

STRADE SICURE E SILENZIOSE

con argilla espansa Leca



Laterlite

● Introduzione	pag. 3
● Caratteristiche	pag. 4
● Perché pavimentare con argilla espansa	pag. 5
● Conglomerati bituminosi in argilla espansa	pag. 6
● Tappeti d'usura a struttura chiusa ad elevata aderenza	pag. 8
● Tappeti d'usura fonoassorbenti ad elevata aderenza	pag. 10
● Tappeti drenanti	pag. 12
● Referenze	pag. 13
● Rasamenti di impalcati	pag. 14
● Sistemi di protezione passiva	pag. 15
● Rilevati leggeri	pag. 16
● Rampe di allineamento ad opere d'arte	pag. 18
● Riempimenti leggeri	pag. 19
● Protezioni antirumore in elementi Leca	pag. 20
● Calcestruzzi leggeri e strutturali	pag. 22
● Modalità di consegna	pag. 23

Nella fotografia:

Stesa di conglomerato bituminoso a struttura chiusa con argilla espansa Leca sulla A14.

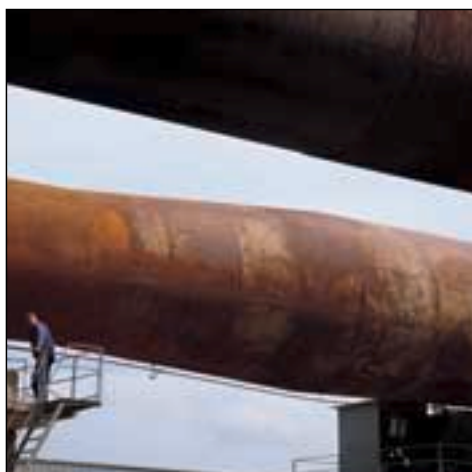
In copertina:

Rilevato leggero in argilla espansa Leca in località Varano Borghi (VA).

INTRODUZIONE



L'argilla nella cava, materia prima naturale per la produzione di Leca.



Il forno rotante per la cottura dell'argilla.

La cottura a 1200 °C e il processo di espansione.



Sicurezza e comfort acustico sono, negli ultimi anni, al centro delle ricerche effettuate per l'ottimizzazione dei tappeti stradali. Per la costanza nel tempo dell'aderenza superficiale e per la riduzione delle emissioni sonore delle pavimentazioni, si sono verificate diverse soluzioni. In entrambi i casi di particolare efficacia si è dimostrato l'impiego di argilla espansa Leca.

■ L'ARGILLA ESPANSA LECA

L'argilla espansa è un aggregato naturale (certificato ANAB - giugno 2002) che si ottiene dalla cottura in forni rotanti a circa 1200°C di particolari argille. La ricerca, la tecnologia e l'esperienza Laterlite nella gestione del processo produttivo, permettono di controllare il grado di espansione che ottimizza la qualità del prodotto finale. Operando sulle temperature, sulla velocità di rotazione del forno e su altri parametri, sono controllate la densità, la resistenza dei granuli, e la curva granulometrica.



■ LECA È:

- **leggero (densità variabile tra 350 e 900 kg/m³);**
- **chimicamente inerte;**
- **resistente alla compressione;**
- **incombustibile;**
- **non degradabile e duraturo nel tempo.**



Lo stabilimento di produzione nella campagna di Forno di Forno (PR). Gli altri centri sono a Bojano (CB), Lentella (CH) ed Enna.

Il "mucchio" di argilla espansa Leca in stabilimento.



CARATTERISTICHE



Granuli di Leca (in alto) e Leca Strutturale (in basso): la struttura porosa del materiale costituente il granulo è racchiusa in una scorza dura e resistente.



Laterlite produce tre tipi di argilla espansa in dimensioni standard per impieghi in campo stradale. Le loro caratteristiche e peculiarità sono riportate di seguito.

LECA

Largamente impiegato in edilizia come aggregato leggero e isolante per conglomerati cementizi e calcestruzzi con caratteristiche di leggerezza, è utilizzato in campo geotecnico per la formazione di rilevati leggeri, riempimenti di cavità sotterranee e drenaggi (vedi pubblicazione LATERLITE: "GEOTECNICA - Soluzioni leggere in argilla espansa Leca").

LECA RESISTENTE

Aggregato specifico per il confezionamento di conglomerati bituminosi per tappeti di usura a struttura chiusa ad elevata aderenza e fonoassorbimento, per strati di binder, basi ed altre applicazioni.

LECA STRUTTURALE

Idoneo per il confezionamento di conglomerati bituminosi drenanti, eco-drenanti e microdrenanti, dove sia richiesta una maggiore resistenza dei granuli e per conglomerati cementizi leggeri a medio alta resistenza meccanica (vedi pubblicazione LATERLITE: "CALCESTRUZZO leggero strutturale con argilla espansa Leca").

CARATTERISTICHE TECNICHE DI LECA

Leca

Dimensione*	3 - 8	8 - 20	0 - 30
Massa volumica in mucchio Kg/m ³ (UNI EN 13055-1/4.2.1)	380	330	< 450
Resistenza alla frantumazione N/mm ² (UNI EN 13055-1/4.10)	1,5**	0,7**	> 1,3**
C.L.A. (CNR B.U. 140/92)	> 0,65		
Reazione al fuoco	Classe 0 (Incombustibile)		

Leca Resistente

Dimensione*	3 - 11	10 - 15
Massa volumica in mucchio Kg/m ³ (UNI EN 13055-1/4.2.1)	< 550	< 450
Resistenza alla frantumazione N/mm ² (UNI EN 13055-1/4.10)	> 2,7**	> 1,3**
C.L.A. (CNR B.U. 140/92)	> 0,65	
Reazione al fuoco	Classe 0 (Incombustibile)	

Leca Strutturale

Dimensione*	0 - 5	5 - 10	5 - 15	0 - 15
Massa volumica in mucchio Kg/m ³ (UNI EN 13055-1/4.2.1)	< 1000	< 750	< 700	< 900
Resistenza alla frantumazione N/mm ² (UNI EN 13055-1/4.10)	10**	4,5**	3,5**	6,0**
C.L.A. (CNR B.U. 140/92)	> 0,65			
Reazione al fuoco	Classe 0 (Incombustibile)			

* La voce "Dimensione" non si riferisce al diametro in mm dei granuli di argilla espansa ma è una denominazione di carattere commerciale.

** I dati sono medie sui controlli annuali di produzione.

PERCHÈ PAVIMENTARE CON ARGILLA ESPANSA



Apparecchiatura per la verifica del C.L.A.

Le condizioni di esercizio delle pavimentazioni stradali influiscono sul comfort e sulla sicurezza dell'utente, in quanto il contatto tra il pneumatico e il manto d'usura risente della regolarità e delle caratteristiche di aderenza degli strati superficiali del piano viabile.

L'aderenza in un normale tappeto bituminoso dipende dalla tessitura della superficie e dalle caratteristiche di C.L.A. (Coefficiente di Levigabilità Accelerata) degli aggregati utilizzati. Non sempre questa caratteristica resta costante nel tempo: infatti dopo la spogliazione superficiale degli aggregati dal bitume, inizia il processo di levigatura degli stessi attraverso il contatto con il pneumatico.

