

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICO-PROGETTUALE SEZ. A

SETTORE INDUSTRIALE

Al Candidato è richiesto di svolgere uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Al candidato è richiesto uno studio preliminare per la progettazione di un impianto IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) capace di garantire nella condizione nominale una potenza elettrica netta di circa 340 MW, con rendimento elettrico netto superiore al 41%. Sulla base della propria esperienza il candidato assuma le ipotesi operative che ritiene opportune nel rispetto dei seguenti vincoli, per ciascuno dei componenti indicati nell'elenco:

- *unità ASU* (Air Separation Unit): produzione di 25 kg/s di ossigeno per alimentare il gassificatore; rientro di 30 kg/s di aria compressa proveniente dalla turbina a gas (GT); invio alla GT di circa 2 kg/s di azoto;
- *gassificatore*: pressione di esercizio = 48 bar; temperatura di esercizio = 1425°C; combustibile = 30 kg/s di carbone; temperatura di uscita del syngas = 1000°C; portata di syngas in uscita = 65 kg/s.
- *raffreddamento del syngas* in due step, alle seguenti temperature: 730°C (step I); 280°C (step II). Si recuperi il calore reso disponibile dal raffreddamento del syngas per la generazione di vapore saturo da inviare alla caldaia a recupero.
- trascurando il dettaglio dei processi chimici inclusi nella *depurazione del syngas*, si tenga conto del fatto che il syngas si raffredda ulteriormente da 280°C a 170°C e che la sua portata si riduce a 55 kg/s prima dell'ingresso in GT.
- turbina a gas: taglia = 250 MW; massima temperatura del ciclo Joule Brayton = 1475°C; temperatura allo scarico = 600°C.
- caldaia a recupero con produzione di vapore a 2 livelli di pressione:
 - Alta pressione: 120 bar; 560°C
 - Bassa pressione: 30 bar; 350°C

Si includa il contributo di vapore prodotto grazie al raffreddamento del syngas.

- ciclo Rankine: prevedere la presenza di un degasatore operante a 5 bar; la condensazione del vapore a 0.05 bar sfrutta acqua come fluido di raffreddamento.

E' consentito ipotizzare che aria e fumi si comportino come gas perfetti, con calore specifico costante rispettivamente pari a 1.01 kJ/(kg K) e 1.1 kJ/(kg K). Le condizioni ambiente cui fare riferimento sono 1 bar e 15°C.

Lo studio implica:

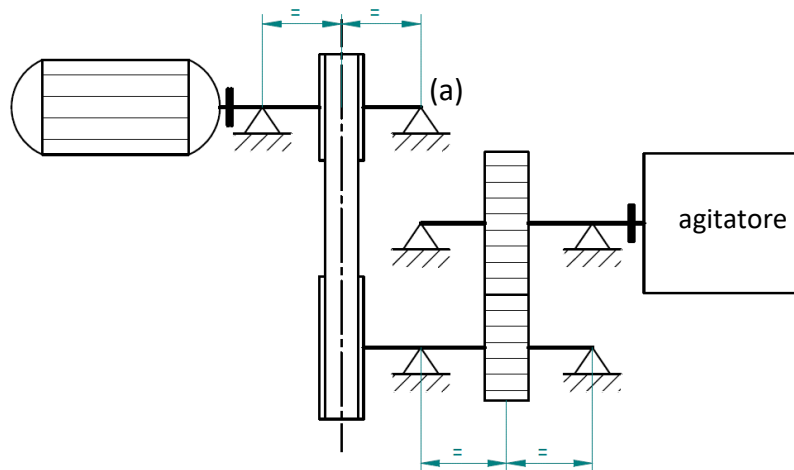
- 1) rappresentazione dello schema di impianto, del ciclo combinato nel piano T-s e del diagramma di scambio termico in caldaia a recupero;
- 2) individuazione delle portate di fluido evolventi e delle principali grandezze fisiche (temperatura, pressione, entalpia) in ingresso e in uscita a ciascun componente;
- 3) spiegazione dettagliata delle scelte progettuali e delle assunzioni fatte in termini di prestazioni dei singoli componenti dell'impianto.
- 4) valutazione delle prestazioni dell'impianto IGCC (potenza elettrica netta, rendimento elettrico netto) nel caso in cui la produzione elettrica sia pari all'80% del valore nominale. Si risponda a questa richiesta pensando al funzionamento in fuori progetto dell'impianto delineato nei punti precedenti.

TEMA 2

Un motore asincrono aziona una impastatrice attraverso un riduttore a due stadi. Il primo stadio è composto da una trasmissione a cinghie trapezoidali, mentre il secondo da una coppia di ruote dentate cilindriche a denti diritti. La macchina deve lavorare in modo continuo per 16h al giorno.

Sono assegnati i seguenti dati:

- velocità di funzionamento: 200 giri/min
- coppia assorbita dal carico: dipende dalla velocità di rotazione e può essere approssimata con l'equazione: $C_r = 100 + 4n$ (coppia in [Nm] e n in giri/min).
- inerzia carico $J_r = 5 \text{ kg m}^2$



Formulando le dovute ipotesi per la definizione di eventuali dati mancanti, il candidato sviluppi i punti seguenti:

- Scegliere il motore asincrono tra quelli riportati nell'estratto del catalogo (tabella 1) e determinare il rapporto di trasmissione complessivo del riduttore.
- Dimensionare la trasmissione a cinghia (vedi catalogo allegato), determinare il precarico delle cinghie e l'interasse effettivo.
- Dimensionare la coppia di ruote dentate (scegliere modulo e numero di denti).
- Tracciare i diagrammi delle azioni interne negli alberi.
- Dimensionare l'albero (a) e scegliere i cuscinetti per una durata minima di 10000 h

- Con le scelte fatte, valutare la velocità di regime del sistema, inoltre, ipotizzando che in avviamento il motore fornisca una coppia costante pari ad 1.5 la sua coppia nominale, stimare il tempo necessario per raggiungere la velocità di regime.
- Eseguire un disegno costruttivo dell'albero (a).

