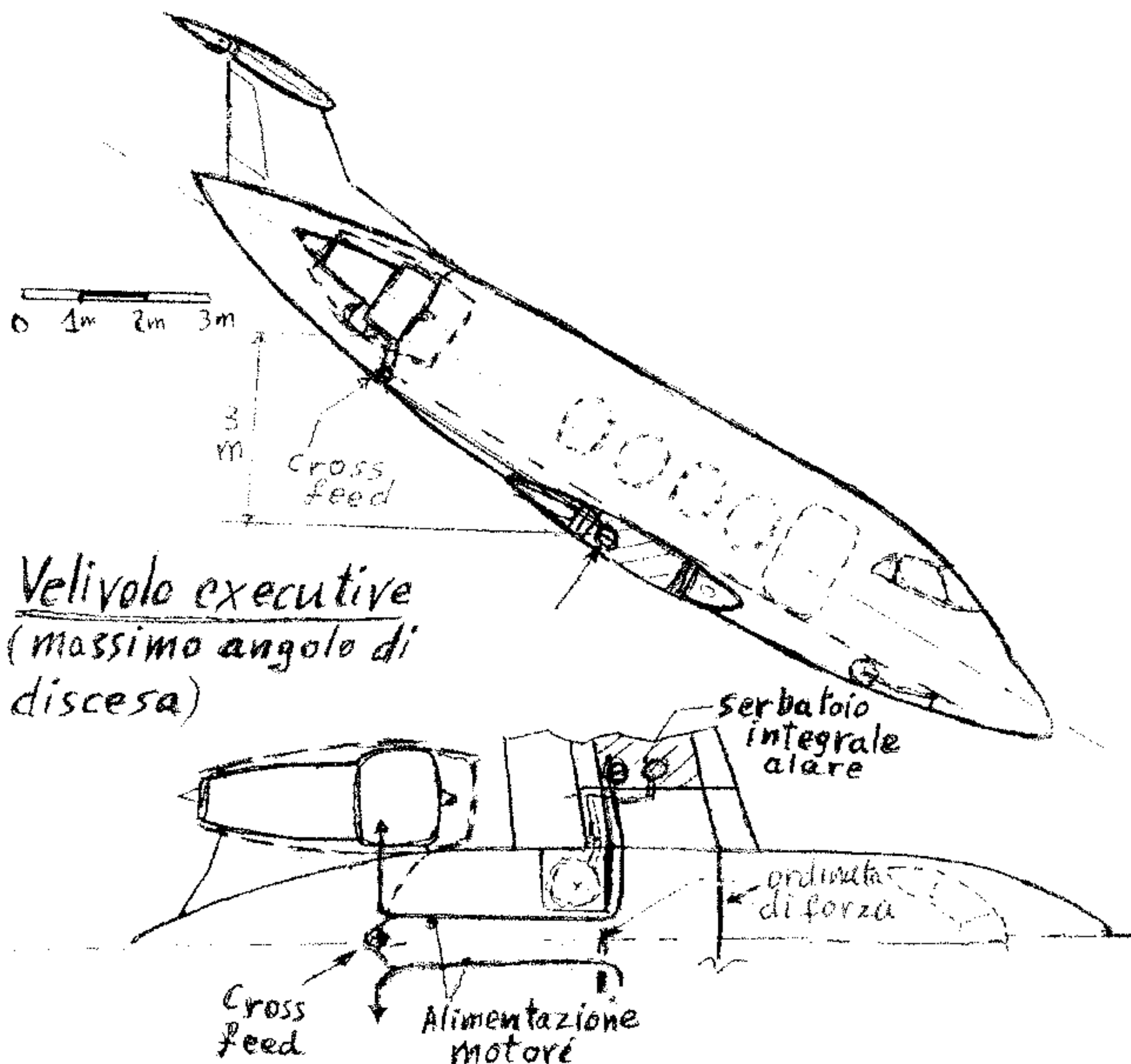


ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE

Tema: Elettropompa combustibile immersa

TEMA 2

Si consideri l'impianto combustibile di un grosso velivolo executive a getto.



