

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale



Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio

Abstract

Analisi delle condizioni statiche di una discarica di
rifiuti solidi e interventi di stabilizzazione

Relatore:

Prof. Ing. Gianfranco Urciuoli

Studente:

Angela Rea M67/169

Correlatore:

Dott.ssa Ing. Marianna Pirone

Anno Accademico 2014-2015

Abstract

Uno degli aspetti strategici per lo sviluppo sostenibile dei grandi agglomerati urbani è senza dubbio la gestione dei rifiuti solidi.

Per far fronte alle necessità di smaltimento, la discarica rappresenta ancora la soluzione più rapida e meno costosa rispetto alle altre tecniche di smaltimento.

Il progetto di una discarica controllata coinvolge una serie di verifiche geotecniche, pertanto è necessaria la caratterizzazione meccanica dei Rifiuti Solidi Urbani.

Tale caratterizzazione è piuttosto complicata, le problematiche sono legate a:

- eterogeneità dei rifiuti solidi urbani;
- difficoltà nell'ottenere campioni che siano rappresentativi delle condizioni in sito;
- assenza di procedure unificate di campionamento e di prove che richiedono un elevato livello di preparazione e di addestramento del personale addetto alle indagini;
- variabilità delle proprietà dei rifiuti con il tempo.

A tal proposito, il presente elaborato di tesi descrive le verifiche di stabilità relative alla discarica esistente presso il comune di Savignano Irpino.

A valle delle nozioni presenti in letteratura sulla caratterizzazione geotecnica del rifiuto (Cap. 1) e sulle norme per la realizzazione di una discarica controllata (Cap.2), è riportata una descrizione della discarica di Savignano Irpino, oggetto delle presenti tesi (Cap.3). Nel capitolo 4 e 5 sono mostrati i risultati dell'analisi di stabilità del sito condotte, rispettivamente, con il software Geoslope basato sui metodi dell'equilibrio limite e con il software FEM Plaxis 2 D. In particolare, il confronto dei risultati ottenuti con i due differenti software è stato ampiamente discusso.

Verifiche dei cedimenti del piano campagna per la deposizione del rifiuto e verifiche per le prestazioni dello strato di impermeabilizzazione in esercizio sono state condotte con il software Plaxis 2D ed i risultati sono riportati nel Cap. 6.

1. CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI

Il rifiuto è un mezzo poroso polifasico costituito da fasi solida, liquida e gassosa, in proporzioni variabili.

La **fase solida** può essere separata schematicamente in tre componenti:

- materia inerte;
- materia deformabile;
- materia decomponibile.

La **fase liquida** è composta dai residui liquidi provenienti dalla decomposizione dei rifiuti organici e dall'acqua di percolazione proveniente dalle precipitazioni.

La **fase gassosa** è composta d'aria e da gas essenzialmente organico o azotato, prodotto dalla decomposizione della sostanza organica.

Così come i terreni, i RSU necessitano di una caratterizzazione dal punto di vista fisico e meccanico, risultato di una procedura abbastanza complessa. Nel caso in esame si è voluto riproporre i parametri di progetto per operare un confronto con le prestazioni a cui la discarica era destinata.

I parametri utilizzati per modellare il rifiuto nelle analisi successive sono:

RIFIUTO:	Peso dell'unità di volume (γ)	= 11 kN/m³
	Coesione drenata (c')	= 5 kPa
	Angolo di attrito (ϕ')	= 27°

2. LA DISCARICA DI SAVIGNANO IRPINO (AV). LOCALITÀ PUSTARZA

La Normativa Italiana fornisce i requisiti minimi richiesti per il sistema di contenimento di base per le discariche di rifiuti non pericolosi e pericolosi e per il sistema di copertura previsto al duplice scopo di proteggere la massa di rifiuto dall'erosione e dall'aggressione degli agenti esterni.



