

**POLITECNICO DI TORINO**  
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE**  
**DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE**

**I Sessione 2012 - Sezione A**  
**Settore civile e ambientale**

**Classe 38/S – Ingegneria Ambiente/Protezione Territorio**

**Prova pratica del 20 luglio 2012**

**SCAVO IN ROCCIA CON ESPLOSIVO, CON ESIGENZE DI LIMITAZIONE DELLE VIBRAZIONI**

Per l'apertura di un'autostrada è necessario ricorrere all'abbattimento con esplosivi. Parte del tracciato è in galleria. I dati salienti del piano di tiro sono riportati in Tabella 1; in Figura 1 è dato lo schema della volata, nelle due viste.

Tabella 1. Dati salienti del piano di tiro originario.

<b>Roccia</b>	gneiss compatto
<b>Sezione di scavo</b>	130 m <sup>2</sup>
<b>Sfondo teorico</b>	8.3 m
<b>Sfondo effettivo</b>	7.8 m
<b>Rendimento</b>	0.94
<b>Esplosivo</b>	Gelatina Dinamite
<b>Carica totale</b>	840 kg
<b>Powder Factor</b>	0.8 kg/m <sup>3</sup>
<b>Tempi di ritardo</b>	10 + Z, Det. Elettrici HU
<b>Diametro dei fori</b>	33 mm
<b>Numero di mine</b>	150
<b>Densità di perforazione</b>	1.2 fori/m <sup>2</sup>
<b>Numero di mine del cut</b>	40

Nella porzione di scavo che costeggia un centro abitato (v. planimetria schematica in Figura 2) è necessario modificare il piano di tiro originario, e stabilire limitazioni alla carica per ritardo (CPD) idonee a ridurre al di sotto del limite di 5 mm/s l'intensità di picco (PPV) delle vibrazioni alle fondazioni degli edifici.

Per individuare un'adatta legge di sito sono stati eseguiti rilevamenti su tiri di prova, i cui risultati sono sintetizzati in tabella 2.

Tabella 2. Risultati dei rilevamenti su tiri di prova.

Carica (kg)	Distanza R (m)	PPV rilevate (mm/s)	Frequenze rilevate (Hz)
5	25	17.6	62
5	50	6.0	56
15	50	13.0	47
15	100	5.0	27
10	100	4.0	25
10	80	5.5	42
10	50	10.0	57
10	150	2.5	38
10	200	2.0	21

**Quesiti:**

1. Ricavare, dai dati dei tiri di prova, un'ideale legge di sito, del tipo:

$$PPV = K \left( \frac{R}{\sqrt{CPD}} \right)^{-n}$$

(è allegato un foglio di carta logaritmica – Figura 3 - per agevolare tale operazione);

2. Calcolare i limiti di CPD da rispettare nelle tre sezioni A, B, C del lavoro di cui alla planimetria (per ciascuna sezione sarà da rispettare il valore più cautelativo);

3. Riportare i dati PPV - Frequenza sul diagramma della norma DIN 4150 (v. allegati nelle Figure 4, 5) e verificare se i limiti per edifici residenziali sono rispettati;

4. Predisporre, sulla base della legge di sito ricavata, un nuovo piano di tiro idoneo a soddisfare le esigenze di rispetto dei limiti di vibrazione imposti dalla norma.

Sono allegati le schede tecniche:

- di due esplosivi commerciali di impiego comune (Gelatina dinamite ed emulsioni)
- dei sistemi di innesco Nonel.

