

PROIECT

COD DE PROIECTARE SEISMICĂ
- PARTEA A III-A -

PREVEDERI PENTRU
EVALUAREA SEISMICĂ
A CLĂDIRILOR EXISTENTE

INDICATIV P 100-3

Cuprins:

1.	Generalități	6
1.1.	Obiect și domeniu de aplicare	6
1.2.	Definiții generale	8
1.3.	Unități de măsură	10
1.4.	Simboluri	10
1.5.	Documente de referință	10
2.	Evaluarea seismică	11
2.1.	Generalități	11
2.2.	Operațiile care compun procesul de evaluare	11
2.3.	Metodologii de evaluare	12
2.3.1.	Metodologia de nivel 1	13
2.3.2.	Metodologia de nivel 2	14
2.3.3.	Metodologia de nivel 3	14
3.	Cerințe de performanță	15
3.1.	Cerințe fundamentale	15
3.2.	Clase de risc seismic	15
3.3.	Necesitatea lucrărilor de intervenție	16
3.4.	Proiectarea lucrărilor de intervenție	17
4.	Informații pentru evaluarea seismică	18
4.1.	Informații inițiale	18
4.2.	Definirea nivelurilor de inspecție și de încercare	19
4.3.	Niveluri de cunoaștere	20
4.3.1.	Generalități	20
4.3.2.	KL1 - Cunoaștere limitată	21
4.3.3.	KL2 - Cunoaștere normală	22
4.3.4.	KL3 - Cunoaștere completă	22
4.4.	Factori de încredere	23
5.	Evaluarea calitativă	24
5.1.	Obiectul evaluării calitative	24
5.2.	Alcătuirea clădirii	24

5.2.1.	Condiții privind configurația structurii	24
5.2.1.1.	Condiții privind traseul încărcărilor	24
5.2.1.2.	Condiții privind redundanța	25
5.2.1.3.	Condiții privind neregularitățile pe verticală	25
5.2.1.4.	Neregularități în plan	26
5.2.2.	Condiții privind interacțiunile clădirii	26
5.2.2.1.	Condiții privind distanța față de construcțiile învecinate	26
5.2.2.2.	Condiții referitoare la supante	26
5.2.2.3.	Condiții referitoare la componentele nestructurale	26
5.2.3.	Condiții privind planșeele	27
5.2.4.	Condiții privind alcătuirea elementelor structurale	27
5.2.5.	Condiții privind infrastructura și terenul de fundare	27
5.3.	Degradarea clădirii	28
6.	Evaluarea cantitativă	30
6.1.	Generalități	30
6.1.1.	Starea Limită Ultimă	31
6.1.2.	Starea Limită de Serviciu	31
6.2.	Acțiunea seismică și combinațiile de încărcări	31
6.3.	Modelarea structurii	32
6.4.	Metode de calcul	32
6.5.	Verificări ale elementelor structurale	32
6.6.	Metodologia de nivel 1 – evaluare prin calcul	32
6.7.	Metodologia de nivel 2 – evaluare prin calcul	34
6.8.	Metodologia de nivel 3 – evaluare prin calcul	35
7.	Evaluarea fundațiilor și terenului de fundare	37
7.1.	Generalități	37
7.2.	Investigații geotehnice	38
7.3.	Calculul infrastructurii și modelul de calcul	39
7.4.	Măsuri de intervenție	40
8.	Concluziile evaluării	41
8.1.	Stabilirea clasei de risc seismic	41
8.1.1.	Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică	42

8.1.2.	Gradul de afectare structurală	42
8.1.3.	Gradul de asigurare seismică	43
8.1.3.1.	Metodologia de nivel 1	43
8.1.3.2.	Metodologia de nivel 2	44
8.1.3.3.	Metodologia de nivel 3	45
8.2.	Conținutul raportului de evaluare seismică	45
Anexa A	Hazardul seismic	49
Anexa B	Structuri din beton	51
B.1.	Domeniu de aplicare	51
B.2.	Identificarea geometriei structurii, a detaliilor de alcătuire și a materialelor din structura clădirii	51
B.2.1.	Starea elementelor	51
B.2.2.	Geometria	51
B.2.3.	Detalii de alcătuire	51
B.2.4.	Materiale	52
B.3.	Evaluarea calitativă	52
B.3.1.	Lista de condiții de alcătuire a structurilor de beton în zone seismice	52
B.3.1.1.	Metodologia de nivel 1	52
B.3.1.2.	Metodologiile de nivel 2 și 3	54
B.3.2.	Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale	56
B.4.	Evaluarea cantitativă	57
B.4.1.	Metodologia de nivel 1	57
B.4.1.1.	Factori de comportare	57
B.4.1.2.	Valori admisibile ale eforturilor unitare medii	57
B.4.2.	Metodologia de nivel 2	58
B.4.2.1.	Factori de comportare	58
B.4.2.2.	Valori de proiectare ale capacităților de rezistență	59
B.4.2.3.	Factorul de amplificare a deplasărilor	59
B.4.3.	Metodologia de nivel 3	60
Anexa C	Structuri din oțel	62
C.1.	Domeniu de aplicare	62

C.2.	Identificarea geometriei structurii, a detaliilor de alcătuire și a materialelor din structura clădirii	62
C.2.1.	Starea elementelor	62
C.2.2.	Geometria	62
C.2.3.	Detalii de alcătuire	62
C.2.4.	Materiale	63
C.3.	Evaluarea calitativă	63
C.3.1.	Lista condițiilor de alcătuire a structurilor din oțel amplasate în zone seismice	63
C.3.1.1.	Metodologia de nivel 1	63
C.3.1.2.	Metodologiile de nivel 2 și 3	66
C.3.2.	Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale	70
C.4.	Evaluare cantitativa	72
C.4.1.	Metodologia de nivel 1	72
C.4.1.1.	Factori de comportare	72
C.4.1.2.	Valori admisibile ale tensiunilor în cazul aplicării metodologiei de nivel 1	72
C.4.2.	Metodologia de nivel 2	73
C.4.2.1.	Factori de comportare	73
C.4.2.2.	Valori de calcul utilizate în cazul aplicării metodologiei de nivel 2	73
C.4.2.3.	Factorul de amplificare a deplasărilor	74
C.4.3.	Metodologia de nivel 3	74
C.4.3.1.	Capacități de deformare inelastică în elementele structurale în cazul aplicării metodologiei de nivel 3	74
Anexa D	Clădiri din zidărie	77
D.1.	Domeniu de aplicare	77
D.2.	Informații specifice necesare pentru evaluarea siguranței construcțiilor din zidărie	77
D.2.1.	Date generale privind construcția	77
D.2.2.	Date privind starea fizică a construcției	77
D.2.3.	Date privind geometria structurilor din zidărie	78
D.2.4.	Detalii constructive specifice structurilor din zidărie	79
D.2.5.	Proprietățile materialelor	80
D.3.	Evaluarea seismică	81
D.3.1.	Generalități	81

D.3.2.	Metodologii de evaluare pentru clădiri din zidărie	82
D.3.3.	Evaluarea calitativă	83
D.3.3.1.	Evaluarea calitativă preliminară	83
D.3.3.2.	Evaluare calitativă detaliată	87
D.3.4.	Evaluarea cantitativă	90
D.3.4.1.	Evaluarea seismică pentru efectele acțiunii în planul peretelui	90
D.3.4.2.	Siguranța față de acțiunea seismică perpendiculară pe planul pereților	98
D.3.4.3.	Încadrarea clădirilor cu pereți structurali din zidărie în clase de risc seismic	100
Anexa E	Componente nestructurale	101
E.1.	Generalități	101
E.1.1.	Obiectivele evaluării seismice	101
E.1.2.	CNS supuse evaluării seismice	101
E.1.2.1.	Criterii de stabilire a CNS supuse evaluării seismice	101
E.1.2.2.	CNS care sunt supuse evaluării seismice	103
E.2.	Evaluarea seismică a CNS	105
E.2.1.	Criterii de evaluare calitativă	105
E.2.2.	Criterii de acceptare pentru evaluarea calitativă	106
E.2.3.	Evaluarea cantitativă	108
E.2.3.2.	Verificarea prin calcul a CNS pentru efectul direct al acțiunii seismice	109
E.2.3.3.	Verificarea prin calcul a CNS pentru efectul indirect al acțiunii seismice	110
E.2.3.4.	Alte prevederi privind verificarea prin calcul	111

1. Generalități

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

(1) Obiectul Codului de proiectare seismică - Partea a III-a - Prevederi pentru evaluarea seismică a clădirilor existente, indicativ P100-3/2018 (numit în continuare P100-3), este de a stabili criterii și proceduri pentru evaluarea seismică a clădirilor existente și, după caz, fundamentarea lucrărilor de intervenție pentru reducerea vulnerabilității seismice a acestora.

(2) Prevederile P100-3 se utilizează împreună cu prevederile P100-1/2013 (numit în continuare P100-1).

(3) Prezentul cod se referă la evaluarea seismică a clădirilor individuale. Evaluarea riscului seismic pentru populații sau grupuri de clădiri în diferite scopuri (de exemplu, pentru determinarea riscului în asigurarea clădirilor sau pentru stabilirea priorităților de intervenție în vederea reducerii riscului seismic) nu constituie obiectul prezentului cod.

(4) P100-3 se aplică la evaluarea seismică a clădirilor și construcțiilor cu structuri similare acestora amplasate pe teritoriul României, indiferent de perioada de realizare a acestora. În P100-3 toate aceste categorii de construcții sunt denumite clădiri.

(5) Evaluarea seismică a construcțiilor cu funcțiuni speciale (de exemplu, centrale nucleare, platforme maritime, poduri, baraje, diguri, coșuri de fum, rezervoare, silozuri, turnuri de răcire și altele asemenea) nu face obiectul codului P 100-3.

(6) Prevederile P100-3 pot fi aplicate și în cazul clădirilor monument istoric în cazul în care acestea nu contravin conceptelor, abordărilor și procedurilor cuprinse în documentele normative specifice.

(7) P100-3 se referă la clădirile existente cu structura realizată din beton, oțel sau zidărie, și la componentele nestructurale (CNS) ale acestora.

(8) Evaluarea seismică a clădirilor existente se face cu scopul determinării susceptibilității avarierii acestora la acțiuni seismice severe.

(9) Se recomandă evaluarea seismică cu prioritate a tuturor clădirilor realizate înainte de intrarea în vigoare a normativului P100/78-81 precum și a celor cu mai mult de 5 niveluri suprateane realizate pe baza acestui normativ.

(10) Prevederile codului P 100-3 sunt armonizate cu prevederile standardului național SR EN 1998-3.

(11) Codul cuprinde numai acele prevederi care trebuie respectate la evaluarea seismică a clădirilor existente împreună cu prevederile codurilor destinate proiectării la alte tipuri de acțiuni a structurilor din beton armat, oțel sau zidărie.

(12) Expertizarea tehnică a clădirilor la acțiuni seismice implică evaluarea seismică a acestora conform prevederilor P100-3 de către un expert tehnic atestat.

(13) Expertizarea tehnică a clădirilor în situații în care evaluarea seismică nu este necesară nu face obiectul acestui cod. Cazuri particulare de expertizare tehnică a clădirilor pentru cerința fundamentală „rezistență mecanică și stabilitate” pentru care evaluarea seismică a clădirii nu este necesară sunt date în reglementarea tehnică C254-2017.

(14) Prin prevederile codului se urmărește evaluarea seismică și stabilirea strategiei de intervenție pentru reducerea vulnerabilității seismice a clădirilor existente astfel încât, la incidența mișcărilor seismice severe, să se asigure cu un grad acceptabil de încredere:

- (a) protecția vieții și integrității fizice a persoanelor;
- (b) menținerea, fără întrerupere, a desfășurării de activități și servicii esențiale pentru viața socială și economică;
- (c) limitarea pagubelor materiale.

(15) Din cauza caracterului imprevizibil, pronunțat aleator, al cutremurelor, eficiența măsurilor de protecție seismică prezintă un anumit grad de incertitudine. Astfel, calitatea expertizelor tehnice și a documentațiilor tehnice pentru lucrările de intervenție trebuie evaluată prin măsura în care se respectă prevederile documentelor normative în vigoare la data elaborării acestora și nu prin prisma apariției, în cazul unei clădiri, a unor efecte defavorabile, la incidența unei mișcări seismice severe.

(16) Evaluarea seismică clădirilor existente se realizează cu un grad de încredere mai redus decât cel asociat proiectării construcțiilor noi, în cele mai multe situații, deoarece:

- (a) sunt realizate conform nivelului de cunoaștere de la momentul construirii acestora;
- (b) pot ascunde erori de proiectare și execuție și nu sunt realizate în sistemele actuale de management și control al calității lucrărilor de construcție;
- (c) au suferit degradări specifice exploatării;
- (d) pot să fi suferit acțiunea unor cutremure precedente și a unor acțiuni neseismice cu efecte necunoscute.

(17) Pentru evaluarea seismică sunt necesare valori diferite ale factorilor de siguranță pentru materiale și structuri, stabilite în funcție de informațiile disponibile și de gradul de incertitudine al acestora.

(18) Condițiile stabilite prin prezentul cod au caracter minimal și nu sunt limitative.

(19) Acest cod este supus actualizării periodice, pe măsura evoluției progresului tehnic în domeniul evaluării și proiectării lucrărilor de intervenție la clădiri la acțiunea seismică. Pe măsură ce prin cercetări teoretice și experimentale se vor obține noi informații suplimentare privind performanțele, ipotezele, modelele, metodele și valorile de calcul utilizate, acestea vor constitui baza fundamentării unor amendamente tehnice la prezentul cod cu respectarea, în condițiile legii, a procedurii de actualizare/revizuire a reglementărilor tehnice.

(20) Prevederile codului reflectă nivelul de cunoaștere la data elaborării acestuia în ceea ce privește acțiunea seismică, principiile și regulile de calcul și alcătuire ale construcțiilor, precum și performanțele și cerințele privind construcțiile și produsele pentru construcții utilizate.

(21) Compararea directă a rezultatelor sintetice ale evaluărilor seismice realizate pentru clădiri în diferite perioade nu este semnificativă pentru a obține o ierarhizare a clădirilor din punct de vedere al susceptibilității de avariere la acțiuni seismice severe din cauza schimbării periodice a documentelor normative pentru evaluarea seismică a clădirilor existente.

(22) Ierarhizarea clădirilor din punct de vedere al susceptibilității de avariere la acțiuni seismice severe se face utilizând proceduri specifice, care nu fac obiectul P100-3.

(23) Concluziile și recomandările unei expertize tehnice devin caduce în cazul schimbării documentelor normative, față de cele aflate în vigoare la data elaborării expertizei, în cazul schimbării stării de degradare a construcției, față de situația de la momentul expertizării, sau atunci când s-au produs modificări ale clădirii privitoare la: funcțiune, sistem structural sau componente nestructurale.

(24) Prevederile codului se adresează investitorilor, specialiștilor atestați cu activitate în domeniul construcțiilor, proiectanților, executanților de lucrări și organismelor de verificare și control.

(25) Prevederile prezentului cod presupun că procurarea datelor și testele sunt efectuate de personal cu experiență și că inginerul evaluator are competențele și experiența necesară pentru tipul de clădire evaluată.

1.2. Structura codului

(1) Structura codului P 100-3 este următoarea:

1. Generalități
2. Evaluarea seismică
3. Cerințe de performanță
4. Informații pentru evaluarea seismică
5. Evaluarea calitativă
6. Evaluarea cantitativă
7. Evaluarea fundațiilor și terenului de fundare
8. Concluziile evaluării
- Anexa A: Hazardul seismic
- Anexa B. Structuri din beton
- Anexa C: Structuri din oțel
- Anexa D: Structuri din zidărie
- Anexa E: Componente nestructurale

1.3. Definiții generale

(1) În P100-3 sunt valabile definițiile date în P100-1 cu următoarele completări:

Beneficiar: Persoană (fizică sau juridică) sau autoritate publică care comandă expertiza tehnică și, în temeiul unui contract, i se prestează serviciile de expertizare tehnică și i se predă raportul de expertiză tehnică.

Clasă de risc: indicator sintetic al susceptibilității de avariere seismică a unei clădiri existente la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime.

Clădire: construcție supraterană și, după caz, subterană, având încăperi care servesc la adăpostirea oamenilor, animalelor, materialelor etc.

Evaluarea seismică: ansamblul investigațiilor care se desfășoară pentru evaluarea comportării seismice a unei clădiri la acțiunea mișcărilor seismice severe.

Evaluarea calitativă: evaluare pe baza unor proprietăți care sunt observate și care nu pot fi în general măsurate, cu rezultate numerice, bazată pe judecata inginerescă.

Evaluare cantitativă: evaluare prin metode de calcul ingineresci care conduce la rezultate numerice cu unități de măsură.

Examinarea vizuală: procedeu de verificare vizuală, prin măsurători efectuate prin sondaj a unor elemente adecvat selectate, a corespondenței dintre geometria structurii existente și planurile de ansamblu.

Expertiza tehnică: cercetare cu caracter tehnic făcută de un expert tehnic atestat asupra unei situații sau probleme cu caracter tehnic pentru lămurirea acestora și, după caz, pentru identificarea soluției optime de remediere.

Expertiză tehnică la acțiuni seismice: expertiză tehnică care se referă la evaluarea seismică a unei clădiri, la necesitatea lucrărilor de intervenție și, după caz, la tipul și anvergura acestora.

Expunere: populația, bunurile materiale, valorile culturale și activitățile economice expuse la risc, aflate în clădire și în imediata vecinătate a acesteia.

Inspecția în teren: activitățile desfășurate în teren pentru verificarea și completarea informațiilor privind detaliile clădirii din documentația tehnică de proiectare originală sau din proiectarea simulată.

Lucrări de intervenție: lucrări de construcție realizate în vederea reducerii vulnerabilității construcțiilor existente.

Planurile de ansamblu: piesele desenate, parte a documentației tehnice de proiectare, care descriu geometria structurii și permit identificarea componentelor structurale și a dimensiunilor acestora.

Notă: De exemplu, asemenea planuri sunt reprezentate de planurile de cofraj la construcțiile de beton armat sau planurile de montaj la construcțiile de oțel.

Planurile de detaliu: piesele desenate, parte a documentației tehnice de proiectare, care descriu detaliile de execuție.

Notă: De exemplu: planuri de armare ale elementelor de beton armat, planuri de execuție ale elementelor metalice, ale nodurilor etc.

Proiectarea simulată: procedeu de reconstituire a unor informații privind detalierea elementelor structurale și componentelor nestructurale pe baza documentelor normative și practici de proiectare sau de execuție din perioada realizării clădirii.

Raport de expertiză tehnică la acțiuni seismice: raport întocmit de către expertul tehnic atestat în urma expertizării tehnice a unei clădiri la acțiuni seismice.

Relevarea clădirii: activitățile de identificare a componentelor structurale și a principalelor componentelor nestructurale, de măsurare a gabaritelor clădirii, elementelor structurale și componentelor nestructurale, și de reprezentare grafică a planurilor de ansamblu.

Notă: Se pot obține, după caz, informații privind cantitatea și poziția armăturilor longitudinale și transversale în elementele de beton, alcătuirea elementelor metalice etc.

Vulnerabilitate seismică: susceptibilitate la avariere a unei clădiri în urma unei acțiuni seismice.

1.4. Unități de măsură

(1) Se utilizează unitățile de măsură conform prevederilor P100-1.

1.5. Simboluri

(1) Se utilizează simbolurile așa cum sunt definite în P100-1.

1.6. Documente de referință

(1) Documentele normative de referință sunt cele prevăzute în P100-1 împreună cu cele din tabelul 1.1

Tabelul 1.1 Standarde de referință specifice părții a III-a a codului P100.

1	SR EN 1997-2:2008	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului
2	SR EN 1998-3:2005	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 3: Evaluarea și consolidarea construcțiilor
3	SR EN 1998-3:2005/NA:2010	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 3: Evaluarea și consolidarea construcțiilor. Anexa națională

(2) Întrucât documentele normative sunt supuse actualizării periodice, lista documentelor de referință va fi consultată împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de Ministerul Dezvoltării Regionale, Administrației Publice și Fondurilor Europene.

2. Evaluarea seismică

2.1. Generalități

(1) Evaluarea seismică a clădirilor constă dintr-un ansamblu de operații pe baza cărora se stabilește susceptibilitatea avarierii seismice, în raport cu hazardul seismic din amplasament, corespunzător cu stările limită pentru care se face evaluarea și clasa de importanță-expunere la cutremur a clădirii.

(2) Activitatea desfășurată pentru evaluarea clădirii, rezultatele examinării și studiilor efectuate în vederea evaluării, concluziile referitoare la siguranța seismică a structurii, necesitatea lucrărilor de intervenție și, după caz, natura și proporțiile acestor lucrări, sunt prezentate în raportul de evaluare seismică a construcției, parte a expertizei tehnice. Conținutul detaliat al expertizei tehnice este prezentat la 8.2.

(3) Scopul expertizelor tehnice la acțiuni seismice se stabilește în acord cu prevederile P100-3 și cu solicitările beneficiarului.

(4) Expertizele tehnice la acțiuni seismice se întocmesc pentru stabilirea susceptibilității avarierii la acțiuni seismice severe, a necesității lucrărilor de intervenție și pentru stabilirea tipului și anvergurii acestora. În unele situații, în funcție de solicitarea beneficiarului, expertizele tehnice pot să nu conțină recomandări privind tipul și anvergura lucrărilor de intervenție.

(5) Evaluarea seismică se realizează pentru ansamblul clădirii, alcătuit din structură și elemente nestructurale, sub acțiunea componentelor verticale și orizontale ale acțiunii seismice.

(6) Evaluarea seismică se finalizează prin încadrarea clădirii într-o clasă de risc seismic și stabilirea necesității lucrărilor de intervenție și, după caz, descrierea tipului și anvergurii acestora.

(7) Necesitatea lucrărilor de intervenție și nivelul minim de asigurare care trebuie îndeplinit în urma acestor lucrări se stabilesc conform prevederilor capitolului 3.3.

(8) În cazul realizării lucrărilor de intervenție recomandate, expertiza tehnică se completează, detaliază și definitivează la încheierea lucrărilor de decopertare a elementelor structurale, situație care poate influența volumul, costurile și durata lucrărilor de reabilitare seismică a clădirii.

(9) Evaluarea seismică poate să se refere exclusiv la documentația tehnică de proiectare a unei clădiri. În această situație, concluziile expertizei se vor referi strict la documentația analizată și nu la o eventuală clădire realizată pe baza acestei documentații.

2.2. Operațiile care compun procesul de evaluare

(1) Evaluarea seismică a unei clădiri implică următoarele categorii de activități:

- (a) colectarea informațiilor pentru evaluarea seismică a clădirii;
- (b) stabilirea cerințelor fundamentale ale evaluării, a stărilor limită asociate și a cerințelor seismice;
- (c) stabilirea metodologiei de evaluare în corelare cu informațiile disponibile și stările limită selectate;
- (d) evaluarea propriu-zisă a clădirii;

- (e) stabilirea măsurilor de intervenție, după caz;
 - (f) întocmirea raportului de evaluare seismică.
- (2) Cerințele seismice și stările limită pentru care se face evaluarea susceptibilității de avariere a clădirii se selectează în acord cu prevederile capitolului 3.
- (3) Colectarea informațiilor pentru evaluarea seismică a clădirii se face conform prevederilor capitolului 4.
- (4) Pentru evaluarea seismică se utilizează una sau mai multe dintre metodologiile de evaluare date în P100-3.
- (5) Criteriile de alegere a metodologiilor de evaluare și descrierea acestora sunt prevăzute la 2.3.
- (6) Operațiile care alcătuiesc procesul de evaluare a clădirii se pot grupa în două categorii care constituie:
- (a) evaluarea calitativă;
 - (b) evaluarea cantitativă, prin calcul.
- (7) Evaluarea calitativă a clădirilor se face pe baza criteriilor generale de evaluare calitativă prevăzute în capitolul 5.
- (8) Evaluarea cantitativă a clădirilor se face pe baza modelelor și metodelor generale de calcul prevăzute în capitolul 6.
- (9) Evaluarea sistemului de fundare se face conform prevederilor capitolului 7.
- (10) La evaluarea calitativă și cantitativă se va ține seama de aspectele specifice de alcătuire a structurilor din diferite materiale, precizate în anexa B pentru structurile de beton armat, în anexa C pentru structurile din oțel și în anexa D pentru structurile cu pereți din zidărie. În cazul construcțiilor din zidărie, unele modele și procedee de calcul prezintă forme specifice, respectând principiile generale valabile pentru structuri din orice materiale.
- (11) Evaluarea componentelor nestructurale ale clădirilor se face pe baza procedeelelor date în Anexa E.
- (12) Raportul de evaluare se întocmește conform prevederilor 8.2.

2.3. Metodologii de evaluare

- (1) P100-3 prevede trei metodologii de evaluare a clădirilor, definite prin baza conceptuală, nivelul de rafinare a metodelor de calcul și nivelul de detaliere a operațiunilor de verificare:
- (a) Metodologia de nivel 1;
 - (b) Metodologia de nivel 2;
 - (c) Metodologia de nivel 3.
- (2) Alegerea metodologiilor de evaluare se face pe baza unor criterii, cum sunt:
- cunoștințele tehnice în perioada realizării proiectului și execuției construcției;
 - complexitatea clădirii, în special din punct de vedere structural, definită de proporții (deschideri, înălțime), regularitate etc.;
 - datele disponibile pentru întocmirea evaluării (nivelul de cunoaștere);

- funcțiunea, importanța și valoarea clădirii;
- condițiile privind hazardul seismic pe amplasament, valorile accelerației seismice pentru proiectare, a_g , și condițiile locale de teren;
- tipul sistemului structural;
- nivelul de performanță stabilit pentru clădire.

2.3.1. Metodologia de nivel 1

(1) Metodologia de nivel 1 este o metodologie simplificată care se poate aplica la clădirile aparținând claselor III și IV de importanță expunere la cutremur, având următoarele caracteristici:

- (a) clădiri cu structura în cadre de beton armat cu până la 3 niveluri, cu sau fără pereți de umplură din zidărie, cu regularitate în plan și în elevație, amplasate în zone seismice cu accelerația terenului cu valori $a_g \leq 0,15g$ conform P100-1;
- (b) clădiri cu structura din pereți de zidărie nearmată sau de zidărie confinată, cu planșee din beton armat sau cu planșee fără rigiditate semnificativă în plan orizontal, în condițiile precizate în anexa D;
- (c) clădiri cu structura cu pereți deși de beton armat monolit cu până la 5 niveluri, amplasate în zone seismice cu $a_g \leq 0,2g$ conform P100-1;
- (d) clădiri cu orice fel de structură amplasate în zone seismice cu accelerația terenului $a_g = 0,1g$ conform P100-1;

(2) Metodologia de nivel 1 poate fi utilizată și pentru evaluarea altor clădiri decât cele prevăzute la 6.6, în scopul obținerii unor informații preliminare.

(3) Metodologia de nivel 1 este recomandată evaluarea seismică de ansamblu a clădirilor concepute numai pentru încărcări gravitaționale, fără un sistem structural clar pentru preluarea forțelor orizontale seismice, la care necesitatea lucrărilor de intervenție este evidentă expertului tehnic. În acest caz, la proiectarea lucrărilor de intervenție se vor utiliza metode de calcul mai complexe.

Notă: Asemenea construcții sunt, de exemplu, unele clădiri multietajate (orientativ, cu peste 6 etaje), realizate înainte de 1963. Conformarea și de alcătuirea acestor clădiri prezintă vicii evidente, și, în consecință, rezistența și rigiditatea lor la forțe orizontale este insuficientă. Astfel de clădiri prezintă susceptibilitate ridicată de avariere la acțiuni seismice severe. Din cauza lipsei unui sistem structural clar definit, evaluarea cantitativă prin metode complexe de calcul nu este posibilă în cazuri curente și nici recomandabilă. Structura nu poate fi modelată pentru calcul decât formal, deoarece defectele intrinseci de alcătuire și conformare sunt incompatibile cu ipotezele modelelor teoretice. Efortul de modelare și de calcul nu se justifică pentru că precizia rezultatelor este redusă și necuantificabilă, iar concluziile sunt de previzibile. În cazuri curente, la clădirile de acest tip se poate trece direct la proiectarea soluției de intervenție, numai pe baza rezultatelor pe care le poate furniza metodologia de tip 1.

(4) Metodologia de nivel 1 implică:

- (a) evaluarea calitativă a construcției pe baza criteriilor de conformare, de alcătuire și de detaliere a construcțiilor și a nivelului de degradare. Listele de condiții sunt date în anexele specifice structurilor din diferite materiale.
- (b) evaluarea cantitativă, utilizând metode simplificate de calcul structural și verificări globale ale structurii (ale efectelor acțiunii seismice), în elementele esențiale.

2.3.2. Metodologia de nivel 2

(1) Metodologia de evaluare de nivel 2 se aplică la toate clădirile la care nu se poate aplica metodologia de nivel 1.

(2) Pentru clădirile cu structura de zidărie condițiile de aplicare a metodologiei de nivel 2 sunt date în Anexa D.

(3) Metodologia de nivel 2 implică:

- (a) evaluarea calitativă a construcției pe baza criteriilor de conformare, de alcătuire și de detaliere a construcțiilor și a nivelului de degradare. Listele de condiții sunt date în anexele specifice structurilor din diferite materiale.

Notă: Lista de condiții de alcătuire structurală dată în Anexele B, C și D, corespunzătoare structurilor din diferite materiale, este mai detaliată decât în cazul metodologiei de nivel 1.

- (b) evaluarea cantitativă bazată pe un calcul structural elastic și factori de comportare.

(4) În metodologia de nivel 2 factorii de comportare caracterizează structura în ansamblu și se aleg conform prevederilor Anexelor B, C și D, corespunzătoare structurilor din diferite materiale. Prevederi privind calculul structural și verificările elementelor sunt date la capitolul 6.

2.3.3. Metodologia de nivel 3

(1) Metodologia de nivel 3 se aplică la clădiri la care se dorește o evaluare cu un grad de încredere mai ridicat a performanțelor seismice.

(2) Metodologia de nivel 3 nu poate fi aplicată pentru clădiri la care, în urma colectării datelor pentru evaluarea structurală, nivelul de cunoaștere este KL1. Nivelul de cunoaștere recomandat pentru această metodologie este KL3.

(3) Pentru clădirile cu structura de zidărie condițiile suplimentare de aplicare a metodologiei de nivel 3 sunt date în Anexa D.

(4) Rezultatul evaluării prin metodologia de nivel 3 prezintă un grad de încredere superior celui obținut prin aplicarea metodologiilor de nivel 1 și 2.

(5) Metodologia de nivel 3 implică:

- (a) evaluarea calitativă pe baza criteriilor de conformare, de alcătuire și de detaliere a clădirilor și a nivelului de degradare. Listele de condiții sunt date în anexele specifice structurilor din diferite materiale;

Notă: Lista de condiții de alcătuire structurală dată în Anexele B, C și D, corespunzătoare structurilor din diferite materiale, este aceeași ca în cazul metodologiei de nivel 2.

- (b) evaluarea cantitativă prin calcul care ia în considerare în mod explicit comportarea neliniară a elementelor structurale sub acțiunea cutremurelor severe.

3. Cerințe de performanță

3.1. Cerințe fundamentale

(1) Evaluarea seismică a clădirilor existente urmărește să stabilească, cu un grad adecvat de încredere, în ce măsură acestea satisfac cerințele fundamentale de referință utilizate la proiectarea construcțiilor noi.

(2) Cerințele fundamentale pentru proiectarea clădirilor noi (cerința de siguranță a vieții și cerința de limitare a degradărilor) și stările limită asociate (Starea Limită Ultimă, ULS, și Starea Limită de Serviciu, SLS), sunt definite în P100-1, unde se indică și intervalele medii de recurență (IMR) ale acțiunilor seismice luate în considerare pentru cele două stări limită.

(3) Evaluarea poate avea în vedere cerințe superioare celor fundamentale, prin adoptarea unor valori superioare ale IMR ale cutremurelor pe amplasament, conform prevederilor din Anexa A, în funcție de scopul expertizei.

