

Traducere din limba engleză

MEMORIU
cu privire la probleme structurale ale
Millenium Center Building
care urmează să se construiască în București, România

pregătit de
Alexandru Cișmigiu
profesor Teoria Structurilor
Universitatea de Arhitectură, București, România

Conținut:

1. Considerații preliminare

2. Condițiile de șantier

2.1. Condițiile de sol

2.2. Condiții seismice

2.3. Comportamentul clădirilor cu 8 – 14 etaje din București în cazul cutremurelor de pământ din Vrancea

3. Norma de proiectare seismică P100-92/96

4. Bazele conceptului structural

4.1. Disiparea și absorbția energiei

4.2. Ductilitatea

4.3. Șocul seismic în degradarea ciclică

4.4. Șocul seismic și ruperea casantă a oțelului

4.5. Adaptabilitatea: suport pentru supraviețuirea progresivă

5. Un concept structural pentru Millenium Center Building (sumar)

5.1. Alegerea materialului structural

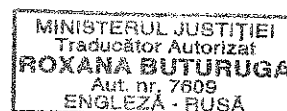
5.2. Alegerea structurii

5.3. Elemente asociate

6. Bibliografie selectată

Notă: Acest memorandum este transmis Proprietarului Clădirii de Afaceri Millenium Business Center, cu clauză de confidențialitate; conținutul său nu poate fi dezvăluit nici unei terțe părți, fără aprobarea autorului. În cazul în care propunerile făcute prin acest memorandum vor fi respinse, utilizarea conținutului acestuia este strict interzisă. Drept de autor Alexandru Cișmigiu.

București, Martie 2001



1. Considerații Preliminarii

Am fost implicat în problemele de proiectare a **Millenium Center Building (MCB)** la cererea D-lui Vladimir Arsenie, arhitect și președinte al WESTFOURTH ARCHITECTURE P.C. New York, N.Y. S.U.A.

Inițial, cererea s-a făcut cu privire la facilitarea unui prim contact cu Excelența Sa Dr. Ioan Robu, Arhiepiscopul Bisericii Romano – Catolice din Romania, care reprezintă interesele Catedralei Romano – Catolice Sf. Iosif, din București. Primul contact era absolut necesar din moment ce șantierul MCB se situează în zona de protecție a Catedralei, clasificată ca monument istoric și arhitectural de importanță națională.

După mai multe prezentări legate de înălțimea MCB și de planul de amplasare bazat pe orientarea Catedralei, s-a concluzionat că printr-o abordare arhitecturală și structurală rafinată, se poate realiza o interacțiune fericită între vechi și nou, dând naștere unei remarcabile pietre de hotar urbanistic în centrul capitalei României, la intersecția dintre Calea Victoriei și străzile învecinate.

Documentul, cunoscut Excelenței Sale Arhiepiscopul care a acceptat în principiu construcția MBC conform propunerilor WESTFOURTH, a constituit baza următoarelor aprobări date de Comisia Națională pentru Monumente Istorice (CNMI) și a celorlalte autorități competente.

Ca membru al CNMI, am participat împreună cu Dl. Vladimir Arsenie, la confruntarea de opinii „Catedrala vs. MCB”; sunt în măsură să vă confirm că acest episod a fost unul dificil.

În paralel au avut loc trei întâlniri cu WESTFOURTH ARCHITECTURE, și a existat o serie de întâlniri și în București, având ca scop trasarea principalelor probleme legate de infrastructură și superstructură a clădirii.

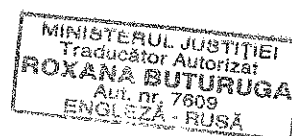
Pe scurt, această activitate paralelă s-a dovedit a fi necesară pentru ilustrarea conceptului global forurilor de consiliere, precum și pentru întocmirea unei liste de probleme de soluționat la revizuirea conceptului funcțional și arhitectural.

2. Condițiile de șantier

2.1. Condițiile de sol

Informațiile prezente disponibile cu privire la mediul în care structura solului va interacționa în timp cu MCB sunt insuficiente. Acestea trebuie completate cu un studiu geologic și hidrologic.

Dat fiind ca am lucrat personal după cutremurul din martie 1977 la consolidarea și restaurarea unei Biserici în subsolul Catedralei situate în apropiere, s-au subliniat următoarele aspecte:



- primii 6 metri de pământ pot fi considerați rambleu, dat fiind că în istoria Catedralei se menționează că pe această zonă a existat un grajd, și, prin urmare o parte din cărămizile cu care s-a construit Catedrala au fost produse aici (fabrică de cărămizi).
- Primul strat al pânzei freatice este la ~ 5 m ceea ce a avut ca rezultat un proces de igrasire a zidăriei din cărămidă a Catedralei, necesitând măsuri de drenare majore; nivelul de înălțare a gardului Catedralei este cu câțiva metri mai jos decât cel al MCB.
- Din informațiile disponibile cu privire la zonă, sub aceste straturi de suprafață, urmează straturile de prundiș și nisip (prundișurile din Colentina), sub care se găsesc straturile de lut intermediiar.
- La construirea fundației, inclusiv a sistemului de drenaj absolut necesar, pereții ar trebui fixați în aceste straturi de lut, la o adâncime de ~ 15 m.

În condițiile de mai sus, interacția fundației Catedralei MCB constituie o problemă extrem de delicată. O investigație detaliată a condițiilor de sol pentru validarea șantierului MCB devine o problemă de maximă urgență, din moment de MCB este considerată o clădire zgârie-nori din noua generație arhitecturală în contextul urban al orașului București. Adâncimea la care trebuie să se desfășoare investigația trebuie să fie comparabilă cu punga de pământ afectat de fundația structurii pe transversală (lățime), ex. 25 - 30 m.

2.2. Condiții seismice

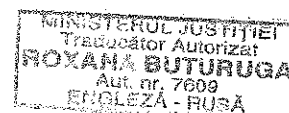
Acțiunea seismică constituie un parametru intrinsec și implacabil care trebuie avut în vedere în cazul oricărei intenții de construcție pe teritoriul orașului București, cu atât mai mult în cazul unei construcții reprezentative, care ar trebui să supraviețuiască secolului XXI, atribuindu-se poate statutul de monument.

Orașul București este amplasat într-o zonă geografic intens activată de principala zonă seismică situată la 50 ...170km adâncime în munții Vrancea, la întorsura munților Carpați. Seismologii români de renume internațional (Demetrecu, Atanasiu, C. Radu, Enescu, Mârza) au caracterizat centrul seismologic din Vrancea ca fiind adânc (subcrustal, $H = 100 \dots 200 \text{ KM}$), puternic ($M_{\max} \sim 8 \text{ m}$) și durabil (3...4 ori pe secol) [Fig. 1].

