

**POLITECNICO DI TORINO**  
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE**  
**DI INGEGNERE INDUSTRIALE**

**I Sessione 2014 - Sezione A**  
**Settore Industriale**

**Prova pratica del 24 luglio 2014**

Il candidato, sulla base degli studi, delle esperienze e degli approfondimenti condotti, svolga una delle seguenti prove (indicare sulla busta il numero del tema svolto).

**Tema n. 1**

*Decollo, crociera e virata per un Boeing 747-100*

Un quadrireattore Boeing 747-100 di cui si forniscono a parte le principali caratteristiche, decolla al peso massimo al decollo  $W_{TO}$  avendo imbarcato una quantità di combustibile compatibile col massimo carico pagante  $J_{MAX}$ . Raggiunta la quota di crociera  $Z_{cISA} = 9000m$  avendo mantenuto per tutta la salita il  $C_{LEMAX}$  e la manetta massima  $\varphi_{1,s} = 1$ , il velivolo compie la sua crociera a questa quota costante e all'assetto costante corrispondente a  $C_{L_c} = 0.48$ . Durante tutta la crociera tra Roma ( $La=41^{\circ}54' N$ ,  $Lo=12^{\circ}30' W$ ) e New York ( $La=40^{\circ}42' N$ ,  $Lo=74^{\circ}00' W$ ) spira un vento contrario di  $20 kt$ .

Giunto sulla verticale del V.O.R. dell'aeroporto di arrivo (stesse coordinate di New York) ad una quota  $Z_{ISA} = 1000m$ , avendo terminato la crociera 300 km prima e avendo consumato per la discesa in questo tratto una quantità di combustibile  $W_g = 1500kg$ , il velivolo deve compiere una virata a destra di  $180^{\circ}$  in traiettoria discendente per portarsi nella direzione dell'asse della pista di atterraggio. Il diametro del cilindro su cui giace la traiettoria discendente deve essere di  $6000 m$  e la perdita di quota nella virata di  $500 m$ . Il pilota decide di seguire questa traiettoria elicoidale discendente compiendo una virata corretta col massimo sbandamento laterale consentito  $\phi = 25^{\circ}$ .

Visto quanto precedentemente detto si chiede quanto segue:

1. Calcolare tempi, spazi e consumi per il decollo a pieno carico, a quota  $Z_{ISA} = 1000m$ , su un ostacolo di  $25m$ , adottando un coefficiente di attrito funzione della velocità, la cui parte costante  $\sigma_0$  la si può assumere pari a  $0.015$  (calcestruzzo rugoso) e un tempo di manovra  $t_m=4s$ .
2. Calcolare il tempo  $t_c$ , lo spazio  $s_c$  e il consumo  $W_{f,c}$  per la salita alla quota di crociera  $Z_{cISA} = 9000m$ , compiuta al  $C_{LEMAX}$  e con la manetta massima  $\varphi_c = 1$ , utilizzando un metodo a tratti o energetico.
3. Calcolare la distanza Roma - New York secondo la rotta più breve.
4. Calcolare la quantità di combustibile consumata durante la crociera Roma - New York tenendo conto del vento contrario di  $20kt$  incontrato durante tutta la traversata, con l'approssimazione di considerare il consumo specifico costante pari al valore di inizio crociera e calcolare il peso del velivolo  $W_f$  sulla verticale del V.O.R. di New York (stesse coordinate di New York).
5. Calcolare l'angolo di rampa  $\beta$ , il fattore di contingenza  $n$ , la velocità vera  $V_{TAS}$ , la manetta  $\varphi_{TURN}$ , la velocità angolare  $\Omega$  e il tempo necessario  $t_{TURN}$  nella virata corretta discendente percorsa col massimo sbandamento laterale consentito  $\phi = 25^{\circ}$ .
6. Calcolare i momenti precessionali d'inerzia  $L_j$ ,  $M_j$  ed  $N_j$  durante la virata di cui alla domanda precedente.

<b>Operative Characteristics</b>	
Operating Empty Weight	358000 lb
Maximum Taxi Gross Weight	753000 lb
Maximum Takeoff Gross Weight	750000 lb
Maximum Landing Gross Weight	585000 lb
Maximum Zero Fuel Weight	526500 lb
Maximum Fuel Capacity	48445 U.S.gal (183380 l)
<b>Design Characteristics</b>	
Area	5500 ft <sup>2</sup>
Wing span	195 ft 8 in
Overall length	231 ft 10.2 in
Tail height	63 ft 5 in
Aspect ratio	6.97
Mean aerodynamic chord	27.3 ft
Sweep angle	37°
Airfoils at the root	BAC 463 ~ BAC 468
Airfoils at the tip	BAC 469 ~ BAC 474
Taper ratio	0.30
Inertia radius in flight	$\rho_{xx} = 8.6m; \rho_{yy} = 11.7m; \rho_{zz} = 13.9m$
Inertia radius @ ground	$\rho_{xx} = 8.8m; \rho_{yy} = 11.7m; \rho_{zz} = 13.9m$
<b>Aerodynamics Characteristics</b>	
Minimum drag coefficient	0.016
Drag coefficient rise in transonic flight	$\Delta C_D = 0.2(M - 0.75)^2$
Oswald factor	0.9
Maximum lift coefficient	1.35
Maximum lift coefficient with flap full extended	2.30
Lift coefficient @ taxi attitude	1.12
<b>Engine Characteristics (JT9D-3A)</b>	
Specific fuel consumption @ sea level	0.4 kg/kg h
EPR	Vedi Fig. da 2 a 5 (Pan Am - Aircraft Operation Manual)

**TAKEOFF SPEEDS**

**BOEING 747 OPERATIONS MANUAL**

**V1, VR, V2**

KIAS ANTI SKID ON CLIMB ATTITUDE (CB AT) 3 ENGINE - DEGREES

PRESS ALT 1000 FT	OAT											
	-65 TO 83			-54 TO 27			-45 TO 16			-35 TO 7		
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
9 TO 10												
7 TO 9												
5 TO 7												
3 TO 5												
1 TO 3												
-1 TO 1												

GROSS WT 1000 KG	CB AT			CB AT			CB AT			CB AT			CB AT			
	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2	
380	165	178	188	13	166	180	188	13	168	180	188	12	169	182	188	11
370	162	175	185	13	163	176	185	13	165	177	185	12	166	179	185	11
360	159	171	182	14	161	173	182	13	162	174	182	12	164	176	182	12
350	156	168	179	14	158	169	179	14	159	171	179	13	161	173	179	12
340	152	164	176	14	154	166	176	14	155	167	176	13	158	169	176	13
330	149	160	172	15	151	162	172	14	152	163	172	14	154	165	172	13
320	145	157	169	15	147	158	169	15	149	160	169	14	151	161	169	13
310	142	153	166	15	144	154	166	15	146	156	166	14	147	157	166	14
300	138	148	162	16	140	150	162	15	142	152	162	15	144	153	162	14
290	134	144	159	16	136	146	159	15	139	148	159	15	140	149	159	14
280	130	140	157	16	132	142	156	16	135	144	156	15	138	148	156	14
270	126	136	154	17	128	138	154	16	131	140	152	16	133	142	152	15
260	122	132	152	17	124	134	152	17	127	136	150	16	128	138	150	15
250	118	128	152	18	120	130	152	17	123	132	147	16	124	134	147	16
240	114	124	152	19	116	126	152	18	119	128	147	17	120	130	147	16
230	110	120	152	19	112	122	152	18	115	124	147	18	116	126	147	17
220	106	116	152	20	108	118	152	19	111	120	147	18	112	122	147	17
210	102	112	152	20	104	114	152	19	107	116	147	19	108	118	147	18
200	98	108	152	20	100	110	152	19	103	112	147	19	104	114	147	18

GROSS WT 1000 KG	CB AT			CB AT			CB AT			CB AT			CB AT		
	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2	V1	VR	V2
380	160	171	181	11	161	173	181	11	163	173	181	10			
370	156	168	178	11	157	169	178	11	160	170	178	10			
360	153	164	175	12	155	166	175	11	156	167	175	11	159	170	175
350	150	161	172	12	152	162	172	12	153	164	172	11	155	166	172
340	146	158	169	12	148	160	169	12	149	161	169	11	152	162	169
330	143	154	165	13	145	156	165	12	146	157	165	11	148	158	165
320	139	151	162	13	141	152	162	12	143	154	162	12	145	155	162
310	136	147	159	13	138	148	159	12	140	150	159	12	141	151	159
300	132	142	155	14	134	144	155	13	136	146	155	12	138	147	155
290	128	138	152	14	130	140	152	13	132	142	152	13	134	143	152
280	124	134	152	14	126	136	152	14	128	138	149	13	130	139	149
270	120	130	152	15	122	132	152	14	124	134	147	13	126	136	146
260	116	126	152	15	118	128	152	15	120	130	147	14	122	132	147
250	112	122	152	16	114	124	152	15	116	126	147	14	118	128	147
240	108	118	152	17	110	120	152	16	112	122	147	15	114	124	147
230	104	114	152	17	106	116	152	16	108	118	147	15	110	120	147
220	100	110	152	18	102	112	152	17	104	114	147	16	106	116	147
210	96	106	152	18	98	108	152	17	100	110	147	16	102	112	147
200	92	102	152	19	94	104	152	18	96	106	147	17	98	108	147

SPEEDS NOT VALID WHEN WEIGHTS ARE PREDICATED ON USE OF CLEARWAY, STOPWAY, IMPROVED CLIMB OR ARE LIMITED BY BRAKE ENERGY.

