STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

Committente

Delprino Massimo & C. Snc

Comune Finale Ligure – Provincia Savona

Via Cavassola Loc. Sanguineo



Impianto di stoccaggio e trattamento

rifiuti inerti speciali non pericolosi

ALLEGATO 2 – STUDIO CADUTA MASSI E OPERE DI MITIGAZIONE

Studio Geologia Tecnica
Via Giacomo Matteotti, 5 - 17022 BORGIO VEREZZI (SV)
Tel. 019.625670- mail: sagliet@gmail.com

Dr. Flavio Saglietto

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. FLAVIO SAGLIETTO
A.P. n. 116
data iscr. 07 06 1983

data 08/01/2015

n° pagine: 21

file:all.2_DELPRINO Snc_SIA_Via Cavassola_Finale Ligure

RELAZIONE INTEGRATIVA

STUDIO CADUTA MASSI E OPERE DI MITIGAZIONE

La presente relazione è redatta per approfondire alcuni aspetti relativi allo studio geologico eseguito in precedenza per la verifica screening ed in particolare sulla “modellistica” di eventuali cadute massi dalla zona di frana posta a monte dell’impianto di recupero di rifiuti inerti esistente sito in Finale Ligure (SV) loc. Sanguineo così come richiesto dalla Regione Liguria ufficio settore ASSETTO DEL TERRITORIO con lettera del 16/06/2014 Prot.n. IN/2014/12468 (Class.Fasc. 2014/G13.12.7/2).

E’ stato eseguito sulla parete rocciosa del versante ed in particolare nell’area di frana un rilievo topografico dalla Ditta GEOmap Liguria di Bruzzone Giuseppe coadiuvato da misure dirette con l’ausilio di rocciatore specializzato al fine di determinare con la maggior precisione possibile la geometria della frana e le dimensioni dei massi il cui insieme “mutuamente” “incastrato” rappresenta il corpo dell’antica frana di crollo settecentesca degli “Scogli Rotti”.

Questa frana è, infatti, costituita un elevato accumulo di materiali lapidei di grosse dimensioni staccatesi dai soprastanti fronti sub-verticali in "pietra di Finale" fino a raggiungere il fondo valle. La porzione inferiore dalla frana, quella a valle del piazzale di lavoro, è abbondantemente stabilizzata e mascherata dai riporti artificiali che si sono verificati periodicamente lungo le sue pendici, fino a costituire la scarpata oggi visibile a valle del piazzale.

L’accumulo di frana, a monte del piazzale in questione, si presenta oggi su un fronte molto acclive con una pendenza media intorno al 100% tra la quota circa 80m (piazzale) e 172 m dove “culmina” l’accumulo di frana per poi continuare, dopo una profonda sella (164 m), con la “falesia” rocciosa in posto dei calcari miocenici fino allo spartiacque del Castrum Perticae - San Antonino. La morfologia rende chiara la genesi dell’antico dissesto con l’imponente accumulo del materiale roccioso franato fino al fondo valle e la cornice superiore del versante costituita dalla parete rocciosa sub-verticaleggiante in “posto” dove si evidenziano i segni dell’originaria nicchia di distacco.

Vista dalla strada provinciale SP27 con elementi geomorfologico salienti



Sezione morfologica del versante



I rilevi topografici ed i rilevamenti geo-strutturali in sito hanno permesso di chiarire i “range” dimensionali rappresentativi dei massi presenti nel corpo di frana in modo da poter eseguire una ragionevole scelta del masso “tipo” da utilizzarsi nelle simulazioni di caduta massi che potrebbero interessare il piazzale delle lavorazioni in questione.

Sono riportati nella foto e nella tabella allegata le rappresentazioni per classi volumetriche significative di varie masse rocciose presenti nel corpo della frana.

	identificativi punti	misure stimate	volumi stimati
		mt	mc
punti battuti con rocciatore	1-2-3	3x3x3	36
punti battuti da strada	14-15-16		
punti battuti con rocciatore	7	1,5x1x1	3
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	6	1x1x1	1
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	4	1x1x1	1
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	5	2x1x1	4
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	8	1x2,5x1	5
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	22	0,7x0,7x0,5	0,294
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	21	1x1x0,5	0,6
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	20	2,2x2x0,5	2,64
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	19	1x1,5x0,7	1,2
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	18	2x1,7x0,9	3,06
punti battuti da strada	-		
punti battuti con rocciatore	-	1,3x1x1,5	2,08
punti battuti da strada	27-28-29		
punti battuti con rocciatore	-	2x2x1,5	6,4
punti battuti da strada	33-34-35-36		

Media semplice (escludendo i valori estremi) = 2,72 mc

Mediana = 2,64 mc

Media geometrica = 2,30 mc

Nella precedente relazione, in mancanza di rilievi specifici e dettagliati, era stato determinato un masso tipo di maggiore dimensione la cui scelta era molto conservativa. Si ritiene, alla luce delle nuove analisi eseguite, che il masso tipo abbia un volume medio di 3 m^3 (approssimato per eccesso rispetto a pagina precedente); valore che meglio rappresenta la situazione morfologica complessiva in merito alla possibilità di crolli lapidei dal versante.