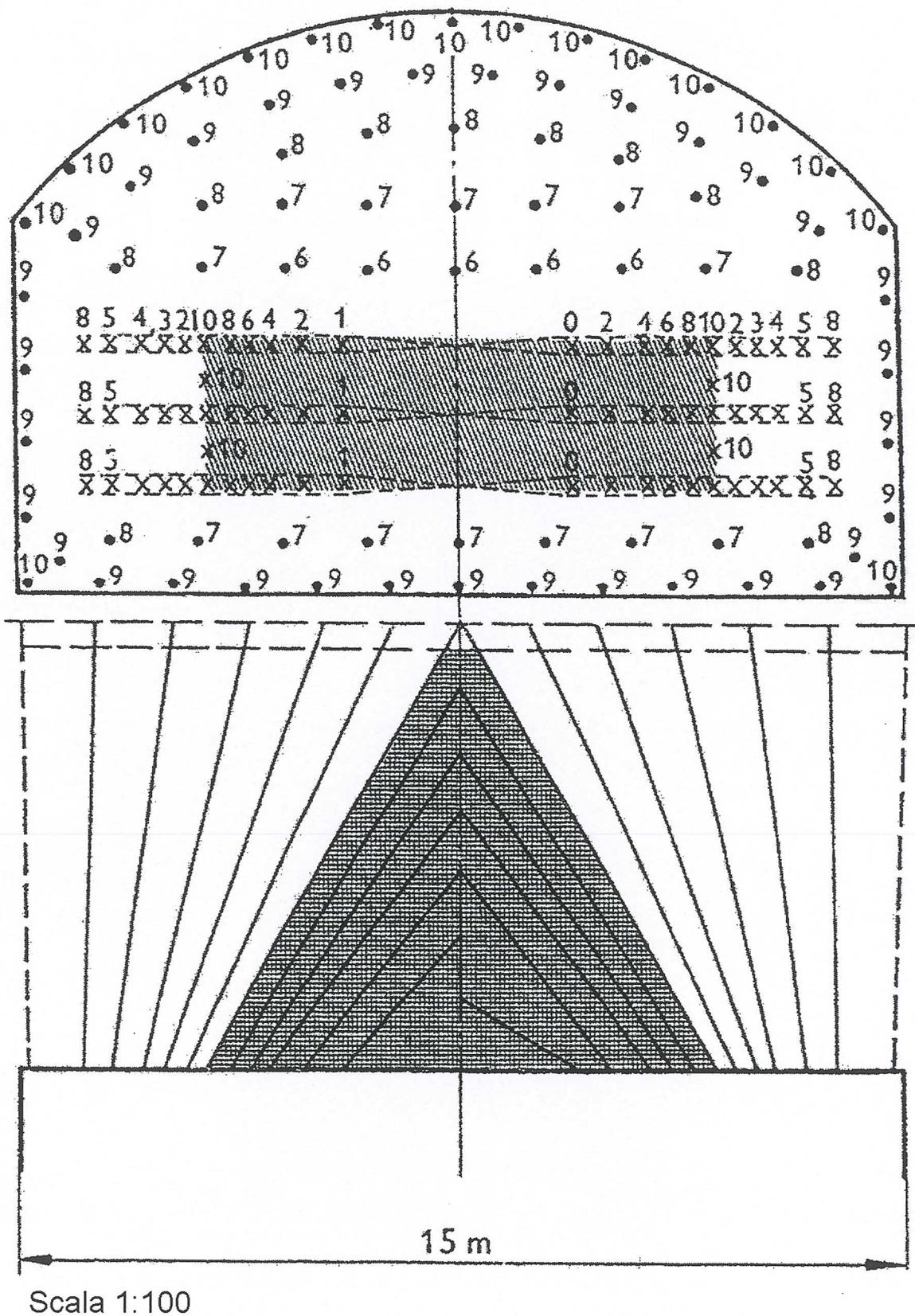


Figura 1. Schema originario della volata con apertura a fori convergenti.

