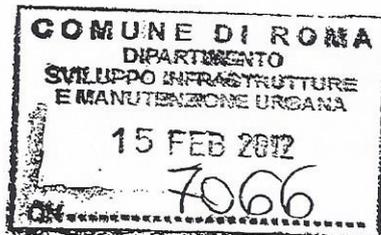




# ROMA CAPITALE

12 Dipartimento Sviluppo Infrastrutture  
e Manutenzione Urbana  
U.O. Edilizia Sociale - Impianti - Direzione  
Socbeton18



**FAX**

Al Dipartimento Programmazione ed  
Attuazione Urbanistica- U.O. Città Storica  
Al Dipartimento Mobilità e Trasporti - Direzione  
Al Dipartimento Politiche per la  
Riqualficazione delle Periferie - Direzione  
Al Dipartimento Tutela Ambiente e  
del Verde- Servizio Giardini  
Al Dipartimento Sviluppo Infrastrutture e  
Manutenzione Urbana -

- Direzione (a mano)
- U.O. Fognature Rapporti ACEA ATO2 (a mano)
- U.O. Manutenzione Strade (a mano)
- U.O. Finanza di Progetto - Opere stradali nuove  
e strategiche (a mano)

Alle U.O.T. dei Municipi da I a XX

**A Roma Metropolitane**

c.a. Ing. G. Simonacci, Ing. P. Lattanzi,  
Ing. A. Sciotti fax 06-454640111

**A Metro C S.p.A.**

c.a. Dott. A. Ambrosi fax 06 - 45497190

**All'Intermetro S.p.A.**

c.a. Dott. R. Bernardo fax 06 - 54191399

**A R.F.I. S.p.A.**

c.a. Arch I. Spinelli fax 06 - 47306432

**All'ACEA Distribuzione S.p.A.**

**Direzione Rete Roma**

c.a. Ing. Stracqualursi, fax 06 - 57994455

**All'ACEA Distribuzione S.p.A.**

**Rete A.T.**

c.a. Ing. Fabbri fax 06 - 57992517

**All'ACEA Distribuzione S.p.A. U.D.B. - I.P.**

c.a. Ing. Delli Quadri fax 06 - 57993643

**All'ATO 2 Gruppo ACEA S.p.A.**

**Manutenzione Idrica**

c.a. Geom. Picone, Geom. G. Barletta  
fax 06 - 57992800 - 7097

**All'ATO 2 Gruppo ACEA S.p.A.**

**Unità Fogne**

c.a. Ing. B. Paglia fax 06-57993150

**Alla TERNA S.p.A. Gruppo ENEL A.O.T.**

c.a. Ing. Pianalto, Ing. Babusci  
fax 06 - 83138714

**All'ITALGAS S.p.A.**

c.a. Ing. Di Milta fax 06-57397570

**All'ATAC S.p.A.**

c.a. Ing. R. Risoldi, Ing. U. Tarquini  
fax 06-46954667 - 4723

**Alla TELECOM Italia S.p.A.**

c.a. P.I. S. Biondi, P.I. M. Morandini  
fax 06-91254299

2

**Alla FASTWEB S.p.A.**  
c.a. Dott. D. Puglisi, Dott. M. Corrasco  
fax 02 454011750

**Alla WIND S.p.A.**  
**Rete Territoriale Area Centro**  
c.a. Ing. S. Sciarra fax 06-83174861

**Alla B.T. Italia. S.p.A.**  
c.a. Geom. F. Marigliano fax 06-87416288

**Alla COLT Technology Services S.p.A.**  
c.a. Ing. C. Catenaro, P.I. M. Giusti  
fax 06-51074708-4706

**All'EUTELIA S.p.A.**  
c.a. Geom. Guardiani, Geom. M. Bucci  
fax 0575-1949040

**All'Interoute S.p.A.**  
c.a. Ing. Cortesi fax 06 - 233248786

**All'Infracom Italia S.p.A.**  
c.a. Dott. Mercatante fax 06-43632088

**Alla Rai Way S.p.A.**  
c.a. Dott. Micelli fax 06 - 36863029

**Alla Retelit S.p.A.**  
c.a. Ing. P. Guidetti fax 02-202045208

**Alla MC-Link S.p.A.**  
c.a. Ing. N. Giordano fax 045-8271499  
fax 06-99334032

- e, p.c. **Al Gabinetto del Sindaco**  
**All'Università di Roma la "Sapienza"**  
**Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale**  
(c.a. Prof. Ing. A. D'Andrea ) fax 06-44585091

