

Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere I Sessione 2011

Sezione A – L.S. Nuovo Ordinamento Prova pratica – Industriale

Al candidato è richiesto di svolgere uno dei seguenti temi proposti.

Tema 1

Bergamo, 3 marzo 2011

Gentili colleghe e colleghi,

è con immenso piacere che voglio comunicarvi che il Ministero della Salute ha finalmente approvato la produzione e vendita del principio attivo Betafenilcalvina, una scoperta targata PHARMA che stravolgerà il settore della cosmesi e in particolare tutto ciò che riguarda il trattamento della calvizie maschile. Si apre dunque per la nostra azienda un periodo importante e significativo che, se ben sfruttato, potrà portare per tutti importanti vantaggi e benefici. E' bene però iniziare da subito a lavorare per poter essere in grado di lanciare sul mercato, entro fine anno alcuni prodotti chiave la cui commercializzazione da tempo è stata pensata e sviluppata dal nostro ufficio Sales & Marketing. Per questo è mio piacere informarvi che ho chiesto all'ing. Legnoni, manager di lunga esperienza nel settore, di seguire questo progetto strategico per la nostra azienda. Eleonora insieme a Giorgio Cavallari e Stefano Abosti, che sono stati rispettivamente nominati responsabili della linee di prodotto "Shampoo" e "Lozioni" contatteranno ciascuno di voi nei prossimi giorni per la definizione dei team di progetto. Auguro ad Eleonora, ai suoi collaboratori e a tutti voi buon lavoro, sincerandomi che tutti collaborino fattivamente a questa fondamentale iniziativa.

Franca Sancarło

Con queste parole la giovane ed intraprendente Franca Sancarło, Direttore Generale della PHARMA Spa, una media e frizzante azienda di Bergamo, introduceva al management aziendale un nuovo ed importante progetto di lancio della produzione di un nuovo principio attivo innovativo per il settore della cosmesi maschile. Responsabile dell'intero progetto sarebbe stata l'ing. Eleonora Legnoni, classe 1962, sposata con due figli, laurea in ingegneria chimica conseguita presso l'Università degli Studi di Bergamo, Master in Project Management conseguito presso la Wharton School di Filadelfia e che dopo una lunga esperienza in l'Oréal, da circa 3 anni lavorava per PHARMA Spa in qualità di responsabile Sviluppo Business. Con Eleonora Legnoni avrebbero collaborato, dedicandosi ciascuno ad una specifica linea di prodotto, il trentacinquenne ing. Giorgio Cavallari, in PHARMA fin dalla laurea, conseguita anche lui a Bergamo in ingegneria gestionale, e Stefano Abosti, 40 anni, laureato in chimica, molteplici esperienze nel settore farmaceutico ma in PHARMA da sole due settimane.

Si apriva dunque un nuovo ed ambizioso progetto per la dinamica società bergamasca. Ma un risultato di tale portata si sarebbe potuto raggiungere ponendo enfasi sia sullo sviluppo del prodotto che attraverso l'implementazione di tecnologie ed infrastrutture adeguate alla relativa produzione. Per questo la società aveva deciso di concentrare i propri sforzi per i successivi mesi mettendo a disposizione dell'ing. Legnoni tutto il budget e le risorse di cui avrebbe necessitato per poter garantire un risultato vincente. Certamente di strada ce ne sarebbe stata ancora tanta da fare da quell'istante alla chiusura di progetto (previsto per metà ottobre) e il Project Manager con i suoi validi assistenti avrebbe avuto tanti problemi da risolvere. Prima di tutto creare un team capace di

rispondere alle aspettative di un progetto ambizioso nonché sviluppare una pianificazione accurata delle proprie attività future.

DOMANDA 1

Partendo proprio dalle informazioni generali fornite sulle caratteristiche di progetto (allegati 1 e 2) e dai dati disponibili sull'organizzazione di PHARMA Spa (allegato 3), come procedereste nella stesura della pianificazione di progetto?