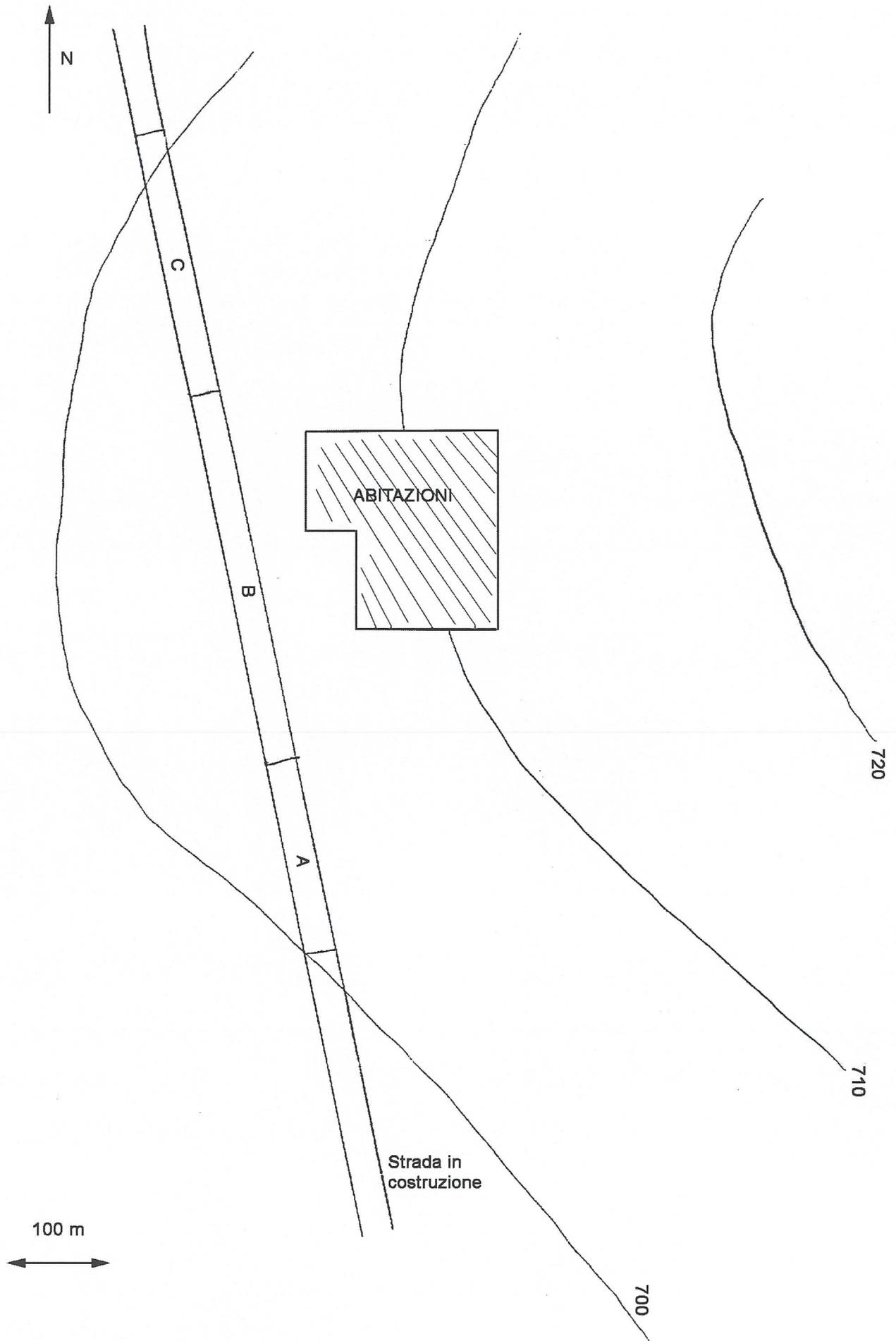


Figura 2. Planimetria schematica del tracciato.

