



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Sezione A – Settore civile e ambientale

Ingegneria civile (LM-23)

Tema 1 – Intervento su edificio esistente

Si deve eseguire una ristrutturazione di una struttura esistente, adibita ad abitazione, rappresentata nelle Figure 1-5. Il progetto consiste in 3 interventi: (1) l'allargamento di una apertura in un muro portante posto a piano terra, per ottenere una apertura netta di 180 cm dove, nello stato di fatto, è presente una porta di larghezza 100 cm; (2) l'inserimento di catene (tiranti) per evitare il ribaltamento della parete posta ad est; (3) il rifacimento del manto di copertura e dell'isolamento sottostante.

La struttura è in muratura portante, con pareti portanti di spessore 25 cm, ed è stata costruita negli anni '60 del secolo scorso. Vi è stata successivamente una ristrutturazione (anno 2001) in cui è stato inserito un isolamento alle pareti perimetrali e una contro-parete in muratura non portante a protezione dell'isolamento (si veda il dettaglio di Figura 5). Una rimozione di intonaco ha permesso di evidenziare la tipologia e la tessitura della muratura, riportata in Figura 4.

Il solaio di piano è in laterocemento, il solaio di copertura in legno. Uno schema del solaio di piano per l'analisi dei carichi è riportato in Figura 5. Per quanto riguarda le azioni sismiche, si consideri che la struttura abbia vita nominale di 50 anni e sia edificata a Modena, su suolo di tipo "C". I parametri del sisma per i vari stati limite sono riportati nella seguente tabella.

SLATO LIMITE	T_R	a_g	F_0	T_C^*
	[anni]	[g]	[-]	[s]
SLD	50	0.050	2.48	0.27
SLV	475	0.163	2.50	0,27

Per l'intervento 1 si richiede di:

- A. Definire la tipologia di intervento tra quelle possibili, riportate al paragrafo 8.4 delle norme tecniche per le costruzioni.
- B. Progettare un rinforzo metallico affinché l'opera possa definirsi conforme alla normativa vigente. Il progetto dovrà prevedere la definizione della sezione degli elementi metallici, le verifiche a dimostrazione che il progetto è conforme alla normativa e la verifica degli eventuali collegamenti necessari (tra gli elementi metallici e/o tra elementi metallici e la muratura).
- C. Eseguire elaborati schematici (ma comprensibili) degli elementi e/o dei collegamenti progettati.

Per l'intervento 2 si richiede di:

- A. Definire la tipologia di intervento tra quelle possibili, riportate al paragrafo 8.4 delle norme tecniche per le costruzioni.
- B. Definire la posizione, il numero e il diametro delle catene/tiranti affinché non si abbia il ribaltamento della parete est. A tal proposito, si fa notare che a causa dell'età della costruzione, è presente un cordolo in c.a. in corrispondenza del primo solaio (Figura 5) ma non vi sono cordoli in copertura.

Per l'intervento 3, si richiede di:

- A. Definire la tipologia di intervento, specificando quando questa tipologia di intervento può avere ricadute strutturali e si presenta quindi la necessità di effettuare specifiche valutazioni di sicurezza. Nel caso

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

l'intervento abbia rilevanza strutturale, si descrivano le fasi, le procedure di progetto o le verifiche necessarie.

Nelle figure, le quote sono in centimetri. Ogni altro dato mancante può essere ipotizzato dal candidato considerando valori tipici per l'epoca della costruzione o per la zona di costruzione dell'edificio o, in alternativa, assunto dal candidato previa giustificazione.

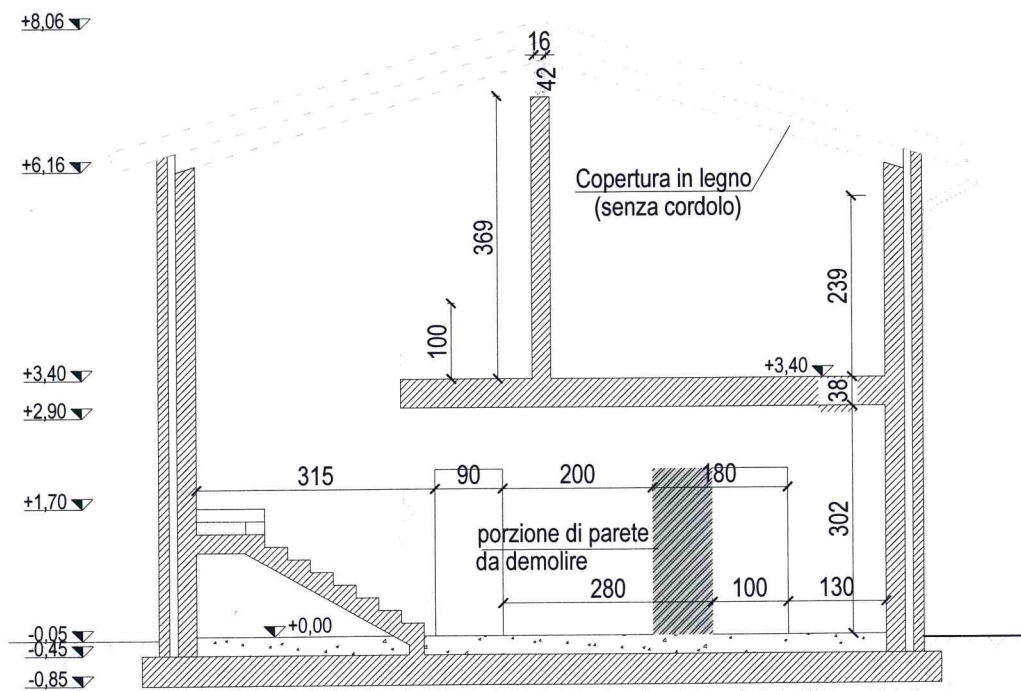


Figura 1. sezione della struttura in corrispondenza dell'allineamento murario oggetto dell'intervento 1



