

Ghid pentru întocmirea referatului de expertiză tehnică de evaluare seismică

Stabilirea capacității de rezistență, de deformabilitate și de stabilitate a unei clădiri reprezintă obiectul expertizei tehnice destinate determinării vulnerabilității și a performanțelor structurale în acord cu normele în vigoare.

Evaluarea unei clădiri se efectuează pentru cele două tipuri de combinații de încărcări, fundamentală și specială la cele două stări limită SLS și ULS.

Regulile de evaluare pentru o clădire se extind și pentru alte tipuri de structuri și componente nestructurale în concordanță cu specificul acestora.

Pentru efectuarea expertizei sunt necesare date privind geometria structurii, detaliile de alcătuire pentru principalele elemente de rezistență, calitatea materialelor folosite, datele geotehnice privind natura terenului de fundare și starea reală a construcției.

Evaluarea construcțiilor se realizează calitativ și prin calcul conform metodologiei de evaluare prezentată în "Cod de proiectare seismică – partea a III -a – prevederi pentru evaluarea seismică a clădirilor existente P 100 - 3/2008".

Condițiile de întocmire a unei expertize se pot păstra și în cazul în care acțiunea seismică nu este determinantă, justificând această situație. Este cazul halelor industriale parter din oțel la care acțiunea zăpezii sau a vântului este predominantă, cazul structurilor flexibile cum sunt coșurile de fum înalte sau antenele, cazul pereților despărțitori nestructurali, etc.

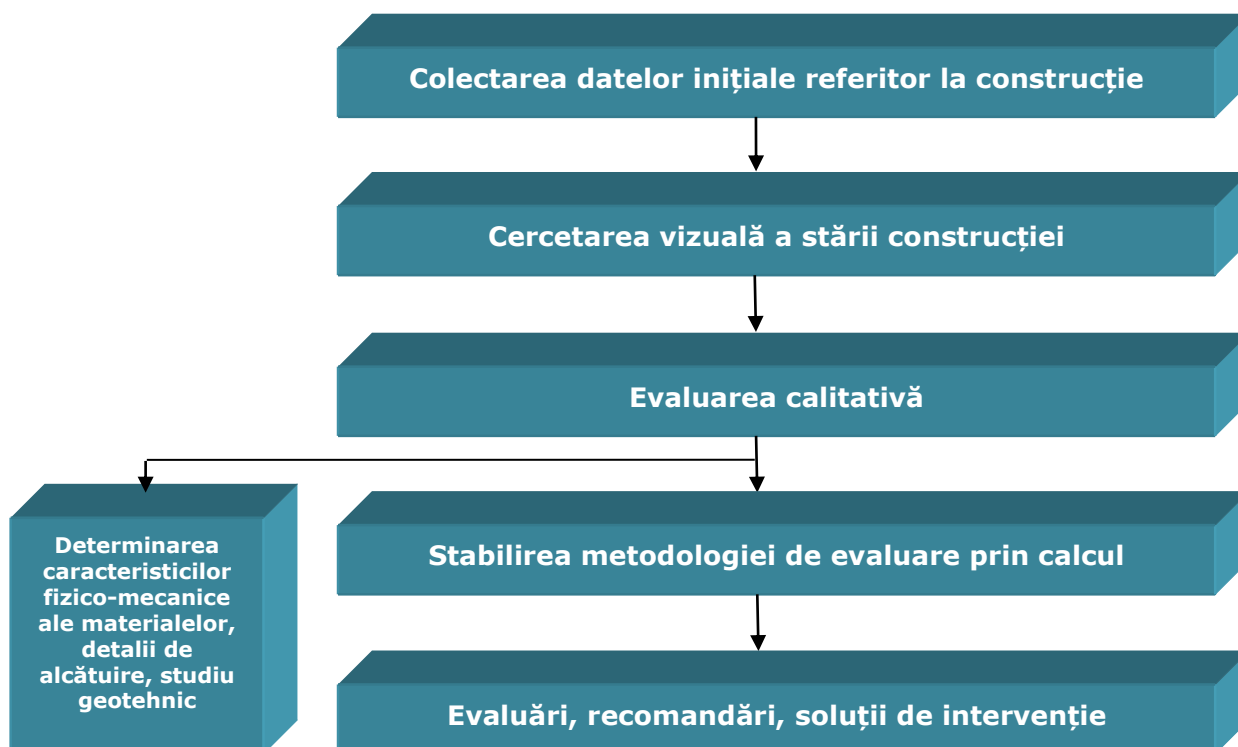
Metodologia de evaluare a gradului de asigurare la seism conține trei niveluri de abordare 1, 2 și 3, care se diferențiază prin complexitatea algoritmilor de calcul.