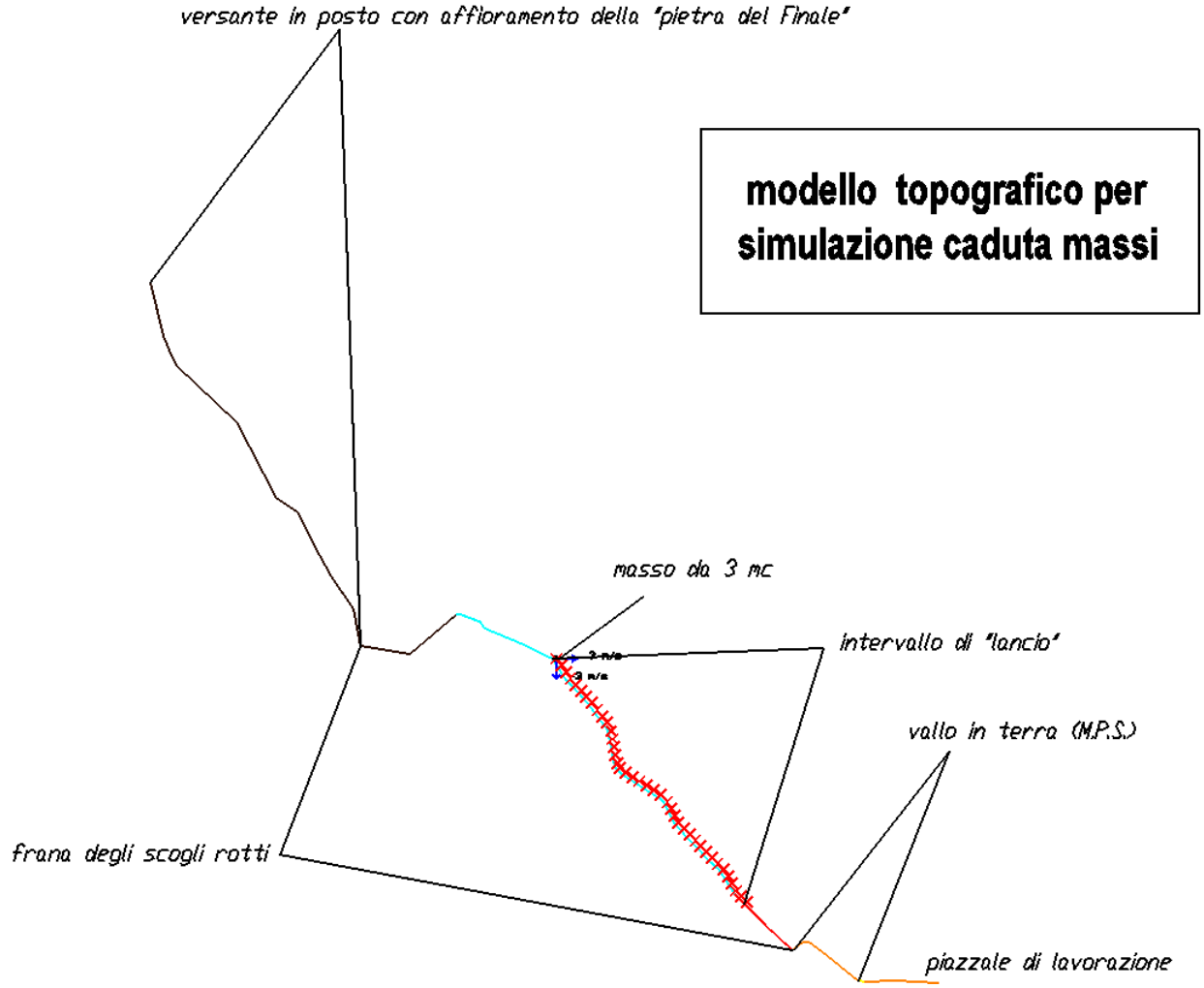
E' stato eseguito uno studio riguardante la "caduta massi" con il programma GEOROK 2D della Software House "Geostru s.r.l." dove i calcoli hanno permesso di valutare le "energie di rilievo" ed ipotizzare in termini statistici la "traiettorie" di caduta dei volumi rocciosi considerati e quindi definire gli scenari e l'efficacia del vallo basale in M.P.S.. Lo studio è stato condotto anche in questo caso utilizzando il metodo di calcolo CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program). Esso è stato messo a punto da Pfeiffer e Bowen (1989) con lo scopo di modellare il moto di caduta di blocchi aventi la forma di sfere, cilindri o dischi, con sezione circolare nel piano verticale del movimento. E' possibile quindi analizzare le traiettorie di caduta dei massi ed è in grado di fornire analisi statistiche della velocità, dell'energia cinetica e dell'altezza dei rimbalzi in diversi punti della scarpata.

Per descrivere il movimento dei blocchi il modello CRSP applica l'equazione del moto parabolico di un corpo in caduta libera ed il principio di conservazione dell'energia totale.

In particolare il modello CRSP assume che l'angolo formato tra la direzione del blocco ed il profilo del pendio vari secondo una statistica che deve essere definita per ogni caso analizzato. Il modello tratta quindi in modo statistico anche i risultati che principalmente constano nelle velocità e nelle altezze di rimbalzo, rispetto alla superficie del pendio, durante il percorso di caduta. Il modello considera quindi le combinazioni dei movimenti di caduta libera, di rimbalzo, di rotolamento e di scivolamento, che possono variare secondo le dimensioni dei blocchi e della rugosità del pendio.

Sono state quindi eseguite le simulazioni utilizzando la sezione riportata in figura ed assumendo come masso "tipo" una forma sferica di diam.1,79m e volume pari a 3 mc. La zona dei "lanci" viene scelta a partire dalla parte superiore del corpo di frana, intorno alla quota 160 m s.l.m, fino a circa 110 m s.l.m . Alla base del pendio addossato allo stesso si "interpone" un "vallo" in terra che funge da difesa al sottostante piazzale di lavorazione.

Esso è costituito da un “terrapieno” in M.P.S. a forma trapezoidale di altezza non superiore ai 12 m.



CARATTERISTICHE DEL BLOCCO

==========

Forma del blocco	Sferico
Densità	2400,0 Kg/m³
Elasticità	28635000,0 kPa
Velocità iniziale in x	3,0 m/s
Velocità iniziale in y	-3,0 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,79 m

==========

Massa	7207,239 Kg
Peso	7207,239 Kgf
Momento d'inerzia	2309,271 Kgxm2

==========

Elenco materiali

N	Descrizione	Rn	Rt	Rugosità (m)	Frequenza (m)	Texture
1	Roccia integra	0,9	0,8	0		
2	Roccia alterata	0,7	0,7	0		
3	Sabbia	0,4	0,6	0		
4	Detrito	0,6	0,6	0		

5	Detrito fino	0,32	0,82	0		
6	Detrito vegetato	0,29	0,8	0		
7	Detrito con arbusti	0,3	0,7	0		
8	Terreno o prato	0,31	0,79	0		
9	Superficie pavimentata	0,4	0,9	0		

