



Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di Discarica per rifiuti non pericolosi della Ecoserdiana SPA.

Località S'Arenaxiu" e Su Siccesu" – Serdiana (CA)

27 novembre 2025

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari		RELAZIONE TECNICA	
				DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia		Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.2 di 8	Rev. 0

Sommario

1.	<i>PREMESSA</i>	3
2.	<i>OBIETTIVI DELLA PROVA</i>	3
3.	<i>TEORIA</i>	3
3.1.	Distribuzione del sovraccarico nel terreno di fondazione.....	3
3.2.	Prova di carico su piastra.....	4
4.	<i>RISULTATI DELLA PROVA DI CARICO SU PIASTRA</i>	6
5.	<i>ANALISI DEI CARICHI PREVISTI</i>	7
6.	<i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	8

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari		RELAZIONE TECNICA	
				DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia		Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.3 di 8	Rev. 0

1. PREMESSA

Su incarico della società Ecoserdiana S.p.A. con sede legale nella Strada Statale 387 Km 23.500, SNC – 09040 Sordiana (SU), il sottoscritto Dott. Geol. Marco Pilia ha redatto la presente Relazione che illustra i risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.

2. OBIETTIVI DELLA PROVA

L'obiettivo della prova è quello di individuare lo spessore dello strato di ceneri per il quale il carico esercitato dal transito dei mezzi d'opera non si trasmetta alle porzioni profonde del modulo.

A tal fine è stato opportunamente realizzato un campo prova rappresentato da uno strato di ceneri dello spessore di 1 m. Nello specifico lo strato di ceneri è stato realizzato per sovrapposizione delle ceneri mediante mezzo meccanico (escavatore a cucchiaia rovescia) in totale assenza di consolidamento meccanico.

Per investigare lo stato tensionale e la profondità di trasmissione del carico è stata eseguita una prova di carico su piastra. La prova di carico su piastra conduce ad una variazione dello stato tensionale nelle ceneri, carico che tende a diffondersi fino al suo completo assorbimento. Generalmente si ammette che il sovraccarico si annulli ad una profondità, sotto il piano di posa della fondazione, variabile da 1 a 4 volte B (B=lato corto del carico applicato per la piastra 30 cm).

3. TEORIA

3.1. Distribuzione del sovraccarico nel terreno di fondazione.

L'applicazione del sovraccarico della fondazione conduce ad una variazione dello stato tensionale del terreno. Il carico applicato tende a diffondersi fino al suo completo assorbimento. Generalmente si ammette che il sovraccarico si annulli ad una profondità, sotto il piano di posa della fondazione, variabile da 1 a 4 volte B (B=lato corto del carico applicato) **Fig. 3.1/A**.

È importante eseguire una stima di come il carico si diffonde negli strati di fondazione, in quanto indispensabile per il successivo calcolo dei cedimenti.

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari		RELAZIONE TECNICA	
				DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia		Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.4 di 8	Rev. 0

