



rf

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Ingegneria Meccanica - Traccia n. 1

Il candidato progetti il layout di un'azienda per la realizzazione di macchine per caffè espresso di uso domestico, con la disponibilità di un capannone di circa 1800 mq. Scelga e dimensioni il personale, i sistemi di trasporto, le macchine e le apparecchiature necessarie e gli impianti tecnici da realizzare in funzione di un opportuno mix di produzione definito a seguito di strategia di impresa. Dimensioni e descrivi dettagliatamente almeno uno degli impianti tecnici di stabilimento. Identifichi i principali elementi del Piano Operativo di Sicurezza nell'azienda realizzata.



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Ingegneria Meccanica - Traccia n. 2

Il candidato realizzi uno studio di fattibilità economico-finanziaria per la realizzazione di un impianto, localizzato nella Regione Basilicata, per la produzione di vettovaglie in materiale plastico basato su tecnologie di termoformatura e stampaggio ad iniezione. L'impianto deve essere in grado di realizzare le famiglie di prodotto e i volumi produttivi riportati in tabella I.

La produzione di questi articoli utilizza un materiale grezzo (polistirene) sottoforma di piccoli granuli (diametro medio 2,5 mm). Il processo di lavorazione è per deformazione plastica. La sequenza delle operazioni necessarie per la produzione dei prodotti è riportata in tabella II-III, insieme ai macchinari richiesti per la loro esecuzione e alle relative potenzialità produttive teoriche (comprendenti tempi per operazioni manuali di carico e scarico) in tabella IV.

- L'impianto lavora su turni da 8 h/turno per 5 gg/settimana. L'apertura dell'impianto, al netto delle fermate programmate, viene stimata su un valore medio di 220 gg/anno.
- Il costo della manodopera è pari a 25.000 euro/anno. In caso di lavorazione durante turno notturno il personale riceve un extra del 20 %.
- Il parco macchine è caratterizzato da un elevato livello di automazione. Gli operatori risultano essere impegnati prevalentemente in attività di controllo, setup e manutenzione, scarico e carico dei pezzi, sostituzione utensili usurati. Per la determinazione del numero di operatori si assuma che il rapporto tra tempo macchina e operatore è circa 2:1 - per cui un operatore risulterebbe essere in grado di controllare due macchinari. Operazioni di termoformatura, stampaggio e confezionamento non possono condividere le stesse risorse.

TABELLE ALLEGATE

Tabella I - PRODOTTI E VOLUMI DI PRODUZIONE RICHIESTA

| Prodotto | Pallet/sett | Dimensioni pallet [n° scatole] | Dimesioni Scatola [KqJ] | Materia prima [gr/unità] |
|----------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| A | 220 | 35 • | 8 | 9 |
| B | 250 | 35 | 9 | 8 |
| C | 180 | 32 | 6 | 10 |
| D | 80 | 32 | 11 | 9 |
| E | 70 | 40 | 15 | 8 |
| F | 50 | 8 | 18 | 15 |
| G | 150 | 10 | 5 | 5 |
| H | 50 | 10 | 13 | 5 |
| 1 | 150 | 10 | 8 | 5 |

Si ipotizzi un costo del polistirolo pari a 1.50 euro/kg e un costo delle scatole pari a 0.80 euro/unità
Per i primi 5 prodotti è utilizzata una lavorazione di termoformatura, per i restanti è utilizzata una lavorazione con stampaggio ad iniezione

Tabella II - CICLIO DI PRODUZIONE: TERMOFORMATURA

| ID | FASE | TIPO MACCHINA | TC |
|----|-----------------|-----------------|--------------|
| T1 | ESTRUSIONE | ESTRUSORE | 8 u/s |
| T2 | BOBINATURA | BOBINATRICE | . |
| T3 | TERMOFORMATURA | TERMOFORMATRICE | 7 u/s |
| T4 | TRANCIATURA | TRANCIATRICE | . |
| I | CONFEZIONAMENTO | INSCATOLATORE | 20 scatole/h |
| P | CONFEZIONAMENTO | PALLETTIZZATORE | . |

Il materiale granulare viene estruso e trasformato in film che deve essere immediatamente sbobinato. Successivamente il film può essere scaldato, fatto aderire allo stampo e quindi raffreddato nella termoformatrice, quindi la tranciatrice elimina con un taglio netto la bava attorno al prodotto. Il prodotto finito può quindi essere successivamente inscatolato e quindi confezionato in pallet.

