



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

Sezione A - Settore Civile e Ambientale

Prova pratica di progettazione dell'11 marzo 2014

Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

**Traccia n. 1 - Idraulica**

Si consideri un bacino idrografico con le seguenti caratteristiche:

A (km <sup>2</sup> )	142	Area
L (km)	15.2	Lunghezza asta principale
H <sub>max</sub> (m.s.m.)	2693	Elevazione massima
H <sub>m</sub> (m.s.m.)	1600	Elevazione media
Z (m.s.m.)	965.91	Zero idrometrico della stazione posta alla sezione di chiusura
Ψ	0.5	Coefficiente di deflusso medio nel bacino

La curva di altezza-durata-frequenza di pioggia nel bacino si può esprimere mediante la relazione  $h=at^{0.215}$ , con la costante  $a$  funzione aleatoria distribuita secondo la legge di Gumbel con parametri  $\varepsilon=32,3542$  e  $\alpha=0,089649$ . In corrispondenza della sezione di chiusura del bacino uno sbarramento crea un lago artificiale. Il serbatoio artificiale presenta una curva altezza-volumi che si può rappresentare con la seguente espressione:

$$W(z) = 30870 + 7391z + 4562z^2 + 122z^3$$

con  $W$  il volume nel serbatoio e  $z$  la quota generica a partire dallo scarico di fondo.

Dimensionare la lunghezza complessiva dello scarico superficiale della diga attraverso la determinazione di un opportuno idrogramma di progetto. Per il calcolo dell'idrogramma di progetto si usi il metodo dell'IUH, ed in particolare l'IUH dell'invaso con costante pari a  $k=2.7$  ore. Valutare la laminazione dell'onda di piena operata dallo scarico superficiale. Le quote di sfioro e di massimo invaso sono rispettivamente pari a 40 m e 44 m.

Il candidato individui i rischi di cui al P.O.S. dell'impresa esecutrice e dell'eventuale P.S.O.

**Traccia n. 2 - Strutture**

La struttura portante di un capannone industriale deve essere realizzata con pilastri in cemento armato ordinario e copertura in acciaio. Quest'ultima è costituita da travi reticolari ad altezza costante e un solaio realizzato con travi IPE e lamiera grecata con riempimento in cls. Il candidato

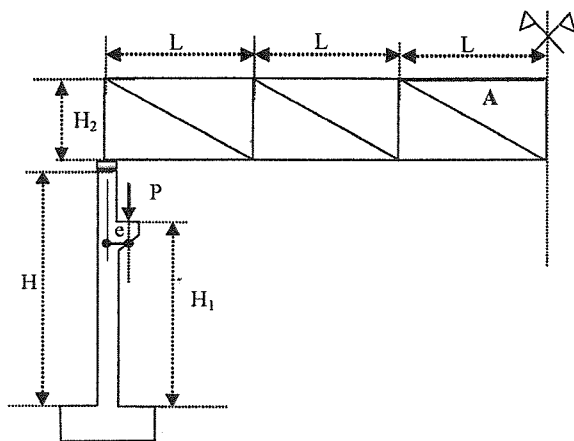
dimensioni e verifichi gli elementi specificati nelle note esplicative facendo riferimento allo schema strutturale indicato nella figura allegata.

I dati progettuali da considerare sono i seguenti:

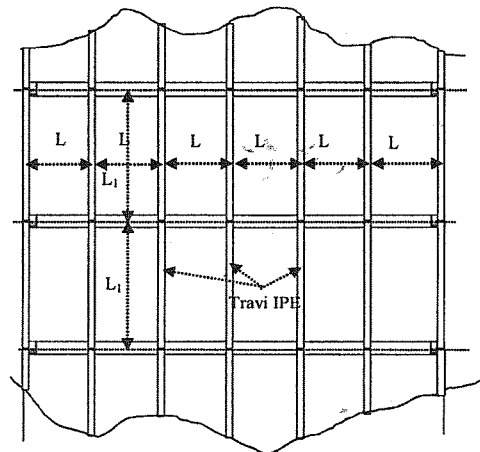
- |   |                       |
|---|-----------------------|
| a) carichi permanenti - peso proprio solaio | 2.0 kN/m <sup>2</sup> |
| - sovraccarico permanente                   | 2.0 kN/m <sup>2</sup> |
| - carico concentrato sul pilastro P         | 54 kN                 |
| b) carichi variabili                        | da determinare        |
| c) materiali - acciaio da carpenteria       | Fe430                 |
| - cls                                       | C 25/30               |
| - acciaio da armatura                       | B450C                 |