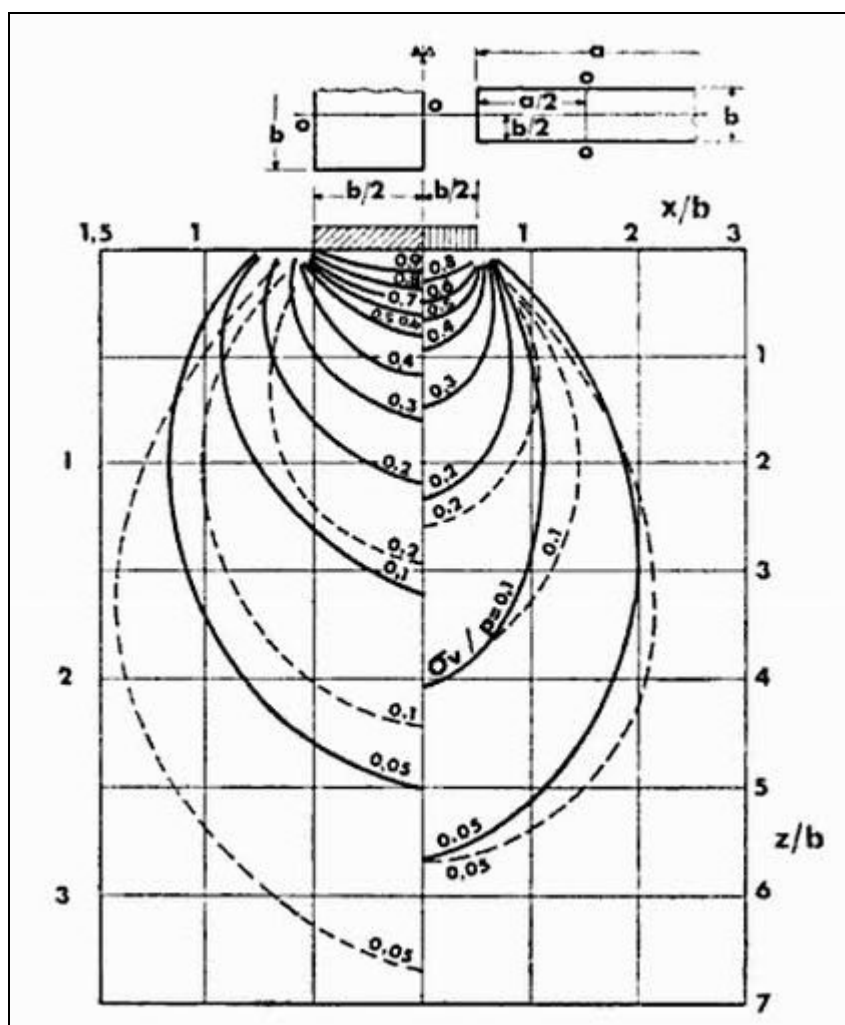


Fig. 3.1/A: andamento dell'isobare con la profondità secondo il metodo di Newmark a sinistra e Boussinesq a destra.

3.2. Prova di carico su piastra

La prova di carico su piastra eseguita secondo la normativa BU CNR 146/92 determina il modulo di deformazione M_d , che rappresenta una misura convenzionale della capacità portante dei terreni di sottofondo, degli strati di rilevato nonché degli strati non legati di fondazione e di base delle pavimentazioni. Esso viene determinato a mezzo di una prova di carico con piastra circolare ed è espresso in N/mm^2 dalla relazione:

$$M_d = (D_p / D_s) \times D$$

Dove:

- D_p = incremento di carico nell'intervallo di indagine ($1 N/mm^2$);
- D_s = deformazione intesa come abbassamento della piastra nell'intervallo D_p ;
- D è il diametro della piastra pari a 300 mm.

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari	RELAZIONE TECNICA	
			DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia	Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell’impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.5 di 8	Rev. 0

L'apparecchiatura di prova è composta da una piastra circolare in acciaio di diametro 300 mm, con sovrastante telaio con alloggio centrale per il comparatore centesimale per la misura dell'abbassamento.

Il sistema di carico è costituito da un martinetto idraulico a contrasto collegato ad una pompa idraulica e manometro digitale tarato.

Il sistema di contrasto è generalmente costituito da un mezzo di lavoro (camion, escavatore, ecc..) che con il suo peso costituisce la zavorra contro cui viene fissare il martinetto idraulico.

La procedura di prova è standardizzata secondo quanto prescritto dalle norme.

La prova consiste nell'effettuare due cicli di carico:

Primo ciclo

- per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato: incrementi di carico $0,05 \text{ N/mm}^2$ fino a raggiungere la pressione di $0,2 \text{ N/mm}^2$;
- per strati di fondazione e per strati di base: incrementi di carico di $0,1 \text{ N/mm}^2$ fino a raggiungere rispettivamente la pressione di $0,35$ e $0,45 \text{ N/mm}^2$.