**Alla GE.P.A.S. s.r.l.**  
fax 06-71355107

**Oggetto:** Regolamento Scavi – Aggiornamento elenco fornitori materiale betonabile .

La Società GE.P.A.S., con nota assunta il giorno 09.11.2011 con prot.lo n. 53570 del Dipartimento S.I.M.U., ha richiesto di essere inserita nell'elenco delle Società autorizzate alla fornitura di materiale betonabile per il riempimento di scavi, come previsto all'art. 21 punto C) del Regolamento Scavi di cui alla D.C.C. n. 105/2009, allegando le relative prove di laboratorio eseguite presso l'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma. Tenuto conto che i risultati di dette prove di laboratorio risultano conformi a quanto previsto dalla Circolare Dipartimento LL. PP. n. 1/97, ed in particolare:

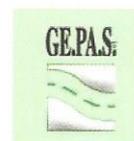
- a) resistenza a 24 h. (prova in laboratorio) non inferiore a 2 daN/cm<sup>2</sup>;
- b) resistenza a 28 gg. (prova in laboratorio) non inferiore a 15 daN/cm<sup>2</sup> verificata a fatica (ripetizione dei carichi);
- c) indice di demolibilità non superiore a 150;

si ritiene che la Società GE.P.A.S. possa fornire il materiale betonabile per il riempimento di scavi eseguiti sul territorio di Roma Capitale, confezionato presso i propri impianti con l'utilizzo degli aggregati provenienti dai processi di recupero.

Le U.O.T. dei Municipi, conformemente a quanto prescritto dal punto 3 di pag. 4 della Circolare U.S.S.M.A.P. n°1/97 protocollo Dipartimento XII n 46036 del 29.07.97, dovranno effettuare almeno un prelievo di controllo, costituito da 6 provini, per ogni 300 ml. di scavo o 150 mc. di riempimento.

**Il Dirigente Responsabile della U.O.**  
**Arch. Giulio Mariano Celi**

GEPAS SRL



DIPARTIMENTO  
INGEGNERIA CIVILE EDILE  
ED AMBIENTALE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Miscela "betonabili" per riempimenti fluidi**

## RELAZIONE TECNICA

EMISSIONE 07/11/11

REVISIONI: rev00 del 07/11/11

rev01 del 09/11/11

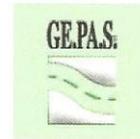
GRUPPO DI LAVORO		
ING GIAMPAOLO ROSSI		
SIG. ARMANDO DI CURZIO		
ING. NICOLA FIORE		

TAV.  
RT

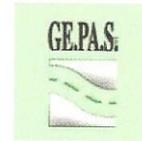
**Il responsabile scientifico della ricerca:**

Prof. Ing. Antonio D'Andrea

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio D'Andrea'.



Miscele “betonabili” per riempimenti fluidi .....	2
Introduzione .....	2
La Sperimentazione.....	3
Caratterizzazione iniziale.....	4
Caratteristiche compositive delle miscele.....	5
Caratteristiche di resistenza e demolibilità .....	6
Conclusioni .....	9



## Miscele "betonabili" per riempimenti fluidi

### ***Introduzione***

Le miscele cosiddette betonabili hanno avuto larga applicazione per il ripristino di strade sulle quali vengano eseguiti scavi per la posa o la riparazione di pubblici servizi (tubazioni di acqua e gas, cavi elettrici, fibre ottiche, cablaggi vari).

Il laboratorio materiali stradali del Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, storicamente impegnato su questo tema, negli ultimi anni ha condotto studi avanzati sulla formulazione di particolari miscele costituite in parte o totalmente di materiali di recupero.

La presente relazione da conto di miscele betonabili composte da sabbia da C&D (Construction & Demolition waste) ovvero proveniente dalle demolizioni edilizie e da fresato ovvero conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni stradali esauste.

