



**Università degli Studi di Udine**



**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE**

**PROVA PRATICA**

**ING/CIV**

**Tema n. 1/A3**

Un'Amministrazione Comunale di 3.000 abitanti commissiona ad un ingegnere la trasformazione di una ex scuola elementare, disposta su due piani fuori terra, in un centro polifunzionale.

La struttura portante muraria è in pietrame, i solai sono in laterocemento, la copertura è a struttura lignea, mentre le scale sono in cemento armato.

L'Amministrazione chiede un miglioramento sismico delle strutture.

- Ricavare al piano terra:
  - una piccola biblioteca
  - due stanze pluriuso (riunioni delle associazioni e didattica della terza età)
- Ricavare al piano primo:
  - una sala conferenze ed una stanza per le associazioni
- Nella progettazione tenere conto dell'accessibilità dei diversamente abili

Si chiede:

- una relazione di progetto
- le due planimetrie in scala 1:100

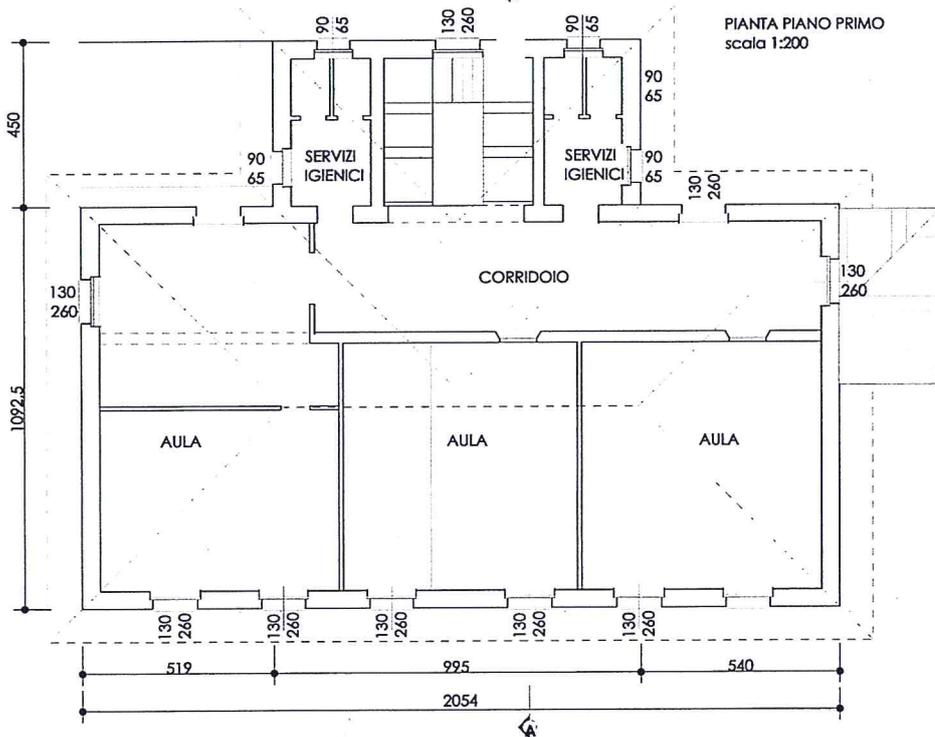
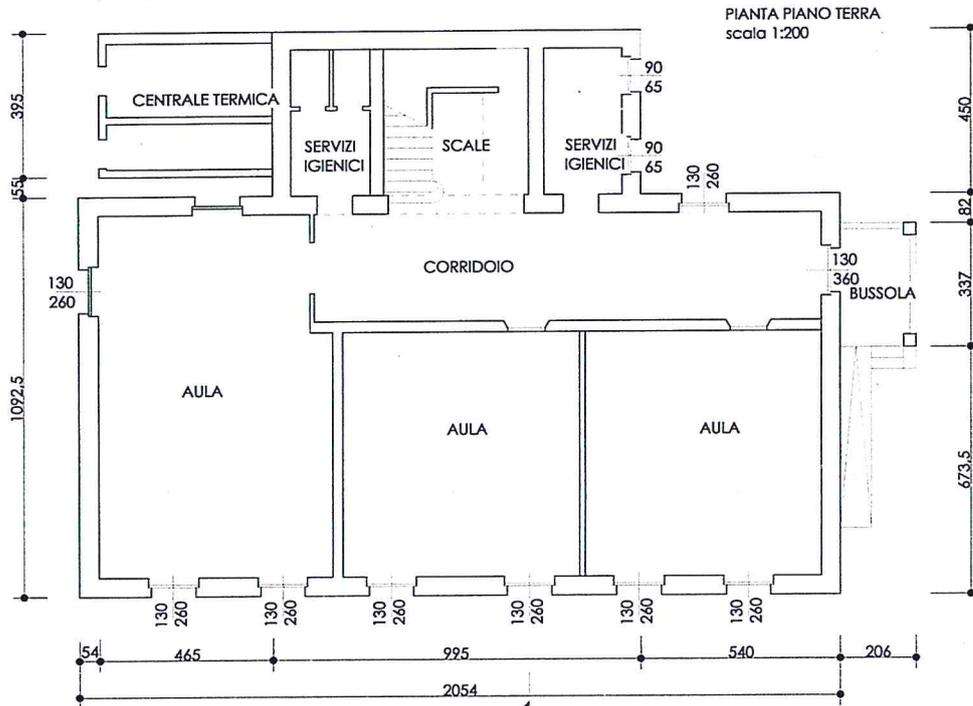


# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>a</sup> SESSIONE – ANNO 2015



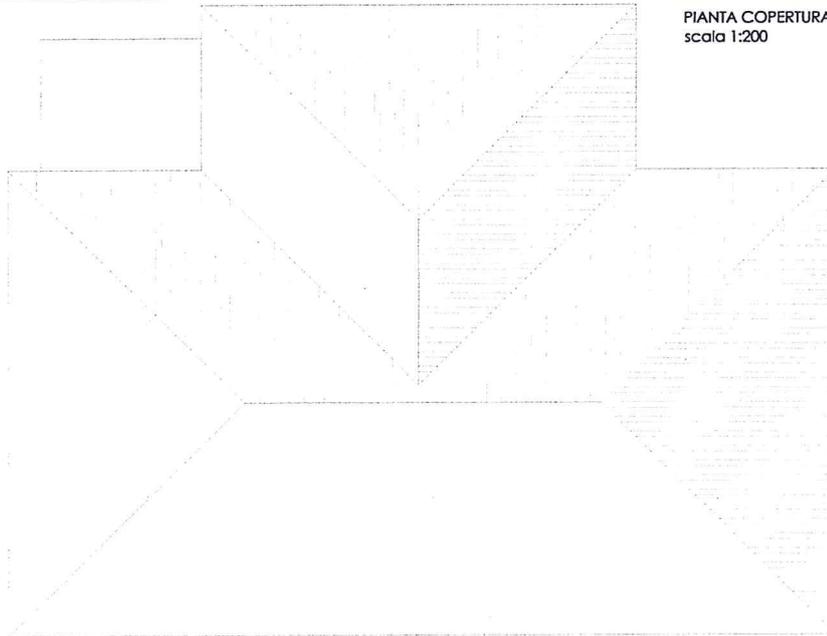


Università degli Studi di Udine

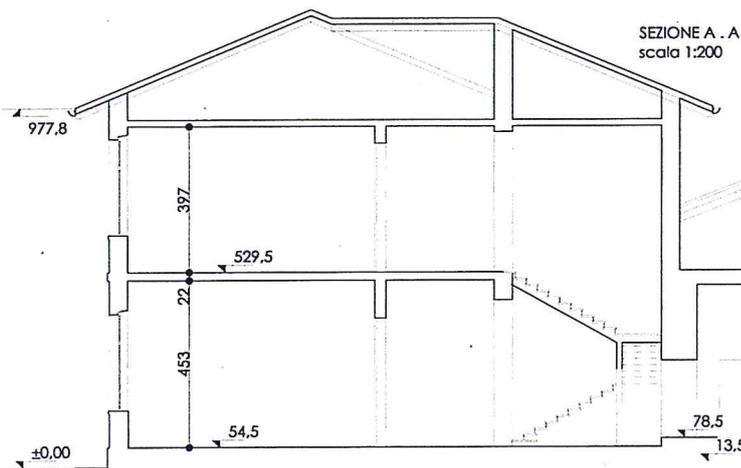
ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE



2<sup>a</sup> SESSIONE – ANNO 2015



PIANTA COPERTURA  
scala 1:200

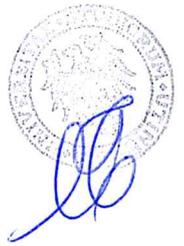


SEZIONE A - A  
scala 1:200



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**



**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE**

**PROVA PRATICA**

**ING/CIV**

**Tema n. 2/A3**

Con riferimento all'edificio rappresentato nelle tavole allegate ed ai quesiti elencati nel seguito, il candidato risponda in modo esauriente ad **almeno due** di essi, riferiti al caso invernale o al caso estivo:

- 1) valutazione dei carichi termici invernali (anche adottando semplificazioni previste nella UNI EN 12831 per i ponti termici e gli scambi col terreno)
- 2) scelta dei terminali e dimensionamento della rete di distribuzione, del vaso di espansione, scelta della pompa di circolazione dell'impianto di riscaldamento centralizzato (riportare sulle tavole allegate la posizione dei corpi scaldanti e delle tubazioni e fare lo schema dei collegamenti del circuito primario);
- 3) i carichi sensibili nel periodo estivo per una delle unità abitative di un piano intermedio;
- 4) la potenza frigorifera necessaria per il raffrescamento della stessa unità abitativa.