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

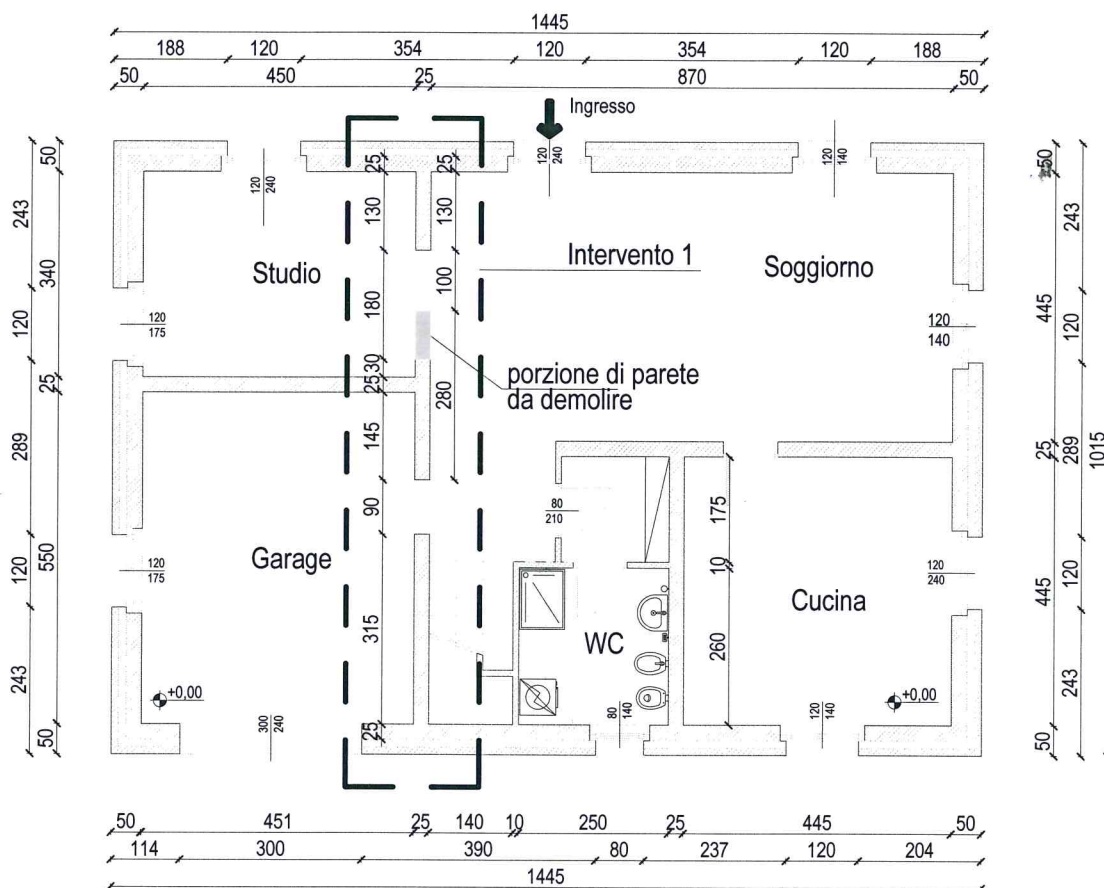


Figura 1. Pianta piano terra

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

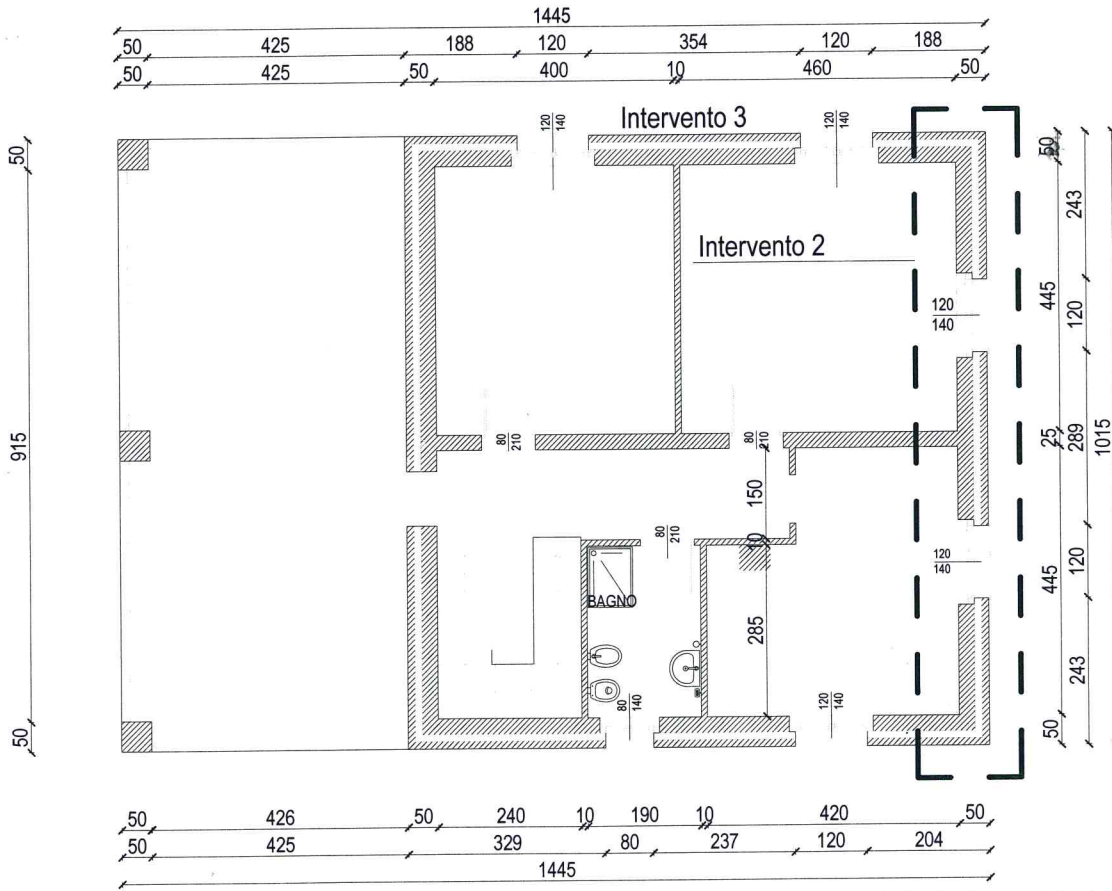


Figura 3. Pianta piano primo

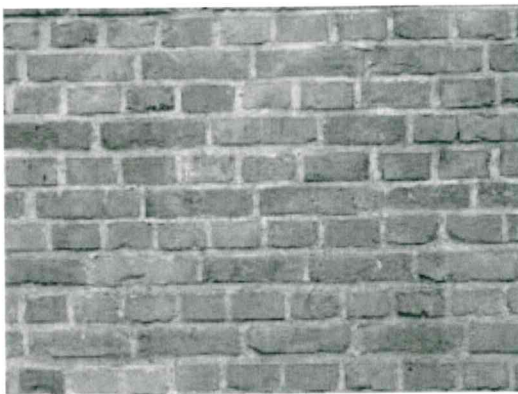


Figura 4. Dettaglio della muratura perimetrale

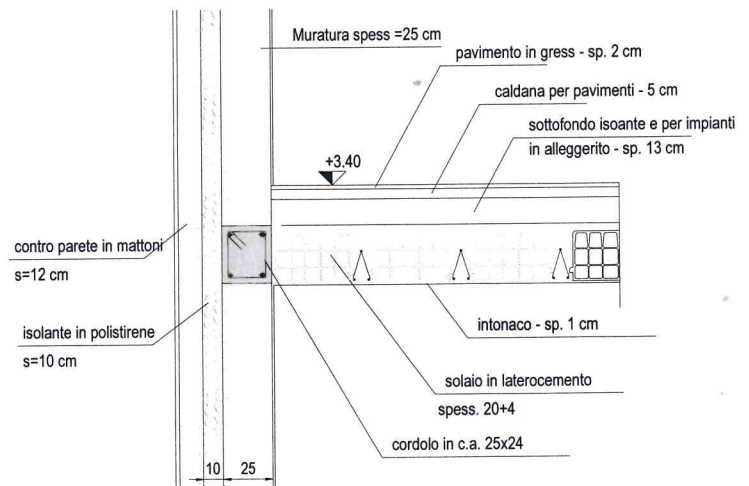


Figura 5. Tipologia della muratura

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

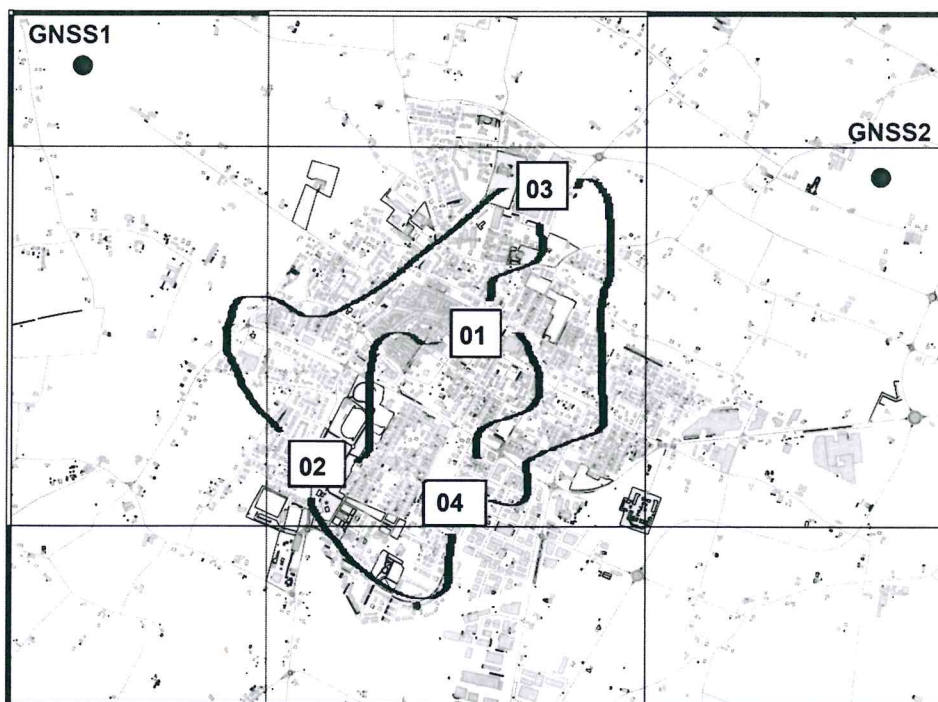
Tema 2 – Reti altimetriche e loro compensazione

Parte 1 - Compensazione di una rete altimetrica

La mappa inclusa nella presente prova riporta la posizione di quattro caposaldi (definiti attraverso i codici 01, 02, 03 e 04). I dislivelli tra questi caposaldi sono stati misurati tramite il metodo della livellazione geometrica dal mezzo. Risulta nota la quota ortometrica del caposaldo contraddistinto dal codice 01 (tale quota vale 0,0 mm) mentre per gli altri caposaldi sono note le quote ortometriche approssimate riportate tra parentesi: 02 (-809,8 mm), 03 (-178,4 mm), 04 (-5763,2 mm).

Ai fini del collegamento fra il punto di quota nota (01) e quelli di quota solo approssimata (02, 03, 04), la livellazione geometrica dal mezzo ha previsto l'esecuzione di sei linee di livellazione che hanno seguito il percorso rappresentato in mappa, con senso di percorrenza identificato nella tabella riassuntiva delle informazioni disponibili.

Linea	Dislivello (mm)	Lunghezza approssimativa del tratto (km)
Da 1 a 2	-809,4	2,50
Da 3 a 1	177,4	1,74
Da 1 a 4	-5763,3	3,25
Da 4 a 3	5584,8	4,40
Da 2 a 4	-4953,5	2,43
Da 3 a 2	-634,4	4,65



NOTA: l'immagine ha il solo scopo di visualizzare le linee di livellazione e localizzare i caposaldi coinvolti. Non deve pertanto essere utilizzata per dedurre informazioni sulle coordinate dei punti coinvolti nel progetto di rilevamento o ai fini del calcolo di distanze.



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

- 1) Descrivere in estrema sintesi la strumentazione e le modalità operative impiegate nell'esecuzione di una linea di livellazione geometrica;
- 2) Discutere un possibile criterio per verificare/accettare le misure disponibili;
- 3) A partire dai dislivelli misurati, impostare un approccio utile alla compensazione delle quote approssimate dei punti 02, 03 e 04, oltretutto alla determinazione delle relative incertezze. Procedere al calcolo delle quote compensate e delle incertezze associate.

Parte 2 - Inserimento dei caposaldi 01, 02, 03 e 04 in una rete GNSS

Per i caposaldi 01, 02, 03 e 04 si conoscono ora le quote ortometriche compensate ma non si hanno informazioni sulla loro posizione. Si ipotizzi quindi di dovere associare ai caposaldi 01, 02, 03 e 04 le relative coordinate cartografiche (E, N nella rappresentazione UTM-ETRF00). A tal fine, sono disponibili in prossimità due caposaldi GNSS, denominati GNSS1 e GNSS2 in figura, di coordinate note nella rappresentazione citata (tali coordinate non vengono fornite).

