

STUDIUL DE EVALUARE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR DE DEROCARE ASUPRA OBIECTIVELOR PROTEJATE ȘI METODE DE REDUCERE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR – PROCEDEE DE CONTROL ȘI MONITORIZARE

CUPRINS

CUPRINS	1
1. GENERAREA UNDELOR SEISMICE CU AJUTORUL EXPLOZIILOR ÎN ROCI	3
1.1. Sursa seismică în cavitate sferică echivalentă exploziei generatoare de unde longitudinale și transversale	3
1.2. Sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate cilindrică	5
1.3. Sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate rectangulară	5
1.4. Energia exploziei	6
1.4.1. Transferul de energie asupra rocii	8
2. PROPAGAREA UNDELOR SEISMICE GENERATE DE EXPLOZII	12
2.1. Unde de volum	12
2.2. Unde de suprafață	13
2.2.1. Unde Rayleigh	13
2.2.2. Unde Love	13
2.3. Principii care stau la baza propagării undelor seismice	14
2.4. Caracteristicile dinamice și cinematice semnificative ale undelor seismice	14
3. ATENUAREA UNDEI SEISMICE - ABSORBȚIA ȘI DIFRAȚIA	14
3.1. Absorbția undelor seismice	14
3.2. Difracția undelor seismice	15
4. EFECTUL SEISMIC AL EXPLOZIILOR ASUPRA CONSTRUCȚIILOR ȘI A LUCRĂRILOR MINIERE	16
4.1. Tipuri de deteriorări produse de efectul seismic al exploziilor	16
4.2. Criterii de evaluare a efectului seismic al exploziilor	17
4.2.1. Evaluarea efectului seismic după mărimea deplasării	17
4.2.2. Evaluarea efectului seismic după mărimea vitezei particulei	17
4.2.3. Evaluarea efectului seismic după accelerația oscilației	18
4.2.4. Evaluarea efectului seismic după energia relativă ER	19
4.2.5. Evaluarea efectului seismic după factorul Zeller - vibrar	19
4.3. Evaluarea efectului seismic al exploziilor asupra lucrărilor miniere	20
4.3.1. Efectul seismic al exploziilor subterane asupra lucrărilor miniere subterane	20
4.3.2. Efectul seismic al exploziilor din cariere asupra lucrărilor miniere subterane	21
4.3.3. Efectul seismic al exploziilor asupra taluzelor	22
4.4. Formule de estimare a parametrilor vibrațiilor produse de explozii	23
4.4.1. Formule de calcul a vitezei	23
4.4.2. Formule de calcul a deplasării	26
4.4.3. Formule de calcul a accelerației	27
4.5. Norme și reglementări privind efectul seismic al exploziilor	27
4.6. Evaluarea efectului seismic al undei de șoc aeriene	29
5. CONTROLUL ȘI MONITORIZAREA EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR	32
5.1. Aparatura pentru înregistrarea vibrațiilor produse de explozii	32
5.1.1. Traductoare seismice	32
5.1.2. Seismografe portabile	33
5.2. Tipuri de seismografe	34
5.2.1. Seismograf tip BLASTMATE	34
5.2.2. Seismografe tip VIBRACORD DX	35
5.2.3. Seismograf tip ETNA	35
5.2.4. Seismografe tip TDL	36
6. METODE DE REDUCERE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR	37



6.1. Grupări de explozii	37
6.2. Metoda de inițiere a exploziilor	38
6.3. Crearea de suprafețe libere.....	38
6.4. Explozia de predespicare și de netezire	38
CONCLUZII	39
BIBLIOGRAFIE	40
FILA FINALĂ.....	41

ANEXE – FIȘELE TEHNICE ALE UNOR SEISMOMETRE

STUDIU DE EVALUARE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR DE DEROCARE ASUPRA OBIECTIVELOR PROTEJATE ȘI METODE DE REDUCERE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR – PROCEDEE DE CONTROL ȘI MONITORIZARE

1. GENERAREA UNDELOR SEISMICE CU AJUTORUL EXPLOZIILOR ÎN ROCI

Exploziile de derocare din industria minieră sunt surse principale de producere a undelor seismice. În funcție de condițiile fizico-tehnice în care acestea au loc, exploziile pot genera diverse tipuri de unde seismice.

Pentru exploziile în roci au fost fundamentate mai multe modele fizico-matematice pornind de la ipoteza sursei concentrate punctiformă și terminând cu ipoteza sursei plasată în cavități sferice, cilindrice sau rectangulare de dimensiuni neneglijabile.

Modelul fizico-matematic este un instrument important de analiză a fenomenului de generare a undelor seismice prin explozii.

Din multitudinea de modele fizico-matematice existente în literatura de specialitate se vor descrie mai pe larg trei dintre acestea:

- sursa seismică sferică, echivalentă exploziei generatoare de unde longitudinale și transversale;
- sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate cilindrică;
- sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate rectangulară.

În cazul obiectivului Roșia Montană derocarea se realizează în găuri de sondă, ceea ce echivalează cu modelul fizico-matematic „sursă seismică în cavitate cilindrică”.

1.1. Sursa seismică în cavitate sferică echivalentă exploziei generatoare de unde longitudinale și transversale

Cercetările experimentale au arătat ca exploziile subterane de încărcături sferice generează atât unde longitudinale P, cât și unde transversale S.

Detonarea unei încărcături explozive plasată într-o cavitate sferică de rază R_0 va produce pe pereții acestei cavități o presiune p . Dacă mediul din jurul cavității este perfect elastic omogen și izotrop, aplicarea unei presiuni uniforme $p(t)$ pe suprafața internă a cavității va genera numai unde longitudinale.

În realitate, masivul de roci în care are loc explozia este imperfect elastic, astfel că presiunile foarte mari ce acționează în frontul undei de șoc produc în vecinătatea cavității de rază R_0 , o zonă de ruperi, fisurări și forfecări capabile să genereze ambele tipuri de unde (longitudinale și transversale). O altă cauză care favorizează apariția celor două tipuri de unde este pretensionarea masivului minier datorată unor forțe tectonice sau unor explozii anterioare.

În timpul exploziei, prin încărcătură se propagă o undă de detonație a cărei viteză depinde de compoziția substanței explozive, de gradul de compactitate al acesteia și de mărimea presiunii exercitate de mediul înconjurător. Expansiunea produselor gazoase care iau naștere la explozie, produce deplasări foarte mari ale particulelor mediului. Viteza undei de șoc depinde de proprietățile mediului prin care se propagă și de mărimea deformărilor produse. Când presiunea undei de șoc este foarte mare, deformările mari se propagă mai repede decât cele mici, iar unda de șoc va avea un front pe care presiunea variază brusc. Când presiunea devine mai mică decât cea critică, deformările devin mult mai mici, iar unda de șoc se transformă în undă elastică a cărei viteză nu depinde de mărime deformărilor.

Mediul real de propagare se comportă ca un mediu elastic numai în cazul unor tensiuni și deformări mici. Deoarece presiunile care apar în imediata vecinătate a exploziei sunt foarte mari, ele depășesc cu mult rezistența la rupere a rocilor și, de aceea, în jurul sursei apare după explozie, o zonă de rupere de rază R_1 (vezi figura nr. 1) în care rocile sunt sfărâmate.

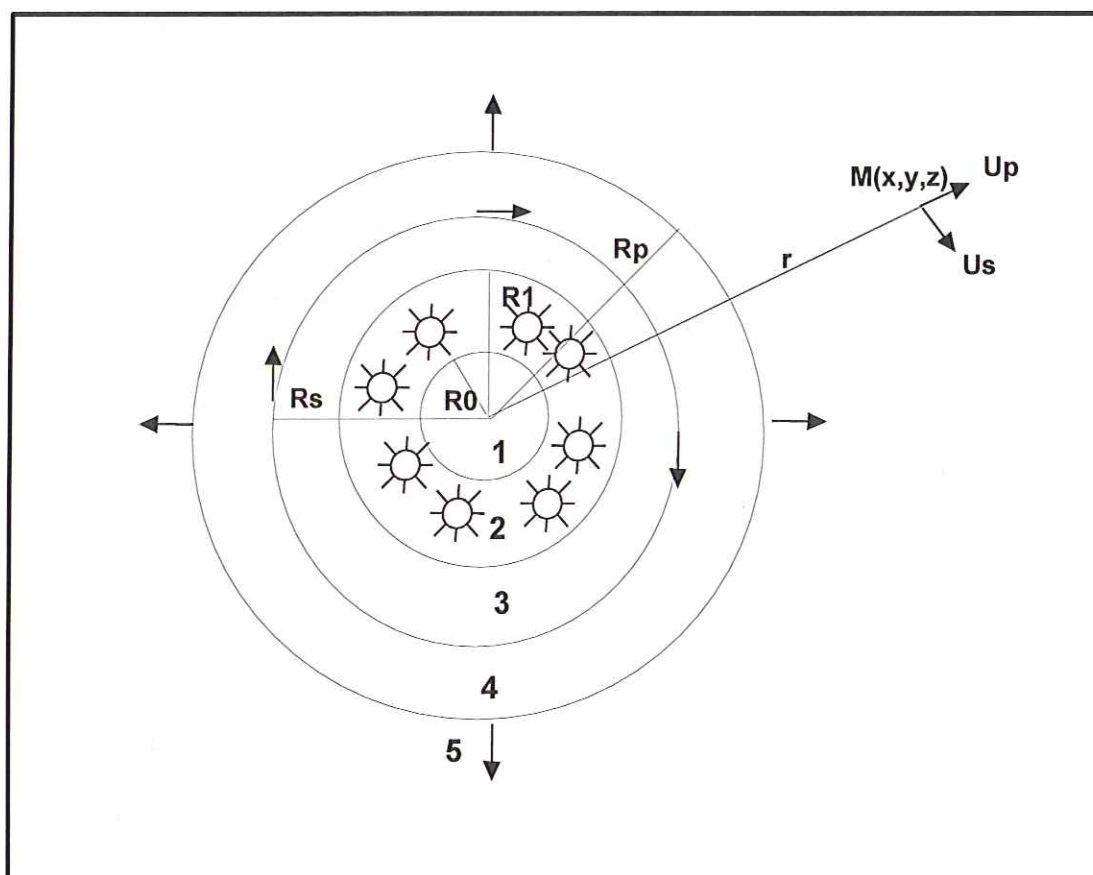


Figura nr. 1. Sursa sferică generatoare de unde longitudinale și transversale
 1 - cavitatea exploziei; 2 - zona de ruperi, fisurări și forfecări;
 3 - zona de deformări neelastice pentru undele S;
 3 și 4 - zona de deformări neelastice pentru undele P; 5 – zona elastică.

O mare parte a energiei exploziei se consumă pentru sfărâmarea și încălzirea rocilor. Din cauza acestor pierderi, densitatea pe frontul de undă scade repede, încât la distanța R_1 presiunea pe frontul de unda devine mai mică decât rezistența la rupere a rocilor, rămânând însă mai mare decât limita de elasticitate a acestora. De aceea, în jurul zonei de rupere apare o altă zonă în care rocile suferă deformări neelastice reprezentate de dilatări, comprimări sau forfecări ireversibile ale mediului, deformări care conduc la formarea unor fisuri până la distanța: $r = R_p; R_s$.

Pentru $r > R_p$, presiunea pe frontul de undă scade, iar deformările devin suficient de mici, încât pot fi considerate elastice.

În figura nr. 1 este prezentat schematic modul de generare a undelor P și S în cazul unei surse sferice.

Zona 2 este responsabilă de producerea celor două tipuri de unde.

Pentru $r > R_s$, presiunea pe frontul de undă devine mai mică decât rezistența la rupere a rocilor rămânând, însă, până la distanța $r = R_p$ mai mare decât limita de elasticitate. Întrucât componentele forțelor care generează unde longitudinale diferă ca intensitate de cele responsabile de generarea undelor transversale, se poate admite că undele P devin elastice la distanța R_p , iar undele S la distanța R_s . Rezultă că lucrurile se petrec ca și cum ar fi vorba de două surse sferice de unde elastice: sursa de rază R_p generatoare de unde longitudinale și o sursă de rază R_s care generează unde transversale.

Pornind de la ecuația fundamentală a undelor seismice:

$$[\lambda + \mu] \text{grad. div. } U + \mu \Delta U + \rho F = \frac{\rho \partial^2 U}{\partial t^2} \quad (1)$$

Unde:

λ și μ sunt coeficienți Lamé;

ρ – densitatea mediului;

t – timpul;

U – vectorul deplasare;

F – forța ce revine unității de masă, se ajunge la expresia deplasării U_p și U_s pentru undele longitudinale, respectiv transversale, generate de o sursă explozivă de formă sferică.

1.2. Sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate cilindrică

În activitatea minieră, cele mai multe explozii se produc în cavități cilindrice în găuri forate vertical, orizontal sau înclinat. În acest caz, o parte din gaură este umplută cu material de buraj, care are rolul de dirijare a energiei exploziei către fundul găurii și de atenuare sau eliminare a undei de șoc aeriene și a undei sonore.

În cazul acestor explozii se produce o presiune p pe pereții laterali ai cavității, care generează ambele tipuri de unde longitudinale și transversale.

Pornind de la ecuația generală a undelor seismice se ajunge la expresia deplasării pentru undele longitudinale U_p și pentru undele transversale U_s care au forma:

$$U_p = \frac{\Omega}{4\pi\mu V_p r} [1 - 2V_s^2 \cos^2 \alpha] \frac{d}{dt} \left[p \left(t - \frac{r}{V_p} \right) \right] \quad (2)$$

$$U_s = \frac{\Omega}{4\pi\mu V_s r} [1 - 2V_s^2 \sin^2 \alpha] \frac{d}{dt} \left[p \left(t - \frac{r}{V_s} \right) \right] \quad (3)$$

Unde Ω este volumul sursei cilindrice, iar r și α reprezintă coordonatele polare ale punctului în care se consideră deplasările U_p și U_s .

Unghiul α este determinat de axa cavității cilindrice cu direcția receptor - centrul sursei.

În cazul exploziilor în cavități cilindrice undele P și S au proprietăți direcționale. Astfel, amplitudinea undei P este maximă în direcția care face un unghi de 90° cu axa cavității cilindrice, iar unda SV are amplitudine maximă în direcția care face un unghi de 45° cu această axă.

Din relațiile (2) și (3) rezultă că raportul amplitudinilor maxime ale celor două tipuri de unde este egal cu V_p/V_s .

Specific exploziilor din cavități cilindrice este apariția unei unde transversale întârziată, datorată reflexiei undei de șoc pe fundul cavității.

Studiile experimentale au arătat că pentru unghiuri α mici, raportul amplitudinilor S/P descrește pe măsură ce încărcătura crește, iar pentru $\alpha = 90^\circ$ rămâne practic constant la creșterea încărcăturii.

După cum s-a menționat anterior, exploziile găurilor de sondă, utilizată la Roșia Montană, sunt echivalente cu exploziile produse în cavități cilindrice.

În cazul Roșia Montană unghiul α este format de axa găurii de sondă și direcția obiectivului de protejat, iar valoarea acestuia nu depășește 90° .

Astfel, pentru cele opt obiective de protejat de la Roșia Montană raportul S/P nu va crește odată cu mărirea încărcăturii, respectiv amplitudinea undei transversale scade pe măsură ce amplitudinea undei longitudinale crește.

1.3. Sursa seismică echivalentă exploziei produse în cavitate rectangulară

Detonarea unei încărcături în cavitate rectangulară este echivalentă cu o rupere bilaterală, care se aseamănă cu o falie, cu deplasări normale la suprafața faliei.

Vectorii deplasare pentru undele P și S au următoarele expresii:

$$U_p = \frac{r_0}{4\pi V_p^2 r} \left[V_p - 2V_s^2 + \left(\frac{V_p^2}{v} - 2 \frac{V_s^2}{v} \right) \cos \alpha + 2V_s^2 \sin^2 \alpha \right] \delta \left(t - \frac{r}{V_p} - \frac{x}{v} \right) \quad (4)$$

$$U_s = \frac{\alpha_0}{4\pi V_s^2 r} [(2V_s^2 - V_p^2) \frac{\sin \alpha}{v} + 2V_s \sin \alpha \cos \alpha] \delta(t - \frac{v}{V_s} - \frac{x}{v}) \quad (5)$$

Din relațiile 4 - 5 se observă că deplasările corespunzătoare exploziei în cavități rectangulare sunt similare cu modelul de explozie în cavități cilindric.

1.4. Energia exploziei

În timpul operațiunilor de excavare este folosit explozibil pentru a detona o cantitate predefinită de rocă.

“A detona” înseamnă a fractura „în situ”, a sparge și a deplasa roca de la starea ei naturală, astfel încât să fie ușor de îndepărtat.

“Predefiniți” se referă la faptul ca explozia trebuie să se producă într-o secțiune transversală bine definită, iar solul care înconjoară excavația nu trebuie să fie deteriorat sau deranjat (sau, în cazul în care sunt acceptate deteriorarea sau deranjarea solului, acestea trebuie să se încadreze în limite fixate dinainte, pe baza evaluării prudente).

La planificarea unei excavații trebuie abordate două probleme distincte:

- 1) determinarea cantității de energie necesară pentru obținerea desprinderii, ruperii și aruncării rocă care va fi detonată;
- 2) definirea distribuției explozibilului în rocă pentru o mai bună exploatare a energiei disponibile, conform cu limitele de excavare și protecție ale mediului înconjurător.

Cu alte cuvinte, problema este aceea de a defini cât explozibil cu caracteristici cunoscute este necesar pentru a detona o anumită cantitate de rocă și de a determina cât explozibil trebuie plasat.

Caracteristica esențială a oricărei detonări este aceea că dezvoltă pe o perioadă foarte scurtă de timp o mare cantitate de energie sub formă de unde de șoc și gaz la presiune foarte înaltă.

În gaura de pușcare frontul detonării trece prin încărcătura de explozibil cu o viteză de câteva mii de metri pe secundă (viteza detonării).

Frontul detonării este caracterizat de un vârf foarte înalt de presiune dinamică de peste 10^4 MPa. Pe de altă parte nivelul presiunii în partea de undă imediată sub frontul de șoc este „aproape statică” la aproximativ 10^3 MPa. Pe măsură ce frontul de detonare progresează, o undă de șoc este trimisă în roca, ce inițial, are un vârf de presiune suficient pentru a pulveriza și plastifia roca din jurul găurii de pușcare pe o distanță R, de obicei nu mai mare decât diametrul încărcăturii Φ_c . Acesta se întâmplă atunci când diametrul încărcăturii Φ_c este aproape egal cu diametrul găurii de pușcare Φ_r .

Dincolo de această zonă, vârful de presiune scade considerabil, însă cu toate acestea tensiunea elastică perpendiculară pe direcția undei de șoc este suficientă pentru a produce fracturi radiale la microdefectele din rocă. Asemenea fisuri pot ajunge în afara găurii de pușcare la distanțe de 4 – 6 ori diametrul încărcăturii ($R = 4 - 6 \Phi_c$), precum este evidențiat în figura nr. 2).

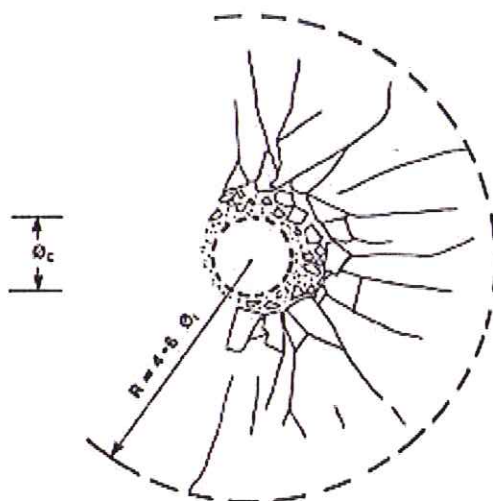


Figura nr. 2. Zonele zdrobite și fracturate din imediata apropiere a încărcăturii

La distanțe mai mari de atât, intensitatea undei de șoc scade până la punctul în care este transmisă prin rocă fără a mai cauza fracturi.

Comportamentul rocii în această zonă este acela al unui câmp elastic, iar efectele reprezintă vibrații de nivel scăzut. Însă, când unda de șoc ajunge la o suprafață liberă este reflectată înapoi în rocă sub formă de undă elastică, a cărei intensitate, dacă depășește rezistența elastică a rocii, poate induce fracturi într-o direcție paralelă cu cea a suprafeței libere. (vezi figura nr. 3 a).

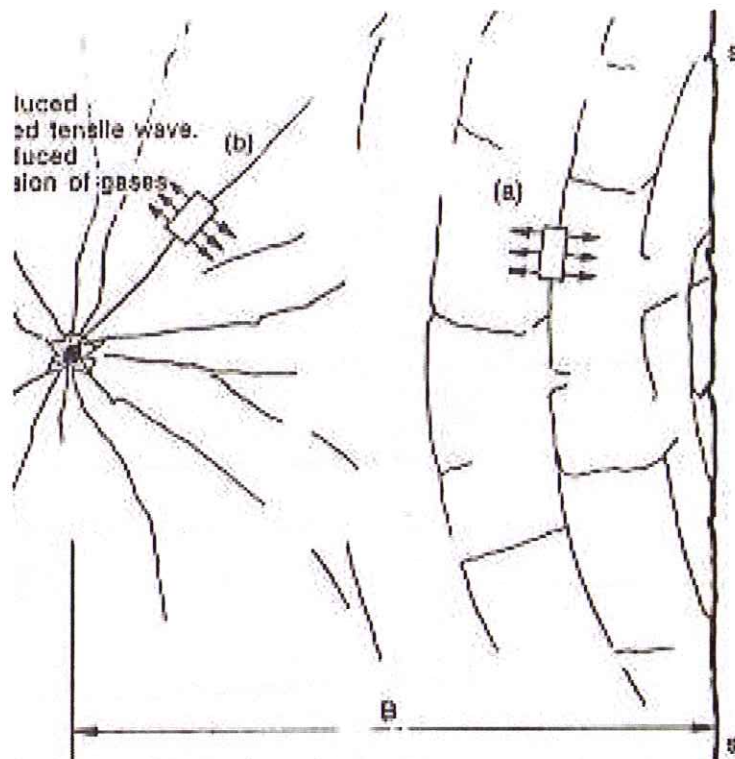


Figura nr. 3. Efectele presiunii și ruperea rocii între încărcătură și fața liberă

Pentru ca roca să se rupă drept consecință a reflecției undei de șoc, suprafața liberă s - s trebuie să fie la distanța B de încărcătură, care distanță depinde de tipul de explozibil și de tipul de rocă. Această distanță B este de asemenea legată de diametrul încărcăturii iar relația poate fi scrisă ca: $B \leq 50 \square_c$

Acest raport este valabil numai când gaura de pușcare este ideal încărcată, respectiv când diametrul încărcăturii și diametrul găurii \square_f și \square_c sunt aceleași.

Fisurile din jurul găurii slăbesc roca, reducându-i astfel rezistența și, prin permiterea infiltrării de gaze în crăpături, ajută la procesul de rupere a rocii. (vezi figura nr. 3b).

În funcție de distanța B (distanța până la suprafața liberă), detonarea încărcăturii în gaura de sondă va produce efecte cantitativ diferite, și anume:

- dacă gaura de pușcare este la distanță mare de spațiul liber (de ex. $B > 60 \square_c$), rezultatele exploziei în rocă sunt spargerea și pulverizarea în imediata vecinătate a găurii cu câteva crăpături radiale induse în corpul rocii. (vezi figura nr. 4.a);
- dacă gaura de pușcare-tragere este la distanță mai mică față de spațiul liber, să spunem la distanța de cca. $60 \square_c$, este posibil ca în plus față de efectul descris mai sus, să observăm mai multe crăpături între gaura de pușcare și spațiul liber. Porțiunea de rocă influențată de această fracturare nu este totuși ușor de separat de masivul de rocă, ci tinde să „stea” pe peretele frontal și este greu de deplasat (vezi figura nr. 4.b).

- c) dacă gaura de pușcare este și mai aproape de spațiul liber $B = 40 \varnothing_c$, explozia produce fracturarea extinsă a rocii, care se întinde pe drumul de la gaură la spațiul liber. Acum materialul nu mai „atârână” de perete, ci cade într-un morman și poate fi ușor de îndepărtat. (figura nr. 4.c).
- d) dacă gaura de pușcare este foarte aproape de spațiul liber, să zicem că $B = 20 \varnothing_c$, roca desprinsă, desigur, mult mai mică decât în cazul anterior, este proiectată violent și poate fi împrăștiată pe o zonă foarte întinsă (figura nr. 4.d).

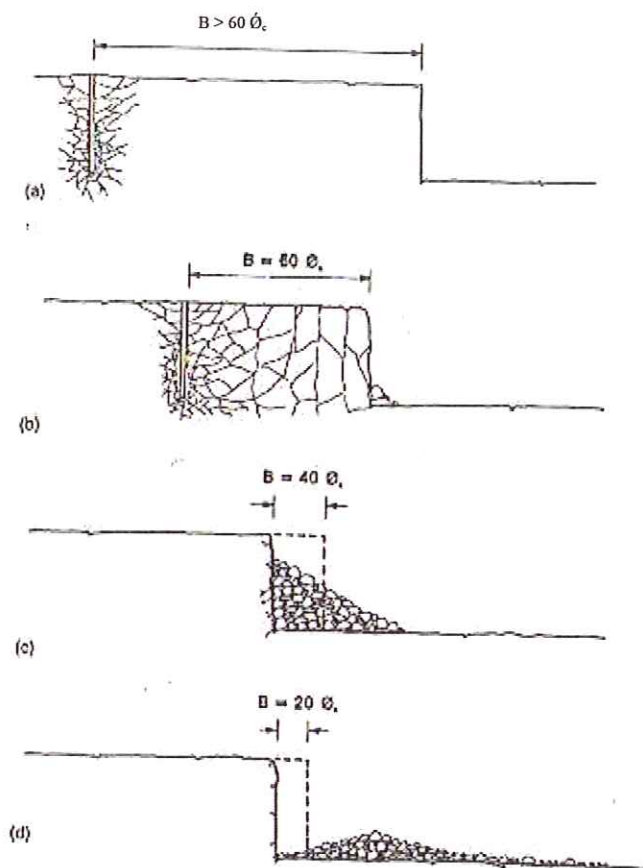


Figura nr. 4

Dacă se definește o distanță optimă, pentru cea mai bună performanță, B_{opt} atunci:

La $B > B_{opt}$, spargerea este limitată în imediata vecinătate a găurii, iar roca continuă să „atârâne” și este greu de îndepărtat.

La $B < B_{opt}$, o cantitate mai mică de rocă este spartă, iar bucățile de rocă sunt proiectate pe o distanță care crește când B descrește.

Când $B = B_{opt}$, este posibilă obținerea unei cantități maxime de rocă spartă, bine fragmentată, deplasare corectă și bun contur al grămezii.

B_{opt} este direct proporțional cu diametrul încărcăturii. Deci, distanța poate fi modificată, dar poate rămâne în continuare optimă, cu condiția ca diametrul încărcăturii (și prin urmare diametrul forajului) să fie modificate pentru a fi compatibile cu distanța.

În cazul obiectivului Roșia Montană, în zona în care se va utiliza tehnologia de împușcare specială, rezultă că $B_{opt} = 5 - 8 \text{ m}$.

1.4.1. Transferul de energie asupra rocii

Dinamica exploziei arată că energia dezvoltată de detonare produce o varietate de efecte dintre care unele reprezintă munca utilă, altele sunt consecințe non-productive și nedorite și altele sunt consecințe inevitabile.

De regulă, efectele productive sunt:

- deplasarea unui volum predeterminat de rocă;
- fragmentarea rocii în elemente bine definite și de dimensiuni regulate;

c) proiecția și strămutarea rocilor la o anumită distanță față de poziția inițială;
Consecințe nedorite sunt:

- a) spargerea excesivă a unei părți din rocă;
- b) împrăștierea (aruncarea) excesivă a rocilor („roci zburătoare”);
- c) fracturi și deformări permanente în rocă, după explozie;
- d) vibrații la sol;
- e) vibrații în aer.

De aceea este necesar să se estimeze care sunt factorii de care depinde cantitatea de energie transferată asupra rocii.

Energia dezvoltată de reacțiile explozive este o trăsătură termo-dinamică intrinsecă a explozibilului, deoarece depinde de compoziția sa, de produsele de reacție și de căldura pe care o formează substanțele implicate. Valoarea sa poate fi calculată și se exprimă în unități termice sau mecanice. De regulă, energia explozibililor este definită în unități mecanice pe unitatea de masă (MJ/kg).

Transferul de energie este influențat atât de caracteristicile explozibilului care îl generează cât și de roca ce îl primește și depinde de impedanța acustică a celor două.

Impedanța exploziei I_e este definită ca produsul densității expozivului (ρ_e) și viteza detonării (VOD). Impedanța rocii (I_r) este definită ca produsul dintre densitatea sa (ρ_r) și viteza propagării undelor elastice (C).

Energia transferată este influențată de un factor η_I (factor de impedanță) reprezentat prin ecuația:

$$\eta_I = 1 - \frac{(I_e - I_r)^2}{(I_e + I_r)^2} \quad (6)$$

Această ecuație arată că, cu cât I_e și I_r sunt mai apropiate ca valoare, cu atât factorul de impedanță crește ($\eta_I \rightarrow 1$), în timp ce, cu cât ele sunt mai diferite, cu atât factorul este mai mic.

În concluzie, capacitatea de a transmite și de a primi energie depinde de caracteristicile combinate ale explozibilului și ale rocii.

Pentru ROȘIA MONTANĂ avem următorii parametri:

- Tip de exploziv: ANFO:
 - densitatea expozivului: $\rho_e = 800 \text{ kg/m}^3$,
 - viteza detonării: $VOD = 2.300 \text{ m/s}$;
- Roca: dacit alterat
 - densitatea rocii: $\rho_r = 2.300 \text{ kg/m}^3$,
 - viteza propagării undelor elastice: $C = 2.300 \text{ m/s}$.

Rezultă că:

$$\eta_I = 1 - \frac{(800 * 2300 - 2300 * 2300)^2}{(800 * 2300 + 2300 * 2300)^2} = 0,23$$

$$\eta_I = 0,23$$

Alt factor care influențează transferul de energie către rocă este raportul de cuplare, exprimat prin raportul dintre diametrul găurii și diametrul încărcăturii: (\square_f/\square_c).

Când gaura este ideal încărcată, adică atunci când diametrul încărcăturii este același cu diametrul găurii de pușcare (un raport de cuplare foarte apropiat de 1), presiunea de șoc asupra laturilor găurii este maximă.

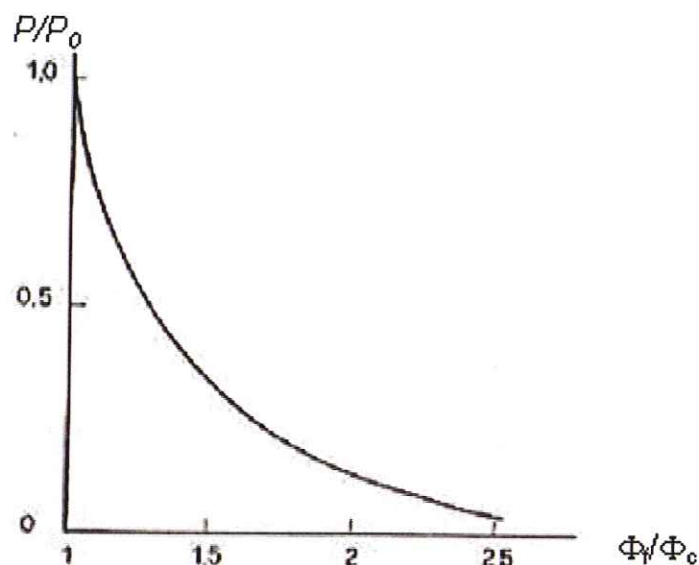


Figura nr. 5.

Având în vedere că valoarea presiunii dinamice pe laturile găurii variază ca o funcție a relației dintre diametrul găurii și diametrul încărcăturii (Φ_f/Φ_c - vezi figura nr. 5.), și luând în considerare că o reducere a presiunii în peretele găurii corespunde în practică unei reduceri a energiei transmise, se poate deduce că transferarea de energie către rocă, într-o situație neideală, are loc cu un factor de cuplare η_2 care este o funcție de (Φ_f/Φ_c) exprimată în relația:

$$\eta_2 = \frac{1}{\left[e^{\frac{\Phi_f}{\Phi_c}} - (e-1) \right]} \quad (7)$$

Relația care este expresia matematică a curbei din figura nr. 5, arată cum factorul tinde către maximum ($\eta_2 \rightarrow 1$) când $\Phi_f \rightarrow \Phi_c$ și descrește rapid pe măsură ce raportul de cuplare Φ_f/Φ_c se mărește.

