



Convegno

**Esempi Applicativi di Stabilizzazione a Calce e Cemento
Prestazioni, Mix Design, Metodologie Operative e Controlli**

REMTECH 2015, Quartiere Fieristico di Ferrara, 23 Settembre 2015

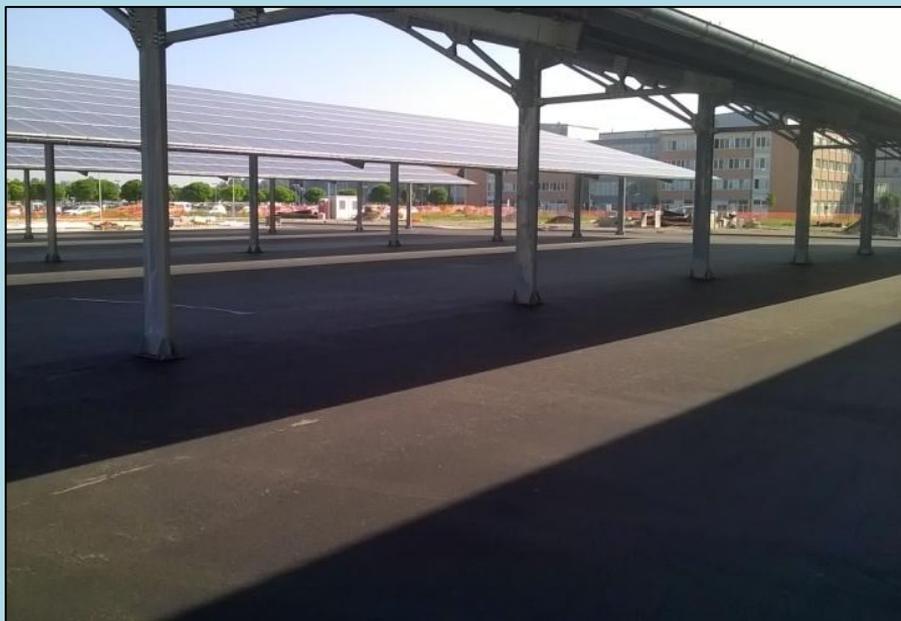
***STABILIZZAZIONE DEI TERRENI CON CALCE E UTILIZZO DI RICICLATO
TRATTATO A CEMENTO NELLA REALIZZAZIONE DEL PARCHEGGIO
UNIVERSITARIO CON COPERTURA FOTOVOLTAICA PRESSO
L'ARCISPEDALE SANT'ANNA DI CONA (FE)***

Relatore Dr. Geol. Antonio Mucchi

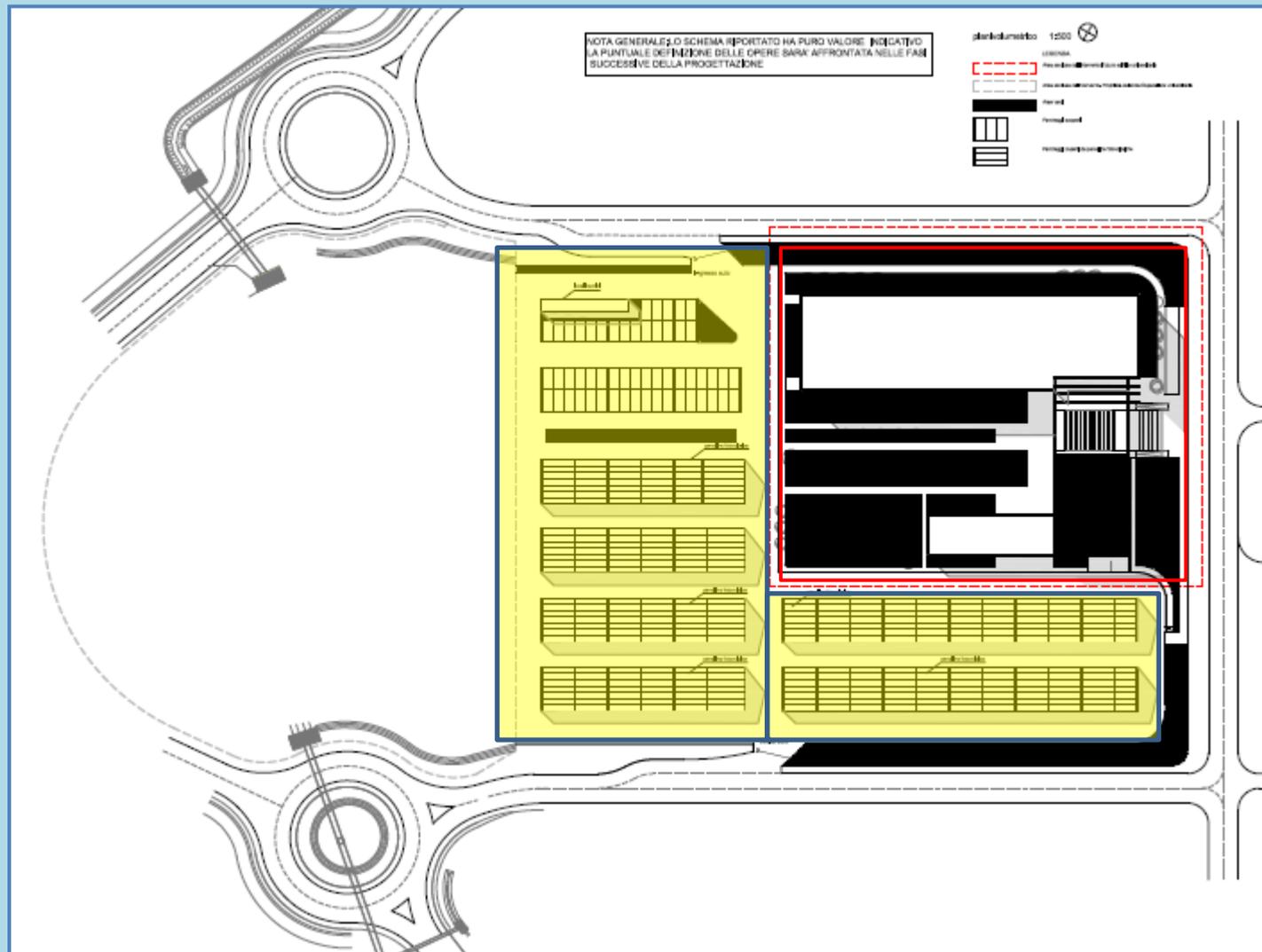
Direttore Laboratorio Geotecnico Antonio Mucchi

(Lab. Autorizzato dal Ministero infrastrutture e trasporti ai sensi art. 59 DPR 380/2001)

Realizzazione del nuovo parcheggio Universitario con copertura fotovoltaica presso l'Arcispedale Sant'Anna di Cona (FE)







- a) PROGETTO PAVIMENTAZIONE PARCHEGGIO**
- b) SOTTOFONDO TRATTATO A CALCE**
- c) FONDAZIONE IN MISTO RICICLATO CEMENTATO**
- d) PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

a) PROGETTO PAVIMENTAZIONE PARCHEGGIO

Il progetto di capitolato prevedeva la realizzazione di un rilevato di circa 102 cm. di spessore così composto :

8 cm Binder + 4 cm Usura



Rilevato di progetto

L'esecuzione di tale rilevato avrebbe richiesto uno sbancamento dei terreni argillosi superficiali di circa 40 cm di spessore e il loro conferimento a discarica o riutilizzo presso altri cantieri.