Questo fenomeno, che si verifica dopo qualche mese di esercizio della strada, tende a ridurre progressivamente l'aderenza (Coefficiente di Attrito Trasversale C.A.T.).

L'inserimento di argilla espansa, per il suo C.L.A., permette di mantenere costante e a valori elevati il C.A.T. della pavimentazione.

■ C.L.A. (Coefficiente di Levigabilità Accelerata)

Il C.L.A. rappresenta l'indice più significativo per evidenziare la perdita della microrugosità di un aggregato. La prova simula l'effetto di usura causata dal passaggio ripetuto di una ruota gommata sull'aggregato con interposizione di polvere abrasiva (carborundum).

Valori C.L.A. (CNR B.U. 140/92)

Coefficiente di Levigabilità Accelerata (x 100)

Basalto	47 - 50
Calcare	32 - 37
Alluvionale Calcareo	48 - 52
Leca Resistente	73 - 75
Leca Strutturale	72 - 74



Leca del tipo Resistente e Strutturale (sopra), Basalto e Calcare (sotto) assoggettati ad usura in laboratorio.



Valutazione del C.L.A.:

Particolare dell'attrezzatura di laboratorio.



CONGLOMERATI BITUMIN



Il conglomerato bituminoso con argilla espansa è costituito da una miscela con aggregati naturali combinati percentualmente e legati con bitume a caldo in normali impianti di produzione. In funzione della percentuale di argilla espansa impiegata e dell'assortimento granulometrico, queste miscele presentano anche elevate caratteristiche di fonoassorbimento.

La quantità assoluta di bitume, per metro cubo di conglomerato, resta invariata rispetto a quella utilizzata in un conglomerato bituminoso tradizionale, così come resta invariato il processo di lavorazione.

■ AGGREGATI

L'aggregato grosso è costituito dai pietrischetti e dalla frazione delle graniglie trattenute al crivello da 5 mm (con provenienza e natura litologica diverse), e dall'argilla espansa. Gli aggregati, costituiti da elementi sani, duri, durevoli, di forma poliedrica, puliti, con superficie ruvida, esenti da polvere e da materiali estranei, saranno non idrofili. Gli elementi litoidi non avranno mai forma appiattita allungata o lenticolare. Per gli strati d'usura, la perdita in massa alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, con esclusione dell'argilla espansa, secondo le norme, sarà sempre inferiore al 30%.

L'aggregato fine costituito dalla frazione delle graniglie passanti al crivello da 5 mm e dalle sabbie naturali, sarà preferibilmente di frantumazione.

■ ARGILLE ESPANSE

In funzione del conglomerato bituminoso da realizzare possono essere utilizzati per la composizione delle miscele i seguenti tipi di argilla espansa.

- | | |
|------------------------------|--|
| • LECA tipo 3-11 RESISTENTE | per usure a struttura chiusa |
| • LECA tipo 5-15 STRUTTURALE | per usure drenanti |
| • LECA tipo 5-10 STRUTTURALE | per microtappeti
per microdrenanti
per ecodrenanti |



Impianto per la produzione di conglomerato bituminoso.

Conglomerato bituminoso in cantiere.



OSI IN ARGILLA ESPANSA LECA



Setaccio UNI.



Fustella Marshall.

Provini Marshall.



■ MISCELE CON ARGILLA ESPANSA

La percentuale di argilla espansa dipende dalle prestazioni richieste al conglomerato. In particolare:

- per il confezionamento di **tappeti di usura ad elevato coefficiente di attrito trasversale** è sufficiente inserire argilla espansa in ragione del **7-10 % in peso** sugli aggregati (20-25 % in volume) in una normale miscela bituminosa.
- per il confezionamento di **tappeti di usura fonoassorbenti** si dovrà inserire argilla espansa in ragione dell'**11-13 % in peso** sugli aggregati (27-33 % in volume).

■ CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CONGLOMERATO

Per quanto riguarda i conglomerati bituminosi per usure a struttura chiusa con l'inserimento di argilla espansa **LECA RESISTENTE 3-11**, riportiamo di seguito lo studio Marshall realizzato su provini con percentuali di Leca crescenti inserite in fuso per usura tradizionale del tipo "A".

Studio Marshall

Valori Marshall in funzione della % di LECA RESISTENTE 3-11

% Leca in peso	0	5	10	15	20
Ottimale Bitume %	5,25	6,0	6,5	7,0	7,5
Stabilità (daN)	1400	1340	1260	1130	1035
Scorrimento mm	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9
Modulo rigidezza (daN/mm)	400	419	406	377	357
Densità (g/cm ³)	2,43	2,33	2,25	1,96	1,93
Grado di addensamento (%)	100	96	93	81	79

Fusi granulometrici per tappeti d'usura a struttura chiusa

Serie crivelli e setacci UNI		Strato di usura tipo "A"	Strato di usura tipo "B"
Crivello	20	100	100
"	15	90-100	100
"	10	70-90	70-90
"	5	40-55	40-60
Setaccio	2	25-38	25-38
"	0,4	11-20	11-20
"	0,18	8-15	8-15
"	0,075	6-10	6-10

■ RICICLAGGIO A CALDO DELLE PAVIMENTAZIONI

L'argilla espansa è utilizzata nei lavori di rigenerazione in sito a caldo, in percentuale massima del 10%, sul peso degli aggregati, per conferire alle pavimentazioni stradali elevate caratteristiche di aderenza superficiale (C.A.T. > 57). Altra sua importante funzione è quella di stabilizzare la miscela bituminosa evitando accumuli di parti fini, e regolando la distribuzione del bitume. Aggiungere argilla espansa, consente l'impiego di percentuali di legante più grandi, senza rischi di rifluimento e migliora le caratteristiche chimico-fisiche del conglomerato risultante per il suo elevato potere tampone.

Il riciclaggio a caldo con argilla espansa è applicabile sia per le pavimentazioni a struttura chiusa che per quelle drenanti.



Controllo dell'espansione del granulo di argilla espansa.



Stesa del conglomerato bituminoso.



Le continue sollecitazioni prodotte dal traffico provocano la diminuzione dell'aderenza del pneumatico alla superficie stradale. Tale "decadimento prestazionale" provoca una lenta ma costante lucidatura degli aggregati con conseguente riduzione della porosità superficiale degli stessi e quindi dell'aderenza. Per risolvere questo problema si inseriscono nelle miscele bituminose aggregati porosi al fine di aumentare la microrugosità della superficie stradale. A tale scopo l'argilla espansa Leca è l'inerte forse più testato dai vari laboratori e quello che in esercizio ha dato prova di maggiore costanza di valori di C.L.A. (Coefficiente di Levigabilità Accelerata), di C.A.T. (Coefficiente di Attrito Trasversale) e di affidabilità meccanica.

■ AGGREGATI

Le caratteristiche degli aggregati lapidei idonei al confezionamento dei conglomerati bituminosi risponderanno alle prescrizioni previste dagli enti appaltanti.

Per l'argilla espansa **LECA RESISTENTE 3-11** valgono i seguenti requisiti aggiuntivi:

- percentuale tra il **7 ed il 10 % sul peso** degli aggregati;
- resistenza alla frantumazione (secondo norma UNI EN 13055-1/4.10 parte 7) $\geq 2,7 \text{ N/mm}^2$;
- Coefficiente di Levigabilità Accelerata (C.L.A.) $\geq 0,65$.

