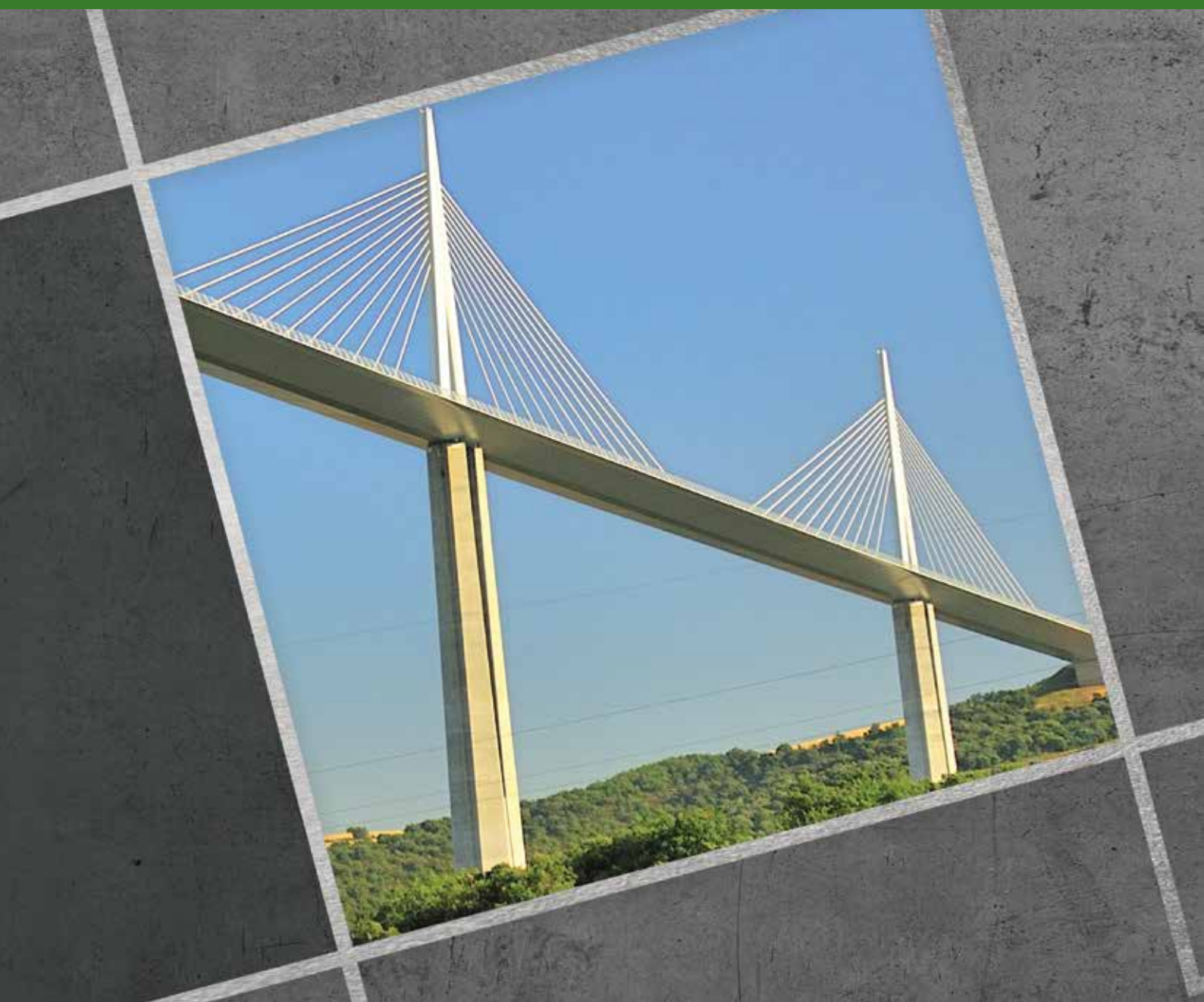


Beton de înaltă performanță

Fișă de produs





Dezvoltarea în România, în ultimii ani, a mai multor proiecte de mare anvergură a impus cerințe speciale multiple pentru betoane. Betoanele uzuale nu pot răspunde acestor nevoi așa încât au fost dezvoltate betoane cu proprietăți specifice/reprezentative, adaptate acestor tipuri de proiecte.