Si effettuano le letture dei cedimenti ad ogni incremento di carico; letto il cedimento relativo al carico massimo si effettua lo scarico completo se interessa determinare solo il modulo M_d , mentre qualora occorra determinare anche il modulo M'_d , al fine di giudicare la qualità del costipamento, al termine del primo ciclo di carico, si effettua lo scarico fino alla pressione di $0,050 \text{ N/mm}^2$ e si rileva, dopo la stabilizzazione della deformazione il cedimento residuo. Partendo da queste condizioni, si inizia il secondo ciclo di carico, applicando gli incrementi di carico indicati in seguito.

Secondo ciclo

- per i terreni di sottofondo e per gli strati di rilevato: incrementi di carico $0,05 \text{ N/mm}^2$ fino a raggiungere la pressione di $0,15 \text{ N/mm}^2$;
- per strati di fondazione e per strati di base: incrementi di carico di $0,1 \text{ N/mm}^2$ fino a raggiungere rispettivamente la pressione di $0,25$ e $0,35 \text{ N/mm}^2$.

Il secondo ciclo è necessario per determinare il modulo $M'_d = (D_p' / D_s') \times D$, che consente di valutare, mediante il rapporto (M_d / M'_d) , il grado di costipamento dello strato in esame.

La documentazione relativa ai risultati ottenuti con la prova sarà riportata sotto forma di diagrammi aventi in ascisse le pressioni ed in ordinate i cedimenti.

I moduli di deformazione M_d ed M'_d corrispondenti rispettivamente al primo ed al secondo ciclo di carico, vengono determinati applicando le formule indicate in precedenza nelle quali

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari	RELAZIONE TECNICA	
			DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia	Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell’impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.6 di 8	Rev. 0

Dp e Dp' si fissano pari a 0,1 N/mm² e si scelgono normalmente i seguenti intervalli, al fine della determinazione dei corrispettivi Ds e Ds':

- per i terreni di sottofondo e strati di rilevato: Dp = Dp' compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm²;
- per strati di fondazione: Dp = Dp' compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm²;
- per strati di base: Dp = Dp' compreso tra 0,25 e 0,35 N/mm².

Il grado di costipamento valutato in base al rapporto Md/M'd (≤ 1), risulterà tanto più prossimo all'unità quanto migliore è la qualità del costipamento.

4. RISULTATI DELLA PROVA DI CARICO SU PIASTRA

La prova di carico eseguita su uno strato di ceneri dello spessore di 1m ha evidenziato sotto un carico di 5 kg/cm² un cedimento di 8,80 mm **Tab. 4/A** e **Tab. 4/B**.

Carico applicato N/mm ²	Lecture al comparatore mm	Cedimento mm
Ciclo di carico - scarico		
0,02	25,000	0
0,05	24,210	0,79
0,15	21,500	3,50
0,25	19,500	5,50
0,35	17,750	7,25
0,45	16,080	8,92
0,05	16,200	8,80

Fig. Tab. 4/A: misure di campo (carichi – cedimenti).

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari	RELAZIONE TECNICA	
			DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia	Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell'impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.7 di 8	Rev. 0