■ BITUME

Il tenore di bitume, del tipo Normale o Modificato (Medium o Hard) riferito al peso totale degli aggregati, deve essere compreso tra 5,5 % e 7 %. Tali percentuali derivano dal basso peso di volume dell'argilla espansa.

L'eventuale aggiunta di fibre di natura minerale o artificiale potrà essere effettuata mediante uso di apposite apparecchiature di mescolazione, in percentuale variabile secondo le prescrizioni del fornitore.

■ CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CONGLOMERATO

I valori Marshall del conglomerato saranno:

- Stabilità non inferiore a 1100 daN.
- Rigidezza non inferiore a 300 daN/mm.
- Volume dei vuoti residui compreso tra 4 % e 7 %.
- Volume dei vuoti residui risultante su carote prelevate a distanza di almeno 10 giorni dalla posa in opera sarà compreso tra 5 % e 8 %.
- Scorrimento compreso tra 2,0 mm e 3,5 mm.
- Coefficiente di Attrito Trasversale (C.A.T.) $> 0,55$.

Tale coefficiente, che da rilevamenti effettuati in più occasioni ha dato valori compresi tra 0,57 e 0,62, è costante nel tempo, in quanto l'argilla espansa è una componente della miscela e interessa l'intero spessore del tappeto (comportamento dissimile da quello di un semplice trattamento superficiale).

URA CHIUSA A ELEVATA ADERENZA



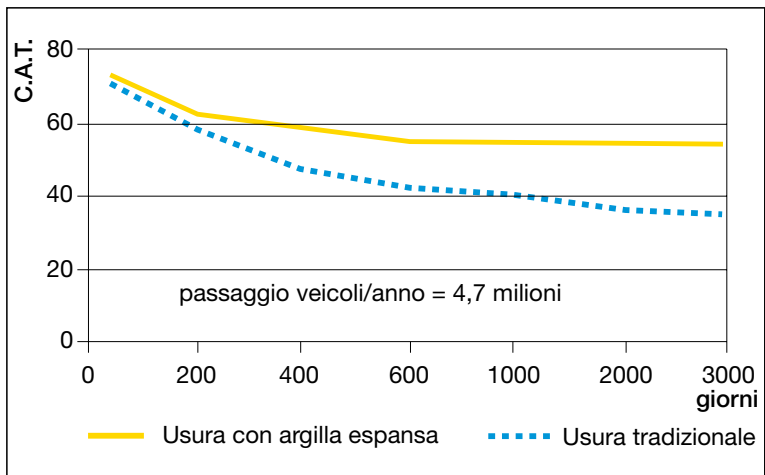
IL C.A.T.

Il C.A.T. (coefficiente di attrito trasversale) è un parametro che definisce il valore dell'aderenza di un pneumatico alla pavimentazione stradale e viene normalmente misurato con apparecchiatura: Skid-tester (CNR B.U. 105), Scrim (B.U. 147/92) o Sums.

L'uso di argilla espansa conferisce al conglomerato bituminoso valori di C.A.T. superiori a quelli ottenibili con i migliori basalti (sia per la realizzazione di tappeti a struttura chiusa che drenanti) e costanti nel tempo.

Coefficiente di Attrito Trasversale (C.A.T.)

Confronto tra usura tradizionale e usura con argilla espansa



Skid tester.

PER RIDURRE IL RUMORE

Nel rispetto delle caratteristiche meccaniche degli aggregati, del bitume e del conglomerato indicate precedentemente, per ottenere un tappeto fonoassorbente che garantisca una riduzione del rumore di almeno 3 dB, sarà sufficiente aumentare dal 7-10% (quantità consigliate per pavimentazioni ad elevata aderenza) all'11-13 % in peso (27-33 % in volume) la percentuale di argilla espansa presente nella miscela (vedi paragrafo successivo).





Tappeto d'usura fonoassorbente in Provincia di Asti.



Pavimentazione fonoassorbente realizzata in viale Unità d'Italia nel Comune di Torino.



Il potere fonoassorbente in un tappeto di usura stradale è caratteristica sempre più richiesta dagli Enti appaltanti che tengono in conto i problemi ambientali.

L'uso di barriere acustiche sia del tipo riflettente che fonoassorbente, crea in alcuni casi problemi di impatto ambientale, ed in altri, l'impossibilità d'uso delle stesse per questioni di spazio o strutturali.

Una pavimentazione fonoassorbente a struttura chiusa, permette, nella maggior parte dei casi, di ridurre il rumore nell'ambiente, senza creare problemi di ingombro ed escludendo il rischio di intasamento che può manifestarsi nelle pavimentazioni drenanti quando utilizzate su strade a medio o basso flusso di traffico.

■ AGGREGATI

Le caratteristiche degli aggregati lapidei idonei al confezionamento dei conglomerati bituminosi risponderanno alle prescrizioni previste dagli Enti appaltanti.

Per l'argilla espansa **LECA RESISTENTE 3-11** valgono i seguenti requisiti aggiuntivi:

- percentuale di argilla espansa tra **11 % e 13 % sul peso** degli aggregati (27-33 % in volume) per ridurre il livello di rumore di almeno 3 dB;
- resistenza alla frantumazione (secondo norma UNI EN 13055-1/4.10 parte 7) $\geq 2,7 \text{ N/mm}^2$;
- coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) $\geq 0,65$.

■ BITUME

Il tenore di bitume, del tipo Normale o Modificato (Medium o Hard) riferito al peso totale degli aggregati, deve essere compreso tra 5,5 % e 8 %. Tali percentuali derivano dal basso peso di volume dell'argilla espansa.

L'eventuale aggiunta di fibre di natura minerale o artificiale potrà essere effettuata, mediante uso di apposite apparecchiature di mescolazione, in percentuale variabile secondo le prescrizioni del fornitore.

■ CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CONGLOMERATO

I valori Marshall del conglomerato saranno:

- Stabilità non inferiore a 1100 daN.
- Rigidezza non inferiore a 300 daN/mm.
- Volume dei vuoti residui compreso tra 4 % e 8 %.
- Volume dei vuoti residui risultante su carote prelevate a distanza di almeno 10 giorni dalla posa in opera sarà compreso tra 5 % e 8 %.
- Scorrimento compreso tra 2,0 mm e 3,5 mm.
- Coefficiente di Attrito Trasversale (C.A.T.) $> 0,55$.

Tale coefficiente, che da rilevamenti effettuati in più occasioni ha dato valori compresi tra 0,57 e 0,62, è costante nel tempo, in quanto l'argilla espansa è una componente della miscela e interessa l'intero spessore del tappeto (comportamento dissimile da quello di un semplice trattamento superficiale).

SORBENTI AD ELEVATA ADERENZA



Superficie di pavimentazione fonoassorbente a struttura chiusa dopo tre anni di esercizio.

Disegno tecnico di una sezione trasversale di una pavimentazione. Il disegno mostra diverse strati: uno strato superiore di spessore 10 cm, uno strato intermedio di spessore 10 cm, e uno strato inferiore di spessore 10 cm. Sono indicati anche i valori di assorbimento acustico per ogni strato e il valore complessivo per l'intera struttura.

Pavimentazione fonoassorbente realizzata in viale Regina Margherita nel Comune di Torino.