Motor type	Rated Output	Rated Speed	Efficiency			Power factor	Current	Starting current	Rated torque	Starting torque	Breakdown torque	Moment of Inertia	Weight
			η %			$\cos\phi$	I_n	I_s/I_n	T_n	T_s/T_n	T_{max}/T_n	J	
	kW	rpm	100%	75%	50%		A	p.u.	Nm	p.u.	p.u.	kgm ²	kg
6 POLES													
BIC 71 MA6	0,18	855	56,0	56,1	51,9	0,66	0,7	4	2,0	1,9	2	0,0011	6,8
BIC 71 MB6	0,25	855	59,0	60,2	57,9	0,68	0,9	4	2,8	1,9	2	0,0013	7,8
BIC 80 MA6	0,37	885	62,0	62,2	59,3	0,70	1,2	4,7	4,0	1,9	2,1	0,0018	15
BIC 80 MB6	0,55	885	65,0	65,7	63,4	0,72	1,7	4,7	5,9	1,9	2,1	0,0023	16
BIC 90 S6	0,75	910	69,0	69,3	66,2	0,72	2,2	5,8	7,9	2,0	2,1	0,0033	21
BIC 90 L6	1,1	910	72,0	71,7	69,0	0,73	3,0	5,9	11,5	2,0	2,1	0,0041	23
BIC 10 LA6	1,5	920	76,0	76,3	74,2	0,75	3,8	5,9	15,6	2,0	2,1	0,0075	30
BIC 11 M6	2,2	940	79,0	79,7	78,5	0,76	5,3	6,2	22,4	2,0	2,1	0,0147	40
BIC 132 SA6	3	960	81,0	81,8	80,8	0,76	7,0	6,4	29,8	2,0	2,1	0,0286	55
BIC 132 MA6	4	960	82,0	82,9	82,2	0,76	9,3	6,6	39,8	2,0	2,1	0,0376	64
BIC 132 MB6	5,5	960	84,0	84,8	84,3	0,77	12,3	6,8	54,7	2,0	2,1	0,0519	73
BIC 160 M6	7,5	970	86,0	86,2	85,1	0,77	16,3	6,8	73,8	2,1	2,3	0,0862	107
BIC 160 L6	11	970	87,5	87,6	86,5	0,78	23,3	6,9	108,3	2,1	2,3	0,1292	131
BIC 180 L6	15	970	89,0	89,3	88,5	0,81	30,0	7,3	147,7	2,1	2,3	0,2174	169
BIC 200 LA6	18,5	970	90,0	90,3	89,6	0,81	36,6	7,2	182,1	2,1	2,3	0,3132	217
BIC 200 LB6	22	970	90,0	90,3	89,7	0,83	42,5	7,3	216,6	2,1	2,3	0,3654	232
BIC 225 M6	30	980	91,5	91,8	91,2	0,84	56,3	6,8	292,3	2,2	2,4	0,6137	292
BIC 250 M6	37	980	92,0	92,2	91,8	0,86	67,5	7,0	360,6	2,2	2,4	0,8368	366
BIC 280 S6	45	980	92,5	92,6	91,9	0,86	81,7	7,2	438,5	2,2	2,4	1,4151	470
BIC 280 M6	55	980	92,8	92,9	92,3	0,86	99,5	7,2	536,0	2,2	2,4	1,6649	518
BIC 315 S6	75	990	93,5	93,4	92,6	0,86	135	6,5	723,5	2,2	2,4	2,951	723
BIC 315 MA6	90	990	93,8	93,7	93,0	0,86	161	6,6	868,2	2,2	2,4	3,6887	857
BIC 315 MB6	110	990	94,0	93,9	93,2	0,86	196	6,6	1061,1	2,2	2,4	4,574	933
BIC 315 MC6	132	990	94,2	94,0	93,6	0,87	233	6,6	1273,3	2,2	2,4	5,4593	1008
BIC 355 MA6	160	990	94,5	94,4	93,4	0,88	278	6,7	1543,4	2,1	2,4	7,6441	1439
BIC 355 MB6	200	990	94,5	94,4	93,7	0,88	347	6,8	1929,3	2,1	2,4	9,5551	1570
BIC 355 LA6	250	990	94,5	94,4	93,7	0,88	434	6,8	2411,6	2,1	2,4	11,9439	1731
BIC 355 KB6	315	990	94,5	94,4	93,7	0,88	547	6,8	3038,6	2,0	2,5	16,6774	2385
BIC 355 KC6	355	990	94,5	94,4	93,7	0,88	616	6,8	3424,5	2,0	2,5	18,4329	2465

Tabella 1. Motori asincroni (estratto da catalogo)

TEMA 3

La società Alpha, media azienda specializzata nella progettazione, fornitura e posa in opera di impianti per il trasporto pneumatico per prodotti alimentari granulari o in polvere, come farina, zucchero e granaglie in genere, deve partecipare a una gara di appalto per la progettazione e installazione di un impianto per il trasporto di farina presso un'importante azienda alimentare. Sebbene il progetto debba essere svolto in tempi record per esigenze del committente, l'azienda ha deciso comunque di acquisire la commessa, ritenuta strategica in quanto il cliente dovrà rinnovare nei prossimi anni i propri impianti in ben 10 siti produttivi sparsi nel Nord Italia. Nello specifico l'impianto deve essere pronto per la produzione entro 26 settimane di calendario dallo start di progetto (previsto per lunedì 1 ottobre 2018).