Betonul de înaltă performanță

Informații generale

Betonul de înaltă performanță este un beton special, dezvoltat în scopul îndeplinirii unor combinații de criterii de performanță și de uniformitate.

Betoanele de înaltă performanță:

- răspund unor standarde mai complexe față de cele adresate betoanelor uzuale;
- îndeplinesc atât solicitări tehnice, cât și economice.

Dacă, în cazul betoanelor uzuale, în mod tradițional, rezistența la compresiune este principala caracteristică solicitată, la betoanele de înaltă performanță pot prima alte proprietăți, precum modulul de elasticitate, rezistența la impact/abraziune, permeabilitatea redusă etc.

Criteriile care stau la baza stabilirii compoziției betonului de înaltă performanță sunt:

- Utilizarea unui ciment de calitate constantă, superioară (cu conținut de silicat tricalcic mare și aluminat tricalcic mic);
- Reducerea raportului apă/ciment sub valoarea de 0.35, prin utilizarea unui aditiv puternic reducător de apă (superplastifianți de ultimă generație);
- Folosirea unor agregate cu rezistență mare la strivire și modul de elasticitate ridicat, acordându-se o atenție deosebită și dimensiunilor, formei, texturii, absorbției etc.;
- Îmbunătățirea scheletului mineral (matrice), prin adăugare de materiale ultrafine, de tipul micro-silicei, pentru creșterea compactității betonului.

Domenii de utilizare

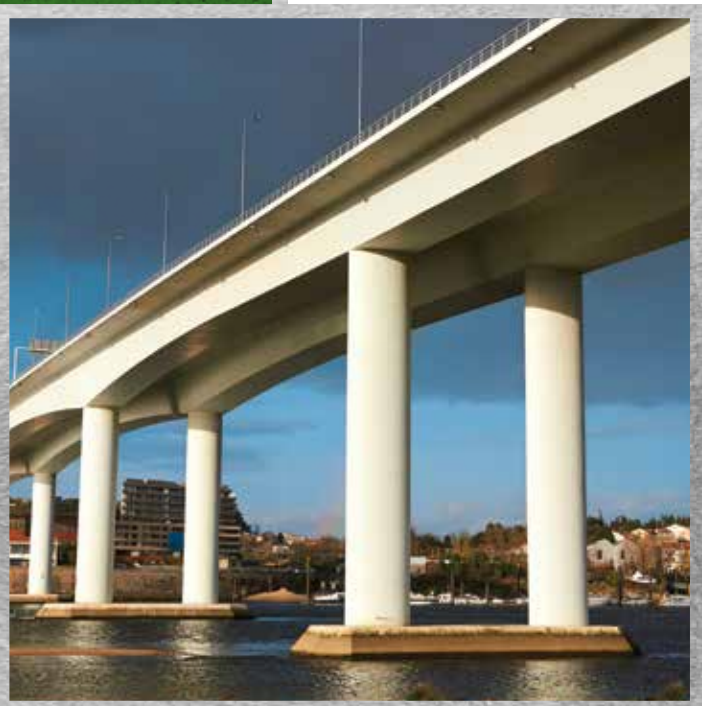
- Lucrări de artă: arce, poduri, pasaje, viaducte, tunele etc.;
- Construcții civile sau industriale de mare înălțime sau construcții cu solicitări ori cerințe deosebite (de exemplu: plăci curbe subțiri);
- Lucrări hidrotehnice în medii agresive, construcții nucleare;
- Construcții cu nevoi de rezistență la atac chimic (de exemplu: construcții agricole), unde acest beton poate avea rol de mediu inhibitor în ceea ce privește creșterea și înmulțirea bacteriilor și apariția mușgaiului.