Gli spessori delle pareti possono essere modificati. I dati mancanti quali ad es. caratteristiche e spessori dei materiali, orientamento, località, ecc. sono a discrezione del candidato.

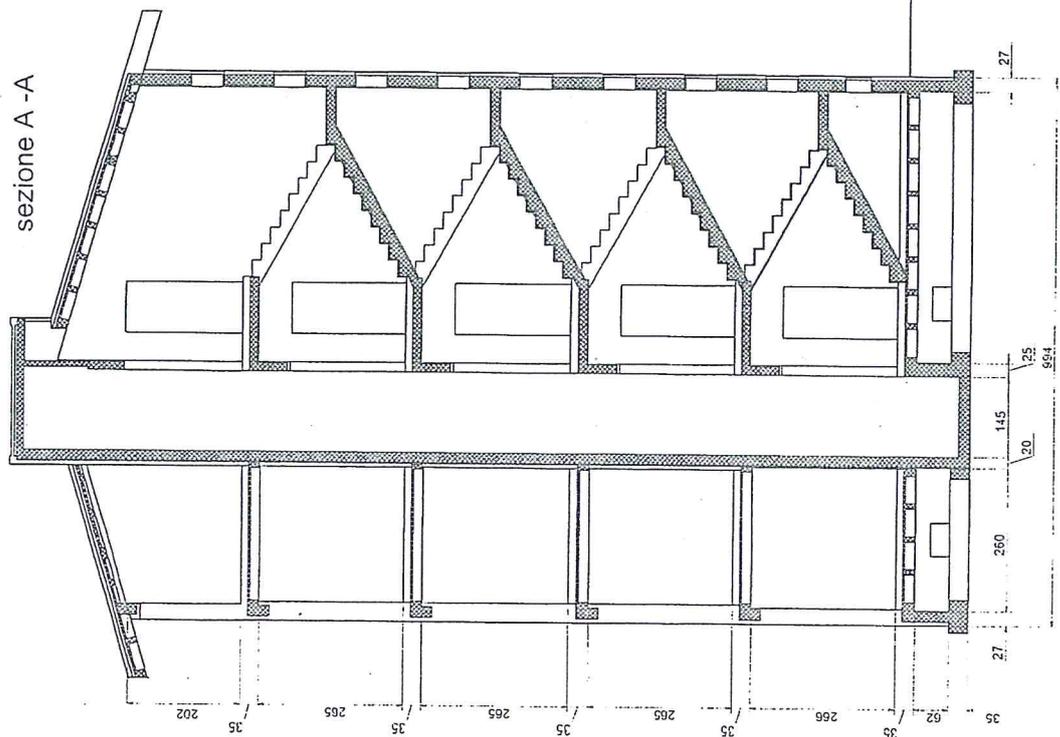
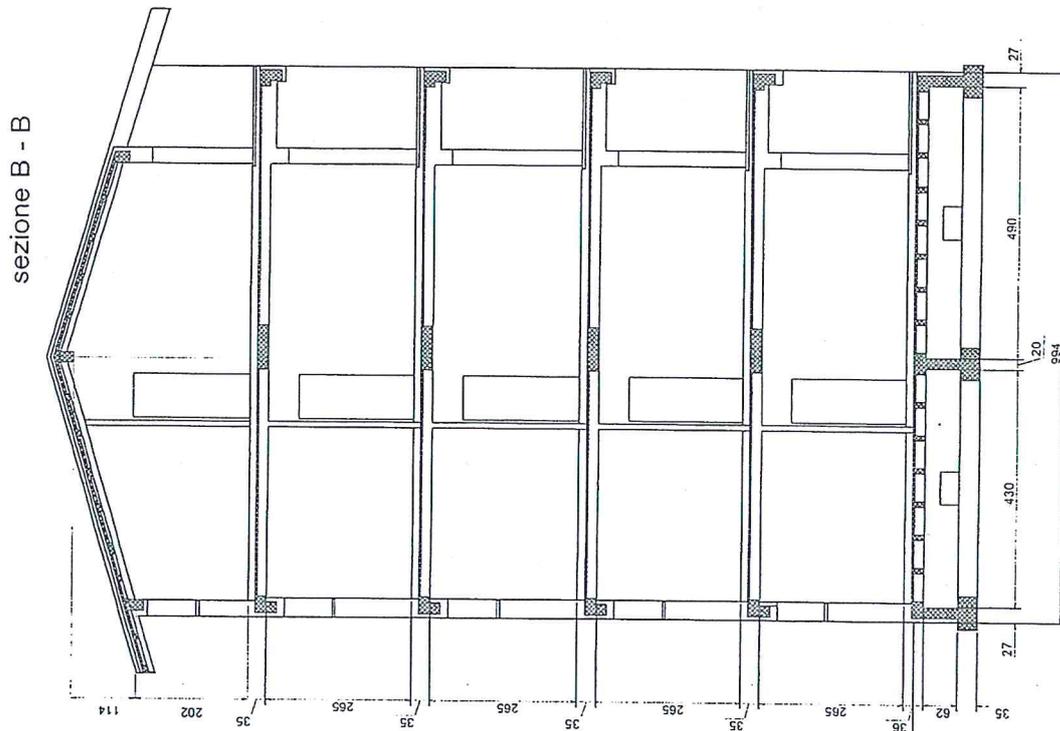


Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE



2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015





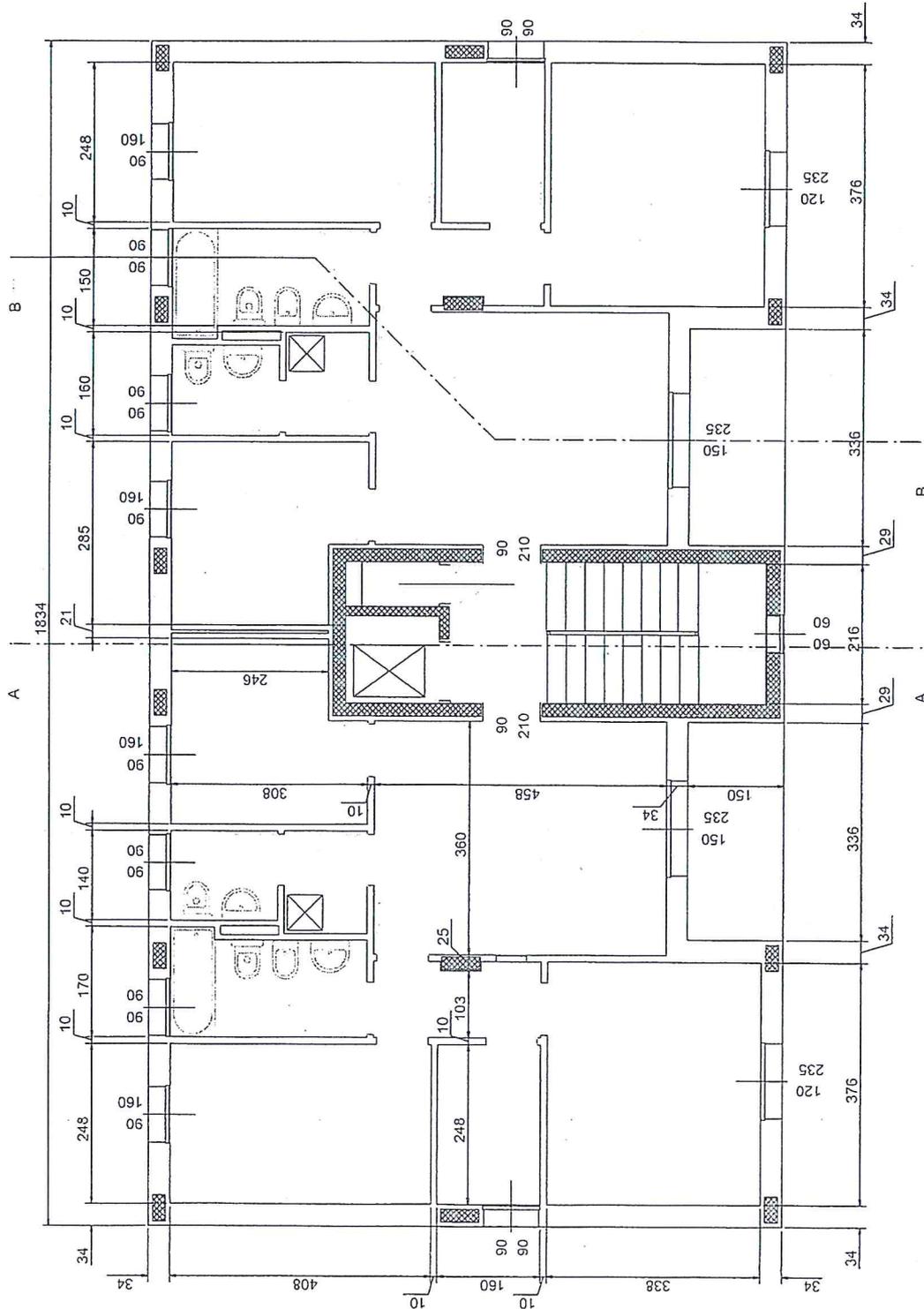
# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

