

**IORILLO FELICE & C. S.A.S.**

PERIZIE ASSICURATIVE

TRIB. MI 289744 - VOL. 7375 - FASC. 44 - C.C.I.A.A. MI N. 1298462 - P. IVA 09557860153

Egr. Sig.

**XXXXX**

**XXXXXXXXXX**

Buffalo, NY 14203

Siziano, 21/08/2008

Ramo:

**R. C. T.**

Tipo Rischio:

**Caduta di una porta**

## **RELAZIONE DI PERIZIA**

## ***1 - Il fatto***

Sulla scorta della documentazione pervenutami e agli accertamenti condotti, si è intrapreso una campagna di simulazioni numeriche condotte al calcolatore mediante codici di calcolo ad elementi finiti, al fine di poter stabilire le probabili lesioni che può subire un individuo dell'altezza di 59,05 inch, procurate dal distacco di uno dei tre pannelli costituenti la porta di tipo 310 "SO-SX-SO".

In particolare il pannello in questione ha dimensioni pari a 3' x 7' ed è composto da intelaiatura in alluminio e una lastra di vetro di tipo "safety glass"; ogni pannello pesa all'incirca 100 pounds e la forza necessaria per l'apertura della porta è di circa 10 lbf .

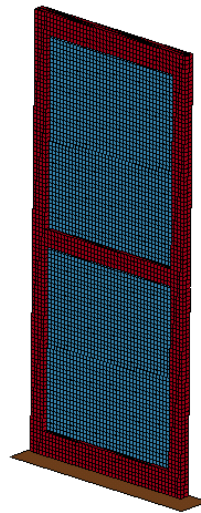
## ***2 – la modellazione numerica***

### Modellazione del pannello della porta

Il pannello della porta è stato modellato mediante l'ausilio di elementi shell a 4 nodi con formulazione Belytschko-Tsai, di spessore pari a quello dell'intelaiatura in alluminio originale della porta.

Il materiale utilizzato è alluminio, con modulo elastico pari a 10.877.830,00 psi, la cui zona plastica è stata modellata attraverso una curva con andamento lineare a tratti.

Le lastre in vetro, modellate anch'esse con elementi shell a 4 nodi con formulazione Belytschko-Tsai con spessore pari a quello della porta originaria, sono caratterizzate invece da un modulo elastico di 10.877.830,00 psi, il cui materiale è privo della zona plastica.

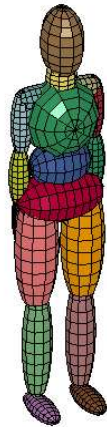


### Modellazione dell'individuo

L'individuo, in ogni sua parte, è stato modellato mediante elementi solidi ad otto nodi con formulazione elementare.

Ogni parte risulta avere forma ellissoidale ed è legata alle parti del corpo contigue ad essa mediante appositi revolte-joints (o spherical-joints a seconda della parte del corpo considerata) che simulano le articolazioni consentendo loro il movimento relativo.

L'altezza dell'individuo risulta di 59,05 inch.



### Le condizioni iniziali

Si sono eseguite due campagne di simulazioni numeriche: nella prima l'individuo è stato posizionato frontalmente alla porta, mentre nella seconda è stato posizionato con esposizione laterale, con la porta alla sua sinistra.

