

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

---

Handwritten marks: "ay", "M", "G", and "E" with various scribbles.

**PARTE A**

*FateFoto Srl* è una piccola azienda del bolognese che produce macchine fotografiche digitali. Da una recente analisi effettuata dall'Ufficio Marketing dell'azienda, con a capo l'Ing. Calabrese, è emersa una crescente richiesta da parte dei clienti di fotocamere compatte subacquee. L'azienda sta valutando seriamente l'opportunità di espandere la propria gamma di prodotti includendo un dispositivo avente questa caratteristica, dal momento che dispositivi del genere sono già commercializzati da altre aziende leader del settore. Alla luce dei risultati dell'indagine di mercato, l'azienda ha quindi deciso di investire nella nuova fotocamera, che chiamerà *WaterPics*. A questo proposito, l'azienda deve decidere se produrre internamente il nuovo prodotto o se appoggiarsi ad un fornitore esterno.

La produzione interna richiederebbe un costo di set-up delle macchine pari a 73.50 € e un costo di produzione del singolo pezzo pari a 200 €. La capacità produttiva ipotizzata sarebbe pari a 12320 pezzi/anno mentre l'Ufficio Vendite, coordinato dall'Ing. Baruffaldi, ha stimato una domanda annua pari a 10120 pezzi. Tuttavia, il principale concorrente già da qualche anno produce un modello di fotocamera subacquea. A seguito di una riunione tra i dirigenti delle due aziende, il concorrente si è offerto per la fornitura di tali fotocamere, ad un costo di 245 €. Il costo di emissione di un ordine sarebbe pari a 22 € e il lead time di approvvigionamento è pari a 7 giorni. Il lead time di processamento di un ordine interno è pari a 22 giorni. Considerando, inoltre, un costo di giacenza pari a 30 €/pezzi\*anno, un costo di rottura di stock pari a 550 €/pezzo e che l'azienda lavora per 220 giorni/anno, al candidato Ingegnere si chiede di supportare l'azienda in questa importante decisione, determinando:

1. l'entità dei lotti economici di acquisto e di produzione;
2. la politica economicamente più conveniente;
3. il livello di riordino associato a tale politica.

**PARTE B**

*FateFoto Srl* prima di procedere all'assemblaggio finale dei vari componenti che compongono il prodotto finito, effettua un'operazione di testing e collaudo delle lenti. Questa operazione viene svolta in un locale appositamente predisposto: due operatori posizionano le lenti su un piano di lavoro e tramite appositi dispositivi ne testano la qualità. Date le scarse condizioni di illuminazione del locale, un mese fa l'azienda ha chiesto una consulenza alla società *HeraOra Spa* per un supporto in merito alla progettazione dell'impianto di illuminazione diretta del locale, avente le seguenti caratteristiche: lato corto pianta 22 metri, lato lungo locale 161 metri e altezza 6 metri. Il livello di illuminamento richiesto sul piano di lavoro posto a 0.85 metri da terra è pari a 330 lux. L'indice di riflessione per soffitto e pareti è rispettivamente pari al 50% e 50%; il fattore di manutenzione è pari a 0,75. Come apparecchiature illuminanti si scelga tra riflettori per illuminazione diretta a fascio medio appesi a distanza di 0,75 metri dal soffitto e montanti lampade

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

---

da 250 W con efficienza luminosa [lm/W] pari a 100, e plafoniere per illuminazione semidiretta sempre appese a 0,75 metri dal soffitto contenenti ciascuna 4 tubi fluorescenti da 33 W ciascuno ed efficienza luminosa [lm/W] pari a 64.

Al candidato Ingegnere si chiede di:

4. dimensionare l'impianto e scegliere l'alternativa più conveniente.

