



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere – Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 1 – Sicurezza e Protezione Civile**

In un CED è prevista, ai fini della sicurezza antincendio, l'installazione di un sistema di controllo incendi (rivelazione fumi) realizzato con sensori ottici. A causa di ampliamenti del compartimento ospitante il CED, l'impianto di rivelazione è stato realizzato in fasi successive con sensori provenienti da tre differenti forniture (**a**, **b** e **c**) aventi probabilità di guasto dichiarate (fornitura a:  $p_a = 4.0 \cdot 10^{-4}$ ; fornitura b:  $p_b = 2.0 \cdot 10^{-3}$ ; fornitura c:  $p_c = 9.0 \cdot 10^{-4}$ ). La composizione percentuale è nota: fornitura **a** = 28%, fornitura **c** = 36%.

Il tempo di ritorno dell'evento iniziatore (incendio) è pari a:  $T(EI) = 5.0 \cdot 10^2$  [anno]

Rispetto all'attivazione efficace del sistema di controllo incendi è richiesto, per ogni posizione del focolaio interna alle aree d'influenza dei singoli sensori (raggio di copertura assegnato) e sul contorno delle aree stesse, il funzionamento di **almeno uno** dei rivelatori attivi.

Il rischio incendio può essere valutato rappresentando attraverso un modello “Event Tree Analysis” l’evoluzione del flusso del pericolo sulla base seguenti delle indicazioni.

Per la probabilità dell'evento iniziatore si assuma la condizione di equiprobabilità rispetto alla posizione del focolaio d'incendio nell'area del CED. Ciò comporta che il focolaio d'incendio possa innescarsi in qualsiasi punto dell'area con la medesima probabilità.

Gli eventi esaminati per la rappresentazione dell'ETA sono di seguito indicati:

- Sistema di controllo (rivelazione) incendio (di seguito **Sottosistema 1**);
- Sistema di spegnimento (di seguito **Sottosistema 2**), dipendente dal sistema di rivelazione;
- Evacuazione (fuga degli addetti) dipendente dai sistemi 1 e 2 (di seguito **Sottosistema 3**).

Per l'attribuzione delle probabilità di funzionamento del sistema di spegnimento, si consideri:

- la probabilità di corretto funzionamento del sistema di spegnimento, condizionata all'attivazione manuale dello stesso (in caso di mancato funzionamento del sistema di rivelazione), assegnata:  $P(E_2 | \bar{E}_1) = 10^{-2} \cdot P(E_2 | E_1)$
- la probabilità di malfunzionamento del sistema di spegnimento, condizionata dal corretto funzionamento del sistema di rivelazione dell'incendio, è  $P(\bar{E}_2 | E_1) = 1.35 \cdot 10^{-3}$ ;

Ai fini della valutazione dell'efficacia dell'evacuazione (capacità degli addetti di raggiungere un “luogo sicuro” rispetto alla pianificazione dell'emergenza predisposta nel laboratorio) si consideri che l'evento è condizionato dalla risposta dei sottosistemi preposti alla rivelazione e allo spegnimento.

In caso di corretto funzionamento di entrambi i sottosistemi 1 e 2, la probabilità dell'evento “efficacia dell'evacuazione” vale:  $P(E_3 | E_1 \cap E_2) = 8.5 \cdot 10^{-1}$ .

In caso di mancato funzionamento di uno dei due sottosistemi 1 e 2, ai fini della valutazione della probabilità dell'evento “efficacia dell'evacuazione”, in prima approssimazione l'effetto dell'efficacia del sistema di rivelazione dell'incendio si considera equivalente all'effetto dell'efficacia del sistema di spegnimento automatico:

$$P(E_3 | E_1 \cap \bar{E}_2) = P(E_3 | \bar{E}_1 \cap E_2) = 7.5 \cdot 10^{-1}.$$



Infine, in caso di risposta inefficace dei sottosistemi 1 e 2, la probabilità dell'evento “efficacia dell'evacuazione” vale:

$$P(E_3 | \overline{E}_1 \cap \overline{E}_2) = 8.5 \cdot 10^{-3}.$$

Assumendo che:

La presenza di addetti (**Evento 4**) all'interno dell'area di lavoro è determinata dallo svolgimento di due turni lavorativi giornalieri:

- **turno lavorativo: 6.00-14.00** – con  $N = 14$  addetti;
- **turno lavorativo: 12.00-20.00** – con  $N = 10$  addetti;
- **turno lavorativo: 20.00-6.00** – con  $N = 3$  addetti

dove,  $N$  indica il numero di addetti presente all'interno dell'area di lavoro durante il turno.

La **probabilità dell'evento  $\overline{E}_4$**  (presenza di addetti) sia coerentemente attribuita in funzione della durata dei turni (le giornate lavorative annue sono pari a 254).

- 1) **Si calcoli la probabilità di malfunzionamento del sistema di controllo incendio rispetto alle posizioni del focolaio che implicano l'attivazione di uno o più sensori proponendo anche uno schema di rappresentazione.**
- 2) **Si calcoli la probabilità dell'evento  $\overline{E}_4$**
- 3) **Si rappresenti l'albero degli eventi tenuto conto dell'evento iniziatore e dei sottoeventi descritti.**
- 4) **Si valutino le probabilità di fine ramo che caratterizzano l'evoluzione del flusso del pericolo condizionata alla risposta di tutti i sistemi valutati ai punti precedenti. Ai fini della risoluzione dell'albero degli eventi si attribuisca la probabilità di malfunzionamento del sistema di controllo incendi rispetto alla condizione più gravosa tra quelle individuate al punto 1.**

Per l'attribuzione del danno associato agli scenari di fine ramo, si consideri che, in caso di **inefficacia dell'evacuazione** comunque condizionata, l'esito è sempre la morte di tutti gli esposti.

In tutti gli altri casi non si registrano conseguenze per gli esposti.

- 5) **Si calcoli il valore atteso della variabile aleatoria danno  $E[D]$**
- 6) **Si determini la distribuzione retrocumulata  $F(D) = P(D \geq D^*)$  della variabile aleatoria danno.**
- 7) **Si rappresenti la distribuzione retrocumulata su un piano ALARP definendo il criterio di accettabilità del rischio e commentando il risultato.**



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere – Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 2 – Chimica**

40000 kg/h di vapori di pentano, che si trovano alla pressione di 2 atm e alla temperatura di saturazione, pari a 58.0 °C, vanno condensati, utilizzando come refrigerante acqua industriale.

Dimensionare l'apparecchio e valutare le perdite di carico incontrate dai fluidi, commentando criticamente i risultati ottenuti.

<i>Proprietà fisiche</i>	<i>pentano liquido</i>	<i>pentano vapore</i>	<i>acqua industriale</i>
<i>Densità (kg/m<sup>3</sup>)</i>	587	5.67	995
<i>Calore specifico (J/kg°C)</i>	2518	1847	4180
<i>Viscosità (mPa s)</i>	0.182	0.0077	0.77
<i>Conducibilità termica (W/mK)</i>	0.101	0.018	0.62
<i>Calore di vaporizzazione (kJ/kg)</i>	346		

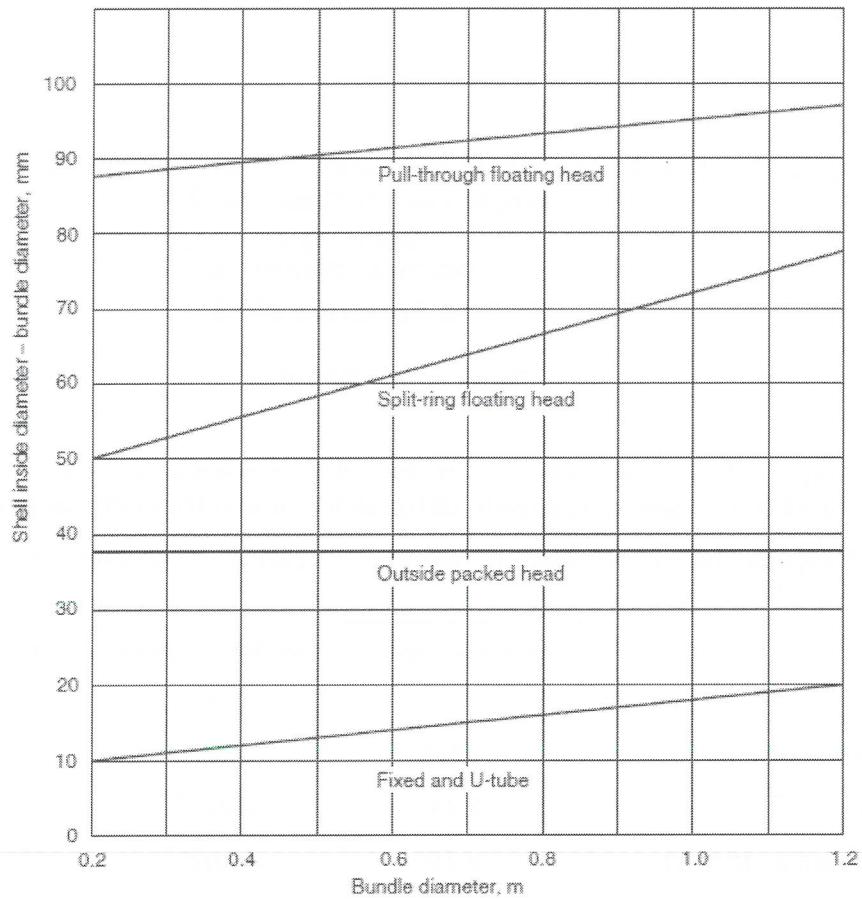


Figure 12.10. Shell-bundle clearance

$$D_b = d_o \left( \frac{N_t}{K_1} \right)^{1/n_1}$$

where  $N_t$  = number of tubes,

$D_b$  = bundle diameter, mm,

$d_o$  = tube outside diameter, mm.

Table 12.4. Constants for use in equation 12.3

Triangular pitch, $p_t = 1.25d_o$				
No. passes	1	2	4	6
$K_1$	0.319	0.249	0.175	0.0743
$n_1$	2.142	2.207	2.285	2.499

### Coefficients for water

$$h_i = \frac{4200(1.35 + 0.02t)u_t^{0.8}}{d_i^{0.2}} \quad (12.17)$$

where  $h_i$  = inside coefficient, for water,  $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ ,

$t$  = water temperature,  $^\circ\text{C}$ ,

$u_t$  = water velocity,  $\text{m/s}$ ,

$d_i$  = tube inside diameter,  $\text{mm}$ .

### 12.10.2. Condensation outside horizontal tubes

Using Kern's method, the mean coefficient for a tube bundle is given by:

$$(h_c)_b = 0.95k_L \left[ \frac{\rho_L(\rho_L - \rho_v)g}{\mu_L \Gamma_h} \right]^{1/3} N_r^{-1/6} \quad (12.50)$$

where  $\Gamma_h = \frac{W_c}{LN_t}$

and  $L$  = tube length,

$W_c$  = total condensate flow,

$N_t$  = total number of tubes in the bundle,

$N_r$  = average number of tubes in a vertical tube row.

$N_r$  can be taken as two-thirds of the number in the central tube row.

### Pressure drop

#### Tube-side

$$\Delta P_t = N_p \left[ 8j_f \left( \frac{L}{d_i} \right) \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-m} + 2.5 \right] \frac{\rho u_t^2}{2} \quad (12.20)$$

where  $\Delta P_t$  = tube-side pressure drop,  $\text{N/m}^2$  (Pa),

$N_p$  = number of tube-side passes,

$u_t$  = tube-side velocity,  $\text{m/s}$ ,

$L$  = length of one tube.