Observațiile din practică arată că cel mai bun rezultat de derocare se obține când explozibilul este compactat cu o tijă pentru a se asigura că încărcătura umple complet gaura de pușcare, adică este egală cu diametrul găurii și cuplarea este mai mult decât ideală.

Pe de alta parte, dacă se cere ca forța excesivă asupra rocii să se evite, practic pentru a putea reduce energia transmisă de explozie prin decuplare, atunci trebuie ca raportul de cuplare (Φ_f/Φ_c) să crească. În acest scop s-ar putea folosi cartușe care au un diametru mult mai mic decât gaura de sondă.

În cazul ROȘIA MONTANĂ unde $\Phi_f \approx \Phi_c$, rezultă:

$$\eta_2 = \frac{1}{[e^1 - (e-1)]} = 1 \quad (7')$$

Dupa cum o arată η_1 și η_2 , doar o parte din energia generată de explozie este transferată către rocă. Procentul de energie transmis poate crește prin schimbarea parametrilor de impedanță și a factorilor de cuplare η_1 și η_2 .

În particular pentru η_1 este necesar să se folosească un explozibil ale cărui caracteristici de impedanță să corespundă cât mai bine cu cele ale rocii și ideal, să fie egale.

Pentru η_2 este important a se realiza umplerea completă a găurii de pușcare, pentru ca diametrele să fie pe cât posibil de aceeași dimensiune. Altfel spus, explozia poate transfera o parte ε^* din energia sa în rocă, după cum exprimă relația:

$$\varepsilon^* = \eta_1 \times \eta_2 \times \varepsilon \quad (8)$$

O mare parte din energia produsă de explozie este consumată pentru inducerea vibrațiilor (efect seismic) în masivul minier.

Efectul seismic sau vibrațiile la sol durează mai mult decât deplasarea, spargerea sau proiecția și afectează un volum mult mai mare decât a materiei derocate.

Pentru ROȘIA MONTANĂ rezultă că energia transferată în rocă este:

$$\varepsilon^* = 0,23 \times 1 \times \varepsilon = 0,23 \cdot \varepsilon \quad (8')$$

Ce este important de luat în considerare, este perioada de timp după care vibrațiile, la o anumită distanță de încărcătură, sunt susținute. Când distanța crește, durata crește și intensitatea scade.

Graficele ce înregistrează vibrațiile arată că, cu cât punctul de înregistrare este mai departe de punctul de sablare, amplitudinea vibrațiilor este mai mică, dar durata este mai mare. Prin urmare, în timp ce vibrațiile solului durează câteva zeci de mili-secunde la distanța de 10 - 20 metri de împușcătură, poate foarte bine dura peste o secundă, atunci când sunt măsurate la o distanță de câteva sute de metri.

Energia produsă de pușcare, disipată în vibrațiile solului este o parte considerabilă din totalul energiei. Este, totuși, dificil de estimat, deoarece evoluția energiei seismice nu este aceeași în toate direcțiile. Vibrațiile la sol se întâmplă într-un mod complex cu oscilații longitudinale și transversale, variații mari de frecvență și cu caracteristici diferite în direcții diferite.

Energia absorbit de efectul seismic al exploziei poate fi calculată cu relația:

$$\varepsilon_g = 4\pi^3 R^2 \times \rho_r \times C \times a^2 \times f^2 \times t_v \times 10^{-6} \quad [\text{MJ}] \quad (9)$$

unde:

ε_g = energia disipată în efectul seismic [MJ],

R = distanța dintre punctul de explozie și punctul de înregistrare [m],

ρ_r = densitatea rocii [kg/m³],

C = viteza undei în rocă [m/s],

a = amplitudinea vibrației [m],

f = frecvența vibrației [s⁻¹],

t_v = durata vibrației [s].

O altă metodă de evaluare a energiei transferată în efect seismic este cea bazată pe calcularea magnitudinii seismului

Orice explozie este însoțită și de un suflu de aer (unda aeriană). Suflul de aer este, de fapt, analogul efectului seismic, în atmosferă, dar este foarte dificil de evaluat (chiar și cu aproximație). În cea mai mare parte, măsurătorile reflectă partea sonoră a fenomenului, întrucât este rezonabil să se presupună că o parte considerabilă a energiei este disipată sub formă de vibrații non-sonore, unde frecvența este fie prea scăzută (infrasonic) sau foarte înaltă (ultrasonic).

Efectele suflului de aer corespund activității de expansiune a gazelor care nu sunt implicate în spargerea sau deplasarea rocii. Unul dintre aceste efecte este acela că partea de energie eliberată de rocă sub forma de căldură, este eliberată în atmosferă ca o consecință a răcirii sale. Energia pierdută în atmosferă este de obicei estimată ca diferență, și reprezintă o parte substanțială din total, în jur de 38 - 39% din energia transferată în rocă.

Din cercetările efectuate în domeniul folosirii explozivilor în activitatea de derocare, reiese că energia transmisă în rocă este distribuită, aproximativ, astfel:

- | | |
|---|-----------|
| a) fractura în situ: | < 1%, |
| b) spargere: | 15%, |
| c) deplasare: | 4%, |
| d) crăpături în apropierea găurii: | 1,5 - 2%, |
| e) „aruncarea rocilor”: | < 1%, |
| f) deformări în roca solidă din spatele împușcăturii: | < 1%, |
| g) vibrațiile solului; | 40%, |

h) suflu de aer:

38 - 39%.

2. PROPAGAREA UNDELOR SEISMICE GENERATE DE EXPLOZII

Exploziile de derocare generează unde seismice. În mediul elastic izotrop și omogen este posibilă generarea a două tipuri de unde seismice:

- unde longitudinale,
- unde transversale,

care, datorită propagării lor în interiorul Pământului se numesc unde interioare sau unde de volum. Aceste unde se reflectă, se refractă sau se difractă pe limitele de separație din mediul de propagare fără să își schimbe caracterul de volum.

O altă categorie de unde seismice care se propagă numai în apropierea unei suprafețe de separație o formează undele de suprafață.

2.1. Unde de volum

Caracteristica undelor longitudinale este aceea că se propagă prin comprimări și decompresii succesive (vezi figura nr. 6) de-a lungul direcției de propagare.

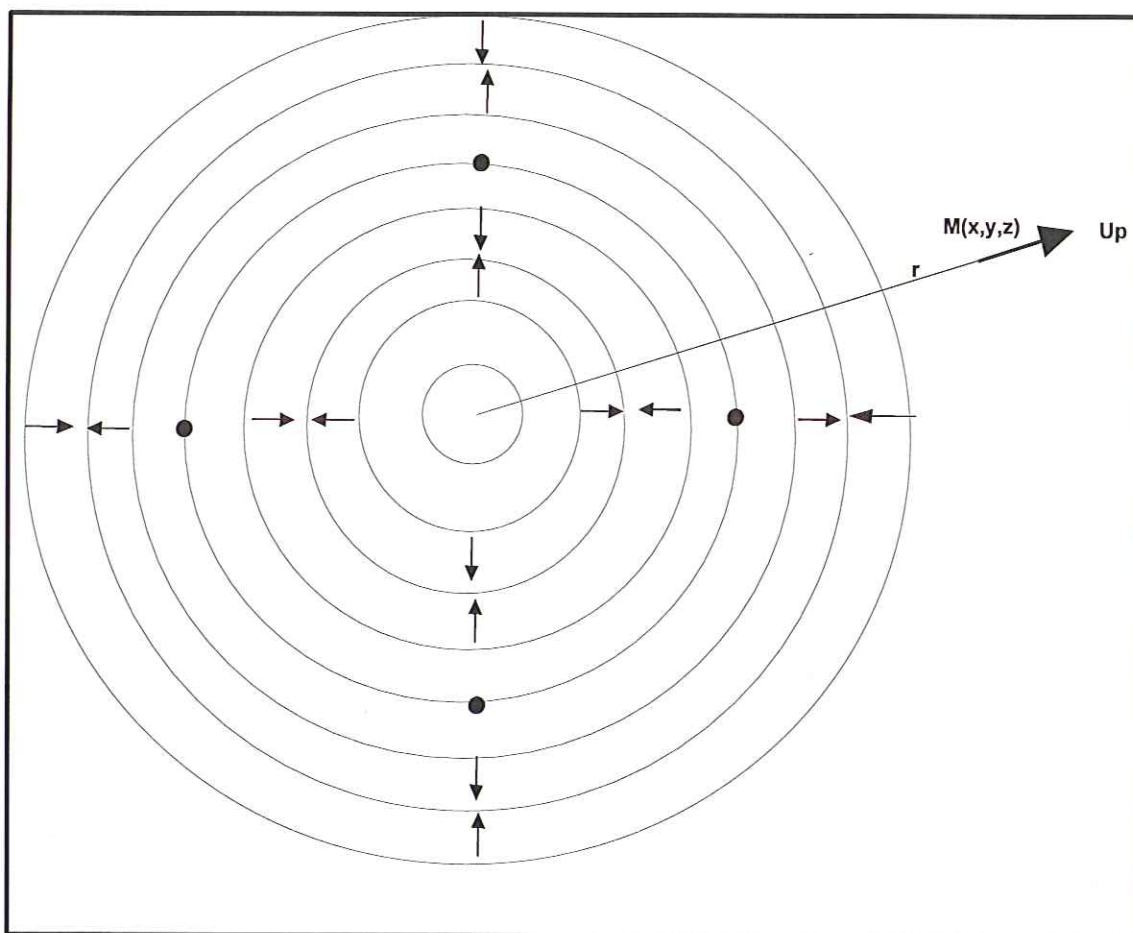


Figura nr. 6. Schiță cu modul de propagare a undelor longitudinale

În cazul undelor seismice transversale (vezi figura nr. 7) particula materială se mișcă într-un plan tangent la frontul de undă. Vectorul deplasare U_S își poate schimba direcția în cadrul planului tangent la frontul de undă. Aceasta face ca traiectoria particulei în planul tangent la frontul de undă să fie o curbă ca: elipsă, cerc etc.

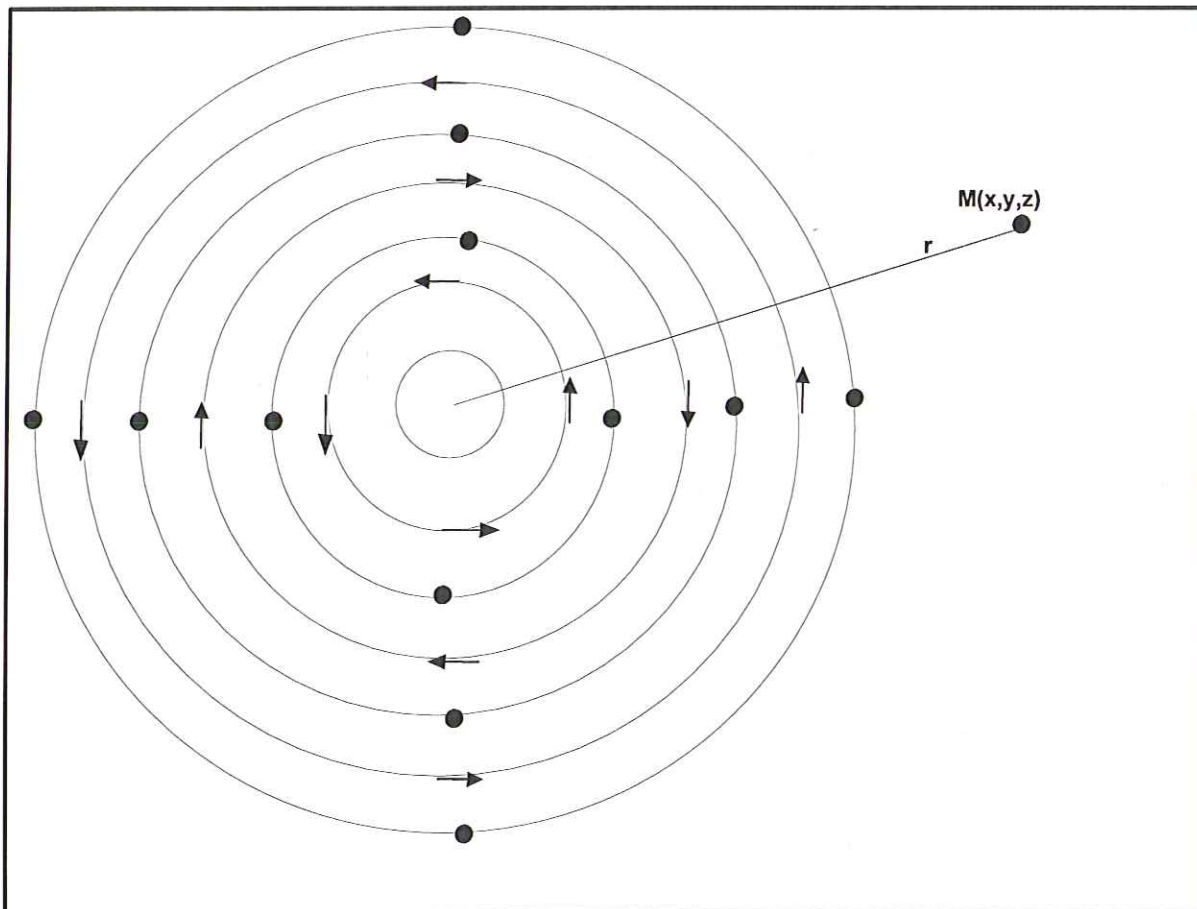


Figura nr. 7. Schiță cu modul de propagare a undelor transversale

2.2. Unde de suprafață

Principalele unde de suprafață sunt reprezentate de undele Rayleigh și undele Love.

2.2.1. Unde Rayleigh

Undele Rayleigh apar la suprafața Pământului provocate de o forță elastică și au atât componenta longitudinală, cât și componente transversale, iar vectorul deplasare scade rapid cu adâncimea.

Formarea undelor Rayleigh este rezultatul caracterului neplan al frontului undelor de volum care incid pe suprafața liberă a terenului. Din această cauză, undele Rayleigh sunt cu atât mai intense cu cât raza de curbură a frontului undelor de volum este mai mică.

Unda Rayleigh este o sumă de oscilații armonice de frecvențe, amplitudini și faze inițiale diferite și în cazul semispațiului eterogen cu o anumită viteză, numită viteză de fază. Unda impulsională este rezultatul suprapunerii unei mulțimi de armonice de diverse frecvențe care se propagă cu viteza ei proprie V_F .

Viteza unei impulsionale este viteza de deplasare a maximumului înfășurătoarei oscilației impulsionale care se numește viteză de grup V_G .

Frontul unei Rayleigh are formă cilindrică, în cazul mediului omogen și formă cvasiconică, în cazul mediului omogen. Dacă h este generatoarea frontului de undă și r distanța față de sursă, rezultă că aria frontului de undă este proporțională cu produsul rh . Drept urmare, densitatea de energie în undele Rayleigh scade cu r , iar amplitudinea deplasării cu $r^{1/2}$.

Din această cauză, amortizarea undelor Rayleigh este mai mică decât amortizarea undelor de volum produse din aceeași cauză. Aceasta face ca la distanțe mari de sursă, undele superficiale Rayleigh (R) pot avea amplitudini mai mari decât undele de volum.

2.2.2. Unde Love

Un alt tip de unde superficiale este reprezentat de unda Love sau unda superficială transversală. Unda Love ia naștere ca urmare a reflectării undelor de tip SH pe suprafața liberă a Pământului. Deplasările particulelor

În cazul acestei unde sunt orizontale, dirijate transversal pe direcția de propagare a frontului de undă. Viteza de propagare a undelor Love este determinată de vitezele undelor transversale în strat și depinde de relația dintre lungimea undei și grosimea stratului. Formarea undelor Love în cazul exploziilor este posibilă numai atunci când explozia generează și unde SH.

2.3. Principii care stau la baza propagării undelor seismice

Procesul de propagare a undelor seismice este guvernat de o serie de principii fundamentale din fizică, și anume:

- principiul superpoziției: dacă în mediul elastic au loc deformări provenite de la surse diferite, atunci fiecare din ele se propagă și există independent de celelalte, iar deformarea totală este suma algebrică a deformărilor individuale;
- principiul reciprocității: undele seismice generate într-un punct O_1 și recepționate într-un alt punct O_2 al mediului, trebuie să fie înregistrate cu durată de parcurs, formă și intensitate identice cu cele ale undelor generate în O_2 și recepționate în O_1 , dacă în O_1 și O_2 condițiile de generare și recepție sunt identice;
- principiul lui Huygens: orice punct al frontului de undă se comportă ca o sursă punctiformă de oscilații;
- principiul Fermat sau principiul timpului minim: între două puncte unda seismică se propagă pe drumul de timp minim.

2.4. Caracteristicile dinamice și cinematice semnificative ale undelor seismice

Orice undă seismică este caracterizată de următorii parametri dinamici și cinemati:

- viteza de propagare: V [m/s]
- viteza de oscilație: v [cm/s]
- frecvența: f [Hz]
- deplasarea: d [mm]
- acelerația: a [cm/s²]
- lungimea de undă: λ [cm]

La Roșia Montană s-au efectuat înregistrări seismice la patru pușcări experimentale și au rezultat următorii parametri:

- viteza de oscilație: $v = 0,32 \div 0,78$ cm/s;
- frecvența: $f = 3,0 \div 5,0$ Hz;
- deplasarea: $d = 0,010 \div 0,028$ mm;
- acelerația: $a = 0,17 \div 0,48$ cm/s².

3. ATENUAREA UNDEI SEISMICE - ABSORBȚIA ȘI DIFRACTIA

3.1. Absorbția undelor seismice

Datele experimentale au arătat că intensitatea undelor seismice scade odată cu creșterea distanței pe care se propagă acestea. Acest fapt se datorează fenomenului de absorbție a energiei în mediile imperfect elastic.

Datorită absorbției, amplitudinea unei seismice armonice scade după o lege de forma:

$$A_r = A_0 e^{-\alpha r} \quad (10)$$

Unde A_0 este amplitudinea inițială a unei în punctul O , iar A_r reprezintă amplitudinea undei la distanța r de punctul O .

α = coeficientul de absorbție și poate fi exprimat prin expresia:

$$\alpha = \frac{1}{r} \ln \frac{A_0}{A_r} \quad (11)$$



Un alt parametru care exprimă absorția este decrementul de absorbție: $\delta = \alpha\lambda$, care caracterizează descreșterea amplitudinii pe o distanță egală cu lungimea de undă λ .

Pentru explicarea fenomenului de absorbție s-au formulat mai multe teorii din care amintim două: *teoria post – acțiunii elastice și teoria frecării interne*.

Conform teoriei post-acțiunii elastice coeficientul și decrementul de absorbție pentru undele P au expresiile:

$$\alpha_r = \frac{\pi c V_s^2 \omega}{3V_p^3}; \delta = \frac{2\pi c V_s^2}{3V_p^2} \quad (12)$$

în care:

c este o constanta ce caracterizează mărimea relației a post-efectului seismic.

V_p – viteza de propagare a undelor longitudinale,

V_s – viteza de propagare a undelor transversale,

ω - frecvența oscilației.

Se observă că decrementul de absorbție nu depinde de frecvență, iar coeficientul de absorbție este proporțional cu frecvența ω .

Conform aceleiași teorii rezultă:

$$\frac{\alpha_p}{\alpha_s} = 4V_s^3 \times 3V_p^2 \quad (13)$$

din care rezultă o mai puternică absorbție a undelor transversale față de cea a undelor longitudinale.

3.2. Difracția undelor seismice

Difracția este un fenomen care apare atunci când în drumul undei apar discontinuități comparabile ca ordin de mărime cu lungimea de undă sau mai mici ca aceasta.

Mediul geologic, prin structura sa eterogenă, oferă posibilitatea apariției undelor difractate, legate de prezența faliilor, limitelor de separație verticale, de mici neregularități ale limitelor de separație, neomogenități comparabile cu lungimea de undă etc.

După tipul undei incidente care suferă fenomenul de difracție în condițiile prezentate mai sus, se disting următoarele tipuri de unde difractate: unde directe -difractate, unde reflectate - difractate, unde refractate - difractate etc.

Intensitatea oricărui tip de undă difractată este mai mică decât decât intensitatea undei care a generat-o, deoarece formarea undei difractate se face cu un consum de energie pe care unda incidentă îl transferă către elementul geologic care cauzează difracția.

Amplitudinea undelor difractate este proporțională cu decrementul de absorbție conform relației:

$$\frac{\delta^3}{\lambda^2} = \frac{\delta^3}{\omega^2 V^2} \quad (14)$$

Relația (14) arată că spectrul undei care întâlnește în drumul ei neomogenități comparabile cu lungimea de undă a ei va fi sărăcită în componente de înaltă frecvență, mediul comportându-se ca un filtru taie – sus.

Acest efect al neomogenităților mediului asupra spectrului undelor seismice este asemănător cu cel al absorbției.

În cazul Roșia Montană, pentru distanțe mai mari de 300 metri dintre focarul exploziei de derocare și obiectiv, datorită fenomenului de difracție și adsorbție, se estimează că efectele seismice sunt reduse și nu se impune o tehnologie specială pentru derocarea rocilor.

4. EFECTUL SEISMIC AL EXPLOZIILOR ASUPRA CONSTRUCȚIILOR ȘI A LUCRĂRILOR MINIERE

4.1. Tipuri de deteriorări produse de efectul seismic al exploziilor

Deteriorările construcțiilor produse de efectul seismic al exploziilor pot fi de două tipuri: arhitecturale sau structurale. Deteriorările structurale se manifestă în elementele esențiale ale construcției de care depinde stabilitatea ei și implicit siguranța ocupanților ei, iar cele arhitecturale sunt superficiale și nu afectează structura de rezistență.

Nivelul deteriorărilor structurale este strâns legat de cuplajul “seismic” structură - teren.

Astfel, fenomenul de rezonanță, când frecvența proprie f_0 a clădirii este foarte apropiată de frecvența vibrațiilor seismice f , poate crea grave deteriorări, chiar și la amplitudini joase ale vibrației.

Criteriile de deteriorare pot fi exprimate în general, sub forma:

$$D(\alpha, \beta, \gamma) = K_D \cdot A \cdot f^\alpha \cdot c^{-\beta} \cdot f_0^{-\gamma} \quad (15)$$

unde:

K_D - constantă;

A – amplitudinea deplasării solului;

f – frecvența oscilației;

c - viteza de propagare a oscilației.

Problema care se pune este să se determine valorile coeficienților α , β , γ care se aplică în anumite condiții.

În cazul unui zid lovit de o vibrație la care $f/f_0 < 1$:

$$D = \varepsilon = \frac{2\pi f^2 A}{f_0 c} \quad (16)$$

În acest caz criteriul de deteriorare este de forma $D(2,1,1)$ adică $\alpha = 2$; $\beta = 1$; $\gamma = 1$.

Când frecvența vibrațiilor este mult mai mare decât frecvența zidului $f/f_0 > 1$ atunci:

$$D = \varepsilon = \frac{2\pi f A}{c} \quad (17)$$

unde $2\pi f A = v$ este viteza de mișcare a particulei.

În acest caz criteriul de deteriorare are forma $D(1,1,0)$.

În cazul undelor transversale se produc stresuri de forfecare, iar criteriul de deteriorare are forma:

$$D = \frac{v}{c} = \frac{2\pi f A}{c} \quad (18)$$

adică are forma $D(1,1,0)$.

Vibrațiile verticale pot cauza și eforturi de încovoiere în partea superioară a zidului. În acest caz criteriul de deteriorare va avea expresia:

$$D = \frac{2\pi f^2 H A}{c^2} \quad (19)$$

(H - înălțimea zidului), și este de tipul $D(2,2,0)$.

Din cazurile teoretice analizate în acest subcapitol reiese că în cele mai multe cazuri criteriul de deteriorare conține termenul $2\pi f A$ care este expresia vitezei mișcării de oscilație.

Aceasta arată că viteza de oscilație a particulei poate fi un bun criteriu de evaluare a efectului distructiv al vibrațiilor.

4.2. Criterii de evaluare a efectului seismic al exploziilor

Criteriile de evaluare a efectului seismic al exploziilor se bazează pe principalii parametri dinamici ai vibrațiilor seismice reprezentați prin:

- deplasarea particulei;
- viteza și accelerația particulei;
- frecvența oscilației.

Studiul mărimii acestor parametri, corelat cu gradul de deteriorare a construcțiilor a condus la stabilirea unor criterii de evaluare a efectului seismic al exploziilor asupra construcțiilor.

Pe baza acestor criterii s-au elaborat standarde cu nivelurile admisibile ale unde de vibrație, care să asigure integritatea construcțiilor.

4.2.1. Evaluarea efectului seismic după mărimea deplasării

Cercetările experimentale efectuate asupra mărimii deplasării au condus la o corelare între gradul de deteriorare a construcțiilor și amplitudinea deplasării particulei.

Rezultatele acestor cercetări sunt prezentate în tabelele 1, 2.

Tabel nr. 1

Niveluri admisibile ale deplasării particulelor terenului în funcție de tipul clădirii
(după I.C.I. 1972)

Tipul clădirii	Amplitudinea admisibilă a deplasării [mm]
Construcții vechi, de mare valoare și fragilitate	0,10
Case în stare șubredă	
Monumente de artă	
Case dispuse în ansambluri	0,20
Clădiri izolate	0,40
Construcții civile sau industriale proiectate după normative	0,76

Tabel nr. 2

Niveluri admisibile ale deplasării în funcție de frecvență
(după Buzdugan et al, 1976)

Frecvența vibrației	Nivel admisibil al deplasării pentru evitarea fisurilor [mm]
5	2,67
10	1,35
20	0,66
30	0,46
40	0,33
50	0,26

4.2.2. Evaluarea efectului seismic după mărimea vitezei particulei

În literatura de specialitate este unanim acceptat drept criteriu de evaluare a efectului seismic produs de explozii, **viteza de oscilație**.

În acest sens, există mai multe modalități de evaluare a efectului seismic al exploziilor pe care le prezentăm în tabelele 3 – 5.

Tabel nr. 3

Corelația dintre gradul de deteriorare a construcției și mărimea vitezei de oscilație
(după Greenland și Knowles, 1970)

Viteza maximă a particulei [mm/s]	Gradul probabil de deteriorare
> 190	Major – deteriorări structurale prin fisurare, deformare sau dislocare
> 140	Minor – nicio slăbire aparentă a structurii de rezistență; Deteriorări ale tencuiei, geamurilor sau zidăriei.
> 100	Prag – deteriorări minore, fisuri în tencuială, dislocarea obiectelor slab fixate.
< 50	Nivel de siguranță recomandat

Tabel nr. 4
Corelația dintre gradul de deteriorare a construcției și mărimea vitezei de oscilație (după Rowe, 1973)

Viteza maximă a particulei [mm/s]	Deteriorări ale construcțiilor
0,2	Niciuna
2,0	Limita superioară pentru monumente istorice, structuri foarte fragile
5,0	Limita inferioară pentru deteriorări arhitecturale la clădiri obișnuite,
15,0	Deteriorări arhitecturale, posibile deteriorări structurale
50,0	Deteriorări structurale la clădiri care intră în rezonanță.

Tabel nr. 5

Scara intensităților seismice (după Medvedev, 1968)

I [grade MSK]	Descrierea efectelor	Viteza particulei [mm/s]
I	Vibrații sub limita percepției umane și sunt înregistrate numai de instrumente	≤ 2
II	Vibrațiile sunt simțite de oameni în condiții favorabile	2 - 4
III	Vibrațiile sunt simțite de oameni avizați	4 – 8
IV	Vibrațiile sunt simțite de mulți oameni, se produce un zgomot al geamurilor ferestrelor	8 - 15
V	Deteriorări la construcțiile șubrede	15 -30
VI	Deteriorări la clădirile prost construite	30 - 60
VII	Deteriorări la construcțiile în stare satisfăcătoare	60 - 120
VIII	Deteriorări considerabile la construcții	120 - 240
IX	Fisuri mari în pereți, căderi de porțiuni din pereți	240 – 480
X - XI	Distrugeri mari și prăbușirea construcțiilor	peste 480

4.2.3. Evaluarea efectului seismic după accelerația oscilației

Dupa mărimea accelerației există o clasificare (Buzdugan et al. 1976) a efectelor vibrațiilor asupra clădirilor, care are patru nivele, așa cum se vede în tabelul nr.6.

Tabel nr.6

Accelerația [cm/s ²]	Efectele asupra clădirilor
2	Prag de sensibilitate al construcției, sub care nu există pericol pentru construcție.
10	Prag de rigiditate al construcției, sub care nu apar deteriorări importante ale construcției.
50	Limita de rupere a unor elemente ale construcției, peste care există pericolul unor deteriorări grave.
230	Limita de stabilitate a construcției, peste care clădirile sunt distruse.

Valorile din tabelul nr. 6 sunt valabile pentru frecvențe ale vibrațiilor mai mici de 20 Hz și pentru construcții joase.

4.2.4. Evaluarea efectului seismic după energia relativă ER

ENERGIA RELATIVĂ a oscilației seismice a fost definită prin relația:

$$ER = \frac{a^2}{f^2} = 4\pi^2 v^2 \quad (20)$$

unde:

a – accelerația maximă;

v – viteza maximă;

f – frecvența asociată cu amplitudinea maximă.

Pe acest criteriu Crandell (1949) a stabilit o corelație între ER și domeniul de securitate a construcțiilor.

Tabel nr. 7

Corelația dintre ER și domeniul de securitate a construcțiilor

Energia relativă – ER [m ² /s ²]	Grad de securitate
< 0,27	Domeniu de securitate totală
0,27 – 0,54	Domeniu de precauție pentru clădiri rău construite
> 0,54	Domeniu de pericol pentru toate clădirile

4.2.5. Evaluarea efectului seismic după factorul Zeller - vibrar

Factorul Zeller este definit prin relația:

$$Z = \frac{a^2}{f} \quad (21)$$

în care:

a – accelerația maximă;

f – frecvența vibrațiilor asociată accelerației maxime.

Tabel nr. 8

Scara ZELLER

Factorul de intensitate Z [cm ² /s ²]	Manifestarea seismului
1	imperceptibil
2	foarte ușor
10	ușor
50	măsurabil
250	destul de tare
1.000	tare – sub zona periculoasă
5.000	foarte tare – fisuri grave
20.000	distructiv
100.000	devastator
500.000	nimicitor
2.500.000	catrastofal
10.000.000	foarte catrastofal

Intensitatea vibrațiilor exprimată în „vibrar” este definită prin relația:

$$S = 10 \log \frac{Z}{Z_s} \quad (22)$$

Dacă se ia ca valoare de referință $Z_s = 0,1 \text{ cm}^2/\text{s}^2$ expresia lui S devine:

$$S = 10 \log(10Z) \quad (23)$$

Pe baza acestei relații s-a realizat o scară a pericolelor în funcție de valoarea vibrarului.

Tabel nr. 9

Scara pericolelor (vibrar)

Intensitatea vibrațiilor S [vibrar]	Clasificarea vibrațiilor	Efectul asupra construcțiilor
10-20	Ușoare	Nu există pericol
20-30	Medii	Nu există pericol
30-40	Puternice	Deteriorări ușoare
40-50	Severe	Fisurarea zidurilor
50-60	Foarte severe	Distrușgerea clădirilor

4.3. Evaluarea efectului seismic al exploziilor asupra lucrărilor miniere

4.3.1. Efectul seismic al exploziilor subterane asupra lucrărilor miniere subterane

Se poate estima prin viteza de oscilație a particulei care se poate calcula cu formula:

$$v = \frac{kQ^a}{r^b} \quad (24)$$

unde:

v - este viteza maximă a particulei, [mm/s];

Q - greutatea încărcăturii, [kg];

R - distanța până la explozie, [m];

k, a, b - coeficienți care depind de tipul exploziei și de rocă și care se determină experimental pentru fiecare amplasament.

Pentru estimări orientative pot fi folosite valorile coeficienților k, a și b din tabelul 10.