(4) Beneficiarul expertizei tehnice la acțiuni seismice va fi informat de către expert cu privire la modul de selectare a cerințelor prin adoptarea unor valori superioare ale IMR.

(5) Cerințele fundamentale de referință se diferențiază în funcție de clasa de importanță și de expunere la cutremur a clădirii evaluate conform P100-1, prin intermediul valorilor diferențiate ale factorului γ_e .

(6) Exprimarea sintetică a susceptibilității avarierii seismice a unei clădiri existente la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător Stării Limită Ultime, se face prin încadrarea acesteia într-o clasă de risc seismic.

(7) Necesitatea și anvergura lucrărilor de intervenție asupra clădirilor existente, vulnerabile seismic, se stabilește pe baza unor criterii precum: nivelul de asigurare necesar, resursele financiare, materiale și umane disponibile pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor din fondul existent, raportat la dimensiunile acestui fond și perioada mai mică de exploatare a clădirilor existente comparativ cu cele nou construite.

(8) În cazul clădirilor existente este permisă asigurarea cerințelor fundamentale definite în P100-1 pentru mișcări seismice de intensitate mai redusă decât cele considerate la proiectarea clădirilor noi corepunzătoare unor probabilități mai mari de depășire în 50 de ani decât cutremurul de proiectare.

Notă: Încadrarea unei clădiri din clasa III de importanță și expunere la cutremur în clasa III de risc seismic arată orientativ că răspunsul așteptat al acesteia la acțiunea cutremurului cu 40% probabilitate de depășire în 50 de ani (IMR de 100 de ani) este similar cu răspunsul unei clădiri noi, din aceeași clasă de importanță și expunere la cutremur, proiectate pe baza P100-1 la acțiunea cutremurului cu 20% probabilitate de depășire în 50 de ani (IMR de 225 de ani).

3.2. Clase de risc seismic

(1) Se definesc următoarele patru clase de risc seismic:

- (a) Clasa de risc seismic $R_s I$, din care fac parte clădirile cu risc ridicat de prăbușire, totală sau parțială, la acțiunea cutremurului de proiectare corespunzător stării limită ultime;
- (b) Clasa de risc seismic $R_s II$, din care fac parte clădirile care la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime, pot suferi

degradări structurale sau nestructurale majore punând în pericol siguranța utilizatorilor, dar prăbușirea totală sau parțială este puțin probabilă;

- (c) Clasa de risc seismic R_{sIII} , din care fac parte clădirile care la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime, pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța utilizatorilor, dar la care degradările nestructurale pot fi majore;
- (d) Clasa de risc seismic R_{sIV} , din care fac parte clădirile la care răspunsul seismic așteptat sub efectul cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime, este similar celui așteptat pentru construcțiile proiectate pe baza documentelor normative de proiectare în vigoare.

(2) Criteriile pentru încadrarea clădirilor în clase de risc seismic sunt prevăzute la 8.1.

3.3. Necesitatea lucrărilor de intervenție

(1) În funcție de deficiențele constatate în urma evaluării seismice, lucrările de intervenție se pot efectua, după caz, asupra structurii sau componentelor nestructurale.

(2) Dacă în urma evaluării seismice o clădire a fost încadrată în clasa de risc seismic R_{sI} sau R_{sII} se va recomanda efectuarea de lucrări de intervenție.

(3) Dacă în urma evaluării seismice o clădire a fost încadrată în clasa de risc seismic R_{sIII} sau R_{sIV} , se poate recomanda efectuarea de lucrări de intervenție pentru remedierea deficiențelor constatate, la decizia expertului sau în acord cu solicitările beneficiarului.

(4) Tipul și anvergura lucrărilor de intervenție se stabilesc astfel încât, după efectuarea acestora, clădirea să poate fi încadrată cel puțin în clasa de risc seismic R_{sIII} .

(5) În cazul clădirilor publice se recomandă ca tipul și anvergura lucrărilor de intervenție să fie stabilită astfel încât, după efectuarea acestora, clădirea să poate fi încadrată în clasa de risc seismic R_{sIV} .

(6) Dacă în urma evaluării seismice a unei clădiri s-a constatat o vulnerabilitate ridicată a acesteia la acțiunea cutremurului corespunzător stării limită de serviciu, se vor recomanda lucrări de intervenție. Vulnerabilitatea ridicată se judecă în raport cu cerințele fundamentale de referință date la 3.1.

(7) În cazul în care expertiza tehnică se realizează pentru fundamentarea unor lucrări de extindere sau de schimbare a funcțiunii cu creșterea expunerii, aceasta va recomanda lucrări de intervenție a căror tip și anvergură se stabilesc astfel încât, după efectuarea acestora, clădirea să poată fi încadrată în clasa de risc seismic R_{sIV} .

(8) În cazul clădirilor vechi cu mai mult de două niveluri, realizate înainte de 1963, care prezintă vicii evidente de conformare structurală în raport cu cerințele pentru clădiri noi, amplasate în zone seismice cu $a_g \geq 0,2g$, se va recomanda efectuarea de lucrări de intervenție.

(9) Prin excepție de la prevederile (4), în cazul în care proprietarul nu dispune de resursele necesare sau situația din teren nu permite realizarea cu celeritate a lucrărilor de intervenție pentru clădirile încadrate în clasa I și II de risc seismic, se pot recomanda lucrări de intervenție parțiale având ca scop prevenirea colapsului clădirii la cutremurul de proiectare, corespunzător stării limită ultime, la decizia expertului.

Aceste recomandări vor fi cuprinse în raportul de expertiză suplimentar față de cele prevăzute de (4).

(10) Lucrările de intervenție parțiale stabilite conform (9) reduc semnificativ riscul de prăbușire completă la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător stării limită ultime, dar nu sunt în măsură să asigure îndeplinirea cerințelor fundamentale prevăzute de P100-3 și nu pot înlătura complet posibilitatea de prăbușire la acțiunea cutremurului de proiectare, asociat Stării Limită Ultime.

(11) Beneficiarul trebuie să asigure completarea lucrărilor de intervenție parțiale imediat ce resursele necesare și situația din teren permit realizarea lucrărilor de intervenție stabilite conform (4).

(12) Prin lucrările de intervenție efectuate nu se poate reduce, în nicio situație, nivelul de asigurare seismică a clădirii existente.

(13) La decizia proprietarului clădirii, la proiectarea lucrărilor de intervenție se pot avea în vedere cerințe superioare celor definite la (4).

(14) Prin lucrările de intervenție se poate urmări creșterea oricărui indicator dintre cei trei definiți la 8.1(2).

3.4. Proiectarea lucrărilor de intervenție

(1) La proiectarea lucrărilor de intervenție se utilizează P100-1 împreună cu prevederile suplimentare privind reprezentarea acțiunii seismice date în P100-3.

(2) La proiectarea lucrărilor de intervenție, intervalele medii de recurență a accelerației terenului pentru proiectare, a_g , asociate acțiunilor seismice corespunzătoare celor două stări limită definite în P100-1 se aleg conform prevederilor Anexei A.

(3) La proiectarea lucrărilor de intervenție se va utiliza reprezentarea acțiunii seismice dată în P100-1, cu scalarea spectrului de răspuns elastic al accelerațiilor absolute ale mișcării terenului în amplasament conform prevederilor Anexei A.

4. Informații pentru evaluarea seismică

(1) În vederea evaluării vulnerabilității seismice a clădirilor existente, informațiile necesare se obțin din surse cum sunt: documentația tehnică de proiectare și de execuție a clădirii care se evaluează (inclusiv documentele referitoare la eventualele intervenții pe durata exploatării), reglementările tehnice în vigoare la data realizării construcției; investigații pe teren, măsurători și teste in-situ și în laborator, documentații tehnice ale unor clădiri similare etc.

(2) În vederea alegerii datelor cele mai potrivite se vor compara informațiile din diferite surse disponibile.

4.1. Informații inițiale

(1) Informațiile disponibile pentru evaluarea structurală trebuie să permită:

- (a) Identificarea sistemului structural, inclusiv al fundațiilor clădirii;
- (b) Identificarea condițiilor de teren;
- (c) Stabilirea dimensiunilor generale și a alcătuirii secțiunilor elementelor structurale, precum și a proprietăților mecanice ale materialelor de construcție. În cazul oțelului este necesară cu prioritate identificarea proprietăților plastice (rezistența la curgere, ductilitatea);
- (d) Identificarea defectelor de calitate a materialelor și/sau deficiențelor de alcătuire a elementelor, inclusiv ale fundațiilor, dacă există;
- (e) Stabilirea procedurii de reprezentare și evaluare a acțiunii seismice de proiectare și a criteriilor de proiectare seismică utilizate la proiectarea inițială;
- (f) Stabilirea modului de utilizare a clădirii pe durata de exploatare, a modului de utilizare planificat al acesteia și precizarea clasei de importanță și de expunere la cutremur, conform P 100-1;
- (g) Stabilirea acțiunilor asupra construcției, ținând cont de funcțiunea ulterioară a acesteia;
- (h) Identificarea naturii și a amplitudinii degradărilor structurale și a eventualelor lucrări de reparații sau consolidare, executate anterior. Se au în vedere degradările produse de acțiunea cutremurelor și cele produse de alte acțiuni, cum sunt încărcările gravitaționale, tasările diferențiale, atacul chimic datorat condițiilor de mediu sau tehnologice etc. După caz, se va identifica și comportarea seismică a clădirilor de același tip sau similare.

(2) Pentru evaluarea componentelor nestructurale informațiile trebuie să permită identificarea și localizarea componentelor care:

- (a) în caz de prăbușire totală sau parțială pot afecta siguranța vieții oamenilor din clădire sau din afara acesteia;
- (b) prin interacțiuni necontrolate cu elementele structurii pot conduce la avariarea acestora;
- (c) prin ieșirea din lucru pot cauza întreruperea utilizării clădirii conform funcțiunii acesteia;
- (d) pot da naștere la efecte secundare periculoase (incendii, explozii etc);

- (e) pot cauza pierderi materiale importante.
- (3) În funcție de cantitatea și calitatea informațiilor obținute se adoptă valori diferite ale factorilor de încredere (CF), conform 4.4.
- (4) Informațiile culese trebuie să fie suficiente pentru evaluarea calitativă și cantitativă.

4.2. Definirea nivelurilor de inspecție și de încercare

- (1) În funcție de numărul de elemente verificate pentru detalii se definesc trei niveluri de inspecție: inspecție limitată, inspecție extinsă și inspecție cuprinzătoare.
- (2) Pentru identificarea proprietăților mecanice ale materialelor de construcție se pot utiliza încercări nedistructive, însoțite obligatoriu și de încercări distructive.

Notă. Exemple de încercări nedistructive sunt sclerometria, testarea cu ultrasunete etc. Exemple de încercări distructive sunt încercările de laborator pe probe prelevate din clădirea evaluată cum sunt: carote de beton sau zidărie, sau eșantioane, inclusiv pilitură, prelevate din elementele din oțel.

Notă: La elemente de beton armat identificarea detaliilor se realizează prin decopertări locale, pahometrie etc.

- (3) În funcție de numărul de probe prelevate și încercate se definesc trei niveluri de programe de încercări: încercări limitate în teren, încercări extinse în teren și încercări cuprinzătoare în teren.

- (4) Clasificarea nivelurilor de inspecție și de testare depinde de proporția elementelor structurale care sunt inspectate pentru identificarea alcătuirii de detaliu și, respectiv, de numărul încercărilor pe materiale.

- (5) Nivelul de inspecție și nivelul de încercări se selectează de către expert în funcție de informațiile disponibile și de nivelul de cunoaștere care poate fi atins.

- (6) Nivelul de inspecție se definește în funcție de procentul de elemente verificate pentru detalii, pentru fiecare tip de element structural, p :

- (a) Inspecție limitată: $p=10\%$;
- (b) Inspecție extinsă: $p=20\%$;
- (c) Inspecție cuprinzătoare: $p=40\%$.

- (7) Nivelul de încercări se definește în funcție de numărul de probe de materiale încercate la fiecare 500 m² de suprafață desfășurată de planșeu, pentru fiecare tip de element structural:

- (a) Încercări limitate: $n=1$;
- (b) Încercări extinse: $n=2$;
- (c) Încercări cuprinzătoare: $n=3$.

- (8) Limitele indicate la (6) și (7) pot fi extinse în funcție de rezultatele inspecției și încercărilor, la decizia expertului tehnic.

- (9) Încercările se vor efectua utilizând procedeele specifice fiecărui tip de material, în conformitate cu documentele normative specifice în vigoare.

- (10) Activitățile de măsurare a gabaritelor clădirii, a dimensiunilor elementelor structurale și componentelor nestructurale pot fi efectuate de către ingineri constructori fără să fie necesare autorizări sau acreditări suplimentare.

(11) Expertul tehnic va identifica zonele elementelor cu materiale degradate din diferite cauze și va stabili, în funcție de amploarea acestor degradări, măsura în care acestea afectează rezistența acestora și măsura în care încercările pe material sunt semnificative pentru caracterizarea rezistenței elementelor în ansamblul lor.

Notă: Cauzele degradării pot fi, de exemplu, execuție defectuoasă, coroziune, degradare mecanică.

(12) După caz, expertul poate decide repararea locală a zonelor degradate.

4.3. Niveluri de cunoaștere

4.3.1. Generalități

(1) Se definesc următoarele niveluri de cunoaștere:

- KL1: Cunoaștere limitată
- KL2: Cunoaștere normală
- KL3: Cunoaștere completă

(2) Factorii considerați în stabilirea nivelului de cunoaștere sunt:

- (a) Geometria structurii: dimensiunile de ansamblu ale structurii, dimensiunile elementelor structurale, precum și ale elementelor nestructurale care afectează răspunsul structural (de exemplu, panouri de umplură din zidărie) sau siguranța vieții (de exemplu, elemente majore din zidărie-calcane, frontoane);
- (b) Alcătuirea elementelor structurale și nestructurale, incluzând cantitatea și detalierea armăturii în elementele de beton armat, detalierea și îmbinările elementelor de oțel, legăturile planșelor cu structura de rezistență verticală, natura elementelor utilizate și modul de umplere a rosturilor cu mortar la zidării, tipul și materialele componentelor nestructurale, prinderile acestora etc.;
- (c) Materialele utilizate în structură și în componentele nestructurale, respectiv proprietățile mecanice ale materialelor beton, oțel, zidărie, lemn, după caz.

NOTĂ Informații suplimentare specifice structurilor din diferite materiale și componentelor nestructurale sunt date în anexele B, C, D și E ale prezentului cod.

(3) Alegerea nivelului de cunoaștere se face conform prevederilor de la 4.3.2, 4.3.3 și 4.3.4.

(4) Nivelul de cunoaștere corespunde nivelului minim realizat pentru alcătuirea de detaliu și materiale.

(5) Expertul poate completa cercetarea inițială a construcției după decopertarea structurii, o dată cu întreruperea exploatării clădirii și începerea lucrărilor de intervenție. Pe baza noilor informații obținute se pot revizui concluziile expertizei și soluția de intervenție.

Tabelul 4.1 Nivelurile de cunoaștere

Nivelul cunoașterii	Geometria clădirii	Alcătuirea de detaliu	Proprietățile mecanice ale materialelor
KL1	(1) din proiectul de ansamblu original și verificarea vizuală prin sondaj în teren sau (2) dintr-un relevu complet al clădirii	(a) din documentația tehnică de proiectare originală sau (b) Pe baza proiectării simulate în acord cu practica la data realizării construcției și pe baza unei inspecții limitate pe teren	(a) din documentația tehnică de proiectare originală sau (b) valori stabilite pe baza standardelor valabile sau practicilor de construcție din perioada realizării construcției și din încercări limitate în teren
KL2		(a) din documentația tehnică de proiectare originală, din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire și dintr-o inspecție limitată pe teren sau (b) dintr-o inspecție extinsă pe teren	(a) din documentația tehnică de proiectare originală și rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire sau (b) din specificațiile de proiectare originale și din încercări limitate în teren sau (c) din încercări extinse în teren
KL3		(a) din documentația tehnică de proiectare originală, din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire și dintr-o inspecție limitată pe teren sau (b) dintr-o inspecție cuprinzătoare pe teren	(a) din documentația tehnică de proiectare originală, din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire și din încercări limitate în teren sau (b) dintr-o încercări cuprinzătoare în teren

4.3.2. KL1 - Cunoaștere limitată

(1) Geometria clădirii, configurația de ansamblu și dimensiunile elementelor structurale se determină din proiectul de ansamblu original și verificarea vizuală, prin sondaj în teren. Se identifică vizual eventualele modificări realizate ulterior construirii clădirii și se verifică prin sondaj dimensiunile de ansamblu și dimensiunile elementelor.

(2) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare originală sau clădirea a suferit modificări față de proiectul de ansamblu original, geometria clădirii se determină dintr-un relevu complet al clădirii.

(3) Alcătuirea de detaliu a elementelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală.

(4) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare originală sau aceasta este incompletă, alcătuirea de detaliu a elementelor se determină prin proiectare simulată în acord cu practica de la data realizării construcției și pe baza unei inspecții limitate în teren. Se realizează sondaje în elemente considerate critice pentru a stabili măsura în care ipotezele adoptate corespund realității.

(5) Proprietățile mecanice ale materialelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală.

(6) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare originală, proprietățile mecanice ale materialelor se determină pe baza standardelor valabile sau a practicilor de construcție din perioada realizării construcției și din teste limitate în teren asupra elementelor considerate critice.

(7) În cazul produselor metalice pentru construcții, în situația în care se pot identifica standardele naționale de produs de la data realizării clădirii, proprietățile mecanice ale materialelor se pot determina pe baza acestor standarde și încercări limitate în teren, la decizia expertului tehnic.

(8) Evaluarea cantitativă a structurii bazată pe KL1 va fi realizată prin calcul liniar prin metoda forțelor laterale statice echivalente sau prin metoda de calcul modal cu spectre de răspuns.

4.3.3. KL2 - Cunoaștere normală

(1) Se aplică 4.3.2 (1).

(2) Se aplică 4.3.2 (2).

(3) Alcătuirea de detaliu a elementelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală și dintr-o inspecție în teren limitată.

(4) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare, alcătuirea de detaliu se determină dintr-o inspecție în teren extinsă.

(5) Proprietățile mecanice ale materialelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală și din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire.

(6) În cazul în care nu se dispune de rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire, proprietățile mecanice ale materialelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală și din teste limitate în teren.

(7) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare originală, proprietățile mecanice ale materialelor se determină din teste extinse în teren.

(8) Evaluarea cantitativă a structurii bazată pe KL2 va fi realizată prin calcul liniar sau neliniar, static sau dinamic.

4.3.4. KL3 - Cunoaștere completă

(1) Se aplică 4.3.2 (1).

(2) Se aplică 4.3.2 (2).

(3) Alcătuirea de detaliu a elementelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală, din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire și dintr-o inspecție în teren limitată

(4) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică de proiectare originală sau de rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire, alcătuirea de detaliu se determină dintr-o inspecție în teren cuprinzătoare.

(5) Proprietățile mecanice ale materialelor se determină din documentația tehnică de proiectare originală, din rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire și din teste limitate pe teren.

(6) În cazul în care nu se dispune de documentația tehnică originală sau de rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire, proprietățile mecanice ale materialelor se determină dintr-o testare cuprinzătoare în teren.

(7) În cazul produselor metalice pentru construcții, în situația în care se pot identifica standardele naționale de produs de la data realizării clădirii, proprietățile mecanice ale materialelor se pot determina pe baza acestor standarde și încercări limitate în teren, la decizia expertului tehnic.

(8) Evaluarea cantitativă a structurii bazată pe KL3 va fi realizată prin calcul liniar sau neliniar, static sau dinamic.

4.4. Factori de încredere

(1) Valorile de proiectare ale caracteristicilor materialelor din structura existentă se stabilesc în funcție de valorile factorilor de încredere, CF.

(2) Valorile factorilor de încredere se aleg în funcție de nivelul de cunoaștere realizat, astfel:

(a) Nivel de cunoaștere realizat, KL1: CF=1,35;

(b) Nivel de cunoaștere realizat, KL2: CF=1,20;

(c) Nivel de cunoaștere realizat, KL3: CF=1,00.

(3) În situații în care condițiile concrete de cercetare în teren nu permit investigațiile și încercările prevăzute la 4.2, expertul tehnic va aprecia creșterea necesară a valorilor CF.

(4) Factorul de încredere este unic pentru o clădire, caracterizând nivelul de cunoaștere în ansamblu.

(5) Prin excepție de la (4), în cazul în care prin metoda de calcul aleasă sistemul de fundații se evaluează separat de suprastructură, se pot utiliza factori de încredere diferiți pentru sistemul fundațiilor și suprastructură, la decizia expertului

Notă: Această prevedere are în vedere că în cazuri curențe nivelul de cunoaștere care poate fi realizat la nivelul fundațiilor este mai redus decât cel potențial realizabil pentru suprastructură din cauza dificultăților practice de dezvelire a fundațiilor.

5. Evaluarea calitativă

5.1. Obiectul evaluării calitative

(1) Evaluarea calitativă se referă la:

- (a) modul de conformare generală a structurii și de detaliere a elementelor structurale și nestructurale;
- (b) degradările structurale și nestructurale.

(2) Tipul deficiențelor de alcătuire și anvergura acestora și nivelul de degradare al clădiri reprezintă criterii esențiale în evaluarea seismică și în decizia de intervenție.

(3) Principalele componente ale evaluării calitative privesc categoriile de condiții prevăzute la 5.2 și 5.3.

(4) O evaluare calitativă cuprinzătoare a unora dintre condițiile de alcătuire implică și determinări prin calcul ale unor caracteristici de rezistență și de rigiditate ale elementelor structurale. Evaluarea calitativă a răspunsului seismic va putea fi finalizată după efectuarea calculului structural.

5.2. Alcătuirea clădirii

(1) Listele condițiilor de verificare pentru structuri din beton, structuri din oțel și structuri din zidărie sunt detaliate în anexele B, C și D, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

5.2.1. Condiții privind configurația structurii

(1) Se identifică abaterile de la condițiile de compactitate, simetrie și regularitate, care pot afecta negativ răspunsul seismic. Se identifică neregularitățile distribuțiilor rigidității la deplasare laterală, rezistenței laterale, maselor și neregularitățile geometrice.

5.2.1.1. Condiții privind traseul încărcărilor

(1) Se verifică existența unui sistem structural continuu și suficient de rezistent care să asigure un traseu neîntrerupt, cât mai scurt, al forțelor seismice din orice punct al structurii până la terenul de fundare, pentru direcțiile principale orizontale ortogonale ale clădirii.

Notă: Forțele seismice, care iau naștere în toate elementele unei clădiri multietajate ca forțe masice inerțiale, trebuie transmise prin intermediul diaframelor orizontale (planșee) la elementele verticale ale structurii de rezistență (de exemplu, pereți structurali sau cadre), care la rândul lor le transferă la fundații și teren.

(2) Se identifică eventualele discontinuități în traseul încărcărilor și se vor evalua efectele structurale ale acestora.

Notă: Astfel de discontinuități sunt, de exemplu, un gol de dimensiuni mari în planșeu, lipsa colectorilor și tiranților din planșee, legătura slabă între pereți și planșee, ancoraje și înădăririle insuficiente ale armăturilor în betonul armat, sudurile cu capacități insuficiente la elementele din oțel etc., care reprezintă devieri, întreruperi sau puncte slabe în traseul încărcărilor. Planșeele fără rigiditate suficientă în planul lor nu pot asigura, în multe situații, transmiterea forțelor orizontale la elementele principale ale structurii laterale.

Notă: Deficiențe din punctul de vedere al traseului încărcărilor se pot întâlni relativ frecvent la clădirile vechi în care s-au efectuat transformări ale structurii.

(3) În cazul componentelor nestructurale se stabilește modul de transmitere a greutatei acestora și a forțelor seismice asociate la elementele structurii și se va evalua capacitatea elementelor structurale și legăturilor respective de a prelua aceste forțe.

5.2.1.2. Condiții privind redundanța

(1) Se stabilește în ce măsură atingerea capacității de rezistență sau deformare într-unul din elementele structurii sau într-un număr limitat de elemente expune structura unei colapsului local sau general.

(2) Se stabilește în ce măsură este posibilă mobilizarea la acțiuni seismice severe a unui mecanism de plastificare, care să permită exploatarea rezervelor de rezistență ale structurii și o disipare avantajoasă a energiei seismice.

5.2.1.3. Condiții privind neregularitățile pe verticală

(1) Se identifică eventualele niveluri slabe din punct de vedere al rigidității. Orientativ, un nivel se considera flexibil (slab) în cazul în care rigiditatea laterală a acestuia este mai mică cu cel puțin 25% decât cea a nivelurilor adiacente.

Notă: Efectele negative ale discontinuităților de rigiditate laterală se concentrează la nivelurile slabe din punct de vedere al rigidității. La aceste niveluri efectele de ordinul II sunt sporite și aici trebuie verificate cu prioritate condițiile referitoare la deformațiile structurale.

(2) Se identifică nivelurile slabe din punct de vedere al rezistenței, la care se pot concentra deformațiile plastice în structură. Orientativ, un etaj se consideră slab dacă rezistența sa la forțe laterale este mai mică cu 25% decât cea a etajelor adiacente. La fiecare nivel se va verifica posibilitatea formării unui mecanism de tip etaj slab.

(3) Se identifică discontinuitățile geometrice semnificative. Se consideră discontinuitate geometrică semnificativă situația în care dimensiunile pe orizontală ale sistemului structural activ în preluarea forțelor orizontale prezintă diferențe mai mari de 30% în raport cu dimensiunile acestuia la nivelurile adiacente. La ultimul nivel se admit reduceri în plan ale sistemului structural mai mari de 30% față de nivelul inferior.

Notă: Prevederea unui gol de dimensiuni mari în planșee, la săli de conferință și spectacole, cu întreruperea locală a unor elemente ale structurii laterale sau retragerea spre interior a structurii la nivelurile superioare, poate reprezenta o asemenea neregularitate.

(4) Se identifică neregularitățile în distribuția maselor. Neregularitățile distribuției maselor afectează semnificativ răspunsul seismic al structurilor în situația în care masa unui nivel este mai mare cu cel puțin 30% față de cele ale nivelurilor adiacente. Se exceptează de la această regulă nivelurile cu rol tehnic, având aria mai mică de 25% din aria nivelului curent, amplasate la partea superioară a clădirilor.

(5) Se identifică discontinuitățile în configurația sistemului structural. Evaluarea trebuie să evidențieze efectele structurale ale acestor discontinuități.

Notă. Astfel de discontinuități sunt: întreruperea la anumite niveluri a unor pereți sau stâlpi, modificarea dimensiunilor unor pereți, devierea în plan a unor elemente de la un nivel la altul.

Notă: Se vor stabili, de exemplu, sporurile de eforturi din acțiuni seismice orizontale în stâlpii care susțin pereții întrerupți, starea de eforturi din planșeul-diafragmă care realizează transferul între două niveluri cu alcătuiți diferite etc.

5.2.1.4. Neregularități în plan

(1) Evaluarea clădirilor va urmări identificarea structurilor în care dispunerea neechilibrată a elementelor, a subsistemelor structurale sau a maselor produce efecte nefavorabile de torsiune de ansamblu.

Notă: Pe lângă determinarea comportării la torsiune în domeniul elastic, se poate estima, după caz, și răspunsul seismic de torsiune în domeniul postelastice prin examinarea relației dintre centrul maselor și centrul de rezistență al structurii.

5.2.2. Condiții privind interacțiunile clădirii

5.2.2.1. Condiții privind distanța față de construcțiile învecinate

(1) Se verifică dacă distanțele între clădirile vecine respectă condițiile date în P 100-1.

(2) Se stabilesc efectele posibile ale coliziunii dintre cele două clădiri vecine.

Notă: În cazul în care planșeele clădirilor sunt decalate, acestea pot produce șocuri prin lovirea stâlpilor construcției vecine;

În cazul în care construcțiile sunt diferite ca înălțime, construcția mai joasă și mai rigidă poate acționa ca reazem pentru construcția mai înaltă; efectele posibile sunt aplicarea unei forțe suplimentare construcției joase, în timp ce construcția înaltă va suferi o discontinuitate însemnată a rigidității, care modifică răspunsul seismic;

În cazul în care construcțiile sunt egale ca înălțime și cu sisteme structurale similare, cu planșeele la același nivel, efectul coliziunilor este nesemnificativ, astfel încât se pot accepta dimensiuni de rosturi oricât de reduse

5.2.2.2. Condiții referitoare la supante

(1) Prevederile din această secțiune se referă la planșeele cu suprafață limitată, dispuse la interior, între nivelurile curente ale construcției, de regulă adăugate ulterior construcției inițiale.

(2) Se stabilește dacă supanta este asigurată la forțe laterale prin prevederea unei structuri proprii de rezistență la forțe laterale sau prin ancorarea de structura principală, care trebuie să fie capabilă să preia forțele aduse de planșeul intermediar.

5.2.2.3. Condiții referitoare la componentele nestructurale

(1) Examinarea efectuată în cadrul evaluării calitative trebuie să stabilească relațiile dintre structură și componentele nestructurale precum și tipul și calitatea legăturilor între acestea.

(2) În cazul structurilor în cadre de beton armat sau din oțel se verifică, în principal, următoarele aspecte:

(a) măsura în care distribuția pereților de umplutură considerați fără rol structural, dar care prin realizarea efectivă acționează ca elemente structurale, afectează regularitatea pe verticala construcției (de exemplu, prin crearea unor niveluri slabe) și pe orizontală (prin crearea unei excentricități semnificative între centrul maselor și centrul de rigiditate);

(b) interacțiunile necontrolate ale structurii cu pereții de umplutură sau cu alte elemente de construcție (formarea de stâlpi scurți, de exemplu).

(3) Aspectele specifice care definesc calitativ comportarea seismică a elementelor de construcție nestructurale, echipamentelor și instalațiilor din clădiri sunt prezentate în Anexa E.

5.2.3. Condiții privind planșeele

(1) Se stabilește măsura în care planșeele își îndeplinesc rolul structural de diafragmă prin transferul în condiții de siguranță a încărcărilor seismice orizontale la subsistemele structurale verticale și între acestea.

(2) Comportarea planșeelor este optimă în condițiile în care acestea sunt realizate ca diafragme rigide și rezistente pentru forțe aplicate în planul lor.

Notă: Această condiție este îndeplinită la nivel optim de planșeele de beton armat monolit.

(3) În cazul structurilor cu pereți, planșeul trebuie să asigure rezemarea laterală a pereților pentru încărcări normale pe planul median al acestora.

(4) În cazul planșeelor de oțel se verifică rolul structural de diafragmă orizontală în acord cu alcătuirea de detaliu a acestora.

(5) Se stabilesc efectele pe care discontinuitățile create de golurile de scară le produc asupra comportării structurii.

Notă: Astfel de efecte sunt: solicitarea de tip element scurt a stâlpilor, cauzate de interceptarea lor de către rampele scării și la alte cote decât la cotele planșeelor, sau întreruperea continuității centurilor.

(6) Pentru clădirile care au planșee fără rigiditate semnificativă în plan evaluarea calitativă și cantitativă la acțiunea seismică se face utilizând criteriile și procedeele specifice (a se vedea anexa D în cazul clădirilor cu pereți structurali din zidărie).

Notă: Astfel de planșee sunt: planșeele din grinzi și podină din lemn, planșeele cu grinzi metalice și bolțișoare de cărămidă, planșeele din prefabricate mici fără suprabetonare.

5.2.4. Condiții privind alcătuirea elementelor structurale

(1) Se verifică regulile de alcătuire corectă a structurilor și a elementelor structurale considerate individual și a legăturilor dintre acestea, astfel încât răspunsul seismic așteptat al construcției să fie unul favorabil.

(2) Condițiile de verificare, a căror complexitate depinde de tipul metodologiei de evaluare utilizată, se referă la alcătuirea corectă a elementelor sau ierarhizarea corectă a rezistențelor.

(3) Condițiile de rezistență pot fi apreciate doar aproximativ prin mijloacele evaluării calitative, evaluarea riguroasă a acestora fiind realizată prin calcul.