DATI PENDIO

N	X (m)	Y (m)	Materiale
1	-193,54	172,01	Roccia integra
2	-190,35	158,97	Roccia integra
3	-188,01	153,45	Roccia integra
4	-187,01	151,38	Roccia integra
5	-172,26	137,68	Roccia integra
6	-162,44	119,21	Roccia integra
7	-157,52	115,78	Roccia integra
8	-151,97	105,15	Roccia integra
9	-149,23	99,91	Roccia integra
10	-143,54	91,9	Roccia integra
11	-141,84	82,77	Detrito vegetato
12	-129,59	80,75	Detrito vegetato
13	-118,06	90,6	Roccia alterata
14	-117,31	90,64	Roccia alterata
15	-112,73	88,67	Roccia alterata
16	-112,51	88,54	Roccia alterata
17	-112,42	88,45	Roccia alterata
18	-111,24	87,16	Roccia alterata
19	-102,56	83,43	Roccia alterata
20	-95,2	80,04	Roccia alterata
21	-95,01	79,83	Roccia alterata
22	-91,17	74,34	Roccia alterata
23	-89,19	72,13	Roccia alterata
24	-86,12	68,72	Roccia alterata
25	-85,4	67,89	Roccia alterata
26	-81,31	62,25	Roccia alterata
27	-79,62	53,17	Roccia alterata
28	-79,5	52,92	Roccia alterata
29	-78,19	51,62	Roccia alterata
30	-68,29	45,38	Roccia alterata
31	-67,75	44,73	Roccia alterata
32	-67,45	44,33	Roccia alterata
33	-64,98	39,42	Roccia alterata
34	-55,63	29,59	Roccia alterata
35	-55,58	29,48	Roccia alterata
36	-55,4	29,34	Roccia alterata
37	-55,19	29,09	Roccia alterata
38	-53,94	28,0	Roccia alterata
39	-52,4	25,66	Roccia alterata
40	-50,15	21,81	Detrito vegetato
41	-42,63	14,47	Detrito vegetato
42	-35,6	8,2	Terreno o prato
43	-34,01	9,41	Terreno o prato
44	-32,89	10,07	Terreno o prato
45	-32,39	10,08	Terreno o prato
46	-31,55	10,08	Terreno o prato
47	-28,55	7,72	Terreno o prato
48	-19,55	0,52	Terreno o prato

	49	-18,03	0,47	Terreno o prato
	50	-10,44	0,48	Terreno o prato
	51	0,0	0,0	Terreno o prato

IMPATTO

Lancio n°1 Xp=-93,77 m yp=79,63 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-91,643	75,016	6,072	-5,151	0,711	403,769
2,0	-89,178	72,117	7,201	-6,376	0,406	518,943
3,0	-86,796	69,471	7,833	-7,58	0,331	652,098
4,0	-82,704	64,172	8,27	-10,092	0,522	973,237
5,0	-74,477	49,28	14,314	-5,409	0,995	1910,992
6,0	-44,328	16,127	16,385	-14,144	2,106	3511,729
7,0	-40,638	12,693	16,803	-14,492	0,225	2604,012
8,0	-38,944	11,183	16,681	-14,734	0,101	2590,502
9,0	-38,457	10,748	16,45	-14,63	0,029	2529,695
10,0	-38,318	10,624	16,188	-14,426	0,008	2453,713

Lancio n°2 Xp=-92,63 m yp=77,99 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-90,594	73,698	6,632	-3,761	0,678	381,1
2,0	-85,672	68,203	7,991	-6,967	0,742	673,202
3,0	-74,715	49,429	13,49	-4,946	1,371	1891,337
4,0	-47,192	18,922	15,683	-13,462	2,04	3185,441
5,0	-41,883	13,804	16,509	-13,954	0,338	2514,547
6,0	-39,29	11,491	16,469	-14,466	0,157	2520,24
7,0	-38,543	10,825	16,268	-14,445	0,045	2471,271
8,0	-38,329	10,634	16,017	-14,267	0,013	2401,387
9,0	-38,268	10,579	15,755	-14,046	0,004	2325,126

Lancio n°3 Xp=-91,48 m yp=76,35 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-89,627	72,618	6,323	-3,65	0,618	341,531
2,0	-85,055	67,414	6,681	-7,819	0,723	629,41
3,0	-83,158	64,798	7,18	-8,933	0,284	717,651
4,0	-81,741	62,845	7,472	-9,629	0,197	800,305
5,0	-74,703	49,422	13,548	-4,892	0,942	1698,329
6,0	-46,799	18,539	15,736	-13,512	2,06	3216,586
7,0	-41,669	13,613	16,518	-13,991	0,326	2516,169
8,0	-39,175	11,389	16,47	-14,476	0,151	2520,875
9,0	-38,457	10,748	16,266	-14,446	0,044	2470,977
10,0	-38,251	10,565	16,015	-14,265	0,013	2400,654
11,0	-38,192	10,512	15,752	-14,044	0,004	2324,269

Lancio n°4 Xp=-90,39 m yp=74,81 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-88,709	71,595	6,016	-3,525	0,559	304,861
2,0	-84,287	66,355	6,693	-7,564	0,735	609,414
3,0	-82,013	63,219	7,309	-8,926	0,34	734,975
4,0	-74,721	49,434	13,23	-4,688	0,998	1645,448
5,0	-47,724	19,443	15,468	-13,252	2,041	3100,595
6,0	-42,213	14,098	16,352	-13,775	0,356	2468,342
7,0	-39,517	11,693	16,326	-14,327	0,165	2475,751

8,0	-38,739	11,0	16,131	-14,319	0,048	2429,172
9,0	-38,517	10,801	15,883	-14,146	0,014	2361,151
10,0	-38,453	10,745	15,623	-13,928	0,004	2286,35

Lancio n°5 Xp=-89,05 m yp=73,32 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-87,378	70,118	6,009	-3,523	0,558	304,019
2,0	-82,264	63,565	7,358	-7,762	0,851	701,646
3,0	-74,166	49,084	12,93	-4,487	1,1	1598,198
4,0	-47,775	19,492	15,244	-13,032	2,041	3023,395
5,0	-42,285	14,162	16,137	-13,579	0,36	2403,588
6,0	-39,609	11,776	16,116	-14,139	0,166	2412,279
7,0	-38,838	11,088	15,925	-14,136	0,048	2367,616
8,0	-38,617	10,891	15,682	-13,967	0,014	2301,548
9,0	-38,554	10,834	15,425	-13,752	0,004	2228,741

Lancio n°6 Xp=-87,72 m yp=71,83 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-86,043	68,631	5,917	-3,713	0,558	304,064
2,0	-76,755	50,715	11,41	-3,635	1,57	1506,861
3,0	-68,48	45,5	12,487	-5,624	0,725	1079,119
4,0	-44,183	15,986	15,106	-12,893	1,946	3027,855
5,0	-40,667	12,719	15,517	-13,355	0,233	2218,297
6,0	-39,134	11,352	15,415	-13,608	0,099	2210,979
7,0	-38,693	10,959	15,204	-13,52	0,029	2160,796
8,0	-38,567	10,846	14,963	-13,334	0,008	2096,365