Tabel nr. 10

Valori ale coeficienților k, a și b din relația (47) recomandate de diverși autori

k	a	b	Condiții	Autori
730	0,66	1,54		Lundborg et al.(1978)
2.083	0,53	1,60	$\frac{r}{\sqrt[3]{Q}} > 3,97$	Ambraseys și Henderson(1968)
11.455	0,93	2,80	$\frac{r}{\sqrt[3]{Q}} < 3,97$	Ambraseys și Henderson(1968)
1.686	0,71	1,78		Holmberg (1979)
707	0,68	1,56		Vorobiev et al. (1972)
700	0,70	1,50	Roca vie medie	Holmberg și Persson (1980)
193 - 1.930	0,80	1,60	Împușcare în trepte	Oriard (1972)
37 - 148	0,55	1,10	Explozii masive	Oriard (1972)
5.985	0,80	1,60	Explozii de predespicare	Oriard (1972)

4.3.2. Efectul seismic al exploziilor din cariere asupra lucrărilor miniere subterane

În acest caz viteza de oscilație se poate calcula cu formula (Mironov, 1973; Mosinet, 1976):

$$v = \frac{70\sqrt[3]{Q}}{p(R_0 + H^2)} \quad (25)$$

unde:

v este viteza maximă a particulei;

Q - cantitatea de exploziv;

H – diferența de nivel dintre locul exploziei și lucrarea minieră subterană;

R₀ – distanța orizontală dintre locul exploziei și lucrarea minieră subterană;

p - este un coeficient care depinde de numărul treptelor de împușcare și este calculat cu relația:

$$p = \frac{n}{(0,445n + 0,45)} \quad (26)$$

Pentru împușcare instantanee n = 1.

În tabelele 11, 12 sunt prezentate niveluri maxime admisibile de deformare a rocilor și nivelurile admisibile de vibrații exprimate prin viteza particulei pentru diverse construcții miniere.

Tabel nr. 11

Niveluri maxime admisibile de deformare a rocilor pentru construcții miniere

Clasa construcțiilor miniere	Caracterizarea construcțiilor	Deformarea maximă admisibilă
I	Construcții miniere de importanță deosebită, cu durată mare de folosire (peste 10-15 ani): tunele hidrotehnice, puțuri, galerii principale, camere subterane	0,0001
II	Construcții miniere de importanță mare, cu durata de folosire peste 5-10 ani: canale și tunele de transport, construcții hidrotehnice, pilieri de siguranță, galerii trasversale, taluzele marginale ale carierelor	0,0002
III	Construcții miniere cu durata scurtă de folosire (1- 5 ani): camere, galerii, trepte	0,0003
IV	Construcții miniere fără importanță mare, cu durata de folosire sub 1 an: panouri de abataj, trepte de lucru ale carierelor	0,0005

Tabel nr. 12

Niveluri maxime admisibile de vibrație exprimate prin viteza particulei pentru construcții miniere

Tipul rocii	Coeficientul de tărie, f	V _P [km/s]	V maximă admisibilă pentru clasele de construcții miniere [cm/s]			
			I	II	III	IV
Sedimentare, detritice afânate și aluviuni	0,5 - 1	1 - 2	4,1	8,2	12,2	20,4
Sedimentare fisurate, cu argilă și porozitate mare	1 - 3	2 - 3	6,8	13,6	20,3	34,0
Stâncoase cu pronunțată fisurație naturală	3 - 5	3 - 4	9,5	19,0	28,4	47,5
Relativ monolitice, cu fisuri izolate	5 - 9	4 - 5	12,2	24,4	36,7	60,0
Monolitice, slab fisurate	9 - 14	5 - 6	14,9	29,8	44,6	74,5

Foarte tari și monolitice fără fisuri	14 - 20	6 - 7	17,8	35,6	53,3	89,0
---------------------------------------	---------	-------	------	------	------	------

Galeriile istorice de la Roșia Montană se încadrează în clasa I – construcții de importanță deosebită - pentru protecția cărora amplitudinea maximă a oscilației nu trebuie să depășească valoarea de 0,0001 mm, iar viteza trebuie să fie mai mică de 6,8 cm/s (roci cu $V_p = 2 - 3$ km/s).

În tabelul nr. 13 se prezintă cantitatea de exploziv calculată cu formula (25) ce poate fi detonată la diverse distanțe față de lucrarea minieră ce trebuie protejată ($v = 6,8$ cm/s) în cazul unei împușcări cu zece trepte de întârziere și o diferență de nivel $H = 10$ m.

Tabel nr. 13

V = 6,8 cm/s				
R ₀ [m]	25	50	75	100
Q [kg TNT]	1.331	3.988	8.889	16.723

Din tabelul anterior (13) reiese că din punct de vedere seismic, galeriile istorice de la Roșia Montană nu sunt în pericol, deoarece tehnologia de pușcare propusă în această zonă folosește cantități de exploziv mult mai mici decât cele calculate teoretic cu formula (25).

4.3.3. Efectul seismic al exploziilor asupra taluzelor

Pentru estimarea efectului seismic al exploziilor asupra taluzelor carierei se poate folosi relația:

$$v = \frac{k_t}{\sqrt[3]{n}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{L}} \cdot \frac{e^{-0,03r}}{r} \quad (27)$$

unde:

v - viteza maximă de oscilație, [cm/s];

Q - cantitatea totală de exploziv, [kg];

L - lungimea blocului de împușcat, [m];

r - distanța de la blocul împușcat la taluzul de protejat, [m];

n - numărul treptelor de întârziere.

Relația este valabilă pentru $r \leq 70$ m.

În tabelul 13 sunt prezentate nivelurile maxime admisibile ale vitezei de oscilație pentru protecția antiseismică a taluzelor.

Tabel nr. 14

Niveluri maxime admisibile ale vitezei de oscilație pentru protecția taluzelor

Durata de viață a taluzului	V pentru următoarele valori ale coeficientului de tărie al rocii împușcate f [cm/s]					
	1	1 - 3	3 - 5	3 - 9	9 - 14	14 - 20
> 5ani	8,2	13,6	19,0	24,4	29,8	35,6
< 5ani	12,2	20,3	28,4	36,7	44,6	53,3

Coeficientul k_t depinde de tipul rocilor din componența taluzului și de tăria rocii împușcate așa cum se vede din tabelul 14.

Tabel nr. 15

Valori ale coeficientului k_t

Tipul rocilor din componența taluzului	Coeficientul k_t pentru următoarele valori ale coeficientului de tărie f al rocii împușcate		
	$f \geq 14$	$6 \leq f < 14$	$f < 6$
$f \geq 6$	300 - 310	390 - 415	560 - 585
$f < 6$	310 - 315	415 - 425	585 - 620

Pentru protecția taluzelor finale ale carierei de la ROȘIA MONTANĂ efectul seismic al exploziilor exprimat prin viteză nu trebuie să depășească 8,2 cm/s (durata de viață a taluzelor mai mare de 5 ani și coeficientul de tărie a rocii excavate $f = 1$).

În tabelul 16 se prezintă cantitatea de exploziv calculată cu formula (27) ce poate fi detonată în viitoarea carieră, la diverse distanțe față de taluz, în cazul unei împușcări cu zece trepte de întârziere.

Tabel nr. 16

V = 8,2 cm/s					
r [m]	10	20	40	60	70
Q [kg TNT]	8	58	772	5.800	26.347

4.4. Formule de estimare a parametrilor vibrațiilor produse de explozii

La proiectarea unei explozii, este important să se aibă în vedere, deși aproximativ, gradul de pericol care poate fi ocazionat de vibrație.

Acesta este cu atât mai imperios când se vor folosi explozibili aproape de structuri fragile.

În aceste circumstanțe este de importanță fundamentală să se definească valoarea limită a încărcăturii, aceasta fiind cantitatea maximă de exploziv care poate fi folosită fără a supune structura la presiuni dincolo de limitele de siguranță.

Pentru aceasta este necesar să se stabilească corelații credibile între parametrii dinamici semnificativi ai vibrațiilor (în special viteza de oscilație) și cantitatea de exploziv detonată.

Pe baza cercetărilor experimentale s-au stabilit diverse formule de calcul a vitezei - (v), deplasării - (u) sau accelerației - (a) particulei în funcție de cantitatea de exploziv (Q) și distanța dintre epicentrul exploziei și obiectivul care trebuie protejat (r).

4.4.1. Formule de calcul a vitezei

Cercetările experimentale au arătat că relația dintre viteza de oscilație și cantitatea de exploziv este una de forma:

$$v = f(K_1, \dots, K_n) \frac{Q^\alpha}{R^\beta} \quad (28)$$

unde K_1, \dots, K_n și α, β sunt coeficienți care depind de proprietățile explozivului, mediul geologic și tehnologia de pușcare.

Întrucât viteza de oscilație reprezintă parametrul dinamic cel mai important în studiul efectului seismic al exploziilor asupra construcțiilor, au fost deduse mai multe formule de calcul a acesteia.

Astfel,

➤ **Medvedev et al. - 1962** au propus pentru calculul componente radiale a vitezei, formula:

$$v = 268 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^2 [\text{cm/s}] \quad (29)$$

unde:

Q - cantitatea de exploziv [kg]

r - distanța dintre epicentrul exploziei și obiectivul care trebuie protejat.

➤ **Kuznețov - 1971** propune formula:

$$v = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^2 \quad (30)$$

unde:

k_1 – coeficient care ține cont de tipul rocilor unde are loc explozia, roca de fundare și anotimp (v.tab.10);

- k_2 – coeficient care depinde de poziția exploziei față de obiectivul de protejat (v.tab.11);
 k_3 – coeficient care ține seama de tehnologia de pușcare (tab.12);
 k_4 – coeficient care ține seama de tipul de pușcare: instantanee, $k_4 = 1$;
 k_5 – coeficient care ține seama de raportul dintre distanța punct explozie - obiectiv de protejat și lungimea blocului pușcat (v.tab.13);
 k_6 – coeficient care ține seama de modul de amplasare a încărcăturii (v.tab.14).

Tabel nr. 17

Valorile coeficientului k_1

Tipul rocilor în care are loc explozia	Roca de fundare	k_1		
		Vara	Toamna și primăvara	Iarna
Roci stâncoase mai tari decât media	Roci stâncoase semitari	120	120	120
Roci stâncoase mai tari decât media	Roci argilo-nisipoase cu grosimi de 10-15 m	200	300	250
Roci stâncoase sub tăria medie	Roci stâncoase semitari și tari	90	90	90
Roci stâncoase sub tăria medie	Roci argilo-nisipoase cu grosimi > 10-15 m	150	230	200

Tabel nr. 18

Valorile coeficientului k_2

Amplasarea obiectivului de protejat	k_2
În spatele blocului de împușcat	1,00
În flancul blocului de împușcat; sensul pușcării opus obiectivului	0,65
În flancul blocului de împușcat; sensul pușcării spre obiectiv	0,85
Înaintea blocului de pușcat	0,70

Tabel nr. 19

Valorile coeficientului k_3

Condiții de împușcare	k_3
Cu abataj frontal obișnuit	1,0
Cu abataj cu o suprafață liberă, explozii în mai multe trepte, explozii în mediu comprimat etc.	2,0
În pilier cu 4 - 5 suprafețe libere	0,5

Tabel nr. 20

Valorile coeficientului k_5

r/l	k_5
0,2	0,70
0,4	0,75
0,7	0,85
1	0,90
2	0,95
3	0,98
4	1,00

Tabel nr. 21

Valorile coeficientului k_6

Distanța explozie - obiectiv de protejat	k_6		
	2 rânduri de găuri	3 rânduri de găuri	4 rânduri de găuri
10	1,30	1,35	1,45
100	1,15	1,30	1,40
500	1,00	1,02	1,05

Berta, G. (1990) stabilește o formulă de calcul a vitezei de oscilație, pornind de la formula energiei seismice prezentată în subcapitolul 1.4.:

$$\varepsilon_g = 4\pi^3 R^2 \cdot \rho_r \cdot C \cdot a^2 \cdot f^2 \cdot t_v \cdot 10^{-6} \quad (31)$$

Cum ε_g reprezintă 40% din totalul energiei exploziei (η_g), se poate scrie:

$$\varepsilon_g = \eta_g \varepsilon \cdot Q = \eta_g \eta_1 \eta_2 \cdot \varepsilon \cdot Q \quad (32)$$

Din relațiile (21) și (22) reiese că:

$$a = \sqrt{\frac{\eta_g \eta_1 \eta_2 \cdot \varepsilon \cdot Q \cdot 10^6}{4\pi^3 R^2 \cdot \rho_r \cdot C \cdot a^2 f^2 \cdot t_v}} \quad (33)$$

Ținând cont că durata semnificativă a vibrației unei explozii este de obicei de 5 cicluri, durata t_v va fi:

$$t_v = 5T = \frac{5}{f} \quad (34)$$

iar:

$$f = (K_f \cdot \log R)^{-1} \quad (35)$$

Din formulele (29), (30), (31) se poate scrie:

$$a = \sqrt{\frac{\eta_g \eta_1 \eta_2 \cdot \varepsilon \cdot Q \cdot K_f \cdot \log R \cdot 10^6}{20\pi^3 R^2 \cdot \rho_r \cdot C}} \quad (36)$$

Plecând de la $v = 2 \pi a f$ și de la formula (32) obținem:

$$v = \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{\frac{\eta_g \eta_1 \eta_2 \cdot \varepsilon \cdot 10^6}{5\pi \cdot K_f \cdot \rho_r \cdot C \cdot \log R}}} \quad [\text{m/s}] \quad (37)$$

Awojobi et al.(1974) au propus relația:

$$v = KQ^{0,55} \left(\frac{h}{r}\right)^{0,1} \quad (38)$$

unde:

h este adâncimea la care se detonează încărcătura de exploziv;
 k -coeficient ce depinde de condițiile de teren.

Langefors, U. propune pentru calculul vitezei, formula:

$$v = K \sqrt{\frac{Q}{R^2}} \quad (39)$$

Mârza, V. și Pantea, A. au propus o formulă pentru calculul vitezei totale:

$$V_T = 408 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (40)$$

Sadovski, M.A. (1946) propune formula :

$$v = k \sqrt{\frac{Q}{R^3}} \quad (41)$$

Viteza de oscilație a particulei este un parametru acceptat de mulți cercetători drept criteriu principal pentru evaluarea efectului seismic al exploziilor.

Formula (41) a fost folosită de către S.C. IPROMIN S.A. pentru zonarea seismică a perimetrului. Valoarea medie a lui k a fost 30, și a fost determinată experimental în urma a patru explozii.

Având în vedere că obiectivele ce trebuie protejate la ROȘIA MONTANĂ sunt clădiri șubrede și monumente istorice se impune ca viteza maximă admisibilă să fie de 3 mm/s așa cum prevede normativul german DIN 4150/83.

În tabelul de mai jos se prezintă încărcăturile maxime admisibile ce pot fi detonate instantaneu, la diverse distanțe față de obiectivele de protejat din perimetrul ROȘIA MONTANĂ, calculate cu formula (41) pentru viteza de 4 mm/s și un k = 30.

Tabel nr. 22

V = 4,0 mm/s; k = 30							
R [m]	100	150	200	250	300	400	500
Q [kg TNT]	178	600	1.422	2.778	4.800	11.378	22.222

R = distanța dintre focarul exploziei și receptor;

Q = cantitatea de exploziv detonată instantaneu în echivalent TNT.

4.4.2. Formule de calcul a deplasării

Pentru calculul deplasării radiale se poate folosi relația (I.C.I.,1972):

$$u = k_a \frac{\sqrt{Q}}{r} \quad [\text{mm}] \quad (42)$$

unde k_a este un coeficient care depinde de natura rocilor în care are loc explozia și de natura rocilor pe care sunt amplasate construcțiile (v. tabelul 15).

Tabel nr. 23

Valorile coeficientului de amplasament

Tipul rocilor în care are loc explozia	Tipul rocilor din amplasamentul clădirii	k_a
Roci stâncoase	Roci stâncoase	0,57 – 1,15
Roci stâncoase	Argile	1,15 – 2,30
Argile	Roci stâncoase	1,15 – 2,30
Argile	Argile	2,30 – 3,40

4.4.3. Formule de calcul a accelerației

Pentru calculul accelerației se poate utiliza relația empirică (Hudson,1961):

$$a = 877,95 \frac{Q^{\frac{3}{4}}}{r^2} \quad (43)$$

4.5. Norme și reglementări privind efectul seismic al exploziilor

În capitolul anterior s-au prezentat parametrii dinamici semnificativi ai vibrațiilor produse de explozii și legătura care există între nivelul acestora și gradul de deteriorare a construcțiilor.

Având în vedere aceste corelații, unele țări au adoptat standarde în care sunt stabilite limitele admisibile ale parametrilor dinamici semnificativi ai oscilațiilor produse de explozii.

În tabelul 24 și fig. 8 sunt prezentate reglementările standardului german DIN 4150/1983.

Tabel nr. 24

Valori limită ale vitezei de oscilație (mm/s) conform DIN 4150/1983

Tipul structurii	Puncte de măsurare			
	Fundații			Podușua celui mai înalt nivel al clădirii
	< 10 Hz	10 - 50 Hz	50 - 100 Hz	Orice frecvență
1. Clădire de birouri sau fabrică	20	20 - 40	40 - 50	40
2. Clădire rezidențială cu pereți tencuiți	5	5 - 15	15 - 20	15
3. Clădiri istorice sau altă clădire ce trebuie tratată cu grijă	3	3 - 8	8 - 10	8

Pentru frecvențe > 100 Hz pot fi acceptate nivele mai mari

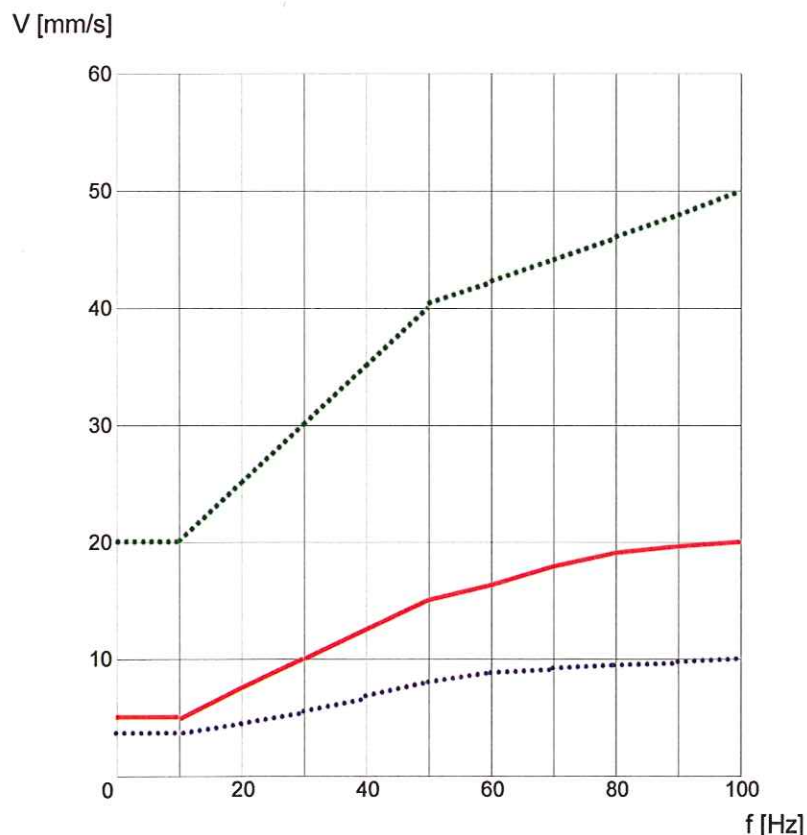


Figura nr. 8 Limitele admisibile ale vitezei de vibrație pentru diferitele tipuri de construcții în funcție de frecvență, precum a fost definită de STANDARDUL DIN 4150 (Germania)

În SUA se folosește un normativ RI 8507 – 1980, elaborat de Biroul Minelor care este ilustrat în figura nr. 9.

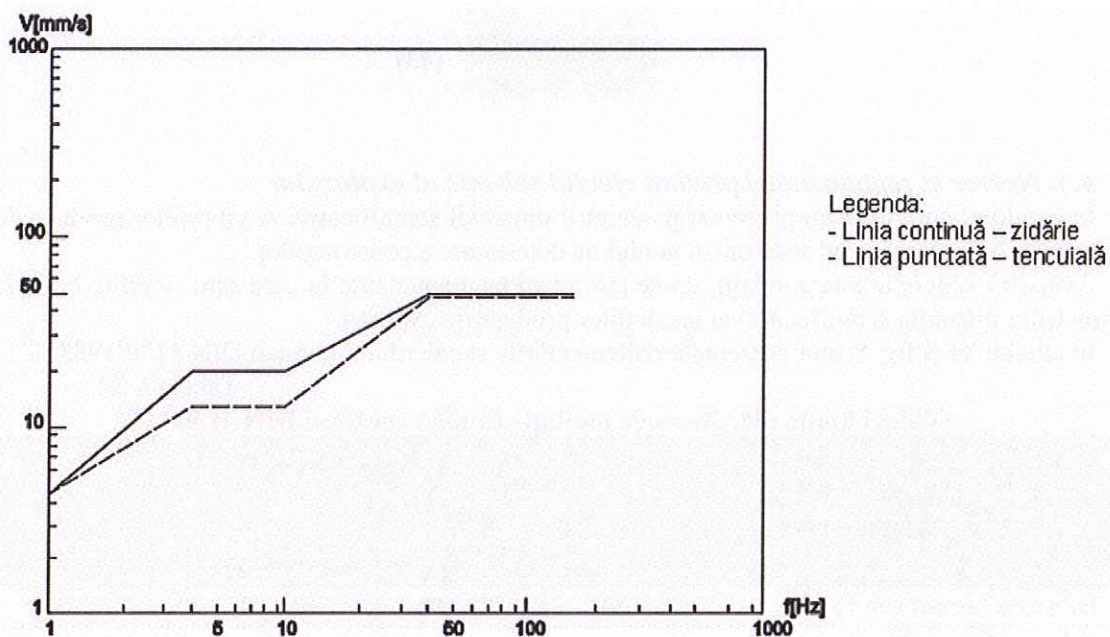


Figura nr. 9 Limitele admisibile ale vitezei de vibrație pentru diferitele tipuri de construcții în funcție de frecvență, după normativul RI 8507 – 1980 (USMB)

- pentru frecvențe peste 40 Hz: $v = 50$ mm/s;
- pentru frecvențe între 5 – 10 Hz: $v = 19$ mm/s (zidărie),
 $v = 12,7$ mm/s (tencuială);
- pentru frecvențe între 10 – 40 Hz și < 5 Hz: valorile sunt legate de frecvență după cum indică figura.

În tabelul următor este prezentat standardul folosit în Elveția:

Tabel nr. 25

Tipul de structură	Frecvența [Hz]	Viteza de vibrație indusă de explozii [mm/s]	Viteza de vibrație indusă de traficul auto [mm/s]
Structuri din oțel sau beton armat (hale industriale, diguri, poduri, turnuri pe structură metalică, canale, tuneluri)	10 - 60		
	60 - 90	30	12
	10 - 30	30 - 40	12 - 18
	30 - 60		
Clădiri cu fundații, pereții și podele din beton, clădiri cupereți din beton sau zidărie, camere subterane și tunele cu zidărie	10 - 60		
	60 - 90	18	8
	10 - 30	18 - 25	8 - 12
	30 - 60		
Clădiri cu pereți din zidărie și plafoane din lemn	10 - 60		
	60 - 90	12	5
	10 - 30	12 - 18	5 - 8
	30 - 60		
Clădiri monument istoric sau alte obiective cu structuri sensibile	10 - 60		
	60 - 90	8	3
	10 - 30	8 - 12	3 - 5

În tabelul următor este prezentat standardul folosit în Suedia:

Tabel nr. 26

Valori limită ale vitezei de oscilație, amplitudinii și accelerației pentru fundații în roci tari, valabile pentru o durată scurtă a exploziei
(Persson et al, 1980)

Tipul de structură	Valori maxime admise ale parametrilor vibrației		
	Amplitudinea [mm]	Viteza de vibrație [mm/s]	Accelerația [mm/s ²]
Clădiri din beton armat	0,4	200	5
Apartamente de bloc situate la înălțimi mari din beton armat sau structură metalică		100	

Tipul de structură	Valori maxime admise ale parametrilor vibrației		
	Amplitudinea [mm]	Viteza de vibrație [mm/s]	Accelerația [mm/s ²]
Lucrări miniere subterane (galerii, camere, abataje) săpate în roci tari și foarte tari, cu deschiderea de 15 - 18 m	0,4	70 - 100	5
Blocuri normale din cărămidă sau echivalent		70	
Clădiri din beton		35	
Muzeul Național Suedez (obiectiv cu structuri sensibile)	0,1	25	2,5
Centru IT			
Centru de comandă (dispecerate)			0,5 - 2

În România nu există un standard privind limitele admisibile ale parametrilor dinamici semnificativi ai vibrațiilor produse de explozii, iar în calculele efectuate pentru proiectul Roșia Montană s-a folosit standardul german Tabel 24, figura 8), care este cel mai restrictiv.

4.6. Evaluarea efectului seismic al undei de șoc aeriene

Exploziile produse în aer, pe suprafața pământului sau în cavități săpate în roci cu buraj necorespunzător sau fără buraj pot produce unde de șoc aeriene foarte puternice.

Vibrațiile aerului sunt influențate de condițiile atmosferice și de morfologia terenului.

Detonarea explozivilor în aer sau neburați este însoțită de o degajare rapidă în atmosferă a tuturor gazelor, căldurii și luminii. Gazele în expansiune fac să apară în aer o undă de presiune numită undă de șoc aeriană. Această undă de șoc se caracterizează printr-o creștere bruscă a presiunii peste cea atmosferică. Această creștere a presiunii este urmată de o descreștere, ceea ce face ca, după un anumit timp, faza pozitivă a variației de presiune să fie urmată de o fază negativă în care presiunea devine mai mică decât cea atmosferică.

Suprapresiunea este în general cauzată de una sau mai multe din următoarele condiții:

- detonarea explozibililor în spațiu deschis;
- buraj incorect sau insuficient;
- expansiunea cu mare viteză a gazelor;
- deplasarea materialului explodat (efect de piston);

- vibrațiile solului (componenta verticala).

Suprapresiunea din atmosferă este rezultatul energiei transmise prin aer cu un spectru de frecvențe în general între 0.1 și 200 Hz. S-a estimat că energia din această sursă ajunge până la 38-39% din energia dezvoltată de explozie.

Cum urechea umană nu poate detecta vibrații în aer cu o frecvență sub 20 Hz, energia de suprapresiune în aer poate induce vibrații în structură fără ca oamenii prezenți să observe vreun “zgomot”.

Cu toate acestea, în proiectarea exploziilor, efectele care sunt simțite sub formă de “zgomot” sunt cele care cauzează cele mai multe nemulțumiri.

Zgomotele, în special cele neașteptate, produc nu numai disconfort ci de multe ori chiar panică și implică reclamații, cereri de despăgubiri și uneori cereri ca lucrările se fie suspendate.

În realitate se întâmplă foarte rar ca suprapresiunea aerului să producă prejudicii structurilor iar în cazurile excepționale când acest lucru se întâmplă, stricăciunea constă în spargerea ferestrelor sau desprinderea tencuiei.

Când unda de șoc tranzitorie trece de un anumit punct, presiunea aerului în acel punct crește foarte repede către o valoare peste cea a mediului (valoare de vârf) apoi descrește, mai încet, spre o valoare mai mică decât cea ambientală, iar în final, după o serie de oscilații, se întoarce la nivelul original.

Variațiile de presiune la orice moment din timpul trecerii undei de șoc pot fi măsurate și înregistrate de microfoane care sunt de obicei grupate împreună cu instrumentele de măsurare a vibrațiilor de pe sol.

Semnalul interceptat de microfoane este înregistrat simultan cu cele trei componente ale vitezei de vibrație. Valoarea de vârf este măsurată prin comparație cu presiunea atmosferică.

Cifrele următoare reprezintă o gamă de valori ale undei de șoc probabil a fi întâlnite și posibilele lor efecte:

- 21000 Pa: – cauzează daune structurilor;
- 7000 Pa: – se sparg geamurile;
- 2100 Pa: – geamurile din plăci de sticlă se pot sparge;
- 210 Pa: – nici o stricăciune;
- 21 Pa: – disconfort personal;
- 14 Pa: – vesela și geamurile vibrează;
- $2 \cdot 10^{-5}$ Pa: – pragul de audibilitate.

Practica leagă direct presiunea de efectele acustice, ceea ce înseamnă că avem de-a face cu o gamă foarte largă de valori. Aceasta este o consecință a faptului că urechea răspunde logaritmice la schimbările de presiune.

Vârful de presiune sunt definite prin formula

$$PDB(dB) = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0} \quad (44)$$

unde

PDB (dB) – vârful de presiune, pe o scară în decibeli

P – suprapresiunea măsurată (Pa)

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa – pragul de audibilitate (valoare acceptată convențional ca presiune de referință).

Variația suprapresiunii SP în faza pozitivă este exprimată de relația:

$$SP(T) = SP_0 \left(1 - \frac{t}{t_{os}}\right) e^{\frac{-t}{t_{os}}} \quad (45)$$

unde:

SP_0 este valoarea suprapresiunii maxime;

t_{os} - durata fazei pozitive a suprapresiunii;

t - timpul măsurat de la apariția undei de șoc.

Pentru calculul lui SP_0 se pot folosi mai multe formule propuse de:

- Naumenko și Petrovski:

$$SP_0 = 10^6 \left(\frac{Q}{10^8} \right)^2 \left(\frac{400}{r} \right)^2 \text{ [dyn/cm}^2\text{]} \quad (46)$$

– Sadovski:

$$SP_0 = 10^6 \left(\frac{0,76}{r} + \frac{2,55}{r^2} + \frac{6,5}{r^3} \right) \text{ [dyn/cm}^2\text{]} \quad (47)$$

– Henrych:

- pentru $0,05 < \underline{r} = rQ^{1/3} \leq 0,3 \text{ m/kg}^{1/3}$

$$SP_0 = 10^6 \left(\frac{14,0717}{r} + \frac{6,5397}{r^2} - \frac{0,3572}{r^3} + \frac{0,0625}{r^4} \right) \text{ [dyn/cm}^2\text{]} \quad (48)$$

- pentru $0,3 < \underline{r} = rQ^{1/3} \leq 1,0 \text{ m/kg}^{1/3}$

$$SP_0 = 10^6 \left(\frac{6,1938}{r} - \frac{0,3262}{r^2} + \frac{2,1324}{r^3} \right) \text{ [dyn/cm}^2\text{]} \quad (49)$$

- pentru $1,0 \leq \underline{r} = rQ^{1/3} \leq 10,0 \text{ m/kg}^{1/3}$

$$SP_0 = 10^6 \left(\frac{0,622}{r} + \frac{4,05}{r^2} + \frac{3,29}{r^3} \right) \text{ [dyn/cm}^2\text{]} \quad (50)$$

Viteza de propagare a undei de șoc aeriene poate fi calculată cu formula:

$$V_0 = V_s \left(1 + \frac{6SP_0}{7P_{atm}} \right) = 340 \sqrt{1 + 0,0857 \cdot SP_0} \text{ [m/s]} \quad (51)$$

în care:

$V_s = 340 \text{ m/s}$ este viteza sunetului;

$P_{atm} = 10 \text{ N/cm}^2$ – presiunea atmosferică.

Viteza de propagare a undei de șoc este de obicei mai mică decât viteza undelor seismice prin roci. Din aceasta cauză, unda de șoc aeriană ajunge la construcție după trecerea trenului principal de unde seismice.

Datorită suprapresiunii, adică datorită „sufletului exploziei” masele de aer se mișcă în sensuri contrare, dând naștere unor vânturi puternice, care însoțesc unda de șoc.

Efectul produs de aceste vânturi se numește presiune dinamică - P_d , care este exprimată prin relația:

$$P_d = \rho_a V_v^2 \quad (52)$$

În care:

ρ_a – este densitatea aerului;

V_v – viteza vântului care însoțește unda de șoc.

Variația în timp a presiunii dinamice se exprimă prin relația:

$$P_d = P_{d,0} \left(1 - \frac{t}{t_{od}} \right) e^{\frac{-2t}{t_{od}}} \quad (53)$$

În care:

$P_{d,0}$ este presiunea dinamică maximă,

t_{od} este durata fazei pozitive a presiunii dinamice.

Mărimile $P_{d,0}$ și t_{od} se calculează cu ajutorul relațiilor:

$$P_{d,0} = 3 \cdot 10^6 \left(\frac{Q}{10^8}\right)^{0,424} \cdot \left(\frac{500}{r}\right)^{1,272} \text{ [din/cm}^2\text{]} \quad (54)$$

$$t_{od} = 1,5B \cdot 10^{-3} \sqrt{Q} \text{ [m]} \quad (55)$$

Cercetările experimentale care au vizat efectele distructive ale undei aeriene sunt sintetizate în tabelul 27.