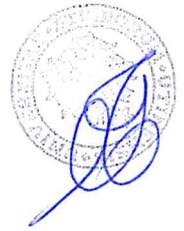
2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

pianta tipo





# Università degli Studi di Udine



**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE**

### **PROVA PRATICA**

**ING/CIV**  
**Tema n. 3/A3**

Il candidato sviluppi il progetto strutturale per la copertura di un campo di tennis/calciotto ubicato a Udine (fondazioni escluse). La dimensione utile interna deve essere di m. 18.00x36.00 e la struttura portante della copertura deve essere in legno lamellare.

Nello sviluppo analitico delle verifiche sono ammesse opportune semplificazioni purché motivate e cautelative.

In particolare si richiede:

- relazione di calcolo in cui siano illustrate le scelte operate ed i calcoli effettuati.
- piante in scala delle strutture portanti verticali ed orizzontali;
- dimensionamento delle sezioni più sollecitate dei principali elementi strutturali;
- disegni esecutivi dei principali elementi strutturali e dei particolari costruttivi;

Il candidato assuma secondo la sua esperienza tutti i dati necessari per sviluppare il progetto.



# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

## SEZIONE A

SETTORE:  
**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE**

### PROVA PRATICA

**ING/CIV**  
**Tema n. 4/A3**

Un depuratore di acque reflue urbane avente potenzialità di 7500 A.E., a servizio di una fognatura mista, il cui scarico confluisce in un corpo idrico superficiale, è composto dai seguenti comparti:

- grigliatura;
- dissabbiatore;
- comparto biologico;
- sedimentatore secondario;
- digestore aerobico.

Il comparto biologico è costituito da n. 3 vasche. Il flusso del refluo attraversa i tre bacini disposti in serie e subisce, a seconda delle esigenze dettate dalla stagionalità, dal carico idraulico e dal carico inquinante, il trattamento secondario più appropriato: l'impianto si può configurare sia come ossidazione biologica (tutti e tre i bacini aerati), sia come predenitrificazione – ossidazione secondo il processo Ludzak-Ettinger (il primo bacino anossico e gli altri due aerati).

Si chiede al candidato di verificare la capacità depurativa dell'impianto, con particolare riferimento agli standard qualitativi previsti dalla Tabella 1 dell' Allegato 5 Parte III del D.Lgs. 152/06, nonché all'abbattimento dei parametri dell'azoto entro le concentrazioni fissate dalla Tabella 3 (colonna "scarico in acque superficiali") del medesimo decreto.

In particolare, dovrà essere dimostrata l'adeguatezza del dimensionamento delle seguenti singole sezioni impiantistiche:

- comparto biologico, in entrambe le configurazioni sopracitate;
- sedimentatore secondario;
- digestore aerobico.

Si chiede inoltre di:

- calcolare il fabbisogno di ossigeno;
- proporre, in conformità alla normativa vigente, e descrivere eventuali ulteriori trattamenti del refluo;
- disegnare in pianta e in sezione una sezione impiantistica a scelta tra quelle oggetto di verifica. Il disegno dovrà essere completo di dettagli costruttivi, dotazioni meccaniche, sistemi di aerazione, ecc.

Si riportano i seguenti dati progettuali:

Dotazione idrica pro-capite: 250 l/a.e. d  
Coefficiente afflusso: 0,8  
Portata di punta: 1,3 Qm24  
Portata massima biologica: 4 Qm24



# Università degli Studi di Udine



## ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2^ SESSIONE – ANNO 2015

---

BOD5 influente: 450 kgBOD5/d  
TKN influente: 97,5 KgN-NH4/d  
Solidi sospesi totali 562,5 kgSS/d  
Concentrazione del fango nella miscela areata: 4,5 kgSS/mc  
Temperatura di esercizio: 14° - 22° C  
Valori di abbattimento dei composti azotati (dati gestionali):

Composto	Valore [mg/l]
Azoto tot. Ingresso impianto	30
Azoto abbattuto per sintesi batterica	7
Azoto ammoniacale da nitrificare	21
Azoto nitrico da abbattere	13

#### Comparto biologico:

- dimensioni singola vasca: 8,5 x 8,5 x h 3,5 m
- volume utile singola vasca: 250 mc

#### Sedimentatore secondario:

- dimensioni:  $\phi$  12 x h utile 2,5 m

#### Digestore:

- dimensioni: 8,5 x 8,5 x h 3,5 m
- volume utile: 250 mc

Per i parametri non indicati assumere valori tipici a scelta.



Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

SEZIONE A

SETTORE:  
INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE

PROVA PRATICA

ING/CIV

Tema n. 5/A3

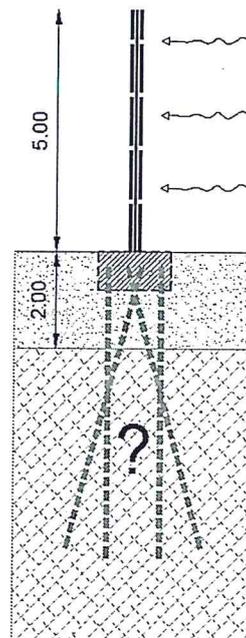
A protezione di un villaggio turistico posto in adiacenza ad una infrastruttura viaria localizzata nella provincia di Trieste, in area aperta in prossimità del mare (quota 5.0 m.s.m.m.), viene realizzata una barriera fonoassorbente di lunghezza indefinita, peso trascurabile ed altezza pari a 5.0 m.

Il sito di intervento è caratterizzato da una coltre di copertura di scadenti proprietà meccaniche (limo torboso di spessore pari a  $H=2.0$  m e peso dell'unità di volume pari a  $\gamma=18.5$  kN/m<sup>3</sup>), al di sotto della quale è presente un ammasso roccioso flyschoidale alterato.

Si decide di realizzare un sistema di fondazione della barriera di tipo profondo, trapassante il livello torboso, costituito da un cordolo nastriforme in c.a. a supporto della barriera impostato su una adeguata configurazione di micropali ammorsati nel livello roccioso.