Concluziile evaluării calitative și cantitative trebuie să conțină încadrarea construcției expertizate într-o clasă de risc la cutremur sau de siguranță în cazul general.

Clasa de risc obținută va determina o eventuală intervenție prin consolidare care va trebui să asigure o minimă clasă de siguranță. În cazul în care acțiunea seismică nu este decisivă această condiție trebuie înlocuită cu îndeplinirea criteriilor de deformabilitate, stabilitate și de rezistență.

Expertiza trebuie să se încheie cu prezentarea a două soluții de consolidare, o intervenție minimală și respectiv, maximală.

Schema logică a etapelor care se parcurg în procesul de evaluare este prezentată în codul P 100 - 3/2008 și este reprodusă într-o formă condensată mai jos.



În finalul expertizei, la capitolul concluzii trebuie să se precizeze că în conformitate cu codul P 100 - 3/2008 capitolul 8 „*Evaluarea finală și formularea concluziilor*”, paragraful 8.4, aliniatul (6): „*expertiza tehnică se completează/detaliază și definitivează la încheierea lucrărilor de decopertare a elementelor structurale care se efectuează în vederea realizării proiectului de consolidare, situație care poate influența volumul, costurile și durata lucrărilor de reabilitare seismică a clădirii*”.

Conținutul raportului de expertiză

Raportul de expertiză trebuie să conțină următoarele aspecte:

- obiectul expertizei;
- documentele și datele care se folosesc la întocmirea expertizei;
- descrierea construcției care se expertizează;
- identificarea degradărilor construcției;
- evaluarea calitativă a construcției expertizate;
- stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice ale materialelor și studiul geotehnic;
- analiza prin calcul, conform metodologiei de evaluare considerată, a gradului de asigurare structurală la seism sau la combinația de acțiuni dominantă.
- concluzii, recomandări, soluția de intervenție.

În codul de proiectare P 100 - 3/2008, la paragraful 8.3 din capitolul 8 „*Evaluarea finală și formularea concluziilor*” se indică conținutul detaliat al raportului de evaluare la seism.

Prezentul ghid este de fapt o sinteză a întregului proces de investigare și evaluare.

a) Obiectul raportului de expertiză – trebuie specificat în introducerea raportului de expertiză. Acesta se poate referi la construcții alipite la calcan, la demolări, pentru a stabili nivelul de siguranță oferit de o construcție existentă, la schimbarea de funcțiuni (tehnologice), modificări, transformări interioare, mansardări, etc.

Expertiza poate fi efectuată de către proprietarul ei ca urmare a unui certificat de urbanism sau cu scopul de a identifica nivelul de siguranță oferit de construcție.

De asemenea se va indica beneficiarul expertizei, contractul în baza căruia se realizează expertiza și scopul expertizei.

b) Documentele și datele disponibile referitoare la construcția care se expertizează reprezintă capitolul următor din raportul de expertiză. Se prezintă toate documentele scrise și desenate, dacă există, pe care le-a consultat expertul.

Documentele scrise se referă la memoriul de rezistență, breviarul de calcul și studiul geotehnic.

