

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 14 Novembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**I Prova scritta**

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

**TEMA 1**

Con riferimento ai reflui prodotti in ambito industriale, relativamente un impianto di trattamento delle acque, il candidato illustri gli strumenti di cui si avvarrebbe per l'identificazione dei potenziali inquinanti attesi e indichi quali sono anche gli inquinanti da monitorare e controllare, indicando il loro comportamento nell'ambiente nonché la conseguente pericolosità per la salute umana. Inoltre, si elenchino le principali unità impiantistiche da prevedere in relazione agli individuati inquinanti presenti nel refluo e l'impatto complessivo ambientale del processo nel suo insieme, con evidenziati i vettori di impatto e le relative modalità di contenimento e controllo da prevedere ed attuare.

**TEMA 2**

Il candidato illustri le differenti tipologie di danno che possono presentarsi in edifici in cemento armato, anche a seguito di eventi sismici. Descriva, inoltre, le principali tecniche di indagine e i possibili interventi di miglioramento/adequamento.

**TEMA 3**

Il candidato illustri il rapporto tra innovazione tecnologica ed esiti architettonici e costruttivi articolando il suo elaborato su casi esemplificativi, scelti a discrezione del candidato, realizzati nel XX o nel XXI secolo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 14 Novembre 2019**

**Settore Industriale**

**I Prova scritta**

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

**TEMA 1**

Con riferimento ai sistemi dinamici lineari e stazionari a un ingresso e un'uscita, il candidato illustri brevemente il problema della regolazione e quello dell'inseguimento di riferimenti polinomiali, indicando possibili strategie di controllo che permettano di risolvere tale problema anche nel caso di disturbi costanti presenti sulla catena diretta.

**TEMA 2**

Il candidato descriva sinteticamente, anche con l'ausilio di opportuni schemi e diagrammi, le principali configurazioni di impianti cogenerativi impiegati in ambito industriale, illustrandone benefici e limiti di utilizzo.

**TEMA 3**

Salute e sicurezza dei lavoratori all'interno di un sito produttivo industriale: dagli elementi cardine del sistema di tutela esistente alle nuove minacce e opportunità legate al contesto Industria 4.0.

La completezza, l'attinenza al testo ed al settore e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

**TEMA 4**

Nella progettazione meccanica, il calcolo strutturale fa ormai uso del concetto di stato limite e la progettazione basata su concetti statistici sta soppiantando quella basata sulla tradizionale idea di "coefficiente di sicurezza" (tensione ammissibile).

Il candidato indichi le principali caratteristiche di questi due approcci progettuali, mettendo in evidenza, con esempi relativi a diverse condizioni di carico (statico, fatica, dinamico, di natura ambientale), i benefici di una progettazione strutturale basata sulla valutazione statistica delle caratteristiche di sollecitazione e resistenza.

**TEMA 5**

Le tecnologie di trasformazione dei compositi a fibra di carbonio.

\* Il candidato **prediliga** la corretta esposizione tecnica degli aspetti menzionati, la strutturazione delle argomentazioni e il loro collegamento logico **piuttosto** che la quantità delle informazioni da trasferire.

**TEMA 6**

Sulla base delle competenze acquisite durante il proprio percorso di studi, il candidato specifichi quali materie, e di queste quali contenuti, possono risultare direttamente utili in ambito medico/ospedaliero.

In particolare, si dettino i campi di possibili applicazioni, e se ne evidenzino limiti e spazi di miglioramenti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 14 Novembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**I Prova scritta**

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

**TEMA 1**

Con la presenza sempre più pervasiva dell'intelligenza artificiale e della robotica nella vita quotidiana, la figura dell'ingegnere elettronico sta diventando sempre più centrale all'interno della società.

Il/La candidato/a illustri, sulla base degli studi che ha effettuato, quali saranno gli scenari industriali dove la figura dell'ingegnere elettronico avrà un impatto sempre maggiore nei prossimi anni.

**TEMA 2**

Il candidato discuta sull'introduzione, l'integrazione e la gestione delle tecnologie inerenti il settore dell'informazione all'interno di una supply chain nel settore manifatturiero, dall'approvvigionamento delle materie prime alla distribuzione del prodotto finito. Si evidenzino barriere, costi, benefici e quanto si riputi rilevante in una disamina di carattere ingegneristico-gestionale.

**TEMA 3**

Il candidato ipotizzi di ricevere l'incarico di progettare un nuovo Sistema Informatico di una Università. Il progetto dovrà essere limitato alla sola gestione delle informazioni relative alla didattica come ad esempio orari, esami, descrizione dei corsi di studio, ecc., lo studente faccia uso della propria recente esperienza.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta dei canali di distribuzione della informazione stessa come ad esempio dispositivi mobili, pannelli, sensori, agenti RFID.

Il candidato rediga quindi quanto richiesto, indicando quali debbano essere le soluzioni in modo che il risultato abbia caratteristiche di flessibilità, scalabilità, sia facilmente utilizzabile e gestibile soprattutto in mobilità, fornendo la massima affidabilità, sicurezza e rispetto della privacy.

Il candidato esponga le scelte effettuate, esprimendo le sue considerazioni con particolare attenzione ai pro e i contro, in relazione agli usuali parametri di convenienza e alle caratteristiche su esposte.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**II Prova scritta – Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

Con riferimento ad un progetto definitivo di un impianto di trattamento meccanico biologico (TMB) il candidato illustri in via generale i contenuti della documentazione prevista dalla vigente normativa quale facente parte del progetto stesso da allegare alla domanda di autorizzazione (specificare possibili iter amministrativi) ed in particolare dettagli il contenuto della relazione tecnica.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**II Prova scritta – Ingegneria Civile (Strutture)**

Il candidato illustri, sotto forma di relazione, le scelte progettuali e i calcoli di pre-dimensionamento di una struttura da adibirsi a palazzetto dello sport, con particolare riferimento alla soluzione adottata per la sua copertura. Evidenzi i criteri di progettazione dei principali elementi strutturali, le normative di riferimento e le verifiche da eseguire.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**II Prova scritta – Ingegneria e Tecniche del Costruire/Ingegneria Edile-Architettura**

Il candidato esponga i criteri generali per impostare il progetto di un edificio scolastico, a uso di scuola materna e primaria.

L'edificio, da costruirsi su un terreno urbano, dovrà contenere le aule e i servizi per 1 sezione di scuola materna (3 aule) e 3 sezioni di scuola primaria (15 aule), un refettorio, una piccola palestra, atrio e giardini di pertinenza.

Il candidato si soffermi, in particolare, su:

- le problematiche rispetto al contesto urbano nel quale l'edificio si colloca, gli aspetti funzionali e distributivi dell'edificio in relazione alla fruibilità e all'accessibilità degli spazi didattici e ricreativi e alla sicurezza del complesso;
- sui criteri di scelta a) del sistema strutturale in relazione alla rapidità di costruzione dell'edificio; b) delle opere edilizie di completamento in relazione al comfort ambientale e al risparmio energetico.