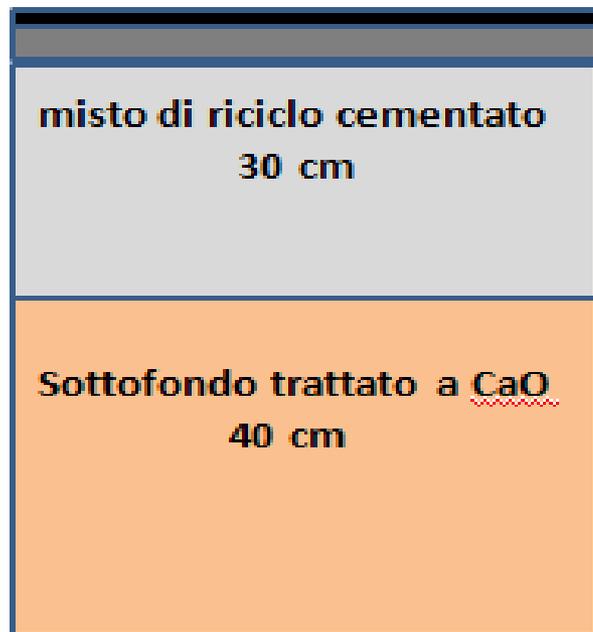
Considerato una superficie di circa 12.400 m² si veniva ad avere un quantitativo di terra scavata di circa 6200 m³ considerando un aumento di volume dopo la rimozione pari a circa 30% .

Tutto ciò comportava un notevole movimento di mezzi pesanti per il conferimento a discarica di circa 310 autocarri in entrata e uscita (capienza cassone 20 m³) .

Questa operazione, tralasciando l'incidenza molto alta dei costi, risultava molto svantaggiosa anche dal punto di vista ambientale (incremento di traffico della viabilità ausiliaria non idonea a sopportare mezzi pesanti, incremento di smog, rumore in fase di cantiere, ecc)

Per ovviare a queste problematiche di valenza ambientale ed economica, si è proposto di sostituire la pavimentazione precedentemente descritta con una soprastruttura di cm. 80 di spessore così composta:

7 cm Binder + 3 cm Usura



Rilevato realizzato

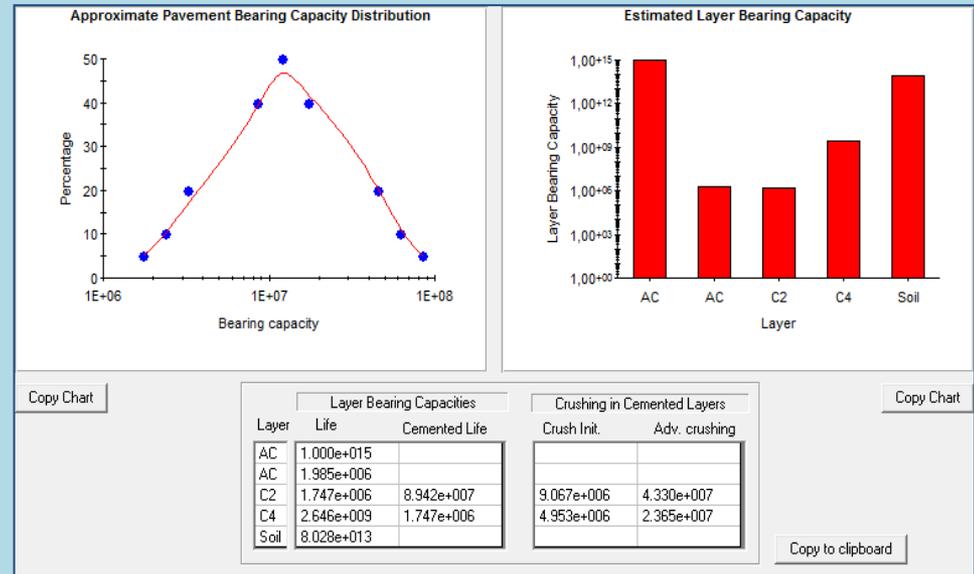
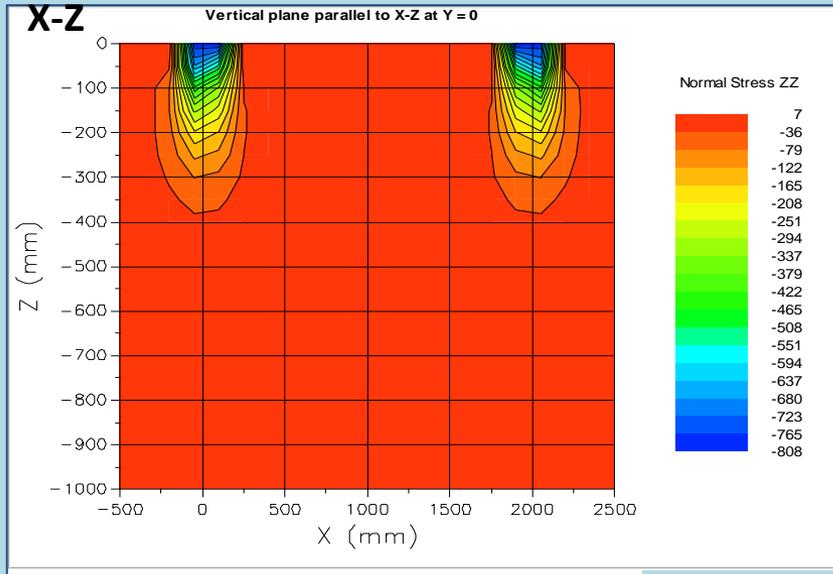
Con questo pacchetto si viene a ridurre lo sbancamento di circa 20 cm. dimezzando il quantitativo di terra da asportare e conseguentemente dei mezzi di trasporto per trasferire il materiale in discarica o altro cantiere.