Tabella III - CICLI DI PRODUZIONE: STAMAGGIO A INIEZIONE

| ID | FASE | TIPO MACCHINA | TC |
|----|-----------------|---------------------|---------------|
| S1 | INIEZIONE | PRESSA AD INIEZIONE | 4 u/s |
| I | CONFEZIONAMENTO | INSCATOLATORE | 20 scatole/h |
| P | CONFEZIONAMENTO | PALLETTIZZATORE | ^{it} |

Il materiale granulare viene inviato direttamente nella pressa ad iniezione che conferisce la forma definitiva. Il prodotto finito può quindi essere successivamente inscatolato e confezionato in pallet. *: Si adegua alla cadenza produttiva della macchina precedente.

TABELLA IV - TABELLA MACCHINE

| ID | Tipo Macchina | Tempo Setup [min] | Energia Elettrica [KW] | Acqua [m3/h] | Ingombro | Costo Macchina e attrezzature [euro] |
|----|---------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------------|
| T1 | ESTRUSORE | 180 | 185 | | 10m x 7 m | 450.000 |
| T2 | BOBINATRICE | Asserv. | | | 6m x 6m | 110.000 |
| T3 | TERMOFORMATRICE | 120 | 25 | 10 | 8m x 5m | 100.000 |
| T4 | TRANCIATRICE | Asserv. | 5 | | 4m x 5m | 50.000 |
| S1 | PRESSA AD INIEZIONE | 120 | 30 | 10 | 8m x 5m | 210.000 |
| I | ISCATOLATRICE | 30 | 15 | | 5m x 5m | 20.000 |
| P | PALLETTIZZATORE | | 20 | | 4m x 5m | 30.000 |

Si considerino i costi di acquisto e installazione ammortizzabili al 16% annuo.

SETUP

Termoformatrice e Pressa ad iniezione necessitano di tempi di setup significativi ad ogni cambio prodotto per il cambio degli stampi. Particolare attenzione va posta all'estrusore perché nonostante in questa fase il prodotto si possa assumere indifferenziato, il macchinario necessita di lunghi tempi per ogni singolo riavvio che causa anche una significativa produzione di scarti (quantificabile in c.a. 1 ora di produzione).

GUASTI e MANUTANZIONE

Si assuma che i macchinari, ad eccezione dell'estrusore, presentino un tempo medio di funzionamento tra i due guasti successivi di 150 ore ed un tempo medio di riparazione del funzionamento pari a 2,5 ore. Per l'estrusore si assuma invece un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 550 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 3 ore (comprensivo delle operazioni di riavvio).

MICROFERMATE E PERDITE DI VELOCITA'

Si assuma che le perdite di velocità per micro fermate e rallentamenti siano mediamente pari a:

- al 4% del tempo operativo se il macchinario lavora su un unico turno. '
- al 7% del tempo operativo se il macchinario lavora più di un articolo.,

SCARTI E RILAVORAZIONI

Si assuma una percentuale di sfridi pari al 2% del prodotto che viene realizzato presso la tranciatrice.

Si assumano trascurabili gli sfridi per lo stampaggio ad iniezione.

Si assuma una percentuale media di prodotti difettosi pari al 3%. Tutti i prodotti difettosi non sono sottoposti a rilavorazione ma vengono eliminati dalla lavorazione prima del confezionamento finale.