Lancio n°7 Xp=-86,38 m yp=70,34 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-84,564	66,738	5,627	-4,694	0,605	332,844
2,0	-76,732	50,701	11,206	-3,462	1,392	1400,092
3,0	-68,504	45,515	12,31	-5,49	0,734	1047,332
4,0	-44,634	16,426	14,959	-12,749	1,939	2967,846
5,0	-40,813	12,85	15,456	-13,244	0,255	2199,365
6,0	-39,107	11,327	15,372	-13,554	0,11	2197,485
7,0	-38,615	10,889	15,168	-13,483	0,032	2149,896
8,0	-38,475	10,764	14,929	-13,302	0,009	2086,651

Lancio n°8 Xp=-85,04 m yp=68,84 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-83,023	64,613	5,992	-4,864	0,671	376,585
2,0	-75,129	49,691	11,338	-3,489	1,317	1349,792
3,0	-56,194	30,183	13,927	-10,547	1,67	2075,487
4,0	-41,285	13,27	16,05	-12,643	1,071	2724,002
5,0	-35,813	8,39	16,222	-13,993	0,341	2448,78
6,0	-35,597	8,203	5,888	5,781	0,013	2328,546
7,0	-34,036	9,39	2,838	3,803	0,265	258,021
8,0	-32,642	10,075	3,318	0,394	0,491	62,724
9,0	-32,42	10,079	3,254	0,167	0,067	55,854
10,0	-32,323	10,08	3,198	0,039	0,03	53,511

Lancio n°9 Xp=-83,78 m yp=67,18 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)

1,0	-81,726	62,824	6,066	-4,901	0,685	386,078
2,0	-74,16	49,08	11,253	-3,393	1,247	1272,627
3,0	-54,826	28,772	14,795	-8,705	1,718	2118,632
4,0	-35,159	8,535	3,893	4,068	1,329	2903,039
5,0	-34,282	9,203	1,969	2,769	0,225	111,646
6,0	-33,7	9,593	1,69	1,391	0,296	29,201
7,0	-33,564	9,673	1,062	1,11	0,081	18,33
8,0	-33,459	9,735	0,796	0,706	0,099	7,291

Lancio n°10 Xp=-82,61 m yp=65,56 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-78,427	51,855	9,505	-4,934	1,394	1047,15
2,0	-75,782	50,102	9,995	-5,156	0,278	687,828
3,0	-73,45	48,633	10,282	-5,689	0,233	740,701
4,0	-71,791	47,586	10,403	-6,005	0,161	769,934
5,0	-70,621	46,849	10,408	-6,175	0,112	779,69
6,0	-69,804	46,335	10,335	-6,245	0,078	775,208
7,0	-69,237	45,977	10,207	-6,245	0,055	760,792
8,0	-68,846	45,73	10,042	-6,198	0,038	739,764
9,0	-68,576	45,56	9,854	-6,119	0,027	714,58
10,0	-68,391	45,444	9,651	-6,018	0,019	686,995
11,0	-56,408	30,407	12,971	-9,518	1,242	1715,702
12,0	-42,184	14,072	15,182	-11,863	1,097	2449,234
13,0	-36,993	9,442	15,379	-13,239	0,342	2197,956
14,0	-35,598	8,201	5,544	5,541	0,091	2165,112
15,0	-34,104	9,338	2,71	3,657	0,269	227,99
16,0	-32,988	10,012	2,213	1,897	0,412	54,541
17,0	-32,22	10,08	2,37	0,455	0,347	37,706
18,0	-32,0	10,08	2,328	0,141	0,093	29,086
19,0	-31,933	10,08	2,287	0,044	0,029	27,411

Lancio n°11 Xp=-81,43 m yp=63,95 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-77,417	51,133	8,718	-1,854	1,339	983,758
2,0	-70,945	47,053	10,003	-4,016	0,742	675,546
3,0	-55,846	29,817	13,126	-9,623	1,509	1799,466
4,0	-41,535	13,493	15,295	-11,971	1,09	2478,623
5,0	-36,323	8,845	15,489	-13,338	0,341	2229,6
6,0	-35,593	8,205	5,646	5,627	0,047	2152,906
7,0	-34,062	9,37	2,754	3,704	0,271	236,54
8,0	-32,905	10,061	2,237	1,928	0,42	56,318
9,0	-32,048	10,08	2,395	0,545	0,383	42,259
10,0	-31,782	10,08	2,353	0,168	0,111	30,022
11,0	-31,701	10,08	2,311	0,052	0,034	28,027

Lancio n°12 Xp=-80,33 m yp=61,87 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-76,612	50,626	8,477	-1,64	1,239	872,755
2,0	-70,212	46,591	9,8	-3,857	0,755	647,191
3,0	-55,13	29,037	13,742	-7,788	1,539	1795,164
4,0	-35,8	8,378	15,665	-12,26	1,407	2704,986
5,0	-35,586	8,21	5,771	5,767	0,014	2005,85
6,0	-33,879	9,487	3,585	3,553	0,296	243,807
7,0	-32,218	10,08	3,916	0,304	0,463	84,377
8,0	-31,975	10,08	3,846	0,094	0,062	77,694

9,0	-31,901	10,08	3,779	0,029	0,019	74,675

Lancio n°13 Xp=-79,96 m yp=59,9 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-76,66	50,656	8,129	-1,36	1,101	731,607
2,0	-70,423	46,724	9,498	-3,637	0,767	606,09
3,0	-56,099	30,083	12,769	-9,218	1,508	1692,752
4,0	-41,975	13,886	14,976	-11,682	1,106	2384,392
5,0	-36,859	9,323	15,179	-13,061	0,342	2140,387
6,0	-35,597	8,203	5,505	5,525	0,083	2102,145
7,0	-34,098	9,343	2,701	3,642	0,272	224,583
8,0	-32,989	10,012	2,204	1,891	0,411	54,163
9,0	-32,227	10,08	2,361	0,452	0,345	37,36
10,0	-32,01	10,08	2,319	0,14	0,092	28,855
11,0	-31,944	10,08	2,278	0,043	0,028	27,197

Lancio n°14 Xp=-79,6 m yp=57,94 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-76,761	50,72	7,705	-1,078	0,945	588,078
2,0	-70,826	46,979	9,111	-3,386	0,77	555,112
3,0	-57,528	31,585	12,331	-8,828	1,46	1559,236
4,0	-43,695	15,509	14,295	-12,306	1,122	2285,222
5,0	-41,01	13,025	14,622	-12,641	0,188	1968,593
6,0	-39,817	11,961	14,51	-12,825	0,082	1960,012
7,0	-39,474	11,655	14,306	-12,726	0,024	1913,675
8,0	-39,376	11,567	14,078	-12,546	0,007	1855,848