Questa soluzione , che prevede l'utilizzo di aggregato di riciclo al posto del tradizionale inerte di cava, ha inoltre permesso il rispetto del D.M. n. 203/2003 e successiva circolare applicativa n. 5205/2005 emanata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio che **impone alle Pubbliche Amministrazioni di soddisfare il proprio fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota non inferiore al 30% di prodotti ottenuti da materiale riciclato.**

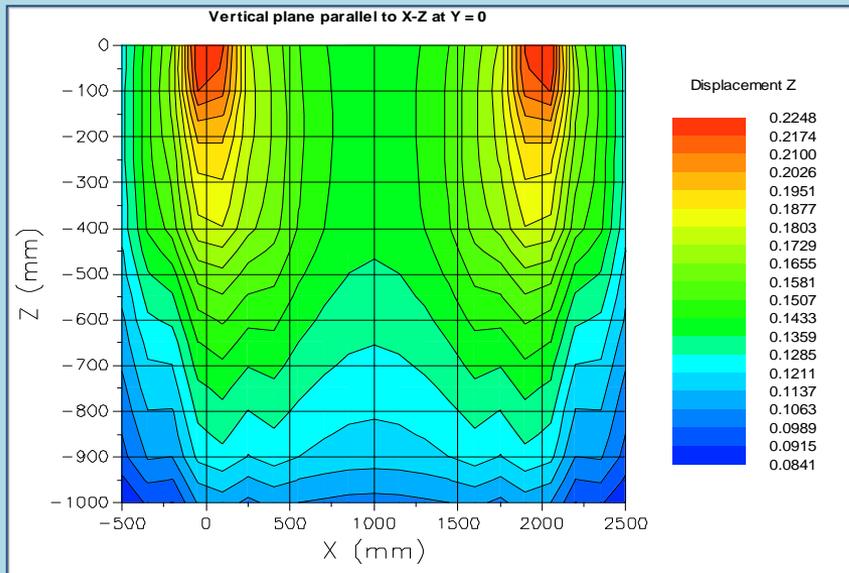
Si è quindi optato per un pacchetto stradale che, attraverso le soluzioni tecniche ed i materiali proposti garantisca ottime garanzie prestazionali, nell'ottica del buon risultato in ragione del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale.

Tensioni normali in direzione Z nel piano verticale

Vita utile



Spostamenti verticali

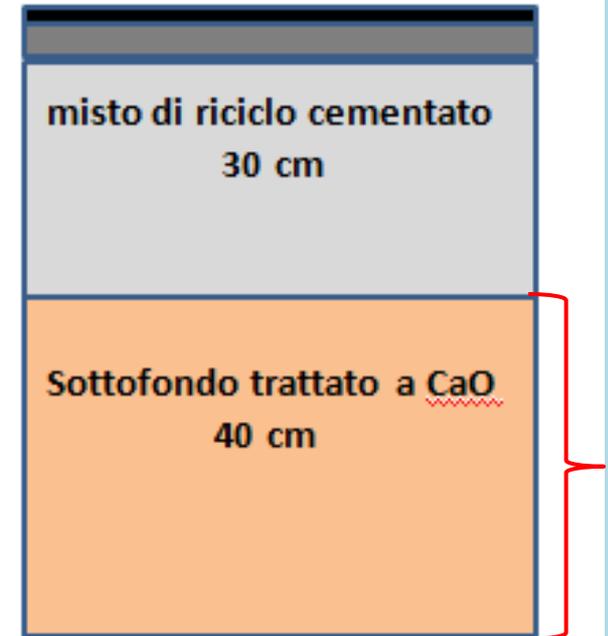


Per il progetto del rilevato, realizzato con la collaborazione dell'Ing. M. Mischiatti, è stato utilizzato il metodo "razionale" SAMDM (South African Mechanistic Design Method), corredato da studio del mix desing terra/calce , mix desing misto riciclato/cemento

b) SOTTOFONDO TRATTATO A CALCE (3% di CaO)



7 cm Binder + 3 cm Usura



Particolare dell'area prima dell'inizio dei lavori



STUDIO PRELIMINARE MIX TERRA - CALCE

Caratteristiche dei 6 campioni prelevati :
Appartengono al Gruppo A7-6 (UNI 11531-1)
Limite liquido medio L.L. = 61
Limite Plastico medio L.P. = 25
Indice plastico medio IP = 36
Sostanza organica < 2%
Consumo iniziale calce C.I.C. = 1.8 %
Yd ottimale 17.9 t/mc
Umidità ottimale 16.2 %
Resistenza media compressione 0.95 Mpa
Indice CBR medio 58%



Fase di livellazione prima del trattamento a calce, dopo asporto terreno superficiale di 20 cm





Verifica umidità prima del trattamento a calce

Camp.	W%
1	19.9
2	17.6
3	21.9
4	<u>18.5</u>

Umidità media 19.5%

Valore umidità ottimale 16.2 %



**Controllo quantitativo
calce utilizzata**



**Yd ottimale del terreno 1.79 t/mc
Calce utilizzata per trattamento al 3% (40 cm) = 21.5 Kg/m²**





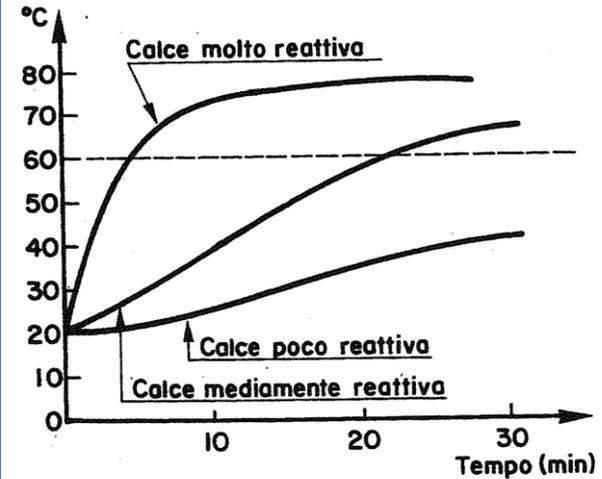
Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm e la parte trattenuta al setaccio da 4.76 mm sia inferiore al 20%.





controllo reattività della calce

Andamento delle curve di spegnimento di calci a diversa reattività



Una calce molto reattiva impiega normalmente meno di 5 minuti a raggiungere una temperatura di 65°, mentre una calce poco reattiva non raggiunge mai i 60° e può non superare i 40° dopo 30 minuti di prova.