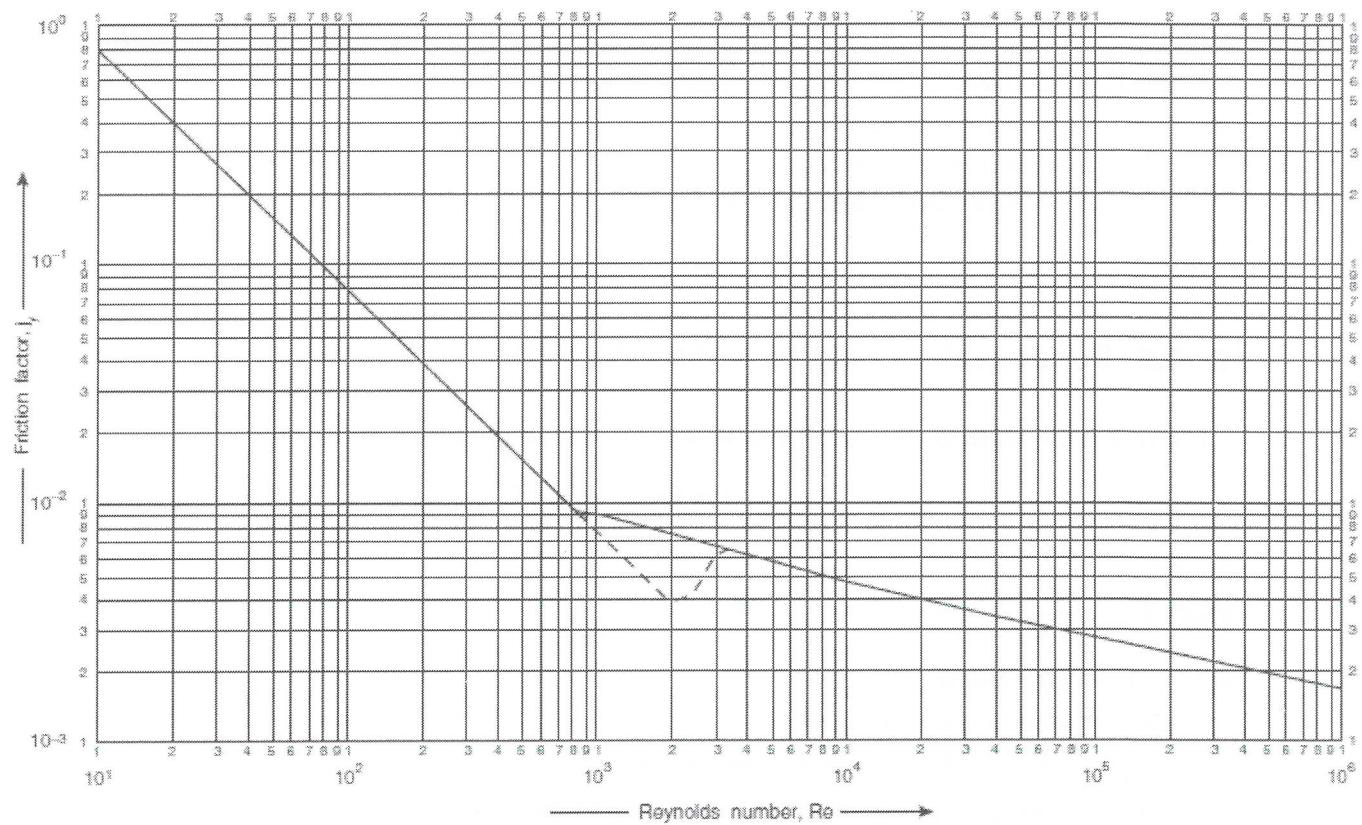


Figure 12.24. Tube-side friction factors

### 12.10.9. Pressure drop in condensers

A common practice is to calculate the pressure drop using the methods for single-phase flow and apply a factor to allow for the change in vapour velocity. For total condensation, Frank (1978) suggests taking the pressure drop as 40 per cent of the value based on the inlet vapour conditions; Kern (1950) suggests a factor of 50 per cent.

$$\Delta P_s = 8j_f \left( \frac{D_s}{d_e} \right) \left( \frac{L}{l_B} \right) \frac{\rho u_s^2}{2} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14} \quad \text{where } L = \text{tube length, } l_B = \text{baffle spacing}$$

$$G_s = \frac{W_s}{A_s}$$

where  $W_s$  = fluid flow-rate on the shell-side, kg/s,  
 $\rho$  = shell-side fluid density, kg/m<sup>3</sup>.

$$u_s = \frac{G_s}{\rho}$$

where  $p_t$  = tube pitch,

$$\frac{(p_t - d_o)D_s l_B}{p_t} = AS$$

$$d_o = \text{tube outside diameter, } m$$

$$D_s = \text{shell inside diameter, } m$$

For an equilateral triangular pitch arrangement:

$$d_e = \frac{4 \left( \frac{p_t}{2} \times 0.87 p_t - \frac{1}{2} \pi \frac{d_o^2}{4} \right)}{\frac{\pi d_o}{2}} = \frac{1.10}{d_o} (p_t^2 - 0.917 d_o^2)$$

de equivalent diameter, m

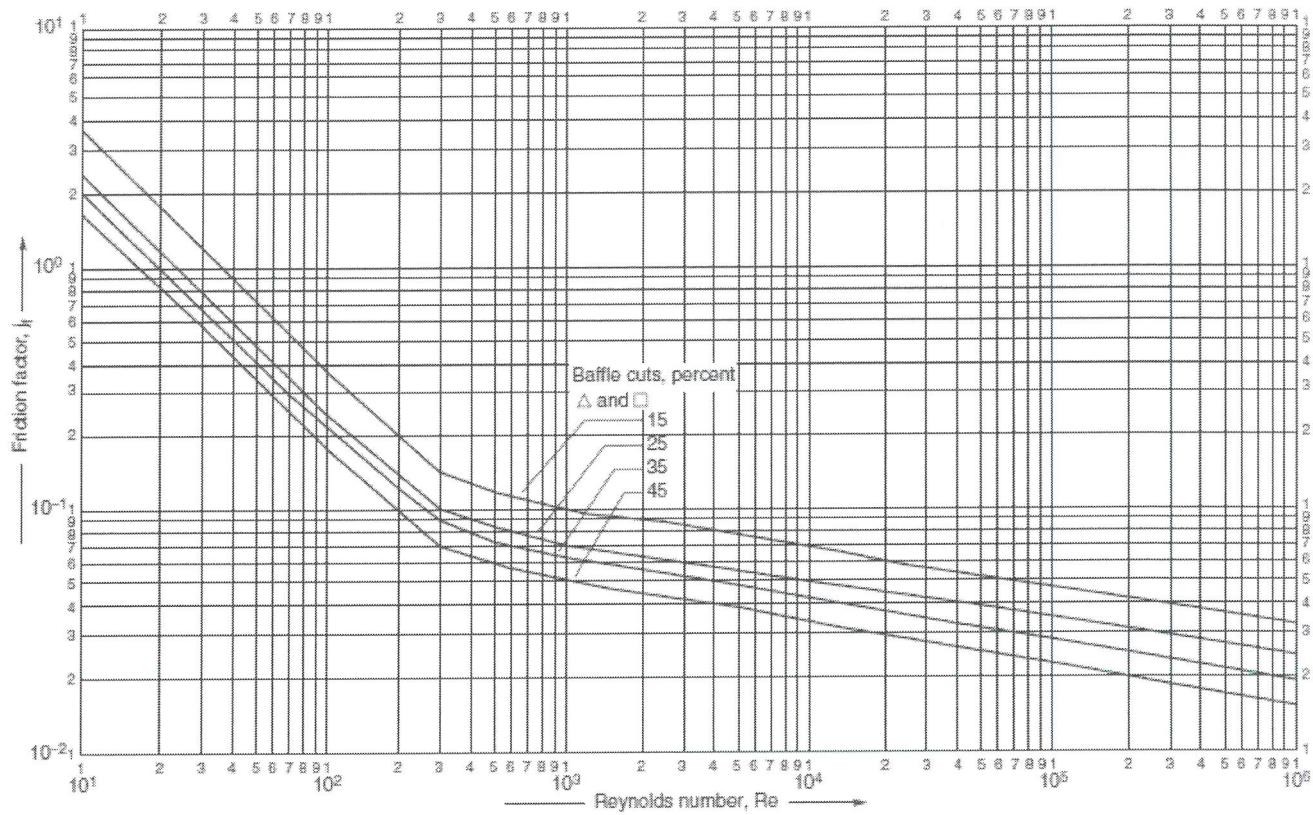


Figure 12.30. Shell-side friction factors, segmental baffles





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

# Sezione A

## PROVA PRATICA

### 16 Febbraio 2018

## Tema n° 3 – Aeronautica/Aerospaziale

## Tema Propulsivo

Un propulsore aeronautico deve fornire una spinta al decollo di 250kN.

Il candidato, indicando il tipo di propulsore che intende adottare e il tipo di componenti che lo costituiscono, effettui un dimensionamento di massima del propulsore e dei suoi principali componenti e determini in particolare il consumo specifico, la portata d'aria e il rendimento termodinamico.

Il candidato consideri poi, che il propulsore in esame verrà utilizzato in una configurazione quadrimotore su un aereo di linea (per un totale di 1000kN). Si dia quindi una stima di massima del peso globale del velivolo al decollo.

Utilizzando tale dato, il candidato valuti inoltre, la possibile velocità e quota di servizio, dia una stima della superficie, dell'apertura alare e del rapporto di rastremazione. Valuti quindi la spinta necessaria in tali condizioni.

Il candidato individua infine tra gli aeromobili a lui noti, i possibili concorrenti.

Duboff  
28 Nov

Ernest —

J. B.  
January



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

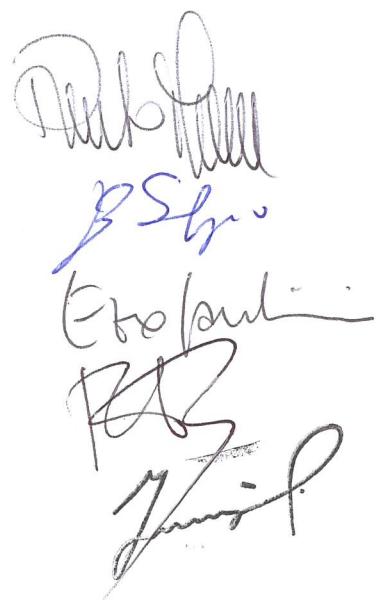
**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 4 – Aeronautica/Aerospaziale**

**Tema di Impianti Aeronautici**

Si progetti un sistema di allerta per i piloti in caso di prossimità del suolo. Il candidato dopo aver indicato i principali requisiti del sistema proposto produca:

- Un diagramma a blocchi funzionali per descrivere i principali componenti del sistema progettato e le loro interconnessioni
- Un diagramma di Markov dell'impianto progettato
- Un diagramma ad albero per la valutazione dei rischi. Si consideri che la probabilità di una rottura con perdita definitiva dell'impianto dovrà essere inferiore a  $10^{-4}$  per ora di volo. Il candidato assegna le probabilità di rottura dei singoli componenti secondo propri criteri.



Handwritten signatures of the examiners, including:

- Prof. G. Sartori





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 5 – Aeronautica/Aerospaziale**

**Tema Strutturale**

Un velivolo da trasporto civile, dal peso totale di 150 t, è in virata corretta con una velocità al vento di 400 Kts, ad una quota di 30000 ft ed angolo di rollio pari a  $20^\circ$ . Assumendo una forma in pianta dell'ala rettangolare con corda media pari a 8 m ed allungamento di 10, ed assumendo ragionevoli ipotesi sul progetto generale del velivolo, determinare:

1. Diagramma delle sollecitazioni di taglio in funzione dell'apertura alare;
2. Diagramma delle sollecitazioni del momento flettente in funzione dell'apertura alare;
3. I valori massimi delle precedenti caratteristiche della sollecitazione ed indicare i relativi margini di sicurezza.