Il candidato progetti uno schema di rilevamento, basato sulla metodologia del posizionamento relativo, utile alla determinazione delle coordinate planimetriche dei caposaldi 01, 02, 03 e 04 nella rappresentazione UTM-ETRF00. Lo schema da adottare sarà quello classico del rilevamento di reti GNSS e dovrà coinvolgere tutti i caposaldi presenti (01, 02, 03, 04, GNSS1 e GNSS2) Per le operazioni di rilevamento utili a tal fine sono disponibili quattro ricevitori in grado di acquisire dati di codice e fase nelle portanti L1 e L2.

Infine, accennare ad un possibile approccio utile alla conversione delle quote ortometriche, calcolate nella parte 1 di questa prova, in quote ellissoidiche. La parte 2 di questa prova non prevede l'esecuzione di calcoli.



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore civile e ambientale

Ingegneria per l'ambiente e il territorio (LM-35)

Tema 1 - Calcolo del rischio per sito contaminato

In un sito industriale sede di un importante polo chimico si è verificato lo sversamento accidentale di tricloroetilene (TCE) da fusti interrati nel terreno che sono stati immediatamente rimossi.

Il TCE è una sostanza organica che fa parte degli alogenuri alchilici, composti derivati dagli idrocarburi alifatici per sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con altrettanti atomi di alogeni (fluoro, cloro, bromo e iodio). In Tabella 2 sono riportate alcune caratteristiche del TCE.

Sono state effettuate alcune analisi volte alla caratterizzazione della contaminazione del sito, effettuando diversi campionamenti di suolo insaturo (P1 – P16). Le celle non interessate dai campionamenti non sono oggetto di contaminazione.

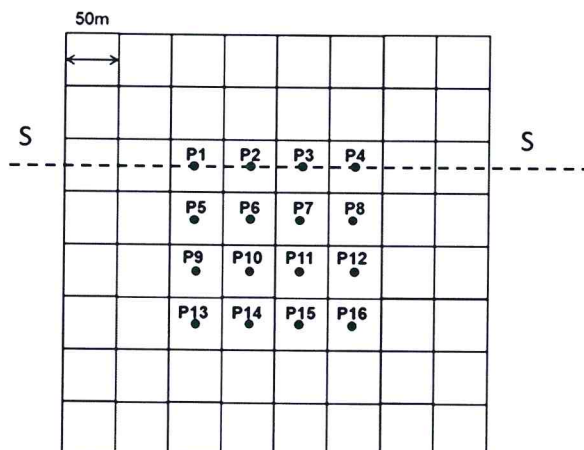


Figura 1. Vista planimetrica dell'area contaminata

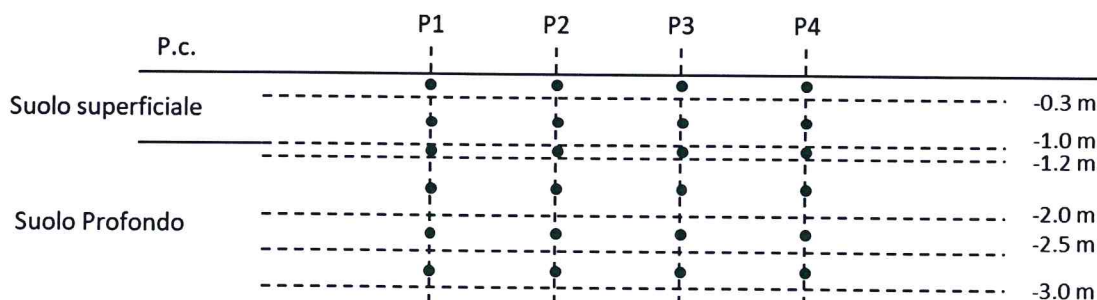


Figura 2. Stratificazione verticale del campionamento lungo la sezione S

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Strato (m)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
0	0.3	ND	5	ND	2	3	ND	4	ND	5	5	3	ND	ND	ND	ND	
0.3	1	ND	620	7	250	255	353	7	4	805	8	253	178	2	9	8	9
1	1.2	510	915	550	355	170	354	5	210	120	5	342	430	3	3	155	3
1.2	2	7	156	310	240	2	950	130	370	945	120	2	498	3	754	210	5
2	2.5	5	7	2	130	5	230	155	7	5	198	5	2	2	340	230	8
2.5	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tabella 1. Concentrazioni di TCE (mg/kg) dei campioni prelevati. ND indica che il valore è sotto il limite di rilevabilità strumentale.

Tricloroetilene			
Parametro	Simbolo	u.d.m.	Valore
Idrosolubilità	Sol	mg/L	1.28E+03
Costante di Henry	H	-	4.03E-01
Coeff. di ripartizione del carbonio organico	Koc	L/kg	6.07E+01
Diffusività in aria	Dair	cm ² /s	6.87E-02
Diffusività in acqua	Dwat	cm ² /s	1.02E-05
Densità	ρ	kg/L	1.46
Slope Factor per ingestione	SFing	(mg/kg/d)-1	4.60E-02
Slope Factor per Inalazione	SFinal	(mg/kg/d)-1	1.44E-02
Inalation Unit Risk	IUR	(μg/m ³)-1	4.10E-06
Reference Dose per ingestione	RfDing	(mg/kg/d)	5.00E-04
Reference Dose per inalazione	RfDinal	(mg/kg/d)	5.70E-04
Valore di riferimento da d.lgs. 152/06	CSC Residenziale	mg/kg	1.00E+00
Valore di riferimento da d.lgs. 152/06	CSC Industriale	mg/kg	1.00E+01
Valore di riferimento da d.lgs. 152/06	CSC falda	mg/L	1.50E-03

Tabella 2. Caratteristiche del tricloroetilene

Altri parametri ricavati dalla caratterizzazione del sito secondo le indicazioni ISPRA-APAT "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"			
Parametro	Simbolo	u.d.m.	Valore
Fattore di volatilizzazione da suolo superficiale	VFss	-	3.93E-05
Fattore di volatilizzazione da suolo profondo	VFsp	-	8.42E-05
Portata effettiva di esposizione per inalazione per effetti cancerogeni	EMinalazione_C	m ³ /(kg·d)	6.99E-02
Portata effettiva di esposizione per inalazione per effetti non cancerogeni	EMinalazione_NC	m ³ /(kg·d)	1.96E-01

Tabella 3. Altri parametri ricavati dalla caratterizzazione del sito secondo le indicazioni ISPRA-APAT

Ipotizzando che:



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

- Il sito abbia destinazione industriale, non ci siano altri insediamenti industriali, residenziali o commerciali nelle vicinanze del sito;
- Poiché la contaminazione non ha interessato i primi decimetri di suolo (top soil) la sola esposizione significativa sia quella dovuta alla volatilizzazione della sostanza;
- Lo sversamento sia appena avvenuto e, contestualmente, la falda si trovi ad una grande profondità dal piano campagna (lisciviazione in falda trascurabile);
- Il suolo sia insaturo di tipo limoso.

Il candidato stabilisca:

- 1) Le caratteristiche del contaminante;
- 2) La geometria della sorgente ed il volume di terreno contaminato;
- 3) La concentrazione rappresentativa nel suolo superficiale e nel suolo profondo;
- 4) La concentrazione del contaminante in corrispondenza del punto di esposizione;
- 5) L'esposizione al recettore;
- 6) Il rischio associato e, se necessari, gli obiettivi di bonifica da raggiungere.

In ultimo luogo il candidato:

- 7) Ipotizzi un trattamento idoneo a questo tipo di contaminazione per la bonifica del suolo superficiale e del suolo profondo motivandone la scelta.

Per i punti sopra descritti il candidato utilizzi anche le informazioni nelle figure e nelle tabelle allegate, per dati o informazioni mancanti il candidato effettui le scelte e le ipotesi da lui ritenute più opportune, giustificandole.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Tema 2 - Reti altimetriche e loro compensazione

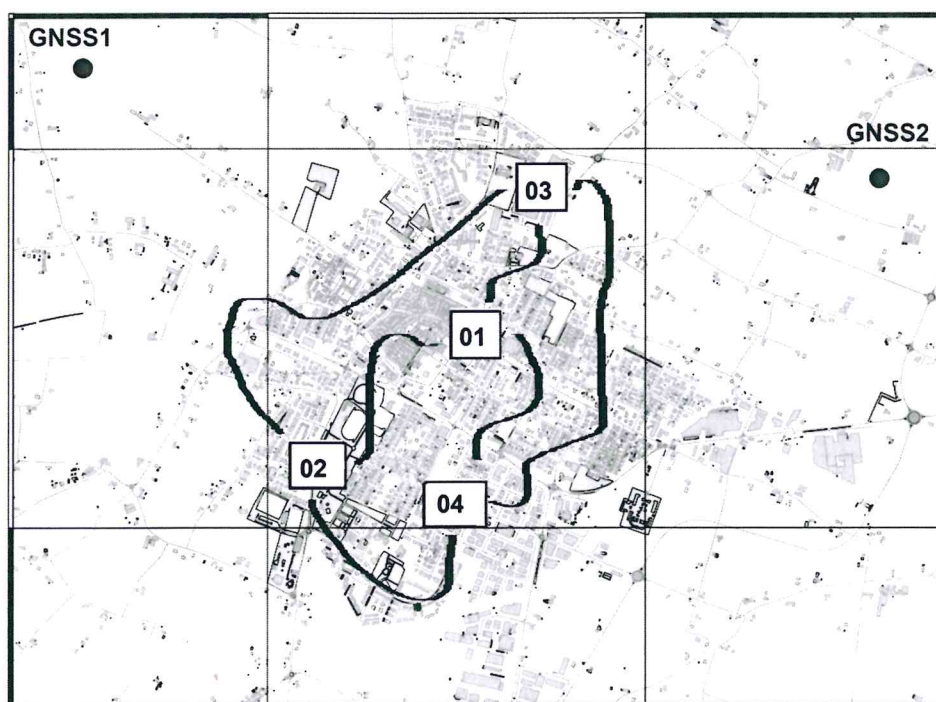
Parte 1 - Compensazione di una rete altimetrica

La mappa inclusa nella presente prova riporta la posizione di quattro caposaldi (definiti attraverso i codici 01, 02, 03 e 04). I dislivelli tra questi caposaldi sono stati misurati tramite il metodo della livellazione geometrica dal mezzo. Risulta nota la quota ortometrica del caposaldo contraddistinto dal codice 01 (tale quota vale 0,0 mm) mentre per gli altri caposaldi sono note le quote ortometriche approssimate riportate tra parentesi:

02 (-809,8 mm), 03 (-178,4 mm), 04 (-5763,2 mm).