Domanda 1

Sulla base delle informazioni fornite in Allegato 1, si crei il piano di progetto e successivamente, analizzando il network mediante l'analisi di cammino critico (CPM), si indichi se questo potrà essere completato entro la data stabilita. Si supponga di lavorare in orario standard (8 ore al giorno per 5 giorni la settimana, dal lunedì al venerdì), che i legami logici tra le attività siano tutti del tipo Finish to Start (FS). Oltre al sabato e alla domenica si considerino inoltre festivi i seguenti giorni del periodo: 1 novembre 2018, 25, 26 e 31 dicembre 2018, 1 gennaio 2019, 22 e 25 aprile 2019, 1 maggio 2019, 15 agosto 2019.

Domanda 2

Partendo dalle informazioni fornite sulle caratteristiche organizzative dell'azienda (Allegato 2) e facendo riferimento agli strumenti di supporto alla pianificazione di progetto, si provveda a identificare le risorse interne da coinvolgere durante ciascuna fase di progetto specificandone ruoli e responsabilità attraverso una valutazione motivata.

Insieme al cronoprogramma sono disponibili alcune informazioni sulle risorse dirette e indirette da coinvolgere, nonché il valore dei diversi contratti da attivare (Allegati 3(a) e 3(b)), fondamentali per stabilire il costo totale di progetto. Nello specifico, il costo delle risorse indirette include tutte le spese di struttura (personale indiretto), dei materiali, dei tool e degli equipment indiretti, mentre il costo dei contratti fa riferimento agli esborsi (collegati a contratti di tipo Lump sum) che dovranno essere effettuati sia per gli acquisti dei materiali diretti di cantiere che per la posa in opera (civile, meccanica ed elettrico-strumentale). Per quanto concerne, invece, le risorse dirette (a eccezione del Project Manager e del suo team per i quali sono riportati gli impegni relativi) sono resi disponibili i soli costi orari di riferimento (Allegato 3(c)), lasciando al candidato la scelta su numero e impegno di ciascuna risorsa coinvolta in riferimento a quanto è stato stabilito in risposta alla Domanda 2.

Domanda 3

Sulla base delle considerazioni appena riportate e in relazione alla pianificazione temporale, si tracci inoltre le curva a S (Early) di budget economico.

Trascorse esattamente 18 settimane (a calendario) dall'inizio del progetto viene fornita una valutazione puntuale sull'avanzamento fisico delle singole attività e delle relative spese, attraverso una serie di indicatori che consentono di fare una valutazione rapida sull'efficacia e efficienza di progetto (Allegato 4).

Domanda 4

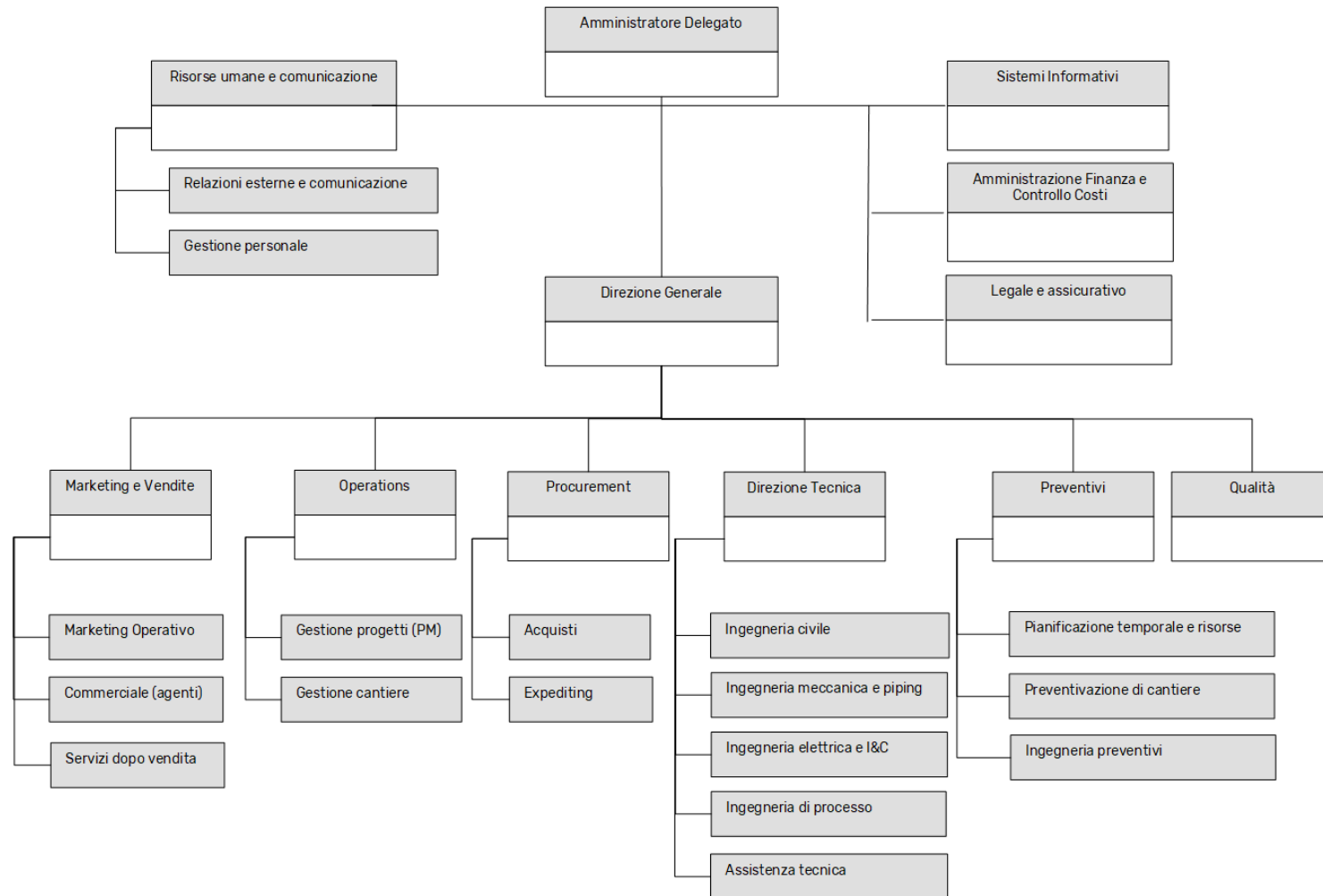
In base alle informazioni fornite si fornisca una valutazione su come sta procedendo il progetto. Sapendo che alcune attività possono essere accelerate, sostenendo però dei costi addizionali (riportati in Allegato 5), che in caso di ritardo di progetto è definita nel contratto una penalità complessiva di 15.000 Euro, mentre è previsto un bonus di 500 Euro per ogni giorno di anticipo sulla fine pianificata di progetto, si valuti se sia consigliabile velocizzare una o più attività di progetto, specificando quale e per quanto tempo. .