Documentele desenate se referă la planurile de arhitectură și de rezistență existente sau obținute prin releveul construcția expertizată.

Proiectul de rezistență conține detaliile de alcătuire a elementelor de rezistență, a îmbinărilor acestora, sistemul structural și de fundare, precum și clasa de rezistență a materialelor utilizate.

c) Descrierea construcției care se expertizează va trebui să conțină alcătuirea structurală, numărul de niveluri, de deschideri, travei, corpurile de clădiri, dimensiunile acestora, suprafața construită și sistemul de fundare.

Se va preciza amplasamentul, zona climatică pentru vânt, zăpadă și acțiunea seismică.

De asemenea se va preciza anul construirii, destinația și eventualele intervenții realizate în timpul existenței construcției.

d) Identificarea degradărilor construcției se materializează prin fotografii și relevee ale degradărilor existente.

Se va descrie care au fost cauzele care au condus la acestea. O atenție deosebită trebuie acordată identificării atacului chimic asupra elementelor de rezistență, evidențiat prin coroziunea armăturilor sau a pieselor metalice, a degradărilor elementelor de beton

prin carbonatare, a pereților de zidărie, precum și a efectelor acțiunii de îngheț-dezghet sau al unor incendii.

În paragraful 4.6 din P 100 - 3/2008 se arată în ce constă identificarea nivelului de degradare a construcțiilor.

e) Evaluarea calitativă a construcției expertizate se realizează în acord cu capitolul 5 din P 100 - 3/2008 și conform anexei B pentru construcții din beton armat (tabelele B1, B2, B3), anexa C pentru structurile din oțel (tabelele C1, C2, C3), anexa D pentru construcții din zidărie (paragrafele D3.3.1, D3.3.2) sau anexa E pentru componentele nestructurale (paragrafele E2.1, E2.2).

Evaluarea calitativă trebuie să precizeze, pentru construcțiile amplasate în zone seismice, clasa de risc la seism conform punctajului obținut, în acord cu metodologia considerată (de nivel 1, 2 sau 3), prin indicatorii R_1 sau R_2 .

f) Stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice

În lipsa unor date privind clasa betonului, a oțelului sau a rezistențelor mecanice ale terenului de fundare sunt necesare încercări mecanice nedistructive sau distructive pe teren (în situ) sau în laborator pe probe extrase din elementele de rezistență.

Încercările nedistructive prin sclerometrie sau cu ultrasunete vor trebui însoțite de încercări distructive în laborator pe carote de beton, zidărie sau eșantioane extrase din elementele de oțel.

Se vor identifica zonele degradate prin coroziune sau cu defecte de execuție. O atenție deosebită se va acorda îmbinărilor elementelor prefabricate din beton sau din oțel.

În funcție de amploarea degradărilor, expertul trebuie să stabilească numărul necesar de teste. Programul de încercări se va întocmi în acord cu P 100 - 3/2008, paragrafele 4.4.3.2, 4.4.3.3 și 4.4.3.4.

Încercările în situ pot fi limitate, extinse sau cuprinzătoare, în funcție de datele care se dețin pentru construcția respectivă. În paragraful 4.4.4 se definesc pentru fiecare nivel de inspectare și testare, minimul de probe raportat la 500 m² de suprafață de planșeu și procentul de elemente la care se va face investigarea.

Prin prelucrări statistice ale rezultatelor încercărilor se vor stabili rezistențele medii ale materialelor, coeficienții parțiali de siguranță și factorii de încredere.

g) Analiza prin calcul a stării de siguranță pentru construcția expertizată

Cuantificarea stării de siguranță a unei construcții amplasată într-o zonă seismică constă în verificarea prin calcul a elementelor de rezistență și a construcției în ansamblu.

Codul de proiectare P 100-1/2006 oferă modelele și parametrii care definesc acțiunea seismică prin raportare la nivelul accelerației terenului și parametrii spectrului accelerației absolute de răspuns elastic din amplasamentul în care se află construcția care se expertizează.