Lancio n°15 Xp=-79,23 m yp=55,97 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-76,945	50,835	7,144	-0,819	0,762	440,899
2,0	-71,58	47,453	8,559	-3,085	0,751	485,939
3,0	-59,864	34,041	11,638	-8,254	1,369	1360,432
4,0	-46,719	18,461	13,737	-11,744	1,129	2117,731
5,0	-42,3	14,176	14,57	-12,262	0,322	1948,754
6,0	-40,121	12,232	14,558	-12,772	0,15	1966,521
7,0	-39,492	11,671	14,386	-12,769	0,043	1931,872
8,0	-39,312	11,511	14,166	-12,617	0,013	1878,115
9,0	-39,261	11,465	13,934	-12,422	0,004	1818,679

Lancio n°16 Xp=-78,86 m yp=54,0 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-77,278	51,045	6,285	-0,671	0,529	287,007
2,0	-73,062	48,388	7,617	-2,693	0,671	378,273
3,0	-69,789	46,325	8,398	-3,872	0,43	470,551
4,0	-58,869	32,995	11,712	-8,257	1,3	1371,8
5,0	-45,634	17,402	13,776	-11,788	1,13	2127,18
6,0	-41,729	13,667	14,469	-12,265	0,283	1920,643
7,0	-39,842	11,983	14,432	-12,687	0,13	1933,814
8,0	-39,298	11,498	14,253	-12,658	0,038	1897,085
9,0	-39,142	11,359	14,032	-12,5	0,011	1843,136

Lancio n°17 Xp=-78,13 m yp=52,82 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)

1,0	-76,924	50,822	5,729	-0,708	0,402	219,231
2,0	-73,534	48,685	6,942	-2,48	0,592	310,513
3,0	-70,852	46,995	7,661	-3,542	0,386	389,942
4,0	-68,841	45,728	8,085	-4,208	0,262	447,282
5,0	-58,787	32,909	11,555	-8,065	1,244	1324,589
6,0	-45,675	17,442	13,632	-11,647	1,135	2083,938
7,0	-41,769	13,702	14,334	-12,14	0,287	1884,441
8,0	-39,886	12,022	14,3	-12,568	0,131	1898,423
9,0	-39,342	11,538	14,124	-12,543	0,038	1862,818
10,0	-39,187	11,399	13,906	-12,387	0,011	1809,99

Lancio n°18 Xp=-76,7 m yp=51,74 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-75,606	49,992	5,552	-0,737	0,365	201,427
2,0	-72,48	48,021	6,716	-2,418	0,563	289,7
3,0	-69,995	46,455	7,41	-3,435	0,37	364,412
4,0	-61,178	35,423	10,725	-7,349	1,19	1114,939
5,0	-48,912	20,601	12,955	-10,97	1,144	1890,164
6,0	-44,487	16,282	13,21	-12,416	0,342	1757,101
7,0	-43,2	15,027	13,147	-12,694	0,097	1746,698
8,0	-42,83	14,665	12,974	-12,623	0,028	1710,481
9,0	-42,724	14,561	12,77	-12,453	0,008	1660,482

Lancio n°19 Xp=-75,01 m yp=50,67 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-73,915	48,925	5,552	-0,737	0,365	201,427
2,0	-70,788	46,955	6,716	-2,418	0,563	289,7
3,0	-68,303	45,388	7,41	-3,435	0,37	364,412
4,0	-58,807	32,93	11,1	-7,514	1,282	1215,821
5,0	-46,038	17,797	13,223	-11,244	1,15	1964,588
6,0	-42,014	13,921	13,981	-11,79	0,304	1791,938
7,0	-40,078	12,194	13,965	-12,259	0,139	1809,267
8,0	-39,519	11,695	13,798	-12,249	0,04	1777,22
9,0	-39,358	11,552	13,586	-12,1	0,012	1727,499

Lancio n°20 Xp=-73,32 m yp=49,61 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-72,223	47,859	5,552	-0,737	0,365	201,427
2,0	-69,096	45,888	6,716	-2,418	0,563	289,7
3,0	-60,46	34,668	10,387	-6,821	1,286	1046,969
4,0	-48,356	20,059	12,631	-10,652	1,165	1800,418
5,0	-44,039	15,846	12,895	-12,108	0,342	1673,121
6,0	-42,783	14,619	12,838	-12,392	0,097	1665,136
7,0	-42,619	14,46	13,274	-11,532	0,013	1617,479
8,0	-41,787	13,718	13,156	-11,644	0,063	1612,281
9,0	-41,548	13,505	12,966	-11,538	0,018	1572,296
10,0	-41,48	13,444	12,757	-11,37	0,005	1524,078

Lancio n°21 Xp=-71,63 m yp=48,54 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-70,531	46,792	5,552	-0,737	0,365	201,426
2,0	-63,404	37,763	9,165	-5,66	1,284	788,799
3,0	-55,974	29,952	10,61	-8,601	0,811	1126,851

4,0	-46,33	18,082	12,817	-10,93	0,909	1775,93
5,0	-42,38	14,247	13,63	-11,455	0,308	1700,808
6,0	-40,43	12,508	13,627	-11,951	0,143	1721,872
7,0	-39,866	12,005	13,468	-11,953	0,041	1692,865
8,0	-39,705	11,861	13,262	-11,811	0,012	1646,023

Lancio n°22 Xp=-69,93 m yp=47,47 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-68,839	45,726	5,552	-0,737	0,365	201,427
2,0	-61,213	35,46	9,546	-5,845	1,374	876,22
3,0	-49,809	21,478	11,903	-9,931	1,195	1608,699
4,0	-45,713	17,48	12,192	-11,419	0,344	1492,927
5,0	-44,518	16,313	12,148	-11,718	0,098	1490,027
6,0	-44,173	15,976	11,992	-11,665	0,028	1461,019
7,0	-44,074	15,879	11,805	-11,511	0,008	1418,873

Lancio n°23 Xp=-68,24 m yp=46,41 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-66,014	41,475	4,819	-6,686	0,743	426,568
2,0	-64,525	38,942	7,92	-5,428	0,309	519,353
3,0	-59,845	34,022	9,064	-7,593	0,591	807,263
4,0	-56,267	30,26	9,753	-8,927	0,395	968,718
5,0	-54,531	28,515	10,998	-8,119	0,178	1004,058
6,0	-43,322	15,146	13,122	-11,204	1,019	1886,269
7,0	-41,074	13,082	13,369	-11,585	0,171	1646,014
8,0	-40,15	12,258	13,259	-11,727	0,069	1636,973
9,0	-39,884	12,021	13,071	-11,629	0,02	1597,549
10,0	-39,808	11,953	12,861	-11,462	0,006	1548,963