SHADED AREA INDICATES PERFORMANCE AFFECTED BY MINIMUM CONTROL SPEED. MINIMUM FIELD LENGTH FOR LIGHTEST WEIGHT ABOVE SHADED AREA IS REQUIRED.

V1 ADJUSTMENTS	
SLOPE	WIND
ADD 1 KNOT PER 1% UP	ADD 1 KNOT PER 15 KNOT HW
SUB 2 KNOT PER 1% DN	SUB 4 KNOT PER 10 KNOT TW

Figure 1 - Takeoff speed chart 747-100

OAT °C	PRESSURE ALTITUDE, FT × 1000											
	-1	SL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
54	1.28											
	88.8											
51-53	1.29											
	89.5											
49-50	1.30											
	89.9											
46-48	1.31											
	90.3											
44-45	1.32											
	90.6											
41-43	1.33											
	91.0											
39-40	1.34											
	91.3											
37-38	1.35											
	91.7											
34-36	1.36											
	91.9											
32-33	1.37											
	92.0											
30-31	1.38											
	92.2											
28-29	1.39											
	92.5											
26-27	1.39	1.40										
	92.2	92.7										
23-25	1.39	1.40	1.41									
	91.9	92.4	92.9									
21-22	1.39	1.40	1.41	1.42								
	91.4	91.9	92.4	92.8								
19-20	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43						
	91.1	91.6	92.1	92.5	92.5	93.0						
17-18	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44					
	90.8	91.3	91.8	92.2	92.2	92.7	93.1					
14-16	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45				
	90.5	91.0	91.4	91.9	91.9	92.3	92.8	93.2				
12-13	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46			
	90.0	90.5	91.0	91.4	91.4	91.9	92.3	92.7	93.3			
10-11	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47		
	89.7	90.2	90.6	91.1	91.1	91.5	92.0	92.4	92.9	93.4		
8-9	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	
	89.4	89.9	90.3	90.8	90.8	91.2	91.7	92.1	92.6	93.1	93.6	
7	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	89.0	89.6	90.0	90.4	90.4	90.9	91.3	91.8	92.3	92.8	93.3	93.8
0	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	87.9	88.4	88.9	89.3	89.3	89.7	90.2	90.6	91.1	91.6	92.1	92.6
-10	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	86.3	86.8	87.2	87.7	87.7	88.1	88.5	88.9	89.4	89.9	90.4	90.9
-20	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	84.6	85.1	85.6	86.0	86.0	86.4	86.8	87.2	87.7	88.2	88.7	89.1
-30	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	83.0	83.4	83.8	84.3	84.3	84.7	85.1	85.5	86.0	86.4	86.9	87.4
-40	1.39	1.40	1.41	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	81.2	81.7	82.1	82.5	82.5	82.9	83.3	83.7	84.2	84.6	85.1	85.5

**PERFORMANCE NOTES**

For packs-off rating:  
 — Turn all packs off for takeoff.  
 — Add .02 EPR and 0.8% N1.

Engine anti-ice: no correction required.

Chart EPRs are limit EPR. N1s are nominal N1.

Takeoff thrust is limited to 5 minutes.

Figura 2 - Takeoff EPR and N1 for JD9D-3A

### 300 KCAS TO .82M CLIMB

TOGW 790-770,001 LB									
PA	Avg TAS	+20		+10		Std Day		-20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
29	381	37.2	54	30.3	41	29.7	41	28.5	41
27	366	31.8	44	26.7	35	26.2	35	25.2	35
25	354	28.1	38	23.9	30	23.5	30	22.6	30
23	343	25.2	33	21.6	26	21.2	26	20.5	26
21	333	22.8	29	19.7	23	19.4	23	18.6	23
19	322	20.6	26	17.9	21	17.6	21	16.9	21
15	296	16.2	19	14.2	16	14.0	16	13.5	16
10	262	11.6	13	10.4	11	10.2	11	9.9	11
TOGW 770-750,001 LB									
31	388			32.4	46	31.8	46	30.5	46
29	377	33.9	49	28.1	38	27.6	38	26.5	38
27	363	29.4	41	25.0	32	24.6	32	23.6	32
25	351	26.3	35	22.6	28	22.2	28	21.3	28
23	340	23.8	31	20.5	25	20.2	25	19.4	25
21	330	21.6	27	18.8	22	18.5	22	17.8	22
19	320	19.5	24	17.1	20	16.8	20	16.2	20
15	293	15.4	18	13.6	15	13.4	15	13.0	15
10	255	11.1	13	9.9	11	9.8	11	9.6	11
TOGW 750-730,001 LB									
33	399			34.5	51	33.8	51	32.6	51
31	383			29.8	42	29.2	42	28.0	42
29	374	31.1	44	26.2	35	25.7	35	24.7	35
27	360	27.4	38	23.6	30	23.1	30	22.2	30
25	349	24.7	33	21.4	27	21.0	27	20.2	27
23	338	22.4	29	19.5	24	19.2	24	18.5	24
21	328	20.5	26	17.9	21	17.6	21	17.0	21
19	317	18.5	23	16.3	19	16.1	19	15.5	19
15	291	14.7	18	13.1	15	12.9	15	12.5	15
10	253	10.7	12	9.6	10	9.5	10	9.2	10
TOGW 730-710,001 LB									
33	393			31.0	45	30.4	45	29.3	45
31	385	31.2	49	27.5	38	27.0	38	25.9	38
29	370	28.7	41	24.6	33	24.1	33	23.2	33
27	357	25.6	35	22.2	29	21.8	29	21.0	29
25	346	23.2	31	20.3	25	19.9	25	19.1	25
23	336	21.2	27	18.6	23	18.3	23	17.6	23
21	326	19.4	25	17.1	20	16.8	20	16.2	20
19	315	17.6	22	15.6	18	15.4	18	14.8	18
15	288	14.1	17	12.6	14	12.4	14	12.0	14
10	250	10.3	12	9.3	10	9.1	10	8.9	10
TOGW 710-690,001 LB									
33	394	34.8	54	28.3	41	27.8	41	26.8	41
31	381	30.3	45	25.6	35	25.1	35	24.1	35
29	367	26.7	38	23.1	31	22.6	31	21.7	31
27	355	24.0	33	21.0	27	20.6	27	19.9	27
25	343	21.9	29	19.3	24	18.9	24	18.2	24
23	333	20.1	26	17.7	21	17.4	21	16.8	21
21	323	18.4	23	16.4	19	16.1	19	15.5	19
19	312	16.8	21	15.0	17	14.7	17	14.3	17
15	286	13.5	16	12.1	13	11.9	13	11.6	13
10	247	9.9	11	9.0	10	8.9	10	8.6	10
TOGW 690-670,001 LB									
35	399			30.0	46	29.5	46	28.5	46
33	389	31.2	47	26.1	37	25.7	37	24.7	37
31	377	27.9	41	23.9	33	23.5	33	22.6	33
29	364	24.9	35	21.7	29	21.3	29	20.5	29
27	352	22.6	31	20.0	25	19.5	25	18.8	25
25	341	20.7	27	18.3	23	18.0	23	17.3	23
23	331	19.0	25	16.9	20	16.6	20	16.0	20
21	321	17.5	22	15.6	18	15.4	18	14.9	18
19	310	16.0	20	14.4	17	14.1	17	13.7	17
15	283	12.9	15	11.7	13	11.5	13	11.1	12
10	244	9.6	11	8.7	10	8.6	10	8.3	10
TOGW 670-650,001 LB									
35	399	33.1	53	27.1	40	26.6	40	25.7	40
33	385	28.5	43	24.3	34	23.9	34	23.0	34
31	374	25.9	37	22.4	31	22.0	31	21.2	31
29	361	23.3	33	20.5	27	20.2	27	19.4	27
27	349	21.3	29	18.9	24	18.5	24	17.9	24
25	338	19.6	26	17.4	22	17.1	22	16.5	22
23	328	18.1	23	16.2	19	15.9	19	15.3	19
21	318	16.7	21	15.0	18	14.7	18	14.2	18
19	307	15.3	19	13.8	16	13.6	16	13.1	16
15	280	12.4	15	11.2	12	11.1	12	10.7	12
10	240	9.1	11	8.4	9	8.3	9	8.1	9
TOGW 650-630,001 LB									
35	392	35.3	60	27.6	43	26.8	43	25.8	43
33	381	31.9	52	25.4	38	24.6	38	23.7	38
31	372	29.6	48	23.8	35	23.0	34	22.1	34
29	362	27.2	43	22.0	32	21.3	31	20.5	31
27	352	25.0	39	20.4	29	19.7	28	19.0	28
25	343	23.2	35	19.0	26	18.3	26	17.7	26
23	337	21.8	33	17.8	24	17.2	24	16.6	24
21	328	20.0	29	16.5	22	15.9	21	15.4	21
19	318	18.1	26	15.1	20	14.6	19	14.1	19
15	293	14.4	20	12.2	15	11.8	15	11.5	15
10	257	10.4	14	9.1	11	8.8	10	8.6	10

**NOTES**

- These tables are based on the -7A Max Climb Rating at TOGW heavier than 650,000 lb, and -3A Max Climb Rating at TOGW 650,000 lb or lighter. They include level-off and acceleration to .84 Mach.
- Use Fuel adjustment for high-elevation airports (effect on time is negligible).