Allegato 1: Macro-attività, durate e precedenze

	Item	Descrizione Attività	Durata (giorni)	Precedenze (Legami FS)
	A	Progettazione		
A	0	Firma del contratto	----	----
A	1	Progettazione di processo	15	A0
A	2	Progettazione opere civili	30	A0
A	3	Progettazione meccanica	25	A0
A	4	Progettazione piping	20	A1; A2; A3
A	5	Progettazione elettro-strumentale	20	A0
	B	Opere civili		
B	0	Apertura del cantiere	0	A2
B	1	Preparazione area	10	B0
B	2	Fondazioni	20	B1
B	3	Strutture civili e carpenteria	20	B2
B	4	Clean condition sala quadri elettrici	15	B3
B	5	Lavori di finitura	15	B3
	C	Forniture meccaniche		
C	1	Strutture meccaniche ausiliarie	25	A2
C	2	Apparecchiature	25	A3
C	3	Piping area 1	20	A4
C	4	Piping area 2	30	A4
	D	Forniture elettriche e I&C		
D	1	Trasformatori, quadri e MCC	40	A5
D	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	15	A4;A5
D	3	Strumentazione di campo e cavi	30	A5

	Item	Descrizione Attività	Durata (giorni)	Precedenze (Legami FS)
	E	Montaggi meccanici		
E	0	Inizio montaggi meccanici	0	B3
E	1	Strutture meccaniche ausiliarie	20	E0;C1
E	2	Apparecchiature	15	E0;C2
E	3	Piping area 1	20	E0;C3
E	4	Piping area 2	10	E0;C4
E	5	Completamento lavori meccanici	15	E1;E2;E3;E4
	F	Montaggi elettro-strumentali		
F	0	Inizio montaggi elettro-strumentali	0	B4
F	1	Trasformatori, quadri e MCC	15	F0;D1
F	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	15	F0;D2
F	3	Strumentazione di campo e cavi	10	F0;D3
F	4	Completamento lavori elettro-strumentali	10	F1;F2;F3
	G	Test finali		
G	1	Flussaggi e soffiature	5	E3; E4
G	2	Prove di carico a vuoto	5	E1;E2;E3;E4
G	3	Certificato di accettazione impianto	5	B5;E5;F4;G1;G2

Allegato 2: Organigramma aziendale (azienda Alpha)



Allegato 3 (a): Macro-attività, risorse dirette, indirette e valore dei contratti

	Item	Descrizione Attività	Risorse Dirette	Risorse indirette (*)	Contratti (**)
	A	Progettazione			
A	0	Firma del contratto	----	-----	-----
A	1	Progettazione di processo	Prevedere l'intervento di un progettista per l'intera durata dell'attività	50 Euro / giorno	-----
A	2	Progettazione opere civili	Prevedere l'intervento di un progettista per l'intera durata dell'attività	35 Euro / giorno	-----
A	3	Progettazione meccanica	Prevedere l'intervento di un progettista per l'intera durata dell'attività	20 Euro / giorno	-----
A	4	Progettazione piping	Prevedere l'intervento di un progettista per l'intera durata dell'attività	25 Euro / giorno	-----
A	5	Progettazione elettro-strumentale	Prevedere l'intervento di un progettista per l'intera durata dell'attività	25 Euro / giorno	-----
	B	Opere civili			
B	0	Apertura del cantiere	-----	-----	-----
B	1	Preparazione area	-----	100 Euro / giorno	7.500 Euro
B	2	Fondazioni	-----	25 Euro / giorno	21.000 Euro
B	3	Strutture civili e carpenteria	-----	25 Euro / giorno	18.000 Euro
B	4	Clean condition sala quadri elettrici	-----	40 Euro / giorno	750 Euro
B	5	Lavori di finitura	-----	40 Euro / giorno	4.500 Euro
	C	Forniture meccaniche			
C	1	Strutture meccaniche ausiliarie	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	30 Euro / giorno	12.000 Euro
C	2	Apparecchiature	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	40 Euro / giorno	40.000 Euro
C	3	Piping area 1	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	15 Euro / giorno	10.000 Euro
C	4	Piping area 2	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	30 Euro / giorno	7.500 Euro
	D	Forniture elettriche e I&C			
D	1	Trasformatori, quadri e MCC	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	10 Euro / giorno	11.000 Euro
D	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	20 Euro / giorno	9.000 Euro
D	3	Strumentazione di campo e cavi	Prevedere la presenza di un buyer/expediter per l'intera durata dell'attività	25 Euro / giorno	3.000 Euro

