

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 16 novembre 2016**

Settore Civile-Ambientale

I Prova scritta

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

TEMA 1

Con riferimento ad un insediamento civile e relativamente al solo comparto acque, il candidato illustri le caratteristiche idrauliche ed ambientali dei reflui collettati a mezzo di fognatura urbana, indicandone anche i principali parametri chimico fisici e biologici che li caratterizzano ed evidenziando i principali adempimenti per evitare inquinamenti. Si indichino i potenziali impatti che potrebbero derivare, e si illustrino i principali interventi da attuare per rendere compatibile lo scarico in corpo idrico superficiale.

TEMA 2

Si illustri il significato di duttilità ad ogni suo livello di definizione (materiale, sezione, elemento e struttura) e se ne inquadri il ruolo nella progettazione strutturale degli edifici in zona sismica.

TEMA 3

L'ingegnere, nel progettare un edificio, è chiamato a risolvere in sintesi esigenze architettonico-funzionali, tecnico-costruttive, strutturali e impiantistiche.

Il candidato illustri come queste esigenze guidano l'azione progettuale e si riflettono sul risultato in modi diversi a seconda del tipo edilizio con il quale il progettista si misura.

Il candidato, nello svolgere il tema, può fare riferimento a casi esemplari del panorama architettonico nazionale e internazionale.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 16 novembre 2016**

Settore Industriale

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

La procedura di Denavit-Hartenberg permette di risolvere il problema cinematico diretto di una classe molto ampia di manipolatori robotici. Il candidato introduca tale problema, ne illustri l'importanza da un punto di vista teorico e pratico e descriva infine i passi della procedura di Denavit-Hartenberg, mettendone in evidenza i pregi e discutendo i possibili problemi che possono nascere nella sua applicazione.

TEMA 2

Il candidato descriva sinteticamente, anche con l'ausilio di opportuni schemi e diagrammi, la configurazione e le caratteristiche dei generatori di vapore a combustibile impiegati nelle moderne centrali a vapore, illustrandone in particolare i sistemi di regolazione normalmente adottati.

TEMA 3

Le aziende manifatturiere stanno cominciando ad affrontare profondi cambiamenti legati allo sviluppo di temi quali l'Internet of things, i Cyber Physical Systems ed il Cloud-based Manufacturing, in altri termini noti come Industria 4.0.

Il candidato illustri quali possano essere le opportunità da cogliere dal punto di vista dello sviluppo di nuovi prodotti, dei rapporti con i clienti, della gestione delle operations e dell'introduzione di nuove tecnologie ed individui le potenziali barriere organizzative che possono impedire o rallentare lo sviluppo di questi temi all'interno del tessuto industriale italiano.

TEMA 4

Illustrare le differenti scelte progettuali che si possono compiere quando è necessario collegare due alberi rotanti a diversa velocità, in funzione delle diverse potenze meccaniche da trasmettere, delle velocità di rotazione dei due alberi e delle specifiche condizioni funzionali e operative. In riferimento alle varie scelte progettuali, si discutano i diversi criteri di dimensionamento e le problematiche connesse.

TEMA 5

I processi di lavorazione delle lamiere metalliche.

* Il candidato **prediliga** la corretta esposizione tecnica degli aspetti menzionati, la strutturazione delle argomentazioni ed il filo logico della trattazione **piuttosto** che la quantità delle informazioni da trasferire.

TEMA 6

Il progresso industriale fa leva da alcuni anni sull'innovazione a livello di nuovi materiali, processi tecnologici e di prodotti e beni.

Il(La) candidato(a) esprima il proprio pensiero sul concetto di innovazione indicandone pregi ed eventuali aspetti critici che continuano ad ostacolare una ripresa industriale sostenibile ed in sintonia con i nuovi bisogni della società.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 16 novembre 2016**

Settore dell'Informazione

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

In questi ultimi anni, il nostro Paese sta attraversando un periodo di enormi cambiamenti sociali ed economici. La necessità di rilanciare l'industria e più in generale le attività produttive è diventata una priorità necessaria per il nostro paese al fine di garantire una soddisfacente qualità della vita per tutti i ceti sociali.

Il/La candidato/a illustri, sulla base degli studi che ha effettuato, quali possono essere le soluzioni e le idee da proporre in almeno un paio di applicazioni industriali.

TEMA 2

Il candidato discuta circa le politiche di gestione di una supply chain, evidenziando il ruolo svolto dall'informazione e le principali misure di prestazione.

TEMA 3

Si discutano i principali modelli di erogazione di servizi secondo il paradigma del *cloud computing* e si descrivano le problematiche da affrontare in seguito all'adozione di uno di questi modelli nella progettazione e sviluppo di una applicazione distribuita.

TEMA 4

Il candidato descriva un approccio ingegneristico alla progettazione di un sistema complesso di telecomunicazioni con particolare riferimento al ruolo e all'importanza di uno o più tra i seguenti aspetti: modellistica, simulazione, trasmissione ed elaborazione dei segnali, scelta dei componenti, conformità agli standard ed alle regolamentazioni. Successivamente il candidato descriva l'approccio proposto con riferimento ad un sistema a sua scelta.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

II Prova scritta – Ambiente e Territorio

Con riferimento alla bonifica di un sito contaminato, il candidato indichi quando è necessario redigere, a valle della caratterizzazione del sito, “l'Analisi di rischio” indicandone contenuti ed articolazioni ed eventuali strumenti da utilizzare per la redazione di questo studio.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

II Prova scritta – Civile (Strutture)

Il candidato rediga una relazione tecnica sulle metodologie di calcolo e di progetto di un edificio industriale di dimensioni in pianta pari a $20 \times 25 \text{ m}^2$ e altezza pari a 5m, da realizzarsi nel comune di Roma. Il candidato fornisca una dettagliata relazione progettuale contenente la descrizione dei materiali strutturali impiegati, indicazioni in merito alle ipotesi di calcolo, agli schemi statici assunti nonché alle tipologie di azioni adottate.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

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

Il candidato illustri i criteri base di progettazione di un edificio alto destinato a uffici.

Il candidato, dopo essersi soffermato sugli aspetti funzionali degli spazi interni in relazione al flusso degli utenti, esponga i criteri generali di scelta del sistema strutturale e delle opere di completamento in relazione agli aspetti statici, costruttivi e cantieristici e al comfort ambientale.

Il tema va svolto nella forma di una relazione sintetica che dia ampio spazio a esemplificazioni grafiche illustrative delle diverse, possibili soluzioni tecniche mettendone in evidenza, se è il caso, i punti di forza e di debolezza.

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

Ingegnere Magistrale

II Sessione – 17 novembre 2016

Settore Industriale

II Prova scritta - Automatica

Con riferimento alla procedura di sintesi per tentativi nel dominio della frequenza di un sistema di controllo, il candidato descriva cosa sono il margine di fase e di guadagno, spiegandone il significato e indicando quali specifiche di progetto possono essere ricondotte a questi due parametri, con particolare riferimento alla robustezza del sistema. Successivamente descriva in quali contesti operativi questi due parametri possono essere utilizzati con successo e in quali contesti invece potrebbero dare indicazioni erronee.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta - Energetica

Il candidato descriva i parametri che determinano le emissioni specifiche di CO_2 [g/kWh_{el}] per una centrale termoelettrica, valutando orientativamente il valore delle emissioni specifiche per i combustibili e le tipologie di centrale più comuni.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Gestionale

Il candidato illustri le modalità per lo sviluppo di uno studio di fattibilità tecnico-economico e finanziario con riferimento ad un nuovo impianto industriale manifatturiero.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Meccanica (Costruzioni di macchine)

Il candidato descriva, in tutte le sue fasi, l'iter progettuale di un riduttore meccanico di potenza multistadio, finalizzato ad un caso esemplificativo di reale applicazione, indicando le modalità di redazione di una relazione tecnica progettuale nella quale siano evidenziati:

- il completo iter progettuale di un riduttore meccanico di potenza multistadio, considerando tutti i suoi componenti;
- Le diverse specifiche di funzionamento ipotizzabili, in relazione alla reale applicazione in esame;
- le verifiche da eseguire, 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 – 17 novembre 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Meccanica (Tecnologie e sistemi di lavorazione)

Redazione di una relazione tecnica:

Un imprenditore ha intenzione di realizzare una serie di strutture a traliccio per il montaggio di macchine operatrici su veicoli commerciali cassonati. La sua idea è quella di realizzare un certo numero di aste e snodi per rendere modulare la costruzione di tali strutture in modo da adattarle alle singole esigenze operative. Nasce però il dubbio su quale sia il materiale migliore per la costruzione delle aste con tutti i vincoli che ne conseguono in termini di costo, proprietà, condizioni di assemblaggio e manutenzione. Descrivere in una relazione tecnica le diverse soluzioni che possono essere di interesse, definendo dei criteri per un corretto confronto e individuando eventuali limiti tecnici e tecnologici.

***Particolare attenzione** sia fatta alla strutturazione dell'elaborato perché corrisponda ad 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 – 17 novembre 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta - Medica

Il(La) candidato(a) descriva in dettaglio tecnico (toccando aspetti circuitali, progettuali, energetici ed altri relativi alla sicurezza) una apparecchiatura di pertinenza dell'Ingegneria Medica proponendo, se possibile, una o più varianti tecniche volte ad aumentarne le prestazioni, la facilità d'uso, le prestazioni.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Elettronica

Il/La candidato/a illustri, avvalendosi anche di schemi circuitali, i convertitori Analogico-Digitale (A/D) sigma-delta, evidenziandone i limiti ed i pregi rispetto alle altre configurazioni e i possibili campi di utilizzo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Gestionale

Il candidato esponga i principali strumenti/approcci quantitativi per la pianificazione e lo scheduling in ambito produttivo, evidenziando le differenze tra le due fasi e discutendo sull'influenza che ha l'orientamento al prodotto o al processo di un sistema produttivo sulla scelta di utilizzo in pratica di tali strumenti/approcci.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 17 novembre 2016**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta - Informatica

Il candidato descriva:

- la progettazione concettuale di una base di dati in accordo al modello entity-relationship: dai requisiti allo schema concettuale;
- i passi necessari e i fattori aggiuntivi da considerare (p.es. ai fini dell'efficienza) per la traduzione da modello concettuale a modello logico, con specifico riferimento al modello relazionale dei dati.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 17 novembre 2016**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Telecomunicazioni/Tecnologie di Internet

Un sistema di telecomunicazione richiede che l'informazione venga trasferita attraverso un mezzo trasmissivo di tipo fisico, sia esso in rame (es. doppino o cavo coassiale), in fibra ottica, o facente uso di segnali radio tra antenne (trasmissione di tipo “wireless”). Il candidato esponga le caratteristiche delle tre tipologie di mezzi trasmissivi sopra citati procedendo ad un confronto tra di essi sulla base della propria esperienza.