FUEL ADJUSTMENT	
Pressure Altitude	Subtract
10,000	2300 lb
8,000	1800 lb
6,000	1300 lb
4,000	800 lb
2,000	400 lb

Figura 3 - conduct - climb 1/3

### 300 KCAS TO .82M CLIMB

TOGW 630-610,001 LB							TOGW 550-530,001 LB												
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20		PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time			Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
37	397			29.1	47	28.2	47	27.3	47	39	397	28.8	52	23.2	38	22.6	38	21.9	38
35	388	31.9	53	25.6	39	24.8	39	23.9	39	37	383	24.9	42	20.9	32	20.4	32	19.7	32
33	378	29.3	48	23.8	35	23.0	35	22.2	35	35	374	23.3	38	19.7	29	19.1	29	18.5	29
31	369	27.5	44	22.4	33	21.7	32	20.8	32	33	366	22.1	35	18.7	27	18.2	27	17.5	27
29	360	25.4	40	20.8	30	20.1	29	19.4	29	31	358	21.0	33	17.8	26	17.3	25	16.7	25
27	350	23.4	36	19.3	27	18.7	27	18.0	27	29	349	19.6	30	16.7	24	16.2	23	15.7	23
25	341	21.8	33	18.0	25	17.4	24	16.8	24	27	339	18.4	28	15.7	22	15.2	21	14.7	21
23	335	20.5	31	17.0	23	16.4	22	15.8	22	25	331	17.2	26	14.7	20	14.3	20	13.8	20
21	326	18.8	28	15.7	21	15.2	20	14.7	20	23	325	16.3	24	14.0	19	13.5	18	13.1	18
19	316	17.2	25	14.4	19	14.0	18	13.5	18	21	316	15.2	22	13.0	17	12.7	17	12.2	17
15	290	13.7	19	11.7	15	11.4	14	11.0	14	19	306	14.0	20	12.1	16	11.7	15	11.4	15
10	254	10.0	13	8.7	10	8.5	10	8.3	10	15	279	11.3	15	10.0	12	9.7	12	9.4	12
10	240	8.5	11	7.6	9	7.4	9	7.2	9	10	240	8.5	11	7.6	9	7.4	9	7.2	9
TOGW 610-590,001 LB							TOGW 530-510,001 LB												
37	397	33.6	59	26.3	42	25.6	42	24.7	42	41	408			25.8	47	25.3	47	24.6	47
35	384	29.2	48	23.8	36	23.1	36	22.3	36	39	391	25.6	45	21.3	35	20.8	35	20.2	35
33	375	27.2	44	22.3	33	21.6	33	20.9	33	37	379	23.1	38	19.6	30	19.1	30	18.5	30
31	367	25.6	41	21.1	31	20.4	30	19.7	30	35	371	21.7	35	18.5	28	18.0	28	17.4	28
29	357	23.7	37	19.6	28	19.0	28	18.4	28	33	363	20.7	33	17.7	26	17.2	26	16.6	26
27	347	22.0	34	18.3	26	17.7	25	17.1	25	31	356	19.7	31	16.8	24	16.4	24	15.8	24
25	339	20.5	31	17.1	23	16.6	23	16.0	23	29	346	18.5	28	15.8	22	15.4	22	14.9	22
23	332	19.3	29	16.1	22	15.6	21	15.0	21	27	337	17.3	26	14.9	21	14.5	20	14.0	20
21	324	17.8	26	15.0	20	14.5	19	14.0	19	25	328	16.3	24	14.0	19	13.6	19	13.2	19
19	313	16.3	23	13.8	18	13.4	17	12.9	17	23	322	15.5	23	13.3	18	12.9	17	12.5	17
15	287	13.0	18	11.3	14	10.9	14	10.6	14	21	313	14.4	21	12.5	16	12.1	16	11.7	16
10	251	9.6	12	8.4	10	8.2	10	8.0	10	19	303	13.3	19	11.5	15	11.2	15	10.9	15
TOGW 590-570,001 LB							TOGW 510-490,001 LB												
37	391	29.8	51	24.2	38	23.5	38	22.8	38	15	276	10.8	15	9.6	12	9.3	12	9.1	12
35	380	26.9	44	22.3	34	21.6	34	20.9	34	10	237	8.1	10	7.3	9	7.1	8	7.0	8
33	372	25.3	41	21.0	31	20.4	31	19.7	31										
31	364	23.9	38	19.9	29	19.3	29	18.6	29										
29	354	22.2	35	18.6	26	18.0	26	17.4	26										
27	345	20.7	32	17.4	24	16.8	24	16.3	24										
25	336	19.3	29	16.3	22	15.8	22	15.2	22										
23	330	18.3	27	15.4	21	14.8	20	14.3	20										
21	321	16.9	25	14.3	19	13.8	18	13.4	18										
19	311	15.4	22	13.2	17	12.8	17	12.4	17										
15	285	12.4	17	10.8	13	10.5	13	10.2	13										
10	247	9.2	12	8.1	10	7.9	9	7.7	9										
TOGW 570-550,001 LB							TOGW 490-470,001 LB												
39	398			25.7	43	25.1	43	24.3	43										
37	387	27.1	46	22.4	35	21.8	35	21.1	35										
35	377	25.0	41	20.9	31	20.3	31	19.6	31										
33	369	23.6	38	19.8	29	19.2	29	18.6	29										
31	361	22.4	35	18.8	27	18.2	27	17.0	27										
29	352	20.9	32	17.6	25	17.1	25	16.5	25										
27	342	19.5	30	16.5	23	16.0	23	15.5	23										
25	333	18.2	27	15.5	21	15.0	21	14.5	21										
23	327	17.3	26	14.6	20	14.2	19	13.7	19										
21	319	16.0	23	13.7	18	13.2	18	12.8	18										
19	308	14.7	21	12.6	16	12.2	16	11.9	16										
15	282	11.9	16	10.4	13	10.1	13	9.8	13										
10	244	8.8	10	7.9	9	7.6	9	7.5	9										

**NOTES**

- These tables are based on the - 7A Max Climb Rating at TOGW heavier than 650,000 lb, and - 3A Max Climb Rating at TOGW 650,000 lb or lighter. They include level-off and acceleration to .84 Mach.
- Use Fuel adjustment for high-elevation airports (effect on time is negligible).

FUEL ADJUSTMENT	
Pressure Altitude	Subtract
10,000	2300 lb
8,000	1800 lb
6,000	1300 lb
4,000	800 lb
2,000	400 lb

Figura 4 - Flight conduct - climb 2/3



### 300 KCAS TO .82M CLIMB

TOGW 510-490,001 LB									
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
41	397								
39	387	23.3	40	22.4	39	21.9	39	21.3	39
37	376	21.5	36	18.4	28	18.0	28	17.4	28
35	368	20.4	33	17.5	26	17.0	26	16.5	26
33	360	19.4	31	16.7	24	16.3	24	15.7	24
31	353	18.5	29	16.0	23	15.5	23	15.0	23
29	343	17.4	27	15.0	21	14.6	21	14.1	21
27	334	16.4	25	14.2	19	13.8	19	13.3	19
25	325	15.4	23	13.4	18	13.0	18	12.6	18
23	319	14.7	22	12.7	17	12.3	17	11.9	17
21	310	13.7	20	11.9	16	11.6	15	11.2	15
19	300	12.6	18	11.1	14	10.8	14	10.4	14
15	272	10.4	14	9.2	11	9.0	11	8.7	11
10	233	7.8	10	7.1	8	6.9	8	6.7	8

TOGW 490-470,001 LB									
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
41	396	24.5	45	20.3	34	19.9	34	19.3	34
39	382	21.6	37	18.5	29	18.1	29	17.5	29
37	372	20.1	33	17.4	26	16.9	26	16.4	26
35	364	19.1	31	16.5	24	16.1	24	15.6	24
33	357	18.3	29	15.8	23	15.4	23	14.9	23
31	350	17.5	27	15.1	22	14.7	21	14.2	21
29	340	16.5	25	14.3	20	13.9	20	13.5	20
27	331	15.5	23	13.5	18	13.1	18	12.7	18
25	322	14.6	22	12.8	17	12.4	17	12.0	17
23	316	13.9	20	12.1	16	11.8	16	11.4	16
21	307	13.0	19	11.4	15	11.1	15	10.7	15
19	297	12.1	17	10.6	14	10.3	13	10.0	13
15	269	9.9	13	8.8	11	8.6	11	8.4	11
10	229	7.5	10	6.8	8	6.7	8	6.5	8

TOGW 470-450,001 LB									
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
43	409			21.3	40	21.1	40	20.5	40
41	390	22.0	40	18.7	31	18.3	31	17.8	31
39	378	20.0	34	17.4	27	17.0	27	16.4	27
37	369	18.9	31	16.4	25	16.0	25	15.5	25
35	361	18.0	29	15.7	23	15.3	23	14.8	23
33	354	17.3	27	15.0	22	14.6	22	14.2	22
31	347	16.5	26	14.4	20	14.0	20	13.6	20
29	337	15.6	24	13.6	19	13.3	19	12.8	19
27	328	14.7	22	12.9	18	12.5	17	12.1	17
25	319	13.9	20	12.2	16	11.9	16	11.5	16
23	313	13.3	19	11.6	15	11.3	15	10.9	15
21	304	12.4	18	10.9	14	10.6	14	10.3	14
19	293	11.5	16	10.2	13	9.9	13	9.6	13
15	265	9.5	13	8.5	10	8.3	10	8.1	10
10	225	7.3	9	6.6	8	6.5	8	6.3	8