REQUISITO

CO₂

(CaO+MgO) TOTALI

TITOLO IN IDRATI

SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+SO₃

PEZZATURA

PASSANTE AL SETACCIO CON LUCE NETTA DA: 200 μm ≥ 90%

CALCE VIVA

≤ 5%

≥ 84%

-

≤ 5%

≤ 2 mm

Tempo (minuti)	Temperatura C°
0.5	38.0
1	40.9
2	53.5
5	66.3
10	66.9
20	66.1
30	65.2

Con il materiale prelevato durante la fresatura si sono confezionati in laboratorio provini da sottoporre a prove di compressione e prove CBR (6+6) per verificare la compatibilità con i valori dello studio di progetto del mix design

Compressione (7 gg maturazione)

Indice CBR (7 gg mat.e + 4 gg in HO)

CNR B.U. n. 36	mix design	camp. prelevato
> 0.3 MPa	0.95 MPa	0.75 MPa
> 20%	58 %	56 %







Dr. Geol. Antonio Mucchi

Controllo grado di compattazione con prove di carico (piastra statica e dinamica)



Dati Md piastra Statica eseguite il giorno successivo al trattamento (CNR B.U. 146/92)

P1 = 61.2 MPa

P2 = 60.4 MPa

P3 = 79.6 MPa

P4 = 72.6 MPa

P5 = 59.2 MPa

P6 = 66.2 MPa

prescrizione

Md => 50 MPa

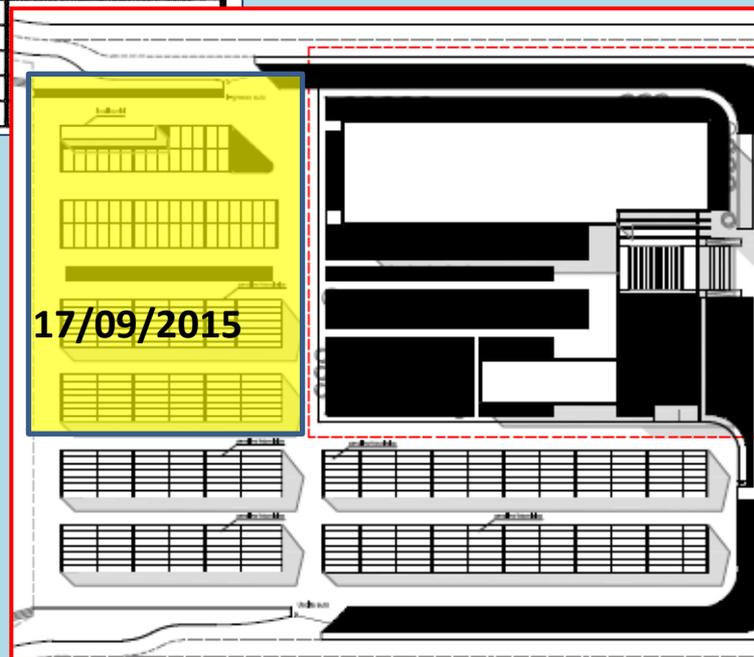
calcolato nell'intervallo
0.15 – 0.25 MPa

Valore medio 66.5 MPa

Nr	Data	Tempo	Cedimeto [mm]			Valore Medio s	Evd [MN/m²]	Note
			s1	s2	s3			
1	17/09/2014	10:52	0.498	0.488	0.498	0.495	45.5	
2	17/09/2014	10:52	0.480	0.482	0.477	0.480	46.9	
3	17/09/2014	10:52	0.477	0.473	0.456	0.469	48.0	taratura p5
4	17/09/2014	10:53	0.358	0.382	0.440	0.393	57.3	taratura p5
5	17/09/2014	10:53	0.407	0.413	0.411	0.410	54.9	taratura p5
6	17/09/2014	10:57	0.431	0.436	0.389	0.419	53.7	taratura p5
7	17/09/2014	10:57	0.377	0.388	0.392	0.386	58.3	
8	17/09/2014	10:58	0.377	0.370	0.361	0.369	61.0	
9	17/09/2014	10:58	0.333	0.313	0.334	0.327	68.8	
10	17/09/2014	10:59	1.033	0.426	0.378	0.612	36.8	
11	17/09/2014	11:00	0.021	0.149	0.620	0.263	85.6	
12	17/09/2014	11:05	0.396	0.179	0.176	0.250	90.0	
13	17/09/2014	11:06	0.152	0.317	0.090	0.186	121.0	
14	17/09/2014	11:07	0.179	0.146	0.203	0.176	127.8	
15	17/09/2014	11:08	0.928	0.403	0.355	0.562	40.0	
16	17/09/2014	11:09	0.307	0.291	0.255	0.284	79.2	
17	17/09/2014	11:10	0.637	0.625	0.612	0.625	36.0	
							133.1	
							68.6	
							48.1	
21	17/09/2014	11:16	0.520	0.513	0.507	0.513	43.9	
22	17/09/2014	11:18	0.381	0.366	0.355	0.357	63.0	
							62.8	
							39.3	
							48.6	

Valore medio Evd = 64.7 MN/m²

Valore medio piastra statica 66.5 MPa



Formula di riferimento per la determinazione del modulo di deformazione Md

$$Md = \frac{1,5 \cdot r \cdot \sigma}{s}$$

Dove:

r = raggio della piastra (costante)

σ = Forza di impatto sulla piastra (costante, poiché funzione dell'altezza di caduta e del peso della massa battente)

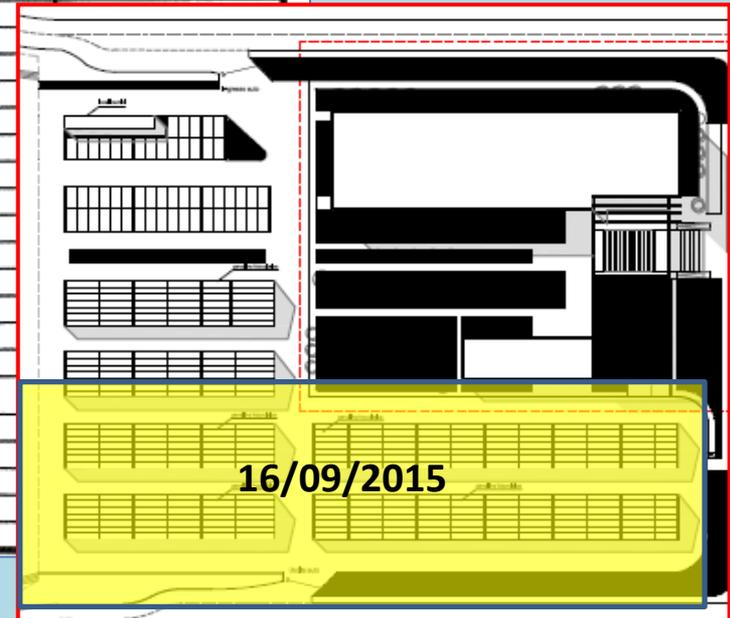
Il valore del modulo è funzione del solo cedimento della piastra