Si effettui inoltre il dimensionamento preliminare del cassone resistente a partire dal precedente stato di sollecitazione. A tale scopo assumere per semplicità il cassone monoconnesso e realizzato in lega d'alluminio e formato da un opportuno numero di correntini di rinforzo, nonché del valore delle relative aree resistenti a trazione/compressione e dello spessore del rivestimento.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 6 – Astronautica/Spaziale**

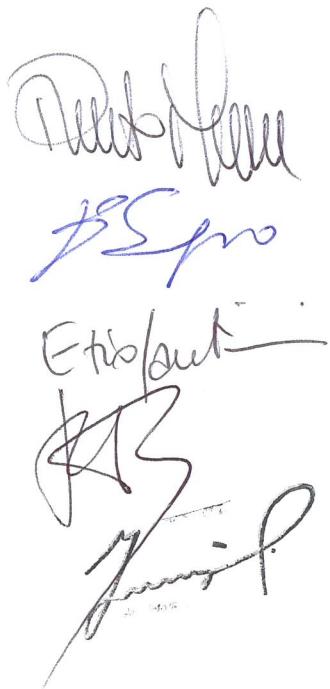
**Tema Propulsivo**

Si consideri un endoreattore a propellente liquido caratterizzato da un carico utile di 1200 kg e da una massa strutturale, escluso il propellente, di 600 kg.

Il candidato progetti una missione che lo porti ad effettuare una prima manovra orbitale con  $\Delta V = 4000$  m/s, quindi una successiva con  $\Delta V = 250$  m/s e quindi una terza con  $\Delta V = 100$  m/s.

Il candidato scelga la combinazione combustibile-ossidante da utilizzare e ne calcoli la quantità necessaria per ciascuna manovra.

Il candidato scelga inoltre opportunamente la temperatura in camera di combustione e il rapporto d'area dell'ugello. Valuti infine l'evoluzione della massa totale da inizio a fine missione.



Handwritten signatures of the examiners, including a blue ink signature and several black ink signatures.





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

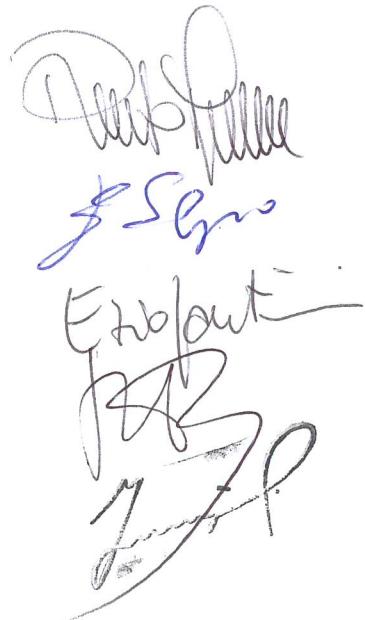
**Tema n° 7 – Astronautica/Spaziale**

**Tema di meccanica del volo spaziale e sistemi spaziali**

Un satellite orbita a 500 km di quota costante su un piano equatoriale. La stazione di Terra per la trasmissione dei dati e la ricezione dei comandi è posta in Kenya a latitudine teorica di  $0^\circ$  e viene utilizzata con angolo di maschera pari a  $10^\circ$ . Supponendo di avere dei pannelli solari con celle a tripla giunzione e con area complessiva di 4 mq, rivolti costantemente verso il Sole nelle fasi illuminate, il candidato determini la potenza disponibile al bus per le operazioni di mantenimento in condizioni operative del satellite. Si consideri che la potenza in trasmissione (esclusivamente utilizzata nei periodi di visibilità della stazione) è pari ad 1/5 della potenza disponibile al bus e che la potenza consumata dal satellite è uguale nelle fasi in eclissi ed illuminata. Si dimensioni anche il pacco batterie necessario per sostenere il satellite nella fase in eclissi. Si indichino valori tipici di efficienza per le celle solari, per i sistemi di distribuzione della potenza e per le batterie in carica e scarica.

Supponendo poi che il satellite, per necessità di missione, debba spostarsi su un'orbita eccentrica tale da avere il perigeo all'interno dell'atmosfera (250 km) e l'apogeo a 800 km, mantenendo il piano orbitale costante, si indichi la sequenza di manovre impulsive necessarie e calcolare il deltaV richiesto.

Il candidato assuma i dati mancanti indicando i motivi delle scelte e non si limiti a indicare i risultati ma descriva il procedimento.







Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 8 – Astronautica/Spaziale**

**Tema Strutturale**

Una piattaforma destinata ad ospitare personale tecnico scientifico ed orbitante intorno la terra, con un'orbita geostazionaria, ha una struttura resistente assimilabile, in prima approssimazione, ad un toro a sezione circolare di raggi 25 [m] e 4[m] rispettivamente. Si determini, adottando le opportune ipotesi semplificative, lo stato di sollecitazione e deformazione elastica della struttura qualora la si realizzasse in lega leggera. Valutare, infine, l'effetto di una paratia di sicurezza sullo stato di sollecitazione e deformazione strutturale.





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 9 – Ingegneria Energetica  
Macchine Elettriche**

Un motore asincrono trifase a 6 poli è alimentato - attraverso un generatore sincrono a 12 poli ed una linea avente resistenza e induttanza di fase rispettivamente pari a  $0.8 \Omega$  e  $1.6 \text{ mH}$  – con tensione 380 V, frequenza 100Hz. Tale motore asincrono rende disponibile una coppia elettromagnetica di 80 Nm ruotando alla velocità di 1900 giri/min, ed è noto che in tale condizione di lavoro le perdite nel ferro sono pari a 1.4 kW, le perdite nell'avvolgimento statorico sono pari a 750 W e ai terminali dell'avvolgimento statorico il fattore di potenza è  $\cos \varphi=0.8$ . Sapendo che il motore è in grado di sviluppare una coppia elettromagnetica massima pari a 3 volte quella di avviamento, determinare la resistenza di fase dell'avvolgimento rotorico, sapendo che a rotore bloccato la reattanza di dispersione di rotore vale  $0.9 \text{ } \Delta$ . Calcolare inoltre l'angolo di carico del generatore sincrono sapendo che le perdite per effetto Joule nel generatore possono ritenersi trascurabili e che l'induttanza sincrona è pari a  $2.2 \text{ mH}$





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 10 – Energetica**

Si consideri un impianto a vapore con pressione massima di 160 bar e temperatura massima del vapore pari a 550°C. Il vapore esausto è condotto ad un condensatore che usa acqua di raffreddamento con temperatura di 15°, la variazione di temperatura massima dell'acqua di raffreddamento è pari a 10°C e la differenza di temperatura di pinch point al condensatore è pari a 10°C.

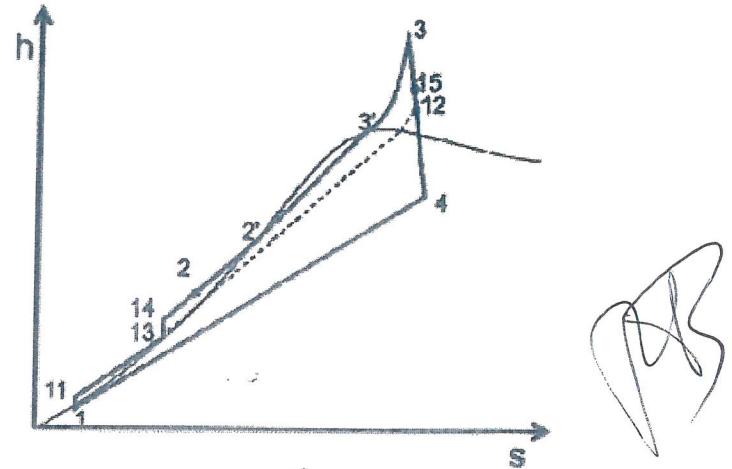
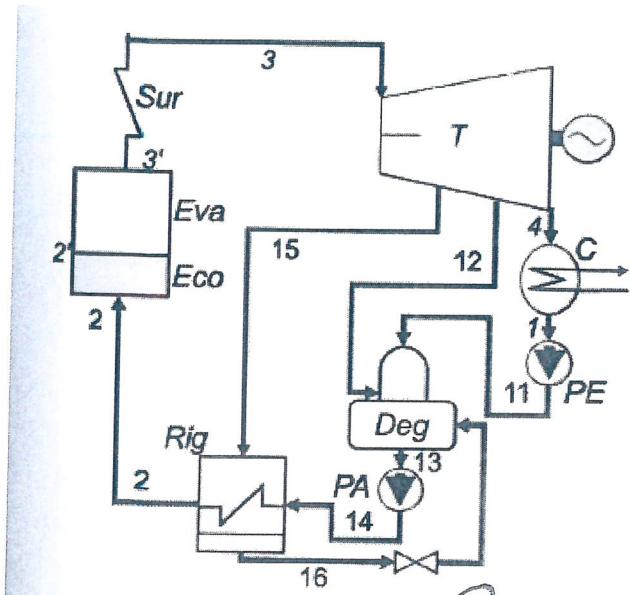
Fra la pompa di estrazione PE e la pompa di alimentazione PA è presente un degasatore alla pressione di 6 bar, alimentato da uno spillamento in turbina.

L'acqua in uscita dal degasatore è preriscaldata ulteriormente prima di entrare in caldaia da un rigeneratore a superficie che presenta un pinch point di 12 °C e un sottoraffreddamento di 40°C. Il rigeneratore è alimentato da uno spillamento della turbina alla pressione di 15 bar.

I rendimenti isoentropici della turbina a vapore nei vari tratti di espansione, a partire dall'ingresso in turbina sono 0.80, 0.82 e 0.82.

Sapendo che la potenza prodotta è uguale a 80 MW, determinare tutti i parametri termodinamici e la portata di vapore.

Si faccia riferimento allo schema in figura e alle tabelle termodinamiche del liquido e del vapore riportate nelle prossime pagine.



*Zanoli* *Etozoli* *Barbella* *B. Sgr*

Tabelle del Liquido/vapore saturo

P bar	T °C	V <sub>cli</sub> m <sup>3</sup> /kg	V <sub>cls</sub> m <sup>3</sup> /kg	h <sub>cli</sub> kJ/kg	h <sub>cls</sub> kJ/kg	s <sub>cli</sub> kJ/kgK	s <sub>cls</sub> kJ/kgK
0.01	6.97	0.00100	129.1833	29.30	2513.68	0.1059	8.9749
0.02	17.50	0.00100	66.9896	73.43	2532.91	0.2606	8.7227
0.03	24.08	0.00100	45.6550	100.99	2544.88	0.3543	8.5766
0.04	28.96	0.00100	34.7925	121.40	2553.71	0.4224	8.4735
0.05	32.88	0.00101	28.1863	137.77	2560.77	0.4763	8.3939
0.06	36.16	0.00101	23.7342	151.49	2566.67	0.5209	8.3291
0.07	39.00	0.00101	20.5252	163.37	2571.76	0.5591	8.2746
0.08	41.51	0.00101	18.0994	173.85	2576.24	0.5925	8.2274
0.09	43.76	0.00101	16.1997	183.26	2580.25	0.6223	8.1859
0.10	45.81	0.00101	14.6706	191.81	2583.89	0.6492	8.1489
0.15	53.97	0.00101	10.0204	225.94	2598.30	0.7548	8.0071
0.20	60.06	0.00102	7.6482	251.40	2608.95	0.8320	7.9072
0.25	64.96	0.00102	6.2034	271.93	2617.45	0.8931	7.8302
0.30	69.10	0.00102	5.2286	289.23	2624.55	0.9439	7.7675
0.35	72.68	0.00102	4.5252	304.25	2630.67	0.9876	7.7146
0.40	75.86	0.00103	3.9931	317.57	2636.05	1.0259	7.6690
0.45	78.71	0.00103	3.5761	329.55	2640.86	1.0601	7.6288
0.50	81.32	0.00103	3.2401	340.48	2645.21	1.0910	7.5930
0.60	85.93	0.00103	2.7318	359.84	2652.85	1.1452	7.5311
0.70	89.93	0.00104	2.3649	376.68	2659.42	1.1919	7.4790
0.80	93.49	0.00104	2.0872	391.64	2665.18	1.2328	7.4339
0.90	96.69	0.00104	1.8695	405.13	2670.31	1.2694	7.3942
1.00	99.61	0.00104	1.6940	417.44	2674.95	1.3026	7.3588
1.10	102.29	0.00105	1.5496	428.77	2679.18	1.3328	7.3268
1.20	104.78	0.00105	1.4284	439.30	2683.06	1.3808	7.2976
1.30	107.11	0.00105	1.3254	449.13	2686.65	1.3867	7.2708
1.40	109.29	0.00105	1.2366	458.37	2689.99	1.4109	7.2460
1.50	111.35	0.00105	1.1594	467.08	2693.11	1.4335	7.2229
1.60	113.30	0.00105	1.0914	475.34	2696.04	1.4549	7.2014
1.80	116.91	0.00106	0.9775	490.67	2701.42	1.4944	7.1620
2.00	120.21	0.00106	0.8857	504.68	2706.24	1.5301	7.1269
2.50	127.41	0.00107	0.7187	535.35	2716.50	1.6072	7.0524
3.00	133.53	0.00107	0.6058	561.46	2724.89	1.6718	6.9916
3.50	138.86	0.00108	0.5242	584.31	2731.97	1.7275	6.9401
4.00	143.61	0.00108	0.4624	604.72	2738.06	1.7766	6.8954
4.50	147.91	0.00109	0.4139	623.22	2743.39	1.8206	6.8560
5.00	151.84	0.00109	0.3748	640.19	2748.11	1.8606	6.8206
6.00	158.83	0.00110	0.3156	670.50	2756.14	1.9311	6.7592
7.00	164.95	0.00111	0.2728	697.14	2762.75	1.9921	6.7070
8.00	170.41	0.00111	0.2403	721.02	2768.30	2.0460	6.6615
9.00	175.36	0.00112	0.2149	742.72	2773.04	2.0944	6.6212
10.00	179.89	0.00113	0.1943	762.68	2777.12	2.1384	6.5850