Formulando ipotesi coerenti per i dati mancanti, viene richiesto al candidato di effettuare lo studio di fattibilità tecnico-economica dell'impianto attraverso la determinazione:

- d Parco macchine e scelta del tipo di layout più adeguato alla produzione richiesta da strategia di mercato. Planimetria di massima dello stesso con indicazione delle aree da adibire a produzione, infermeria, spogliatoi, servizi igienici (dimensionati rispetto al personale), impianti di servizio, immagazzinamento (caratterizzato rispetto al sistema di produzione identificato), logistica, aree parcheggio.
- d Scelta del n.ro di turni di lavorazione (eventualmente differenziabile per le diverse lavorazioni).
- n Determinazione del n.ro totale di macchinari.
- d Determinazione del n.ro totale degli addetti alla lavorazione.
- d Scelta della modalità di produzione per i diversi macchinari (produzione continua o a lotti) e dimensionamento dei buffer interoperazionali e magazzini I/O.
- d Scelta di sistema di trasporto interno e dimensionamento di massima dello stesso.
- d Caratterizzazione di massima degli impianti ausiliari necessari per il funzionamento dei macchinari, e per la sostenibilità ambientale, con ipotesi sui relativi costi.
- d Scelta della politica manutentiva di impianto.
- d Stima del costo annuale dell'impianto.
- d Identificazione di eventuali fonti di copertura.
- d Analisi economico-previsionale.



UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

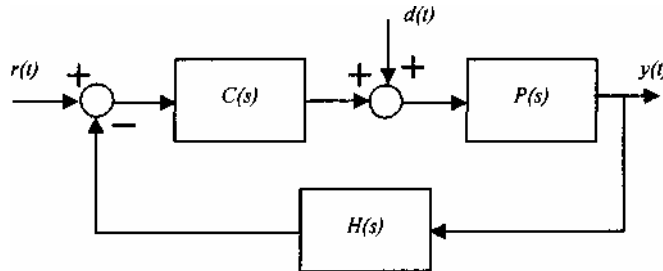
Anno 2010 - 1a Sessione

Sezione A

Prova scritta

Informatica Si consideri il sistema di controllo in

retroazione lineare e stazionario riportato in figura,



dove $r(t)$ è l'ingresso di riferimento, $d(t)$ è un ingresso di disturbo, $y(t)$ è l'uscita controllata

$$P(s) = \frac{10}{s^2} \quad e \quad ff(5) = i$$

sono le funzioni di trasferimento che caratterizzano la dinamica dell'impianto e del trasduttore, rispettivamente.

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Determinare struttura e parametri della funzione di trasferimento del controllore $C(s)$, in modo da soddisfare le seguenti specifiche di progetto:
 - a. per un riferimento a rampa $r(t) = tS_{-1}(t)$ (dove $S_{-1}(t)$ indica la funzione gradino unitario), si abbia un errore a regime $e_x < 0.05$;
 - b. il sistema a ciclo chiuso presenti poli caratterizzati da coefficiente di smorzamento $\xi, > -\sqrt{2}/2$.
2. A valle del progetto del controllore:
 - a. determinare i margini di stabilità del sistema di controllo ottenuto;
 - b. determinare i parametri della risposta armonica a ciclo chiuso;
 - e. tracciare l'andamento della risposta del sistema a ciclo chiuso nel caso in cui siano applicati (contemporaneamente) i seguenti ingressi: $r(t) = S_{-1}(t)$ e



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Ingegneria Sanitaria Ambientale

Progettazione di un impianto di depurazione

Il candidato, sulla base della normativa vigente, progetti un impianto di depurazione dei reflui urbani di potenzialità 10.000 a.e.. Lo scarico avviene in un corpo idrico superficiale. Si prevedano le necessarie opere al fine di realizzare il riutilizzo in agricoltura dei reflui trattati e un idoneo smaltimento dei fanghi di depurazione. Il candidato assuma le necessarie ipotesi di calcolo.