L'utilizzo di un mezzo trasmissivo condiviso tra gli utenti di una rete richiede l'introduzione di tecniche di accesso multiplo che permettano una suddivisione efficiente delle risorse del collegamento. Il candidato esponga le caratteristiche delle tecniche di accesso multiplo mettendo in evidenza quali siano le differenze tra tali tecniche ed indicando uno o più esempi di applicazione in sistemi di telecomunicazione di propria conoscenza.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova progettuale – Ambiente e Territorio

Assegnato un collettore fognario (allacciante di tipo misto) con sagoma circolare di diametro 0.80 m e pendenza pari al 1,5 ‰ ($k_s = 60 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$), si progetti il partitore che consenta l'invio di una portata pari a $5 \times Q_{m,n}$ all'impianto di depurazione situato su un pianoro a distanza di 720 m e posto ad una quota pari a - 12.00 m rispetto alla quota di fondo del collettore nella sezione di partizione.

Si proporzioni altresì l'adduzione all'impianto di depurazione e la vasca di equalizzazione dello stesso sviluppando i calcoli di dimensionamento strutturale nell'ipotesi di vasca seminterrata.

In particolare si fissi la legge di variazione delle portate in ingresso alla vasca di equalizzazione, si calcoli il volume da assegnare alla vasca e si giustifichi su base teorica tale assunzione.

Dati:

$Q_{m,n} = 8.5 \text{ l/s}$

Zona sismica 2B

Suolo cat. B

Zona topografica cat. T2

Terreno : Piroclastiti fino alla prof. di 20 m. $\psi = 26$ $c = 0$ $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova Progettuale – Civile (Strutture)

Con riferimento alla normativa vigente, il candidato rediga un progetto di massima, con dimensionamento dei principali elementi strutturali, di un albergo, con dimensione in pianta pari a circa 1500 m², con 3 piani fuori terra ed uno interrato adibito a parcheggio. L'edificio deve contenere, oltre alle camere, una zona ricezione, un bar e una sala ristorante con annessa cucina. La struttura è sita nel comune di Frascati, caratterizzato dai seguenti parametri sismici (relativi allo spettro elastico):

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.170 g |
| F_o | 2.507 |
| T_o | 0.293 s |
| S_s | 1.200 |
| C_o | 1.406 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.200 |
| η | 1.000 |
| T_b | 0.137 s |
| T_c | 0.412 s |
| T_D | 2.281 s |

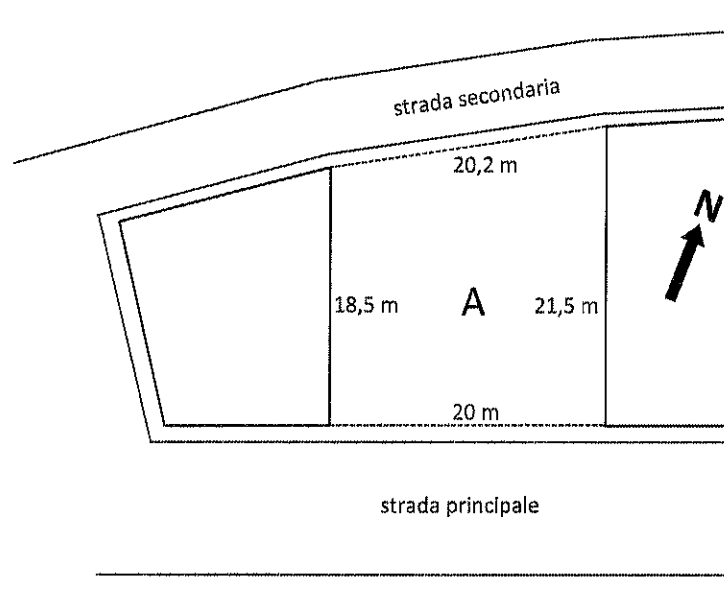
Il candidato produca i seguenti elaborati:

- Piante e sezioni;
- Schemi strutturali;
- 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 – 6 dicembre 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova Progettuale – Ing. E Tecniche del Costruire / Ing. Edile-Architettura



In un'area prossima al centro storico di una cittadina di provincia (area A in figura), il candidato progetti un edificio destinato ad albergo.

L'area, pianeggiante, confina a est e a ovest con due edifici a fianchi ciechi alti 14 metri fino alla linea di gronda; confina a sud con una delle strade principali del centro abitato e a nord con una strada secondaria carrabile.

L'edificio, composto da un pianoterra e da altri tre piani, è alto 14 metri fino alla linea di gronda, è costruito in aderenza con gli edifici confinanti e il suo fronte principale prospetta sulla strada a sud. La parete di tale fronte, pur potendo presentare rientranze (logge ecc.) e sporgenze (balconi ecc.), deve essere tenuta a filo con le pareti degli edifici confinanti. Non ci sono vincoli specifici per il fronte nord, che può quindi essere articolato liberamente ed essere arretrato dal filo stradale di quanto occorre. Lo spazio del lotto rimasto libero può essere destinato, in tutto o in parte, a garage o a parcheggio all'aperto. L'edificio può anche avere un piano interrato o seminterrato.

L'albergo, oltre alla dotazione minima - portineria, hall, bar, spazio per la prima colazione e servizi generali (magazzini, lavanderia, dispensa, spazi per il personale, parcheggi all'aperto e/o in garage ecc.) - può accogliere, a discrezione del candidato, altre funzioni accessorie compatibili con la destinazione d'uso. Il numero e il tipo di stanze dell'albergo è scelto liberamente dal candidato.

Elaborati richiesti:

a) studio architettonico comprendente i seguenti disegni quotati in scala 1:100:

- pianta del pianoterra estesa all'intera area;
- pianta di uno dei tre piani superiori;
- una sezione verticale significativa;
- due prospetti

(nei disegni sarà differenziata graficamente la struttura portante - pilastri e solai - dai muri di tamponamento e di partizione);

b) studio costruttivo comprendente i seguenti disegni quotati:

- pianta delle fondazioni in scala 1:100;
- carpenteria in scala 1:100 di almeno un solaio (indicativamente potrebbe essere il solaio del primo piano);
- pianta di uno dei tre piani superiori e sezione verticale in scala 1:50. I due disegni, che si devono limitare a rappresentare la parete del fronte principale, saranno accompagnati da almeno due particolari costruttivi significativi, quotati e in scala 1:10, contenenti anche la specificazione dei materiali impiegati;

b) relazione illustrativa del progetto nei suoi elementi architettonici e costruttivi.

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere Magistrale
II sessione 2016
Prova Progettuale -AUTOMATICA

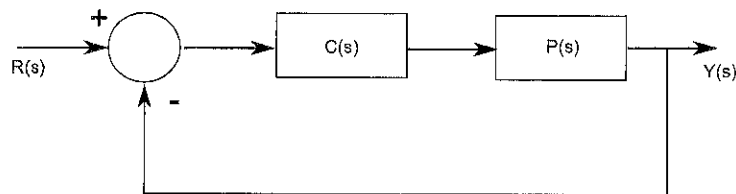
Un processo industriale viene descritto mediante un modello lineare stazionario con ingresso scalare $u(t)$, uscita scalare $y(t)$ e funzione di trasferimento $P(s) = \frac{10}{s^3 + 2s^2 + s}$. Tale modello viene utilizzato sia per prevedere le possibili risposte in uscita corrispondenti a particolari ingressi da applicare al sistema reale, sia per progettare un controllore in grado di ottenere determinate specifiche, così come indicato nei punti seguenti.

- (i) Calcolare la risposta forzata in uscita $y(t)$ rispetto all'ingresso $u(t) = e^t \sin(2t) \delta_{-1}(t)$.
- (ii) Da un'analisi del sistema si trova che, con riferimento ad una rappresentazione I-S-U dello stesso, data da $\dot{x} = Ax(t) + Bu(t)$, $y(t) = Cx(t) + Du(t)$, la matrice dinamica e quella di ingresso risultano pari a:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sapendo che la quarta variabile di stato non viene misurata da nessun sensore, determinare la matrice di uscita C e il legame diretto D corrispondenti alla funzione di trasferimento $P(s)$ indicata, valutando infine se tale funzione di trasferimento rappresenta completamente il sistema dato.

- (iii) Con i dati appena calcolati, fornire (parametricamente) l'espressione di tutte le possibili risposte libere che si possono osservare in uscita (si chiede cioè di fornire un'espressione per esempio del tipo $y_e(t) = [ae^t + bt^2 + \dots] \delta_{-1}(t)$, dove le costanti a, b, \dots , che dipendono dalle condizioni iniziali, non vanno esplicitate in funzione delle condizioni iniziali stesse).
- (iv) Valutare la stabilità interna ed esterna del sistema dato (cioè quello che ha come funzione di trasferimento la $P(s)$ indicata e le matrici definite nel quesito (ii)). Qualora il sistema non sia stabile esternamente fornire un esempio di ingresso limitato che dà luogo a un'uscita illimitata.
- (v) Con riferimento allo schema in figura, in cui $P(s)$ è la funzione di trasferimento del sistema in esame, determinare il blocco di controllo $C(s)$ che garantisce un errore di inseguimento a regime nullo rispetto a riferimenti $r(t)$ costanti, una pulsazione di attraversamento di circa 1 rad/s e un margine di fase di almeno 50 gradi.
- (vi) Con riferimento al blocco di controllo progettato al punto precedente, determinare l'errore a regime rispetto a un riferimento del tipo $r(t) = t \delta_{-1}(t)$.
- (vii) Supponendo che il coefficiente $a_{12} = 1$ in posizione (1,2) della matrice A definita nel quesito (ii) sia noto con un'incertezza del 10% (cioè potrebbe assumere valori in tutto l'intervallo (0.9, 1.1)), valutare se per ogni possibile valore di $a_{12} \in (0.9, 1.1)$ il controllore progettato al punto (v) garantisce ancora la stabilità e più in generale se, utilizzando tale controllore, le specifiche indicate nel punto (v) sono ancora soddisfatte (nel caso non lo siano specificare quale e di quale entità risulta degradata nel caso peggiore).



**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Industriale

Prova Progettuale – Energetica

Si consideri un impianto combinato cogenerativo in cui la turbina a gas (TG) sia caratterizzata dalle seguenti grandezze nominali:

- | | |
|--|----------------------------|
| ▪ potenza elettrica ai morsetti del generatore | $P_{el} = 80,0 \text{ MW}$ |
| ▪ rendimento | $\eta_{el} = 36,0 \%$ |
| ▪ temperatura dei gas di scarico | $T_4 = 600 \text{ °C}$ |
| ▪ portata di gas di scarico | $m_g = 210 \text{ kg/s}$ |

L'impianto a vapore sottoposto, alimentato dai gas di scarico della TG, è costituito da un generatore di vapore a recupero (GVR) a 1 livello di pressione e da una turbina a vapore (TV) a condensazione e spillamento cogenerativo; il condensatore è raffreddato ad aria, mentre lo spillamento cogenerativo alimenta una rete di teleriscaldamento (utenza termica), che richiede acqua "surriscaldata" alla temperatura di 120 °C, che viene restituita all'impianto alla temperatura di 70 °C.

Assumendo che metà della portata di vapore prodotto nel GVR sia destinata allo spillamento cogenerativo, si calcolino – sotto le altre necessarie ed opportune assunzioni (in particolare sulla pressione del vapore SH prodotto) ed approssimazioni – i parametri e le grandezze fondamentali caratterizzanti l'assetto nominale del generatore di vapore a recupero (GVR), della turbina a vapore (TV) e dell'impianto combinato nel suo complesso.

