

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 Novembre 2025**

Settore Civile-Ambientale

I Prova scritta

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

TEMA 1

Il candidato descriva i principi fondamentali dell'analisi statica lineare e dell'analisi dinamica lineare nella progettazione strutturale antisismica, mettendo in evidenza i presupposti teorici, le ipotesi di applicabilità e le differenze nei risultati ottenuti. Si illustri in particolare il concetto di analisi modale, precisando il significato dei modi propri di vibrare, delle frequenze naturali, e la modalità con cui si combinano le risposte modali per determinare l'azione sismica di progetto.

TEMA 2

Il candidato illustri in termini generali e con riferimento al quadro normativo vigente i compiti e le responsabilità delle principali figure professionali coinvolte nel processo edilizio: il progettista, il direttore dei lavori, il coordinatore per la sicurezza, il collaudatore.

Il candidato può soffermarsi, per esempio, sulle funzioni svolte da ciascuna figura professionale nelle diverse fasi del processo edilizio (dal progetto alla verifica della regolare esecuzione), sugli elaborati che è tenuto a produrre, sui doveri, sulle responsabilità civili e penali, sui rapporti reciproci, con la committenza e con l'impresa, nonché sugli aspetti deontologici e professionali. Può, ulteriormente, evidenziare come i loro ruoli, integrati reciprocamente, concorrano alla corretta esecuzione, alla sicurezza e alla qualità dell'opera edilizia. Ovviamente, il candidato potrà toccare qualsiasi altro aspetto che ritenesse degno di nota.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 Novembre 2025**

Settore Industriale

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il candidato analizzi le principali strategie per la decarbonizzazione dei processi industriali tramite elettrificazione e integrazione di fonti rinnovabili, con riferimento a pompe di calore, sistemi di accumulo e impianti fotovoltaici/solari termici.

Si illustrino i principi di funzionamento, le configurazioni possibili e i rendimenti globali, discutendo le problematiche di flessibilità, gestione dei carichi e stabilità dei sistemi ibridi.

Infine, si valuti criticamente l'impatto ambientale e il contributo di tali soluzioni agli obiettivi di neutralità climatica rispetto a impianti convenzionali a combustibili fossili.

TEMA 2

Il ruolo dell'ingegnere industriale nella transizione ecologica: tecnologie, processi e responsabilità professionale verso uno sviluppo sostenibile degli impianti industriali.

TEMA 3

Nell'ambito della progettazione meccanica, il calcolo strutturale moderno si fonda sempre più sul concetto di *stato limite*, sostituendo progressivamente l'approccio tradizionale basato sul *coefficiente di sicurezza* (o tensione ammissibile).

Il candidato illustri le principali caratteristiche e differenze tra questi due metodi progettuali, evidenziando come l'introduzione di criteri statistici nella valutazione delle resistenze dei materiali e delle sollecitazioni agenti consenta una progettazione più razionale e affidabile.

A supporto della discussione, il candidato fornisca esempi riferiti a diverse tipologie di carico — statico, a fatica, dinamico e di origine ambientale — mettendo in evidenza i vantaggi dell'approccio statistico nella previsione del comportamento strutturale e nella gestione del rischio di collasso o cedimento.

TEMA 4

I processi di taglio e sagomatura delle lamiere metalliche in carpenteria.

* 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 5

Esamina il ruolo dell'Ingegnere Medico Magistrale in ambito sanitario, sottolineando come le sue competenze ingegneristiche siano integrate con quelle mediche e come questa integrazione sia cruciale per affrontare le sfide moderne in medicina. Discuti inoltre come l'Ingegnere Medico possa contribuire all'evoluzione dei dispositivi medici e delle tecnologie sanitarie, in particolare in relazione all'adozione e all'implementazione di soluzioni basate sull'intelligenza artificiale. Fornisci un esempio pratico di applicazione in un contesto clinico.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 Novembre 2025**

Settore dell'Informazione

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il rapido sviluppo dell'intelligenza artificiale è stato reso possibile anche grazie ai significativi progressi dell'ingegneria elettronica, che ha fornito le basi hardware, i dispositivi e le architetture necessarie per l'elaborazione massiva dei dati e l'implementazione efficiente degli algoritmi di apprendimento.

L'evoluzione di dispositivi elettronici quali sensori intelligenti, ASIC, System on Chip (SoC), FPGA e GPU ha infatti permesso di tradurre in realtà molte delle applicazioni che oggi caratterizzano l'AI in ambito industriale, biomedicale e nei sistemi embedded.

Il candidato analizzi e discuta il ruolo dell'ingegneria elettronica nello sviluppo e nella diffusione delle tecnologie per l'intelligenza artificiale.

TEMA 2

Si descrivano le principali attività e le relative metodologie che caratterizzano il ciclo di vita di un sistema software, dalla specifica iniziale dei requisiti fino alla manutenzione evolutiva. Si approfondiscano brevemente le tecniche e gli strumenti disponibili per ciascuna fase. Si utilizzi, per esemplificare la discussione, un caso applicativo concreto scelto dal candidato, mettendo in evidenza gli aspetti critici e le sfide principali affrontate durante le diverse attività del processo di sviluppo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta – Ingegneria Civile

Il candidato organizzi una relazione di calcolo per il progetto di un edificio per civile abitazione in cemento armato a tre piani, con estensione in pianta pari a $10\text{ m} \times 20\text{ m}$. Oltre ai carichi verticali, si considerino le azioni orizzontali dovute al sisma, illustrando i criteri di analisi e di verifica agli stati limite ultimi.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Civile-Ambientale

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

Il candidato esponga i criteri generali di progettazione di un mercato coperto da costruirsi alla periferia di un grande centro urbano.

Il candidato, servendosi di schemi grafici esemplificativi e di brevi testi che servano a illustrare tali criteri, consideri i seguenti aspetti, per ciascuno dei quali sono suggeriti alcuni punti che potrà sviluppare a sua discrezione:

▪ **aspetti funzionali e distributivi:**

criteri di organizzazione degli spazi di vendita (banchi, box, depositi delle merci, servizi igienici, locali per il personale, eventuali aree di ristorazione leggera); separazione dei percorsi degli utenti e degli addetti (carico e scarico delle merci, smaltimento dei rifiuti, uscite di emergenza); inserimento urbanistico, collegamenti viari, spazi pedonali e aree di sosta;

▪ **aspetti strutturali e statici:**

criteri di scelta della tipologia strutturale (ossature in acciaio, in cemento armato, in legno; strutture miste); definizione degli schemi statici della copertura (telai, archi, travature reticolari) e criteri di dimensionamento geometrico in relazione alle esigenze di flessibilità d'uso;

▪ **aspetti costruttivi:**

criteri di scelta dell'involucro edilizio e delle coperture (lucernari, pensiline); materiali e finiture atti a garantire facilità di pulizia, sicurezza e durata;

▪ **aspetti impiantistici:**

impianti idrico-sanitari, di smaltimento rifiuti e di raccolta delle acque piovane; impianti elettrici e d'illuminazione; impianti di climatizzazione; sistemi di sicurezza e di controllo (antincendio, videosorveglianza, diffusione sonora); integrazione con gli altri elementi edilizi; sostenibilità ambientale (uso della luce naturale, sistemi di ombreggiamento e di ventilazione naturale, gestione delle acque meteoriche, impiego di materiali ecocompatibili);

▪ **aspetti nell'ambito della sicurezza:**

sicurezza antincendio e vie di esodo; accessibilità per persone con disabilità; conformità alle norme igienico-sanitarie.

Si precisa che il candidato non dovrà disegnare un edificio di forma specifica, ma dovrà individuare e rappresentare, con parole e con schemi esplicativi, le soluzioni che il progettista potrebbe adottare e tra le quali opererà la scelta durante le successive fasi della progettazione vera e propria. Perciò, il candidato, nello svolgere il tema, privilegerà l'uso di schizzi, di disegni schematici (in pianta, in sezione ecc.), di diagrammi funzionali, di schemi distributivi ecc. che illustrino tali soluzioni, mentre limiterà le descrizioni a brevi testi esplicativi complementari.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria Energetica

Il candidato analizzi il funzionamento di un sistema a compressione di vapore operante come pompa di calore industriale per la fornitura di calore di processo (120–180 °C), illustrandone la configurazione impiantistica e il ciclo termodinamico sul piano $p-h$ o $T-s$.

Si discutano gli effetti delle temperature di evaporazione e condensazione sulle prestazioni del ciclo, valutando il lavoro specifico del compressore, la potenza assorbita e la variazione del COP in funzione del salto termico richiesto.

Il candidato evidenzi il ruolo delle tecnologie avanzate di compressione (scroll, vite, turbocompressori oil-free) e delle soluzioni di refrigerante a basso GWP (HFO, CO₂, NH₃) nel migliorare efficienza e sostenibilità ambientale.

Infine, si richiede una riflessione tecnica e progettuale sulle implicazioni della scelta del fluido e delle temperature operative in ottica di decarbonizzazione, confrontando le prestazioni della pompa di calore con quelle di un sistema convenzionale a caldaia a gas in termini di efficienza, emissioni e compatibilità con gli obiettivi europei di transizione energetica.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria Gestionale

Il candidato illustri i principi generali, l'approccio metodologico e gli strumenti che utilizzerebbe per valutare e ottimizzare i flussi logistici interni di uno stabilimento produttivo di piccole dimensioni nell'ottica di un aumento dei volumi produttivi.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria meccanica (Costruzione di macchine)

Il candidato descriva in modo completo e ordinato l'intero iter progettuale di un riduttore meccanico di potenza a più stadi, riferendosi a un caso applicativo reale scelto a piacere.