Fig. 1 – Pianta della discarica

Il sito è localizzato a Sud-Est del centro urbano di Savignano Irpino (AV) lungo il tracciato della ex S.S.91 bis, all'incrocio con la strada comunale Frascine-Casella Vecchia Pustarza, si sviluppa tra le quote 702,40 m e 695,70 m.s.l.m. e confina con un'area in passato utilizzata dal Comune di Savignano Irpino come discarica. Il progetto esecutivo prevedeva la realizzazione di 4 lotti per lo stoccaggio dei rifiuti, unitamente ad un lotto aggiuntivo (V lotto) di collegamento tra il I ed il II lotto.

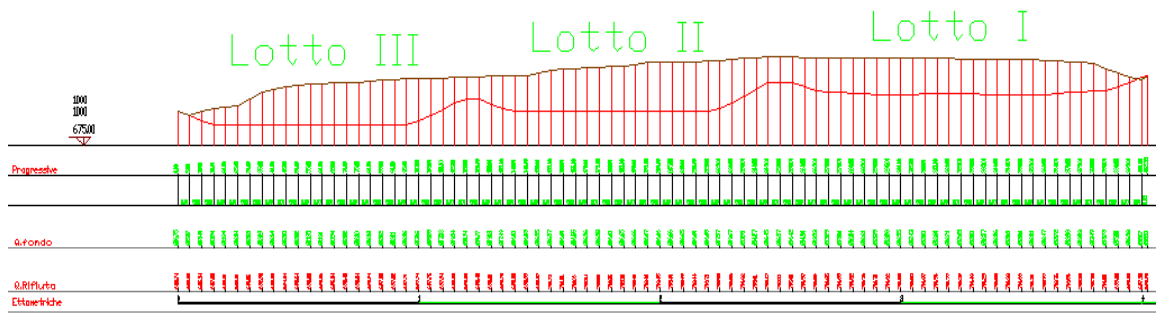


Fig. 2 – Sezione della discarica

3. VERIFICHE DI STABILITÀ

Le analisi di stabilità sono state condotte su alcune sezioni trasversali e longitudinali della discarica, in cui durante il periodo dell'emergenza rifiuti, come in molti altri siti campani, sono stati abbancati rifiuti oltre le quote di progetto.

Lo studio è stato svolto con l'ausilio di due software:

- Slope/W, basato sui metodi dell'equilibrio limite globale;
- Plaxis 2D, basato sui FEM, metodi agli elementi finiti.

A valle della caratterizzazione simica del sito, sono stati caratterizzati i seguenti materiali:

1. *Le interfacce;*
2. *Il capping;*
3. *Il substrato argilloso.*

I parametri adottati sono riportati di seguito:

ARGILLA:

Peso dell'unità di volume (γ)	= 19 kN/m ³
Coesione drenata (c')	= 0 kPa
Angolo di attrito (ϕ')	= 24°

IMPERMEABILIZZAZIONE:

Peso dell'unità di volume (γ)	= 19 kN/m ³
Coesione drenata (c')	= 0 kPa
Angolo di attrito (ϕ')	= 16°

CAPPING:

Peso dell'unità di volume (γ)	= 20 kN/m ³
Coesione drenata (c')	= 0 kPa
Angolo di attrito (ϕ')	= 30°

Software di supporto: SLOPE/W

Le prime analisi di stabilità sono state condotte con i metodi dell'equilibrio limite globale; esse hanno consentito la valutazione della stabilità globale delle scarpate, attraverso la ricerca della superficie di scorrimento cui compete il coefficiente di sicurezza globale minimo.

In riferimento alle "Norme tecniche per le costruzioni " D.M. 14 Gennaio 2008, e, nello specifico, al paragrafo 6.8.2, per i fronti di scavo, “deve risultare rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, verificando che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici. Le verifiche devono essere effettuate secondo la combinazione A2+M2+R2.