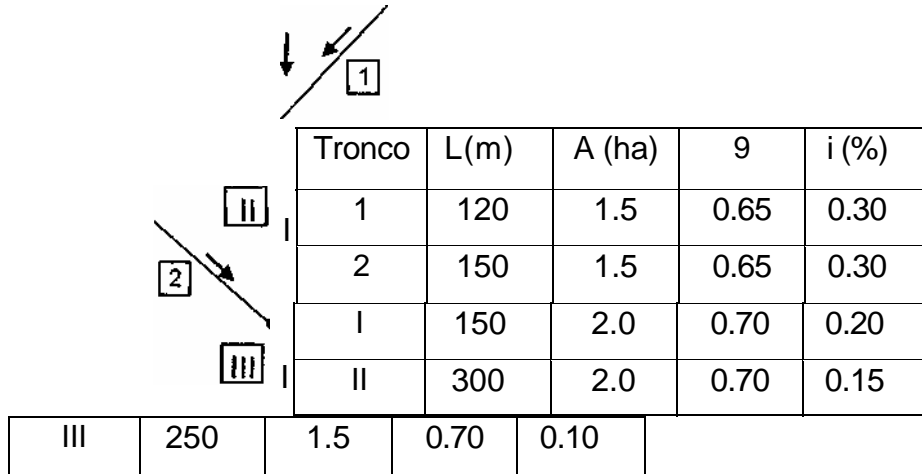


H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Idraulica

Si consideri una rete fognaria di tipo misto la cui configurazione e le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.



Scaricatore di Piena

L: lunghezza del

tronco;

A: superficie drenata dal tronco;

q>: coefficiente di afflusso;

i: pendenza del tronco.

Ai fini del calcolo delle portate nere, si assuma una densità di popolazione pari a 150 abitanti/ettaro e una dotazione idrica pari a 250 litri/(abitante-giorno). Ai fini del calcolo delle portate pluviali, si assuma la legge di pioggia $h(t)=45 t^{0.5}$ (h in mm e t in ore) relativa ad un periodo di ritorno 7 pari a 10 anni.

Si proceda, quindi, al dimensionamento degli spechi ed al dimensionamento di massima di

uno scolmatore di piena da realizzarsi in corrispondenza della sezione finale del collettore



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Ingegneria Edile - Strutture

Progettazione di un edificio in zona sismica

Si progetti un edificio con destinazione d'uso di civile abitazione con le seguenti caratteristiche:

- N. 3 piani
- Superficie 300 mq per piano
- Struttura intelaiata in c.a.
- Edificio situato in zona sismica con i seguenti parametri di pericolosità sismica per lo SLV:

- Suolo tipo B
- $a_g = 0.202 g$
- $F_0 = 2.446$
- $T_e^* = 0.363 s$
- $S_s = 1.2$
- $C_c = 1.347$
- $S_t = 1$

Si effettui il predimensionamento del sistema strutturale, il calcolo delle forze sismiche, la verifica e il disegno di alcuni elementi strutturali (trave, pilastro, solaio laterocementizio, plinto di fondazione), adottando le caratteristiche dei materiali che si ritengono più idonee e specificando la normativa di riferimento adottata per il calcolo delle azioni sismiche (*Eurocodice 8, Normativa Tecnica per le Costruzioni D. M 14.01.2008*).

Ai fini del dimensionamento della fondazione si possono assumere i seguenti parametri geotecnici:

- $\gamma = 1900 \text{ kg/mc}$
- $\chi = 0$
- $\phi = 32^\circ$
- Falda assente



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

Anno 2010 - 1a Sessione

Sezione A

Prova scritta

Pianificazione Urbanistica Per la redazione di un

Piano Regolatore Generale si considerino le seguenti ipotesi:

1. Andamento demografico

| A n n o | T 9 5 | 1 1 9 6 | 1 T 0 7 | 1 1 9 8 | 1 1 9 9 | 1 2 0 0 | 1 |
|-----------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| Popolazione residente | 32762 | 53923 | 65832 | 70385 | 84921 | 99967 | 1 |

2. Le nuove aree di espansione dovranno essere dimensionate considerando una disponibilità di volumetria derivante dalla riconversione di un quartiere di prefabbricati localizzato in periferia e di una fornace dismessa in un'area centrale. Il quartiere di prefabbricati ha una Superficie territoriale di 57564 mq ed un Indice territoriale: 0.6 mc/mq, mentre la fornace dismessa ha una Superficie territoriale di 22262 mq ed un Indice territoriale: 0.8 mc/mq.
3. Bisogna prevedere un'area di espansione intensiva con tipologia edilizia in linea ed una estensiva con tipologia edilizia a schiera.

Bisogna determinare:

- Il dimensionamento delle nuove aree di espansione, indicando la densità insediativa, l'indice di edificabilità territoriale, il valore medio dell'indice di edificabilità fondiario e l'altezza massima.
- Le superfici destinate a parcheggi, verde pubblico ed edilizia scolastica.
- Il numero di fabbricati in linea e a schiera da realizzare nelle due zone di espansione ed il rapporto di copertura.