Nella trattazione, il candidato dovrà illustrare:

- le fasi principali del processo di progettazione, con riferimento ai vari componenti del riduttore multistadio;
- le possibili specifiche di funzionamento, motivate in relazione all'applicazione selezionata;
- le verifiche strutturali e funzionali da eseguire, indicando i principi di progettazione adottati e le norme tecniche o direttive applicabili (armonizzate, europee o nazionali);
- le modalità di redazione del disegno tecnico, specificando le informazioni necessarie per la costruzione, l'assemblaggio e il collaudo del riduttore.

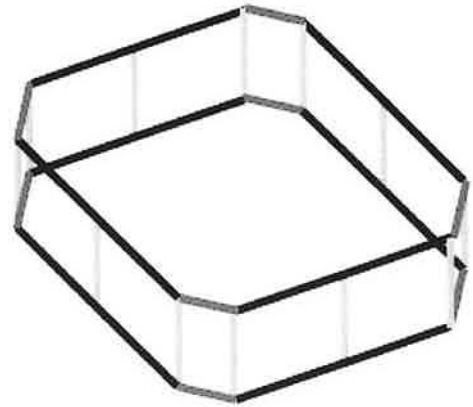
**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria meccanica (Tecnologie e sistemi di lavorazione)

Redazione di una relazione tecnica:

Il Sig. Cavea, Amministratore Unico della società denominata Materitura srl, ha necessità di produrre 500 gabbie metalliche. I suoi progettisti hanno proposto di realizzare ogni singola gabbia utilizzando elementi tubolari di acciaio a basso tenore di carbonio, tutti con diametro pari a 30 mm e spessore di 2 mm. Secondo questo progetto, una singola gabbia necessita di 8 elementi di 800 mm di lunghezza, altri 8 di 300 mm e, infine, 12 di 400 mm, tutti da sagomare preliminarmente alle operazioni di saldatura. Stando a tale progetto, il Sig. Cavea ha già individuato un'azienda che può fornire tali tubi nella lunghezza di 6 m. A questo punto vi contatta e vi commissiona una relazione che indichi quanti tubi siano necessari e in quale modo questi tubi possano essere tagliati, ortogonalmente all'asse, con una tolleranza sulla lunghezza finale di ± 1 mm. Non sarà vostra cura preoccuparvi dell'operazione di sagomatura e saldatura. Preparare tale relazione fornendo i dati richiesti e un confronto tra le diverse soluzioni di taglio, comparando qualità, tempi e costi di produzione. Per ogni soluzione proposta, si preveda una piccola descrizione dei meccanismi di taglio e dei difetti che si possono generare oltre ai metodi per evidenziarli e mitigarli.



***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 – 3 Dicembre 2025**

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria Medica

Il candidato descriva nel dettaglio uno strumento diagnostico basato su imaging (ecografo, radiografo, risonanza magnetica, etc.). Nello specifico, svolgere i seguenti punti:

- Schema a blocchi dell'apparato
- Principio di funzionamento/acquisizione
- Caratteristiche metrologiche (risoluzione spaziale e di pixel) e rispettive limitazioni
- Potenziale diagnostico (quale tipologia di indagine)
- Algoritmi di *data analysis* possibili
- Meccanismi di protezione dell'utilizzatore e del paziente, ove necessari.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta - Ingegneria Elettronica

Il/La candidato/a illustri, avvalendosi anche di schemi circuitali e diagrammi a blocchi, i principi di funzionamento dei filtri analogici e digitali, evidenziandone differenze, limiti e pregi rispettivi. Discutere inoltre le possibili soluzioni di implementazione hardware e i principali campi di utilizzo nei sistemi di acquisizione ed elaborazione dei segnali.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 3 Dicembre 2025**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Ingegneria Informatica

Il candidato illustri brevemente il ruolo delle metriche software nello sviluppo del software, chiarendo la differenza tra metriche di prodotto e di processo. Si faccia riferimento ad almeno una metrica di prodotto, e.g., LOC o Function Point, ed una di processo, e.g., tasso di difetti o produttività, analizzandone brevemente scopo, applicabilità e limiti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026
Settore Civile-Ambientale**

Prova progettuale – Ingegneria Civile

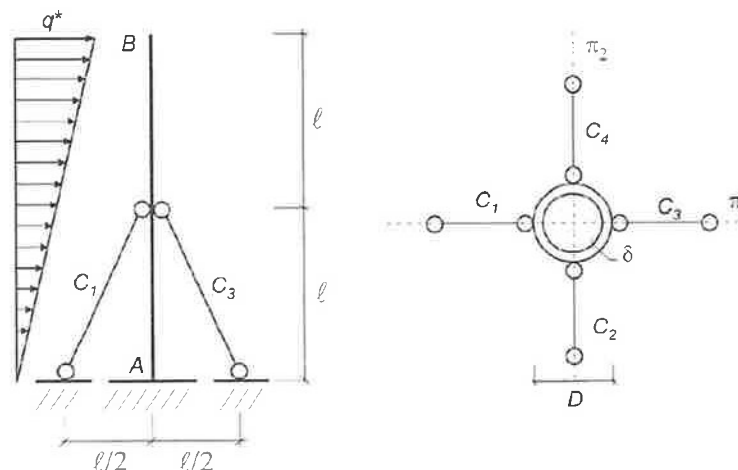
Si consideri un palo di sostegno per antenne di telecomunicazione, realizzato con sezione circolare tubolare, di diametro esterno D e spessore δ , incastrato alla base nel punto A . Il palo, di altezza complessiva ℓ , è controventato mediante quattro stralli C_i ($i = 1, \dots, 4$), disposti simmetricamente secondo lo schema statico assegnato e ancorati al terreno. Gli stralli sono collegati al palo a quota intermedia e possono essere modellati come aste tese elastiche, incernierate alle estremità, con area di sezione resistente A_c . Si assuma comportamento elastico lineare sia per il palo sia per gli stralli. L'azione del vento agente sul palo è schematizzata mediante un carico distribuito orizzontale con andamento lineare in funzione della quota, nullo alla base e massimo pari a q^* in sommità. Si considerino separatamente i due piani principali di massima probabilità di occorrenza del vento, indicati con π_1 e π_2 .

Si richiede di:

1. impostare il modello strutturale completo del sistema palo-stralli;
 2. determinare le azioni interne sul palo e sugli stralli;
 3. dimensionare il palo agli stati limite ultimi;
 4. dimensionare gli stralli in base alla massima trazione agente;
 5. verificare il sistema allo stato limite di esercizio imponendo $u_B \leq \ell/50$;
 6. discutere l'influenza degli stralli sulla rigidezza globale del sistema.
- Si assuma un coefficiente globale di sicurezza non inferiore a 1,5.

DATI:

$\ell = 5 \text{ m}$
 $q^* = 150 \text{ N/m}$
 $E_p = 210 \text{ GPa}$
 $E_c = 245 \text{ GPa}$
 $\sigma_{sp} = 260 \text{ MPa}$
 $\sigma_{sc} = 330 \text{ MPa}$



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

Ingegnere Magistrale

II Sessione – 14 gennaio 2026

Settore Civile-Ambientale

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

Il candidato progetti un edificio destinato a mercato di generi alimentari posto in un lotto pianeggiante di una zona residenziale di una grande città.

La forma dell'edificio, l'orientamento e la sua posizione nel lotto sono a scelta del candidato, così come la forma e l'estensione del lotto, che dovrà costeggiare la strada carrabile di accesso.

La distribuzione interna e le funzioni del mercato sono a discrezione del candidato, purché il mercato, preferibilmente a un solo piano, contenga almeno 40 postazioni di vendita con i necessari servizi destinati sia ai venditori che agli acquirenti (carico e scarico delle merci, depositi, locali per il personale, locali tecnici, servizi igienici ecc.).

La struttura portante sia preferibilmente a scheletro di cemento armato, a meno che non risulti più conveniente adottare un diverso sistema strutturale.

Sono richiesti i seguenti elaborati:

- 1) Planimetria generale schematica (scala 1:500) che riporti la posizione del mercato, la sistemazione delle aree libere del lotto (strade, parcheggi, aree verdi ecc.) e l'orientamento.
- 2) Pianta dell'edificio (scala 1:100). Nel disegno siano distinte graficamente le parti strutturali in cemento armato dalle parti non strutturali e siano riportate le misure principali.
- 3) Almeno due prospetti (scala 1:100).
- 4) Almeno una sezione significativa (scala 1:100) che metta in evidenza le caratteristiche della copertura (a falde piane orizzontali, a falde piane inclinate o a falde curve). Nel disegno siano distinte graficamente le parti strutturali in cemento armato dalle parti non strutturali e siano riportate le quote principali.
- 5) Uno o più dettagli costruttivi (scale 1:20 o 1:10), anche disegnati a mano libera, che rappresentino almeno le caratteristiche delle pareti di tamponamento (con i relativi serramenti) e dei solai (di pianoterra e di copertura) impiegati.
- 6) Relazione sintetica che illustri le scelte architettoniche, funzionali (con particolare riferimento al coefficiente di affollamento – lavoratori e pubblico), costruttive, strutturali, impiantistiche, della sicurezza antincendio, ecc.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Energetica

Con riferimento alla trattazione degli impianti per la produzione di calore e lavoro, di media potenzialità (>25 MWe), il candidato individui caratteristiche e specifiche tecniche di un impianto in assetto combinato-cogenerativo, alimentato con combustibile metano (CH₄), costituito da due gruppi turbogas (TG) – ciascuno di potenza nominale pari a 30.0 MW - che alimentano un ciclo a vapore sottoposto comprendente un generatore di vapore a recupero (GVR), a due livelli di pressione (HP e LP - opportunamente scelti in accordo con lo stato della tecnica), una turbina a vapore (TV) composta da due tronchi (HP_TV e LP_TV), e infine un condensatore raffreddato ad aria, operante ad una pressione nominale di 0.12 bar. Il degassatore è alimentato con vapore di flash spillato dalla TV, la cui portata di degasaggio deve essere valutata, in relazione alla pressione, e al tronco di turbina preso in esame.