P bar	T °C	V <sub>cli</sub> m <sup>3</sup> /kg	V <sub>cls</sub> m <sup>3</sup> /kg	h <sub>cli</sub> kJ/kg	h <sub>cls</sub> kJ/kg	s <sub>cli</sub> kJ/kgK	s <sub>cls</sub> kJ/kgK
12.00	187.96	0.00114	0.1632	798.50	2783.77	2.2163	6.5217
14.00	195.05	0.00115	0.1408	830.13	2788.89	2.2839	6.4675
16.00	201.38	0.00116	0.1237	858.61	2792.88	2.3438	6.4200
18.00	207.12	0.00117	0.1104	884.61	2795.99	2.3978	6.3776
20.00	212.38	0.00118	0.0996	908.62	2798.38	2.4470	6.3392
22.00	217.26	0.00119	0.0907	930.98	2800.20	2.4924	6.3040
24.00	221.80	0.00119	0.0832	951.95	2801.54	2.5344	6.2714
26.00	226.05	0.00120	0.0769	971.74	2802.45	2.5738	6.2411
28.00	230.06	0.00121	0.0714	990.50	2803.02	2.6107	6.2126
30.00	233.86	0.00122	0.0667	1008.37	2803.26	2.6456	6.1858
35.00	242.56	0.00123	0.0571	1049.78	2802.74	2.7254	6.1245
40.00	250.36	0.00125	0.0498	1087.43	2800.90	2.7967	6.0697
45.00	257.44	0.00127	0.0441	1122.14	2798.00	2.8613	6.0198
50.00	263.94	0.00129	0.0394	1154.50	2794.23	2.9207	5.9737
55.00	269.97	0.00130	0.0356	1184.92	2789.72	2.9759	5.9307
60.00	275.59	0.00132	0.0324	1213.73	2784.56	3.0274	5.8901
65.00	280.86	0.00134	0.0297	1241.17	2778.83	3.0760	5.8515
70.00	285.83	0.00135	0.0274	1267.44	2772.57	3.1220	5.8146
75.00	290.54	0.00137	0.0253	1292.70	2765.82	3.1658	5.7792
80.00	295.01	0.00138	0.0235	1317.08	2758.61	3.2077	5.7448
85.00	299.27	0.00140	0.0219	1340.70	2750.96	3.2478	5.7115
90.00	303.35	0.00142	0.0205	1363.65	2742.88	3.2866	5.6790
95.00	307.25	0.00144	0.0192	1386.02	2734.38	3.3240	5.6472
100.00	311.00	0.00145	0.0180	1407.87	2725.47	3.3603	5.6159
105.00	314.61	0.00147	0.0170	1429.27	2716.14	3.3956	5.5850
110.00	318.08	0.00149	0.0160	1450.28	2706.39	3.4300	5.5545
115.00	321.44	0.00151	0.0151	1470.95	2696.21	3.4636	5.5243
120.00	324.68	0.00153	0.0143	1491.33	2685.58	3.4965	5.4941
125.00	327.82	0.00155	0.0135	1511.46	2674.49	3.5288	5.4640
130.00	330.86	0.00157	0.0128	1531.40	2662.89	3.5606	5.4339
135.00	333.81	0.00159	0.0121	1551.19	2650.77	3.5920	5.4036
140.00	336.67	0.00161	0.0115	1570.88	2638.09	3.6230	5.3730
145.00	339.45	0.00163	0.0109	1590.51	2624.81	3.6538	5.3422
150.00	342.16	0.00166	0.0103	1610.15	2610.86	3.6844	5.3108
155.00	344.79	0.00168	0.0098	1629.85	2596.22	3.7150	5.2789
160.00	347.36	0.00171	0.0093	1649.67	2580.80	3.7457	5.2463
165.00	349.86	0.00174	0.0088	1669.68	2564.57	3.7765	5.2129
170.00	352.29	0.00177	0.0084	1690.04	2547.41	3.8077	5.1785
175.00	354.67	0.00180	0.0079	1710.76	2529.11	3.8393	5.1428
180.00	356.99	0.00184	0.0075	1732.02	2509.53	3.8717	5.1055
185.00	359.26	0.00188	0.0071	1753.99	2488.41	3.9050	5.0663
190.00	361.47	0.00193	0.0067	1776.89	2465.41	3.9396	5.0246
195.00	363.63	0.00198	0.0063	1801.08	2440.01	3.9762	4.9795
200.00	365.75	0.00204	0.0059	1827.10	2411.39	4.0154	4.9299
205.00	367.81	0.00211	0.0054	1855.90	2378.16	4.0588	4.8736
210.00	369.83	0.00221	0.0050	1889.40	2337.54	4.1093	4.8062

## Tabelle del vapore

P(bar)	1.00			5.00			10.00					
	T <sub>sat</sub>	v	h	s	T <sub>sat</sub>	v	h	s	T <sub>sat</sub>	v	h	s
°C	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kgK	°C	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kgK	°C	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kgK	
CLU	0.00104	417.44	1.3026	0.00109	540.19	1.8606	0.00113	762.88	2.1384			
CLS	1.69402	2674.95	7.3588	0.37480	2748.11	6.8206	0.19435	2777.12	6.5850			
0.01	0.00100	0.10	0.0000	0.00100	0.51	0.0000	0.00100	1.02	0.0001			
10	0.00100	42.12	0.1511	0.00100	42.51	0.1510	0.00100	42.98	0.1510			
20	0.00100	84.01	0.2955	0.00100	84.39	0.2964	0.00100	84.86	0.2963			
30	0.00100	125.83	0.4368	0.00100	126.20	0.4366	0.00100	126.65	0.4365			
40	0.00101	167.62	0.5724	0.00101	167.98	0.5722	0.00101	168.42	0.5720			
50	0.00101	209.41	0.7038	0.00101	209.76	0.7036	0.00101	210.19	0.7033			
60	0.00102	251.22	0.8312	0.00102	251.56	0.8310	0.00102	251.98	0.8307			
70	0.00102	293.07	0.9550	0.00102	293.40	0.9547	0.00102	293.81	0.9544			
80	0.00103	334.99	1.0754	0.00103	335.31	1.0751	0.00103	335.71	1.0748			
90	0.00104	376.99	1.1926	0.00104	377.30	1.1923	0.00104	377.69	1.1920			
100	1.69595	2675.77	7.3610	0.00104	419.40	1.3067	0.00104	419.77	1.3063			
110	1.74482	2696.32	7.4154	0.00105	461.62	1.4184	0.00105	461.99	1.4179			
120	1.79324	2716.61	7.4676	0.00106	504.00	1.5275	0.00106	504.35	1.5271			
130	1.84132	2736.72	7.5181	0.00107	546.54	1.6344	0.00107	546.88	1.6339			
140	1.88913	2756.70	7.5571	0.00108	589.29	1.7381	0.00108	589.61	1.7386			
150	1.93573	2776.59	7.6147	0.00109	632.27	1.8419	0.00109	632.57	1.8414			
160	1.98414	2796.42	7.6510	0.38366	2767.38	6.8555	0.00110	675.80	1.9423			
170	2.03140	2816.21	7.7062	0.39425	2790.19	6.9176	0.00111	719.32	2.0417			
180	2.07853	2835.97	7.7503	0.40468	2812.45	6.9572	0.19442	2777.43	6.5857			
190	2.12556	2855.72	7.7934	0.41491	2834.32	7.0150	0.20032	2803.52	6.6426			
200	2.17249	2875.48	7.8355	0.42503	2855.90	7.0811	0.20600	2828.27	6.5955			
210	2.21935	2895.24	7.8769	0.43505	2877.24	7.1057	0.21154	2852.20	6.7455			
220	2.26814	2915.02	7.9174	0.44500	2898.40	7.1491	0.21697	2875.55	6.7934			
230	2.31267	2934.83	7.9572	0.45487	2919.41	7.1912	0.22230	2898.45	6.8393			
240	2.35955	2954.66	7.9962	0.46468	2940.31	7.2324	0.22755	2920.88	6.8837			
250	2.40619	2974.54	8.0346	0.47443	2961.13	7.2725	0.23274	2943.22	6.9286			
260	2.45279	2994.45	8.0723	0.48414	2981.88	7.3119	0.23787	2965.23	6.9683			
270	2.49935	3014.40	8.1094	0.49380	3002.59	7.3503	0.24296	2987.05	7.0088			
280	2.54588	3034.40	8.1450	0.50343	3023.28	7.3881	0.24800	3008.71	7.0484			
290	2.59239	3054.45	8.1818	0.51303	3043.94	7.4251	0.25300	3030.25	7.0870			
300	2.63887	3074.54	8.2171	0.52280	3064.60	7.4614	0.25798	3051.70	7.1247			
310	2.68533	3094.69	8.2520	0.53215	3085.26	7.4972	0.26293	3073.06	7.1617			
320	2.73176	3114.89	8.2863	0.54157	3105.93	7.5323	0.26785	3094.40	7.1979			
330	2.77818	3135.14	8.3202	0.55118	3126.61	7.5669	0.27275	3115.88	7.2335			
340	2.82458	3155.45	8.3536	0.56067	3147.32	7.6010	0.27763	3135.83	7.2665			
350	2.87097	3175.82	8.3865	0.57014	3168.05	7.6345	0.28249	3158.16	7.3028			
360	2.91735	3196.24	8.4190	0.57959	3189.03	7.6676	0.28734	3179.39	7.3366			
370	2.96371	3216.73	8.4511	0.58904	3209.63	7.7002	0.29217	3200.62	7.3699			
380	3.01006	3237.27	8.4828	0.59847	3230.46	7.7323	0.29699	3221.86	7.4026			
390	3.05639	3257.87	8.5141	0.60789	3251.36	7.7641	0.30180	3243.11	7.4349			
400	3.10272	3278.54	8.5451	0.61729	3272.29	7.7954	0.30658	3264.39	7.4668			
410	3.14904	3299.27	8.5756	0.62659	3293.27	7.8263	0.31136	3286.68	7.4982			
420	3.19535	3320.05	8.6059	0.63608	3314.29	7.8568	0.31616	3307.01	7.5292			
430	3.24165	3340.91	8.6357	0.64546	3335.36	7.8871	0.32093	3328.37	7.5598			
440	3.28795	3361.83	8.6653	0.65484	3356.49	7.9169	0.32569	3349.76	7.5900			
450	3.33424	3382.81	8.6945	0.66421	3377.67	7.9464	0.33044	3371.19	7.6193			
460	3.38052	3403.86	8.7234	0.67357	3398.80	7.9756	0.33519	3392.66	7.6493			
470	3.42679	3424.97	8.7520	0.68292	3420.19	8.0044	0.33993	3414.18	7.6785			
480	3.47306	3446.15	8.7803	0.69227	3441.54	8.0329	0.34496	3435.74	7.7073			
490	3.51932	3467.40	8.8083	0.70161	3462.94	8.0612	0.34939	3457.35	7.7358			
500	3.56558	3488.71	8.8361	0.71095	3484.41	8.0891	0.35411	3479.00	7.7640			
510	3.61184	3510.09	8.8635	0.72028	3505.93	8.1168	0.35863	3500.71	7.7919			
520	3.65809	3531.53	8.8907	0.72861	3527.52	8.1442	0.36354	3522.47	7.8196			
530	3.70433	3553.05	8.9177	0.73893	3549.16	8.1713	0.36825	3544.28	7.8466			
540	3.75057	3574.63	8.9444	0.74825	3570.87	8.1981	0.37296	3566.15	7.8739			
550	3.79681	3595.28	8.9709	0.75757	3592.64	8.2247	0.37766	3588.07	7.9007			
560	3.84304	3616.00	8.9971	0.76688	3614.48	8.2511	0.38235	3610.05	7.9272			
570	3.88928	3639.79	9.0231	0.77619	3636.30	8.2772	0.38705	3632.09	7.9535			
580	3.93550	3661.65	9.0489	0.78549	3658.34	8.3031	0.39174	3654.19	7.9795			
590	3.98173	3683.58	9.0744	0.79480	3680.37	8.3286	0.39643	3676.34	8.0054			
600	4.02795	3705.57	9.0998	0.80410	3702.46	8.3543	0.40111	3698.56	8.0309			