*Per i dati relativi ai fattori di utilizzazione per gli apparecchi di illuminazione si faccia riferimenti alla Tabella 1.*

**PARTE C**

L'Ing. Rubbi, appena assunta, deve occuparsi di schedulare le attività per la realizzazione del nuovo prodotto *WaterPics*. In particolare, i *job* devono essere schedulati su 1 *singola macchina*. Si riportano in Tabella 2 i jobs con i rispettivi tempi di esecuzione e le rispettive date di consegna, espressi in ore.

Job <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>	d <sub>j</sub>
1	8	20
2	6	21
3	17	43
4	20	31
5	9	18
6	7	16
7	8	12

Tabella 2. Dati significativi dei jobs

Al candidato Ingegnere si chiede di supportare l'Ing. Rubbi nel progetto di schedulazione della macchina adibita alla realizzazione del componente. In particolare, si chiede di:

5. svolgere la schedulazione utilizzando le regole di carico EDD e LPT e l'algoritmo di Hodgson;
6. per ciascuna sequenza determinare il lateness totale (somma dei singoli lateness) e il numero di job in ritardo;
7. proporre la soluzione giudicata migliore;
8. proporre una possibile schedulazione nel caso in cui si abbiano a disposizione 2 macchine parallele ed identiche con tempi uguali a quelli della macchina singola.

*Per ogni dato mancante si faccia riferimento alle norme di buon progetto*

2/6

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

**PARTE D**

Relativamente alle custodie per fotocamere, molto richieste dai clienti, l'azienda sta organizzando la propria rete distributiva sul territorio italiano e francese, attraverso la definizione degli impianti di produzione (supply country) in grado di rispondere alla domanda dei clienti che sono collocati in 5 macro-regioni (demand region). L'azienda in un primo momento opta per una distribuzione mediante consegna diretta. Considerando una rete mono-prodotto (relativa al prodotto CFC1 – custodia per fotocamera #1), nelle aree produttive si possono installare stabilimenti produttivi di diversa capacità a servizio della produzione dell'articolo CFC1. E' possibile optare per l'installazione di impianti produttivi ad "alta capacità" piuttosto che a "bassa capacità". La funzione obiettivo del modello di programmazione lineare contabilizzi tutti i costi di produzione e trasporto (fissi e variabili) nella rete oggetto della pianificazione. La Tabella 3 riporta i costi unitari di produzione e trasporto dalla generica regione di produzione alla generica regione di domanda. La Tabella 4 elenca la domanda di CFC1 prevista presso le regioni di domanda. La Tabella 5 riporta le capacità produttive e i costi fissi di apertura.

Supply region	Demand region (production and transportation cost per 1000000 units) [k€/1000000 units]				
	Nord Italia	Centro Italia	Sud Italia	Francia Nord	Francia Sud
Ancona	90	55	85	120	145
Padova	50	90	105	111	120
Torino	60	60	120	85	95
Grosseto	95	65	70	105	138

Tabella 3. Costi unitari di produzione e trasporto

demand BA1L (1000000 units)	46	54	30	45	42
-----------------------------	----	----	----	----	----

Tabella 4. Domanda di CFC1

Supply region	fixed cost [k€]	Low capacity	fixed cost [k€]	high capacity
		[1000000 units]		[1000000 units]
Ancona	4500	20	9000	35
Padova	6000	20	7500	35
Torino	4500	15	6750	30
Grosseto	6500	20	9750	35

Tabella 5. Capacità produttive e i costi fissi di apertura

Sia nel caso di domanda frazionabile che non frazionabile, si chiede di:

- scrivere in esplicito il modello di programmazione lineare che permette di ottimizzare la rete distributiva minimizzando la funzione di costo;
- verificare la solubilità del modello e in caso positivo individuare una possibile soluzione al modello, anche se non ottima, e calcolare il relativo valore della funzione obiettivo di costo. In caso negativo proporre un ridimensionamento della capacità produttiva (e dei rispettivi

Per ogni dato mancante si faccia riferimento alle norme di buon progetto

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

---

costi, considerando un incremento di 10k€ per ogni milione di unità aggiunta di capacità) tale da poter rispondere alla domanda e calcolare il corrispondente valore della funzione obiettivo di costo.