Si faccia riferimento agli strumenti di supporto al Project Management (Action Plan, WBS, Responsibility Chart) e si consideri un livello di dettaglio più approfondito specificamente alla parte del progetto dedicata alla progettazione ed installazione delle linee di produzione. Si valuti inoltre il tipo di struttura organizzativa secondo cui il team dovrebbe organizzarsi.

Contattati dall'ing. Legnoni in quanto esperti ingegneri impiantistici, vi viene proposto di supportare Giorgio Cavallari e Stefano Abosti nella pianificazione e gestione della parte di progetto relativo all'installazione delle linee di produzione il cui insediamento avverrà presso lo stabilimento di Rho (MI). Obiettivo da raggiungere: impianto pronto per la produzione prototipale (primo lotto) per il 20 ottobre 2011 con partenza con le attività di progettazione il 26 maggio 2011. Cavallari ed Abosti hanno già impostato il primo screening, definendo le macroattività in termini di aree di impegno e di durate previste (allegato 4), ed identificando i costi di progettazione, acquisto materiali e installazione oltre ai costi di struttura (overheads) che dovranno essere imputati alla commessa. Per quanto concerne i costi relativi al team sono noti i costi settimanali per ciascun tipo di risorsa che parteciperà al progetto (allegato 5).

DOMANDA 2

- **Analizzate il network di progetto e mediante l'analisi di cammino critico (CPM) valutate se l'obiettivo del 20 ottobre è raggiungibile nonché evidenziate le sottoattività critiche per la costruzione del nuovo impianto, considerando per la stesura del cammino critico le durate più probabili.**
- **Definite inoltre la Baseline di progetto* sia nell'ipotesi di date al più presto (Early/Early Finish) che di date al più tardi (Latest Start / Latest Finish).**

* **NB:** per il calcolo della Baseline i costi di staff dovranno essere calcolati in relazione alla struttura di team (e ai relativi utilizzi) decisi al punto 1.

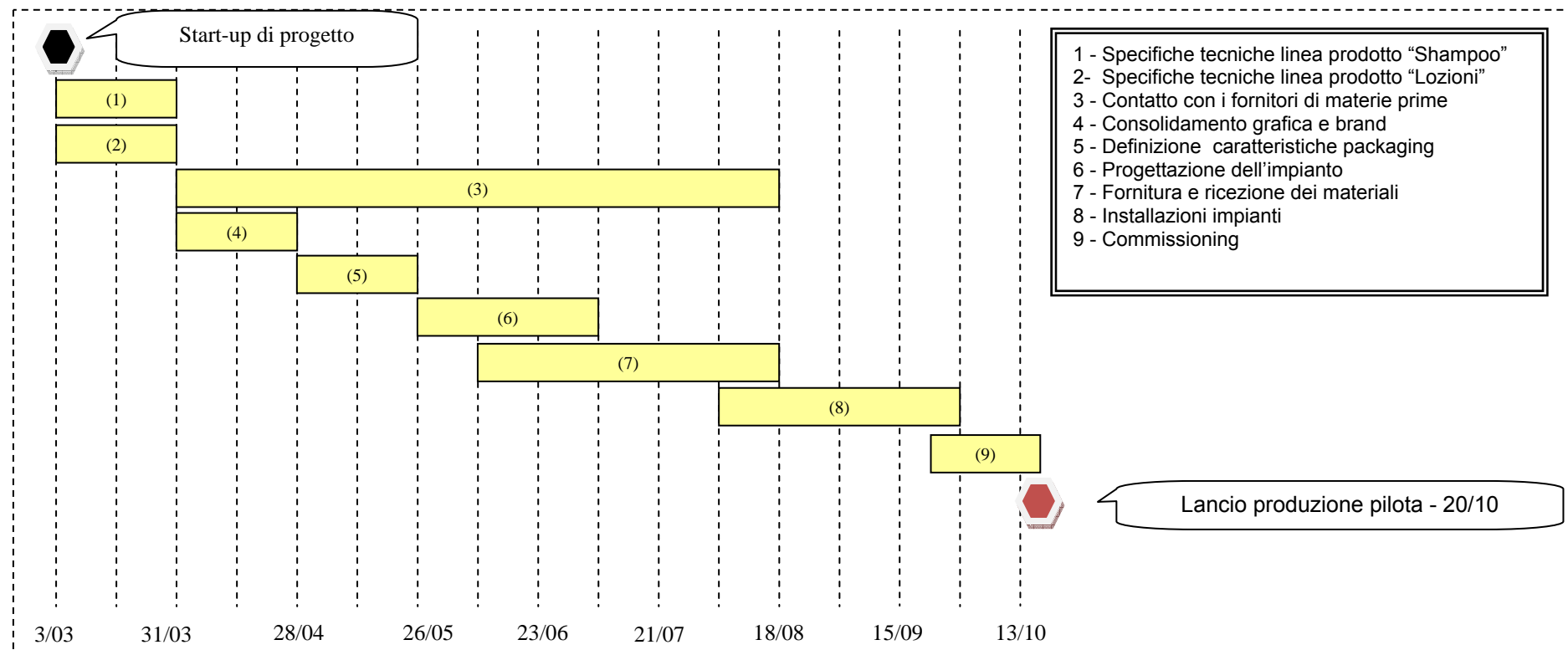
Trascorse alcune settimane dall'inizio del progetto l'ing. Legnoni convoca, il 23 luglio 2011, Cavallari ed Abosti per una valutazione congiunta sull'avanzamento di progetto. Vista l'importanza del progetto la Dott.ssa Legnoni chiede espressamente ai due collaboratori di fornire una stima puntuale sull'avanzamento fisico ed economico delle singole attività oltre che una proiezione a finire.