Il coefficiente di sicurezza globale $\gamma_R \geq 1.1$, è un valore che garantisce un ampio margine di sicurezza rispetto alla condizione di rottura del pendio, considerati che esso è applicato in aggiunta ai coefficienti parziali sui parametri $\gamma_c=1.25$ e $\gamma_\phi=1.25$.

Le analisi di stabilità sono state condotte lungo alcune sezioni trasversali e longitudinali in riferimento al rilievo topografico fornito dalla società Irpinia Ambiente. In particolare sono state scelte le sezioni in cui la pendenza di almeno di uno dei fianchi laterali della discarica risultava maggiore di 16° ; il coefficiente di sicurezza è stato calcolato mediante il metodo all'equilibrio limite di Morgenstern & Price. Le superfici di scorrimento si collocano o all'interno della massa di rifiuto o all'interfaccia rifiuto/impermeabilizzazione.

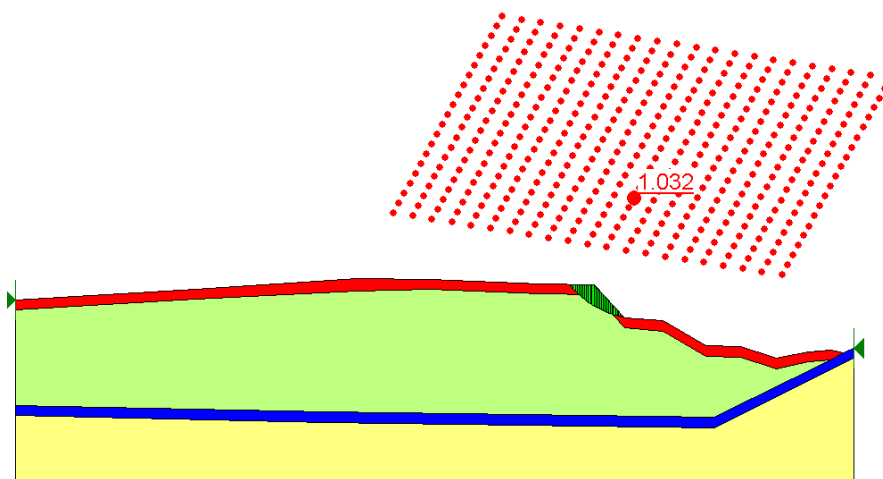


Fig. 3 – Sezione 7- Analisi Sismica con metodo pseudo statico

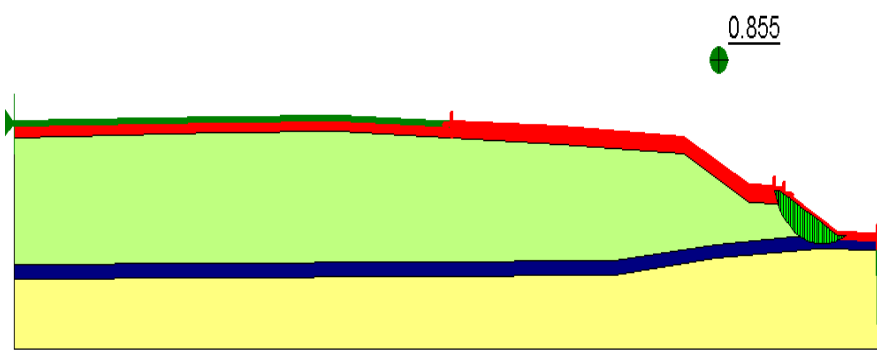


Fig. 4 – Sezione 52 - Analisi Sismica con metodo pseudo statico

Software di supporto: PLAXIS 2D

Le stesse sezioni sono state esaminate con PLAXIS 2D, codice di calcolo agli elementi finiti.

PLAXIS ha permesso di analizzare, non solo le condizioni di rottura per verificare se i risultati fossero compatibili con quelli ottenuti mediante SLOPE/W, ma anche le condizioni di esercizio.