Ai fini del collegamento fra il punto di quota nota (01) e quelli di quota solo approssimata (02, 03, 04), la livellazione geometrica dal mezzo ha previsto l'esecuzione di sei linee di livellazione che hanno seguito il percorso rappresentato in mappa, con senso di percorrenza identificato nella tabella riassuntiva delle informazioni disponibili.

Linea	Dislivello (mm)	Lunghezza approssimativa del tratto (km)
Da 1 a 2	-809,4	2,50
Da 3 a 1	177,4	1,74
Da 1 a 4	-5763,3	3,25
Da 4 a 3	5584,8	4,40
Da 2 a 4	-4953,5	2,43
Da 3 a 2	-634,4	4,65



NOTA: l'immagine ha il solo scopo di visualizzare le linee di livellazione e localizzare i caposaldi coinvolti. Non deve pertanto essere utilizzata per dedurre informazioni sulle coordinate dei punti coinvolti nel progetto di rilevamento o ai fini del calcolo di distanze.



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Descrivere in estrema sintesi la strumentazione e le modalità operative impiegate nell'esecuzione di una linea di livellazione geometrica;
2. Discutere un possibile criterio per verificare/accettare le misure disponibili;
3. A partire dai dislivelli misurati, impostare un approccio utile alla compensazione delle quote approssimate dei punti 02, 03 e 04, oltretutto alla determinazione delle relative incertezze. Procedere al calcolo delle quote compensate e delle incertezze associate.

Parte 2 - Inserimento dei caposaldi 01, 02, 03 e 04 in una rete GNSS

Per i caposaldi 01, 02, 03 e 04 si conoscono ora le quote ortometriche compensate ma non si hanno informazioni sulla loro posizione. Si ipotizzi quindi di dovere associare ai caposaldi 01, 02, 03 e 04 le relative coordinate cartografiche (E, N nella rappresentazione UTM-ETRF00). A tal fine, sono disponibili in prossimità due caposaldi GNSS, denominati GNSS1 e GNSS2 in figura, di coordinate note nella rappresentazione citata (tali coordinate non vengono fornite).

Il candidato progetti uno schema di rilevamento, basato sulla metodologia del posizionamento relativo, utile alla determinazione delle coordinate planimetriche dei caposaldi 01, 02, 03 e 04 nella rappresentazione UTM-ETRF00. Lo schema da adottare sarà quello classico del rilevamento di reti GNSS e dovrà coinvolgere tutti i caposaldi presenti (01, 02, 03, 04, GNSS1 e GNSS2) Per le operazioni di rilevamento utili a tal fine sono disponibili quattro ricevitori in grado di acquisire dati di codice e fase nelle portanti L1 e L2.

Infine, accennare ad un possibile approccio utile alla conversione delle quote ortometriche, calcolate nella parte 1 di questa prova, in quote ellissoidiche. La parte 2 di questa prova non prevede l'esecuzione di calcoli.



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore industriale

Ingegneria gestionale (34/S, LM-31)

Tema 1 - Produzione di dischetti metallici

Si devono realizzare dischetti alto resistenziali di diametro e spessore finale rispettivamente di 35 mm e 4 mm in acciaio inossidabile con carico di snervamento di 1450 MPa con il seguente procedimento:

- a) Laminazione a freddo di un nastro dallo spessore di 8 mm sino allo spessore di 5 mm
- b) Tranciatura dei dischetti
- c) Ricalcatura a freddo

Considerando per il materiale in oggetto un coefficiente di incrudimento di 0.4 ed un fattore di resistenza di 1255 MPa, si determini:

1. L'incrudimento ed il carico di snervamento minimo che deve possedere il nastro iniziale per assicurare le specifiche di progetto
2. La forza, la coppia e la potenza di laminazione considerando un coefficiente di attrito pari a 0.45, rulli di diametro 100 mm, una larghezza del nastro di 400 mm e una velocità di rotazione di 40 RPM
3. Lo spessore reale della lamiera in uscita considerando di aver impostato i rulli ad una distanza pari alla quota nominale e una rigidità del laminatoio di 90000 kN/mm
4. Lo spessore massimo laminabile nel sistema dato
5. La forza di tranciatura richiesta per realizzare, con un unico colpo, 10 dischetti (si trascuri il cedimento dei rulli)
6. La forza di ricalcatura richiesta per un singolo dischetto considerando un coefficiente di attrito pari a 0.15
7. Il cerchio di Mohr della tensione media a fine ricalcatura (tensioni medie uniformi non pressioni puntali)
8. Si supponga di dover realizzare, per ciascun dischetto, 4 fori passanti di diametro 3 mm. Si calcoli il tempo di lavoro di un singolo dischetto per eseguire i 4 fori considerando, per la punta, un angolo tra i taglienti principali di 120° e, per i dati mancanti, la tabella sotto riportata:



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

materiale da lavorare	velocità di taglio m/min	avanzamento mm/giro
acciai da costruzione non legati ($R_m \leq 700 \text{ N/mm}^2$)	25 ÷ 40	0,015 ÷ 0,45
acciai da costruzione non legati ($R_m > 700 \text{ N/mm}^2$)	20 ÷ 30	0,01 ÷ 0,40
acciai legati ($R_m \leq 900 \text{ N/mm}^2$)	15 ÷ 20	0,01 ÷ 0,30
acciai legati ($R_m > 900 \text{ N/mm}^2$)	8 ÷ 15	0,007 ÷ 0,25
ghisa tenera ($\leq 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ 000}$)	20 ÷ 30	0,025 ÷ 0,55
ghisa dura ($> 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ 000}$)	10 ÷ 25	0,012 ÷ 0,40
acciai inossidabili	5 ÷ 10	0,01 ÷ 0,30
ottone ($\text{Cu} \leq 58\%$)	65 ÷ 100	0,03 ÷ 0,70
ottone ($\text{Cu} > 58\%$), rame, bronzo	40 ÷ 65	0,02 ÷ 0,45
leghe di alluminio	50 ÷ 120	0,02 ÷ 0,50
leghe di magnesio	60 ÷ 150	0,03 ÷ 0,75

scegliere i valori minimi della velocità di taglio e dell'avanzamento per le punte di piccolo diametro, quelli maggiori per le punte di grande diametro.



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Tema 2 – Dimensionamento di magazzino industriale

L'azienda WeDeliver srl, specializzata nella logistica per l'e-commerce, si occupa di immagazzinamento, imballaggio, spedizione, assistenza clienti e gestione dei resi per vari marchi di diversi settori quali ceramiche d'arredo, abbigliamento, valigeria e pelletteria. A seguito di una nuova acquisizione da parte di un gruppo molto importante a livello internazionale nel settore della logistica, il nuovo direttore di stabilimento è stato incaricato, da parte del Consiglio di Amministrazione, di rinnovare l'intero impianto in ottica di miglioramento dell'efficienza di tutte le funzioni aziendali.

Parte A

Il direttore di stabilimento, supportato dal responsabile operations e dal responsabile del progetto di miglioramento dell'impianto, decide di eseguire un'analisi approfondita del portfolio prodotti gestiti dall'azienda allo scopo di ottimizzare le politiche di gestione del magazzino e valorizzarlo secondo politiche di costo. Il primo prodotto sul quale ha incentrato la sua analisi è un prodotto storicamente gestito dall'azienda e del quale sono noti i dati di vendita e di giacenza dell'anno 2018 (Tabella 1).

Tabella 1.

Mese	Giacenze 2018 (Pallet)	Vendite 2018 (Pallet)
Gennaio	13	239
Febbraio	20	113
Marzo	102	90
Aprile	120	83
Maggio	189	20
Giugno	194	15
Luglio	190	12
Agosto	200	9
Settembre	150	29
Ottobre	110	78
Novembre	26	120
Dicembre	8	280

Si determinino

1. l'indice di rotazione del prodotto nell'anno 2018;
2. il tempo medio di giacenza del prodotto nell'anno solare (365 giorni).
3. Determinare inoltre se il prodotto è caratterizzato da stagionalità e motivare opportunamente la risposta.