P(bar)	15.00			20.00			25.00				
	T sat	198.30		212.38		223.96					
		T	v	h	s	v	h	s	v		
°C		m³/kg	kJ/kg	kJ/kgK		m³/kg	kJ/kg	kJ/kgK	m³/kg	kJ/kg	kJ/kgK
CLL	0.00115	844.72	2.3147	0.00118	908.62	2.4470	0.00120	961.98	2.5544		
CLS	0.13170	2791.01	6.4431	0.09958	2798.38	6.3392	0.07995	2802.04	6.2560		
0.01	0.00100	1.53	0.0001	0.00100	2.03	0.0001	0.00100	2.54	0.0002		
10	0.00100	43.48	0.1510	0.00100	43.97	0.1509	0.00100	44.45	0.1509		
20	0.00100	85.33	0.2952	0.00100	85.80	0.2951	0.00100	86.27	0.2960		
30	0.00100	127.11	0.4363	0.00100	127.55	0.4352	0.00100	128.02	0.4360		
40	0.00101	168.86	0.5719	0.00101	169.31	0.5717	0.00101	169.75	0.5715		
50	0.00101	210.62	0.7031	0.00101	211.05	0.7029	0.00101	211.48	0.7026		
60	0.00102	252.40	0.8304	0.00102	252.82	0.8302	0.00102	253.24	0.8299		
70	0.00102	294.22	0.9541	0.00102	294.63	0.9538	0.00102	295.04	0.9535		
80	0.00103	336.10	1.0744	0.00103	336.50	1.0741	0.00103	336.90	1.0738		
90	0.00104	378.07	1.1916	0.00103	378.46	1.1913	0.00103	378.85	1.1909		
100	0.00104	420.15	1.3059	0.00104	420.53	1.3055	0.00104	420.90	1.3051		
110	0.00105	462.35	1.4175	0.00105	462.71	1.4171	0.00105	463.08	1.4167		
120	0.00106	504.70	1.5266	0.00106	505.05	1.5262	0.00106	505.40	1.5257		
130	0.00107	547.22	1.6334	0.00107	547.56	1.6329	0.00107	547.90	1.6325		
140	0.00108	589.94	1.7381	0.00108	590.26	1.7376	0.00108	590.59	1.7371		
150	0.00109	632.88	1.8408	0.00109	633.19	1.8403	0.00109	633.50	1.8397		
160	0.00110	676.09	1.9417	0.00110	676.38	1.9411	0.00110	676.67	1.9405		
170	0.00111	719.58	2.0410	0.00111	719.87	2.0404	0.00111	720.14	2.0397		
180	0.00113	763.44	2.1389	0.00113	763.69	2.1382	0.00113	763.94	2.1375		
190	0.00114	807.68	2.2354	0.00114	807.91	2.2347	0.00114	808.14	2.2339		
200	0.13244	2795.02	6.4537	0.00116	852.57	2.3301	0.00116	852.77	2.3293		
210	0.13662	2823.91	6.5120	0.00117	897.76	2.4246	0.00117	897.93	2.4237		
220	0.14053	2850.19	6.5558	0.10217	2821.67	6.3865	0.00119	943.69	2.5175		
230	0.14451	2875.46	6.6166	0.10539	2850.17	6.4440	0.00170	2821.88	6.2956		
240	0.14830	2900.00	6.6649	0.10849	2877.21	6.4972	0.08444	2852.28	6.3555		
250	0.15200	2923.95	6.7111	0.11148	2903.23	6.5474	0.08704	2880.86	6.4106		
260	0.15584	2947.45	6.7556	0.11440	2928.47	6.5952	0.08955	2905.19	6.4624		
270	0.15922	2970.57	6.7989	0.11725	2953.09	6.6410	0.09198	2934.55	6.5114		
280	0.16275	2993.37	6.8402	0.12005	2977.21	6.6850	0.09435	2950.16	6.5581		
290	0.16624	3015.92	6.8806	0.12279	3000.90	6.7274	0.09666	2985.15	6.6029		
300	0.16970	3038.27	6.9199	0.12550	3024.25	6.7685	0.09893	3009.63	6.6450		
310	0.17312	3050.44	6.9582	0.12817	3047.32	6.8084	0.10116	3033.69	6.6876		
320	0.17652	3082.48	6.9857	0.13082	3070.16	6.8472	0.10336	3057.40	6.7279		
330	0.17989	3104.41	7.0324	0.13343	3092.80	6.8851	0.10552	3080.82	6.7671		
340	0.18325	3125.25	7.0683	0.13602	3115.28	6.9221	0.10766	3104.01	6.8052		
350	0.18658	3148.03	7.1035	0.13859	3137.64	6.9682	0.10978	3126.99	6.8424		
360	0.18989	3169.75	7.1381	0.14115	3159.89	6.9937	0.11188	3149.81	6.8787		
370	0.19319	3191.43	7.1721	0.14368	3182.06	7.0284	0.11396	3172.50	6.9142		
380	0.19648	3213.09	7.2055	0.14620	3204.16	7.0625	0.11603	3195.07	6.9491		
390	0.19975	3234.73	7.2384	0.14871	3226.21	7.0960	0.11808	3217.55	6.9832		
400	0.20301	3256.37	7.2708	0.15121	3248.23	7.1290	0.12011	3239.96	7.0168		
410	0.20626	3278.00	7.3027	0.15369	3270.21	7.1614	0.12214	3262.32	7.0497		
420	0.20950	3299.64	7.3341	0.15617	3292.18	7.1933	0.12416	3284.63	7.0922		
430	0.21274	3321.29	7.3651	0.15863	3314.14	7.2248	0.12616	3305.90	7.1141		
440	0.21598	3342.96	7.3957	0.16109	3336.09	7.2658	0.12816	3329.15	7.1455		
450	0.21918	3364.65	7.4259	0.16354	3358.05	7.2883	0.13015	3351.39	7.1765		
460	0.22238	3386.37	7.4558	0.16598	3380.02	7.3165	0.13213	3373.62	7.2070		
470	0.22559	3408.12	7.4852	0.16841	3402.01	7.3463	0.13410	3395.85	7.2371		
480	0.22878	3429.90	7.5143	0.17084	3424.01	7.3757	0.13607	3418.08	7.2660		
490	0.23197	3451.71	7.5431	0.17326	3445.04	7.4048	0.13803	3440.33	7.2952		
500	0.23516	3473.57	7.5716	0.17568	3468.09	7.4335	0.13999	3462.59	7.3251		
510	0.23834	3495.46	7.5997	0.17809	3490.18	7.4619	0.14194	3484.86	7.3538		
520	0.24152	3517.40	7.6275	0.18050	3512.30	7.4899	0.14389	3507.17	7.3821		
530	0.24469	3539.38	7.6651	0.18290	3534.45	7.5177	0.14583	3529.50	7.4100		
540	0.24785	3561.41	7.6823	0.18530	3556.64	7.5451	0.14777	3551.85	7.4377		
550	0.25102	3583.49	7.7093	0.18769	3578.88	7.5723	0.14970	3574.24	7.4651		
560	0.25418	3605.61	7.7360	0.19009	3601.15	7.5982	0.15163	3596.67	7.4922		
570	0.25733	3627.79	7.7625	0.19247	3623.47	7.6268	0.15355	3619.13	7.5190		
580	0.26048	3650.02	7.7887	0.19485	3645.84	7.6522	0.15548	3641.64	7.5455		
590	0.26363	3672.30	7.8147	0.19724	3668.25	7.6783	0.15740	3664.16	7.5718		
600	0.26678	3694.64	7.8404	0.19961	3690.71	7.7042	0.15931	3686.76	7.5970		