(4) Se va stabili dacă există o ierarhizare adecvată a rezistenței elementelor structurale, în măsură să asigure dezvoltarea unor mecanisme de disipare a energiei seismice favorabile, și dacă zonele critice sunt înzestrate cu suficientă capacitate de deformare în domeniul postelastic.

(5) Se vor identifica deficiențele de alcătuire care pot favoriza ruperea prematură de tip fragil a unor elemente sau fenomene de instabilitate.

5.2.5. Condiții privind infrastructura și terenul de fundare

(1) Se stabilește măsura în care, prin alcătuirea sa generală, sistemul fundațiilor posedă suficientă rigiditate și rezistență pentru a îndeplini în condiții optime rolul structural.

(2) Se identifică natura terenului de fundare și eventualele tasări diferențiale sau deformații remanente, produse de acțiunea cutremurelor sau de alte cauze, precum și

efectele acestora, manifestate sau potențiale, asupra elementelor structurii, inclusiv a fundațiilor.

(3) La examinarea sistemului fundațiilor (infrastructurii) se vor verifica și condițiile de alcătuire prevăzute în NP 112.

(4) Se identifică eventualele efecte ale prezenței apei subterane deasupra cotei de fundare asupra comportării și durabilității fundațiilor și elementelor structurale adiacente.

(5) Prevederi privind evaluarea sistemului de fundații sunt date în capitolul 7.

5.3. Degradarea clădirii

(1) Evaluarea trebuie să stabilească dacă integritatea materialelor din care este realizată structura a fost afectată pe durata de exploatare a clădirii și, dacă este cazul, măsura degradării. La inspectarea construcției trebuie să se aibă în vedere că degradările pot fi ascunse sub finisaje.

(2) Evaluarea va conduce la identificarea cauzelor degradării materialelor:

- (a) ca efect al cutremurelor anterioare;
- (b) ca efect al tasării terenului de fundare;
- (c) ca efect al altor deformații impuse: acțiunea variațiilor de temperatură, contracția și curgerea lentă a betonului;
- (d) ca efect al agenților de mediu sau al agenților tehnologici, în special al apei pure sau încărcate cu substanțe agresive de diferite naturi;
- (e) ca efect al unei execuții defectuoase;
- (f) ca efect al incendiilor sau exploziilor.

(3) Examinarea stării elementelor și materialelor va fi înregistrată într-un relevu de degradări detaliat (în plan și elevații) pentru a stabili efectele asupra siguranței de ansamblu a structurii.

(4) În cazul elementelor de beton armat se urmăresc:

- (a) calitatea slabă a betonului și/sau degradarea lui fizică sau chimică;
- (b) zonele cu defecte de execuție care afectează rezistența materialelor și a elementelor structurale;
- (c) existența și gradul de coroziune a armăturilor de oțel;
- (d) starea aderenței între beton și armături;
- (e) deformațiile remanente semnificative și fisurile din elementele structurale cu diverse configurații și direcții.

Notă: Se urmăresc, în special, fisurile deschise peste 0,5 mm. În cazul pereților structurali se vor examina cu prioritate fisurile înclinate, mai ales cele în “x”. În cazul stâlpilor și grinzilor vor fi urmărite situațiile cu cedare potențială cu caracter neductil și efectele interacțiunii cu pereții de compartimentare și de închidere.

(5) În cazul elementelor de oțel se urmăresc:

- (a) rugina, coroziunea sau alte degradări ale oțelului (de exemplu fisuri de oboseală);

- (b) deformațiile remanente rezultate din comportarea postelastică sau din pierderea stabilității (flambaj, voalare);
 - (c) starea elementelor de îmbinare: suduri, șuruburi, nituri;
- (6) În cazul elementelor de lemn se urmăresc:
- (a) degradarea lemnului prin putrezire sau ca efect al acțiunii unor microorganisme;
 - (b) despicarea lemnului ca urmare a unor suprasolicitări locale;
 - (c) starea de fixare a cuielor și a altor elemente de prindere.
- (7) Lista condițiilor de verificare pentru structuri din beton, structuri din oțel și din zidărie sunt detaliate în anexele la prezentul cod (B, C și D) în funcție de tipul structurii și natura materialului structural.
- (8) În cazul construcțiilor din zidărie, informațiile specifice necesare pentru evaluarea seismică sunt date în anexa D.
- (9) În cazul elementelor nestructurale informațiile specifice necesare pentru evaluarea seismică sunt detaliate în anexa E.

6. Evaluarea cantitativă

6.1. Generalități

(1) Acest capitol se referă la evaluarea cantitativă a structurilor clădirilor existente. Evaluarea componentelor nestructurale se face conform prevederilor Anexei E.

(2) Prin evaluarea cantitativă se verifică numeric dacă clădirile existente satisfac cerințele fundamentale descrise la 3.1.

(3) Pentru evaluarea cantitativă se vor utiliza metodele generale de calcul indicate în P100-1 împreună cu prevederile suplimentare date în P100-3 specifice procesului de evaluare.

(4) Reprezentarea acțiunii seismice pentru evaluarea structurilor și componentelor nestructurale se face conform prevederilor P100-1 și Anexei A la P100-3.

(5) Valorile factorilor de comportare, q , se aleg conform P100-3, după caz, în funcție de tipul metodologiei de evaluare utilizată. Valorile maxim admise ale factorilor de comportare, q , sunt date în Anexele B, C și D corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

(6) În cazul clădirilor care nu respectă condițiile de regularitate prevăzute la 5.2.1.3 și 5.2.1.4 se utilizează metodologii de calcul mai complexe sau, în cazul utilizării metodei forțelor laterale statice echivalente sau a metodei de calcul modal cu spectre de răspuns, se reduc valorile factorilor de comportare, q , față de valorile maxim admise.

(7) Modul de verificare a elementelor structurale este diferit pentru elementele cu comportare ductilă sau neductilă.

(8) Verificarea elementelor ductile se face în termeni de deformații sau în termeni de rezistență, în funcție de tipul metodei de calcul.

(9) Verificarea elementelor neductile se face în termeni de rezistență.

(10) Valorile medii ale proprietăților mecanice ale materialelor din lucrare se obțin din documentația tehnică de proiectare originală, rapoartele originale privind calitatea lucrărilor de construire, din încercări in-situ și din alte surse, conform prevederilor 4.2.

(11) Pentru evaluarea cantitativă, în cazul elementelor cu cedare ductilă valorile de proiectare ale rezistențelor se obțin prin împărțirea valorilor medii ale rezistențelor determinate conform (10) la factorii de încredere definiți la 4.4.

Notă: Valorile atribuite factorilor parțiali de siguranță pentru beton, oțel, zidărie sau alte materiale sunt stabilite prin codurile de proiectare specifice structurilor realizate din aceste materiale.

(12) Pentru evaluarea cantitativă, în cazul elementelor cu cedare neductilă valorile de proiectare ale rezistențelor se obțin prin împărțirea valorilor medii ale rezistențelor determinate conform (10) la factorii de încredere definiți la 4.4 și la factorii parțiali de siguranță ai materialelor.

(13) Evaluarea cantitativă a structurilor de zidărie se realizează conform prevederilor din anexa D.

(14) Pentru materialele utilizate la realizarea lucrărilor de intervenție, nou adăugate, se folosesc valorile de proiectare ale proprietăților acestora definite conform P100-1.

6.1.1. Starea Limită Ultimă

- (1) Cerințele fundamentale ale verificării la Starea Limită Ultimă se stabilesc conform prevederilor capitolului 3.
- (2) Acțiunea seismică relevantă pentru verificări la Starea Limită Ultimă se stabilește în acord cu prevederile capitolului 3 și Anexei A.
- (3) Valorile așteptate ale eforturilor sau deformațiilor elementelor structurale se determină prin calcul structural, conform P100-1, în acord cu prevederile specifice pentru fiecare metodologie de calcul din P100-3.
- (4) Capacitatea de rezistență a elementelor structurale se determină conform prevederilor Anexele B și C, corespunzătoare structurilor realizate din diferite materiale.
- (5) Valoarea limită a deplasărilor relative de nivel pentru verificări la Starea Limită Ultimă se alege conform prevederilor P100-1.
- (6) Capacitatea de deformare a elementelor structurale se determină conform prevederilor Anexele B și C, corespunzătoare structurilor realizate din diferite materiale.

6.1.2. Starea Limită de Serviciu

- (1) Cerințele fundamentale ale verificării la Starea Limită de Serviciu se stabilesc conform prevederilor capitolului 3.
- (2) Acțiunea seismică relevantă pentru verificări la Starea Limită de Serviciu se stabilește în acord cu prevederile capitolului 3 și Anexei A.
- (3) Valorile așteptate ale eforturilor și deformațiilor se determină prin calcul structural distinct de cel efectuat pentru Starea Limită Ultimă, utilizând valorile de proiectare ale acțiunii seismice stabilite conform (2).
- (4) Verificările la Starea Limită de Serviciu se fac în termeni de deplasare, prin limitarea deplasărilor relative de nivel conform prevederilor P100-1 pentru această stare limită.
- (5) Verificările la Starea Limită de Serviciu se pot face suplimentar și în termeni de rezistență pentru a se observa dacă structura răspunde neliniar la acțiunea cutremurului de serviciu.
- (6) În cazul utilizării metodelor de calcul neliniar, verificările la SLS se pot face și în termeni de rotații ale elementelor structurale, în acord cu cerințele fundamentale pentru această stare limită.

6.2. Acțiunea seismică și combinațiile de încărcări

- (1) Reprezentarea acțiunii seismice pentru evaluarea prin calcul a clădirilor existente se face conform prevederilor P100-1.
- (2) Pentru calculul structural la cele două stări limită se folosește spectrul de răspuns elastic al accelerațiilor absolute sau, după caz, spectrul de proiectare prevăzute de P100-1 scalate corespunzător în funcție de intervalele medii de recurență selectate. Modalitatea și factorii de scalare sunt prevăzuți în Anexa A.

(3) Acțiunea seismică de proiectare se combină cu alte acțiuni permanente și variabile, conform CR 0.

6.3. Modelarea structurii

- (1) Se aplică prevederile P 100-1 privind modelarea comportării structurale.
- (2) Modelarea pentru calcul a structurii se realizează pe baza informațiilor obținute în conformitate cu prevederile capitolului 4.
- (3) Modelul de calcul permite determinarea efectelor acțiunilor în toate elementele structurii pentru toate combinațiile relevante de încărcări.

6.4. Metode de calcul

- (1) Se aplică prevederile P100-1 privind metodele de calcul structural.
- (2) Efectele acțiunii seismice pot fi evaluate printr-una din următoarele metode:
 - (a) calculul la forță laterală static echivalentă;
 - (b) calculul modal cu spectre de răspuns;
 - (c) calculul static neliniar;
 - (d) calculul dinamic neliniar.
- (3) În cazul utilizării metodei forțelor laterale statice echivalente sau a metodei de calcul modal cu spectre de răspuns, spectrul de proiectare se determină utilizând un factor de comportare q ales în conformitate 6.1, (5) și (6).
- (4) Combinarea efectelor componentelor acțiunii seismice se face pe baza prevederilor din P100-1.

6.5. Verificări ale elementelor structurale

- (1) Verificările elementelor structurale constau în verificarea condiției ca cerința seismică să fie mai mică, la limita egală, cu capacitatea elementului.
- (2) Verificarea se face în termeni de rezistență sau deformații, în funcție de tipul metodei de calcul și modul de cedare a elementului.
- (3) Modul concret de realizare a verificărilor se indică pentru fiecare din metodologiile prevăzute în prezentul cod la 6.6, 6.7 și 6.8.

6.6. Metodologia de nivel 1 – evaluare prin calcul

- (1) Evaluarea efectelor acțiunii seismice de proiectare (eforturi și deformații) se face considerând structura încărcată cu forța laterală echivalentă (conform P100-1), utilizând procedee simplificate de calcul pentru determinarea perioadelor de vibrație proprii, determinarea eforturilor, distribuția forțelor între elementele verticale ale structurii etc.
- (2) Se fac verificări numai la Starea Limită Ultimă.
- (3) Forța tăietoare de bază, corespunzătoare modului propriu fundamental de vibrație, pentru fiecare direcție orizontală principală considerată în calculul clădirii, se determină conform prevederilor privind metoda forțelor laterale statice echivalente din P100-1.

(4) Valorile maxime ale factorilor de comportare q sunt date în Anexele B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

(5) Perioada fundamentală de vibrație a clădirii în direcția considerată T_1 , necesară pentru stabilirea valorii spectrale S_d , se poate calcula cu expresia:

$$T_1 = k_T \cdot H^{3/4} \quad (6.1)$$

în care:

H înălțimea clădirii măsurată deasupra cotei teoretice de încastrare (în metri)

k_T coeficient care are valorile:

- 0,070 pentru structuri în cadre de beton armat
- 0,045 pentru structuri cu pereți de beton armat și pereți de zidărie
- 0,110 pentru structuri din oțel în cadre necontravântuite
- 0,075 pentru structuri din oțel în cadre contravântuite excentric
- 0,050 pentru structuri din oțel în cadre contravântuite centric

(6) În cazul clădirilor cu structura din cadre de beton armat cu până la 10 niveluri supraterane, pentru evaluarea aproximativă a perioadei fundamentale se poate utiliza, alternativ, relația:

$$T_1 = 0,1n \quad (6.2)$$

în care n este numărul de niveluri deasupra cotei teoretice de încastrare.

(7) Valorile medii ale eforturilor unitare normale în elementele verticale ale structurii, produse de încărcările gravitaționale, se determină pe baza ariilor aferente de planșeu utilizând valorile factorizate ale acțiunilor gravitaționale din combinația seismică de proiectare, stabilite conform CR 0.

(8) Pentru stâlpii marginali se evaluează componenta forței axiale cauzată de forța seismică orizontală. Valoarea acesteia se determină pe baza valorilor estimate ale forțelor tăietoare de la extremitățile grinzilor adiacente elementului vertical considerat.

(9) Valorile medii ale eforturilor unitare tangențiale, v_m în elementele verticale ale structurii, stâlpi sau pereți, la nivelul situat imediat deasupra cotei teoretice de încastrare, se determină cu relația aproximativă:

$$v_m = \frac{F_b}{A_c} \quad (6.3)$$

în care A_c este suma ariilor pereților dispuși în direcția în care se face calculul sau suma ariilor secțiunilor de stâlpi ai cadrelor orientate pe direcția în care se face calculul. În cazul stâlpilor din oțel se consideră numai aria pereților secțiunii al căror plan median este aliniat cu direcția pentru care se face calculul.

(10) Valorile eforturilor normale unitare din stâlpi și ale eforturilor unitare tangențiale din toate elementele structurale verticale ale construcției se compară cu valorile considerate admisibile pentru structurile din diferite materiale. Valorile admisibile sunt date în lista de condiții pe care trebuie să le respecte clădirea (a se vedea anexele B și C).

(11) Estimarea nivelului de siguranță al elementelor orizontale se face în special prin procedeele evaluării calitative.

Notă: Dacă, în vederea obținerii unor informații mai complete, se dorește și o evaluare prin calcul a grinzilor, se determină aproximativ capacitatea de rezistență a acestora și se compară cu valorile eforturilor din încărcările verticale stabilite pe scheme statice simplificate. Compararea între aceste valori și valorile eforturilor capabile evidențiază dacă aceste elemente au rezerve și pentru preluarea unor acțiuni laterale.

(12) În situația în care verificările de rezistență nu sunt satisfăcute se recomandă aplicarea unei metodologii de nivel superior, dacă prin aceasta este posibil să se încadreze construcția într-o clasă cu risc mai redus. În general, dacă sunt necesare, măsurile de intervenție nu se bazează pe rezultatele metodologiei de nivel 1. Fac excepție clădirile indicate la 2.3.1(3).

6.7. Metodologia de nivel 2 – evaluare prin calcul

- (1) Se realizează verificări la Starea Limită Ultimă și Starea Limită de Serviciu.
- (2) La Starea Limită Ultimă se verifică capacitatea de rezistență a elementelor și deplasările laterale de nivel.
- (3) La Starea Limită de Serviciu se verifică deplasările laterale de nivel.
- (4) Calculul structural se realizează utilizând una dintre următoarele metode pentru proiectarea curentă prevăzute de P100-1:
 - (a) metoda forțelor seismice statice echivalente;
 - (b) metoda de calcul modal cu spectre de răspuns.
- (5) În calculul structural se consideră spectrele de răspuns elastic al accelerațiilor absolute, cu ordonatele reduse printr-un factor de comportare q , care caracterizează structura în ansamblu.
- (6) Valorile maxime ale factorului de comportare q sunt prevăzute în Anexele B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.
- (7) Factorii de comportare utilizați în calcul pot fi mai mari cu până la 30% față de valorile maxime indicate la (6), în cazul în care se dispune de date suficiente și credibile privind detaliile de alcătuire și redundanța clădirii și acestea permit considerarea unor valori superioare celor maxime indicate.
- (8) Distribuția pe verticală a forțelor seismice orizontale, în cazul utilizării metodei forțelor statice echivalente, efectele torsiunii de ansamblu, efectele fisurării asupra elementelor cu rigiditate degradabilă prin fisurare se cuantifică conform prevederilor P100-1.
- (9) Determinarea valorilor deplasărilor la Starea Limită de Ultimă se face în acord cu prevederile P100-1. Factorul de amplificare a deplasărilor c se stabilește în acord cu prevederile Anexelor B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.
- (10) Determinarea valorilor deplasărilor la Starea Limită de Serviciu se face în acord cu prevederile P100-1. Factorul de reducere care ține seama de intervalul de recurență mai redus al acțiunii seismice, v , se stabilește conform prevederilor Anexelor B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.
- (11) Verificarea rezistenței elementelor se realizează cu relația:

$$E_d \leq R_d \quad (6.4)$$

unde R_d este valoarea efortului capabil

(12) Valoarea de proiectare a efortului capabil, R_d , se determină pe baza prevederilor Anexelor B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

(13) Valorile de proiectare a efortului capabil, R_d , pentru elemente se calculează utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor determinate conform 6.1, (11) și (12).

(14) Prin excepție de la (6), (9), (9), (10), (12) și (13), în cazul în cazul clădirilor realizate până la intrarea în vigoare a acestui cod, dacă structura îndeplinește toate prevederile de conformare generală și de alcătuire de detaliu date în P100-1 și materialele utilizate la realizarea structurii sunt în acord cu prevederile din P100-1, în aplicarea metodologie de nivel 2 se pot considera următoarele prevederi:

- (a) se consideră valorile maxime ale factorului de comportare, în funcție de materialul structural și tipul structurii, date în P100-1;
- (b) se consideră valorile rezistențelor de proiectare stabilite conform P100-1 reduse cu factorul de încredere determinat conform 4.4;
- (c) se determină valorile de proiectare ale capacităților de rezistență și valorile admisibile ale deplasărilor relative de nivel în acord cu prevederile P100-1.

6.8. Metodologia de nivel 3 – evaluare prin calcul

(15) Calculul structural se realizează pe baza prevederilor P100-1, cu considerarea prevederilor suplimentare date în acest capitol, utilizând următoarele metode de calcul:

- (a) metoda de calcul static neliniar;
- (b) metoda de calcul dinamic neliniar.

(16) Metoda de calcul static neliniar este indicată în cazul structurilor la care contribuția modurilor superioare de vibrație la comportarea în regim dinamic este mai puțin importantă. În cazul structurilor la care se așteaptă amplificări dinamice majore ale deplasărilor la anumite niveluri se recomandă utilizarea metodei de calcul dinamic neliniar.

(17) Se realizează verificări la Starea Limită Ultimă și Starea Limită de Serviciu.

(18) La Starea Limită Ultimă se verifică:

- (a) deplasările relative de nivel ale structurii;
- (b) capacitatea de rezistență a elementelor cu cedare neductilă;
- (c) capacitatea de deformare a elementelor cu cedare ductilă.

(19) Pentru verificările la Starea Limită Ultimă, deplasările relative de nivel ale structurii, eforturile și deformațiile elementelor structurale se determină la cerința de deplasare corespunzătoare acțiunii seismice asociate acestei stări limită.

(20) La Starea Limită de Serviciu se verifică deplasările relative de nivel.

(21) La Starea Limită de Serviciu se pot verifica și deformațiile elementelor structurale, în acord cu cerințele fundamentale pentru această stare limită, la decizia expertului.

(22) Pentru verificările la Starea Limită Serviciu, deplasările relative ale structurii se determină la cerința de deplasare corespunzătoare acțiunii seismice asociate acestei stări limită.

(23) Pentru determinarea cerinței de deplasare ale sistemului SDOF echivalent la Starea Limită de Serviciu și Starea Limită Ultimă se utilizează spectre de răspuns neliniar, exprimate în deplasări. La calculul spectrelor de răspuns neliniar se utilizează modele histeretice de comportare adecvate materialului structural.

Notă: Întrucât structurile existente pot prezenta deficit de rezistență în raport cu cerințele seismice pentru structuri noi, mobilizarea unui mecanism de plastificare la cutremurul asociat Stării Limită de Serviciu are probabilitate înaltă.

(24) În calculul static neliniar este recomandată încărcarea structurii până la obținerea unei deplasări la vârf egale cu 150% din valoarea cerinței de deplasare corespunzătoare Stării Limită Ultime pentru a identifica eventualele mecanisme de rupere și deficiențe structurale.

(25) Valorile rotirilor plastice capabile se determină conform prevederilor Anexelor B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

(26) Valoarea de proiectare a efortului capabil, R_d , se determină pe baza prevederilor Anexelor B și C, corespunzătoare structurilor din diferite materiale.

(27) Valorile de proiectare a efortului capabil, R_d , pentru elemente se calculează utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor determinate conform 6.1, (11) și (12).

7. Evaluarea fundațiilor și terenului de fundare

7.1. Generalități

(1) Acest capitol cuprinde prevederi privind evaluarea seismică a sistemului de fundații al clădirii și a terenului de fundare.

(2) Evaluarea calitativă și cantitativă a fundațiilor trebuie să evidențieze măsura în care este îndeplinit rolul lor în ansamblul structural și situațiile în care fundațiile și, după caz, substructura clădiri constituie veriga slabă în traseul încărcărilor aplicate structurii către terenul de fundare.

(3) Pentru evaluarea seismică a fundațiilor și terenului de fundare se vor realiza investigații geotehnice ale terenului din amplasament, prin mijloacele cercetării geotehnice.

(4) Prin excepție de la prevederile (3), la clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur III și IV, prin decizia expertului tehnic, se pot utiliza date din documentația tehnică inițială a construcției, dacă aceasta conține date relevante și suficiente referitoare la teren sau investigații geotehnice întocmite pentru terenuri din vecinătatea amplasamentului, cu acordul elaboratoarelor acestora.

(5) Prin investigațiile geotehnice se va stabili măsura în care terenul de fundare este sensibil la acțiuni seismice și poate reprezenta factorul decisiv al unei degradări parțiale sau totale a clădirii (teren lichifiabil, teren în pantă, orizonturi necoezive afânate etc.).

(6) Pentru recomandarea unor lucrări de intervenție asupra fundațiilor sau terenului de fundare este necesară efectuarea de investigații geotehnice în amplasament.

(7) Pentru proiectarea lucrărilor de intervenție este necesară realizarea de investigații geotehnice ale terenului în amplasament.

(8) La evaluarea seismică a sistemului de fundare a unei clădiri care nu a fost proiectată pentru acțiuni seismice vor fi verificate următoarele aspecte:

- (a) insuficiența bazei de rezemare, cu risc de rotire excesivă și răsturnare;
- (b) depășirea presiunilor acceptabile pe teren;
- (c) incapacitatea de a prelua întinderile (tendențele de ridicare), atât la fundații directe de suprafață, cât și la fundații de adâncime (piloți, barete).

(9) Indicatorii de îndeplinire a cerințelor seismice definiți la capitolul 8 vor ține seama de ponderea diferitelor categorii de deficiențe și a efectului acestora asupra calității răspunsului seismic al ansamblului.

7.2. Investigații geotehnice

(1) La clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur III și IV, necesitatea și metodele de investigare geotehnică necesare pentru stabilirea caracteristicilor terenului sunt stabilite de către expertul tehnic.

(2) La clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur I și II, metodele de investigare geotehnică necesare pentru stabilirea caracteristicilor terenului sunt stabilite de către expertul tehnic împreună cu un specialist în geotehnică.

(3) Prin excepție de la (2), la decizia expertului tehnic, în cazul în care pentru terenul din amplasamentul clădirii se dispune de un studiu geotehnic elaborat ulterior intrării în vigoare a NP 074/2013, acesta poate fi utilizat la evaluarea seismică a clădirii.

(4) Investigarea terenului de fundare se efectuează cu metode corespunzătoare cercetării geotehnice, cu respectarea prevederilor normativului NP 074 și a standardului SR EN 1997-2. Amploarea investigării se stabilește ținând seama de categoria geotehnică a lucrării.

(5) Comportarea la acțiuni seismice a terenului de fundare (lichefiabilitate, stabilitate, deformații excesive, reduceri ale rezistenței la forfecare etc.) va fi evaluată conform cerințelor SR EN 1998-5.

(6) La construcții fundate pe piloți se pot efectua încercări nedistructive în vederea stabilirii integrității piloților de tipul testelor dinamice. În vederea stabilirii capacității portante și a comportării sub solicitări se pot executa încărcări statice de probă cu respectarea prevederilor normativului NP 045.

(7) În afara lucrărilor de foraje sau de sondaje deschise, cu prelevare de probe în vederea încercărilor de laborator geotehnic, se pot utiliza una sau mai multe încercări pe teren, precum:

- (a) încercarea de încărcare cu placa;
- (b) încercarea de penetrare standard;
- (c) încercarea de penetrare cu con sau cu piezocon;
- (d) încercarea de penetrare dinamică;
- (e) încercarea cu dilatometrul plat.

(8) În vederea determinării parametrilor dinamici ai terenului și a vitezei de propagare a undelor seismice de forfecare v_s se pot utiliza încercări de teren seismice de tip:

- (a) downhole;
- (b) crosshole;
- (c) penetrare cu conul seismic;
- (d) dilatometru seismic plat.

(9) Atunci când se urmărește determinarea condițiilor geotehnice la adâncime se vor utiliza încercările de penetrare, după caz.

7.3. Calculul infrastructurii și modelul de calcul

(1) Calculul eforturilor și deformațiilor în elementele infrastructurii și calculul tasărilor terenului se face utilizând un model de calcul adecvat și o modelare realistă a proprietăților de deformare (rigiditate) ale terenului.

(2) În vederea stabilirii modelului de calcul se respectă prevederile documentelor normative P100-1, NP 112 sau NP 123, după caz, și ale standardului SR EN 1997-1.

(3) Tipul modelului de calcul este stabilit de către expertul tehnic.

(4) În calculul la acțiunea seismică trebuie considerate valori ale rigidității terenului adecvate pentru condițiile acțiunii de scurtă durată și a vitezei mari de încărcare a cutremurului.

(5) Pentru clădirile din clasele de importanță și expunere la cutremur I și II parametrii caracteristici de interacțiune teren – structură sunt stabiliți de către un specialist în geotehnică.

(6) Se recomandă utilizarea în calcule a mai multor valori ale caracteristicilor de deformație ale terenului dintr-un domeniu posibil și probabil de variație, dată fiind sensibilitatea calculului de interacțiune teren-structură în raport cu caracteristicile de rigiditate ale modelului.

(7) În calculul seismic al structurii și infrastructurii, în funcție de tipul acestora și de importanța clădirii, pot fi abordate următoarele modele:

(a) în cazul clădirilor fără subsol, modelul de calcul se fixează la nivelul marginii superioare a fundațiilor. Calculul fundațiilor se face prin izolarea lor și aplicarea forțelor de legătură cu suprastructura. În cazul fundațiilor izolate și a sistemelor de grinzi de fundații modelarea uzuală presupune adoptarea ipotezei de corp rigid și a unei distribuții liniare a presiunilor pe teren;

(b) în cazul radierelor, modelul recomandat al fundației este de tip placă rezemată pe resoarte caracterizate de proprietățile idealizate de deformare ale terenului;

(c) în cazul clădirilor cu subsoluri se pot alege mai multe tipuri de modele, cu niveluri de complexitate diferite, ținându-se cont sau nu de interacțiunea cu terenul de sub fundație și, eventual, cu terenul din jurul infrastructurii. În cazul adoptării unor modele simplificate rezultatele vor fi interpretate ținând seama de limitele modelului.

(8) Verificarea infrastructurii trebuie făcută atât în termenii ce privesc cedarea terenului de fundare cât și în termenii cedării elementelor infrastructurii, în urma dezvoltării mecanismului de cedare al suprastructurii.

(9) Capacitatea structurală a sistemului de fundare trebuie verificată. Se vor verifica cu precădere următoarele aspecte:

(a) rigiditatea și rezistența fundațiilor izolate de mici dimensiuni necesare pentru preluarea forțelor seismice;

(b) stabilitatea fundațiilor de suprafață sub acțiunea forțelor laterale;

(c) capacitatea de rezistență la compresiune sau tracțiune a piloților pentru preluarea forțelor axiale generate de acțiunea seismică;

- (d) capacitatea portantă laterală a piloților pentru preluarea forțelor orizontale generate de acțiunea seismică;
- (e) capacitatea structurală a radierului pentru solidarizarea piloților.

7.4. Măsuri de intervenție

- (1) În urma evaluării seismice a clădiri pot fi stabilite, după caz, măsuri de intervenție asupra sistemului de fundare în ansamblu. Acestea pot fi aplicate fundațiilor propriu-zise, terenului de fundare sau ambelor.
- (2) Intervențiile asupra sistemului de fundare pot avea ca scop: mărirea capacității structurale a fundației prin operații de cămășuire, mărirea capacității portante din punct de vedere geotehnic a fundației prin subzidire sau prin îmbunătățirea proprietăților terenului.
- (3) Pentru construcțiile din clasele de importanță și expunere la cutremur I și II, la stabilirea măsurilor de intervenție asupra sistemului de fundare este necesară colaborarea cu un specialist în geotehnică.

8. Concluziile evaluării

8.1. Stabilirea clasei de risc seismic

(1) Evaluarea susceptibilității de avariere la cutremur și încadrarea în clasele de risc seismic se face pe baza a trei categorii de condiții care fac obiectul investigațiilor și analizelor efectuate în cadrul evaluării:

- (a) condițiile privind alcătuirea clădirii referitoare la îndeplinirea regulilor de conformare structurală, de alcătuire a elementelor structurale și a regulilor constructive pentru structuri care preiau efectul acțiunii seismice;
- (b) condiții privind degradările structurale produse în trecut de acțiunea seismică și de alte cauze;
- (c) condiții privind capacitatea seismică a structurii și componentelor nestructurale, exprimată, după caz, în termeni de rezistență sau deplasări;

(2) Măsura în care cele trei categorii de condiții sunt îndeplinite este cuantificată prin intermediul a trei indicatori:

- (a) gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică, R_1 ;
- (b) gradul de afectare structurală, R_2 ;
- (c) gradul de asigurare seismică, notat cu R_3 . Acest indicator se determină pentru starea limită ultimă.

(3) Valorile celor trei indicatori se asociază cu o anumită clasă de risc conform 8.1.1, 8.1.2 și 8.1.3.

(4) Expertul tehnic decide încadrarea clădirii într-o anumită clasă de risc seismic pe baza valorilor celor trei indicatori, claselor de risc seismic asociate și a unei analize complexe și cuprinzătoare a ansamblului condițiilor de diferite naturi.

Notă: Valorile celor trei indicatori, măsuri ale comportării seismice așteptate a clădirii, sunt orientative în decizia expertului tehnic în stabilirea concluziei finale privind răspunsul seismic așteptat, susceptibilitatea avarierii la acțiuni seismice, încadrarea clădirii într-o anumită clasă de risc seismic și, după caz, în stabilirea deciziei de intervenție.

(5) Expertul tehnic analizează relevanța fiecărui indicator pentru evaluarea seismică a clădirii.

(6) Clasa de risc seismic a clădirii este clasa minimă asociată celor trei indicatori R_1 , R_2 și R_3 .