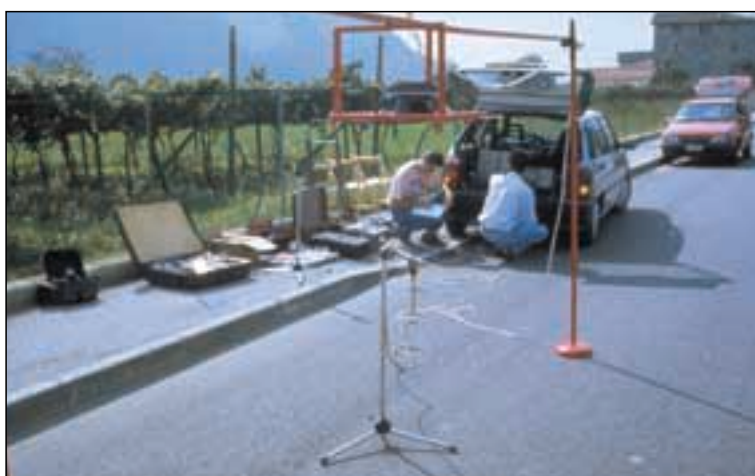


TAPPETI FONOASSORBENTI

La particolare struttura di Leca attenua il rumore riducendo sensibilmente la riflessione dell'onda acustica. Questa caratteristica dell'inerte, unita ad una curva granulometrica ben studiata, conferisce al conglomerato buoni valori di assorbimento acustico. Con il metodo della "Tecnica impulsiva" sono stati effettuati rilevamenti secondo le AFNOR S 31-089 del 1989 su tappeti d'usura con Leca.

I valori misurati hanno evidenziato un buon assorbimento acustico ($\alpha = 0,50$ a frequenze prossime ai 500 Hz).

Rilevamento dei valori di fonoassorbenza.



Valori di rumore misurati in dB sulla pavimentazione fonoassorbente realizzata sulla A-14

	Veicoli tipo	UNO	RITMO	OM 50
Pavimentazione Fonoassorbente	a 100 Km/h	78,1	75,4	85,6
Pavimentazione Tradizionale	a 100 Km/h	81,8	78,1	87,9
Differenze Ottenute	a 100 Km/h	- 3,7	- 2,7	- 2,3

Tappeto d'usura fonoassorbente nel Comune di Isola d'Asti per conto della Provincia di Asti.



TAPPETI DRENANTI



Prova di capacità drenante.



Particolare di tappeto drenante dopo 12 mesi di esercizio.



Particolare di tappeto microdrenante dopo 16 mesi di esercizio.

Nelle pavimentazioni a struttura aperta, l'argilla espansa è utilizzata essenzialmente con lo scopo di migliorarne l'aderenza.

In un conglomerato drenante dove l'aggregato viene sollecitato per punti è necessario utilizzare argilla espansa del tipo Strutturale per la sua maggiore resistenza meccanica del granulo rispetto alle altre tipologie. Prodotta in varie pezzature, Leca Strutturale permette di soddisfare i campi granulometrici dei fusi attualmente adottati per questo tipo di interventi. Di conseguenza Leca Strutturale viene utilizzata sia per il confezionamento di miscele per conglomerati drenanti classici, che per i microdrenanti.

■ AGGREGATI

Gli aggregati lapidei utilizzati per il confezionamento dei conglomerati bituminosi drenanti, saranno rigorosamente di prima categoria. L'argilla espansa sarà **LECA STRUTTURALE** nelle granulometrie idonee all'inserimento nei fusi richiesti.

Fusi granulometrici per tappeto drenante

(Norme Tecniche Autostrade)

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %	
		Drenante	Ecodrenante
Crivello	20	100	100
"	15	80-100	95-100
"	12,5	-	85-95
"	10	15-35	60-70
"	7,1	-	18-30
"	5	5-20	7-13
Setaccio	2	4-10	5-10
"	0,4	4-8	4-8
"	0,18	4-8	4-8
"	0,075	4-8	4-8
Spess. medio addensato cm		4-5	3

Fusi granulometrici per Microtappeti e microdrenanti

(Norme Tecniche Autostrade)

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %	
		Microtappeto	Microdrenante
Crivello	15	100	-
"	10	90-100	100
"	5	20-30	80-95
Setaccio	2	15-25	4-18
"	0,4	8-16	4-10
"	0,18	6-12	4-8
"	0,075	5-10	4-6
Spess. medio addensato cm		3	2

■ BITUME

Il tenore di bitume modificato (medium o hard) riferito al peso totale degli aggregati sarà compreso tra 5% e 7%.

■ CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CONGLOMERATO

Marshall	Drenante	Microtappeto	Microdrenante
Stabilità daN	≥ 400	≥ 600	≥ 400
Rigidezza daN/mm	≥ 150	150 - 300	≥ 150
Vuoti residui %	≥ 23	≥ 15	≥ 24

REFERENZE

1984-2003

- Autostrada Milano - Taranto. Zona Atri Pineto (PE). Pavimentazione ad elevata aderenza a struttura chiusa. Anno 1985;
- Autostrada Milano - Bologna. Pavimentazioni ad elevata aderenza a struttura chiusa. Anno 1987;
- Strada provinciale San Stino di Livenza - Caorle. Pavimentazione ad elevata aderenza a struttura chiusa. Anno 1990;
- Autostrada Milano - Taranto. Zona Rimini - Riccione - Loreto - Cerignola - Andria. Pavimentazioni drenanti ad elevata aderenza. Anno 1989/2003;
- Sulle Autostrade gestite dalla Soc. Autostrade spa, dalla SITAF e dalla Soc. Autostrade Torino - Brescia, negli ultimi dieci anni sono stati realizzati più di 15 milioni di metri quadrati di pavimentazioni con argilla espansa Leca.



Autostrada Milano Napoli - Microtappeto
Anno di esecuzione 2002/2003



Svincolo di Agnano - Tappeto drenante
Anno di esecuzione 2003



Tangenziale Napoli - Tappeto drenante
Anno di esecuzione 2003



Viale Regina Margherita - Torino
Tappeto fonoassorbente
Anno di esecuzione 1999



Corso Unità d'Italia - Torino
Tappeto fonoassorbente
Anno di esecuzione 2000



Villa d'Asti - Asti
Tappeto fonoassorbente
Anno di esecuzione 2002



Autostrada Milano Bologna. Riciclaggio in sito di tappeto a struttura chiusa. Sistema ART-Marini. Anno di esecuzione 1993/1994



Autostrada Venezia Treviso. Riciclaggio in sito di tappeto drenante. Sistema Soave. Anno di esecuzione 1996/1997

RASAMENTI DI IMPALCATI



Calcestruzzo collaborante leggero di argilla espansa (densità 1500 Kg/m³). Ponte sul Po (PC) - Autostrada Milano - Bologna.



Carota ricavata da conglomerato per rasamento di impalcato dopo 10 anni di esercizio (Viadotto Pantano S.S. Benevento - Telesse)

La realizzazione su ponti e viadotti di pendenze e riallineamenti non sempre può essere eseguita con aggregati lapidei per problemi di peso.

Leca, miscelato con cemento o con bitume, permette di realizzare conglomerati con densità tra 1300 e 1500 kg/m³, con buone caratteristiche fisiche ed elevate resistenze meccaniche.