P(bar)	50.00			80.00			100.00		
	263.94			295.01			311.00		
T	v	h	s	v	h	s	v	h	s
°C	m³/kg	kJ/kg	KJ/kgK	m³/kg	kJ/kg	KJ/kgK	m³/kg	kJ/kg	KJ/kgK
CLY	0.00129	1154.50	2.9207	0.00138	1317.08	3.2077	0.00145	1407.87	3.3603
CLS	0.03945	2794.23	5.9737	0.02353	2758.61	5.7448	0.01803	2725.47	5.6159
0.01	0.00100	5.07	0.0003	0.00100	8.10	0.0004	0.00100	10.11	0.0005
10	0.00100	46.88	0.1506	0.00100	49.79	0.1503	0.00100	51.72	0.1501
20	0.00100	88.61	0.2955	0.00100	91.42	0.2946	0.00100	93.29	0.2944
30	0.00100	130.29	0.4353	0.00100	133.02	0.4343	0.00100	134.83	0.4337
40	0.00101	171.95	0.5705	0.00100	174.61	0.5693	0.00100	176.37	0.5585
50	0.00101	213.63	0.7015	0.00101	216.22	0.7001	0.00101	217.93	0.6992
60	0.00101	255.33	0.8286	0.00101	257.85	0.8270	0.00101	259.53	0.8259
70	0.00102	297.08	0.9520	0.00102	299.53	0.9503	0.00102	301.17	0.9491
80	0.00103	338.89	1.0721	0.00103	341.28	1.0702	0.00102	342.87	1.0689
90	0.00103	380.78	1.1891	0.00103	383.11	1.1870	0.00103	384.66	1.1856
100	0.00104	422.78	1.3032	0.00104	425.04	1.3009	0.00104	426.55	1.2994
110	0.00105	464.90	1.4146	0.00105	467.09	1.4121	0.00105	468.56	1.4105
120	0.00106	507.17	1.5235	0.00106	509.28	1.5208	0.00105	510.70	1.5190
130	0.00107	549.60	1.6301	0.00107	551.64	1.6272	0.00106	553.00	1.6253
140	0.00108	592.22	1.7345	0.00108	594.18	1.7314	0.00107	595.49	1.7294
150	0.00109	635.05	1.8369	0.00109	636.93	1.8337	0.00108	638.18	1.8315
160	0.00110	678.14	1.9376	0.00110	679.92	1.9341	0.00110	681.11	1.9318
170	0.00111	721.52	2.0356	0.00111	723.19	2.0328	0.00111	724.31	2.0304
180	0.00112	765.22	2.1341	0.00112	766.77	2.1301	0.00112	767.81	2.1274
190	0.00114	809.29	2.2303	0.00114	810.71	2.2280	0.00113	811.66	2.2232
200	0.00115	853.80	2.3254	0.00115	855.06	2.3207	0.00115	855.92	2.3177
210	0.00117	898.00	2.4195	0.00117	899.69	2.4145	0.00116	900.63	2.4112
220	0.00119	944.38	2.5129	0.00118	945.26	2.5074	0.00118	945.87	2.5039
230	0.00121	980.64	2.6057	0.00120	981.27	2.5998	0.00120	981.73	2.5959
240	0.00123	1037.68	2.6983	0.00122	1038.03	2.6918	0.00122	1038.30	2.6876
250	0.00125	1085.66	2.7909	0.00124	1085.66	2.7837	0.00124	1085.72	2.7791
260	0.00128	1134.77	2.8839	0.00127	1134.34	2.8759	0.00127	1134.13	2.8708
270	0.04057	2819.84	6.0211	0.00130	1184.29	2.9687	0.00129	1183.74	2.9629
280	0.04227	2858.08	6.0009	0.00133	1235.81	3.0627	0.00132	1234.82	3.0561
290	0.04386	2893.00	6.1535	0.00136	1289.33	3.1588	0.00135	1287.75	3.1510
300	0.04535	2925.64	6.2109	0.02428	2786.38	5.7935	0.00140	1343.10	3.2484
310	0.04677	2955.58	6.2645	0.02563	2835.27	5.8781	0.00145	1401.77	3.3458
320	0.04813	2986.18	6.3148	0.02684	2878.35	5.9514	0.01927	2762.66	5.7131
330	0.04945	3014.71	6.3625	0.02796	2917.53	6.0169	0.02045	2835.67	5.8017
340	0.05073	3042.36	6.4080	0.02899	2953.87	6.0788	0.02149	2862.06	5.8780
350	0.05197	3099.29	6.4515	0.02998	2988.06	6.1319	0.02244	2923.96	5.9458
360	0.05319	3095.62	6.4934	0.03092	3020.57	6.1837	0.02333	2962.61	6.0073
370	0.05438	3121.44	6.5339	0.03182	3051.73	6.2325	0.02416	2998.82	6.0641
380	0.05555	3146.83	6.5731	0.03268	3081.79	6.2789	0.02495	3033.11	6.1170
390	0.05670	3171.86	6.6111	0.03353	3110.93	6.3232	0.02571	3065.87	6.1068
400	0.05784	3195.59	6.6481	0.03435	3139.31	6.3557	0.02544	3097.38	6.2139
410	0.05896	3221.06	6.6842	0.03515	3167.04	6.4055	0.02714	3127.85	6.2589
420	0.06007	3245.31	6.7194	0.03593	3194.23	6.4461	0.02783	3157.45	6.3019
430	0.06116	3269.37	6.7539	0.03670	3220.95	6.4843	0.02850	3185.32	6.3432
440	0.06225	3293.27	6.7877	0.03745	3247.26	6.5215	0.02915	3214.57	6.3831
450	0.06332	3317.03	6.8208	0.03820	3273.23	6.5577	0.02978	3242.28	6.4217
460	0.06439	3340.68	6.8532	0.03893	3298.91	6.5929	0.03041	3269.53	6.4591
470	0.06545	3364.24	6.8851	0.03965	3324.33	6.6274	0.03102	3295.38	6.4955
480	0.06650	3387.71	6.9165	0.04036	3349.53	6.6611	0.03163	3322.89	6.5310
490	0.06754	3411.12	6.9474	0.04107	3374.53	6.6940	0.03223	3349.11	6.5655
500	0.06858	3434.48	6.9778	0.04177	3399.37	6.7264	0.03281	3375.06	6.5993
510	0.06962	3457.79	7.0078	0.04246	3424.07	6.7581	0.03339	3400.78	6.6324
520	0.07064	3481.06	7.0373	0.04315	3448.64	6.7993	0.03397	3426.31	6.6648
530	0.07166	3504.31	7.0664	0.04383	3473.11	6.8199	0.03454	3451.67	6.6965
540	0.07268	3527.54	7.0952	0.04450	3497.48	6.8501	0.03510	3476.87	6.7277
550	0.07369	3550.75	7.1235	0.04517	3521.77	6.8798	0.03566	3501.94	6.7584
560	0.07470	3573.96	7.1516	0.04584	3546.00	6.9091	0.03621	3526.90	6.7885
570	0.07571	3597.17	7.1793	0.04650	3570.17	6.9379	0.03676	3551.75	6.8182
580	0.07671	3620.38	7.2066	0.04716	3594.29	6.9663	0.03730	3576.52	6.8474
590	0.07771	3643.60	7.2337	0.04781	3618.97	6.9944	0.03784	3601.22	6.8761
600	0.07870	3666.83	7.2604	0.04846	3642.42	7.0221	0.03838	3625.84	6.9045

T <sub>set</sub>	P(bar)			120.00			150.00			160.00			
	324.68			342.16			347.36						
	T	v	h	s	v	h	s	v	h	s	m <sup>3</sup> /kg	KJ/kg	KJ/kgK
CLL	0.00153	1491.33	3.4965	0.00166	1510.15	3.6844	0.00171	1649.67	3.7457				
CLS	0.01427	2685.58	5.4041	0.01034	2610.86	5.3108	0.00931	2580.80	5.2463				
0.01	0.00099	12.12	0.0005	0.00099	15.11	0.0006	0.00099	16.11	0.0006				
10	0.00099	53.64	0.1499	0.00099	56.52	0.1495	0.00099	57.48	0.1494				
20	0.00100	95.15	0.2939	0.00100	97.94	0.2932	0.00099	98.87	0.2930				
30	0.00100	136.84	0.4331	0.00100	139.35	0.4322	0.00100	140.26	0.4318				
40	0.00100	178.14	0.5578	0.00100	180.78	0.5665	0.00100	181.66	0.5652				
50	0.00101	219.65	0.6983	0.00101	222.23	0.6969	0.00101	223.08	0.6954				
60	0.00101	261.20	0.8249	0.00101	263.71	0.8233	0.00101	264.55	0.8228				
70	0.00102	302.80	0.9479	0.00102	305.25	0.9462	0.00102	306.07	0.9456				
80	0.00102	344.46	1.0676	0.00102	346.85	1.0657	0.00102	347.65	1.0650				
90	0.00103	386.21	1.1842	0.00103	388.54	1.1821	0.00103	390.31	1.1814				
100	0.00104	428.06	1.2978	0.00104	430.32	1.2955	0.00104	431.08	1.2948				
110	0.00105	470.02	1.4088	0.00104	472.22	1.4064	0.00104	472.95	1.4056				
120	0.00105	512.12	1.5173	0.00105	514.25	1.5147	0.00105	514.96	1.5138				
130	0.00106	554.37	1.6234	0.00106	556.43	1.6205	0.00105	557.12	1.6197				
140	0.00107	596.81	1.7274	0.00107	598.79	1.7244	0.00107	599.45	1.7234				
150	0.00108	639.44	1.8294	0.00108	641.34	1.8262	0.00108	641.87	1.8251				
160	0.00109	682.31	1.9255	0.00109	684.12	1.9281	0.00109	684.72	1.9250				
170	0.00111	725.44	2.0279	0.00110	727.14	2.0243	0.00110	727.72	2.0231				
180	0.00112	768.86	2.1248	0.00112	770.46	2.1209	0.00112	770.99	2.1197				
190	0.00113	812.63	2.2204	0.00113	814.10	2.2162	0.00113	814.60	2.2148				
200	0.00115	856.79	2.3147	0.00114	858.12	2.3102	0.00114	858.57	2.3068				
210	0.00116	901.39	2.4080	0.00116	902.58	2.4032	0.00116	902.96	2.4016				
220	0.00118	946.51	2.5004	0.00118	947.49	2.4952	0.00117	947.83	2.4935				
230	0.00120	992.21	2.5921	0.00119	992.99	2.5865	0.00119	993.25	2.5847				
240	0.00122	1038.61	2.6834	0.00121	1039.13	2.6774	0.00121	1039.32	2.6754				
250	0.00124	1085.81	2.7745	0.00123	1086.04	2.7679	0.00123	1086.13	2.7657				
260	0.00126	1133.97	2.8657	0.00126	1133.83	2.8584	0.00125	1133.81	2.8560				
270	0.00129	1163.26	2.9573	0.00128	1162.68	2.9491	0.00128	1162.51	2.9465				
280	0.00132	1233.94	3.0498	0.00131	1232.79	3.0409	0.00131	1232.45	3.0376				
290	0.00135	1286.33	3.1436	0.00134	1284.45	3.1331	0.00134	1283.89	3.1297				
300	0.00139	1340.93	3.2397	0.00138	1338.05	3.2275	0.00137	1337.20	3.2236				
310	0.00144	1398.49	3.3323	0.00142	1394.21	3.3245	0.00142	1392.93	3.3200				
320	0.00149	1460.31	3.4444	0.00147	1453.85	3.4260	0.00147	1451.94	3.4203				
330	0.01502	2725.14	5.5650	0.00154	1518.64	3.5343	0.00153	1515.71	3.5269				
340	0.01621	2793.47	5.6725	0.00153	1592.27	3.6553	0.00162	1587.27	3.6445				
350	0.01722	2848.01	5.7607	0.01148	2593.00	5.4435	0.00977	2616.99	5.3045				
360	0.01812	2895.87	5.8369	0.01258	2769.56	5.5654	0.01106	2715.63	5.4516				
370	0.01894	2939.15	5.9047	0.01349	2831.40	5.6624	0.01205	2788.30	5.5755				
380	0.01971	2979.09	5.9664	0.01429	2884.61	5.7445	0.01288	2848.27	5.6680				
390	0.02043	3016.49	6.0232	0.01501	2932.11	5.8166	0.01361	2900.49	5.7474				
400	0.02111	3051.90	6.0762	0.01567	2975.55	5.8817	0.01428	2947.46	5.8177				
410	0.02176	3095.70	6.1261	0.01629	3015.93	5.9412	0.01490	2990.62	5.8814				
420	0.02239	3118.19	6.1733	0.01688	3053.94	5.9965	0.01548	3030.88	5.9399				
430	0.02299	3149.59	6.2182	0.01743	3080.04	6.0482	0.01603	3056.85	5.9943				
440	0.02358	3180.07	6.2613	0.01798	3124.58	6.0970	0.01655	3104.99	6.0453				
450	0.02415	3209.77	6.3027	0.01848	3157.84	6.1433	0.01705	3139.61	6.0935				
460	0.02471	3238.81	6.3425	0.01897	3190.02	6.1875	0.01753	3172.98	6.1393				
470	0.02525	3267.28	6.3811	0.01946	3221.28	6.2298	0.01800	3205.29	6.1831				
480	0.02579	3295.25	6.4185	0.01992	3251.76	6.2705	0.01845	3236.70	6.2251				
490	0.02631	3322.79	6.4548	0.02038	3281.57	6.3099	0.01889	3267.34	6.2655				
500	0.02683	3349.97	6.4902	0.02083	3310.79	6.3479	0.01932	3297.31	6.3045				
510	0.02734	3376.81	6.5247	0.02127	3339.51	6.3848	0.01974	3326.71	6.3423				
520	0.02784	3403.37	6.5584	0.02170	3357.79	6.4207	0.02016	3355.60	6.3790				
530	0.02833	3429.69	6.5914	0.02212	3395.68	6.4556	0.02056	3384.05	6.4146				
540	0.02882	3455.78	6.6237	0.02254	3423.22	6.4997	0.02096	3412.12	6.4494				
550	0.02930	3481.68	6.6553	0.02295	3450.47	6.5230	0.02135	3439.85	6.4832				
560	0.02978	3507.41	6.6864	0.02335	3477.46	6.5556	0.02174	3467.28	6.5154				
570	0.03026	3533.00	6.7169	0.02375	3504.21	6.5875	0.02212	3494.44	6.5488				
580	0.03072	3558.45	6.7469	0.02414	3530.75	6.6188	0.02250	3521.37	6.5805				
590	0.03119	3583.78	6.7764	0.02453	3557.11	6.6495	0.02287	3548.08	6.6117				
600	0.03165	3609.02	6.8055	0.02492	3583.31	6.6797	0.02324	3574.61	6.6422				





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere – Sezione  
Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 11 – Energetica Nucleare**

Calcolare il volume di un pressurizzatore e l'energia da fornire tramite i riscaldatori elettrici affinché rimanga costante al suo interno la pressione di 15.5 MPa, nel caso verifichino (non contemporaneamente) le seguenti situazioni massime ammissibili:

- A. Fuoriuscita di acqua verso il primario pari a 15000 kg;
- B. Ingresso dalla gamba calda di 10000 kg di acqua ( $h_l = 1483 \text{ kJ/kg}$ ) e contemporanea azione degli spray ( $h_l = 1225 \text{ kJ/kg}$ ) con una massa pari al 3% di quella in ingresso dalla gamba calda

Si considerino adiabatiche le pareti del pressurizzatore. Si tenga presente che i riscaldatori elettrici devono rimanere sempre sotto battente di liquido (il minimo contenuto di liquido è pari a 2000 kg) e che la situazione limite è la condizione di “pressurizzatore solido”.