Si consideri la portata di vapore per la cogenerazione, estratta alla pressione di 8 bar e pari al 25% della portata totale del vapore prodotto. Il candidato scelga la configurazione ottimale per il caso specifico.

Il candidato rappresenti lo schema d'impianto della configurazione proposta, ottimizzando la disposizione dei banchi tubieri, in relazione ai livelli di pressione indicati, le trasformazioni termodinamiche relative alla TG e alla TV, e il profilo di temperature, lato gas e lato vapore, relativo allo scambio termico del GVR.

Assumendo i valori delle grandezze e dei parametri necessari in accordo con lo stato dell'arte, si valutino le prestazioni nominali dei singoli componenti (TG, GVR, TV) e del ciclo combinato nel suo complesso, con particolare riferimento alle seguenti grandezze:

- portata di vapore producibile, e relativa potenza complessiva prodotta dalla TV
- portata di vapore per il processo di cogenerazione, e la potenza termica ceduta al processo
- portata dei gas combusti allo scarico delle TG
- portata di metano (CH₄), portata di aria di raffreddamento al condensatore considerando profili di temperatura adeguati
- temperatura dei gas combusti allo scarico della TG e al camino del GVR
- potenza del ciclo combinato, rendimento del ciclo combinato, efficienza del GVR e il fattore di emissione, espresso in [kgCO₂/kWh]

Il candidato proceda, infine, al dimensionamento di massima di uno dei banchi del GVR, assumendo quantità globali per lo scambio termico e trascurando lo spessore dei tubi, ma considerando banchi alettati.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Gestionale (Impianti Industriali)

Si deve effettuare il primo dimensionamento di uno stabilimento per il confezionamento di prodotti alimentari secchi (es. legumi) destinati alla grande distribuzione organizzata (GDO).

Lo stabilimento dovrà ricevere la merce sfusa tramite camion, stoccarla temporaneamente in silos interni e provvedere, successivamente, al confezionamento in diversi formati. I prodotti confezionati verranno quindi etichettati, pallettizzati, stoccati e preparati alla spedizione.

I volumi di prodotto da confezionare nei diversi formati sono riportati nella tabella I.

Le operazioni e le fasi produttive principali sono elencate nella Tabella I, con i relativi macchinari e tempi ciclo. Le caratteristiche tecniche dei macchinari sono fornite nella tabella II.

Le sequenze di operazioni necessarie sono riportate nella tabella II, insieme ai macchinari richiesti per la loro esecuzione ed ai tempi ciclo teorici.

Le informazioni relative ai macchinari da utilizzare per la realizzazione dei cicli stessi sono riportate nella tabella III.

Si tenga inoltre conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- Attività su 220 giorni/anno, 5 giorni/settimana, 8 h per turno (1 o 2 turni)
- Costo aziendale della manodopera: 30.000 €/anno per addetto
- Possibilità di utilizzo di personale stagionale, con costo +30% e impegno minimo 1 mese (1 turno/giorno)
- Costo medio della materia prima: 1 €/kg prodotto

Il candidato, formulando delle ipotesi coerenti per le informazioni 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);
- La scelta del numero di turni di lavoro (eventualmente differenziabile nell'arco dell'anno) e l'eventuale ricorso a personale temporaneo;
- La determinazione del numero di macchinari per ciascuna fase e la definizione di eventuali buffer di disaccoppiamento tra le fasi;
- La determinazione del numero di addetti totali alla produzione;
- La scelta dei sistemi di movimentazione interna dei materiali (dai silos al magazzino prodotti finiti);
- La stima del costo annuale di esercizio (comprensivo degli ammortamenti dei mezzi di produzione, dei costi del fabbricato e degli altri costi riportati in tab. IV).

TABELLE ALLEGATE

Tabella I – Volumi da lavorare e formati di confezionamento

VOLUMI DA LAVORARE (kg/mese)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	400.000	400.000	300.000

Il volume di produzione mensile è suddiviso in tre formati principali:

- F1: 50% della produzione
- F2: 30% della produzione
- F3: 20% della produzione

CARATTERISTICHE DEI FORMATI DI CONFEZIONAMENTO

<i>Formato</i>	<i>Confezionamento primario</i>	<i>Confezionamento secondario</i>	<i>Confezionamento terziario</i>
F1	Sacchetto da 0,5 kg	Scatola da 20 sacchetti	Pallet da 30 scatole
F2	Sacchetto da 1 kg	Scatola da 10 sacchetti	Pallet da 30 scatole
F3	Sacco da 5 kg	Scatola da 4 sacchi	Pallet da 16 scatole

Tabella II – Processo produttivo

<i>Id</i>	<i>Fase</i>	<i>Tipo Macchina</i>	<i>TC</i>
A	Ricevimento e stoccaggio	Sistema di trasporto pneumatico e Silos	---
B	Dosaggio e confezionamento	Confezionatrice	F1: 0,05 min/conf. F2: 0,07 min/conf. F3: 0,1 min/conf.
C	Etichettatura	Etichettatrice	0,03 min/conf.
D	Inscatolamento	Inscatolatrice	F1: 0,4 min/scatola F2: 0,5 min/scatola F3: 0,7 min/scatola
E	Pallettizzazione	Robot Pallettizzatore	1 min/pallet
F	Avvolgimento	Avvolgitrice	1 min/pallet
G	Stoccaggio e spedizione	Magazzino a scaffali e sistema di trasporto da definire	---

A. Ricevimento e stoccaggio del prodotto sfuso:

Il prodotto arriverà in camion cisterna. Verrà scaricato e trasferito per lo stoccaggio in silos interni tramite sistema di trasporto pneumatico. Questa fase includerà separazione di sostanze estranee, controlli qualità e tracciabilità lotti.

B. Dosaggio e confezionamento:

Il prodotto viene dosato con precisione e confezionato nei diversi formati tramite confezionatrici automatiche. La chiusura avviene con saldatura termica.

C. Etichettatura:

Le confezioni passano all'etichettatrice che applica etichette con lotto, scadenza, codice a barre e altre informazioni di tracciabilità.

D. Inscatolamento

Dopo la fase di etichettatura, le confezioni dovranno essere inscatolate. La macchina inscatolatrice automatica riceve le confezioni, le orienta e le impila nel numero previsto per ciascun formato (si veda tab.I). Una volta raggiunto il numero desiderato, la macchina chiude automaticamente la scatola con colla a caldo o nastro adesivo industriale.

E. Pallettizzazione:

Le scatole andranno quindi raggruppate e disposte su pallet tramite robot pallettizzatore secondo uno schema di carico ottimizzato per la stabilità e il trasporto (si veda tab. I).

F. Avvolgimento pallet:

I pallet dovranno essere quindi fasciati con film estensibile da un'avvolgitrice automatica per garantire stabilità e protezione.

G. Spedizione:

I pallet finiti verranno trasferiti nel magazzino prodotti finiti e successivamente caricati su camion per la spedizione ai clienti.

Tabella III– Tabella macchine

Id	Tipo Macchina	Manodopera	Ingombro	Costo Macchina e attrezzature (€)
A	Sistema di trasporto pneumatico e Silos	1	n.a.	90.000
B	Confezionatrice	1 x macchina	2m x 3m	60.000
C	Etichettatrice	1 x macchina	1m x 2m	25.000
D	Inscatolatrice	1 x macchina	2m x 3m	45.000
E	Robot Pallettizzatore	1 x macchina	3m x 4m	80.000
F	Avvolgitrice	---	2m x 2m	30.000

*: si considerino i costi di acquisto e installazione ammortizzabili in 5 anni

Si considerino inoltre 1 magazziniere e 1 manutentore per ogni turno di lavoro.

Setup

Le confezionatrici e le inscatolatrici nel caso in cui non siano dedicate alla lavorazione di un solo formato, richiederanno operazioni di riattrezzaggio (es. cambio formato) con un tempo stimato di 30 minuti a settimana (5gg) per macchina.

Guasti

Per ogni macchinario si assuma un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi pari a 94 ore ed un tempo medio totale per il ripristino del funzionamento pari a 6 ore.

Microfermate e rallentamenti

Per ogni macchinario si possono assumere perdite di efficienza per microfermate nelle operazioni dovute ai macchinari pari al 10% del tempo operativo;

Per ogni stazione di lavoro si possono assumere perdite di efficienza per rallentamenti nelle operazioni dovute agli operatori pari al 5% del tempo operativo;

Scarti e rilavorazioni

Si assuma che la fase di cernita potrà produrre scarti pari al 3% del prodotto lavorato.

Tabella IV – Costi

Fabbricato, Terreno ed Edifici

Si includa sotto tale voce il capannone contenente le unità produttive, il terreno (8 volte il capannone), la palazzina uffici-servizi (1/6 le dimensioni del fabbricato) e le opere di urbanizzazione necessarie (1/10 del costo totale).