DOMANDA 3

In base alla informazioni fornite su un possibile scenario di avanzamento di progetto (Allegato 6), come vi sembra stia procedendo la costruzione dell'impianto? Che cosa suggerireste come azione correttiva? E con quali costi?

Si formulino le opportune ipotesi relative ai dati ritenuti mancanti.

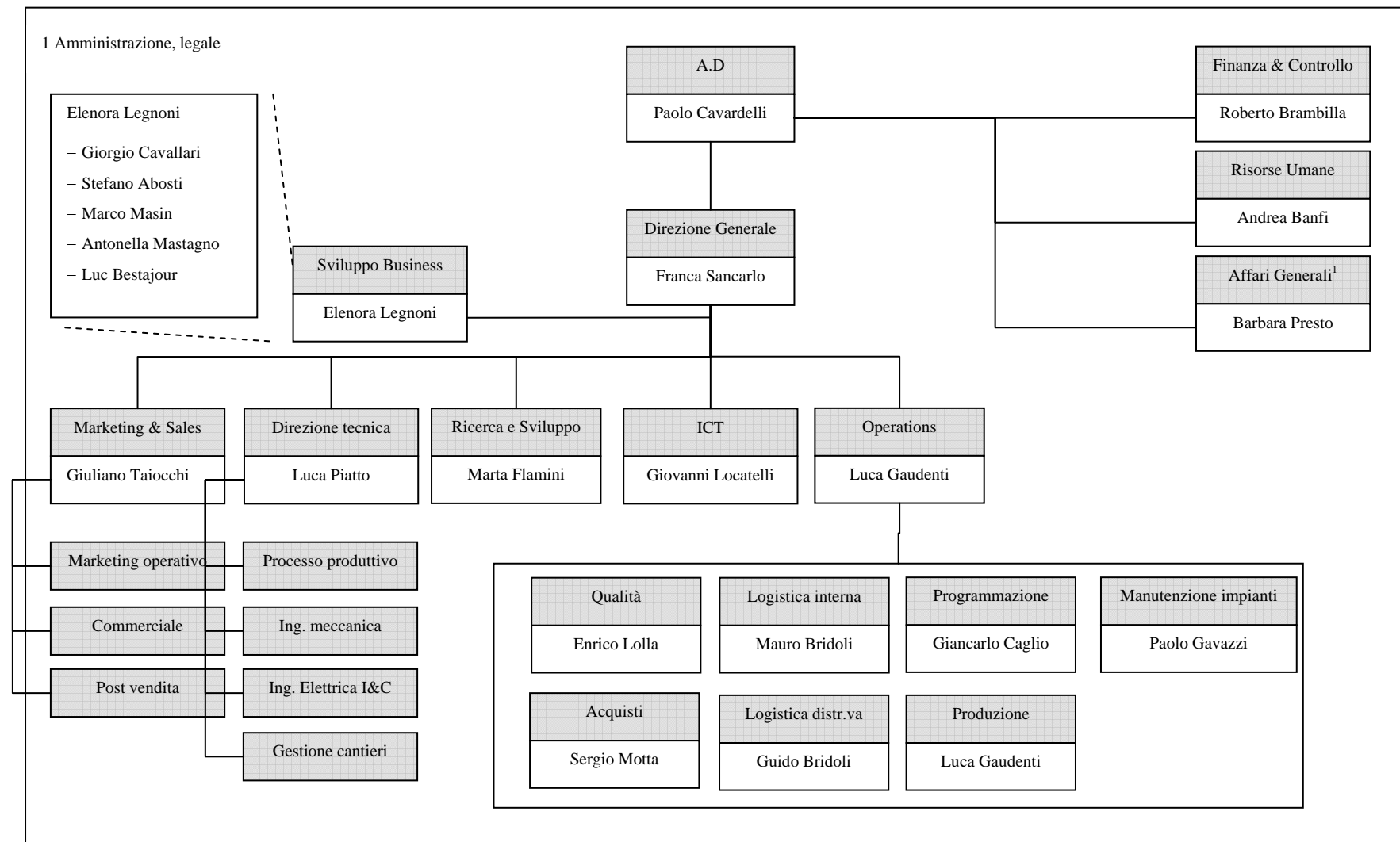
Allegato 1: Macroattività di progetto - Gantt