Il pressurizzatore è poi soggetto ad un guasto alla valvola di apertura del circuito di spray, che inietta una portata costante di 30 kg/s prelevata dalla gamba fredda del primario ( $v_l = 0.00134 \text{ m}^3/\text{kg}$ ,  $h_l = 1252 \text{ kJ/kg}$ ), senza intervento dei riscaldatori elettrici. Si devono calcolare: il tempo necessario affinché la pressione nel pressurizzatore scenda a 12.5 MPa ed il contenuto finale delle fasi liquida e vapore.

Si ipotizzi che il liquido del circuito primario sia incompressibile e se ne traggano le conseguenze in termini di scambi di massa fra primario e pressurizzatore.

Altre proprietà termodinamiche utili:

Saturazione a 15.5 MPa:

$$v_l = 0.00168 \text{ m}^3/\text{kg}; v_v = 0.0098 \text{ m}^3/\text{kg}; h_l = 1629.88 \text{ kJ/kg}; h_v = 2596.12 \text{ kJ/kg}$$

Saturazione a 12.5 MPa:

$$v_l = 0.00154 \text{ m}^3/\text{kg}; v_v = 0.0134 \text{ m}^3/\text{kg}; h_l = 1511.58 \text{ kJ/kg}; h_v = 2674.31 \text{ kJ/kg}$$



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

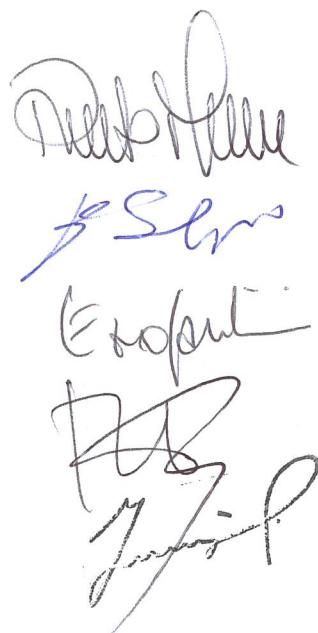
**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 12 – Ingegneria Elettrotecnica**

**Macchine Elettriche**

Due trasformatori trifase TA e TB - le cui caratteristiche di targa sono più avanti riportate – sono collegati tra loro in parallelo ed alimentano, con tensione concatenata 380 V, tre utenze trifase equilibrate U1, U2, U3. L'utenza U1 assorbe 20 kW con  $\cos\phi=0.75$ . Dall'indicazione di due wattmetri inseriti nel circuito come previsto dal metodo Aron, per l'utenza U2 si rilevano le letture  $W_{RT}=7400\text{W}$  e  $W_{ST}=-950\text{W}$ . L'utenza U3 è costituita da un raddrizzatore trifase a tiristori che alimenta un motore in c.c. ad eccitazione separata. Il motore in c.c. - che ha resistenza del circuito di armatura pari a 0.2 e che quando ruota alla velocità di 100 giri/min sviluppa una f.e.m. a vuoto di 220 V - rende disponibile all'asse una coppia di 500 Nm ruotando alla velocità di 150 giri/min. Essendo noto che in tale condizione di funzionamento del motore in c.c. il raddrizzatore ha un rendimento pari al 94%, si determini il rendimento di ciascuno dei trasformatori.

	$A_n$ (kVA)	$V_{1n}/V_{20}$	$v_{cc}\%$	$p_{cc}\%$	$i_0\%$	$\cos\phi_0$
TA	25 20	kV/400V	7.5%	2.5%	1.8%	0.15
TB	40 20	kV/400V	6.6%	2.0%	0.8%	0.12



Handwritten signatures in blue ink, including a large signature at the top and several smaller ones below it, likely representing the signatures of the examiners or the university.





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 13 – Nanotecnologie**

Il Candidato individui un'applicazione industriale, a suo piacimento, in cui sensori o attuatori costruiti con l'applicazione di Nanotecnologie possono trovare impiego. Si descrivano l'architettura del dispositivo e i materiali che lo compongono.

Secondo l'applicazione mostrata, e introducendo le opportune condizioni operative, si dimensioni il dispositivo appena descritto e se ne esponga la catena di misura o di attuazione.





Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di  
Ingegnere – Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

## Tema n° 14 – Meccanica (Calda)

Si chiede di dimensionare un turbo compressore (girante + diffusore liscio + diffusore palettato) operante con i dati riportati di seguito (assumere i dati mancanti)

$$p_1 = 0.3 \text{ MPa}$$

$$T_1 = 280 \text{ K}$$

$$R = 0.520 \text{ kJ/kg K}$$

$$V_1 = 85 \text{ m/s}$$

$$p_2 = 1 \text{ MPa}$$

$$c_p = 2.25 \text{ kJ/kg K}$$

$$m = 10 \text{ kg/s}$$

$k = 13$

Mark Miller  
S. S. S.  
Expert  
R. R.  
James P.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di  
Ingegnere – Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 15 – Meccanica (Fredda)**

Dimensionare un riduttore (ruote, alberi e cuscinetti), con ruote cilindriche a denti dritti, con rapporto di riduzione globale pari a 1/20.

. Eseguire un disegno di insieme del riduttore e della relativa scatola di riduzione.

Viene utilizzato un acciaio da cementazione 16CrNi4, la cui durezza è pari a 50 HRC.

. Indicare altre informazioni utili alla messa in produzione e all'utilizzo del riduttore quali, ad es. tipi di materiali, di lavorazioni, attenzioni/particolarità di utilizzo, per le componenti del riduttore.

Assumere valori opportuni in base alle caratteristiche.

**DATI DI PROGETTO:**

. POTENZA DI CALCOLO  $P_c = 30 \text{ kW}$

. RAPPORTO DI TRASMISSIONE:  $\tau = 1/20$

. VELOCITÀ ABERO ENTRANTE:  $N_1 = 1450 \text{ giri/min}$

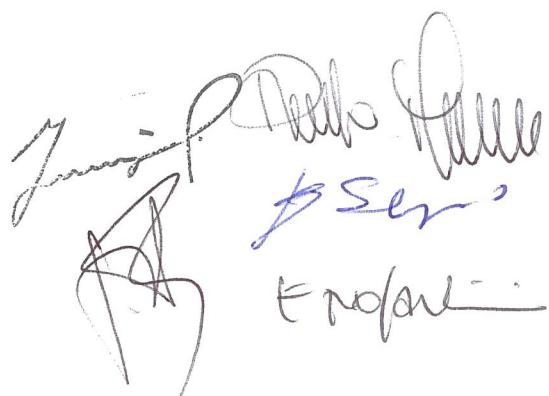
. DURATA PREVISTA:  $h = 15.000 \text{ ore}$

**DATI RELATIVI ALLE RUOTE**

.  $E_1 = E_2 = 21000 \text{ daN/mm}^2$

.  $\theta = 20^\circ$

.  $\varphi = l/m = 18$  ( $l$  = larghezza assiale del dente;  $m$ : modulo)



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Zanini P. Dott. Ing. F. Serrano Eno/ant". Below the signature, there is a blue handwritten note that says "Esercizio".



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

Tema n° 16 – Biomedica (Impianti Ospedalieri)

Il candidato dimensioni i componenti della UTA di un impianto di climatizzazione a tutt'aria esterna a servizio di una sala operatoria in cui, nell'intero arco dell'anno, debba essere garantita una temperatura dell'aria compresa tra 18°C e 24°C, un'umidità relativa dell'aria compresa tra il 40% ed il 60% ed una minima portata d'aria di rinnovo di 15vol/h, tenendo conto dei seguenti dati:

- 1) Condizioni climatiche esterne invernali di progetto:  $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $UR = 40\%\text{UR}$ .
  - 2) Condizioni climatiche esterne estive di progetto:  $t = 35^\circ\text{C}$ ,  $UR = 55\%\text{UR}$ .
  - 1) Dimensioni della sala operatoria:  $7.5\text{m} \times 7.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ .
  - 2) Sala operatoria non confinante con l'esterno. Ai fini del calcolo si può assumere che la temperatura degli ambienti confinanti sia pari a  $20^\circ\text{C}$  in inverno e  $25^\circ\text{C}$  in estate, che la superficie complessiva di scambio termico con tali ambienti sia pari alla superficie totale di confine della sala operatoria e che il valor medio di trasmittanza delle pareti sia pari a  $1.5\text{W/m}^2\text{K}$ .
  - 3) Carichi termici interni dovuti ad apparecchiature ed impianti: da un minimo di  $1000\text{W}$  ad un massimo di  $3000\text{W}$ .
  - 4) Numero complessivo di persone presenti: da un minimo di 3 ad un massimo di 7, in funzione del tipo di intervento che deve essere eseguito (il carico termico sensibile può essere assunto pari a  $100\text{W/persona}$ , mentre il carico termico latente può essere posto pari a  $50\text{W/persona}$ ).