Allegato 3 (b): Macro-attività, risorse dirette, indirette e valore dei contratti

	Item	Descrizione Attività	Risorse Dirette	Risorse indirette (*)	Contratti (**)
	E	Montaggi meccanici			
E	0	Inizio montaggi meccanici	-----	-----	-----
E	1	Strutture meccaniche ausiliarie	-----	50 Euro / giorno	15.000 Euro
E	2	Apparecchiature	-----	100 Euro / giorno	9.000 Euro
E	3	Piping area 1	-----	50 Euro / giorno	10.000 Euro
E	4	Piping area 2	-----	100 Euro / giorno	6.000 Euro
E	5	Completamento lavori meccanici	-----	100 Euro / giorno	3.000 Euro
	F	Montaggi elettro-strumentali	-----		
F	0	Inizio montaggi elettro-strumentali	-----	-----	-----
F	1	Trasformatori, quadri e MCC	-----	100 Euro / giorno	12.000 Euro
F	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	-----	100 Euro / giorno	9.000 Euro
F	3	Strumentazione di campo e cavi	-----	100 Euro / giorno	6.000 Euro
F	4	Completamento lavori elettro-strumentali	-----	50 Euro / giorno	2.000 Euro
	G	Test finali			
G	1	Flussaggi e soffiature	-----	100 Euro / giorno	4.000 Euro
G	2	Prove di carico a vuoto	-----	100 Euro / giorno	8.000 Euro
G	3	Certificato di accettazione impianto	-----	-----	-----

(*) includono tutti i costi di struttura (personale indiretto), materiali, tool, ed equipment indiretti

(**) contratti Lump sum sia per gli acquisti dei materiali diretti che per la posa in opera (civile, meccanico ed elettrico-strumentale)

	PM	Project Management	Risorse Dirette	Risorse indirette (*)	Contratti (**)
PM	1	Project Manager	Per l'intera durata del progetto al 50% della propria disponibilità	-----	-----
PM	2	Controllo costi e avanzamento	Per l'intera durata del progetto al 50% della propria disponibilità	-----	-----
PM	3	Responsabile di cantiere	Per l'intera durata del cantiere al 50% della propria disponibilità	-----	-----

Allegato 3 (c): Informazioni aggiuntive

Giorni lavorativi settimanali:	5 (dal lunedì al venerdì)
Ore lavorative giornaliere:	8

Costo orario risorse dirette

– PM	50 Euro /ora
– Responsabile di cantiere	50 Euro /ora
– Controllo costi	50 Euro /ora
– Progettista processo	40 Euro /ora
– Progettista civile	40 Euro /ora
– Progettista meccanico	40 Euro /ora
– Progettista piping	40 Euro /ora
– Progettista elettro-strumentale	40 Euro /ora
– Buyer / Expediter	30 Euro /ora

Costo orario altre risorse (non espressamente indicate nel testo)

– Area marketing e vendite	35 Euro /ora
– Area Qualità	35 Euro /ora
– Area Preventivi	35 Euro /ora
– Area Sistemi informativi	40 Euro /ora
– Area risorse umane	40 Euro /ora
– Area legale e assicurativo	40 Euro /ora

Allegato 4: Avanzamento di progetto (scenario al termine della 18° settimana di attività)

	Item	Descrizione Attività	Avanzamento fisico	Costi sostenuti (€uro)
	A	Progettazione		
A	0	Firma del contratto	100%	0
A	1	Progettazione di processo	100%	5.000
A	2	Progettazione opere civili	100%	5.000
A	3	Progettazione meccanica	100%	3.500
A	4	Progettazione piping	100%	2.200
A	5	Progettazione elettro-strumentale	100%	2.200
	B	Opere civili		
B	0	Apertura del cantiere	100%	0
B	1	Preparazione area	100%	11.000
B	2	Fondazioni	100%	25.000
B	3	Strutture civili e carpenteria	100%	15.500
B	4	Clean condition sala quadri elettrici	33%	600
B	5	Lavori di finitura	33%	700
	C	Forniture meccaniche		
C	1	Strutture meccaniche ausiliarie	100%	12.000
C	2	Apparecchiature	100%	40.000
C	3	Piping area 1	100%	12.000
C	4	Piping area 2	100%	13.000
	D	Forniture elettriche e I&C		
D	1	Trasformatori, quadri e MCC	88%	20.000
D	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	100%	10.000
D	3	Strumentazione di campo e cavi	83%	3.000