Il candidato, assumendo sulla base della propria esperienza tutti i dati necessari non altrimenti specificati, proceda alla progettazione della struttura di fondazione della barriera (cordolo in cemento armato e configurazione ottimale di micropali), producendo:

- una idonea relazione tecnica contenente le essenziali verifiche strutturali e geotecniche necessarie alla definizione dell'organismo strutturale;
- la restituzione grafica in scala adeguata della struttura progettata e dei principali dettagli costruttivi di armatura.



dati geotecnici livello flyschoidale:

- peso dell'unità di volume  $\gamma=23$  kN/m<sup>3</sup>;
- angolo di attrito di picco:  $\phi'_p=25^\circ$ ;
- angolo di attrito residuo:  $\phi'_r=20^\circ$ ;
- coesione drenata:  $c'=35$  KPa;
- modulo di deformabilità:  $E=300$  MPa
- coefficiente di Poisson:  $\nu=0.30$



# Università degli Studi di Udine



**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## **SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE**

### **PROVA PRATICA**

**ING/CIV**

**Tema n. 6/β3**

Un evento meteorico particolarmente avverso ha determinato consistenti danni alle infrastrutture di un territorio di una cittadina del Nord Italia. Tra le opere che debbono essere ripristinate si annovera lo scolmatore di piena della fognatura urbana mista che separa le portate che possono essere scaricate in corpo idrico ricettore da quelle che debbono essere trattate nell'impianto di depurazione. L'insediamento abitato servito dall'impianto di depurazione ha una popolazione di 15.000 abitanti ed una estensione di 1,5 km<sup>2</sup>. Il collettore principale che giunge allo scolmatore, ancora intatto, ha un diametro di 1800 mm, è realizzato in calcestruzzo ed ha una pendenza pari a 1,5 ‰. Il candidato è chiamato a redigere una verifica preliminare ed un progetto dei seguenti elementi:

- a) Verificare che il collettore fognario a servizio della fognatura urbana mista abbia dimensioni sufficienti; ai fini della determinazione della portata di pioggia il candidato assuma un tempo di ritorno dell'evento di 5 anni ed assuma tutte le altre grandezze non dichiarate nella presente traccia in modo ragionevole; in caso si constati l'insufficienza del collettore esistente si propongano delle soluzioni tecniche;
- b) Progettare e dimensionare lo scolmatore di piena;
- c) Progettare e dimensionare la condotta che recapita le portate di piena al corpo idrico ricevente tenendo conto che la quota del pelo libero nel collettore fognario prima dell'ingresso nello scolmatore è di 150 m s.l.m., che lo scarico nel corpo idrico ricevente viene attuato ad una quota di 145 m s.l.m (quota ammessa per fondo tubazione) e che la lunghezza della condotta di scarico è pari a 400 m.

Il candidato assuma che nelle fognature miste lo scarico della portata di pioggia è ammesso allorché la portata collettata superi di 6 volte la portata nera.

Il candidato deve altresì considerare che la falda freatica, nella sua massima escursione, può giungere sino ad 1,5 m dal piano di campagna; accenni, pertanto, ai problemi che ciò comporta per il dimensionamento non strettamente idraulico delle opere.

Il candidato rediga una relazione tecnica progettuale contenente i dimensionamenti effettuati; rediga i disegni progettuali nelle scale che riterrà più opportune. Provveda altresì ad una determinazione del calcolo sommario della spesa delle opere progettate come richiesto per un livello di progettazione preliminare.



# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

## SEZIONE A

SETTORE:  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

### PROVA PRATICA

ING/IND

**Tema n. 1/A3**

Si consideri il componente illustrato in Figura 1, realizzato in C60. Svolgere i seguenti punti.

1. *Stesura del ciclo di fabbricazione.* Ipotizzare che il componente venga prodotto per asportazione di truciolo a partire da una barra piena di sezione circolare di diametro 164 mm e lunghezza assiale 104. Si assuma che tali lavorazioni vengano eseguite su un tornio CNC multifunzionale. Il tornio è dotato di un mandrino principale, un contromandrino e due torrette portautensili, che possono montare sia utensili "stazionari" per tornitura sia utensili "motorizzati" rotanti per fresatura/foratura, con estrema flessibilità. Per ciascuna fase, sottofase ed operazione il candidato evidenzia con semplici illustrazioni e descrizioni le superfici lavorate, gli utensili impiegati (scelti a partire dalla Tabella 1 – Figura 2) ed il sistema di fissaggio del pezzo. Qualora il candidato ritenga opportuno il ricorso ad altri utensili o attrezzature di fissaggio del pezzo non standard, si fornisca un disegno illustrativo di tali componenti.
2. *Dimensionamento dei parametri di taglio.* Per ciascuna delle operazioni ad asportazione di truciolo si descrivano, anche in modo approssimato, le strategie di lavorazione adottate (traiettorie utensile) e si dimensionino i parametri di taglio, rispettando i vincoli derivanti dagli utensili e dalla macchina, ovvero il numero di giri massimo e le curve di coppia e potenza illustrati in Figura 3. Per le lavorazioni di finitura si scelgano gli avanzamenti in modo da soddisfare i requisiti di qualità superficiale riportati in Figura 1. Si scelgano le velocità di taglio all'interno degli intervalli indicati, in modo da consentire la lavorazione consecutiva di un numero adeguato di pezzi prima di dover arrestare la macchina per sostituire gli utensili usurati. Per tale scopo si supponga che ogni utensile abbia una durata pari a  $T=20$  min in corrispondenza al valore medio dell'intervallo di riferimento indicato (ad esempio, l'utensile 1 dura 20 min se  $v_c=275$  m/min), e supponendo che l'esponente di Taylor sia  $m=0.2$  per tutti gli utensili (facendo riferimento alla legge di Taylor scritta in forma classica, ovvero  $v_c T^m = K$ ).
3. *Analisi tempi e costi.* Stimare infine i tempi e costi di produzione, a partire dai seguenti dati: costo materiale 2.8 €/Kg. Dati relativi al tornio multifunzionale CNC: costo originale tornio  $C_0=300000$  €; tasso di inflazione annuo 3%; anni di ammortamento tornio  $a=5$ : giorni lavorativi all'anno  $gg=220$ ; turnazione  $h=16$  ore/giorno; costi di manutenzione  $C_{man}=4000$  €/anno; costo dell'operatore/programmatore che gestisce il tornio 24 €/ora. Per il calcolo del tempo ciclo (sul tornio) si tenga in considerazione i seguenti tempi passivi: cambio utensile 7 s; altri tempi passivi associati a ciascuna operazione = 9 s + 20% del tempo attivo. Si trascurino i tempi passivi associati ai fermi macchina necessari per la manutenzione e per ripristinare gli utensili usurati. Si tenga invece conto del costo associato al consumo degli utensili. Costi generali  $C_g=25\%$  del totale.
4. *Ottimizzazione di una lavorazione.* A prescindere dalle scelte fatte nei punti precedenti, si supponga di eseguire la finitura del diametro interno 36 con il barenò 4. Si ottimizzi innanzitutto la velocità di taglio secondo il criterio del minimo costo, sfruttando i dati del punto precedente e supponendo che il tempo



# Università degli Studi di Udine

## ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

di fermo macchina per la sostituzione dell'utensile usurato sia pari a  $t_{SU}=10\text{min}$ . Si calcoli il tempo ed il costo totali associati a tale operazione. Si supponga ora di adottare un nuovo inserto più costoso (costo di ripristino utensile usurato 8.6 €), le cui durate sono riportate in tabella 2. Si ottimizzi l'operazione – sempre secondo il criterio del minimo costo – con il nuovo inserto e si calcolino il tempo e il costo totali associati all'operazione. Si scelga infine l'utensile migliore e si argomenta la scelta.

5. *Analisi deformazioni statiche del sistema di lavorazione.* A prescindere dalle scelte fatte nei punti precedenti, si supponga di eseguire la finitura della superficie interna di diametro 36 mediante il barenò 4. Stimare il massimo errore dimensionale sul diametro che si potrebbe verificare a causa della deflessione del barenò provocata dalla componente radiale della forza di taglio, immaginando che non sia adeguatamente compensata dai correttori inseriti a brodo macchina. Si assuma che la massima forza radiale sia pari alla componente principale. Si assumano i parametri di taglio scelti in precedenza o altri parametri adeguati per le condizioni di finitura. Per stimare la cedevolezza statica del barenò lo si approssimi con una trave a sbalzo perfettamente incastrata di diametro pari a 16 mm e sporgenza pari a 96 mm. Il barenò è costituito da lega ad alto smorzamento con Modulo di Young  $E$  pari a 360 GPa.

In generale, il candidato introduca e dimensioni eventuali dati mancanti per lo svolgimento dei vari punti facendo riferimento alla letteratura tecnica ed alla propria esperienza.

