

## **Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere giugno 2010**

### **Ingegneria per l'ambiente e il territorio Indirizzo Difesa del Suolo**

#### **Sistemazione di un alveo montano con correzione della pendenza**

Un corso d'acqua montano sottende un bacino con le seguenti caratteristiche:

superficie: 1.2 km<sup>2</sup> pendenza media: 0.05      lunghezza dell'asta principale: 1.3 km

La curva di possibilità pluviometrica della zona è data dall'espressione:

$$h = h_1 t^{0.31-0.005 u} \quad , \quad \text{con} \quad \log(h_1) = 1.284 + 0.176 u$$

ove si è indicato con  $h$  l'altezza di pioggia in mm, con  $t$  la durata in ore, mentre  $u$  rappresenta il frattile della distribuzione normale corrispondente alla probabilità degli eventi a cui la curva si riferisce.

La sezione dell'alveo è assimilabile ad una sezione trapezia larga 2.50 m sul fondo e con pendenza delle pareti laterali pari a 0.4 (2.5 m di base per ogni metro di altezza).

L'alveo presenta una pendenza longitudinale pari al 4.2% ed occorre provvedere ad una correzione della pendenza del fondo per portarlo alla pendenza del 2.4%.

Si dimensioni, verifichi e disegni una briglia-tipo e si definisca lo schema della sistemazione indicando la distanza tra una briglia e l'altra.

# Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere giugno 2010

## Ingegneria per l'ambiente e il territorio Indirizzo Difesa del Suolo

### Dimensionamento di un canale di gronda a protezione di un centro abitato dalle piene di tre corsi d'acqua

Sono noti:

Le caratteristiche dei tre bacini scolanti:

bacino A)

superficie: 7.5 km<sup>2</sup> pendenza media: 0.06      lunghezza dell'asta principale: 6.2 km

bacino B)

superficie: 3.7 km<sup>2</sup> pendenza media: 0.07      lunghezza dell'asta principale: 2.5 km

bacino C)

superficie: 12 km<sup>2</sup> pendenza media: 0.04      lunghezza dell'asta principale: 7.0 km

La curva di possibilità pluviometrica della zona, che è data dall'espressione:

$$h = h_1 t^{0.31-0.005 u}, \text{ con } \log(h_1) = 1.284 + 0.176 u$$

ove si è indicato con  $h$  l'altezza di pioggia in mm, con  $t$  la durata in ore, mentre  $u$  rappresenta il frattile della distribuzione normale corrispondente alla probabilità degli eventi a cui la curva si riferisce.

Le caratteristiche del tracciato su cui dovrà essere realizzato il canale:

tratto A-B) (dalla parte iniziale del canale, punto di innesto del bacino A, al punto di immissione del bacino B)

lunghezza: 1300 m      pendenza del terreno: 0.6%

tratto B-C) (idem)

lunghezza: 1000 m      pendenza del terreno: 1.1%

tratto C-mare)

lunghezza: 3500 m      pendenza del terreno: 1.2%

Si richiede il calcolo della portata di piena dei 3 bacini ed il dimensionamento di massima dei tre rami del canale, il disegno delle sezioni, con l'indicazione dei materiali, il tracciamento schematico del profilo, con l'indicazione della quota del terreno, del fondo del canale e del livello idrico all'interno.

Il candidato assuma liberamente tutti gli altri dati necessari allo svolgimento del tema.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI  
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**ANNO 2010 – I SESSIONE**

**I PROVA SCRITTA - INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE - SEZ. A**

Il candidato evidenzia i più importanti fattori di impatto sul territorio derivanti dalla realizzazione di un'opera di ingegneria civile o ambientale a sua scelta e individui gli interventi da adottare per prevenirne e minimizzarne gli effetti in fase di realizzazione e/o di gestione dell'opera.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI  
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**ANNO 2010 – I SESSIONE**

**II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA AMBIENTALE - SEZ. A**

Traccia 1

Il candidato rediga una relazione progettuale di un' opera di ingegneria per l' ambiente e il territorio, a sua scelta, nella quale siano illustrati i criteri di progettazione da adottarsi, le normative di riferimento e gli eventuali collaudi previsti.

Traccia 2

Il candidato definisca l'approccio che riterrebbe opportuno seguire se dovesse impostare una parte dell'analisi ambientale e/o delle proposte di piano all'interno di uno dei seguenti strumenti di pianificazione ambientale:

- 1) piano di gestione dei rifiuti;
- 2) piano di tutela delle acque;
- 3) piano di gestione del distretto idrografico;
- 4) piano di assetto idrogeologico;
- 5) piano paesaggistico regionale;
- 6) piano regionale delle attività estrattive.