NB: il candidato svolga il tema considerando il suo elaborato come un insieme di appunti che possano servire come riferimenti per la successiva progettazione dell'edificio. Potrà, perciò, servirsi anche di esemplificazioni grafiche e schemi illustrativi utili a chiarire quanto esposto nel testo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Industriale**

**II Prova scritta – Ingegneria dell'Automazione**

In un sistema di produzione, la presenza di tempi di setup non trascurabili non permette di mantenere contemporaneamente tutti i magazzini a un livello costante desiderato ma solo, sotto opportune condizioni, di controllarne il contenuto lungo dei cicli limite. Il Candidato discuta le condizioni di stabilizzabilità per tale tipo di sistemi e presenti a sua scelta qualche politica che assicuri la limitatezza di tutti i magazzini.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Industriale**

**II Prova scritta – Ingegneria Energetica**

Il candidato descriva sinteticamente quali sono i fattori che influenzano le emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> nella generazione di energia elettrica (g/kWh), discutendo le possibili strategie per la riduzione di tale parametro.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Industriale**

**II Prova scritta – Gestionale (Impianti Industriali)**

Il candidato dopo aver illustrato i principi generali e i criteri utilizzabili per la definizione e la progettazione del layout generale di un impianto industriale ne illustri i principali passi operativi utilizzando un esempio di un sistema produttivo a sua scelta.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Industriale**

**II Prova scritta – Ingegneria Meccanica (Costruzione di Macchine)**

Il/La Candidato/a illustri, in tutte le sue fasi, l'iter progettuale di un riduttore meccanico di potenza multistadio, finalizzato ad un caso esemplificativo scelto a piacere di reale applicazione, indicando le modalità di redazione di una relazione tecnica progettuale nella quale siano evidenziati:

- il completo iter progettuale, considerando i diversi componenti del riduttore multistadio;
- le diverse specifiche di funzionamento ipotizzabili, in relazione all'applicazione scelta;
- le verifiche da eseguire ed i corrispondenti principi di progettazione, anche in relazione alle direttive e norme tecniche di riferimento (siano esse armonizzate, europee o nazionali);
- le modalità di esecuzione del disegno con le indicazioni per la costruzione ed il collaudo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore Industriale**

**II Prova scritta – Ingegneria Meccanica (Tecnologie e Sistemi di Lavorazione)**

Un'azienda di manufacturing (CIM S.p.A. di Vado di Sotto, FR) ha deciso di realizzare una svolta nella propria strategia industriale, investendo nell'Economia Circolare. Tra le prime iniziative ha stabilito di ridurre i propri rifiuti al minimo e ha cominciato un'estesa azione di monitoraggio dei propri scarti destinati in discarica. L'azienda scopre che ben 5 t di plastica (esclusivamente ABS) viene conferita in discarica annualmente come scarti e residui di lavorazione. L'azienda vi contatta e vi chiede che margini ci sono per il recupero interno di tale quantità e tipologia di materiale. Preparate una relazione tecnica che partendo dallo stato dell'arte e da considerazioni generali di Economia Circolare e ri-trasformazione di materiali polimerici, suggerisca la strategia da seguire per una corretta implementazione aziendale di un riciclo interno di tale plastica.

**\*Particolare attenzione** sia fatta alla strutturazione dell'elaborato perché corrisponda a una reale **relazione tecnica** e non ad una mera dissertazione.

# Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

## Ingegnere Magistrale

II Sessione – 25 novembre 2019

### Settore Industriale

#### **II Prova scritta – Ingegneria Medica**

I problemi motori delle persone possono essere causati da diverse patologie, come il Parkinson (che provoca tremore, immobilismo improvviso, ..), come DCD e ADHD (che provocano iperattività e disturbi del controllo motorio nei bambini), come la labirintite (che provoca perdita di equilibrio), ecc.

Tali problemi motori vengono diagnosticati dai medici essenzialmente sulla base di risposte a questionari compilati dai pazienti, sulla base di osservazioni dirette su come il paziente esegue specifici test motori, e in misura minore sulla base di misurazioni oggettive, a causa dei grandi ingombri e gli alti costi delle necessarie strumentazioni.

Le recenti tecnologie indossabili però hanno prodotto nuovi strumenti da ingombri ridotti e costi contenuti.

Il candidato descriva genericamente le nuove tecnologie indossabili. Poi enfatizzi:

- i principi tecnologici sui quali si basano (Ottico? Acustico? Elettromagnetico?...)
- quali parametri sono misurabili in modo diretto e quali in modo indiretto
- l'impatto degli algoritmi di pattern recognition (sulla analisi dei dati misurati)
- quali ne sono i vantaggi e quali gli svantaggi
- in che termini un Ingegnere può supportare il Medico per aiutarlo alla formulazione di una corretta diagnosi
- quanto tale tecnologia può impattare su tele-monitoraggio e tele-assistenza.

Il candidato descriva i blocchi di un esempio di sistema elettronico per la misura dei movimenti umani.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale**

**II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**II Prova scritta – Ingegneria Elettronica**

Il/La candidato/a illustri, avvalendosi anche di schemi circuitali, i diversi utilizzi dei diodi negli alimentatori, evidenziando per ognuna delle topologie circuitali i limiti e i pregi.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale**

**II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**II Prova scritta – Ingegneria Gestionale**

Il candidato illustri gli strumenti quantitativi necessari per una corretta pianificazione dei processi produttivi e gestione di un impianto industriale. Si valutino tali strumenti anche in funzione del tipo di sistema/impianto produttivo, prodotto e mercato.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale**

**II Sessione – 25 novembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**II Prova scritta – Ingegneria Informatica**

Si descrivano i concetti base dei linguaggi di programmazione *object-oriented* e successivamente, attraverso esempi applicativi scelti dal candidato, si mettano a confronto le caratteristiche peculiari di alcuni di essi come ad esempio Python, C++, Java.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**Prova progettuale – Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

In allegato è riportato il profilo schematico della condotta di alimentazione di un centro urbano caratterizzato da una popolazione di riferimento pari a 7200 persone ed una dotazione idrica giornaliera procapite media pari a 300 litri.

La risorsa necessaria è captata da una sorgente che scaturisce da un ammasso roccioso (picchetto 1).

Il candidato dimensiona la condotta di alimentazione del centro urbano nelle varie condizioni di funzionamento tenendo conto del profilo del terreno allegato, della tipologia del tracciato (strada, campagna ...), delle interferenze presenti.

È richiesta la localizzazione, individuazione e dimensionamento delle opere principali (attraversamenti, eventuali impianti di sollevamento, serbatoi) nonché delle opere di linea necessarie alla corretta gestione e manutenzione dell'acquedotto.