(7) Prin excepție de la (6), atunci când expertul tehnic apreciază că unul dintre indicatorii R_2 sau R_3 are relevanță redusă în cazul clădirii evaluate, clasa de risc seismic a clădirii este clasa minimă asociată celorlalți doi indicatori.

(8) Expertul tehnic identifică elementele vitale pentru siguranța structurală la seism care prezintă deficiențe majore și capacitate insuficientă față de cerințele corespunzătoare stărilor limită selectate și estimează ponderea acestora în ansamblul structurii și marja de siguranță.

Notă : Evaluările efectuate au scopul de a identifica verigile slabe ale sistemului structural și deficiențele semnificative ale elementelor nestructurale. Aceste deficiențe trebuie ierarhizate din punctul de vedere al efectelor potențiale asupra stabilității structurii în cazul atacului unui cutremur puternic și al riscului de pierdere a vieții oamenilor și de vătămare a acestora, sau a pagubelor materiale.

(9) Expertul tehnic identifică mecanismul de cedare probabil al structurii ca bază pentru aprecierea corectă a răspunsului seismic așteptat al clădirii și pentru alegerea potrivită a soluției de intervenție.

(10) Semnificația gradului de afectare structurală R_2 trebuie apreciată în funcție de vârsta clădirii, intensitatea mișcărilor seismice care au afectat-o în trecut prin comparație cu cerințele seismice corespunzătoare stării limită ultimă și factorii naturali și antropici care au putut cauza degradări ale clădiri în trecut.

(11) Gradul de asigurare seismică R_3 este mai semnificativ în cazul clădirilor proiectate pe baza unor documente normative pentru proiectare la cutremur, al căror răspuns la acțiuni seismice poate fi descris prin modelele curențe de calcul cu un grad de încredere mai mare.

(12) În cazul clădirilor vechi, realizate înainte de 1963, identificarea aproximativă a mecanismului de cedare, cu grad de încredere acceptabil, nu este întotdeauna posibilă. În acest caz, evaluarea corectă a susceptibilității de avariere seismică a clădirii trebuie să se bazeze pe o analiză cuprinzătoare și pe o judecată inginerască a tuturor condițiilor de alcătuire, a corelației între efectele acestora, operații care necesită competență înaltă și experiență deosebită.

Notă : Motivele sunt: absența unei structuri bine definite pentru preluarea forțelor laterale, lipsa datelor care să permită evaluarea comportării structurii în domeniul postelastice (de exemplu, la clădirile de beton armat, datele referitoare la lungimile de ancorare și înădărire ale armăturilor, la armarea transversală în zonele critice), riscul necontrolabil al unor ruperi neductile prin acțiunea forței tăietoare etc.

8.1.1. Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică

(1) Valoarea gradului de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismic, R_1 , se stabilește pe baza punctajului atribuit fiecărei categorii de condiții de alcătuire, din anexa corespunzătoare tipul de material structural, în funcție de nivelul metodologiei de evaluare.

(2) Valoarea de $R_1=100$ corespunde unei construcții care îndeplinește integral toate categoriile de condiții de alcătuire.

(3) Clasa de risc asociată indicatorului R_1 se stabilește astfel:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| (a) Clasa de risc seismic I, dacă | $R_1 < 30$; |
| (b) Clasa de risc seismic II, dacă | $30 \leq R_1 < 60$; |
| (c) Clasa de risc seismic III, dacă | $60 \leq R_1 < 90$; |
| (d) Clasa de risc seismic IV, dacă | $90 \leq R_1 < 100$. |

8.1.2. Gradul de afectare structurală

(1) Valoarea gradului de afectare structurală, R_2 , se stabilește pe baza punctajului atribuit fiecărei categorii de condiții privind evaluarea stării de degradare a elementelor structurale dat în lista specifică din anexa corespunzătoare materialului structural utilizat.

(2) Valoarea de $R_2=100$ corespunde unei construcții neafectată de degradări seismice sau de altă natură.

(3) Clasa de risc asociată indicatorului R_2 se stabilește astfel:

- (a) Clasa de risc seismic I, dacă $R_2 < 50$;
- (b) Clasa de risc seismic II, dacă $50 \leq R_2 < 70$;
- (c) Clasa de risc seismic III, dacă $70 \leq R_2 < 90$;
- (d) Clasa de risc seismic IV, dacă $90 \leq R_2 < 100$.

8.1.3. Gradul de asigurare seismică

(1) Gradul de asigurare seismică, R_3 , evidențiază capacitatea de rezistență și de ductilitate a structurii, în ansamblu, capacitatea de rezistență și stabilitatea componentelor nestructurale, în raport cu cerințele seismice.

(2) Gradul de asigurare seismică, R_3 , se stabilește în funcție de gradul de asigurare determinat pentru structură și, după caz, de gradul minim de asigurare stabilit pentru componentele nestructurale.

(3) Modul de calcul pentru gradul de asigurare seismică pentru structură depinde de metodologia de evaluare cantitativă utilizată.

(4) Gradul de asigurare seismică pentru structură, R_3 , se determină distinct pentru fiecare direcție orizontală principală ortogonală considerată în evaluarea clădirii.

(5) Pentru clădirile cu pereți structurali din zidărie, gradul de asigurare seismică R_3 se stabilește conform prevederilor din anexa D.

(6) Clasa de risc asociată indicatorului $R_3(\%)$ se stabilește astfel:

- (a) Clasa de risc seismic I, dacă $R_3 < 30$;
- (b) Clasa de risc seismic II, dacă $30 \leq R_3 < 65$;
- (c) Clasa de risc seismic III, dacă $65 \leq R_3 < 90$;
- (d) Clasa de risc seismic IV, dacă $90 \leq R_3 < 100$.

8.1.3.1. Metodologia de nivel 1

(1) Pentru elementele verticale ale structurilor de tip cadru sau cu pereți structurali, gradul de asigurare seismică R_3 pentru structură se stabilește în termeni de rezistență, la nivelul situat imediat deasupra cotei teoretice de încastrare, astfel:

$$R_3 = \frac{v_{adm}}{v_m} \quad (8.1)$$

unde

v_m efortul unitar tangențial mediu calculat conform 6.6(9);

v_{adm} valoarea de referință admisibilă a efortului unitar tangențial în elementele verticale stabilită conform prevederilor anexelor B și C pentru elemente de beton armat și, respectiv, oțel.

(2) Pentru structurile din oțel contravântuite, gradul de asigurare seismică R_3 pentru structură se stabilește în termeni de rezistență, la nivelul situat imediat deasupra cotei teoretice de încastrare, astfel:

$$R_3 = \frac{\sum F_{adm}}{F_b} \quad (8.2)$$

unde

$\sum F_{adm}$ suma valorilor de proiectare ale proiecțiilor pe orizontală ale forțelor axiale capabile din diagonalele contravântuirilor verticale de la nivelul considerat

F_b forța tăietoare de bază calculată conform 6.6(3).

8.1.3.2. Metodologia de nivel 2

(1) Se determină valorile individuale ale indicatorului R_{3j} , pentru fiecare element structural j , astfel:

$$R_{3j} = \frac{R_{dj}}{E_{dj}} \quad (8.3)$$

unde

E_{dj} valoarea de proiectare a efortului secțional în elementul j , din combinația seismică de proiectare relevantă, determinată conform prevederilor 6.7

R_{dj} valoarea de proiectare a efortului secțional capabil al elementului j

(2) Se stabilește ponderea elementelor structurale cu cedare neductilă, cu precădere a elementelor verticale aflate în această situație, raportul între valorile de proiectare ale eforturilor capabile ale elementelor verticale și cele ale elementelor orizontale și se estimează mecanismul structural probabil de disipare a energiei seismice.

Notă: Aceste informații constituie elemente esențiale în estimarea siguranței seismice a structurii și pentru încadrarea construcției într-o anumită clasă de risc.

(3) Gradul de asigurare R_3 pentru structură se determină la nivelul situat deasupra cotei teoretice de încastrare și, după caz, la celelalte niveluri dacă acestea prezintă deficit de rigiditate sau rezistență comparativ cu nivelul de la bază.

(4) Gradul de asigurare R_3 pentru structură se determină la fiecare nivel considerat astfel:

$$R_3 = \frac{\sum V_{Rdi}}{\sum V_{Edi}} \quad (8.4)$$

unde

V_{Rdi} valoarea de proiectare a forței tăietoare asociate capacității de rezistență a elementului vertical i de la nivelul considerat sau, după caz, proiecția pe orizontală a valorii de proiectare a forței axiale capabile, în diagonalele contravântuirilor verticale. Pentru elementele care se

plastifică din încovoiere, cu sau fără forță axială, valoarea V_{Rdi} se consideră egală cu valoarea forței tăietoare din element asociată plastificării din încovoiere pe mecanismul de cedare considerat. Pentru elementele care cedează din forță tăietoare se consideră egală cu valoarea de proiectare a forței tăietoare capabile. Valoarea V_{Rdi} se limitează superior la forța tăietoare maximă care se poate mobiliza în elementul structural i în situația cedării altor elemente structurale sau a terenului de fundare;

V_{Edi} valoarea de proiectare a forței tăietoare în elementul i , rezultată din calculul structural în combinația de încărcare seismică relevantă.

(5) Prin excepție de la prevederile (4) în cazul clădirilor la care cedarea neductilă a unui element structural poate conduce la colapsul local al clădirii sub încărcări gravitaționale, gradul de asigurare seismică va fi egal cu indicatorul R_{3j} minim al elementelor verticale de la nivelul considerat:

$$R_3 = \min(R_{3j}) \quad (8.5)$$

unde R_{3j} se calculează conform (1).

(6) În cazul structurilor cu capacitate redusă de redistribuție a eforturilor între elementele structurale, în calculul gradului de asigurare R_3 conform (4) se ține seama de posibilitatea redusă de redistribuire a eforturilor. În acest caz, valorile V_{Rdj} în elementele cu surplus de rezistență vor fi limitate în funcție de posibilitățile reale ca aceste elemente să se încarce suplimentar prin redistribuirea eforturilor de la elementele cu deficit de rezistență și rigiditate, care pot ceda prematur.

8.1.3.3. Metodologia de nivel 3

(1) Gradul de asigurare seismică R_3 se determină în termeni de deplasare, cu expresia:

$$R_3 = \frac{d_u}{d_s} \quad (8.6)$$

d_s deplasarea laterală impusă structurii de acțiunea seismică, la nivelul considerat ca fiind caracteristic, de regulă la vârful construcției

d_u deplasarea laterală ultimă a clădirii, la același nivel, care corespunde depășirii capacității de rezistență sau deformare a oricărui element din ansamblul teren-structură-componente nestructurale, în acord cu cerințele Stării Limită Ultime.

8.2. Conținutul raportului de evaluare seismică

(1) Raportul de evaluare seismică conține o sinteză a procesului de evaluare, furnizând informații care fundamentează decizia de încadrare a construcției în clasa de risc seismic.

(2) Se descriu scopul expertizei tehnice, cerințele seismice și stările limită selectate pentru evaluarea seismică.

(3) Se enumerează documentele tehnice normative utilizate la efectuarea evaluării seismice.

(4) Se descriu activitățile desfășurate pentru întocmirea expertizei cum sunt : vizite la clădirea expertizată, discuții tehnice cu proprietarii sau utilizatorii clădirii, natura investigațiilor efectuate.

(5) Se include lista informațiilor colectate de către expert care au stat la baza evaluării seismice, cum sunt : proiectul inițial al clădirii, releveul clădirii, rapoarte precedente de expertiză tehnică, rapoarte de încercări pentru determinarea proprietăților mecanice al materialelor de construcție, studii geotehnice, rapoarte privind măsurarea vibrațiilor in-situ, măturii ale proprietarilor sau utilizatorilor clădirii.

(6) Se caracterizează amplasamentul prin informații generale care să descrie condițiile seismice ale amplasamentului, alte surse potențiale de hazard natural, terenul de fundare, adâncimea de fundare, nivelul hidrostatic al apei subterane etc.

(7) Se descrie clădirea prin informații referitoare la sistemul structural și la ansamblul elementelor nestructurale. Se vor face aprecieri globale, calitative, privind capacitatea sistemului structural de a rezista la acțiuni seismice. Se vor include date istorice referitoare la perioada construcției și nivelul reglementărilor de proiectare aplicate, dacă este cazul. Se vor descrie lucrările de intervenție efectuate până la data expertizei, după caz.

(8) Se prezintă nivelul de cunoaștere selectat și metodologia de evaluare.

(9) Se prezintă evaluarea calitativă a gradului de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică, R_1 .

(10) Se prezintă evaluarea calitativă a gradului de afectare structurală, R_2 .

(11) Se prezintă evaluarea cantitativă a gradului de asigurare seismică R_3 .

(12) Se prezintă sinteza evaluării, încadrarea clădirii în clasa de risc seismic, și concluziile evaluării. Se prezintă relevanța fiecărui indicator (R_1 , R_2 sau R_3) în evaluarea seismică a structurii, se motivează alegerea clasei de risc pentru clădire în raport cu clasele de risc asociate indicatorilor R_1 , R_2 și R_3 și cu alte condiții specifice clădirii evaluate.

(13) Se formulează, după caz, propuneri de intervenție. Se include fundamentarea propunerilor de intervenție prin calcul structural suficient de detaliat pentru acest scop.

(14) Conținutul cadru al expertizei tehnice pentru evaluarea seismică a clădirilor existente este:

1. Date privind expertiza tehnică
 - 1.1. Pagina de titluri și semnături
 - 1.2. Copie după actul de atestare al expertului tehnic
 - 1.3. Raportul sintetic
2. Raportul de evaluare
 - 2.1. Scopul expertizei
 - 2.2. Reglementări tehnice
 - 2.3. Activități desfășurate pentru întocmirea expertizei
 - 2.4. Date care au stat la baza expertizei tehnice

- 2.5. Caracterizarea amplasamentului
- 2.6. Descrierea clădirii
- 2.7. Nivelul de cunoaștere
- 2.8. Metodologia de evaluare
- 2.9. Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică R1
- 2.10. Gradul de afectare structurală R2
- 2.11. Gradul de asigurare structurală seismică R3
- 2.12. Verificări la starea limită de serviciu
- 2.13. Sinteza evaluării
- 2.14. Propuneri de intervenție
- 3. Concluzii
- Anexe

(15) Raportul de evaluare poate fi completat și cu alte informații, după caz.

(16) Anexele includ informații care au stat la baza expertizei cum sunt: releveul clădirii, breviarul fotografic, note de calcul, rapoarte de încercări sau măsurători, studiul geotehnic, releveul degradărilor structurale sau nestructurale etc.

(17) Raportul sintetic se întocmește conform modelului:

Denumirea lucrării											
Scopul expertizei:											
Data expertizei:											
Expert tehnic					Legitimație:						
Adresa:											
Categoria de importanță (HG 766/1997):											
Clasa de importanță și expunere la cutremur (P100-1):											
Anul construirii:			Funcțiunea clădiri:								
Înălțimea suprateană totală (m):			Număr de niveluri								
Suprafața construită (mp):			Suprafața desfășurată (mp):								
Sistemul structural:											
Componente nestructurale:											
Acțiunea seismică (probabilitate de depășire în 50 de ani)				SLS		SLU					
Verificarea la starea limită ultimă:											
Metodologia de evaluare prin calcul folosită (P100-3):						1	2	3			
Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică, R_1 :											
Gradul de afectare structurală, R_2 :											
Gradul de asigurare structurală seismică, R_3 :											
Clasa de risc seismic în care a fost încadrată construcția:						I	II	III	IV		
Descrierea clasei de risc seismic:											
Verificarea la starea limită de serviciu											
Concluzii:											
Necesitatea lucrărilor de intervenție:						Da	Nu				
Clasa de risc seismic după efectuarea lucrărilor de intervenție:						I	II	III	IV		

Anexa A Hazardul seismic

(1) Prevederile acestei anexe se aplică la evaluarea seismică a tuturor clădirilor, indiferent de tipul materialelor structurale.

(2) La proiectarea lucrărilor de intervenție având ca scop încadrarea în clasa de risc seismic RsIII se utilizează valorile accelerației terenului pentru proiectare având intervalul mediu de recurență de 100 de ani, pentru verificări la Starea Limită Ultimă, și de 30 de ani pentru verificări la Starea Limită de Serviciu.

(3) La proiectarea lucrărilor de intervenție având ca scop încadrarea în clasa de risc seismic RsIV se utilizează valorile accelerației terenului pentru proiectare având intervalul mediu de recurență de 225 de ani, pentru verificări la Starea Limită Ultimă, și de 40 de ani pentru verificări la Starea Limită de Serviciu.

Notă: Aceste intervale medii de recurență corespund cerințelor fundamentale pentru proiectarea seismică a clădirilor noi conform prevederilor P100-1.

(4) În cazul proiectării lucrărilor de intervenție pentru cerințe superioare celor fundamentale se pot utiliza valori ale accelerației terenului pentru proiectare având intervalul mediu de recurență de 475 de ani, pentru verificări la Starea Limită Ultimă, și de 100 de ani pentru verificări la Starea Limită de Serviciu.

Notă: Aceste intervale medii de recurență corespund cerințelor fundamentale pentru proiectarea seismică a clădirilor noi recomandate de standardul european EN 1998-1.

(5) Valorile de vârf ale accelerației seismice orizontale corespunzătoare intervalelor medii de recurență prevăzute la (2), (3) și (4) se determină pe baza valorilor a_g stabilite conform zonării prevăzută de P100-1, pentru intervalul mediu de recurență de 225 de ani, prin multiplicare cu factorii de scalare din tabelul A.1.

(6) Pentru determinarea valorilor de vârf ale accelerației seismice verticale, a_{vg} , se utilizează valorile accelerațiilor orizontale stabilite conform (5) multiplicat cu 0,70.

(7) Valorile spectrului de răspuns elastic al accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale și verticale ale mișcării terenului, $S_e(T)$ și $S_{ve}(T)$, și, după caz, valorile spectrului de proiectare pentru componentele orizontale ale mișcării terenului $S_d(T)$ se determină conform P100-1 utilizând valorile accelerației terenului pentru proiectare stabilite conform (5) și multiplicând valorile rezultate cu factorul de importanță și expunere la cutremur.

(8) La proiectarea lucrărilor de intervenție, pentru verificarea deplasărilor laterale la Starea Limită de Serviciu, factorul de reducere care ține seama de intervalul de recurență mai redus al acțiunii seismice, v , se alege conform Tabelului A.1, corespunzător cu intervalul mediu de recurență asociat acestei stări limită.

(9) Probabilitățile de depășire a valorii de vârf a accelerației terenului în 50 de ani corespunzătoare intervalelor medii de recurență prevăzute la (2), (3) și (4) sunt date în Tabelul A.2.

Tabelul A.1: Factori de scalare pentru determinarea valorilor de vârf ale accelerațiilor seismice orizontale

Județ	a_g^{30}/a_g^{225}	a_g^{40}/a_g^{225}	a_g^{100}/a_g^{225}	a_g^{225}/a_g^{225}	a_g^{475}/a_g^{225}
Argeș, Bacău, Botoșani, Brăila, București, Buzău, Călărași, Constanta, Covasna, Dâmbovița, Dolj, Galați, Giurgiu, Gorj, Harghita, Ialomița, Iași, Mehedinți, Neamț, Olt, Prahova, Suceava, Teleorman, Tulcea, Vâlcea, Vaslui, Vrancea	0,40	0,45	0,80	1,00	1,25
Alba, Arad, Bihor, Bistrița Năsăud, Brașov, Caraș Severin, Cluj, Hunedoara, Maramureș, Mureș, Sălaj, Satu Mare, Sibiu, Timiș	0,35	0,40	0,80	1,00	1,35

a_g^{30} valoarea de vârf ale accelerației seismice orizontale cu IMR=30 de ani

a_g^{40} valoarea de vârf ale accelerației seismice orizontale cu IMR=40 de ani

a_g^{100} valoarea de vârf ale accelerației seismice orizontale cu IMR=100 de ani

a_g^{225} valoarea de vârf ale accelerației seismice orizontale cu IMR=225 de ani

a_g^{475} valoarea de vârf ale accelerației seismice orizontale cu IMR=475 de ani

Tabelul A.2: Intervale medii de recurență și probabilități de depășire

Intervalul mediu de recurență a valorii de vârf a accelerației terenului, <i>IMR</i> , (ani)	Probabilitatea de depășire a valorii de vârf a accelerației terenului în 50 de ani
30	80%
40	70%
100	40%
225	20%
475	10%

Anexa B Structuri din beton

B.1. Domeniu de aplicare

(1) Această anexă conține informații specifice pentru evaluarea construcțiilor de beton armat în situația în care se află la data evaluării.

B.2. Identificarea geometriei structurii, a detaliilor de alcătuire și a materialelor din structura clădirii

B.2.1. Starea elementelor

(1) Se examinează :

- (a) Condiția fizică a elementelor de beton armat referitoare la prezența degradării betonului prin carbonatare, a coroziunii betonului și oțelului produse de diferiți agenți;
- (b) Eventualele degradări ale elementelor de beton armat produse de acțiunea seismică;
- (c) Eventualele degradări ale elementelor de beton armat produse de alte acțiuni cum sunt, contracția la uscare a betonului, tasarea diferențială a reazemelor, deformațiile împiedicate datorate variației de temperatură etc.

B.2.2. Geometria

(1) Se identifică, după caz:

- (a) Structura verticală și structura laterală a clădirii, în ambele direcții principale ale clădirii;
- (b) Modul de descărcare a plăcilor către elementele de reazem;
- (c) Modul de descărcare a scărilor pe elementele verticale ale structurii;
- (d) Golurile de dimensiuni importante în planșee (inclusiv golurile de scară) și pereți;
- (e) Dimensiunile secțiunilor transversale ale grinzilor și stâlpilor;
- (f) Lățimea active a plăcii la grinzile cu profil T;
- (g) Forma și dimensiunile pereților structurali;
- (h) Lungimea de reazemare a elementelor orizontale prefabricate;
- (i) Excentricitățile dintre axele grinzilor și stâlpilor, dăzaxarea stâlpilor pe verticală etc.

B.2.3. Detalii de alcătuire

(1) Datele colectate includ informații privind:

- (a) Cantitatea de armătură longitudinală în grinzi, stâlpi și pereți;
- (b) Cantitatea de armătură transversală în grinzi, stâlpi, pereți și noduri;
- (c) Cantitatea și modul de distribuție a armăturii de confinare în zonele critice ale grinzilor și stâlpilor și de la extremitățile secțiunii pereților, în zonele critice ale acestora;

- (d) Raportul dintre secțiunile armăturilor longitudinale superioare și inferioare în secțiunile de la extremitățile grinzilor;
- (e) Acoperirea cu beton a armăturilor longitudinale și transversale;
- (f) Lungimile de ancorare și de înădare ale armăturilor longitudinale;
- (g) Forma cârligelor la etrieri și, eventual, la barele longitudinale.

B.2.4. Materiale

- (1) Se determină minimal:
 - (a) Rezistența betonului la compresiune;
 - (b) Limita de curgere, rezistența la rupere și deformația ultimă a oțelului.

B.3. Evaluarea calitativă

B.3.1. Lista de condiții de alcătuire a structurilor de beton în zone seismice

B.3.1.1. Metodologia de nivel 1

- (1) Pentru metodologia de nivel 1, se verifică lista condițiilor de alcătuire conform tabelului B.1
- (2) Estimarea condițiilor referitoare la configurația structurii se face conform capitolului 5.
- (3) Punctajul atribuit fiecărui tip de condiții din tabelul B.1 este orientativ. În funcție de situația concretă a fiecărei clădiri, expertul va putea face redistribuții ale acestor punctaje între categoriile de condiții (i)...(iv).
- (4) Punctajul maxim corespunzător ansamblului celor patru categorii de condiții, în situația îndeplinirii lor în totalitate, este 100. În felul acesta, punctajul total rezultat în urma analizei calitative reprezintă procentual măsura în care caracteristicile structurale sunt satisfăcute.

Tabelul B.1 Lista condițiilor privind alcătuirea seismică – metodologia de nivel 1

Criteriu	Criteriul îndeplinit	Criteriul neîndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Condiții privind configurația structurii	Punctaj maxim:50		
Traseul încărcărilor este continuu Sistemul este redundant (sistemul are suficiente legături pentru a avea stabilitate laterală și suficiente zone plastice potențiale) Nu există niveluri slabe din punct de vedere al rezistenței Nu există niveluri flexibile Nu există modificări importante ale dimensiunilor în plan ale sistemului structural de la nivel la nivel Nu există discontinuități pe verticală (toate elementele verticale sunt continue până la fundație) Nu există diferențe între masele de nivel mai mari de 30 % Efectele de torsiune de ansamblu sunt moderate Infrastructura (fundațiile) este în măsură să transmită la teren forțele verticale și orizontale	50	30 – 49	0 – 29
(ii) Condiții privind interacțiunile structurii	Punctaj maxim: 10		
Distanțele până la clădirile vecine depășesc dimensiunea minimă de rost, conform P100 Planșeele intermediare (supantele) au o structură laterală proprie sau sunt ancorate adecvat de structura principală Pereții nestructurali sunt izolați (sau legați flexibil) de structură Nu există stâlpi captivi scurți	10	5–9	0–4
(iii) Condiții privind alcătuirea elementelor structurale	Punctaj maxim: 30		
(a) Structuri tip cadru beton armat Nu există stâlpi scurți Efortul axial mediu normalizat în fiecare stâlp respectă condiția $v_d \leq 0,30$ (calculat utilizând rezistența la compresiune a betonului stabilită conform 6.1, 11)	30	20 – 29	0 – 19
(b) Structuri cu pereți de beton armat Grosimea pereților este ≥ 150 mm Pereții au la capete bulbi sau tălpi cu dimensiuni limitate (prin intersecția pereților nu se formează profile complicate cu tălpi excesive) Efortul axial mediu normalizat în fiecare perete respectă condiția $v_d \leq 0,15$ (calculat utilizând rezistența la compresiune a betonului stabilită conform 6.1, 11)	30	20 – 29	0 – 19
(iv) Condiții referitoare la planșee	Punctaj maxim: 10		
Prin grosimea plăcii și dimensiunile reduse ale golurilor planșeul poate fi considerat și diafragmă orizontală rigidă	10	5 – 9	0 – 4

B.3.1.2. Metodologiile de nivel 2 și 3

(1) Pentru metodologiile de nivel 2 și 3 se verifică lista condițiilor de alcătuire conform tabelului B.2.

(2) Condițiile care se referă la rezistența elementelor structurale și natura ruperii potențiale a acestora, se vor verifica după evaluarea capacității de rezistență a elementelor structurale la diferite solicitări.

Tabelul B.2 Lista condițiilor privind alcătuirea seismică – metodologiile de nivel 2 și 3

Criteriu	Criteriul îndeplinit	Criteriul neîndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Condiții privind configurația structurii	Punctaj maxim: 50		
Traseul încărcărilor este continuu Sistemul este redundant (sistemul are suficiente legături pentru a avea stabilitate laterală și suficiente zone plastice potențiale) Nu există niveluri slabe din punct de vedere al rezistenței Nu există niveluri flexibile Nu există modificări importante ale dimensiunilor în plan ale sistemului structural de la nivel la nivel Nu există discontinuități pe verticală (toate elementele verticale sunt continue până la fundație) Nu există diferențe între masele de nivel mai mari de 30 % Efectele de torsiune de ansamblu sunt moderate Infrastructura (fundațiile) este în măsură să transmită la teren forțele verticale și orizontale	50	30 – 49	0 – 29
(ii) Condiții privind interacțiunile structurii	Punctaj maxim: 10		
Distanțele până la clădirile vecine depășesc dimensiunea minimă de rost, conform P100 Planșeele intermediare (supantele) au o structură laterală proprie sau sunt ancorate adecvat de structura principală Pereții nestructurali sunt izolați (sau legați flexibil) de structură Nu există stâlpi captivi scurți	10	5–9	0–4
(iii) Condiții privind alcătuirea elementelor structurale	Punctaj maxim: 30		
(a) Structuri tip cadru de beton armat Ierarhizarea rezistențelor elementelor structurale asigură dezvoltarea unui mecanism favorabil de disipare a energiei seismice: la fiecare nod suma momentelor capabile ale stâlpilor este mai mare decât suma momentelor capabile ale grinzilor Efortul axial mediu normalizat în fiecare stâlp respectă condiția $v_d \leq 0,30$ (calculat utilizând rezistența la compresiune a betonului stabilită conform 6.1, 11) În structură nu există stâlpi scurți: raportul între înălțimea secțiunii și înălțimea liberă a stâlpului este mai mic decât 3 Rezistența la forța tăietoare a nodurilor este suficientă pentru a se putea mobiliza rezistența la încovoiere la extremitățile grinzilor și stâlpilor	30	20 – 29	0 – 19

Înnădirile armăturilor în stâlpi respectă condițiile din P100-1 Înnădirile armăturilor din grinzi se realizează în afara zonelor critice Etrierii în stâlpi sunt dispuși astfel încât fiecare bară verticală se află în colțul unui etrier (agrafe) Distanțele între etrieri în zonele critice ale stâlpilor nu depășesc 10 diametre, iar în restul stâlpului $\frac{1}{4}$ din latură Distanțele între etrieri în zonele plastice ale grinzilor nu depășesc 12 diametre și $\frac{1}{2}$ din lățimea grinzii Armarea transversală a nodurilor este cel puțin cea necesară în zonele critice ale stâlpilor Rezistența grinzilor la momente pozitive pe reazeme este cel puțin 30% din rezistența la momente negative în aceeași secțiune La partea superioară a grinzilor sunt prevăzute cel puțin 2 bare continue (neîntrerupte în deschidere)			
(b) Structuri cu pereți de beton armat Distribuția momentelor capabile pe înălțimea pereților respectă variația cerută de CR 2-1-1.1 și asigură dezvoltarea unui mecanism favorabil de disipare a energiei seismice Secțiunile pereților au la capete bulbi sau tălpi de dimensiuni limitate. Prin intersecția pereților nu se formează profile complicate cu tălpi excesive în raport cu dimensiunile inimii Efortul axial mediu normalizat în fiecare perete respectă condiția $v_d \leq 0,15$ (calculat utilizând rezistența la compresiune a betonului stabilită conform 6.1, 11) Rezistența la forță tăietoare a grinzilor de cuplare este suficientă pentru a se putea mobiliza rezistența la încovoiere la extremitățile lor Rezistența la forță tăietoare a pereților structurali este mai mare decât valoarea asociată plastificării peretelui din încovoiere, deasupra cotei teoretice de încastrare Înnădirea armăturilor verticale respect condițiile din P100-1. Grosimea pereților este ≥ 150 mm Procentul de armare orizontală a pereților este mai mare decât 0,2% Procentul de armare verticală a inimii pereților este mai mare decât 0,15% și armătura este adecvat ancorată Etrierii grinzilor de cuplare sunt distanțați la cel mult 150 mm	30	20 – 29	0 – 19
(iv) Condiții referitoare la planșee	Punctaj maxim: 10		
Placa planșeeilor cu o grosime ≥ 100 mm este realizată din beton armat monolit sau din predale prefabricate cu o suprabetonare adecvată Armăturile centurilor și armăturile distribuite în placă asigură rezistența necesară la încovoiere și forță tăietoare pentru forțele seismice aplicate în planul planșeului Forțele seismice din planul planșeului pot fi transmise la elementele structurii verticale (pereți, cadre) prin eforturi de lunecare și compresiune în beton, și/sau prin conectori și colectori din armături cu secțiune suficientă Golurile în planșeu sunt bordate cu armături suficiente, ancorate adecvat	10	5 – 9	0 – 4

B.3.2. Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale

(1) Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale se face pe baza criteriilor date în tabelul B.3.

(2) Distribuția punctajului din tabelul B.3 pe categorii de degradări este orientativă. Expertul tehnic poate corecta această distribuție atunci când consideră că prin aceasta se poate stabili o evaluare mai realistă a efectelor diferitelor tipuri de degradări asupra siguranței structurale a clădirii examinate.

Notă: De exemplu, când degradările produse de acțiunea cutremurelor sunt foarte importante, cu efect esențial asupra stării de siguranță a clădirii, și nu există efecte semnificative ale celorlalte cauze posibile de degradări, expertul va putea mări ponderea (punctajul) condițiilor de la (i) într-o măsură adecvată cu situația din teren.