Allegato 2: Macroattività di progetto - descrizione

(1) Vengono definite le caratteristiche dei prodotti della linea “Shampoo”, il relativo processo produttivo e stimati i volumi produttivi per i successivi 3 anni.
(2) Vengono definite le caratteristiche dei prodotti della linea “Lozioni”, il relativo processo produttivo e stimati i volumi produttivi per i successivi 3 anni.
(3) Sulla base delle caratteristiche dei prodotti, vengono contattati i produttori delle materie prime (escluso il componente di base prodotto internamente) per la definizione dei programmi di produzione e di distribuzione e per la stesura dei contratti di fornitura.
(4) Vengono consolidati grafica e brand per ciascuna linea di prodotto.
(5) Sulle base delle caratteristiche del brand vengono contattati i produttori del packaging per la definizione delle caratteristiche degli imballi, i relativi programmi di consegna e stesi dei contratti di fornitura.
(6) La progettazione degli impianti, che è affidata ad una società esterna ma deve essere supervisionata internamente e coordinata dal responsabile di progetto (per la produzione della molecola di base) e dai responsabili delle linee di prodotto (Cavallari e Abosti), prevede la definizione delle caratteristiche degli impianti produttivi.
(7) La gestione della fornitura degli impianti, supervisionata internamente in collaborazione con la società di progettazione, prevede le attività di controllo delle consegne materiali e la relativa fatturazione.
(8) L'installazione degli impianti, è affidata ad una società esterna ma deve essere supervisionata internamente e coordinata dal responsabile di progetto (per la produzione della molecola di base) e dai responsabili delle linee di prodotto (Cavallari e Abosti).

Allegato 3: Organigramma aziendale PHARMA Spa



Allegato 4: Macroattività delle fasi di progettazione e costruzione della Linea Shampoo (LS) e della Linea Lozioni (LL)