^•iiuiv^

**• /»»'••

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Strade. Ferrovie Aeroporti

Il Candidato, con riferimento ad una strada di **Tipo C2** della normativa vigente, progetti il collegamento viario tra i punti A ($Q_A = 400,00\text{m slm}$) e B ($Q_B = 380,00\text{m slm}$) dell'allegata carta topografica (scala 1:5000).

Al Candidato si richiede la redazione, in base alla Normativa vigente, dei seguenti *Elaborati*:

1. *Planimetria di Tracciamento d'Asse* (scala 1:5000);
2. *Profilo Longitudinale* (scala 1:5000 -1:500);
3. *Sezioni tipo* (scala 1:100);
4. *Calcolo e rappresentazione grafica* (in scala adeguata) degli *elementi geometrici di raccordo planimetrici ed altimetrici*;
5. *Diagramma delle Velocità*.

Il Candidato assuma tutti gli eventuali ulteriori parametri necessari allo svolgimento del tema motivandone opportunamente la scelta in base alle norme vigenti.



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Infrastrutture dei trasporti

Una linea urbana di autobus si sviluppa lungo una direttrice stradale di 10 km, su un percorso con pendenza media del 7% e fermate a distanza media di 180 m l'una dall'altra.

Il servizio viene effettuato dalle ore 6,00 alle ore 24,00 con frequenze di 10 min' nelle ore di punta (7,30 - 9,30; 12,30 - 14,30; 17,30 - 19,30) e di 20 min' nelle ore di morbida.

La domanda di trasporto su tale linea, per senso di marcia, nell'arco della giornata è di 10.000 passeggeri e, nelle ore di punta, raggiunge i 1.000 passeggeri /h; il percorso medio di ciascun passeggero è di 2,5 km.

Si richiede:

1. il calcolo della velocità commerciale del servizio;
2. un'analisi dei costi effettivi del servizio suddivisi in costi fissi e variabili nonché in costi di investimento e di esercizio;
3. la determinazione della tariffa media per passeggero necessaria al raggiungimento di un coefficiente di esercizio pari a 0,35;
4. l'individuazione di eventuali modifiche che è possibile apportare all'esercizio per conseguire una riduzione dei relativi costi (tenendo conto anche dei presumibili riflessi sulla domanda) e la quantificazione di tali modifiche e dei risparmi che ne derivano.

Nello svolgimento si assumano a discrezione i dati necessari giustificandone i valori scelti.



UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA

Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

Anno 2010 - 1a Sessione

Sezione A

Prova scritta

Ingegneria Edile - Architettura

In un centro urbano di medie dimensioni, in un'area di nuova espansione, progettare un edificio destinato ad attrezzature e servizi pubblici per un quartiere di circa 1000 abitanti. Il progetto del centro di quartiere deve prevedere spazi per attività collettive, salette emeroteca/videoteca, una sala conferenze per 100 posti con accesso ed utilizzo indipendente, spazi amministrativi e di servizio adeguati, sistemazione dell'area pertinenziale esterna.

Dati di progetto:

Suolo pianeggiante tangente ad una strada comunale di collegamento al centro urbano, già dotata di impianti tecnologici a rete.

Superficie e forma del lotto: liberi.

Orientamento: lato lungo del lotto tangente alla strada, esposto a sud.

Piano di sedime: calcarenite a - 2 m dal piano campagna.

Parametri urbanistici:

Distacco dalla strada, distanza dai confini: da normativa.

Rapporto di copertura: libero.

Altezza massima: 8 mt.

La progettazione dovrà tenere conto di criteri di sostenibilità ed elementi di architettura bioclimatica.