Mentre il C&D è stato proficuamente già valutato in precedenti studi per miscele betonabili, il fresato costituisce una novità in miscele di questo tipo.



## **La Sperimentazione**

La miscela di inerti individuata sulla base della composizione granulometrica degli aggregati di partenza è stata studiata variando il tenore di legante ed il contenuto d'acqua dell'impasto fino a valutare il comportamento di 4 combinazioni con l'obiettivo di calibrare la quantità di legante al fine di raggiungere le necessarie resistenze meccaniche.

Per la composizione delle miscele è stato utilizzato:

- Sabbia da C&D;
- Fresato;
- Cemento Portland 32.5 prodotto dalla Cementir;
- Additivo schiumogeno Rheocell 20 della MAC Master Builders per conferire alla miscela superiori caratteristiche di fluidità.

Attraverso la modulazione del dosaggio di cemento ed acqua degli impasti si è seguita l'evoluzione dei seguenti parametri:

- a) resistenze alle stagionature di 24 ore, 7, e 28 giorni (per valutare nel tempo lo sviluppo delle resistenze meccaniche);
- b) resistenze alle stagionature accelerate di 48 ore in ambiente umido a 60°C (per valutare in anticipo lo sviluppo delle resistenze meccaniche e modulare il dosaggio dei componenti in corso di sperimentazione);
- c) caratteristiche di demolibilità a 28 giorni (per verificare la facilità di una successiva rimozione del materiale posto in opera);
- d) massa volumica dell'impasto fresco (per la valutazione della resa della miscela).

I valori delle resistenze a compressione a 24 ore e 28 giorni ed il valore dell'indice di demolibilità, così come definito in seguito, sono stati presi in considerazione per qualificare le miscele e valutarne l'idoneità ed accettabilità.



### Caratterizzazione iniziale

Di seguito si mostrano le composizioni granulometriche degli aggregati di partenza e della miscela proposta per la confezione del conglomerato betonabile.

Setacci [mm]	fresato P%	C&D fino P%	mix P%
20	100.0	100	100
16	98.6	100	99.3
14	94.3	100	97.1
12.5	91.3	100	95.6
10	84.3	100	92.2
8	73.5	100	86.8
6.3	62.1	99.7	80.9
4	38.9	90.9	64.9
2	17.6	72.8	45.2
1	5.7	56.3	31.0
0.5	2.2	43.2	22.7
0.25	1.0	29.1	15.1
0.125	0.4	19.7	10.1
0.063	0.2	13.5	6.9
composizione [%]	50	50	100

Tab. 1: Analisi granulometrica

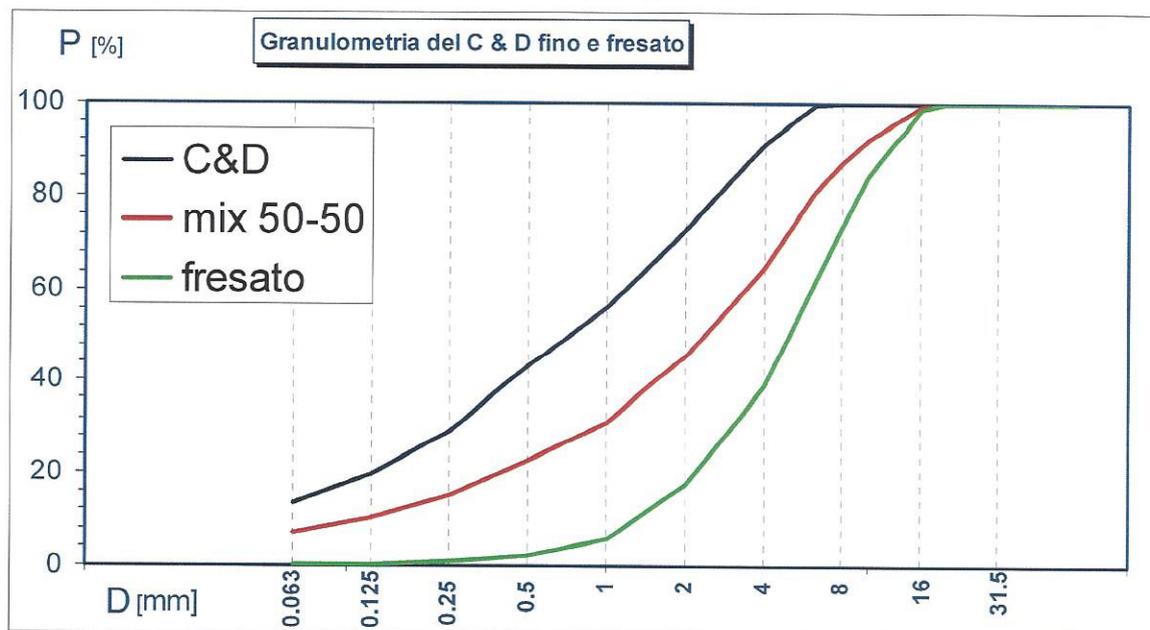
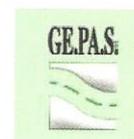