Note esplicative:

- 1) I dati geometrici di progetto sono i seguenti:  $L=2.0$  m  $L_1=4.4$  m;  $H=5.2$  m;  $H_1=3.5$  m;  $H_2=1.5$  m.
- 2) Si dimensionino le travi secondarie in acciaio utilizzando per esse un profilo IPE.
- 3) Si dimensionino le aste della trave reticolare realizzate tutte con profili a U accoppiati.
- 4) Si dimensionino i pilastri in cemento armato tenendo conto che su ognuno di essi oltre a gravare il peso della copertura (solaio + peso trave reticolare) grava anche un peso concentrato P posto con eccentricità  $e=40$  cm rispetto all'asse geometrico del pilastro stesso.
- 5) Si effettui la verifica a pressoflessione della sezione di base del pilastro con riferimento allo stato limite ultimo.
- 6) Al candidato è richiesto l'elaborato grafico della carpenteria e dell'armatura del pilastro.
- 7) La struttura è posta in zona non sismica



PIANTA



SEZIONE

Il candidato individui i rischi di cui al P.O.S. dell'impresa esecutrice e dell'eventuale P.S.O.

### Traccia n. 3 – Trasporti

La connessione tra 2 città (chiamate A e B) è garantita da un unico collegamento stradale caratterizzato dall'attraversamento di una altra area urbana localizzata tra i nodi C e D. La domanda

*Handwritten signatures and initials:*  
 PL  
 h  
 S  
 S

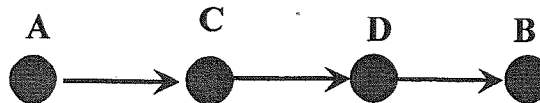
di spostamento che dalla città A vuole raggiungere la città B è pari a 2.000 veic/h nell'ora di punta del mattino.

Gli archi stradali sono caratterizzati dalle seguenti curve volume-ritardo:

$$t_{AC} [\text{min}] = 3 (1 + 2 * v [\text{veic/h}] / 2000)$$

$$t_{CD} [\text{min}] = 4,5 (1 + 3 * v [\text{veic/h}] / 1000)$$

$$t_{DB} [\text{min}] = 2 (1 + 1,5 * v [\text{veic/h}] / 1500)$$



L'amministrazione locale competente intende ridurre il livello di congestione attraverso la realizzazione di un nuovo collegamento di tipo stradale di by-pass dell'area urbana tra C e D, avente le seguenti caratteristiche: 6 km di lunghezza e curva volume-ritardo

$$t_{BY-PASS} [\text{min}] = 5 (1 + 3 * v [\text{veic/h}] / 2000).$$

1) Il candidato determini la distribuzione dei flussi sulla rete in condizioni di equilibrio dell'utente con l'utilizzo delle usuali tecniche di assegnazione, andando inoltre a stimare sul nuovo collegamento stradale il Livello di Servizio (LOS) nell'ipotesi che dipenda unicamente dal grado di saturazione della strada secondo quanto riportato nella tabella seguente:

LOS	GDS	LOS	GDS	LOS	GDS
A	≤0,2	C	0,4-0,6	E	0,8-1
B	0,2-0,4	D	0,6-0,8	F	≥1

2) Il candidato valuti il flusso veicolare sull'infrastruttura di attraversamento C-D e l'impatto in termini sempre di LOS se, in alternativa, venisse istituito un servizio di trasporto collettivo su gomma tra le due città A e B caratterizzato da un tempo di percorrenza pari a 40 minuti (lunghezza percorso 30 km); in questo ultimo caso, la funzione di ripartizione modale, che fornisce la quota di domanda sulla modalità pubblica, è del tipo  $R_{PU} = 1/(1+(0,1 * t_{PU} - 0,15 * t_{PR} + 6))$ . Il candidato determini il parco veicolare necessario per effettuare il servizio e indichi inoltre quale dovrebbe essere la tariffa economicamente sufficiente per raggiungere un rapporto tra ricavi da traffico e costi operativi pari a 0,35.