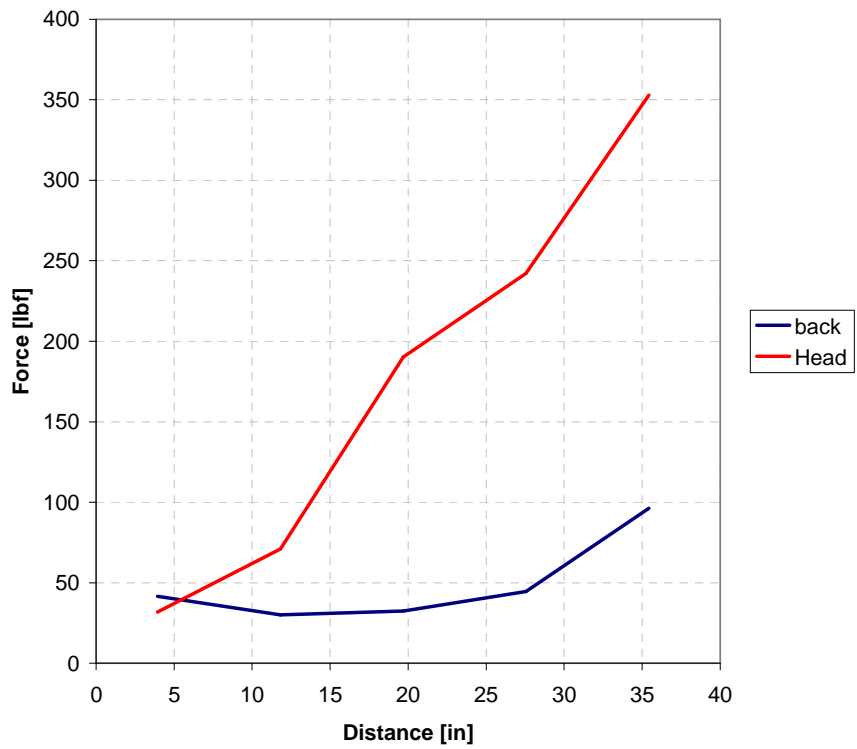
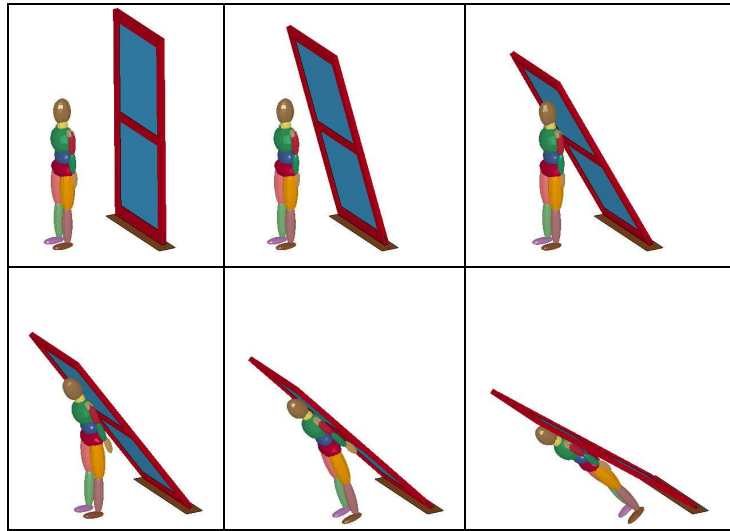
In ogn'una delle due tipologie di simulazione, si sono previste cinque possibili soluzioni che prevedono una distanza variabile dell'individuo dalla porta - 3,937 inch , 11,811 inch, 19,685 inch, 27,559 inch e 35,433 inch.

La porta è stata fatta cadere sotto la condizione che, nei primi 50 ms, agisse su di essa una forza pari a circa 22,48 lbf.

### ***3 – I risultati***

#### **1: Individuo frontalmente rispetto alla porta**

Dalle simulazioni condotte emerge che in questo caso le parti effettivamente coinvolte dall'impatto sono la testa e la schiena nella zona delle prime vertebre toraciche.