Siano dati:

$T_{\max} = 2 \cdot 30000 \text{ N}$ (spinta massima a livello del mare e in condizioni ISA)

S.F.C. = $0.64 \text{ N}/(\text{N} \cdot \text{h})$ (consumo specifico)

$\gamma = 8 \text{ N}/\text{dm}^3$ (densità del combustibile in condizioni operative)

$\nu = 1.2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (viscosità cinematica del combustibile)

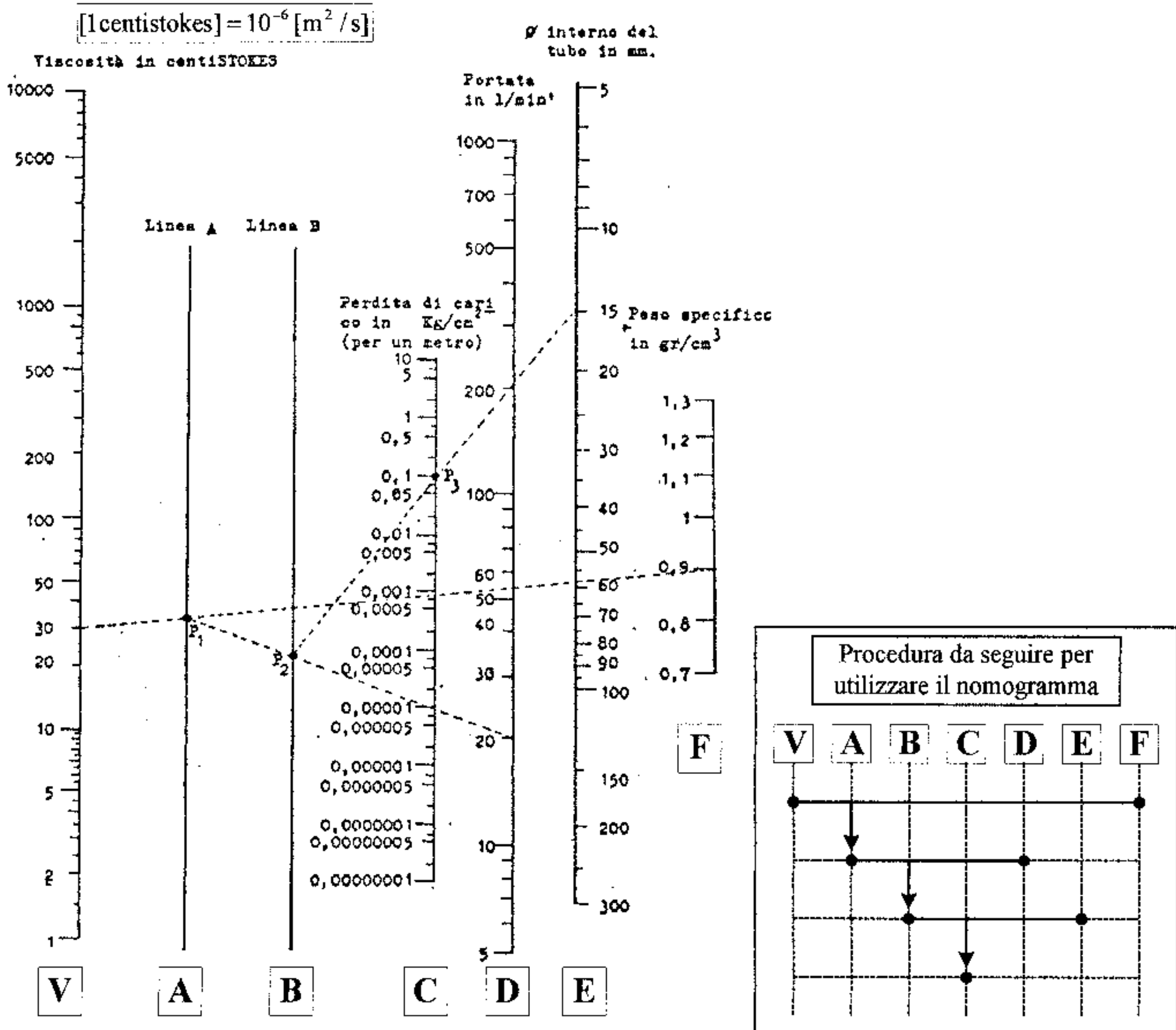
n°2 pompe combustibile per ciascun serbatoio alare (totale: n°4 pompe)

1° Quesito

Ipotesi:

- $T_{max} = 2 * 30000 \text{ N}$: spinta massima dei due motori in condizioni "sea level" ISA;
- velivolo con angolo di discesa massimo;
- una sola pompa su quattro funzionante (quindi la valvola di *cross feed* è aperta);
- ϕ tubazioni mandata $\leq 30 \text{ mm}$;
- perdite di carico distribuite uguali a quelle concentrate;