In relazione alle analisi, sono stati ricavati risultati in accordo con ciò che era stato ottenuto mediante SLOPE/W, sia in termini di FS che in termini di collocazione della superficie critica.

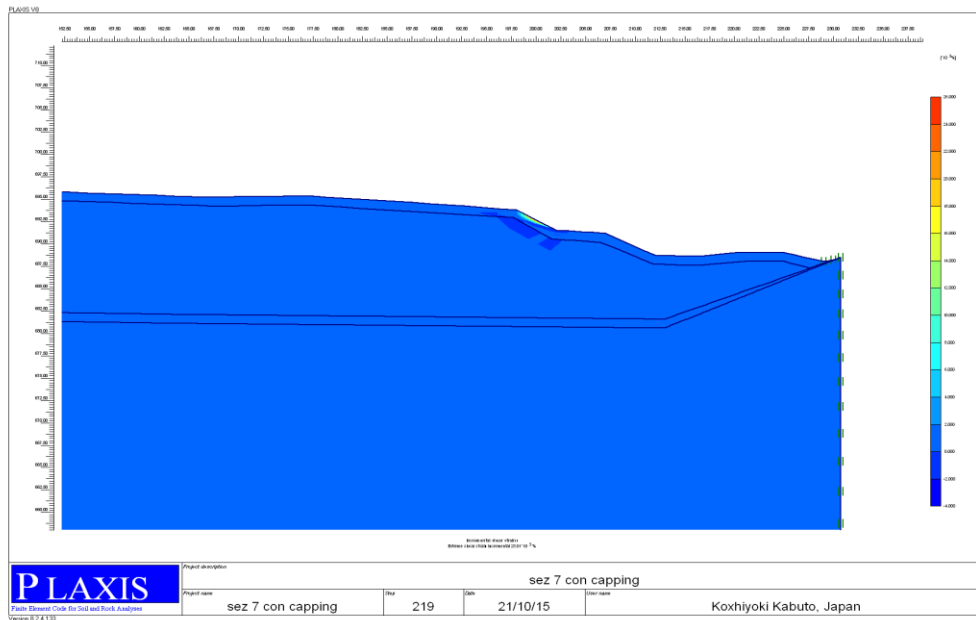


Fig. 5 - Vasca III -Sezione 7, FS=1.066

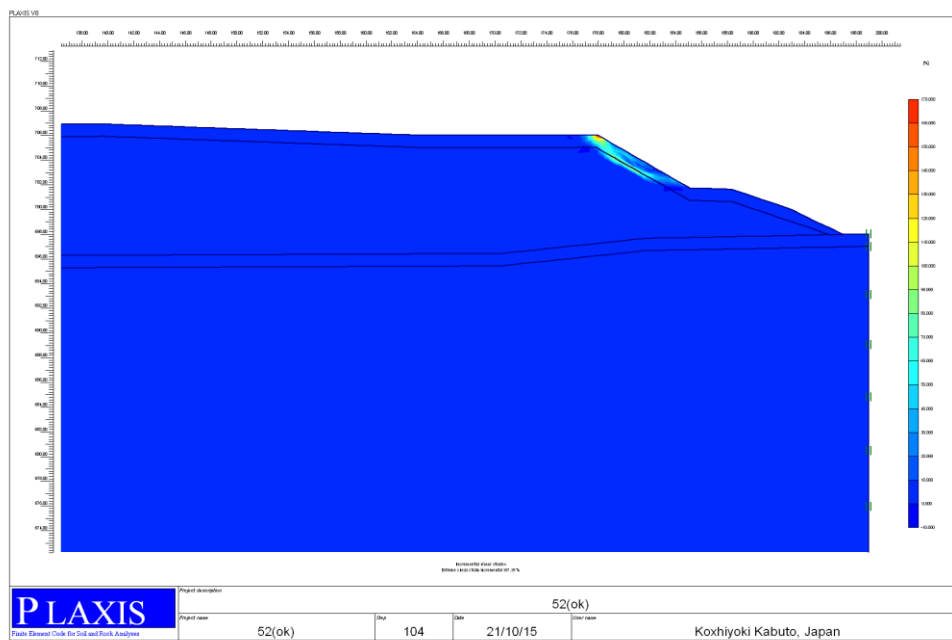


Fig. 6 – Vasca II-Sezione 52, FS=0.991

Riguardo le condizioni di esercizio, qui si riporta il profilo dei cedimenti ottenuti lungo la verticale centrale della sezione 52, per la quale sono state riscontrate, in termini di stabilità, le condizioni più gravose.