Clase de expunere (conform CP 012-1:2007)

De regulă, betoanele de înaltă performanță răspund tuturor condițiilor derivate din combinarea claselor de expunere, datorită, în principal, permeabilității scăzute a acestora.

Coroziune datorată carbonatării	Coroziune datorată clorurilor având altă origine decât cea marină	Atac din îngheț-dezgheț în stare saturată cu apă și agenți pentru dezgheț	Atac chimic	Solicitare mecanică prin uzură
XC1, XC2, XC3, XC4	XD1, XD2, XD3	XF1, XF2, XF3, XF4	XA1, XA2, XA3	XM1, XM2, XM3

Notă: În conformitate cu tabelele F1.1 și F1.2 din Codul de practică pentru producerea betonului CP012-1:2007, se vor respecta cerințele privind aerul antrenat, tipul de agregate, tipul cimentului, tratarea suprafeței etc.





Avantajele betonului de înaltă performanță

Siguranța construcției

- Durabilitate mare/durată lungă de viață;
- Rezistență mare la compresiune și întindere;
- Modul de elasticitate mare;
- Rezistență ridicată la abraziune;
- Permeabilitate scăzută la apă și gaze;
- Rezistență superioară la atac chimic;
- Rezistență ridicată la îngheț-dezgheț, inclusiv în prezența agenților de dezghețare;
- Rezistență la impact.



Flexibilitate

- Realizarea tuturor tipurilor de elemente structurale (stâlpi, grinzi, pereți, plăci etc.);
- Executarea lucrărilor arhitecturale complexe;
- Executarea elementelor cu secțiuni subțiri sau structuri cu deschideri mari.



Protecția oamenilor și a mediului

- Realizarea de construcții sustenabile prin creșterea duratei de viață de la 50 de ani, la 100 de ani;
- Rezistență la intemperii și seism;
- Rezistență la explozii;
- Inhibarea dezvoltării bacteriilor și a creșterii mușgaiului.



Reducerea costurilor

- Reducerea duratei de construcție / ritm rapid de construcție datorită rezistențelor inițiale foarte mari;
- Reducerea volumului de beton;
- Reducerea cantității de armătură;
- Deschideri mai mari (avantaj semnificativ la poduri prin reducerea costurilor cu pilonii și fundațiile aferente).



Caracteristicile betonului de înaltă performanță

Betonul de înaltă performanță, în stare proaspătă, prezintă caracteristici similare cu betonul uzual. El se încadrează în clasele de tasare S3-S5, având o vâscozitate mai ridicată datorită cantității mari de parte fină prezentă în rețetă. În stare întărită, betonul de înaltă performanță are caracteristici speciale, după cum urmează:

Rezistența la compresiune

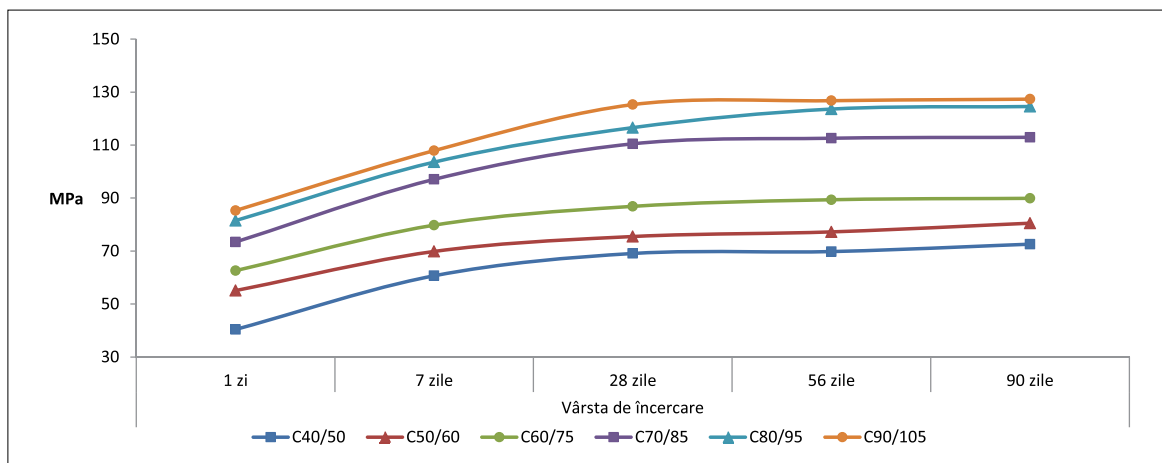
Betonul de înaltă performanță se caracterizează în principal printr-o rezistență mare la compresiune la 28 de zile și o evoluție semnificativă a acesteia după