Il candidato imposta inoltre le categorie/capitoli del computo metrico delle opere in progetto sviluppando con maggiore dettaglio il computo metrico della condotta.

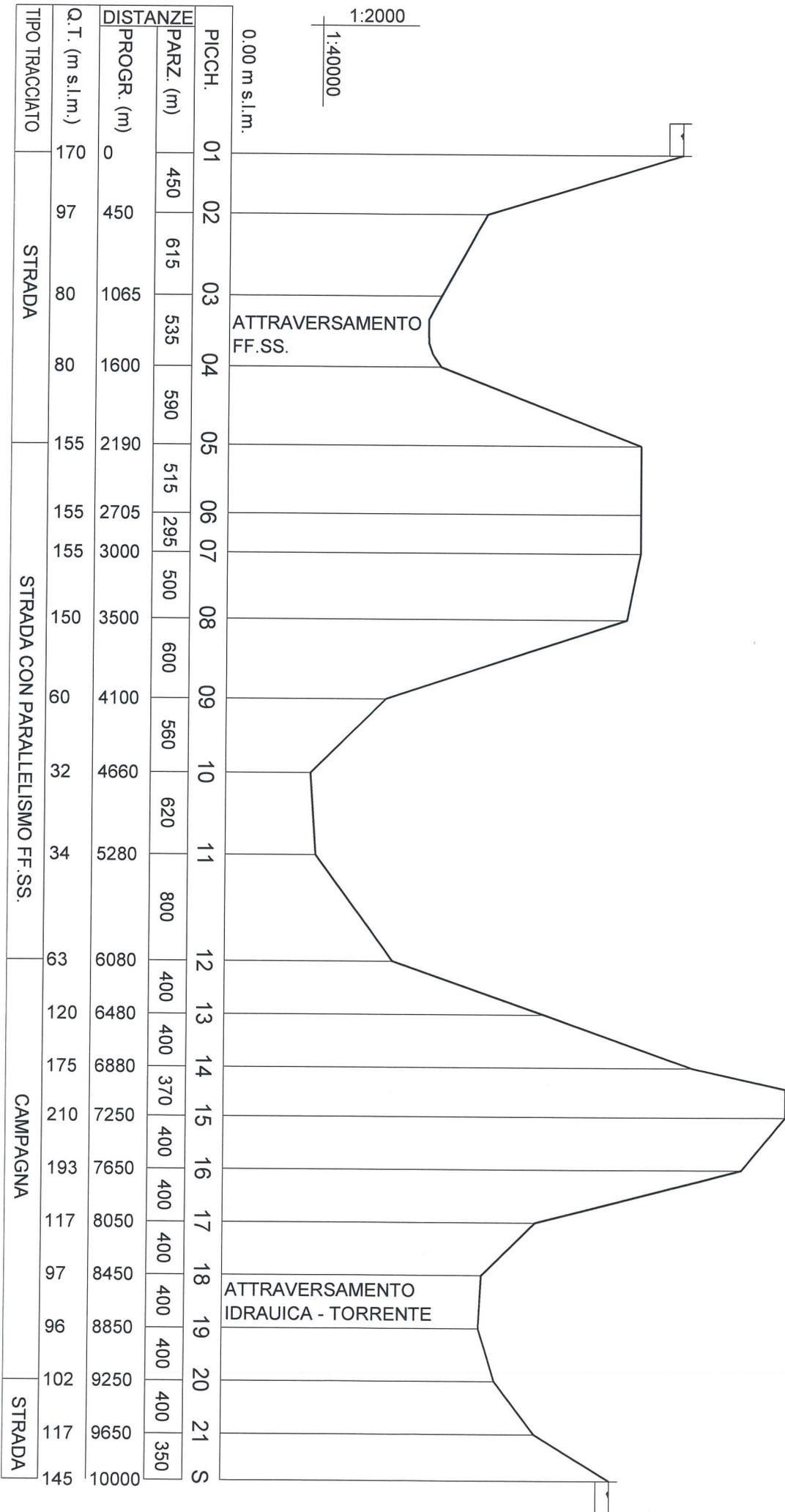
Dal punto di vista geologico per le opere principali è possibile far riferimento, nella scelta delle tipologie costruttive, a terreni classificabili nella categoria "B" di suolo di fondazione e categoria "T2" relativamente alle caratteristiche della superficie topografica, Zona sismica 2, sottozona sismica B, Classe d'uso II dell'opera, Livello di Vulnerabilità dell'Opera Medio.

Per la condotta il tracciato è caratterizzato da spessori significativi di terreni di copertura per lo più di origine piroclastica.

1:2000

1:40000

0.00 m s.l.m.



ATTRAVERSAMENTO  
FF.SS.

ATTRAVERSAMENTO  
IDRAUCA - TORRENTE

STRADA

STRADA CON PARALLELISMO FF.SS.

CAMPAGNA

STRADA

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**Prova progettuale – Ingegneria Civile (Strutture)**

Con riferimento alla normativa vigente, il candidato rediga un progetto di massima, con dimensionamento dei principali elementi strutturali, di un centro commerciale con 3 piani fuori terra, e dimensione in pianta pari a circa 3000 mq. La struttura ricade nel comune di Grosseto, caratterizzato dai seguenti parametri sismici (relativi allo spettro elastico):

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,067 g
$F_g$	2,848
$T_c$	0,299 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,563
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,156 s
$T_C$	0,468 s
$T_D$	1,866 s

Il candidato produca i seguenti elaborati:

- Schema di distribuzione degli spazi interni;
- Pianta e sezioni tipo per descrizione dello schema architettonico e strutturale;
- Carpenteria di solaio tipo;
- Pianta delle fondazioni;
- Schema di armatura dei principali elementi strutturali.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Civile-Ambientale**

**Prova progettuale – Ingegneria e Tecniche del Costruire/Ingegneria Edile-Architettura**

In un'area urbana libera prospiciente un parco, il candidato progetti una biblioteca di quartiere (opportunamente dimensionata per popolazione di circa 50.000 ab) contenente una sala lettura e prestito, un deposito libri e una piccola sala polifunzionale (circa 100 posti). Il layout distributivo dovrà comprendere attrezzature di servizio; il candidato aggiunga eventualmente altri spazi complementari utili.

