

Calcestruzzi e betoncini leggeri.

Soluzioni per il consolidamento
nelle infrastrutture.





Indice

Introduzione		5
	Il ruolo dell'argilla espansa.	5
Applicazioni strutturali		6
Calcestruzzi leggeri	Campi d'impiego	6
	Soluzione e prodotti	8
Applicazioni non strutturali		10
Massetti e betoncini leggeri	Campi d'impiego	10
	Soluzione e prodotti	12



Introduzione.

La **sicurezza delle infrastrutture** rappresenta un tema sempre più focale nel panorama italiano ed europeo tanto che proprietari ed enti gestori di reti stradali e ferroviarie stanno investendo sempre più nella **manutenzione e riqualificazione delle opere esistenti**.

La maggior parte di ponti, viadotti e gallerie presentano carenze strutturali e funzionali principalmente perché rispondono a requisiti prestazionali proporzionati ai fabbisogni dell'epoca di costruzione (es. volumi di traffico inferiori rispetto agli attuali). Il **consolidamento strutturale** e l'**adeguamento funzionale** sono gli obiettivi principali dell'attuale processo di modernizzazione. Tecnici e progettisti sono chiamati a trovare **soluzioni che non alterino il comportamento statico della struttura, che rispondano ai sempre più ricercati requisiti di durabilità** e che rispettino i nuovi standard di sicurezza.

Laterlite ha sviluppato numerose soluzioni per il recupero delle costruzioni esistenti con **calcestruzzi e betoncini a base di argilla espansa caratterizzati da pesi specifici molto più contenuti rispetto alle soluzioni tradizionali**, a parità di prestazioni meccaniche.

L'integrazione con **RureGold**, da oltre 20 anni specializzata in soluzioni per il ripristino e il rinforzo strutturale con materiali compositi e fibrorinforzati, ha consentito di ampliare la gamma di soluzioni di consolidamento compatibili con le strutture esistenti.



Scansiona il QR Code per maggiori informazioni.

Il ruolo dell'argilla espansa.

I calcestruzzi e i betoncini leggeri sono conglomerati cementizi nei quali tutto, o una parte, dell'aggregato naturale è sostituito da **aggregati leggeri** (argilla espansa) con lo scopo principale di **ridurre la massa volumica**.

L'argilla espansa è un aggregato leggero di **origine minerale**, prodotto industrialmente in **diverse granulometrie e tipologie** (Leca normale e Leca strutturale) per impiegarsi

al meglio nei conglomerati cementizi in funzione delle specifiche esigenze.

Modulando la tipologia di argilla espansa impiegata e la percentuale di sostituzione dell'aggregato ordinario è possibile ottenere **calcestruzzi con massa volumica e resistenza differenti**, variabili in relazione alle esigenze progettuali.

Tipologia di conglomerati leggeri

Betoncini leggeri a struttura aperta

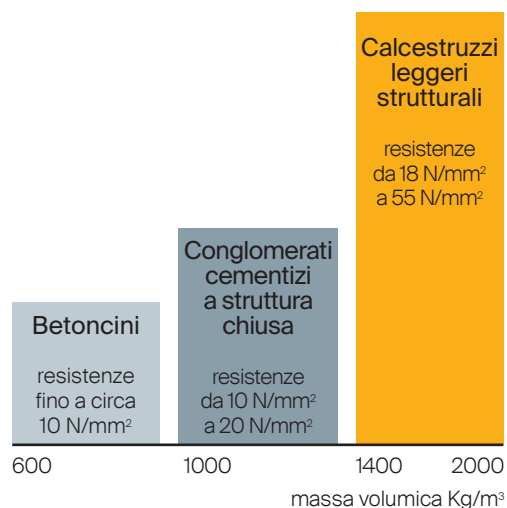
Massa volumica 600 - 1.000 kg/m³ e resistenze fino a 10 MPa

Conglomerati cementizi a struttura chiusa

Massa volumica 1.000 - 1.400 kg/m³ e resistenze da 10 a 20 MPa

Calcestruzzi leggeri per impieghi strutturali

Massa volumica 1.400 - 2.000 kg/m³ e resistenze fino a 55 MPa



Applicazioni strutturali.