(3) Dacă starea de degradare constatată afectează semnificativ integritatea elementelor structurale și a legăturilor dintre acestea, se va adapta modelul de calcul încât acesta să reprezinte cât mai fidel comportarea probabilă a structurii.

Tabelul B.3 Starea de degradare a elementelor structurale

Criteriu	Criteriul îndeplinit	Criteriul neîndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Degradări produse de acțiunea cutremurului	Punctaj maxim: 50		
Fisuri și deformații remanente în zonele critice (zonele plastice) ale stâlpilor, pereților și grinzilor Fracturi și fisuri remanente înclinate produse de forța tăietoare în grinzi Fracturi și fisuri longitudinale deschise în stâlpi și/sau pereți produse de eforturi de compresiune. Fracturi sau fisuri înclinate produse de forța tăietoare în stâlpi și/sau pereți Fisuri de forfecare produse de lunecarea armăturilor în noduri Cedarea ancorajelor și innădirilor barelor de armătură Fisurarea pronunțată a planșelor Degradări ale fundațiilor sau terenului de fundare	50	26 – 49	0 – 25
(ii) Degradări produse de încărcările verticale	Punctaj maxim: 20		
Fisuri și degradări în grinzi și plăcile planșelor Fisuri și degradări în stâlpi și pereți	20	11 – 19	0 – 10
(iii) Degradări produse de încărcarea cu deformații (tasarea reazemelor, contracții, acțiunea temperaturii, curgerea lentă a betonului)	Punctaj maxim: 10		
	10	6 – 9	1 – 5
(iv) Degradări produse de o execuție defectuoasă (beton segregat, rosturi de lucru incorecte etc.)	Punctaj maxim: 10		
	10	6 – 9	1 – 5
(v) Degradări produse de factori de mediu: îngheț-dezgheț, agenți corozivi chimici sau biologici etc., asupra: - betonului - armăturii de oțel (inclusiv asupra proprietăților de aderență ale acesteia)	Punctaj maxim: 10		
	10	6 – 9	1 – 5

B.4. Evaluarea cantitativă

B.4.1. Metodologia de nivel 1

B.4.1.1. Factori de comportare

(1) Valorile maxime ale factorilor de comportare pentru aplicarea metodologiei de nivel 1 sunt:

- (a) structuri în cadre de beton armat: $q=2,5$;
- (b) structuri cu pereți de beton armat: $q=2,0$;
- (c) structuri cu schelet de beton armat, în concepție gravitațională, cu panouri de umplură de zidărie: $q=2,0$.

(2) Valorile factorului q indicate la (1) sunt valori aproximative stabilite pentru structuri care nu respectă decât parțial regulile de alcătuire a clădirilor amplasate în zone seismice.

B.4.1.2. Valori admisibile ale eforturilor unitare medii

(1) Valorile admisibile ale eforturilor unitare tangențiale medii în secțiunile stâlpilor și pereților de beton armat, v_{adm} , se consideră:

$$v_{adm} = 1,4 f_{ct} \quad (B.1)$$

unde f_{ct} este valoarea de proiectare a rezistenței la întindere a betonului stabilită conform 6.1 (12).

(2) În cazul cadrelor cu pereți de umplură din zidărie în contact cu stâlpii și grinzile structurii de beton armat verificarea se face ca pentru pereții din zidărie confinată.

(3) Valoarea admisibilă a efortului axial mediu de compresiune normalizat în stâlpi, calculată considerând valoarea de proiectare a rezistenței betonului la compresiune stabilită conform 6.1 (11), este:

$$v_{adm} = 0,30 \quad (B.2)$$

Notă: Valoarea de 0,30 stabilită considerând valoarea de proiectare a rezistenței betonului la compresiune stabilită conform 6.1 (11) corespunde valorii de 0,55 calculată pe baza valorii de proiectare a rezistenței betonului la compresiune definită conform P100-1

(4) Valoarea admisibilă a efortului axial mediu de compresiune normalizat în pereți, calculată considerând valoarea de proiectare a rezistenței betonului la compresiune stabilită conform 6.1 (11), este:

$$v_{adm} = 0,15 \quad (B.3)$$

Notă: Valoarea de 0,15 stabilită considerând valoarea de proiectare a rezistenței betonului la compresiune stabilită conform 6.1 (11) corespunde valorii de 0,35 calculată pe baza valorii de proiectare a rezistenței betonului la compresiune definită conform P100-1

B.4.2. Metodologia de nivel 2

B.4.2.1. Factori de comportare

(1) Valorile maxime ale factorilor de comportare pentru aplicarea metodologiei de nivel 2, pentru principalele tipuri de structuri definite în P100-1, sunt:

(a) Structuri în cadre de beton armat:

- realizate înainte de 1963: $q=2,0$
- realizate conform P13/1963 și P13/1970: $q=2,5$
- realizate conform P100/1978-1981: $q=3,5$
- realizate conform P100/1992: $q=4,0$
- realizate conform P100-1/2006: $q=4,5$

(b) structuri cu pereți:

- realizate înainte de 1963: $q=2,0$
- realizate conform P13/1963 și P13/1970: $q=2,5$
- realizate conform P100/1978-1981: $q=3,0$
- realizate conform P100/1992:
 - cu pereți independenți $q=3,5$
 - cu pereți cuplați $q=4,0$
- realizate conform P100-1/2006 (clasa DCM sau DCH)
 - cu pereți independenți $q=3,5$
 - cu pereți cuplați $q=4,5$
- realizate conform P100-1/2006 (clasa DCL) $q=2,0$

(c) Structuri duale:

- realizate conform P100/1978-1981: $q=3,5$
- realizate conform P100/1992: $q=4,0$
- realizate conform P100/2006 (clasa DCM sau DCH): $q=4,5$
- realizate conform P100/2006 (clasa DCL): $q=2,0$

(d) Structuri tip pendul înverat:

- realizate înainte de 1992: $q=1,5$
- realizate după 1992: $q=2,0$

(e) Structură parter cu stâlpi în consolă conectați la partea superioară prin planșee cu comportare de diafragmă

- Realizate înainte de 1992 $q=2,5$
- Realizate după 1992 $q=3,0$

(f) Structuri flexibile la torsiune: $q=1,5$

(2) Pentru structurile cu schelet de beton armat, în concepție gravitațională, cu panouri de umplură de zidărie realizate înainte de 1963 valoarea maximă a factorului de comportare este 2,0.

(3) Valorile maxime ale factorului q indicate la (1) sunt valori aproximative stabilite pentru structuri care nu respectă decât parțial regulile de alcătuire a construcțiilor amplasate în zone seismice din codul P100-1 aflat în vigoare.

B.4.2.2. Valori de proiectare ale capacităților de rezistență

(1) Valorile de proiectare capacităților de rezistență și de deformăție ale elementelor se determină utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor determinate conform 6.1 (11) și (12).

(2) Valorile de proiectare ale capacităților de rezistență încovoiere ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se determină pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element, considerând valorile de proiectare ale rezistențelor stabilite conform (1).

(3) Valorile de proiectare ale capacităților de rezistență la forță tăietoare ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se calculează pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element, conform prevederilor capitolul specific construcțiilor din beton din P100-1 și SR EN 1992-1-1.

Notă: Aceste proceduri, destinate proiectării clădirilor noi, sunt în general mai acoperitoare decât cele prevăzute la (5).

(4) Capacitățile de rezistență determinate utilizând metode de calcul specifice elementelor structurale aparținând construcțiilor noi se vor reduce pentru a ține seama de deficiențele de realizare a elementelor structurale existente, prin raport cu cerințele pentru elementele construcțiilor noi, și de starea de degradare a acestora.

(5) Alternativ prevederii de la (3), valorile de proiectare ale capacităților de rezistență la forță tăietoare ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se determină conform SR EN 1998-3:2005 A3.3.1, considerând valorile de proiectare ale rezistențelor stabilite conform (1) și factorul de ductilitate $\mu_A=4$.

B.4.2.3. Factorul de amplificare a deplasărilor

(1) Pentru verificarea deplasărilor laterale la Starea Limită Ultimă, factorul de amplificare a deplasărilor, c , se determină astfel:

$$c(T_1) = \begin{cases} 4 & \text{dacă } T_1 \leq T_i \\ 4 - 3 \frac{T_i - T_1}{T_i - T_s} & \text{dacă } T_i < T_1 < T_s \\ 1 & \text{dacă } T_1 \geq T_s \end{cases} \quad (\text{B.4})$$

unde

T_1 perioada proprie fundamentală de vibrație a clădirii

T_i, T_s valori limită care se aleg conform tabelului B.4

(2) Pentru verificarea deplasărilor laterale la Starea Limită de Serviciu, factorul de reducere care ține seama de intervalul de recurență mai redus al acțiunii seismice, v , se determină astfel:

$$\nu(T) = \begin{cases} 2,5 & \text{dacă } T_1 \leq T_i \\ 2,5 - 2 \frac{T_i - T_1}{T_i - T_s} & \text{dacă } T_i < T_1 < T_s \\ 0,5 & \text{dacă } T_1 \geq T_s \end{cases} \quad (B.5)$$

unde

T_1 perioada proprie fundamentală de vibrație a clădirii

T_i, T_s valori limită care se aleg conform tabelului B.5

Tabelul B.4 Valori limită T_i și T_s pentru determinarea valorilor c

	Perioada de realizare a clădirii					
	Înainte de 1963		1963-1981		După 1981	
T_c (s)	T_i (s)	T_s (s)	T_i (s)	T_s (s)	T_i (s)	T_s (s)
1,6	0,50	1,30	0,40	1,20	0,25	1,10
1,0	0,40	1,10	0,25	1,00	0,20	0,80
0,7	0,30	0,80	0,20	0,70	0,10	0,60

Tabelul B.5 Valori limită T_i și T_s pentru determinarea valorilor ν

	Perioada de realizare a clădirii					
	Înainte de 1963		1963-1981		După 1981	
T_c (s)	T_i (s)	T_s (s)	T_i (s)	T_s (s)	T_i (s)	T_s (s)
1,6	0,2	1,2	0	1	-3,0	0,8
1,0	0,2	0,9	0	0,7	-3,0	0,6
0,7	0,1	0,6	0	0,5	-1,0	0,90

B.4.3. Metodologia de nivel 3

(1) Valorile de proiectare capacităților de rezistență și de deformație ale elementelor se determină utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor determinate conform 6.1 (11) și (12).

(2) Valorile de proiectare ale rotirilor capabile ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se determină conform SR EN 1998-3:2005 A2.3.2 (1)-(6) la care se aplică un factor de reducere egal cu $\frac{3}{4}$, considerând valorile de proiectare ale rezistențelor stabilite conform (1).

Notă: Factorul de reducere de $\frac{3}{4}$ ia în considerare diferența dintre cerințele fundamentale ale Stării Limită Ultime definită în P100-1 și cerințele asociate Stării Limită de Prevenirea Colapsului din SR EN 1998-3:2005.

(3) Valorile de proiectare ale capacităților de rezistență la forță tăietoare ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se determină conform

SR EN 1998-3:2005 A3.3.1, considerând valorile de proiectare ale rezistențelor stabilite conform (1).

(4) Valorile de proiectare ale capacităților de rezistență încovoiere ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se determină pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element, considerând valorile de proiectare ale rezistențelor stabilite conform (1).

(5) Alternativ prevederii de la (3), valorile de proiectare ale capacităților de rezistență la forță tăietoare ale elementelor structurale pentru verificări la Starea Limită Ultimă se calculează pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element, conform prevederilor capitolul specific construcțiilor din beton din P100-1 și SR EN 1992-1-1.

Notă: Aceste proceduri, destinate proiectării clădirilor noi, sunt în general mai acoperitoare decât cele prevăzute la (3).

Anexa C Structuri din oțel

C.1. Domeniu de aplicare

(1) Prezenta anexă conține informații specifice pentru evaluarea construcțiilor din oțel în situația în care acestea se află la data evaluării.

C.2. Identificarea geometriei structurii, a detaliilor de alcătuire și a materialelor din structura clădirii

C.2.1. Starea elementelor

(1) Se vor examina următoarele aspecte:

- (a) Starea fizică generală a oțelului și a sistemelor de prindere (sudură, șuruburi, nituri) care să includă prezența eventualelor deteriorări;
- (b) Condiția fizică generală a elementelor principale și secundare care preiau acțiunea seismică cu evidențierea eventualelor degradări.
- (c) Eventualele degradări ale elementelor structurale produse de alte acțiuni cum ar fi tasarea diferențială a reazemelor, deformările împiedicate datorate variației de temperatură etc.

C.2.2. Geometria

(1) Datele culese trebuie să includă următoarele aspecte:

- (a) Identificarea sistemelor de preluare a forțelor orizontale (în ambele direcții);
- (b) Identificarea diafragmelor orizontale (planșee, contravântuiri orizontale);
- (c) Forma inițială a secțiunii transversale și dimensiunile acesteia
- (d) Erori de execuție și montaj (excentricitățile dintre axele grinzilor și stâlpilor, dăzaxarea stâlpilor pe verticală, deformarea elementelor structurale în timpul montajului etc.)

C.2.3. Detalii de alcătuire

(1) Datele colectate trebuie să includă informații privind:

- (a) Caracteristicile geometrice ale secțiunii elementelor (aria secțiunii transversale, modulul de rezistență, momentul de inerție, momentul de inerție la răsucire) în secțiunile critice ale elementelor existente;
- (b) Poziția și dimensiunile elementelor constructive (gusee, rigidizări, eclise, contrafișe, etc.);
- (c) Modificări aduse secțiunilor elementelor (găuri, tăieturi, decupări, adăugiri, etc.);
- (d) Modul de alcătuire și calitatea îmbinărilor (îmbinări de continuitate, îmbinări dintre diferite elemente), așa cum sunt în realitate (lipsă rigidizări, lipsă elemente de prindere, strângerea incompletă a piulițelor, lipsă contact la îmbinările cu flanșe, organe de asamblare neconforme, realizarea defectuoasă a cordoanelor de sudură etc.).

C.2.4. Materiale

- (1) Datele colectate trebuie să cuprindă valorile limitei de curgere, rezistenței de rupere, alungirii la rupere.
- (2) Pentru prelevarea eşantioanelor de probă se vor alege zonele cu tensiuni reduse (extremitățile tălpilor de la capetele barelor comprimate și încovoiate, muchiile exterioare ale flanșelor/plăcilor de bază etc.).
- (3) Pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale elementelor structurale conformate ca zone disipative (zone potențial plastice și link-uri) se vor utiliza eşantioane prelevate din inima secțiunii (în cazul secțiunilor din profile laminate) respectiv din inima și tălpile secțiunilor (în cazul secțiunilor compuse), cu refacerea ulterioară a capacității de rezistență și deformații acolo unde este cazul.
- (4) Pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale elementelor nedisipative se vor utiliza eşantioane prelevate din tălpile secțiunii.
- (5) Pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice ale materialelor din zona îmbinărilor se vor preleva probe de material din eclise, flanșe și organe de asamblare.
- (6) Calitatea îmbinărilor cu sudură va fi atestată prin examinare vizuală, măsurători și încercări nedistructive (ultrasunete, pulbere magnetică, lichide penetrante, etc.).
- (7) Calitatea îmbinărilor cu șuruburi se va face prin verificarea strângerii șuruburilor și determinarea caracteristicilor fizico-mecanice a materialelor și organelor de asamblare.

C.3. Evaluarea calitativă

C.3.1. Lista condițiilor de alcătuire a structurilor din oțel amplasate în zone seismice

C.3.1.1. Metodologia de nivel 1

- (1) Pentru metodologia de nivel 1, se va verifica lista condițiilor de alcătuire conform tabelului C.1.
- (2) Estimarea condițiilor referitoare la configurația structurii se face conform capitolului 5.
- (3) În cadrul fiecărei categorii de condiții (i)...(iv), distribuția punctajului între diferitele exigențe va fi stabilită de expertul tehnic funcție de importanța fiecărei exigențe pentru construcția analizată.
- (4) Punctajul maxim corespunzător ansamblului celor patru categorii de condiții, în situația îndeplinirii lor în totalitate, este 100. În felul acesta, punctajul total rezultat în urma analizei calitative reprezintă procentual măsura în care caracteristicile structurale sunt satisfăcute.
- (5) Punctajul atribuit fiecărui tip de condiții din tabelul C.1 este orientativ. În funcție de situația concretă a fiecărei clădiri, expertul va putea face redistribuții ale acestor punctaje între categoriile de condiții (i)...(iv).

Tabelul C.1 Lista condițiilor privind alcătuirea seismică pentru structuri din oțel – metodologia de nivel 1

Criteriu	Criteriul este îndeplinit	Criteriul nu este îndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Condiții privind configurația structurii	Punctaj maxim: 50 puncte		
• Traseul încărcărilor este continuu • Sistemul este redundant (sistemul are suficiente legături pentru a avea stabilitate laterală și suficiente zone potențial plastice) • Nu există niveluri slabe din punct de vedere al rezistenței • Nu există niveluri flexibile • Nu există modificări importante ale dimensiunilor în plan ale sistemului structural de la un nivel la altul • Nu există discontinuități pe verticală (toate elementele verticale sunt continue până la fundație) • Nu există diferențe între masele de nivel mai mari de 50 % • Nu există tendința de torsiune în ansamblu • Legătura dintre infra și suprastructură are capacitatea portantă de a asigura transmiterea eforturilor la terenul de fundare • Infrastructura (fundațiile) este în măsură să transmită la teren forțele verticale și orizontale și să asigure stabilitatea la răsturnare a construcției	50	30-49	0-29
Punctaj total realizat			
(ii) Condiții privind interacțiunile structurii	Punctaj maxim: 10 puncte		
• Distanțele până la clădirile vecine depășesc dimensiunea minimă de rost, conform P 100-1 • Planșeele intermediare (supantele) au o structură de susținere și preluare a foțelor orizontale proprie sau sunt ancorate adecvat de structura principală • Pereții nestructurali sunt izolați (sau legați flexibil) de structură	10	5 - 9	0 - 4
Punctaj total realizat			
(iii) Condiții privind alcătuirea elementelor structurale	Punctaj maxim: 30 puncte		
(a) Structuri tip cadre necontravântuite	30	20 – 29	0 – 19

- Grinzi: • zonele potențial plastice (de la capetele grinzelor) au secțiuni din clasa 1 sau 2 de secțiune • prinderea grindă-stâlp este de tip rigid, de capacitate totală, putând transmite la stâlp întregul moment încovoietor dezvoltat la capătul grinzii - Stâlpi: • zonele potențial plastice de la baza stâlpului și de la capătul superior al stâlpului aflat la ultimul etaj au secțiuni din clasa 1, în rest pot fi secțiuni din clasa 2 • grosimea inimii stâlpului în zona nodului de cadru (eventual suplimentată cu plăci de dublare) are suplețea suficient de mică (conform P 100-1) astfel încât este evitată pierderea stabilității locale • în dreptul nodului de cadru stâlpul este prevăzut cu rigidizări de continuitate la nivelul tălpilor (superioară și inferioară) grinzelor adiacente și/sau a vutelor care asigură continuitatea transmiterii tensiunilor normale de la o grindă la alta			
Punctaj total realizat			
(b) Structuri cu cadre contravântuite centric • Prinderile grindă-stâlp sunt de tip rigid • Diagonalele dispuse în „X” au zveltețea λ $1,3\lambda_e \leq \lambda \leq 2,0\lambda_e; \quad \lambda_e = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ • Diagonalele dispuse în „V” au zveltețea $\lambda \leq 2,0\lambda_e$ • Grinda de cadru este prevăzută în locul de prindere al diagonalelor în „V” cu legături laterale la ambele tălpi	30	20 - 29	0 - 19
Punctaj total realizat			

(c) Structuri cu cadre contravântuite excentric			
• Prinderile grindă-stâlp sunt de tip rigid • Bara disipativă are secțiunea încadrată în clasa 1 de secțiuni • Inima barei disipative nu are prevăzute goluri în ea și nici nu este întărită cu plăci de dublare • La capetele barei disipative, la ambele tălpi sunt prevăzute legături laterale care împiedică pierderea stabilității generale • La capetele barei disipative sunt prevăzute pe ambele fețe ale inimii rigidizări transversale • Diagonalele au secțiuni încadrate în clasa 2 de secțiuni. Zveltețea lor este $\lambda \leq 1,5 \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cong 1,5\lambda_e$	30	20- 29	0 - 19
Punctaj total realizat			
(iv) Condiții referitoare la planșeu	Punctaj maxim: 10 puncte		
• Prin grosimea plăcii din beton și dimensiunile reduse ale golurilor planșeul sau prin existența contravântuirilor orizontale, poate fi considerat diafragmă orizontală rigidă	10	5 – 9	0 – 4
Punctaj total realizat			
Punctaj total pentru ansamblul condițiilor	R ₁ = puncte		

NOTĂ: 1. Punctajul atribuit fiecărui tip de condiții din tabelul C.1 este orientativ. Funcție de situația concretă a fiecărei clădiri, expertul va putea face redistribuții ale acestor punctaje între diferitele categorii de exigențe, astfel încât evaluarea structurii prin intermediul acestui indicator să fie cât mai semnificativă. De asemenea, distribuirea punctajului atribuit fiecăreia din cele patru categorii de condiții, fiecăreia din exigențele care le compun, va fi făcută de către expertul pe baza ponderii estimate a acestor exigențe pentru construcția examinată.

C.3.1.2. Metodologiile de nivel 2 și 3

(1) Condițiile referitoare la configurația sistemului structural (i) și cele ce privesc interacțiunile structurii (ii) sunt identice cu cele prezentate în tabelul C.1 pentru metodologia de nivel 1. Din acest motiv ele nu se mai prezintă detaliat în tabelul C.2 în care este prezentată lista de condiții pentru cazul aplicării metodologiilor de evaluare de nivel 2 și 3.

(2) Pentru metodologiile de nivel 2 și 3 se va verifica lista condițiilor referitoare la alcătuirea și conformarea structurilor metalice din tabelul C.2.

(3) Condițiile care se referă la rezistența elementelor structurale și natura cedării potențiale a acestora, se vor verifica după evaluarea rezistenței elementelor structurale la diferite solicitări.

Tabelul C.2 Lista condițiilor privind alcătuirea seismică pentru structuri din oțel – metodologiile de nivel 2 și 3

Criteriu	Criteriul este îndeplinit	Criteriul nu este îndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Condiții privind configurația structurii	Punctaj maxim: 50 puncte		
Conform criteriu (i) din Tabelul C.1	50	30 – 49	0 – 29
Punctaj total realizat			
(ii) Condiții privind interacțiunile structurii	Punctaj maxim: 10 puncte		
Conform criteriu (ii) din Tabelul C.1	10	5 – 9	0 – 4
Punctaj total realizat			
(iii) Condiții privind alcătuirea elementelor structurale.	Punctaj maxim: 30 puncte		
(a) Structuri tip cadre necontravântuite - Ierarhizarea eforturilor capabile ale elementelor structurale asigură dezvoltarea unui mecanism favorabil de disipare a energiei seismice, zonele disipative fiind situate la capetele grinzilor în vecinătatea îmbinării grindă-stâlp - Grinzi: - zonele potențial plastice (de la capetele grinzilor) au secțiuni din clasa 1 sau 2 de secțiune. - ambele tălpi sunt rezemate lateral împotriva pierderii stabilității generale în zonele potențial plastice, valoarea forței ce trebuie preluată de respectivele reazeme fiind conform P 100-1; - prinderea grindă-stâlp este de tip rigid, de capacitate totală, putând transmite la stâlp întregul moment încovoiator dezvoltat la capătul grinzii - Stâlpi: - zonele potențial plastice de la baza stâlpului și de la capătul superior al stâlpului aflat la ultimul etaj au secțiuni din clasa 1 sau 2 de secțiune; - panourile de inimă ale stâlpilor în zona nodului de cadru (îmbinarea grindă-stâlp) pot prelua forța tăietoare corespunzătoare momentelor plastice capabile ale zonelor disipative ale grinzilor adiacente; - grosimea inimii stâlpului în zona nodului de cadru (eventual suplimentată cu plăci de dublare) are suplețea suficient de mică (conform P 100-1) astfel încât este evitată pierderea stabilității locale; - în dreptul nodului de cadru stâlpul este prevăzut cu rigidizări de continuitate la nivelul tălpilor (superioară și inferioară) grinzilor adiacente care	30	20 – 29	0 – 19

asigură continuitatea transmiterii tensiunilor normale de la o grindă la alta; • în zona nodului de cadru tălpile stâlpului sunt legate lateral la nivelul tălpii superioare a grinzilor adiacente; • zveltețea stâlpului, în planul în care grinzile pot forma articulații plastice este limitată la valoarea: $\lambda = 0,7 \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cong 0,7\lambda_e$			
Punctaj total realizat			
(b) Structuri cu cadre contravântuite centric • Ierarhizarea eforturilor capabile ale elementelor structurale asigură dezvoltarea unui mecanism favorabil de disipare a energiei seismice astfel încât plastificarea diagonalelor întinse să se producă înainte de formarea articulațiilor plastice sau de pierderea stabilității generale / locale în grinzi și stâlpi; • Prinderile grindă-stâlp sunt de tip rigid astfel încât cadrele, cu sau fără contravântuiri, pot prelua cel puțin 25% din acțiunea seismică în ipoteza în care contravântuirile verticale au ieșit din lucru • Diagonalele dispuse în „X” au zveltețea λ $1,3\lambda_e \leq \lambda \leq 2,0\lambda_e$ • Diagonalele dispuse în „V” au zveltețea $\lambda \leq 2,0\lambda_e$ • Grinda de cadru este prevăzută în locul de prindere a diagonalelor în „V” cu legături laterale la ambele tălpi • Zveltețea stâlpilor în planul contravântuit este $\lambda \leq 1,3 \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,3\lambda_e$	30	20 – 29	0 – 19
Punctaj total realizat			
(c) Structuri cu cadre contravântuite excentric • Ierarhizarea eforturilor capabile ale elementelor structurale asigură dezvoltarea unui mecanism favorabil de disipare a energiei seismice astfel încât barele disipative amplasate în structură sunt capabile să disipeze energia prin formarea de mecanisme plastice de forfecare, încovoiere sau încovoiere însoțită de forfecare; • Prinderile grindă-stâlp sunt de tip rigid astfel încât cadrele, cu sau fără contravântuiri, pot prelua cel puțin 25%, din acțiunea seismică în ipoteza în care contravântuirile au ieșit din lucru; • Bara disipativă are secțiunea încadrată în clasa 1 de secțiuni;	30	20 - 29	0 - 19

• Inima barei disipative nu are prevăzute goluri în ea și nici nu este întărită cu plăci de dublare • La capetele barei disipative, la ambele tălpi sunt prevăzute legături laterale care împiedică pierderea stabilității generale (putând prelua o forță de compresiune egală cu $0,06 \cdot f_y \cdot b \cdot t_f$) • La capetele barei disipative sunt prevăzute pe ambele fețe ale inimii rigidizări transversale cu grosimea mai mare de 75% din grosimea inimii dar cel puțin de 10 mm și cu lățimea până la marginea tălpii. Rigidizările intermediare sunt amplasate conform P 100-1; • Axa diagonalelor se intersectează cu axa barei disipative în dreptul rigidizării de capăt sau în interiorul lungimii barei disipative; • Diagonalele au secțiuni încadrate în clasa 1 sau 2 de secțiuni. Zveltețea lor este $\lambda \leq 1,5 \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cong 1,5\lambda_e$ • Tronsoanele de grindă adiacente barei disipative au secțiunea încadrată în clasa 1 sau 2 de secțiuni; • Stâlpii au secțiuni încadrate în clasa 1 sau 2 de secțiune în zonele potențial plastice. Zveltețea lor este $\lambda \leq 1,3 \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cong 1,3\lambda_e$			
Punctaj total realizat			
(iv) Condiții referitoare la planșeu	Punctaj maxim:	10 puncte	
• Placa planșeelor este realizată din beton armat monolit, armăturile distribuite în placă asigură rezistența necesară la încovoiere și forța tăietoare pentru forțele seismice aplicate în planul planșeului; golurile în planșeu sunt bordate cu armături suficiente, ancorate adecvat • Forțele seismice din planul planșeului pot fi transmise la elementele structurii verticale (grinzi principale și secundare) prin intermediul conectorilor în cazul planșeelor din beton sau prin platelajul metalic și/sau contravântuirile orizontale în cazul planșeelor metalice;	10	6 – 9	0 – 5
Punctaj total realizat			
Punctaj total pentru ansamblul condițiilor	R ₁ = puncte		

NOTĂ: 1. Dacă condițiile concrete de investigare a construcției nu permit stabilirea suficient de detaliată a condițiilor (iii) și (iv), nivelul de îndeplinire a acestora se estimează pe baza practicii din perioada realizării clădirii, cu reducerea adecvată a punctajului. Funcție de gradul de încredere al datelor astfel stabilite, punctajul se reduce prin înmulțirea cu factori cu valori între 0,50 și 1,0.

C.3.2. Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale

(1) Evaluarea stării de degradare a elementelor structurale se face pe baza criteriilor date în tabelul C.3.

(2) Distribuția punctajului din tabelul C.3 pe categorii de degradări este orientativă. Expertul tehnic poate corecta această distribuție atunci când consideră că prin aceasta se poate stabili o evaluare mai realistă a efectelor diferitelor tipuri de degradări asupra siguranței structurale a construcției examinate.

(3) Dacă starea de degradare constatată afectează semnificativ integritatea elementelor structurale și a legăturilor dintre acestea, se va adapta modelul de calcul încât acesta să reprezinte cât mai fidel comportarea probabilă a structurii.

Tabelul C.3 Starea de degradare a elementelor structurale

Criteriu	Criteriul este îndeplinit	Criteriul nu este îndeplinit	
		Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
(i) Degradări produse de acțiunea cutremurului	Punctaj maxim:	50 puncte	
• Grinzi: deformații în domeniul plastic, voalarea pereților secțiunii, fisuri și ruperi parțiale • Bare disipative (<i>link-uri</i>): deformații plastice severe, fisuri și ruperi parțiale • Stâlpi: deformații moderate, voalări ale tălpilor, incursiuni în domeniul plastic (la unii stâlpi) • Prindere grindă / bare disipative – stâlp: deformații pronunțate, ruperi ale elementelor prinderii cu diminuarea rezistenței capabile (fără a fi afectate însă mijloacele de prindere care transmit forța tăietoare) • Nodul de cadru: deformații pronunțate, voalare, fisuri și ruperi parțiale ale sudurilor • Prinderi de continuitate ale stâlpilor și grinzilor: incursiuni în domeniul plastic fără ruperi ale elementelor de continuitate sau ale mijloacelor de prindere • Contravântuiri verticale: flambaj, deformații plastice, cedarea prinderilor • Baza stâlpilor: deformații plastice ale plăcii de bază, traverselor, deformații plastice / ruperea șuruburilor de prindere în fundații	40	21-39	0-20

• Diafragme orizontale: - metalice: deformații pronunțate, flambajul unor bare de contravântuire, ruperea mijloacelor de prindere a barelor de contravântuire și/sau panourilor metalice de structura de rezistență - din beton armat: fisurarea sau ruperea planșelor, distrugerea prinderii plăcii din beton armat de structură metalică (smulgerea din conectori / ruperea conectorilor)			
Punctaj total realizat			
(ii) Degradări produse de încărcările verticale	Punctaj maxim: 20 puncte		
• Fisuri și degradări în plăcile planșelor • Pierderea stabilității generale a stâlpilor și grinzilor • Pierderea stabilității locale a elementelor componente ale stâlpilor și grinzilor	20	11 – 19	0 – 10
Punctaj total realizat			
(iii) Degradări produse de încărcarea cu deformații (tasarea reazemelor, contracții, acțiunea temperaturii)	Punctaj maxim: 10 puncte		
	10	6 – 9	0 – 5
Punctaj total realizat			
(iv) Degradări produse de o execuție defectuoasă (dezaxări ale stâlpilor, contravântuirilor, defecte în îmbinări sudate, defecte în îmbinări cu șuruburi)	Punctaj maxim: 10 puncte		
	10	6 – 9	0 – 5
Punctaj total realizat			
(v) Degradări produse de factori de mediu: agenți corozivi chimici sau biologici etc., asupra:	Punctaj maxim: 10 puncte		
- oțelului (coroziune, exfolieri) - elementelor îmbinărilor	20	11 – 19	0 – 10
Punctaj total realizat			
Punctaj total pentru ansamblul condițiilor	R ₂ = puncte		

NOTĂ 1. Tipurile de degradări considerate în tabelul C.3 sunt numai cele produse de acțiunea seismică. Dacă în urma examinării structurii se constată că aceasta prezintă degradări produse de alte cauze, de exemplu, degradări de material produse de coroziune, de incendii sau

degradări produse de încărcarea cu deplasări, cum sunt cele din tasarea diferențială a reazemelor sau variația de temperatură, efectul acestora asupra siguranței structurale se ia în considerare prin reducerea suplimentară a punctajului R_2 , funcție de natura și efectul structural al acestor degradări.