Tabel nr. 27

Deteriorările probabile asociate cu valorile suprapresiunii create de unda de șoc aeriană

Suprapresiunea		Deteriorări observate
[10 ⁴ x dyn/cm ²]	[Db]	
<1,5	<153	Zguduirii ale ferestrelor mobile, deteriorarea unor geamuri prestresate sau slab montate
≈5	≈165	Pragul de deteriorare a cadrelor de geam bine montate
7-14	167-173	Unele geamuri deteriorate (sparte)
14-21	173-176	Deteriorări minore la pereții tencuiți, toate geamurile sparte
>21	>176	Fisuri în zidărie, toate geamurile sparte

Din datele prezentate în tabelul 27, reiese că cele mai grave deteriorări produse de unda de șoc aeriană, în cazul în care nu se iau măsuri de protecție, sunt fisurarea zidăriei și spargerea geamurilor.

În cazul Roșia Montană, în urma măsurilor de protecție luate, prin utilizarea tehnologiilor speciale de împușcare, suprapresiunea calculată are valoarea de $2,7 \times 10^4$ x dyn/cm², pentru o distanță de 100 m, între focarul exploziei și obiectivul de protejat.

Această situație se întâlnește la obiectivele *Piatra Corbului*, *Mormântul lui Simion Balint* și 4 case monument din jurul primăriei actuale.

5. CONTROLUL ȘI MONITORIZAREA EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR

Pentru evaluarea efectului seismic al exploziilor este necesară înregistrarea undelor seismice produse de acestea.

5.1. Aparatura pentru înregistrarea vibrațiilor produse de explozii

Înregistrarea undelor seismice se folosește de regulă o aparatură seismică specială numită de obicei seismograf.

Un seismograf portabil are cel puțin trei canale care să permită o înregistrare pe trei componente ortogonale: radială - în direcția punctului de pușcare; tangențială care este perpendiculară în plan orizontal pe componenta radială și verticală care este perpendiculară pe celelalte două.

Seismograful este compus de regulă din trei unități :

- Traductoare seismice;
- Unitatea de amplificare
- Unitatea de comandă și înregistrare.

De regulă unitatea de amplificare și comandă înregistrare sunt construite împreună și sunt cunoscute sub denumirea de unitatea centrală. La unele seismografe cele trei unități sunt reunite într-o carcasă comună.

5.1.1. Traductoare seismice

Există trei tipuri de traductoare seismice:

- Traductoare de deplasare
- Traductoare de viteză(geofone)
- Traductoare de accelerație

5.1.2. Seismografe portabile

Astăzi sunt multe firme care produc seismografe portabile care se folosesc la înregistrarea oscilațiilor seismice produse de explozii .

Traductorii cei mai utilizați sunt cei de viteză sau de accelerație.

Cele mai moderne seismografe au și traductori (microfoane) pentru unda de șoc aeriană. Înregistrarea datelor se face pe suport magnetic și pot fi transmise la distanță.

Înregistrarea datelor se face pe suport magnetic. Unele seismografe au un modem care permite transmiterea la distanță a datelor.

Măsurătorile în teren trebuie să se facă la sol și nu în construcție, pentru a evita efectele introduse de marea varietate de construcții, care răspund diferit la mișcarea solului.

Înregistrările seismice trebuie să se facă pe trei componente: una verticală și două orizontale. Una din componentele orizontale trebuie să fie radială, iar cealaltă transversală pe direcția epicentrului exploziei - punct de măsură.

La amplasarea în teren a seismometrelor se vor alege puncte cât mai reprezentative pentru scopul cercetării întreprinse, care să permită efectuarea unui studiu cât mai complex, privind variația parametrilor măsurați în funcție de distanță și direcția față de locul exploziei.

În cazul proiectului Roșia Montană, pe perioada de desfășurare a activității de exploatare, vor fi monitorizate efectele seismice ale exploziilor de derocare.

Având în vedere că activitatea de împușcare va începe la distanțe considerabile față de obiectivele de protejat, distanță ce va scădea în timp, efectele seismice vor putea fi foarte bine studiate, în cadrul programului de monitorizare, în așa fel încât, tehnologia de împușcare să se poată adapta pentru ca riscurile să tindă către zero.

Inițial, cele mai apropiate obiective față de focarul primelor explozii vor fi Piatra Corbului și Tăul Găuri, care se vor afla la distanțe mai mari de 500 m, iar celelalte obiective se vor afla la distanțe mai mari de 1.000 m.

Practic, în această situație va începe programul de monitorizare, prin care, pe fiecare obiectiv se va monta un seismograf, care va înregistra parametrii undei seismice generate de lucrările de împușcare.

Seismografele vor fi dotate cu trei traductori, montați pe trei direcții ortogonale și cu un modem pentru transmiterea datelor la distanță.

Propunem ca seismografele să fie alese dintre cele prezentate în anexe, sau altele, dar cu aceleași performanțe, sau mai bune.

Seismografele vor lucra în regim continuu și în acest sens vor fi dotate cu surse de alimentare adecvate.

Toate datele înregistrate de seismografele fixe vor fi centralizate și prelucrate, urmând a fi stabiliți parametrii dinamici semnificativi ai exploziei.

În plus, față de aceste seismografe fixate pe obiectivele de protejat, va fi necesar și un seismograf portabil, cu minimum 6 canale, cu care se vor face înregistrări, pe diverse direcții, în zone cât mai apropiate de focarul exploziei.

Pe baza parametrilor undei seismice, determinați din monitorizarea efectuată cu seismometrele fixe și cu stația mobilă, se va interveni în tehnologia de împușcare, dacă este cazul.

În figura nr. 10 prezentăm o schemă de monitorizare cu seismografe, prezentată de firma INSTANTELE.

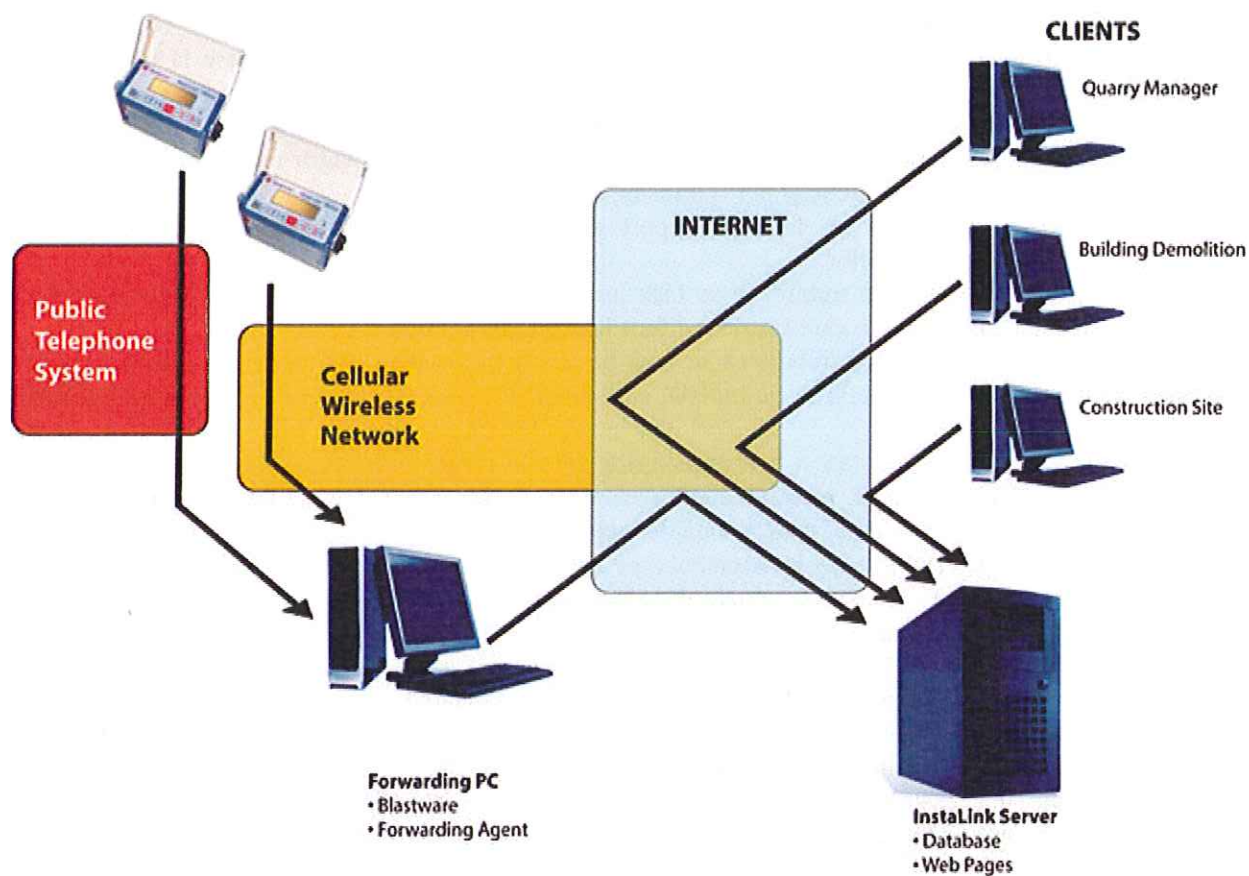


Figura nr. 10

În continuare prezentăm câteva tipuri de seismografe.

5.2. Tipuri de seismografe

5.2.1. Seismograf tip BLASTMATE

Seismografele din gama Blastmate sunt printre cele mai fiabile aparate pentru monitorizarea vibrațiilor produse în timpul exploziilor.

Aparatura din gama Blastmate sunt proiectate și construite în conformitate cu cerințele Asociației Internaționale ale Inginerilor privind performanțele seismografelor pentru monitorizarea exploziilor.

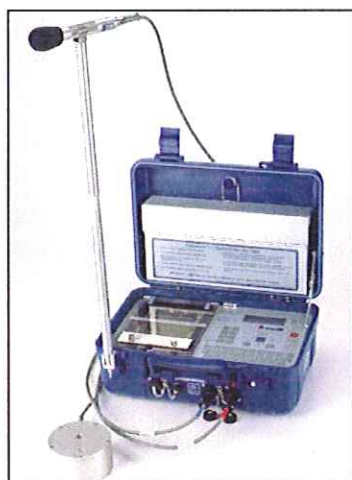


Figura nr. 11

5.2.2. Seismografe tip VIBRACORD DX

Instrumentele pentru măsurarea vibrațiilor din gama Vibracord DX sunt folosite în construcții, minerit, explozii, lucrări de demolare, sau alte activități în care apariția vibrațiilor nu poate fi complet evitată. Pentru a evita orice risc sau efect negativ asupra obiectivelor sunt necesare măsurarea și analizarea acestor vibrații.



Figura nr. 12

Unul din aparatele pentru măsurarea vibrațiilor este seismograful tip VIBRACORD DX. Aparatul se livrează în două game de frecvență: 315 Hz (DIN 45669); 2-250 Hz.

5.2.3. Seismograf tip ETNA

Accelerometrul tip Etna, proiectat și realizat de cea mai cunoscută firmă producătoare de utilaj seismologic din lume KINEMETRIKS (S.U.A.), este destinat pentru înregistrări în timp real ale accelerației în cutremurele puternice. Etna îmbină cele mai recente realizări din domeniul înregistrărilor digitale, resurselor programate, telecomunicațiilor, rezistenței materialelor etc., bazate pe tehnologiile Altus ale companiei KINEMETRIKS.



Figura nr. 13

Accelerometrul de model ETNA prezintă mai multe avantaje:

- este un dispozitiv de înregistrare triaxial și digital;
- include un accelerometru (EpiSensor) triaxial intern care permite înregistrarea accelerației oscilațiilor pe trei direcții (Nord-Sud, Est-West și verticală);
- măsoară accelerația pe un interval larg dinamic (108 dB) și de frecvențe (0-80 Hz);
- are încorporat un modul PCMCIA intern cu cartelă PC de memorie (16 MB);
- este prevăzut cu SOFT ce permite analiza rapidă, acumularea concomitentă și citirea datelor de înregistrare;
- datorită legăturii permanente directe, prin intermediul unei antene speciale, cu sateliții artificiali ai Pământului, asigură posibilitatea determinării exacte a poziției în spațiu (coordonatele geografice și altitudinea), cu o eroare de până la 25 m;
- asigură sincronizarea cronometrului interior cu timpul universal (Universal Time Clock) (cu eroarea de până la ± 5 microsecunde), prin intermediul sistemului încorporat GPS și al sateliților artificiali ai Pământului;
- permite comanda și autodiagnosticarea la distanță;
- înregistrările referitoare la un eveniment pot fi citite automat prin conectarea la un calculator portabil;
- datele referitoare la un eveniment pot fi accesate de la distanță, prin intermediul modemului intern al accelerometrului, folosind cheia electronică a SOFT-ului;
- este prevăzut cu o baterie internă care asigură, în caz de necesitate, funcționarea neîntreruptă timp de 72 ore.

Aparatul funcționează astfel. Sensorii selectează viteza sau accelerația bazei (terenului), verificându-se permanent dacă semnalele obținute satisfac criteriile seismice de determinare a evenimentului. Semnalele ce satisfac aceste criterii sunt păstrate ca date ale evenimentului seismic pe cartela de memorie PCMCIA. Evenimentele înregistrate pot fi transmise în mod automat prin modem, prin conectarea la un calculator portabil sau prin extragerea cartelei PCMCIA de memorie.

În baza acestor măsurători, a cercetărilor geologice regionale, precum și a datelor privind activitatea seismică anterioară se întocmesc hărțile de zonare seismică a teritoriului unei țări, ele reprezentând intensitatea seismică în grade, și hărțile de risc seismic pe care liniile reprezintă nivelul accelerației maxime posibile.

5.2.4. Seismografe tip TDL

Seismografele portabile digitale din gama TDL fac parte din noua generație de seismografe portabile dezvoltate de către Zhuhai Taide Enterprise Co., Ltd., în baza sistemului de achiziție și înregistrare a datelor - TDE-324CI - în conformitate cu specificațiile tehnice ale Agenției pentru monitorizarea cutremurelor din China.



Figura nr. 14

În anexele atașate documentației sunt prezentate fișele tehnice ale unor seismografe.

6. METODE DE REDUCERE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR

6.1. Grupări de explozii

Amplitudinea undelor seismice produse de o explozie concentrată într-o singură cavitate se poate exprima prin relația:

$$A_{\Sigma} = k_1 Q^q \quad (56)$$

Dacă încărcătura este repartizată în mod egal în n cavități, amplitudinea oscilației produsă de o singură explozie din grupare va fi:

$$A_n = nk_1 \left(\frac{Q}{n}\right)^q \quad (57)$$

Din relațiile (51) și (52) rezultă:

$$k_n = \frac{A_n}{A_{\Sigma}} \dots n^{1-q} \quad (58)$$

care este caracteristica de amplitudine a grupării de explozii.

Pentru reducerea efectului seismic cantitatea totală de exploziv este fracționată și detonată cu decalaje de timp (interval de întârziere) între trepte de ordinul milisecundelor.

Mărimea intervalului de întârziere și a numărului de trepte trebuie alese în așa fel încât oscilațiile seismice generate de fiecare treaptă să fie în antifază cu precedentele, astfel încât amplitudinea unei rezultante să fie minimă.

În funcție de efectul lor seismic exploziile de derocare - demolare pot fi clasificate în ordinea descrescândă a acestuia, în:

- explozii instantanee;
- explozii cu microîntârziere cu efect de derocare mare;
- explozii cu macroîntârziere (cu decalaje între trepte de 1 - 2 secunde sau mai mare);
- explozii cu microîntârziere cu un interval de întârziere mai mic decât timpul necesar ca materialul să se separe de frontul de lucru.

Oscilația seismică produsă de explozie este de obicei de durată scurtă și în cele mai multe cazuri numai 3 sau patru cicluri ale acesteia au amplitudinea mai mare ca jumătate din amplitudinea maximă.

Aceasta înseamnă că la intervale de timp mai mari de 3 - 4T (T - perioada de oscilație) însumarea efectelor va fi minimă.

Dacă intervalul de întârziere este mai scurt (explozii cu microîntârziere) există posibilitatea ca oscilațiile provenite de la explozii diferite din grupare să se însumeze și să crească efectul seismic. De aceea, intervalul de întârziere trebuie astfel ales încât însumarea oscilațiilor să conducă la o oscilație rezultantă de amplitudine cât mai mică, adică să se facă o însumare în antifază.

Efectul de interferență maximă se obține când intervalul de întârziere este egal cu perioada de oscilație predominantă sau cu un multiplu întreg al acesteia, adică:

$$t = nT; n = 1, 2, 3, \dots$$

Dacă $n > 3$ oscilația rezultantă este mai mică decât oscilația produsă de detonarea instantanee a întregii încărcături.

Dacă $n < 3$ oscilațiile se pot însuma în fază și rezultanta este aproape egală cu oscilația produsă de detonarea instantanee a întregii încărcături.

Dacă $n = 1/2, 3/2, 4/2, \dots$ (adică n este multiplu impar de semiperioade) există șansa ca oscilațiile să se însumeze în antifază.

În cazul în care $n > 7/2$ suntem în situația $n > 3$ când însumarea nu se face nici în fază nici în antifază ci se produce o așezare „cap la cap” a oscilațiilor generate de exploziile fiecărei trepte.

Un alt mod de stabilire a intervalului optim de întârziere este dat de relația:

$Ht = kT$ unde H este numărul de trepte de întârziere.

Dacă H este un număr întreg, iar k trebuie să fie număr întreg; atunci raportul k/H nu trebuie să fie număr întreg.

În cazul proiectului Roșia Montană, pentru reducerea efectului seismic al exploziilor, detonarea se va realiza în trepte cu microîntârziere, astfel încât va rezulta o amplitudine cât mai mică, iar oscilațiile se vor însuma în antifază.

6.2. Metoda de inițiere a expoziilor

Inițierea exploziilor se poate face cu fitil detonant sau cu capse electrice.

Cercetările experimentale au arătat că exploziile cu microîntârziere inițiate cu capse electrice au generat unde seismice cu amplitudine mai mică decât cele inițiate cu fitil detonant.

6.3. Crearea de suprafețe libere

Când gaura de pușcare este apropiată de o suprafață v liberă, sistemul de fracturi din jurul găurii este mult influențat de prezența acesteia din cauză că unda longitudinală de presiune, când întâlnește o suprafață liberă este convertită într-o undă de tensiune reflectată și una de forfecare reflectată.

Este necesar, deci, ca explozia să aiba loc către o suprafață liberă, în scopul de a permite umflarea rocii și de a preveni „înghețarea” sau „sufocarea” exploziei.

6.4. Explozia de predespicare și de netezire

Exploziile de predespicare și de netezire se folosesc pentru reducerea efectului seismic. Mecanismul ruperii în cazul acestor două tehnici este aproape identic.

În cazul detonării simultane a încărcăturii din două găuri, stresurile de tensiune induse de explozie se amplifică, rezultând un stres de tensiune crescut, care acționează perpendicular pe linia ce unește cele două găuri și cauzează creșterea fisurării de-a lungul acestei linii.

Alegerea adecvată a distanței dintre găuri și a densității de încărcare cu exploziv poate să conducă la formarea unei fracturi fără neregularități, ce se propagă de la gaură la gaură.

Reglarea densității de încărcare se poate face prin decuplarea încărcăturii din fiecare gaură. Decuplarea se obține făcând o încărcătură cu diametrul mai mic decât diametrul găurii, astfel încât să existe o zonă inelară cu aer în jurul încărcăturii. Această zonă cu aer absoarbe o parte din energia inițială de explozie și reduce mărimea impactului presiunii înalte inițiale, care este responsabil de sfărâmarea rocii din imediata vecinătate a rocii.

Când aceste condiții de detonare simultană a găurilor puțin distanțate și cu încărcături decuplate, sunt satisfăcute, fisura dorită poate să se propage la densități joase de încărcare, care reduce considerabil gradul de deteriorare a rocii din vecinătatea găurii.

Explozia de netezire implică forarea unui număr de găuri paralele, puțin distanțate și plasate de-a lungul conturului final al excavației, încărcarea lor cu încărcături decuplate de densitate mică și detonarea simultană a acestora, după detonarea găurilor din frontul de lucru.

La explozia de netezire, distanța dintre găuri este de 15 - 18 ori diametrul găurii, iar distanța până la suprafața liberă creată de detonarea găurilor de derocare este de circa 1,2 - 1,3 ori distanța dintre găuri.

Explozia de predespicare se deosebește de explozia de netezire prin aceea că găurile de pușcare sunt mai apropiate, iar detonarea lor simultană se face înaintea exploziei principale. În acest fel se crează o fisură de despicare înaintea exploziei principale. Această fisură de despicare limitează propagarea fisurilor de la explozia principală datorită faptului că permite ventilarea ce expandează de la încărcătura principală. În cazul predespicării nu există nicio suprafață liberă pentru a elibera stresurile în situ ca în cazul exploziei de netezire.

Predespicarea este folosită în lucrările de exploatare în trepte unde există mai mult spațiu în care să se execute diferitele etape din procesul de pușcare.

La explozia de predespicare, distanța dintre găuri este de 8 - 12 ori diametrul găurii.

Explozia de prefisurare se aplică și în scopul atenuării efectului seismic al exploziilor asupra construcțiilor de la suprafață. În acest caz, golurile de prefisurare se execută pe un contur cvasi-circular în jurul exploziei principale, în partea în care se află obiectivul de protejat, astfel încât fisurile formate să atenueze undele seismice generate de explozia principală.



CONCLUZII

Prezentul studiu face o analiză teoretică a undelor seismice produse de exploziile de derocare, analizând modul de generare, de propagare, de atenuare, precum și efectul produs de acestea.

Cercetările teoretice și experimentale efectuate în decursul timpului privind derocarea cu explozivii, au condus la o foarte bună cunoaștere a fenomenelor care au loc, la posibilitatea simulării matematice a proceselor generate de exploziile de derocare și a interacțiunii energiei generate de explozii și rocă și a efectelor secundare (vibrații seismice) generate asupra diferitelor construcții civile și industriale.

Rezultatele acestor cercetări au fost utilizate și în cazul perimetrului Roșia Montană, analiza teoretică realizată având ca obiective principale:

- stabilirea unei tehnologii de derocare cu explozivi care a asigure capacitatea proiectată a exploatării, mărunțirea masei miniere la valori de maxim 400mm, limitarea împrăstierii materialului derocat;
- identificarea unor variante ale tehnologiei de derocare a masei miniere cu explozivi plasați în găuri de sondă, posibil de aplicat în apropierea obiectivelor cu valoare de patrimoniu existente în zonele limitrofe ale carierelor din Roșia Montană;
- cuantificarea teoretică a efectelor seismice generate de exploziile de derocare asupra obiectivelor cu valoare de patrimoniu, respectiv a vitezei de oscilație a particolei materiale la nivelul fundațiilor construcțiilor respective, astfel încât acest parametru să poată fi monitorizat în etapa de execuție a lucrărilor miniere și, funcție de rezultatele acestor măsurători, tehnologiile de derocare să poată fi adaptate înainte de producerea unor deteriorări sau avarieri care să afecteze integritatea obiectivelor a căror protecție este necesar să fie asigurată.

Teoriile analizate sunt particularizate pentru obiectivul minier Roșia Montană cu scopul stabilirii modalităților de protecție pentru următoarele zone protejate:

- ✓ zona protejată *Piatra Corbului (suprafață și subteran)*,
- ✓ Zona cuprinsă în *PUZ CP și Cătălina Monulești*,
- ✓ zona protejată *Carpeni (suprafață și subteran)*,
- ✓ zona protejată *Tăul Găuri (suprafață)*,
- ✓ galeriile subterane din *Orlea*,
- ✓ *Biserica Greco Catolică și Casa Parohială a acesteia*,
- ✓ *Mormântul lui Simion Balint*
- ✓ *4 case monument din jurul primăriei actuale.*

Activitatea de exploatare de la Roșia Montană se face prin derocarea masei miniere cu explozivi plasați în găuri de sondă de tip cilindric.

Au fost stabilite patru variante ale tehnologiei de derocare și cuantificate teoretic efectele generate de acestea.

Detonarea încărcăturilor de exploziv va produce vibrații seismice, care se vor propaga în mediul adiacent exploziei și pot produce deteriorări ale obiectivelor de patrimoniu din zonă.

Parametrul dinamic semnificativ al vibrației seismice, care stă la baza evaluării efectului distructiv al exploziilor este viteza de oscilație.

În urma cercetărilor efectuate în acest domeniu pe plan mondial s-au stabilit corelații între viteza de oscilație și cantitatea de exploziv detonată.

Pe baza acestor corelații, în unele țări, s-au stabilit norme sau standarde cu limitele admisibile ale vitezei de oscilație, care să asigure protecția seismică a obiectivelor din zona de influență a exploziilor.

Cel mai restrictiv standard european în acest domeniu este standardul german DIN 4510, în care valorile vitezei de oscilație maxim admisibile sunt cuprinse între 0,3 cm/s (în cazul clădirilor istorice) și 2,0 cm/s (în cazul clădirilor de birouri sau construcții industriale.).

Obiectivele din perimetrul Roșia Montană pentru care au fost stabilite tehnologiile de derocare încât sunt eliminate riscurile producerii unor deteriorări sau degradări, sunt:

- ✓ clădiri foarte sensibile cu risc seismic ridicat (*Biserica Greco Catolică și Casa Parohială a acesteia, casele monument din jurul primăriei actuale*);
- ✓ construcții (*Mormântul lui Simion Balint, zona protejată Tăul Găuri*);
- ✓ monumente ale naturii (*zona protejată Piatra Corbului*);
- ✓ lucrări miniere vechi (*Zona Cătălina Monulești, galeriile subterane din Orlea, zona protejată Carpeni*).

Pentru protecția construcțiilor de importanță deosebită s-a adoptat condiția ca viteza maximă de oscilație admisă lângă obiectivul de protejat să fie de maximum 0,2 cm/s.

În cazul monumentelor ale naturii și a lucrărilor miniere vechi, viteza maximă a oscilației admisibile adoptată a fost de 0,4 cm/s.

Din analiza efectuată a rezultat că tehnologia clasică de derocare a masei miniere cu explozivi plasați în găuri de sondă poate fi aplicată până la distanțe de maximum 300 m de cea mai apropiată construcție.

La distanțe mai mici de 300 m, pot fi utilizate variantele tehnologiei de derocare descrise în lucrare, efectul seismic generat asupra obiectivelor de protejat fiind, cuantificat prin viteza de oscilație a particolei materiale la nivelul fundațiilor, fiind de maxim 0,2 cm/s în cazul clădiri foarte sensibile cu risc seismic ridicat (*Biserica Greco Catolică și Casa Parohială a acesteia, casele monument din jurul primăriei actuale*) și a construcțiilor cu valoare deosebită (*Mormântul lui Simion Balint, zona protejată Tăul Găuri*) sau de maxim 0,4 cm/s în cazul monumentelor ale naturii (*zona protejată Piatra Corbului*) sau lucrărilor miniere vechi (*Zona Cătălina Monulești, galeriile subterane din Orlea, zona protejată Carpeni*).

Pentru pentru verificarea experimentală a rezultatelor studiilor teoretice pentru stabilirea tehnologiilor de derocare care se vor aplica în perimetrul Roșia Montană se propune implementarea un sistem de supraveghere seismică permanent a oscilațiilor de mai sus.

Funcție de rezultatele măsurătorilor care vor fi efectuate încă din primele faze de dezvoltarea carierelor din perimetrul Roșia Montană, cand activitatea se desfășoară în zona considerată cu riscuri minime, tehnologiile de derocare propuse vor putea fi adaptate înainte de producerea unor deteriorări sau avarieri care să afecteze integritatea obiectivelor cu valoare de patrimoniu, în astfel încât riscurile pentru obiectivele a căror protecție este necesar să fie asigurată să fie reduse la minimum.

BIBLIOGRAFIE

1. Berta, G. Explosives: an engineering tool- La Moderna-Navara, 1990.
2. Constantinescu, P., Georgescu, P. Geofizica inginerescă Editura Tehnică, Bucuresti- 1973.
3. Kuzu, C, Ergin, H. (2005) An assessment of environmental impact of quarri blasting operation: a casse study în Istambul, Turkey, Environ Geol 48 p. 211-217.
4. Enescu, D., Almasan, B. Editura Tehnică, București 1987.
5. Mosinet, V. N. Seismologia exploziilor din minerit. Editura Nedra, Moscova 1976
6. Mironov, P.S. (1973), Exploziile și protecția seismică a construcțiilor, Editura Nedra, Moscova.
7. Rosenthal F.M., Morlock L.G. (1987) Blasting Guidance Manual, OSMRE-SUA.
8. Siskind D.E. et al. (1980) Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting. U.S. Bureau of Mine. Report of investigation 8507.
9. Giraudi A. Et al. (2009) An assessment of blasting vibration: a case study on quarry operation, American Journal of Environmental Sciences 5.
10. New, B.M. 1982 Ground vibration caused by civil engineering works, Proc. Tunelling- London.
11. Rai, R., Singh, T.N. (2004) A new predictor for ground vibration prediction and its comparison with other predictor, Indian Journal of Engineering & Material Sciences vol.11

S.C. IPROMIN S.A.
BUCUREȘTI

FILA FINALĂ

LUCRAREA:

STUDIU DE EVALUARE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR DE DEROCARE ASUPRA OBIECTIVELOR PROTEJATE ȘI METODE DE REDUCERE A EFECTULUI SEISMIC AL EXPLOZIILOR – PROCEDEE DE CONTROL ȘI MONITORIZARE

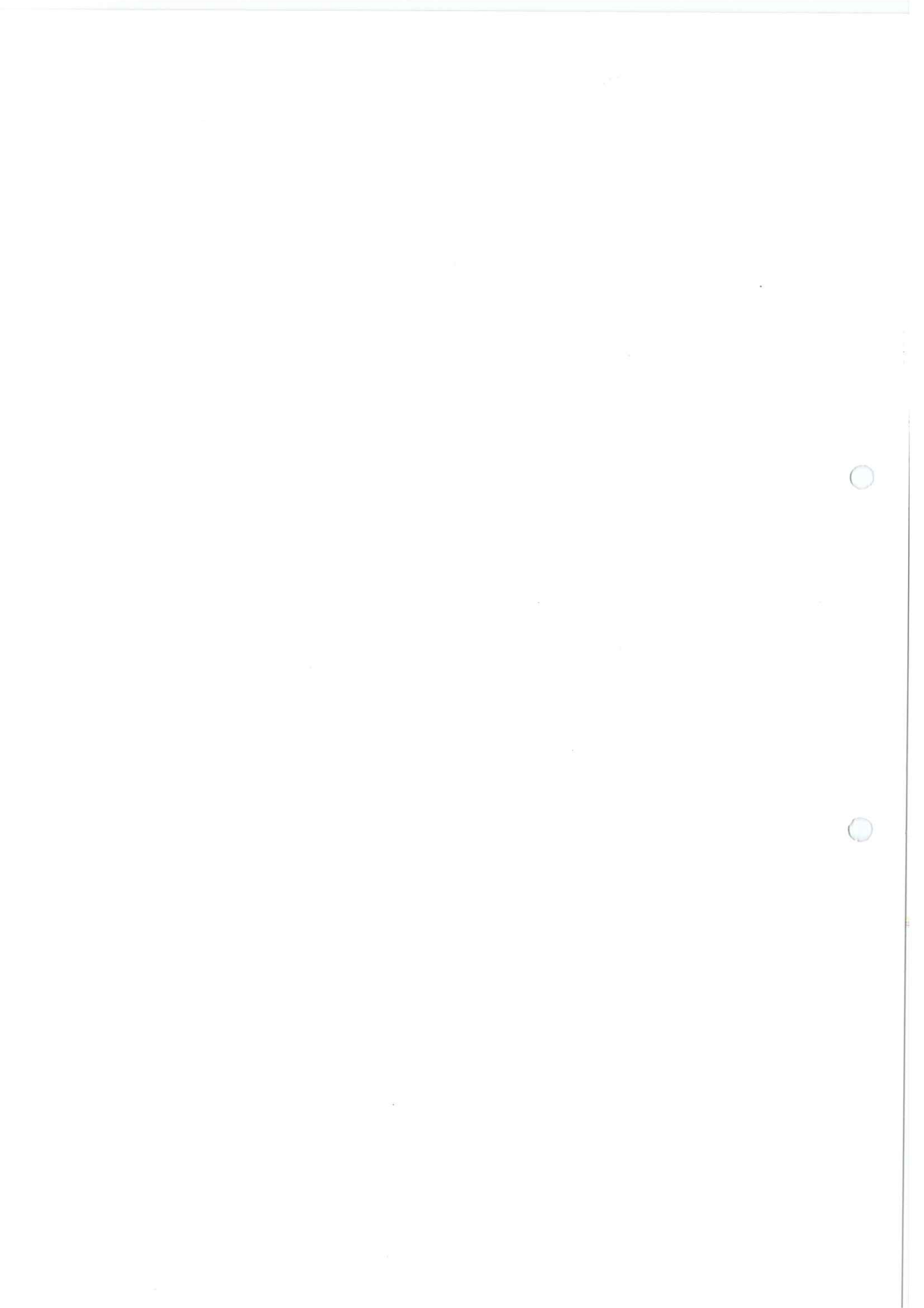
CONȚINE:

- 59 (cincizeci și nouă) file, din care:
 - 27 (douăzeci și șapte) tabele în text,
 - 14 (patrusprezece) figuri în text
- Anexe – Fișe tehnice seismometre

Lucrarea a fost multiplicată și distribuită astfel:

- 2 exemplare – S.C. ROȘIA MONTANĂ GOLD CORPORATION S.A.,
- 1 exemplar – S.C. IPROMIN S.A. BUCUREȘTI





ANEXE

FIȘELE TEHNICE ALE UNOR SEISMOMETRE



Sensors & Accessories

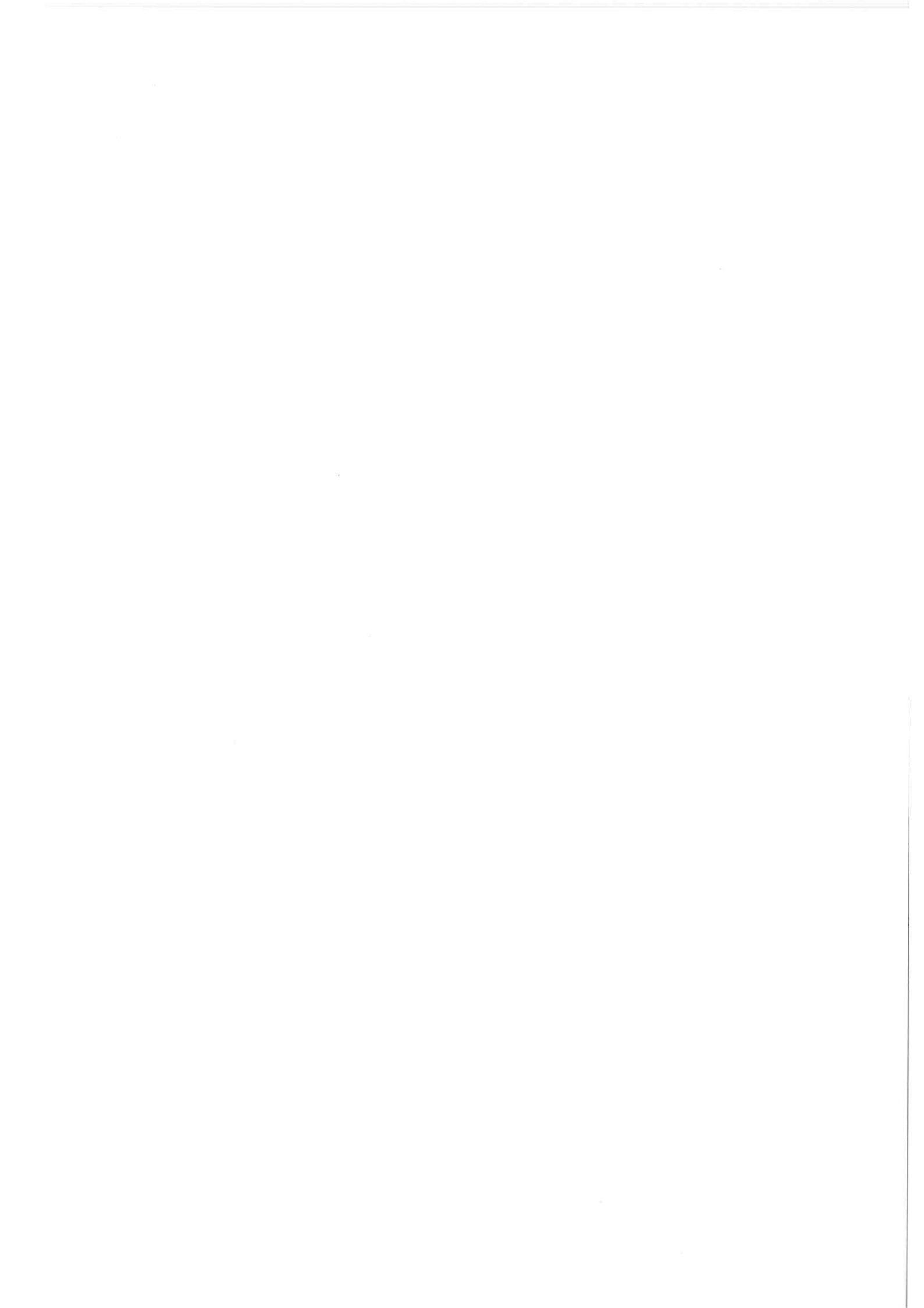
Category	Part	Description	Series	Minimate Pro6	Minimate Pro4	Minimate Plus	Minimate Blaster	Blastmate III
Accessories	714A1801	Triaxial Geophone Leveling Plate	Series III	-	-	✓	✓	✓
Accessories	714A2601	Accessory Case	Series III	-	-	✓	✓	✓
Accessories	714A8601	Triaxial Geophone Wall-Mount Kit	Series III	-	-	✓	✓	✓
Accessories	677A9601	Wire Break Trigger Package	Series III	-	-	✓	✓	✓
Accessories	711A1401	Remote Alarm	Series III	-	-	✓	✓	✓
Accessories	716A2001	4-channel Universal Break out Box	Series III	-	-	✓	-	✓
Accessories	720A4401	Accessory Hard Case with foam insert	Series IV	✓	✓	-	-	-
Accessories	72002101	Minimate Pro4 or Pro6 Carrying Case. Can be used to carry 1 or 2 systems.	Series IV	✓	✓	-	-	-
Accessories	080A11	Accelerometer Triaxial Mounting Block	Series III	-	-	✓	-	✓
Accessories	712A5301	Universal Charger 100 to 240 V AC Adaptor	Series IV	✓	✓	-	-	-
Accessories	720A3901	Remote Alarm Controller	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720U2501	Wire Break/Make Trigger Cable	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	714A7601	30m (100ft) Extension Cable Line Driver	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	716A1801	Minimate Plus to Blastmate III Connection Cable	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	714A3801	Extension Cable, 30 m (100 ft.)	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	714A3802	Extension Cable, 75 m (250 ft.)	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	718A3701	Null Modem Cable - CDMA Airlink modem	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	720A3301	Extension Cable, 30 m (100 ft.): For use with microphone or geophone.	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A3801	Extension Cable, Connector Kit	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A3601	Null Modem Cable (DB-25F)	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A3401	Null Modem Cable (DB-9M)	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A4101	Ethernet Cable (RJ-45)	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A3101	Serial Cable (DB-9F)	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	714A7602	75m (250ft) Extension Cable Line Driver	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	720A4001	Remote Alarm/RS-232 Splitter Cable	Series IV	✓	✓	-	-	-



Category	Part	Description	Series	Minimate Pro6	Minimate Pro4	Minimate Plus	Minimate Blaster	Blastmate III
Cables	720A3501	Wire Break/Make Trigger Cable	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	71407001	USB Serial Adaptor Cable	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	720A3302	Extension Cable, 75 m (250 ft.): For use with microphone or geophone.	Series IV	✓	✓	-	-	-
Cables	714A5301	Accelerometer Adaptor Cable: 2 m (6 ft.)	Series III	-	-	✓	-	✓
Cables	002C10	Accelerometer Cable (50 g, 500 g): 3 m (10 ft.)	Series III	-	-	✓	-	✓
Cables	712A2301	RS-232 Communication Cable	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	712A3501	Remote Alarm/RS-232 Splitter Cable	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	714A2401	External Power Supply Adaptor Cable	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	714A7501	Null Modem Cable for US Robotics Modem	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	712A3901	External Trigger Cable	Series III	-	-	✓	✓	✓
Cables	714A3201	Quad Splitter Cable	Series III	-	-	✓	-	✓
Cables	714A3901	Triaxial Plus Uniaxial Splitter Cable	Series III	-	-	✓	-	✓
Replacement Parts	1712	Microphone Windscreen	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	1100241	Geophone Ground Spikes	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	DV-1250	AC Adaptor - 110V	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	DV-1250-UP	AC Adaptor - 220V	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	71501601	Carrying Case Foam Insert	Series III	-	-	✓	✓	-
Replacement Parts	71501901	Minimate Carrying Case	Series III	-	-	✓	✓	-
Replacement Parts	714A3401	Microphone Stand Assembly	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	716A1401	Replacement Dust Cap	Series III	-	-	✓	✓	✓
Replacement Parts	PK6V2F1	Replacement Battery	Series III	-	-	✓	✓	-
Replacement Parts	TP5000-80-25C	Printer Paper	Series III	-	-	-	-	✓
Replacement Parts	370-000002-000	110 V AC Adaptor	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	714A9701	Standard Triaxial Geophone (ISEE Version)	Series III	-	-	✓	✓	✓
Sensors	718A3301	Standard Triaxial Geophone (DIN Version):	Series III	-	-	✓	✓	✓
Sensors	714A9801	Linear Microphone Assembly	Series III	-	-	✓	✓	✓

Category	Part	Description	Series	Minimate Pro6	Minimate Pro4	Minimate Plus	Minimate Blaster	Blastmate III
Sensors	714A2001	A Weight Microphone Assembly	Series III	-	-	✓	✓	✓
Sensors	714A3301	Borehole Triaxial Geophone	Series III	-	-	✓	✓	✓
Sensors	714A8501	Borehole Triaxial Geophone	Series III	-	-	✓	✓	✓
Sensors	718A4401	Hydrophone	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	714A5501	High Pressure Microphone Assembly	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	714A9101	HF Triaxial Geophone	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	714A8301	100X Gain Triaxial Geophone	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	714A8302	10X Gain Triaxial Geophone	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	714A7101	0.5 g Accelerometer: 0.5 Hz to 500 Hz.	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	72002401	50 g Accelerometer: 1 Hz to 3000 Hz.	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	338B34	500 g Accelerometer: 1 Hz to 3000 Hz.	Series III	-	-	✓	-	✓
Sensors	720A2001	Standard Triaxial Geophone (ISEE Version) 2-250Hz	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	720A2002	Standard Triaxial Geophone (DIN Version) 1-315Hz	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	720A2003	Standard Triaxial Geophone (DIN Version) 1-80Hz	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	720A1801	Linear Microphone Assembly (ISEE Version)	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	980-720005-000	A-Weight Microphone	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	980-720003-000	Uniaxial Triaxial Accelerometers	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	980-720001-000	High Frequency Triaxial Geophone	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	980-720004-000	Hydrophone	Series IV	✓	✓	-	-	-
Sensors	980-720002-000	High Pressure Microphone	Series IV	✓	✓	-	-	-





TDL series Digital Portable Seismographs (TDL-203/303/303C/303S/303CS/303Q Types)

TDL-303/303C/303S/303CS Digital Portable Seismographs

Digital portable seismograph is usually renamed as mobile station. TDL-303/303C/303S/303CS digital portable seismographs are a new generation of mobile digital seismic recorder developed by the Zhuhai Taide Enterprise Co., Ltd. It is designed on the basis of TDE-324CI seismic data acquisition recorder, in compliance with the technical specifications of the Tenth Five-year Program worked out by the China Earthquake Administration, and by considering feedback information from domestic users, drawing lessons and assimilating their experience. It consists of a data acquisition/control motherboard, display unit, an accumulator cell set and a GPS module.

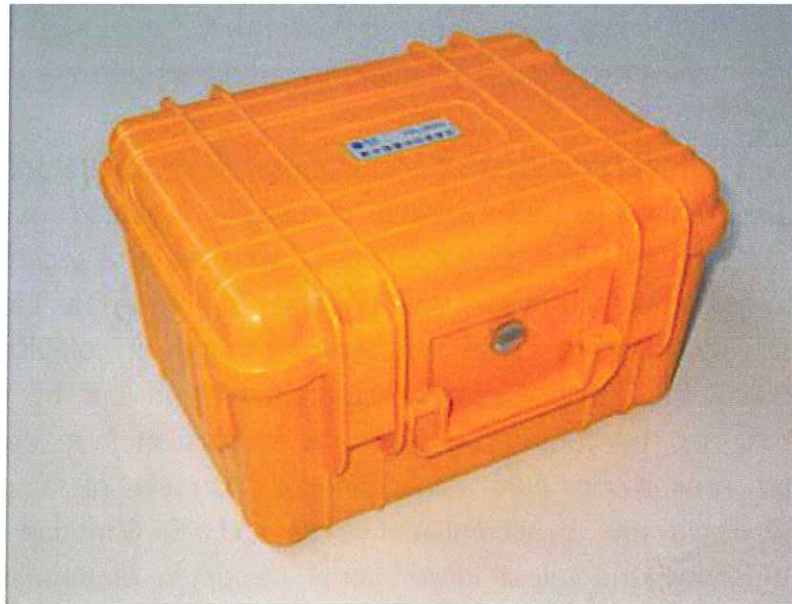
It follows the latest international trends in electronics design. The newly released state-of-the-art CS537x series 24 bits AD chip, some high performance and low power consumption RISC processor/DSP devices are used. It is also installed with a high reliable real time operating system (RTOS) that is FAA Safety Certified, which is widely used in airplane and spacecraft. It has small cubage (280×230×160 mm) , strong function , portable facility.

TDL-303C digital portable seismograph is designed on the basis of TDL-303 digital portable seismograph, integrates a set of built-in CDMA device with wireless network transmission functionality.

TDL-303S is built on the TDL-303 by adding solar electric panels to it. It is suitable for use on the site where no electric supply is available or for long period of use outdoor.

TDL-303CS is built on the TDL-303 by adding a set of built-in CDMA device and solar electric panels to it. It is the integrative version of TDL-303C and TDL-303S.



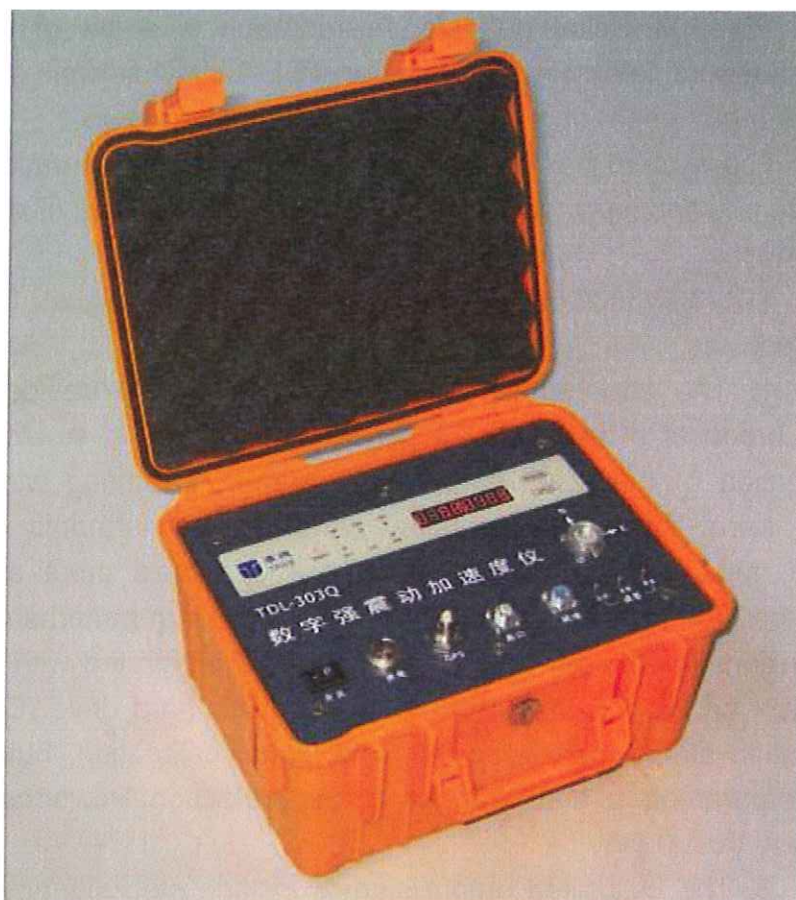


TDL-303Q Digital Macroseism Accelerometer

TDL-303Q digital macroseism accelerometer is a new generation of portable mobile digital macroseism motion observation seismograph, developed by Zhuhai Taide Enterprise Co., Ltd. It is built on TDL-303 to meet the requirement of China Earthquake Administration in a project of "The Tenth Five-Year Program" by considering feedback from domestic users and by drawing lessons and assimilating experience. It consists of a 3-direction electronic accelerometer, a data acquisition/control motherboard, a display unit, a storage battery and a GPS module.

It follows the latest international trends in electronics design. The newly released state-of-the-art CS537x series 24 bits AD chip, some high performance and low power consumption RISC processor/DSP devices are used. It is also installed with a high reliable real time operating system (RTOS) that is FAA Safety Certified, which is widely used in airplane and spacecraft. It has small cubage (280×230×160 mm) , strong function , portable facility.

The 3-direction electronic accelerometer of TDL-303Q uses the latest integrated accelerometer chip, to meet the needs of a macroseism measurement for dynamic range. An electronic accelerometer features small volume, low power consumption (< 0.5W), zero fine tuning, continuous, stable and reliable operation.



TDL-203 Digital Portable Seismograph



TDL-203 digital portable seismograph is a set of mobile digital seismic observation recording system. It is built on TDE-324CQ seismic data acquisition system to meet the requirement of mobile digital seismic observation.

The system has the compact design, simple operation, automatic monitor, many mode power supply, data on-line conservancy, the data IP delivery function etc..

Features:

TDL-303/303C/303S/303CS/303Q Portable Digital Seismograph has the following features.

1. The adopted CS537x series 24 bits AD devices are enhanced and upgraded products of the CS532x series widely used in seismic industry during the implementation of the Ninth Five-Year Program. Featuring wider range of dynamic response, lower power consumption, smaller total harmonic distortion (THD), and adjustable, full-scale, programmable 7-level controlled input signals, these devices assures high performance of the system. 2. Design patterns of high integration and low power consumption are used. The system is integrated with three channels, 24-bit seismic data acquisition, high-volume of electronic hard drive (CF Card) data storage, mobile station status monitoring, multiple signal calibration, button setting, display of digital tube parameters, and system lightning protection. Power consumption when GPS is idle is less than 0.9W.

3. The calibrated output signals include step signals, sine waves, pseudo-random signal encoding, simulated seismic signal output, and so on. However, for TDL-303 Digital Seismic Mobile Observing Instrument, only pulse step calibration is provided.

4. The monitoring channel is used to monitor environmental conditions, including environmental parameters such as supply voltage, voltage of the storage battery, and temperatures. The monitoring data flow of the Mobile Station may be transferred to the Station Network Center along with the real time data flow without taking up other data channels, or interrupting other real time data flow to transfer monitoring parameters. A data processing software seperats real time quake data from the monitoring parameters, which are recorded, saved and processed around-the-clock.

5. The Mobile Station with standard configuration uses a pluggable electronic disc (CF card) to keep semistic data. The CF card has a volume up to 4G. The current equipment with standard configuration provides storage of 512M. A revised SEED-STEIM2 compressed data format is used for data storage, whose data compression rate is high.

6. Supports TCP/IP protocol. Supports realtime multicast communication based on Internet/VPN network protocols; supports RMON services, breakpoint data retransmission, etc. Supports DDN data transmission and wireless/GPRS/CDMA data transmission, supports multiple transmission mode for data networking and shareing on the same platform (including serial port/network); support data request and exchange among multiple Seismograph Networks. Since the data transmission via network is

faster than serial port data transmission, the Mobile Station ensures data transmission on Internet of continuity and reliability, meeting the requirement of seismograph network for realtime transmission and regional remote measurement.

7. For the built-in storage battery to be charged with electricity, a charge/discharge control circuit has been integrated on the data acquisition/control motherboard. When connected to a 12V external power (a 12V switching power supply or a 12V storage battery), the Mobile Station and the accumulator will be provided with electricity under the control of the charge/discharge control circuit. When a 12V power is not connected, the storage battery provides electricity for system through the charge/discharge control circuit. When the seismometer is not connected, the system will work continuously for 36 hours or so, provided that it is supplied with electricity by a built-in storage battery.

8. Display panel with buttons, LED light and digital display on it provides visual display of parameters status, so that basic operational status might be viewed when no computer is available.

9. The machine is installed in a high strength, water-proof, sealed chassis.

Operational Principle:

The principle of the Mobile Station is as follows:

1. The seismometer-output electrical signals of three directions are sent to acquisition/control motherboard. It is then amplified under programmed control to facilitate analogue signal transformation and sent to the A/D to be converted to digital signal. After digital filtering, it is sent to the system main control unit.

2. The secondary signals, for instance, the internal temperature of the Mobile Station and voltages of the accumulator and supply voltage, when digitalized in A/D, are sent to the system main control unit;

3. GPS antenna receives GPS satellite signals, which is processed by GPS module and sent to the system main control unit for Mobile Station timing;

4. The system main control unit encapsulates the seismometer data, auxiliary data, timing information and sends the packets to serial port and the network port.

5. The serial port and the network receive parameters and queries from the upper computer, send the result back to the upper computer and implement functions according to the parameters.

6. System main control unit enables D/A calibration output based on the set time or by corresponding command. Enables calibration-enabled function and GPS control switch.

7. The system displays current system parameters on the display panel by parameter setting. Optionally results from button setting can display directly on the panel.

8. The system is configured with a large volume CF card to keep the collected data. By connecting to the network, one can download realtime or triggering



data saved by the CF card. The system parameters are saved in a non-volatile memory so that data will not be lost even when the power is off.

9. The system is configured with a watchdog and implemented with hardware. When the system fails, it can be reset automatically.

10. The system is low in power consumption. The main power supply of the system is implemented with low voltage, low power consumption devices. The total power consumed by the system is less than 0.9W (with GPS off).

11. The system is programmed online, i.e. an acquisition/control system utility may be upgraded with a notebook computer through a RS-232 serial port.

12. The process scheduling system for use with the acquisition/control motherboard inside the Mobile Station is the FAA certified realtime system $\mu\text{C}/\text{OS}2$. The realtime multiple process, created by the process scheduling system, manages A/D data acquisition, D/A processing, DSP signal processing, serial port data flow communication, network communication, data storage, LED display, system timing, on-off control.

Technical Indicators:

Digital Portable Seismograph Main Technical Indicators:	
Supply voltage	DC 12V (normally work under 6 ~ 18V)
Power consumption	Maximum(charging under full power):12V×1.3A; No charging: < 1.4W(GPS off, system run on normally)
Operating temperature	-20 ~ 65℃
Dimensions of the device	280×230×160 mm
Weight	4.5 kg
Packing and transportation	Accord with GB/T 6587 Rules to 3-level exact instrument

Built-in Data Acquisition System Technical Indicators:	
Data acquisition channel	3 channels (6 channels, optional)
Sensor interface	compatible with DB/T13-2000 rules
Signal input mode	Double-ended differential signal input
A/D conversion	24 bit
Input impedance	single-ended 160KΩ , double-ended 320KΩ
Input signal scale value	7-level program-controlled optional gains of 1 , 2 , 4 , 8 , 16 , 32 and 64, (corresponding to ±0.3125V, ±0.625V, ±1.25V, ±2.5V, ±5V, ±10V, ±20V differential signal input)
Dynamic Range	≥135dB @50sps/chn , ≥133dB @100sps/chn , ≥131dB @200sps/chn

System noise	< 1 LSB (effective value)
Nonlinear distortion	< -110dB @ 50sps/chn
Interchannel crosstalk	< -110dB
Digital filtering	FIR digital filter, optional linear phase shift and minimum phase shift
Passband ripple	< 0.1 dB
Outside passband attenuation	> 135 dB
Output sampling rate	1, 5, 10, 20, 25, 40, 50, 100, 125, 200, 250, 333, 500Hz
Band range	0 ~ 0.4, 2, 4, 8, 10, 16, 20, 40, 50, 80, 100, 133, 200Hz
De-zeroing filter	one-step digital high-pass filter
High-pass filtering	Cutoff cycle 225s,450s,900s,1800s,3600s,7200s or close the filter
Calibration signal generator	16-bit DAC, program-controlled wave form output, calibration output current and voltage output are optional. When calibration current, the full range is $\pm 5\text{mA}$. When outputting voltage calibration, the full range is $\pm 5\text{V}$
Number of calibration signal channels	3-channel, Calibration enabled output control. When calibration is disabled, calibration output and external circuit are entirely physically isolated
Calibration signal type	Step, sine wave, pseudo random coding signal, simulated seismic signal
Calibration output	Signal frequency, amplitude, cycles are set and controlled by utility
Calibration Enable Mode	Instruction and timing modes
Frequency stability	5×10^{-7} Temperature compensation voltage controlled crystal oscillator(TCVCXO), real time frequency accuracy monitoring
Time check mode	Built-in GPS receiver, GPS second pulse adjustment of crystal oscillator frequency TCVCXO through phase locked loop (PLL) voltage control
Time service/on time precision	Superior to 1ms
GPS Operating Mode	Continuous or time switch time correcting
Environment and Status Monitoring	6-way standalone A/D monitoring channels for a collector, automatically monitoring the status of the environment and the seismometer, monitoring the zero drift of the seismometer (MASS POSITION), service voltage of the stations and the observatories, voltage of accumulator, monitoring temperature parameters of the stations and the observatories
Recording function	Support internal continuous/trigging record wave form, volume extendable, support over 10-day consecutive data storage (3 tracks/s 100 points sampling)



Record format	Corrected SEED-Steim2 compression mode
Recording medium	Pluggable CF card electronic disc, 512MB for standard configuration, optional HDD (under the optional HDD condition, the range of system operating temperature and system power consumption indicators may drop)
Communication interface	Standard RS-232C series port, standard RJ45/LAN Ethernet interface
Monitoring setting	Display collected parameters through keys on panel and LED nixie tubes
Communication protocols	Support TCP/IP protocol, support real-time, multicast data transmission over Internet/VPN network, support remote management, and support data retransmission at breaking point, etc. Support DDN, wireless/GPRS/CDMA data transmission. Support data networking and sharing among multiple data transmission (including serial port/network etc.) on the same platforms, support data call and switching among multiple seismograph network and centers.
Information transferred	Real-time waveform, monitoring data, parameter/message, local recording data
Management Software	Functions, such as parameter setting, self-checking function, real-time graphic display and save, may run on a notebook PC with online help.
Lightning protection	Set at all end of the power, RS232 signal, network signal, and seismometer signal.
Self Enable Function	Self check, reset when the machine is down (including reset for no output signals), self rebooting functions

Built-in Three-direction Accelerometer Technical Indicators:	
Measuring Range	±2g
Sensitivity	2V/g
Frequency Response	0 ~ 200Hz (3dB flatten)
Dynamic Range	> 90dB
Calibration Mode	Pulse calibration
Full Scale Range	±4V
Linearity	≤1%
Transverse Sensitivity Ratio	≤1%
Output Noise	≤40μg (effecitve value)
Operating temperature	-20□ ~ 70□
Static Current	≤25mA (12V DC)
Power Supply voltage	12V DC



Titan

The Titan is a force balance accelerometer providing exceptional performance over a wide frequency range from DC to 225 Hz. The Titan is aimed at higher precision strong motion and structural monitoring applications, where scientists and engineers require exceptional dynamic range combined with ultra-low self-noise performance comparable to that of some broadband seismometers.



The Titan is the first accelerometer to incorporate digitally selectable full scale range and offset zeroing capabilities. These features make it ideal for applications where the instruments are difficult to access or where site visits need to be kept to a minimum.

The tri-axial sensor and electronics are housed in a rugged, compact aluminum case featuring a single bolt anchoring slot, adjustable leveling screws and an integrated bubble level.

Benefits

Exceptional performance with industry-leading 155 dB, 0.01Hz to 10 Hz dynamic range

Ultra-low self-noise comparable to some broadband seismometers



Wide operational frequency range: DC to 225Hz

Electronically selectable full scale range makes the Titan an ideal choice for remote or difficult to access locations

High accuracy and low thermal drift provide increased data quality in structural monitoring applications

Titan Technical Specifications

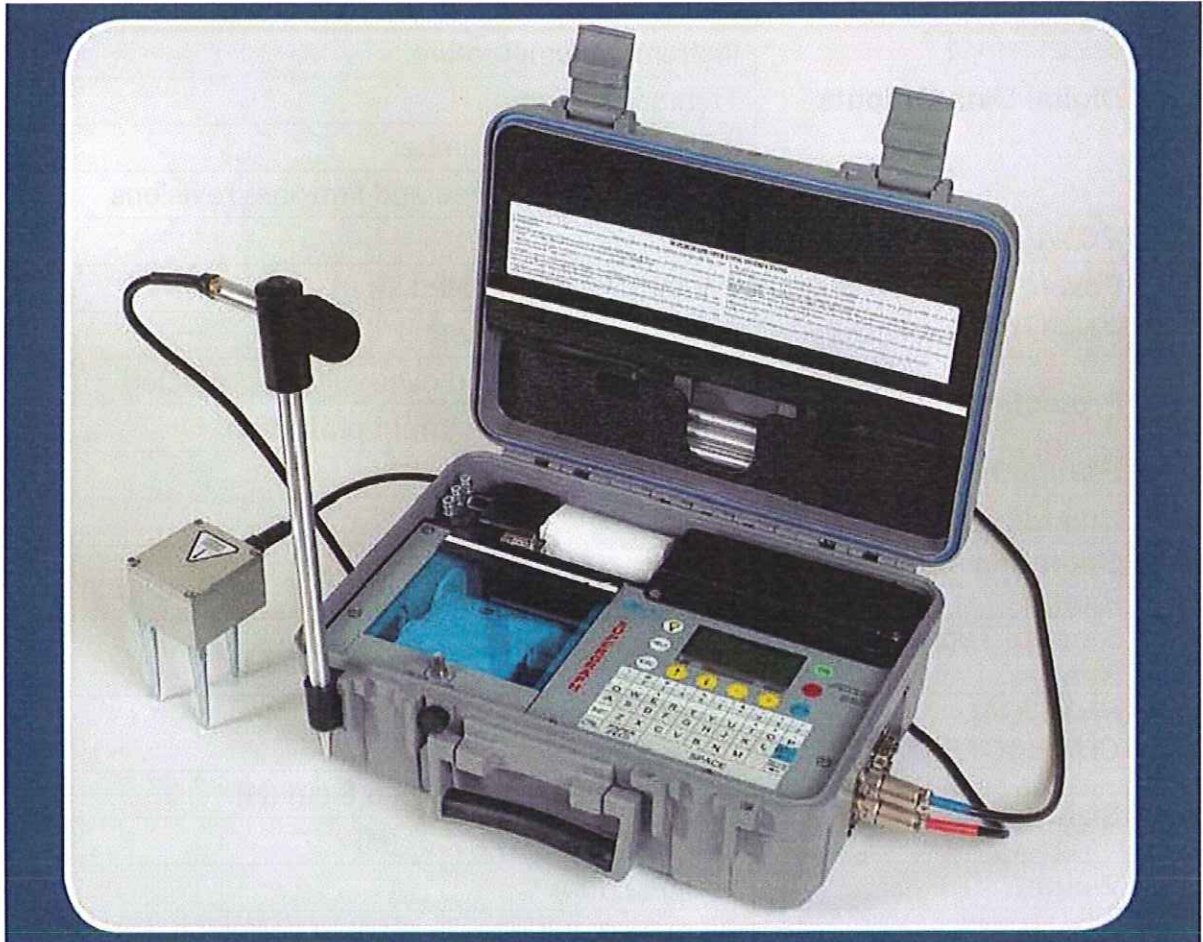
TECHNOLOGY	
Topology	Triaxial, horizontal-vertical
Feedback	Force balance with capacitive displacement transducer
Centering	Automated electronic offset zeroing, can be remotely initiated
PERFORMANCE	
Full-Scale Range	Electronically selectable range: +/-4 g, +/-2 g, +/-1 g, +/-0.5 g, +/-0.25 g (peak)
	Independent vertical, horizontal range selection
Sensitivity	5 V/g, 10 V/g, 20 V/g, 40 V/g, 80 V/g
	Depending on selected full scale range
Bandwidth	DC to 225 Hz
Dynamic Range	155 dB, 0.01 Hz to 10 Hz
Offset	Electronically zeroed to within +/-0.01 g
Non-Linearity	<0.015% Total Non-Linearity
Hysteresis	<0.01% of full scale in 4g range, typically <0.002%
Cross-Axis Sensitivity	<0.5% total
Offset Temperature Coefficient	60 micro-g/°C, typical, Horizontal Sensor
	320 micro-g/°C, typical, Vertical Sensor
INTERFACE	
Connector	14-pin, shell size 12, MIL-C-26482 Series 1
Acceleration Output	40 V peak-to-peak differential XYZ mode
Calibration Input	Single voltage input and one active high control signal to enable all 3 channels
Control Inputs	Configurable input pin for Auto-Zero/Self-test/Calibration Enable
Status Output	Asserted: Unit OK, output signal valid
	Deasserted: Self-test in progress or failed, auto-zeroing in progress, or starting up
Digital Interface	RS-232 compatible serial IP (SLIP)
	Onboard web server standard HTTP
Digital Commands	Gain range selection

