

SITEBSi srl

Rassegna del bitume

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **08/88**

**Sul calcolo della coesione dei conglomerati bituminosi "drenanti"
mediante il percorso delle tensioni - parte prima**

Umberto Bonvino

Università di Bari, Dipartimento di Vie e Trasporti, Facoltà di Ingegneria

Sul calcolo della coesione dei conglomerati bituminosi "drenanti" mediante il percorso delle tensioni

PARTE PRIMA: La procedura

Umberto Bonvino **

PREMESSA

In una precedente ricerca, svolta nell'ambito dei conglomerati "impermeabili", si sono determinate alcune procedure per un più corretto utilizzo del test triassiale in relazione, soprattutto, ai valori della pressione di cella che, è stato dimostrato, non può essere scelta arbitrariamente, ma deve variare in un ben preciso intervallo [1].

Nella presente relazione si analizza, invece, un conglomerato bituminoso del tipo "drenante" confezionato con ottimi materiali lapidei i quali, a meno del pietrischetto basaltico (Tab. I), risultano di provenienza regionale. Le caratteristiche fisico-meccaniche dell'impasto utilizzato sono riassunte nella Tabella II, mentre la successiva riporta i valori numerici di alcune prove effettuate sul legante bituminoso.

La Figura 1 evidenzia la curva granulometrica dello scheletro litico utilizzato nella miscela, nonché la sua posizione rispetto al fuso riportato dal Capitolato Speciale d'Appalto A.N.A.S., normalmente utilizzato per il confezionamento dei classici conglomerati bituminosi chiusi.

I provini cilindrici delle dimensioni:

diametro mm. 102
altezza mm. 201

sono stati sottoposti al test triassiale e divisi, in funzione della diversa pressione laterale, in gruppi di dieci provini ciascuno. La Tabella IV riporta i valori medi di rottura ottenuti variando la pressione di cella.

* Ricerca finanziata con contributo C.N.R. n. 1795/85

** Università degli Studi di Bari - Facoltà di Ingegneria - Dipartimento di Vie e Trasporti.

Tab. I. Caratteristiche del basalto.

Basalto	
Analisi Granulometrica (%)	
Passante U.N.I. 20	100,0
Passante U.N.I. 15	94,9
Passante U.N.I. 10	5,4
Passante U.N.I. 5	0,3
Passante U.N.I. 2	-
Passante U.N.I. 0,40	-
Passante U.N.I. 0,18	-
Passante U.N.I. 0,075	-
Reazione con HCl diluito	Nulla
Natura chimica	Acida
Peso specifico reale (G/cm ³)	2,869
Coefficiente di frantumazione	96,2
Abrasione Los Angeles %	16,0

Il legame tra gli invarianti di tensione

È noto che nell'ambito del test triassiale, escludendo la tensione principale intermedia σ_2 , lo stato tensionale è piano e può allora essere rappresentato, in funzione delle altre due tensioni principali σ_1 e σ_3 , attraverso gli invarianti

$$\eta = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (1)$$

$$\xi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (2)$$

Fisicamente 2ξ è la tensione deviatorica, esprime la tensione di compressione agente sul provino sottoposto alla prova triassiale, mentre ξ è la tensione tangenziale [2].