Nr	Data	Tempo	Cedimento [mm]			Valore Medio s	Evd [MN/m ²]	Note
			s1	s2	s3			
1	16/09/2014	08:54	0.494	0.458	0.701	0.551	40.8	
2	16/09/2014	08:55	0.732	0.698	0.656	0.695	32.4	
3	16/09/2014	08:57	0.387	0.365	0.347	0.366	61.5	
4	16/09/2014	08:58	0.382	0.404	0.409	0.398	56.5	
5	16/09/2014	08:59	0.371	0.362	0.360	0.364	61.8	
6	16/09/2014	09:00	0.292	0.292	0.289	0.291	77.3	
7	16/09/2014	09:02	0.390	0.389	0.305	0.361	62.3	
8	16/09/2014	09:03	0.446	0.432	0.442	0.440	51.1	
9	16/09/2014	09:04	0.572	0.663	0.610	0.615	36.6	
10	16/09/2014	09:05	0.291	0.465	0.519	0.425	52.9	
11	16/09/2014	09:06	0.555	0.560	0.551	0.555	40.5	
12	16/09/2014	09:07	0.465	0.458	0.453	0.459	49.0	
13	16/09/2014	09:09	0.198	0.300	0.297	0.265	84.9	
14	16/09/2014	09:11	0.300	0.228	0.253	0.260	86.5	
15	16/09/2014	09:12	0.168	0.224	0.199	0.197	114.2	
16	16/09/2014	09:13	0.244	0.173	0.277	0.231	97.4	
17	16/09/2014	09:15	0.401	0.541	0.184	0.375	60.0	
18	16/09/2014	09:16	0.097	0.128	0.146	0.124	181.5	
19	16/09/2014	09:16	0.088	3.560	0.100	1.249	18.0	
20	16/09/2014	09:17	0.045	0.212	0.284	0.180	125.0	
21	16/09/2014	09:19	0.293	0.274	0.279	0.282	79.8	
22	16/09/2014	09:20	0.380	0.303	0.306	0.330	68.2	
23	16/09/2014	09:21	0.299	0.279	0.269	0.282	79.8	
24	16/09/2014	09:22	0.130	0.312	0.176	0.206	109.2	
25	16/09/2014	09:25	0.538	0.375	0.359	0.424	53.1	
26	16/09/2014	09:26	0.361	0.360	0.354	0.358	62.8	
27	16/09/2014	09:26	0.492	0.378	0.366	0.412	54.6	
28	16/09/2014	09:26	0.741	0.485	0.458	0.561	40.1	
29	16/09/2014	09:27	0.730	0.500	0.478	0.569	39.5	
30	16/09/2014	09:27	0.464	0.455	0.456	0.458	49.1	
31	16/09/2014	09:28	0.442	0.444	0.438	0.441	51.0	
32	16/09/2014	09:28	0.445	0.441	0.430	0.439	51.3	
33							51.7	
35							53.4	
36	16/09/2014	09:31	0.411	0.412	0.417	0.413	49.1	
37							56.4	
38							56.4	

Valore medio Evd = 64.5 MN/m²

Valore medio piastra statica 66.5 MPa





**Controllo spessore del
trattamento a calce
con soluzione di
fenolftaleina diluita
con alcool**

7 cm Binder + 3 cm Usura

**misto di riciclo cementato
30 cm**

**Sottofondo trattato a CaO
40 cm**



Terreno trattato a calce, si presenta omogeneo e compatto senza fratture per essiccazione, indicativo di stabilità volumetrica

Terreno non trattato, si presenta non compatto con fessurazioni da essiccazione, indicativo di terreni suscettibili all'acqua non stabili volumetricamente

c) FONDAZIONE IN MISTO RICICLATO CEMENTATO (4% portlant 325)

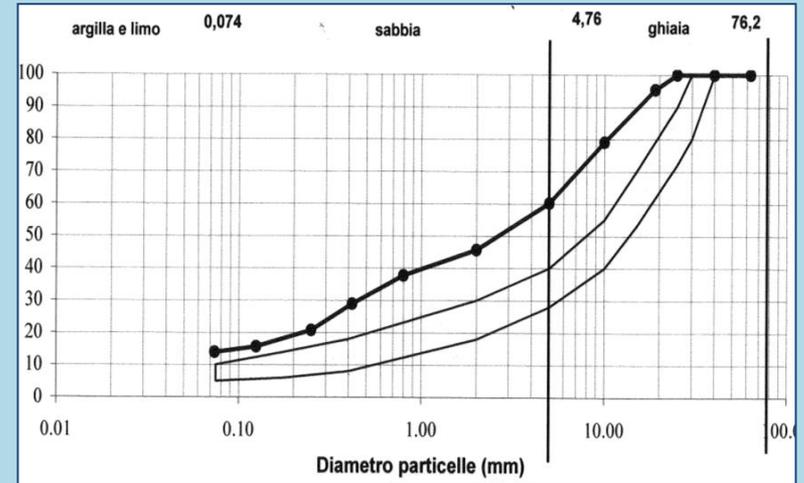
Caratteristiche degli Inerti di riciclo prescritte da capitolato:

- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare
- perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore o uguale al 30% (UNI EN 1097/2)
- equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60 (UNI EN 933/8)
- indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico)
- Indice di forma e appiattimento < di 35 % (UNI EN 933/4)
- granulometria compresa nel seguente fuso

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante. % sul totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	72 ÷ 90
Crivello 15	53 ÷ 70
Crivello 10	40 ÷ 55
Crivello 5	28 ÷ 40
Setaccio 2	18 ÷ 30
Setaccio 0,40	8 ÷ 18
Crivello 0,18	6 ÷ 14
Setaccio 0,075	5 ÷ 10



PRIMI PROBLEMI Nonostante prescrizioni di capitolato chiare e dettagliate , sapendo che i controlli sarebbero stati eseguiti è arrivato in cantiere questo tipo di riciclato . **Inutile ricordare i danni incalcolabili che queste vicende recano a tutti i produttori seri di riciclato e al suo indotto**



Il D.O. sospende subito il conferimento di quel riciclato in cantiere riservandosi di fare il punto della situazione fra :

- **Direttore Lavori di tutta l'opera (Geom. Simone Tracchi - UNIFE)**
- **Direttore Operativo per i lavori geotecnici (Dr. Geol. Maria Antonietta Sileo)**
- **Laboratorio geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**

Fatta una stima del materiale arrivato in cantiere , corrispondente a circa un terzo del quantitativo necessario (10 cm di spessore) si è deciso di procedere alla realizzazione di un campo prova così composto :

- **10 cm compattati del materiale riciclato presente in cantiere**
- **20 cm compattati di nuovo riciclato 0/50-60 mm con poco fine**

Dopo avere realizzati i due strati sovrapposti , fresatura del pacchetto con prelievo di due campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio per verificare l'idoneità del nuovo mix al trattamento a cemento come prescrizioni di capitolato.