La tabella seguente riporta i costi e il periodo di ammortamento:

Voce/Costo	€/m ²	Anni
Terreno	25	30
Opere di urbanizzazione	n.a.	15
Fabbricato	270	15
Palazzina	1.000	15

Impianti generali

Il costo degli altri impianti è rapportato al metro quadro di capannone industriale.

Impianto	Costo	Anni ammortamento
Impianti generali (riscaldamento, illuminazione, f.e.m., acqua industriale e potabile, aria compressa)	80 €/m ²	5
Sistemi di movimentazione (per impianto pneumatico considerare costo in tabella)	50 €/m ²	5
Altro (portoni, scaffalature, ecc.)	100.000 €	5

Il costo annuo di manutenzione può essere valutato come il 5% del costo di acquisto di macchinari e impianti.

Altri costi (film plastico, etichette, colla, scatole, servomezzi energetici, ecc.)

Si consideri un costo di 0,3 €/kg di prodotto confezionato.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria meccanica (Meccanica fredda)

Si dimensiona un riduttore meccanico di velocità 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 ed il dimensionamento 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.

Si forniscano indicazioni progettuali per la scelta di:

- modalità di collegamento meccanico con il motore.
- modalità di collegamento meccanico con l'utilizzatore.

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 e motivati opportunamente.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

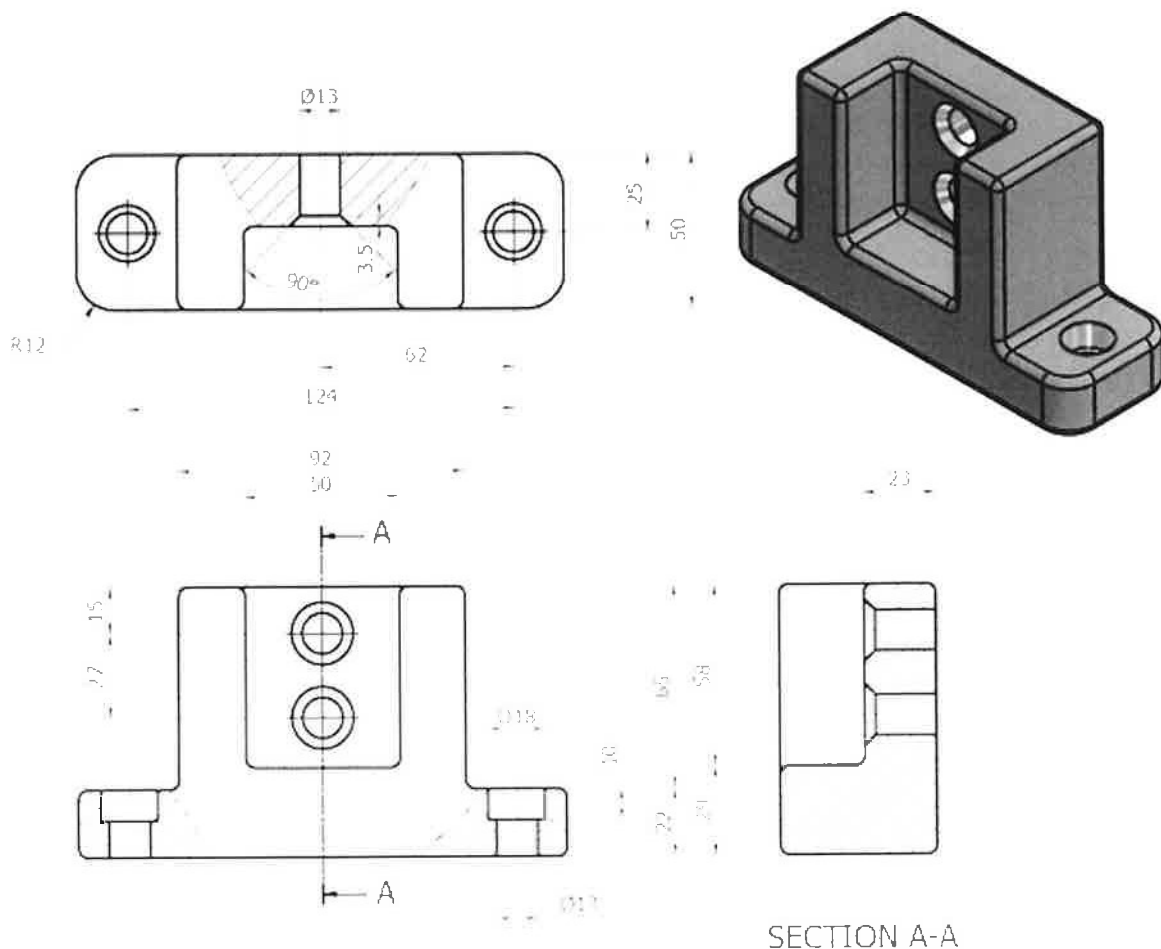
Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Meccanica (Tecnologie e sistemi di Lavorazione)

L'imprenditore Primo Stanco, della CopioRiCopio SRL, recupera dalla rete il disegno costruttivo di un supporto in acciaio (<https://it.pinterest.com/pin/433260426644914861/>). Tale pezzo sembra adattarsi perfettamente per un suo cliente ma deve poterlo produrre in acciaio (C35, $R_m=500$ MPa) su larga scala, mediante un processo di fabbricazione di fonderia in terra e successiva asportazione di truciolo. Nessuna delle superfici deve essere lasciata grezza. In particolare, l'imprenditore della CRC richiede di:

1. Progettare il getto di fonderia prevedendo il numero ottimale di cavità;
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
5. Fare una stima temporale per la consegna di 10.000 pezzi.

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



Fonderia in terra

Valori dell'angolo di sfornatura

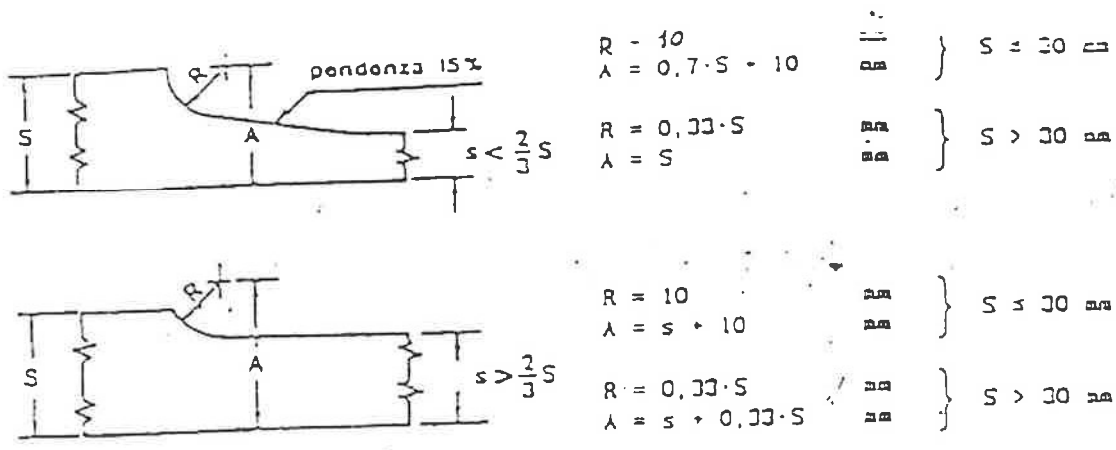
Altezza di parete		Angolo di sfornatura per modello	
oltre	fino a	sciolto min.	su placca min.
	5	8°	6°
5	10	6°30'	5°
10	18	5°	4°
18	30	4°	3°
30	50	3°	2°
50	120	2°	1°30'
120	250	1°30'	1°
250	500	1°	45'
500		da concordare	

Tabella 1

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

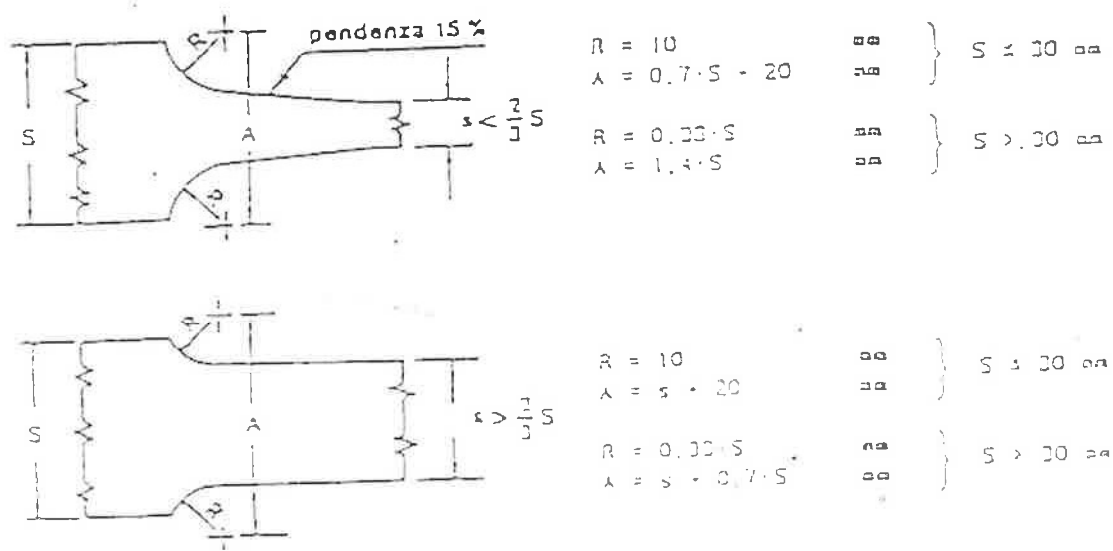
DIAMETRO DEL FORO	FORO PASSANTE	FORO CIECO
$D < 2 S$	se $L \leq D$	se $L \leq D/2$
$2 S \leq D \leq 3 S$	se $L \leq 3 D$	se $L \leq 2 D$
$3 S < D$	L qualsiasi	L qualsiasi