Fig. 1: curve granulometriche



### Caratteristiche compositive delle miscele

Il progetto delle miscele in laboratorio, anche con riferimento al tenore di legante, al contenuto totale di acqua e di additivo schiumogeno aggiunto, è stato calibrato tenendo presente le modalità operative in impianto, ovvero, si è determinata l'umidità con la quale i campioni di C&D erano giunti in laboratorio e si è calcolata volta per volta (miscela per miscela) una quantità di acqua da aggiungere all'impasto, affinché si raggiungesse il contenuto d'acqua totale prefissato. Pertanto, il valore dell'acqua aggiunta è da ritenersi in stretta relazione con l'umidità naturale degli inerti.

La sperimentazione è stata condotta su inerti, la cui umidità naturale era pari al 17.4% per la sabbia da C&D ed al 5% per il fresato; di conseguenza, discostandosi da tali valori di umidità iniziale occorre calcolare il contenuto di acqua da aggiungere partendo dalla determinazione dell'umidità naturale al momento.

Nelle tabelle che seguono, al fine di rendere agevole la fase operativa della produzione delle miscele, le composizioni, sono esplicitate sia rispetto al peso degli inerti secchi, sia rispetto al volume unitario della miscela.

MIX	u.m.	A1	A2	A3	A4
Fresato	[% /peso inerti umidi ]	50	50	50	50
C&D	[% /peso inerti umidi]	50	50	50	50
Cemento	[ %/peso inerti umidi]	4.7	4.8	4.8	4.8
Acqua agg.	[ %/peso inerti umidi]	9.4	10.1	9.8	9.4
Schiumogeno	[ %/peso inerti umidi]	0.02	0.02	0.02	0.02

Tab.2 – composizione delle miscele rispetto al peso degli inerti umidi

MIX	u.m.	A1	A2	A3	A4
Fresato	[% /peso inerti secchi ]	53	53	53	53
C&D	[% /peso inerti secchi ]	47	47	47	47
Cemento	[ %/peso inerti secchi ]	5.2	5.4	5.4	5.4
Acqua agg.	[ %/peso inerti secchi ]	10.4	11.2	10.8	10.4
Acqua tot	[ %/peso inerti secchi ]	23.7	24.8	24.3	23.7
Schiumogeno	[ %/peso inerti secchi ]	0.03	0.03	0.03	0.03

Tab.3 – composizione delle miscele rispetto al peso degli inerti secchi



MIX	u.m.	A1	A2	A3	A4
Fresato (secco)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	726	674	674	727
C&D (secco)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	649	603	603	650
Fresato (umidità 5%)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	762	708	707	763
C&D (umidità 17.4%)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	762	708	707	763
Cemento	[kg/m <sup>3</sup> ]	71	69	69	74
Acqua aggiunta agli inerti umidi	[l/m <sup>3</sup> ]	143	143	138	143
Acqua tot	[l/m <sup>3</sup> ]	292	281	277	293
Schiumogeno	[cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	360	330	330	360
Peso di volume fresco	[ g/cm <sup>3</sup> ]	1.74	1.63	1.62	1.74
Rapporto A/C	[l/kg]	4.09	4.1	4.04	3.96

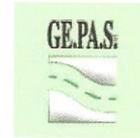
Tab.4 – composizione delle miscele per metro cubo di impasto

Il tenore di cemento impiegato nelle diverse miscele studiate varia tra il 5.2% ed il 5.4% sul peso degli inerti mentre nella composizione sul volume dell'impasto per metro cubo reso varia tra 69 e 74 kg/m<sup>3</sup>. Tali quantità non elevate del tenore di cemento sono possibili grazie anche al potenziale legante inesperto presente nel materiale riciclato.