Caratteristiche delle miscele

	Legante bitume	Legante Cemento
Peso specifico kg/m³	1300	1500
Stabilità Marshall a 60 °C	> 600 kg	-
Scorrimento	2,4 mm	-
Resistenza a rottura	-	200 kg/cm²

Miscela di base con Leca Resistente 3 - 11

Serie crivelli e setacci UNI		Passante %
Crivello	30	100
"	25	70-95
"	15	45-70
"	10	35-60
"	5	25-50
Setaccio	2	18-38
"	0,4	6-20
"	0,18	4-14
"	0,075	4-8
Resistenza Marshall		> 600 Kg
Modulo di Rigidezza		> 250 Kg/mm

Rasamento di impalcato autostradale in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa (Ponte sul Ticino - Autostrada Milano - Torino).



SISTEMI DI PROTEZIONE PASSIVA



■ SISTEMI DI PROTEZIONE PASSIVA

In campo stradale uno dei problemi oggetto di studio è la protezione dei punti pericolosi come: pile, parapetti, varchi di guardrails, cuspidi di svincolo e costruzioni (caselli, cabine etc.).

Il dissipatore d'urto LecaShock è composto da tre elementi cubici e da un quarto con lato di superficie semicircolare.

Ogni elemento del kit standard ha base 120x120 cm e altezza 100 cm. Riportiamo i risultati di un crash test eseguito in collaborazione con la Soc. Autostrade s.p.a.



A seguito dell'urto si registra una restituzione elastica sul veicolo di quasi 20 G, che dura circa 0,012 secondi, molto al di sotto dei 0,2 secondi indicati come limite superiore per la valutazione di pericolosità.

Test n° 69 OF 11/7/89

Dati della prova

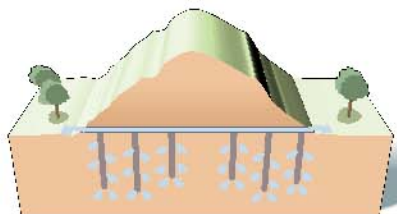
Angolo di impatto	0°
Tipo di barriera	Testata di New Jersey
Tipo di veicolo	Alfetta 1.8
Peso del veicolo	1,39 t
Altezza del centro di gravità	0,52 m
Velocità	87,2 Km/h
Massimo spostamento	Longitudinale 3,70 m Trasversale 0 m



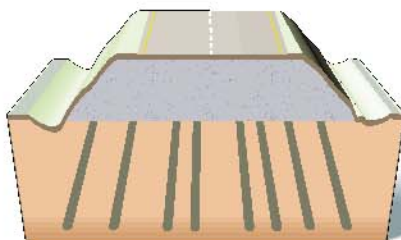


RILEVATI LEGGERI

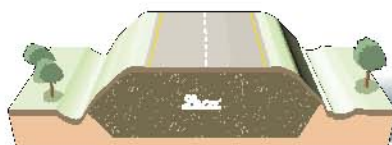
Per approfondimenti su questo argomento è disponibile la monografia "Geotecnica" edita da Laterlite



Fase di precarica antecedente la costruzione del rilevato, realizzata mediante dreni verticali e misto di cava.



Rilevato realizzato su terreno a scarsa portanza consolidato mediante palificazione.



Rilevato in argilla espansa Leca costruito con la tecnica della compensazione del carico su terreno a scarsa portanza (senza ausilio di precariche o palificazioni).

La progettazione di nuovi rilevati, o l'allargamenti di rilevati esistenti, posti su terreni caratterizzati da scadenti proprietà meccaniche è generalmente assai problematica. Numerosi sono i casi di dissesto che interessano tali opere ed onerosi sono in genere gli interventi finalizzati a prevenirli.

L'utilizzo di Leca può permettere di evitare totalmente o in parte gli oneri di stabilizzazione del terreno di fondazione; sfruttando infatti la notevole riduzione del peso del rilevato è possibile realizzare molteplici interventi con la tecnica della compensazione del carico. Tale tecnica permette di costruire il rilevato senza aumentare (o aumentando assai poco) i carichi sul terreno, mantenendo così invariato lo stato di equilibrio tensionale originale.

Vari sono i sistemi di contenimento di un rilevato come mostrato nella figura a piè pagina.

Da ormai più di 30 anni Leca è utilizzato in tutto il mondo per la realizzazione di rilevati stradali su terreni gelivi o molli.

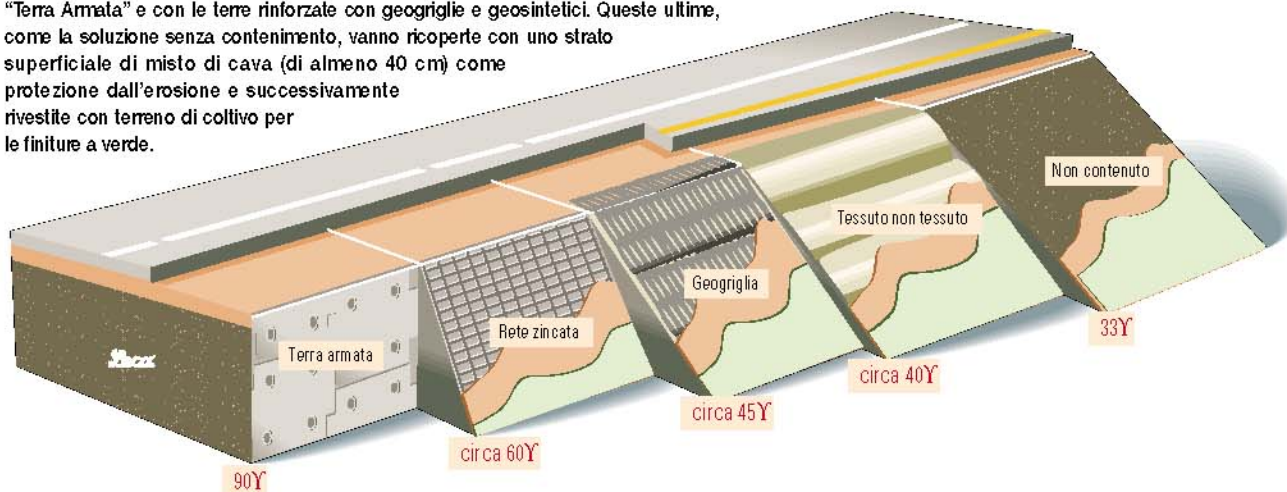
VANTAGGI

I principali vantaggi di una soluzione a carico compensato sono:

- Al termine della messa in opera e dell'addensamento il rilevato leggero in Leca riduce notevolmente i cedimenti assoluti e differenziali.
- L'utilizzo di Leca incrementa sensibilmente il coefficiente di sicurezza valutato con riferimento allo stato limite ultimo del rilevato.
- La soluzione con carico compensato, per ragioni logistico-tecnologiche, spesso è l'unica realizzabile; non sono infatti, nella maggior parte dei casi, necessarie precariche.
- L'impiego di argilla espansa Leca rende in molti casi inutile il ricorso a tecniche di realizzazione assai più lunghe e costose.

Tipologie di contenimento di un rilevato: in figura sono rappresentati i sistemi più utilizzati per il contenimento di un rilevato con i relativi "angoli d'ingombro" (valori del tutto indicativi). Si procede dalla Terra Armata (90°) con ingombro minimo, fino al materiale non contenuto (con ingombro in funzione dell'angolo di natural declivio, proprio del materiale).