Tabella 2



$R = 10$	} $S \leq 30$ mm
$\lambda = 0,7 \cdot S - 10$	
$R = 0,33 \cdot S$	} $S > 30$ mm
$\lambda = S$	
$R = 10$	} $S \leq 30$ mm
$\lambda = s + 10$	
$R = 0,33 \cdot S$	} $S > 30$ mm
$\lambda = s + 0,33 \cdot S$	

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



$R = 10$	} $S \leq 30$ mm
$\lambda = 0,7 \cdot S - 20$	
$R = 0,33 \cdot S$	} $S > 30$ mm
$\lambda = 1,4 \cdot S$	
$R = 10$	} $S \leq 30$ mm
$\lambda = s + 20$	
$R = 0,33 \cdot S$	} $S > 30$ mm
$\lambda = s + 0,7 \cdot S$	

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

Caso	R^1	R		
		$s < 10$	$10 < s < 30$	$s > 30$
	$1,25 s$	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 1500			oltre 1500 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	4	3	7	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 180 fino a 500	7	5	4	8	5	5	10	5	6	14	9	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	5	10	7	7	12	8	8	16	10	9	20	*2	10	22	14	11	25	15	—	30	17	—

Sovrammetalli nominali S_n 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 1500			oltre 1500 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	3	4	5	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 180 fino a 500	6	4	5	7	5	5	8	5	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	—

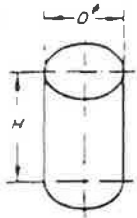
Le tolleranze dimensionali indicate nella relativa tabella devono essere suddivise in scostamenti asimmetrici rispettivamente del 60 e del 40%; per le dimensioni relative a superficie esterne, il 60% costituisce lo scostamento superiore ed il 40% quello inferiore; per le dimensioni relative a superficie 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	1,60
Ghise malleabili a cuore nero	0,50
Leghe di alluminio a basso silicio	1,15
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)	1,90
Leghe di zinco	1,20
Leghe antiusura (metalli bianchi)	0,50

Tabella 5

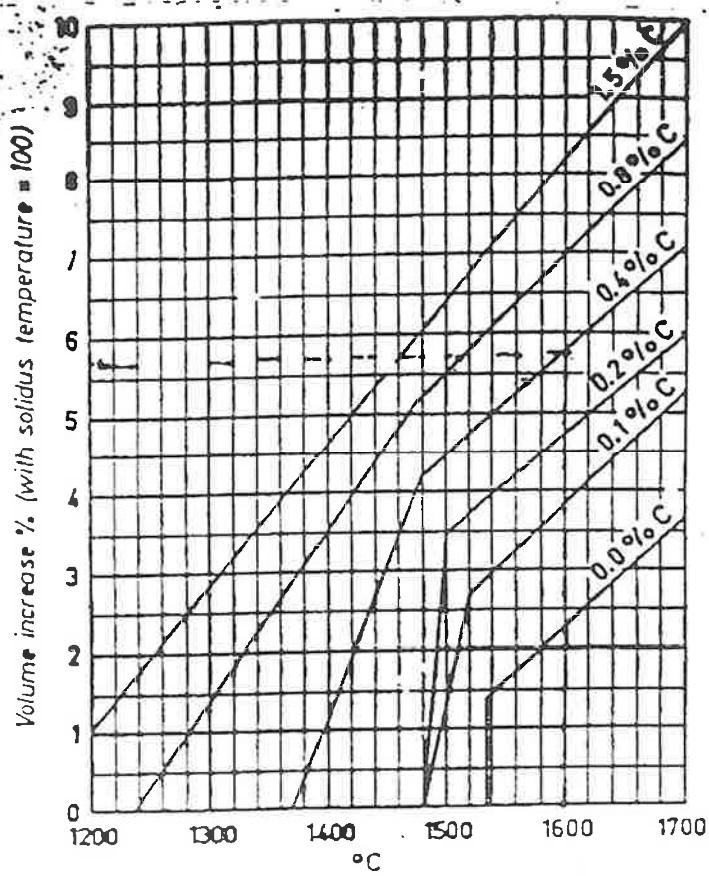


$$H = 1.5 D$$

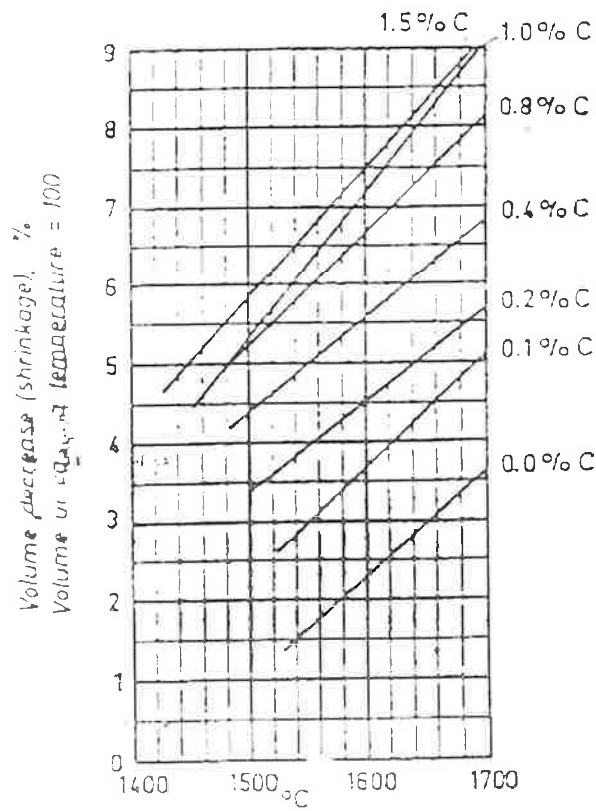
Tabella 6

Materozze cilindriche.