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Il direttore decide inoltre di eseguire un'analisi degli altri prodotti gestiti dall'azienda allo scopo di individuare quali siano più strategici e quali invece meno critici. Noti i dati di vendite e di giacenze medie mensili dei restanti prodotti gestiti dall'azienda (Tabella 2),

4. costruire la curva ABC per le giacenze e la curva ABC per le vendite, considerando le seguenti percentuali: 0 - 79% classe A, 80 - 94 % classe B, 95 - 100% classe C.
5. Costruire quindi la cross-matrix giacenze/vendite e individuare quali prodotti rappresentano delle opportunità per l'azienda e quelli invece a rischio di obsolescenza. Nella

Tabella 2

Prodotto	Giacenza [pallet/mese]	Vendite [pallet/mese]
P1	68	6
P2	46	46
P3	93	6
P4	33	49
P5	13	45
P6	50	18
P7	8	6
P8	21	18
P9	6	6
P10	34	25
P11	22	11
P12	96	31
P13	56	5
P14	87	44
P15	65	29
P16	69	14
P17	18	12
P18	65	20
P19	99	24
P20	20	36
P21	50	9
P22	76	28
P23	45	40
P24	86	15
P25	53	3
P26	26	32
P27	27	25
P28	40	29
P29	81	45
P30	80	48

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Parte B

Da una prima ispezione della zona di stoccaggio della merce in accettazione, è visibile come la capacità di stoccaggio della struttura non sia sufficiente e come l'allocazione di vari pallet in arrivo al magazzino sia fatta in modo casuale. Il direttore di stabilimento decide allora di commissionare un progetto per la realizzazione di un nuovo magazzino destinato allo stoccaggio dei pallet mono-prodotto provenienti dalle aziende produttrici dei marchi gestiti dall'azienda.

Nota lo storico delle giacenze totali degli anni 2017 e 2018 (Tabella 3):

6. Costruire il grafico delle giacenze, individuando le giacenze massima, minima e media nel periodo di riferimento;
7. Determinare quale capacità di stoccaggio del magazzino sarebbe più conveniente tra 4 alternative differenti (G1= 10000 posti pallet, G2=12000 posti pallet, G3=14000 posti pallet e G4=15000 posti pallet), noto che il costo di stoccaggio annuale del singolo pallet all'interno del magazzino è pari a 52 €/pallet mentre il costo per lo stoccaggio esterno di ciascun pallet eccedente alla capacità di stoccaggio del magazzino è pari a 8 €/pallet anno.
8. Rappresentare graficamente le curve dei costi (stoccaggio interno, stoccaggio esterno e totale) in funzione della capacità di stoccaggio del magazzino e mostrare la giacenza ottimale in funzione dei costi.

Tabella 3

Mese	Giacenza 2017 (Pallet)	Giacenza 2018 (Pallet)
Gennaio	13400	13450
Febbraio	11120	13670
Marzo	13240	14530
Aprile	14270	12340
Maggio	10990	14560
Giugno	9340	12380
Luglio	9670	12300
Agosto	9100	10320
Settembre	10340	10780
Ottobre	11230	12350
Novembre	13200	12780
Dicembre	12250	13470

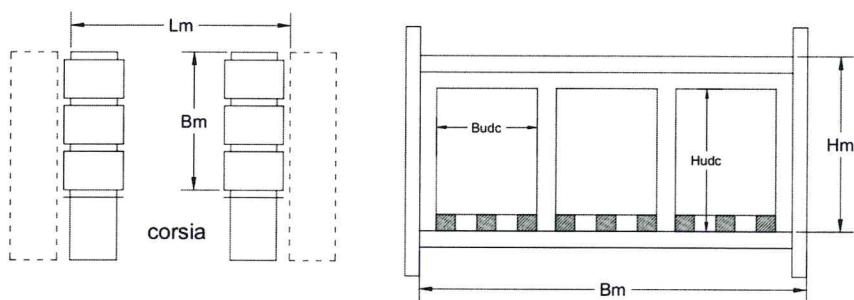
Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Parte C

Una volta determinata la capacità di stoccaggio più conveniente del magazzino tra le 4 alternative al punto 6:

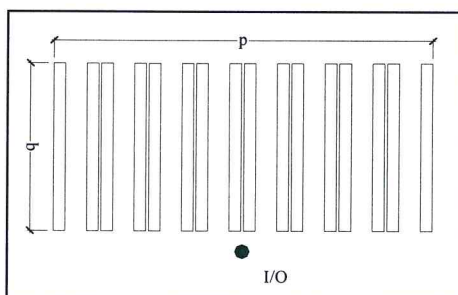
9. si dimensiona il modulo di base ($L_m \times B_m \times H_m$) che ospiterà i pallet monoprodotto di dimensioni $0.8 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.4 \text{ m}$ (h), a semplice profondità.

Si consideri che la merce sia allocata "di punta" (3 UDC per vano) e l'input/output sia concentrato sul fronte delle scaffalature. Il criterio di allocazione è per posti condivisi.



Considerato il peso considerevole dei prodotti da stoccare, le scaffalature saranno costituite da profilati di spessore 200mm ed i giochi (spazio fra i pallet nello stesso modulo e fra il pallet e la struttura) sono pari a 100mm.

Una volta definite le caratteristiche del modulo di base, si dimensiona la superficie dell'intero magazzino, noto che l'altezza massima utile del magazzino è pari a 18 m, la profondità massima delle scaffalature è pari a 200 m; la larghezza del corridoio è pari a 3.5 m.



Si chiede pertanto di determinare:

10. la superficie totale del magazzino in m^2 e le dimensioni in pianta, quali la profondità del magazzino (q) e la lunghezza del fronte (p), considerando anche l'ingombro delle scaffalature inserite all'interno;
11. il numero di campate, il numero di corridoi e la potenzialità ricettiva totale della struttura.

Il magazzino dovrà inoltre essere servito da carrelli elevatori. La potenzialità di movimentazione richiesta è pari a 150 pallet/h in ingresso e 150 pallet/h in uscita.

Si riportano le specifiche prestazionali dei carrelli elevatori che saranno utilizzati:



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

- Velocità orizzontale 3 m/s;
- Velocità verticale 0.5 m/s;
- Tempi fissi 30 s;
- Ingombro (Larghezza minima corridoio) 3.5 m;
- Altezza massima di sollevamento 8 m.

12. Calcolare il numero minimo di carrelli elevatori necessari a soddisfare la potenzialità di movimentazione richiesta, considerando un coefficiente maggiorativo relativo ai fenomeni di punta pari a 1.1.

Nota. Per ogni dato mancante fare riferimento alle regole del buon progetto.



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore industriale

Ingegneria meccanica (LM-33)

Tema 1 - Produzione di dischetti metallici

Si devono realizzare dischetti alto resistenziali di diametro e spessore finale rispettivamente di 35 mm e 4 mm in acciaio inossidabile con carico di snervamento di 1450 MPa con il seguente procedimento:

- a) Laminazione a freddo di un nastro dallo spessore di 8 mm sino allo spessore di 5 mm
- b) Tranciatura dei dischetti
- c) Ricalcatura a freddo

Considerando per il materiale in oggetto un coefficiente di incrudimento di 0.4 ed un fattore di resistenza di 1255 MPa, si determini:

1. L'incrudimento ed il carico di snervamento minimo che deve possedere il nastro iniziale per assicurare le specifiche di progetto
2. La forza, la coppia e la potenza di laminazione considerando un coefficiente di attrito pari a 0.45, rulli di diametro 100 mm, una larghezza del nastro di 400 mm e una velocità di rotazione di 40 RPM
3. Lo spessore reale della lamiera in uscita considerando di aver impostato i rulli ad una distanza pari alla quota nominale e una rigidità del laminatoio di 90000 kN/mm
4. Lo spessore massimo laminabile nel sistema dato
5. La forza di tranciatura richiesta per realizzare, con un unico colpo, 10 dischetti (si trascuri il cedimento dei rulli)
6. La forza di ricalcatura richiesta per un singolo dischetto considerando un coefficiente di attrito pari a 0.15
7. Il cerchio di Mohr della tensione media a fine ricalcatura (tensioni medie uniformi non pressioni puntali)
8. Si supponga di dover realizzare, per ciascun dischetto, 4 fori passanti di diametro 3 mm. Si calcoli il tempo di lavoro di un singolo dischetto per eseguire i 4 fori considerando, per la punta, un angolo tra i taglienti principali di 120° e, per i dati mancanti, la tabella sotto riportata:

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

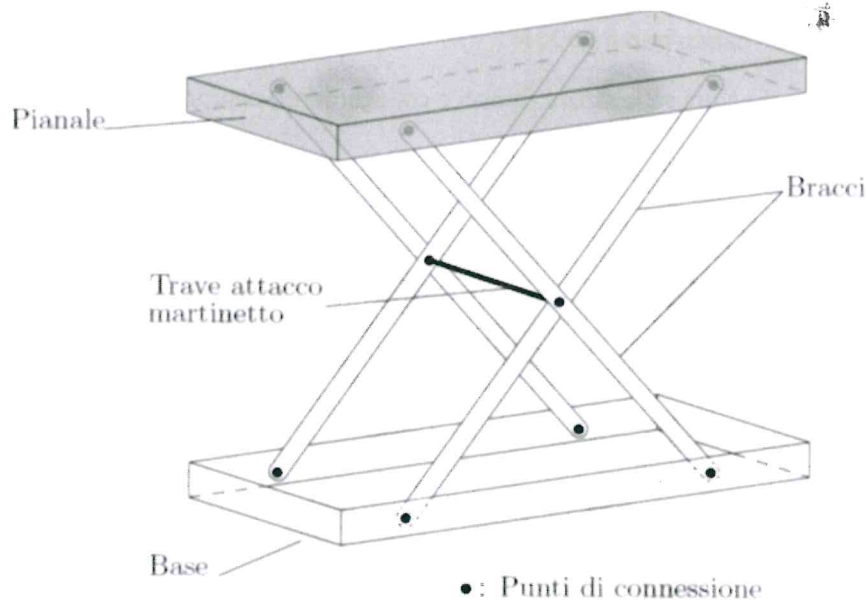
materiale da lavorare	velocità di taglio m/min	avanzamento mm/giro
acciai da costruzione non legati ($R_m \leq 700 \text{ N/mm}^2$)	25 ÷ 40	0,015 ÷ 0,45
acciai da costruzione non legati ($R_m > 700 \text{ N/mm}^2$)	20 ÷ 30	0,01 ÷ 0,40
acciai legati ($R_m \leq 900 \text{ N/mm}^2$)	15 ÷ 20	0,01 ÷ 0,30
acciai legati ($R_m > 900 \text{ N/mm}^2$)	8 ÷ 15	0,007 ÷ 0,25
ghisa tenera ($\leq 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ 000}$)	20 ÷ 30	0,025 ÷ 0,55
ghisa dura ($> 200 \text{ HBW } 10/3 \text{ 000}$)	10 ÷ 25	0,012 ÷ 0,40
acciai inossidabili	5 ÷ 10	0,01 ÷ 0,30
ottone (Cu $\leq 58\%$)	65 ÷ 100	0,03 ÷ 0,70
ottone (Cu $> 58\%$), rame, bronzo	40 ÷ 65	0,02 ÷ 0,45
leghe di alluminio	50 ÷ 120	0,02 ÷ 0,50
leghe di magnesio	60 ÷ 150	0,03 ÷ 0,75

scegliere i valori minimi della velocità di taglio e dell'avanzamento per le punte di piccolo diametro, quelli maggiori per le punte di grande diametro.