In particolare si calcolino :

- la portata di vapore producibile;
- la temperatura dei fumi al camino;
- il rendimento del GVR;
- la potenza della TV;
- la portata di acqua "surriscaldata" inviata alla rete di teleriscaldamento;
- il rendimento del ciclo a vapore sottoposto;
- la potenza dell'impianto combinato;
- il rendimento elettrico e di primo principio dell'impianto combinato.

Si esegua infine un dimensionamento di massima dello scambiatore di calore vapore / acqua "surriscaldata".

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Industriale

Prova Progettuale – Gestionale

Si deve realizzare un nuovo impianto per la produzione di uno strumento di precisione di notevoli dimensioni, formato da un gran numero di piccoli componenti.

Per la presente prova si prenda in considerazione esclusivamente l'area produttiva destinata alla lavorazione meccaniche richieste dai cinque principali componenti del prodotto finito secondo i volumi produttivi riportati in tabella I.

Le sequenze di operazioni necessarie per la produzione dei componenti sono riportate nella tabella II, insieme ai macchinari richiesti per la loro esecuzione ed alle relative potenzialità produttive teoriche (comprendenti però i tempi per le operazioni di carico e scarico).

I macchinari da utilizzare per la realizzazione dei cicli stessi sono riportati, insieme al loro costo e alle loro caratteristiche tecniche, nella tabella III.

Lo studio e la progettazione vanno eseguiti tenendo conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- apertura dell'impianto 220 gg/anno per 5 gg/settimana, per effettive 7 h a turno;
- costo aziendale della manodopera pari a circa 15 €/ora per il turno diurno, con maggiorazione di 5€/ora per il turno serale e di altri 10 €/ora per le indennità legate al turno notturno;
- gli operatori sono occupati nella conduzione delle macchine (caratterizzate da un basso livello di automazione) e nelle altre operazioni produttive (carico/scarico pezzi, attrezzamenti e sostituzione degli utensili usurati). Si assuma che un operatore sia in grado di effettuare tutte le operazioni della stessa tipologia con i differenti macchinari e sui diversi prodotti

Il candidato, formulando delle ipotesi coerenti per i dati mancanti, effettui il dimensionamento di massima dello stabilimento, il quale dovrà comprendere:

- La scelta del tipo di layout più adeguato alla produzione e la rappresentazione di massima dello stesso (disposizione su una pianta rettangolare di proporzioni 1:2, e rappresentazione dei flussi di materiale);
- La scelta del numero di turni di lavoro;
- La determinazione del numero totale dei macchinari;
- La determinazione del numero totale di addetti alla produzione;
- L'individuazione delle modalità di produzione ed il dimensionamento di massima di eventuali buffer interoperazionali;
- La scelta qualitativa dei sistemi di movimentazione interna dei materiali;
- Una breve discussione dei punti di forza e di debolezza della soluzione proposta.
- Una breve discussione circa l'eventualità di adottare macchinari CNC universali al posto dei macchinari specializzati descritti nel seguito;

TABELLE ALLEGATE

Tabella I – Componenti e volumi di produzione richiesti

| <i>Prodotto</i> | <i>Unità/giorno</i> | <i>Percentuale di scarto*</i> |
|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Cassa Coperchio | 300 | 5% |
| Rotore | 300 | 10% |
| Supporto | 300 | 5% |
| Ruota | 300 | 10% |
| Sincronizzatore | 300 | 10% |

*: Si assuma che il controllo qualità sia effettuato al termine dell'intero ciclo di lavorazione che viene realizzato all'interno dell'area produttiva in esame, prima del passaggio all'area produttiva successiva.

Tabella II – Cicli di produzione

| A – Cassa Coperchio | | | |
|----------------------------|---|-----------------------------|----------------------|
| Id | Fase | Tipo Macchina | Pezzi per ora |
| 1 | Foratura 15 fori | Trapano a mandrini multipli | 60 |
| 2 | Stacciatura del mozzo, smussatura esecuzione gola | Tornio parallelo | 20 |
| 3 | Esecuzione cavità | Tornio parallelo | 70 |
| 4 | Stacciatura della seconda superficie | Tornio parallelo | 35 |
| 5 | Stacciatura borchie | Tornio parallelo | 30 |
| 6 | Alesatura | Alesatrice | 140 |
| 7 | Spostamento all'area produttiva successiva | | |

| B – Rotore | | | |
|-------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| Id | Fase | Tipo Macchina | Pezzi per ora |
| 1 | Tornitura di forma, smussatura | Tornio a torretta | 33 |
| 2 | Finitura del foro | Alesatrice | 140 |
| 3 | Foratura sul tornio | Tornio parallelo | 20 |
| 4 | Rettifica di finitura | Rettificatrice per cilindri | 90 |
| 5 | Spostamento all'area produttiva successiva | | |

| C – Supporto | | | |
|---------------------|--|--------------------------|----------------------|
| Id | Fase | Tipo Macchina | Pezzi per ora |
| 1 | Tornitura esterna | Tornio parallelo piccolo | 24 |
| 2 | Centratura e foratura 6 fori | Trapano a 6 mandrini | 16 |
| 3 | Foratura di finitura 6 fori | Trapano a 6 mandrini | 16 |
| 4 | Alesatura | Alesatrice | 140 |
| 5 | Spostamento all'area produttiva successiva | | |

| D – Ruota | | | |
|------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| Id | Fase | Tipo Macchina | Pezzi per ora |
| 1 | Tornitura di forma | Tornio a copiare | 55 |
| 2 | Alesatura | Alesatrice | 140 |
| 3 | Stacciatura sui due lati | Tornio a copiare | 30 |
| 4 | Fresatura | Fresatrice orizzontale | 15 |
| 5 | Rettifica diametro esterno | Rettificatrice per cilindri | 62 |
| 6 | Rettifica superfici piane | Rettificatrice per cilindri | 82 |
| 7 | Spostamento all'area produttiva successiva | | |

| E – Sincronizzatore | | | |
|----------------------------|---|----------------------|----------------------|
| Id | Fase | Tipo Macchina | Pezzi per ora |
| 1 | Tornitura diametro esterno, stacciatura, smussatura, ecc. | Tornio parallelo | 28 |
| 2 | Foratura al tornio con smussatura | Tornio parallelo | 46 |
| 3 | Fresatura da un lato | Fresatrice verticale | 54 |
| 4 | Fresatura dall'altro lato | Fresatrice verticale | 54 |
| 5 | Centratura, foratura, lisciatura | Trapano 1 mandrino | 23 |
| 6 | Foratura | Trapano 2 mandrini | 32 |
| 7 | Lamatura, allargatura, accieatura del foro | Trapano 4 mandrini | 70 |
| 8 | Allargatura del foro, accieatura | Trapano 4 mandrini | 28 |
| 9 | Spostamento all'area produttiva successiva | | |

Tabella III– Tabella macchine

| Id | Tipo macchina | Costo (migliaia di Euro) | | | |
|----|-----------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| | | Tempo Setup (min) | Ingombro (in metri) | Macchina e attrezzature | Installazione |
| | Tornio parallelo | | 2 x 3 | 10 | 15% |
| | Alesatrice | 60 | 3 x 7 | 10 | 15% |
| | Tornio a torretta | | 1 x 2 | 12 | 15% |
| | Rettificatrice per cilindri | 30 | 3 x 5 | 20 | 15% |
| | Tornio parallelo piccolo | | 1 x 2 | 7 | 15% |
| | Tornio a copiare | 30 | 2 x 3 | 25 | 15% |
| | Fresatrice orizzontale | | 3 x 4 | 10 | 15% |
| | Fresatrice verticale | | 3 x 4 | 10 | 15% |
| | Trapano a 1 mandrino | | 1 x 2 | 5 | 15% |
| | Trapano a 2 mandrini | | 1 x 2 | 8 | 15% |
| | Trapano a 4 mandrini | | 1 x 2 | 10 | 15% |
| | Trapano a 6 mandrini | | 1 x 2 | 12 | 15% |
| | Trapano multiplo | | 1 x 2 | 18 | 15% |

*: si considerino i costi di acquisto e installazione ammortizzabili al 10% annuo

Guasti

Si assuma che i singoli macchinari presentino un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi di 48 ore ed un tempo medio per il ripristino del funzionamento pari a 2 ore.

Si assumano inoltre delle perdite di tempo per la sostituzione di utensili usurati pari al 2% del tempo carico al netto dei tempi di guasto.

Setup

Si assuma il tempo di attrezzaggio riportato in tabella ad ogni cambio lavorazione (indipendentemente dal tipo di componente lavorato).

Microfermate e rallentamenti

Si assuma che le perdite di velocità per microfermate e rallentamenti siano mediamente pari:

- al 5 % del tempo operativo se il macchinario lavora un unico articolo;
- al 10 % del tempo operativo se il macchinario lavora più di un articolo.

Si assuma inoltre un incremento di tali perdite del 5% per il turno notturno.

Edificio industriale e impianti generali

Si consideri un costo indicativo per l'edificio industriale pari a 500 €/m² e per gli impianti generali (riscaldamento, illuminazione, f.e.m., acqua industriale e potabile, aria compressa) pari a 80 €/m². Si consideri inoltre un'area dedicata ad attrezzatura e magazzino ricambi pari al 15 % dell'area occupata dai macchinari.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Industriale

Prova Progettuale – Meccanica (Costruzione di Macchine)

Si dimensioni un riduttore meccanico ad uno stadio a ruote elicoidali ed assi paralleli per la movimentazione di un tritatore mescolatore per frazione organica. Il riduttore è mosso da un motore elettrico asincrono trifase a 4 poli.