Il candidato deve elaborare, di minimo:

- Planimetria generale con accessi, viabilità, area parcheggio (1: 500)
- Piante (compresa quella delle fondazioni) con indicazione della struttura portante (1:200)
- Sezioni con indicazioni della struttura portante (1:200)
- Due prospetti rappresentativi (1:200)
- Dettaglio costruttivo del solaio di copertura e di base (in scala 1:20)
- Dettaglio costruttivo del sistema di facciata dell'edificio (con dettaglio 1:20)
- Relazione descrittiva che illustri le soluzioni architettoniche, costruttive e statiche dell'intero edificio

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione - 16 Dicembre 2019  
Settore Industriale**

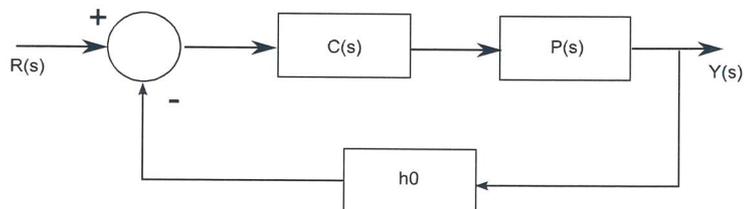
**Prova Progettuale - Ingegneria dell'Automazione**

Si richiede di controllare un processo industriale il cui modello lineare, nel dominio della trasformata di Laplace, può essere descritto mediante la seguente funzione di trasferimento:

$$P(s) = \frac{1 - s}{s^3 + 2s^2 + \alpha s},$$

essendo  $\alpha$  una costante positiva che va individuata con delle misure opportune. Si indichi con  $u(t)$  il segnale (scalare) di ingresso (controllo) e con  $y(t)$  il segnale (scalare) in uscita del sistema.

- (i) Per determinare il parametro non noto  $\alpha$ , si procede con il seguente esperimento. Si applica al sistema un ingresso a gradino di ampiezza unitaria. Si osserva che a regime, indipendentemente dalle condizioni iniziali, la  $y(t)$  sale con pendenza costante e pari ad uno. Questo permette di ricavare il valore di  $\alpha$ , da utilizzare in tutti gli altri quesiti di questa traccia se non diversamente specificato.
- (ii) Durante un ciclo operativo il sistema, a partire da condizioni iniziali nulle (cioè supponendo  $y(0) = 0$ ,  $\dot{y}(0) = 0$  e  $\ddot{y}(0) = 0$ ), viene sottoposto a un gradino unitario. Calcolare la risposta completa  $y(t)$ . Cosa si può dire del limite per  $t$  che tende a zero di  $y(t)$  e delle sue prime due derivate? Tendono al loro valore iniziale (nullo) oppure no? Perché?
- (iii) Il sistema viene sottoposto per 10 secondi a un ingresso pari a uno (cioè  $u(t) = 1$  per  $t \in (0, 10)$  e nullo altrimenti). Valutare se l'uscita  $y(t)$  risulta limitata per ogni  $t$  oppure no. In particolare valutare, nel caso di condizioni iniziali nulle, il valore di  $y(t)$  per  $t$  che tende all'infinito. Dipende questo limite dalle condizioni iniziali del sistema?
- (iv) Con riferimento al sistema di controllo in controeazione riportato in figura, in cui  $P(s)$  è la funzione di trasferimento del sistema fin qui considerato,  $h_0 = 0.1$  e  $C(s)$  è pari a una costante  $K_c$ , valutare mediante Routh se è possibile ottenere la stabilità del sistema complessivo con un opportuno valore di  $K_c$ .
- (v) Con riferimento sempre al sistema di controllo in controeazione riportato in figura, in cui anche qui  $P(s)$  è la funzione di trasferimento del sistema fin qui considerato e  $h_0 = 0.1$ , determinare il blocco di controllo  $C(s)$  che garantisce un errore a regime nullo rispetto a riferimenti costanti, una pulsazione di attraversamento di circa 1 rad/s e un margine di fase di almeno 40 gradi.
- (vi) Utilizzando lo schema di controllo del punto precedente, quale errore si ottiene a regime rispetto a un riferimento del tipo  $r(t) = (3t - 4)\delta_{-1}(t)$ ? E rispetto a  $r(t) = (2t^2 + 1)\delta_{-1}(t)$ ?
- (vii) Valutare se e in quale misura le specifiche di stabilità, di precisione a regime e sul transitorio assicurate dal blocco di controllo progettato al punto (v) risultano degradate se, nel ricavare la costante  $\alpha$  nel punto (i), si è commesso un errore del 10% (cioè si chiede di valutare cosa accade alle specifiche qualora il progetto al punto (v) sia stato effettuato con il valore nominale di  $\alpha$  trovato al punto (i) mentre il valore reale di  $\alpha$  differisce da quello usato nel progetto per un 10%).



**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Industriale**

**Prova progettuale – Ingegneria Energetica**

Un sito industriale sia caratterizzato dai seguenti fabbisogni energetici:

- energia elettrica annua di 90,4 GWh con potenza di picco di 13,5 MW
- energia termica annua di 167 GWh sotto forma di vapore saturo secco alla pressione di 2 bar (restituito sotto forma di acqua calda a 70 °C)

con i seguenti profili di carico:

- A) 1000 ore a 13,5 MWe e 19,5 MWt
- B) 1000 ore a 13,5 MWe e 31,5 MWt
- C) 3000 ore a 10,5 MWe e 24,0 MWt
- D) 2000 ore a 10,5 MWe e 13,0 MWt
- E) 1000 ore a 9,0 MWe e 18,0 MWt
- F) 760 ore a 2,5 MWe e richiesta termica nulla

e che detti fabbisogni siano coperti nel modo seguente:

- energia elettrica integralmente acquistata in rete;
- energia termica prodotta in loco tramite n.7 caldaie a combustibile da 4,5 MWt nominali ciascuna, aventi un rendimento medio pesato annuo di 0,82.

Si analizzi innanzitutto la fattibilità di passaggio ad un sistema cogenerativo, costituito da una TG di potenza nominale pari a quella di picco richiesta (13,5 MWe) e da un GVR posto allo scarico di questa per la produzione del vapore saturo secco, integrata dal mantenimento in servizio, quando necessario, di una o più caldaie preesistenti con funzione di caldaie di integrazione.

Nell'ipotesi che l'impianto sia gestito "inseguendo" la copertura del carico elettrico richiesto dal sito industriale (e che nelle 760 ore del profilo F l'impianto sia fermo e in detto periodo il fabbisogno elettrico dello stabilimento, mediamente pari a 2,5 MW, sia soddisfatto integralmente da EE d'acquisto), sulla base di calcoli e di valutazioni di massima ed assunzioni effettuate con buon senso tecnico, si valutino:

- la potenzialità nominale del GVR (espressa in t/h vapore) associata a portata e temperatura dei fumi allo scarico nelle condizioni nominali della TG;
- il rendimento di 1° principio nominale del sistema cogenerativo;
- i deficit (in t/h) di produzione di vapore prodotto per via cogenerativa in alcuni dei profili di carico di cui sopra;
- il rendimento annuo medio "pesato" della TG;
- il rendimento annuo medio "pesato" di 1° principio del gruppo cogenerativo;
- il rendimento annuo medio "pesato" di 1° principio dell'intero sistema (comprensivo del contributo delle caldaie di integrazione);
- il risparmio di energia primaria rispetto al caso preesistente di produzione separata, assumendo opportuni valori per i rendimenti di riferimento per la produzione separata di calore ed energia elettrica.