	Item	Descrizione attività	Durata (settimane)	Precedenze (FS)
A		Progettazione		
A	0	Start-up di progetto	---	----
A	1	Analisi di processo LS	2	A0
A	2	Analisi di processo LL	1	A0
A	3	Progettazione meccanica LS	3	A0
A	4	Progettazione meccanica LL	2	A0
A	5	Progettazione piping LS	3	A1;A3
A	6	Progettazione piping LL	3	A2; A4
A	7	Progettazione elettrica / I&C LS	3	A0
A	8	Progettazione elettrica / I&C LL	4	A0
B		Forniture meccaniche		
B	1	Strutture metalliche LS	3	A3
B	2	Strutture metalliche LL	3	A4
B	3	Apparecchiature LS	4	A3
B	4	Apparecchiature LL	4	A4
B	5	Tubazioni principali LS	3	A5
B	6	Tubazioni principali LL	3	A6
B	7	Tubazioni e bulk secondari LS	3	B5
B	8	Tubazioni e bulk secondari LL	2	B6

	Item	Descrizione attività	Durata (settimane)	Precedenze (FS)
C		Forniture elettriche / I&C		
C	1	Trasformatori e quadri LS	7	A7
C	2	Trasformatori e quadri LL	7	A8
C	3	Cavi / passerelle e bulk LS	2	A5; A7
C	4	Cavi / passerelle e bulk LL	2	A6; A8
C	5	Strumentazione di campo LS	3	A7
C	6	Cavi / passerelle e bulk LL	3	A8
D		Montaggi meccanici		
D	1	Montaggi meccanici LS	6	B1;B3;B7
D	2	Montaggi meccanici LL	8	B2;B4;B8
E		Montaggi elettrici / I&C		
E	1	Montaggi elettrici / I&C LS	7	C1;C3;C5
E	2	Montaggi elettrici / I&C LL	7	C2;C4;C6
F		Test finali		
F	1	Test finali LS	2	D1;E1
F	2	Test finali LL	3	D2;E2

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Allegato 5: Progettazione e costruzione della Linea Shampoo (LS) e della Linea Lozioni (LL): durata e consumo di risorse esterne

	Item	Durata	Risorse interne indirette (*)	Spese da contratti esterni (**)
A				
A	0	---	----	----
A	1	2	100 €/sett	10.000 €
A	2	1	100 €/sett	12.000 €
A	3	3	150 €/sett	21.000 €
A	4	2	150 €/sett	25.000 €
A	5	3	250 €/sett	12.000 €
A	6	3	250 €/sett	15.000 €
A	7	3	200 €/sett	21.000 €
A	8	4	200 €/sett	20.000 €
B				
B	1	3	150 €/sett	6.000 €
B	2	3	150 €/sett	3.000 €
B	3	4	250 €/sett	24.000 €
B	4	4	250 €/sett	28.000 €
B	5	3	100 €/sett	6.000 €
B	6	3	100 €/sett	4.200 €
B	7	3	100 €/sett	4.200 €
B	8	2	100 €/sett	2.000 €

	Item	Durata	Risorse interne indirette (*)	Spese da contratti esterni (**)
C				
C	1	7	150 €/sett	10.500 €
C	2	7	150 €/sett	14.000 €
C	3	2	150 €/sett	7.000 €
C	4	2	150 €/sett	8.000 €
C	5	3	100 €/sett	15.000 €
C	6	3	100 €/sett	12.000 €
D				
D	1	6	400 €/sett	45.000 €
D	2	8	400 €/sett	38.000 €
E				
E	1	7	400 €/sett	28.000 €
E	2	7	400 €/sett	21.000 €
F				
F	1	2	300 €/sett	10.000 €
F	2	3	300 €/sett	9.000 €

(*) includono tutti i costi aziendali attribuiti al progetto (personale indiretto), materiali, tools ed equipaggiamenti vari

(**) contratti Lump Sum per la progettazione, gli acquisti dei materiali e la posa in opera

Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere - I Sessione 2011– prova pratica – 13/9/2011

Informazioni aggiuntive sul costo del personale da inserire all'interno del team di progetto

– Direzione Generale	75 Euro/ora
– PM (Sviluppo Business)	65 Euro/ora
– Finanza e controllo	50 Euro/ora
– Risorse umane	50 Euro/ora
– Affari Generali	50 Euro/ora
– Marketing & Sales	50 Euro/ora
– Direzione tecnica	40 Euro/ora
– Ricerca e sviluppo	40 Euro/ora
– ICT	40 Euro/ora
– Operations	40 Euro/ora