TOGW 450-430,001 LB									
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
43	402	23.0	45	19.1	33	18.9	33	18.4	33
41	385	20.2	36	17.4	28	17.1	28	16.6	28
39	375	18.7	31	16.3	25	16.0	25	15.5	25
37	366	17.7	29	15.5	23	15.1	23	14.7	23
35	358	17.0	27	14.8	22	14.5	22	14.0	22
33	351	16.3	25	14.3	20	13.9	20	13.5	20
31	344	15.6	24	13.7	19	13.3	19	12.9	19
29	334	14.8	22	13.0	18	12.6	18	12.2	18
27	325	14.0	21	12.3	17	12.0	17	11.6	17
25	316	13.2	19	11.6	16	11.3	15	11.0	15
23	310	12.6	18	11.1	15	10.8	14	10.4	14
21	301	11.8	17	10.4	14	10.2	13	9.9	13
19	290	11.0	15	9.7	12	9.5	12	9.2	12
15	262	9.1	12	8.2	10	8.0	10	7.8	10
10	221	7.0	9	6.4	7	6.2	7	6.1	7

TOGW 430-410,001 LB									
PA	Avg TAS	+ 20		+ 10		Std Day		- 20	
		Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time	Fuel	Time
43	395	24.4	38	17.4	30	17.2	30	16.7	30
41	381	18.7	32	16.3	26	15.9	26	15.5	26
39	371	17.6	29	15.4	24	15.1	24	14.6	24
37	363	16.7	27	14.7	22	14.3	22	13.9	22
35	355	16.0	25	14.1	21	13.7	21	13.3	21
33	348	15.4	24	13.5	19	13.2	19	12.8	19
31	341	14.8	23	13.0	18	12.7	18	12.3	18
29	331	14.0	21	12.3	17	12.0	17	11.7	17
27	322	13.3	20	11.7	16	11.4	16	11.1	16
25	313	12.6	18	11.1	15	10.8	15	10.5	15
23	306	12.0	17	10.6	14	10.3	14	10.0	14
21	297	11.2	16	10.0	13	9.7	13	9.4	13
19	286	10.5	15	9.3	12	9.1	12	8.8	12
15	258	8.7	12	7.9	10	7.7	9	7.5	9
10	217	6.7	8	6.2	7	6.0	7	5.9	7

#### NOTES

- These tables are based on the - 7A Max Climb Rating at TOGW heavier than 650,000 lb, and - 3A Max Climb Rating at TOGW 650,000 lb or lighter. They include level-off and acceleration to .84 Mach.
- Use Fuel adjustment for high-elevation airports (effect on time is negligible).

#### FUEL ADJUSTMENT

Pressure Altitude	Subtract
10,000	2300 lb
8,000	1800 lb
6,000	1300 lb
4,000	800 lb
2,000	400 lb

Figura 5 - Flight conduct - climb 3/3

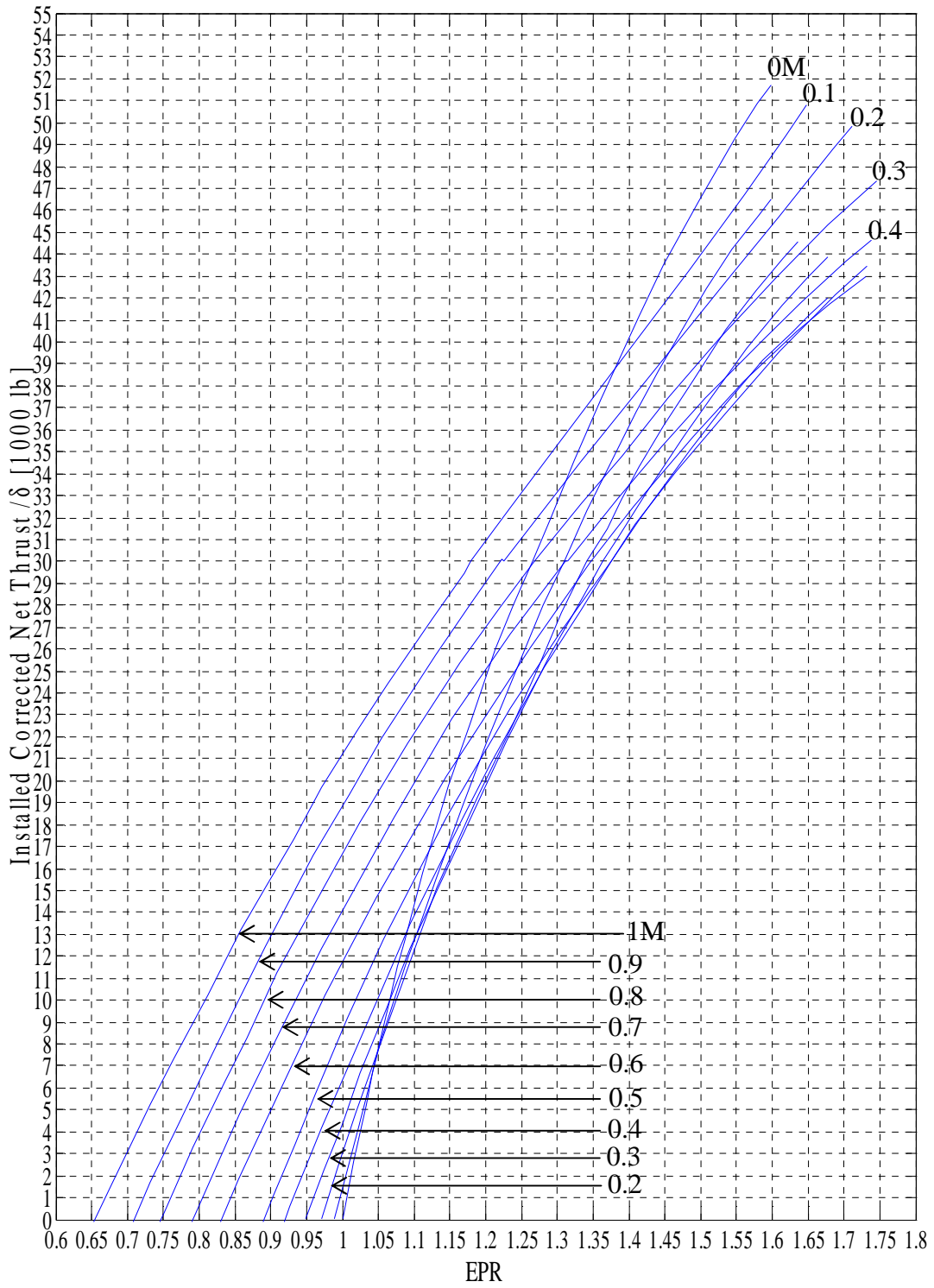


Figura 6 – Installed corrected net thrust @ ground level in 1000 lb for JT9D-3



## Tema n. 2

Al candidato è richiesto progettare e dimensionare un sistema integrato multi-sensore, di possibile uso clinico, per l'analisi delle patologie del sonno. Coadiuvandosi, se opportuno, con elementi grafici (disegni, schemi elettrici, schemi a blocchi, ...) il candidato descriva la struttura complessiva del sistema ed elenchi i singoli segnali fisiologici che si ritiene debbano essere acquisiti. Ogni specifico sotto-sistema di acquisizione dei diversi segnali fisiologici deve essere descritto in dettaglio, fornendo indicazioni complete su numero e natura dei sensori (o degli elettrodi), numero di canali, loro posizionamento, e frequenza di campionamento. Infine, il candidato discuta gli strumenti di analisi utili a supportare la diagnosi clinica nel settore delle patologie del sonno.

## Tema n. 3

Un processo industriale richiede come fase intermedia una separazione solido-liquido per una soluzione torbida al 20% in peso di solido nell'acqua (il solido ha peso specifico  $3 \text{ g/cm}^3$ ).

Tale separazione avviene tramite filtrazione continua con filtro a tamburo di diametro e lunghezza 60 cm. Il tamburo compie un giro ogni 6 min e, ad ogni istante, la superficie filtrante immersa nella torbida è pari al 20% della superficie totale. La filtrazione avviene a una depressione di 500 Torr.

Il filtrato ottenuto è di 450 kg/h (le cui caratteristiche chimico-fisiche possono essere assimilate a quelle dell'acqua) da una torta con porosità  $\epsilon=0,5$ .

Il filtro a tamburo richiede una manutenzione annuale della durata di 15 giorni, durante i quali la filtrazione deve continuare.

L'impianto deve pertanto essere dotato di un sistema di filtrazione alternativo, da progettare mantenendo costante la velocità media di filtrazione. Si ipotizzi un filtro pressa i cui elementi siano di dimensione 30 cm per 30 cm.

Il filtro pressa, di funzionamento discontinuo, oltre al tempo di filtrazione attivo, richiederà: 2 minuti per lo smontaggio e 2 minuti per lo scarico della torta raccolta in ogni telaio e ulteriori 2 minuti per il rimontaggio.

Si valuti il numero degli elementi necessari al filtro pressa, nonché il loro spessore, nell'ipotesi che il filtro funzioni a una pressione costante di 3,75 atm (assolute).

Nel dimensionare il filtro si ipotizzi la torta come incomprimibile e si trascuri la resistenza del setto filtrante. In queste condizioni vale la:

$$V^2 = \frac{2A^2 \Delta P}{r \cdot \eta \cdot v} \cdot t \quad [1]$$

Minimizzando la relazione fra il numero di elementi e il loro spessore è possibile risalire alle dimensioni del filtropressa. Tale relazione può essere resa esplicita attraverso le seguenti correlazioni:

- La velocità media di filtrazione;
- Il volume filtrato espresso come rapporto tra il volume delimitato dai telai e il volume della torta per unità di volume filtrato
- La relazione [1] ove il parametro  $k=2/r\eta v$  (con  $r$ , resistenza specifica della torta;  $\eta$ , viscosità del liquido filtrato e  $v$ , volume di torta depositato dal volume unitario di torbida) è uguale a quello ricavato per il filtro a tamburo, applicando la stessa relazione per il filtro a tamburo considerando il volume filtrato in un giro completo.