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Tema 2 - Sollevatore a forbice

Considerare il sollevatore a forbice rappresentato in Figura nel quale:



- i bracci della forbice sono lunghi 1000 mm e sono collegati attraverso uno snodo cilindrico nel loro punto medio;
- il pianale ha larghezza pari a 500 mm e lunghezza pari a 1200 mm;
- il pianale sostiene un carico complessivo pari a 5000 N uniformemente distribuito lungo un segmento che collega i punti medi dei lati lunghi del pianale.

Limitandoci a considerare la configurazione del sollevatore in cui il pianale sia collocato ad una distanza pari a 700 mm dal suolo:

- 1) Dimensionare staticamente la sezione dei bracci, supposta in un primo caso rettangolare piena e successivamente rettangolare cava a parete sottile. Si assuma che i bracci siano realizzati in lega di alluminio. Impiegare un generoso coefficiente di sicurezza per evitare problemi di instabilità di parete;
- 2) Dimensionare il pianale, supposto a spessore uniforme e realizzato in lega di alluminio serie 6XXX, interpretandolo come una trave a sezione uniforme e rettangolare piena, sostenuta lungo i lati corti;
- 3) Per ognuna delle due coppie di bracci disposte a croce, individuare dove impiegare vincoli assimilabili a snodi cilindrici descrivibili in termini di un collegamento di tipo forcilla-spinotto, oppure assimilabili a pattini. Procedere pertanto al dimensionamento dei collegamenti mediante la modellazione forcilla-spinotto, ove impiegati.

Il sollevatore viene movimentato e posizionato nella configurazione in analisi grazie all'azione di un martinetto oleodinamico. Tale componente esercita una forza sulla mezzeria della trave trasversale di connessione degli snodi delle coppie di bracci disposte a croce, ed il basamento della struttura. Si assuma una forza massima agente lungo l'asse del cilindro di intensità pari a 6000 N.

Noti tali dati progettuali:

- 4) selezionare liberamente il punto di ancoraggio del martinetto al basamento del sollevatore, motivando tale scelta progettuale;



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

- 5) determinare il diametro interno ed esterno del mantello e la lunghezza del martinetto supposto realizzato in acciaio, definendo un opportuno coefficiente di sicurezza;
- 6) determinare il diametro in acciaio dello stelo del martinetto tale per cui non insorgano fenomeni di instabilità Euleriana. Si consideri la configurazione dello stelo alla sua massima estensione presunta pari a 400 mm e per un carico pari a 6000 N.

Realizzare un disegno di massima del sollevatore (bracci e collegamenti) comprensivo del martinetto oleodinamico.



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore industriale

Scienza e ingegneria dei materiali (LM-53)

Tema 1 - Microstrutture

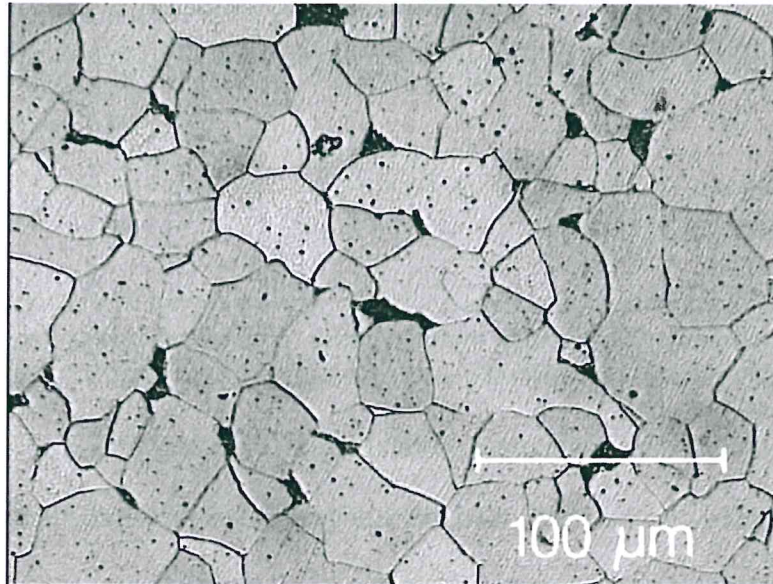
Per realizzare un componente metallico si hanno a disposizione tre diversi acciai (residui di magazzino, di composizione non nota). Dopo analisi metallografica si ottengono le microstrutture riportate in Tabella 1. Il candidato proponga soluzioni ai seguenti quesiti, con la massima accuratezza permessa dalle immagini fornite.

- 1) Fornire una stima del contenuto medio di carbonio dei tre acciai.
- 2) Calcolare la dimensione media di grano (utilizzando un qualsiasi metodo normato) dei tre acciai.
- 3) Indicare quale dei tre acciai risulterà probabilmente più facilmente lavorabile mediante processi di deformazione plastica a freddo e quale più facilmente lavorabile mediante macchine utensili (asportazione di truciolo).
- 4) Indicare i possibili risultati di un trattamento di bonifica sui tre acciai, specificando: i) linee guida per eseguire il trattamento, ii) eventuali analisi accessorie da eseguire prima di procedere con il trattamento.
- 5) Volendo incrementare la durezza superficiale dei tre acciai dopo lavorazione meccanica indicare quali dei seguenti trattamenti risulterà preferibile (considerando il rapporto costi-benefici) per ciascuno di essi: nitrurazione gassosa, nitrurazione ionica, carbocementazione, tempratura superficiale, kolsterizzazione[®] (si consideri di procedere direttamente sulle microstrutture di Tabella 1, immaginando trascurabili le modifiche subite dalla microstruttura a seguito della lavorazione meccanica).
- 6) Volendo incrementare la resistenza a corrosione (in ambiente acido, con possibile presenza di ioni cloruro) dei tre acciai dopo lavorazione meccanica indicare quali dei seguenti trattamenti risulterà preferibile (considerando il rapporto costi-benefici) per ciascuno di essi: zincatura galvanica, nichelatura chimica, cromatura galvanica, elettrolucidatura (si consideri di procedere direttamente sulle microstrutture di Tabella 1, immaginando trascurabili le modifiche subite dalla microstruttura a seguito della lavorazione meccanica).
- 7) Immaginando di dover applicare una cromatura utilizzando un impianto di cromatura galvanica tradizionale (bagno di anidride cromica catalizzato con acido solforico) e che debbano essere rivestiti 10 alberi a geometria cilindrica (diametro 30mm, lunghezza 100mm, materiale acciaio 1), si stimi il tempo di trattamento per ottenere un deposito di 200 μm lavorando in controllo galvanostatico con una corrente di 240.0 A, considerando che il rendimento faradico del processo è pari al 18%, che il bagno di deposizione è a base Cr^{6+} (CrO_3) e che il cromo depositato avrà densità 7.14 g cm^{-3} ($\text{PA}_{\text{Cr}} = 51.996 \text{ g mol}^{-1}$).

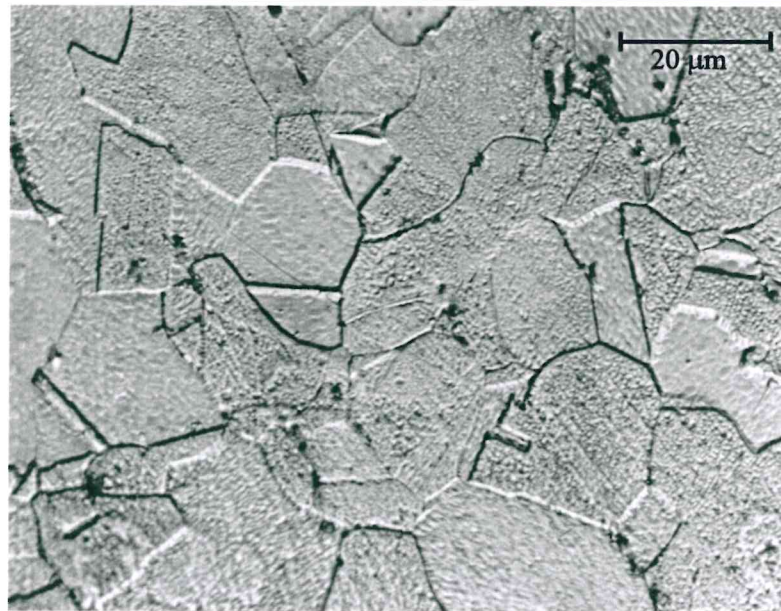
**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Tabella 1