Ottimi risultati dal punto di vista tecnico e realizzativo si sono ottenuti in particolare con il sistema "Terra Armata" e con le terre rinforzate con geogriglie e geosintetici. Queste ultime, come la soluzione senza contenimento, vanno ricoperte con uno strato superficiale di misto di cava (di almeno 40 cm) come protezione dall'erosione e successivamente rivestite con terreno di coltivo per le finiture a verde.



Tipologie di rilevati.

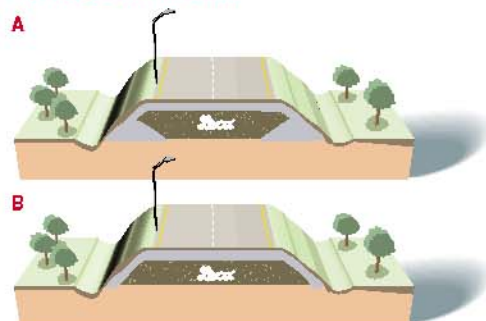


Figure A e B: rilevati alleggeriti in argilla espansa Leca senza compensazione.

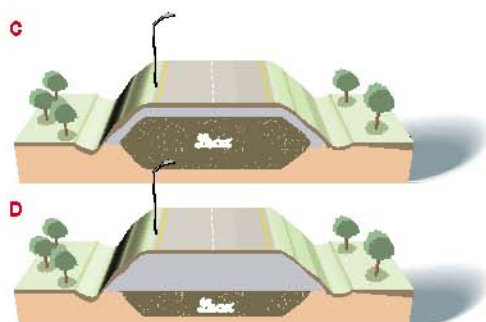


Figure C e D: rilevati alleggeriti in argilla espansa Leca compensati.

Verifiche allo sprofondamento

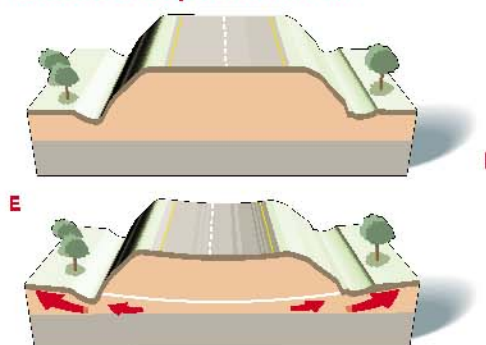


Figura E: stato limite ultimo per estrusione del terreno di fondazione.

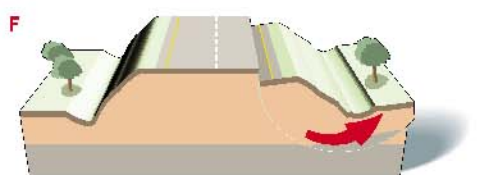


Figura F: stato limite ultimo per rottura globale del sistema rilevato-fondazione.

In figura, sono riportate alcune tipologie di rilevati alleggeriti comunemente impiegate. Innanzi tutto sono individuabili due categorie: i rilevati alleggeriti senza compensazione (A e B), ed i rilevati alleggeriti compensati (C e D). Nel primo caso si sfrutta unicamente l'effetto benefico indotto dal minor peso specifico del materiale che si traduce in un minore carico distribuito sul terreno molle sottostante. Nel secondo caso si sostituisce parte del terreno a scarsa portanza di fondazione in modo da migliorarne le caratteristiche meccaniche e compensare in parte o completamente il sovraccarico dovuto al nuovo rilevato.

Per permettere l'addensamento di Leca è necessario interporre, all'interno del rilevato, strati di misto granulare di cava, sui quale procedere all'addensamento mediante rullatura, e strati di geosintetico quali elementi separatori così da evitare la commistione tra il misto granulare e il Leca stesso. Lo strato di misto granulare sotto pavimentazione stradale non deve mai essere di spessore inferiore ai 300 mm, per gli evidenti problemi associati ai carichi ciclici/dinamici agenti in superficie (mezzi viaggianti).



Scavo per la costruzione del rilevato compensato della terza corsia dell'autostrada Roma Civitavecchia.

■ VERIFICHE ALLO SPROFONDAMENTO

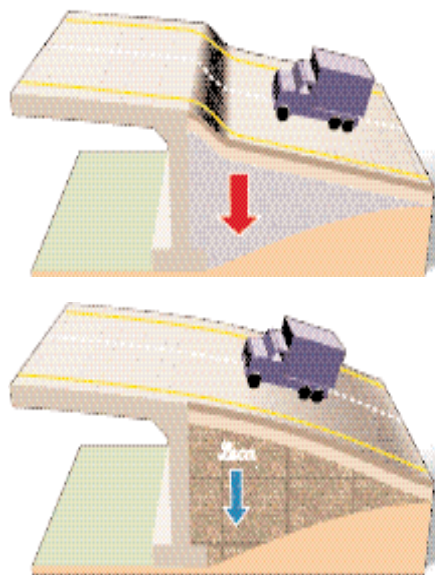
Se si considera un rilevato non compensato realizzato su uno strato saturo di argilla cedevole, poco resistente, di spessore limitato e, a sua volta poggiante su un substrato resistente, due sono i più probabili meccanismi di rottura:

- stato limite ultimo per estrusione del terreno di fondazione (E);
- stato limite ultimo per rottura globale del sistema rilevato-fondazione (F).

Un'analisi semplificata condotta confrontando la soluzione alleggerita in Leca con un rilevato realizzato con un tradizionale aggregato di cava ha messo in luce che:

- la rottura più probabile, in entrambi i casi, è associata alle condizioni non drenate e ad una rottura per estrusione del terreno di fondazione;
- in tutti i casi considerati, l'utilizzo di Leca permette di innalzare il coefficiente di sicurezza del 20% circa.

RAMPE DI ALLINEAMENTO AD OPERE D'ARTE



L'impiego di Leca addensato nella realizzazione di rampe di allineamento ad opere d'arte, conferisce al sistema un'elevata rigidità riducendo gli inconvenienti dovuti ad eventuali assestamenti differenziali.

Nella realizzazione di rampe di accesso a viadotti, svincoli stradali o allineamenti di rilevati ad "opere d'arte", uno degli inconvenienti che più di frequente si verificano, è la formazione di dislivelli fra le quote dei "manufatti rigidi" (generalmente realizzati in calcestruzzo) e quelle dei riempimenti eseguiti di norma con materiale arido proveniente da cave. Uno dei fenomeni, spesso causa di tale inconveniente, è l'assestamento progressivo dovuto ai carichi ciclici dei materiali incoerenti costituenti il rilevato, accentuato dalla percolazione delle acque meteoriche e il conseguente variare dell'umidità della massa.

Gli aggregati di cava solitamente utilizzati, hanno addensamenti variabili (24-28 %) secondo granulometria, forma, umidità di messa in opera e carichi ai quali vengono sottoposti all'atto del costipamento.

■ VANTAGGI

Leca ha addensamenti variabili a seconda del fuso granulometrico e del peso specifico previsti in progetto, senza raggiungere mai i valori di un misto di cava tradizionale (> 20% circa).