Valori interessanti si hanno anche del peso di volume fresco (pvf – peso di volume della miscela appena confezionata) che è in relazione inversa alla "resa" della miscela stessa ovvero, a parità di volume da riempire, minore è il pvf minore sarà la massa del materiale impiegato.

### **Caratteristiche di resistenza e demolibilità**

Le resistenze a compressione sono state valutate a 24 ore a 7, e 28 giorni al fine non solo di verificarne la congruità con i riferimenti di capitolato ma di descriverne dettagliatamente l'evoluzione nel tempo. Inoltre, al fine di prevedere anticipatamente le caratteristiche di resistenza a 28 gg sono state condotte prove di resistenza a compressione dopo maturazione accelerata (48 di permanenza in ambiente umido a 60 °C); questo ha consentito di verificare e rimodulare in corso d'opera il dosaggio dei componenti. Lo studio è stato completato con la valutazione dell'indice di demolibilità definito come: "sommatoria degli n carichi impulsivi necessari per giungere alla rottura del provino, divisa per il passo di crescita di detti carichi"; ovvero analiticamente:



$$\frac{1}{\Delta P} \sum_{i=1}^n (i \times \Delta P)$$

dove:  $\Delta P$ =incremento di carico dinamico (25 daN);  
i=ripetizione della sollecitazione dinamica.

La modalità secondo la quale viene condotta la prova di demolibilità consente di determinare, in una scala diretta, il legame tra il raggiungimento della sconfigurazione del provino per infissione dello scalpello a taglio per almeno metà dell'altezza del provino e la sollecitazione dinamica di picco che porta a detta condizione. L'n-esimo impulso dinamico, che determina la condizione prefissata di rottura, viene trasmesso ad un campione che ha accumulato una storia pregressa in termini tensionali e deformativi. Per tale ragione si definisce la demolibilità di un campione attraverso un parametro che porti in conto, cumulandoli, anche gli n-1 impulsi precedenti quello finale.

Nelle seguenti tabelle e figure si mostrano i risultati delle prove effettuate.

MIX		A1	A2	A3	A4	Limiti di accettazione
Rc 24 h	[daN/cm <sup>2</sup> ]	5.5	3.6	2.5	5.9	≥1.8
Rc 7 gg	[daN/cm <sup>2</sup> ]	8.7	7.6	4.9	10.4	---
Rc 28 gg	[daN/cm <sup>2</sup> ]	13.6	8.3	6.7	15.5	≥13.5
Rc 48h acc.	[daN/cm <sup>2</sup> ]	12.9	9.7	7.5	15.5	---
Demolibilità	[ID]	120	105	<del>105</del>	120	<150

Tab.5 – valori medi delle resistenze a compressione e dell'indice di demolibilità