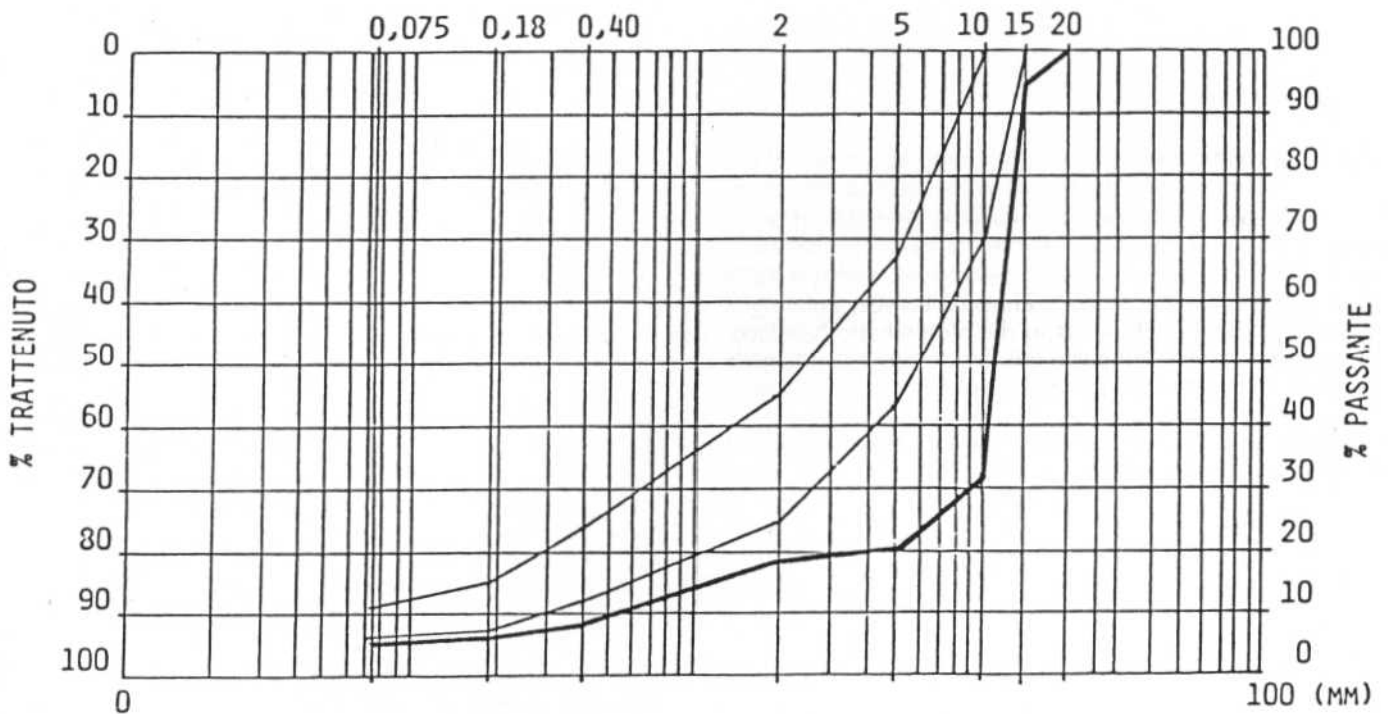


Figura 1
Curva granulometrica manto drenante fuso granulometrico A.N.A.S.

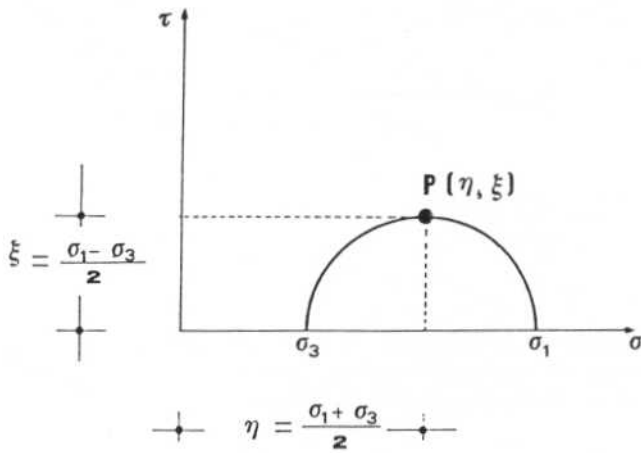


Figura 2
Significato delle coordinate.

Geometricamente, invece, η e ξ rappresentano sul circolo di Mohr (Fig. 2), rispettivamente, l'ascissa del centro del cerchio delle tensioni e il corrispondente raggio. Ne consegue che ogni punto sul piano η - ξ definisce un cerchio di Mohr. Un cammino tensionale, ossia una qualsiasi legge di variazione delle σ (anche di una sola delle due, come è appunto il caso della prova triassiale), definisce una linea che, tuttavia, per i conglomerati bituminosi è assimilabile ad una retta solo per particolari valori della pressione di cella.

Ovviamente dalla conoscenza di η e ξ si risale facilmente alle tensioni principali:

$$\sigma_1 = \eta + \xi \quad (3)$$

$$\sigma_3 = \eta - \xi \quad (4)$$

La Figura 3A mostra nel piano σ - τ il ben noto involucro lineare dei cerchi di Mohr, mentre la successiva, Fig. 3B, ne visualizza, ma nel piano η - ξ , il corrispondente andamento tensionale.

Al fine di verificare quanto in precedenza affermato, per ogni prova triassiale e per ciascuna coppia σ_1 - σ_3 , si sono tracciati i corrispondenti cerchi individuando il punto di sommità P (Fig. 2) di coordinate η , ξ .

Ne consegue che la legge di Coulomb, anziché sul piano di Mohr σ - τ (Fig. 3A), può essere rappresentata sul piano η , ξ (Fig. 3B) da un'analoga equazione:

$$\xi = c' + \eta \cdot \text{tg } \phi' \quad (5)$$

nella quale le grandezze c' e ϕ' risultano determinate dall'analisi di regressione che utilizza, per ogni test triassiale, solo due input:

- la pressione di cella σ_3
- la pressione di rottura σ_1

Un programma di linguaggio Basic, all'uopo realizzato, effettua automaticamente e con un minimo di tre prove triassiali il calcolo delle grandezze c' e ϕ' e, onde giudicare la "bontà" della procedura, anche di alcuni parametri statistici.