2. Punctajul atribuit fiecărui tip de condiții din tabelul C.3 este orientativ. Funcție de situația concretă a fiecărei clădiri, expertul va putea face redistribuții ale acestor punctaje între diferitele categorii de exigențe, astfel încât evaluarea structurii prin intermediul acestui indicator să fie cât mai semnificativă. De asemenea, distribuirea punctajului atribuit fiecăreia din cele cinci categorii de condiții, fiecăreia din exigențele care le compun, va fi făcută de către expertul pe baza ponderii estimate a acestor exigențe pentru construcția examinată. De exemplu, în cazul structurilor care nu au suferit în timpul exploatării nici un eveniment seismic care să producă incursiuni în domeniul post-elastic în elementele structurale, valoarea coeficientului R_2 (de maxim 100 puncte) se estimează doar din criteriile (ii), (iii), (iv) și (v).

C.4. Evaluare cantitativa

C.4.1. Metodologia de nivel 1

C.4.1.1. Factori de comportare

(1) Valorile maxime ale factorilor de comportare q pentru aplicarea metodologiei de nivel 1 sunt:

- (a) cadre necontravântuite: $q=2,0$;
- (b) cadre contravântuite cu diagonale în „X”: $q=2,0$;
- (c) cadre contravântuite cu diagonale în „V”: $q=1,0$;
- (d) cadre contravântuite excentric: $q=2,0$;
- (e) cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat: $q=2,0$.

(2) Valorile factorului q indicate la (1) sunt valori aproximative stabilite pentru structuri care nu respectă decât parțial regulile de alcătuire a construcțiilor amplasate în zone seismice.

(3) În cazul în care se dispune de date suficient de sigure privind detaliile de alcătuire și redundanță a clădirii și acestea permit considerarea unor valori q mai realiste, valorile factorilor de comportare precizați anterior se pot majora cu maxim 30% față de valorile indicate.

C.4.1.2. Valori admisibile ale tensiunilor în cazul aplicării metodologiei de nivel 1

(1) În condițiile aplicării procedeele de calcul simplificate descrise la 8.1.3.1, valorile admisibile ale tensiunilor medii în secțiunile stâlpilor și contravântuirilor verticale se consideră:

$$v_{adm} = 0,25 f_y \text{ - pentru inimile stâlpilor} \quad (C.1)$$

$$\sigma_{adm} = 0,50 f_y \text{ - pentru diagonalele contravântuirilor (întinse și comprimate)} \quad (C.2)$$

unde f_y este valoarea limitei nominale de curgere a mării oțelului în care a fost încadrat materialul pe baza încercărilor.

NOTA: 1. Valoarea limitei nominale de curgere f_y corespunzătoare mării oțelului în care se încadrează materialul se obține pe baza încercărilor și a surselor de informare existentă, diminuată prin aplicarea factorului de încredere CF.

C.4.2. Metodologia de nivel 2

C.4.2.1. Factori de comportare

(1) Valorile maxime ale factorului de comportare q pentru aplicarea metodologiei de tip 2 sunt cele prevăzute în tabelul C.4:

Tabelul C.4 Valori maxime ale factorului de comportare pentru aplicarea metodologiei de tip 2:

Tipuri de structuri	Înainte de P100/92 ¹	După P100/92 ¹
Structuri parter		
(a) cadre necontravântuite parter, cu rigle articulate:	$q=2,0$	$q=2,0$
(b) cadre necontravântuite cu o singură deschidere, cu rigle incastrate:	$q=2,0$	$q=2,5$
(c) cadre necontravântuite cu o mai multe deschideri, cu rigle incastrate:	$q=3,0$	$q=3,0$
(d) cadre contravântuite cu diagonale în „X”:	$q=2,5$	$q=3,5$
(e) cadre contravântuite cu diagonale în „V”:	$q=1,5$	$q=2,0$
(f) cadre contravântuite excentric:	$q=1,5$	$q=3,0$
(g) cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat:	-	$q=3,0$
Structuri etajate		
(a) cadre necontravântuite (cu rigle incastrate):	$q=3,0$	$q=3,5$
(b) cadre contravântuite cu diagonale în „X”:	$q=2,5$	$q=3,0$
(c) cadre contravântuite cu diagonale în „V”:	$q=1,5$	$q=2,0$
(d) cadre contravântuite excentric:	$q=2,0$	$q=3,0$
(e) cadre cu contravântuiri cu flambaj împiedicat:	-	$q=3,0$
Structuri de tip pendul inversat:	$q=2,0$	$q=2,0$

(2) Valorile maxime ale factorului q indicate la C.4 sunt valori aproximative stabilite pentru structuri care nu respectă decât parțial regulile de alcătuire a construcțiilor amplasate în zone seismice din codul P100-1 aflat în vigoare.

(3) În cazul în care se dispune de date suficient de sigure privind detaliile de alcătuire și redundanță a clădirii, expertul are posibilitatea de mărire a valorilor factorului de comportare q conform prevederilor indicate la 6.7.(4) și 6.7.(5).

C.4.2.2. Valori de calcul utilizate în cazul aplicării metodologiei de nivel 2

(4) Valorile de proiectare a capacităților de rezistență se calculează pe baza modelelor mecanice specifice tipului de element, conform prevederilor capitolelor specifice structurilor metalice din P100-1 și codurilor specifice structurilor metalice .

(5) Valorile de proiectare a capacităților de rezistență pentru elemente se calculează utilizând valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor determinate conform 6.1 (8) și (9).

C.4.2.3. Factorul de amplificare a deplasărilor

(1) Pentru verificările deplasărilor laterale la starea limită ultimă, factorul de amplificare a deplasărilor c se determină conform P100-1.

C.4.3. Metodologia de nivel 3

(1) În cazul construcțiilor cu structură metalică, metodologia de nivel 3 se va aplica numai după ce acestea au fost evaluate prin metodologia de nivel 2 sau după ce elementele structurii au fost verificate la stări limită ultime și de serviciu la solicitările obținute dintr-un calcul static echivalent al structurii.

(2) Valoarea deplasării laterale ultime capabile a structurii (d_u) este limitată la atingerea rotirilor și deformațiilor axiale maxime în elementele structurale precizate la subcapitolul C.4.3.1.

C.4.3.1. Capacități de deformare inelastică în elementele structurale în cazul aplicării metodologiei de nivel 3

Capacitatea de deformare inelastică a elementelor structurale se calculează având în vedere natura solicitării și sensibilitatea la pierderea stabilității locale a elementului după cum urmează:

(1) Cadre necontravântuite

Rotirea inelastică maximă, θ_u , a grinzilor și stâlpilor supuși la încovoiere, pe care se poate conta la verificările la ULS este exprimată în funcție de rotirea de la capătul elementului (considerat cu axa nedeformată) în cazul în care curgerea materialului a cuprins întreaga secțiune, θ_y .

Pentru grinzi și stâlpi, pentru care $\frac{N_{Ed}}{N_{p\ell,Rd}} \leq 0,3$, rotirea inelastică este:

$$\theta_u = 8,0 \theta_y \quad \text{pentru secțiuni clasa 1} \quad (C.3)$$

$$\theta_u = 3,0 \theta_y \quad \text{pentru secțiuni clasa 2} \quad (C.4)$$

în care:

$$\theta_y = \frac{W_{p\ell} \cdot f_y \cdot \ell_b}{6 \cdot E \cdot I_b} \quad \text{pentru grinzi} \quad (C.5)$$

$$\theta_y = \frac{W_{p\ell} \cdot f_y \cdot \ell_c}{6 \cdot E \cdot I_c} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{p\ell,Rd}} \right) \quad \text{pentru stâlpi} \quad (C.6)$$

$W_{p\ell}$	modulul de rezistență plastic
f_y	limita de curgere nominală a oțelului din element, determinată pe baza valorii medii rezultată în urma încercărilor și a surselor de informare existentă, corectată cu factorul de încredere CF
ℓ_b, ℓ_c	lungimea teoretică a grinzii, respectiv a stâlpului
I_b, I_c	momentul de inerție a secțiunii grinzii, respectiv a stâlpului
N_{Ed}	forța axială din element

$N_{p,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0}$ forța axială capabilă plastică a elementului

γ_{M0} coeficient parțial de siguranță pentru oțel, conform P100-1

Rotirea inelastică maximă, θ_u , a prinderilor grindă - stâlp pe care se poate conta la verificările la ULS este:

$$\theta_u = 0,040 \text{ rad.} \quad (C.7)$$

(2) Cadre contravântuite centric

Deformația inelastică maximă a diagonalei comprimate, $\Delta_{c,u}$, pe care se poate conta la verificările la ULS este exprimată în funcție de deformația axială a acesteia sub forța de compresiune care produce flambajul, Δ_c , ca un multiplu al acestei deformații:

$$\Delta_{c,u} = 6 \Delta_c \text{ pentru secțiuni clasa 1} \quad (C.8)$$

$$\Delta_{c,u} = 2 \Delta_c \text{ pentru secțiuni clasa 2} \quad (C.9)$$

în care:

$$\Delta_c = \frac{N_{b,Rd} \cdot \ell}{A \cdot E} \quad (C.10)$$

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$ forța capabilă la flambaj a barei comprimate

f_y are semnificația de la (1)

ℓ lungimea teoretică a diagonalei.

γ_{M1} coeficient parțial de siguranță pentru oțel, conform P100-1

Deformația inelastică maximă a diagonalei întinse, $\Delta_{t,u}$, pe care se poate conta la verificările la ULS este exprimată în funcție de deformația axială a acesteia sub forța de întindere care produce curgerea, Δ_t , ca un multiplu al acestei deformații:

$$\Delta_{t,u} = 9 \Delta_t \text{ pentru secțiuni clasa 1 și clasa 2} \quad (C.11)$$

în care:

$$\Delta_t = \frac{N_{t,Rd} \cdot \ell}{A \cdot E} \quad (C.12)$$

$N_{t,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0}$ forța capabilă la întindere a barei

f_y are semnificația de la (1)

ℓ lungimea teoretică a barei.

γ_{M0} coeficient parțial de siguranță pentru oțel, conform P100-1

Deformația inelastică a grinzilor sau stâlpilor supuși la întindere, $\Delta_{t,u}$, pe care se poate conta la verificările la ULS este exprimată în funcție de deformația axială produsă de forța de întindere, Δ_t , ca un multiplu al acestei deformații:

$$\Delta_{t,u} = 5,0 \Delta_t \text{ pentru secțiuni clasa 1 și clasa 2} \quad (\text{C.13})$$

în care:

$$\Delta_t = \frac{N_{t,Rd} \cdot \ell}{A \cdot E} \quad (\text{C.14})$$

$N_{t,Rd} = A \cdot f_y$ forța capabilă la întindere a barei

f_y are semnificația de la (1)

ℓ lungimea teoretică a barei.

NOTA: 1. Prevederile prezentului paragraf nu se aplică structurilor cu cadre contravântuite excentric.

(3) Cadre contravântuite excentric

Rotirea inelastică maximă a barelor disipative, θ_u , pe care se poate conta la verificările ULS este:

$$\theta_u = 0,08 \text{ rad.} \quad \text{pentru bare disipative scurte} \quad (\text{C.15})$$

$$\theta_u = 0,02 \text{ rad.} \quad \text{pentru bare disipative lungi} \quad (\text{C.16})$$

$0,02 \text{ rad.} < \theta_u < 0,08 \text{ rad.}$ pentru bare disipative intermediare (se determină prin interpolare liniară între valorile de mai sus).

(4) În cazul structurilor existente din oțel care respectă cerințele de conformare (ansamblu, elemente, prinderi) și comportare (mecanism de cedare favorabil) prevăzute în P100-1 se pot adopta valori mai mari ale deplasărilor relative de nivel cu până la $1/R3$ ($R3$ evaluat conform capitolului 8) în condițiile în care structura se încadrează în clasa de risc seismic III.

Anexa D Structuri din zidărie

D.1. Domeniu de aplicare

(1) Această anexă cuprinde informațiile necesare pentru evaluarea seismică a clădirilor existente cu pereți structurali din zidărie.

(2) Prevederile se referă la clădirile cu pereți structurali din zidărie nearmată și din zidărie confinată, cu planșee fără rigiditate semnificativă în plan orizontal și cu planșee rigide în plan orizontal.

D.2. Informații specifice necesare pentru evaluarea siguranței construcțiilor din zidărie

D.2.1. Date generale privind construcția

(1) Informațiile cu caracter general privind clădirile din zidărie se referă la:

- (a) data (perioada) execuției;
- (b) numărul de niveluri;
- (c) forma și dimensiunile în plan;
- (d) forma și dimensiunile în elevație;
- (e) tipul zidăriei (nearmată, confinată);
- (f) natura elementelor pentru zidărie și modul de zidire (cu mortar, zidărie uscată);
- (g) tipul și materialele planșeelor;
- (h) tipul și materialele acoperișului (șarpantei);
- (i) natura terenului de fundare;
- (j) tipul și materialele fundațiilor;
- (k) tipul și materialele finisajelor și decorațiilor exterioare.

(2) Informațiile menționate la (1) vor fi colectate din documentele disponibile și/sau prin examinare vizuală.

D.2.2. Date privind starea fizică a construcției

(1) Vor fi cercetate următoarele aspecte legate de starea fizică, relevante pentru evaluarea siguranței la cutremur a clădirilor din zidărie:

- (a) degradarea fizică a materialelor structurii:
 - degradarea zidăriilor prin: ascensiunea capilară a apei, efecte de îngheț - dezgheț, degradarea mortarului;
 - degradarea planșeelor din lemn prin: putrezirea lemnului, crăpături în lemn, prezența microorganismelor și a ciupercilor;
 - degradarea elementelor metalice prin: coroziunea tiranților, ancorelor, grinzilor de planșeu;
 - incendiu.
- (b) afectarea structurii din cauze neseismice:
 - cedarea terenului de fundare;

- efectul împingerilor date de arce, bolți, cupole;
- deteriorarea planșeelor din încărcări verticale (ruperi locale, deformații excesive, vibrații).

(c) afectarea structurii din acțiuni seismice:

- identificarea și descrierea stării de fisurare, prin clasificarea fisurilor pe baza tipologiei specifice (separare, rotire, lunecare, ieșire din plan) sau prin identificarea deformațiilor aparente: ieșire din plan vertical, umflare, deformarea bolților etc.

(2) Informațiile de la (1) se colectează prin examinare vizuală și se consemnează sub formă de desene, fotografii, texte, în relevul avariilor/degradărilor care face parte integrantă din raportul de evaluare.

D.2.3. Date privind geometria structurilor din zidărie

(1) Principalele date privind geometria structurilor din zidăriei se referă la:

- (a) poziționarea în plan a pereților structurali și dimensiunile acestora;
- (b) continuitatea pe verticală a pereților structurali;
- (c) poziționarea și dimensiunile în plan și în elevație ale golurilor (uși, ferestre) și ale zonelor de perete cu grosime redusă (nișe);
- (d) poziționarea în plan și în elevație a elementelor structurale din zidărie care generează împingeri (arce, bolți, cupole) cu indicarea tipologiei și a principalelor dimensiuni (formă, grosime), precum și a elementelor care pot prelua împingerile (contraforți, tiranți);
- (e) poziționarea în plan și dimensiunile elementelor principale ale planșeelor din lemn sau metalice, grosimea plăcilor de beton; existența planșeelor parțiale sau cu goluri mari;
- (f) pozițiile și dimensiunile elementelor de confinare (stâlpișori și centuri), ale buiandrugilor și ale tiranților.

(2) Pentru toate nivelurile de cunoaștere, datele specifice privind geometria structurilor se vor obține din documentele descrise la 4.3 cu următoarele precizări:

- (a) Examinare vizuală: rezultatele examinării vizuale vor fi prezentate sub formă de piese desenate, pentru fiecare nivel al clădirii, în care se reprezintă: pereții cu rezistență semnificativă la forță tăietoare (poziționarea în plan, principalele dimensiuni geometrice), elementele de zidărie care generează eforturi de împingere (arce, bolți, cupole), direcțiile de rezemare ale planșeelor și alcătuirea acestora (în zone semnificative, de exemplu în încăperile cu deschideri mari);

Relevarea construcției: relevul construcției va conține desene cotate complet, pentru fiecare nivel, în care se reprezintă: toate elementele din zidărie (structurale, inclusiv elementele de confinare și nestructurale), elementele de zidărie care generează eforturi de împingere (arce, bolți, cupole), inclusiv descrierea tipologiei acestora (formă și grosime) și a umpluturilor peste acestea, rezemările tuturor planșeelor.

D.2.4. Detalii constructive specifice structurilor din zidărie

(1) Informațiile privind detaliile constructive specifice structurilor din zidărie sunt:

- (a) tipul și calitatea legăturilor între pereți la colțuri, ramificații și intersecții;
- (b) tipul și calitatea legăturilor între planșee și pereți; existența sau lipsa centurilor la nivelul planșeului; existența sau lipsa ancorelor și tiranților;
- (c) tipul buiandrugilor;
- (d) alcătuirea elementelor structurale care generează împingeri și a elementelor care pot prelua împingerile (contraforți, pilaștri, tiranți);
- (e) existența zonelor de zidărie slăbite de nișe, coșuri de fum, șlițuri etc.
- (f) detalii privind intervențiile în timp asupra construcției:
 - modificarea poziției sau dimensiunilor golurilor din pereții structurali; de exemplu, modificarea deschiderii sau a înălțimii golurilor, desființarea totală sau parțială a buiandrugilor sau arcelor etc.;
 - crearea de goluri noi;
 - desființarea de goluri: umpluturi din zidărie sau alte materiale cu sau fără țesere;
 - spargerea șlițurilor orizontale și verticale pentru instalații.
- (g) alcătuirea elementelor structurale cu vulnerabilitate ridicată:
 - elemente majore de zidărie situate la ultimul nivel (pod sau mansardă), ancorate sau neancorate: frontoane, timpane, calcane;
 - elemente minore de zidărie situate pe fațade (parapete, elemente decorative) sau la nivelul acoperișului (atice, coșuri de fum și de ventilație).
- (h) alcătuirea planșeelor:
 - materialele și identificarea esențelor (în cazul planșeelor din lemn);
 - geometria planșeului (orientarea elementelor principale de planșeu, distanțele între acestea);
 - dimensiunile elementelor principale;
 - detaliile constructive ale rezemărilor și prinderilor pe pereții structurali.
- (i) alcătuirea infrastructurii și fundațiilor:
 - existența subsolului, suprafața ocupată, tipul subsolului (parțial sau general);
 - materialele pereților subsolului: piatră, zidărie, beton simplu, beton armat;
 - alcătuirea planșeului peste subsol: planșeu drept (cu grinzi metalice și bolțișoare de cărămidă, cu grinzi și podină din lemn, din beton armat), bolți din zidărie;
 - adâncimea de fundare;
 - materialele din care sunt alcătuite fundațiile: piatră, zidărie, beton simplu, beton armat, soluții mixte;

- existența hidroizolațiilor.

(j) condițiile de teren:

- topografia amplasamentului: teren plan, în pantă, teren inundabil;
- natura terenului de fundare: normal, cu sensibilități (sensibil la umezire, cu contracții și umflări mari, lichefiabil), agresiv față de materialele de construcție;
- nivelul apei freatice;
- existența rețelilor edilitare (apă sau canalizare) cu pierderi de apă.

(2) Informațiile de la (1) se obțin conform 4.2, cu următoarele precizări:

(a) Inspecție în teren limitată: va fi făcută numai prin examinare vizuală, de regulă, după desfacerea tencuielilor. Se cercetează, pentru cel puțin 15% din numărul pereților, următoarele elemente:

- caracteristicile zidăriei la suprafață și în profunzime;
- legăturile între pereții care se intersectează;
- alcătuirea generală a planșelor și prinderile acestora de pereți.

(b) Inspecții în teren extinse și cuprinzătoare: vor fi făcute, de asemenea, prin examinare vizuală pentru fiecare nivel al clădirii, și vor consta, cel puțin, în:

- desfacerea tencuielilor (pe suprafețe suficient de mari, orientativ $> 1,0 \text{ m}^2$);
- sondaje în zidărie pentru examinarea:
 - o caracteristicilor în profunzime ale zidăriei;
 - o legăturilor între pereți la intersecții;
 - o legăturilor între pereți și planșee;
- desfacerea tavanelor/pardoselilor pentru cercetarea alcătuirii planșelor;
- decopertarea fundațiilor (în zonele semnificative, stabilite de expertul tehnic).

(c) Inspecția în teren extinsă se face pentru cel puțin 30% din numărul pereților, iar inspecția în teren cuprinzătoare se face pentru cel puțin 50% din numărul pereților.

D.2.5. Proprietățile materialelor

(1) Calitatea zidăriei se evaluează în funcție de:

(a) Tipologia și calitatea zidăriei:

- tipul și materialul elementelor pentru zidărie;
- calitatea elementelor pentru zidărie: cărămizi formate manual sau presate; uscate sau arse (cu precizarea gradului de ardere);
- gradul de afectare (din îngheț-dezghet, ascensiunea apei capilare etc.);
- tipul și calitatea mortarului: tipul liantului și agregatelor, raportul liant / agregat;
- gradul de afectare (carbonatare, îngheț-dezghet sau alte acțiuni);
- lungimile de suprapunere și regularitatea suprapunerii elementelor în rânduri succesive și a grosimii rosturilor verticale și orizontale;

- legăturile (țeserea) la intersecțiile pereților;
 - umplerea rosturilor cu mortar: toate rosturile umplute, rosturile verticale neumplute, gradul de umplere, compactitatea mortarului, zidărie fără mortar.
- (b) Precizia execuției pereților: verticalitate, planeitate.
- (c) Rezultatele încercărilor nedistructive in-situ: încercări cu prese plate, încercări sonice, endoscopie etc.
- (d) Rezultatele analizelor chimice și ale încercărilor mecanice pe elemente pentru zidărie și mortare extrase din lucrare.
- (2) Încercările specifice pentru determinarea caracteristicilor materialelor se fac conform prevederilor de la 4.2 cu următoarele precizări:
- (a) Încercări in-situ limitate: se fac prin examinarea vizuală a țeserii zidăriei și a elementelor din care aceasta este alcătuită. Este necesar să se efectueze cel puțin un examen, pentru fiecare tip de zidărie din clădire și, în toate cazurile, pentru fiecare nivel al clădirii; nu sunt cerute date experimentale.
- (b) Încercări in-situ extinse: au ca scop obținerea informațiilor cantitative, cu caracter general, asupra rezistențelor zidăriei. Pentru aceasta, se va efectua cel puțin o încercare din cele menționate la punctul (d) de la aliniatul (1) la fiecare nivel, pentru fiecare tip de material existent în structură (cu aceleași elemente și/sau mortare), în plus față de verificările vizuale de la (a). Încercările nedistructive menționate la punctul (c) de la aliniatul (1) sunt complementare celor de la punctul (d) și nu le pot înlocui pe acestea.
- (c) Încercări in-situ cuprinzătoare: au ca scop evaluarea mai exactă a rezistențelor materialelor și/sau ale zidăriei. Pentru a se obține rezultate semnificative, se fac cel puțin trei încercări pentru fiecare tip de material existent în lucrare și pentru fiecare nivel al clădirii.()

D.3. Evaluarea seismică

D.3.1. Generalități

- (1) Evaluarea seismică a clădirilor cu pereți structurali din zidărie se face prin coroborarea rezultatelor obținute prin două categorii de procedee:
- (a) evaluare calitativă;
- (b) evaluare cantitativă.
- (2) Procedeele de evaluare calitativă au două niveluri de complexitate:
- (a) evaluare calitativă preliminară;
- (b) evaluare calitativă detaliată.
- (3) Evaluarea cantitativă a siguranței seismice a clădirilor din zidărie, în prezența încărcărilor verticale (permanente și utile), implică două categorii de verificări:
- (a) verificarea ansamblului structurii și a pereților structurali pentru acțiunea seismică în planul pereților;
- (b) verificarea pereților pentru acțiunea seismică perpendiculară pe plan.
- (4) Procedeele de evaluare prin calcul au două niveluri de complexitate:

- (a) evaluare preliminară pe ansamblul clădirii, pentru acțiunea seismică în planul pereților;
 - (b) evaluare detaliată, pentru acțiunea seismică în planul pereților și normal pe plan.
- (5) Evaluarea detaliată prin calcul se poate realiza prin următoarele metode de calcul, definite în P100-1:
- (a) metoda forțelor seismice statice echivalente;
 - (b) metoda de calcul modal cu spectre de răspuns;
 - (c) metode de calcul static neliniar;
 - (d) metode de calcul dinamic neliniar.

Condițiile de utilizare a acestor metode de calcul sunt prevăzute la D.3.4.1.

(6) Pentru forțele seismice în planul peretelui și perpendicular pe planul peretelui, care acționează simultan asupra pereților structurali și asupra panourilor de umplutură la cadrele de beton armat sau metalice, verificările de la (3) se referă la satisfacerea cerințelor de stabilitate și de rezistență.

D.3.2. Metodologii de evaluare pentru clădiri din zidărie

(1) Metodologia de nivel 1 se aplică următoarelor categorii de clădiri cu pereți structurali din zidărie:

- (a) clădiri din zidărie confinată, cu regularitate în plan și în elevație, cu planșee din beton armat monolit, având regim maxim de înălțime P+2E, în zone seismice cu $a_g=0,20g$, și P+4E, în zone seismice cu $a_g \leq 0,15g$;
- (b) clădiri din zidărie nearmată, cu regularitate în plan și în elevație, cu planșee din beton armat monolit, având regim maxim de înălțime P+2E, în zone seismice cu $a_g=0,15g$ și P+4E, în zone seismice cu $a_g=0,10g$.

(2) Metodologia de nivel 1 constă în:

- (a) evaluare calitativă preliminară;
- (b) evaluare simplificată prin calcul, pentru efectul de ansamblu al acțiunii seismice în planul pereților;
- (c) evaluare prin calcul pentru acțiunea seismică perpendiculară pe planul pereților*, dacă evaluarea calitativă preliminară a identificat existența pereților sau a altor elemente majore de zidărie (calcane, timpane, frontoane) care prezintă risc de prăbușire, parțială sau totală.

(3) Metodologia de nivel 2 se aplică:

- (a) tuturor clădirilor cu pereți structurali din zidărie nearmată și zidărie confinată cu planșee fără rigiditate semnificativă în plan orizontal, indiferent de zona seismică și de regimul de înălțime;
- (b) clădirilor cu pereți structurali din zidărie nearmată și din zidărie confinată cu planșee rigide în plan orizontal care îndeplinesc condițiile de la D.3.4.1.7 pentru utilizarea metodelor de calcul liniar elastic dar care nu se încadrează în condițiile de la (1) pentru utilizarea metodologiei de nivel 1;

- (c) clădirilor care îndeplinesc condițiile de la (1) pentru utilizarea metodologiei de nivel 1, în condițiile în care se urmărește determinarea mai exactă a nivelului de siguranță disponibil (se recomandă în cazul clădirilor din clasele de importanță și de expunere la cutremur I și II).
- (4) Metodologia de nivel 2 constă în:
 - (a) evaluarea calitativă detaliată;
 - (b) evaluarea prin calcul metoda forțelor seismice statice echivalente sau metoda de calcul modal cu spectre de răspuns, pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților;
 - (c) evaluarea prin calcul pentru acțiunea seismică perpendiculară pe planul pereților.
- (5) Metodologia de nivel 2 nu poate fi aplicată pentru clădiri la care, în urma colectării datelor pentru evaluarea structurală, nivelul de cunoaștere este KL1
- (6) Metodologia de nivel 3 se aplică construcțiilor care nu îndeplinesc condițiile pentru utilizarea metodologiei de nivel 2 și construcțiilor importante pentru care se dorește un grad mai ridicat de precizie a evaluării.
- (7) Metodologia de nivel 3 poate fi aplicată doar pentru clădiri la care, în urma colectării datelor pentru evaluarea structurală, nivelul de cunoaștere este KL3.
- (8) Metodologia de nivel 3 constă în:
 - (a) evaluare calitativă detaliată;
 - (b) evaluare prin calcul, prin metoda de calcul static neliniar, pentru acțiunea seismică în plan;
 - (c) evaluare prin calcul pentru acțiunea seismică perpendiculară pe planul pereților.

D.3.3. Evaluarea calitativă

D.3.3.1. Evaluarea calitativă preliminară

- (1) Evaluarea calitativă preliminară se face ținând seama de:
 - (a) caracteristicile generale ale clădirii;
 - (b) starea generală de afectare din cauza cutremurului sau a altor acțiuni.
- (2) Caracteristicile generale considerate pentru evaluarea calitativă preliminară sunt:
 - (a) regimul de înălțime;
 - (b) rigiditatea planșelor în plan orizontal;
 - (c) regularitatea geometrică și structurală.
- (3) Pe baza caracteristicilor generale se stabilește valoarea indicatorului R_1 conform prevederilor din tabelul D.1a și D.1b.
- (4) Pentru evaluarea calitativă preliminară, starea generală de avariere a clădirii se notează în funcție de tipul și de gravitatea avariilor conform prevederilor din tabelul D.2.

Tabelul D.1a Valorile indicatorului R_1 pentru zidăria nearmată

Rigiditate planșee	Regim de înălțime	Condiții de regularitate		
		Cu regularitate în plan și în elevație	Fără regularitate în plan sau în elevație	Fără regularitate în plan și în elevație
Rigide	$\leq P+2E$	100	85	70
	$> P+2E$	85	70	60
Fără rigiditate semnificativă	$\leq P+2E$	75	55	40
	$> P+2E$	55	40	20

Tabelul D.1b Valorile indicatorului R_1 pentru zidăria confinată

Rigiditate planșee	Regim înălțime	Condiții de regularitate		
		Cu regularitate în plan și în elevație	Fără regularitate în plan sau în elevație	Fără regularitate în plan și în elevație
Rigide	$\leq P+2E$	100	100	85
	$> P+2E$	90	85	75
Fără rigiditate semnificativă	$\leq P+2E$	85	70	60
	$> P+2E$	70	55	35

Tabelul D.2 Calculul indicatorului R_2 pentru evaluare calitativă preliminară

Tipul avariilor	Elemente verticale (A_v)	Elemente orizontale (A_h)
Nesemnificative	70	30
Moderate	60	20
Grave	45	15
Foarte grave	25	10

Notă: Elementele orizontale includ: planșee, bolți, cupole, șarpante.

(5) Indicatorul R_2 se determină cu relația:

$$R_2 = A_h + A_v \quad (D.1)$$

(6) Avariile caracteristice în pereții din zidărie, care se iau în considerare pentru evaluarea calitativă preliminară sunt următoarele:

- (a) Fisuri verticale în parapete, buiandrugi și arce;
- (b) Fisuri înclinate în parapete, buiandrugi și arce;
- (c) Fisuri înclinate în spaleți;
- (d) Zdrobirea zidăriei provocată de concentrarea locală a eforturilor de compresiune, eventual cu expulzarea materialului;
- (e) Fisuri orizontale la extremitățile spaleților;
- (f) Avarii la intersecțiile pereților, cu tendință de desprindere;

- (g) Fisuri sau crăpături verticale la legăturile dintre pereții perpendiculari;
 - (h) Expulzarea locală a zidăriei din elementele orizontale pe care reazemă planșeele.
- (7) Caracterizarea orientativă a severității avariilor elementelor structurale verticale, definite la (6) pentru utilizare în tabelul D.2, este următoarea:

(a) Avarii nesemnificative

- pereți structurali:
 - fisuri orizontale foarte subțiri în rosturile de la bază;
 - posibile fisuri diagonale și desprinderi minore la bază.
- spaleți între goluri:
 - fisuri foarte subțiri sau mortar sfărâmat în rosturile orizontale de la extremități;
 - fisuri cu traseu discontinuu, foarte subțiri sau mortar sfărâmat în rosturile orizontale și verticale (fără deplasări);
 - fisuri diagonale subțiri în cărămizi în $< 5\%$ din asize.