Charles Richter (într-o scrisoare redactată după 4 martie 1977) a spus: „nicăieri în lume nu există un alt centru al cărui locuitori să fie expuși la cutremure apărute **în mod repetat** din aceeași sursă...Cred că nu este nimeni în măsură să dea sfaturi seismologilor din România pentru a soluționa această problemă **specială**. Ei au înțeles acest lucru și sunt conștienți de situația lor **unică**.”

T. Melham a spus, făcând referire la cutremurul din 4 martie 1977 „...puternicul val seismic a cutremurat clădirile înalte din Moscova până în Roma...” (Forțele Naturii, Naționaș Geographic, 1978).

Centrul seismic din Vrancea are o istorie milenară; dacă ne referim la ultimele 200 de ani, potrivit Dr. Mârza, situația este următoarea:



Anul	H (km)	G. (Richter)	I _{max} (MSK)
1802	SC	7.7	X
1829	SC	7.0	VIII1/2
1838	SC	7.3	IX
1894	SC	6.8	VIII
1908	SC	6.8	VIII
1940	135	7.4	IX
1977	94	7.2	IX
1986	145	7.0	VIII1/2
1990	99	6.8	VIII

2.3. Comportamentul clădirilor cu 8 – 14 etaje din București în cazul cutremurelor de pământ din Vrancea

În data de 10 noiembrie 1940, clădirea rezidențială Carlton, înaltă de 14 etaje, s-a prăbușit, fiind prima clădire din istoria Ingineriei Seismice care a suferit colaps generalizat.

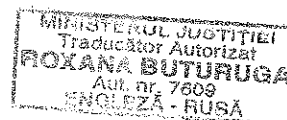
La cutremurul din data de 4 martie 1977 s-au prăbușit, parțial sau total, alte 30 de clădiri cu 7 până la 14 etaje. Cu excepția a două dintre acestea, structurile nu fuseseră proiectate împotriva cutremurelor, ci doar pentru sarcinile gravitaționale, rezistența lor laterală fiind aleatorie.

Cutremurul nu s-a manifestat cu aceeași intensitate pe întreg teritoriul orașului București (aproximativ 1500 victime); datele studiului arată că cele mai frecvente colapsuri au fost în centrul orașului [1].

Referindu-mă strict la vecinătățile șantierului MCB, pot să afirm în cunoștință de cauză următoarele:

- Catedrala Sf. Iosif, de care atât eu cât și Dl. Dan Baciu ne-am ocupat timp de aproximativ patru ani, deși consolidată după cutremurul din 1940 a fost din nou avariata de cutremurul din 1977, necesitând consolidarea integrală de la fundație până la fațada principală.
- Clădirea seminarului din curtea Catedralei a fost avariata atât în 1940 cât și în 1977; în prezent se află în proces de consolidare, iar magnitudinea intervențiilor poate fi încă examinată (autori Cișmigiu și Baciu).
- Blocurile rezidențiale învecinate de pe Calea Victoriei au căzut în 1977, iar pe locul acestora s-a construit Hotel București.
- Clădirea unui birou de proiectare, amplasată paralel cu Hotelul București, deși proiectată conform vechii norme antiseismice, a suferit daune majore și încă se află în proces de consolidare.

Concluzionând, dată fiind natura seismică a orașului București, precum și experiența relevantă acumulată ca urmare a cutremurelor recente, se sugerează adoptarea unor măsuri severe de protejare a structurii MCB împotriva acțiunii mișcărilor succesive puternice, utilizându-se cea mai înaltă tehnologie aplicabilă în Ingineria Seismică.



3. Norma de proiectare seismică P100-92/96

Proiectarea antisismică din România zilelor noastre este guvernată de norma P100 – 92/96, un document modern, pregătit în baza cutremurelor din 1977 și 1986, comparabil cu orice norme în vigoare aplicate în țările avansate în acest domeniu, precum S.U.A., Mexic, Rusia, Noua Zeelandă, Israel, etc.

În orice caz, cutremurele apărute în decada seismică 1985-1995 (orașele Mexico, Loma Prieta, Northridge, Kobe), precum și cele din anul seismic 1999 (Columbia, Turcia, Grecia, Taiwan), au demonstrat că pe lângă deficiențele de structură, atât în ceea ce privește proiectare cât și construcția, pe lângă mormanele de moloz, au fost serios zdruncinate și normele de proiectare [2].

Respectarea normelor de proiectare este strict obligatorie și evoluează în timp; în spatele normelor și software-ului de computer, se află expertiza proiectantului, care ar trebui să garanteze structurii o capacitate de adaptare pe etape de rezistență, care este, cel puțin în prezent, greu de codificat. Ca o ultimă analiză, aceasta reprezintă o problemă de asigurare a structurii cu capacitate de disipare și absorbție a energiei, un concept fundamental și nu unul incidental.

Unda de forfecare seismică Q_B este exprimat în norma P100 – 92/96 în următoarea formulă parametrică:

$$Q_B = \acute{\alpha} \cdot k_s \cdot \beta \cdot \psi \cdot \varepsilon \cdot G$$

în care:

$\acute{\alpha}$ = factorul de importanță dintre 1 și 1,4; în cazul MCB, $\acute{\alpha} = 1,2$;

k_s = coeficientul zonei seismice; pentru București $k_s = 0,20$, valoare care corespunde accelerației înregistrate într-un punct al orașului (INCERC, Pantelimon) în data de 4 martie 1977 ($a_H^{NS} = 0,22$ gr.); dat fiind că în București se pot produce cutremure mai puternice, această valoare va fi considerată ca valoarea convențională de referință;

β = factorul spectral (fig. 2) cu un o limită superioară prelungită la 1.5 s, care sugerează că în București, aflat la o distanță considerabilă de epicentru, predomină perioadele lungi (1...1,5 s); pe de altă parte, sfera descendentă a curbei spectrale pentru $T > 1,5$ s, indică, dintr-un punct de vedere dinamic, spre construcțiile mai înalte decât cele existente în prezent și spre un model urban modern, cu „puncte” verticale, un concept în care se încadrează și MCB; în cazul MCB, valoarea $\beta = 2$ corespunde unei perioade fundamentale $T > 1,5$ s, determinată aproximativ prin ecuația $T \approx 0,1n$, în care n = numărul de etaje.