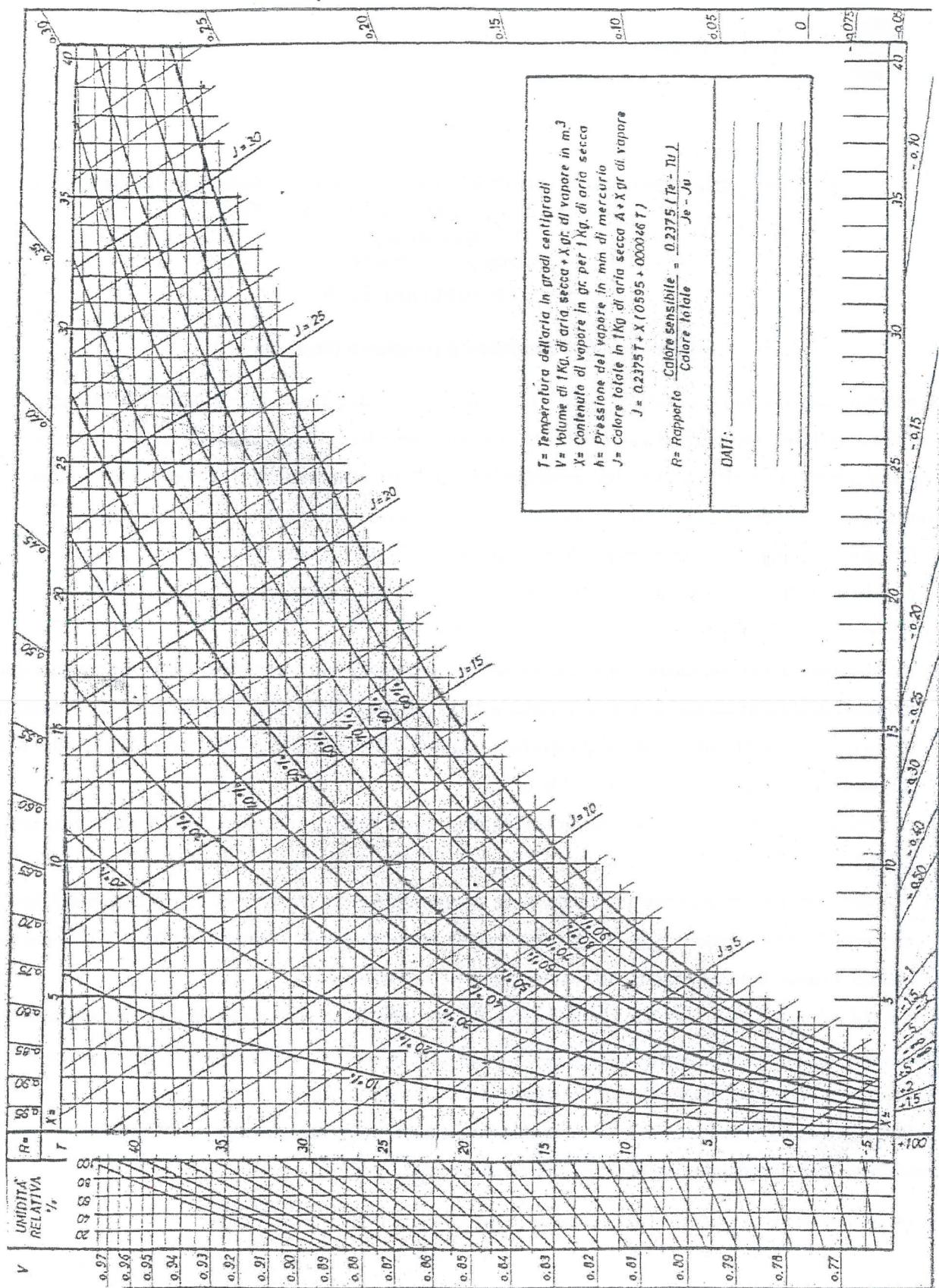
Ai fini del calcolo, si può ipotizzare che al termine dei pre-trattamenti l'aria umida si trovi in condizioni di saturazione e che il criterio di regolazione previsto per i pre-trattamenti dell'aria sia del tipo "a punto fisso".

Il volume specifico dell'aria umida può essere assunto pari a  $0.8 \text{ m}^3/\text{kg}_a$ .

Inoltre, il candidato discuta in dettaglio le caratteristiche del sistema di regolazione ed illustri le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto.

Si allega il diagramma psicrometrico (entalpia dell'aria umida espressa in kcal/kg<sub>a</sub>).

James P. Embert  
Mark Miller  
B. S. Jr.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 17 – Biomedica (Strumentazione Biomedica)**

Il candidato rappresenti lo schema a blocchi di un defibrillatore descrivendo le funzioni ed i principali parametri che caratterizzano ogni singolo blocco.

Noto che il dispositivo deve essere in grado di erogare shock da 35J a 360J, dimensionare la capacità del condensatore e calcolare la rispettiva tensione minima e massima, giustificando nel dettaglio le scelte eseguite.

Inoltre si descrivano le principali caratteristiche del circuito di carica del condensatore con particolare attenzione alla modalità di scarica, supponendo una forma d'onda esponenziale bifasica troncata come riportato in Figura 1.

A tal fine si proceda al dimensionamento del circuito di carica, calcolando:

1. l'energia massima immagazzinabile nel condensatore per una energia di shock pari a 400 J;
2. la tensione e la carica massima del condensatore;
3. la corrispettiva corrente massima erogabile per due scariche in successione a distanza temporale di 5 s;
4. la potenza istantanea massima erogabile nel predetto intervallo temporale.

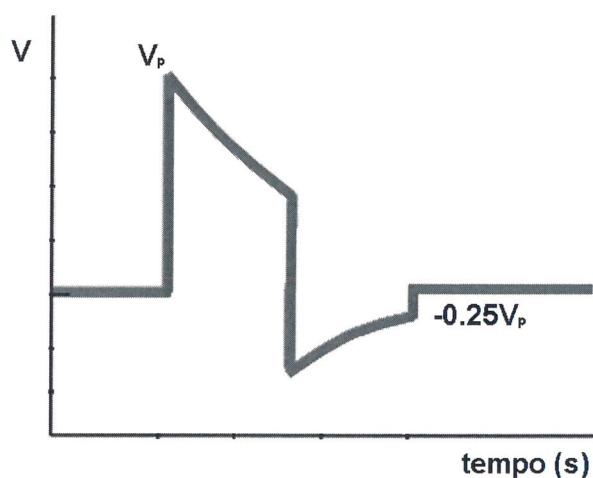


Fig. 1. Forma d'onda esponenziale bifasica troncata.







Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 18 – Ingegneria Elettrotecnica**

***Impianti Elettrici***

Il Candidato disegni lo schema elettrico di un impianto di alimentazione di un complesso ad uso industriale, per il quale è prevista la consegna in MT a 20 kV da parte dell'ente distributore locale. Il Candidato consideri i seguenti carichi così ripartiti per quadro elettrico, ciascuno a distanza 70 m dal Quadro Generale.

- Quadro 1 (Q1)
  - o Illuminazione: 150 kW, cosφ: 0,90
  - o Prese FM: 150 kW, cosφ: 0,80
  - o Impianto condizionamento: 350 kW, cosφ: 0,85
  - o 3 Motori asincroni trifase con rotore a gabbia, ciascuno con Pn: 22 kW; η<sub>n</sub>: 0,908; cosφ: 0,77
- Quadro 2 (Q2)
  - o Illuminazione: 200 kW, cosφ: 0,90
  - o Prese FM: 300 kW, cosφ: 0,80
  - o Impianto condizionamento: 350 kW, cosφ: 0,85
  - o 3 ascensori, ciascuno con Pn: 18,5 kW; η<sub>n</sub>: 0,902; cosφ: 0,77
- Quadro 3 (Q3)
  - o Illuminazione di emergenza: 100 kW, cosφ: 0,90
  - o Montacarichi: Pn: 75 kW; η<sub>n</sub>: 0,939; cosφ: 0,86

Si richiede al candidato di:

1. tracciare lo schema elettrico unifilare dell'impianto;
2. dimensionare opportunamente il trasformatore MT/bt;
3. dimensionare le linee elettriche che collegano la sbarra bt del trasformatore con il Quadro Generale e le linee ai vari Quadri (Q1, Q2 e Q3) con rispettivi sistemi di protezione;
4. rifare i carichi in modo da elevare il fattore di potenza totale con cosφ non inferiore a 0,95.

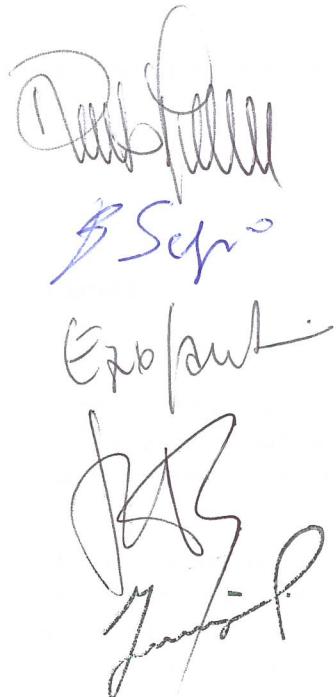
Il Candidato commenti brevemente gli obblighi e le responsabilità di proprietario, imprese e professionisti con riferimento alla dichiarazione di rispondenza (DIR).

**Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37**

Art. 7. Dichiarazione di Conformità

1. Al termine dei lavori, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, l'impresa installatrice rilascia al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6. Di tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I, fanno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5.
2. Nei casi in cui il progetto è redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice l'elaborato tecnico è costituito almeno dallo schema dell'impianto da realizzare, inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire eventualmente integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante le varianti introdotte in corso d'opera.
3. In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto, la dichiarazione di conformità, e l'attestazione di collaudo ove previsto, si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento, ma tengono conto della sicurezza e funzionalità dell'intero impianto. Nella dichiarazione di cui al comma 1 e nel progetto di cui all'articolo 5, è espressamente indicata la compatibilità tecnica con le condizioni preesistenti dell'impianto.
4. La dichiarazione di conformità è rilasciata anche dai responsabili degli uffici tecnici interni delle imprese non installatrici di cui all'articolo 3, comma 3, secondo il modello di cui all'allegato II del presente decreto.
5. Il contenuto dei modelli di cui agli allegati I e II può essere modificato o integrato con decreto ministeriale per esigenze di aggiornamento di natura tecnica.

6. Nel caso in cui la dichiarazione di conformità prevista dal presente articolo, salvo quanto previsto all'articolo 15, non sia stata prodotta o non sia più reperibile, tale atto è sostituito - per gli impianti eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto - da una dichiarazione di rispondenza, resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato la professione, per almeno cinque anni, nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione, sotto personale responsabilità, in esito a sopralluogo ed accertamenti, ovvero, per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione dell'articolo 5, comma 2, da un soggetto che ricopre, da almeno 5 anni, il ruolo di responsabile tecnico di un'impresa abilitata di cui all'articolo 3, operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.



The image contains four distinct handwritten signatures or sets of initials in blue ink, arranged vertically. The top signature is a cursive 'D' followed by 'B' and 'S'. Below it is a signature that includes 'S' and 'Sgr'. To the right of these is a signature that includes 'E' and 'Exp'. Below the 'E' signature is a signature that includes 'B' and 'B'. The bottom signature is a cursive 'Z' followed by 'Z' and 'P'.



Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 19 – Ingegneria Industriale**

Una pompa centrifuga si deve sollevare l'acqua contenuta nel serbatoio N°1 di aspirazione fino al serbatoio N°2 di mandata. I due serbatoi sono entrambi a cielo aperto e di dimensioni tali per cui una variazione in massa del contenuto non modifica i rispettivi livelli. Sono noti le seguenti caratteristiche d'esercizio:

- portata:  $Q = 6000 \text{ dm}^3/\text{h}$
- altezza di aspirazione  $h_a = 8 \text{ m}$
- altezza di mandata:  $h_m = 32 \text{ m}$
- lunghezza tubo di aspirazione:  $L_a = 8,5 \text{ m}$
- lunghezza tubo di mandata:  $L_m = 32 \text{ m}$
- rendimento della pompa pari a 79%

Considerando una velocità del liquido nelle condotte pari a 2,6 m/s e assumendo in autonomia ogni altro elemento di progetto non fornito dal testo, tracciare lo schema dell'impianto e determinare:

- la potenza meccanica assorbita dalla pompa
- il rendimento totale dell'impianto.

Effettuare inoltre la verifica a cavitazione della pompa.





**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere –  
Sezione Industriale - II Sessione 2017

**Sezione A**  
**PROVA PRATICA**  
**16 Febbraio 2018**

**Tema n° 21 – Ingegneria Gestionale**  
20

Una società di capitali deve realizzare un parco eolico on-shore della potenza complessiva di circa 1MW. La produzione netta media annua di energia del predetto parco eolico - che beneficia di una “tariffa omnicomprensiva” annua applicata all’energia immessa nella rete (€/MWh) per 20 anni - è pari a circa 1.500 MWh. I costi di gestione medi annui sono stati stimati nel 5% del costo dell’investimento (pari ad € 1.300.000), interamente coperto da mutuo bancario a tasso d’interesse fisso del 2,5% effettivo annuo e rata annua costante (da rimborsare in 10 anni). Il sistema tributario corrente prevede una tassazione dei redditi societari di tipo proporzionale, con aliquota costante del 24%, e l’assenza di vincoli in ordine alla determinazione delle quote d’ammortamento. Il candidato, motivando le proprie scelte, progetti la struttura dei ricavi e dei costi del suddetto progetto d’investimento (da progettare e costruire in 1 anno), affinché lo stesso risulti redditizio e finanziabile, e rediga il relativo piano economico-finanziario.