Analisi prescritte :

- **Granulometria**
- **Equivalente in sabbia e verifica plasticità**
- **Indice di forma e appiattimento**
- **Los Angeles**

IN CASO NEGATIVO RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DEL RICICLATO CONFERITO IN CANTIERE



Risultati mix fresato

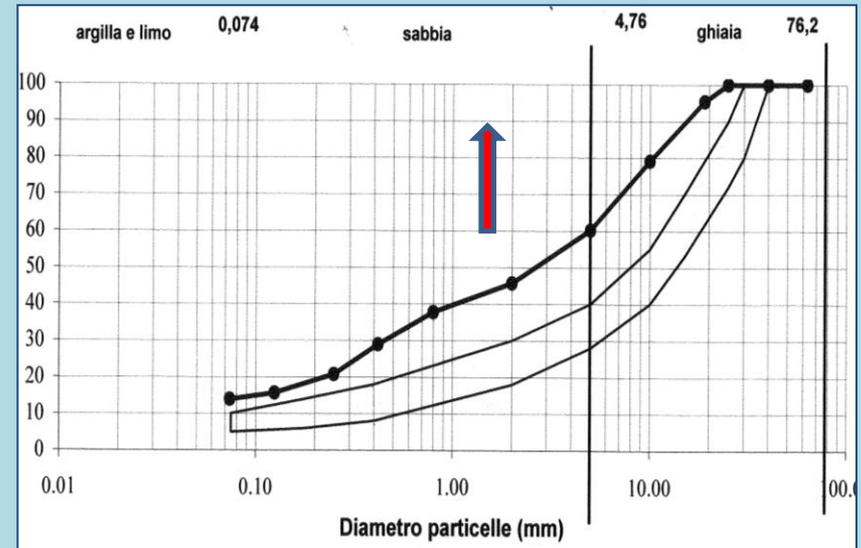
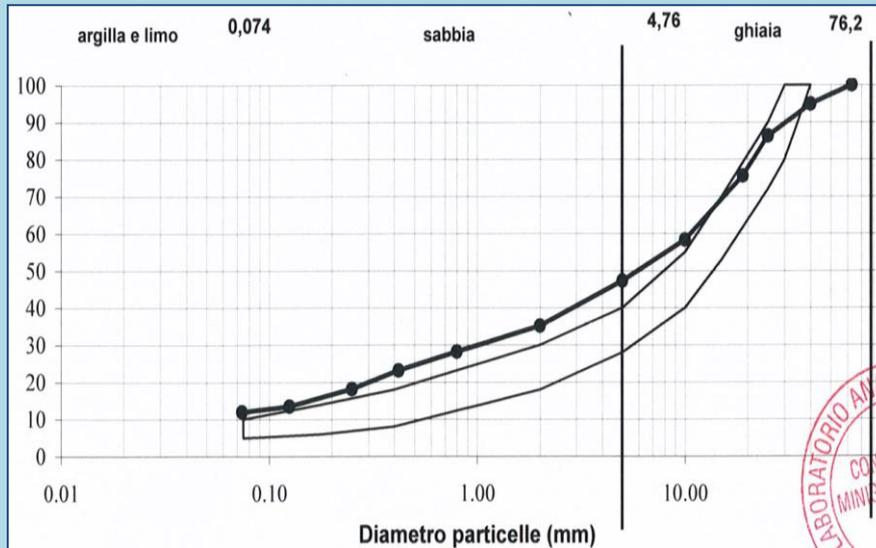
Indice di forma	28.6%
Indice di appiattimento	25.1 %
Equivalente in sabbia	31.2 %
Verifica plasticità	N.P.
Los Angeles	27.7 %
Granulometria	



Prescrizioni

< 35 %
< 35 %
30-60 %
N.P.
< 30 %

materiale non fresato



Nel complesso risultati abbastanza soddisfacenti , la curva granulometrica risulta leggermente fuori fuso . Per ovviare alla presenza elevata di fine (non plastico) si è deciso di aumentare il dosaggio di cemento dal 3% al 4 % **(senza aggravio di costi per UNIFE)**







Dr. Geol. Antonio Mucchi



Yd ottimale del misto cementato 1.95 t/mc
Cemento utilizzato per trattamento al 4% (30 cm) = 23.4 Kg/m²



Dr. Geol. Antonio Mucchi

Con il materiale prelevato dopo fresatura si sono confezionati provini da sottoporre a prove di compressione e trazione indiretta Brasiliana (6 + 6) per verificare se sono stati soddisfatti i valori prescritti in capitolato

	Capitolato	mix design	camp. prelevati
Compressione (7 gg mat.)	2.5-4.5 MPa	2.72 MPa	2.10 MPa
Trazione indiretta (7 gg mat.)	> 0.25 MPa	0.3 MPa	0.32 MPa





CONTROLLI CON PROVE DI CARICO SU PIASTRA





Dati Md piastra statica (CNR B.U. 146/92) eseguite fra le 4 e 12 ore dopo il trattamento (capitolato)

P1 = 118 MPa

P2 = 176 MPa

P3 = 132 MPa

P4 = 120 MPa

P5 = 187 MPa

P6 = 191 MPa

Prescrizione

Md => 110 MPa

**calcolato nell'intervallo
0.15 – 0.25 MPa**

Valore medio 154 MPa

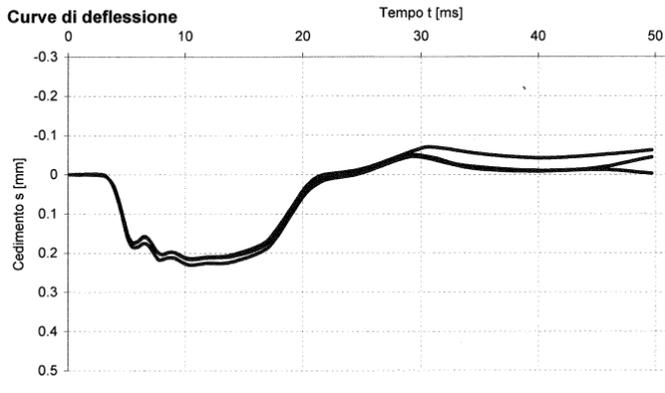


Elaborazione dati:

Nr.	Velocità v [mm/s]	Cedimento s [mm]
1	126.2	0.230
2	120.1	0.214
3	121.6	0.215
Ø	122.7	0.220