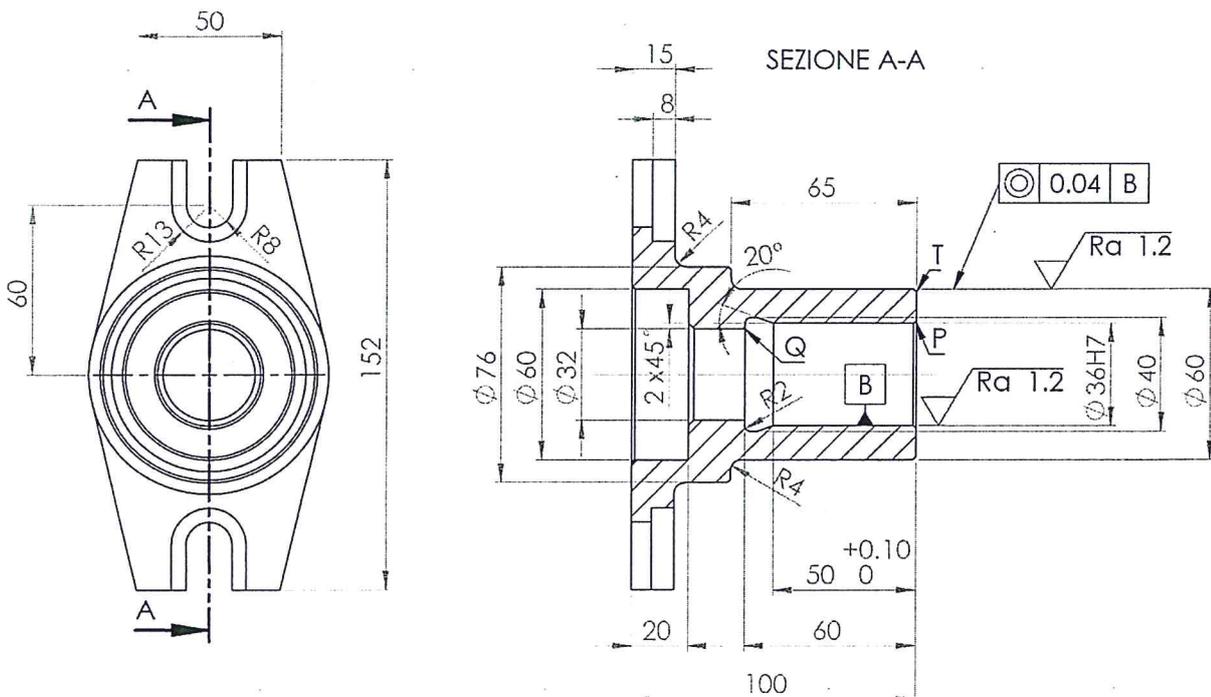
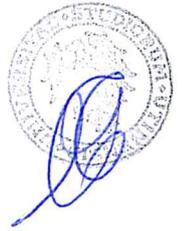


Figura 1. Disegno componente. Smussi e raggi non quotati pari a 1 mm. Rugosità assoluta su tutte le altre superfici pari a 3.6  $\mu\text{m}$ .



# Università degli Studi di Udine

## ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2^ SESSIONE – ANNO 2015

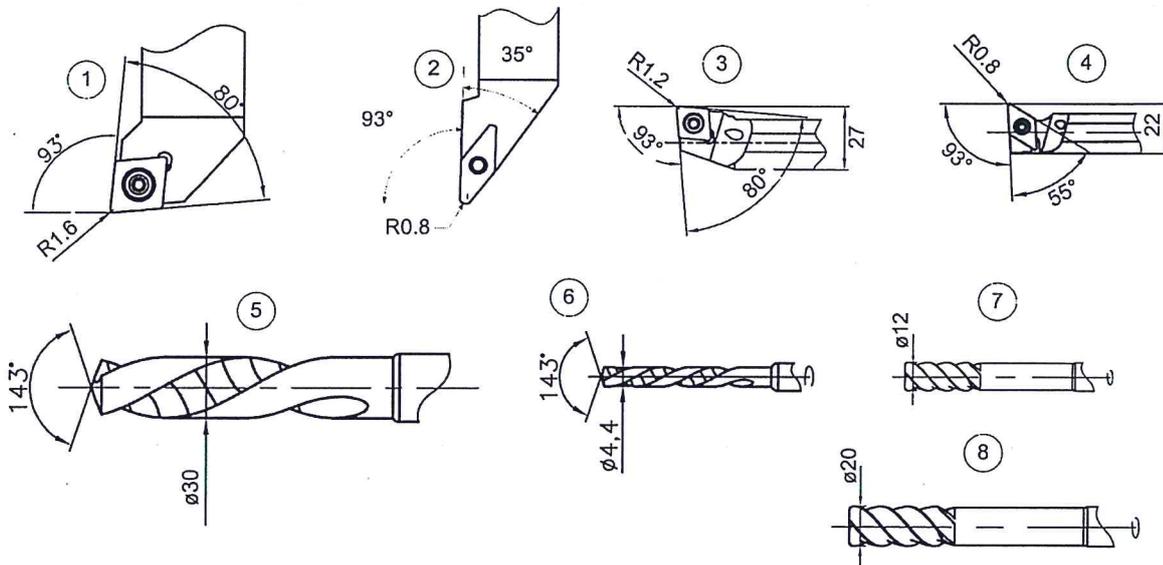


Figura 2. Utensili a disposizione per le lavorazioni ad asportazione di truciolo sul tornio multifunzionale CNC.

Tabella 1. Lista utensili disponibili su tornio-fresatrice CNC.

# ut.	Descrizione utensile-portautensile	Profondità di passata $a_p$ [mm]	Avanzamento al giro $f$ [mm]	Velocità di taglio $v_c$ [m/min]	Costo ripristino utensile [€]
1	Tornitore per esterni per sgrossatura con inserto rombico 80°	0.6-4	0.15-0.4	200-350	3.5
2	Tornitore per semifinitura e finitura con inserto rombico 35°	0.1-2	0.08-0.2	300-450	4.5
3	Bareno per tornitura interna - sgrossatura	0.4-3	0.15-0.4	180-280	4
4	Bareno per tornitura interna - finitura	0.1-1.5	0.08-0.25	210-320	4
5	Punta elicoidale D=30 mm		0.15-0.4 (al giro)	140-260	80
6	Punta elicoidale D=8mm, autocentrante		0.1-0.35 (al giro)	140-260	25
7	Fresa a candela D=12	In immersione laterale completa non superare D/5 circa.	0.04-0.18 (al dente al giro)	160-290	75
8	Fresa a candela D=20	In fresatura periferica di finitura non superare la lunghezza assiale dei taglienti.	0.07-0.24 (al dente al giro)	160-290	180



# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

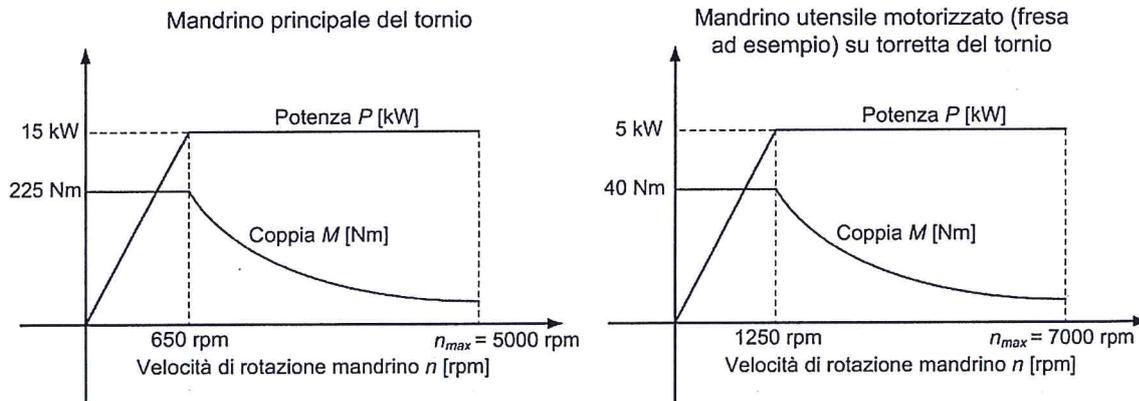


Figura 3. Curve di coppia e potenza mandrini del tornio multifunzionale CNC.