Lancio n°24 Xp=-66,58 m yp=44,6 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-64,004	38,394	7,584	-3,803	0,86	516,583
2,0	-57,556	31,615	9,263	-7,082	0,85	830,51
3,0	-48,743	20,437	11,623	-9,741	0,951	1471,454
4,0	-44,942	16,727	11,9	-11,157	0,327	1420,758
5,0	-43,831	15,642	11,854	-11,438	0,093	1418,962
6,0	-43,511	15,33	11,701	-11,383	0,027	1391,047
7,0	-43,419	15,24	11,518	-11,231	0,008	1350,783

Lancio n°25 Xp=-65,69 m yp=42,81 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-63,432	37,792	7,1	-3,568	0,751	432,842
2,0	-57,79	31,861	8,72	-6,657	0,794	727,491
3,0	-54,03	28,078	10,379	-6,909	0,431	870,381
4,0	-42,505	14,358	12,843	-9,788	1,11	1750,53
5,0	-38,141	10,466	13,104	-11,212	0,34	1588,405
6,0	-36,873	9,336	13,041	-11,494	0,097	1580,27
7,0	-36,508	9,01	12,87	-11,439	0,028	1547,578
8,0	-36,403	8,916	12,668	-11,287	0,008	1502,332

Lancio n°26 Xp=-64,79 m yp=41,03 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)

1,0	-62,916	37,25	6,476	-3,337	0,623	344,838
2,0	-58,333	32,431	7,979	-6,114	0,708	600,232
3,0	-54,771	28,724	9,838	-6,298	0,446	768,331
4,0	-43,812	15,624	12,052	-10,134	1,114	1610,37
5,0	-41,18	13,177	12,453	-10,67	0,218	1421,96
6,0	-40,073	12,19	12,39	-10,924	0,089	1426,421
7,0	-39,754	11,905	12,226	-10,867	0,026	1396,628
8,0	-39,663	11,824	12,033	-10,722	0,007	1355,637

Lancio n°27 Xp=-63,88 m yp=39,56 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-62,291	36,593	5,982	-3,201	0,53	287,95
2,0	-58,526	32,635	7,359	-5,687	0,629	505,542
3,0	-55,411	29,348	9,655	-4,952	0,423	665,906
4,0	-42,943	14,776	11,93	-9,961	1,291	1618,425
5,0	-40,914	12,94	12,084	-10,493	0,17	1346,369
6,0	-40,212	12,313	11,979	-10,601	0,058	1336,404
7,0	-40,01	12,133	11,806	-10,506	0,017	1303,623
8,0	-39,952	12,082	11,616	-10,354	0,005	1263,714

Lancio n°28 Xp=-62,5 m yp=38,12 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-60,912	35,144	5,982	-3,201	0,53	287,95
2,0	-57,147	31,185	7,359	-5,687	0,629	505,543
3,0	-54,457	28,451	8,885	-5,854	0,366	626,877
4,0	-45,141	16,921	11,22	-9,338	1,048	1383,474
5,0	-41,924	13,84	11,893	-10,004	0,287	1290,948
6,0	-40,461	12,536	11,893	-10,432	0,123	1310,482
7,0	-40,038	12,158	11,753	-10,432	0,036	1289,292
8,0	-39,917	12,05	11,573	-10,308	0,01	1253,605

Lancio n°29 Xp=-61,13 m yp=36,67 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-59,534	33,694	5,982	-3,201	0,53	287,951
2,0	-55,769	29,736	7,359	-5,687	0,629	505,543
3,0	-49,334	21,014	9,885	-8,078	0,874	1050,251
4,0	-46,169	17,924	10,202	-9,509	0,32	1038,781
5,0	-45,236	17,013	10,184	-9,81	0,091	1045,624
6,0	-44,966	16,75	10,058	-9,78	0,026	1027,369
7,0	-44,888	16,674	9,903	-9,655	0,008	998,304

Lancio n°30 Xp=-59,75 m yp=35,22 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-58,156	32,245	5,982	-3,201	0,53	287,95
2,0	-54,548	28,53	7,959	-4,465	0,603	488,361
3,0	-45,661	17,428	10,391	-8,51	1,117	1200,036
4,0	-42,355	14,225	11,162	-9,295	0,318	1134,608
5,0	-40,852	12,885	11,193	-9,792	0,135	1158,868
6,0	-40,417	12,496	11,071	-9,819	0,039	1143,203
7,0	-40,292	12,384	10,904	-9,709	0,011	1112,598

Lancio n°31 Xp=-58,37 m yp=33,77 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)

1,0	-56,777	30,796	5,982	-3,201	0,53	287,95
2,0	-51,382	23,918	5,962	-8,944	0,902	711,985
3,0	-50,092	21,754	8,726	-7,215	0,216	735,382
4,0	-47,776	19,493	9,0	-8,411	0,265	805,4
5,0	-47,09	18,824	8,978	-8,655	0,076	812,741
6,0	-46,892	18,63	8,865	-8,621	0,022	798,176
7,0	-46,836	18,575	8,727	-8,509	0,006	775,372

Lancio n°32 Xp=-56,99 m yp=32,32 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-55,393	29,332	5,686	-3,828	0,532	288,995
2,0	-50,511	22,427	6,196	-8,869	0,859	720,106
3,0	-50,001	21,665	8,234	-7,063	0,082	643,291
4,0	-48,367	20,07	8,42	-7,938	0,198	705,765
5,0	-47,885	19,6	8,376	-8,094	0,057	708,716
6,0	-47,746	19,464	8,264	-8,043	0,017	694,105

Lancio n°33 Xp=-55,61 m yp=30,87 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-54,116	28,153	6,103	-2,217	0,499	269,899
2,0	-46,869	18,608	8,802	-6,933	1,187	879,712
3,0	-43,895	15,705	9,175	-8,482	0,338	836,613
4,0	-43,011	14,842	9,182	-8,826	0,096	848,488
5,0	-42,754	14,591	9,076	-8,819	0,028	836,0
6,0	-42,681	14,52	8,938	-8,712	0,008	813,038