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

- il dimensionamento della dentatura con i criteri definiti dalla normativa di riferimento;
- la scelta del tipo di calettamento delle ruote sugli alberi;
- il dimensionamento dell'albero di uscita del riduttore;
- il dimensionamento dei cuscinetti dell'albero in uscita.
- la stima della velocità critica torsionale del riduttore.
- la stima della prima velocità critica flessionale dei due alberi
- 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:

- $P = 40 \text{ kW}$ (potenza richiesta all'utilizzatore)
- $n_{\text{out}} = 250 \text{ giri/min}$ (velocità angolare in uscita dal riduttore)
- $\alpha = 20^\circ$ (angolo d'elica dentatura)
- durata del riduttore: 20000 h

Gli eventuali ulteriori dati necessari al progetto vengano assunti opportunamente dal candidato.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore Industriale

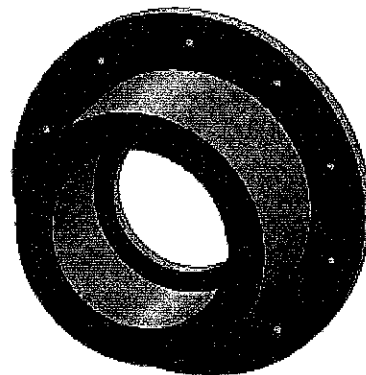
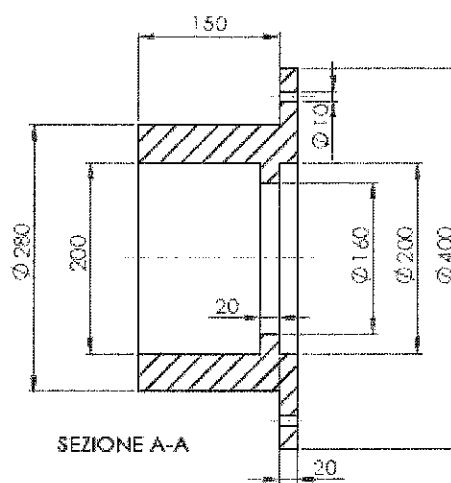
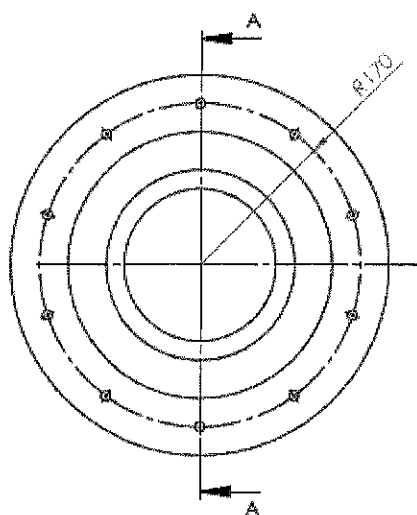
Prova Progettuale – Meccanica (Tecnologie e sistemi di lavorazione)

Progetto:

Si consideri per il pezzo illustrato in figura (acciaio C35, $R_m=500$ MPa) un processo di fabbricazione mediante fonderia in terra e successive lavorazioni per asportazione di truciolo.

1. Progettare il getto di fonderia
2. Progettare il ciclo di lavorazione alle m.u. definendo le fasi e le sottofasi
3. 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
4. Definire un possibile foglio di lavorazione

Si allegano tabelle utili al dimensionamento dei vari processi (la quotatura non è da considerare costruttiva, assumere tutte le quote e i parametri eventualmente omessi).



Fonderia in terra

Valori dell'angolo di sfornatura

| Altezza di parete | | Angolo di sfornatura per modello | |
|-------------------|--------|----------------------------------|----------------|
| oltre | fino a | sciolto min. | su placca min. |
| | 5 | 8° | 6° |
| 5 | 10 | 6°30' | 5° |
| 10 | 18 | 5° | 4° |
| 18 | 30 | 4° | 3° |
| 30 | 50 | 3° | 2° |
| 50 | 120 | 2° | 1°30' |
| 120 | 250 | 1°30' | 1° |
| 250 | 500 | 1° | 45' |
| 500 | | da concordare | |

Tabella 1

Diametro minimo dei fori greggi di fusione in funzione della loro lunghezza e del tipo (passanti, ciechi)

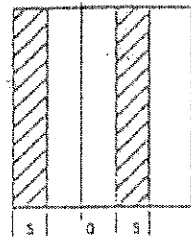
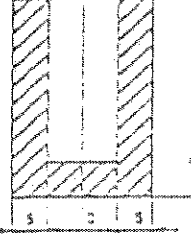
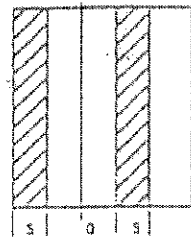
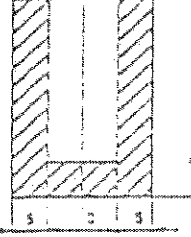
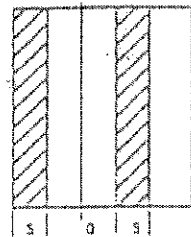
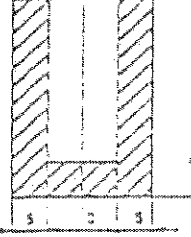
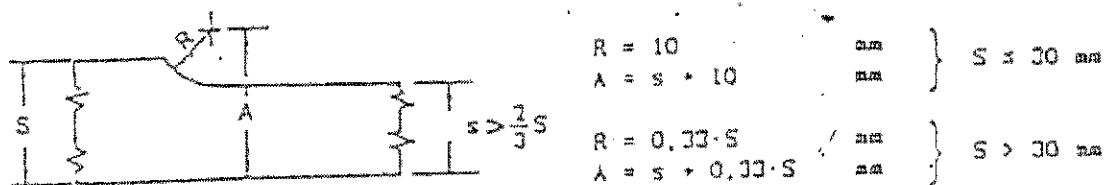
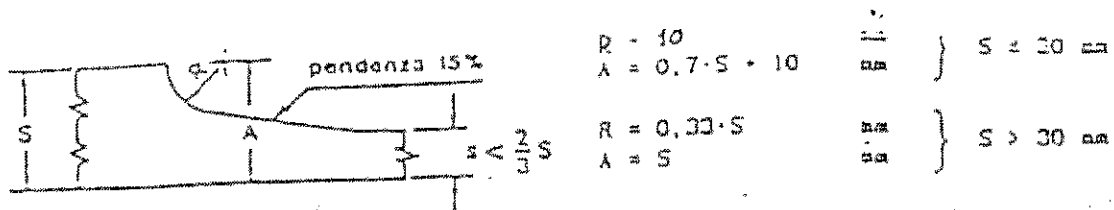
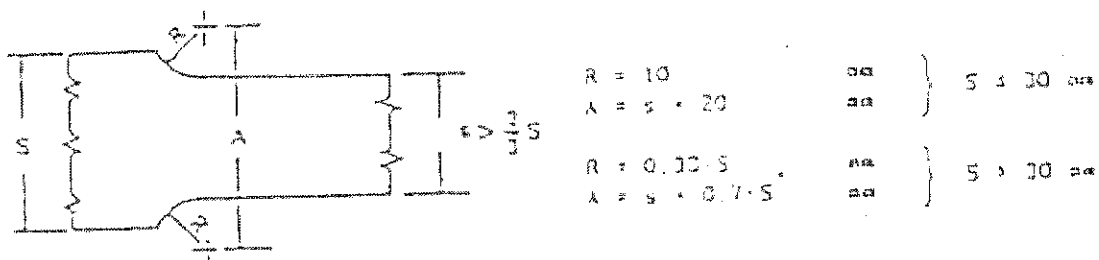
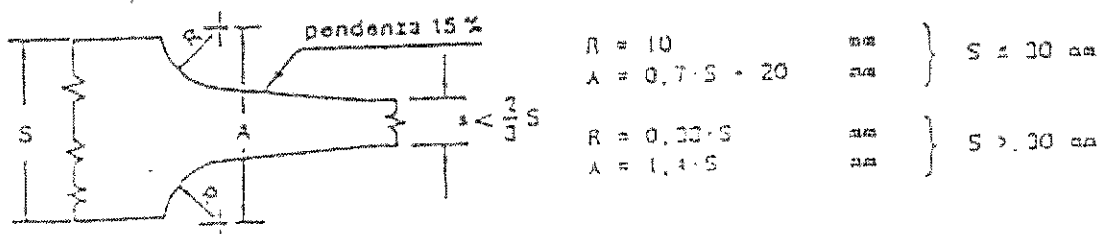
| DIAMETRO DEL FORO | FORO PASSANTE | FORO CIECO |
|---------------------|---|--|
| $D < 2S$ | se $L \leq D$  | se $L \leq D/2$  |
| $2S \leq D \leq 3S$ | se $L \leq 3D$  | se $L \leq 2D$  |
| $3S < D$ | L qualsiasi  | L qualsiasi  |

Tabella 2



Raccordo fra pareti parallele di spessore differente e con una superficie in comune.



Raccordo fra pareti parallele di differente spessore senza una superficie in comune.

| Caso | R^1 | Caso | R | | |
|------|----------|------|----------|---------------------|----------|
| | | | $s < 10$ | $10 \leq s \leq 30$ | $s > 30$ |
| | $1,25 s$ | | s | 10 | $0,33 s$ |
| | s | | $0,75 s$ | 7,5 | $0,25 s$ |
| | $1,5 s$ | | $1,2 s$ | 12 | $0,4 s$ |

Tabella 3

Sovrammetalli per getti di acciaio non legato colati in sabbia (UNI 6325-73)

Nella tabella UNI 6325-73 sono precisate le tolleranze dimensionali ed i sovrametalli per la lavorazione meccanica dei getti di acciaio non legato (UNI 3158-68), colati in sabbia. Le tolleranze dimensionali sono riferite alle dimensioni lineari nominali dei getti grezzi (per le quali non siano precisate nel disegno le tolleranze); per le superfici da sottoporre a lavorazione meccanica sono indicati i sovrametalli. Agli effetti delle tolleranze dimensionali e dei sovrametalli, si distinguono tre gradi di precisione, detti A (tolleranza ampia, getti singoli), B (tolleranza media, getti ripetuti), C (tolleranza ristretta, getti di serie). Le tolleranze sono disposte a cavallo della linea dello zero; si tratta cioè di tolleranze bilaterali. Nelle tabelle che seguono sono riportate, per i tre gradi A, B, C, le tolleranze dimensionali ed i sovrametalli di precisione, limitatamente ai getti con massima dimensione nominale di 2500 mm. Per misure maggiori vedasi la tabella UNI 6325-73).

Tolleranze dimensionali in mm

| Massima dimensione del getto grezzo mm | Dimensione nominale mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|---|---------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|----|---|----------------------|----|----|-----------------------|----|----|------------------------|----|---|------------------------|----|---|
| | fino a 30 mm | | | oltre 30 fino a 180 | | | oltre 180 fino a 315 | | | oltre 315 fino a 500 | | | oltre 500 fino a 800 | | | oltre 800 fino a 1250 | | | oltre 1250 fino a 1600 | | | oltre 1600 fino a 2500 | | |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| fino a 180 | 5 | 4 | 3 | 7 | 5 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 180 fino a 500 | 7 | 5 | 4 | 8 | 5 | 5 | 10 | 8 | 6 | 14 | 8 | 7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 500 fino a 1250 | 8 | 5 | 5 | 9 | 6 | 6 | 11 | 7 | 7 | 15 | 9 | 8 | 18 | 11 | 9 | 20 | 13 | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 1250 fino a 2500 | 9 | 6 | 6 | 10 | 7 | 7 | 12 | 8 | 8 | 16 | 10 | 9 | 20 | 12 | 10 | 22 | 14 | 11 | 25 | 15 | — | 20 | 17 | — |

Sovrammetalli nominali Sn in mm

| Massima dimensione del getto grezzo mm | Dimensione nominale mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|---|---------------------|---|---|----------------------|---|---|----------------------|----|---|----------------------|----|---|-----------------------|----|----|------------------------|----|---|------------------------|----|---|
| | fino a 80 mm | | | oltre 80 fino a 180 | | | oltre 180 fino a 315 | | | oltre 315 fino a 500 | | | oltre 500 fino a 800 | | | oltre 800 fino a 1250 | | | oltre 1250 fino a 1600 | | | oltre 1600 fino a 2500 | | |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| fino a 180 | 6 | 3 | 4 | 6 | 4 | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 180 fino a 500 | 6 | 4 | 5 | 7 | 5 | 5 | 8 | 6 | 6 | 10 | 7 | 7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 500 fino a 1250 | 7 | 5 | 5 | 8 | 6 | 6 | 9 | 7 | 7 | 11 | 8 | 8 | 12 | 9 | 8 | 13 | 10 | — | — | — | — | — | — | — |
| oltre 1250 fino a 2500 | 8 | 7 | 6 | 9 | 8 | 7 | 10 | 9 | 8 | 12 | 10 | 9 | 13 | 11 | 9 | 14 | 12 | 10 | 15 | 13 | — | 17 | 14 | — |

Le tolleranze dimensionali indicate nella relativa tabella devono essere suddivise in scostamenti asimmetrici rispettivamente del 60 e del 40%; per le dimensioni relative a superficie esterne, il 60% costituisce lo scostamento superiore ed il 40% quello inferiore; per le dimensioni relative a superficie interne, il 40% è lo scostamento superiore ed il 60% come scostamento inferiore.