ψ = un parametru greu sesizabil care include un număr de efecte greu de definit: capacitate de absorbție - disipare a energiei, ductilitate în sensul energiei, adaptabilitatea secțiunii și structurii, stabilitatea în degradare ciclică; în cazul MCB, dat fiind tipul mixt al clădirii, putându-se deduce $\psi = 0,25$, conform normei P100 – 92/96; o valoare $\psi < 1$ implică, conform proiectului conceptual, că gama elastică poate fi înlocuită în zonele indicate în proiect;

ε = factor de echivalență al sistemului actual de unghi-multiplu-de-libertatecu sistemul de masă unică în teoria spectrală; în cazul MCB, o valoare $\varepsilon = 0,7$ este conservativă.

G = greutatea totală a structurii la momentul producerii cutremurului; luând în considerare o sarcină uniformă medie de $1,2 \text{ t / m}^2$ (structură ușoară) și 20 de etaje între cote +/- 0,00 și + 73,70 m, fiecare cu o suprafață de 900 m^2 , $G = 20 \times 900 \times 1,2 \approx 22000\text{t}$.

Folosind valorile de mai sus, într-o evaluare preliminară, înaintea efectuării unei analize dinamic spectrale detaliate, se obțin următoarele valori aplicabile MCB:

$$Q_B = [1,2 \times 0,20 \times 2,0 \times 0,25 \times 0,7] \times 22000 \approx 0,08 \times 22000 = 1760\text{t}.$$

Aplicând 260 t în partea superioară a structurii (pentru a obține mudurile de vibrații superioare) și balanța de 1500 t la 2/3 din înălțimea clădirii, la o cotă de +/- 0,00 se obțin următoarele forțe:

Total unda de forfecare seismică	$Q_B = 1760\text{t}$
Greutate gravitațională totală	$N = 22000\text{t}$
Moment de înclinare seismică totală	$M_B = 100000\text{tm}$

Aceste forțe globale nu sunt ușor de garantat pentru infrastructură și de pus în practică ținând cont de solul fundației.

4. Bazele conceptului structural

4.1. Disiparea și absorbția energiei

Disiparea are loc în procesul elastic alternativ, în care energia mecanică intrată în sistem este transformată de frecarea internă din interiorul materialului de construcții în alte forme de energie, în special în căldură.

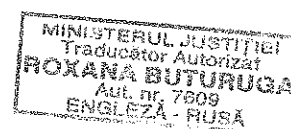
Absorbția este principala sursă de echilibrare a aenergiei, dat fiind că implică importante schimbări în structura internă a materiei, în gama postelastice.

În ceea ce privește disiparea, procentul critic de amortizare pentru oțelul pur este de 1 ... 1,5%, în timp ce valorile pentru betonul armat, pentru fier beton și pentru beton armat tubular este între 5 și 6%.

4.2. Ductilitatea

Pentru a defini ductilitatea în contextul deplasării sau rotației este necesar să puperizăm fenomenul de substanța sa. Cu ani în urmă, la cea de a șases Conferință Mondială de Inginerie Seismică (New Delhi, 1977), în lucrarea „Ductilitatea Materiei Casante în Structuri”, am definit ductilitatea energiei după cum umrează (fig. 3):

$$S_E = W_{AC} / (W_{AC} - W_{AB}) = W_{AC} / W_{RE}$$



În cadrul căreia $W_{AC} = \text{Suprafața OAC, în fig. 3}$
De asemenea, în fig. 3: $W_{RE} = \text{Suprafața ABC, în fig. 3}$
 $MV = \text{este variabila mecanică}$

$GV = \text{este variabila geometrică}$

Revenind la cazul nostru, sunt doi factori pe care trebuie să îi avem în vedere:

- Ductilitatea nu trebuie înțeleasă ca referindu-se doar la **îndoire** (articulațiile plastice), ci și la **forfecare**, caracteristică elementelor structurale plane sau limitate (panouri, baza diaframelor de structură, traverse scurte de cuplare, etc).
- într-o structură asemenea celei prezente, trebuie respectată succesiunea: ductilitatea elementelor de structură > ductilitatea necesară pentru elemente asamblate > ductilitate integrală (întreaga structură).

Dacă pentru coloanele din beton armat este acceptabilă o ductibilitate $D = 2, \dots, 3$, în cazul unor coloane de fier beton sau coloane din beton armat tubular este posibil să se atingă o valoare de $D \approx 10$.

4.3. Stabilitatea în degradarea ciclică

În cazul unor succesiuni de cutremure precum este cazul nostru 3...4 de mișcări puternice cu $M > 6.8 \dots 7.0$ pe secol, criteriu de siguranță nu este în mod necesar rezistența sau ductilitatea, ci stabilitatea în degradarea ciclică.

Aceasta înseamnă că, după atingerea unei valori maxime a variabilei mecanice, se formează o linie plană lungă care precede degradarea înainte de colaps (fig. 4).

4.4. Șocul seismic și rupțura casantă de oțel

Cutremurele din Northridge și Kobe au exemplificat un fenomen neașteptat, denumit „surpriza oțelului”¹). În zona Los Angeles, un număr de peste 100 de clădiri cu 20...24 de etaje, cu structuri pe cadru de oțel pur, cu îmbinări sudate, au suferit avarii severe constând în principal în casări tipice, și fisuri decoezive.

La început, s-a crezut că sudura este de vină, date fiind concentrațiile de presiune inițială tipică; în realitate, dat fiind că 80% din energia seismică era concentrată în secundele 3 și 4, se producea, de fapt, un șoc aproape teoretic; astfel, în Los Angeles nu au fost de vină șocul și sudura, ci mai degrabă, șocul și oțelul în general. Studiul listelor de daune specifice, atât sudură cât și materialul de bază²) (vezi și Anexa).

În cazul cutremurului din Vrancea din 4 martie 1977, pe accelerograma INCERC N-S (fig. 5), se poate observa o sinusoidă aproape perfectă de aprox. 2 s, care a condus la o

¹ „un inginer suspicios a scos o casetă din tavanul unei clădiri pe care o inspecta. Un șurub de la o îmbinare a unei coloane – grindă din oțel i-a căzut în cap, întărindu-i acestuia părerea că ceva nu era în regulă”.

Surpiza Oțelului, Construcții Civile, 1994

² „Este important de reținut că în multe situații (și din experiența mea personală, în majoritatea situațiilor) colapsul nu apare în metalul sudat ci în materialul de bază”

valoarea maximă de accelerație orizontală de $\max = 0,20g$; intervalul de șoc a fost de 0,5s și se poate considera că acest fapt a fost principala cauză a celor 30 de prăbușiri.