Si valuti inoltre la fattibilità di coprire la richiesta termica eccedente quella derivante dal solo recupero dai fumi della TG tal quali con il ricorso alla post-combustione, valutando:

- l'apporto termico da combustibile nelle condizioni di esercizio più sfavorevoli;
- i nuovi valori di rendimento medio pesato di 1° principio e di risparmio energetico.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Industriale**

**Prova progettuale – Ingegneria Gestionale (Impianti Industriali)**

Un'azienda specializzata in lavorazioni meccaniche ha appena chiuso una trattativa con un nuovo grande cliente per una fornitura della durata di 5 anni di due tipi di guide per cancelli automatici.

L'azienda ha previsto di erigere un nuovo capannone presso un sito esistente da dedicare a tale produzione, acquistando nuove macchine/mezzi di lavoro e assumendo del personale aggiuntivo.

Le quantità delle guide da fornire, il prezzo di vendita unitario e i costi variabili unitari di produzione previsti per i due prodotti al netto del costo della manodopera sono riportati nella tabella I. I due prodotti saranno realizzati a partire dalla stessa tipologia di materia prima (si veda tabella II).

Le sequenze di operazioni necessarie per la realizzazione dei due prodotti sono riportate nella tabella III, insieme ai tempi ciclo di lavorazione. I macchinari da utilizzare per la realizzazione dei cicli stessi sono stati individuati e sono riportati, insieme alle loro dimensioni e al numero di addetti necessario per la loro conduzione nella tabella IV. Il costo dei macchinari e le altre voci di costo sono descritti nella tabella V. Per l'organizzazione del lavoro sono state individuate diverse modalità possibili descritte nella tabella VI.

Si effettui il dimensionamento del nuovo capannone per ciascuna delle configurazioni riportate in tabella VI, avendo cura di comprendere:

- La scelta del tipo di layout più adeguato alla produzione;
- La determinazione del numero totale dei macchinari/mezzi di lavoro/postazioni e del loro costo;
- La determinazione del numero totale di addetti alla produzione.
- Il dimensionamento di massima di un magazzino materie prime in grado di soddisfare le richieste di produzione di 15 giorni lavorativi e un magazzino prodotti finiti tale da garantire una capacità di stoccaggio pari a 10 giorni lavorativi.
- La scelta qualitativa (non occorre il dimensionamento) dei sistemi di movimentazione dei materiali tra i macchinari e nei magazzini;
- Una rappresentazione di massima del layout del nuovo capannone su pianta rettangolare (si trascurino le zone accessorie).

Per la soluzione che comporta minori costi per l'azienda si provveda inoltre ad effettuare una valutazione della redditività dell'iniziativa con i metodi che si ritengono più opportuni, considerando:

- un orizzonte temporale di riferimento pari alla durata del contratto;
- trascurabili tutti i costi non forniti dal testo;
- ininfluenza l'impatto del capitale circolante e nullo il valore residuo dei macchinari;
- una percentuale di tassazione del 24% ed un piano di ammortamento fiscale a quote costanti su 5 anni per i macchinari e 10 per gli altri beni.

## ALLEGATI

**Tabella I – Domanda, costo variabile di produzione e prezzo**

<b>Componente</b>	<b>Pz/anno</b>	<b>Costo variabile (€/u)(*)</b>	<b>Prezzo (€/u)</b>
A. Modello base	<b>32.000</b>	<b>20</b>	<b>70</b>
B. Modello avanzato	<b>8.000</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

(\*): esclusi i costi di manodopera

**Tabella II – Fabbisogni Materia Prima**

<b>Prodotto</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Largh. [mm]</b>	<b>Lungh. [mm]</b>	<b>Spessore [mm]</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Rapporto teorico MP:PF</b>
A e B	Lamiere	1500	3000	3	100	1:10

**N.B.:** le materie prime arrivano in stabilimento e vengono immagazzinate sotto forma di pacchi di lamiera del peso di 2000 kg

**Tabella III – Cicli di produzione**

<b>Id</b>	<b>Fase</b>	<b>Tempo ciclo teorico</b>	
		<b>A (min/u)</b>	<b>B (min/u)</b>
01	Taglio	<b>2</b>	<b>2</b>
02	Piegatura lati lungo e corto	<b>7</b>	<b>4</b>
03	Foratura per alloggiamento albero e fermi	<b>7</b>	<b>4</b>
04	Realizzazione invito guide	<b>5</b>	<b>3,5</b>
05	Smusso guide	<b>8</b>	<b>4,5</b>
06	Finitura superficiale	<b>3</b>	<b>3</b>

Ovviamente a tali operazioni vanno aggiunte per completezza:

- *Accettazione materia prima* - ricevimento materie prime, che giungono allo stabilimento mediante autotrasporto (si veda tabella 2), e collocazione all'interno del magazzino materie prime;
- *Immagazzinamento prodotto finito* - trasporto e stoccaggio del prodotto finito all'interno del magazzino prodotti finiti

**N.B.:** si assumano perdite di efficienza di produzione per guasti e rallentamenti/microfermate dei macchinari pari a 13% del tempo carico e una difettosità del 2% con prodotti individuati difettosi e scartati a valle dello smusso guide. Si consideri inoltre un tempo di riattrezzaggio dei macchinari pari a 60 minuti per ogni passaggio dal prodotto A al prodotto B.

**Tabella IV – Macchinari, ingombro e numero addetti**

<b><i>Id operazione</i></b>	<b><i>Macchinario</i></b>	<b><i>Ingombro postazione</i></b>	<b><i>Numero addetti</i></b>
01	Seghetto alternativo	2 x 3	1
02	Piegatrice automatica	4 x 6	1
03	Testa a forare CN	4 x 6	1
04	Fresatrice orizzontale universale	4 x 6	1
05	Fresatrice di precisione	4 x 6	1
06	Lucidatrice	3 x 4	1

**Tabella V – Costo delle macchine, attrezzature ed impianti**

Seghetto alternativo	€	100.000
Piegatrice automatica	€	300.000
Testa a forare CN	€	500.000
Fresatrice orizzontale universale	€	300.000
Fresatrice di precisione	€	500.000
Lucidatrice	€	200.000
Edificio industriale (compreso di impianti generali)	€/m <sup>2</sup>	1.000
Costi fissi vari annuali	€/anno	50.000

**Tabella V – Organizzazione del lavoro**

L'apertura dell'impianto è prevista per 44 settimane all'anno.