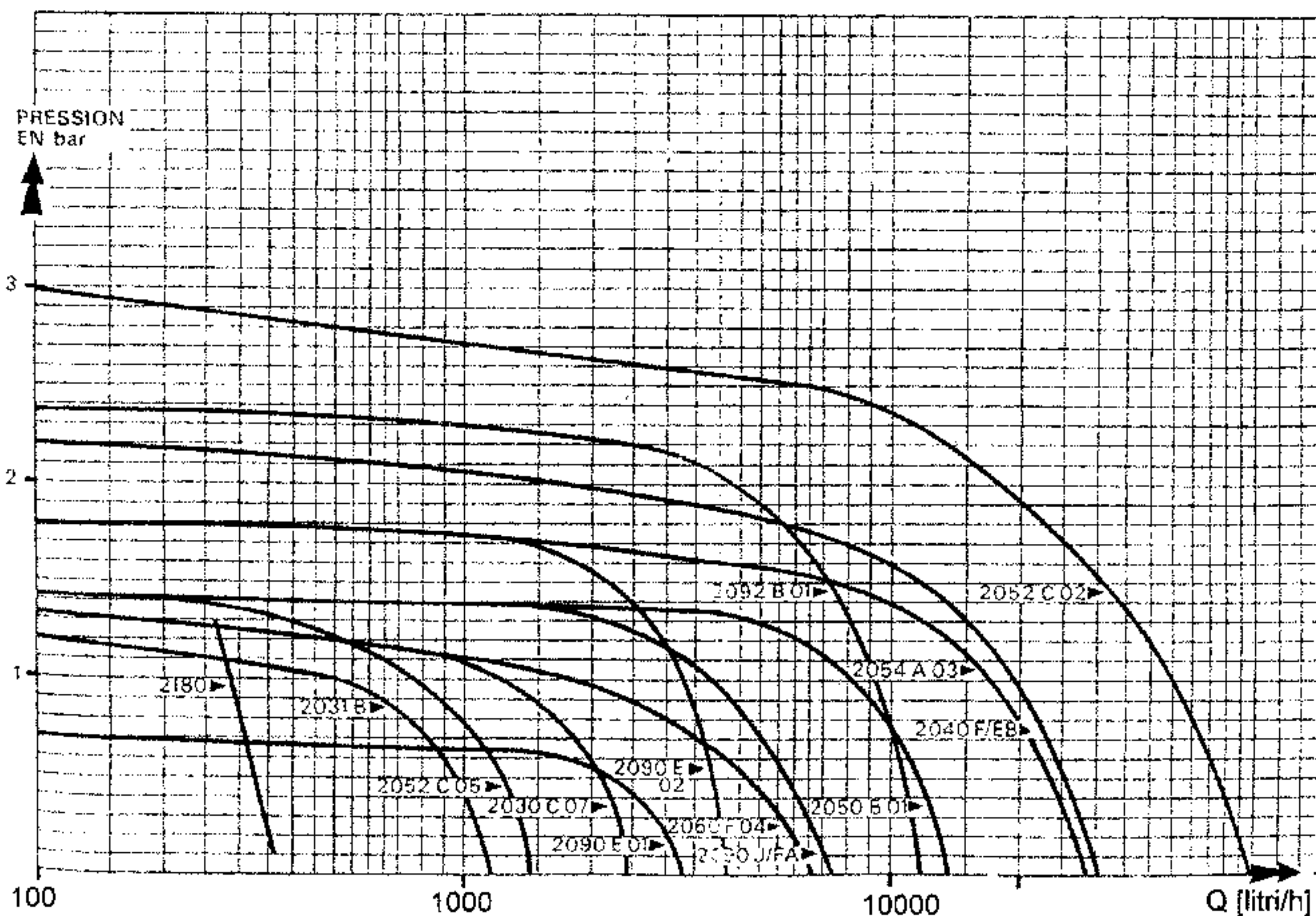
Sulla base delle ipotesi precedentemente elencate, calcolare il punto di funzionamento sulla caratteristica della pompa, ossia il punto nel diagramma che indica la portata volumetrica in funzione della prevalenza.



Si calcolino le perdite di carico distribuite attraverso l'ausilio del nomogramma allegato. Si considerino, inoltre, la $p_{serbatoio} \text{ (pressurizzato)} = 1.5 \text{ bar}$ e la $p_{ingresso \text{ motore}} = 0.5 \text{ bar}$, tenendo conto del termine cinetico.

2° Quesito

Considerando come condizione più gravosa per la pompa quella calcolata alla precedente domanda, scegliere la pompa a vostro avviso più adatta, servendosi del seguente grafico (estratto da un catalogo di fornitore specializzato).