această vârstă. Comparativ cu betoanele uzuale, betoanele de înaltă performanță prezintă și o rezistență inițială foarte mare. Trebuie acordată o atenție deosebită procedurilor de prelevare și testare (inclusiv a echipamentului de încercare), deoarece, la rezistențe foarte mari, deviația standard acceptată este mare, cu impact negativ asupra coeficientului de uniformitate. O suprafață neuniformă sau cu abateri de la planeitate a probei de încercat poate conduce la rezultate total eronate. În cele ce urmează sunt prezentate evoluțiile în timp ale rezistențelor la compresiune ale betonului de înaltă performanță produs de Holcim România.

Termen/Clasă	Rezistența la compresiune*				
	1 zi	7 zile	28 zile	56 zile	90 zile
C40/50	40,4	60,67	69,08	69,80	72,59
C50/60	55,07	69,85	75,48	77,23	80,51
C60/75	62,6	79,77	86,87	89,37	89,90
C70/85	73,42	97,07	110,48	112,59	112,94
C80/95	81,5	103,58	116,595	123,6	124,56
C90/105	85,3	107,92	125,29	126,76	127,34

*Teste efectuate în condiții de laborator

Rezistența la compresiune



Rezistența la întindere

Ca și în cazul betoanelor uzuale, rezistența la întindere crește odată cu rezistența la compresiune, dar creșterea este mai lentă. Trebuie menționat faptul că nu există o relație direct proporțională între aceste caracteristici. Factori ca forma agregatului, absorbția acestuia sau natura petrografică pot influența mai mult una dintre aceste rezistențe.

Clasa	Rezistența la întindere 28 zile (MPa)	
	Prin despicare*	Prin încovoiere
C40/50	4,12	7,2
C50/60	4,29	8,2
C60/75	4,52	8,76
C70/85	5,45	9,45
C80/95	5,84	10,1
C90/105	7,86	10,4

*aplicată conform EC₂ prin întindere directă = 0,9*f_{ct}

Modulul elasticitate

Betonul de înaltă performanță, față de betonul uzual, are un caracter monolit mai pronunțat, iar rezistența zonei de interfață matrice-agregat este mai mare. Microfisurarea de interfață

este mai redusă, iar porțiunea lineară a curbei efort-deformație se extinde până la o solicitare ce poate fi chiar și peste 85% din solicitarea de rupere. Ruperea are loc, de regulă, atât prin matrice, cât și prin agregatul grosier.

Clasă beton	Rezistență cub MPa	Modul elasticitate determinat experimental	Valori de referință EC2	Tip agregate
C40/50	67,8	39,5	39,1	Cuarțoase
C50/60	71,4	39,9	39,7	
C60/75	84,3	39,9	37,5	
C70/85	101,0	42,6	39,6	Gresii cuarțoase
C80/95	112,1	43,1	40,9	
C90/105	114,3	42,6	41,1	

OBS: Valorile de referință s-au calculat pe baza rezistențelor determinate experimental, cu formula $E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ și aplicarea corecției în funcție de tipul agregatului

Curgerea lentă

În cazul betoanelor de înaltă performanță, această caracteristică are valori mult mai mici decât în cazul betoanelor uzuale, în special la betoanele

care conțin silice ultrafină. Comparativ cu betoanele normale, din punct de vedere cinetic, curgerea se stabilizează mult mai repede. Curgerea lentă este invers proporțională cu creșterea rezistențelor.