Se acceptă pentru construcțiile expertizate un nivel inferior de asigurare în raport cu o construcție nou proiectată.

Acțiunea seismică de proiectare se combină cu alte acțiuni conform CR 0 - 2005.

În capitolul 6 din cadrul P 100-3/2008 se prezintă toate elementele necesare unei evaluări prin calcul.

Elementele structurale se vor verifica folosind codurile și standardele în vigoare la apariția codului P 100-3/2008, cum ar fi CR 0 - 2005, P 100-1/2006, NP 112 - 04, CR 6 - 2006, CR 2 - 1 - 1.1 - 2005, STAS 10107/0 - 90 și STAS 10108 - 75.

Codul P 100-3/2008 conține trei metodologii de evaluare prin calcul a construcțiilor, diferențiate prin nivelul de abordare conceptuală a operațiilor de verificare.

Acestea sunt denumite de nivel 1, 2 și 3.

- **Metodologia de nivel 1** se aplică construcțiilor regulate în plan și pe verticală în cadre de beton armat cu sau fără pereți de umplură din zidărie până la 3 niveluri, amplasate în zone seismice cu o accelerație a terenului $a_g \leq 0,12g$. Deasemeni metodologia se aplică pentru orice construcție amplasată în zone seismice în care $a_g \leq 0,08g$.

Construcțiile din zidărie confinată cu regularitate în plan și pe verticală cu planșee de beton armat având regimul de înălțime și amplasamentul în zone seismice conform Anexei D din P 100-3/2008, se verifică folosind aceeași metodologie, după cum urmează:

- $\leq P + 2E$ și $a_g \leq 0,16g$;
- $\leq P + 4E$ și $a_g \leq 0,12g$.

Pentru construcțiile din zidărie nearmată, regulate în plan și în elevație cu planșee de beton armat se pot verifica cu această metodologie dacă îndeplinesc condițiile:

- $\leq P + 2E$ și $a_g \leq 0,12g$;
- $\leq P + 4E$ și $a_g \leq 0,08g$.

De asemenea metodologia se aplică construcțiilor cu pereți structurali deși de beton armat cu maximum 5 niveluri amplasate în orice zonă seismică și componentelor nestructurale.

Este obligatoriu ca toate tipurile structurale prezentate să aparțină unor construcții încadrate în cel mult clasa III de importanță și de expunere.

Metodologia de nivel 1 poate fi folosită pentru evaluarea unor construcții care nu se încadrează în condițiile prezentate mai sus doar pentru a se obține informații preliminare.

Metodologia de nivel 1 constă într-o evaluare calitativă și într-o verificare prin calcul simplificată conform prevederilor din P 100-3/2008 și anexele B, C, D și E pentru structuri din beton armat, din oțel, zidărie și elemente nestructurale.

- **Metodologia de nivel 2** se aplică la toate clădirile care nu se încadrează în metodologia de tip 1.

Această metodologie de evaluare prin calcul constă într-o evaluare calitativă și într-o evaluare prin calcul elastic la forțe seismice elastice reduse cu factorii de comportare diferențiați pe tipuri de elemente de rezistență. Calculul structural elastic se efectuează prin metoda forțelor seismice statice echivalente sau metoda de calcul modal cu spectre de răspuns elastic nereduse cu factorul de comportare q . Metodele de calcul sunt prezentate în P 100 – 1/2006 capitolul 4.

- **Metodologia de nivel 3** se aplică la construcțiile complexe și importante pentru care se urmărește o evaluare mai fidelă a performanțelor structurale la acțiunea seismică. Se impune ca în prealabil construcțiile să fie verificate prin metodologia de nivel 2.

Această metodologie constă într-o evaluare calitativă și o analiză prin calcul static neliniar sau dinamic neliniar.