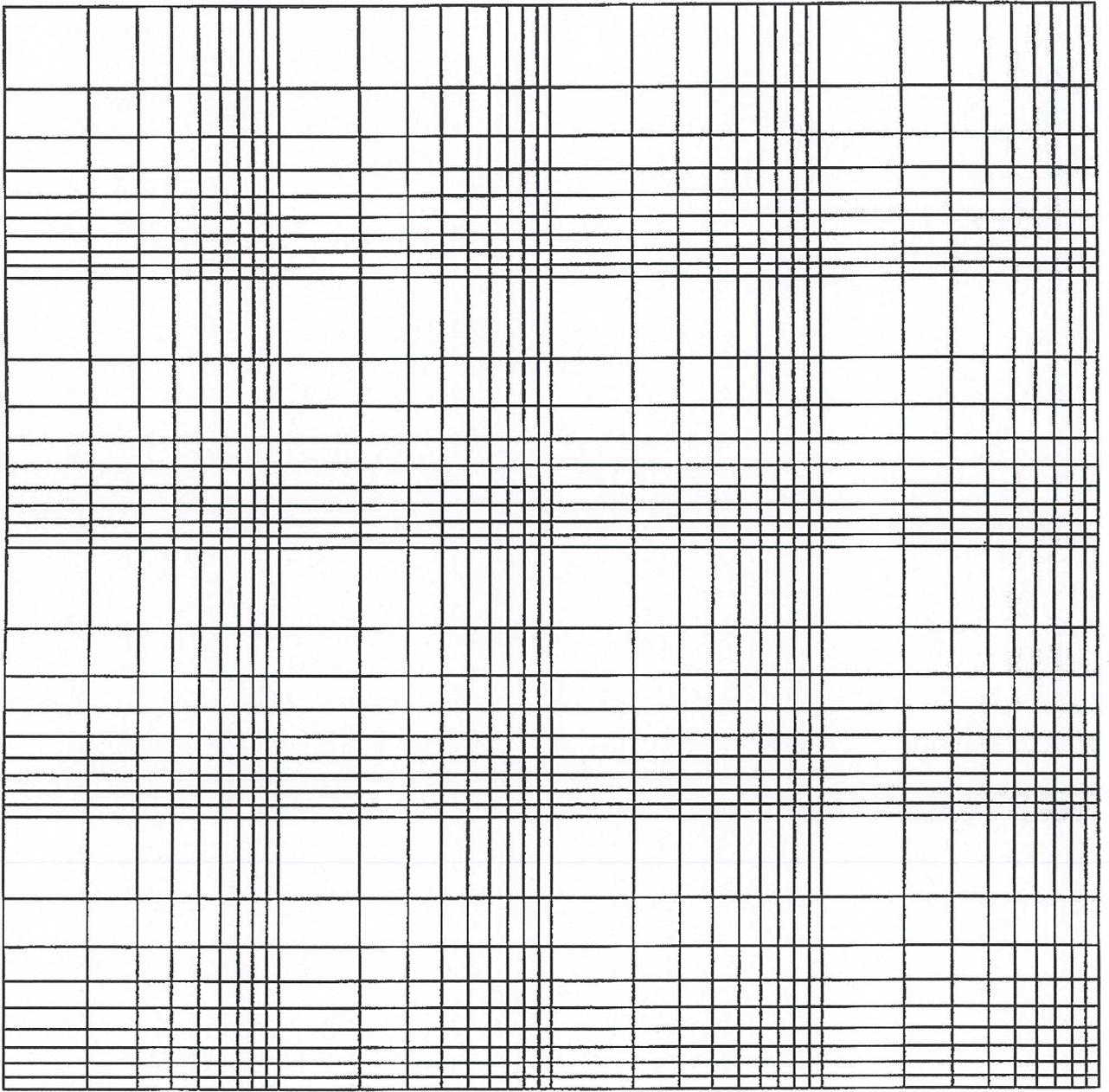


Figura 3. Carta logaritmica.

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione (PPV)			
		Frequenze alle fondazioni			Ultimo solaio orizzontale
		da 1 a 10 Hz	da 10 a 50 Hz	da 50 a 100 Hz *	tutte le frequenze
<b>A</b>	Costruzioni per attività commerciali, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari per struttura e utilizzo	20	da 20 a 40	da 40 a 50	40
<b>B</b>	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione e/o utilizzo	5	da 5 a 15	da 15 a 20	15
<b>C</b>	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (per esempio monumenti storici)	3	da 3 a 8	da 8 a 10	8

\* per frequenze superiori a 100 Hz possono essere adottati come minimo i valori per 100 Hz

Figura 4. Valori di riferimento delle velocità secondo la norma DIN 4150-3.