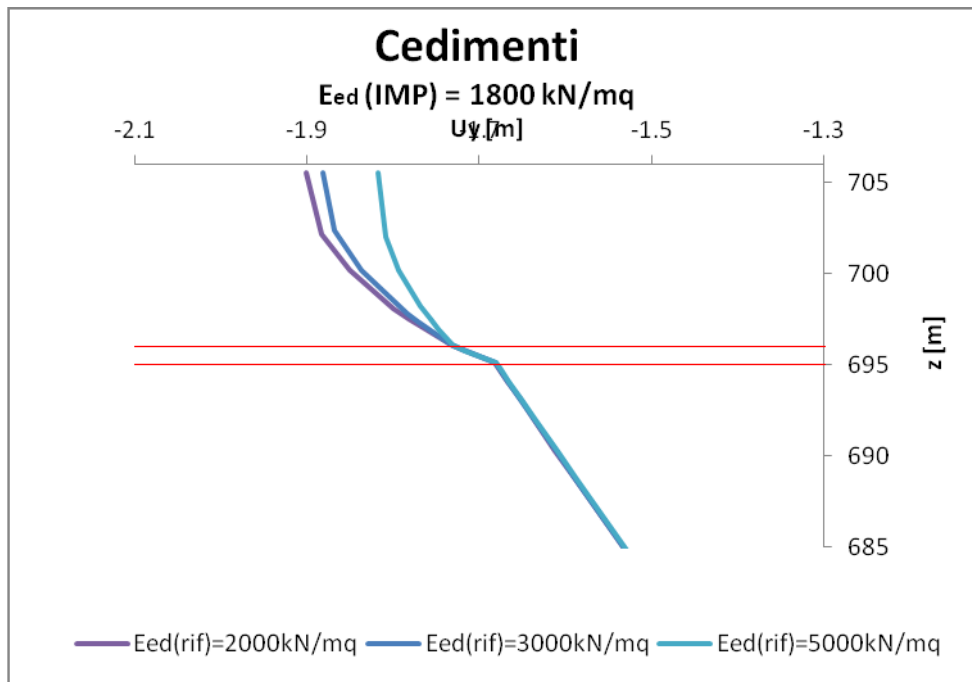


Fig. 7 – Cedimenti E_{ed}

La configurazione più convincente è quella per cui $E_{ed}=2000$ kN/mq per il rifiuto e $E_{ed}=8000$ kN/mq per l'argilla. Tali valori sono stati ricavati dalla relazione di progetto.

Lo strato di impermeabilizzazione al fondo è stato schematizzato come una geogriglia a cui è sono stati associati un valore di rigidezza assiale, EA e un valore della massima resistenza a trazione, N_p , tipico del pacchetto di impermeabilizzazione. È stata dunque condotta la verifica a trazione della geogriglia.