3) Il candidato valuti inoltre attraverso l'analisi benefici-costi (ABC) quale tipologia di collegamento convenga realizzare nell'interesse dell'intera collettività nell'ipotesi di valore monetario del tempo pari a 5 €/h e nell'ipotesi di trascurare, per l'ABC, i costi monetari sopportati dagli utenti per effettuare lo spostamento.

Per l'analisi richiesta si considerino i seguenti dati: per il collegamento stradale, costi di costruzione pari a circa 16 mil. € / Km e costi di manutenzione pari a circa 0,2 mil €/Km per anno; i costi di acquisto di un autobus corto, un 12 m e un bus articolato pari rispettivamente a 100.000 €, 290.000 € e 450.000 €; costi di gestione unitari (€/vett-km) del servizio di trasporto pubblico pari a  $C_U = 1,8*(1+0,002*Cap)$  dove Cap è la capacità del veicolo.

Il candidato indichi le figure previste in un'azienda di trasporti dal D.Lgs. 81/08.

*Handwritten signature and initials.*



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

Sezione A - Settore dell'Informazione

Prova pratica di progettazione dell'11 marzo 2014

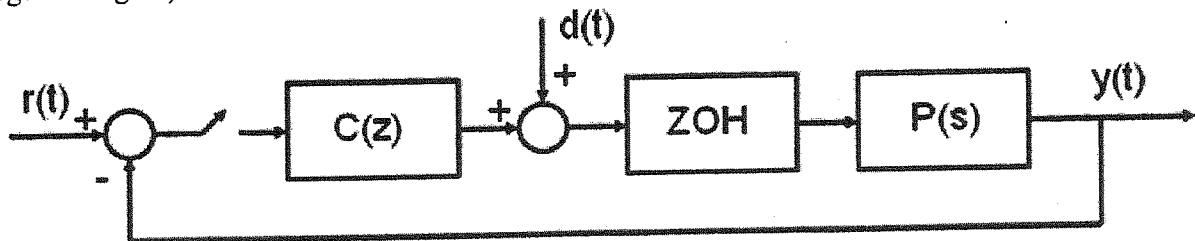
Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

### Traccia n. 1 – Automatica

Sia dato un processo  $P(s)$  descrivibile mediante la funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{10}{(0.01s+1)^2}$$

Per tale sistema si vuole progettare un controllore a controreazione di tipo digitale (si veda la seguente figura) avente uno ZOH come organo di ricostruzione del segnale.



Si determini il controllore digitale  $C(z)$ , scegliendo in maniera opportuna il tempo di campionamento  $T_c$  e considerando che il sistema deve avere un guadagno a ciclo chiuso pari a 1, l'errore a regime per ingresso a rampa  $u(t) = 2t$  deve essere minore o uguale a 0.08. Per quanto riguarda la sintesi in frequenza è richiesto che la banda passante ed il margine di fase della funzione a ciclo aperto soddisfino le:  $B_{-3} \leq 2.5$  Hz e  $m\phi \geq 45^\circ$ .  
Dopo la sintesi, con la funzione compensata,

- Calcolare a regime permanente l'effetto di un disturbo  $z(t) = 2t$
- Calcolare a regime permanente l'effetto di un disturbo  $z(t) = 6t^2$
- Calcolare la banda passante a -3 dB ( $\omega_{-3}$ ) (in rad/sec) ed il modulo alla risonanza  $M_r$  (in decibel) della funzione a ciclo chiuso
- Determinare fino a quale frequenza  $|y_\omega| < 0.01$  per  $d(t) = \sin(\omega t)$

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.

*Handwritten signature and date:*  
12/03/14

### Traccia n. 2 - Bioingegneria

Si vuole progettare un sistema per l'acquisizione del segnale elettromiografico di superficie e l'estrazione di parametri associati allo stesso, per l'analisi di una coppia di muscoli agonista-antagonista.