Calcestruzzi leggeri 1.400-2.000 kg/m³

Campi d'impiego

I **calcestruzzi leggeri strutturali** sono caratterizzati da **resistenze comparabili ai calcestruzzi tradizionali** e, grazie alla ridotta massa volumica, trovano largo impiego in quei contesti in cui il **contenimento dei pesi propri degli elementi strutturali** è uno dei principali obiettivi della **progettazione**. Esempi significativi sono le strutture dove

si interviene per migliorare la **sicurezza sismica** o nella progettazione di **strutture architettonicamente ricercate**.

A disciplinare gli impieghi e le caratteristiche in Italia è il **D.M. 17 gennaio 2018**, Norme Tecniche per le Costruzioni, con la relativa circolare applicativa.

Consolidamento di solette esistenti di impalcati in c.a. o a struttura mista.

Nell'ambito del consolidamento di opere esistenti, l'impiego di un calcestruzzo leggero strutturale consente di alleggerire gli elementi portanti dell'impalcato al fine di ridurre il carico permanente e migliorare la sicurezza sismica dell'opera.



Rifacimento soletta Autostrada A6. • Allargamento a tre corsie Autostrada A14. Anno 2016.
Calcestruzzo semi-fluido $R_{ck}=40$ MPa, massa volumica=1800 kg/m³.

Ampliamento di travi o solette su ponti in c.a. o a struttura mista.

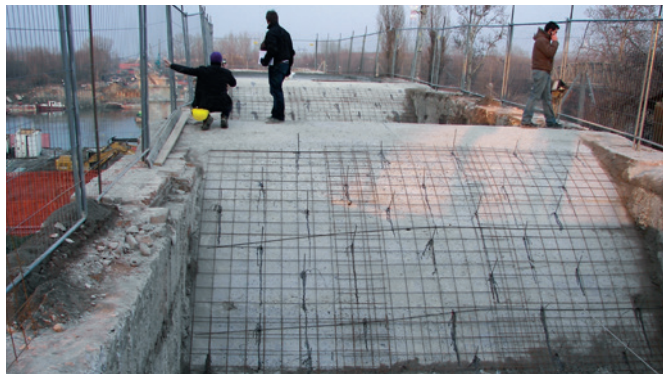
I nuovi getti di calcestruzzo leggero strutturale permettono di contenere l'incremento della massa e dei carichi sugli elementi sottostanti.



Ringrosso delle travi perimetrali sul Ponte Canale in c.a. Arrone (TR). Anno 2021
Premiscelato LecaCLS 1800 ($R_{ck}=45$ MPa, massa volumica=1800 kg/m³).

Formazione dei rinfianchi nei ponti ad arco in muratura.

L'intervento prevede il rifacimento dei rinfianchi con un getto di calcestruzzo leggero strutturale per il consolidamento estradossale della struttura voltata. L'obiettivo è favorire la stabilità del sistema, equilibrare il carico agente sulle volte e contrastare la tendenza dell'arco a sollevarsi in corrispondenza delle reni.



Ponti ferroviari in muratura in Provincia di Bergamo. Anno 2021.

Premiscelati LecaCLS 1600 ($R_{ck} = 35$ MPa, massa volumica=1600 kg/m³) e LecaCLS 1800 ($R_{ck} = 45$ MPa, massa volumica=1800 kg/m³).

Realizzazione di nuove opere ed elementi strutturali.

Un calcestruzzo leggero permette di realizzare strutture più snelle, sfruttando minori quantitativi di cls e di armatura. È la soluzione ideale per realizzare ponti a lunga campata, passerelle pedonali o strutture alte soggette a elevate azioni orizzontali.



Ponte della Musica a Roma • Anno 2010 • Ponte di Calatrava a Venezia. Anno 2008.

Premiscelati LecaCLS 1800 ($R_{ck} = 45$ MPa, massa volumica=1800 kg/m³) e LecaCLS 1400 ($R_{ck} = 25$ MPa, massa volumica=1400 kg/m³).

Risanamento profondo delle strutture e riempimento di grosse lesioni.