	Auto-zero, or set to specific offset
	Self-test
	Calibration enable
	State-of-Health request
	Firmware updates
Digital Data Outputs	Sampled XYZ outputs (in Volts and g)
	Instrument temperature
	Trimmer settings
	Instrument serial number
	Hardware assemblies and firmware revisions
POWER	
Power Supply Voltage	9 V to 36 V DC isolated input
Power Consumption	1.1W typical quiescent
Protection	Reverse-voltage and over-voltage protected
	Self-resetting over-current protection
ENVIRONMENT	
Humidity	0-100%
Operating Temperature Range	-40°C to +60°C
Storage Temperature Range	-65°C to +75°C
PHYSICAL CHARACTERISTICS	
Size	14 cm (L) x 8.5 cm (W) x 5.8 cm (H)
	5.5"(L) x 3.3" (W) x 2.3" (H)
Weight	960 g (2.1 lb)
Housing	Aluminum, surface resistant to corrosion, scratches and chips
Mounting	Single bolt keyhole mount
Leveling	Integrated bubble level, adjustable locking leveling screws
Weather Resistance	Rated to IP-67



SUPERGRAPH

SUPERGRAPH



The Newest Seismograph With The Most Updated Features Of Any Unit On The Market
Features

Standard sample rates up to 4000 samples per second

30+ days monitoring without battery charging

Advanced Bar Graph Mode records histogram with many user selectable options

Normal wave form recordings with large recording range

Advanced cellular and modem operations including automatic email delivery of data

Models available with or without internal printer

Full feature keyboard for data entry

No wait time between events so you will not miss consecutive events

Quick and easy set up procedures + Easy access to battery for replacement and shipping

Standard event memory storage for 700 events

Unique option to name & save set up information

Complies with ISEE seismograph standards

2 Years Warranty on parts & labor

Detailed Technical Specifications

SEISMIC

SOUND

WAVEFORM RECORDED DATA

BAR GRAPH DATA

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Toll Free: 800-749-2477 (USA) Phone: 205-592-2488 • Fax: 205-592-2455

E-mail: sales@nomis.com

TECHNICAL SPECIFICATIONS

SEISMIC

Seismic Monitoring (with Standard Triaxial Geophone)

Range 0 – 10 in/s (0-254 mm/s) - Standard

Resolution .005 in/s

Accuracy +/- 3%

Transducer Density < 150 lbs/ft³

Frequency Response 2 – 400 Hz (1 Hz optional)

Accelerometers - Optional

SOUND

Weighting Scales Linear (flat)

Linear Range 92-148 dB

Linear Resolution .0025 milli bars

Linear Accuracy +/- 1 dB or +/- 10% whichever is greater

Linear Frequency Response 2 –400 Hz

WAVEFORM RECORDED DATA

Record Modes Waveform & Manual

Seismic Trigger Range .0075 -10 in/s (.19-254 mm/s) , no trigger, manual

Lower Levels Optional

Sound Trigger Range

Linear 92 - 148 dB, no trigger (other levels optional)

Sample Rate 1024 – 4096 Standard, Higher rates optional

Record Time 1-80 seconds

Cycle Time No wait time between events



Storage Capacity 700 one second events standard @ 1024 samples/s

BAR GRAPH DATA

Record Mode Bar Graph (Histogram)

LCD Readings Real Time update 1-60 seconds selectable

Bar Recording Interval 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60 seconds

Summary Interval 5, 15, 30 minutes, 1, 2, 4, 8, 12, 24 hours

Summary Data Peak R,T,V + Sound & Frequencies for each

Choice of vector sum and displacement

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Dimensions 10.5 x 14 x 6.6 in. (267 x 356 x 168 mm)

Weight 15.6 lbs. (7 kgs)

Battery 6 Volt, gel type rechargeable, 30 days duration

Display – LCD 8 lines x 21 characters with backlight

Printer High resolution thermal printer

PC Interface RS-232 & additional 15 pin auxiliary connector

Auxiliary Inputs and Outputs External trigger & remote alarm

Operating Temperature 0 to 120⁰ F (-8 to 50⁰ C)

Remote Communications Full function RS-232 Port, compatible with telephone, GSM, Satellite, RF

Warranty 2 Years, Parts & Labor

8-Channel **Blastmate III™** and **Minimate Plus™**

Multi-sensor Vibration and Overpressure Monitors

Range of Applications:

- Multi-point Monitoring
- Blast analysis
- Structural monitoring - Flex™

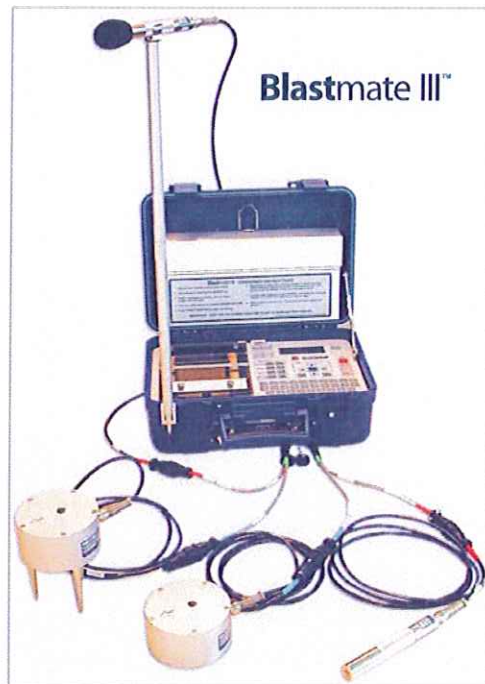
Two complete compliance setups with a single monitor

For those situations when multiple monitoring points are located within close proximity to each other, the 8-channel **InstanTel® Blastmate III™** and **Minimate Plus™** multi-sensor vibration monitors can provide a flexible and cost effective monitoring solution.

Built on the powerful 4-channel Series III platform, the 8-channel systems allow you to connect two triaxial geophone sensors and two microphones to a single monitor. This lets you install two completely separate monitoring locations easily and economically. Coupled with the Transfer Function of the **InstanTel Blastware® Advanced Module** software, collect event data and determine the Natural Frequency of a building or structure without the need of a second instrument. And since the 8-channel systems are fully supported by **Blastware** software, the setup is as easy as configuring a standard 4-channel monitor.

For more demanding monitoring applications, the **Blastware Advanced Module** software provides the capability to monitor a broad selection of vibration and overpressure sensors, as well as sensors for related structural and environmental measurements. Monitor vibration, ambient environmental conditions, and the movement of structural cracks, all at the same time, all using the same **InstanTel** monitor.

Even with all this, you still have full access to all of the powerful Series III features like the **InstanTel Histogram Combo™** monitoring mode, zero dead time between events, and flexible sample rates up to 65,536 S/s, depending on the number of channels you have enabled. This gives you the control and confidence to monitor reliably in almost any situation.



Key Features

- 2 triaxial geophones and 2 microphones on the same monitor.
- 8 user-programmable channels available for advanced monitoring applications.
- Fully supported by Blastware software for easy setup and operation.
- Full sample rate flexibility using the **Blastware Compliance Module** software – 1,024 S/s, 2,048 S/s, and 4,096 S/s. Using the **Blastware Advanced Module** software – 65,536 S/s.



The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instanTel.com

71480054 Rev 00 - Product Specifications are Subject to Change



8-Channel Blastmate® III and Minimate® Plus

General Specifications

Blastmate III and Minimate Plus

Channels	Two Microphones and two Triaxial Geophones or 8 independent channels
Vibration Monitoring (with Standard Triaxial Geophone)	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Resolution	0.127 mm/s (0.005 in/s) or 0.0159 mm/s (0.000625 in/s) with built-in preamp
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft ³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz between -3dB of an ideal response / 1 to 315 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scales	Linear or A-weight
Range	88 to 148 dB (500 Pa (0.072 PSI) Peak)
Resolution	0.25 Pa (0.0000363 PSI)
Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Frequency Range	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points
A-weight Range	50 to 110 dBA
A-weight Resolution	0.1 dBA

Waveform Recording

Record Modes	Manual, Single-shot, Continuous
Seismic Trigger	0.125 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Acoustic Triggers	
Linear	100 to 148 dB
A-weight	55 to 110 dBA
Sample Rate	1,024 and 2,048 S/s in compliance mode, independent of record time – in advanced mode, 8 channel 512-8,192 S/s, up to 65,536 S/s in single channel mode
Record Stop Modes	Fixed record time, InstanTel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 100 seconds (programmable in one-second steps) or 500 seconds plus 0.25 seconds pre-trigger
AutoRecord Time	Quiet Window programmable from 1 to 9 seconds, plus a 0.25 second pre-trigger. Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of quiet window, or until available memory is filled. Recording uninterrupted by event processing - no dead time
Cycle Time	
Storage Capacity	
Full Waveform Events	140 one-second events at 1,024 S/s sample rate, 8 channels (700 event capacity with optional memory upgrade)
Event Summaries	875 (4,375 event capacity with optional memory upgrade)

Histogram Recording

Record Modes	Histogram and InstanTel Histogram Combo™ combined recording mode (monitor captures triggered waveforms while recording in Histogram mode)
Recording Interval	2, 5 or 15 seconds; 1, 5 or 15 minutes
Storage Capacity	For standard memory: 23,328 intervals - 1.4 days at 5-second intervals or 240 days at 15-minute intervals For extended memory: 7 days at 5-second intervals or 1200 days at 15-minute intervals

Physical Specifications

Dimensions (Blastmate III / Minimate Plus)	269 x 355 x 165 mm (10.6 x 14.0 x 6.5 in) / 81 x 91 x 160 mm (3.2 x 3.6 x 6.3 in)
Weight (Blastmate III / Minimate Plus)	6.4 kg (14 lbs) / 1.4 kg (3 lbs)
Battery (Blastmate III / Minimate Plus)	Rechargeable 6 V sealed gel cell - capacity: 270 hours / 210 hours of continuous monitoring
User Interface (Blastmate III / Minimate Plus)	63-key keypad; full keyboard with dedicated function keys / 8-key keypad with domed tactile keys
Display	4-line x 20-character, high contrast, backlit LCD with on-line help
PC Interface	RS-232
Auxiliary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm
Printer (Blastmate III only)	High resolution thermal printer
Environmental	
LCD Operating Temperature	-10 to 50°C (14 to 122°F)
Electronics Operating Temperature	-20 to 60°C (-4 to 140°F)
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite, Short-haul modems, and Ethernet® device servers. Automatically transfers events when they occur with the InstanTel Auto Call Home™ automated call-in feature.
Additional Features	Monitor start/stop timer



Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instanTel.com

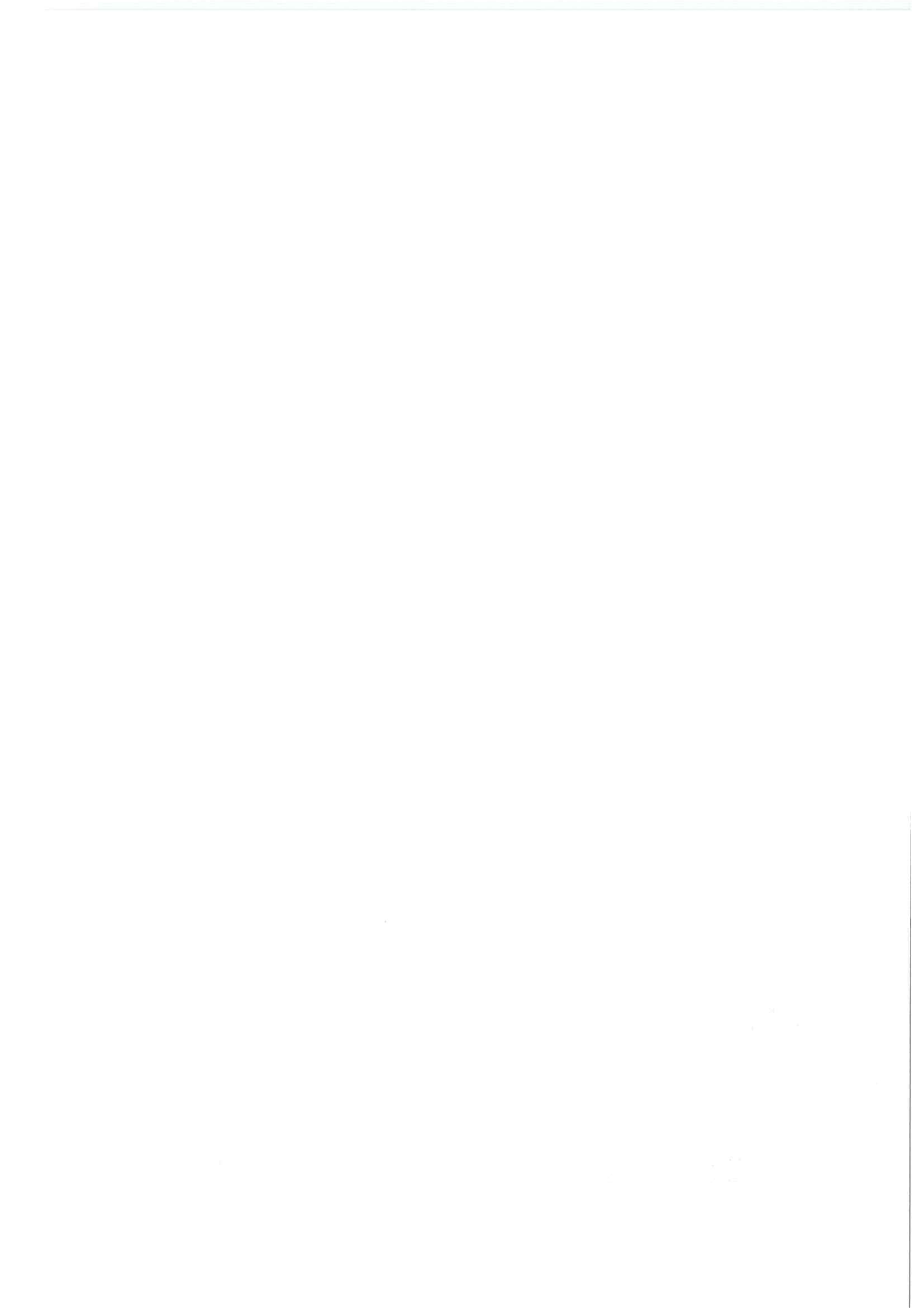
© 2009 Xmark Corporation. InstanTel, the InstanTel logo, Auto Call Home, AutoRecord, Blastmate, Blastware, Flex, Histogram Combo and Minimate, are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



714B0054 Rev 08 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors





Blastmate III™

Full-Featured, Advanced Vibration and Overpressure Monitor

Range of Applications:

- Blast-monitoring for compliance
- Near-field blast analysis
- Pile driving
- Construction activity
- Demolition activity
- Heavy transportation
- Bridge monitoring
- Structural analysis
- Underwater blast monitoring
- 4 or 8 channel data acquisition
- Remote monitoring - Auto Call Home™

Consultants, engineers and contractors the world over recognize the **Instantel® Blastmate III™** vibration and overpressure monitor as the most versatile and most reliable full featured monitor available. It provides all of the industry-leading features of the **Instantel Minimate Plus™** monitor, conveniently packaged with a full keyboard and a high-resolution printer. This allows you to setup, add notes and print complete event reports in the field, without a computer.

Versatile

With standard features like the **Instantel Histogram Combo™** monitoring mode, zero dead-time between events, and flexible sample rates up to 65,536 S/s, the **Blastmate III** system provides you with control and confidence to monitor reliably in any situation. For added versatility, you have the option to add 4 more channels and extra memory, providing two complete standard monitors in a single package.

For more demanding monitoring applications, the **Instantel Blastware® Advanced Module** software provides the capability to monitor a broad selection of vibration and overpressure sensors, as well as sensors for related structural and environmental measurements. Monitor vibration, ambient environmental conditions, and the movement of structural cracks, all at the same time, all using the same **Blastmate III** monitor.

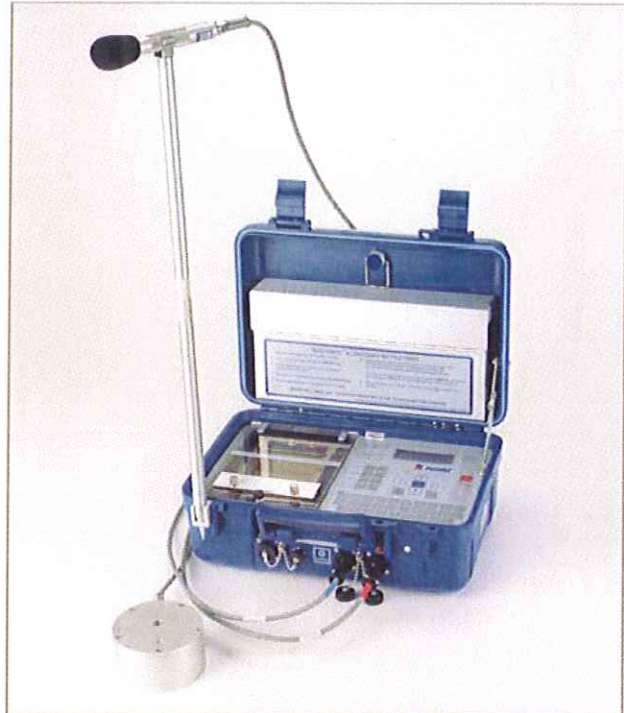
Easy to use

The features and versatility of the **Blastmate III** monitor set it apart, but the fact that it is also easy to use makes it truly revolutionary. The dedicated single use function keys, backlit LCD and simple menu-driven operation make setup and operation quick and easy, even for inexperienced personnel.

Tough

The **Blastmate III** monitor has been built to survive, with a fully sealed top panel, non-corrosive industrial grade connectors and sealed electronics, all packed in a rugged, water-resistant case.

Blastmate III - Reliability and versatility for any monitoring application.



Key Features

- Fast high-resolution thermal printer for event reports in the field without the need for a computer.
- Full keyboard simplifies entry of job-specific notes and information.
- Dedicated function keys and intuitive menu-driven operation enable quick and easy setup.
- **Histogram Combo** mode allows capture of full waveform records while recording in histogram mode.
- Sample rates from 1,024 to 16,384 S/s per channel - up to 65,536 S/s available on a single channel.
- Available 8-channel option allows for 2 standard triaxial geophones and 2 microphones to be used on a single **Blastmate III** monitor.
- Continuous monitoring means zero dead time, even while the unit is processing.
- Any channel can be matched to a wide variety of sensors - geophones, accelerometers, or hydrophones.

 **Instantel**

The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instantel.com



Blastmate III™

General Specifications

Blastmate III

Channels	Microphone and Triaxial Geophone or 4 independent user-configurable channels (two Microphones and two Triaxial Geophones or 8 independent channels with optional 8-channel upgrade)
Vibration Monitoring (with Standard Triaxial Geophone)	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Resolution	0.127 mm/s (0.005 in/s) or 0.0159 mm/s (0.000625 in/s) with built-in preamp
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft ³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz, within zero to -3 dB of an ideal flat response / 1 to 315 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scales	Linear or A-weight
Linear Range	88 to 148 dB (500 Pa (0.072 PSI) Peak)
Linear Resolution	0.25 Pa (0.000363 PSI)
Linear Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Linear Frequency Response	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points
A-weight Range	50 to 110 dBA
A-weight Resolution	0.1 dBA

Waveform Recording

Record Modes	Manual, Single-shot, Continuous
Seismic Trigger	0.125 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Acoustic Triggers	
Linear	100 to 148 dB
A-weight	55 to 110 dBA
Sample Rate	1,024 to 16,384 S/s per channel (independent of record time), up to 65,536 S/s in single-channel mode with advanced software (maximum 8,192 S/s per channel for 8 channels)
Record Stop Mode	Fixed record time, InstanTel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 100 seconds (programmable in one-second steps) or 500 seconds plus 0.25 seconds pre-trigger
AutoRecord Time	Auto window programmable from 1 to 9 seconds, plus a 0.25 second pre-trigger. Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of auto window, or until available memory is filled. Recording uninterrupted by event processing - No dead time
Cycle Time	
Storage Capacity	
Full Waveform Events	300 one-second events at 1,024 S/s sample rate (1,500 event capacity with optional memory upgrade)
Event Summaries	1,750 (8,750 event capacity with optional memory upgrade)

Histogram Recording

Record Modes	Histogram and InstanTel Histogram Combo™ (monitor captures triggered waveforms while recording in Histogram mode)
Recording Interval	2, 5 or 15 seconds; 1, 5 or 15 minutes
Storage Capacity	46,656 intervals - 3 days at 5-second intervals or 102 days at 15 minute intervals (with memory upgrade - 15 days at 5-second intervals or 540 days at 15 minute intervals)

Physical Specifications

Dimensions	269 x 355 x 165 mm (10.6 x 14.0 x 6.5 in)
Weight	6.4 kg (14 lbs)
Battery	Rechargeable 6 V sealed gel cell - capacity for 30 days of continuous monitoring
User Interface	63 domed tactile keys including full keyboard and dedicated keys for common functions
Display	4-line x 20 character, high contrast, backlit LCD with online help
Printer	High resolution thermal plotter
PC Interface	RS-232
Auxillary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm, coordinate download from GPS
Environmental	
Printer/LCD Operating Temperature	-10 to 50°C (14 to 122°F)
Electronics Operating Temperature	-20 to 60°C (-4 to 140°F)
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite, Short-haul modems, and Ethernet® device servers. Automatically transfers events when they occur through InstanTel Auto Call Home™ feature.
Additional Features	Monitor start/stop timer

Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instanTEL.com

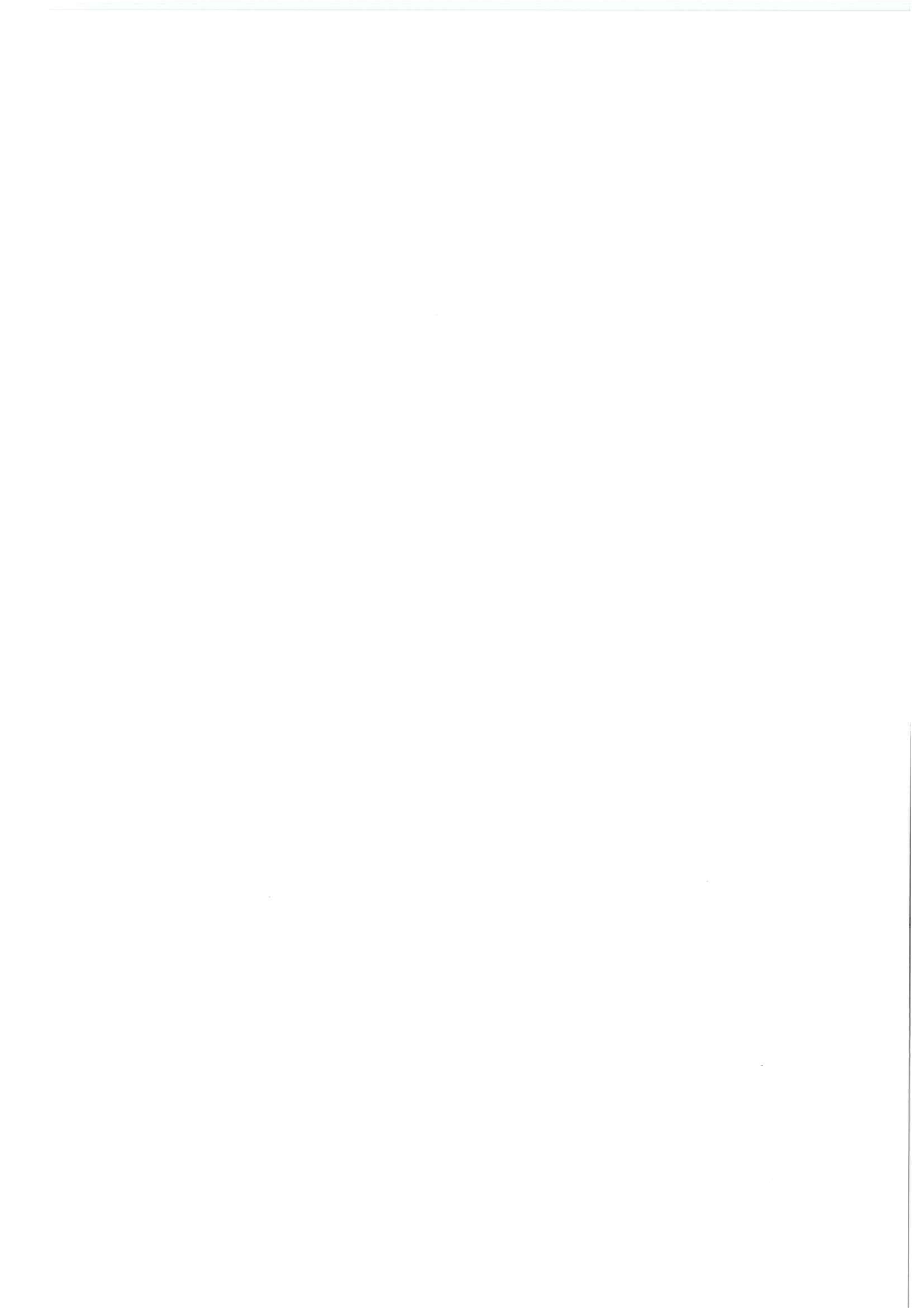


© 2009 Xmark Corporation. InstanTel, the InstanTel logo, Auto Call Home, AutoRecord, Blastmate, Blastware, Histogram Combo and Minimate, are trademarks of The Stanley Works or its affiliates. **STANLEY**

714B0053 Rev 07 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors





Minimate Blaster™

Blast Vibration and Overpressure Monitor

Range of Applications:

- Blast-monitoring for compliance
- Compliant to ISEE Standard
- Compliant to optional DIN 45669-1 Standard

The **Instantel® Minimate Blaster™** vibration and overpressure monitor has the features you need for reliable blast monitoring in a simple and economical package.

Simple

The monitor incorporates an eight-key tactile keypad and on-board LCD, with a clearly structured, menu-driven interface - giving you complete control for quick and easy setup and operation. In addition, the **Instantel® AutoRecord™** record stop mode automatically sets the record length based on vibration and overpressure activity, helping ensure that you record the entire event. It also comes with an integrated monitoring log, for compliance with many local and regional regulatory standards.

Flexible

Producing professional reports is easy. Print directly from the **Minimate Blaster** monitor to one of many compatible printers, or transfer events directly to an **Instantel Blastmate III™** monitor and print using the integrated on-board printer. Events can also be easily downloaded to a computer via a standard RS-232 interface using the included **Instantel Blastware® Compliance Module** software. From there, you have all the tools to generate full-page event reports and frequency analysis.

Reliable

A vibration monitor is a necessity, so it had better work – always. That's why so many blasters trust **Instantel** reliability. With standard features like zero-dead-time while recording, 300-event memory, and a battery that has the capacity for 210 hours of continuous monitoring, the **Minimate Blaster** monitoring system gives you confidence that you will get the record every time.



Key Features

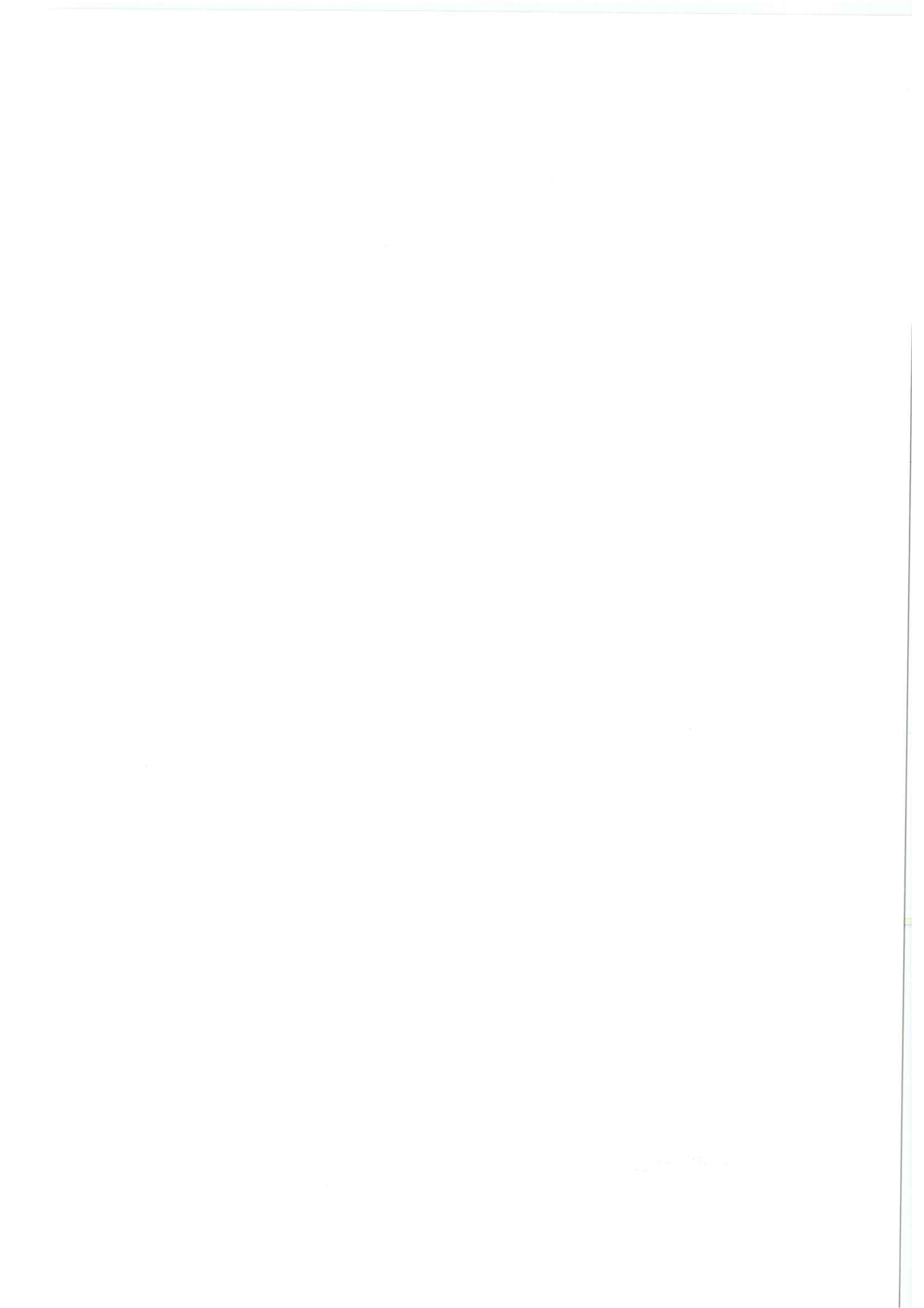
- Small, rugged package for portability and easy setup.
- Easy-to-use keypad with intuitive menu-driven operation.
- Rechargeable gel cell battery allows continuous monitoring for up to 210 hours.
- Non-volatile memory with storage capacity for up to 300 events.
- Sample rates from 1,024 to 4,096 S/s.
- Integral monitor log records time and duration of monitoring jobs.
- **AutoRecord** record stop mode allows the monitor to continue recording as long as activity cycles above the trigger level.
- Continuous monitoring means zero dead time, even while the unit is processing.
- Fully compliant with the International Society of Explosives Engineers (ISEE) Performance Specifications for Blasting Seismographs.
- Compliant with optional DIN 45669-1 Standard



The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instantel.com





Minimate Blaster™

General Specifications

Minimate Blaster

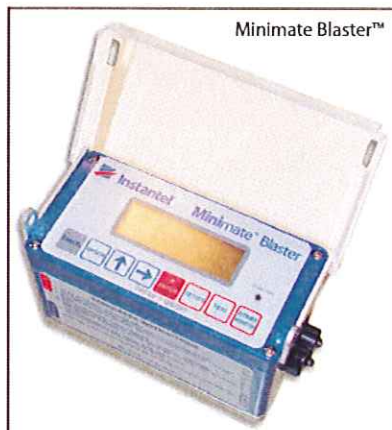
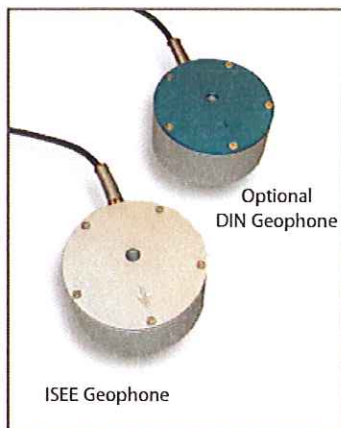
Channels	Microphone and Triaxial Geophone (ISEE or optional DIN 45669-1)
Vibration Monitoring	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Resolution	0.127 mm/s (0.005 in/s) or 0.0159 mm/s (0.000625 in/s) with built-in preamp
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft ³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz, within zero to -3 dB of an ideal flat response / 1 to 315 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scale	Linear
Range	88 to 148 dB (500 Pa (0.072 PSI) Peak)
Resolution	0.25 Pa (0.000363 PSI)
Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Frequency Range	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points

Waveform Recording

Record Modes	Manual and Continuous
Seismic Trigger	0.125 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Acoustic Triggers	100 to 148 dB
Sample Rate	1,024 S/s to 4,096 S/s per channel (independent of record time)
Record Stop Mode	Fixed record time, Instantel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 20 seconds (programmable in one-second steps) plus 0.25 second pre-trigger
AutoRecord Time	Auto window programmable from 1 to 9 seconds, plus a 0.25 second pre-trigger. Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of auto window, or until available memory is filled. Recording uninterrupted by event processing - no dead time
Cycle Time	
Storage Capacity	
Full Waveform Events	300 one-second events at 1,024 S/s sample rate
Event Summaries	1,750

Physical Specifications

Dimensions	81 x 91 x 160 mm (3.2 x 3.6 x 6.3 in)
Weight (monitor and sensors)	2.6 kg (5.7 lbs)
Battery	Rechargeable 6 V sealed gel cell - capacity for 210 hours of continuous monitoring
User Interface	8-key keypad with domed tactile keys
Display	4-line x 20-character, high contrast, backlit LCD with on-line help
PC Interface	RS-232
Auxiliary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm, coordinate download from GPS
Environmental	
LCD Operating Temperature	-10 to 50°C (14 to 122°F)
Electronics Operating Temperature	-20 to 60°C (-4 to 140°F)
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite and Short-haul modems.
Additional Features	Monitor start/stop timer



Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instantel.com

© 2009 Xmark Corporation. Instantel, the Instantel logo, AutoRecord, Blastmate, Blastware, and Minimate, are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



71660001 Rev 07 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors



Minimate Plus™

Advanced Vibration and Overpressure Monitor

Range of Applications:

- Blast-monitoring for compliance
- Near-field blast analysis
- Pile driving
- Construction activity
- Demolition activity
- Heavy Transportation
- Bridge monitoring
- Structural analysis
- Underwater blast monitoring
- 4 or 8 channel data acquisition
- Remote monitoring - Auto Call Home™
- Structural monitoring - Flex™

When we asked what you wanted in a vibration monitor, you said "Everything." So, we designed the **InstanTel® Minimate Plus™** vibration and overpressure monitor. Ever since, it has become a favourite of contractors, consultants, engineers and blasters, because it offers unrivalled features and versatility in a rugged and easy-to-use package.