s/v= 1.793 ms
Evd: 102.3 MN/m² Modulo di deformazione dinamico

Curve di deflessione



Data	Tempo	Cedimento [mm]			Valore Medio s	Evd [MN/m ²]	Note
		s1	s2	s3			
19/12/2014	09:20	0.230	0.214	0.215	0.220	102.3	
19/12/2014	09:21	0.304	0.271	0.242	0.272	82.7	
19/12/2014	09:22	0.219	0.156	0.255	0.210	107.1	
19/12/2014	09:23	0.134	0.131	0.131	0.132	170.5	
19/12/2014	09:24	0.130	0.220	0.178	0.176	127.8	
19/12/2014	09:26	0.170	0.177	0.170	0.172	130.8	
19/12/2014	09:27	0.257	0.264	0.273	0.265	84.9	
19/12/2014	09:28	0.168	0.157	0.112	0.146	154.1	
19/12/2014	09:29	0.344	0.345	0.343	0.344	65.4	
19/12/2014	09:30	0.291	0.292	0.293	0.292	77.1	
19/12/2014	09:32	0.190	0.184	0.187	0.187	120.3	
19/12/2014	09:34	0.342	0.347	0.368	0.352	63.9	taratura p1 K = 1.44
19/12/2014	09:35	0.243	0.244	0.249	0.245	91.8	taratura p1
19/12/2014	09:35	0.255	0.258	0.249	0.254	88.6	taratura p1
19/12/2014	09:37	0.314	0.304	0.299	0.306	73.5	
19/12/2014	09:38	0.219	0.224	0.213	0.219	102.7	taratura p2 K = 1.67
19/12/2014	09:39	0.186	0.184	0.185	0.185	121.6	taratura p2
19/12/2014	09:40	0.241	0.243	0.245	0.243	92.6	taratura p2
19/12/2014	09:42	0.270	0.268	0.264	0.267	84.3	
19/12/2014	09:43	0.229	0.231	0.229	0.230	97.8	
19/12/2014	09:44	0.337	0.332	0.322	0.330	68.2	
19/12/2014	09:45	0.148	0.143	0.139	0.143	157.3	
19/12/2014	09:46	0.257	0.253	0.250	0.253	88.9	
19/12/2014	09:47	0.189	0.182	0.179	0.183	123.0	
19/12/2014	09:48	0.257	0.271	0.288	0.272	82.7	
19/12/2014	09:48	0.275	0.283	0.266	0.275	81.8	
19/12/2014	09:49	0.177	0.167	0.167	0.170	132.4	
19/12/2014	09:50	0.262	0.262	0.252	0.259	86.9	
19/12/2014	09:51	0.267	0.267	0.263	0.266	84.6	
19/12/2014	09:52	0.223	0.236	0.220	0.226	99.6	
19/12/2014	09:53	0.166	0.173	0.170	0.170	132.4	
19/12/2014	09:54	0.250	0.244	0.249	0.248	90.7	
19/12/2014	09:54	0.173	0.162	0.156	0.164	137.2	
19/12/2014	09:55	0.263	0.246	0.243	0.251	89.6	taratura p3 K = 1.42
19/12/2014	09:56	0.233	0.235	0.231	0.233	96.6	taratura p3
19/12/2014	09:57	0.245	0.241	0.241	0.242	93.0	taratura p3
19/12/2014	09:58	0.214	0.204	0.210	0.209	107.7	
19/12/2014	09:59	0.293	0.286	0.279	0.286	78.7	

Formula di riferimento per la determinazione del modulo di deformazione Md

$$Md = \frac{1,5 * r * \sigma}{s}$$

Dove:

r = raggio della piastra (costante)

σ = Forza di impatto sulla piastra (costante, poiché funzione dell'altezza di caduta e del peso della massa battente)

Il valore del modulo è funzione del solo cedimento della piastra



Valore medio piastra dinamica Evd = 102 MPa

Valore medio piastra statica 154 MPa

d) PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

7 cm Binder + 3 cm Usura

misto di riciclo cementato
30 cm

Sottofondo trattato a CaO
40 cm

Fasi stesa del Binder (0-20 mm)



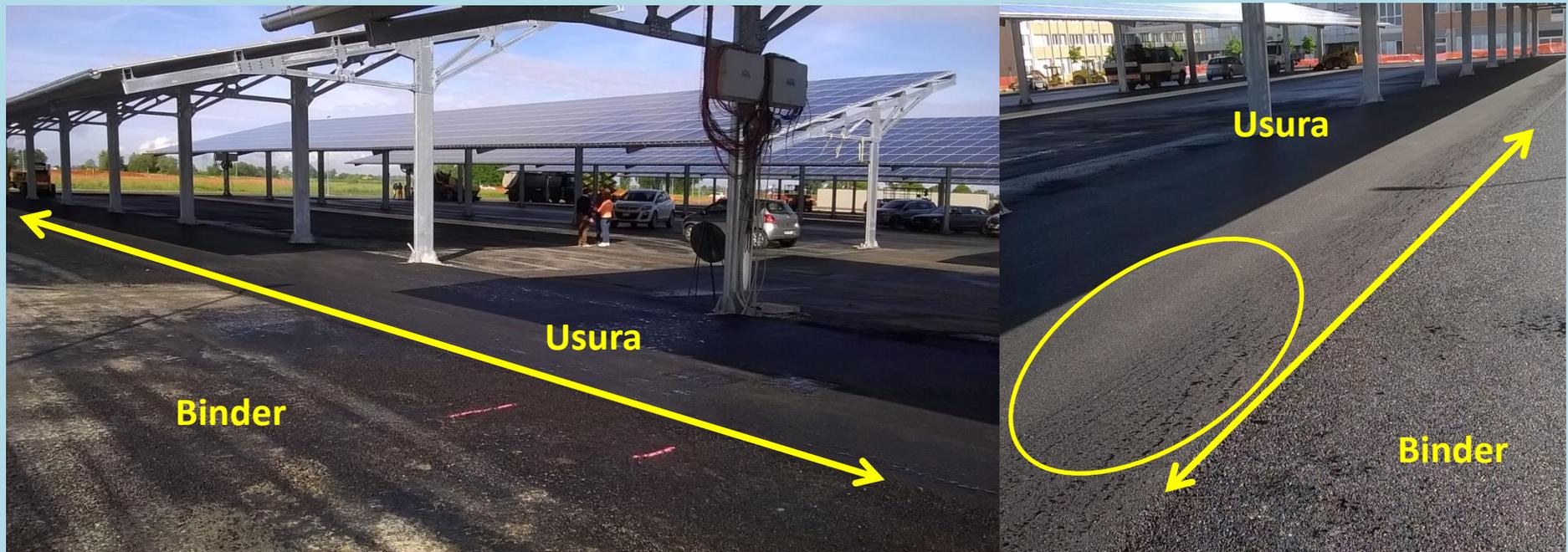


Dr. Geol. Antonio Mucchi

Fasi stesa tappeto di Usura (0 – 8 mm)

ALTRO PROBLEMA , subito all'inizio della stesa si è riscontrato una superficie non compatta e aperta. Da una analisi visiva si notava chiaramente materiale non rispondente alle prescrizioni dal punto granulometrico , si trattava di un conglomerato 0-12/15 mm invece dello 0-8 mm prescritto da capitolato. **Il D.O. (DR. Geol. Maria Antonietta Sileo) ha sospeso subito i lavori e ordinato di procedere con la fornitura prevista da capitolato.**

Per quanto riguarda la parte eseguita, trattandosi di una porzione limitata rispetto alla superficie totale è stato prescritto di rullare ulteriormente con rullo più pesante e provvedere a una stesa di bitume con spolvero di sabbia per intasare i vuoti.





Dr. Geol. Antonio Mucchi



Parte intasata con bitume e
spolvero di sabbia



Dr. Geol. Antonio Mucchi

Durante la fase di stesa sono stati prelevati campioni di conglomerato sfuso (2 Binder + 2 Usura) da sottoporre ad analisi di laboratorio.

