Parte II

RELAZIONE GEOTECNICA

Il Tecnico incaricato

0. PREMESSA

Su incarico della ditta Roma S.r.l. con sede in Genova, Via Fieschi 25/3, è stata redatta la presente relazione Geotecnica, con lo scopo di verificare la stabilità della sistemazione finale e del completamento del pendio, costituente la discarica di rifiuti inerti ubicata in località Calcinara, nel Comune di Uscio (GE).

Il progetto di sistemazione finale, da realizzare una volta ultimata la sistemazione al piede (denominata in tal sede come ***fase 1***) col raggiungimento della quota altimetrica 416,90 m slm, prevede un completamento con estensione verso est dell'area di discarica, da realizzarsi in due distinte fasi: la prima fase, denominata ***fase due***, prevede la sistemazione fino al raggiungimento della quota 453,15 m slm; la seconda fase, denominata ***fase tre***, prevede la sistemazione fino alla quota finale 485,70 m slm.

Con la presente relazione si vuole verificare per via analitica:

- la stabilità globale del pendio nella configurazione di progetto di stabilizzazione della sistemazione finale della discarica nelle distinte fasi del completamento;
- la stabilità locale delle singole opere di sostegno a gravità che costituiranno le gradonature previste dal progetto.

I suddetti calcoli di stabilità sono stati condotti sulla base dei disegni di progetto allegati, a firma del Geom. Cuneo Agostino, e della relazione geologica a firma del Dott. Geol. Giacomo Canepa.

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti N. 617 del 2/02/2009: "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere con connotazione geotecnica previste dal progetto di sistemazione finale del rilevato costituente la discarica di rifiuti inerti, sono nel seguito sintetizzate:

- realizzazione, come per la sistemazione al piede della discarica, di gradonature in massi di ardesia aventi altezza di circa 4,0 m, larghezza basamento di circa 4,0 ml e larghezza testa muro di circa 3,0 m;
- l'adozione di un'inclinazione media del pendio finale pari a circa 20°, in modo da non aumentare il carico sul pendio autorizzato e di conseguenza le forze mobilitanti;
- inserimento di uno strato di geotessile fibrorinforzato ad alte prestazioni meccaniche, all'inizio delle fasi di completamento 2 e 3, avente la finalità rinforzare la base di ogni fase;
- realizzazione, al fine di rendere il pendio stabile nella sua globalità, di un'efficace rete drenante per la captazione delle acque interessanti il corpo del rilevato, in corrispondenza dell'inizio di ogni fase, in modo che lo stesso non sia interessato da fluttuazioni di falda ciclici, favorendone lo sgravio dal peso aggiuntivo dell'acqua di falda.

3. PARAMETRI GEOTECNICI

La verifica di stabilità della sezione H–H, riportata negli allegati posti in appendice, considera, alla base dei calcoli, i ***parametri geotecnici caratteristici*** dedotti dalla relazione a firma del Dott. Geol. Giacomo Canepa, che vengono nel seguito riportati:

MATERIALE DI DISCARICA:

Peso specifico terreno:	1837 daN/m^3
Angolo di attrito interno:	29,60°
Coesione:	3,83 kN/m^2

TERRENO NATURALE:

Peso specifico terreno:	1695 daN/m^3
Angolo di attrito interno:	26,51°
Coesione:	0,00 kN/m^2

SUBSTRATO ROCCIOSO:

Peso specifico terreno:	2402 daN/m^3
Angolo di attrito interno:	33,31°
Coesione:	43,52 kN/m^2

Ulteriore accorgimento che si adotta in fase di verifica, a favore della sicurezza, è quello di non considerare la coesione del MATERIALE DI DISCARICA, riscontrata durante le prospezioni geologiche.

Le indagini hanno inoltre evidenziato che la falda subisce variazioni di falda dovute agli eventi atmosferici stagionali, pertanto, in fase dei verifica, si considera un aumento ragionevole dell'altezza di falda nelle fasi di completamento della discarica, ovvero nella **FASE 2** intermedia e nella **FASE 3** di sistemazione finale.

Tale aumento di falda, desunto dalle letture piezometriche contenute nella relazione geologica, si assume a favore di sicurezza pari a **ΔH = 2,00 m**.

4. METODI DI CALCOLO

4.1 STABILITA' GLOBALE

La verifica di stabilità è stata condotta utilizzando il metodo iterativo di Janbu, in modo da poter considerare la presenza di più strati di terreno aventi caratteristiche meccaniche diverse fra loro, la presenza di falda acquifera e soprattutto l'inserimento dei rinforzi considerati nella descrizione delle opere.

L'andamento dei diversi strati del terreno e della falda freatica ipotizzati in sede di calcolo di stabilità è stato definito

in sede di modellazione geologica e contenuto nella relazione geologica a firma del Dott. Geologo Giacomo Canepa.

Come già detto nel capitolo precedente, si considera un aumento ragionevole del livello della falda freatica nel passaggio dalla fase di completamento della sistemazione iniziale (**FASE 1**) alla fase intermedia (**FASE 2**) e quindi alla fase di completamento definitivo (**FASE 3**).