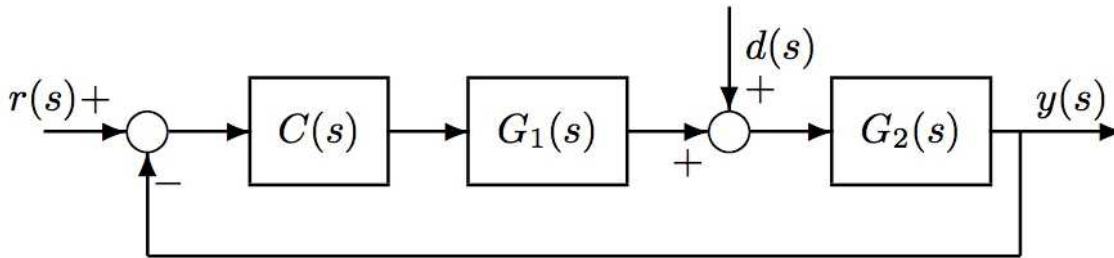
La fase attiva del filtro comprende una fase di lavaggio della torta che richiede una portata d'acqua di 0,6 l/min a 3 atm per 10 minuti.

Si scelga e si dimensionino la pompa adatta a fornire tale portata d'acqua e nonché il serbatoio di accumulo necessario a garantire il funzionamento del sistema di filtrazione per i 15 giorni all'anno di funzionamento.

Infine, si tracci uno schema di massima (PFD) del sistema di filtrazione filtropressa e si ipotizzi un sistema di controllo (regolazione ed eventuali allarmi operativi) da definire ai fini della produttività – non della qualità del prodotto, né della sicurezza di processo.

#### Tema n. 4

Un sistema fisico può essere modellizzato in modo adeguato con lo schema riportato nella figura seguente.



Le funzioni di trasferimento dei blocchi sono:

$$G_1 = \frac{25}{(s+10)}$$

$$G_2 = \frac{1}{(s+0,5)}$$

Con il committente si è definito che le specifiche del sistema di controllo siano:

- Uscita di regime permanente nulla per un disturbo  $d$  costante.
- Errore di velocità maggiore o uguale all'1%.
- Margine di fase maggiore o uguale a  $45^\circ$ .
- Pulsazione di taglio della funzione di anello aperto compresa tra 4 e 5 rad/s

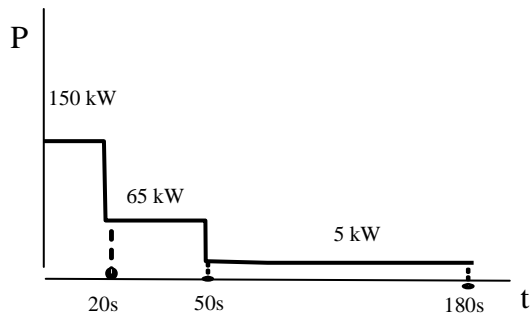
Si chiede di:

1. Progettare un controllo che soddisfi le richieste.
2. Discutere la possibilità di scegliere, tra le varie soluzioni che soddisfano alle specifiche, quella che ottimizza le prestazioni del sistema secondo un criterio scelto dal candidato. Il criterio deve essere chiaramente indicato e motivato.
3. Indicare come tale sistema di controllo potrebbe essere realizzato con tecnica digitale. In questo caso indicare chiaramente i criteri con cui scegliere il passo di campionamento.

## Tema n. 5

Si consideri un impianto di metropolitana, esercito su rotaia, per trasporto pubblico.

Il diagramma di assorbimento meccanico potenza/tempo di ciascuna vettura per ciascuna tratta compresa tra due fermate consecutive è riportato nel seguito.



Le vetture sono alimentate a mezzo di linea di contatto aerea esercita alla tensione di  $500 V_{DC}$ .

Ciascuna tratta di linea di contatto, di lunghezza media 500 m, è costituita da corda Cu  $95 \text{ mm}^2$ , è isolata dalle tratte adiacenti ed è alimentata alle estremità a mezzo di linee in cavo di lunghezza media 50 m ciascuna.

Come illustrato nel diagramma si consideri la frenatura esclusivamente meccanica senza recupero di energia; gli eventuali assorbimenti minimi relativi all'alimentazione dei servizi di bordo sono compresi nell'assorbimento di 5 kW indicato nel diagramma.

Supponendo la presenza di massimo n° 2 vetture per tratta, sulla base di eventuali assunzioni e stime ritenute necessarie esplicitamente espresse e giustificate, il candidato:

- determini il carico elettrico da soddisfare;
- determini l'energia assorbita su ogni singola tratta in un'ora, con una frequenza di passaggio di una vettura ogni 4 minuti;
- dimensioni l'impianto di alimentazione lato DC al fine di contenere le cadute di tensione entro il 5% al pantografo della vettura, nelle condizioni di assorbimento peggiori;
- dimensioni l'impianto lato AC di trasformazione, tenendo anche conto della sicurezza di esercizio dell'impianto, ipotizzando una fornitura dalla rete di alimentazione con le seguenti caratteristiche:
  - tensione di alimentazione nel punto di consegna: 20 kV;
  - potenza di corto circuito nel punto di consegna: 500 MVA;
  - distribuzione: trifase
  - stato del neutro: isolato
  - corrente di guasto verso terra: 195 A
  - tempo di eliminazione del guasto a terra: 680 ms
  - tensione di alimentazione in ingresso al convertitore AC→DC: 400 V trifase
- dimensioni l'impianto di terra del locale cabina di trasformazione, tenendo conto di:
  - dimensioni del locale in pianta:  $L = 6 \text{ m}$   $P = 5 \text{ m}$ ;
  - terreno ghiaioso, resistività:  $\rho = 500 \Omega\text{m}$ .

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara ed ordinata.

## Tema n. 6

Con riferimento ad un edificio residenziale a torre, costituito da 2 piani fuori terra, 4 alloggi per piano, avente dimensioni in pianta di circa 25m \* 25m, il candidato sviluppi il progetto preliminare dell'impianto di riscaldamento centralizzato.

Il candidato scelga la disposizione degli alloggi, la suddivisione interna dei vani e la loro esposizione, formuli delle ipotesi realistiche in merito alla stratigrafia delle pareti opache e alle caratteristiche delle superfici vetrate, giustificandole alla luce della legislazione/normativa vigente.

Supponga che il piano interrato sia costituito da locali non riscaldati, adibiti a cantina e posti auto, e dalla centrale termica.

Il candidato calcoli i carichi termici invernali, effettui il dimensionamento di massima del generatore di calore (avente acqua come fluido termovettore ed alimentato a metano) e dei corpi scaldanti, nella ipotesi che l'edificio sia ubicato in una città per la quale la temperatura esterna minima di progetto valga  $-10^{\circ}\text{C}$  e il numero di GG sia pari a 2700.

Il candidato elabori uno schema funzionale della rete di distribuzione del fluido termovettore in modo che sia possibile, in ogni alloggio, la contabilizzazione diretta del calore utilizzato e ne effettui il dimensionamento di massima; illustri, mediante uno schema, il sistema di regolazione della temperatura di mandata impianto (installato subito a valle del generatore di calore) e il sistema di regolazione della temperatura ambiente installato negli alloggi e spieghi l'importanza della loro presenza.

Elenchi e commenti gli accessori di cui deve essere provvisto il generatore di calore e che sono previsti dalla normativa vigente.

Dimensioni infine la sezione del camino in modo che la velocità dei prodotti della combustione sia non inferiore a 3 m/s, determini il diametro del tubo di alimentazione del combustibile.

Con riferimento ai GG indicati e ad una stagione di riscaldamento il candidato stimi il consumo di combustibile e calcoli l'energia di cui necessita l'edificio espressa ad esempio in kWh: riferisca quest'ultima al volume riscaldato e alla superficie calpestabile in modo da ricavare i  $\text{kWh/m}^3$  e i  $\text{kWh/m}^2$ .

Nella ipotesi che l'edificio si allacci ad una locale rete di teleriscaldamento calcoli le tonnellate di anidride carbonica che non verranno immesse in atmosfera.

Per eventuali dati mancanti, geometrici e non, il candidato faccia delle ipotesi realistiche.

## Tema n. 7

Il candidato svolga sia la Parte A che la Parte B.

### PARTE A

Il candidato realizzi l'analisi del bilancio della società NEWCO SPA (si veda allegato) per l'anno 2012, mettendone in evidenza gli indicatori di redditività operativa, solidità patrimoniale, liquidità ed efficienza nella gestione dei magazzini.

### PARTE B

La società INNOVA Spa opera nel settore della componentistica automotive e non è quotata sul mercato azionario. Le seguenti analisi vengono realizzate a gennaio 2015, avendo a disposizione i seguenti dati relativi agli ultimi 2 bilanci della società sotto riportati (dati in Milioni di Euro).

	Anno 2013	Anno 2014
Fatturato	450	475
EBITDA	85.5	87.25
Ammortamenti	4	6.5
Utile ante imposte	59.5	61.55
Patrimonio netto (book value)	45	60
Numero azioni	14 Milioni	14 Milioni
Capitale circolante operativo netto	28	29.2
Aliquota fiscale	40%	40%

Al momento dell'analisi il debito della società INNOVA Spa è costituito da 400 mila obbligazioni con valore di rimborso di 1000 Euro, rendimento nominale del 5%, cedola annuale, vita residua di 6 anni e rendimento a scadenza del 7%.