Elaborati richiesti:

- Planimetria generale, con sistemazione esterna dell'intero lotto in scala non inferiore a 1:500;
- Piante quotate e arredate in scala non inferiore a 1:100;
- Prospetti in scala non inferiore a 1:100;
- Sezione trasversale tipo, con rappresentazione delle geometrie e dei materiali dell'involucro edilizio e delle connessioni con il piano di sedime, in scala non inferiore a 1:20;
- Schema dell'organizzazione strutturale (nella scala che il candidato riterrà adeguata);
- Elementi di sezione e di prospetto di dettaglio (particolari costruttivi in scala 1:10, 1:5), con indicazione delle soluzioni tecnologiche, dei materiali impiegati, delle quote necessarie;
- Relazione tecnica atta ad illustrare le motivazioni delle scelte spaziali e funzionali, i criteri di progettazione e dimensionamento, le soluzioni tecnologiche e i materiali impiegati.



H

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
Anno 2010 - 1a Sessione
Sezione A
Prova scritta

Geotecnica

È necessario sistemare un pendio come schematizzato in Figura 1. Il sottosuolo è costituito da un terreno a grana grossa, avente peso dell'unità di volume $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$. Per la determinazione delle proprietà meccaniche di tale terreno si possono ritenere rappresentativi i risultati di una prova SPT riportati di seguito. La falda è stata rinvenuta a grande profondità.

Si progetti il muro di sostegno necessario alla sistemazione, considerando che il relativo terrapieno sia realizzato con il materiale proveniente dagli scavi. Per caratterizzare quest'ultimo, si decurtino del 10% la tangente dell'angolo d'attrito e il peso dell'unità di volume del terreno in posto.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, si effettui un'analisi pseudostatica, utilizzando coefficienti sismici orizzontale $k_h = 0.1$ e verticale $k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$.

È richiesta una relazione di calcolo con elaborati grafici e distinta delle armature.