L'addensamento, anche se eseguito con i normali mezzi di cantiere, dà alla miscela in Leca una rigidità elevata, riducendo, grazie al basso peso specifico, gli inconvenienti dovuti ad eventuali assestamenti del terreno originale costituente il fondo.

Per evitare difetti di addensamento soprattutto in prossimità della spalla è necessario che le operazioni di compattazione vengano effettuate con macchine più maneggevoli come ad esempio piastre vibranti tipo 40x70 cm (peso ≥ 70 Kg) e su spessori dello strato di Leca mai superiori a 50 cm. Nei casi in cui esiste il rischio di scarso addensamento anche con attrezzatura leggera è consigliabile miscelare l'argilla espansa con cemento al fine di ottenere un impasto con elevate caratteristiche di rigidità, minimizzando così il rischio di cedimenti.

Riprofilatura di rampa di allineamento ad impalcato eseguita in località Rubbiano per la Provincia di Cremona.



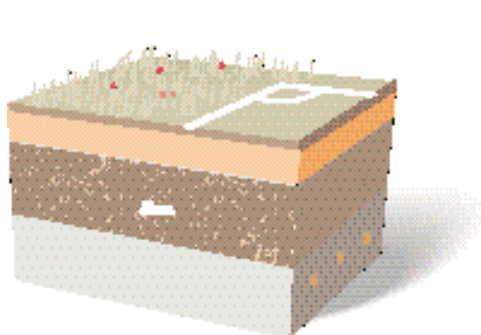
RIEMPIMENTI LEGGERI

Per approfondimenti su questo argomento è disponibile la monografia "Geotecnica" edita da Laterlite

Leca è un prodotto naturale (certificato ANAB dal 2002) e inalterabile nel tempo con caratteristiche di leggerezza, resistenza meccanica e al fuoco (incombustibile, classe 0), assolutamente drenante e facilmente stendibile in opera anche mediante attrezzature di pompaggio. Leca risulta idoneo per ogni genere di riempimento leggero in campo edile geotecnico, ambientale e agricolo. Seguono alcuni esempi di uso corrente.



■ STRATI DRENANTI PER GIARDINI PENSILI O IMPIANTI SPORTIVI



Anche addensato Leca conserva sempre un'elevata permeabilità (percentuale di vuoti pari a circa il 30%) che lo rende materiale idoneo per la realizzazione di strati drenanti leggeri e resistenti. Nella realizzazione di impianti sportivi o giardini pensili è anche possibile prevedere sistemi con riserva d'acqua.

■ ALLEGGERIMENTI SOPRA STRUTTURE PREFABBRICATE



Nella costruzione di strutture interrate destinate a parcheggi o al terziario, specialmente nei grandi centri urbani, spesso è previsto il ricoprimento a verde. Le soluzioni con Leca rappresentano il substrato vegetativo ideale che coniuga all'esigenza statica (leggerezza sul fabbricato), la praticità di posa in opera anche mediante pompaggio.

■ RIDUZIONE DEI CARICHI SU TERRENI O STRUTTURE PORTANTI



Innumerevoli sono le applicazioni in campo ambientale e della difesa del suolo con argilla espansa Leca. Dai semplici riempimenti fino alle strutture armate e rinforzate leggere e resistenti, con materiale sfuso o legato a cemento per aumentarne la rigidità, sempre mantenendo una elevata capacità drenante.

PROTEZIONI ANTIRUMORE



Barriere eseguite con pannelli di calcestruzzo Leca. Valori di assorbimento acustico α compresi tra 0,40 e 0,50 a 500 Hz, e tra 0,45 e 0,70 a 1000 Hz.



Montaggio di barriere antirumore con elementi Leca solidarizzati ad un pannello prefabbricato in calcestruzzo.



L'incremento del traffico stradale, la crescente urbanizzazione e la richiesta della popolazione di qualità del vivere hanno portato anche nel nostro Paese una sensibilità al tema dell'inquinamento acustico. Per ridurre la propagazione del rumore ed il conseguente disturbo vengono realizzate barriere antirumore in abbinamento a tappeti fonoassorbenti.

Le proprietà fonoassorbenti di una barriera antirumore possono essere assicurate:

- da uno strato poroso in calcestruzzo di argilla espansa con spessore variabile da 5 a 15 cm;
- da elementi vibrocompresi in calcestruzzo di argilla espansa, di spessore compreso tra 12 e 15 cm, solidarizzati al supporto in calcestruzzo armato.

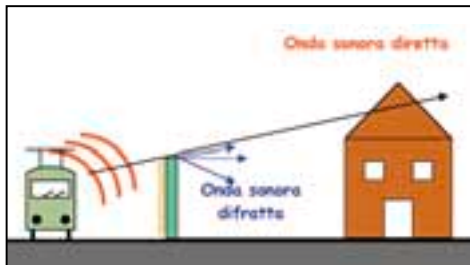
Rivestimento fonoassorbente di un muro in calcestruzzo esistente con elementi Leca posati a fasce di colore diverso (Autostrada del Brennero Chiusa - BZ).



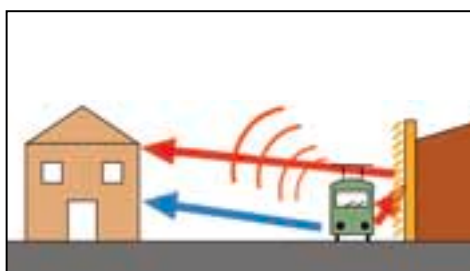
Barriera antirumore con elementi Leca di forme diverse per ottenere un effetto estetico personalizzato (Tangenziale di Milano).



IN ELEMENTI LECA



Barriere antirumore fonoassorbenti.



Rivestimenti fonoassorbenti di muri esistenti.



Barriere antirumore con elementi Leca sulla Tangenziale di Modena (sopra) e a Merano - BZ (sotto).



LE BARRIERE IN ELEMENTI LECA VIBROCOMPRESSI

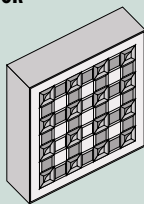
Le protezioni antirumore in elementi Leca vibrocompressi abbinano elevate prestazioni di fonoassorbimento e fonoisolamento ad una forte valenza estetica.

Con tali Elementi è possibile realizzare:

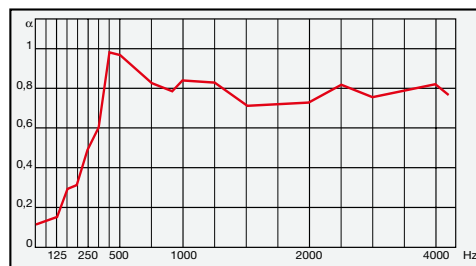
- Barriere antirumore con elevate caratteristiche di fonoisolamento e fonoassorbimento. A tal fine si possono produrre pannelli prefabbricati ottenuti solidarizzando gli Elementi Leca allo strato portante in calcestruzzo armato (o ad un elemento metallico) oppure murature realizzate in opera.
- Rivestimenti fonoassorbenti di muri esistenti in calcestruzzo; il rivestimento può essere eseguito montando pannelli prefabbricati oppure fissando direttamente gli elementi al muro.

PRESTAZIONI DI FONOASSORBIMENTO DI ALCUNI ELEMENTI LECA.