Lancio n°34 Xp=-54,29 m yp=29,5 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-52,407	25,67	5,398	-5,206	0,629	348,279
2,0	-49,234	20,916	7,788	-6,223	0,588	615,987
3,0	-47,045	18,779	8,109	-7,52	0,281	651,034
4,0	-46,391	18,141	8,11	-7,801	0,081	662,016
5,0	-46,202	17,956	8,014	-7,789	0,023	651,927
6,0	-46,148	17,903	7,891	-7,693	0,007	633,839

Lancio n°35 Xp=-52,78 m yp=27,86 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-50,316	22,094	5,91	-6,368	0,821	485,822
2,0	-49,677	21,349	6,662	-6,03	0,108	428,321
3,0	-49,035	20,722	6,716	-6,418	0,096	451,558
4,0	-48,847	20,538	6,651	-6,452	0,028	448,272
5,0	-48,794	20,486	6,554	-6,385	0,008	436,945

Lancio n°36 Xp=-51,68 m yp=26,19 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-49,399	21,077	6,158	-4,391	0,76	439,625
2,0	-47,364	19,091	6,603	-5,983	0,33	427,074
3,0	-46,741	18,483	6,654	-6,361	0,094	443,344
4,0	-46,56	18,306	6,589	-6,393	0,027	439,991
5,0	-46,508	18,255	6,492	-6,326	0,008	428,822

Lancio n°37 Xp=-50,64 m yp=24,43 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-48,685	20,38	5,756	-4,125	0,653	364,013
2,0	-46,932	18,669	6,173	-5,598	0,305	372,356
3,0	-46,394	18,144	6,219	-5,946	0,087	387,273
4,0	-46,237	17,991	6,158	-5,975	0,025	384,331

Lancio n°38 Xp=-49,63 m yp=22,7 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-48,056	19,766	5,247	-3,823	0,526	285,331
2,0	-46,666	18,41	5,613	-5,106	0,265	307,292
3,0	-46,24	17,993	5,651	-5,407	0,076	319,831
4,0	-46,115	17,872	5,594	-5,429	0,022	317,176

Lancio n°39 Xp=-48,46 m yp=21,41 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-46,965	18,701	5,128	-3,757	0,498	269,301
2,0	-45,659	17,427	5,48	-4,99	0,255	292,836
3,0	-45,258	17,036	5,515	-5,279	0,073	304,726
4,0	-45,142	16,921	5,459	-5,298	0,021	302,108

Lancio n°40 Xp=-47,03 m yp=20,01 m

Ni	xi(m)	yi(m)	vx(m/s)	vy(m/s)	t(s)	E(KJ)
1,0	-45,534	17,304	5,128	-3,757	0,498	269,301
2,0	-44,228	16,03	5,48	-4,99	0,255	292,836
3,0	-43,827	15,639	5,515	-5,279	0,073	304,728
4,0	-43,71	15,524	5,459	-5,298	0,021	302,109

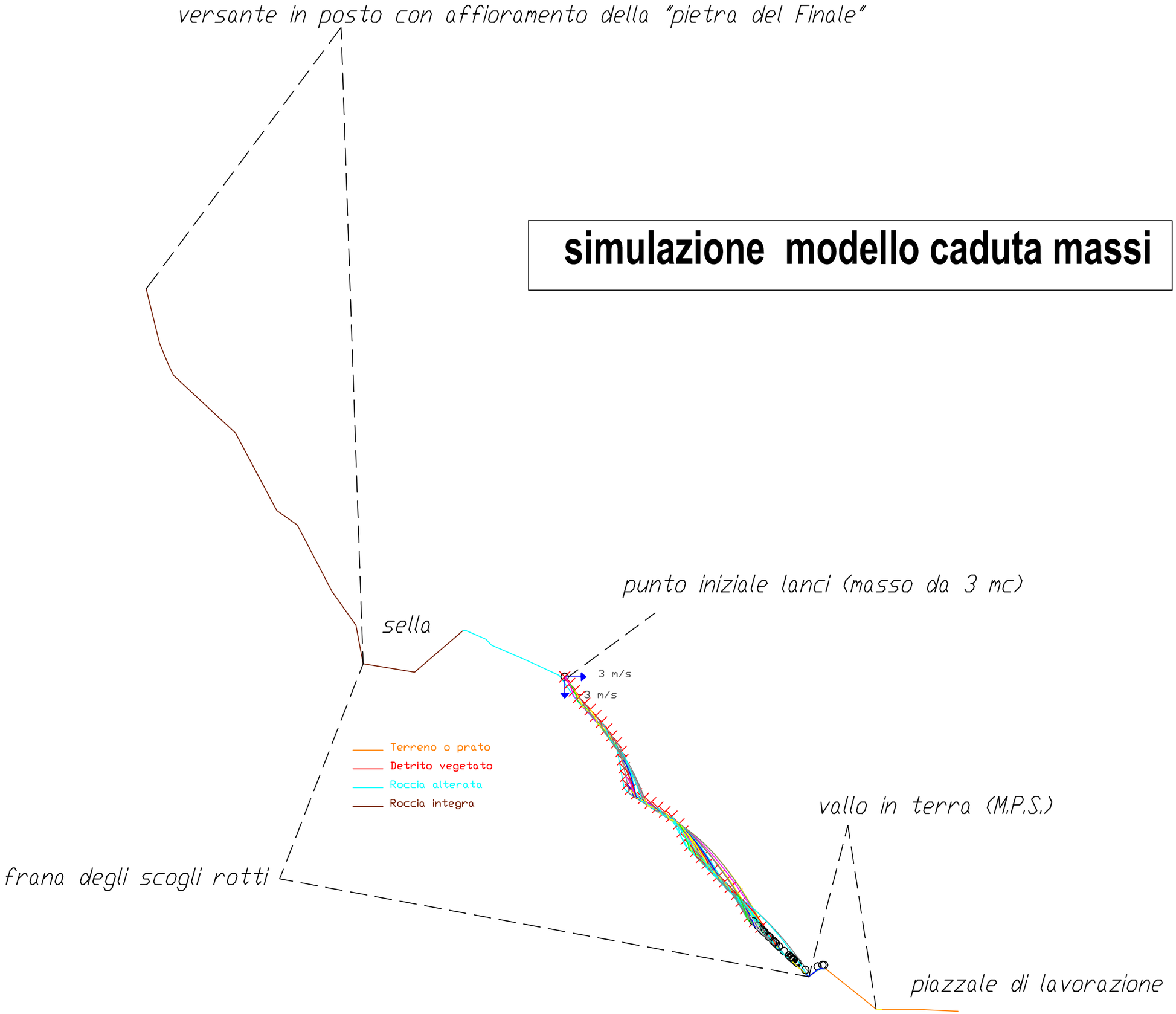
ELABORAZIONI STATISTICHE

Velocità massima	29,742	m/s
Velocità minima	1,072	m/s
Velocità media	14,924	m/s
Scarto quadratico medio	6,092	m/s
Energia massima pre-impatto	**3511,729**	**KJ**
Energia media pre-impatto	1180,582	KJ
Scarto quadratico energia	816,739	KJ
Ascissa media di arresto	-40,266	m
Ascissa massima raggiunta	0,0	m

% Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
-93,77	0
-74,77	0
-55,77	0
-36,77	82,5
-17,77	100

simulazione modello caduta massi



L’esame dei dati emersi dai calcoli del programma evidenziano che i massi vengono arrestati nell’ambito del vallo in M.P.S. che appare in grado di garantire per lo scenario di progetto un’adeguata protezione al piazzale sottostante.