Si consideri la settimana costituita da 5 giorni da 8 ore ciascuno

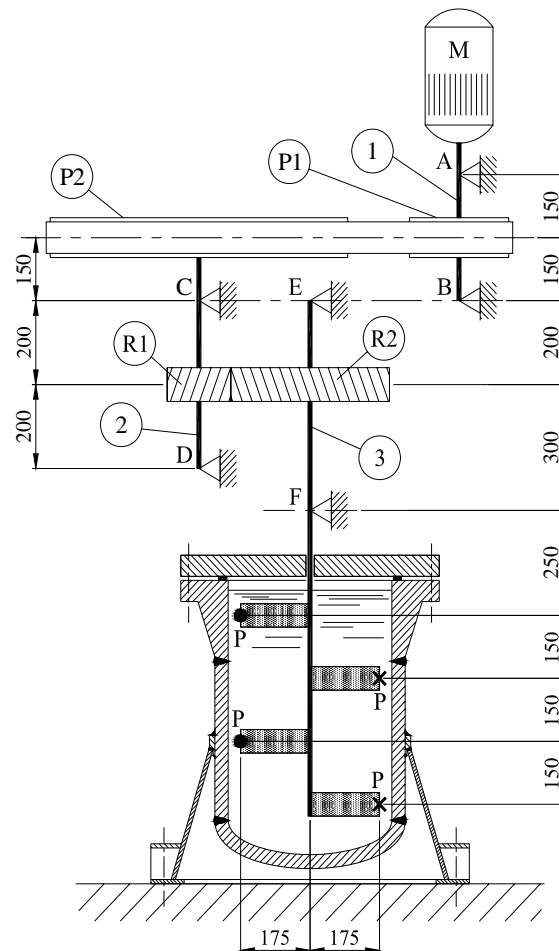
Allegato 6: Avanzamento di progetto (al 21 luglio 2011)

	<i>Item</i>	<i>Descrizione attività</i>	<i>Avanzamento fisico</i>	<i>Cost Performance Index</i>
A		Progettazione		
A	0	Start-up di progetto	---	----
A	1	Analisi di processo LS	100%	90%
A	2	Analisi di processo LL	100%	90%
A	3	Progettazione meccanica LS	100%	105%
A	4	Progettazione meccanica LL	100%	105%
A	5	Progettazione piping LS	100%	90%
A	6	Progettazione piping LL	100%	85%
A	7	Progettazione elettrica / I&C LS	100%	110%
A	8	Progettazione elettrica / I&C LL	100%	100%
B		Forniture meccaniche		
B	1	Strutture metalliche LS	80%	90%
B	2	Strutture metalliche LL	70%	90%
B	3	Apparecchiature LS	0%	100%
B	4	Apparecchiature LL	50%	105%
B	5	Tubazioni principali LS	50%	105%
B	6	Tubazioni principali LL	100%	120%
B	7	Tubazioni e bulk secondari LS	0%	100%
B	8	Tubazioni e bulk secondari LL	0%	100%

	<i>Item</i>	<i>Descrizione attività</i>	<i>Avanzamento fisico</i>	<i>Cost Performance Index</i>
C		Forniture elettriche / I&C		
C	1	Trasformatori e quadri LS	80%	85%
C	2	Trasformatori e quadri LL	60%	88%
C	3	Cavi / passerelle e bulk LS	25%	110%
C	4	Cavi / passerelle e bulk LL	25%	110%
C	5	Strumentazione di campo LS	0%	100%
C	6	Cavi / passerelle e bulk LL	0%	100%
D		Montaggi meccanici		
D	1	Montaggi meccanici LS	0%	100%
D	2	Montaggi meccanici LL	0%	100%
E		Montaggi elettrici / I&C		
E	1	Montaggi elettrici / I&C LS	0%	100%
E	2	Montaggi elettrici / I&C LL	0%	100%
F		Test finali		
F	1	Test finali LS	0%	100%
F	2	Test finali LL	0%	100%

Tema 2

Un motore elettrico ("M" in figura) aziona, attraverso una trasmissione a cinghie trapezoidali, un albero (3) a quattro pale di un agitatore inserito in un recipiente cilindrico a tenuta riempito con un fluido da mescolare. Un ulteriore stadio di riduzione a ruote dentate cilindriche a denti elicoidali (R1, R2) è utilizzato per ottenere la velocità di mescolamento richiesta per l'applicazione. Si assuma che su ogni paletta agisca una spinta P applicata nel punto più esterno e avente stessa direzione e verso opposto rispetto alla velocità periferica della paletta stessa. Il sistema deve garantire una vita operativa di almeno 10 milioni di cicli.