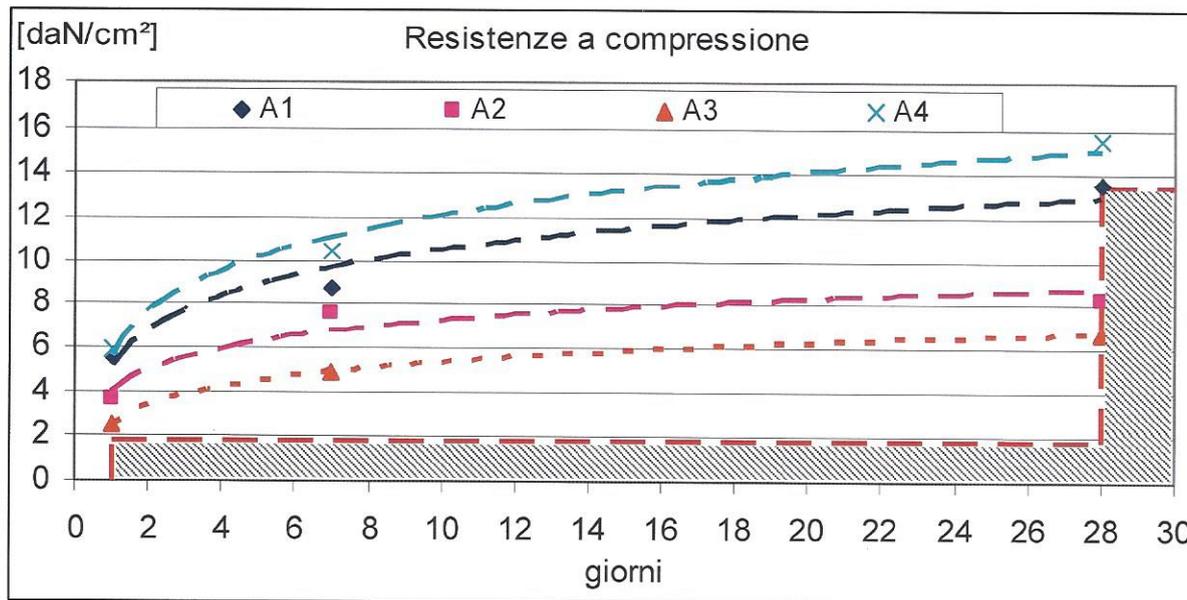
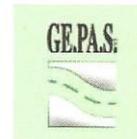


Fig.2 - evoluzione delle resistenze a compressione delle miscele A

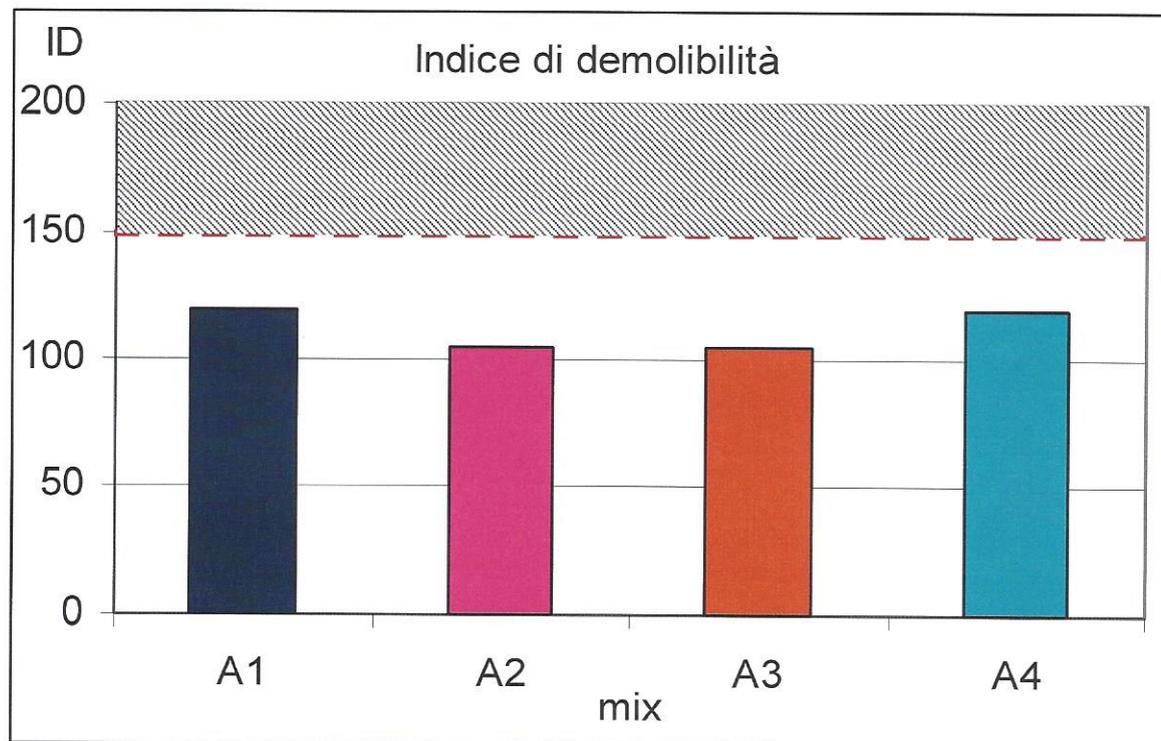
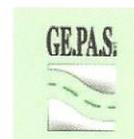


Fig.3 - Indice di demolibilità



Tutte le miscele soddisfano il requisito di sufficiente sviluppo delle resistenze a 24 ore.

