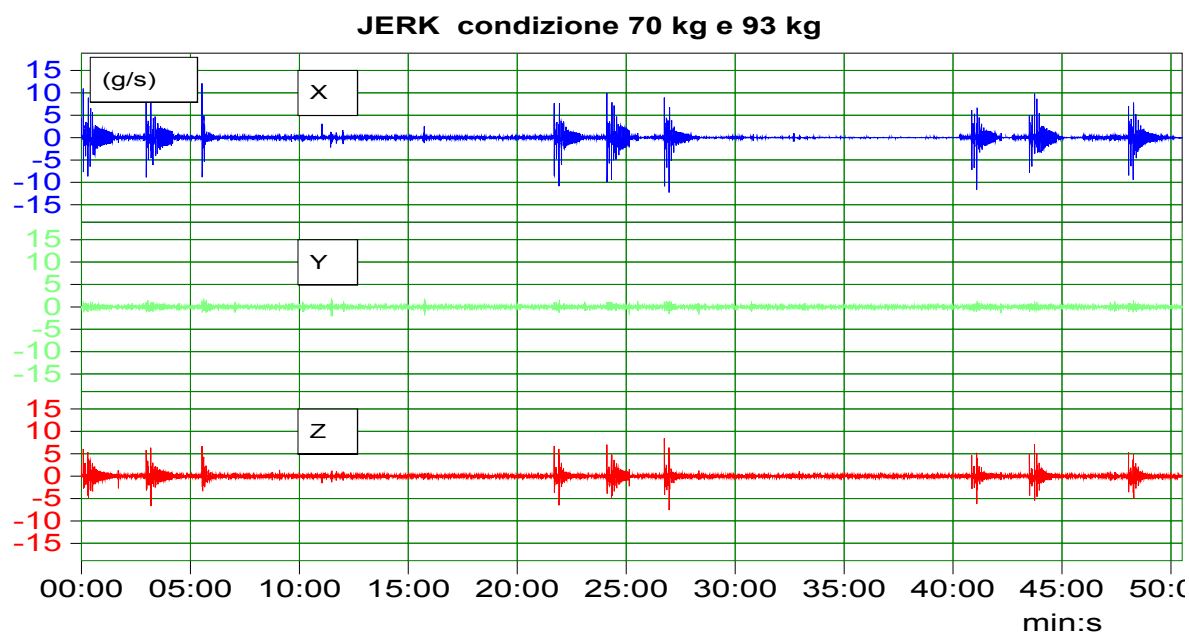
*Nota: L'errore commesso dalle integrazioni è pari ad un massimo di  $\pm 3\%$ .*

Nella tabella sono riportati i valori massimi delle accelerazioni nelle quattro condizioni di carico con la massima spinta C.

#### ACCELERAZIONI MASSIME

CARICO	$G_x$ [g]		$G_y$ [g]	$G_z$ [g]	
30 kg + 30 kg	+3,0	-2,2	$\pm 0,5$	+3,0	-1,0
30 kg + 70 kg	+3,0	-1,5	$\pm 0,6$	+2,8	-0,5
70 kg + 70 kg	+2,3	-2,5	$\pm 0,3$	+2,6	-1,4
93 kg + 93 kg	+2,0	-2,3	$\pm 0,5$	+2,3	-0,8

Nel grafico 9 è presentato il **gradiente** dell'accelerazione (*Jerk*), ottenuto dalla derivata dei segnali acquisiti durante la fase *Ita4* che prevede tre differenti condizioni di carico.



*Grafico 9: andamento del gradiente dell'accelerazione*

Il valore massimo è pari a **13 g/s** in direzione X.

Bolzano, 18 maggio 2001

4 EMME Service Spa  
 Ing. Settimo Marinello  
*Settimo Marinello*