Tale aumento, ipotizzabile durante le stagioni maggiormente piovose, può essere dedotto dalle indagini geognostiche ed assunto, a favore della sicurezza, pari a **ΔH = 2,00 m**.

La variazione della falda freatica verrà assunta, nei calcoli di verifica, per la **FASE 2** e la **FASE 3**.

La verifica tiene conto delle **forze sismiche**, considerando che le opere ricadono in Comune di Uscio, classificato dalla D.G.R. 1362/2010, come **Zona 3**.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si è assunta la seguente categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione: *"C – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 <cu<250 kPa)".*

Per l'analisi numerica dei dati di progetto è stato utilizzato il software SLOPE della GEOSTRU SOFTWARE ed i risultati delle analisi sono contenuti negli ***Allegati C, D*** e ***E***, riportanti rispettivamente le verifiche per lo stato iniziale e le due diverse fasi di avanzamento della sistemazione finale del pendio in esame.

Nell'analisi di stabilità del pendio i parametri geotecnici verranno adeguatamente fattorizzati con i coefficienti parziali specificati nella tabella 6.2.II delle Norme Tecniche per le

Costruzioni. La verifica di stabilità verrà effettua considerando l'approccio 1, con la combinazione 2 (A2+M2+R2).

Nel dettaglio si effettueranno le verifiche di stabilità su superfici di tipo circolare, utilizzando una maglia di centri sufficientemente estesa per raggio variabile, e su tre superfici generiche di forma qualsiasi, corrispondenti a:

- Linea separatrice dello stato preesistente con lo strato del nuovo materiale oggetto di deposito;
- Linea separatrice dello strato di coltre naturale e lo strato di materiale depositato e da depositare;
- Linea di individuazione del substrato roccioso.

Si rimanda agli allegati in appendice per una dettagliata presa visione delle verifiche geotecniche effettuate per le varie fasi di avanzamento.

4.2 STABILITA' LOCALE

Le singole opere di sostegno sono state verificate secondo le prescrizioni della normativa vigente nei confronti del ribaltamento, dello slittamento e dello schiacciamento del terreno sottostante la fondazione.

Il carico agente perpendicolarmente al piano medio del muro è la spinta delle terre.

Nel calcolo si è tenuto conto delle spinte aggiuntive dovute al sisma. Tali spinte sono state valutate secondo la metodologia proposta dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", considerando le opere ricadenti in zona 3, in conformità con la D.G.R. 1362/2010.

I calcoli di stabilità sono stati effettuati con il software IS MURI della CDM DOLMEN ed IS OMNIA versione 12, e sono contenuti nell'***Allegato F*** alla presente relazione.

5. CONCLUSIONI

Sulla base della configurazione di progetto deducibile dagli elaborati grafici e sulla scorta dei dati geologici dedotti dalla relazione del Dott. Geol. Giacomo Canepa, è stata eseguita la verifica di stabilità delle sezioni di progetto, nelle tre fasi considerate, che ha fornito, per le varie superfici analizzate, valori del coefficiente di sicurezza non inferiori a FS=1.1, per le varie fasi di avanzamento del deposito del materiale come indicato dalla normativa tecnica vigente, riscontrando la presenza di una superficie circolare con coefficiente Fs=1,08 individuabile nella fase 1 per il pendio già esistente (comunque non inferiori ad 1,0).

Quest'ultima condizione verrà comunque stabilizzata ulteriormente con il completamento della fase 2.

Resterà cura ed onere del direttori dei lavori verificare che il profilo del pendio assuma la configurazione progettata ed adottata nei calcoli di stabilità.

Tanto lo scrivente riferisce ad evasione dell'incarico ricevuto.

Lì

Il tecnico incaricato:

Allegati:

- ***ALLEGATO A***

  Parametri sismici del sito in esame.
  Parametri geotecnici estrapolati dalla Relazione Geologica.
  Sezione stratigrafica del pendio.

- ***ALLEGATO B***

  Descrizione del Software utilizzato
  per le verifiche di Stabilità globale

- ***ALLEGATO C***

  Verifiche di stabilità globale FASE 1:
  sistemazione al piede discarica.

- ***ALLEGATO D***

  Verifiche di stabilità globale FASE 2:
  completamento di prima fase.

- ***ALLEGATO E***

  Verifiche di stabilità globale FASE 3:
  completamento finale.

- ***ALLEGATO F***

  Verifiche di stabilità locale delle
  opere di sostegno a gravità.

ALLEGATO A: *Parametri sismici del sito in esame.*

Parametri geotecnici estrapolati dalla Relazione Geologica.

Sezione stratigrafica del pendio.

ALLEGATO B: *Descrizione del Software utilizzato*
per le verifiche di Stabilità globale

ALLEGATO C: *Verifiche di stabilità globale FASE 1: sistemazione al piede della discarica*

ALLEGATO D: *Verifiche di stabilità globale FASE 2: completamento di prima fase*

ALLEGATO E: *Verifiche di stabilità globale FASE 3: completamento finale*

ALLEGATO F: *Verifiche di stabilità locale delle opere di sostegno a gravità.*