Dopo aver definito il funzionamento del sistema anche attraverso l'uso di un diagramma a blocchi, si delineino le caratteristiche di progetto dimensionandone lo schema circuitale in maniera tale che vengano garantite le seguenti specifiche:

- Filtraggio passabanda, 20-400 Hz, mantenendo un'attenuazione in banda oscura  $> 60$  dB all'esterno della banda selezionata.
- Rapporto segnale-rumore che risulti almeno pari a 50 dB all'ingresso del convertitore A/D, nell'ipotesi che esso lavori nel range  $\pm 5V$ , ipotizzando la presenza di modo comune di ampiezza massima pari a 10 mV in ingresso al preamplificatore del sistema, (si ipotizzino inoltre a tale scopo le caratteristiche tipiche di ampiezza del segnale elettromiografico di superficie).
- Ipotizzando di utilizzare un convertitore A/D a 16bit, e definita un'opportuna frequenza di campionamento, si determini il flusso dati in bit/s e la dimensione di una memoria on-board nell'ipotesi di registrazione dei segnali acquisiti per una durata di 120 minuti.
- Date le caratteristiche del convertitore A/D sopra citate e scegliendo l'opportuna amplificazione, si calcoli l'SNR in uscita dal sistema, comprendendo i contributi di quantizzazione e modo comune.

Infine, a valle della conversione A/D, si definisca un algoritmo per l'estrazione dell'involuppo dei segnali EMG e per il calcolo dei seguenti parametri: area dell'involuppo, valore medio e valore mediano. Ipotizzando di lavorare in logica programmabile, si delinei lo pseudo-codice corrispondente.

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.

### Traccia n. 3 - Elettromagnetismo

Si consideri un allineamento lineare uniforme di tipo broad-side costituito da  $N$  radiatori isotropi equispaziati di una distanza pari a  $\lambda_0/2$ .

Il candidato dimensiona l'array individuando il numero  $N$  minimo che consenta di ottenere un diagramma di radiazione la cui larghezza di fascio a metà potenza sia inferiore a  $20^\circ$ .

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.

### Traccia n. 4 - Elettronica

Si voglia progettare un filtro passa-alto (HPF) di Chebyshev del I° tipo con le seguenti specifiche:

Guadagno statico: 0dB;

Ampiezza di ripple: -3dB;

Attenuazione in banda passante (max) 3dB;

Attenuazione in banda oscura (min) 25 dB;

Frequenza di banda oscura: 50 Hz;

Frequenza di banda passante: 100 Hz;

Frequenza di ripple: 100 Hz;

Una realizzazione circuitale del filtro in oggetto può essere fatta mediante l'utilizzo di celle impieganti OP-AMP, e in questo caso, specificatamente si richiede l'utilizzo di una cella tipo Sallen-Key. Generalmente tali celle sono del 2° ordine. Per filtri di ordine superiore, si utilizzi un numero pari di celle, se l'ordine  $n$  del filtro è pari; si aggiunga un filtro passivo del 1° ordine per realizzare filtri con  $n$  dispari.

Si utilizzi un Op-AMP ideale.

- (a) Si calcoli l'ordine  $n$  (minimo) del filtro;
- (b) Si scriva la funzione di trasferimento (Laplace) del filtro;
- (c) Si disegni il circuito con i relativi valori dei componenti;
- (d) Si tracci il diagramma di Bode, modulo e fase, del filtro in oggetto (da 10Hz a 100KHz).

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.

### Traccia n. 5 – Informatica

Una impresa gestisce un servizio per il ritiro presso una rete di ristoranti affiliati di pasti caldi da consegnare al domicilio dei clienti. L'impresa si occupa di pubblicizzare i menu dei ristoranti affiliati, raccogliere gli ordini dai clienti, informare i ristoranti per la preparazione, organizzare il ritiro dell'ordine preparato presso il ristorante e quindi la consegna presso il domicilio dei clienti. L'impresa ha deciso di rinnovare radicalmente il proprio sistema informativo, ed offrire i suoi servizi tramite web.

Gli utenti del servizio sono di tre tipologie, descritte di seguito con alcuni rilevanti casi d'uso.