Potrebbero essere previste le seguenti configurazioni dei turni di lavoro:

Configurazione dei turni*	8x5x1	8x5x2
Costo annuo per addetto	30.500 €	32.000 €

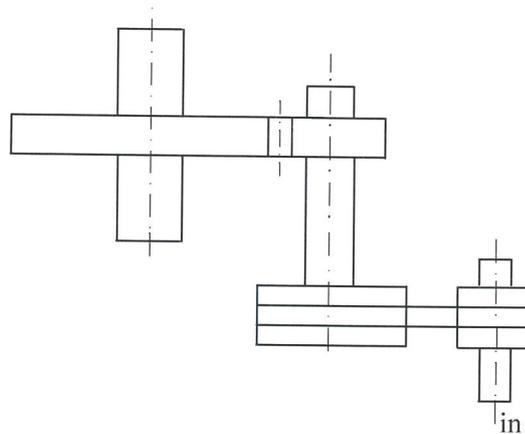
\*: ore turno x giorni a settimana x turni al giorno

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore Industriale**

**Prova progettuale – Ingegneria Meccanica (Costruzione di macchine)**

Si consideri il riduttore meccanico di potenza rappresentato schematicamente in figura. Detto riduttore meccanico è composto da due stadi di riduzione: una trasmissione con cinghie ed una trasmissione ad ingranaggi cilindrici a denti diritti. A monte del riduttore è presente un motore elettrico.



Si realizzi il progetto del suddetto riduttore eseguendo, in particolare:

- Scelta delle caratteristiche operative del motore elettrico.
- il dimensionamento della dentatura con i criteri definiti dalla normativa di riferimento;
- il dimensionamento della trasmissione con cinghie;
- la scelta del tipo di calettamento delle ruote sugli alberi;
- il dimensionamento dell'albero di uscita del riduttore;
- la stima della prima velocità flessionale degli alberi su cui sono calettate le ruote dentate.
- un disegno meccanico dell'albero di uscita del riduttore e della ruota condotta con le indicazioni per la costruzione ed il collaudo.

Sono forniti i seguenti dati:

- $P = 15 \text{ kW}$  (potenza richiesta all'utilizzatore)
- $n_{\text{out}} = 565 \text{ giri/min}$  (velocità angolare in uscita dal riduttore)
- $n_{\text{pign}} = 15$ ;  $n_{\text{ruota}} = 53$  (numero di denti delle ruote dentate)
- durata del riduttore: 20000 h
- Distanza tra l'albero di uscita del motore e l'albero del pignone del riduttore: 1 m

Gli ulteriori dati necessari al progetto siano assunti opportunamente.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019

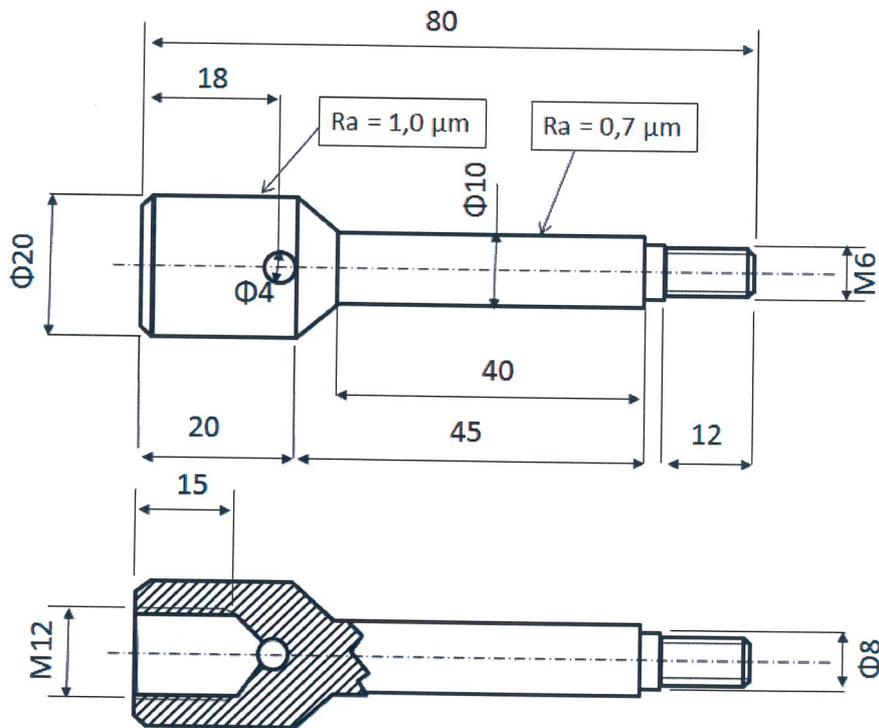
Settore Industriale

**Prova progettuale – Ingegneria Meccanica (Tecnologie e sistemi di lavorazione)**

Il pezzo rappresentato in figura (acciaio C35,  $R_m=500$  MPa) deve essere prodotto su larga scala mediante un processo di fabbricazione di asportazione di truciolo:

1. Progettare il ciclo di lavorazione alle m.u. definendo le fasi e le sottofasi;
2. Dimensionare i singoli processi di lavorazione per asportazione di truciolo definendo i parametri di taglio e calcolando forza di taglio, potenza e tempo di lavorazione;
3. Definire un possibile foglio di lavorazione
4. Calcolare il peso del pezzo ed una possibile produttività mensile.

Si allegano tabelle utili al dimensionamento dei vari processi (la quotatura ed il disegno non sono da considerare costruttivi, assumere tutte le quote e i parametri eventualmente omissi).



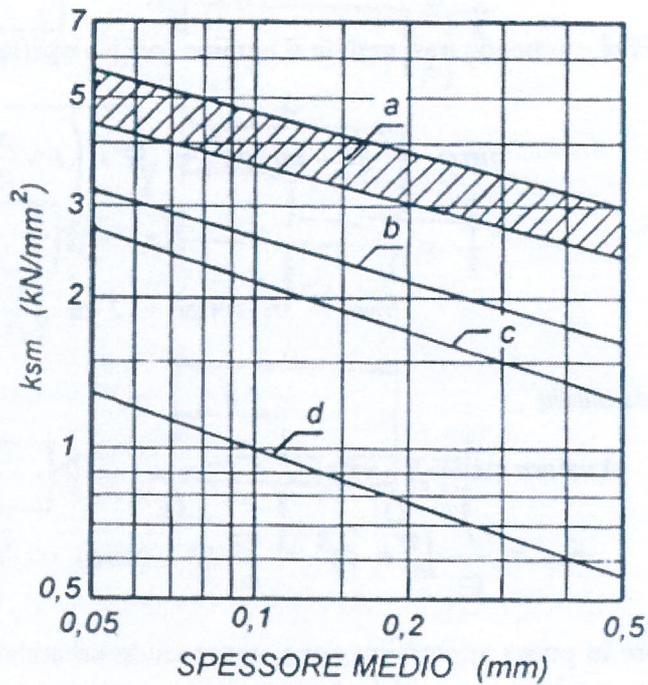
# Fresatura

Materiale del pezzo	Materiale dell'inserto	Velocità di taglio (m/min)	Avanzamento per dente (mm)
Acciaio $R_m = 600 \div 850$ MPa	P25-P40	120	0,3
Acciaio $R_m = 850 \div 1200$ MPa	P20-P30	80	0,2
Ghisa grigia HB < 1800 MPa	K10-K20	100	0,3
Ghisa grigia HB > 1800 MPa	K10-K20	80	0,2
Ottone-bronzo	K10-K30	180	0,5
Leghe leggere	K10-K20	500	0,3

Fig. 9.11

Pressione di taglio media  $k_{sm}$  in funzione dello spessore medio  $h_m$ .