Il candidato è tenuto a discutere l'approccio proposto attraverso esempi riferiti al territorio regionale della Sardegna.

# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE A

PRIMA SESSIONE 2010

## TERZA PROVA SCRITTA

### INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO - INDIRIZZO GEOINGEGNERIA

Si deve realizzare una galleria con sezione assimilabile ad una semicirconferenza di diametro 5 metri sovrapposta ad un rettangolo di altezza 1,5 metri. Lo scavo si sviluppa per 2,5 km, a profondità massima di 100 metri, in un granito di caratteristiche geomeccaniche variabili dalla IV alla II classe di Bieniawski. Nella prima parte del tracciato, dopo circa 50 metri dall'imbocco, si incontrano le masse rocciose di classe III per circa 800 metri, quelle di classe IV per 500 metri, quelle di classe II per 600 metri e ancora quelle di classe IV fino al termine del tracciato. Il candidato proponga il metodo di scavo da adottarsi per gli imbocchi e per la galleria corrente; in riferimento ai diversi tratti di galleria, descriva il ciclo di lavoro e ne stimi i tempi, dimensioni i principali sostegni e proponga una stima del tempo necessario per lo scavo della galleria.

Terza prova scritta - Sez. A  
Insi. 2'220 Difesa del Suolo

**Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere**  
**giugno 2010**

**1° tema: Eliminazione della pericolosità idraulica di un corso d'acqua**

Sono noti:

Le caratteristiche del corso d'acqua:

- lunghezza 3'000 m
- quota del fondo a monte: 120 m s.l.m.
- quota del fondo a valle: 100 m s.l.m.
- portata di progetto: 800 mc/s
- dimensione attuale: forma trapezia con larghezza pari a 12 m, altezza 2.5 m e pendenza delle sponde pari a 2/1 (2 di base e 1 di altezza)

Si richiede il dimensionamento di massima della sistemazione idraulica del corso d'acqua nelle ipotesi di:

- inalveamento;
- arginatura con larghezza massima della golenia pari a 40 m;
- diversione (canale parallelo con ripartizione della portata tra i due corsi d'acqua esistente e nuovo)

Il candidato assuma liberamente tutti gli altri dati necessari allo svolgimento del tema.

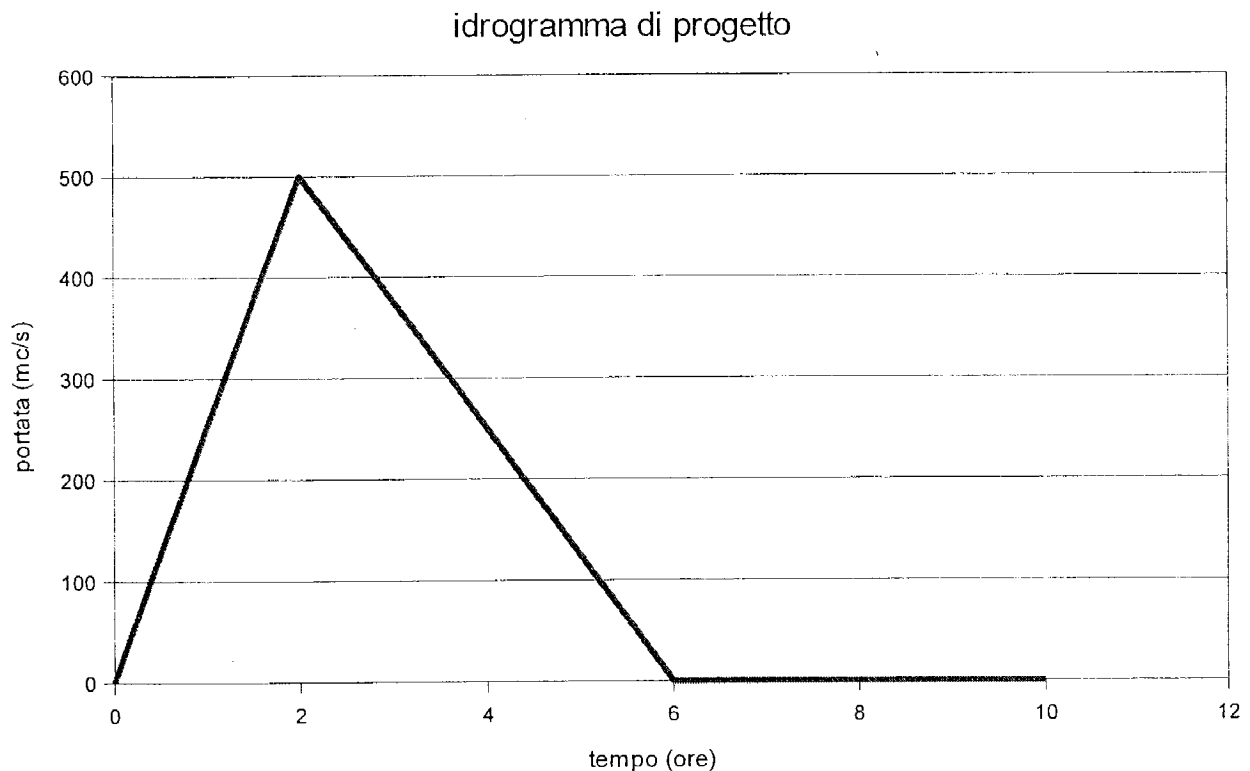
*Terra firma scritta - Sez. A*  
*Indirizzo Difesa del suolo*

**Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere**  
**giugno 2010**

**2° tema: Dimensionamento di un invaso di laminazione**

Sono noti:

- l'idrogramma di progetto per un tempo di ritorno di 200 anni:



- la portata massima da non superare a valle dell'invaso, pari a 100 mc/s
- la curva di invaso, data dalla seguente espressione:  
$$V = 4'000'000 * (H/20)^3$$
  
con V espresso in mc e H in m

Si richiede:

- la dimensione da assegnare all'invaso, ovvero la quota di massima ritenuta;
- la dimensione dello scarico di fondo, ovvero l'area A della sua sezione.

Sarà cura del candidato stabilire gli altri elementi progettuali necessari alla completa definizione del problema.

**PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**PRIMA SESSIONE 2010**

**INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO  
LAUREA SPECIALISTICA - SESSIONE A**

**INDIRIZZO AMBIENTE**

**PROVA PRATICA**

Un bacino di utenza di 400.000 abitanti deve essere dotato di discarica controllata di servizio per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani da ubicarsi nel sito riportato in planimetria allegata (scala 1:2000). Lo smaltimento riguarda la frazione dei rifiuti urbani residuale a valle di raccolta differenziata. Il candidato ipotizzi che tale frazione, sulla base delle caratteristiche qualitative, necessiti di un trattamento preliminare di stabilizzazione aerobica.

Il candidato stimi il volume di discarica necessario per un periodo di gestione di 7 anni.

Il candidato schematizzi per grandi linee, anche graficamente, la modellazione morfologica del sito per lo scopo richiesto, con particolare riferimento alla modalità di estrazione del percolato, ovvero all'identificazione: del lato di estrazione, del numero di punti di estrazione, delle modalità di estrazione del percolato in corrispondenza del limite della discarica.

Il candidato descriva, anche graficamente, le caratteristiche dei sistemi di impermeabilizzazione dei quali la discarica deve essere dotata ai sensi della normativa vigente.