Oltre alle dimensioni (esprese in mm) riportate in figura, sono noti i seguenti dati:

- Spinta sulla paletta in condizioni di regime: $P = 1800 \text{ N}$
- Velocità angolare albero agitatore (velocità di mescolamento): $n_3 = 200 \text{ giri/min}$
- Diametro primitivo puleggia motrice (P1): $d_1 = 250 \text{ mm}$
- Diametro primitivo puleggia condotta (P2): $d_2 = 750 \text{ mm}$
- Numero di denti della ruota dentata R1: $z_1 = 20$
- Numero di denti della ruota dentata R2: $z_2 = 49$
- Modulo normale delle ruote dentate: $m_n = 8 \text{ mm}$
- Angolo di pressione normale: $\alpha_n = 20^\circ$
- Angolo di inclinazione dei denti: $\beta = 10^\circ$
- Coefficiente di attrito tra cinghia e puleggia: $f = 0.20$
- Angolo di avvolgimento della cinghia: $\alpha = 135^\circ$

Si richiede di:

1. Calcolare la potenza nominale del motore
2. Calcolare il tiro della cinghia da esercitare al montaggio
3. Calcolare le spinte scambiate dalle ruote dentate
4. Tracciare i diagrammi delle azioni interne negli alberi
5. Dimensionare e verificare gli alberi
6. Scegliere e calcolare i sistemi e/o i dispositivi o elementi di collegamento albero-mozzo per il calettamento di ruote dentate e pulegge
7. Scegliere i cuscinetti
8. Eseguire il disegno costruttivo dell'albero 2 e il complessivo di montaggio per le zone di supporto "C" ed "E"

Tema 3

Si richiede di impostare uno studio preliminare per la progettazione di una centrale a ciclo combinato (turbogas + turbine a vapore) per applicazione cogenerativa.

Al candidato è lasciato il compito di stimare le prestazioni di tutti i componenti principali dell'impianto (macchine, scambiatori), verificando e dimostrando la coerenza di tutte le scelte fatte e rispettando i vincoli di seguito elencati.

L'impianto deve essere dimensionato per una potenza elettrica complessiva compresa tra 280 e 300 MW e deve avere un rendimento di primo principio ($\eta_1 = (P_{elettrica} + P_{utenza_termica}) / P_{combustibile}$) non inferiore a 0.8. Le prestazioni dell'impianto devono essere calcolate per condizioni dell'aria ambiente pari a 0.95 bar e 5°C.

Il candidato deve rispettare i seguenti vincoli progettuali:

- l'impianto deve prevedere una caldaia a recupero a 3 livelli di pressione;
- la sezione a vapore è dotata di un condensatore ad acqua;
- l'utenza termica richiede una portata di vapore pari a 90 t/h alla pressione di 8 bar (con un surriscaldamento di almeno 10°C rispetto alla temperatura di saturazione) e restituisce condense alla pressione di 1 bar, con un deficit di portata del 10%;
- il combustibile da impiegare è metano (PCI = 48368 kJ/kg).

Lo studio deve prevedere l'individuazione delle portate di fluido evolventi e delle principali grandezze fisiche (temperature, pressioni) in tutti i punti dei cicli termodinamici (a gas e a vapore). Il candidato deve esplicitare tutte le scelte progettuali, rappresentare uno schema dell'impianto, tracciare il ciclo a gas e il ciclo a vapore sul piano temperatura-entropia e rappresentare il diagramma di scambio termico fumi-vapore relativo alla caldaia a recupero.