Tabella 4

| Materiale del getto | Ritiro % |
|--|-------------|
| Acciai non legati | 1,80 |
| Acciai legati (esclusi quelli al Mn, gli inossidabili e i refrattari) | 1,80 |
| Acciai al manganese | 2,30 |
| Acciai inossidabili ferritici | 2,00 |
| Acciai inossidabili austenitici | 2,00 |
| Acciai refrattari | 2,00 |
| Ghise grigie | 1,00 |
| Ghise a grafite sferoidale, perlitica | 1,20 |
| Ghise a grafite sferoidale, ferritica | 0,50 |
| Ghise austenitiche | 2,00 |

| Materiale del getto | Ritiro % |
|--------------------------------------|-------------|
| Ghise bianche | 2,00 |
| Ghise malleabili a cuore bianco | 1,50 |
| Ghise malleabili a cuore nero | 0,50 |
| Leghe di alluminio a basso silicio | 1,25 |
| Leghe di alluminio ad alto silicio | 1,20 |
| Leghe rame-stagno | 1,50 |
| Leghe rame-zinco | 1,20 |
| Leghe rame-stagno-zinco | 1,30 |
| Leghe rame-zinco (Mn, Fe, Al) | 2,00 |
| Leghe rame-alluminio (Ni, Fe, Mn) | 1,80 |
| Leghe di zinco | 1,20 |
| Leghe antifrizione (metalli bianchi) | 0,50 |

Tabella 5

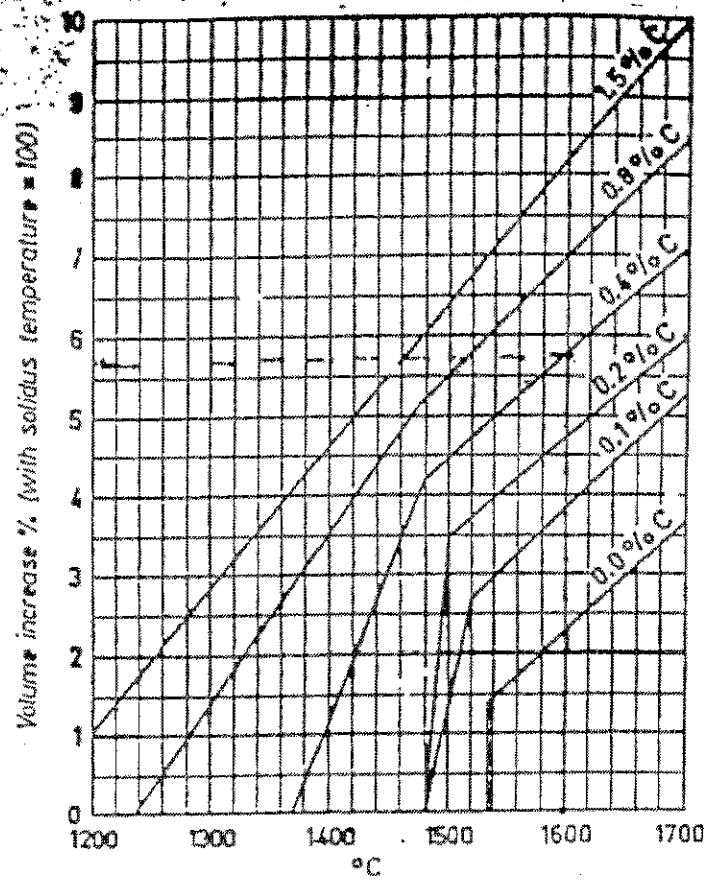


$$H = 1.3 D$$

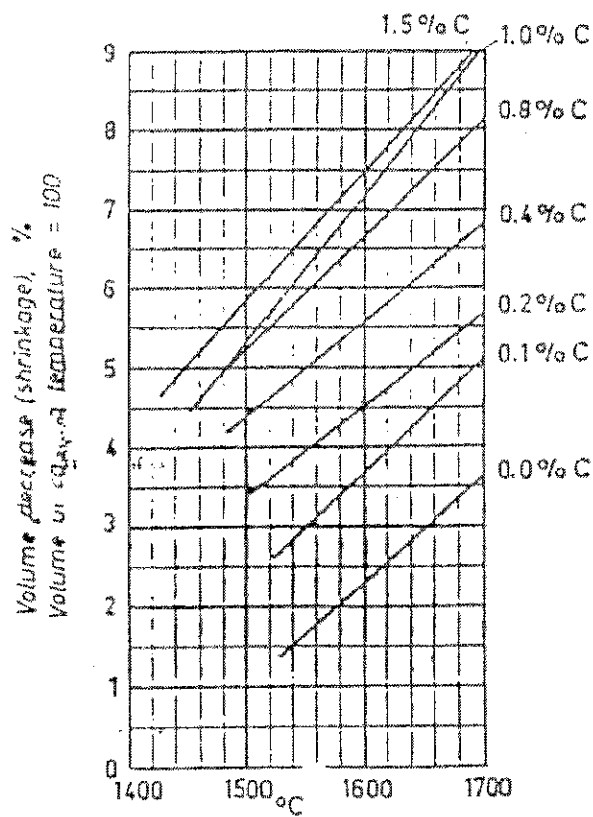
Tabella 6

Materozze cilindriche.