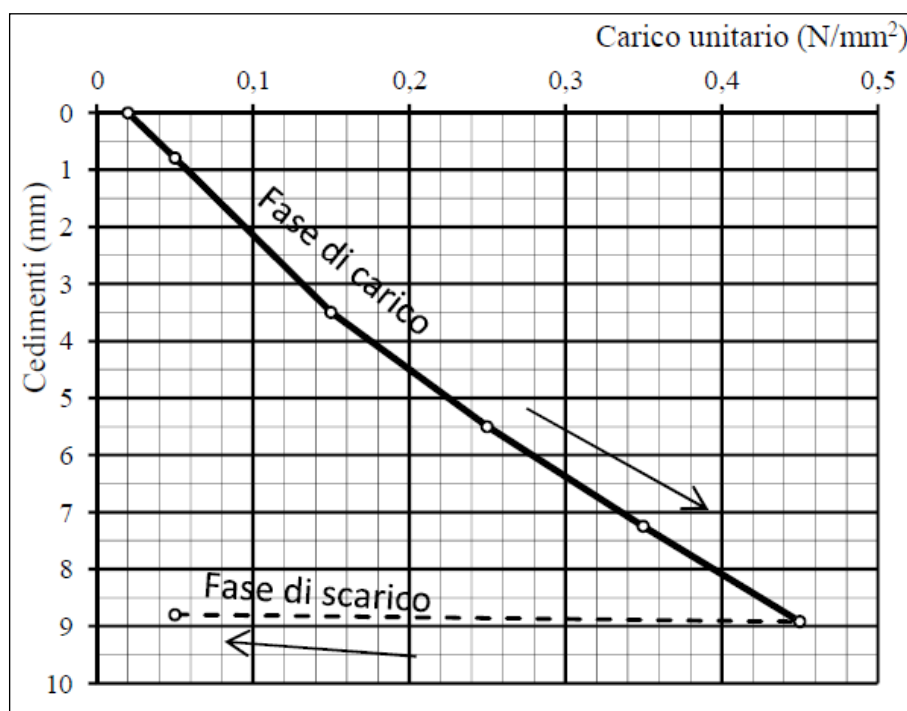


Fig. 4/b: grafico pressioni cedimenti per la prova.

Dall'elaborazione della prova si ottiene un modulo di deformazione Md nel range 0,25 – 0,35 kg pari a 17,5 Mpa **Tab. 4/C**.

Modulo di deformazione (Md)		
Intervallo di carico	Md	Md
<i>N/mm^q</i>	<i>N/mm^q</i>	<i>kg/cm^q</i>
Calcolo del modulo di deformazione		
a) Md, 0,05 - 0,15	11,1	113
b) Md, 0,15 - 0,25	15,0	153
c) Md, 0,25 - 0,35	17,1	175
a) Sottofondo e rilevato		
b) Fondazione		
c) Base		

Tab. 4/C: valori di Md nei vari range di carico

5. ANALISI DEI CARICHI PREVISTI

I carichi previsti sono rappresentati dal peso proprio delle ceneri abbancati oltre che dai mezzi d'opera deputati allo stendimento delle stesse:

- Per le ceneri si assume un peso specifico di 1,2 ton/mc corrispondente, per un metro di spessore a un carico di 0,12 kg/cm^q.

ECOSERDIANA SPA		Comune di Sordiana Città metropolitana di Cagliari	RELAZIONE TECNICA	
			DATA 27 NOVEMBRE 2025	
IL TECNICO Dott. Geol. M. Pilia	Risultati di una prova di carico su piastra eseguita su rifiuti speciali industriali rappresentati da ceneri, presso il modulo 8, dell’impianto di discarica di Sordiana, Loc. Su Siccesu.		Pg.8 di 8	Rev. 0

- Per il mezzo d'opera avente un peso di 22 ton, ripartito su due patini (4 X 0,50 m), si ha un carico di 0,55 kg/cm²

Complessivamente il carico esercitato dalle ceneri, per uno spessore di 1 m, e dal mezzo d'opera è di 0,67 kg/cm²

$$\text{Carico} = 0,12 + 0,55 = 0,67 \text{ kg/cm}^2$$

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La prova di carico ha consentito di verificare il comportamento geotecnico delle ceneri, per un abbancamento di 1 m, a seguito dell'applicazione di un sovraccarico massimo di 5 kg/cm². I risultati indicano, nel range 0,50 - 1,50 kg un modulo di deformazione Md di 113 kg/cm² con un cedimento di 3,50 mm.