Insist asupra acestui aspect pentru a sublinia faptul că structurile de oțel pur prezintă probleme delicate de comportament la impact seismic.

4.5. Adaptabilitatea: suportul supraviețuirii progresive.

Adaptabilitatea este o proprietate a structurilor ductile prin care se atinge un echilibru mixt simultan cu deformările aparente elastice permanente și reversibile, care tinde spre o limită finită (Albert Caquot, Lecons sur la Resistance des Materiaux, 1930).

La a 2 a Conferință Mondială de Inginerie Seismică din Tokio, 1960, am definit adaptabilitatea dinamică (seismică) ca un mecanism mixt de echilibru pentru supraviețuire, incluzând deformările elastice reversibile și un plafon de deformări permanente, și constând în degradări interne ale materiei elementelor structurale și non+structurale; acestea ultimele fiind, cel puțin teoretic, specificate în faza de proiect.[3].

În filozofia lui S.T. Zhong, numărul 1 în China în acest domeniu, adaptarea progresivă este concepută ca o succesiune de „linii de apărare ale consumului de energie” (fig. 6).

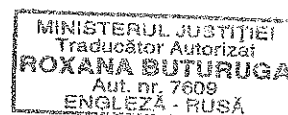
5. Un concept structural pentru Millenium Center Building (sumar)

Dat fiind că forma planului și înălțimea moderată a MCB proiectată de Dl. Arsenie nu era adecvată pentru structura „tubulară” (tub de perimetru, tub în tub, tub transversal, etc) s-a propus o structură mixtă (SM) construită din material compozit (MC), o structură tip SMMC.

Ca și în alte arii care implică eforturi omenești, era esențială o formulare corectă încă de la început a problemei. S-a considerată că alegerea materialului structural trebuie să preceadă alegerea tipului de structură.

5.1. Alegerea materialului de structură

- Structura verticală, element fundamental în obținerea rezistenței și rigiditatea laterală, ținându-se cont de etapele succesive de adaptare, constând în:
 - Un sistem de coloane de beton de mare rezistență, betonul fiind turnat în tuburi de oțel, ex. Structură Metalică din Oțel Beton (SMOB);
 - Un sistem de pereți de structură asociați într-un nucleu din beton armat cu panouri încadrate cu coloane și grinzi, ex. Perete de Rezistență din Beton Armat.
- Structura orizontală constă într-un sistem de grinzi principale și secundare; la îmbinarea acestora cu coloanele SMOB, se obține un comportament cadru. Podelele sunt construite din foi de oțel ondulat la rece tip ROMCOR, peste care se toarnă beton (de preferat beton ușor). În zona de rezistență din beton armat, poseaua este construită din șapă plană din beton armat.



5.2. Alegerea structurii

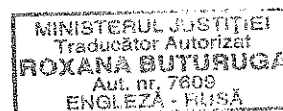
Luând în considerare o schiță a planului, se poate observa aspectul mixt al structurii: un nucleu larg și rigid dispus excentric, asociat cu un sistem de cadre externe desfășurate pe trei laturi și constând din SMOB – OȚEL, cu cele două laturi mai scurte ranforsate pentru a fi rezistente la torsiunea inevitabilă.

La considerarea secțiunii transversale, sunt vizibile patru sisteme structurale:

- C1 = blocul rigid multi-etajat de infrastructură care recepționează șocul seismic și îl transmite mai departe către suprastructură;
- C2 = un bloc de rigiditate intermediară care, în asociere cu C1 generează torsiunea care se propagă spre capete;
- C3 = blocul nivelelor curente, care posedă un nivel intermediar ranforsat de-a lungul suprafeței sale printr-un brâu consolidat;
- C4 = un nivel vertical rigid (terasă consolidată), care coordonează deplasările verticale, în sensul ipotezei generalizate Bernoulli.

5.3. Elemente asociate

- Comportamentul ductil al traverselor de îmbinare și a bazei diagramelor structurale se va obține prin utilizarea sistemelor verificate ale:
 - Rețelelor consolidate topologice
 - Bare înclinate ranforsate și
 - bare rigide bitriunghiulare sau în formă de K.
- Detaliile de îmbinare a coloanelor SMOB cu traversele principale din oțel vor fi stabilite conform experienței recente acumulată în China și Japonia; se va lua în considerare și mutarea articulațiilor plastice la distanță de îmbinare în faza finală de adaptare, ca cele utilizate în California, după cutremurul din Northridge.
- Structura este concepută în următoarea succesiune de fenomene fundamentale: energie, ductilitate, adaptare, degradare.
- oțelul este sărac în ceea ce privește disiparea energiei, însă bogat în absorbția de energie; este un material excelent pentru structuri orizontale.
- Coloanele SMOB prezintă: rezistență mare, rigiditate, stabilitate, bună ductilitate, capacitate de deformare, consum mare de energie.
- Există patru criterii de bază în proiectarea antiseismică:
 - Îmbinări puternice, zone învecinate vulnerabile
 - Coloane rezistente, traverse vulnerabile
 - Rezistență mai mare la forfecare decât la îndoire
 - Rezistență mare la compresie mai degrabă ca urmare a sarcinilor directe și indirecte decât a forțelor asociate de întindere.
- Tuburile din oțel pentru coloanele SMOB pot fi fabricate la PETROTUB – Roman, în diametre de până la 500 mm, în orice grosime și două grade de ductilitate a oțelului (OL37 și OL52). Tubulatură de dimensiuni mai mari se poate procura de la SIDEX – Galați, în orice diametru și de orice grosime, cu o sudură longitudinală garantată, cu lungimi maxime de 12 până la 14 m.
- foile de tablă ondulată ROMCOR sunt de obicei disponibile în România
- Practic, toate materialele metalice se pot achiziționa în condiții excelente de la surse din România.



Pregătit de

Alexandru CIȘMIGIU *Semnătură indescifrabilă*

Profesor de Teoria Structurilor, Universitatea de Arhitectură din București, România

Membru al Asociației pentru Cooperare și Cercetare Internațională în Structurile Compuse din Oțel –Beton.

Consilier al Excelenței Sale Dr. Ioan Robu, Arhiepiscopul Bisericii Catolice din România

6. Bibliografie selectată

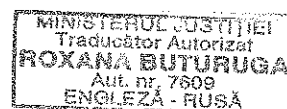
(1) Alexandru Cișmigiu: După Cutremurul din Moldova din 4 martie 1977: Noi tipuri de structură, Arhitectura nr. 2, 1977

(2) Alexandru Cișmigiu: Deceniul Seismic 1985 – 1995 de la Mexico City la Kobe. Reflecții. Buletin AICPS nr. 2, 1999.