Gli interventi sono finalizzati a realizzare il ripristino della continuità strutturale senza incrementare il carico permanente dell'elemento strutturale lesionato. I calcestruzzi leggeri sono adatti anche per impieghi in getti subacquei, per il ringrosso o l'incamiciatura delle fondazioni in c.a. o della muratura per limitare il carico sul terreno di fondazione.



Ponte Canale Cavour a Formigliana (VC). Anno 2020.

Calcestruzzo CentroStorico Fluido ($R_{ck} = 40$ MPa, massa volumica=1800 kg/m³).

Soluzioni e prodotti

Premiscelati in sacco o confezionati in centro beton. Quale scegliere?

I calcestruzzi leggeri strutturali possono essere confezionati nelle **centrali di betonaggio** o direttamente in cantiere in **sacchi premiscelati** pronti all'uso.

In genere nei **grossi cantieri infrastrutturali**, soprattutto nell'ambito di nuove opere, vengono impiegati attraverso le centrali di betonaggio in ragione degli elevati volumi d'impiego e dalle tempistiche esecutive.

I calcestruzzi premiscelati in sacco, **LecaCLS**, sono ideali

per getti strutturali in cantieri con **logistica sfavorevole** (getti in quota, limitata accessibilità in cantiere) e laddove sia importante **ottimizzare la prestazione leggerezza-resistenza** del calcestruzzo.

Nei calcestruzzi leggeri strutturali viene impiegata l'**argilla espansa strutturale**, caratterizzata dalla resistenza alla frantumazione significativamente più elevata di quella usata per confezionare massetti e sottofondi alleggeriti.

È così possibile confezionare conglomerati con resistenze a compressione fino a **55 MPa**.

Premiscelati in sacco.



Il più leggero

Leggero e di facile impiego

Fibrorinforzato ad alte prestazioni

Caratteristiche tecniche	LecaCLS 1400	LecaCLS 1600	LecaCLS 1800
Massa volumica (UNI EN 206-1)	D 1,5 (1.400 kg/m ³ ca)	D 1,7 (1.600 kg/m ³ ca)	D 1,9 (1.800 kg/m ³ ca)
Classe di resistenza a compressione.	LC 20/22	LC 30/33	LC 40/44
Resistenza a compressione certificata 28 gg	R _{ck} = 25 N/mm ² (cubica) R _{ck} = 22,5 N/mm ² (cilindrica)	R _{ck} = 35 N/mm ² (cubica) R _{ck} = 31,5 N/mm ² (cilindrica)	R _{ck} = 45 N/mm ² (cubica) R _{ck} = 40,5 N/mm ² (cilindrica)
Modulo elastico certificato	E = 15.000 N/mm ²	E = 20.000 N/mm ²	E = 25.000 N/mm ²
Classe di esposizione	X0-XC1	X0-XC1-XC2-XC3-XD1-XF2-XF3-XF4	X0-XC1-XC2-XC3-XC4-XS1-XS2-XS3-XD1-XD2-XD3-XF1-XF2-XF3-XF4-XA1
Classe di consistenza	Semi-fluida	Semi-fluida	Semi-fluida
Conformità	D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e alla relativa "Circolare" (Istruzioni alle NTC)		
Modalità applicativa			
Attrezzatura di miscelazione	Mescolatori a sistema discontinuo con pompa ad aria compressa (tipo Turbosol TM330)	Mescolatori con sistema discontinuo con pompa ad aria compressa (tipo Turbosol TM330)	
Preparazione del prodotto	Mescolare il prodotto con la sola aggiunta di acqua sino a completa omogenizzazione dell'impasto		
Pompaggio in opera	Tubazione con diametro interno minimo 90 mm	Tubazione con diametro interno minimo 90 mm	Tubazione con diametro interno minimo 90 mm
Produttività orarie	2,5-3,5 m ³ /ora circa	2,5-3,5 m ³ /ora circa	2,5-3,5 m ³ /ora circa

Prodotti da centrale di betonaggio.

I calcestruzzi leggeri strutturali confezionati da centrale di betonaggio possono essere classificati in funzione dei **requisiti tecnico/prestazionali e dalla tecnologia usata per la posa in opera**.