Solo nel caso di domanda frazionabile si chiede di riproporre le seguenti varianti al modello di programmazione lineare, ripartendo sempre dal modello iniziale:

11. si consideri che debba essere aperto almeno un impianto nel Nord Italia;
12. si ammettano più stabilimenti produttivi (di entrambe le tipologie) ad Ancona;
13. si consideri di introdurre un nuovo prodotto CFC2 che verrà venduto solo all'estero, la cui domanda è rappresentata da 1/4 della attuale domanda nelle rispettive demand regions. Scrivere in esplicito il nuovo modello, verificarne la solvibilità e calcolare di quanto dovrebbe aumentare la capacità produttiva totale per soddisfare tale modello.

**PARTE E**

L'azienda è impegnata nella lavorazione di particolari meccanici relativamente alla scocca di un vecchio modello di macchina fotografica, ormai obsoleto e poco richiesto dai clienti. In particolare, il reparto lavorazioni meccaniche, coordinato dall'Ing. Botti, lavora su 2 turni/giorno da 8 ore/turno per 20 giorni/mese e 11 mesi/anno. Rispetto al componente critico che consente l'aggancio della scocca al resto del dispositivo, il SIM aziendale dispone delle seguenti informazioni di consumo a consuntivo (Tabella 6):

Anno	Consumo (pezzi/anno)
2013	11
2014	12
2015	8
2016	4
2017	10

Tabella 6. Consumo annuale del componente

Immaginando per l'anno 2018 un approvvigionamento del ricambio ogni 6 mesi, al candidato Ingegnere si chiede di:

14. determinare attraverso la formula di Poisson l'andamento della probabilità di consumo (in 6 mesi) al variare del numero di pezzi eventualmente approvvigionati e graficare tale andamento;

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

---

15. determinare attraverso la formula di Poisson il numero di pezzi da approvvigionare per mantenere la probabilità di far fronte alla richiesta di ricambi per ogni periodo di approvvigionamento sopra l'88%;
16. determinare attraverso l'approccio binomiale (BM, con un numero di impieghi pari a 1) il numero di pezzi di ricambio da mettere a magazzino per garantire un livello di servizio maggiore del 40%;
17. confrontare le previsioni effettuate con i 2 metodi ed esprimere delle considerazioni in merito al cambiamento delle loro previsioni se si avesse un cambiamento del valore del consumo medio in crescita del 30%.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