Tabella 2. Durate nuovo tipo di inserto per finitura

# prova usurante	Velocità di taglio $v_c$ [m/min]	Durata misurata $T$ [min]
1	250	65
2	250	77
3	250	83
4	400	12
5	400	7
6	400	9



# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE - ANNO 2015

## SEZIONE A

SETTORE:  
INGEGNERIA INDUSTRIALE

### PROVA PRATICA

ING/IND

#### Tema n. 2/A3

Lo schema allegato descrive il processo per la produzione dei pannelli in fibra di legno a media densità (MDF) che prevede:

1. essiccazione della fibra di legno;
2. classificazione dimensionale della fibra;
3. mescolamento della fibra con la resina adesiva (a base di urea-formaldeide), formazione del materasso, pressatura del pannello e polimerizzazione della resina.

Nell'impianto della Ditta XX, il calore necessario per l'essiccazione della fibra è generato da una centrale termica che brucia scarti di legno non trattato. I fumi di combustione ( $Q=170,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ,  $T=600^\circ\text{C}$ ) vengono utilizzati per riscaldare l'olio diatermico necessario per il funzionamento della pressa-pannelli dell'impianto, attraversano un separatore che elimina la frazione più grossa delle ceneri di combustione presenti ( $\rho_p=800 \text{ kg/m}^3$ ,  $D_p=1-50 \text{ }\mu\text{m}$ ) e quindi alimentano (a  $T=120^\circ\text{C}$ ,  $p=p_{\text{atm}}$ ,  $\mu=2.1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa s}$ ) l'essiccatore.

Nell'essiccatore, i fumi trasportano ed essiccano le fibre di legno (di dimensione compresa tra 20 e 120  $\mu\text{m}$ , densità  $\rho_f=200 \text{ kg/m}^3$ ) che vengono separate dal flusso e classificate dimensionalmente a fondo linea grazie a due cicloni posti in serie (frazione fine,  $D_f$  tra 50 e 80  $\mu\text{m}$ ; frazione grossa,  $D_f > 80 \text{ }\mu\text{m}$ ). Il flusso gassoso uscente dal classificatore viene trattato in un filtro a maniche per l'eliminazione della frazione residua di ceneri ( $D_p < 25 \mu\text{m}$ ) e fibre di legno ( $D_f < 50 \mu\text{m}$ ).

Le fibre fini e grosse separate dai cicloni, mescolate alla resina, vanno a costituire il pannello che viene formato e "cotto" in pressa.

I vapori che si sviluppano in questa fase del processo contengono formaldeide ( $C=300 \text{ mg/Nm}^3$ ) e devono essere aspirati a bordo-pressa ( $Q_{\text{pressa}}=12,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ,  $T=120^\circ\text{C}$ ,  $\mu=2.1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa s}$ ) per essere opportunamente trattati prima di poter essere espulsi a camino (limite di concentrazione prescritto a camino,  $C_{\text{lim}}=50 \text{ mg/Nm}^3$ ). Per il trattamento di questa corrente gassosa si utilizza una colonna di assorbimento a lettoimpaccato dove il contatto in controcorrente con l'acqua di lavaggio permette di assorbire in fase liquida la formaldeide presente nei fumi, senza produrne un sostanziale accumulo nel liquido (assumere un tasso di trasferimento di massa pari a  $k=5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ).

Si chiede di:

1. identificare e dimensionare il sistema di abbattimento da installare a valle della centrale termica per eliminare con efficienza pari al 95% le particelle di cenere di dimensione maggiore o uguale a 25  $\mu\text{m}$ , valutandone la perdita di carico attesa;
2. dimensionare i sistemi ciclonici classificatori (singolo ciclone o batteria) da installare in serie per ottenere la classificazione dimensionale delle fibre di legno (separazione al 98% per le fibre di diametro compreso tra 50 e 80  $\mu\text{m}$  e separazione al 98% delle fibre di diametro maggiore di 80  $\mu\text{m}$ ), valutandone



# Università degli Studi di Udine



## ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2<sup>^</sup> SESSIONE - ANNO 2015

le perdite di carico; discutere in quale ordine debbano essere installati i due sistemi per la classificazione dimensionale delle fibre e se convenga adottare una configurazione a multiciclone per il contenimento degli ingombri d'impianto;

3. identificare il mezzo filtrante e la configurazione di filtro a tessuto più conveniente per trattare la portata di gas uscente dai cicloni (contenente le ceneri di dimensione inferiore a  $25 \mu\text{m}$ , non separate dal primo sistema di abbattimento, e le fibre di legno di dimensione minore di  $50 \mu\text{m}$ ), in modo da minimizzarne l'ingombro;

4. verificare se l'efficienza di rimozione della formaldeide nella colonna di assorbimento a letto impaccato installata in impianto (sezione  $S=4 \text{ m}^2$ , altezza  $H=10 \text{ m}$ , area specifica del riempimento  $a=300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) è adeguata per garantire il rispetto dei limiti a camino per le emissioni di formaldeide, discutendo eventuali possibili modifiche atte a migliorarne le prestazioni.

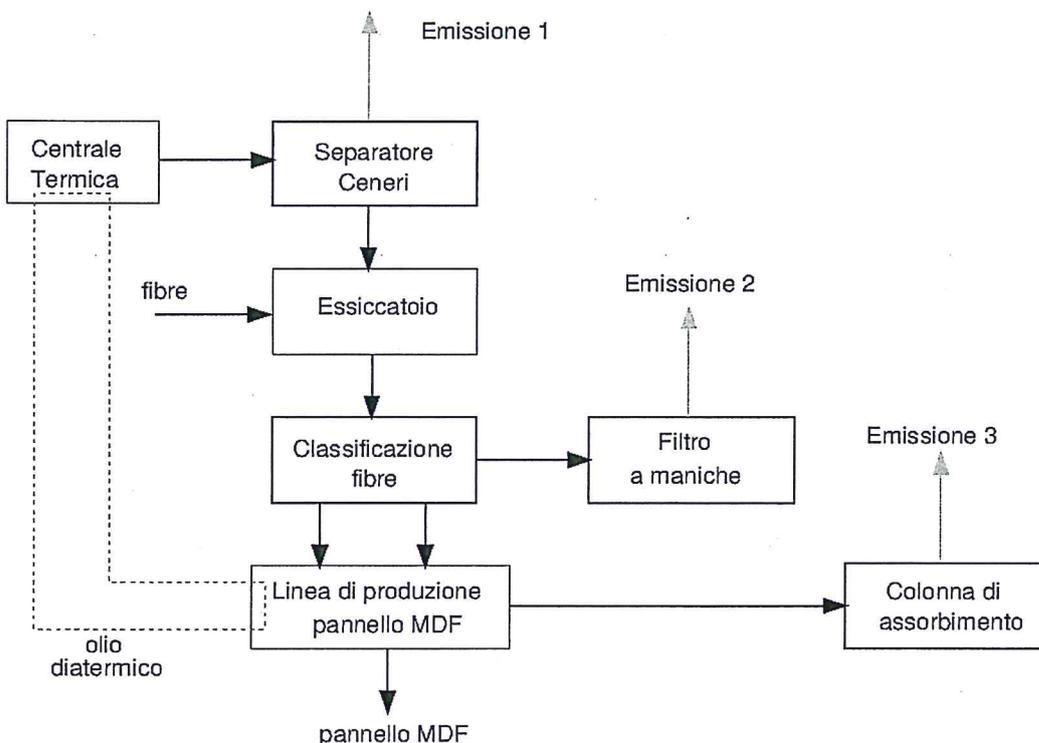


Figura 1: Schema di processo per la produzione dei pannelli in fibra di legno a media densità (MDF) adottato presso la Ditta XX.



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**



**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 3/A3**

Con riferimento all'edificio rappresentato nelle tavole allegate ed ai quesiti elencati nel seguito, il candidato risponda in modo esauriente ad **almeno due** di essi, riferiti al caso invernale o al caso estivo:

- 1) valutazione dei carichi termici invernali (anche adottando semplificazioni previste nella UNI EN 12831 per i ponti termici e gli scambi col terreno)
- 2) scelta dei terminali e dimensionamento della rete di distribuzione, del vaso di espansione, scelta della pompa di circolazione dell'impianto di riscaldamento centralizzato (riportare sulle tavole allegate la posizione dei corpi scaldanti e delle tubazioni e fare lo schema dei collegamenti del circuito primario);
- 3) i carichi sensibili nel periodo estivo per una delle unità abitative di un piano intermedio;
- 4) la potenza frigorifera necessaria per il raffrescamento della stessa unità abitativa.

Gli spessori delle pareti possono essere modificati. I dati mancanti quali ad es. caratteristiche e spessori dei materiali, orientamento, località, ecc. sono a discrezione del candidato.