(2 bis) Koji Yoshimura, Kenji Kikuchi, Masayuki Kuroki: Rapoarte și Daune aduse Structurilor Clădirilor de către cutremurele din Columbia, Turcia, Grecia și Taiwan. Universitatea Oita. Japonia

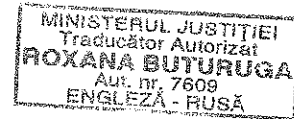
(3) Emilian Țițaru, Alexandru Cișmigiu. Asupra Specificațiilor Românești de Proiectare din Construcții Civile și Industriale în Zonele Seismice. Exemple. A Doua Conferință Mondială de Inginerie Seismice, Tokio 1960.

(4) Alexandru Cișmigiu, Mihaela Cișmigiu: Structuri Mixte de Materiale Compozite (SMMC) la Început de Secol XXI & Conferința Internațională de Oțel Beton Compozit, Los Angeles, 2000.



Subsemnata, Roxana Buturuga, traducator autorizat nr. 7609/2002, certific prin prezenta acuratetea traducerii in limba romana, cu documentul prezentat in limba engleza, traducere ce a fost efectuata si verificata de mine.

ROXANA BUTURUGA



MINISTERUL JUSTITIEI
 Inspectorat Autorizat
 ROXANA BUTURUGA
 Av. nr. 7809
 ENGLEZA - PUSĂ

Sub

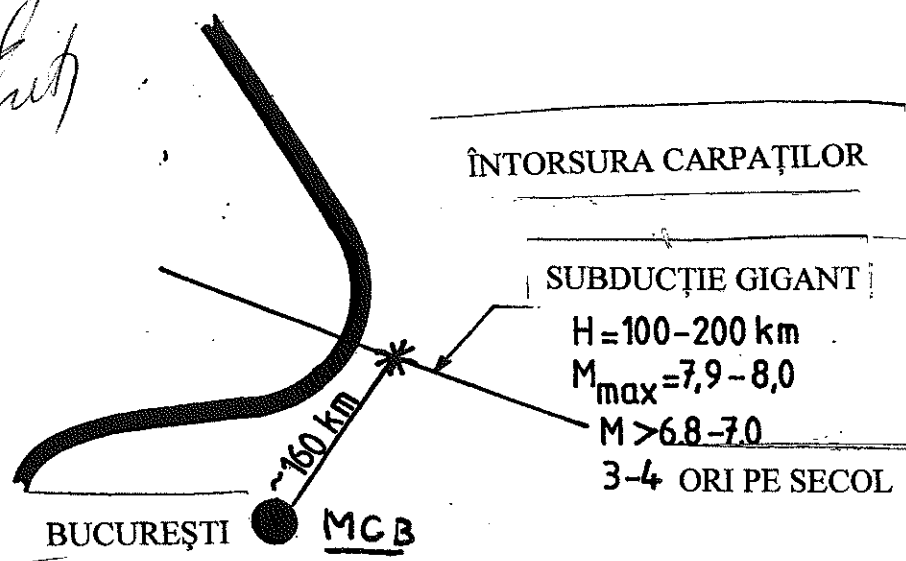


FIG. 1

SPECTRU DE PROIECTARE POTRIVIT P100/92-96

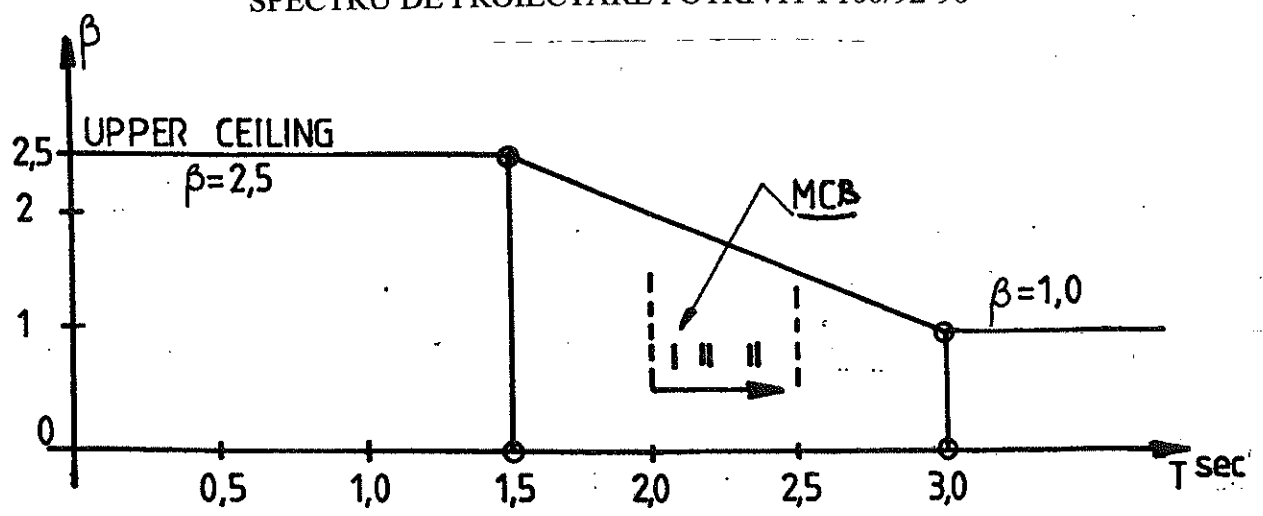
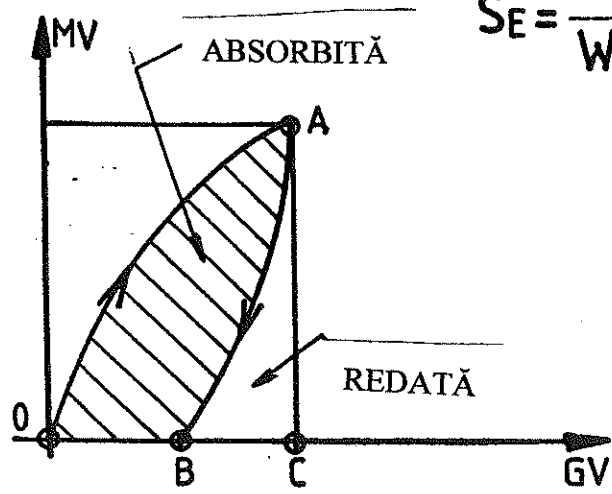