Seguendo l'evoluzione delle resistenze nel tempo, si può notare, che le miscele A2 e A3 non soddisfano i requisiti minimi di resistenza a 28 giorni e pertanto sono da escludersi rispetto ad un possibile impiego; la miscela A1 soddisfa i requisiti di resistenza ma si attesta su valori di ammissibilità minima che lasciano uno scarso margine di sicurezza; la miscela A4 offre adeguate resistenze a compressione sia a breve sia a lungo termine.

La verifica della demolibilità risulta soddisfatta per tutte le miscele studiate.

### **Conclusioni**

Per quanto detto sopra la miscela A4 risulta idonea ad un impiego per riempimenti fluidi.

Nella tabella seguente sono riepilogate le informazioni essenziali sulle caratteristiche di resistenza e sui dosaggi previsti per la miscela A4:

MIX	u.m.	A4
Fresato (secco)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	727
C&D (secco)	[ kg/m <sup>3</sup> ]	650
Cemento	[kg/m <sup>3</sup> ]	74
Acqua tot	[l/m <sup>3</sup> ]	293
Schiumogeno	[l/m <sup>3</sup> ]	0.36
P.V.F.	[g/cm <sup>3</sup> ]	1.74
Rc 24 h	[daN/cm <sup>2</sup> ]	5.9
Rc 28 gg	[daN/cm <sup>2</sup> ]	15.5
Demolibilità	[ID]	120

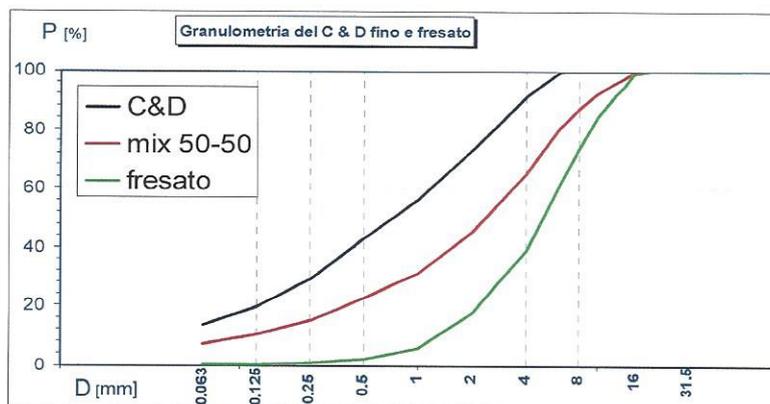
Tab.7 – scheda di prodotto

In allegato alla presente relazione tecnica si riporta il certificato delle prove di laboratorio effettuate nell'ambito della sperimentazione.



Richiedente:	GEPAS SRL	Cert.:	155/10	Data:	07/11/11
Richiesta del:	01/09/2011	Prot. n°:			
Cantiere: (S)					
Campione di prova:	141 -142				
Contrassegno:	Fresato - C&D				
Confezione:	sacchetti plastica	Data prelievo: (S)	01/09/2011	Rif. Camp.:	
Sigillo (S):		Data di spediz: (S)	01/09/2011		
A mezzo:	Mittente	Data di arrivo:	01/09/2011		
Impresa esecutrice (S):		Ditta forn.: (S)	GEPAS SRL		