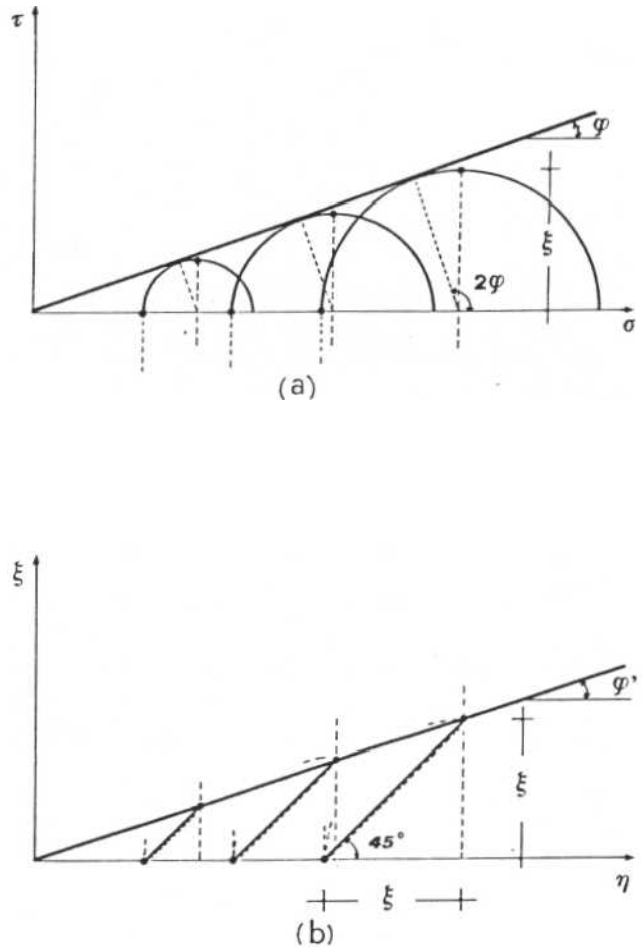


Figura 3

- a) esempio lineare di involucro dei cerchi di Mohr.
- b) corrispondente andamento delle tensioni.

Tab. II.

Caratteristiche del conglomerato bituminoso drenante

Composizione materiali litici

pietrischetto	%	50
basalto	%	30
loppa d'altoforno	%	10
calce idrata	%	5
polvere calcarea	%	5
totale	%	100

Legante

bitume 80/100 in peso sull'inerte	%	4,5
---	---	-----

Analisi granulometrica

passante setaccio U.N.I 20	%	100,0
» » 15	%	94,6
» » 10	%	30,9
» » 5	%	20,4
» » 2	%	18,0
» » 0,40	%	7,7
» » 0,18	%	6,1
» » 0,0,75	%	5,2

Temperature d'impasto

inerti	°C	120
filler	°C	ambiente
bitume	°C	110

Temperatura di costipamento.....°C 110

Caratteristiche del conglomerato

peso specifico reale della miscela di inerti	gr/cmq	2,739
peso specifico reale del conglomerato	»	2,552
peso/volume di provini Marshall	»	2,196
vuoti residui provini Marshall	»	13,95
stabilità Marshall	Kgf	8,10
scorrimento Marshall	mm	2,93
rigidità Marshall	Kgf/mm	276
coefficiente di permeabilità	cm/sec	0,11

È agevole poi, con semplici considerazioni geometriche, per semplicità non riportate, passare da c' e ϕ' , così calcolati, ai corrispondenti valori della coesione e dell'angolo d'attrito interno del materiale esaminato:

$$\phi = \arcsen(\operatorname{tg} \phi') \quad (6)$$

$$c = \frac{c'}{\cos \phi} \quad (7)$$

Tab. III. Caratteristiche del bitume

Penetrazione	84,0	dmm
Punto di rammollimento	45,8	°C
Peso specifico a 20°C	1,014	gr/cmq
Punto di rottura Frass	-9	°C

Tab. IV. Tensioni medie di rottura.

Gruppi n	Pressione di cella (daN/cm ²)	Tensione di rottura (daN/cm ²)
I	0,0	9,276
II	0,5	13,614
III	1,0	15,257
IV	2,0	16,824
V	3,0	18,076
VI	4,0	19,210

OPERE CONSULTATE

- 1) U. BONVINO: *La definizione della coesione e dell'attrito dei conglomerati bituminosi e suoi limiti*. Rivista "Le Strade", Maggio 1988, n. 1248, pag. 425-32.
- 2) C. CESTELLI GUIDI: *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*. Vol I e II. Hoepli, Milano 1972.