	Item	Descrizione Attività	Avanzamento fisico	Costi sostenuti (€uro)
	E	Montaggi meccanici		
E	0	Inizio montaggi meccanici	100%	0
E	1	Strutture meccaniche ausiliarie	75%	10.000
E	2	Apparecchiature	67%	6.500
E	3	Piping area 1	50%	5.000
E	4	Piping area 2	50%	4.000
E	5	Completamento lavori meccanici	0%	0
	F	Montaggi elettro-strumentali		
F	0	Inizio montaggi elettro-strumentali	0%	0
F	1	Trasformatori, quadri e MCC	0%	0
F	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	0%	0
F	3	Strumentazione di campo e cavi	0%	0
F	4	Completamento lavori elettro-strumentali	0%	0
	G	Test finali		
G	1	Flussaggi e soffiature	0%	0
G	2	Prove di carico a vuoto	0%	0
G	3	Certificato di accettazione impianto	0%	0

	PM	Project Management		
PM	1	Project Management	72%	23.500
PM	2	Controllo costi e avanzamento	72%	23.300
PM	3	Attività cantiere	63%	14.400

Allegato 5: Accelerazione delle attività

	Item	Descrizione Attività	Durata Normale	Durata Crash	Costo Normale		Costo Crash	
					<i>Indiretti</i>	<i>Contratti</i>	<i>Indiretti</i>	<i>Contratti</i>
B	4	Clean condition sala quadri elettrici	15 giorni	10 giorni	40 Euro / giorno	750 Euro	150 Euro / giorno	3.000 Euro
F	1	Trasformatori, quadri e MCC	15 giorni	10 giorni	100 Euro / giorno	12.000 Euro	250 Euro / giorno	15.000 Euro
F	2	Cavi / passerelle e materiale bulk	15 giorni	10 giorni	100 Euro / giorno	9.000 Euro	250 Euro / giorno	14.000 Euro
F	3	Strumentazione di campo e cavi	10 giorni	5 giorni	100 Euro / giorno	6.000 Euro	600 Euro / giorno	9.000 Euro
F	4	Completamento lavori elettro-strumentali	10 giorni	5 giorni	50 Euro / giorno	2.000 Euro	240 Euro / giorno	6.500 Euro

TEMA 4

La società MoniToro spa è suddivisa in 5 principali funzioni: Produzione, Controllo Qualità, Servizio Informativo, Gestione del Personale e l'Amministrazione, che accorpa anche la funzione Commerciale.

I componenti dei Monitor per impianti di video sorveglianza vengono acquistati da terzi e poi assemblati con le matrici LCD, di cui la società stessa possiede il brevetto: in particolare il costo unitario delle materie prime e dei componenti iniziali è pari a 12 euro per il modello M1 e 18 euro per il modello M2.

Per l'assemblaggio sono impiegati 10 operai specializzati dal costo unitario annuo di 27.000 euro e un robot programmabile collegato ad un PC di comando dal costo di acquisto di 1M euro ed ammortamento in cinque anni a quote costanti (vita residua 2 anni).

Per l'assemblaggio unitario del modello M1 occorre un tempo minore del 40% rispetto al tempo dedicato all'assemblaggio unitario del modello M2. I costi di setup tra i due modelli nell'ultimo anno sono stati pari a 25.000 euro.

La funzione Controllo Qualità effettua un controllo sul 100% della produzione e poi provvede a recuperare i pezzi dei monitor trovati difettosi. Per svolgere questa funzione sono necessari 2 operai dal costo unitario annuo di 25.000 euro (cui va aggiunto 3.000 euro di accantonamento TFR) ed un macchinario dal costo di acquisto di 100.000 euro e ammortamento in 5 anni a quote costanti. La seguente tabella riporta per ciascun modello i coefficienti di assorbimento unitario medio di risorse per le operazioni di controllo qualità e del recupero dei pezzi difettosi. Lo scorso anno le percentuali di difettosità al controllo sono state pari al 3% per il modello M1 e al 6% per il modello M2.

	Modello M1	Modello M2
Controllo qualità	1	1,5
Recupero difettosità	5	10

La funzione Sistema Informativo ha il compito di sviluppare e supportare le altre funzioni aziendali, nonché mantenere la rete interna aziendale. Tale funzione è composta da 4 periti in informatica dal costo unitario annuo di 30.000 euro che utilizzano un server dal costo di acquisto di 100.000 euro e ammortamento in 5 anni a rate costanti.

Il costo di questa funzione va allocato sulle altre in base a dei coefficienti ottenuti da interviste dirette sul campo i cui risultati sono riportati nella seguente tabella:

	Produzione	Controllo qualità	personale	Amministrazione
% di assorbimento di risorse	35%	25%	20%	20%

La funzione Gestione del Personale è composta da due persone che hanno il compito di selezionare nuovi addetti e di organizzare corsi di formazione e di aggiornamento dal costo unitario annuo di 26.000 euro. Il costo di questa funzione di supporto va allocato sulle altre utilizzando come base di allocazione il numero di persone impiegate nelle rispettive funzioni aziendali.

La funzione Amministrazione è composta da 7 persone comprese segretarie, addetti al commerciale e Direttore Generale, ing. Vanni, con un costo complessivo annuo di 200.000 euro. I costi di tale funzione vanno distribuiti sui singoli prodotti in modo proporzionale a tutti gli altri costi sostenuti.

La brevettazione delle matrici LCD è costata 25.000 euro ed ha una durata di 10 anni (a rate costanti), oltre a questo costo fisso iniziale il costo di mantenimento del brevetto è pari a 5.000 euro all'anno. I costi di brevettazione vanno suddivisi in modo uniforme sui singoli prodotti indipendentemente dal modello.

Sapendo che lo scorso anno i volumi produttivi e di vendita sono stati di 10.000 per il modello M1 e di 7.400 per il modello M2, si calcoli il costo unitario dei singoli modelli utilizzando i principi dell'Activity Based Costing, per i ribaltamenti si utilizzi il metodo del reciproco.