| M ₁ | D Ø | H | V | W | Massimo volume del getto alimentabile per un ritiro di: | | | | | | | |
|----------------|------|------|--------------------|------|---|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| | | | | | 1° | | 5° | | 6° | | 7° | |
| | | | | | V | W | V | W | V | W | V | W |
| cm | mm | mm | cm ³ /l | kg/t | cm ³ /l | kg/t | cm ³ /l | kg/t | cm ³ /l | kg/t | cm ³ /l | kg/t |
| 0.5 | 27 | 40 | 24 | 0.17 | 60 | 0.47 | 43 | 0.34 | 33 | 0.26 | 24 | 0.19 |
| 0.6 | 32 | 48 | 40 | 0.27 | 100 | 0.78 | 72 | 0.56 | 54 | 0.43 | 40 | 0.31 |
| 0.7 | 38 | 57 | 62 | 0.42 | 155 | 1.20 | 112 | 0.87 | 84 | 0.65 | 62 | 0.49 |
| 0.8 | 43 | 65 | 93 | 0.63 | 230 | 1.80 | 167 | 1.30 | 126 | 0.98 | 93 | 0.73 |
| 0.9 | 48 | 72 | 131 | 0.90 | 330 | 2.58 | 236 | 1.85 | 177 | 1.37 | 131 | 1.02 |
| 1.0 | 54 | 81 | 180 | 1.22 | 450 | 3.52 | 324 | 2.54 | 244 | 1.90 | 180 | 1.41 |
| 1.1 | 59 | 89 | 239 | 1.63 | 600 | 4.70 | 430 | 3.35 | 324 | 2.55 | 239 | 1.85 |
| 1.2 | 64 | 96 | 315 | 2.14 | 790 | 6.20 | 570 | 4.45 | 425 | 3.33 | 315 | 2.46 |
| 1.3 | 70 | 105 | 400 | 2.72 | 1000 | 7.80 | 720 | 5.60 | 540 | 4.30 | 400 | 3.12 |
| 1.4 | 75 | 113 | 500 | 3.40 | 1300 | 10.0 | 900 | 7.0 | 680 | 5.30 | 500 | 3.90 |
| 1.5 | 80 | 120 | 610 | 4.15 | 1600 | 11.7 | 1100 | 8.6 | 830 | 6.50 | 610 | 4.76 |
| 1.6 | 86 | 130 | 740 | 5.0 | 2000 | 14.9 | 1400 | 10.0 | 1000 | 7.80 | 740 | 5.80 |
| 1.7 | 91 | 137 | 890 | 6.1 | 2400 | 17.2 | 1600 | 12.5 | 1200 | 9.30 | 890 | 7.00 |
| 1.8 | 96 | 144 | 1000 | 6.8 | 2800 | 19.5 | 1800 | 14.0 | 1400 | 10.9 | 1000 | 7.80 |
| 1.9 | 102 | 153 | 1120 | 8.2 | 3200 | 23.5 | 2200 | 17.1 | 1600 | 12.5 | 1120 | 9.35 |
| 2.0 | 107 | 160 | 1250 | 10 | 3600 | 29.6 | 2500 | 21.0 | 1800 | 15.6 | 1250 | 12.7 |
| 2.2 | 118 | 177 | 1590 | 13 | 4700 | 36.7 | 3400 | 26.5 | 2400 | 20.2 | 1590 | 14.3 |
| 2.4 | 128 | 192 | 2000 | 17 | 6000 | 49.0 | 4500 | 35.1 | 3400 | 26.5 | 2000 | 19.5 |
| 2.6 | 140 | 210 | 2400 | 23 | 7500 | 66.5 | 5500 | 47.8 | 4600 | 36.0 | 2400 | 26.5 |
| 2.8 | 150 | 225 | 2800 | 27 | 9000 | 78.0 | 6500 | 56.2 | 5400 | 42.3 | 2800 | 31.3 |
| 3.0 | 160 | 240 | 3200 | 34 | 10500 | 93.0 | 7500 | 69.5 | 6200 | 52.3 | 3200 | 38.3 |
| 3.2 | 172 | 253 | 3600 | 40 | 12000 | 117 | 8600 | 86.0 | 7300 | 61.0 | 3600 | 45.3 |
| 3.4 | 182 | 274 | 4000 | 49 | 13500 | 141 | 9700 | 102 | 8400 | 76.0 | 4000 | 56.2 |
| 3.6 | 192 | 288 | 4400 | 58 | 15000 | 164 | 11000 | 117 | 9300 | 85 | 4400 | 65.3 |
| 3.8 | 204 | 306 | 4800 | 68 | 16500 | 195 | 12000 | 141 | 10000 | 100 | 4800 | 78.0 |
| 4.0 | 214 | 320 | 5200 | 82 | 18000 | 235 | 13000 | 172 | 11000 | 125 | 5200 | 93.5 |
| 4.25 | 228 | 344 | 5600 | 95 | 20000 | 273 | 14500 | 195 | 12000 | 148 | 5600 | 109 |
| 4.50 | 240 | 360 | 6000 | 109 | 22000 | 312 | 16000 | 226 | 13000 | 172 | 6000 | 125 |
| 4.75 | 253 | 384 | 6400 | 130 | 24000 | 375 | 17500 | 265 | 14000 | 203 | 6400 | 148 |
| 5.0 | 266 | 400 | 6800 | 150 | 26000 | 430 | 19000 | 312 | 15000 | 235 | 6800 | 172 |
| 5.25 | 280 | 420 | 7200 | 180 | 28000 | 510 | 21000 | 366 | 16000 | 274 | 7200 | 203 |
| 5.50 | 294 | 440 | 7600 | 205 | 30000 | 586 | 23000 | 422 | 17000 | 320 | 7600 | 235 |
| 5.75 | 308 | 460 | 8000 | 240 | 32000 | 686 | 25000 | 491 | 18000 | 366 | 8000 | 273 |
| 6.0 | 320 | 480 | 8400 | 270 | 34000 | 760 | 27000 | 548 | 19000 | 414 | 8400 | 305 |
| 6.25 | 335 | 500 | 8800 | 300 | 36000 | 860 | 29000 | 618 | 20000 | 470 | 8800 | 343 |
| 6.50 | 347 | 520 | 9200 | 340 | 38000 | 960 | 31000 | 705 | 21000 | 531 | 9200 | 390 |
| 6.75 | 361 | 542 | 9600 | 380 | 40000 | 1100 | 33000 | 780 | 22000 | 596 | 9600 | 436 |
| 7.0 | 375 | 562 | 10000 | 420 | 42000 | 1220 | 35000 | 875 | 23000 | 655 | 10000 | 485 |
| 7.25 | 388 | 582 | 10400 | 470 | 44000 | 1340 | 37000 | 970 | 24000 | 735 | 10400 | 540 |
| 7.50 | 400 | 600 | 10800 | 520 | 46000 | 1450 | 39000 | 1070 | 25000 | 815 | 10800 | 600 |
| 7.75 | 413 | 625 | 11200 | 570 | 48000 | 1560 | 41000 | 1170 | 26000 | 890 | 11200 | 655 |
| 8.0 | 428 | 642 | 11600 | 630 | 50000 | 1670 | 43000 | 1270 | 27000 | 970 | 11600 | 733 |
| 8.25 | 440 | 660 | 12000 | 700 | 52000 | 1800 | 45000 | 1380 | 28000 | 1050 | 12000 | 800 |
| 8.50 | 455 | 680 | 12400 | 760 | 54000 | 1920 | 47000 | 1490 | 29000 | 1130 | 12400 | 875 |
| 8.75 | 470 | 705 | 12800 | 830 | 56000 | 2050 | 49000 | 1600 | 30000 | 1220 | 12800 | 950 |
| 9.0 | 482 | 725 | 13200 | 900 | 58000 | 2180 | 51000 | 1710 | 31000 | 1300 | 13200 | 1000 |
| 9.25 | 495 | 742 | 13600 | 960 | 60000 | 2300 | 53000 | 1820 | 32000 | 1380 | 13600 | 1070 |
| 9.50 | 508 | 762 | 14000 | 1030 | 62000 | 2420 | 55000 | 1930 | 33000 | 1460 | 14000 | 1140 |
| 9.75 | 522 | 785 | 14400 | 1100 | 64000 | 2550 | 57000 | 2040 | 34000 | 1540 | 14400 | 1210 |
| 10.0 | 535 | 800 | 14800 | 1180 | 66000 | 2680 | 59000 | 2150 | 35000 | 1620 | 14800 | 1270 |
| 10.5 | 561 | 845 | 15600 | 1300 | 70000 | 2900 | 63000 | 2300 | 37000 | 1750 | 15600 | 1390 |
| 11 | 590 | 885 | 16400 | 1450 | 74000 | 3120 | 67000 | 2450 | 39000 | 1880 | 16400 | 1510 |
| 11.5 | 615 | 920 | 17200 | 1600 | 78000 | 3350 | 71000 | 2600 | 41000 | 2010 | 17200 | 1630 |
| 12 | 645 | 970 | 18000 | 1750 | 82000 | 3580 | 75000 | 2750 | 43000 | 2140 | 18000 | 1750 |
| 12.5 | 670 | 1000 | 18800 | 1900 | 86000 | 3800 | 79000 | 2900 | 45000 | 2270 | 18800 | 1870 |
| 13 | 700 | 1050 | 19600 | 2050 | 90000 | 4050 | 83000 | 3050 | 47000 | 2400 | 19600 | 1990 |
| 13.5 | 725 | 1080 | 20400 | 2200 | 94000 | 4280 | 87000 | 3200 | 49000 | 2530 | 20400 | 2110 |
| 14 | 750 | 1130 | 21200 | 2350 | 98000 | 4500 | 91000 | 3350 | 51000 | 2660 | 21200 | 2230 |
| 14.5 | 775 | 1160 | 22000 | 2500 | 102000 | 4750 | 95000 | 3500 | 53000 | 2790 | 22000 | 2350 |
| 15 | 805 | 1210 | 22800 | 2650 | 106000 | 5000 | 99000 | 3650 | 55000 | 2920 | 22800 | 2470 |
| 16 | 860 | 1280 | 24400 | 3000 | 114000 | 5600 | 107000 | 4000 | 60000 | 3200 | 24400 | 2750 |
| 17 | 910 | 1370 | 26000 | 3350 | 122000 | 6200 | 115000 | 4350 | 65000 | 3480 | 26000 | 3030 |
| 18 | 965 | 1450 | 27600 | 3700 | 130000 | 6800 | 123000 | 4700 | 70000 | 3760 | 27600 | 3310 |
| 19 | 1020 | 1530 | 29200 | 4050 | 138000 | 7400 | 131000 | 5050 | 75000 | 4040 | 29200 | 3590 |
| 20 | 1070 | 1600 | 30800 | 4400 | 146000 | 8000 | 139000 | 5400 | 80000 | 4320 | 30800 | 3870 |



Variations in the volume of iron-carbon alloys with temperature.



Temperature dependence of the shrinkage of iron-carbon alloys.

| Materiali | d | L |
|---------------|--------|-------------|
| Acciaio | 0.40 D | 0.14-0.18 D |
| Ghisa | 0.66 D | 0.14-0.18 D |
| Leghe di rame | 0.66 D | 0.35 D |
| Leghe leggere | 0.75 D | 0.40 D |

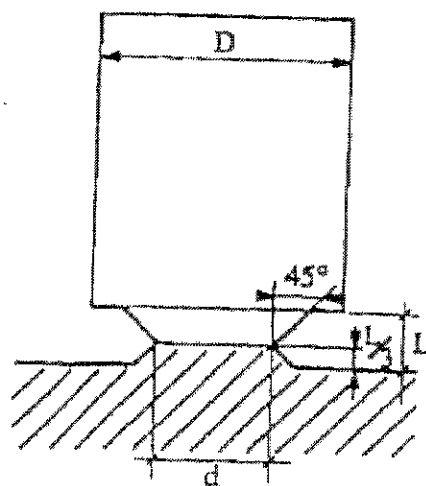
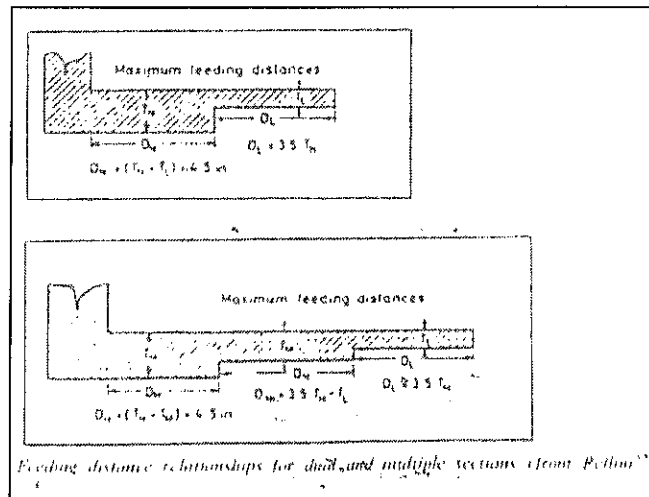
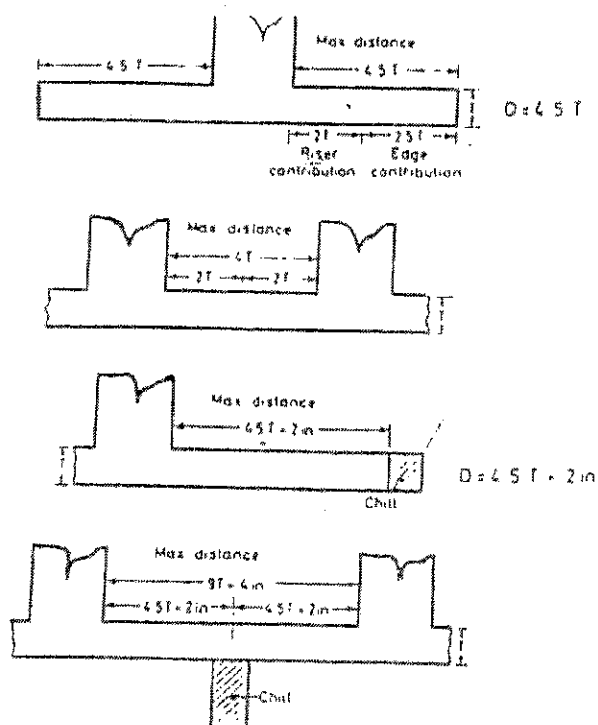
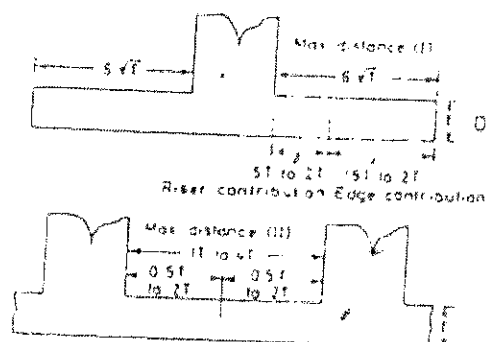


Tabella 8



Feeding distance relationships for plates (after Bishop¹⁸ and Myskowski¹⁹) (courtesy of American Foundrymen's Society)



Feeding distance relationships for bars (after Bishop¹⁸ and Myskowski¹⁹) (courtesy of American Foundrymen's Society)

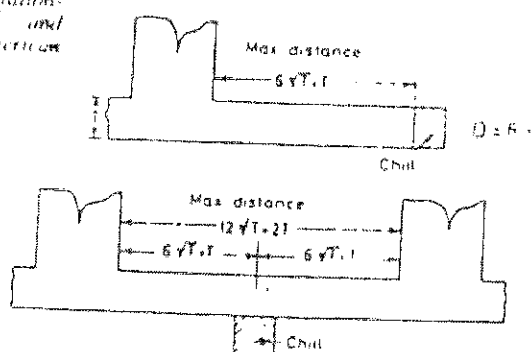


Tabella 9

Td : tempo di permanenza della forma all'irraggiamento prima dell'insorgere di un difetto