In termini di prestazioni meccaniche, i calcestruzzi Leca raggiungono resistenze meccaniche a compressione sino a **55 MPa**, diverse classi di consistenza (in funzione delle esigenze e del requisito di pompabilità) e densità sino a 2000 kg/m³. Il getto, analogamente a un calcestruzzo tradizionale, può avvenire direttamente **“a canale”** o tramite pompaggio sfruttando la tecnologia **SCC** (Self Compacting Concrete).

Di seguito si riportano due **mix-design** indicativi.



Mix-design

Prestazioni dei calcestruzzi	A	B
Massa volumica a secco (UNI EN 206-1) [kg/m ³]	ca. 1.650	ca. 1.950
Massa volumica a fresco (UNI EN 206-1) [kg/m ³]	ca. 1.750	ca. 2.050
Classe di resistenza a compressione	LC 30/33	LC 50/55
Modulo elastico [GPa]	> 20	> 30
Classe di consistenza	Semi-fluida	Superfluida
Pompabilità	no	sì

Formulazione per 1 m ³ di CLS reso	A	B
Cemento 42,5 R (kg)	400	540
Leca Strutturale 0-15 (L)	724	368
Sabbia 0-4 mm (kg)	630	780
Superfluidificante (L)	3	5
Acqua (L)	180	178
Rapporto acqua/cemento	0,45	0,33



Le prescrizioni sui controlli di qualità, sulle modalità di prelievo dei campioni in cantiere e sulle prove di accettazione dei calcestruzzi leggeri strutturali sono contenute nella Circolare applicativa delle NTC18 (DM 17 gennaio 2018).

Per maggiori approfondimenti sono disponibili le seguenti monografie tecniche.



Calcestruzzo leggero strutturale di argilla espansa, il manuale edito da Laterlite.



Calcestruzzo leggero strutturale di argilla espansa, redatto dai professori Sanpaolese e Formichi.



Il comportamento sismico di strutture in calcestruzzo leggero, redatto da Eucentre Pavia.



Applicazioni non strutturali

Massetti e betoncini leggeri 450-1.200 kg/m³

Campi d'impiego

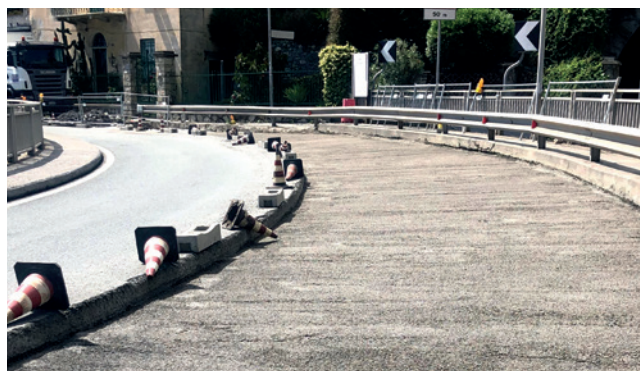
I massetti e betoncini leggeri a base di argilla espansa sono conglomerati cementizi, a **struttura aperta o chiusa**, la cui massa volumica in opera può variare tra **450 kg/m³** e **1200 kg/m³** con resistenze a compressione sino a **20-22 MPa**.

Trovano impiego in tutti i casi in cui, intervenendo su opere

esistenti, si abbia la necessità di **limitare il carico permanente portato dagli elementi non strutturali** come massetti delle pendenze, sottofondi stradali e riempimenti di ogni genere allo scopo di sovraccaricare al minimo la struttura portante esistente.

Massetto di pendenza alleggerito a struttura aperta.

L'intervento prevede il ripristino degli strati di pendenza con conglomerati a base di argilla espansa caratterizzati da masse volumiche tra i 600 kg/m³ e 800 kg/m³ in ponti in c.a., in muratura o struttura mista.



Ponte stradale sulla SS1 Aurelia a Sori (GE). Anno 2021
Leca 2-3 cementato • Massa volumica 800 kg/m³.

Ripristino del sottofondo stradale.