(b) Avarii moderate

- pereți structurali:
 - fisuri orizontale sau mortar desprins la bază și în apropierea acestora cu deplasări ($< 5\div 6$ mm) în planul de fisurare;
 - posibile fisuri înclinate care pornesc de la bază și se extind pe câteva rânduri de cărămidă;
 - posibile fisuri înclinate în zonele superioare (inclusiv prin cărămizi);
- spaleți între goluri
 - fisuri foarte subțiri sau mortar sfărâmat în rosturile orizontale de la extremități și, uneori, și în alte rosturi apropiate de extremități;
 - fisuri orizontale și sfărâmarea mortarului cu deplasarea în plan în lungul fisurii și deschiderea rosturilor verticale ($< 5\div 6$ mm); rupere în scară cu $< 5\%$ din asize cu crăpături în cărămizi;
 - fisuri diagonale ($< 5\div 6$ mm), cele mai multe prin cărămizi care ajung la colțuri sau în apropierea acestora; la extremități nu se produce zdrobirea zidăriei.

(c) Avarii grave

- pereți structurali:
 - fisuri în rostul orizontal, la bază, $< 10\div 12$ mm;
 - fisuri înclinate extinse pe mai multe asize;
 - posibile fisuri înclinate cu deschideri $< 10\div 12$ mm în partea superioară;
- spaleți între goluri:
 - fisuri subțiri sau mortar sfărâmat în rosturile orizontale de la extremități;

- fisuri subțiri sau mortar sfărâmat și în alte rosturi orizontale apropiate de extremități;
- ieșirea din plan sau deplasări în plan;
- cărămizi zdrobite la colțuri;
- fisuri orizontale și sfărâmarea mortarului cu deplasarea în plan în lungul fisurii și deschiderea rosturilor verticale ($< 10 \div 12 \text{mm}$); rupere în scară cu $> 5\%$ din asize cu crăpături în cărămizi;
- fisuri diagonale ($> 6 \text{mm}$), majoritatea prin cărămizi; câteva zone zdrobite la colțuri și/sau deplasări mici în lungul sau perpendicular pe planul de fisurare.

Structura este considerată cu avarii grave dacă este îndeplinită una din următoarele condiții:

- capacitatea de rezistență însumată a pereților cu avarii grave reprezintă mai mult de $20 \div 25\%$ din capacitatea de rezistență totală a structurii pe una dintre direcțiile principale de la un etaj.
- numărul spaleților cu avarii grave reprezintă mai mult de $20 \div 25\%$ din numărul total al spaleților pe una dintre direcțiile principale de la un etaj.

(d) Avarii foarte grave:

- pereți structurali:
 - degradări care indică un risc de prăbușire sub încărcări verticale;
 - deplasări în scară importante, unele cărămizi au lunecat de pe cele pe care erau zidite;
 - secțiunea de la baza peretelui a început să se dezintegreze la extremități;
 - deplasări laterale mari (în unele zone de margine zidăria a început să cadă).
- spaleți între goluri:
 - degradări care indică un risc de prăbușire sub încărcări verticale;
 - deplasări semnificative în plan și/sau perpendicular pe plan;
 - zdrobirea extinsă a cărămizilor la colțuri;
 - deplasări în scară mari (unele cărămizi au căzut de pe cele inferioare);
 - ruperea verticală a cărămizilor în majoritatea asizelor;
 - deplasări laterale mari, în zonele de margine zidăria a început să cadă;
 - deplasări și rotiri importante în lungul planurilor de fisurare.

Structura este considerată cu avarii foarte grave dacă este îndeplinită una din următoarele condiții:

- capacitatea de rezistență însumată a pereților cu avarii foarte grave reprezintă mai mult de $10 \div 15\%$ din capacitatea de rezistență totală a structurii pe una dintre direcțiile principale de la un etaj;

- numărul spaleților cu avarii foarte grave reprezintă mai mult de 10÷15% din numărul total al spaleților pe una dintre direcțiile principale de la un etaj.

(8) La clădirile cu avarii foarte grave, care necesită intervenții imediate pentru punerea în siguranță provizorie a clădirii și interzicerea accesului tuturor persoanelor, evaluarea preliminară nu mai este necesară și se trece direct la evaluarea calitativă detaliată.

(9) Caracterizarea orientativă a severității tipurilor de avarii prezentate în tabelul D.2, pentru elementele structurale orizontale, este următoarea:

(a) Avarii la planșee cu grinzi din lemn:

- Avarii nesemnificative: fisuri izolate în tavan, paralele cu grinzile;
- Avarii moderate: fisuri numeroase în tavan, paralele cu grinzile, însoțite de fisuri transversale izolate;
- Avarii grave: separarea de perete la reazeme pentru un număr mic de grinzi;
- Avarii foarte grave: separarea majorității grinzilor principale de pereți la reazeme. deplasarea laterală urmată de căderea unor grinzi de pe reazeme.

(b) Avarii la planșee cu grinzi metalice și bolțișoare de cărămidă:

- Avarii nesemnificative: fisuri izolate în bolțișoare, paralele cu grinzile;
- Avarii moderate: fisuri numeroase în bolțișoare, paralele cu grinzile, însoțite de fisuri transversale izolate;
- Avarii grave: fisuri cu deschidere peste 1 mm în bolțișoare, paralele cu grinzile și însoțite de multe fisuri transversale;
- Avarii foarte grave: separarea parțială a grinzilor de zidăria bolțișoarelor, zdrobirea zidăriei elementelor verticale în zonele de reazem ale grinzilor metalice, căderea bolțișoarelor.

(c) Avarii la bolți și cupole:

- Avarii nesemnificative: fisuri vizibile, cu deschidere până la 1 mm, la bolți sau cupole cu tiranți;
- Avarii moderate: fisuri vizibile, cu deschidere până la 1 mm, la bolți sau cupole fără tiranți;
- Avarii grave: fisuri cu deschidere peste 1 mm, la cheie și la reazemele pe elementele verticale, la bolți sau cupole cu tiranți;
- Avarii foarte grave: fisuri cu deschidere peste 1 mm, la cheie și la reazemele pe elementele verticale la bolți sau cupole fără tiranți, fisuri cu deschideri mai mari ale elementelor verticale, la bază și la reazemul bolții, eventual cu zdrobirea zonei comprimate, deformații remanente importante ("coborârea" bolților) sau deplasarea laterală a reazemelor.

D.3.3.2. Evaluare calitativă detaliată

(1) Evaluarea calitativă detaliată se face ținând seama de:

- (a) principiile de alcătuire constructivă favorabilă care, conform experienței cutremurelor trecute, au influențat favorabil comportarea seismică a clădirilor din zidărie;
 - (b) amploarea fenomenului de deteriorare din cauza cutremurului și/sau a altor acțiuni.
- (2) Aprecierea calitativă detaliată se face prin notare în raport cu următoarele criterii:
- (a) Calitatea sistemului structural:
 - criterii de apreciere: eficiența conlucrării spațiale a elementelor structurii care depinde de natura și calitatea legăturilor între pereții de pe direcțiile ortogonale și a legăturilor între pereți și planșee; existența ariilor de zidărie suficiente și aproximativ egale pe cele două direcții;
 - criteriul orientativ pentru punctajul maxim: prevederile CR 6 și P100-1.
 - (b) Calitatea zidăriei:
 - criterii de apreciere: calitatea elementelor, omogenitatea țeserii, regularitatea rosturilor, gradul de umplere cu mortar, existența unor zone slăbite de șlițuri sau nișe, etc;
 - criteriul orientativ pentru punctajul maxim: calitatea materialelor și a execuției conform reglementărilor în vigoare.
 - (c) Tipul planșeelor:
 - criterii de apreciere: rigiditatea planșeelor în plan orizontal și eficiența legăturilor cu pereții (capacitatea de a asigura compatibilitatea deformațiilor pereților structurali și de a împiedica răsturnarea pereților pentru forțe seismice perpendiculare pe plan);
 - criteriul orientativ pentru punctajul maxim: planșee din beton armat monolit la toate nivelurile, fără goluri care le slăbesc semnificativ rezistența și rigiditatea în plan orizontal.
 - (d) Configurația în plan:
 - criterii de apreciere: compactitatea și simetria geometrică și structurală în plan, exprimate prin raportul între lungimile laturilor și prin dimensiunile retragerilor în plan, existența sau absența bowindow-urilor.
 - criteriul orientativ pentru punctajul maxim: prevederile P 100-1.
 - (e) Configurația în elevație:
 - criterii de apreciere: uniformitatea geometrică și structurală în elevație exprimate prin absența / existența retragerilor etajelor succesive, existența unor proeminențe la ultimul nivel, discontinuități create de sporirea ariei golurilor din pereți la parter /la un nivel intermediar;
 - criteriul orientativ pentru punctajul maxim: prevederile P 100-1
 - (f) Distanțe între pereți:
 - criterii de apreciere: distanțele între pereții structurali, pe fiecare dintre direcțiile principale ale clădirii;

- criteriul orientativ pentru punctajul maxim: sistem structural cu pereți deși (fagure) definit conform CR 6.

(g) Elemente care dau împingeri laterale:

- criterii de apreciere: existența arcelor, bolților, cupolelor, șarpantelor, cu/fără elemente care preiau/limitează efectele împingerilor;
- criteriul orientativ pentru punctajul maxim: lipsa elementelor structurale care dau împingeri (bolți, șarpante etc.).

(h) Tipul terenului de fundare și al fundațiilor:

- criterii de apreciere: natura terenului de fundare (normal sau dificil), capacitatea fundațiilor de a prelua și transmite la teren încărcările verticale, eforturile provenite din tasări diferențiale și din acțiunea cutremurului;
- criteriul orientativ pentru punctajul maxim: teren normal de fundare, fundații continue din beton armat.

(i) Interacțiuni posibile cu clădirile adiacente:

- criterii de apreciere: existența/absența riscului de ciocnire cu clădirile alăturate (clădire izolată, clădire cu vecinătăți pe 1, 2, 3 laturi), înălțimile clădirilor vecine, existența riscului de cădere a unor componente ale clădirilor vecine;
- criteriul orientativ pentru punctajul maxim: clădire izolată.

(j) Elemente nestructurale:

- criterii de apreciere: existența unor elemente de zidărie majore (calcane, frontoane, timpane), placaje grele, alte elemente decorative importante care prezintă risc de prăbușire;
- criteriul orientativ pentru punctajul maxim: lipsa acestor elemente sau asigurarea stabilității lor conform prevederilor din P 100-1.

Notarea se va face prin apreciere, cu următorul punctaj:

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| - criteriul este îndeplinit | 10 (punctaj maxim) |
| - neîndeplinire minoră | 8÷10 |
| - neîndeplinire moderată | 4÷8 |
| - neîndeplinire majoră | 0÷4 |

Punctajul maxim total este $10 \times 10 = 100$ puncte.

Valoarea efectivă a punctajului între limitele menționate, pentru fiecare criteriu, se stabilește de expertul tehnic în funcție de particularitățile clădirii respective.

(3) Rezultatul analizei calitative detaliate în raport cu criteriile de alcătuire se cuantifică prin indicatorul

$$R_1 = \sum p_i \quad (D.2)$$

unde p_i sunt punctele acordate fiecărui criteriu.

(4) În funcție de amploarea și distribuția nivelului de avariere pe întreaga construcție, punctajul detaliat pentru diferitele categorii de avarii se va lua din tabelul D.3

Tabelul D.3 Calculul indicatorului R_2 pentru evaluare calitativă detaliată

Categoria avariilor	Elemente verticale (A_v)			Elemente orizontale (A_h)		
	Suprafața afectată			Suprafața afectată		
	$\leq 1/3$	$1/3 \div 2/3$	$> 2/3$	$\leq 1/3$	$1/3 \div 2/3$	$> 2/3$
Nesemnificative	70	70	70	30	30	30
Moderate	65	60	50	25	20	15
Grave	50	45	35	20	15	10
Foarte grave	30	25	15	15	10	5

Notă: Elementele orizontale includ: planșee, bolți, cupole, șarpante.

(5) Indicatorul R_2 pentru evaluarea calitativă detaliată se calculează cu relația (D.1)

D.3.4. Evaluarea cantitativă

D.3.4.1. Evaluarea seismică pentru efectele acțiunii în planul peretelui

D.3.4.1.1. Reprezentarea acțiunii seismice - metodologiile de nivel 1 și 2

(1) Pentru calculul structurii utilizând metoda forțelor seismice statice echivalente sau metoda de calcul modal cu spectre de răspuns, valorile maxime ale factorilor de comportare, q , sunt:

(a) structuri din zidărie simplă (nearmată): $q=1,5$;

(b) structuri din zidărie confinată: $q=2,0$;

(2) În aplicarea metodologiei de nivel 2, pentru clădiri cu pereți din zidărie confinată, cu planșee rigide în plan orizontal, care îndeplinesc condițiile de regularitate în plan și în elevație din P 100-1, valoarea factorului maxim de comportare q stabilită conform (1) se corectează cu factorii de suprazistență α_u/α_1 stabiliți conform P 100-1.

(3) Spectrul de răspuns elastic se corectează prin înmulțire cu coeficientul $\eta=0,88$, determinat admitând că fracțiunea din amortizarea critică este 8%, conform P 100-1.

(4) Valorile factorului q indicate la (1) sunt valori aproximative stabilite pentru structuri care nu respectă decât parțial regulile de alcătuire a clădirilor amplasate în zone seismice.

(5) Metoda forțelor seismice statice echivalente poate fi utilizată dacă sunt respectate cumulativ următoarele condiții:

(a) clădirea satisface condițiile de regularitate în plan și în elevație, conform P 100-1;

(b) planșeele au aceeași cotă superioară pe întregul nivel - pot fi acceptate decalări ale feței superioare a planșeului mai mici decât înălțimea centurilor ($15 \div 20$ cm);

(c) planșeele au suficientă rigiditate în plan orizontal și sunt suficient de bine legate de pereții perimetrali pentru a se putea accepta că este asigurată distribuția forțelor de inerție prin compatibilizarea deformațiilor laterale (cazul planșeelor din beton armat sau din lemn/metal cu suprabetonare ≥ 50 mm și cu conectori);

Nota: plinurile orizontale din zidărie (situate sub sau peste goluri de uși ferestre) pot fi introduse în modelul de calcul numai dacă sunt executate din elemente țesute cu zidăria alăturată sau sunt prevăzute cu ancore/armături de legătură cu aceasta.

(6) Metoda de calcul modal cu spectre de răspuns poate fi utilizată dacă sunt îndeplinite condițiile prevăzute la (5) sau în următoarele situații suplimentare:

- (a) clădiri fără regularitate în elevație;
- (b) clădiri la care montanții pereților cu goluri sunt legați la nivelul planșeelor cu elemente fără rigiditate la încovoiere.

D.3.4.1.2. Distribuția forțelor seismice orizontale

(1) Pentru calculul la acțiunea seismică în planul pereților, distribuția forței tăietoare de bază pentru ansamblul clădirii (F_b), între pereții structurali, se face astfel:

- (a) În cazul planșeelor cu rigiditate nesemnificativă în plan orizontal: proporțional cu masa totală aferentă fiecărui perete structural orientat cu axa majoră (lungimea) pe direcția forței seismice (direcția de calcul).
- (b) În cazul planșeelor rigide în plan orizontal: proporțional cu rigiditatea la deplasări laterale a fiecărui perete, ținând seama și de efectele de răsucire de ansamblu produse de excentricitatea structurală sau de excentricitatea accidentală definită în P 100-1. Rigiditatea la deplasări laterale se calculează considerând deformațiile din încovoiere și din forfecare pentru secțiunea de zidărie fisurată (în lipsa unor date mai exacte, se folosește $\frac{1}{2}$ din rigiditatea secțiunii nefisurate).

(2) Distribuția forței tăietoare de bază în elevație, la nivelul fiecărui planșeu, se face conform P 100-1.

(3) Tipul de model de calcul pentru pereții cu goluri depinde de rezistența și de rigiditatea la încovoiere a plinurilor orizontale de zidărie sau a elementelor de beton armat de la nivelul planșeelor, astfel:

- (a) Plinuri de zidărie sau elemente de beton armat (grinzi de cuplare) cu rezistență și rigiditate semnificativă la încovoiere: model de tip cadru;
- (b) Plinuri de zidărie sau elemente de beton armat (grinzi de cuplare) cu rezistență și rigiditate nesemnificativă la încovoiere: model de tip console legate la nivelul fiecărui planșeu cu bare articulate la capete;
- (c) Plinuri de zidărie fără centuri din beton armat: model de tip console independente.

Notă: Pentru unele clădiri importante pot fi utilizate și alte metode de calcul mai exacte dar mai laborioase: calcul cu elemente finite, calcul cu macroelemente etc. Utilizarea acestor metode implică existența unor date certe privitoare la caracteristicile de rezistență și de deformabilitate ale zidăriei.

D.3.4.1.3 Rezistența zidăriei pentru acțiunea seismică în planul pereților

(1) Valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune pentru pereții solicitați la încovoiere cu forță axială (f_d) se consideră egală cu rezistența medie de rupere la compresiune a zidăriei (f_m) împărțită la factorul de încredere.

(2) În lipsa unor date obținute prin încercări la lucrarea respectivă, rezistența medie la compresiune a zidăriei se poate considera $f_m = 1,3f_k$, unde f_k este rezistența caracteristică la compresiune a zidăriei stabilită conform CR 6;

(3) Rezistența medie de rupere la forfecare în rost orizontal (f_{vm}) se obține din rezistența caracteristică la forfecare (f_{vk}) cu relația:

$$f_{vm} = 1.33f_{vk}$$

în care

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.7\sigma_d$$

unde valorile f_{vk0} și σ_d au semnificațiile din codul CR 6

(4) Pentru zidăriile vechi cu cărămizi pline și cu mortar de var, f_{vk} , se calculează cu relația de mai sus, în care rezistența unitară caracteristică inițială la forfecare a zidăriei se ia:

$$f_{vk0} = 0.045 \frac{N}{mm^2}$$

(5) Pentru rupere în scară sub efectul eforturilor principale de întindere (f_{td}):

$$f_{td} = \frac{0,04 f_m}{\gamma_M CF} \quad (D.3)$$

unde f_m este rezistența medie de rupere la compresiune a zidăriei stabilită ca mai sus.

(6) Valoarea de proiectare a rezistenței pentru pereții solicitați la forță tăietoare (f_{vd}), pentru ruperea prin lunecare în rost orizontal se determină cu relația:

$$f_{vd} = \frac{f_{vm}}{\gamma_M CF} \quad (D.4)$$

unde f_{vm} este rezistența medie de rupere la forfecare în rost orizontal iar γ_M se ia conform (7).

(7) Pentru evaluarea seismică a clădirilor existente coeficientul parțial de siguranță pentru zidărie se ia egal cu:

(a) $\gamma_M = 3,0$ pentru zidăriile vechi cu cărămizi realizate manual și mortar de var (orientativ, anterior anului 1900);

(b) $\gamma_M = 2,75$ pentru zidăriile vechi cu cărămizi presate și mortar de var-ciment / ciment-var (orientativ, între anii 1900÷1950);

(c) $\gamma_M = 2,5$ pentru zidăriile recente (orientativ, după anul 1950).

(8) În cazul zidăriei confinate sau armate în rosturi, pentru calculul capacității de rezistență se folosesc valorile medii ale rezistențelor betonului și oțelului

D.3.4.1.4 Capacitatea de rezistență a pereților structurali pentru forțe în plan

(1) Valoarea de proiectare a forței tăietoare asociată cedării prin compresiune excentrică a unui perete de zidărie nearmată solicitat de forța axială de proiectare N_d se calculează cu relația:

$$V_{f1} = \frac{N_d}{c_p \lambda_p} (1 - 1,15 v_d) \quad (D.5)$$

unde

$$\lambda_p = \frac{H_p}{l_w} \text{ factorul de formă al peretelui de zidărie}$$

H_p înălțimea peretelui;

l_w lungimea peretelui;

c_p coeficient care depinde de condițiile de fixare la extremități ale peretelui:

$c_p = 2,0$ pentru perete consolă (montant);

$c_p = 1,0$ pentru perete dublu încastrat la extremități (șpalet);

$$\sigma_0 = \frac{N_d}{t l_w} \text{ efortul unitar mediu de compresiune corespunzător forței axiale de proiectare } N_d$$

t grosimea peretelui

$$v_d = \frac{\sigma_0}{f_d}$$

f_d valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a zidăriei.

(2) Valoarea de proiectare a forței tăietoare de rupere prin lunecare în rostul orizontal se calculează cu formula:

$$V_{f21} = \frac{1.33}{CF \gamma_M} \left(f_{vk0} \frac{l_{ad}}{l_c} + 0.7 \sigma_d \right) t l_c \quad (D.6)$$

unde

l_c lungimea zonei comprimate a secțiunii care ține seama de efectul alternant al forței seismice, determinată cu relația:

$$l_c = 1.5 l_w - 3 \frac{M_d}{N_d}$$

M_d momentul încovoietor de proiectare;

N_d forța axială de proiectare

l_{ad} lungimea pe care aderența este activă, calculată cu relația:

$$l_{ad} = 2 l_c - l_w$$

Dacă $l_{ad} \leq 0$ valoarea de proiectare a forței tăietoare de rupere se calculează cu relația

$$V_{f21} = 0.93 \frac{N_d}{CF \gamma_M}$$

(3) Valoarea de proiectare a forței tăietoare de rupere prin fisurare diagonală se calculează cu formula:

$$V_{f22} = \frac{t l_w f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}} \quad (D.7)$$

unde

b coeficient cu valori $1,0 \leq b = \lambda_p \leq 1,5$;

f_{td} rezistența de proiectare a zidăriei la eforturi principale de întindere

(4) Valoarea de proiectare a capacității de rezistență la forța tăietoare a peretelui de zidărie nearmată se calculează cu ecuația:

$$V_{f2} = \min(V_{f21}, V_{f22}) \quad (D.8)$$

(5) Rezistența unui perete din zidărie nearmată este egală cu forța tăietoare asociată rezistenței la compresiune excentrică dacă valoarea forței tăietoare V_{f1} este mai mică decât valoarea forței tăietoare V_{f2} .

(6) Pereții care satisfac condiția de la (5) sunt clasificați ca pereți cu comportare ductilă (pereți ductili)

(7) Rezistența unui perete din zidărie nearmată este egală cu rezistența la forță tăietoare dacă valoarea forței tăietoare V_{f2} este mai mică decât valoarea forței tăietoare V_{f1} .

(8) Pereții care satisfac condiția de la (7) sunt clasificați ca pereți cu comportare neductilă.

(9) În cazul pereților din zidărie confinată, pentru calculul forțelor tăietoare V_{f1} și V_{f2} se va ține seama de aportul elementelor de confinare.

D.3.4.1.5 Verificarea preliminară prin calcul a capacității de rezistență pentru ansamblul clădirii (metodologia de nivel 1)

(1) În cadrul metodologiei de nivel 1, evaluarea preliminară prin calcul constă în determinarea capacității de rezistență la forță tăietoare a clădirii pe baza unor ipoteze simplificatoare și compararea acesteia cu forța tăietoare de bază.

(2) Ipotezele pentru evaluarea simplificată a eforturilor unitare de compresiune și de forfecare în pereții structurali sunt următoarele:

- (a) legăturile între pereții de pe cele două direcții și între pereți și planșee asigură conlucrarea acestora pentru preluarea încărcărilor verticale și seismice;
- (b) planșeele constituie diafragme rigide în plan orizontal - ultimul planșeu poate fi din lemn dacă sunt respectate condițiile din P100-1;
- (c) clădirea are regularitate în plan și în elevație;
- (d) distribuția pereților, inclusiv a golurilor, este identică la toate nivelurile (pereții sunt continui până la fundații);
- (e) ruperea pereților se produce din forță tăietoare, prin fisurare diagonală din eforturi principale de întindere (mecanismul de rupere în scară).

Nota: În cele mai multe cazuri, aceste ipoteze simplificatoare nu sunt satisfăcute de clădirile proiectate înainte de apariția reglementărilor tehnice specifice clădirilor din zidărie.

(3) În ipotezele de la (2) efortul unitar de compresiune în pereții structurali se calculează cu relația:

$$\sigma_0 = \frac{n_{niv} q_{etaj} A_{etaj}}{A_{zx} + A_{zy}} \quad (D.9)$$

unde

n_{niv} numărul de niveluri al clădirii peste secțiunea de încastrare;

q_{etaj} încărcarea totală verticală pe etaj, considerată uniform distribuită pe suprafața planșeului

A_{etaj} aria etajului, inclusiv balcoane și bowindowuri

A_{zx} și A_{zy} ariile totale ale pereților care au axa majoră pe cele două direcții principale ale clădirii.

(4) Încărcarea echivalentă q_{etaj} se calculează cu relația:

$$q_{etaj} = q_{zid,etaj} + q_{planșeu} = \frac{\gamma_{zid} (A_{zx} + A_{zy}) h_{etaj}}{A_{etaj}} + q_{planșeu} \quad (D.10)$$

unde γ_{zid} (greutatea volumică a zidăriei) și $q_{planșeu}$ (încărcarea pe m² de planșeu) se consideră în funcție de alcătuirea zidăriei și a planșeelor clădirii. Pentru zidăria cu cărămizi pline din argilă arsă se poate considera suficient de precis valoarea $\gamma_{zid}=20$ kN/m³ (inclusiv tencuiala). Valoarea $q_{planșeu}$ include, în afara încărcărilor permanente, și fracțiunea cvasi permanentă din încărcarea variabilă (de exploatare) conform CR 0.

(5) Forța tăietoare capabilă pentru ansamblul clădirii ($F_{b, cap}$) se calculează pentru direcția în care aria de zidărie este minimă $A_{z, min} = \min (A_{zx}, A_{zy})$ cu relația:

$$F_{b, cap} = A_{z, min} \tau_k \sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{\sigma_0}{\tau_k}} \quad (D.11)$$

unde

τ_k valoarea de referință (forfetară) a rezistenței la forfecare a zidăriei care se poate considera, pentru zidăria cu elemente din argilă arsă, în lipsa unor date mai precise:

$\tau_k = 0,06$ N/mm² pentru zidărie cu mortar de var;

$\tau_k = 0,12$ N/mm² pentru zidărie cu mortar de ciment.

Notă: Valoarea τ_k se referă la pereții neavariați; în cazul pereților avariați, expertul tehnic va aprecia nivelul de reducere care se impune. Orientativ, pentru zidăriile cu avarii moderate valoarea τ_k se reduce cu 25÷30% iar în cazul avariilor grave cu 50÷60%.

Pentru mortarele var-ciment sau ciment-var se recomandă interpolarea liniară între valorile de mai sus în funcție de raportul între cei doi lianți (ciment/var).

(6) Indicatorul R_3 care exprimă capacitatea de rezistență a clădirii se determină cu relația:

$$R_3 = \frac{F_{b, cap}}{F_b} \quad (D.12)$$

unde F_b este forța tăietoare de bază.

D.3.4.1.6 Verificarea capacității de rezistență pentru clădiri cu planșee fără rigiditate semnificativă în plan orizontal (metodologia de nivel 2)

(1) Capacitatea de rezistență se calculează separat, pe ambele direcții principale, pentru fiecare dintre pereții orientați cu axa majoră în direcția de acțiune a forței seismice.

(2) Pentru fiecare perete (i) se determină, la fiecare nivel (j):

(a) suprafața aferentă de planșeu;

(b) greutatea de nivel (G_{ij}) egală cu greutatea proprie a peretelui (câte o jumătate din greutatea peretelui inferior și, respectiv, superior) plus greutatea planșeului aferent.

(3) În secțiunea de la baza peretelui se determină pentru fiecare perete:

(a) forța axială (G_{0i}) prin însumarea greutăților de nivel aferente (G_{ij});

(b) efortul unitar de compresiune centrică $\sigma_0 = \frac{G_{0i}}{A_{zi}} = \frac{\sum G_{ij}}{A_{zi}}$

unde A_{zi} este aria secțiunii de zidărie la baza peretelui.

(4) Pentru fiecare perete se determină modul probabil de rupere V_{fd} (pentru rupere ductilă) sau V_{ff} (pentru rupere fragilă) și forța tăietoare capabilă minimă.

(5) Se determină forța tăietoare de bază pentru clădire (F_b).

(6) Forța tăietoare de bază ($F_{b,i}$) pentru fiecare perete se determină prin distribuirea forței F_b proporțional cu greutatea G_{0i} aferentă peretelui respectiv.

$$F_{b,i} = \frac{G_{0i}}{\sum G_{0i}} F_b \quad (D.13)$$

unde $\sum G_{0i}$ este greutatea totală a clădirii.

Pentru pereții fragili ai clădirilor din zidărie confinată la care forța F_b s-a calculat cu factorul de comportare q , valoarea $F_{b,i}$, calculată cu relația (D.13) se multiplică cu raportul $q/1,5$.

(7) Indicatorul R_{3i} se calculează, pentru fiecare perete și pentru fiecare direcție, cu relația:

$$R_{3i} = \frac{V_{cap,i}}{F_{b,i}} \quad (D.14)$$

unde $V_{cap,i}$ este forța tăietoare capabilă a peretelui "i" (exprimată, după caz, prin valoarea cea mai mică dintre V_{fd} și V_{ff}).

(8) Indicatorul R_3 pentru ansamblul clădirii, pe fiecare direcție, se calculează cu relația:

$$R_3 = \frac{\sum_{jd} V_{fd} + \sum_{kf} V_{ff}}{\sum F_{bi}} \quad (D.15)$$

unde

$\sum_{jd} V_{fd}$ suma capacităților de rezistență ale pereților cu rupere ductilă (j pereți)

$\sum_{kf} V_{ff}$ suma capacităților de rezistență ale pereților cu rupere fragilă (k pereți).

În ecuația (D.15):

Se introduc doar pereții semnificativi în preluarea forței tăietoare de bază pe direcția considerată: $F_{bi} \geq 0.3 \max(F_{bi})$;

Se limitează superior capacitatea de rezistență a unui perete pentru a ține cont de posibilitățile reduse de redistribuire a eforturilor: $V_{fd,i} (V_{ff,i}) \leq 1,5 F_{b,i}$.

D.3.4.1.7 Verificarea capacității de rezistență pentru clădiri cu planșee rigide în plan orizontal (metodologia de nivel 2)

(1) Pentru verificarea siguranței, efectele acțiunii seismice determinate prin calculul liniar elastic cu spectrul de proiectare S_d (cu forță static echivalentă sau cu analiză modală cu spectrul de răspuns) se iau după cum urmează:

- (a) pentru pereții ductili: cu valorile rezultate din calculul structurii;
- (b) pentru pereții fragili: cu valorile rezultate din calculul structurii multiplicat cu raportul $q/1,5$

(2) Siguranța seismică a pereților se determină în termeni de forțe. Pentru fiecare stare limită, eforturile secționale de proiectare pentru fiecare perete, corectate, după caz, conform (1), se compară cu capacitatea de rezistență a peretelui calculată conform D.3.4.1.4.

(3) În cazul pereților cu goluri care au rigle de cuplare din beton armat, eforturile secționale de proiectare în montanți/spaleți se vor determina pentru situația formării articulațiilor plastice în rigle la toate nivelurile. Această schemă de calcul se aplică numai în condițiile în care zidăria poate prelua eforturile locale corespunzătoare plastificării riglelor.

(4) Pentru ansamblul clădirii indicatorul R_3 , pentru fiecare direcție, se calculează cu ecuațiile de la D.3.4.1.6.(8).