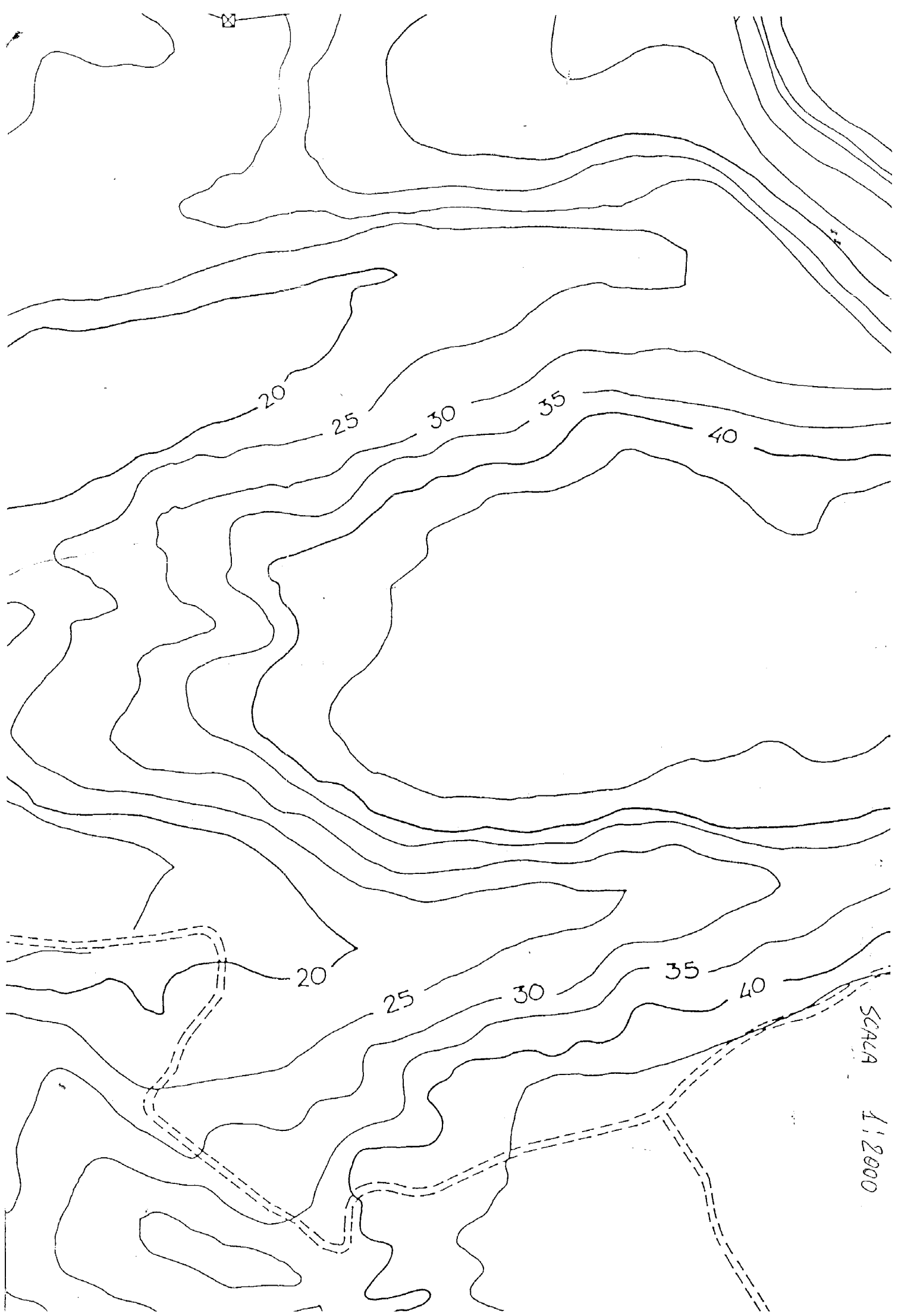
Alla luce delle presumibili caratteristiche qualitative del rifiuto che deve essere smaltito, il candidato stimi approssimativamente la produzione annua di biogas attendibile da 1 tonnellata di rifiuto rispettivamente ad uno e trenta anni dal deposito. Il candidato identifichi inoltre l'anno di massima produzione di biogas per l'intera discarica.

Il candidato definisca e giustifichi tutti i dati ed i parametri necessari allo svolgimento del tema proposto.

**Allegato al testo:**

**Planimetria sito, scala 1:2000**





SCALA 1:2000



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI**  
**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE**  
**ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**ANNO 2010 – I SESSIONE**

**I PROVA SCRITTA - INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE - SEZ. B**

Il candidato illustri le fasi fondamentali della progettazione di un opera di ingegneria edile, civile o ambientale a sua scelta.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI  
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

**ANNO 2010 – I SESSIONE**

**II PROVA SCRITTA - INGEGNERIA AMBIENTALE - SEZ. B**

Traccia 1

Il candidato descriva i più importanti parametri di caratterizzazione dei rifiuti solidi e i metodi adottati per la loro quantificazione. Evidenzi, inoltre, la loro utilizzazione nella progettazione degli impianti di trattamento e/o di smaltimento.

Traccia 2

Il candidato illustri i principali criteri di progettazione di un' opera di scavo in sotterraneo. Descriva il ciclo di lavoro ed evidenzi le più significative interazioni con l'ambiente nella realizzazione dell'opera progettata.

Traccia 3

Il candidato definisca una metodologia per sviluppare l'analisi di un contesto territoriale subregionale con riferimento ad una delle seguenti problematiche:

- 1) gestione dei rifiuti;
- 2) pianificazione territoriale;
- 3) idrologia e gestione delle risorse idriche;
- 4) geologia e geomorfologia.

Il candidato è tenuto a discutere l'approccio proposto attraverso esempi riferiti al territorio regionale della Sardegna.

# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – SEZIONE B

PRIMA SESSIONE 2010

## TERZA PROVA SCRITTA

### INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO - INDIRIZZO GEOINGEGNERIA

Nell'ambito della costruzione di una strada si deve realizzare lo scavo di una trincea con pareti verticali di altezza 3 metri. La superficie superiore è orizzontale e lo sviluppo planimetrico è rettilineo. Il terreno ha le seguenti caratteristiche:

- peso specifico naturale  $18 \text{ kN/m}^3$
- peso specifico saturo  $21 \text{ kN/m}^3$
- angolo di resistenza a taglio  $\phi=25^\circ$
- coesione  $c=5 \text{ kPa}$

Si chiede di proporre un'opera di contenimento del terreno, definirne le dimensioni principali, fare le verifiche geotecniche di stabilità e quelle strutturali.

Si ipotizzi che il livello dell'acqua alle spalle dell'opera possa salire di 1,5 metri al di sopra del livello di base.

Cognome	
Nome	

PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE  
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO – SEZIONE B

PRIMA SESSIONE 2010

TERZA PROVA

Indirizzo AMBIENTE

Un liquame urbano deve essere trattato in un impianto di depurazione consistente in un trattamento primario di sedimentazione, un trattamento biologico a fanghi attivi ed infine un trattamento di sedimentazione secondaria.

*1) Sezione di sedimentazione primaria*

Per la rimozione del materiale granulare, caratterizzato da una distribuzione dimensionale riportata in Tabella 1, l'impianto adotterà un bacino di sedimentazione a flusso longitudinale operante con un carico idraulico superficiale pari a  $480 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{d})$ . Il materiale granulare presenta una densità media di  $1600 \text{ kg/m}^3$ . Si assumano per il fluido i seguenti dati a  $20^\circ\text{C}$ : densità  $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ , viscosità dinamica  $\eta = 1,002 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ .

Tabella 1  
distribuzione dimensionale  
dei solidi contenuti  
nell'acqua reflua

Apertura setaccio ( $\mu\text{m}$ )	Trattenuto (%)
160	18
140	14
110	33
80	35

Il candidato determini:

- 1a) la curva di velocità di sedimentazione;
- 1b) L'efficienza di sedimentazione.

*2) Sezione di trattamento biologico a fanghi attivi*

Per la rimozione della sostanza organica biodegradabile l'impianto adotterà un reattore biologico a fanghi attivi, con regime di flusso CFSTR e con spurgo dal reattore, in grado di garantire un'efficienza di abbattimento del BOD<sub>5</sub> del 94%. Si assumano i seguenti dati:

- Portata addotta:  $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- Concentrazione di substrato in ingresso:  $S_0 = 300 \text{ mgBOD}_5/\text{l}$ ;
- Concentrazione di biomassa nel reattore:  $X = 5000 \text{ mg SST/l}$ ;
- Tasso di respirazione endogena:  $k_d = 0,08 \text{ d}^{-1}$ ;
- Rendimento di crescita:  $Y = 0,6 \text{ mg SSV/mg BOD}_5$ ;
- Costante di saturazione:  $K_s = 60 \text{ mg BOD}_5/\text{l}$ ;
- Tasso massimo di crescita:  $\mu_{\text{max}} = 3,4 \text{ d}^{-1}$ .

Il candidato calcoli:

- 2a) Il volume del reattore;
- 2b) La quantità di fango che deve essere spurgata giornalmente  $P_x$ ;
- 2c) La portata di spurgo del fango  $Q_w$ ;
- 2d) Il fattore di carico organico  $F_{\text{co}}$ .

### 3) Sezione di sedimentazione secondaria

Per la separazione della biomassa dal liquame depurato, il sistema deve essere dotato di sedimentatore secondario. Si adotti una velocità di estrazione dei fanghi  $u=20$  m/d e si tenga conto della velocità di sedimentazione del fango in funzione della concentrazione riportata in Tabella 2.

Il candidato calcoli:

3a) Il flusso solido limite  $FS_L$ ;

3b) La portata di ricircolo  $Q_R$  ed il rapporto di ricircolo  $r$ ;

3c) La superficie del sedimentatore necessaria ad assicurare sia l'ispessimento che la chiarificazione, considerando un carico idraulico superficiale di 13,2 m/d.

Tabella 2: Andamento della velocità di sedimentazione del fango in funzione della concentrazione

X (gSS/l)	v (m/h)
1	6.56
1.5	6.01
1.8	5.46
2.5	4.04
3.5	1.93
4.5	0.87
5.5	0.43
7	0.26
9	0.15