La realizzazione consiste nel riempimento leggero ad alte prestazioni (fino a 15 MPa), al fine di mantenere gli spessori originali senza appesantire l'opera (ad es. nell'ambito di interventi di adeguamento sismico su ponti e viadotti).



Viadotto lungo l'Autostrada A1 a Firenze Sud. Anno 2021.
Misto cementato alleggerito • Massa volumica 1.000 kg/m³.

Riempimento leggero di volte.

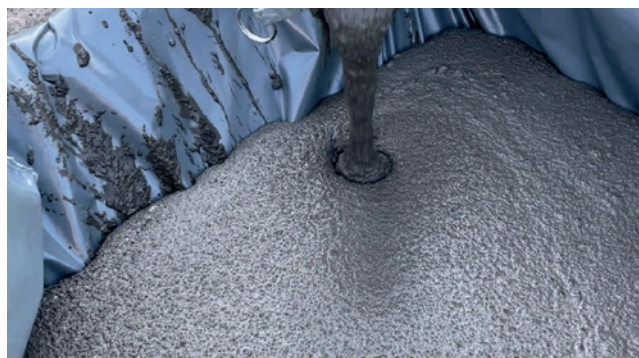
L'intervento prevede lo svuotamento e il successivo riempimento estradossale delle volte dei ponti ad arco in muratura con conglomerati a base di argilla espansa e boiaccia di cemento.



Ponte sul Po a Piacenza. Anno 2009. • Leca 8-20 cementato.

Riempimento a consistenza fluida per cavità in opere in sotterraneo.

La soluzione è caratterizzata da iniezioni di betoncini o malte a consistenza fluida all'interno di cavità estradossali al rivestimento delle opere in sotterraneo, o in volumi da saturare, dove è importante limitare il carico esterno per non alterare lo stato tensionale del sistema.



Iniezioni all'intradosso della calotta in galleria sull'Autostrada A30 a Salerno. Anno 2021. • Leca Inject • ReoLeca.

Riempimento leggero per il ritombamento di strutture interrato.

Riempimento leggero per il ritombamento di strutture interrato come gallerie artificiali, autorimesse ecc. esistenti o di nuova costruzione, quando lo spessore del riempimento è rilevante e comporterebbe un sovraccarico importante. Impiegando la miscela di argilla espansa cementata si può evitare il sovradimensionamento della nuova sottostruttura o il rinforzo di quella esistente.



Ritombamento di gallerie artificiali a Monza (MB). Anno 2019 • Riempimento drenante. • Leca 8-20 cementata • Massa volumica 500 kg/m³.

Soluzioni e prodotti

Una gamma completa in funzione delle esigenze progettuali e di cantiere.

I massetti e betoncini leggeri a base di argilla espansa possono essere impiegati in varie modalità:

- **premiscelati in sacco**, gamma LecaCem o LecaMix, sfruttando la facilità e la sicurezza d'uso offerta dal prodotto pronto all'uso;
- **confezionato in opera**, quando viene impiegata unicamente l'argilla espansa;
- confezionato in **centrale di betonaggio** o a mezzo **sistemi meccanizzati** (tipo camion), quando è necessario realizzare un vero e proprio misto cementato alleggerito.

La **scelta** è influenzata dalle esigenze progettuali, legate alle prestazioni attese dal conglomerato, dalla logistica, dalla posizione del cantiere o dalla produttività oraria richiesta.

Tutti i massetti e betoncini leggeri non strutturali vengono realizzati con **LecaPiù**, una particolare argilla espansa a **basso assorbimento di acqua** disponibile in varie granulometrie a

seconda dell'impiego specifico e delle prestazioni da ottenere.

I massetti o sottofondi leggeri **premiscelati in sacco** trovano ampio impiego nei cantieri infrastrutturali per realizzare getti puntuali o non continuativi e in tutti i casi in cui le condizioni di accessibilità ai mezzi pesanti risultano complesse e onerose.

I prodotti da **centrale di betonaggio** o da **sistemi automatizzati** risultano la scelta più idonea per la produzione di notevoli quantitativi o per garantire un'elevata produttività. I riempimenti alleggeriti con **argilla espansa cementata** possono essere confezionati direttamente a piè d'opera; l'argilla espansa viene portata in cantiere con autotreni cisternati con tubi adatti al pompaggio all'interno dei quali viene iniettata boiaccia di cemento.