Si hanno a disposizione i seguenti dati sulla società concorrente ALTER Spa, che opera sullo stesso mercato della INNOVA e che è quotata sul mercato azionario.

Capitalizzazione di mercato di 700 Milioni di Euro (con 35 milioni di azioni)

Beta azionario pari a 1,35

Valore di mercato del debito pari a 190 Milioni di Euro, interamente costituito da obbligazioni con rendimento del 6%.

EBIT anno 2014 pari a 350 MEuro

Utili netti anno 2014 75 M Euro

Aliquota fiscale 40%

Si hanno inoltre a disposizione i seguenti dati sul mercato dei capitali:

Market risk premium: 5,5%

Rendimento a scadenza titoli stato	scadenza
3,0%	1 anno
3,2%	1,5 anni
3,2%	2 anni
3,5%	2,5 anni
3,6%	3 anni
3,8%	4 anni
4,0%	10 anni

Il candidato, assumendo un tasso di crescita nullo dei flussi di cassa del 2014 della società INNOVA, calcoli i seguenti parametri, a valori di mercato:

1. *Il costo medio ponderato del capitale della società.*
2. *Il possibile prezzo target delle azioni della società se fossero quotate sul mercato*
3. *I parametri P/E ed EPS della società (su dati di chiusura bilancio 2014)*

Sempre nel mese di gennaio 2015 la società INNOVA Spa deve valutare l'opportunità di realizzare un investimento consistente nell'acquisto di un nuovo impianto in sostituzione di uno attualmente in uso.

Il nuovo impianto ha un costo pari a 7 Milioni di Euro ed una vita utile di 5 anni. Attualmente si hanno a disposizione i seguenti dati sui costi del processo produttivo relativi agli ultimi due anni di produzione con l'impianto attualmente in uso:

Anno	volumi di produzione (unità)	costi di produzione (in M Euro)
2014	1500	7.625
2013	1800	8.75

L'impianto attualmente in uso è stato già interamente ammortizzato. Tuttavia, in caso di dismissione la società potrà ricavare dalla sua vendita 0,9 milioni di Euro. Si assuma che l'incasso della cessione avvenga immediatamente e gli effetti fiscali si verifichino nel corso del primo anno.

Il nuovo impianto genererà i seguenti costi di produzione:

costi annui fissi del personale dedicato 1.700.000 Euro

costi annui fissi manutenzione: 90.000 Euro

costi unitari energia: 800

costi unitari materie prime: 2000

L'acquisto dell'impianto potrà essere finanziato per una quota pari a 5 milioni di Euro attraverso un mutuo a tasso variabile con le seguenti caratteristiche: durata 3 anni, rata annuale corrisposta al 30 dicembre, tasso pari al rendimento dei titoli di stato + spread 5%, restituzione del capitale in quote costanti.

*Su un orizzonte temporale di 5 anni, il candidato calcoli i volumi attesi di produzione media annuale che rendono economicamente vantaggiosa la sostituzione dell'impianto. [Si suggerisce l'impiego di una metodologia di tipo Flow-to-Equity].*



## ALLEGATO BILANCIO STATO PATRIMONIALE – ATTIVO

ATTIVO	Anno 2011		Anno 2012	
<b>A) CREDITI V/ SOCI</b>		0		0
<b>B) IMMOBILIZZAZIONI</b>				
<i>I. Immobilizzazioni immateriali</i>				
3) Diritti brevetto ind.le e utilizz. opere dell'ingegno	148 232		76 050	
4) Concessioni, licenze, marchi e diritti simili	23 781		24 227	
6) Immobilizzazioni in corso ed acconti	44 000			
7) Altre	51 828		17 834	
<b>Totale Immobilizzazioni immateriali (B.I.)</b>		<b>267 841</b>		<b>118 111</b>
<i>II. Immobilizzazioni materiali</i>				
1) Terreni e fabbricati	49 942 768		49 572 251	
2) Impianti e macchinario	9 563 817		9 665 305	
3) Attrezzature industriali e commerciali	2 994 337		3 161 968	
4) Altri beni	781 732		760 300	
5) Immobilizzazioni in corso ed acconti	522 612		998 831	
<b>Totale Immobilizzazioni materiali (B.II.)</b>		<b>63 805 266</b>		<b>64 158 655</b>
<i>III. Immobilizzazioni finanziarie, con separata</i>				
1) Partecipazioni in:				
a. imprese controllate	1 309 333		1 309 333	
b. imprese collegate	932 525		932 525	
d. altre imprese	2 219		2 219	
4) Azioni proprie, con indicazione del valore	5 000 000		5 000 000	
<b>Totale Immobilizzazioni finanziarie (B.III.)</b>		<b>7 244 077</b>		<b>7 244 077</b>
<b>Totale Immobilizzazioni (B)</b>		<b>71 317 184</b>		<b>71 520 843</b>
<b>C) ATTIVO CIRCOLANTE</b>				
<i>I. Rimanenze</i>				
1) Materie prime, sussidiarie e di consumo	6 049 819		4 986 696	
2) Prodotti in corso di lavorazione e semilavorati	16 544 091		16 713 663	
4) Prodotti finiti e merci	11 533 866		13 325 348	
5) Acconti	19 075		22 600	
<b>Totale Rimanenze (C.I.)</b>		<b>34 146 851</b>		<b>35 048 307</b>
<i>II. Crediti, con separata indicazione per ciascuna voce, degli importi esigibili oltre l'esercizio successivo:</i>	Entro 12 mesi	Oltre 12 mesi	Entro 12 mesi	Oltre 12 mesi
1) verso clienti	27 241 169		27 632 547	
3) verso imprese collegate	60 160		12 174	
4-bis) crediti tributari	1 891 704	47 802	1 611 369	48 337
4-ter) imposte anticipate	1 065 834	210 834	1 103 281	210 834
5) verso altri	240 017	44 775	28 370	33 250
<b>Totale Crediti (C.II.)</b>		<b>30 802 295</b>		<b>30 680 162</b>
<i>III. Attività finanziarie che non costituiscono immobilizzazioni</i>				
6) Altri titoli	6384291		6175689	
<b>Totale Attività Finanziarie (C.III.)</b>		<b>6384291</b>		<b>6175689</b>
<i>IV. Disponibilità liquide</i>				
1) Depositi bancari e postali	436 400		6 296 502	
3) Denaro e valori in cassa	6 376		5 443	
<b>Totale Disponibilità liquide (C.IV.)</b>		<b>442 776</b>		<b>6 301 945</b>
<b>Totale Attivo circolante (C)</b>		<b>71 776 213</b>		<b>78 206 103</b>
<b>D) RATEI E RISCONTI con separata</b>				
indicazione del disaggio su prestiti	91 853		169 480	
		<b>91 853</b>		<b>169 480</b>
<b>TOTALE ATTIVO</b>		<b>143 185 250</b>		<b>149 896 426</b>

## BILANCIO STATO PATRIMONIALE – PASSIVO

PASSIVO	Anno 2011		Anno 2012	
<b>A) PATRIMONIO NETTO</b>				
I. Capitale sociale	15 000 000		15 000 000	
II. Riserva da sovrapprezzo azioni			0	
III. Riserva di rivalutazione	46 188 692		46 188 692	
IV. Riserva legale	3 118 124		3 118 124	
V. Riserve statutarie				
VI. Riserva per azioni proprie in portafoglio	5 000 000		5 000 000	
VII. Altre riserve, distintamente indicate	22 937 700		31 901 573	
VIII. Utili (perdite) portati a nuovo				
IX. Utile (perdita) dell'esercizio	8 963 872		8 667 536	
<b>Totale Patrimonio netto (A)</b>		<b>101 208 388</b>		<b>109 875 925</b>
<b>B) FONDI PER RISCHI E ONERI</b>				
1) Per trattamento di quiescenza e obbligazioni simili	152 669		275 285	
2) Per imposte, anche differite	30 963		25 956	
3) Altri	784 026		709 505	
<b>Totale Fondi per rischi e oneri (B)</b>		<b>967 658</b>		<b>1 010 746</b>
<b>C) TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO DI LAVORO SUBORDINATO</b>		<b>4 893 896</b>		<b>4 779 641</b>
<b>D) DEBITI, con separata indicazione, per ciascuna voce, degli importi esigibili oltre l'esercizio successivo</b>	Entro 12 mesi	Oltre 12 mesi	Entro 12 mesi	Oltre 12 mesi
1) Obbligazioni		0		0
2) Obbligazioni convertibili		0		0
3) Debiti verso soci per finanziamenti		0		0
4) Debiti verso banche	9 865 200	9 865 200	9 194 353	9 194 353
5) Debiti verso altri finanziatori		0		0
6) Acconti	105 917	105 917	85 655	85 655
7) Debiti verso fornitori	21 348 291	21 348 291	20 745 937	20 745 937
8) Debiti rappresentati da titoli di credito		0		0
9) Debiti verso imprese controllate	374 947	374 947	168 307	168 307
10) Debiti verso imprese collegate	522 087	522 087	586 429	586 429
11) Debiti verso controllanti		0		0
12) Debiti tributari	1 319 094	1 319 094	745 792	745 792
13) Debiti verso istituti di previdenza	775 384	775 384	842 145	842 145
14) Altri debiti	1 846 808	1 846 808	1 870 308	1 870 308
<b>Totale Debiti (D)</b>	<b>36 157 728</b>	<b>0</b>	<b>34 238 926</b>	<b>0</b>
<b>E) RATEI E RISCONTI con separata indicazione dell'aggio su prestiti</b>		<b>95</b>		<b>38 220</b>
		95		38 220
<b>TOTALE PASSIVO</b>		<b>143 227 765</b>		<b>149 943 458</b>