FIG. 2



$$S_E = \frac{W_{AC}}{W_{AC} - W_{AB}} = \frac{W_{AC}}{W_{RE}}$$

- MV = VARIABILĂ MECANICĂ
- GV = VARIABILĂ GEOMETRICĂ
- $W_{AC} = OAC$
- $W_{RE} = ABC$

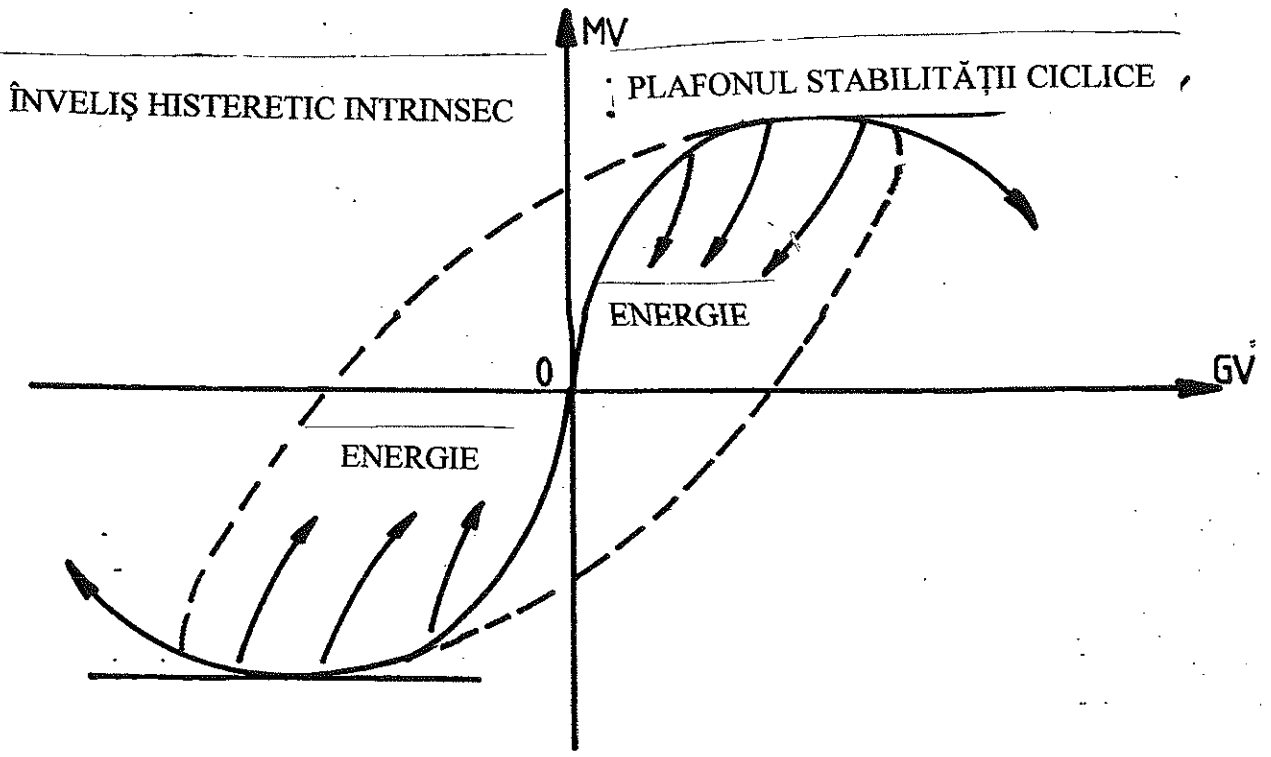


FIG. 4

MINISTERUL JUSTITIEI
 Traducător Autorizat
ROXANA BUTURUGA
 Aut. DT. 7609
 ENGLEZĂ - RUSSĂ

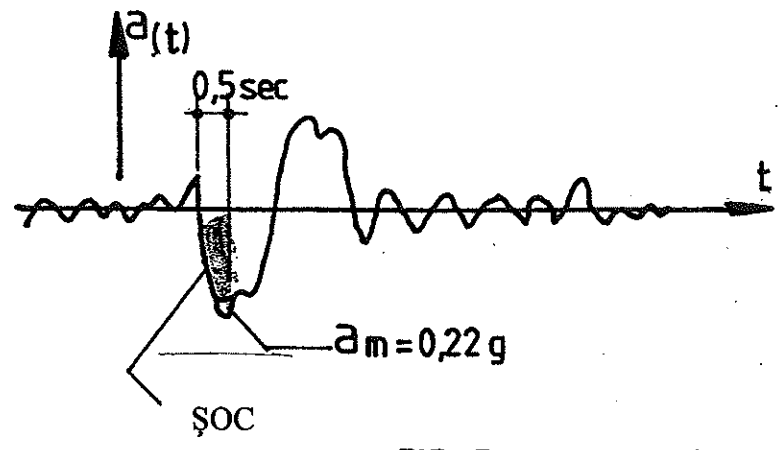
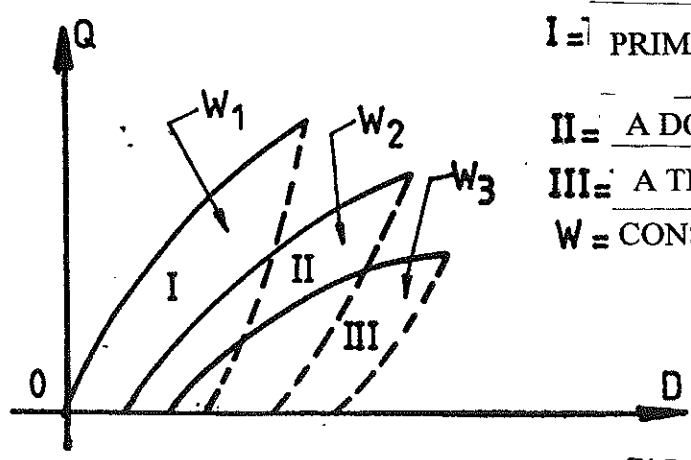