**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 4/A3**

L'ing. Bianchi è stato da poco assunto in una importante società di consulenza direzionale ed il partner di riferimento lo chiama per affidargli una consulenza. Il titolare di una agenzia di viaggi, vedendosi ridurre i margini, intende sfruttare le potenzialità del web e dei sistemi informativi per invertire il trend negativo. A tal fine, viene chiesto all'ing. Bianchi di redigere uno studio professionale (grafici, tabelle, figure, ..) che aiuti l'imprenditore a capire vantaggi effettivi e svantaggi:

- evidenziando eventuali variazioni nel modello di business;
- valutando eventuali mutamenti nello scenario strategico;
- analizzando i mutamenti dello scenario competitivo;
- mappando i processi attuali ed evidenziando le differenze con i processi reingegnerizzati;
- individuando i requisiti dei nuovi sistemi informativi;
- mappando le tempistiche realizzative del progetto e stimando i costi;
- valutando, in termini di conto economico prospettico, la redditività della nuova situazione;
- valutando eventuali mezzi di copertura dell'investimento;
- valutando la convenienza dell'investimento.

Il candidato, ricorrendo a dati realistici di propria invenzione, provveda alla stesura dello studio immedesimandosi nell'ing. Bianchi ed affrontando gli aspetti sopra evidenziati, nonché tutti quelli che ritiene essere utili a rappresentare compiutamente la situazione al titolare dell'agenzia di viaggi, affinché quest'ultimo possa decidere se intraprendere l'investimento o meno.



**Università degli Studi di Udine**



**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**PROVA PRATICA**

ING/IND

**Tema n. 5/A3**

Progetto esecutivo dell'impianto elettrico di un fabbricato costituito dal solo piano terra adibito a scuola elementare costituito da tre aule, una sala insegnanti ed una di ricreazione con relativi servizi.

Il progetto, eseguito secondo la normativa vigente, deve comprendere una relazione tecnica dettagliata, i calcoli riguardanti l'impianto, gli schemi elettrici, la pianta quotata dell'edificio con tutte le tavole di impianto necessarie alla sua realizzazione non trascurando i problemi della sicurezza.

Tutti i dati rimangono a scelta del candidato.



# Università degli Studi di Udine



**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**

---

## SEZIONE B

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR**

### PROVA PRATICA

ING/IND  
**Tema n. 1/B3**

Si consideri il componente illustrato in Figura 1, realizzato in C60. Svolgere i seguenti punti.

1. *Stesura del ciclo di fabbricazione.* Ipotizzare che il componente venga prodotto per asportazione di truciolo a partire da una barra piena di sezione circolare di diametro 164 mm e lunghezza assiale 104. Si assuma che tali lavorazioni vengano eseguite su un tornio CNC multifunzionale. Il tornio è dotato di un mandrino principale, un contromandrino e due torrette portautensili, che possono montare sia utensili "stazionari" per tornitura sia utensili "motorizzati" rotanti per fresatura/foratura, con estrema flessibilità. Per ciascuna fase, sottofase ed operazione il candidato evidenzia con semplici illustrazioni e descrizioni le superfici lavorate, gli utensili impiegati (scelti a partire dalla Tabella 1 – Figura 2) ed il sistema di fissaggio del pezzo. Qualora il candidato ritenga opportuno il ricorso ad altri utensili o attrezzature di fissaggio del pezzo non standard, si fornisca un disegno illustrativo di tali componenti.
2. *Dimensionamento dei parametri di taglio.* Per ciascuna delle operazioni ad asportazione di truciolo si descrivano, anche in modo approssimato, le strategie di lavorazione adottate (traiettorie utensile) e si dimensionino i parametri di taglio, rispettando i vincoli derivanti dagli utensili e dalla macchina, ovvero il numero di giri massimo e le curve di coppia e potenza illustrati in Figura 3. Per le lavorazioni di finitura si scelgano gli avanzamenti in modo da soddisfare i requisiti di qualità superficiale riportati in Figura 1. Si scelgano le velocità di taglio all'interno degli intervalli indicati, in modo da consentire la lavorazione consecutiva di un numero adeguato di pezzi prima di dover arrestare la macchina per sostituire gli utensili usurati. Per tale scopo si supponga che ogni utensile abbia una durata pari a  $T=20$  min in corrispondenza al valore medio dell'intervallo di riferimento indicato (ad esempio, l'utensile 1 dura 20 min se  $v_c=275$  m/min), e supponendo che l'esponente di Taylor sia  $m=0.2$  per tutti gli utensili (facendo riferimento alla legge di Taylor scritta in forma classica, ovvero  $v_c T^m=K$ ).
3. *Analisi tempi e costi.* Stimare infine i tempi e costi di produzione, a partire dai seguenti dati: costo materiale 2.8 €/Kg. Dati relativi al tornio multifunzionale CNC: costo originale tornio  $C_0=300000$  €; tasso di inflazione annuo 3%; anni di ammortamento tornio  $a=5$ ; giorni lavorativi all'anno  $gg=220$ ; turnazione  $h=16$  ore/giorno; costi di manutenzione  $C_{man}=4000$  €/anno; costo dell'operatore/programmatore che gestisce il tornio 24 €/ora. Per il calcolo del tempo ciclo (sul tornio) si tenga in considerazione i seguenti tempi passivi: cambio utensile 7 s; altri tempi passivi associati a ciascuna operazione = 9 s + 20% del tempo attivo. Si trascurino i tempi passivi associati ai fermi macchina necessari per la manutenzione e per ripristinare gli utensili usurati. Si tenga invece conto del costo associato al consumo degli utensili. Costi generali  $C_g=25\%$  del totale.
4. *Generazione del part program CN.* A prescindere dalle scelte fatte nei punti precedenti, il candidato supponga di dover eseguire i tratti di profilo P-T e P-Q, supponendo che sia già stato fatto un foro passante di diametro 30 mm. Per tale scopo si supponga possano essere utilizzati solo i barenii 4 e 5. Adottando dei parametri di taglio adeguati, si ri-disegni il componente in sezione mettendo in evidenza il sistema di fissaggio, lo zero pezzo e le quote del profilo nell'ottica della programmazione CN. Si scriva





# Università degli Studi di Udine

ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

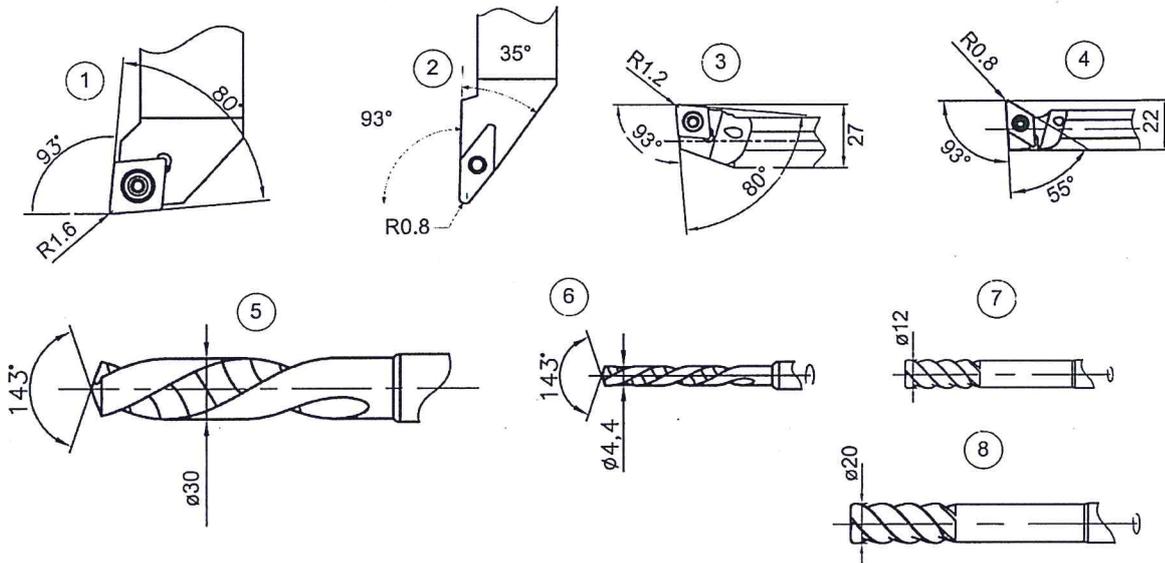


Figura 2. Utensili a disposizione per le lavorazioni ad asportazione di truciolo sul tornio multifunzionale CNC.