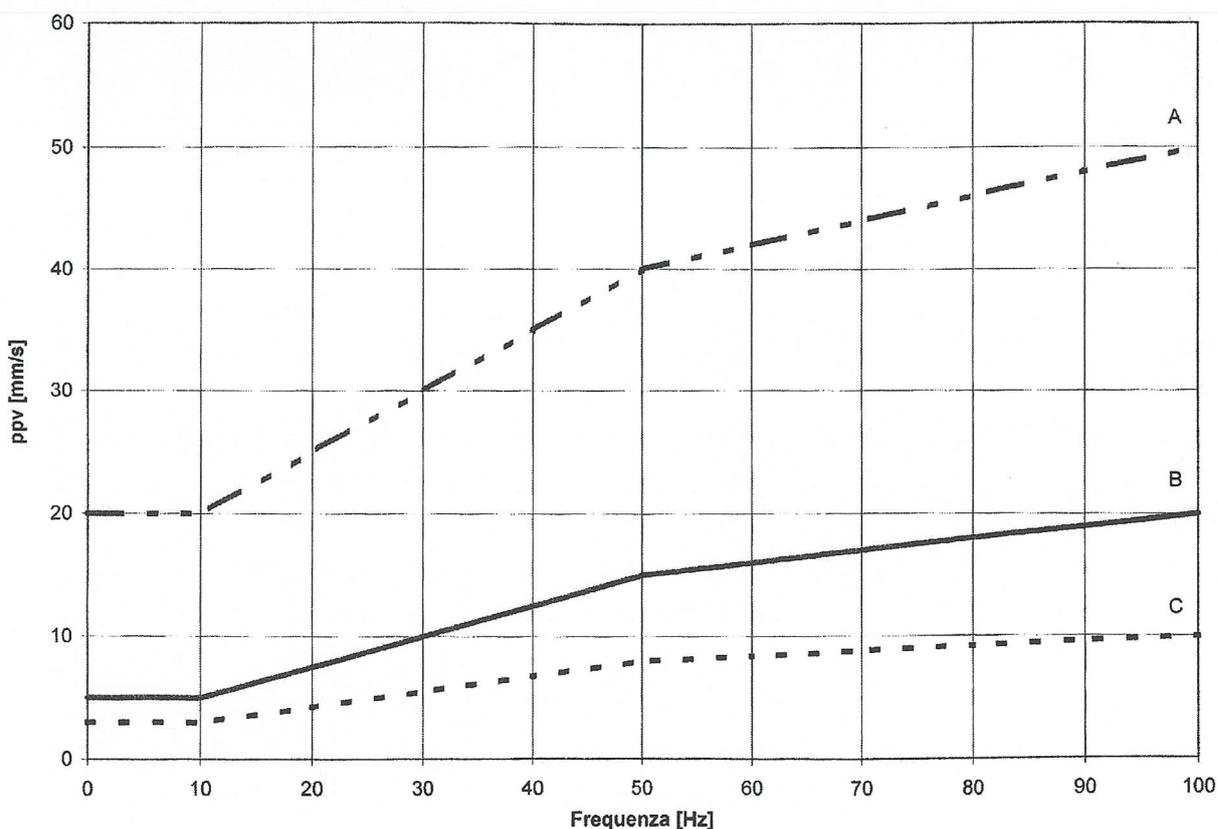


Figura 5. Diagramma PPV – Frequenza per le diverse classi di sensibilità cui fa riferimento la norma DIN 4150-3.

## CONFEZIONI

Dimensioni cartucce (Ø x L mm)	GELATINA 1	GELATINA 2b	SISMIC 2
	Peso / cartuccia kg	Peso / cartuccia kg	Peso / cartuccia kg
25x200	0,140	0,135	ND
25x400	0,285	0,280	ND
40x400	0,730	0,715	ND
50x500	1,425	1,395	ND
50x450	ND	ND	1,0
50x225	ND	ND	0,5
60x500	2,050	2,010	ND
63x630	ND	ND	2,5
70x500	2,790	2,730	ND
80x500	3,645	3,570	ND
90x500	4,610	4,515	ND

ND= non disponibile nell'esecuzione standard

La GELATINA è confezionata in cartucce di carta paraffinata (per i diametri 25 e 40 mm) e da film di polietilene (per diametri superiori a 40 mm). Le cartucce sono contenute in casse di cartone omologate per un peso netto di esplosivo pari a 25 kg.