M, cm	D \varnothing mm	H mm	V cm ³	W kg/t	Massimo volume del getto alimentabile per un ritiro di:							
					4%		5%		6%		7%	
					V cm ³ /l.	W kg/t	V cm ³ /l.	W kg/t	V cm ³ /l.	W kg/t	V cm ³ /l.	W kg/t
0.5	27	40	24	0.17	74	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	135	1.20	112	0.87	84	0.65	62	0.49
0.8	43	65	93	0.63	230	1.84	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	430	3.52	324	2.54	244	1.90	180	1.41
1.1	59	89	239	1.63	540	4.70	430	3.33	324	2.55	239	1.85
1.2	64	96	315	2.14	700	6.20	570	4.45	425	3.33	315	2.46
1.3	70	105	400	2.72	870	7.50	720	5.60	540	4.30	400	3.12
1.4	75	113	500	3.40	1050	10.0	900	7.0	680	5.30	500	3.90
1.5	80	120	610	4.15	1250	11.7	1000	8.6	830	6.50	610	4.76
1.6	86	130	740	5.0	1490	14.9	1200	10.0	1000	7.80	740	5.80
1.7	91	137	890	6.1	1720	17.2	1400	12.5	1100	9.30	890	7.00
1.8	96	144	1060	6.8	1950	19.5	1600	14.0	1200	10.9	1000	7.80
1.9	102	153	1250	8.2	2200	22.0	1800	17.0	1400	12.5	1200	9.35
2.0	107	160	1450	10	2450	24.5	2000	20.0	1500	15.0	1400	12.7
2.2	118	177	190	13	310	31.0	2500	25.0	2000	20.0	1900	14.3
2.4	128	192	250	17	380	38.0	3000	30.0	2400	24.0	2300	19.5
2.6	140	210	320	23	450	45.0	3500	35.0	2800	28.0	2700	26.5
2.8	150	225	400	27	520	52.0	4000	40.0	3200	32.0	3100	31.3
3.0	160	240	490	34	600	60.0	4500	45.0	3600	36.0	3500	38.3
3.2	172	258	580	40	680	68.0	5000	50.0	4000	40.0	3900	45.3
3.4	182	274	680	49	770	77.0	5500	55.0	4400	44.0	4300	56.2
3.6	192	288	790	58	870	87.0	6000	60.0	4800	48.0	4700	65.3
3.8	204	306	910	68	980	98.0	6500	65.0	5200	52.0	5100	78.0
4.0	214	320	1040	82	1100	110.0	7000	70.0	5600	56.0	5500	93.5
4.25	228	344	1180	95	1230	123.0	7500	75.0	6000	60.0	5900	109
4.50	240	360	1330	109	1370	137.0	8000	80.0	6400	64.0	6300	125
4.75	255	384	1490	125	1520	152.0	8500	85.0	6800	68.0	6700	148
5.0	266	400	1660	150	1680	168.0	9000	90.0	7200	72.0	7100	172
5.25	280	420	1840	170	1850	185.0	9500	95.0	7600	76.0	7500	203
5.50	294	440	2030	205	2030	203.0	10000	100.0	8000	80.0	7900	235
5.75	308	460	2230	240	2220	222.0	10500	105.0	8400	84.0	8300	273
6.0	320	480	2450	270	2410	241.0	11000	110.0	8800	88.0	8700	305
6.25	335	500	2690	300	2600	260.0	11500	115.0	9200	92.0	9100	343
6.50	347	520	2950	340	2800	280.0	12000	120.0	9600	96.0	9500	390
6.75	361	542	3230	380	3000	300.0	12500	125.0	10000	100.0	9900	436
7.0	375	562	3530	420	3200	320.0	13000	130.0	10400	104.0	10300	485
7.25	388	582	3850	470	3400	340.0	13500	135.0	10800	108.0	10700	540
7.50	400	600	4190	520	3600	360.0	14000	140.0	11200	112.0	11100	600
7.75	415	625	4550	570	3800	380.0	14500	145.0	11600	116.0	11500	655
8.0	428	642	4930	630	4000	400.0	15000	150.0	12000	120.0	11900	733
8.25	440	660	5330	700	4200	420.0	15500	155.0	12400	124.0	12300	800
8.50	455	680	5750	760	4400	440.0	16000	160.0	12800	128.0	12700	875
8.75	470	705	6190	830	4600	460.0	16500	165.0	13200	132.0	13100	950
9.0	482	725	6650	900	4800	480.0	17000	170.0	13600	136.0	13500	1000
9.25	495	742	7130	980	5000	500.0	17500	175.0	14000	140.0	13900	1070
9.50	508	762	7630	1070	5200	520.0	18000	180.0	14400	144.0	14300	1140
9.75	522	785	8150	1170	5400	540.0	18500	185.0	14800	148.0	14700	1210
10.0	535	807	8690	1280	5600	560.0	19000	190.0	15200	152.0	15100	1280
10.5	561	845	9380	1440	5900	590.0	19500	195.0	15600	156.0	15500	1360
11	590	885	10130	1610	6200	620.0	20000	200.0	16000	160.0	15900	1440
11.5	615	920	10950	1790	6500	650.0	20500	205.0	16400	164.0	16300	1520
12	645	970	11850	1980	6800	680.0	21000	210.0	16800	168.0	16700	1600
12.5	670	1000	12820	2180	7100	710.0	21500	215.0	17200	172.0	17100	1680
13	700	1050	13870	2390	7400	740.0	22000	220.0	17600	176.0	17500	1760
13.5	725	1080	14990	2610	7700	770.0	22500	225.0	18000	180.0	17900	1840
14	750	1110	16180	2850	8000	800.0	23000	230.0	18400	184.0	18300	1920
14.5	775	1140	17450	3100	8300	830.0	23500	235.0	18800	188.0	18700	2000
15	805	1200	18800	3370	8600	860.0	24000	240.0	19200	192.0	19100	2080
16	840	1260	20230	3660	8900	890.0	24500	245.0	19600	196.0	19500	2160
17	910	1370	22850	4170	9500	950.0	25500	255.0	20600	206.0	20500	2360
18	965	1450	25680	4720	10000	1000.0	26500	265.0	21600	216.0	21500	2560
19	1020	1530	28730	5310	10500	1050.0	27500	275.0	22600	226.0	22500	2760
20	1070	1600	31900	5940	11000	1100.0	28500	285.0	23600	236.0	23500	2960



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



Temperature dependence of the shrinkage of iron-carbon alloys.

Materiale	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

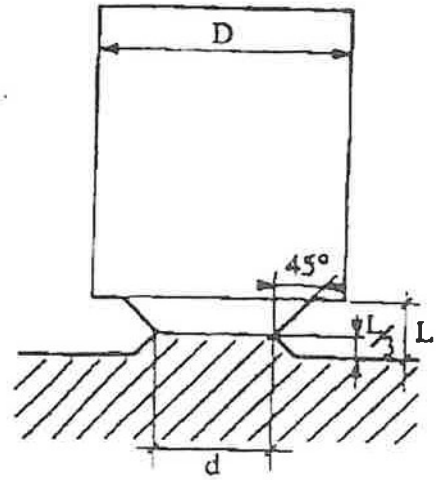
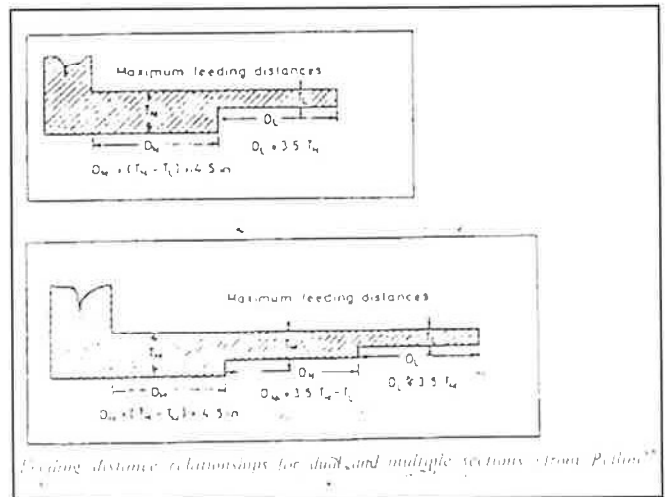
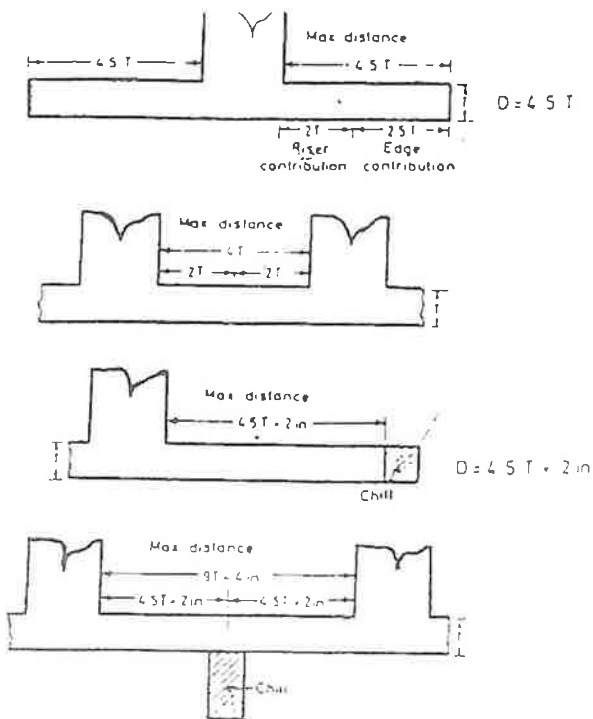
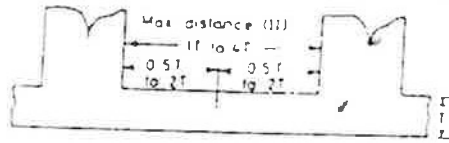
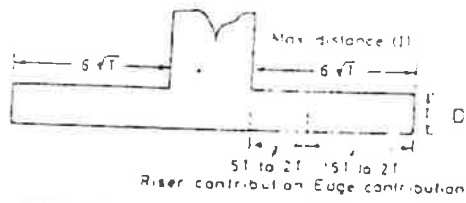


Tabella 8



Feeding distance relationships for plates (after Bishop²⁶ and Muskiewski²⁷)
(courtesy of American Foundrymen's Society)



Feeding distance relationships for bars (after Bishop²⁷ and Myskowski²⁸) (courtesy of American Foundrymen's Society)

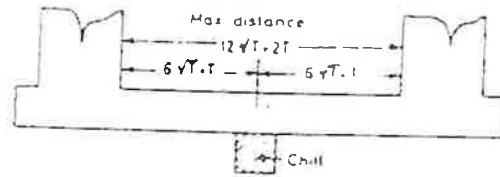
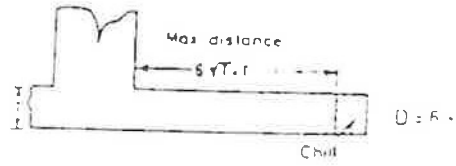


Tabella 9

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 ASSOFONDI R 03 definisce una formula per valutare il tempo massimo di colata prima dell'inizio della solidificazione.

$$t \leq \frac{\pi}{4} C \left[\frac{\gamma_1 c_1}{\rho_1} \right]^2 \left[\frac{1}{h^2 \gamma_2 c_2} \right]^2 (\theta_c - \theta_1)^2 \omega^2 \left[\frac{V}{S} \right]^{\frac{1}{2}}$$

In cui:

C = fattore di riduzione = 0,85

γ = peso specifico

c = calore specifico

h = diffusibilità termica

1 = indice metallo

2 = indice forma

θ_c = temperatura di colata (del metallo all'ingresso nella forma) (500 °C)

θ_1 = temperatura di liquidus

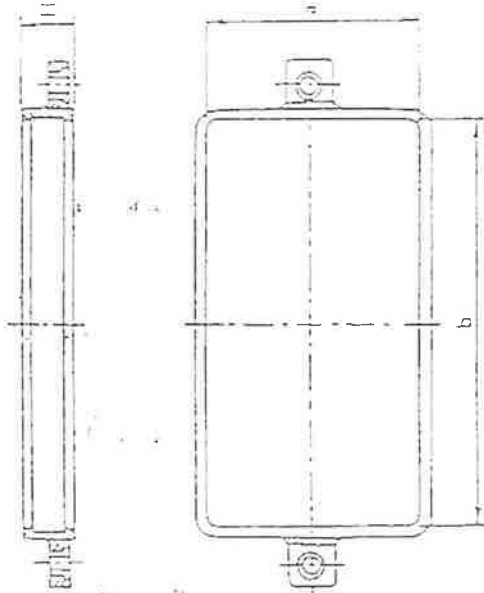
ω = fattore di forma

V = volume

S = superficie

DIMENSIONI DELLE STAFFE

Di seguito si riportano le dimensioni (mm) delle staffe secondo le norme UNI 5765-70.