(S): Dati forniti dal Richiedente



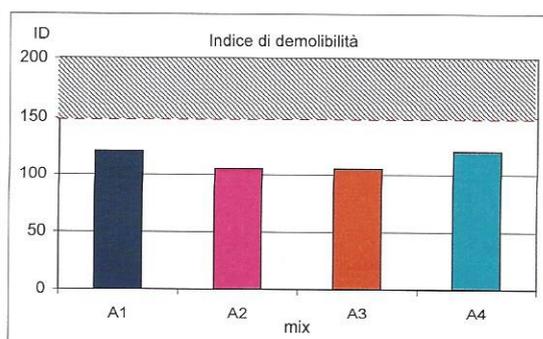
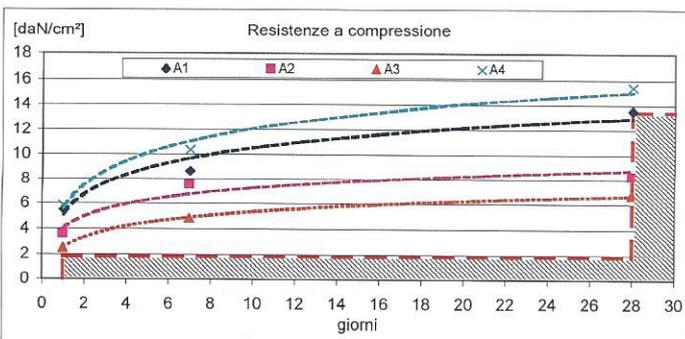
Setacci (mm)	fresato P%	C&D fino P%	mix P%
20	100	100	100
16	98.6	100	99.3
14	94.3	100	97.1
12.5	91.3	100	95.6
10	84.3	100	92.2
8	73.5	100	86.8
6.3	62.1	99.7	80.9
4	38.9	90.9	64.9
2	17.6	72.8	45.2
1	5.7	56.3	31.0
0.5	2.2	43.2	22.7
0.25	1.0	29.1	15.1
0.125	0.4	19.7	10.1
0.063	0.2	13.5	6.9
composizion	50	50	100

MIX		A1	A2	A3	A4
Fresato	[% /peso inerti umidi]	50	50	50	50
C&D	[% /peso inerti umidi]	50	50	50	50
Cemento	[% /peso inerti umidi]	4.7	4.8	4.8	4.8
Acqua	[% /peso inerti umidi]	9.4	10.1	9.8	9.4
Schiumogeno	[% /peso inerti umidi]	0.02	0.02	0.02	0.02

MIX		A1	A2	A3	A4
Fresato	[% /peso inerti secchi]	53	53	53	53
C&D	[% /peso inerti secchi]	47	47	47	47
Cemento	[% /peso inerti secchi]	5.2	5.4	5.4	5.4
Acqua agg.	[% /peso inerti secchi]	10.4	11.2	10.8	10.4
Acqua tot	[% /peso inerti secchi]	23.7	24.8	24.3	23.7
Schiumogeno	[% /peso inerti secchi]	0.03	0.03	0.03	0.03

MIX		A1	A2	A3	A4
Fresato (secco)	[kg/m³]	726	674	674	727
C&D (secco)	[kg/m³]	649	603	603	650
Fresato (umidità 5%)	[kg/m³]	762	708	707	763
C&D (umidità 17.4%)	[kg/m³]	762	708	707	763
Cemento	[kg/m³]	71	69	69	74
Acqua aggiunta agli inerti umidi	[l/m³]	143	143	138	143
Acqua tot	[l/m³]	292	281	277	293
Schiumogeno	[cm³/m³]	360	330	330	360
Peso di volume fresco	[g/cm³]	1.74	1.63	1.62	1.74
Rapporto A/C	[l/kg]	4.09	4.1	4.04	3.96

MIX		A1	A2	A3	A4	Limiti
Rc 24 h	[daN/cm²]	5.5	3.6	2.5	5.9	≥1.8
Rc 7 gg	[daN/cm²]	8.7	7.6	4.9	10.4	---
Rc 28 gg	[daN/cm²]	13.6	8.3	6.7	15.5	≥13.5
Rc 48 h maturazione accelerata	[daN/cm²]	12.9	9.7	7.5	15.5	---
Demolibilità	[ID]	120	105	105	136	<150



Operatore:  
Armando Di Curzio

Il Responsabile Tecnico  
Ing. Nicola Fiore

Il Responsabile Scientifico  
Prof. Antonio D'Andrea