Acciaio 1



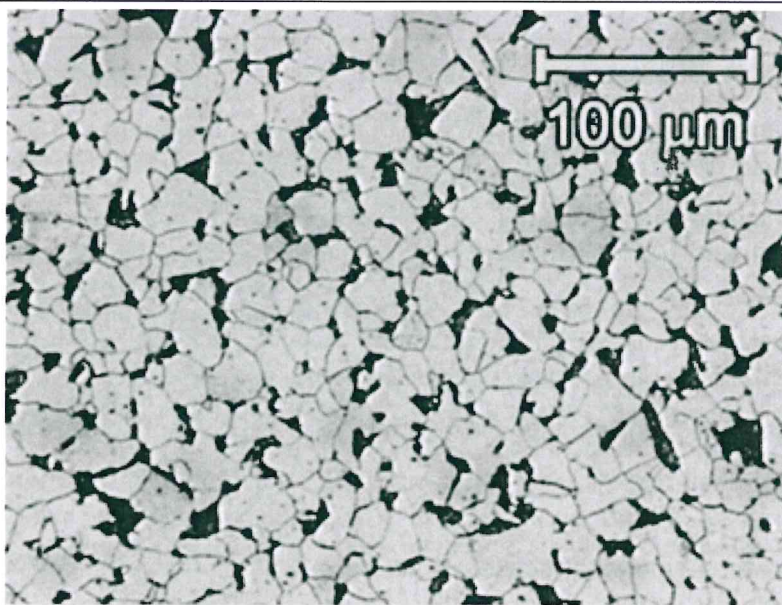
Acciaio 2





**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Acciaio 3





Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Tema 2 – Scambiatore di calore

Si devono realizzare tubi per uno scambiatore di calore in grado di lavorare fino a temperature di esercizio massime di 180°C in presenza di differenze di pressione rilevanti fra interno ed esterno tubo.

- 1) Selezionare, con l'ausilio dei due diagrammi forniti, fino ad un massimo di 2 materiali candidati che permettano di realizzare i tubi dello scambiatore, riportando opportune considerazioni riguardo il costo dei materiali selezionati.
- 2) Ripetere la selezione considerando (come ulteriore vincolo) che lo scambiatore possa lavorare con acque acide (pH 5) contenenti tenori rilevanti di ioni cloruro;
- 3) Ripetere la selezione considerando (come ulteriore vincolo) di minimizzare la massa dello scambiatore di calore;
- 4) Per tutti i materiali metallici individuati nei punti 1-3 valutare il fenomeno di *'scorrimento viscoso'* alla T di esercizio, fornendo indicazioni specifiche di impiego e/o manutenzione in base ai risultati ottenuti.
- 5) Per tutti i materiali metallici individuati nei punti 1-3 valutare il fenomeno di *'erosione'* che può attivarsi in presenza di elevate velocità di flusso ed essere aggravato dalla presenza di particolato solido nei fluidi utilizzati. Suggestire possibili varianti delle leghe selezionate dotate di maggiore resistenza all'erosione (pur rimanendo invariati i requisiti individuati in precedenza) oppure possibili rivestimenti per incrementare la resistenza ad usura senza inficiare eccessivamente lo scambio termico.
- 6) Per tutti i materiali metallici individuati nei punti 1-3 valutare il fenomeno di *'bio-fouling'* nel caso in cui il fluido utilizzato sia acqua di mare, fornendo indicazioni specifiche di impiego e/o manutenzione in base ai risultati ottenuti.
- 7) Per massimizzare la resistenza a corrosione dei tubi in ambienti specifici (a causa di una particolare operazione di lavaggio e sanificazione che dovrà essere condotta periodicamente su di essi) è necessario rivestire i tubi, internamente ed esternamente, di cromo mediante cromatura galvanica (processo ecologico, a base di cromo trivalente). Relativamente a tale trattamento rispondere alle seguenti domande:
 - 7a) indicare quali pre-trattamenti è opportuno eseguire sui tubi (considerandoli realizzati nel materiale selezionato al punto 2) prima di poter applicare efficacemente su di essi un rivestimento di cromo galvanico;
 - 7b) considerando che il bagno di deposizione è acido e a base Cr^{3+} , che il cromo depositato avrà densità 7.14 g cm^{-3} ($\text{PA}_{\text{Cr}} = 51.996 \text{ g mol}^{-1}$) e che il processo di deposizione galvanica ha un rendimento faradico del 15%, calcolare la corrente di deposizione necessaria per rivestire internamente ed esternamente un tubo lungo 500mm, con diametro interno 20mm e diametro esterno 24mm, con 10 micron di cromo in 6 ore;
 - 7c) quali reazioni parassite determinano (in un bagno acido come quello utilizzato) la diminuzione di rendimento faradico ipotizzata al punto 7b? Tali reazioni possono avere altre ripercussioni sul trattamento o sul prodotto finito oltre alla già citata diminuzione di resa faradica? Se sì sono consigliabili post-trattamenti dopo aver rivestito i tubi?



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore dell'informazione

Informatica (LM-18)

Tema 1 – Vendita e distribuzione di prodotti

Si consideri un'azienda produttrice di beni materiali anche una rete di distribuzione per i suoi prodotti. Tale azienda desidera dotarsi di un supporto informatico per le proprie operazioni di vendita. In particolare, si vuole gestire il flusso di ordini supportando due modalità. La prima, consiste nell'avere il punto vendita come mediatore (quindi il punto vendita inserisce gli ordini, possibilmente associandoli ad un utente finale), la seconda prevede un procedura di ordine on-line (mediante sito e/o app mobile) da parte del cliente stesso, che dovrà indicare anche quale punto vendita sarà usato per il ritiro della merce. La gestione degli ordini deve includere anche le problematiche di gestione della logistica di distribuzione (incluso il tracciamento degli ordini e la gestione della distribuzione dei beni ai punti vendita)

Sul base delle proprie competenze, il candidato deve proporre un progetto di massima per il sistema informativo a supporto di tali operazioni. In particolare, si chiede di discutere i seguenti aspetti:

1. Struttura dei dati
2. Descrizione delle operazioni da supportare (illustrandone almeno una in modo dettagliato)
3. Discussione della piattaforma HW/SW a supporto del sistema, tenendo in considerazioni anche eventuali vincoli di prestazione e/o di gestione dei dati

Si chiede inoltre al candidato di evidenziare eventuali elementi del progetto che possono rappresentare un valore aggiunto. Una lista non esaustiva di tali elementi include: supporto per business intelligence, funzioni avanzate (social o basate su recommendation system) per l'interfaccia utente, soluzioni avanzate per il deployment del software basate su microservizi, ...

Per almeno una di queste funzionalità aggiuntive, si chiede una discussione approfondita, evidenziando anche le soluzioni tecnologiche più adeguate per la sua realizzazione.



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Tema 2 – Scheduling di lavorazioni

Si consideri un'azienda manifatturiera con una linea produttiva basata su lotti di dimensione variabile. Per ogni tipo di produzione si considera un consumo di materie prime e un tempo di produzione direttamente proporzionale alla dimensione del lotto stesso. Tra un produzione e l'altra si considera di avere un tempo di setup che dipende dal tipo di produzione passata e dalla produzione che si intende avviare (ovviamente il tempo di setup tra due lotti del medesimo prodotto è nullo). Data un lista di ordini in sospeso (ciascuno con tipo, quantità di prodotto ed eventualmente una deadline), si vuole realizzare uno scheduler della produzione che ottimizzi l'uso della linea (ovvero riduca al massimo i tempi di setup) e che mostri l'andamento temporale del consumo di risorse e l'output della produzione.

Sulla base delle proprie competenze, il candidato deve proporre un progetto di massima per il sistema informativo a supporto di tali operazioni. In particolare, si chiede di discutere i seguenti aspetti:

1. Struttura dei dati
2. Descrizione delle operazioni da supportare (illustrandone almeno una in modo dettagliato)
3. Problema di ottimizzazione da risolvere per lo scheduling (scegliendo se considerare il problema dello scheduling dei job from scratch o se usare un approccio più vicino al dynamic programming, assumendo i poter partire da una soluzione di scheduling precedente)

Si chiede inoltre al candidato di discutere le possibili strategie di soluzione di tale modello, possibilmente proponendo un'euristica (o un modello basato su una meta-euristica) in grado di svolgere tale compito. Infine, si chiede di discutere la scalabilità della soluzione proposta.

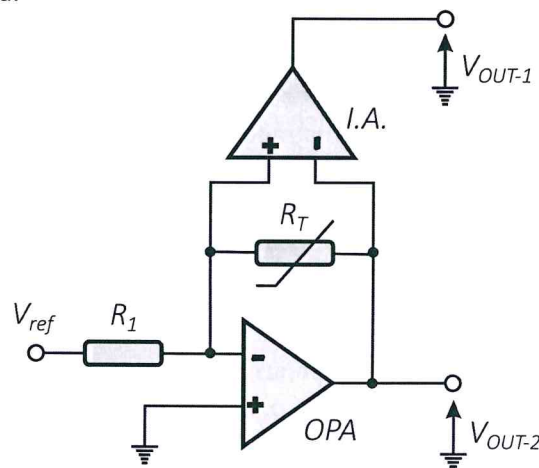
**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore dell'informazione

Ingegneria elettronica (LM-29)

Tema 1 - Sistema per la misurazione della temperatura

Sia dato il circuito di figura in cui il termistore R_T , di tipo NTC, è accoppiato termicamente ad un generico corpo X di cui si vuole misurare la temperatura.