BINDER : (0-20 mm) Requisiti dell'inerte :

- 1) Perdita in peso alla prova Los Angeles
- 2) Coeff. Di appiattimento
- 3) Percentuale superfici frantumate
- 4) Equivalente in sabbia
- 5) Granulometria

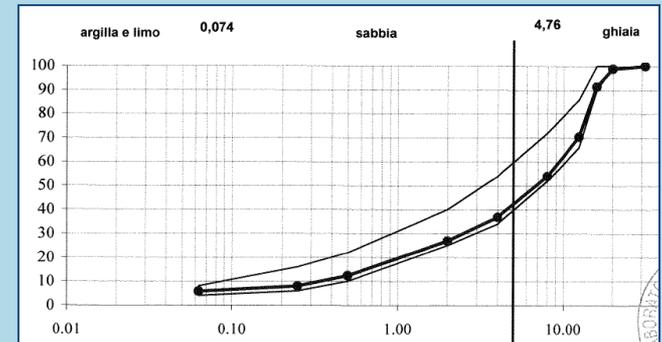
Serie setacci UNI	passante. %
20	100
16	90-100
12.5	66-86
8	52-72
4	34-54
2	25-40
0.5	10-22
0.25	6-16
0.063	4-8

Capitolato

- < 25%
- < 15%
- 100%
- > 60%

analisi eseguite

- *
 - *
 - *
 - *
- Certificati CE
fornitore**



Requisiti Conglomerato Bituminoso:

- 1) Contenuto bitume riferito al peso degli aggregati
- 2) Stabilità Marshall
- 3) Rigidezza Marshall
- 4) Vuoti residui a rullatura ultimata

- 4.1-5.5 %
- > 900 Kg
- > 300
- 4-8 %

- 4.5 %
- > 1360 Kg
- > 315
- verifica eseguita su carote**

USURA : (0-8 mm) Requisiti dell'inerte :

- | | |
|---|--------|
| 1) Perdita in peso alla prova Los Angeles | < 20% |
| 2) Coeff. Di appiattimento | < 15% |
| 3) Percentuale superfici frantumate | 100% |
| 4) Equivalente in sabbia | > 75 % |

5) Granulometria

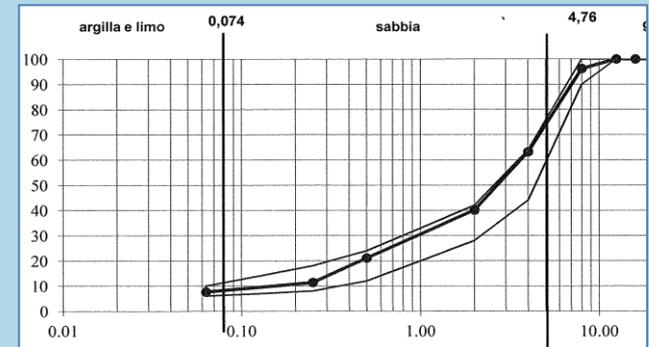
Serie setacci UNI	passante. %
12.5	100
8	90-100
4	44-66
2	28-42
0.5	12-24
0.25	8-18
0.063	6 ÷ 10

Capitolato

analisi eseguite

*
*
*
*

Certificati CE fornitore



Requisiti Conglomerato Bituminoso:

- | | | |
|--|-----------|-----------------------------|
| 1) Contenuto bitume riferito al peso degli aggregati | 4.5-6.0 % | 5.39 % |
| 2) Stabilità Marshall | > 1000 Kg | >1540 Kg |
| 3) Rigidezza Marshall | >300 | >368 |
| 4) Vuoti residui a rullatura ultimata | 4-8 % | verifica eseguita su carote |

CAROTAGGI PER CONTROLLO SPESSORI E VUOTI RESIDUI





Dr. Geol. Antonio Mucchi

Sulle carote prelevate sono state eseguite analisi di laboratorio per verificare le prescrizioni di capitolato

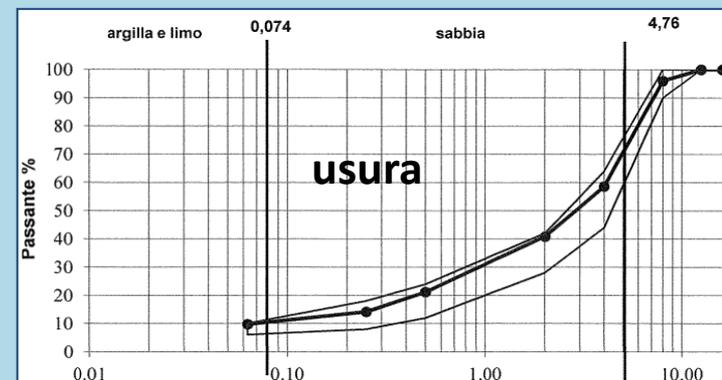
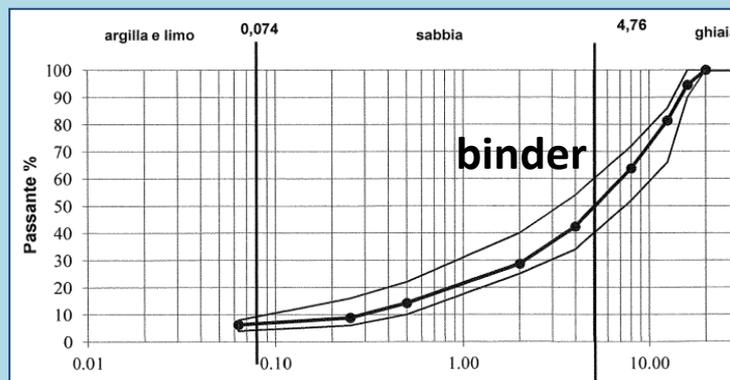
Capitolato

Binder

Usura

1) Contenuto bitume %	4.1-5.5 binder 4.5-6.0 usura	4.8 *	* 5.5
2) Vuoti Residui %	4-8	7.8	6.3
3) Spessori (cm)	binder 7 cm usura 3 cm	8.2 *	* 5.0

4) Granulometria



Con questo mio intervento si è inteso evidenziare come la riuscita di un'opera dipenda inevitabilmente da un buon progetto e prescrizioni pertinenti, ma non può prescindere dai controlli che devono necessariamente essere fatti in corso d'opera .

I controlli servono per :

- Verifica dei materiali utilizzati**
- Loro messa in opera idonea a raggiungere le prestazioni previste da progetto (una sorta di collaudo in corso d'opera)**
- Risoluzione dei problemi che possono sorgere durante i lavori**
- Concorrenza sleale, se le imprese saranno seriamente controllate si guarderanno bene dal fare ribassi improponibili, confidando di recuperare in seguito con fornitura e posa di materiali inadeguati a danno anche delle imprese rispettose dei capitolati in fase di offerta**

Si ritiene che solo operando in questo modo sia possibile avere un controllo completo sull'opera a garanzia del buon esito finale.



Si ringrazia UNIFE per aver compreso l'importanza dei controlli in corso d'opera .

Le presenze continue in cantiere della

D.L. (Geom. Simone Tracchi - UNIFE)

D.O. (Dr. Geol. Maria Antonietta Sileo)

sono state importanti nella buona riuscita dell'opera.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Dr. Geol. Antonio Mucchi