1. Utenti finali, ovvero i clienti che intendono ordinare la consegna a domicilio di cibi e bevande

Casi d'uso:

- 1) consultazione dei menù offerti dai ristoranti di zona
- 2) ricerca per distanza dal proprio domicilio di un ristorante
- 3) ricerca per tipologia di un ristorante
- 4) immissione e pagamento ordine

2. Utenti ristoratori, ovvero i ristoratori che intendono offrire il proprio menù agli utenti finali per la consegna tramite l'impresa

Casi d'uso:

- 1) affiliazione del ristorante alla rete gestita dall'impresa
- 2) immissione menu disponibili per la consegna a domicilio
- 3) ricezione ordine di consegna a domicilio (precisando l'ora del ritiro dal trasportatore)
- 4) pagamento delle commissioni di servizio

3. Utenti amministratori, ovvero il personale adibito alla gestione dell'impresa

Casi d'uso:

1. aggiunta/cancellazione/aggiornamento informazioni su un certo ristorante
2. gestione degli ordini dagli utenti finali
3. gestione dei pagamenti

Le specifiche possono essere liberamente integrate dal candidato, ove ritenuto necessario.

1. Si progettino usando metodologie e notazioni standard (es. UML, ER, ecc.):

1. l'architettura ad alto livello del sistema;
2. le basi di dati previste dall'architettura a livello concettuale e logico;
3. il servizio web usufruibile da Internet per gli utenti finali.

Si commentino le scelte progettuali adottate dove opportuno e si indichino anche delle scelte tecnologiche adeguate per la realizzazione.

2. Si mostrino i dettagli realizzativi relativi ad un caso d'uso a scelta con riferimento alle tecnologie adottate.

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.

### Traccia n. 6 – Telecomunicazioni

Un operatore telefonico intende offrire un servizio di telefonia mobile in grado di coprire un'area complessiva di 20.000 km<sup>2</sup>, caratterizzata da una densità di popolazione approssimativamente omogenea e pari a 600 abitanti/km<sup>2</sup>.

La percentuale di mercato che suppone di coprire è pari al 70%, e si ritiene che almeno il 70% della clientela attesa possa essere attivo contemporaneamente nell'ora di punta, con una durata media delle chiamate effettuate pari a 2 minuti.

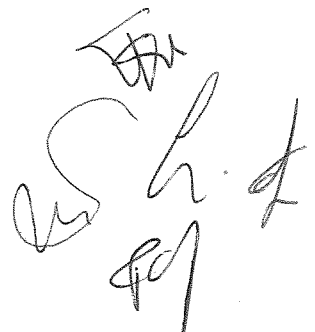
Al fine di garantire una qualità adeguata del servizio offerto, si desidera che la probabilità di blocco delle chiamate sia pari all'1% nell'ora di punta. Supponendo di utilizzare trasmissioni GSM per il traffico voce, si desidera inoltre che il rapporto segnale-interferente C/I sia pari ad almeno 20 dB.

Date queste condizioni, ed ipotizzando che il canale radio a disposizione sia stabile nel tempo e affetto essenzialmente da sola attenuazione della potenza trasmessa, in misura proporzionale alla  $\alpha=4$  potenza della distanza dalla sorgente emittente, il candidato effettui il dimensionamento del sistema richiesto, indicando la scelta del cluster da utilizzare, la dimensione (in termini di raggio) delle celle da impiegare, e la banda complessiva di trasmissione necessaria da richiedere per garantire tutti i requisiti imposti. A tal fine, si supponga che due time slot siano allocati a scopi di segnalazione in ogni trama GSM, ed i restanti utilizzati per il trasporto del traffico.

Per riferimento, vengono riportati nella tabella seguente alcune combinazioni di intensità media di traffico (variabile A, espressa in Erlang) e minimo numero di serveri (variabile m) che risultano in una probabilità di blocco inferiore all'1% secondo la Formula B di Erlang:

m (serveri)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
A (Erlang)	1.3	4.5	8.1	12.0	16.1	20.3	24.6	29.0	33.4	37.9

Il candidato illustri le figure previste in un'azienda dal D.Lgs. 81/08.





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

**Sezione A - Settore Industriale**

**Prova pratica di progettazione dell'11 marzo 2014**

Il candidato sviluppi una delle seguenti tracce.