- a) acciai ( $R_m = 500 \div 700$  N/mm<sup>2</sup>),
- b) ghisa sferoidale,
- c) ghisa grigia,
- d) ottone.



# Foratura

Materiale	Avanzamento (mm/giro)							Velocità di taglio (m/min)
	Diametro del foro (mm)							
	1÷3	3÷6	6÷12	12÷18	18÷25	25÷35	35÷50	
G 15÷20	0,025÷0,08	0,08÷0,16	0,16÷0,26	0,26÷0,32	0,32÷0,42	0,42÷0,50	0,55	25 ÷ 30
G 25÷30	0,014÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,22	0,22÷0,26	0,26÷0,32	0,35	18 ÷ 23
Acciaio R <sub>m</sub> = 300 - 500(*)	0,015÷0,06	0,06÷0,12	0,12÷0,2	0,20÷0,25	0,25÷0,30	0,30÷0,35	0,40	30 ÷ 45
Acciaio R <sub>m</sub> = 500 - 700(*)	0,015÷0,04	0,04÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,22	0,22÷0,27	0,27÷0,32	0,35	25 ÷ 35
Acciaio R <sub>m</sub> = 700 - 900(*)	0,008÷0,03	0,03÷0,08	0,08÷0,12	0,12÷0,18	0,18÷0,21	0,21÷0,25	0,30	18 ÷ 25
Acciaio R <sub>m</sub> = 900 - 1100(*)	0,007÷0,02	0,02÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,14	0,14÷0,18	0,18÷0,22	0,25	10 ÷ 16
Acciaio inox.	0,015÷0,04	0,04÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,20	0,20÷0,26	0,26÷0,28	0,30	7,5 ÷ 12
Ottone	0,03÷0,09	0,09÷0,17	0,17÷0,30	0,30÷0,40	0,40÷0,48	0,48÷0,50	0,65	fino a 160
Ottoni speciali-Bronzo	0,02÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,18	0,18÷0,25	0,25÷0,30	0,30÷0,35	0,45	fino a 65
Allunúffio	0,03÷0,10	0,10÷0,18	0,18÷0,32	0,32÷0,40	0,40÷0,52	0,52÷0,60	0,65	fino a 200
Rame	0,02÷0,06	0,06 ÷0,12	0,12÷0,22	0,22÷0,28	0,28÷0,32	0,32÷0,38	0,45	fino a 70
Materie plastiche	0,03÷0,06	0,06÷0,08	0,08÷0,12	0,12÷0,18	0,18÷0,25	0,25÷0,30	0,40	20÷25

(\*) MPa

**Tabella 9.4 - Valori orientativi della pressione di taglio  $k_s$  per foratura con punte elicoidali in acciaio superrapido e profondità del foro pari a  $1 \div 2 \cdot D$ .**

Per profondità maggiori, per punte ad inserti, per lamatura e per alesatura (allargatura) è necessario moltiplicare questi valori per fattori correttivi  $F_c$  riportati in fondo alla tabella.

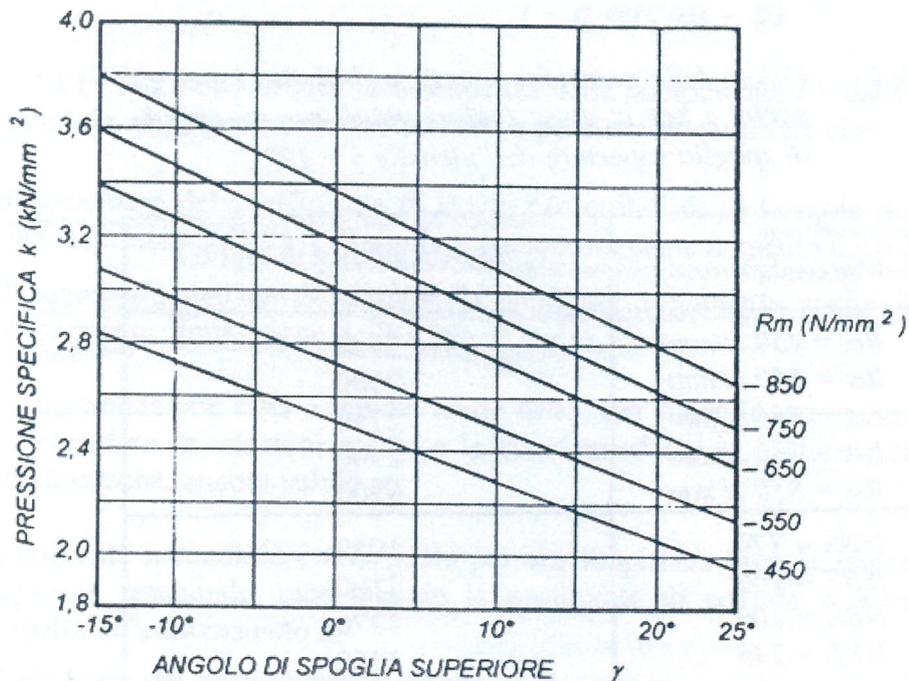
Materiale	R <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Pressione di taglio $k_s$ (N/mm <sup>2</sup> )					
		spessore di truciolo $h$ (mm)					
		0,04	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40
C 15	370	4750	4150	3650	3200	2800	2450
C 35	500	5200	4450	3850	3300	2850	2450
Fe 50	550	5000	4350	3800	3300	2900	2500
Fe 70	800	5850	5050	4300	3700	3200	2750
9SMnPb28	410	2550	2450	2300	2100	2000	1800
16MnCr5	500	4800	4200	3650	3150	2750	2400
39NiCrMo3	830	4150	3750	3400	3050	2750	2500
50CrV4	670	4900	4300	3800	3350	2950	2600
X205Cr12KU	700	5150	4550	4050	3600	3200	2800
X21Cr13KU	880	3650	3350	3100	2900	2650	2450
X5CrNiMo1712	560	3800	3500	3250	2950	2700	2500
X31Cr13KU	700	4350	3950	3600	3300	3000	2700
Ghise grigie (HBS = 190÷210)		4000	3500	3050	2600	2200	1900
Bronzi - Ottoni		2000	1700	1500	1300	1100	680
Leghe leggere		1500	1200	1100	980	750	470

Forature con punte elicoidali di profondità $> 2 \cdot D$ :	$F_c = 1,1 \div 1,25$
Forature con punte ad inserti di profondità $1 \div 2 \cdot D$ :	$F_c = 0,85$
Forature con punte ad inserti di profondità $> 2 \cdot D$ :	$F_c = 1,00$
Alesatura (allargatura di fori) e lamatura:	$F_c = 0,75$