FIG. 5



- I = PRIMA LINIE DE APĂRARE ÎN ADAPTARE
- II = A DOUA (LDA)
- III = A TREIA (LDA)
- W = CONSUM DE ENERGIE

FIG. 6

TERASA CONSOLIDATĂ A CLĂDIRII

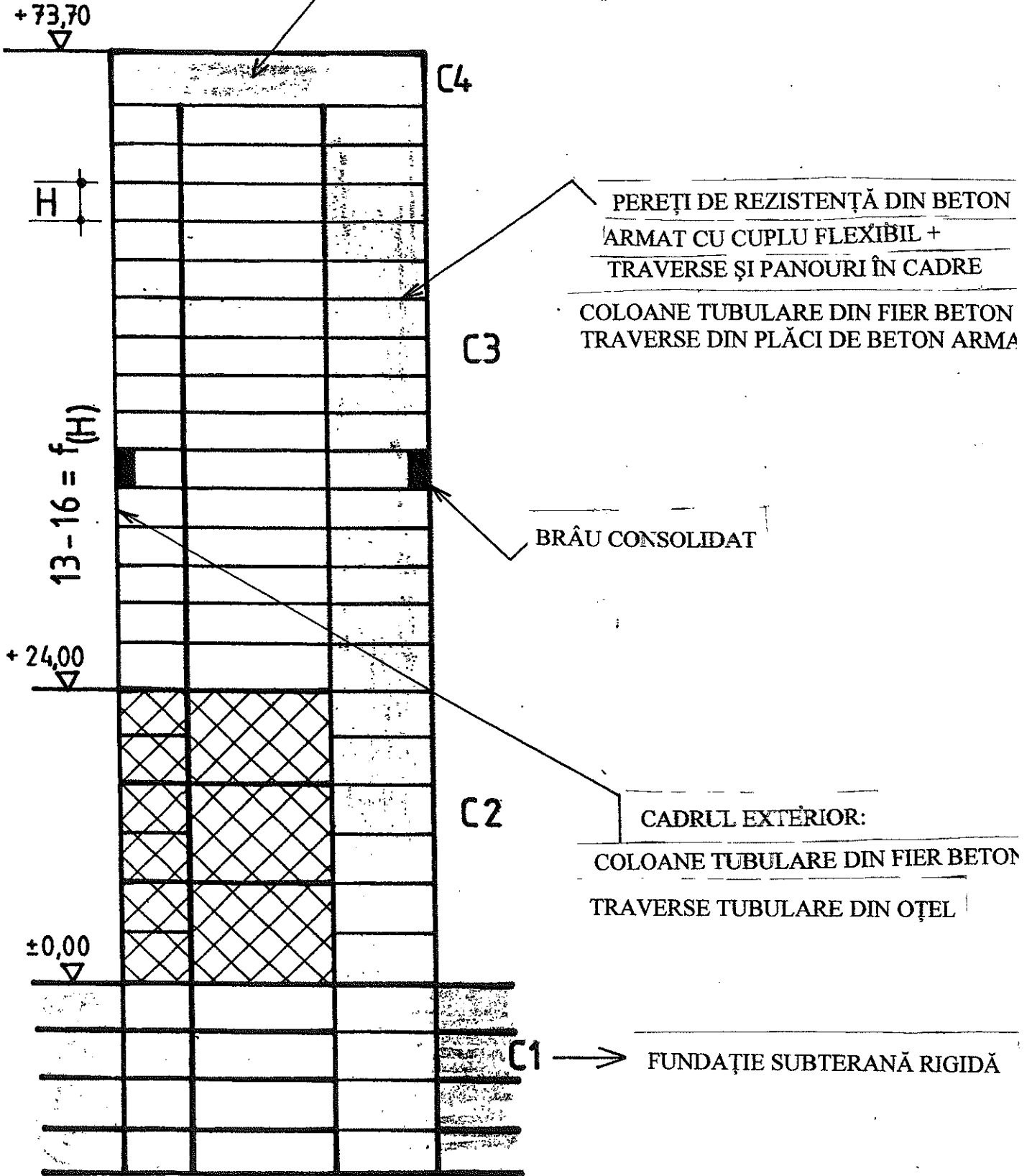


FIG. 7

REZISTENȚĂ LA TORSIUNE **I**

COLOANE TUBULARE
DIN FIER BETON

CADRU EXTERIOR **I**



CADRU INTERIOR **I**



BĂRNE PRINCIPALE **I**

COLOANE TUBULARE DIN FIER BETON
TRAVESE DIN PLĂCI DE BETON ARMAT

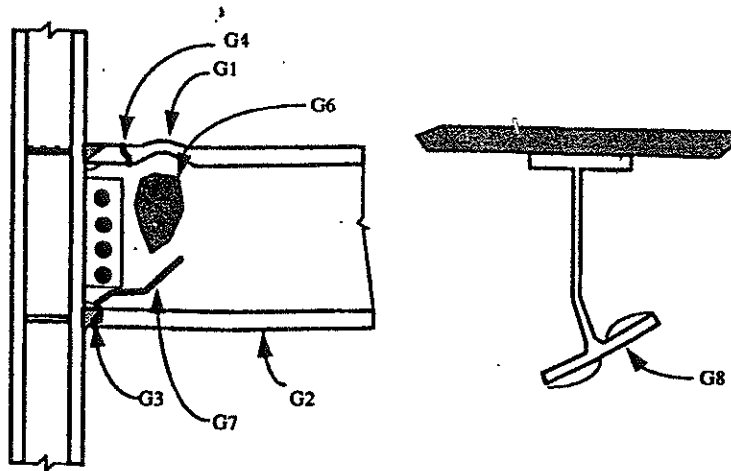
PANOURI ÎN CADRE

REZISTENȚĂ LA TORSIUNE

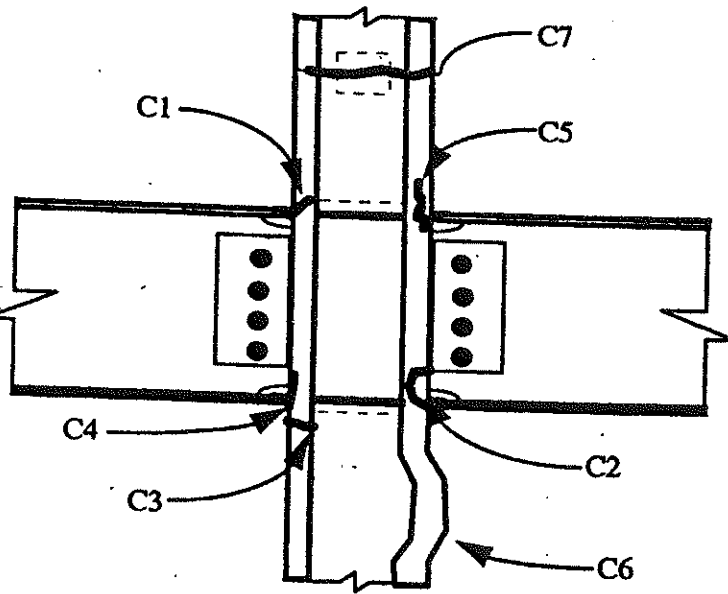
MINISTERUL JUSTITIEI
Traducător Autorizat
ROXANA BUTURUGA
Aut. nr. 7609
ENGLEZĂ - RUSĂ