H

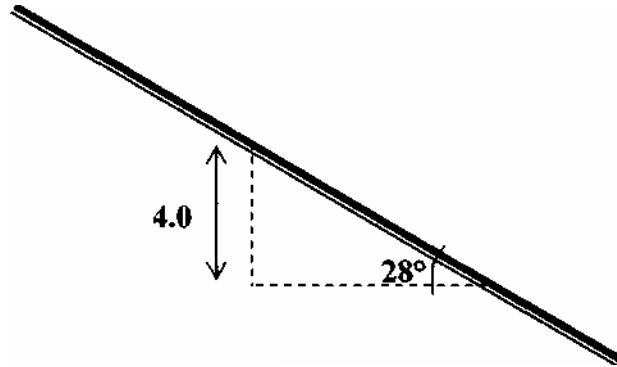


Figura 1

NSPT
O 10 20 30 40

N

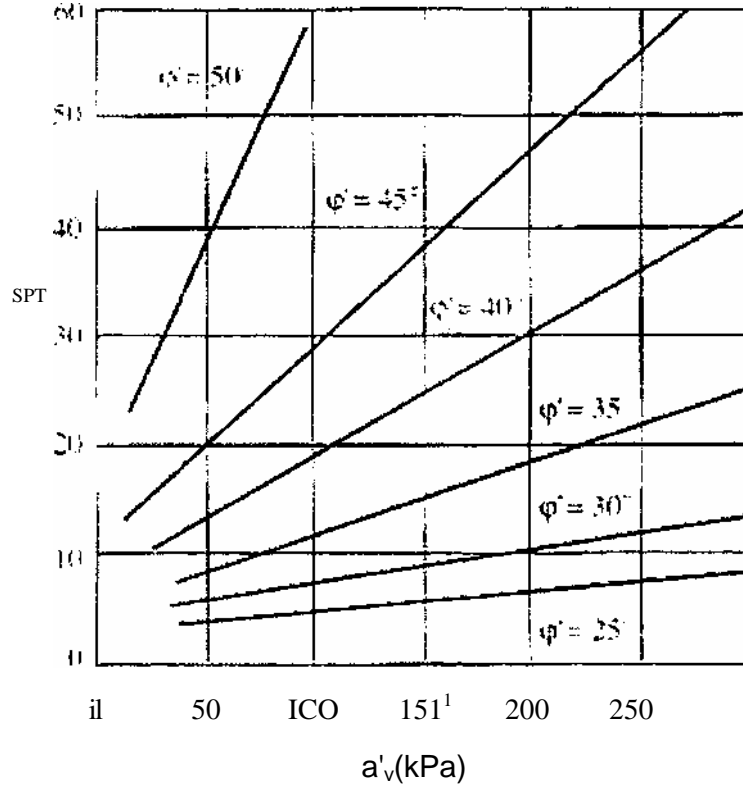
12

16

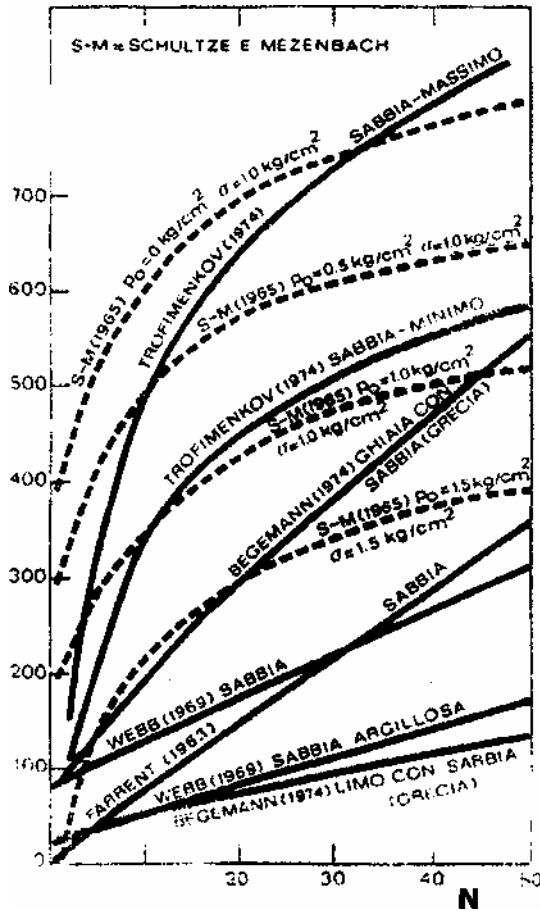
Risultati della prova SPT

N

De Mallo (1971)



Correlazione NSPT - c_p'



900

800-

(kg/cm^2) i

Correlazioni NSPT - modulo edometrico.

H

Metodo di Coulomb: $K_a = \frac{\text{sen}(p) \cdot \text{sen}p}{\sqrt{\text{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \varphi) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(p-e)}}$

N.B.: (3 è 90° se il paramento interno è verticale; e è l'inclinazione del piano limite del terrapieno rispetto all'orizzontale; 5 è l'angolo d'attrito terra-muro.

Formula di Arango: $K = \frac{K_a(e^*, \delta, p^*, cp) \cdot \cos^2 p'^*}{\cos e \cdot \cos^2 p'}$

N.B.: $P' (= P - 90^\circ)$ è nullo se il paramento interno è verticale;