Di seguito si riportano le sollecitazioni assiali agenti della geogriglia:

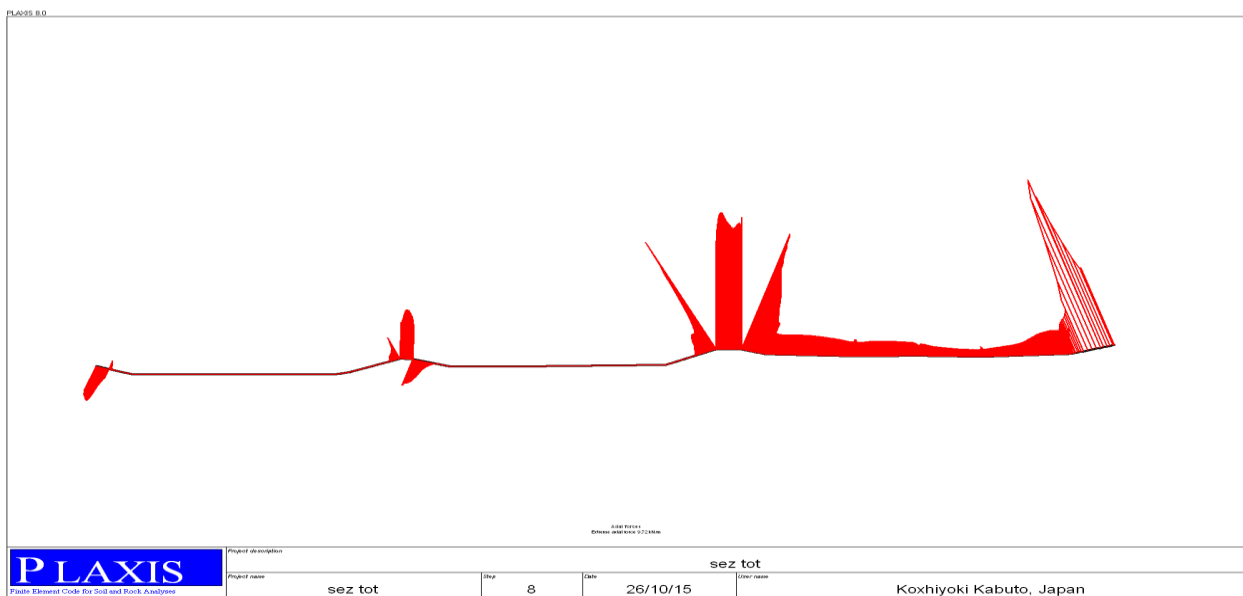


Fig. 8 – Sollecitazioni assiali nella geogriglia

4. CONCLUSIONI

E' possibile affermare che:

- Nel campo della Geotecnica Ambientale, l'indagine sul comportamento meccanico dei rifiuti ha ampio margine di miglioramento, ampliando le conoscenze a riguardo tramite prove in situ e in laboratorio, al fine di costruire un valido modello di supporto alle analisi similari tipo quelle condotte per il presente elaborato di tesi;
- L'utilizzo dei due software, Slope/W e Plaxis 2D, l'uno basato sui metodi dell'equilibrio limite, l'altro sulle equazioni del continuo deformabile, ha permesso di comparare i risultati ottenuti dalle verifiche di stabilità ed è possibile asserire che:
 1. I risultati in termini di stabilità sono del tutto confrontabili, sia in termini di coefficiente di sicurezza che di posizione della superficie di scorrimento. In particolare i coefficienti di sicurezza ottenuti con Slope/W risultano minori, consentendo un'analisi a vantaggio di sicurezza con un minor carico computazionale;
 2. Tuttavia, per l'analisi in condizioni di esercizio, verifica dei cedimenti e delle prestazioni dello strato di impermeabilizzazione, è necessario utilizzare il metodo più sofisticato agli elementi finiti.
- La carenza di informazioni circa il modulo di deformabilità delle componenti di impermeabilizzazione (di superficie e del fondo) nonché del rifiuto, ha reso necessarie delle analisi parametriche dalle quali è risultato che la variazione di tale grandezza non incide né sulla variazione del coefficiente di sicurezza né sulla collocazione della superficie di scorrimento; ovviamente esso incide sui cedimenti e sulle condizioni di esercizio del sito.