**Tabella 8.V (segue)**

75%	Scalino											
	75%						30%					
	50%	80%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
0,20	0,25	0,29	0,19	0,26	0,21	0,16	0,20	0,17	0,12	0,17	0,17	0,17
0,35	0,29	0,25	0,23	0,26	0,24	0,24	0,30	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20
0,39	0,33	0,30	0,30	0,31	0,29	0,27	0,36	0,28	0,24	0,26	0,26	0,24
0,45	0,38	0,33	0,33	0,34	0,31	0,30	0,40	0,30	0,26	0,28	0,28	0,26
0,49	0,42	0,37	0,37	0,36	0,33	0,32	0,42	0,32	0,28	0,30	0,30	0,28
0,56	0,50	0,46	0,46	0,44	0,40	0,39	0,48	0,34	0,30	0,32	0,32	0,30
0,60	0,54	0,51	0,51	0,50	0,46	0,44	0,50	0,34	0,30	0,32	0,32	0,30
0,68	0,62	0,59	0,59	0,61	0,58	0,54	0,56	0,39	0,36	0,37	0,37	0,36
0,70	0,65	0,62	0,62	0,65	0,62	0,60	0,60	0,42	0,41	0,42	0,42	0,41
0,75	0,70	0,67	0,67	0,70	0,67	0,65	0,70	0,48	0,46	0,46	0,46	0,45
0,77	0,72	0,69	0,69	0,72	0,69	0,67	0,72	0,49	0,47	0,47	0,47	0,46
0,80	0,75	0,72	0,72	0,75	0,72	0,70	0,75	0,50	0,48	0,48	0,48	0,47
0,82	0,77	0,74	0,74	0,77	0,74	0,72	0,77	0,51	0,49	0,49	0,49	0,48
0,84	0,79	0,76	0,76	0,79	0,76	0,74	0,79	0,52	0,50	0,50	0,50	0,49
0,86	0,80	0,77	0,77	0,80	0,77	0,75	0,80	0,53	0,51	0,51	0,51	0,50
0,88	0,82	0,79	0,79	0,82	0,79	0,77	0,82	0,54	0,52	0,52	0,52	0,51
0,90	0,84	0,81	0,81	0,84	0,81	0,79	0,84	0,55	0,53	0,53	0,53	0,52
0,92	0,86	0,83	0,83	0,86	0,83	0,81	0,86	0,56	0,54	0,54	0,54	0,53
0,94	0,88	0,85	0,85	0,88	0,85	0,83	0,88	0,57	0,55	0,55	0,55	0,54
0,96	0,90	0,87	0,87	0,90	0,87	0,85	0,90	0,58	0,56	0,56	0,56	0,55
0,98	0,92	0,89	0,89	0,92	0,89	0,87	0,92	0,59	0,57	0,57	0,57	0,56
1,00	0,94	0,91	0,91	0,94	0,91	0,89	0,94	0,60	0,58	0,58	0,58	0,57
1,02	0,96	0,93	0,93	0,96	0,93	0,91	0,96	0,61	0,59	0,59	0,59	0,58
1,04	0,98	0,95	0,95	0,98	0,95	0,93	0,98	0,62	0,60	0,60	0,60	0,59
1,06	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,95	1,00	0,63	0,61	0,61	0,61	0,60
1,08	1,02	0,99	0,99	1,02	0,99	0,97	1,02	0,64	0,62	0,62	0,62	0,61
1,10	1,04	1,01	1,01	1,04	1,01	0,99	1,04	0,65	0,63	0,63	0,63	0,62
1,12	1,06	1,03	1,03	1,06	1,03	1,01	1,06	0,66	0,64	0,64	0,64	0,63
1,14	1,08	1,05	1,05	1,08	1,05	1,03	1,08	0,67	0,65	0,65	0,65	0,64
1,16	1,10	1,07	1,07	1,10	1,07	1,05	1,10	0,68	0,66	0,66	0,66	0,65
1,18	1,12	1,09	1,09	1,12	1,09	1,07	1,12	0,69	0,67	0,67	0,67	0,66
1,20	1,14	1,11	1,11	1,14	1,11	1,09	1,14	0,70	0,68	0,68	0,68	0,67
1,22	1,16	1,13	1,13	1,16	1,13	1,11	1,16	0,71	0,69	0,69	0,69	0,68
1,24	1,18	1,15	1,15	1,18	1,15	1,13	1,18	0,72	0,70	0,70	0,70	0,69
1,26	1,20	1,17	1,17	1,20	1,17	1,15	1,20	0,73	0,71	0,71	0,71	0,70
1,28	1,22	1,19	1,19	1,22	1,19	1,17	1,22	0,74	0,72	0,72	0,72	0,71
1,30	1,24	1,21	1,21	1,24	1,21	1,19	1,24	0,75	0,73	0,73	0,73	0,72
1,32	1,26	1,23	1,23	1,26	1,23	1,21	1,26	0,76	0,74	0,74	0,74	0,73
1,34	1,28	1,25	1,25	1,28	1,25	1,23	1,28	0,77	0,75	0,75	0,75	0,74
1,36	1,30	1,27	1,27	1,30	1,27	1,25	1,30	0,78	0,76	0,76	0,76	0,75
1,38	1,32	1,29	1,29	1,32	1,29	1,27	1,32	0,79	0,77	0,77	0,77	0,76
1,40	1,34	1,31	1,31	1,34	1,31	1,29	1,34	0,80	0,78	0,78	0,78	0,77
1,42	1,36	1,33	1,33	1,36	1,33	1,31	1,36	0,81	0,79	0,79	0,79	0,78
1,44	1,38	1,35	1,35	1,38	1,35	1,33	1,38	0,82	0,80	0,80	0,80	0,79
1,46	1,40	1,37	1,37	1,40	1,37	1,35	1,40	0,83	0,81	0,81	0,81	0,80
1,48	1,42	1,39	1,39	1,42	1,39	1,37	1,42	0,84	0,82	0,82	0,82	0,81
1,50	1,44	1,41	1,41	1,44	1,41	1,39	1,44	0,85	0,83	0,83	0,83	0,82
1,52	1,46	1,43	1,43	1,46	1,43	1,41	1,46	0,86	0,84	0,84	0,84	0,83
1,54	1,48	1,45	1,45	1,48	1,45	1,43	1,48	0,87	0,85	0,85	0,85	0,84
1,56	1,50	1,47	1,47	1,50	1,47	1,45	1,50	0,88	0,86	0,86	0,86	0,85
1,58	1,52	1,49	1,49	1,52	1,49	1,47	1,52	0,89	0,87	0,87	0,87	0,86
1,60	1,54	1,51	1,51	1,54	1,51	1,49	1,54	0,90	0,88	0,88	0,88	0,87
1,62	1,56	1,53	1,53	1,56	1,53	1,51	1,56	0,91	0,89	0,89	0,89	0,88
1,64	1,58	1,55	1,55	1,58	1,55	1,53	1,58	0,92	0,90	0,90	0,90	0,89
1,66	1,60	1,57	1,57	1,60	1,57	1,55	1,60	0,93	0,91	0,91	0,91	0,90
1,68	1,62	1,59	1,59	1,62	1,59	1,57	1,62	0,94	0,92	0,92	0,92	0,91
1,70	1,64	1,61	1,61	1,64	1,61	1,59	1,64	0,95	0,93	0,93	0,93	0,92
1,72	1,66	1,63	1,63	1,66	1,63	1,61	1,66	0,96	0,94	0,94	0,94	0,93
1,74	1,68	1,65	1,65	1,68	1,65	1,63	1,68	0,97	0,95	0,95	0,95	0,94
1,76	1,70	1,67	1,67	1,70	1,67	1,65	1,70	0,98	0,96	0,96	0,96	0,95
1,78	1,72	1,69	1,69	1,72	1,69	1,67	1,72	0,99	0,97	0,97	0,97	0,96
1,80	1,74	1,71	1,71	1,74	1,71	1,69	1,74	1,00	0,98	0,98	0,98	0,97