Serie quadrata

a	b	H
315	50	63
315	63	00
315	100	125
315	125	160
315	160	200
315	200	250
315	250	300
315	300	355
315	355	400
315	400	450
315	450	500
315	500	550
315	550	600
315	600	650
315	650	700
315	700	750
315	750	800
315	800	850
315	850	900
315	900	950
315	950	1000
315	1000	1050
315	1050	1100
315	1100	1150
315	1150	1200
315	1200	1250
315	1250	1300
315	1300	1350
315	1350	1400
315	1400	1450
315	1450	1500
315	1500	1550
315	1550	1600
315	1600	1650
315	1650	1700
315	1700	1750
315	1750	1800
315	1800	1850
315	1850	1900
315	1900	1950
315	1950	2000
315	2000	2050
315	2050	2100
315	2100	2150
315	2150	2200
315	2200	2250
315	2250	2300
315	2300	2350
315	2350	2400
315	2400	2450
315	2450	2500
315	2500	2550
315	2550	2600
315	2600	2650
315	2650	2700
315	2700	2750
315	2750	2800
315	2800	2850
315	2850	2900
315	2900	2950
315	2950	3000
315	3000	3050
315	3050	3100
315	3100	3150
315	3150	3200
315	3200	3250
315	3250	3300
315	3300	3350
315	3350	3400
315	3400	3450
315	3450	3500

Serie rettangolare con rapporto b/a = 1,26

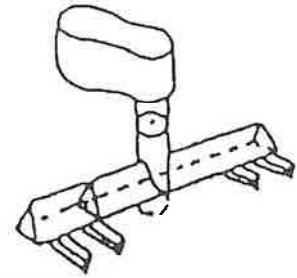
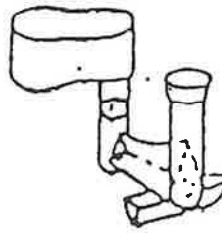
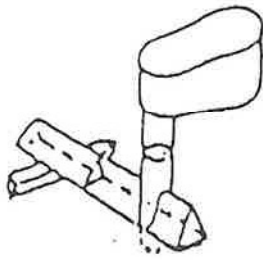
a	b	H
250	315	50
250	355	63
250	400	100
250	450	125
250	500	160
250	550	200
250	600	250
250	650	300
250	700	355
250	750	400
250	800	450
250	850	500
250	900	550
250	950	600
250	1000	650
250	1050	700
250	1100	750
250	1150	800
250	1200	850
250	1250	900
250	1300	950
250	1350	1000
250	1400	1050
250	1450	1100
250	1500	1150
250	1550	1200
250	1600	1250
250	1650	1300
250	1700	1350
250	1750	1400
250	1800	1450
250	1850	1500
250	1900	1550
250	1950	1600
250	2000	1650
250	2050	1700
250	2100	1750
250	2150	1800
250	2200	1850
250	2250	1900
250	2300	1950
250	2350	2000
250	2400	2050
250	2450	2100
250	2500	2150
250	2550	2200
250	2600	2250
250	2650	2300
250	2700	2350
250	2750	2400
250	2800	2450
250	2850	2500
250	2900	2550
250	2950	2600
250	3000	2650
250	3050	2700
250	3100	2750
250	3150	2800
250	3200	2850
250	3250	2900
250	3300	2950
250	3350	3000
250	3400	3050
250	3450	3100
250	3500	3150
250	3550	3200
250	3600	3250
250	3650	3300
250	3700	3350
250	3750	3400
250	3800	3450
250	3850	3500
250	3900	3550
250	3950	3600
250	4000	3650
250	4050	3700
250	4100	3750
250	4150	3800
250	4200	3850
250	4250	3900
250	4300	3950
250	4350	4000
250	4400	4050
250	4450	4100
250	4500	4150
250	4550	4200
250	4600	4250
250	4650	4300
250	4700	4350
250	4750	4400
250	4800	4450
250	4850	4500
250	4900	4550
250	4950	4600
250	5000	4650

Serie rettangolare con rapporto b/a = 1,78

a	b	H
315	560	50
315	630	63
315	710	80
315	800	100
315	900	125
315	1000	160
315	1200	200
315	1400	250
315	1600	300
315	1800	355
315	2000	400
315	2200	450
315	2400	500
315	2600	550
315	2800	600
315	3000	650
315	3200	700
315	3400	750
315	3600	800
315	3800	850
315	4000	900
315	4200	950
315	4400	1000
315	4600	1050
315	4800	1100
315	5000	1150
315	5200	1200
315	5400	1250
315	5600	1300
315	5800	1350
315	6000	1400
315	6200	1450
315	6400	1500
315	6600	1550
315	6800	1600
315	7000	1650
315	7200	1700
315	7400	1750
315	7600	1800
315	7800	1850
315	8000	1900
315	8200	1950
315	8400	2000
315	8600	2050
315	8800	2100
315	9000	2150
315	9200	2200
315	9400	2250
315	9600	2300
315	9800	2350
315	10000	2400
315	10200	2450
315	10400	2500
315	10600	2550
315	10800	2600
315	11000	2650
315	11200	2700
315	11400	2750
315	11600	2800
315	11800	2850
315	12000	2900
315	12200	2950
315	12400	3000
315	12600	3050
315	12800	3100
315	13000	3150
315	13200	3200
315	13400	3250
315	13600	3300
315	13800	3350
315	14000	3400
315	14200	3450
315	14400	3500
315	14600	3550
315	14800	3600
315	15000	3650

Materiali - per staffe in profilati, acciaio - fe 37 B UNI 5034-64
 - per staffe in getti, ghisa secondo UNI 4544 o acciaio Fe C
 (UNI 4544-64)

Calate con trappole triangolari per scorie e attacchi (L)



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	85
18	255	18 × 21	109	16 × 16	128
20	311	20 × 24	240	14 × 18	162
22	380	22 × 26	282	20 × 20	200
25	491	26 × 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	120
13 × 13	169	10 × 10	150	9 × 9	162
14 × 14	196	11 × 11	162	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

Dr. Hellward-Friedl • Gleisbauhandbuch • Edition J. Hellw. Weinhaym an der Bergakademie.

Tabella 12

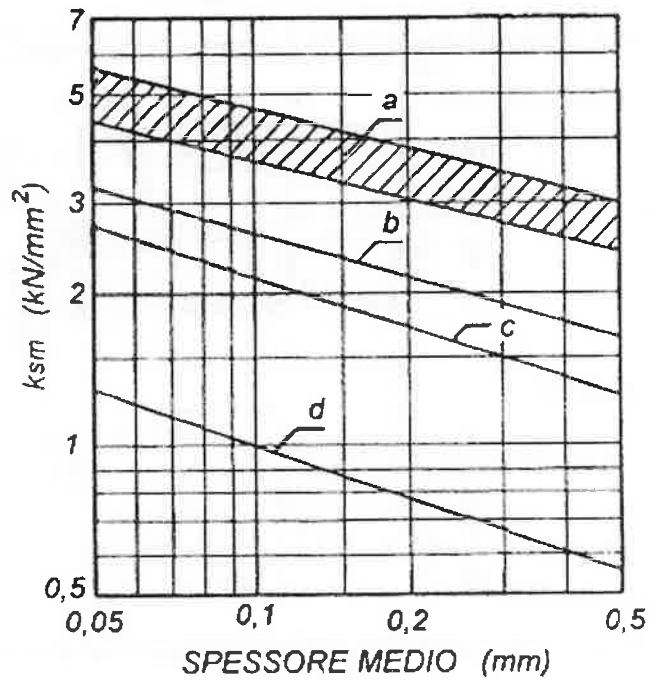
Fresatura

Materiale del pezzo	Materiale dell'inserto	Velocità di taglio (m/min)	Avanzamento per dente (mm)
Acciaio $R_m = 600 + 850$ MPa	P25-P40	120	0,3
Acciaio $R_m = 850 + 1200$ 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 ($R_m = 500 + 700$ 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	
C 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
C 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 $R_m = 700 - 900(*)$	0,008-0,05	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
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 $l = 2 \cdot D$.

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.