Versatile

Use the **Minimate Plus** monitor with an **InstanTel Standard Triaxial Geophone** (ISEE or DIN version) and an overpressure microphone (Linear or A Weight) to provide a rugged, reliable compliance monitoring system. Add the **InstanTel 8-Channel** option and a single monitor may be used with two triaxial geophones and two microphones.

For more demanding monitoring applications, the **InstanTel Blastware® Advanced Module** software provides the capability to monitor a broad selection of vibration and overpressure sensors, as well as sensors for structural and environmental measurements. Monitor vibration, ambient environmental conditions, and the movement of structural cracks, all at the same time, all using the same **Minimate Plus** monitor.

Intelligent

For remote installations, the **InstanTel Auto Call Home™** feature will automatically transfer event files from field to office as they are recorded using a variety of wired or wireless modems. From there, the **Blastware Mail** feature of the **Blastware** software automatically distributes files or summary information to multiple e-mail or text messaging addresses.

Easy to use

Even with all of these features, the **Minimate Plus** system is still easy for anyone to use. A high-contrast LCD, eight-key tactile keypad, coupled with simple menu-driven operations, provides complete control and confidence.

Minimate Plus - everything you need and more.



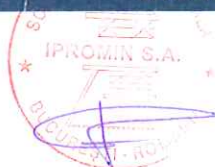
Key Features

- **InstanTel Histogram Combo™** mode allows capture of full waveform records while recording in histogram mode.
- **Auto Call Home** feature automates remote monitoring applications.
- Sample rates from 1,024 to 16,000 S/s, per channel with up to 65,000 S/s available on a single channel.
- Available **InstanTel 8-channel** option allows for two standard geophones and two microphones to be operated from one **Minimate Plus** monitor.
- Non-volatile memory with standard 300-event storage capacity (optional 1,500-event capacity).
- Records waveform events up to 100 seconds long with standard setup, or up to 500 seconds with advanced setup.
- Continuous monitoring means zero dead time, even while the unit is processing.
- Any channel can be matched to a wide variety of sensors - geophones, accelerometers, or hydrophones.

 **InstanTel**

The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instanTel.com



Minimate Plus™

General Specifications

Minimate Plus

Channels	Microphone and Triaxial Geophone or 4 independent user-configurable channels (two Microphones and two Triaxial Geophones or 8 independent channels with optional 8-channel upgrade)
Vibration Monitoring (with Standard Triaxial Geophone)	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Resolution	0.127 mm/s (0.005 in/s) or 0.0159 mm/s (0.000625 in/s) with built-in preamp
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz, within zero to -3 dB of an ideal flat response / 1 to 315 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scales	Linear or A-weight
Linear Range	88 to 148 dB (500 Pa (0.072 PSI) Peak)
Linear Resolution	0.25 Pa (0.0000363 PSI)
Linear Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Linear Frequency Response	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points
A-weight Range	50 to 110 dBA
A-weight Resolution	0.1 dBA

Waveform Recording

Record Modes	Manual, Single-shot, Continuous
Seismic Trigger	0.125 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Acoustic Triggers	
Linear	100 to 148 dB
A-weight	55 to 110 dBA
Sample Rate	1,024 to 16,384 S/s per channel (independent of record time), up to 65,536 S/s in single-channel mode with advanced software (max 8,192 S/s per channel for 8 channels)
Record Stop Mode	Fixed record time, InstanTel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 100 seconds (programmable in one-second steps) or 500 seconds plus 0.25 seconds pre-trigger
AutoRecord Time	Auto window programmable from 1 to 9 seconds, plus a 0.25 second pre-trigger. Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of auto window, or until available memory is filled. Recording uninterrupted by event processing - no dead time
Cycle Time	
Storage Capacity	
Full Waveform Events	300 one-second events at 1,024 S/s sample rate (1,500 event capacity with optional memory upgrade)
Event Summaries	1,750 (8,750 event capacity with optional memory upgrade)

Histogram Recording

Record Modes	Histogram and InstanTel Histogram Combo™ (monitor captures triggered waveforms while recording in Histogram mode)
Recording Interval	2, 5 or 15 seconds; 1, 5 or 15 minutes
Storage Capacity	46,656 intervals - 3 days at 5-second intervals or 102 days at 15-minute intervals (with memory upgrade - 15 days at 5-second intervals or 540 days at 15-minute intervals)

Physical Specifications

Dimensions	81 x 91 x 160 mm (3.2 x 3.6 x 6.3 in)
Weight	1.4 kg (3 lbs)
Battery	Rechargeable 6 V sealed gel cell - capacity for 210 hours of continuous monitoring
User Interface	8-key keypad with domed tactile keys
Display	4-line x 20-character, high-contrast, backlit LCD
PC Interface	RS-232
Auxiliary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm, coordinate download from GPS
Environmental	
LCD Operating Temperature	-10 to 50°C (14 to 122°F)
Electronics Operating Temperature	-20 to 60°C (-4 to 140°F)
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite, Short-haul modems and Ethernet® device servers. Automatically transfers events when they occur through the InstanTel Auto Call Home™ feature.
Additional Features	Monitor start/stop timer

Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instanTEL.com



© 2009 Xmark Corporation. InstanTel, the InstanTel logo, Auto Call Home, AutoRecord, Blastmate, Blastware, Histogram Combo and Minimate, are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



714B0052 Rev 07 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors

Minimate Pro4™

Series IV – Advanced Vibration and Overpressure Monitors

Range of Applications:

- Minimate Pro4™
4-Channel data acquisition
- Blast-monitoring for compliance
- Pile driving
- Construction activity
- Demolition activity
- Remote monitoring - Auto Call Home™

The InstanTel® Minimate Pro4™ vibration and overpressure monitors are built on the success of the Minimate® Series III monitoring systems.

The Minimate Pro4 offers 64MBs of memory, improved ruggedness, including a metal case and connectors, and water resistance.

For reliable compliance monitoring, connect an ISEE or DIN Triaxial Geophone and an ISEE Linear Microphone.

Versatile

Each sensors calibration date, serial number, and sample rate specification are determined by the Sensor Check feature of the unit and stored in the setup file. The sensor type, calibration date and serial number are also recorded on the Event Report.

For those challenging monitoring applications, such as tunneling, the Series IV units include EMI shielding and built-in noise and anti-aliasing filters; both the sensor and auxiliary channels are isolated.

External trigger options include the ability to connect up to six monitors and use them as primary/secondary triggers. This allows accurate measurement of the vibration travel and arrival times.

With the optional InstanTel® Blastware® Advanced Module perform VDV monitoring, Signature Hole Analysis, and real time display of Histogram data using the Ethernet® interface.

Intelligent

View Peak Vibration and Zero Crossing Frequencies immediately after each Event occurs. Toggle between Peak Vibration and Peak Overpressure with a simple push of a button. Data highlights including Operator, Trigger, Duration, and Maximum Vibration and Overpressure are also available for review, right on the monitors display.

For remote installations, the InstanTel® Auto Call Home™ feature will automatically transfer event files from field to office as they are recorded using a variety of wired or wireless modems. From there, the Blastware Mail feature of the InstanTel



Blastware software automatically distributes files or summary information to multiple e-mail or text messaging addresses.

The Auto Call Home feature can also be used in conjunction with an optional service, InstanTel® InstaLink™, leveraging the Internet to automate the process of transferring vibration data directly from an InstanTel vibration monitor to a secure, password-protected web site for viewing by approved stakeholders.

Easy to use

Even with all of these features, the Minimate Pro4 system is still easy for anyone to use. A high-contrast LCD and ten-key tactile keypad drives simple menu operations, while graphic icons indicate battery and memory levels at a glance.

Key Features

- Dedicated function keys and intuitive menu-driven operation enable quick and easy setup.
- Sample rates from 512 to 4,096 S/s per channel, independent of record times.
- Continuous monitoring means zero dead time between Events, even while the unit is processing.
- InstanTel Histogram Combo™ mode allows capturing thousands of full waveform records while simultaneously recording in histogram mode.
- Auto Call Home feature automates remote monitoring applications.
- Non-volatile memory with standard 8000-plus event storage capacity.
- Records full waveform events over two hours long.



The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instanTel.com



Minimate Pro4™

General Specifications

Minimate Pro4

Minimate Pro4 Channels	Channels 1-3, ISEE (or DIN) Triaxial Geophone, and Channel 4, ISEE Linear Microphone
Vibration Monitoring	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Response Standard	ISEE Seismograph Specification or DIN 45669-1
Resolution	0.00788 mm/s (0.00031 in/s)
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft ³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz, within zero to -3 dB of an ideal flat response / 1 to 315 Hz or 1 to 80 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scales	ISEE Linear Microphone
Response Standard	ISEE Seismograph Specification
Linear Range	88 to 148 dB (500 Pa [0.072 psi] Peak)
Linear Resolution	0.0155 pa (2.2662×10 ⁻⁶ psi)
Linear Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Linear Frequency Response	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points
Cable Length	75 m (250 ft)

Waveform Recording

Record Modes	Waveform, Waveform Manual
Seismic Trigger	0.13 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Linear Acoustic Trigger	2.0 pa to 500 pa (100 dB to 148 dB)
Sample Rate	512m 1,024, 2,048, and 4,096 S/s per channel (independent of record time)
Record Stop Mode	Fixed record time, Instantel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 999 seconds (programmable in one-second steps) plus a 0.25 seconds pre-trigger
AutoRecord™ Time	Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of auto window, or until available memory is filled.
Cycle Time	Recording uninterrupted by event processing, monitoring, or communication - no dead time
Minimate Pro4 Storage Capacity	64 MBs
Full Waveform Events	8000-plus 1 second events at 1,024 S/s sample rate

Histogram Recording

Record Modes	Histogram and Instantel Histogram Combo™ (monitor captures triggered waveforms while recording in Histogram mode)
Recording Interval	1 to 30 seconds at 1 second intervals, and 30 seconds to 60 minutes at 30 second intervals
Histogram Storage Capacity	800,000 intervals. Examples: 18.5 days at 2 second intervals, or 555 days at 1 minute
Histogram Combo Storage Capacity	Example: 30 days of Histogram recording at 1 minute intervals, and over 7500 1 second waveform events

Physical Specifications

Dimensions	25.4(l) x 11.75(w) x 10.80(h) cm (10.00 x 4.63 x 4.25 in); length dimension includes connectors and dust caps
Unit Weight	2.27 kg (5 lbs)
Battery	10 days
User Interface	10 domed tactile with separate keys for common functions
Display	7-line x 32-character, high-contrast, multi-color backlit LCD
PC Interface	RS-232 with USB adapter interface or Ethernet® with optional cable
Auxiliary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm, coordinate download from GPS
Environmental	
LCD Operating Temperature	-20 to 50 °C (-4 to 122 °F)
Electronics Operating Temperature	-40 to 50 °C (-40 to 122 °F)
Water Resistance	IPC674 – submerge to 30 cm (1 ft) for 24 hours
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite, Short-haul modems and Ethernet device servers. Automatically transfers events when they occur through the Instantel Auto Call Home™ feature. Monitor start/stop timer
Additional Features	Optional InstaLink to leverage the Internet for automated processing of vibration data directly from an Instantel vibration monitor to a secure, password-protected web site, to be viewed by approved stakeholders.
Electrical Standards	CE Class B (IEC 61000-4-2 to IEC 4-6 and IEC 4-11, 1994 - 1996) Contact Instantel for more information.

Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instantel.com



© 2009 Xmark Corporation. Instantel, the Instantel logo, Auto Call Home, AutoRecord, Blastmate, Blastware, Histogram Combo, InstaLink, and Minimate are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



72080001, Rev 03 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors

Minimate Pro6™

Series IV – Advanced Vibration and Overpressure Monitors

Range of Applications:

- Minimate Pro6
6-Channel data acquisition
- Blast-monitoring for compliance
- Pile driving
- Construction activity
- Demolition activity
- Heavy Transportation
- Bridge monitoring
- Structural analysis
- Remote monitoring - Auto Call Home™

The InstanTel® Minimate Pro6™ vibration and overpressure monitors are built on the success of the Minimate® Series III monitoring systems.

The Minimate Pro6 offers 64MBs of memory, improved ruggedness, including a metal case and connectors, and water resistance.

Connect two standard ISEE or DIN Triaxial Geophones to monitor vibration sources from two different locations, or connect one ISEE or DIN Triaxial Geophone and an ISEE Linear Microphone when air overpressure is data is required.

Versatile

Each sensors calibration date, serial number, and sample rate specification are determined by the Sensor Check feature of the unit and stored in the setup file. The sensor type, calibration date and serial number are also recorded on the Event Report.

For those challenging monitoring applications, such as tunneling, the Series IV units include EMI shielding and built-in noise and anti-aliasing filters; both the sensor and auxiliary channels are isolated.

External trigger options include the ability to connect up to six monitors and use them as primary/secondary triggers. This allows accurate measurement of the vibration travel and arrival times.

With the optional InstanTel® Blastware® Advanced Module perform VDV monitoring, Signature Hole Analysis, and real time display of Histogram data using the Ethernet® interface.

Intelligent

View Peak Vibration and Zero Crossing Frequencies immediately after each Event occurs. Toggle between Peak Vibration and Peak Overpressure with a simple push of a button. Data highlights including Operator, Trigger, Duration, and Maximum Vibration and Overpressure are also available for review, right on the monitors display.

For remote installations, the InstanTel® Auto Call Home™ feature will automatically transfer event files from field to office as they are recorded using a variety of wired or wireless modems. From there, the



Blastware Mail feature of the InstanTel Blastware software automatically distributes files or summary information to multiple e-mail or text messaging addresses.

The **Auto Call Home** feature can also be used in conjunction with an optional service, InstanTel® InstaLink™, leveraging the Internet to automate the process of transferring vibration data directly from an InstanTel vibration monitor to a secure, password-protected web site for viewing by approved stakeholders.

Easy to use

Even with all of these features, the Minimate Pro6 system is still easy for anyone to use. A high-contrast LCD and ten-key tactile keypad drives simple menu operations, while graphic icons indicate battery and memory levels at a glance.

Key Features

- Dedicated function keys and intuitive menu-driven operation enable quick and easy setup.
- Sample rates from 512 to 4,096 S/s per channel, independent of record times.
- Continuous monitoring means zero dead time between Events, even while the unit is processing.
- **InstanTel Histogram Combo™** mode allows capturing thousands of full waveform records while simultaneously recording in histogram mode.
- **Auto Call Home** feature automates remote monitoring applications.
- Non-volatile memory with standard 7100-plus event storage capacity.
- Records full waveform events over two hours long.



The World's Most Trusted Vibration Monitors

www.instanTel.com



Minimate Pro6™

General Specifications

Minimate Pro6

Minimate Pro6 Channels	Channels 1-3, ISEE (or DIN) Triaxial Geophone, and Channels 4-6, a second ISEE (or DIN) Triaxial Geophone, or an ISEE Linear Microphone
Vibration Monitoring	
Range	Up to 254 mm/s (10 in/s)
Response Standard	ISEE Seismograph Specification or DIN 45669-1
Resolution	0.00788 mm/s (0.00031 in/s)
Accuracy (ISEE / DIN)	+/- 5% or 0.5 mm/s (0.02 in/s), whichever is larger, between 4 and 125 Hz / DIN 45669-1 standard
Transducer Density	2.13 g/cc (133 lbs/ft ³)
Frequency Range (ISEE / DIN)	2 to 250 Hz, within zero to -3 dB of an ideal flat response / 1 to 315 Hz or 1 to 80 Hz
Maximum Cable Length (ISEE / DIN)	75 m (250 ft) / 1,000 m (3,280 ft)
Air Overpressure Monitoring	
Weighting Scales	ISEE Linear Microphone
Response Standard	ISEE Seismograph Specification
Linear Range	88 to 148 dB (500 Pa [0.072 psi] Peak)
Linear Resolution	0.0156 pa (2.2662×10 ⁻⁶ psi)
Linear Accuracy	+/- 10% or +/- 1 dB, whichever is larger, between 4 and 125 Hz
Linear Frequency Response	2 to 250 Hz between -3 dB roll off points
Cable Length	75 m (250 ft)

Waveform Recording

Record Modes	Waveform, Waveform Manual
Seismic Trigger	0.13 to 254 mm/s (0.005 to 10 in/s)
Linear Acoustic Trigger	2.0 pa to 500 pa (10 dB to 148 dB)
Sample Rate	512, 1,024, 2,048, and 4,096 S/s per channel (independent of record time)
Record Stop Mode	Fixed record time, Instantel® AutoRecord™ record stop mode
Record Time	1 to 999 seconds (programmable in one-second steps) plus a 0.25 seconds pre-trigger
AutoRecord Time	Event is recorded until activity remains below trigger level for duration of auto window, or until available memory is filled.
Cycle Time	Recording uninterrupted by event processing, monitoring, or communication - no dead time
Minimate Pro6 Storage Capacity	64 MBs
Full Waveform Events	7100-plus 1 second events at 1,024 S/s sample rate with two geophones

Histogram Recording

Record Modes	Histogram and Instantel Histogram Combo™ (monitor captures triggered waveforms while recording in Histogram mode)
Recording Interval	1 to 30 seconds at 1 second intervals, and 30 seconds to 60 minutes at 30 second intervals
Histogram Storage Capacity	512,000 intervals, examples: 11.9 days at 2 second intervals, or 355 days at 1 minute
Histogram Combo Storage Capacity	Example: 30 days of Histogram recording at 1 minute intervals, and over 6500 1 second waveform events

Physical Specifications

Dimensions	25.4(l) x 11.75(w) x 10.80(h) cm (10.00 x 4.63 x 4.25 in); length dimension includes connectors and dust caps
Unit Weight	2.27 kg (5 lbs)
Battery	10 Days
User Interface	10 domed tactile with separate keys for common functions
Display	7-line x 32-character, high-contrast, multi-color backlit LCD
PC Interface	RS-232 with USB adapter interface or Ethernet® with optional cable.
Auxillary Inputs and Outputs	External Trigger, Remote Alarm, coordinate download from GPS
Environmental	
LCD Operating Temperature	-20 to 50 °C (-4 to 122 °F)
Electronics Operating Temperature	-40 to 50 °C (-40 to 122 °F)
Water Resistance	IPC674 – submerge to 30 cm (1 ft.) for 24 hours
Remote Communications	Compatible with Telephone, GSM, Cellular, RF, Satellite, Short-haul modems and Ethernet device servers. Automatically transfers events when they occur through the Instantel Auto Call Home™ feature.
Additional Features	Monitor start/stop timer
Electrical Standards	Optional InstaLink to leverage the Internet for automated processing of vibration data directly from an Instantel vibration monitor to a secure, password-protected web site, to be viewed by approved stakeholders. CE Class B (IEC 61000-4-2 to IEC 4-6 and IEC 4-11, 1994 - 1996) Contact Instantel for more information.

Corporate Office:
309 Legget Drive,
Ottawa, Ontario K2K 3A3
Canada

US Office:
808 Commerce Park Drive,
Ogdensburg, New York 13669
USA

Toll Free: (800) 267 9111
Telephone: (613) 592 4642
Facsimile: (613) 592 4296
Email: sales@instantel.com



© 2009 Xmark Corporation. Instantel, the Instantel logo, Auto Call Home, AutoRecord, Blastmate, Blastware, Histogram Combo, InstaLink, and Minimate are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



72080002 Rev 03 - Product Specifications are Subject to Change

The World's Most Trusted Vibration Monitors

STANLEY

714800061 Rev 04 - Product Specifications are Subject to Change

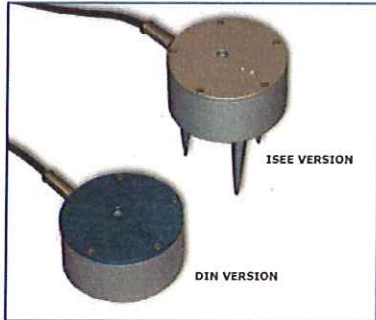
© 2009 Xmark Corporation. Instantel, the Instantel logo, Blastmate, Blastmate and Minimate are trademarks of The Stanley Works or its affiliates.



Sensor Guide

714800061 Rev 04

Sensor Guide



STANDARD TRIAXIAL GEOPHONES

ISEE VERSION

PART NUMBER	714A9701
RESPONSE STANDARD	ISEE Seismograph Specification
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 254 mm/s (10 in/s)
RESOLUTION	0.0159 mm/s (0.000625 in/s)
SENSOR DENSITY	2.13 g/cc (133 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	75 m (250 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance

DIN VERSION

PART NUMBER	718A3301
RESPONSE STANDARD	DIN 45669-1 Class 1
OPERATING FREQUENCY RANGE	1 to 315 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 254 mm/s (10 in/s)
RESOLUTION	0.0159 mm/s (0.000625 in/s)
SENSOR DENSITY	2.13 g/cc (133 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	1,000 m (3,280 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance



ACCELEROMETERS

0.5 G

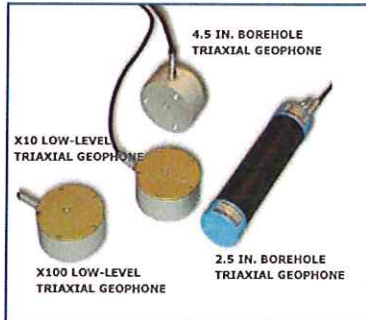
PART NUMBER	714A7101
OPERATING FREQUENCY RANGE	0.5 to 500 Hz
ACCELERATION RANGE	0.5 g
RESOLUTION	0.00025 g
MAXIMUM SHOCK LIMIT	10 g
MOUNTING THREAD (TAP HOLE)	3/8 - 16 tapped hole
BLASTWARE MODULE	Advanced

50 G

PART NUMBER	338B35
OPERATING FREQUENCY RANGE	1 Hz to 3 kHz
ACCELERATION RANGE	50 g
RESOLUTION	0.025 g
MAXIMUM SHOCK LIMIT	2,000 g
MOUNTING THREAD (TAP HOLE)	10-32 UNF-2B
BLASTWARE MODULE	Advanced

500 G

PART NUMBER	338B34
OPERATING FREQUENCY RANGE	1 Hz to 3 kHz
ACCELERATION RANGE	500 g
RESOLUTION	0.25 g
MAXIMUM SHOCK LIMIT	2,000 g
MOUNTING THREAD (TAP HOLE)	10-32 UNF-2B
BLASTWARE MODULE	Advanced



SPECIALTY TRIAXIAL GEOPHONES

64 mm (2.5 in) BOREHOLE

PART NUMBER	714A8501
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 254 mm/s (10 in/s)
RESOLUTION	0.0159 mm/s (0.000625 in/s)
SENSOR DENSITY	1.73 g/cc (108 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	30 m (98 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	75 m (250 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance

114 mm (4.5 in) BOREHOLE

PART NUMBER	714A3301
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 254 mm/s (10 in/s)
RESOLUTION	0.0159 mm/s (0.000625 in/s)
SENSOR DENSITY	2.13 g/cc (133 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	30 m (98 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	75 m (250 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance

X10 LOW-LEVEL

PART NUMBER	714A8302
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 25.4 mm/s (1.0 in/s)
RESOLUTION	0.00159 mm/s (0.0000625 in/s)
SENSOR DENSITY	2.13 g/cc (133 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	75 m (250 ft)
BLASTWARE MODULE	Advanced

X100 LOW-LEVEL

PART NUMBER	714A8301
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
VELOCITY RANGE	Up to 2.54 mm/s (0.1 in/s)
RESOLUTION	0.000159 mm/s (0.00000625 in/s)
SENSOR DENSITY	2.13 g/cc (133 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	75 m (250 ft)
BLASTWARE MODULE	Advanced

HIGH-FREQUENCY

PART NUMBER	714A9101
OPERATING FREQUENCY RANGE	28 Hz to 1 kHz
VELOCITY RANGE	2540 mm/s (100 in/s)
RESOLUTION	1.27 mm/s (0.05 in/s)
SENSOR DENSITY	2.33 g/cc (145 lbs/R ³)
STANDARD CABLE LENGTH	30 m (98 ft)
MAXIMUM CABLE LENGTH	1,000 m (3,280 ft)
BLASTWARE MODULE	Advanced

ADDITIONAL COMPONENTS

- QUAD SPLITTER CABLE
- TRIAxIAL PLUS UNIAXIAL SPLITTER CABLE
- SERIES III EXTENSION CABLE, 30 m (100 ft)
- SERIES III EXTENSION CABLE, 75 m (250 ft)
- SERIES III EXTENSION CABLE, CUSTOM LENGTH
- EXTENSION CABLE LINE DRIVER, 30 m (100 ft)
- EXTENSION CABLE LINE DRIVER, 75 m (250 ft)
- TRIAxIAL GEOPHONE LEVELING PLATE
- TRIAxIAL GEOPHONE WALL-MOUNT KIT
- UNIVERSAL BREAK-OUT BOX
- ACCELEROMETER ADAPTOR CABLE
- ACCELEROMETER CABLE (50 g, 500 g)
- ACCELEROMETER TRIAXIAL MOUNTING BLOCK



STANDARD OVERPRESSURE MICROPHONES

LINEAR

PART NUMBER	714A9801
FREQUENCY WEIGHTING	Linear
RESPONSE STANDARD	ISEE Seismograph Specification
OPERATING FREQUENCY RANGE	2 to 250 Hz
SOUND PRESSURE RANGE	88 to 148 dB
RESOLUTION	0.25 Pa (0.0000363 PSI)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance

A WEIGHT

PART NUMBER	714A2001
FREQUENCY WEIGHTING	A Weighting
RESPONSE STANDARD	Not applicable
OPERATING FREQUENCY RANGE	15 Hz to 8 kHz
SOUND PRESSURE RANGE	50 to 110 dBA
RESOLUTION	0.1 dBA
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
BLASTWARE MODULE	Compliance



SPECIALTY OVERPRESSURE SENSORS

HYDROPHONE

PART NUMBER	718A0801
OPERATING FREQUENCY RANGE	8 to 500 Hz
PRESSURE RANGE	Up to 324 kPa (47 PSI)*
RESOLUTION	164 Pa (0.0237 PSI)
MAXIMUM PRESSURE LIMIT	76 m (250 ft) maximum depth
STANDARD CABLE LENGTH	60 m (197 ft)
BLASTWARE MODULE	Advanced

* Pressure changes up to 648 kPa (97 PSI) with available adaptor.

HIGH-PRESSURE MICROPHONE

PART NUMBER	714A5501
OPERATING FREQUENCY RANGE	5 Hz to 1 kHz
PRESSURE RANGE	Up to 34.5 kPa (5.0 PSI)
RESOLUTION	17.3 Pa (0.0025 PSI)
MAXIMUM PRESSURE LIMIT	207 kPa (30 PSI)
STANDARD CABLE LENGTH	1.8 m (6 ft)
BLASTWARE MODULE	Advanced

PART NUMBER

- 714A3201
- 714A3901
- 714A3801
- 714A3802
- 714A3805
- 714A7601
- 714A7602
- 714A1801
- 718A0101
- 716A2001
- 714A5301
- 002C10
- 080A11

DX Series
Vibracord

Vibracord DX Digital Vibration Meter



The family of vibration measuring instruments Vibracord DX is used in construction work, mining, blasting, demolition or other works where vibrations cannot be completely avoided. To exclude any damage or risk, measurement and analysis of these vibrations are required.

Depending on the chosen transducers The equipment fulfills with the requirements of the different regulations :

1-315 Hz (DIN 45669)

2-250 Hz



www.vibracord.com

Vibracord DX

Technical data

Number of channels	4 / 7
Sample rate	2048 SPS
Analog to Digital Converter	16 bits
Frequency range (depending on the choosing configuration)	1-315 Hz 2-250 Hz
Record time	1, 2, 4, 8, 16, 32 s
Trigger mode	Automatic (see note 1) Manual External
Ports for data transfer	Ethernet (LAN) USB (External disk) GSM/GPRS
Record and data transfer modes	Internal disk Printer SMS messages WEB server FTP server e-mail
Data storage memory	200 MB (see note 2)
External power supply	12 V
Intenal power supply	Li-Ion rechargeable battery
Autonomy	20 hours of continuous use
Visualization	Graphic LCD screen 128x64 pixels
Keyboard	8 keys
Dimensions	180x220x70 mm
Weight (without accesories)	1,9 kg
Operating temperature	-10 °C to 50 °C
Storage temperature	-20 °C to 60 °C
Operating and storing humidity	Without condensation

Facts

- Friendly and easy to use with menu controls.
- Designed to work under rough conditions (IP-65)
- Automatic checking of the geophones before recording.
- FFT Analysis performed in the equipment.
- Several reports:
 - Main report
 - Detailed report
 - Acceleration report
 - Displacement report
 - RMS / Kbf report
 - Regression analysis (charge/distance table)
 - Prevention criteria on the report and equipment.
- Remote access to the equipment (WEB and FTP servers).
- Get the recording data in your mobile phone or e-mail (**no special software required**).
- Equipment allows diferent types of transducers (Geophones, microphones, accelerometers, etc).

Note 1: In automatic trigger mode each channel could be independently configured and activated.

Note 2: For 1 second and 4 channel records the memory can store up to 6000 records. The amount of memory could be incremented upon request.

Vibracord DX

Technical data

Transducers technical data

2-250 Hz version	
Seismic channels measurement range	± 200 mm/s
Resolution	0,01 mm/s
Minimum measurement	0,05 mm/s
Correction response	IIR digital filter
Transducer type	Geophone fn=8 Hz
1-315 Hz version	
Seismic channels measurement range	± 120 mm/s
Resolution	0,01 mm/s
Minimum measurement	0,05 mm/s
Correction response	IIR digital filter
Transducer type	Geophone fn=4,5 Hz
Sound channel	
Measurement range	± 502 Pa (148 dB)
Resolution	0,1 Pa
Minimum measurement	2 Pa (100 dB)
Frequency response	2-250 Hz 1-315 Hz
Transducer type	Pressure sensor

ACCESORIES:

- Operating instructions manual.
- USB disk with PC software. This disk could be used for data transfer
- Power supply
- Tripod for microphone
- Carrying case

OPTIONAL:

PRINTER: Get in real time a printed report of the record.