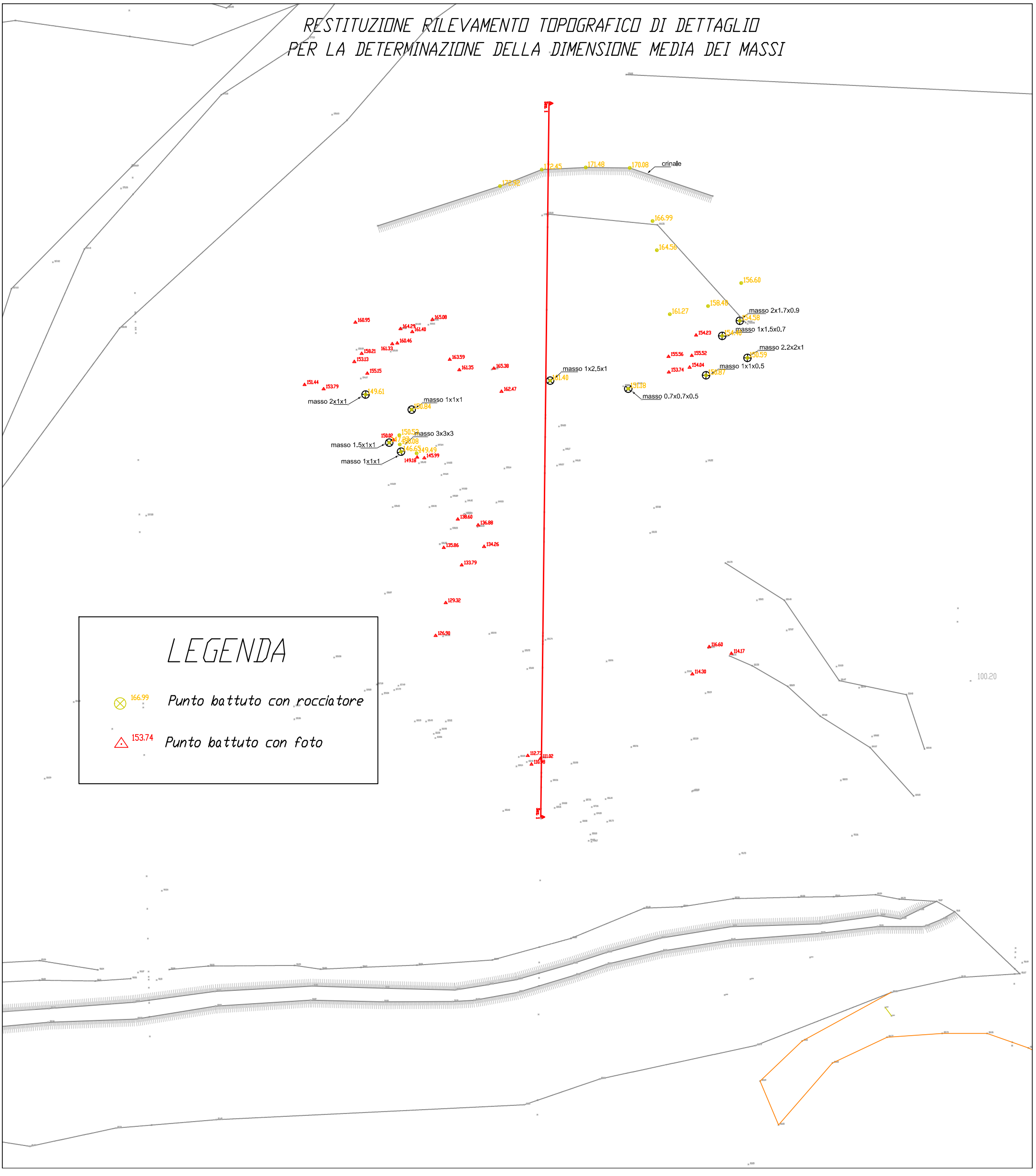
Le simulazioni traiettografiche eseguite derivano da analisi statistiche e pertanto risultano, rispetto ai fenomeni di crollo reale in parete, approssimate soprattutto in caso di eventi eccezionali o particolari che potrebbero portare a situazioni diverse da quanto qui previsto.

Si può concludere che, dai dati di calcolo, la presenza del “vallo” è un efficace provvedimento per la mitigazione del rischio geomorfologico legato principalmente alla caduta massi. Infatti il “vallo” esistente, nella configurazione geometrica attuale, rappresenta un elemento di garanzia permanente per lo svolgimento in sicurezza delle lavorazioni nell’ambito del piazzale.

Molto importante è ovviamente la periodica manutenzione del “vallo” al fine di garantirne nel tempo la funzionalità e l’efficienza dello stesso per fronteggiare i pericoli di crolli.

Si prescrive inoltre di attuare misure di prevenzione/informazione tramite l’adozione di provvedimenti collegati alla Protezione Civile con particolare riferimento alle fasi “allerta” idro-metereologiche regionali con il divieto di eseguire lavorazioni nel piazzale durante le fasi allerta di tipo “2” o durante piogge particolarmente intense e di eseguire un controllo periodico a “vista” dello stato dell’accumulo a monte e comunque in ogni caso dopo avvenimenti calamitosi.

RESTITUZIONE RILEVAMENTO TOPOGRAFICO DI DETTAGLIO
PER LA DETERMINAZIONE DELLA DIMENSIONE MEDIA DEI MASSI



RESTITUZIONE RILEVAMENTO TOPOGRAFICO DI DETTAGLIO PER LA DETERMINAZIONE DELLA DIMENSIONE MEDIA DEI MASSI