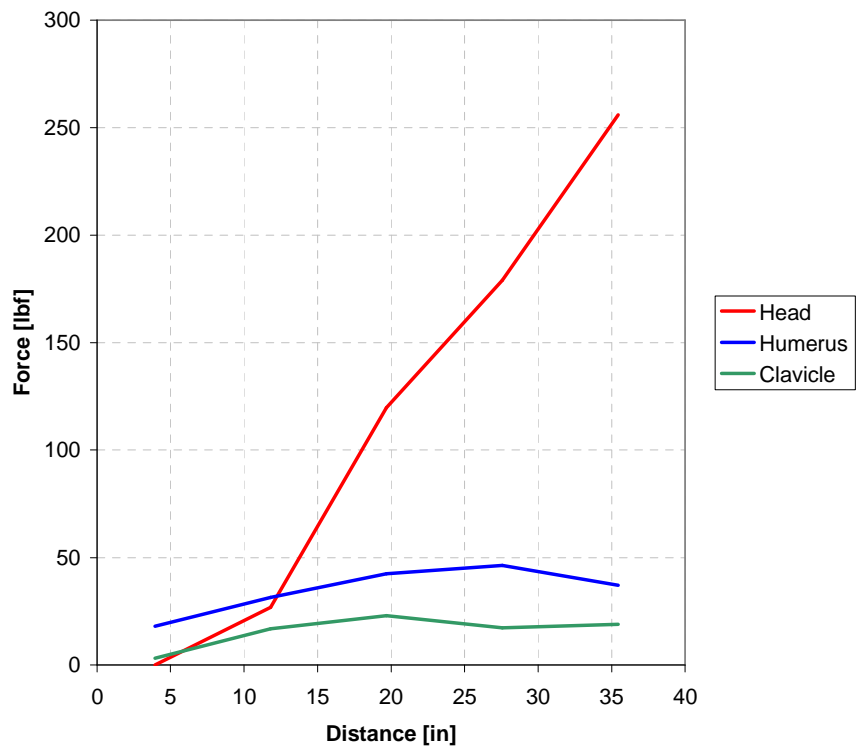
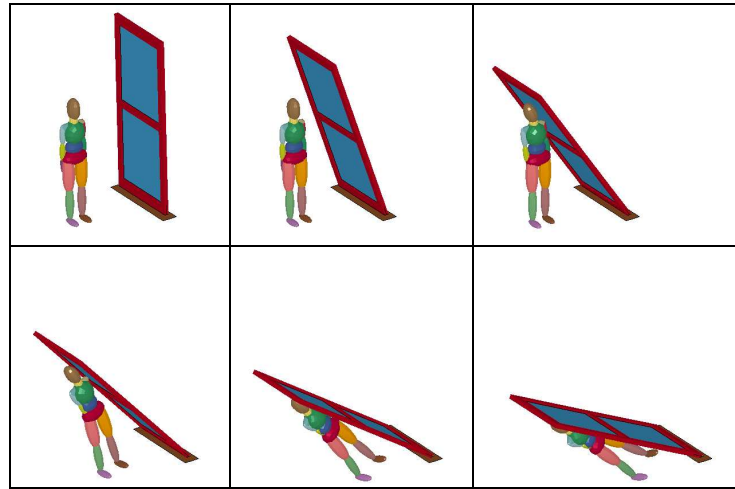
distance [in]	Back force [lbf]	Head force [lbf]
3,9	41,6	31,8
11,8	30,0	70,9
19,7	32,4	190,3
27,6	44,5	242,1
35,4	96,1	352,8

In questa circostanza le maggiori lesioni si hanno a distanza di 35,4 in dalla porta, in cui si ottiene una forza sulla schiena pari 96,1 lbf a e sulla testa pari a 352,8 lbf .

In entrambi i casi si è molto lontani dai limiti massimi sopportabili dalla struttura ossea umana, in cui il limite di rottura per la schiena è di 450 lbf. e per la testa di 1000 lbf.

## 2: Individuo posto lateralmente rispetto alla porta

In questo caso le parti effettivamente coinvolte dall'impatto sono la testa e la spalla sinistra, con interessamento della clavicola e dell'omero





distance [in]	Humerus force [lbf]	Clavicle force [lbf]	Head force [lbf]
3,9	18,1	3,2	0
11,8	31,4	16,9	26,9
19,7	42,5	22,9	119,8
27,6	46,4	17,4	178,9
35,4	37,0	18,9	255,9

Come nel caso precedente le maggiori lesioni si hanno a distanza di 35,4 in dalla porta, in cui si ottiene una forza sulla testa pari 255,9 lbf, una forza sulla clavicola pari a 18,9 lbf e una forza sull'omero pari a 37,0 lbf.

### *Conclusioni*

Dai calcoli effettuati emerge che la caduta della porta in esame su un individuo di altezza pari a 59,05 inch, posizionato a varie distanze dalla porta stessa e in diverse posture – frontale e laterale – non può in alcun modo procurare fratture alla sua struttura ossea.

Si è osservato inoltre che le forze impresse sulla schiena durante l'impatto, nel caso di urto frontale, hanno andamento concavo verso l'alto, presentando un minimo quando l'individuo è posto a distanza di circa 15 inch dalla porta.

Per quanto riguarda la forza trasmessa alla clavicola e all'omero, esse sono ad andamento concavo verso il basso, presentando un massimo alla distanza di 20-27 in.

Le motivazioni di questi andamenti sono attribuibili al fatto che, all'aumentare della distanza dalla porta, la testa risulta essere sempre più il punto più prossimo al contatto con il pannello, assorbendo in percentuale sempre maggiore l'energia di impatto.

In nessun caso, anche quando l'individuo è posizionato nel punto più distante, si raggiungono valori prossimi alla forza di rottura della scatola cranica, stimata intorno a 1000 lbf.