Il SISMIC è confezionato in tubi di plastica rigidi avvitabili.-

## OMOLOGAZIONE

	MINISTERO INTERNO		MINISTERO ATTIVITA' PRODUTTIVE		CERTIFICAZIONE CE
	G.U. n.	Data	Codice M.I.C.A.	Data	Organismo/ n.certificato
<b>Gelatina 1</b>	147	09.06.73	1Ab 008500	14.02.76	INERIS /0080.EXP.03.0015
<b>Gelatina 2</b>	147	09.06.73	1Ab 008700	14.02.76	INERIS/ 0080.EXP.03.0017
<b>Sismic 2</b>	147	09.06.73	1Aa 210700	14.02.76	INERIS / 0080.EXP.03.0019

## CLASSIFICAZIONE secondo le raccomandazioni delle Nazioni Unite (Orange Book)

ESPLOSIVO DA MINA TIPO A      1.1 D      N. ONU 0081      ADR/RID

PRAVISANI S.p.A.  
SEDE COMMERCIALE – UFFICIO TECNICO  
Piazza Roma, 1 – 25080 Carzago della Riviera (BS)  
Tel.: 030.6000006 – Fax.: 030.6000049  
e-mail: italesplosivi@iol.it

Rev. 2 del 07/10/2003 pag. 2/2

## CONFEZIONI

I **PREMEX 3300 – 2200** sono confezionati in cartucce aventi lunghezza di 400 mm circa e diametro variabile da 25 a 40 mm.

L'involucro delle cartucce è costituito da un film di polietilene alta densità. Le cartucce sono contenute in casse di cartone omologate per il trasporto di esplosivo con peso netto di 25 kg.

Le cariche **PREMEX 300 profil** sono confezionate in tubi di plastica rigida di lunghezza 460 mm, innestabili una sull'altra e dotate di aletta di centraggio nel foro.

diametro [mm]	Premex 3300 - Premex 2200			Premex 300 profil		
	Cart./cassa [n]	peso unitario [kg]	lunghezza [cm]	cart./cassa [n]	peso unitario [kg]	lunghezza [cm]
19	-	-	-	180 ± 10	0,140	46
25	106 ± 5	0,236	40	100	0,250	46
30	74 ± 4	0,338	40	-	-	-
32	65 ± 3	0,384	40	-	-	-
35	54 ± 3	0,463	40	-	-	-
40	42 ± 2	0,595	40	-	-	-

## OMOLOGAZIONE

	MINISTERO INTERNO		MINISTERO INDUSTRIA		MINISTERO LAVORO
	G.U. n.	Data	cod. MICA	Data	Data comunicazione
Premex 3300	30	05.02.02	1Ab 0257	22.03.02	07.03.02
Premex 2200	105	08.05.00	1B 0017	16.03.01	22.11.00
Premex 300 pr.	124	29.05.96	1B 0016	09.06.00	21.09.00

## CLASSIFICAZIONE secondo le raccomandazioni delle Nazioni Unite (Orange Book)

ESPLOSIVO DA MINA TIPO E      1.1 D      N. ONU 0241      Ord. 4° secondo ADR

PRAVISANI S.p.A.  
SEDE COMMERCIALE – UFFICIO TECNICO  
Piazza Roma, 1 – 25080 Carzago della Riviera (BS)  
Tel.: 030.6000006 – Fax.: 030.6000049  
e-mail: [italesplosivi@jof.it](mailto:italesplosivi@jof.it)

## NONEL GT/MS

No di tempo	Ritardo ms	Intervallo ms	Lunghezza standard di tubo, m
3-20	75-500	25	4.8, 7.8, 15.0

## NONEL GT/T

No di tempo	Ritardo ms	Intervallo ms	Lunghezza standard di tubo, m
0	25	-	} 6.0, 7.8
1-12	100-1200	100	
14, 16, 18, 20	1400-2000	200	
25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60	} 2500-6000	500	

## NONEL UNIDET

Unità	Detonatore		Unità di connessione			
	U 475	U 500	UB 0	UB 17	UB 25	UB 42
<b>Codice</b>	U 475	U 500	UB 0	UB 17	UB 25	UB 42
<b>Ritardo, ms</b>	475	500	0	17	25	42
<b>Colore</b>	Giallo/Rosso	Giallo/Verde	Giallo	Blu	Rosso	Verde
<b>Simbolo grafico</b>	—	—				

Sono inoltre disponibili ulteriori tempi di ritardo per le Unità di connessione, ricorrendo alla serie **NONEL LP**.

I ritardi sono identificabili in base al colore del bussolotto:

Bianco	67 ms
Nero	109 ms
Arancione	176 ms
Marrone	285 ms