Parte B

Si calcolino il costo medio ponderato del capitale (WACC) ed il cost of equity (k_e) della Monitoro secondo il modello del CAPM, sapendo che:

- Il leverage ratio (D/E) della società è pari a 3x
- L'aliquota Ires è pari al 24%
- Il tasso dell'ultimo finanziamento a medio termine sottoscritto dalla società è stato pari al 2,6%
- il rendimento annuo di un BTP a 5 anni è pari all'1,8%
- l'andamento del FTSE nell'ultimo anno è stato pari a 6,1%
- il Beta Levered del principale competitor italiano quotato è pari a 2 (Leverage ratio competitor: 1,7x)

Parte C

Il direttore generale della Monitoro sta valutando l'opportunità di sostituire l'impianto di assemblaggio che limita la capacità produttiva dell'impresa. Per questo ha predisposto, con l'aiuto di un consulente esterno, un piano di investimento a cinque anni con le seguenti caratteristiche:

- Acquisto di un nuovo impianto di assemblaggio semi-automatizzato per 1.100.000 euro (anno 0) e contestuale cessione a 500.000 euro di quello vecchio attualmente in uso. Il nuovo impianto verrà messo in opera dall'anno 1 e ammortizzato su 5 anni a rate costanti.
- Il nuovo impianto ha una capacità produttiva ampiamente in grado di fronteggiare la domanda del mercato. In particolare, si stima la stessa domanda rispetto a quella dell'anno 0 per il primo biennio d'investimento e un aumento del 40% sia su M1 che su M2 per l'ultimo triennio.

- L'aumento dell'attività produttiva viene sostenuto con l'assunzione di operai specializzati per un costo annuo di 60.000 euro di cui il 15% è a titolo di TFR (si ipotizzi che gli operai si licenzino alla fine dell'anno 5).
- Il nuovo impianto dà luogo ad un aumento dei costi di manutenzione di 10.000 euro annui durante la vita dell'investimento.
- Il prezzo di vendita delle 2 tipologie di monitor è previsto pari al budget dell'anno 0 per i prossimi cinque anni così come il costo unitario delle materie prime.

Prezzo unitario del modello M1	75€
Costo unitario materie prime e componenti iniziali modello M1	13€
Prezzo unitario del modello M2	100€
Costo unitario materie prime e componenti iniziali modello M2	15€

- Il costo della consulenza è stato di 8.000 euro interamente spesi nell'anno 0.
- Alla fine del periodo di investimento il nuovo impianto di assemblaggio sarà tecnologicamente obsoleto e da rottamare. Le spese previste per la rottamazione sono pari a 100.000 euro. Tale importo sarà liquidato per intero alla fine dell'anno 5 ma si prevede di accantonare a bilancio durante la vita dell'impianto un importo di 20.000 euro annui, riconosciuto dal fisco come costo di esercizio.

Sapendo che l'aliquota d'imposta è mediamente pari al 28% del reddito imponibile, si valuti se alla MoniToro conviene o meno effettuare l'investimento attraverso il criterio del valore attuale netto ed eventualmente se ne determini il periodo di recupero in mesi. Per il costo del capitale si consideri quanto calcolato al punto precedente.

Si illustri come cambierebbero la risposta al punto precedente se il piano di investimento prevedesse che il 15% del fatturato venga incassato nell'esercizio successivo.

Parte D

Anche per finanziare l'investimento del nuovo impianto produttivo in India, l'assemblea degli azionisti della holding GirafVision che controlla la MoniToro ha deliberato un aumento di capitale offrendo:

- 3 azioni ordinarie ogni 4 azioni ordinarie possedute (al prezzo unitario di 1,3 €)
- 2 azioni risparmio ogni 4 azioni risparmio possedute (al prezzo unitario di 0,3 €)

Sapendo che il capitale della società è composto da 1,2 milioni di azioni ordinarie e 0,7 milioni di azioni risparmio, si determini la raccolta di capitale effettuata nel corso dell'operazione, il prezzo ex teorico delle azioni e il valore dei diritti. Si evidenzino inoltre gli eventuali trasferimenti di ricchezza previsti fra diverse categorie di azionisti.

Il candidato faccia uso degli strumenti analitici che conosce e formuli le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie per lo svolgimento della prova.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICO-PROGETTUALE SEZ. A

SETTORE CIVILE AMBIENTALE

Al Candidato è richiesto di svolgere uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il candidato, in riferimento ad un edificio multipiano promiscuo terziario e civile abitativo (5 piani fuori terra+1 interrato) in zona sismica 3, sviluppi le piante del piano interrato, terra e di un piano tipo, proponendo 2 o 3 alloggi di differenti dimensioni o numero di vani per piano, in scala 1:100, complete di indicazione delle funzioni, degli impianti fissi, degli arredi essenziali, delle misure di massima e delle strutture.

La composizione e le dimensioni sono libere ed a discrezione del candidato, nel quadro di riferimento dei limiti imposti. Il candidato faccia riferimento ad un linguaggio architettonico e paesaggistico possibilmente attuale e moderno.

Elaborati richiesti:

- planimetria completa del lotto, percorsi, verde di arredo, scala 1:1000 (o 1:500);
- schemi funzionali-distributivi;
- piante, scala 1:100 (o 1:200), quotate in modo essenziale, complete di indicazione delle funzioni, della posizione delle strutture e dei principali arredi funzionali;
- sezione in scala 1:100 (o 1:200)
- indicazione degli impianti adottati e dei materiali impiegati in funzione della richiesta di elevare l'edificio a NZEB.