Tale valore è compatibile con i valori minimi di Md previsto, sul piano di posa, per le opere stradali (Md ≥ 15 MPa)

Inoltre, considerato che la pressione esercitata dal carico tende ad esaurirsi con la profondità, **Fig. 3.1/A**, in un rilevato dello spessore di un metro il carico trasmesso alla base è pari al 10% del sovraccarico applicato.

$$\text{Pressione alla base} = 0,67 \times 0,10 = 0,067 \text{ kg/cm}^2$$

Per una maggiore sicurezza, ipotizzando uno strato di 2 m, si avrebbe alla base una pressione pari al 5 % del carico applicato.

$$\text{Pressione alla base} = 0,79 \times 0,05 = 0,040 \text{ kg/cm}^2$$

I risultati evidenziano che il transito dei mezzi d'opera su un riporto di 1 m di ceneri trasmettono una pressione alla base di 0,067 kg/cm² valore per il quale si possono escludere fenomeni deformativi all'abbancamento di rifiuti sottostante.

Cagliari, 27 novembre 2025

Il Tecnico

Dott. Geol. Marco Pilia



DOCUMENTO DI PROVA

Rif. laboratorio : 16951/25

COMMITTENTE : **Ecoserdiana S.p.A.**Località: **Discarica Ecoserdiana**

Data della prova : 19-nov-25

Modulo: **8**Struttura: **Campo prove ceneri loc. "Su Sicesu" - Sordiana****PROVA DI CARICO SU PIASTRA**DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE
C.N.R. B.U. - (Norme tecniche) - n°146 (1992) - Procedura **a****Rilevazioni di campo**

Carico applicato	Lecture al comparatore	Cedimento
N/mm ²	mm	mm

Ciclo di carico - scarico

0,02	25,000	0
0,05	24,210	0,79
0,15	21,500	3,50
0,25	19,500	5,50
0,35	17,750	7,25
0,45	16,080	8,92
0,05	16,200	8,80

Modulo di deformazione (Md)

Intervallo di carico	Md	Md
N/mm ²	N/mm ²	kg/cm ²

Calcolo del modulo di deformazione

a) Md, 0,05 - 0,15	11,1	113
b) Md, 0,15 - 0,25	15,0	153
c) Md, 0,25 - 0,35	17,1	175

a) Sottofondo e rilevato

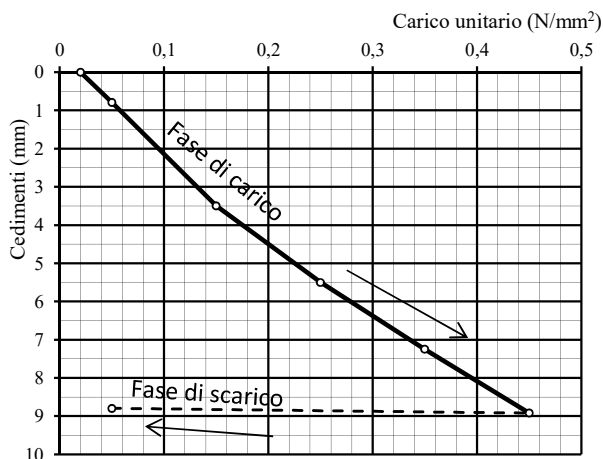
b) Fondazione

c) Base

Modulo di deformazione- $Md = (Dp/Ds) \times D$ Dp = differenza di carico (N/mm²)

Ds = cedimento relativo (mm)

D = diametro della piastra

Diametro piastra : **300** mm
Precarico : **0,02** N/mm²**GRAFICO PRESSIONE-CEDIMENTI**

Nota : Il passaggio al gradino di carico successivo è stato effettuato ad assestamento avvenuto (lettura al comparatore <0,02 mm/min)

Data emissione documento: 19/11/25

Il tecnico responsabile