## BILANCIO CONTO ECONOMICO

	anno 2011	anno 2012
<b>A) VALORE DELLA PRODUZIONE</b>		
1) Ricavi delle vendite e delle prestazioni	109 093 994	104 356 529
2) Variazioni delle rimanenze di prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti	-668 872	2 506 890
4) Incrementi di immobilizzazioni per lavori interni		1 393
5) Altri ricavi e proventi, con separata indicazione dei contributi in conto esercizio	839 266	746 182
Totale (A)	<b>109 264 388</b>	<b>107 610 994</b>
<b>B) COSTI DELLA PRODUZIONE</b>		
6) Per materie prime, sussidiarie, di consumo e merci	-54 763 935	-48 758 086
7) Per servizi	-16 578 115	-16 610 472
8) Per godimento beni di terzi	-115 775	-127 563
9) Per il personale	<b>-20841837</b>	<b>-20 758 276</b>
a) Salari e stipendi	-15 037 646	-14 938 491
b) Oneri sociali	-4 697 758	-4 740 487
c) Trattamento di fine rapporto	-1 098 633	-1 079 298
e) Altri costi	-7 800	
10) Ammortamenti e svalutazioni	<b>-6 322 614</b>	<b>-6 433 940</b>
a) Ammortamento delle immobilizzazioni immateriali	-278 382	-260 680
b) Ammortamento delle immobilizzazioni materiali	-5 643 813	-6 039 787
d) Svalutazione dei crediti compresi nell'attivo circolante e delle disponibilità liquide	-400 419	-133 473
11) Variazione delle rimanenze di materie prime, sussidiarie, di consumo e merci	3 687 921	-1 608 960
14) Oneri diversi di gestione	-452 012	-673 951
Totale (B)	<b>-95 386 367</b>	<b>-94 971 248</b>
<b>DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A-B)</b>	<b>13 878 021</b>	<b>12 639 746</b>
<b>C) PROVENTI E ONERI FINANZIARI</b>		
15) Proventi da partecipazioni	34 087	2 862
16) Altri proventi finanziari	207 602	259 058
c) Da titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	184 284	218 147
d) Proventi diversi dai precedenti	23 318	40 911
17) Interessi ed altri oneri finanziari	-141 667	-134 474
17-bis) Utili e perdite su cambi	3 185	30 799
Totale (15+16-17+-17-bis)	<b>103 207</b>	<b>158 245</b>
<b>D) RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITÀ FINANZIARIE</b>		
18) Rivalutazioni:	<b>105</b>	<b>164 763</b>
a) di partecipazioni		4 517
c) di titoli iscritti all'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	105	160 246
19) Svalutazioni:	<b>-165 309</b>	<b>-5 439</b>
a) di partecipazioni	-1 271	
c) di titoli iscritti all'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	-164 038	-5 439
Totale delle rettifiche (18-19)	<b>-165 204</b>	<b>159 324</b>
<b>E) PROVENTI E ONERI STRAORDINARI</b>		
20) Proventi	57 200	173 546
21) Oneri	-11 740	-20 145
Totale delle partite straordinarie (20-21)	<b>45 460</b>	<b>153 401</b>
<b>RISULTATO PRIMA DELLE IMPOSTE (A-B±C±D±E)</b>	<b>13 861 484</b>	<b>13 110 716</b>
22) Imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	-4 897 612	-4 443 170
<b>UTILE (O PERDITA) DELL'ESERCIZIO</b>	<b>8 963 872</b>	<b>8 667 546</b>

## Tema n. 8

La figura rappresenta il cinematismo di trasmissione del moto di una macchina utensile, così costituito:

- motore elettrico trifase;
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a dentatura elicoidale dall'albero motore all'albero primario (ruote 1 e 2; angolo pressione  $20^\circ$ ; angolo dell'elica  $10^\circ$ );
- albero primario supportato dai cuscinetti A e B (durata cuscinetti 50000 ore);
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a dentatura elicoidale (ruote 3 e 4; angolo pressione  $20^\circ$ ; angolo dell'elica  $10^\circ$ );
- albero secondario supportato dai cuscinetti C e D;
- l'interasse fra l'albero motore e l'albero primario e l'interasse fra l'albero primario e quello secondario possono essere differenti;
- frizione d'innesto monodisco conico di collegamento albero secondario-mandrino utilizzatore.
- l'innesto è garantito da una molla ad elica cilindrica;
- il disinnesto avviene mediante un sistema idraulico di comando che, azionando il manicotto scorrevole di spinta lungo un accoppiamento con profili scanalati, libera il disco conico (corsa di disinnesto frizione da 15 a 25 mm,  $e=85\text{mm}$  ed  $f=35\text{mm}$ );

### Specifiche frizione :

- coefficiente attrito  $f=0,6$
- tempo di innesto  $t= 4$  secondi
- momento d'inerzia dell'utilizzatore  $I_t=0,30 \text{ kgm}^2$ .

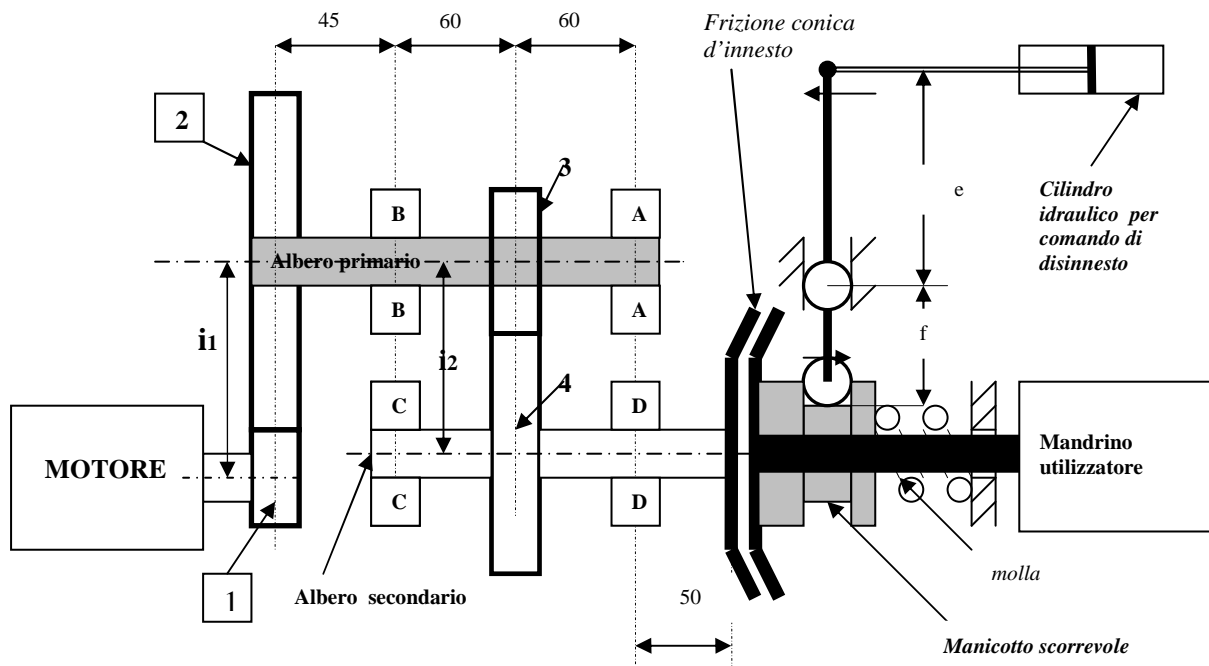
Il mandrino utilizzatore assorbe una coppia di 340 Nm a 650 giri/min. Per il motore elettrico trifase utilizzato in questa applicazione si assuma uno scorrimento unitario e una velocità tipica di 1500 giri/min. Si consideri che i rendimenti dei sistemi costituenti siano pressoché unitari.

Il candidato svolga i seguenti punti:

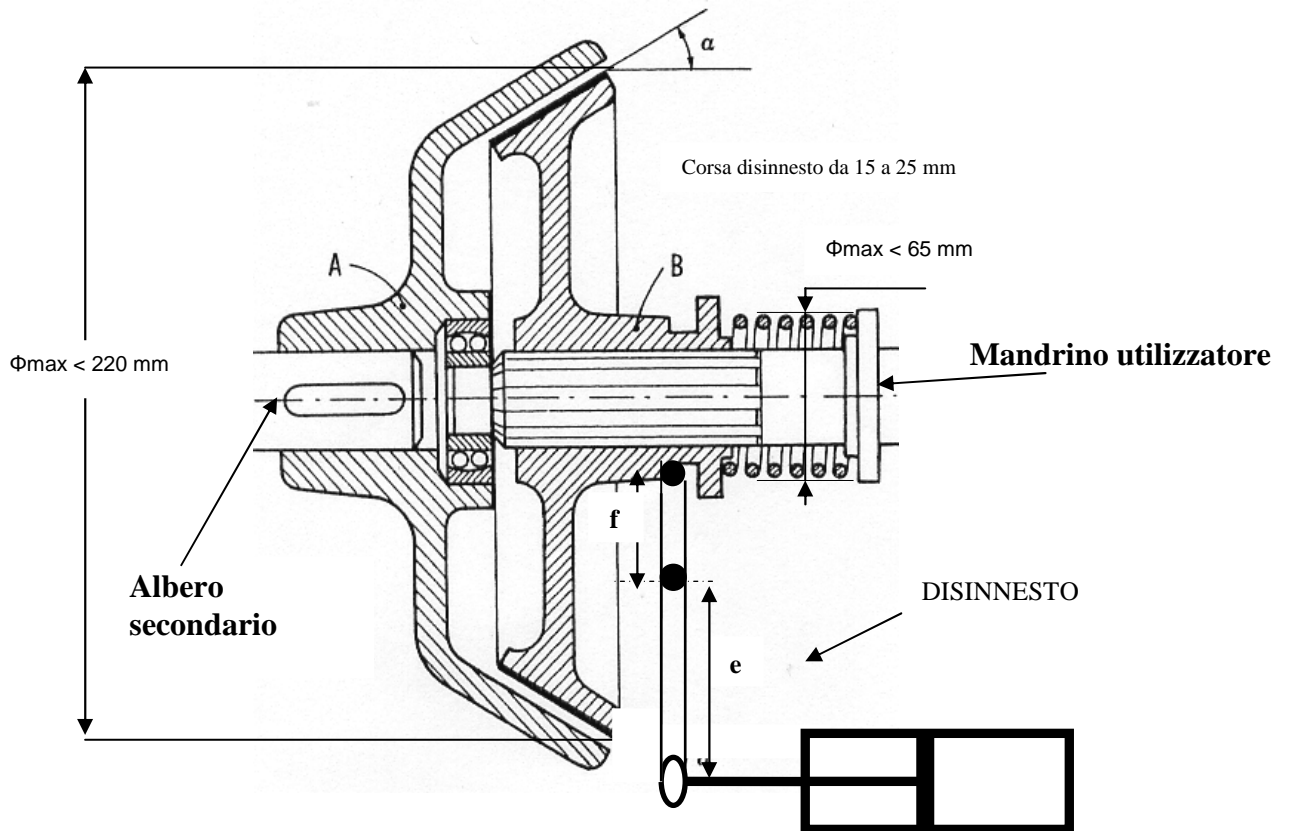
1. Calcolo della potenza e della coppia del motore elettrico trifase.
2. Calcolo dei rapporti di trasmissione di entrambe gli accoppiamenti con ingranaggi e scelta del numero dei denti delle 4 ruote dentate.
3. Dimensionamento della coppia di ruote dentate cilindriche elicoidali 1 e 2 e definizione dell'interasse  $i_{1,2} 150 \text{ mm}$ .
4. Nell'ipotesi che il modulo della ruota 3 sia circa il 25% maggiore del modulo ottenuto per la ruota 2 (scegliere comunque un modulo unificato), dimensionare l'albero primario in figura, tenendo in considerazione i fenomeni di fatica.
5. Scelta a catalogo dei cuscinetti per il supporto dell'albero primario.
6. Esecuzione del disegno costruttivo dell'albero dimensionato completo d'indicazioni del materiale e del trattamento termico.
7. Dimensionamento della frizione conica ad attrito, scegliendo opportunamente l'angolo  $\alpha$  e la dimensione assiale.
8. Dimensionare il profilo scanalato.
9. Progettare il sistema di comando oleodinamico indicando i vari componenti, la pressione di comando, lo schema costruttivo.

Il candidato assuma ogni altro dato necessario per lo svolgimento del tema e giustifichi tali scelte.

Complessivo della trasmissione



Complessivo del gruppo frizione conica



## Tema n. 9

Si chiede di effettuare il progetto di massima di un impianto di produzione energia da gas di discarica.

La produzione di gas prevista, mediante opportuni modelli, dalla discarica in oggetto è riportata in figura 1 secondo una previsione ottimistica (linea continua) ed una pessimistica (linea a tratti).

Si preveda che, per la maggior parte della vita dell'impianto, il gas di discarica sia essenzialmente composto da metano (58%), anidride carbonica (38%), ossigeno (2%) e altro (2%), di cui principalmente azoto.

Tale gas sarà presente al collettore primario, cioè all'ingresso della centrale di produzione energia, ad una temperatura media di 22°C ed in condizioni di umidità relativa pari al 100%. Si assuma che il circuito di captazione sia in grado di fornire una portata di gas pari a 1500 Nm<sup>3</sup>/h con una depressione al collettore primario di 90 mbar.

La centrale di produzione energia prevedrà, a partire dal collettore primario:

- una prima stazione di deumidificazione-refrigerazione (con gruppo frigorifero)
- una stazione di compressione
- una seconda stazione di deumidificazione-refrigerazione (con gruppo frigorifero)
- un gruppo motori endotermici
- una torcia, in parallelo al gruppo motori (di cui non si richiede il dimensionamento)

Si proceda al dimensionamento di massima degli scambiatori di calore, del gruppo frigorifero che serve le due stazioni di refrigerazione e della stazione di compressione del gruppo motori termici. Si stimi quindi l'efficienza dell'impianto.

In una seconda fase si valuti la potenzialità offerta dal recupero del calore dai gas combusti e dal circuito di refrigerazione del gruppo motori endotermici.

Il candidato assuma ogni dato che ritiene utile, dandone una plausibile giustificazione, ed, in particolare consideri i seguente dati per le principali sostanze costituenti il gas di discarica

	Calore specifico [J/kgK]	Poter calorifico inferiore [MJ/kg]
Metano	2230	50
Anidride Carbonica	819	
Ossigeno	920	
Azoto	1013	

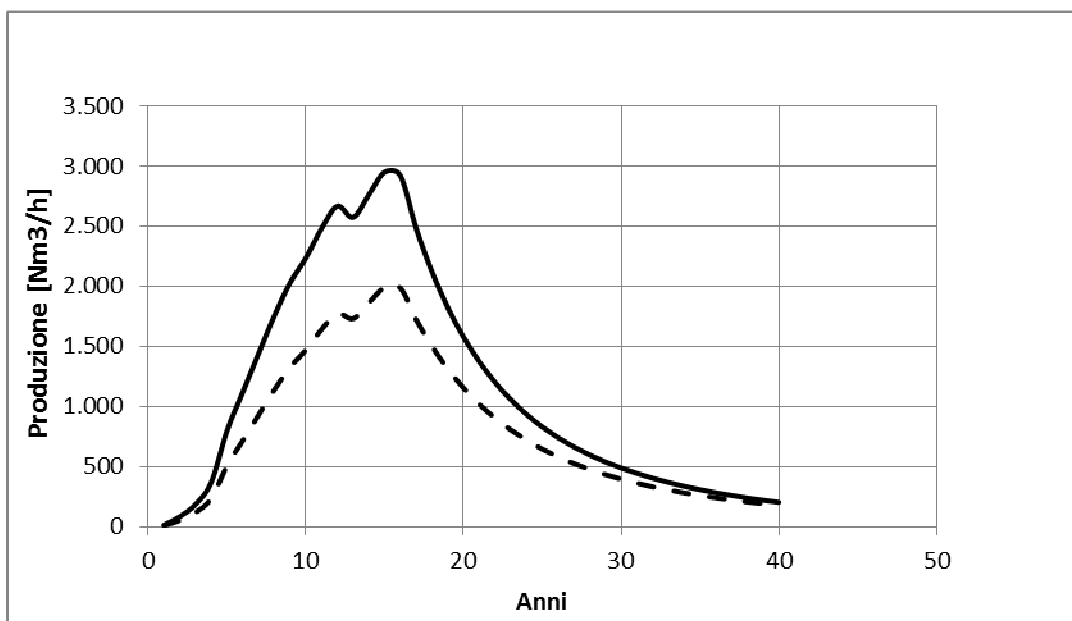


Figura 1: Produzione teorica di gas

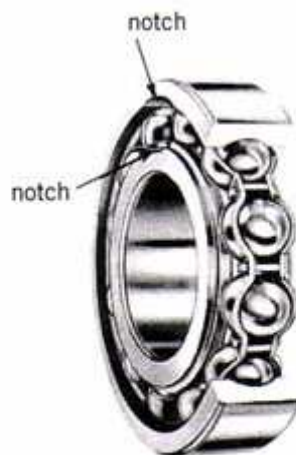


## Tema n. 10

Al candidato è richiesta la progettazione, in termini di selezione dei materiali, delle piste di rotolamento per i seguenti cuscinetti radiali a sfere ad una corona (vedi schema di riferimento riportato nella figura sottostante):

- 1) Cuscinetto destinato a lavorare in ambiente chimicamente aggressivo (es. in impianti con presenza di vapori acidi) e in presenza di detriti abrasivi; massimo carico normale statico previsto sul singolo elemento volvente di 20 N;
- 2) Cuscinetto destinato a lavorare in condizioni lubrificate a temperature inferiori a 110°C; massimo carico normale statico previsto sul singolo elemento volvente di 200 N;
- 3) Cuscinetto destinato a lavorare a temperature superiori ai 600°C; massimo carico normale statico previsto sul singolo elemento volvente di circa 200 N;

Nella progettazione si assumano: raggio degli elementi volventi di 4 mm e raggatura della pista di rotolamento di 4.24 mm. Per la progettazione di ciascuno dei 3 casi si assuma per semplicità che i materiali della sfera e della pista abbiano valori del modulo di Young e del modulo di Poisson uguali.



Rotary ball bearing

*Esempio di cuscinetto a sfere.*

Il candidato oltre a giustificare tecnicamente le scelte operate, esegua delle considerazioni sui costi dei materiali selezionati e sulle possibili limitazioni/criticità delle relative tecnologie di fabbricazione delle piste di rotolamento.

Il candidato inoltre citi degli esempi di applicazione di cuscinetti a sfera e, selezionando a scelta uno dei 3 cuscinetti precedentemente discussi, descriva la linea produttiva necessaria a fabbricare le sole piste di rotolamento, tenendo conto dei magazzini delle materie prime e dei prodotti finiti.