LAN MODULE: Connect to a Local Area Network or a computer to have remote access to the WEB and FTP server.

GSM/GPRS MODEM: Connect to the equipment everywhere in the world, from your mobile phone or computer **without the need of special software.**

EXTERNAL TRIGGER: Synchronize the blast with your equipment.

SPECIAL TRANSDUCERS: Connect accelerometers, hydrophones, pressure transducers, etc. to complement measurement parameters of the blasting.

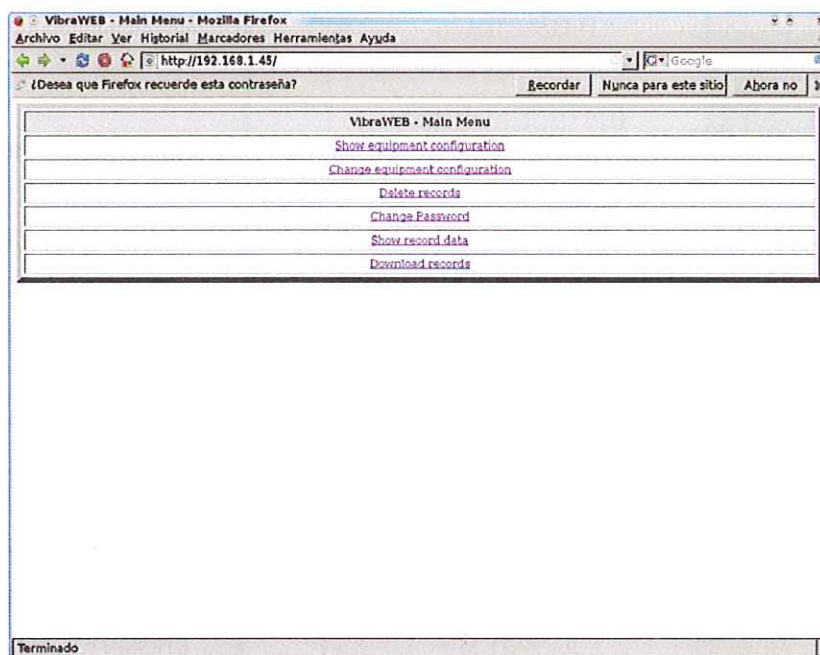
Vibracord DX

Digital vibration meter

MODEM & LAN OPTIONS

The optional modem and LAN options offer the following benefits to the equipment:

- Send SMS text messages with the data results of the record to the desired mobile phone (only with modem option).
- Remote control of the configuration parameters of the equipment with a WEB - based application (no special software required).
- Access to the data from your mobile phone or computer.
- Receive an e-mail to your account with the data of the record.
- FTP server for a fast and easy data transfer.
- Synchronization with an external time server (NTP protocol). This option allows the system clock of the equipment to stay accurate, with a maximum error of milliseconds.



Vibracord DX

Digital vibration meter

MODEM & LAN OPTIONS

Configuration Setup - Mozilla Firefox
Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda
http://192.168.1.45/config.html

VibraWEB Configuration

Record Time: 2 Seconds

Trigger Levels

Channel 1 - Trigger Level	1.00	Active: <input checked="" type="checkbox"/>
Channel 2 - Trigger Level	1.00	Active: <input checked="" type="checkbox"/>
Channel 3 - Trigger Level	1.00	Active: <input checked="" type="checkbox"/>
Channel 4 - Trigger Level	1.00	Active: <input type="checkbox"/>
Channel 5 - Trigger Level	1.00	Active: <input type="checkbox"/>
Channel 6 - Trigger Level	1.00	Active: <input type="checkbox"/>
Channel 7 - Trigger Level	20.00	Active: <input type="checkbox"/>

Note: Only connected channels can be active

E-mail logger: Activate mail loggers:

Send mail to: user@address.com

Alarm Levels

Level 1: If higher than Not Used of the trigger level
Send mail to: user1@address.com

Level 2: If higher than Not Used of the trigger level
Send mail to: user2@address.com

[Exit without changes](#)

Terminado

The remote configuration feature simplifies configuration and management of the equipment, it allows to change the main parameters. Is also possible to send an e-mail with the data of the record (Peak and frequency) and to attach the file if you want to analyze it.

Two alarm levels could be programmed, if the measured value exceeds the trigger level specified, a message is sent to the desired e-mail address.

Fixed IP address is recommended, but dynamic IP address is possible. In this case you receive an e-mail if the IP address changes.



DX Series
Vibracord
118 412 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

Vibracord DX

Digital Vibration Meter

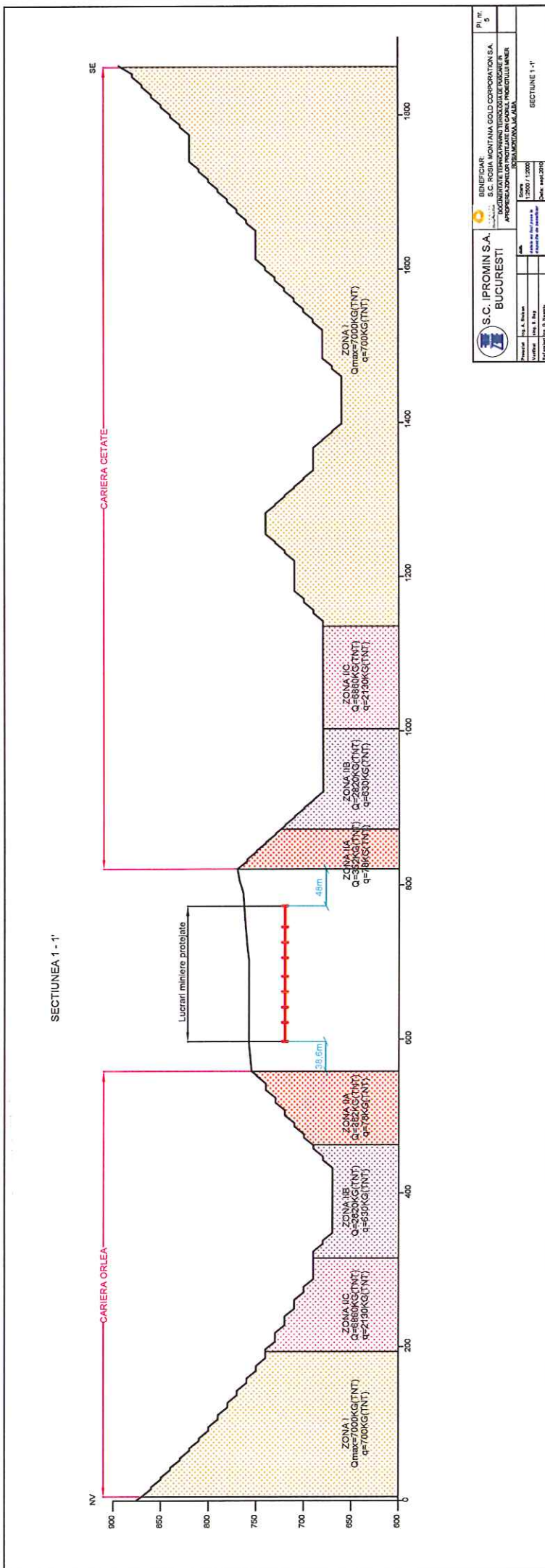


Legal warning and disclaimer:

The documentation described herein shall not be considered as contractual commitment and its disclosing shall not be able to be treated as a contractual offer. By virtue of this document the Company does not assume any liability nor warranty before third parties

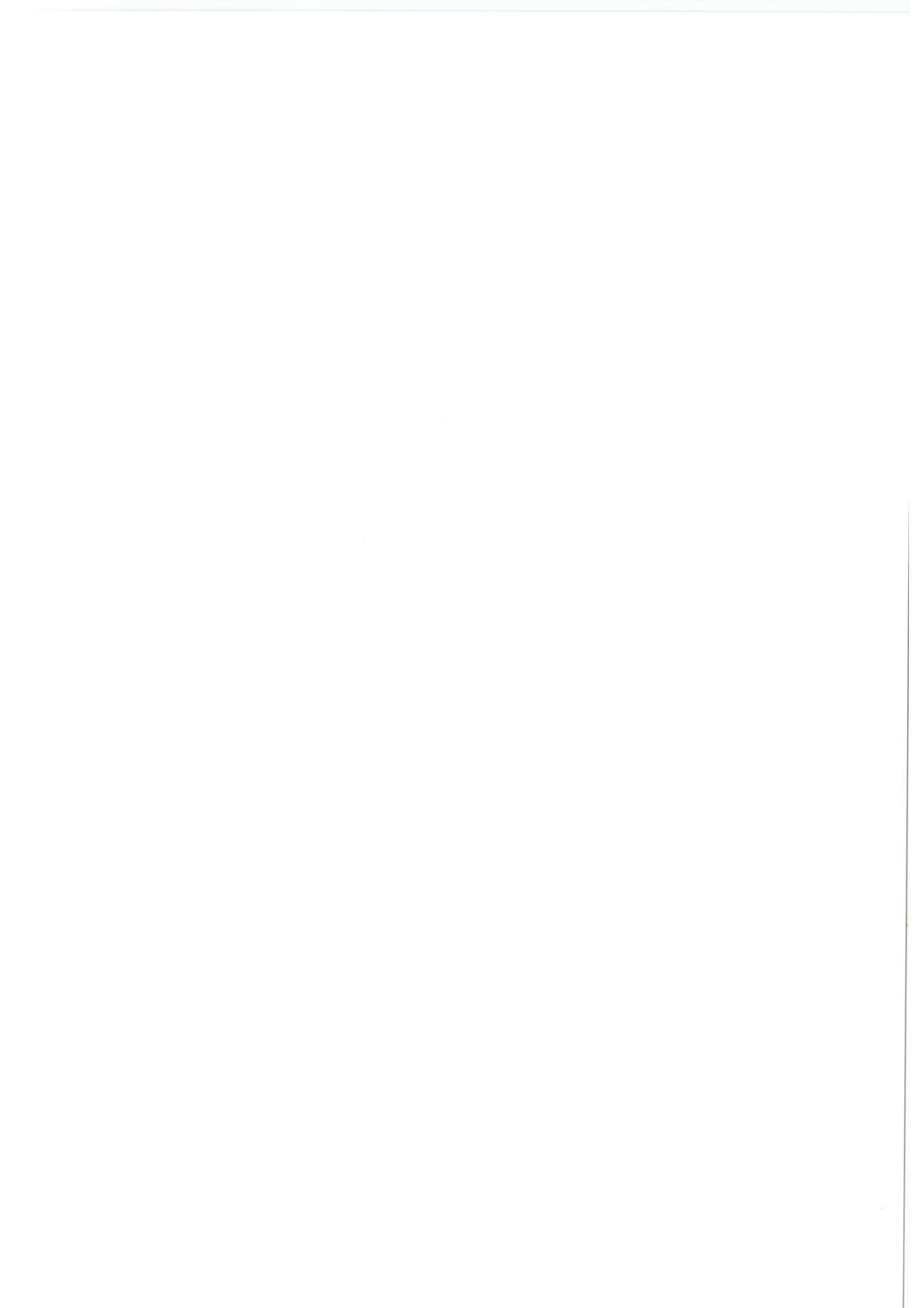


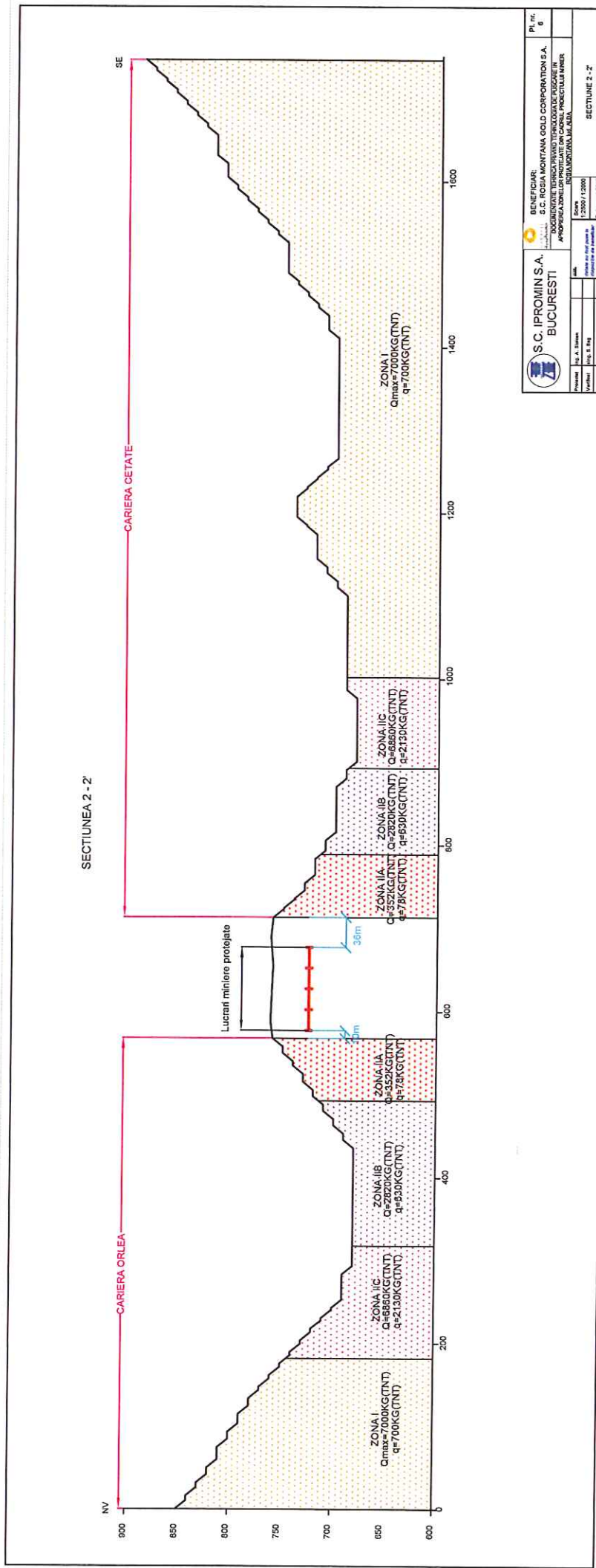
Vibraquipo, S.L.U.
Gaiteiro de Soutelo, 3 Bajo
36004 Pontevedra (Spain)
Phone: +34 986 86 02 72
Fax: +34 986 85 38 40
www.vibraquipo.com



S.C. IPROMIN S.A. BUCUREȘTI		S.C. ROȘIA MONTANA GOLD CORPORATION S.A. ÎN CALITATE DE SOCIETATE DE ÎNCHIRIAȘI ÎN CALITATE DE SOCIETATE DE ÎNCHIRIAȘI	
Proiectat de	Ing. A. Popescu	Scara	1:2000 / 1:2000
Verificat de	Ing. B. Băz	Tipul de lucrare	Proiect de execuție
Executat de	Ing. D. Nevea	Data	sept. 2016







S.C. IPROMIN S.A.
BUCURESTI

BENEFICIAR: IPROMIN S.A. GOLD CORPORATION S.A.
SOCIETATE CU CAPITAL PE DEPARTAMENT DE PRODUCEREA
APROPIEA ZONILOR PROIECTATE DIN CARUL PROIECTULUI MINIER
DE EXPLOATARE A MINIERII DE ORO SI ARGINT DE LA
CARIERA ORLEA, COMUNA URZICENI, JUDETLUL ARGHES

Plan
1:2000 / 1:2000

Data
12.09.2010

Proiectat
Ing. A. Ionescu

Verificat
Ing. S. Bal

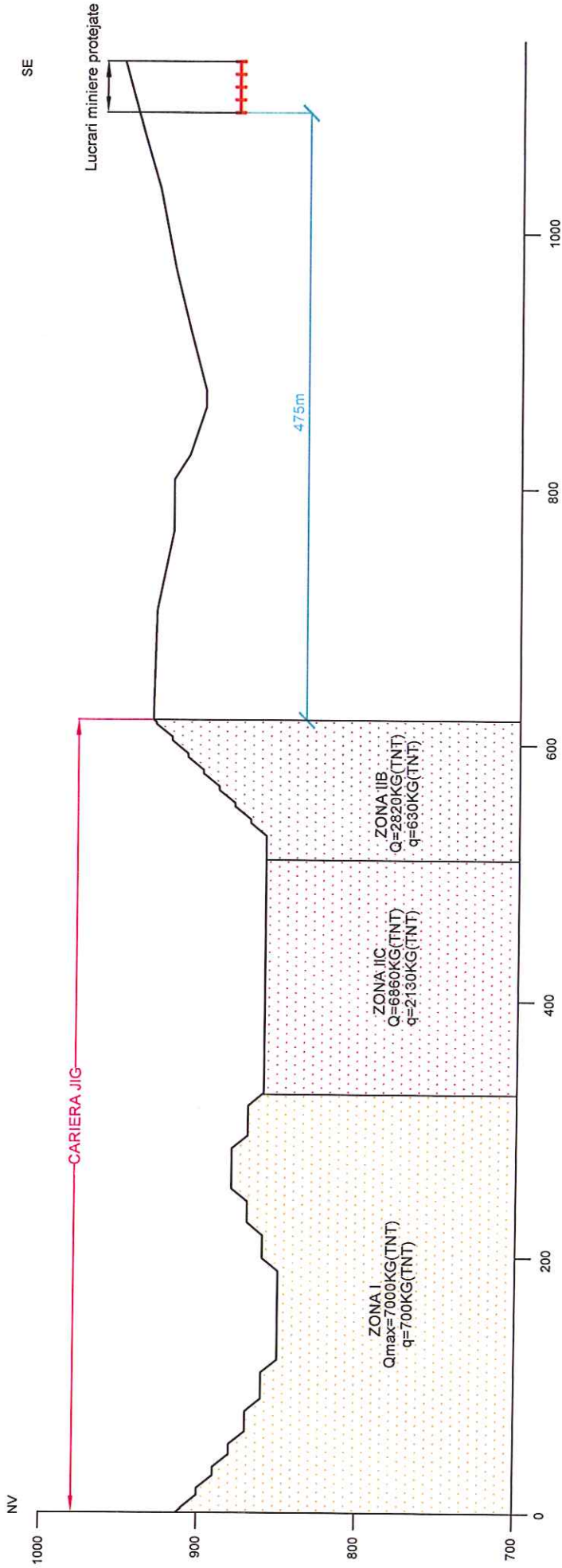
Scara
1:2000 / 1:2000

Data
12.09.2010

SECTIUNEA 2 - 2'



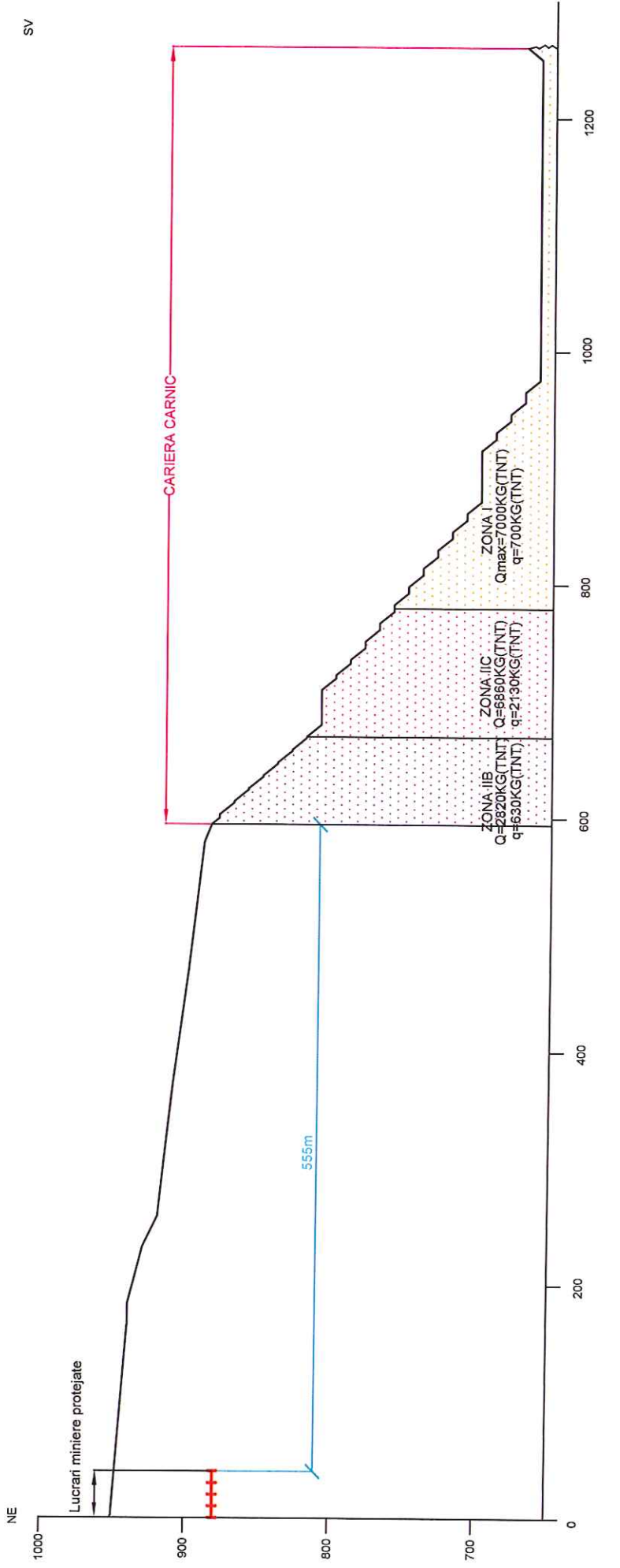
SECTIUNEA 3 - 3'



		BENEFICIAR: S.C. ROSIA MONTANA GOLD CORPORATION S.A. DOCUMENTATIE TEHNICA PRIVIND TEHNOLOGIA DE RECUPERARE IN APROPRIEREA ZONELOR PROTEJATE DIN CABRUL PROIECTULUI MINIER ROSIA MONTANA, Jud. ALBA		Pl. nr. 7
Proiectat Ing. A. Stoian	Verificat Ing. G. Bug	Scara 1:2500 / 1:2000	Data sept. 2010	SECTIUNEA 3 - 3'



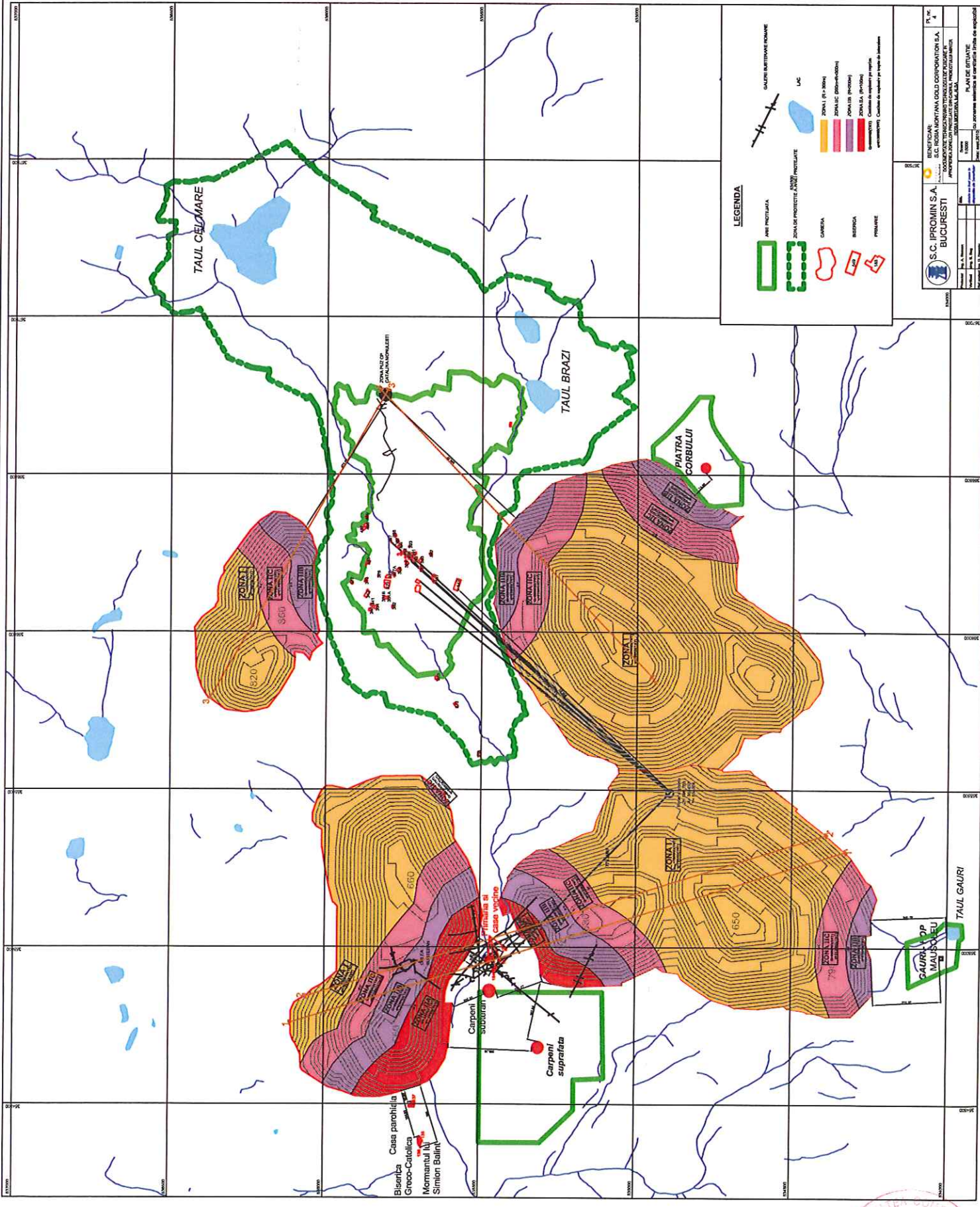
SECTIUNEA 4 - 4'



SV

		BENEFICIAR: S.C. ROSIA MONTANA GOLD CORPORATION S.A. DOCUMENTATIE TEHNICA PRIVIND TECHNOLOGIA DE PUSCARE IN APROPIEREA ZONELOR PROTEJATE DIN CADRUL PROIECTULUI MINIER ROSIA MONTANA, IUD. ALBA		Pl. nr. 8
Proiectat: Ing. A. Blaban Verificat: Ing. B. Iag Sef proiect: Ing. G. Neamtu	Data: 1.5.2010 / 12.2000 Data: sept. 2010	SECTIUNEA 4 - 4'		





LEGENDA

- AMPE PROTECTIVĂ
- ZONA DE PROTECTIE ANZON PROTECTIVĂ
- GAURĂ
- INSURSA
- PRIVARE
- GAURĂ BURTOARE ROMANE
- LAC
- ZONA I (P1-200)
- ZONA II (P200-400)
- ZONA III (P400-600)
- ZONA IV (P600-800)
- ZONA V (P800-1000)
- Conturul (P) Căminul de studiu pe suprafața terenului

PROIECTANT
S.C. IPROMIN S.A.
BUCUREȘTI

BENEFICIAR
S.C. ROMANIA GOLD CORPORATION S.A.
PROIECTAREA ȘI EXECUȚIA ÎNREGISTRATE

SCALA
1:5000

PLAN DE SITUAȚIE
Cu precizarea limitelor de proprietate teren de exploatare

PROIECTAREA

DATA
15.12.2011

PROIECTANT
S.C. IPROMIN S.A.
BUCUREȘTI

BENEFICIAR
S.C. ROMANIA GOLD CORPORATION S.A.
PROIECTAREA ȘI EXECUȚIA ÎNREGISTRATE

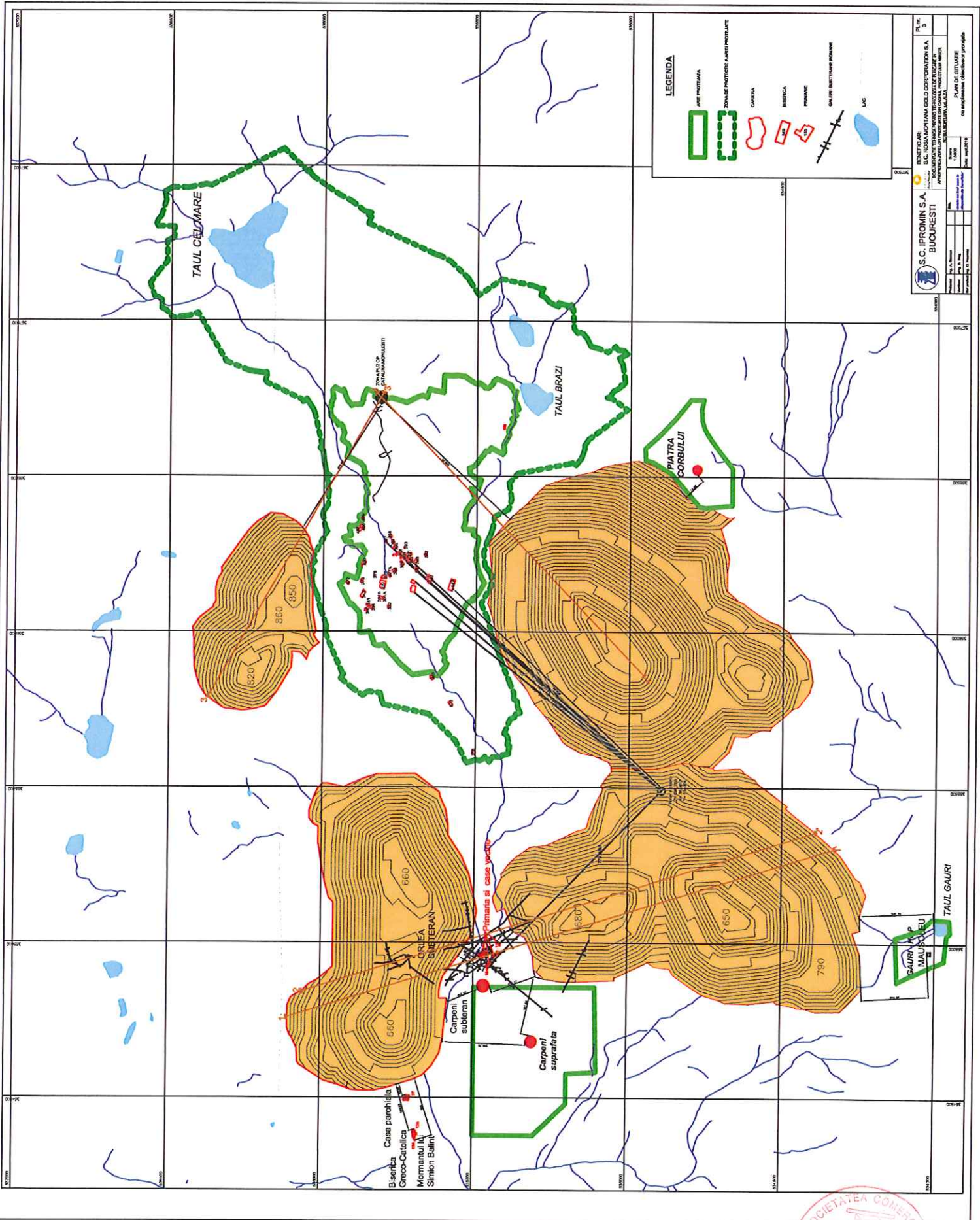
SCALA
1:5000

PLAN DE SITUAȚIE
Cu precizarea limitelor de proprietate teren de exploatare

Blisenză Casa parohială
Greco-Catolică
Mormântul nr.
Simion Balint

Carponi subteran
Carponi suprafață





LEGENDA

- AREA PROTECTATA
- ZONA DE PROTECTIE A AREA PROTECTATE
- CAROSI
- DRUMURI
- PROIECTARE
- GAURILE INALTEIMII PONDINE
- LAC

S.C. IPROMIN S.A.
BUCURESTI

PROIECT DE TRASEE SI PROFILURI DE PUNERI PENTRU
CABLOUL DE TRANSMISIE SI DE ALIMENTARE
DISTRIBUINDOARE SAJA

PROIECTANT: S.C. IPROMIN S.A.
SCALA: 1:5000
DATA: 2013

PLAN DE SITUATIE
cu amplasarea cabloanelor proiectate