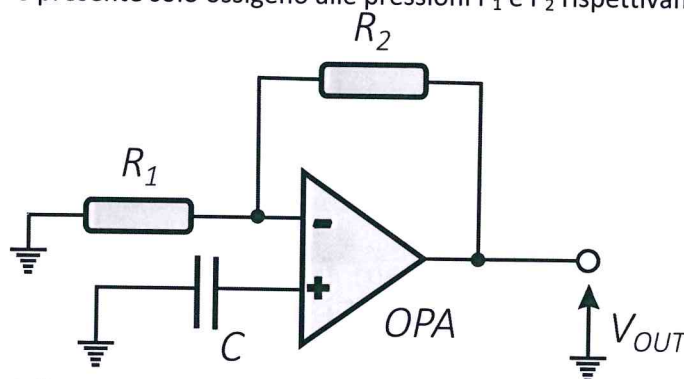
Si supponga che la resistenza termica di contatto tra il corpo X ed il sensore sia pari a $R_{XS} = 100 \text{ K/W}$ e che il termistore sia caratterizzato da una resistenza R_{T-0} a 25°C pari ad $1 \text{ k}\Omega$ e da una temperatura caratteristica $\beta = 4000 \text{ K}$. Si suppongano inoltre ideali l'amplificatore operazionale OPA e l'amplificatore differenziale a guadagno unitario I.A. .

1. Supponendo trascurabile l'effetto dovuto all'autoriscaldamento (si supponga che ambiente, corpo X ed R_T si trovino tutti alla stessa temperatura T_X), si determini la funzione di taratura del sistema di misura così ottenuto – $T_X = f(V_{OUT-1}, V_{ref}, R_1)$ – e ne si calcoli la sensibilità alla temperatura.
2. Supponendo infinite sia la capacità termica del corpo X, che la resistenza termica tra il sensore e l'ambiente, si determini la temperatura T_{RT} alla quale si troverà il termistore supponendo $T_X = 30^\circ\text{C}$, $V_{ref} = 1 \text{ V}$ ed $R_1 = 100 \Omega$. Il candidato calcoli quindi l'errore compiuto dal sistema di misura in tali condizioni operative (differenza tra la reale temperatura T_X e quella stimata dal sistema di misura).
3. Supponendo un campo di misura pari a $[0, 100]^\circ\text{C}$, il candidato calcoli la massima tensione V_{ref} capace di garantire un errore di misura dovuto all'autoriscaldamento non superiore a 1°C su tutto il campo di misura (anche in questo caso si supponga $R_1 = 100 \Omega$ e si suppongano infinite sia la capacità termica del corpo X, che la resistenza termica tra il sensore e l'ambiente).
4. Il candidato ricavi l'equazione che descrive la tensione efficace di rumore sulle uscite V_{OUT-1} e V_{OUT-2} dovuta al solo rumore associato al riferimento di tensione V_{ref} (si considerino solo il rumore $1/f$ ed il rumore bianco).
5. Si discutano gli effetti sulle uscite V_{OUT-1} e V_{OUT-2} dovuti alle principali non idealità che possono affliggere l'OPA e quindi quali aspetti tenere in considerazione nella scelta di tale componente.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Tema 2 - Sistema per la misurazione della pressione parziale d'ossigeno

Si consideri il circuito di figura nel quale il condensatore C ha elettrodi di platino poroso e come dielettrico ZrO_2 che separa due ambienti nei quali è presente solo ossigeno alle pressioni P_1 e P_2 rispettivamente.



1. Si calcoli l'equazione della tensione di uscita V_{OUT} nella situazione in cui, a pressione totale costante, nella sezione 1 viene introdotto un gas riducente a pressione parziale P_R .
2. Nelle condizioni indicate al punto 1 si calcoli la funzione di taratura $P_1=f(V_{OUT}, P_2, R_1, R_2)$ e la sensibilità del sistema di misura a P_1 .
3. Nelle condizioni precedenti e considerando un campo di misura per P_1 compreso nell'intervallo $[10, 10^4]$ Pa, si determinino la tensione di fondo scala ed il numero di bit di un convertitore analogico digitale ideale che, posto all'uscita V_{OUT} , sia capace di garantire un errore di quantizzazione inferiore a 0,1 Pa.
4. Si determini l'effetto che la tensione e la corrente di offset degli ingressi dell'operazionale hanno sulla tensione d'uscita V_{OUT} .
5. Si determini l'effetto che il rumore dovuto ai resistori ha sulla tensione d'uscita V_{OUT} .

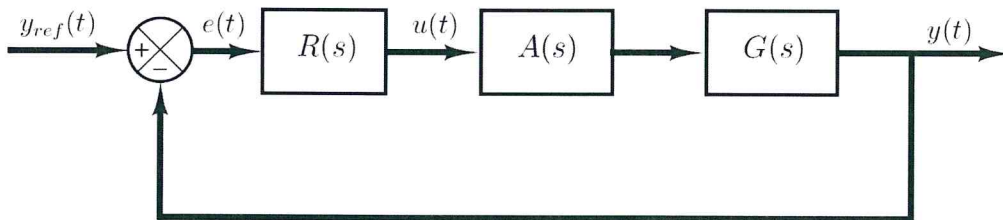
**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

Sezione A – Settore dell'informazione

Ingegneria informatica (LM-32)

Tema 1 – Sistema di controllo in retroazione

1. Si consideri lo schema a blocchi di figura.



dove $G(s) = \frac{(s+50)}{s(s+5)(s+10)}$.

Si assuma $R(s)=K$ e $A(s)=1$.

- Si determini l'intervallo di valori di $K>0$ che rendono stabile il sistema e la pulsazione dei poli immaginari puri che si hanno in corrispondenza della stabilità semplice.
- Considerando l'ingresso a rampa $x(t)=5t$, determinare il valore di K che rende inferiore al 2% l'errore a regime.
- Si tracci il luogo delle radici del sistema, calcolando l'ascissa di intersezione di eventuali asintoti e dell'eventuale baricentro.

2. Con riferimento alla figura precedente, si consideri ora $R(s)=K \frac{\tau_z s+1}{\tau_p s+1}$

- Utilizzando tecniche di cancellazione poli/zeri, si determinino i valori τ_p e τ_z che consentono di spostare il punto di incontro degli asintoti del luogo delle radici nel punto di ascissa $\sigma_a = -2$.
- Si commenti il regolatore così ottenuto dicendo per quali valori di K il sistema retroazionato è stabile.
- Si stimi il tempo di assestamento T_a del sistema retroazionato per $K \rightarrow \infty$ e si giustifichi tale risultato.
- Supponendo che si voglia implementare per via digitale il regolatore $R(s)$, si scelga il tempo di campionamento T svolgendo le considerazioni ritenute più idonee.

3. Posta la funzione di trasferimento dell'attuatore $A(s) = \frac{1}{1+\tau_a s}$

- Si traccino i diagrammi asintotici di Bode (delle ampiezze e delle fasi) di $G(s)$.



**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)**

- b) Si scelga in maniera opportuna (la risposta va motivata) la costante di tempo τ_a dell'attuatore (anche in relazione al punto successivo) e si riportino i diagrammi di Bode di $A(s)G(s)$. Si determinino inoltre i valori della pulsazione di incrocio ω_c , del margine di fase M_f e del margine di ampiezza M_a del sistema così ottenuto.
- c) Si progetti un opportuno controllore $R(s)$ che consenta di ottenere una pulsazione di incrocio $5 \leq \omega_c \leq 20 \text{ rad/s}$ e un margine di fase $M_f \geq 60^\circ$. Si traccino i diagrammi di Bode di $R(s)A(s)G(s)$.
4. Supponendo ora $R(s) = \frac{s+7}{s+20}$, si consideri un tempo di campionamento $T=0.2 \text{ sec}$.
- a) Si discretizzi $R(s)$ utilizzando il metodo della trasformazione bilineare.
- b) Si scriva l'equazione alle differenze che esprime la relazione tra l'ingresso e_k e l'uscita u_k .



Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I sessione anno 2019 – Prova pratica (08.07.2019)

Tema 2 - Vendita e distribuzione di prodotti

Si consideri un'azienda produttrice di beni materiali anche una rete di distribuzione per i suoi prodotti. Tale azienda desidera dotarsi di un supporto informatico per le proprie operazioni di vendita. In particolare, si vuole gestire il flusso di ordini supportando due modalità. La prima, consiste nell'avere il punto vendita come mediatore (quindi il punto vendita inserisce gli ordini, possibilmente associandoli ad un utente finale), la seconda prevede un procedura di ordine on-line (mediante sito e/o app mobile) da parte del cliente stesso, che dovrà indicare anche quale punto vendita sarà usato per il ritiro della merce. La gestione degli ordini deve includere anche le problematiche di gestione della logistica di distribuzione (incluso il tracciamento degli ordini e la gestione della distribuzione dei beni ai punti vendita)

Sul base delle proprie competenze, il candidato deve proporre un progetto di massima per il sistema informativo a supporto di tali operazioni. In particolare, si chiede di discutere i seguenti aspetti:

4. Struttura dei dati
5. Descrizione delle operazioni da supportare (illustrandone almeno una in modo dettagliato)
6. Discussione della piattaforma HW/SW a supporto del sistema, tenendo in considerazioni anche eventuali vincoli di prestazione e/o di gestione dei dati

Si chiede inoltre al candidato di evidenziare eventuali elementi del progetto che possono rappresentare un valore aggiunto. Una lista non esaustiva di tali elementi include: supporto per business intelligence, funzioni avanzate (social o basate su recommendation system) per l'interfaccia utente, soluzioni avanzate per il deployment del software basate su microservizi, ...

Per almeno una di queste funzionalità aggiuntive, si chiede una discussione approfondita, evidenziando anche le soluzioni tecnologiche più adeguate per la sua realizzazione.