D.3.4.1.8 Verificarea prin calcul static neliniar pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților (metodologia de nivel 3)

(1) Modelul de calcul adecvat pentru calculul static neliniar implică următoarele schematizări:

- (a) spaleții (montanții) sunt caracterizați printr-o lege efort-deformație de tip "liniar elastic-perfect plastic" pentru care rezistența și deplasarea (deformația) ultimă sunt definite în funcție de tipul de rupere probabil;
- (b) parametrii limită ai legii constitutive, în lipsa unor date mai exacte, se vor lua după cum urmează:

(vi) deplasarea ultimă este egală cu 0,8% din înălțimea peretelui dacă rezistența de rupere prin forță tăietoare a peretelui (D.6) este mai mare cu cel puțin 30% decât forța tăietoare asociată rezistenței de rupere la compresiune excentrică (D.5);

- (vii) deplasarea ultimă este egală cu 0,4% din înălțimea peretelui în celelalte situații

Nota: pentru clădirile cu 1÷3 niveluri este suficientă verificarea fiecărui etaj cu evaluarea simplificată a rezistenței plinurilor orizontale.

- (2) Verificarea siguranței se face în termeni de deplasare.
- (3) Capacitatea clădirii se definește prin deformația laterală a ultimului planșeu pentru care s-a produs scăderea forței tăietoare capabile cu mai mult de 20% datorită degradării/ieșirii din lucru a unor componente ale ansamblului structurii.
- (4) Cerința de deplasare se stabilește conform procedurii general indicat la 6.8.
- (5) Pentru clădirile cu $n_{niv} > 2$ se pot utiliza și alte metode de calcul neliniar:
- (a) calculul elasto-plastic cu forțe crescătoare, pe model de cadru cu bare cu extremități infinit rigide;
 - (b) calculul cu modele cu tip element finit pentru care se definesc legi de comportare elasto-plastică adecvate.

D.3.4.2. Siguranța față de acțiunea seismică perpendiculară pe planul pereților

- (1) Avarierea unui perete sub efectul încărcărilor perpendiculare pe plan se poate produce printr-unul dintre următoarele mecanisme:

- (a) ieșire din plan sau răsturnare, dacă peretele nu este legat cu planșeele sau cu pereții perpendiculari sau dacă aceste legături cedează;
- (b) depășirea rezistenței la compresiune excentrică a zidăriei;

Notă: planul de rupere este, de regulă, paralel cu rosturile orizontale, la mijlocul distanței între legăturile cu planșeele, sau, eventual, într-o secțiune slăbită de goluri sau șlițuri orizontale.

- (2) Modelele de calcul pentru identificarea efectelor acțiunii seismice perpendiculare pe planul peretelui se stabilesc, pentru fiecare mecanism de avariere al panoului de perete, în funcție de caracteristicile constructive ale clădirii.

În funcție de legătura între perete și planșee, modelul de calcul poate fi:

- (a) Perete mărginit sus și jos de centurile planșeelor din beton armat, cu continuitate completă sau parțială.
- (b) Perete cu prinderi articulate la nivelul planșeelor (cazul planșeelor cu grinzi metalice / din lemn, rezemate pe perete, cu sau fără ancore).
- (c) Perete nelegat de planșee (zidărie continuă, fără legătură cu planșeul - cazul planșeelor cu grinzi metalice / din lemn dispuse paralel cu peretele).

În funcție de legătura peretelui cu pereții perpendiculari modelul depinde de:

- (a) Existența sau lipsa pereților perpendiculari, la ambele extremități sau la o singură extremitate;
- (b) Geometria peretelui: raportul între lungime (distanța între pereții perpendiculari) și înălțime (distanța între planșee);
- (c) Eficiența legăturii cu pereții perpendiculari: zidărie țesută sau nețesută, existența armăturilor.

(3) Verificarea prin calcul a stabilității și rezistenței pereților la acțiunea seismică perpendiculară pe plan se face pentru o forță statică echivalentă determinată conform P100-1 considerând:

- (a) valoarea factorului $q = 1,5$ pentru toate tipurile de elemente din zidărie;
- (b) valoarea coeficientul de amplificare $\beta = 1,0$ pentru toți pereții din zidărie, cu următoarele excepții:

$\beta = 1,5$ pentru pereți de fațadă cu legături pe toate patru laturile;

$\beta = 2,0$ pentru pereți de fațadă cu legături numai pe două laturi;

$\beta = 2,5$ pentru pereți și alte elemente din zidărie (frontoane, timpane, calcane) care lucrează în consolă.

(4) Verificarea rezistenței legăturilor unui perete cu pereții perpendiculari se va face ținând seama de toate eforturile care se dezvoltă în intersecție:

- (a) forțe tăietoare și momente încovoietoare produse de acțiunea seismică perpendiculară pe perete;
- (b) forțe de lunecare verticale rezultate din încovoierea peretelui perpendicular sub efectul forțelor seismice care acționează în planul său.

(5) Verificarea peretelui la răsturnare implică următoarele etape:

(a) Identificarea mecanismelor posibile de răsturnare:

- întreg peretele pe toate nivelurile
- numai pe un singur nivel,
- numai o zonă a peretelui.

(b) Pentru fiecare dintre mecanismele posibile de răsturnare, pentru zona de perete antrenată de mecanismul respectiv, se determină:

- încărcările statice verticale în combinația seismică de acțiuni (conform CR 0) și excentricitățile de aplicare ale acestora;
- eventualele forțe statice orizontale (împingeri din bolți, arce, șarpante etc.);
- forța seismică orizontală calculată conform (3)
- rezistențele de proiectare ale legăturilor care pot să împiedice deplasarea peretelui în ambele sensuri pe direcția prinderii, calculate conform Anexei E;

(c) Pentru fiecare dintre mecanismele de răsturnare, cu forțele și excentricitățile determinate la (b) se calculează:

- momentul de răsturnare (M_r);
- momentul de stabilitate (M_{st}).

Notă: Pentru calculul momentului de stabilitate nu se iau în considerare forțele de legătură datorate frecării, iar efectul favorabil al încărcărilor permanente va fi redus cu 10%.

(d) Se calculează indicatorul $R_{3,st}$, care definește gradul de asigurare al peretelui la stabilitate.

$$R_{3,st} = \frac{M_{st}}{M_r} \quad (D.16)$$

(6) Verificarea peretelui pentru cedarea la compresiune excentrică implică următoarele etape:

(a) Se calculează momentul efectiv maxim, $M_{max, perp}$;

(b) Se calculează momentul capabil al peretelui, M_{cap} , cu următoarele precizări:

Pentru starea limită ultimă (ULS), momentul capabil al secțiunii transversale a peretelui la rupere din compresiune excentrică perpendiculară pe plan se poate calcula acceptând diagrama de eforturi de compresiune dreptunghiulară, cu valoarea de proiectare egală cu $0,85 f_d$ (neglijând rezistența la întindere a zidăriei). Această situație de echilibru implică acceptarea unei stări avansate de fisurare a peretelui.

Pentru evaluarea capacității unui perete la acțiunea seismică perpendiculară pe plan în starea limită ultimă (ULS), se poate lua în considerare formarea liniilor de rupere pe trasee compatibile cu geometria și condițiile de fixare pe contur ale peretelui.

(c) Se calculează indicatorul $R_{3, rez}$, care definește capacitatea de rezistență a peretelui

$$R_{3, rez} = \frac{M_{cap}}{M_{max, perp}} \quad (D.17)$$

D.3.4.3. Încadrarea clădirilor cu pereți structurali din zidărie în clase de risc seismic

(1) Încadrarea clădirilor cu pereți structurali din zidărie în clase de risc în raport cu acțiunea seismică în planul pereților se face în conformitate cu principiile generale enunțate la capitolul 8, utilizând indicatorii $R_1 \div R_3$ calculați conform prevederilor din prezenta anexă.

(2) Pereții structurali din zidărie pentru care, sub acțiunea seismică perpendiculară pe plan, indicatorul $R_{3, st}$, calculat cu relația (D.16), este mai mic decât 1,3 se consideră nesiguri. Pentru acești pereți, lucrările de intervenție pentru asigurarea stabilității sunt obligatorii indiferent de clasa de risc pentru acțiunea seismică în planul pereților stabilită conform (3).

(3) Pentru pereții structurali care au $R_{3, st} > 1,3$ încadrarea în clase de risc în raport cu acțiunea seismică perpendiculară pe plan se face pe baza indicatorului $R_{3, rez}$, calculat cu relația (D.17).

Anexa E Componente nestructurale

E.1. Generalități

E.1.1. Obiectivele evaluării seismice

- (1) Evaluare seismică a componentelor nestructurale (CNS) se face conform P100-1 împreună cu prevederile P100-3.
- (2) Evaluarea seismică a CNS are ca scop identificarea CNS care necesită lucrări de intervenție.
- (3) Necesitatea, tipul și anvergura lucrărilor de intervenție asupra CNS se stabilesc în funcție de cerințele fundamentale definite în capitolul 3.

E.1.2. CNS supuse evaluării seismice

E.1.2.1. Criterii de stabilire a CNS supuse evaluării seismice

- (1) CNS se supun evaluării siguranței seismice în funcție de:
 - (a) cerințele de performanță seismică stabilite pentru clădire;
 - (b) accelerația de vârf a mișcării terenului pe amplasament stabilită conform E.2.3(6)
 - (c) vulnerabilitatea componentei în funcție de categoria acesteia;
 - (d) categoriile de risc seismic (de pierderi așteptate) cauzate de avarierea componentei.
- (2) Evaluarea seismică a CNS se face numai pentru elementele a căror avariere seismică poate împiedica îndeplinirea cerințelor fundamentale pentru Starea Limită Ultimă și Starea Limită de Serviciu.
- (3) La Starea Limită Ultimă se vor verifica CNS a căror avariere poate pune în pericol siguranța vieții utilizatorilor (SV).
- (4) La Starea Limită de Serviciu se vor verifica CNS a căror avariere poate provoca întreruperea funcționării normale a clădirii (IF) sau pierderi importante de valori materiale și culturale (PV).
- (5) Severitatea riscurilor respective pentru diferitele categorii de CNS, în funcție de intensitatea acțiunii seismice, se poate aprecia, orientativ, din tabelele E.1a și E.1b.
- (6) Riscul pentru siguranța vieții cauzat de căderea parțială sau totală a CNS este diferențiat în funcție de poziția acestora în clădire:
 - (a) în spații care pot adăposti aglomerări de persoane;
 - (b) pe căile de evacuare (în interiorul/exteriorul clădirii);
 - (c) în încăperile cu funcțiuni esențiale;
 - (d) în spațiile/încăperile cu funcțiuni curente.

Tabelul E.1a Componente arhitecturale (elemente de construcție)

Tipul elementului	a_g	Starea Limită Ultimă	Starea Limită de Serviciu	
		SV	IF	PV
Pereți despărțitori din zidărie (pe căile de acces)	0,10g	S (S)	S (S)	S (S)
	0,15÷0,20g	R (R)	R (M)	R (S)
	≥0,25g	R (R)	R (M)	R (S)
Pereți despărțitori ușori (pe căile de acces)	0,10g	S (S)	S (S)	S (S)
	0,15÷0,20g	M (R)	M (M)	R (S)
	≥0,25g	M (R)	R (M)	R (S)
Tavane suspendate (pe căile de acces)	0,10g	S (S)	S (S)	S (S)
	0,15÷0,20g	M (R)	M (M)	M (S)
	≥0,25g	R (R)	R (M)	R (S)
Corpuri de iluminat suspendate	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	R	S	S
	≥0,25g	R	M	M
Iluminat de siguranță	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	M	S	S
	≥0,25g	R	M	S
Uși principale de acces	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	S	S	S
	≥0,25g	M	M	M
Scări	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	R	M	S
	≥0,25g	R	M	R
Parapeți, cornișe, atice, ornamente exterioare	0,10g	M	M	S
	0,15÷0,20g	R	R	S
	≥0,25g	R	R	S
Fațade din sticlă	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	M	M	S
	≥0,25g	R	M	M
Garduri de incintă	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	S	S	S
	≥0,25g	R	R	M

Tabelul E.1b Instalații și echipamente

Tipul elementului	a_g	Starea Limită Ultimă	Starea Limită de Serviciu	
		SV	IF	PV
Generator electric de rezervă	0,10g	S	S	M
	0,15÷0,20g	S	M	R
	≥0,25g	S	R	R

Transformator electric	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	S	S	S
	≥0,25g	M	M	M
Instalații de sprinklere	0,10g	S	M	M
	0,15÷0,20g	S	M	M
	≥0,25g	M	R	R
Rețele de apă caldă și rece	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	M	M	M
	≥0,25g	M	M	M
Componentele ascensoarelor (cabluri, șine, contragreutate)	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	R	M	M
	≥0,25g	R	M	M
Scări rulante	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	S	M	S
	≥0,25g	S	M	S
Boilere și vase de presiune în locuințe	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	M	R	S
	≥0,25g	M	R	S
Aparate de condiționare montate pe acoperiș	0,10g	S	M	S
	0,15÷0,20g	S	M	S
	≥0,25g	M	R	M
Boilere și aparate de condiționare în încăperi	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	R	M	S
	≥0,25g	R	M	S
Coșuri de fum și ventilație la locuințe	0,10g	S	S	S
	0,15÷0,20g	M	M	S
	≥0,25g	R	M	M

- S - risc scăzut
- M - risc moderat
- R - risc ridicat

(7) CNS a căror avariere conduce la întreruperea funcționării normale a unei clădiri cu funcțiuni vitale vor fi stabilite de personalul de specialitate al unităților respective.

(8) CNS a căror avariere conduce la pierderi materiale importante se stabilesc de către beneficiari sau specialiștii în evaluarea valorilor culturale, pentru bunurile ale căror valori nu pot fi cuantificate prin prețuri.

E.1.2.2. CNS care sunt supuse evaluării seismice

(1) Componentele nestructurale ale clădirilor sunt supuse evaluării seismice, conform prezentului Cod, în mod diferențiat, în funcție de:

- (a) starea limită în raport cu care se face evaluarea;
- (b) intensitatea acțiunii seismice în amplasament.

(2) Evaluarea seismică la Starea Limită de Serviciu se face pentru toate CNS, cu excepția celor care prezintă risc seismic redus conform prevederilor P100-1.

(3) Accelația terenului pentru proiectare pentru verificări la Starea Limită de Serviciu se stabilește în acord cu prevederile capitolului 3 și Anexei A.

(4) Pentru Starea Limită Ultimă, evaluarea seismică se face pentru CNS stabilite conform tabelelor E.2a și E.2b, în funcție de valoarea accelerației terenului pentru proiectare.

Tabelul E.2a

Categoria și tipul componentelor nestructurale	$a_g \geq 0.15g$	$a_g \leq 0.10g$
A.1. Elemente atașate anvelopei construcției:		
- parapete, atice, coșuri de fum și de ventilație,	Da	Da
- ornamente, firme, reclame, antene de televiziune și similare, indiferent de modul de prindere de structura principală	Da	Da
A.2. Elemente ale anvelopei		
- elemente propriu zise	Da	Nu
- placaje și finisaje cu elemente și prinderi ductile	Da	Nu
- placaje și finisaje cu elemente și prinderi fragile	Da	Da
- prinderi și rigidizări ale elementelor anvelopei	Da	Da
A.3. Elemente de compartimentare, fixe sau amovibile, inclusiv finisaje și tâmplării înglobate		
- pereți nestructurali interiori din zidărie simplă/panouri de beton greu	Da	Nu
- pereți nestructurali ușori (tip gips-carton)	Nu	Nu
- pereți nestructurali/închideri către spații interioare din sticlă	Da	Da
A.4. Tavane false		
- aplicate direct pe structură	Nu	Nu
- suspendate	Da	Nu
A.5 Garduri de incintă	Da	Nu

Tabelul E.2b

Categoria și tipul componentelor nestructurale	$a_g \geq 0.15g$	$a_g \leq 0.10g$
B. Instalații		
B.1 Instalații sanitare (alimentare cu apă, evacuarea apelor uzate)		
- sisteme de conducte pentru stingerea incendiilor	Da	Nu
- sisteme de conducte sub presiune	Da	Nu
B.2 Instalații electrice/iluminat		
- sisteme de cabluri principale	Da	Nu
- sisteme de iluminat de siguranță	Da	Nu
- corpuri de iluminat incluse în tavane suspendate	Da	Nu
B.4 Instalații speciale cu utilaje care operează cu abur sau apă la temperaturi ridicate		
- boilere, cazane	Da	Da

- vase de presiune rezemate pe manta sau așezate liber	Da	Da
C. Echipamente electromecanice		
- ascensoare și scări rulante	Da	Nu
D. Mobilier		
- mobilier din unități medicale, de cercetare, inclusiv sistemele de computere; mobilier de birou (rafturi, clasoare, dulapuri)	Da	Nu
- mobilier din muzee de interes național	Da	Da
- mobilier și dotări speciale din construcții din clasa de importanță I: (panouri de comandă ale dispeceratelor din servicii de urgență, din unități de pompieri, poliție, centrale telefonice, echipamente din stații de radiodifuziune/televiziune)	Da	Da
- rafturi din oțel din magazine și din depozite accesibile publicului	Da	Nu

E.2. Evaluarea seismică a CNS

(1) Evaluarea siguranței seismice a CNS se face prin două procedee:

- (a) evaluare calitativă;
- (b) evaluare cantitativă.

(2) Evaluarea calitativă și evaluarea cantitativă pot fi utilizate împreună sau separat în funcție de valoarea accelerației seismice a terenului pe amplasament, de starea limită la care se face verificarea, de vulnerabilitatea seismică a componentei și de riscurile care decurg din avariarea seismică a acesteia.

E.2.1. Criterii de evaluare calitativă

(1) Prin evaluarea calitativă se vor stabili:

- (a) Alcătuirea și legăturile CNS cu structura sau cu alte CNS care îi asigură stabilitatea.
- (b) Starea de degradare a CNS și prinderilor în momentul expertizării.
- (c) Interacțiunile posibile ale CNS cu structura sau cu alte CNS.

(2) Evaluarea calitativă a CNS implică parcurgerea următoarelor etape:

- (a) inventarierea CNS din clădire (se stabilește categoria și poziția în clădire pentru fiecare CNS care face obiectul evaluării);
- (b) evaluarea vulnerabilității fiecărei categorii de CNS, în raport cu criteriile de acceptare;
- (c) identificarea riscurilor care rezultă din avariarea seismică pentru fiecare categorie de CNS și pentru fiecare poziție identificată (orientativ din tabelele E.1a și E.1b).

(3) Examinarea calitativă a CNS trebuie să fie efectuată pentru fiecare categorie de CNS din clădire cel puțin pentru numărul de elemente prevăzut în continuare:

- (a) În cazul în care este disponibilă documentația tehnică de proiectare, se va examina cel puțin o componentă din fiecare categorie. Dacă, pentru proba examinată, se constată conformitatea execuției cu proiectul, nu sunt necesare investigații suplimentare și prevederile din proiect pot fi folosite pentru

evaluarea CNS. Dacă proba nu este conformă cu prevederile proiectului se vor examina cel puțin 10% din totalul componentelor similare.

- (b) În cazul în care nu este disponibilă documentația tehnică de proiectare sau aceasta nu conține informații relevante și complete, se vor examina cel puțin trei componente din fiecare categorie. Dacă nu se constată diferențe între acestea, caracteristicile respective pot fi considerate reprezentative pentru toate componentele similare din clădire. Dacă există diferențe între cele trei componente examinarea se va extinde la cel puțin 20% din totalul componentelor din categoria respectivă.

E.2.2. Criterii de acceptare pentru evaluarea calitativă

(1) Caracteristicile CNS existente se compară cu cerințele din tabelul E.3 (informativ) și cu prevederile P100-1 referitoare la CNS din clădirile noi.

(2) CNS și prinderile acestora care nu corespund condițiilor din tabelul E.3 vor fi considerate nesigure, fără a mai fi necesară evaluarea prin calcul.

(3) Pentru CNS care satisfac condițiile din tabelul E.3. se va trece la examinarea detaliată a următoarelor aspecte:

- (a) starea prinderilor (rupere, deplasare din poziție, coroziune, fisurarea elementului în care este fixată ancora, etc.);
- (b) starea CNS (deplasare din poziție, coroziune, fisurare).

În cazul în care, din această verificare, rezultă că starea CNS sau a prinderilor acestora în momentul expertizării este necorespunzătoare, elementele respective se declară nesigure fără a mai fi necesară evaluarea prin calcul.

(4) Verificarea prin calcul a CNS și a prinderilor acestora nu este necesară dacă acestea corespund prevederilor din P100-1.

(5) Evaluarea calitativă pot fi efectuată și pe baza prevederilor unor reglementări specifice recunoscute (standarde internaționale, naționale, norme de produs) care includ măsuri explicite privind protecția la acțiunea seismică, pentru următoarele categorii de CNS:

- (a) pereți cortină;
 - (b) pereți despărțitori din sticlă;
 - (c) tavane suspendate;
 - (d) echipamente de încălzire și ventilații;
 - (e) sisteme de conducte pentru stingerea incendiilor;
 - (f) sisteme de conducte pentru substanțe periculoase;
 - (g) corpuri de iluminat;
 - (h) pardoseli înălțate;
- ascensoare și scări rulante.

Tabelul E.3 Listă de verificare a riscului seismic al CNS

Tipul elementului	Da	Nu
Pereții despărțitori din zidărie sunt armați		
Pereții despărțitori ușori (cu schelet) sunt fixați peste nivelul tavanului		
Pereții despărțitori ușori care suportă mobilier suspendat sunt rigidizați sau fixați peste nivelul tavanului		
Tavanele suspendate sunt prinse cu elemente diagonale (sârme) și verticale (montanți rigizi)		
Panourile decorative ale tavanelor suspendate sunt agățate cu elemente de siguranță de schelet		
Tavanele din ipsos aplicate direct pe structură sunt prinse cu elemente de siguranță		
Corpurile de iluminat incluse în tavanul suspendat au elemente proprii de susținere		
Corpurile de iluminat suspendate, independente de tavan au prinderi de siguranță împotriva căderii sau balansului excesiv		
Corpurile de iluminat de siguranță sunt protejate împotriva căderii de pe suporti		
Scările metalice din clădirile etajate sunt prevăzute cu reazeme deplasabile care pot prelua deplasările relative de nivel		
Instalațiile clădirii care traversează căile de acces sunt prinse cu elemente sigure împotriva căderii		
Mobilierul aflat pe căile de acces este ancorat sigur de pereți		
Există suficient spațiu pe căile de acces pentru a permite trecerea dacă mobilierul neancorat se răstoarnă		
Suprafețele vitrate sunt prevăzute cu spații pentru preluarea deplasărilor laterale		
Suprafețele vitrate de mari dimensiuni, inclusiv vitrinele sunt executate cu geamuri de siguranță		
Panourile de sticlă deasupra ușilor și luminatoarele sunt executate cu geam de siguranță		
Parapeții și aticele sunt armați și fixați adecvat		
Ornamentele și placajele fațadelor sunt fixate sigur de pereții suport		
Generatorul electric de rezervă este asigurat împotriva deplasării laterale dacă este montat pe izolatori		
Acumulatorii de rezervă sunt bine fixați de rafturi		
Rafturile de baterii sunt fixate de planșeu/perete		

Transformatoarele electrice sunt fixate de planșeu sau de perete		
Cablurile electrice pot prelua deplasările relative între punctele fixe		
Detectorii de fum și incendiu sunt asigurați împotriva căderii		
Componentele sistemului de sprinklere sunt fixate împotriva deplasărilor laterale		
Pompele de apă pentru incendiu sunt bine ancorate		
Boilerele și vasele de presiune sunt bine ancorate de perete sau de planșeu		
Țevile de gaz sunt fixate lateral		
Cabina ascensorului este bine fixată de șine		
Contragreutatea ascensorului este bine fixată de șine		

E.2.3. Evaluarea cantitativă

(1) Evaluarea cantitativă a CNS se face, diferențiat, în funcție de gradul de sensibilitate la cele două efecte pe care mișcarea seismică le are asupra acestora, conform prevederilor P100-1:

- (a) Efectul direct al forțelor de inerție asociate masei CNS;
- (b) Efectul indirect rezultat din deformațiile impuse CNS prin deplasările laterale relative ale punctelor de prindere sau de contact cu structura principală.

(2) În ceea ce privește efectul direct, se efectuează minimal verificări pentru următoarele categorii de CNS.

- (a) Categoria A1: Copertine, balustrade, atice, profile ornamentale, marchize, statui, firme/reclame rezemate în consolă, antene;
- (b) Categoria A2: Elementele structurii proprii a anvelopei - panouri de perete pline sau vitrate, montanți, rigle, buiandrugii, centuri și alte elemente care nu fac parte din structura principală a construcției; tâmplăriile înglobate, inclusiv geamurile/sticla;
- (c) Categoria A3: Elemente de compartimentare interioară fixe sau amovibile (inclusiv finisajele și tâmplăriile înglobate): grele și ușoare;
- (d) Categoria A4: Tavane suspendate: aplicate direct pe structură și suspendate;
- (e) Categoria A5: Scări;
- (f) Categoriile B1-B4: Echipamente, utilaje, conducte și țevi;
- (g) Categoriile C1, C2: Echipamente electromecanice;
- (h) Categoriile D1-D3: Mobilier și alte dotări.

(3) În ceea ce privește efectul indirect, se efectuează minimal verificări pentru următoarele categorii de CNS.

- (a) Categoria A1: Elemente atașate anvelopei: finisaje, elemente de protecție termică sau decorațiuni din cărămidă, beton, piatră, materiale ceramice, sticlă

sau similare, care au ca suport elementele de închidere, structurale sau nestructurale (elemente lipite de fațadă sau ancorate de fațadă) ;

(b) Categoria A2: Elementele structurii proprii a anvelopei - panouri de perete pline sau vitrate, montanți, rigle, buiandrugi, centuri și alte elemente care nu fac parte din structura principală a construcției; tâmplăriile înglobate, inclusiv geamurile/sticla;

(c) Categoria A3: Elemente de compartimentare interioară fixe sau amovibile (inclusiv finisajele și tâmplăriile înglobate): grele și ușoare;

(d) Categoriile B1, B3 și B4: Conducte și țevi.

(4) În funcție de cerințele fundamentale ale evaluării, de solicitările beneficiarului și de decizia expertului se pot efectua verificări ale CNS suplimentar față de situațiile prevăzute la (2) și (3).

(5) La evaluarea siguranței seismice a CNS se va ține seama de faptul că intensitatea celor două efecte asupra CNS depinde și de tipul răspunsului structurii la acțiunea seismică:

(a) Pentru structurile cu răspuns cvasi-elastic, CNS sunt sensibile îndeosebi la efectele directe ale acțiunii seismice

(b) În cazul structurilor cu răspuns nelinier puternic la acțiuni seismice, CNS sunt sensibile îndeosebi la efectele indirecte ale acțiunii seismice.

(6) Valoarea de vârf a accelerației seismice orizontale a terenului, a_g , se alege în conformitate cu cerințele fundamentale pentru care se face evaluarea, respectiv intervalul mediu de recurență al acțiunii seismice, conform prevederilor capitolului 3 și Anexei A.

(7) Valoarea de vârf a accelerației seismice verticale a terenului, a_{gv} , se calculează cu relația:

$$a_{gv} = 0,7a_g \quad (E.1)$$

(8) Efectele acțiunii seismice de proiectare se cumulează cu efectele altor acțiuni conform CR0.

E.2.3.2. Verificarea prin calcul a CNS pentru efectul direct al acțiunii seismice

(1) Evaluarea seismică a CNS se realizează utilizând metoda forțelor laterale statice echivalente pentru CNS prevăzută de P100-1.

(2) Pentru evaluarea seismică a CNS se iau în considerare, după caz, componentele orizontale și verticale ale mișcării terenului, conform prevederilor P100-1.

(3) Pentru evaluarea seismică la Starea Limită de Serviciu, valoarea de proiectare a forței seismice orizontale se calculează conform prevederilor P100-1 pentru componente nestructurale unde coeficienții de calcul γ_{CNS} , β_{CNS} , q_{CNS} și K_z se aleg conform prevederilor din P100-1 pentru componentele nestructurale din clădirile noi.

(4) Pentru evaluarea seismică a CNS la Starea Limită Ultimă valoarea de proiectare a forței seismice orizontale static echivalente se va calcula cu relația:

$$F_{CNS} = 4\gamma_{CNS} a_g m_{CNS} \quad (E.2)$$

unde γ_{CNS} se alege conform prevederilor P100-1 pentru componente nestructurale.

(5) Forțele seismice static echivalente se aplică în centrul de greutate al CNS, independent, pe direcțiile principale ale CNS sau se distribuie proporțional cu masa proprie a CNS.

(6) Condiția de stabilitate pentru CNS este considerată îndeplinită dacă momentul de răsturnare rezultat din combinațiile seismice de proiectare, multiplicat cu factorul 1,5, este mai mic sau egal cu momentul de stabilitate asigurat de greutatea proprie evaluat ținând seama de legăturile capabile să preia atât întindere cât și compresiune. Pentru calculul momentului de stabilitate efectul favorabil al greutății proprii va fi redus cu 15% iar efectul forțelor de frecare va fi neglijat.

(7) Condiția de rezistență pentru CNS este considerată îndeplinită dacă sunt satisfăcute următoarele condiții:

- (a) eforturile secționale care se dezvoltă în CNS și în prinderile acesteia rezultă mai mici sau egale cu eforturile capabile
- (b) în cazul prinderilor cu ancore înglobate în beton sau zidărie, eforturile capabile ale prinderilor sunt cu 30% mai mari decât eforturile maxime transmise ancorelor de către CNS.

(8) Pentru elementele de legătură (prinderi) care asigură stabilitatea la răsturnare a CNS atașate anvelopei precum și a boilerelor și vaselor de presiune, condiția de rezistență este:

$$1,25\gamma_{CNS}E_{anc} \leq R_{anc} \quad (E.3)$$

unde

E_{anc} valoarea eforturilor de proiectare determinate pe baza valorilor de proiectare ale acțiunilor considerând efectele acțiunii seismice majorate cu 30%

R_{anc} valoarea eforturilor capabile.

(9) Valorile de proiectare ale rezistențelor materialelor se determină astfel:

- (a) Pentru materiale fragile rezistențele medii împărțite la coeficientul de siguranță pentru material și la factorul de încredere determinat conform capitolului 4.
- (b) Pentru materiale ductile rezistențele medii împărțite la factorul de încredere determinat în capitolul 4.

(10) Caracterul fragil sau ductil se stabilește în funcție de tipul materialului ancorei și de tipul materialului de care este fixată ancora.

Notă: Prinderile cu ancore fixate în zidărie sau în beton vor fi considerate prinderi fragile.

(11) Eforturile capabile ale prinderilor se determină pe baza valorilor de proiectare ale rezistențelor determinate conform (9)

E.2.3.3. Verificarea prin calcul a CNS pentru efectul indirect al acțiunii seismice

(12) Valorile de proiectare ale deplasărilor laterale se determină conform prevederilor P100-1 pentru componente nestructurale din clădirile noi.

(13) Verificarea CNS la efectul indirect al acțiunii seismice este îndeplinită dacă:

- (a) Pentru CNS așezate vertical (prinse de două planșee succesive), deplasarea relativă a punctelor de prindere, este mai mică sau egală cu deplasarea admisibilă a CNS

Notă: Astfel de CNS sunt pereții despărțitori, fațadele cortină etc.

Notă: Deplasarea admisibilă a CNS se stabilește prin calcul sau se extrage din fișa tehnică a produsului.

- (b) Pentru sistemele de instalații ale căror componente nu sunt fixate rigid de structură deplasarea relativă dintre acestea trebuie să fie mai mică decât deplasarea care poate fi preluată de elementele de legătură dintre componentele sistemului.

Notă: Astfel de sisteme sunt, de exemplu, sistemele rezemate pe izolatori de vibrații.

E.2.3.4. Alte prevederi privind verificarea prin calcul

- (1) În cazuri justificate pot fi folosite și alte metode, științific recunoscute, pentru determinarea accelerației seismice a clădirii la nivelul punctelor de prindere ale CNS (metoda spectrelor de etaj, de exemplu) și a deplasărilor relative între punctele de prindere.