Tabella 10

| | a verde fine (AFS > 100) | a verde grossa (AFS < 100) | sintetico |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-----------|
| Td (sec.) | 3 - 5 | 5 - 12 | 20 - 60 |

7.2 TEMPO DI COLATA

Per il dimensionamento del sistema occorre valutare con attenzione il tempo di colata. La scheda tecnica ASSOFOFOND R 03 definisce una formula per valutare il tempo massimo di colata prima dell'inizio della solidificazione.

$$t \leq \frac{\pi}{4} C \left[\frac{\gamma_1 c_1}{\theta_1} \right]^2 \left[\frac{1}{h^2 \gamma_1 c_1} \right]^2 (\theta_c - \theta_1)^2 \omega^2 \left[\frac{V}{S} \right]^2$$

in cui:

C = fattore di riduzione = 0,85

γ = peso specifico

c = calore specifico

h = diffusibilità termica

l = indice metallo

z = indice forma

θ_c = temperatura di colata (del metallo all'ingresso nella forma) 1540 °C

θ_1 = temperatura di liquidus

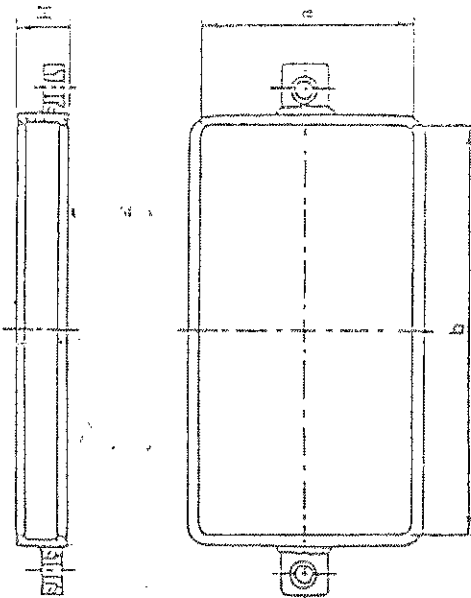
ω = fattore di forma

V = volume

S = superficie.

DIMENSIONI DELLE STAFFE

Di seguito si riportano le dimensioni (mm) delle staffe secondo le norme UNI 6785-70.



-41-

Serie quadrata

| a | b | H | | | |
|------|------|----|----|----|-----|
| 215 | 315 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 255 | 355 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 400 | 400 | -- | -- | 80 | 100 |
| 450 | 450 | -- | -- | 80 | 100 |
| 500 | 500 | -- | -- | 80 | 100 |
| 560 | 560 | -- | -- | 80 | 100 |
| 630 | 630 | -- | -- | 80 | 100 |
| 710 | 710 | -- | -- | 80 | 100 |
| 800 | 800 | -- | -- | 80 | 100 |
| 900 | 900 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1000 | 1000 | -- | -- | 80 | 100 |

Materiali - per staffe in profilati, acciaio Fe 37 B UNI 5334-61
 - per staffe in getti, ghisa seconda UNI 4544 o acciaio Fe C.
 UNI 4100-60

Tabella 11

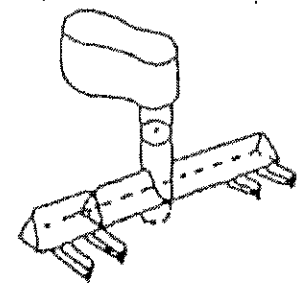
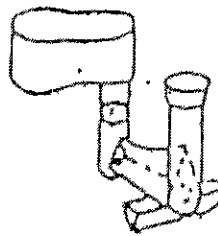
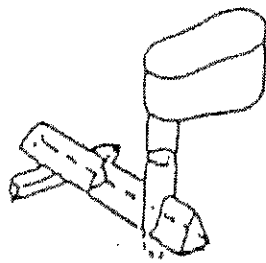
Serie rettangolare con rapporto $b/a = 1,25$




| a | b | H | | | |
|------|------|----|----|----|-----|
| 250 | 315 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 280 | 355 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 315 | 400 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 355 | 450 | -- | -- | 80 | 100 |
| 400 | 500 | -- | -- | 80 | 100 |
| 450 | 560 | -- | -- | 80 | 100 |
| 500 | 630 | -- | -- | 80 | 100 |
| 560 | 710 | -- | -- | 80 | 100 |
| 630 | 800 | -- | -- | 80 | 100 |
| 710 | 900 | -- | -- | 80 | 100 |
| 800 | 1000 | -- | -- | 80 | 100 |
| 900 | 1100 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1000 | 1200 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1100 | 1300 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1200 | 1400 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1300 | 1600 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1400 | 1700 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1500 | 1800 | -- | -- | 80 | 100 |

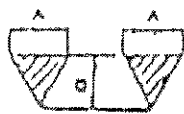
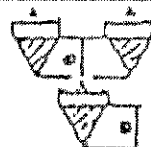

Serie rettangolare con rapporto $b/a = 1,78$

| a | b | H | | | |
|------|------|----|----|----|-----|
| 315 | 560 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 355 | 630 | -- | -- | 80 | 100 |
| 400 | 710 | -- | -- | 80 | 100 |
| 450 | 800 | -- | -- | 80 | 100 |
| 500 | 900 | -- | -- | 80 | 100 |
| 560 | 1000 | -- | -- | 80 | 100 |
| 630 | 1100 | -- | -- | 80 | 100 |
| 710 | 1200 | -- | -- | 80 | 100 |
| 800 | 1400 | -- | -- | 80 | 100 |
| 900 | 1600 | -- | -- | 80 | 100 |
| 1000 | 1800 | -- | -- | 80 | 100 |

1 Colata con trappole triangolari per scorie e attacchi (4)



| Canale di colata | | Canale alimentare | | Attacco semplice | |
|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
|  | |  | |  | |
| Ø diametro mm (λ) | Sezione mm ² | Dimensioni (λ × B) | Sezione mm ² | Dimensioni (λ × Ø) | Sezione mm ² |
| 15 | 177 | 15 × 18 | 135 | 13 × 13 | 83 |
| 18 | 255 | 18 × 21 | 189 | 16 × 16 | 128 |
| 20 | 314 | 20 × 24 | 240 | 18 × 18 | 162 |
| 22 | 380 | 22 × 26 | 282 | 20 × 20 | 200 |
| 25 | 491 | 25 × 29 | 363 | 22 × 22 | 242 |
| 30 | 707 | 30 × 35 | 525 | 27 × 27 | 364 |
| 35 | 962 | 35 × 41 | 718 | 31 × 31 | 481 |
| 40 | 1257 | 40 × 47 | 940 | 35 × 35 | 613 |
| 45 | 1590 | 45 × 53 | 1193 | 40 × 40 | 800 |

| Attacco doppio | | Attacco triplo | | Attacco quadruplo | |
|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
|  | |  | |  | |
| Dimensioni (λ × Ø) | Sezione mm ² | Dimensioni (λ × Ø) | Sezione mm ² | Dimensioni (λ × B) | Sezione mm ² |
| 9 × 9 | 81 | 8 × 8 | 96 | 7 × 7 | 98 |
| 11 × 11 | 121 | 9 × 9 | 122 | 8 × 8 | 128 |
| 13 × 13 | 169 | 10 × 10 | 150 | 9 × 9 | 162 |
| 14 × 14 | 196 | 11 × 11 | 182 | 10 × 10 | 200 |
| 16 × 16 | 256 | 13 × 13 | 254 | 11 × 11 | 242 |
| 19 × 19 | 361 | 15 × 15 | 338 | 13 × 13 | 338 |
| 22 × 22 | 484 | 18 × 18 | 466 | 16 × 16 | 512 |
| 25 × 25 | 625 | 21 × 21 | 662 | 18 × 18 | 648 |
| 28 × 28 | 784 | 23 × 23 | 794 | 20 × 20 | 800 |

Prof. Helmut Frode • Glasverarbeitungstechnik • Edition J. Helitz, Weinheim an der Bergstraße

Tabella 12

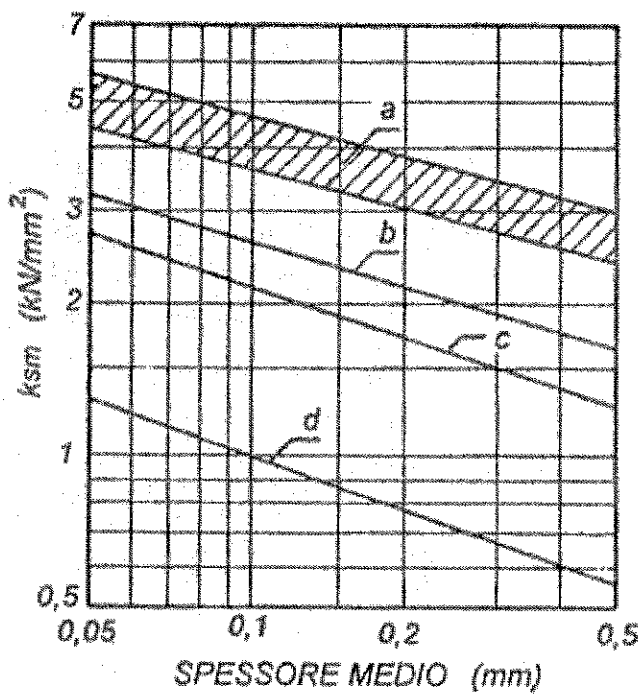
Fresatura

| 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/mm²),
- 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 $R_m = 300 - 500(*)$ | 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 $R_m = 500 - 700(*)$ | 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 $R_m = 700 - 900(*)$ | 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 $R_m = 900 - 1100(*)$ | 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 |
| Alluminio | 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 $1 : 2 D$.

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.