**Tabella 1. Fattori di utilizzazione di alcuni apparecchi per l'illuminazione.**

Tipi di illuminazione	Apparecchi	Indice del fascio K
20K 40K		0,50 - 0,70 0,70 - 0,90 0,90 - 1,10 1,10 - 1,40 1,40 - 1,75 1,75 - 2,25 2,25 - 3,50 3,50 - 4,50 4,50 - 6,50
40K 60K		0,50 - 0,70 0,70 - 0,90 0,90 - 1,10 1,10 - 1,40 1,40 - 1,75 1,75 - 2,25 2,25 - 3,50 3,50 - 4,50 4,50 - 6,50
60K 80K		0,50 - 0,70 0,70 - 0,90 0,90 - 1,10 1,10 - 1,40 1,40 - 1,75 1,75 - 2,25 2,25 - 3,50 3,50 - 4,50 4,50 - 6,50
80K 100K		0,50 - 0,70 0,70 - 0,90 0,90 - 1,10 1,10 - 1,40 1,40 - 1,75 1,75 - 2,25 2,25 - 3,50 3,50 - 4,50 4,50 - 6,50

Tabella 1. Fattori di utilizzazione di alcuni apparecchi per l'illuminazione.

Per ogni dato mancante si faccia riferimento alle norme di buon progetto

6/6