$\vartheta = \arctan \frac{1+k}{1-k}, \quad e = \quad ; \quad p'^* = p' + e$

| $\varphi(^\circ)$ | N_q | N_e | N_T | $\varphi(^\circ)$ | N_q | N_e | N_T |
|-------------------|-------|-------|-------|-------------------|--------|--------|--------|
| 0 | 1,00 | 5,14 | 0,00 | 25 | 10,66 | 20,72 | 10,88 |
| 1 | 1,09 | 5,38 | 0,07 | 26 | 11,85 | 22,25 | 12,54 |
| 2 | 1,20 | 5,63 | 0,15 | 27 | 13,20 | 23,94 | 14,47 |
| 3 | 1,31 | 5,90 | 0,24 | 28 | 14,72 | 25,80 | 16,72 |
| 4 | 1,43 | 6,19 | 0,34 | 29 | 16,44 | 27,86 | 19,34 |
| 5 | 1,57 | 6,49 | 0,45 | 30 | 18,40 | 30,14 | 22,40 |
| 6 | 1,72 | 6,81 | 0,57 | 31 | 20,63 | 32,67 | 25,99 |
| 7 | 1,88 | 7,16 | 0,71 | 32 | 23,18 | 35,49 | 30,22 |
| 8 | 2,06 | 7,53 | 0,86 | 33 | 26,09 | 38,64 | 35,19 |
| 9 | 2,25 | 7,92 | 1,03 | 34 | 29,44 | 42,16 | 41,06 |
| 10 | 2,47 | 8,35 | 1,21 | 35 | 33,30 | 46,12 | 48,03 |
| 11 | 2,71 | 8,80 | 1,44 | 36 | 37,75 | 50,59 | 56,31 |
| 12 | 2,97 | 9,28 | 1,69 | 37 | 42,92 | 55,63 | 66,19 |
| 13 | 3,26 | 9,81 | 1,97 | 38 | 48,93 | 61,35 | 78,03 |
| 14 | 3,59 | 10,37 | 2,29 | 39 | 55,96 | 67,87 | 92,25 |
| 15 | 3,94 | 10,98 | 2,65 | 40 | 64,20 | 75,31 | 109,41 |
| 16 | 4,34 | 11,63 | 3,06 | 41 | 73,90 | 83,86 | 130,22 |
| 17 | 4,77 | 12,34 | 3,53 | 42 | 85,38 | 93,71 | 155,55 |
| 18 | 5,26 | 13,10 | 4,07 | 43 | 99,02 | 105,11 | 186,54 |
| 19 | 5,80 | 13,93 | 4,68 | 44 | 115,31 | 118,37 | 224,64 |
| 20 | 6,40 | 14,83 | 5,39 | 45 | 134,88 | 133,88 | 271,76 |
| 21 | 7,07 | 15,82 | 6,20 | 46 | 158,51 | 152,10 | 330,35 |
| 22 | 7,82 | 16,88 | 7,13 | 47 | 187,21 | 173,64 | 403,67 |
| 23 | 8,66 | 18,05 | 8,20 | 48 | 222,31 | 199,26 | 496,01 |
| 24 | 9,60 | 19,32 | 9,44 | 49 | 265,51 | 229,93 | 613,16 |

Coefficienti di carico limite

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tipo di terreno | λ | λ_c | λ_Y |
| Incoerente | $(1 - \text{tg} \delta) f$ | - | $(1 - \text{tg} \delta) r^1$ |
| Coesivo | I | $\frac{m \cdot H}{c \cdot N}$ | - |
| Dotato di attrito e coesione | $\frac{I}{q_v + c \text{tg}(\rho_j)}$ | $\frac{1 - \text{tg} \delta}{N_c \text{tg} \rho_j}$ | $\frac{1}{q_v + c \text{tg}(\rho_j)}$ |

Se q_v è parallela a B, $m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$

Se q_H è parallela a L, $m = m_L = \frac{2 + UB}{1 + L/B}$

Se q_H forma con L un angolo ϕ , $m = m(\phi) = m \cdot \cos \phi + m_B \sin \phi$

Coefficienti di inclinazione del carico

$$3_q = (1 - \text{tano})^2 \cos \alpha$$

$$\frac{\lambda}{c} \cdot \frac{B}{Y} \cdot \frac{\lambda}{NL}$$

tanco

Coefficienti di inclinazione del piano campagna

| $\langle \rho \rangle$ | Valori di $I_{r,crii}$ | |
|------------------------|------------------------|---------|
| | B/L = 0 | B/L = 1 |
| 0 | 13 | 8 |
| 5 | 18 | 11 |
| 10 | 25 | 15 |
| 15 | 37 | 20 |
| 20 | 55 | 30 |
| 25 | 89 | 44 |
| 30 | 152 | 70 |
| 35 | 283 | 120 |
| 40 | 592 | 225 |
| 45 | 1.442 | 486 |

Indice di rigidità critica secondo Vesic

| | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Tipo di terreno | Dotato di attrito e coesione | Puramente coesivo ($\rho = 0$) |
| $f \cdot V_q$ | $\frac{B}{L} \cdot \frac{1}{3.07} \cdot \frac{\text{sen}(\text{tplg}(21r))}{1 + \text{sen}(\rho)}$ | 1 |
| V_e | $\frac{1}{2} \cdot \frac{M}{L}$ | $0,32 + 0,12 \cdot \frac{1}{2} + 0,6 \cdot \text{Ig} \cdot I_r$ |
| y, v_q | v_q | 1 |

Coefficienti di punzonamento