**Traccia n. 1 – Aeronautica**

Calcolare ciclo e prestazioni di un turbogetto semplice con postcombustore avente le seguenti caratteristiche:

- Quota di volo  $z = 9000\text{m}$  ( $T = 236,16^\circ\text{K}$ ,  $P = 35521,11\text{ Pa}$ );
- Mach di volo  $M = 0.8$ ;
- Rapporto di compressione  $c = 10$ ;
- Potere calorifico del combustibile (sia per combustore principale sia per postcombustore):  $45\text{MJ/kg}$ ;
- Temperatura di ingresso in turbina:  $1200\text{K}$ ;
- Temperatura di uscita dal postcombustore:  $1800\text{K}$ ;
- Ugello adattato;
- Rendimento adiabatico diffusore =  $0.97$ ;
- Rendimento adiabatico compressore =  $0.85$ ;
- Rendimento adiabatico turbina =  $0.90$ ;
- Rendimento adiabatico ugello propulsivo =  $0.98$
- Calore specifico  $cp = 1004.5\text{J/K/kg}$  e rapporto  $= cp/cv = 1.40$ .  
(si considerino unitari i rendimenti non esplicitamente assegnati)

Si confrontino le prestazioni ottenute con postcombustore acceso e spento, considerando in entrambi i casi l'ugello adattato e la stessa portata d'aria nel gruppo turbogas.  
Si indichino normative e procedure di collaudo applicabili alla macchina suddetta anche con riferimento alle emissioni.

**Traccia n. 2 – Meccanica Calda**

Un motore a quattro tempi ad accensione comandata per impiego automobilistico (quattro cilindri di alesaggio  $D = 70\text{ mm}$  e corsa  $C = 64,9\text{ mm}$  e con cilindrata totale  $1\text{ dm}^3$ ) ha, alla velocità di rotazione  $n = 58,33\text{ giri/s}$ , i seguenti valori del consumo specifico di combustibile:  $q_b = 68\text{g/MJ}$  alla pressione media effettiva  $p_{me} = 0,8\text{ MPa}$  e  $q_b = 87\text{g/MJ}$  alla pressione media effettiva  $p_{me} = 0,4\text{ MPa}$  (allegato).

Sono inoltre assegnati:

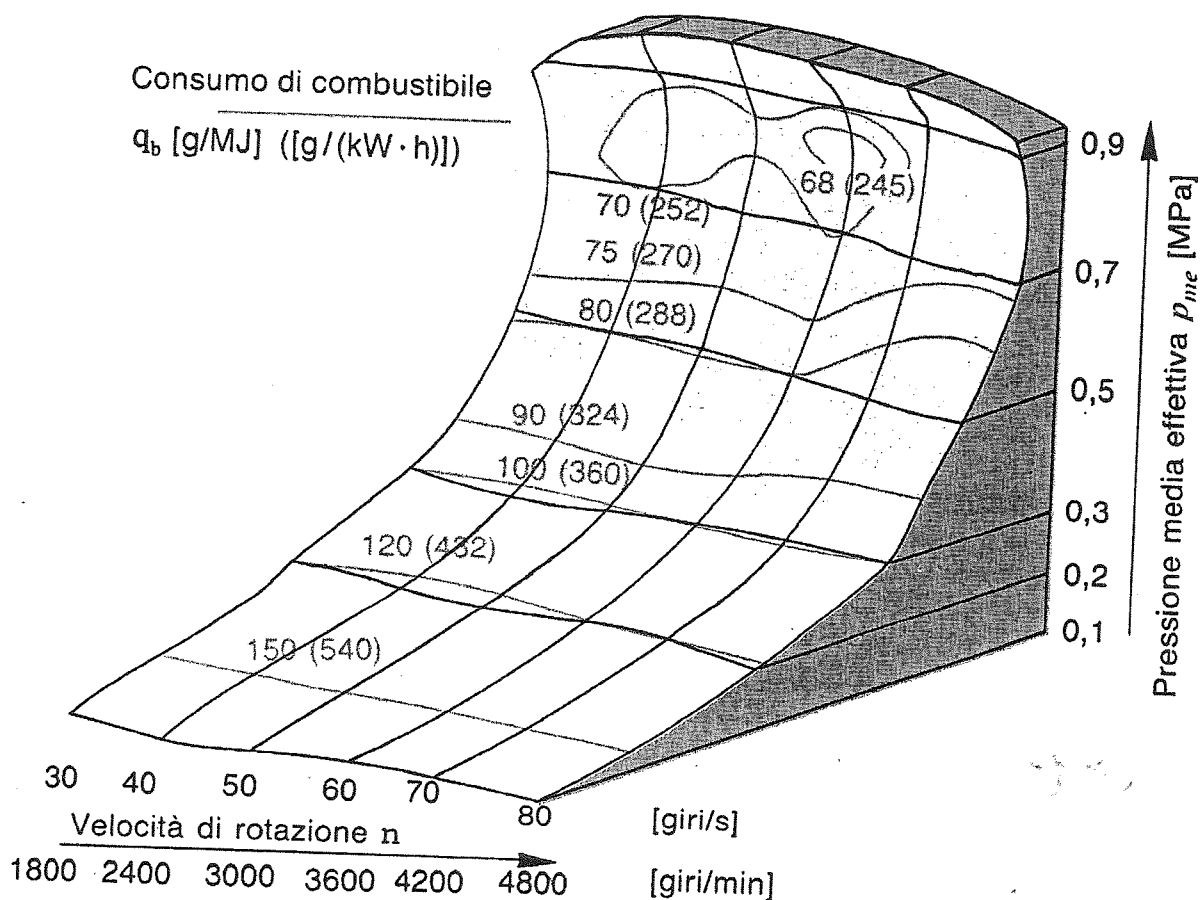
- ❖ potere calorifico inferiore del combustibile  $H_i = 44\text{ MJ/kg}$
- ❖ massa volumica dell'aria che alimenta il motore  $\rho = 1,2\text{ kg/m}^3$
- ❖ rapporto aria combustibile  $\alpha = 15$