FIG. 8

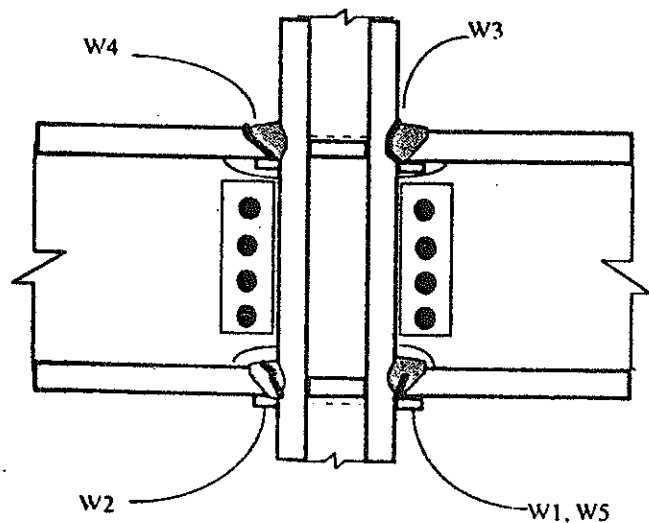
Avariarea bărnei



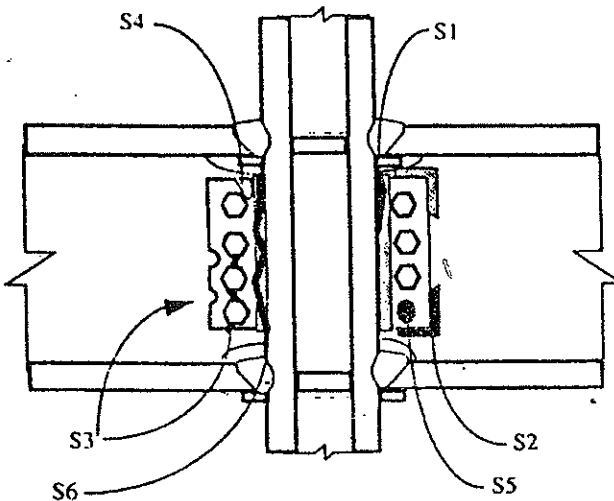
Avariarea talpei de grindă a coloanei



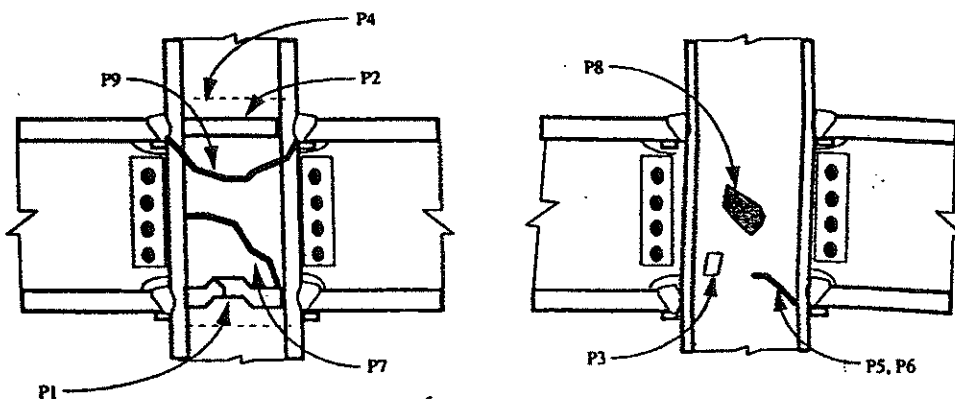
Avariarea sulurii, defecte și discontinuități



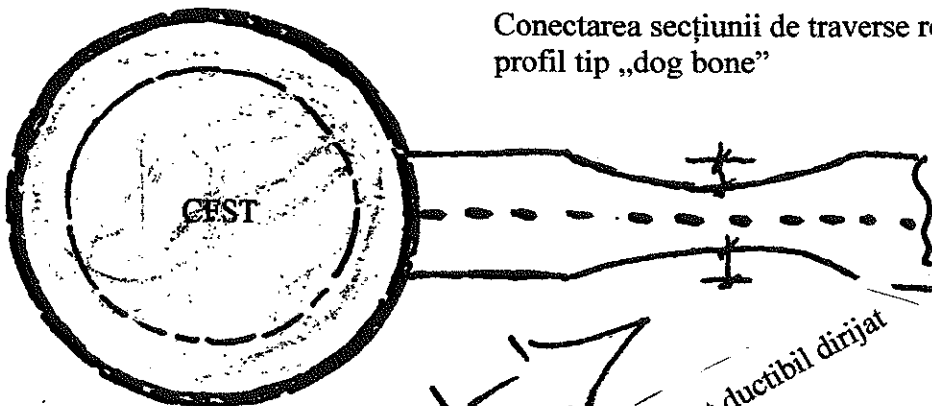
Avariarea vârfului vertical



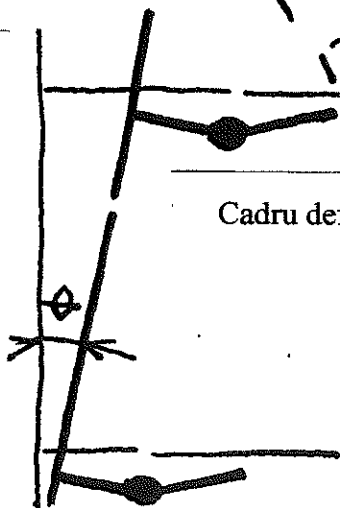
Avariarea zonei de panouri



Conectarea secțiunii de traverse reduse
profil tip „dog bone”



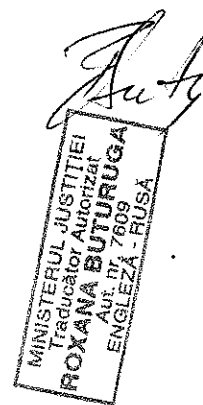
Cadru



Cadru deformat

Unghi de abatere

Comportament ductibil dirijat
Adaptare estradă cadru



11-111-2001
Cismugiu