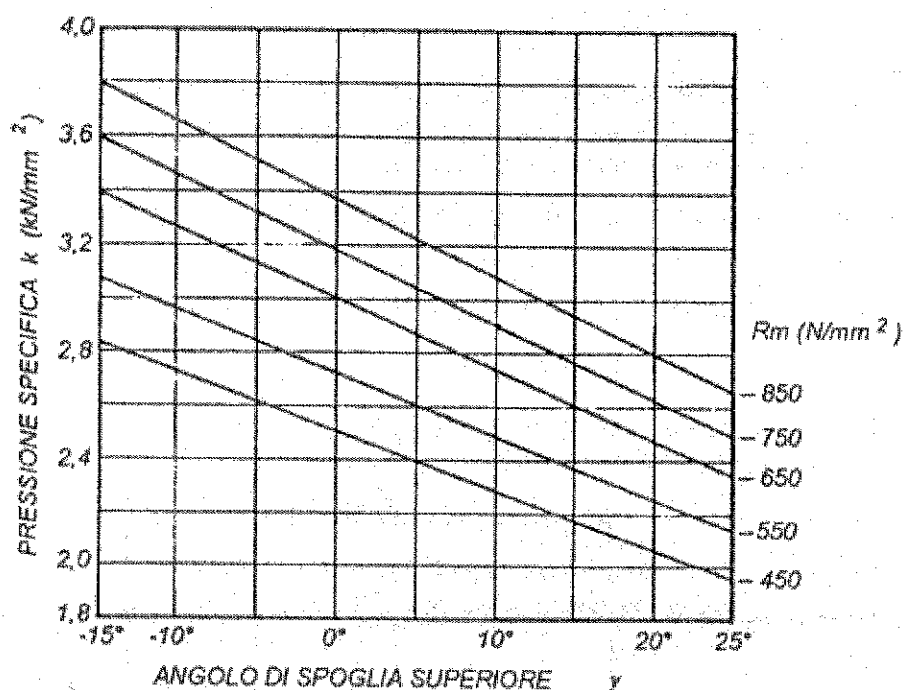
| Materiale | R_m (N/mm^2) | Pressione di taglio k_s (N/mm^2) | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--|------|------|------|------|------|
| | | spessore di truciolo h (mm) | | | | | |
| | | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 |
| C 15 | 370 | 4750 | 4150 | 3650 | 3200 | 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 $> 2D$: | $F_c = 1,1 + 1,25$ |
| Forature con punte ad inserti di profondità $1 : 2D$: | $F_c = 0,85$ |
| Forature con punte ad inserti di profondità $> 2D$: | $F_c = 1,00$ |
| 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 $R_m = 400-600$ (*) | 250-350 | 200-250-300 | 100-250-290 | 70-150-200 | 40-150 | | |
| Acciaio al C $R_m = 600-800$ (*) | 200-300 | 150-200-250 | 80-150-200 | 50-100-180 | 30-100 | | |
| Acciaio legato $R_m = 1000-1100$ (*) | 120-200 | 70-100-150 | 40-80-100 | 25-60-90 | 20-60 | | |
| Acciaio legato $R_m = 1100-1500$ (*) | 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 – 6 dicembre 2016**

Settore Industriale

Prova progettuale – Medica

Un liquido biologico si trova in equilibrio con l'ambiente a 20 °C.

Su vuole misurare la variazione della sua temperatura di una quantità minima pari a 2×10^{-3} °C.

Si progetti un circuito elettronico in grado di esprimere complessivamente variazioni **LINEARI** dell'uscita in funzione delle variazioni di temperatura e che:

- a) utilizzi il minore numero di resistori(max.6)
- b) che impieghi termistori linearizzati rispondenti alla seguente relazione analitica: $R(T) = R_0(1 - \alpha T)$ ed $R(T) = R_0(1 + \alpha T)$ dove R_0 rappresenta il valore della resistenza a 0 °C paria a 1K Ω , e dove α sia pari a $10^{-2}[T^{-1}]$
- c) l'uscita superi il valore di 10 mV (**POSITIVO**) in corrispondenza della minima variazione termica da misurare cioè: 20,002 °C oppure 19,998 °C.

Si valuti poi, nelle condizioni raggiunte, il rapporto segnale rumore (S/N) che dovrebbe essere maggiore di 30.

Inoltre si verifichi la linearità del sistema progettato.

Infine si stimi la sensibilità e la risoluzione termica del sistema elettronico ottenuto.

P.S. nel caso si intenda fare uso di un amplificatore operazionale si supponga, per semplicità, che esso non produca rumore e che abbia una funzione di trasferimento semplificata tipo passa basso con pulsazione di taglio(polo) $\omega = 1/\tau = 628$ Hz.

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

Ingegnere Magistrale

II Sessione – 6 dicembre 2016

Settore dell'Informazione

Prova Progettuale – Elettronica

Una ditta aerospaziale affida ad uno studio di ingegneria la progettazione di una apparecchiatura elettronica che dovrà funzionare nella stazione spaziale internazionale.

Tale strumentazione dovrà prevedere al suo interno:

- Una scheda di interfaccia per un sensore capacitivo con valori che variano tra 5nF a 100nF e che permette di misurare il valore di tale capacità con una risoluzione di 0.1nF su tutto l'intervallo di variazione del sensore;
- Una scheda di interfaccia per un sensore resistivo che permetta:
 - Una misura della resistenza con una risoluzione pari a 5 Ω su tutto il range di funzionamento del sensore (5k Ω -10k Ω);
 - Il sensore resistivo per funzionare correttamente deve essere portato alla temperatura di lavoro. A tale fine il sensore è provvisto di un riscaldatore integrato al quale deve essere fornita una potenza costante di 400mW. Sapendo che la resistenza del riscaldatore (R_{Heater}) può variare durante il funzionamento del sensore in maniera arbitraria tra 3 Ω e 5 Ω , si dovrà progettare una ulteriore interfaccia che mantenga la potenza sul riscaldatore costante indipendentemente dal valore di R_{Heater} .
- Una scheda di controllo basata su microcontrollore con le seguenti caratteristiche:
 - Capacità di acquisire i segnali provenienti dalle interfacce dei due sensori (resistivo e capacitivo);
 - Permetta il salvataggio dei dati sia su un supporto di memoria a stato solido che tramite una comunicazione wireless con un server anche in presenza di momentaneo guasto;
 - La scheda deve essere "fault tolerance" ad un potenziale guasto del microcontrollore.
- Sottosistema di energy harvesting che permetta di accumulare energia sufficiente per far funzionare l'intero sistema almeno per una sessione di misura di un minuto prima di ricominciare ad accumulare di nuovo l'energia per una nuova sessione.

Il/La candidato/a illustri il progetto, dapprima attraverso diagramma a blocchi e successivamente attraverso schemi circuitali argomentando le singole scelte progettuali.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore dell'Informazione

Prova Progettuale – Gestionale

Un'azienda manifatturiera produce due tipologie di prodotto, *A* e *B* entrambi costituiti da tre componenti. La realizzazione di un'unità di prodotto *A* prevede la produzione di un'unità di *A1*, *A2* e *A3*, che richiedono 3 tipi di lavorazione, una fase intermedia di verniciatura in un apposito reparto, ed infine l'assemblaggio finale. La realizzazione del prodotto *B* prevede la produzione di una unità di *B1*, *B2* e *B3*, che richiedono 5 lavorazioni, ed un successivo trattamento di verniciatura ed assemblaggio. Sono di seguito definite le sequenze di lavorazioni delle parti componenti i prodotti *A* e *B*:

| Componenti prodotto <i>A</i> | Operazioni | Componenti prodotto <i>B</i> | Operazioni |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <i>A1</i> | <i>op1, op2, op3</i> | <i>B1</i> | <i>op6, op9, op7, op8, op5</i> |
| <i>A2</i> | <i>op3, op4, op1</i> | <i>B2</i> | <i>op5, op6, op7, op9, op8</i> |
| <i>A3</i> | <i>op2, op1, op4</i> | <i>B3</i> | <i>op6, op5, op8, op7, op9</i> |

Le operazioni che riguardano le componenti *A* hanno tempi macchina deterministici. Le durate sono 35 min per *op1*, 30 per *op2*, 20 per *op3* e 25 per *op4*. Le lavorazioni sono eseguite da macchine dedicate. La produzione dei componenti *A* avviene per reparti.

Le componenti *B* hanno tempi macchina deterministici, pari a 10 minuti per le operazioni *op5*, *op7* e pari a 15 minuti per le operazioni *op6*, *op8*, *op9*. La lavorazione dei componenti *B* avviene per reparti.

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

I nove macchinari complessivi devono essere collocati in nove reparti disposti come in figura, tenendo conto che è previsto un tempo di trasferimento di 5 minuti fra un reparto e l'altro e sono consentiti solo spostamenti verticali o orizzontali.

Una volta che le componenti sono state prodotte, vengono spedite al reparto verniciatura in cui ricevono un trattamento che richiede 3 ore per le componenti di *A* e 2 ore per le componenti di *B*. Nel reparto sono presenti due macchinari per la verniciatura e ciascuno di essi può processare fino a 8 componenti contemporaneamente, purché appartengano allo stesso prodotto, *A* o *B*. Non sono previsti tempi di set up per la fabbricazione delle componenti dello stesso tipo *A* e *B*, mentre per passare da un componente di un tipo di prodotto all'altro sono richiesti 10 minuti.

Il trasferimento da e per il reparto verniciatura avviene tramite carrelli automatizzati: il tempo di trasferimento è trascurabile e ogni carrello può trasportare un componente alla volta. Se non ci sono carrelli disponibili si forma una coda di pezzi in attesa gestiti con logica FIFO.

Terminata la produzione, l'operazione di assemblaggio per il prodotto *A* richiede 20min, mentre il prodotto *B* richiede 15 minuti. L'impianto lavora tutti i giorni (365 giorni l'anno) su tre turni di 8 ore.

La domanda annua su base mensile di prodotto *A* è 400, 450, 550, 700, 800, 550, 600, 700, 750, 800, 1100, 1200. Analogamente per *B*, si ha 450, 500, 600, 700, 600, 700, 600, 500, 400, 450, 350, 300.

Progettare, nel modo più efficiente, l'impianto di produzione di cui sopra, individuando il layout ottimale dei macchinari nell'impianto e la sequenza delle lavorazioni. Si faccia particolare attenzione al reparto di verniciatura che dovrebbe essere gestito al meglio, saturandone il più possibile l'utilizzo, dati gli elevati costi di ogni singolo trattamento. Dimensionare in modo opportuno il numero dei carrelli necessari. Pianificare la produzione per il prossimo anno (quantità e periodo di produzione per ogni singolo componente).

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore dell'Informazione

Prova Progettuale – Informatica

Una società vuole offrire in un'area urbana un servizio di *car sharing* a parcheggio libero, ovvero senza necessità di prelievo/restituzione in aree predefinite. Si progetti un sistema software per la gestione del servizio, con le seguenti funzionalità:

lato utente:

- ricerca delle autovetture disponibili (in base a posizione utente e autovettura);
- selezione e acquisizione autovettura;
- rilascio autovettura;

lato gestore:

- ricerca delle autovetture (in uso e non);
- inserimento nuova autovettura;
- cancellazione autovettura;
- sospensione/riammissione autovettura (p.es. per manutenzione);
- registrazione cliente (singolo ed aziendale)
- cancellazione cliente.

Il candidato produca il documento di specifica per il sistema descritto, seguendo un metodo OOA (object-oriented analysis) e facendo uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language) per lo sviluppo dei modelli di sistema.

Fornisca anche indicazioni su come preparare documenti di sintesi giornalieri, settimanali e mensili per la società di gestione.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 6 dicembre 2016**

Settore dell'Informazione

Prova Progettuale – Telecomunicazioni/Tecnologie di Internet

Il candidato descriva lo schema a blocchi di un sistema di comunicazioni digitale comprendente un trasmettitore ed un ricevitore che connettono una sorgente ad un destinatario. Si discuta la progettazione di questi blocchi facendo specifico riferimento ad uno dei seguenti sistemi motivandone le scelte per ogni singolo blocco:

- Sistema di radiocomunicazione satellitare fisso (es. DVB-S2);
- Sistema di radiocomunicazione cellulare mobile (es. LTE);
- Sistema di radiocomunicazione a corto raggio (es. Bluetooth);
- Sistema di comunicazione cablato (es. Ethernet).

Si proponga un modello di canale per il sistema considerato e si discutano i problemi legati al canale e le possibili contromisure.

Si discuta inoltre l'architettura protocollare ed i relativi protocolli di rete necessari alla connessione di tale sistema alla rete Internet.