Una novità tra i prodotti Leca è la malta **Leca Inject**, una particolare malta premiscelata alleggerita a base di argilla espansa. Con una **massa volumica contenuta ed elevate prestazioni meccaniche** è il prodotto ideale per il **riempimento di cavità** in ambienti sotterranei come gallerie o per il **riempimento di volumi o lesioni profonde** su strutture esistenti.

Premiscelati in sacco.



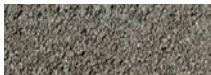

Caratteristiche tecniche	Leca Inject S	LecaMix Facile	LecaCem mini	LecaCem maxi
Massa volumica in opera	1.400 - 1.500 kg/m ³ ca	1.000 kg/m ³ ca	600 kg/m ³ ca	450 kg/m ³ ca
Resistenza media a compressione.	34 N/mm ²	12 N/mm ²	5 N/mm ²	1 N/mm ²
Pedonabilità	-	dopo 24 ore	dopo 24 ore	dopo 24 ore
Carrabilità	-	dopo 4-5 giorni	dopo 72 ore	-
Consistenza	Fluida iniettabile	Terra umida	Pastosa e semi-fluida	Granuli grigio brillante

Modalità applicative

Attrezzatura di miscelazione	Piccole pompe da calcestruzzo (tipo Bunker B100). Mescolatori a sistema discontinuo rotore-statore.	Impastatrice con sistema di mescolazione in continuo	Mescolatori a sistema discontinuo con pompa ad aria compressa (tipo Turbosol TM330/TM250)
Preparazione del prodotto	Mescolare fino a omogenizzare	Mescolare il prodotto con la sola aggiunta di acqua sino a completa omogenizzazione dell'impasto	
Pompaggio in opera	Pompaggio fino a 30 metri: Tubo con diametro interno minimo 35 mm	-	Tubazione con diametro interno da 50 a 65 mm
Produttività orarie	contattare assistenza tecnica	2 m ³ /ora circa	2,5-3,5 m ³ /ora circa

Prodotti da centrale di betonaggio o da sistemi automatizzati.

LecaPiù cementato

	LecaPiù 2-3 cementato	LecaPiù 3-8 o 8-20 cementato
		
Caratteristiche	Tessitura fine, elevata portanza, adatto per massetti e sottofondi stradali	Tessitura grossa, elevata capacità drenante, riempimento ad alta rigidità
Pompaggio	Pompabile fino a 80 metri di distanza	Pompabile fino a 80 metri di distanza
Resistenza media a compressione	5 N/mm ²	da 2 a 3 N/mm ²
Massa volumica in opera	800 kg/m ³	500-600 kg/m ³



Massetti leggeri

Massa volumica a secco	1150 kg/m ³ ca
Massa volumica al getto	1300 kg/m ³ ca
Resistenza media a compressione	> 15 N/mm ²
Pedonabilità	dopo 24 ore
Carrabilità	dopo 4-5 giorni
Consistenza	Semi fluida
Inerti	LecaPiù 2-3; LecaPiù 3-8; Sabbia naturale



Betoncino fluido ReoLeca

Caratteristiche	Pompabile e iniettabile, autocompattante
Massa volumica a secco	800-1000 kg/m ³ ca
Massa volumica al getto	1100-1200 kg/m ³ ca
Resistenza media a compressione	Fino a 10 MPa
Pedonabilità	dopo 24 ore
Carrabilità	dopo 4-5 giorni
Consistenza	Superfluida
Inerti	LecaPiù 0-2; LecaPiù 0-4



Servizi tecnici

Il team di consulenti tecnici Laterlite è a Vostra completa disposizione per essere al tuo fianco nell'intero percorso, dalla progettazione alla fase esecutiva:

- relazioni tecniche;
- supporto alla progettazione per la scelta e la definizione della migliore soluzione tecnico - realizzativa;
- particolari costruttivi in formato dwg per AutoCAD;
- assistenza tecnica in cantiere pre-durante-post vendita.



Contattaci:

02 48011962 | laterlite@laterlite.it