Si ricorda: tutte le soluzioni adottate debbono rispettare il Regolamento Igienico Sanitario ATS, le norme relative all'abbattimento delle barriere architettoniche, le norme di sicurezza, VV.F., ... etc.

La valutazione della prova d'esame terrà conto:

- dei contenuti, delle soluzioni funzionali compositive e strutturali adottate,
- della rappresentazione chiara, corretta ed espressiva.
- dell'organizzazione degli elaborati.

TEMA 2

Si consideri di voler realizzare in un lotto di terreno pianeggiante un comparto avente destinazione residenziale. Il lotto, avente le dimensioni di m. 100 x 260, è confinante sul lato maggiore con una strada comunale da realizzare ed urbanizzare, e la sua edificazione è regolata dai seguenti parametri urbanistici ed edilizi:

Indice di fabbricabilità fondiaria (slp/SF)*	If = 0,4 m ² /m ²
Altezza massima consentita dell'edificio sotto gronda	H _{max} = 9,5 m (max 3 piani fuori terra)
Rapporto di copertura	Rc = 0.40 max
Distanze dai confini	Dc = 5 m
Distanze tra nuovi fabbricati	Df = 10 m

(* slp: sup. lorda di pavimento; SF: sup. fondiaria)

Il candidato definisca le richieste di un ipotetico committente e sviluppi un progetto urbanistico, nel rispetto della normativa vigente.

Il candidato dovrà produrre i seguenti elaborati:

- una tavola di azzonamento, in scala adeguata, nella quale sono indicati i seguenti contenuti: la viabilità principale di accesso al comparto, i contorni edificatori differenziati in relazione all'indice di fabbricazione e le aree per i servizi distinte per tipologia (verde pubblico attrezzato e parcheggio pubblico);
- una tavola di dettaglio del progetto urbanistico, in scala adeguata, dove sono indicate: la viabilità interna a ciascun contorno, le tipologie edilizie (con l'indicazione del numero di piani e la verifica delle distanze secondo le indicazioni di legge), le aree per i servizi distinte per tipologia (verde pubblico attrezzato e parcheggio pubblico), il dettaglio dei percorsi pedonali;

Il candidato rediga inoltre:

- considerata un'unità abitativa a scelta, una sezione e le piante quotate di ogni piano, con indicazione delle superfici di ogni ambiente, tenendo in considerazione le prescrizioni delle normative vigenti;
- la descrizione dello schema della maglia strutturale dell'edificio, compatibile con la soluzione di distribuzione planimetrica e volumetrica adottata.

Inoltre il candidato sviluppi una proposta di massima per quanto attiene la strada comunale da realizzare e le opere di urbanizzazione primaria. In particolare si producano:

- tavola di progetto (dettaglio in scala adeguata) delle reti tecnologiche di urbanizzazione primaria e degli spazi per la viabilità, per la sosta e per la mobilità pedonale e ciclabile;
- un calcolo di massima dei costi delle opere di urbanizzazione relative ad acquedotto, fognatura ed illuminazione pubblica, ipotizzando rispettivamente un costo unitario di 170 euro/m, 400 euro/m, 1.200 euro a punto luce.

TEMA 3

È data la pianta architettonica del piano tipo di un parcheggio di 4 piani fuori terra e un piano interrato, con copertura piana non accessibile, per un totale di 5 livelli di parcheggio coperto. Il parcheggio sarà costruito in un comune della provincia di Bergamo.

Ai fini delle ipotesi di calcolo si consideri:

- Azioni da neve: zona I, altitudine 300 m s.l.m.
- Azioni del vento: zona I, altitudine 300 m s.l.m., sito topograficamente pianeggiante, classe di rugosità B.
- Azioni sismiche: SLV, PGA = 0.15 g, F0 = 2.5, Tc*=0.25, categoria suolo B.
- Il suolo interessato dalle fondazioni è caratterizzato da parametri geotecnici tali da escludere cedimenti differenziali, per pressioni medie massime in condizioni di esercizio al di sotto di 0.3 MPa.
- Il candidato ipotizzi le caratteristiche di progetto non espressamente indicate in precedenza.

Il candidato, dopo aver scelto la tipologia costruttiva, sviluppi i seguenti punti:

1. Disposizione dei posti auto all'interno delle aree designate e schema della maglia strutturale per i carichi statici compatibile con le esigenze distributive (scala 1:300).
2. Distribuzione qualitativa degli elementi strutturali atti a contrastare le forze orizzontali (vento, sisma...) giustificandone la scelta e la posizione.
Valutazione delle azioni e delle sollecitazioni basata su metodi di calcolo semplificati (e giustificati) di una trave continua, un pilastro e della relativa fondazione.
3. Pre-dimensionamento (dimensioni della sezione, armatura longitudinale, armatura trasversale) degli elementi strutturali di cui al punto precedente.
Ai fini dello svolgimento di questo punto è possibile considerare il comune in cui sorgerà il fabbricato in zona sismica 4
4. Verifica in accordo alla normativa vigente della sezione più sollecitata della trave di spina (SLE - SLU) e di un pilastro interno (SLU).
5. Si svolga il dimensionamento e la verifica della zona critica (o zone critiche) di un elemento strutturale sismo-resistente.

NB

Ogni ipotesi di calcolo e assunzione effettuata dal candidato deve essere debitamente indicata e giustificata.

PIANTA PIANO TIPO

Scala 1:300 – Area tratteggiata identifica la zona adibita ai parcheggi