Determinare, per entrambi i casi:



- Rendimenti utile, organico e indicato
- Potenza e coppia del motore in corrispondenza del valore assegnato di pressione media effettiva
- Il coefficiente di riempimento

Eeguire un dimensionamento di massima del sistema di iniezione (indiretta) del motore, nel caso in cui si impieghi una architettura di tipo "multipoint" con elettroiniettori. Definire uno schema a blocchi che evidenzi la logica di funzionamento del sistema, in rapporto ai diversi sensori che rilevano i parametri operativi del motore. Infine si indichino normative e procedure di collaudo applicabili alla macchina suddetta anche con riferimento alle emissioni.



### Traccia n. 3 – Meccanica Fredda

Eeguire il progetto di un freno a ceppi rigidi da utilizzare a corredo di un apparecchiatura industriale caratterizzata da un motore avente una potenza di 50 CV, con una velocità di rotazione pari a 1000 giri/min.

Il freno viene azionato dalle 50 alle 100 volte durante un'ora di esercizio del macchinario; ciascun azionamento ha una durata di 0,25 s. Dimensionare le guarnizioni prevedendo un intervallo di sostituzione di 5000 ore di esercizio dell'apparecchiatura, un esercizio di tipo normale, utilizzando un coefficiente di usura delle guarnizioni  $K = 4 \cdot 10^{-6} \text{ mm} \cdot \text{cm}^2 / \text{kgm}$  e una pressione ammissibile sulle guarnizioni  $p = 5 \text{ kg} / \text{cm}^2$ .

Il candidato determini inoltre la forza necessaria all'azionamento del freno.

Per lo svolgimento dell'elaborato si possono utilizzare i seguenti dati:

*Handwritten signature and initials.*

Allegato n.4 al verbale n.8 3/3

Coefficiente di maggiorazione del momento frenante:  
Carico termico del freno:  
Rapporto raggio del tamburo/lunghezza guarnizioni:  
Coefficiente di attrito:  
Angolo di avvolgimento:

$K' = 1,5 \div 2$   
 $f_{pv} = 6 \text{ Kg/m} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^2$   
 $r/l = 1 \div 1,5$   
 $f = 0,35$   
 $\alpha_0 = 90^\circ \div 110^\circ$

Per i valori eventualmente non forniti il candidato scelga valori opportuni.  
Infine si indichino normative e procedure di collaudo applicabili al dispositivo.

hws  
K. K.