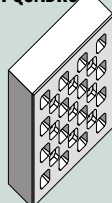
SONOPOR



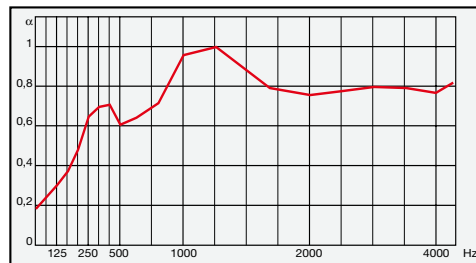
dimensioni modulari cm 15x50x50



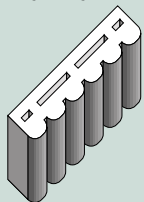
FONOLECA QUADRO



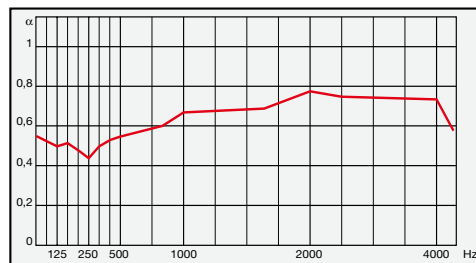
dimensioni modulari cm 15x50x50



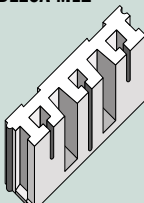
SOUNDLECA ARCHITETTONICO



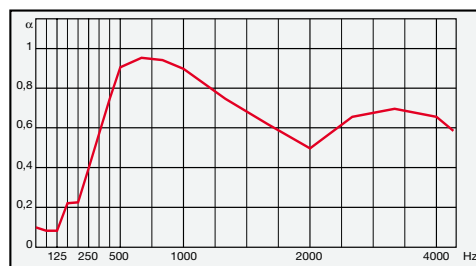
dimensioni modulari cm 12x20x50



SOUNDLECA M12



dimensioni modulari cm 12x20x50



CALCESTRUZZI LEGGERI E STRUTTURALI

Per approfondimenti è disponibile la monografia Laterlite "Calcestruzzo".



LECA SFUSO

Leca dimensione	0-2	2-3	3-8	8-12	12-20
Massa volumica in mucchio (UNI EN 13055-1/4.2.1) [Kg/m³]	610	460	380	340	320
Resistenza alla frantumazione dei granuli (UNI EN 13055-1/4.10) [N/mm²]	4,5	3,0	1,8	1,2	1,0

BETONCINI LEGGERI

Per tutte le applicazioni dove sia necessario stabilizzare Leca con il cemento (reinterri in pendio, intasamenti in gallerie, riempimenti di cavità ecc.) è possibile realizzare miscele in cantiere pompate con tecnologia "LECA PPC" o preconfezionate da centrali di betonaggio.

	Leca dimensione	Cemento [Kg/m³]	Peso [Kg/m³]	Resistenza [N/mm²]
Leca impastato	3-8	200	650	2
REOLECA 25	0-4	350	750	≥ 2.5
REOLECA 50	0-2	400	800	~ 5

LECA STRUTTURALE E LECA TERRECOTTE

Laterlite produce anche altri due tipi di aggregati leggeri: "Leca Strutturale" e "Leca Terrecotte" (caratteristiche tecniche in tabella); sono principalmente utilizzati per il confezionamento di calcestruzzi strutturali conformi alle norme (D.M. 09/01/96 e relative istruzioni tecniche).

Leca Strutturale dimensione	0-5	0-15	5-15
Massa volumica in mucchio (UNI EN 13055-1/4.2.1) [Kg/m³]	900	770	700
Resistenza frantumazione granuli (UNI EN 13055-1/4.10) [N/mm²]	10	6	4,5

Leca Terrecotte dimensione	0-6	0-12	6-12
Massa volumica in mucchio (UNI EN 13055-1/4.2.1) [Kg/m³]	950	900	800
Resistenza frantumazione granuli (UNI EN 13055-1/4.10) [N/mm²]	12	7,5	7,0

CALCESTRUZZI LECA

A seconda delle esigenze (muri di sostegno o altri interventi) si possono realizzare varie ricette di impasto alcune delle quali sono riportate, come esempio, in tabella.

	AGGREGATI Dosaggio in volume di aggregato			CEMENTO [Kg/m³]	S.F.	DENSITÀ INDICATIVA [Kg/m³]	RESIST. MEDIA [N/mm²]
CLS NON STRUTTURALI	25% sabbia 0-3	75% Leca 3-8		350 (tipo 32.5)	NO	1000	7,5
	15% sabbia 0-3	35% Leca 2-3	50% Leca 3-8	350 (tipo 32.5)	NO	1200	13
CLS STRUTTURALI	30% 0-3 sabbia	30% Leca 0-2	40% Leca 2-3	350 (tipo 42.5)	SI	1400	20
	20% sabbia 0-3	80% STR 0-15		350 (tipo 42.5)	SI	1600	30
	40% sabbia 0-3	60% STR 0-15		400 (tipo 42.5)	SI	1800	40
	30% sabbia 0-3	35% TC 0-6	35% TC 6-12	360 (tipo 52.5)	SI	1900	50
S.F.: Superfluidificanti STR: Leca Strutturale; TC: Terre Cotte							

MODALITÀ DI CONSEGNA



■ SFUSA

L'argilla espansa Leca può essere consegnata con camion ribaltabile (laterale - posteriore). La portata, che varia in funzione della massa volumica del materiale, arriva fino a 65 m³. Per richieste specifiche, possono essere fornite diverse dimensioni miscelate fra loro.



■ POMPATA SFUSA

È possibile anche consegnare Leca sfusa con cisternati attrezzati per pompare il materiale in quota o in silos (fino a 30 m in verticale o 80-100 m in orizzontale). Le portate arrivano sino a 61 m³.



■ POMPATA CON TECNOLOGIA "LECA PPC"

La tecnologia "PPC" (Pompaggio Pneumatico Continuo) consente di pompare in opera Leca sfusa miscelata con cemento. L'apparecchiatura necessaria è facilmente trasportabile, consente il rifornimento della boiacca di cemento direttamente dall'autobetoniera e di Leca direttamente dall'autotreno. La produttività media è funzione del tipo di applicazione e può essere valutata intorno ai 120 m³/gg (pari a circa 2 autotreni al giorno) con un dosaggio di cemento da valutarsi a seconda degli impieghi (valore consigliato 200 Kg per m³ di Leca).



■ PRECONFEZIONATA DA CENTRALI DI BETONAGGIO

Miscele di calcestruzzi con Leca sono confezionabili direttamente in cantiere o presso centrali di betonaggio. In particolare sono realizzabili betoncini pompabili:

- betoncini leggeri isolanti a struttura aperta pompabili con densità comprese tra i 600 e i 1000 kg/m³, tra i quali ReoLeca 25 e 50;
- conglomerati cementizi a struttura chiusa con densità comprese tra i 1000 e i 1400 kg/m³;
- calcestruzzi leggeri strutturali con densità comprese tra i 1400 e i 2000 kg/m³ e resistenze a compressione da 30 a 50 N/mm².

Leca
soluzioni leggere e isolanti



Laterlite

Assistenza tecnica

20149 Milano - via Correggio, 3

Tel. 02 48011962 - Fax 02 48012242

www.leca.it infoleca@leca.it