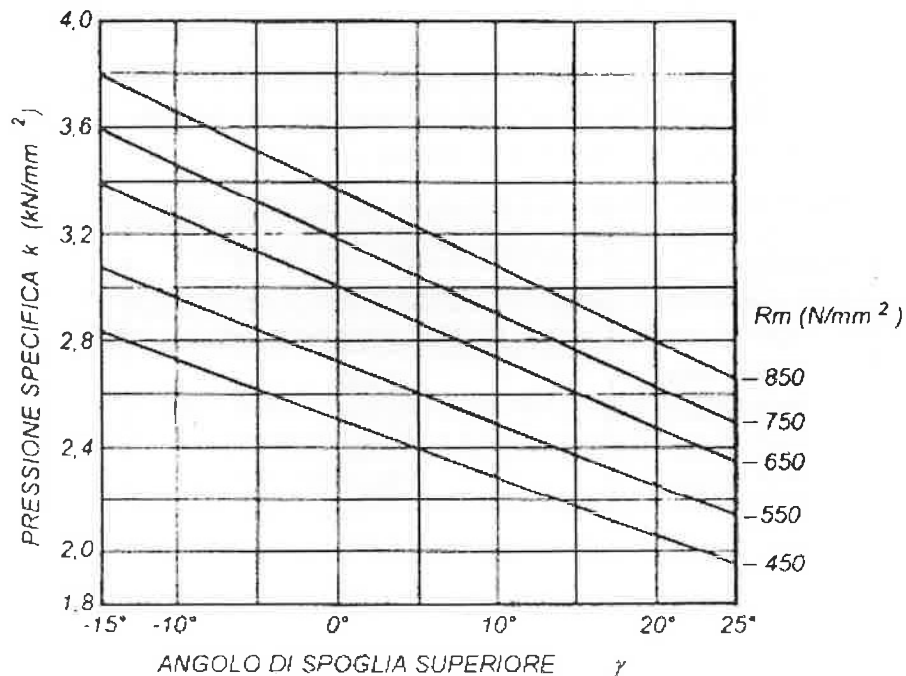
Materiale	R_m (N/mm^2)	Pressione di taglio k_s (N/mm^2)					
		spessore di truciolo h (mm)					
		0,04	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40
C 15	370	4750	4150	3650	3200	2800	2450
C 35	500	5200	4450	3850	3300	2850	2450
Fe 50	550	5000	4350	3800	3300	2900	2500
Fe 70	600	5850	5050	4300	3700	3200	2750
9SMnPb28	410	2550	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 $l = 2D$	$f_c = 1,1 - 1,25$
Forature con punte ad inserti di profondità $l = 2D$	$f_c = 0,85$
Forature con punte ad inserti di profondità $l = 2D$	$f_c = 1,05$
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	n'
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 – 14 gennaio 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Medica

Si richiede al candidato di progettare un sistema basato su tecniche di Computer Vision finalizzato al supporto di un'applicazione biomedica a scelta (ad esempio diagnostica per immagini, monitoraggio del movimento, analisi di immagini microscopiche, supporto alla decisione clinica).

In particolare, il candidato dovrà:

1. Descrivere il contesto applicativo e clinico di riferimento, evidenziandone le esigenze e i vincoli.
2. Definire le modalità di acquisizione dei dati visivi, specificando tipologia di sensori, strumenti di imaging, caratteristiche delle immagini digitali e del loro salvataggio, e principali fonti di disturbo.
3. Progettare la pipeline di elaborazione basata su Computer Vision, indicando le principali fasi (pre-processing, estrazione delle caratteristiche, classificazione/segmentazione). Per tale scopo è possibile scrivere codice MATLAB o usare uno pseudocodice purché questo sia spiegato fino al livello di descrizione minimo affinché se ne possa verificare l'implementabilità. Usare anche schemi a blocchi per facilitare la spiegazione.
4. Discutere l'eventuale integrazione di algoritmi di Intelligenza Artificiale, le motivazioni della loro scelta, le sfide, vantaggi e svantaggi.
5. Definire metriche di valutazione delle prestazioni e modalità di validazione dell'intero sistema.
6. Analizzare i principali aspetti di sicurezza, affidabilità e conformità normativa del sistema proposto.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Ingegneria Elettronica

Si richiede la progettazione di un sistema di misura ed elaborazione in grado di calcolare il punto di rugiada e di valutare il rischio di condensa a partire dalla misura della temperatura dell'aria e della umidità relativa.

Il sistema utilizza due sensori resistivi, uno per la misura della temperatura e uno per la misura dell'umidità relativa, interfacciati a un microcontrollore tramite due ADC a 12 bit.

Modelli dei sensori

Il sensore di temperatura è descritto dal seguente modello linearizzato al primo ordine:

$$R_T(T) = R_{T0} (1 + A_T T)$$

dove:

- T è la temperatura espressa in °C;
- $R_{T0} = 1 \text{ k}\Omega$;
- $A_T = 3.9 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Il campo di misura della temperatura è:

$$T \in [0, 50] \text{ }^\circ\text{C}$$

Il sensore di umidità relativa è descritto dal seguente modello linearizzato al primo ordine:

$$R_H(RH) = R_{H0} (1 - A_H RH)$$

dove:

- RH è l'umidità relativa espressa in percentuale;
- $R_{H0} = 10 \text{ k}\Omega$;
- $A_H = 5.0 \times 10^{-3} \text{ \%}^{-1}$.

Il campo di misura dell'umidità relativa è:

$$RH \in [20, 90] \text{ \%}$$

Richieste

Il candidato svolga le seguenti attività, motivando sinteticamente le scelte progettuali effettuate.

1. Progettazione di circuiti analogici di interfaccia

Si progettino i circuiti di interfaccia e di condizionamento analogico dei due sensori resistivi (temperatura e umidità relativa) verso gli ingressi ADC del microcontrollore in modo che la dinamica di tensione fornita in uscita dal sistema analogico verso ciascun ADC sia almeno:

$$\Delta V_{ADC} \geq 1.0 V$$

A tal fine si assuma che:

- L'alimentazione del sistema sia:

$$VCC = 3.3 V$$

- Il range di tensione ammissibile agli ingressi ADC sia:

$$V_{IN,ADC} \in [0, 3.3] V$$

- L'interfacciamento dei sensori possa essere realizzato mediante semplici circuiti resistivi (ad esempio partitore resistivo o ponte di Wheatstone), a scelta del candidato;
- Eventuali stadi di amplificazione, filtraggio, adattamento e disaccoppiamento di impedenza possano essere realizzati mediante amplificatori operazionali ideali.

2. Progettazione della parte digitale e del firmware

Il candidato progetti e descriva il firmware per il microcontrollore, avvalendosi di pseudocodice, finalizzato all'elaborazione dei dati acquisiti per il calcolo del punto di rugiada e per la valutazione del rischio di condensa.

In particolare, il firmware deve:

1. Ricavare i valori di temperatura T e umidità relativa RH a partire dai dati digitali forniti dagli ADC memorizzati in due appositi registri REG1 e REG2;
2. Calcolare il punto di rugiada T_d utilizzando le seguenti relazioni:

$$\gamma(T, RH) = \ln(RH/100) + \frac{a T}{b + T}, \quad a = 17.27, \quad b = 237.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_d = \frac{b \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$

3. Calcolare la differenza:

$$\Delta T = T - T_d$$

4. Determinare lo stato del sistema in funzione del valore di ΔT , secondo i criteri:

$$\begin{aligned}\Delta T \leq 0^\circ\text{C} &\Rightarrow \text{CONDENSA} \\ 0 < \Delta T \leq 2^\circ\text{C} &\Rightarrow \text{RISCHIO CONDENSA} \\ \Delta T > 2^\circ\text{C} &\Rightarrow \text{OK}\end{aligned}$$

5. Fornire in output su display lo stato del sistema (CONDENSA, RISCHIO CONDENSA, OK).

A tal fine si assuma che:

- Il microcontrollore disponga di due ADC indipendenti con:

- Risoluzione pari a 12 bit;
- Tensione di riferimento:

$$V_{REF} = 3.3\text{ V}$$

- Passo di quantizzazione:

$$\Delta V_{LSB} \approx 0.8\text{ mV}$$

- I risultati delle conversioni ADC siano disponibili con periodicità di 1 ms nei seguenti registri:

- REG1: valore ADC temperatura;
- REG2: valore ADC umidità;

Si assuma inoltre che il linguaggio di programmazione renda disponibili le seguenti istruzioni e operazioni di base:

Categoria	Istruzione	Descrizione
Aritmetica	+, -, ×, ÷	Operazioni aritmetiche in virgola mobile
Confronto	<, ≤, >, ≥, =	Confronto tra numeri reali
Controllo	if ... else	Struttura condizionale
Controllo	while / for	Strutture iterative
Funzioni matematiche	ln(x)	Logaritmo naturale
Input	READ(REG1)	Lettura del valore digitale della temperatura
Input	READ(REG2)	Lettura del valore digitale dell'umidità relativa
Output	PRINT(string)	Visualizzazione dello stato del sistema su display

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
II Sessione – 14 gennaio 2026**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Ingegneria Informatica

Il candidato produca il documento di specifica per il sistema descritto di seguito, facendo uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language), con particolare riferimento al diagramma dei casi d'uso e al relativo diagramma dei componenti.

Il sistema, basato su un'architettura distribuita, integra sensori video, calcolo edge e servizi cloud per la rilevazione, classificazione e gestione del rischio associato ai passeggeri in contesti ad alta densità, e.g., aeroporti.

In particolare, i nodi edge eseguono un algoritmo di matching per verificare se l'immagine è presente all'interno di un DB locale. Sono considerate 5 tipologie di immagini: *poor-quality*, *regular*, *suspect*, *dangerous* e *unknown*.

I casi di immagini *poor-quality* o *regular* non richiedono ulteriori azioni.

I casi di pericolo *suspect* o *dangerous* richiedono azioni molto veloci per sincronizzare gli scanner lungo il cammino seguito dalla persona e richiedono la trasmissione di informazioni alle agenzie di sicurezza per le opportune azioni.

Nei casi di persone "*unknown*", l'immagine viene inviata al cloud dove vengono eseguite analisi più approfondite potendo accedere a molti più dati (DB distribuiti per big data, profili social media, dati biometrici, tracce vocali etc.). I risultati di tale elaborazione su cloud vengono trasmessi ai nodi edge che aggiorneranno i loro DB locali.