Tabella 1. Lista utensili disponibili su tornio-fresatrice CNC.

# ut.	Descrizione utensile-portautensile	Profondità di passata $a_p$ [mm]	Avanzamento al giro $f$ [mm]	Velocità di taglio $v_c$ [m/min]	Costo ripristino utensile [€]
1	Tornitore per esterni per sgrossatura con inserto rombico 80°	0.6-4	0.15-0.4	200-350	3.5
2	Tornitore per semifinitura e finitura con inserto rombico 35°	0.1-2	0.08-0.2	300-450	4.5
3	Bareno per tornitura interna - sgrossatura	0.4-3	0.15-0.4	180-280	4
4	Bareno per tornitura interna - finitura	0.1-1.5	0.08-0.25	210-320	4
5	Punta elicoidale D=30 mm		0.15-0.4 (al giro)	140-260	80
6	Punta elicoidale D=8mm, autocentrante		0.1-0.35 (al giro)	140-260	25
7	Fresa a candela D=12	In immersione laterale completa non superare D/5 circa.	0.04-0.18 (al dente al giro)	160-290	75
8	Fresa a candela D=20	In fresatura periferica di finitura non superare la lunghezza assiale dei taglienti.	0.07-0.24 (al dente al giro)	160-290	180



# Università degli Studi di Udine



## ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

### 2^ SESSIONE – ANNO 2015

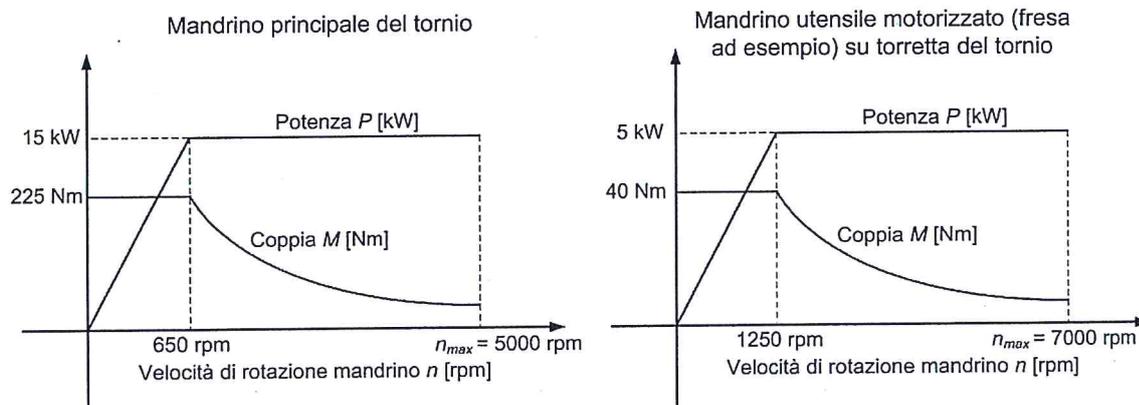


Figura 3. Curve di coppia e potenza mandrini del tornio multifunzionale CNC.

Tabella 2. Lista dei principali comandi del linguaggio CN ISO standard.

Descrizione	Sintassi
Cambio utensile	T..... M6
Rapido	G0 X... Z...
Interpolazione lineare	G1 X... Z...
Interpolazione circolare oraria/antioraria	G2/G3 X... Z... (punto finale) I... J...(centro arco)
Avanzamento in [mm/min]	G94 F...
Avanzamento in [mm/giro]	G95 F...
Velocità di taglio in [m/min]	G96 S...
Velocità in [rpm]	G97 S...
Avvio mandrino senso orario/antiorario	M3/M4
Arresto mandrino	M5
Compensazione automatica raggio di punta (utensile a sx/dx rispetto al pezzo nel verso del moto)	G41/G42
Disattiva compensazione automatica	G40



# Università degli Studi di Udine



ESAMI DI STATO  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>^</sup> SESSIONE – ANNO 2015

## SEZIONE B

SETTORE:  
INGEGNERIA INDUSTRIALE JUNIOR

### PROVA PRATICA

ING/IND

#### Tema n. 2/B3

Si vuole riscaldare una portata  $\dot{m}_f = 1$  kg/s di alcol *n*-butilico dalla temperatura  $t_{fu} = 20^\circ\text{C}$  alla temperatura  $t_{fu} = 50^\circ\text{C}$  utilizzando acqua di processo che viene raffreddata dalla temperatura  $t_{ce} = 73^\circ\text{C}$  fino alla temperatura  $t_{cu} = 47^\circ\text{C}$ . A tale scopo viene utilizzato uno scambiatore a tubi concentrici costruito con tubi aventi diametri nominali  $d_n = 1^{1/4}$  in per il tubo interno e  $D_n = 2$  in per il tubo esterno e una lunghezza  $L = 5,5$  m. L'alcol *n*-butilico scorre nel tubo interno, l'acqua nell'intercapedine. Si assuma una conducibilità termica pari a  $50$  W/(m K) per l'acciaio dei tubi.

Trovare:

1. la portata di acqua necessaria;
2. il numero di barre (di lunghezza  $L$ ) di scambio termico dello scambiatore.

=====

$$\begin{array}{lll} d_n = 1^{1/4} \text{ in} & d_i = 35,2 \text{ mm} & d_e = 42,2 \text{ mm} \\ D_n = 2 \text{ in} & D_i = 52,5 \text{ mm} & D_e = 60,3 \text{ mm} \end{array}$$

Per il calcolo del Numero di Nusselt si consiglia la correlazione:

$$\text{Nu} = 0,023 \text{ Re}^{0,8} \text{ Pr}^n$$

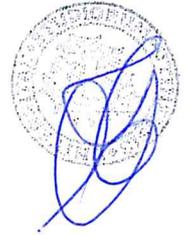
con  $n=0,4$  in caso di fluido riscaldato e  $n=0,3$  in caso di fluido raffreddato.



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**



---

**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE**

**PROVA PRATICA**

**ING/INF**

**Tema n. 1/A3**

Il candidato progetti un multimetro che sia in grado di lavorare come voltmetro e/o amperometro e che possa misurare i valori di tensioni e correnti continue o il valore RMS di tensioni e correnti alternate. Inoltre, il candidato preveda anche la possibilità di misurare resistenze. I vari canali di misura progettati devono consentire che lo strumento possa lavorare in alta (bassa) impedenza quando agisce da voltmetro (amperometro) oppure che possa lavorare in adattamento di carico ( $50 \Omega$ ). Prevedere nel progetto la possibilità di misurare correnti e tensioni con un range di valori abbastanza ampio, indicandone chiaramente i limiti superiori ed inferiori. Il candidato indichi inoltre il range di frequenze nel quale lo strumento può lavorare.



**Università degli Studi di Udine**

**ESAMI DI STATO**  
DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI **INGEGNERE**

**2^ SESSIONE – ANNO 2015**



**SEZIONE A**

**SETTORE:**  
**INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE**

**PROVA PRATICA**

**ING/INF**  
**Tema n. 2/A3**

L'ing. Bianchi è stato da poco assunto in una importante società di consulenza direzionale ed il partner di riferimento lo chiama per affidargli una consulenza. Il titolare di una agenzia di viaggi, vedendosi ridurre i margini, intende sfruttare le potenzialità del web e dei sistemi informativi per invertire il trend negativo. A tal fine, viene chiesto all'ing. Bianchi di redigere uno studio professionale (grafici, tabelle, figure, ..) che aiuti l'imprenditore a capire vantaggi effettivi e svantaggi:

- evidenziando eventuali variazioni nel modello di business;
- valutando eventuali mutamenti nello scenario strategico;
- analizzando i mutamenti dello scenario competitivo;
- mappando i processi attuali ed evidenziando le differenze con i processi reingegnerizzati;
- individuando i requisiti dei nuovi sistemi informativi;
- mappando le tempistiche realizzative del progetto e stimando i costi;
- valutando, in termini di conto economico prospettico, la redditività della nuova situazione;
- valutando eventuali mezzi di copertura dell'investimento;
- valutando la convenienza dell'investimento.

Il candidato, ricorrendo a dati realistici di propria invenzione, provveda alla stesura dello studio immedesimandosi nell'ing. Bianchi ed affrontando gli aspetti sopra evidenziati, nonché tutti quelli che ritiene essere utili a rappresentare compiutamente la situazione al titolare dell'agenzia di viaggi, affinché quest'ultimo possa decidere se intraprendere l'investimento o meno.