# Tornitura

Materiale pezzo	Materiale inserto						
	P01	P10	P20	P30	P40	M10	M40
	Avanzamento mm/giro						
	0.3-0.05	0.7-0.3-0.1	1-0.3-0.1	2-0.4-0.2	2.5-0.4	0.5-0.2	3-0.4
Acciaio al C $R_m = 400\div 600$ (*)	250-350	200-250-300	100-250-290	70-150-200	40-150		
Acciaio al C $R_m = 600\div 800$ (*)	200-300	150-200-250	80-150-200	50-100-180	30-100		
Acciaio legato $R_m = 1000\div 1100$ (*)	120-200	70-100-150	40-80-100	25-60-90	20-60		
Acciaio legato $R_m = 1100\div 1500$ (*)	100-150	60-90-120	30-70-90	20-50-70	15-50		
Acciaio inox austenitico			100-140-170	90-120-150	80-110		25-90
Leghe resistenti al calore						30-50	
Getti di acciaio a basso tenore di carbonio			55-90-110	30-70-100	20-60		

Materiale	$w'$
Acciai	0,19
Ghise	0,13
Ottoni	0,25
Leghe leggere	0,06



# Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

## Ingegnere Magistrale

II Sessione – 16 dicembre 2019

### Settore Industriale

#### Prova progettuale – Ingegneria Medica

L'elettromiografia (EMG) misura l'attivazione muscolare tramite potenziale elettrico per vari utilizzi, dalla ricerca, alla diagnosi dei disturbi neuromuscolari, al controllo di protesi per amputati. Si progetti l'elettronica per EMG che, dal segnale misurato, fornisca una tensione di uscita utile ad una visualizzazione della traccia tramite movimento di un tracciatore (pennino su carta).

Le caratteristiche dell'elettronica devono essere tali da inglobare: alimentatore, filtro, circuito di isolamento, circuito di amplificazione in tensione, circuito di conversione tensione-corrente.

In particolare:

- progettare un alimentatore a ponte di Graetz con filtro capacitivo che, data una tensione di alimentazione 220Vrms alternata di ingresso, fornisca una tensione di uscita DC pari a 5V ed un fattore di ripple (inteso come rapporto tra il valore RMS della componente AC di uscita e il valore DC in uscita) non superiore al 10%;
- progettare un filtro notch di terzo ordine utile ad eliminare la componente a 50Hz di rete;
- definire quale tipo di amplificatore di isolamento è più opportuno utilizzare dato il tipo di alimentazione (che è da rete elettrica)
- progettare un circuito di amplificazione operazionale che abbia in ingresso il segnale miografico, misurato tra 0.1mV-10mV, e produca in uscita un segnale amplificato tra 0V-5V. Si consideri per l'operazionale uno schema equivalente non-ideale, in particolare: resistenza di ingresso non infinita ma pari a 1 MOhm, resistenza di uscita non nulla ma pari a 10 Ohm, amplificazione non infinita ma pari a 1.000;
- progettare un amplificatore di conversione tra l'uscita in tensione 0V-5V ed una uscita in corrente 0mA-10mA utile alla movimentazione del tracciatore.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione - 16 dicembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**Prova progettuale - Ingegneria Elettronica**

Ad un ingegnere elettronico viene commissionato l'elettronica di controllo di un sistema di movimentazione di campioni da integrare ad un microscopio ottico. Tale sistema di posizionamento è realizzato con una coppia di elementi piezoelettrici. La scelta è ricaduta su tali dispositivi per la loro elevata stabilità ed accuratezza (minore di 0.5 nm) anche con un fondo scala di 10 $\mu$ m. Dal punto di vista elettrico tali componenti sono caratterizzati da un valore alto di capacità (0.75  $\mu$ F) e da una elevata tensione di pilotaggio (100V di fondo scala, si consideri una relazione lineare tra spostamento e tensione applicata.).

Il sistema di controllo dovrà essere composto da due schede. La prima scheda dovrà permettere il controllo del posizionario da computer attraverso l'uso di un apposito software e dovrà, inoltre, pilotare la seconda scheda di potenza in modo da garantire una risoluzione al di sotto di 0.5nm.

l/La candidato/a illustri, dapprima con uno schema a blocchi poi successivamente con diagrammi circuitali entrambe le schede considerando anche che il pilotaggio di tali trasduttori richiede l'erogazione di una corrente totale di 1.5A.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**Prova progettuale – Ingegneria Gestionale**

Progettare una linea di produzione in grado di realizzare tre prodotti P1, P2, P3 le cui lavorazioni sono assegnate di seguito:

P1: *a b c d*

P2: *b c e f*

P3: *a e d f*

La domanda di ogni prodotto è uguale a 1000 unità mensili. Le durate delle operazioni (in minuti) sono riportate nella seguente tabella

Durata	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
P1	5	10	8	6	-	-
P2	-	8	10	-	2	4
P3	7	-	-	6	4	5

Motivate le scelte progettuali fatte anche in termini di presenza e dimensionamento di buffer interoperazionali.

Successivamente progettate il miglior sistema produttivo orientato al processo mostrando quale sia il suo layout e la sua produttività. Confrontare i risultati con quelli ottenuti precedentemente e commentate su quale secondo voi rappresenti la migliore soluzione.

Se necessario valutate la possibilità di un progetto ibrido commentando sulle scelte di ibridizzazione utilizzate.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Magistrale  
II Sessione – 16 dicembre 2019**

**Settore dell'Informazione**

**Prova progettuale – Ingegneria Informatica**

Il candidato produca il documento di specifica per il sistema descritto sotto, seguendo un metodo OOA (object-oriented analysis) e facendo uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language), per lo sviluppo dei modelli di sistema, con particolare riferimento al diagramma dei casi d'uso e al relativo diagramma delle classi.

Un'azienda commerciale ha deciso di attivare una linea di vendita ai consumatori finali con strumenti di e-commerce. Specifiche del sistema:

- la società vende a consumatori finali beni di consumo genericamente appartenente alla linea ludica comprendente sia giochi confezionati (cd, schede, penne usb e sono singolarmente identificate e codificate), sia oggetti vari riconducibili alla linea marketing ludica (joystick, pedali, monitor, visori, ecc.); ha una centrale di acquisto, un magazzino ed il parco fornitori è in continua evoluzione. Non ha punti di vendita diretta. Si ipotizzino inizialmente 10.000 codici prodotto a sistema.
- Il sistema gestionale è centralizzato e comunica con il sistema di gestione del commercio elettronico. Lo sviluppo del sistema gestionale non è oggetto di questo esercizio.
- Gli acquisti possono essere effettuati solo da utenti registrati e i pagamenti vengono effettuati tramite strumenti commerciali di pagamento elettronico.