Contrația

În cazul betoanelor de înaltă performanță, contrația totală a acestora este similară cu cea a betoanelor obișnuite, având însă o altă cinetică. Contrația endogenă poate fi de 2-3 ori mai mare (din cauza microstructurii foarte fine), în timp ce contrația

plastică – de uscare – este mult mai mică datorită raportului mic apă/ciment. Betoanele de înaltă performanță sunt foarte sensibile la evaporarea rapidă a apei din primele ore, prin urmare este extrem de important să se protejeze/trateze corespunzător suprafețele proaspăt turnate/decofrate.

Termen/Clasă	Contrația la uscare (%)			Valoare de control*
	14 zile	21 zile	28 zile	
C40/50	0,0500	0,1109	0,2377	0,25
C50/60	0,0486	0,1007	0,2181	0,24
C60/75	0,0399	0,0978	0,1920	0,21
C70/85	0,0290	0,1058	0,1674	0,16
C80/95	0,0471	0,0848	0,1435	0,15
C90/105	0,0681	0,1043	0,1399	0,14

*Valoare de control calculată conform Eurocod 2 pe baza rezultatelor experimentale obținute la încercarea la compresiune.



Permeabilitatea

Datorită porozității scăzute, betoanele de înaltă performanță au o permeabilitate foarte redusă. La clasele mai mari de C60/75, aceasta tinde spre zero chiar și la o presiune de 12 atmosfere.



Rezistența la îngheț-dezghet

Datorită structurii dense și a cantității reduse de apă din sistem, betoanele de înaltă performanță au o comportare foarte bună la îngheț-dezghet. Până la clasa de rezistență C55/67, pot apărea exfolieri cauzate de prezența sării ca agent

de dezghețare. Din studiile efectuate în grupul LafargeHolcim, reiese că la clase mai mari, la care betonul conține microsilice, nu au apărut exfolieri ca urmare a aplicării agenților de dezghețare (în 56 de cicluri de îngheț-dezghet), chiar și în cazul neutilizării de aditiv antrenor de aer.