Analizele prin calcul se vor efectua în acord cu P 100 – 1/2006 capitolul 4 și P 100 – 3/2008 capitolul 6 și capitolul 7 referitor la evaluarea fundațiilor.

Analizele prin calcul trebuie să determine clasa de risc seismic în care se încadrează construcția expertizată.

Clasele de risc la seism sunt definite în capitolul 8 paragraful 8.1 din P 100 – 3/2008: Indicatori R_1 , R_2 și R_3 aferenți claselor de risc la seism și coresponzatori fiecărei metode de evaluare.

Evaluarea calitativă, pe baza punctajului atribuit, furnizează indicatorul R_1 care reprezintă gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică.

Indicatorul R_2 rezultă din examinarea degradărilor structurale produse de acțiunea seismică și reprezintă gradul de afectare structurală. Acest indicator este o măsură a evaluării calitative și se stabilește pe baza unui punctaj atribuit degradărilor structurale și nestructurale.

Indicatorul R_3 denumit grad de asigurare structurală seismică se stabilește prin calcul conform celor trei metodologii. Aceasta reprezintă un raport între capacitățile de rezistență ale elementelor de rezistență și cerința indusă de acțiunea seismică în funcție de tipul de structură și amplasament, în termeni de capacitate de rezistență în cazul metodologiilor de nivel 1 și 2, respectiv în termeni de deplasare pentru metodologia de nivel 3. Indicatorul R_3 se stabilește numai pentru starea limită ultimă (ULS).

Pe baza acestor indicatori se stabilește decizia de intervenție, dacă este cazul.

Intervenția structurală prin consolidare este necesară numai dacă $R_3 < 0,65$ pentru sursa seismică Vrancea și respectiv $R_3 < 0,70$ pentru sursa seismică Banat, pentru un interval mediu de recurență $IMR = 100$ ani mai mic decât în cazul construcțiilor noi la care a_g corespunde unui $IMR = 225$ ani conform codului de proiectare la seism P 100 – 1/2013.

În cazul necesității unor intervenții structurale se vor efectua calculele corespunzător soluției adoptate și evidențierea gradului de asigurare la seism prin indicatorul $R_3 \geq 0,65$, respectiv $R_3 \geq 0,70$.

Pentru cazul în care se dorește un nivel de asigurare superior se va proceda conform prevederilor din anexa A din codul P 100 – 3/2008.

h) Concluzii, recomandări, solutii de interventie

Raportul de expertiză se încheie printr-o sinteză a procedurilor de evaluare calitativă și prin calcul și încadrarea construcției expertizate într-o clasă de risc seismic.

Dacă construcția expertizată nu se încadrează în clasa III sau IV de risc la seism trebuie propuse minim două soluții de consolidare corespunzând unei intervenții minimale, $R_3 = 0,65$, respectiv maximale $R_3 = 1$. Soluțiile de intervenție se fundamentează pe baza calculelor precizate în capitolul anterior, respectând criteriile din Îndrumătorul de reabilitare seismică a clădirilor existente, conținut în anexa F din P 100 – 3/2008.

Soluțiile de intervenție pot conține schimbări de conformație, de reducere a încărcărilor utile, schimbarea funcțiunilor construcției, demolări parțiale sau totale.

Soluțiile se prezintă la nivel de principiu. Detalierea acestora se realizează prin proiectul de consolidare care va trebui vizat de către expert, confirmând astfel respectarea măsurilor propuse în raportul de expertiză.

Raportul de expertiză trebuie să precizeze în final dacă construcția existentă expertizată sau consolidată respectă condițiile de siguranță din punct de vedere al capacității de rezistență, deformabilitate și stabilitate.

Având în vedere că aproape întreg teritoriul României poate fi afectat de un cutremur puternic ($M > 6-6.9$) sau major ($M > 7-7.9$), în care magnitudinea se măsoară pe scara Richter, este necesar ca orice expertiză, realizată după P100-3/2008, să urmărească ghidul întocmit.