Carbonatarea

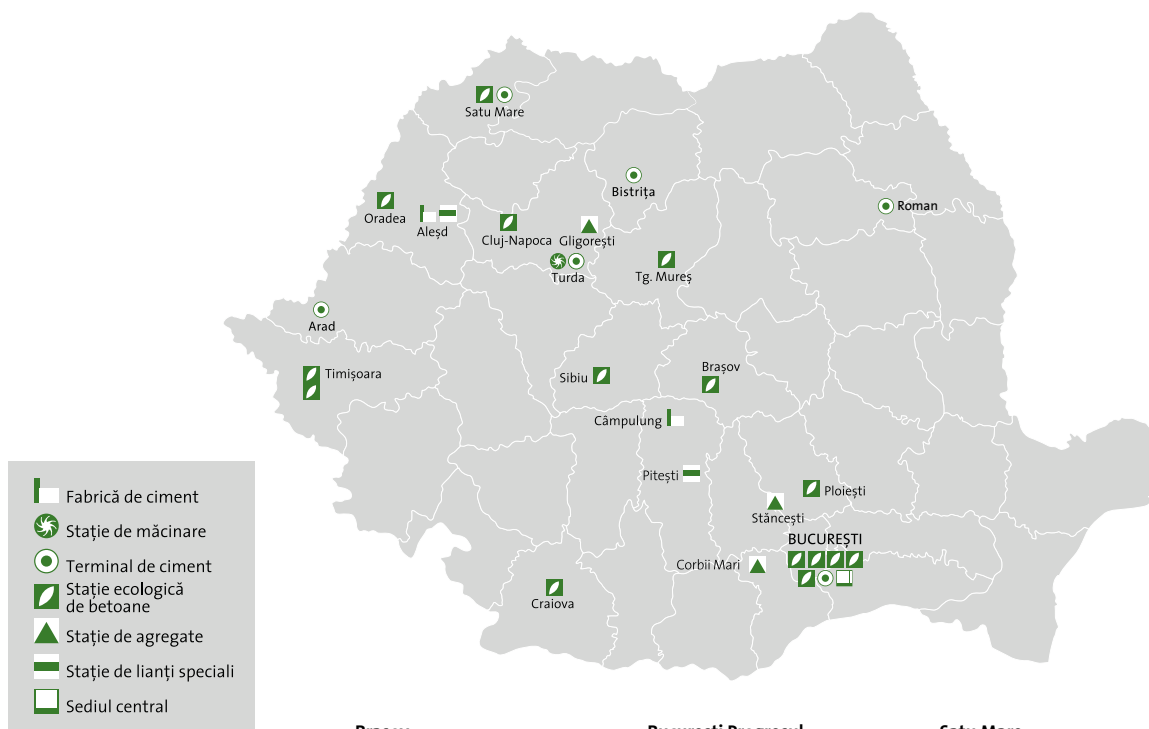
Structura compactă a betoanelor de înaltă performanță implică o comportare mai bună la carbonatare. Din studiile efectuate în colaborare cu Universitatea Tehnică din București, a rezultat că betoanele de înaltă performanță expuse în mediu îmbogățit cu CO₂ sunt practic impermeabile la acest agent.

Suprafața închisă

Absența porilor deschiși la suprafața betonului de înaltă performanță inhibă dezvoltarea microorganismelor vii (bacterii, fungi), precum și creșterea mușgaiului.



Toate aceste caracteristici ale betoanelor de înaltă performanță concurează la asigurarea unei durabilități ridicate, respectiv a unei durate de viață de 100 de ani, pentru clasa structurală S4.



Contact

Brașov:

Str. Zizinului, nr. 121, RO500407
Tel: +40 756 031 478

București Chitila:

Str. Chitilei, nr. 423, sector 1,
RO012407
Tel: +40 749 013 207

București Clinceni:

Str. Industriilor, nr. 6,
Clinceni, Jud. Ilfov, RO077060
Tel: +40 749 013 207

București Pantelimon:

Str. Sos. de Centura, nr. 8, Pante-
limon, RO077145
Tel: +40 740 110 436

București Pipera:

Șos. Pipera, nr. 52, sector 1,
RO014254
Tel: +40 749 013 207

București Progresul:

Drumul Bercenarului, nr. 4-8,
sector 4, RO04116, București
Tel: +40 755 099 853

Cluj-Napoca:

Str. Beiușului, nr. 11, RO400394
Tel: +40 740 110 433

Craiova:

Str. Râului, nr. 401, RO200636
Tel: +40 740 110 438

Oradea:

Șos. Borșului, nr. 14/C, RO410605
Tel: +40 740 110 437

Ploiești:

Str. Centura de Est, nr. 48/A,
RO100187
Tel: +40 742 278 604

Satu Mare:

Drumul Careiului, nr. 146,
RO440187
Tel: +40 740 110 580

Sibiu:

Str. Turda, nr. 12, RO550052
Tel: +40 754 054 710

Târgu Mureș:

Str. Băneasa, nr. 8, RO540199
Tel: +40 747 039 238

Timișoara 1:

Str. Calea Moșniței, nr. 17,
RO300547
Tel: +40 745 643 708

Timișoara 2:

DN 69, Km 10, Comuna Sănan-
drei, județ Timiș
Tel: +40 743 133 434



Holcim (Romania) S.A.
Calea Floreasca nr. 169 A
Clădirea B, Etajul 7
Sector 1, RO 014459
București, România
www.holcim.ro