3° Quesito

Considerando la stessa condizione di funzionamento del quesito precedente, calcolare la potenza elettrica che deve essere fornita nei due casi di alimentazione della pompa in corrente alternata monofase e trifase (collegamento a triangolo), specificando nei due casi il valore massimo di corrente e tensione. Prima di svolgere il quesito si tenga presente la necessità di stimare ragionevolmente i valori delle seguenti grandezze per i due casi di alimentazione monofase o trifase (collegamento a triangolo).

	a.c. MONOFASE	a.c. TRIFASE
Tensione max [V]		
$\cos\phi$		
η_{pompa}		
$\eta_{motore\ elettrico}$		

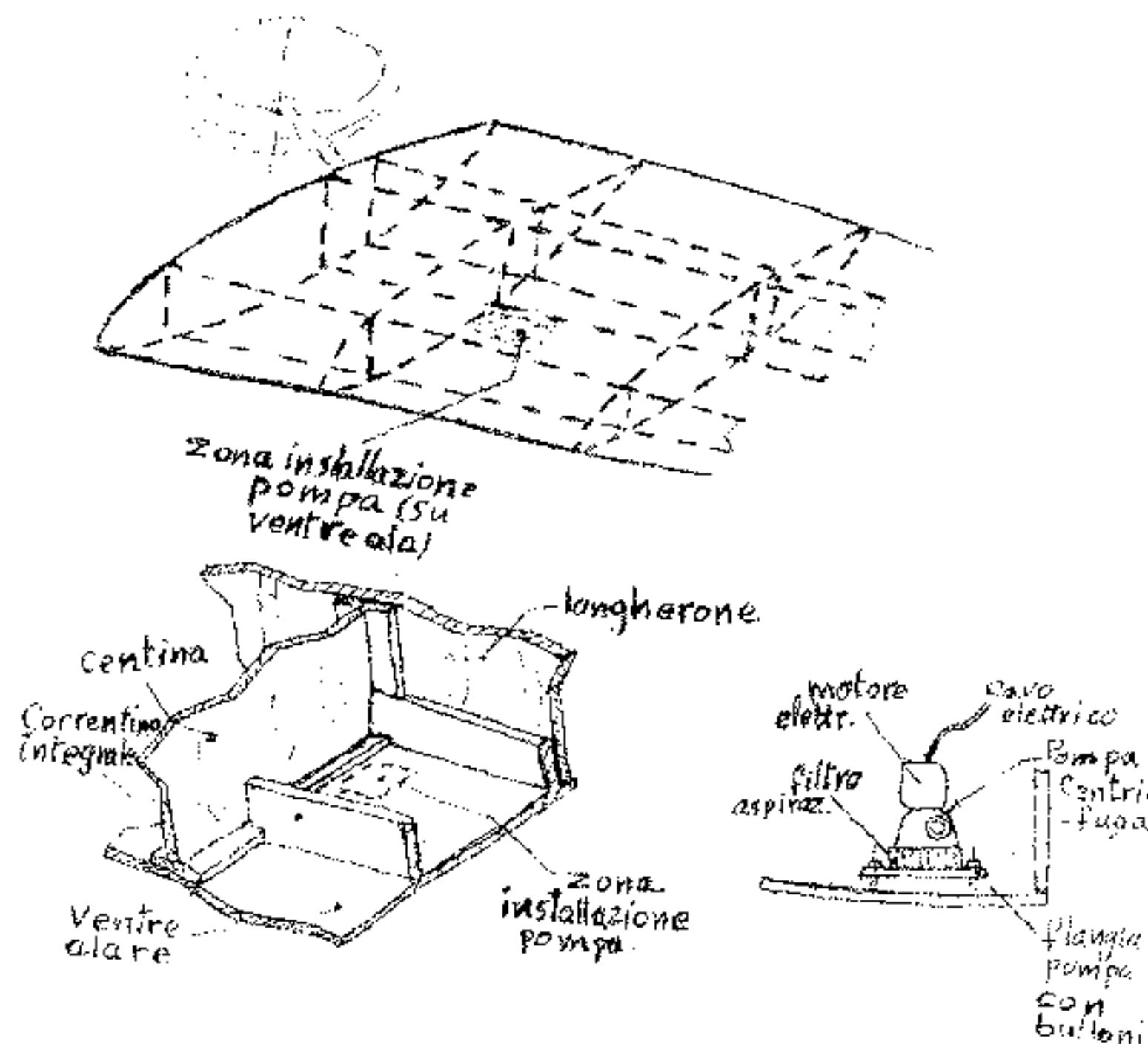
4° Quesito

Facendo riferimento ai seguenti schizzi, illustranti la zona di installazione della elettropompa (immersa nel combustibile a serbatoio pieno) e tenendo presenti i seguenti vincoli:

- la pompa deve essere installata ad asse coincidente con l'albero ventola, praticamente parallelo all'asse corpo Z;
- il ventre alare, in quella zona, non è piano, né giacente su un piano parallelo al piano definito dagli assi corpo X-Y,
- non è ammesso forare il ventre alare (è possibile forare solo elementi, che abbiano piani contenenti assi circa paralleli all'asse Z);
- occorre tenere in conto, come verrà più avanti considerato, la facilità di smontaggio per effettuare la manutenzione;

si ipotizzi una possibile soluzione di installazione della pompa, schizzando la soluzione scelta e, in particolare, gli eventuali elementi di supporto, fissaggio ecc, che si ritengono necessari.

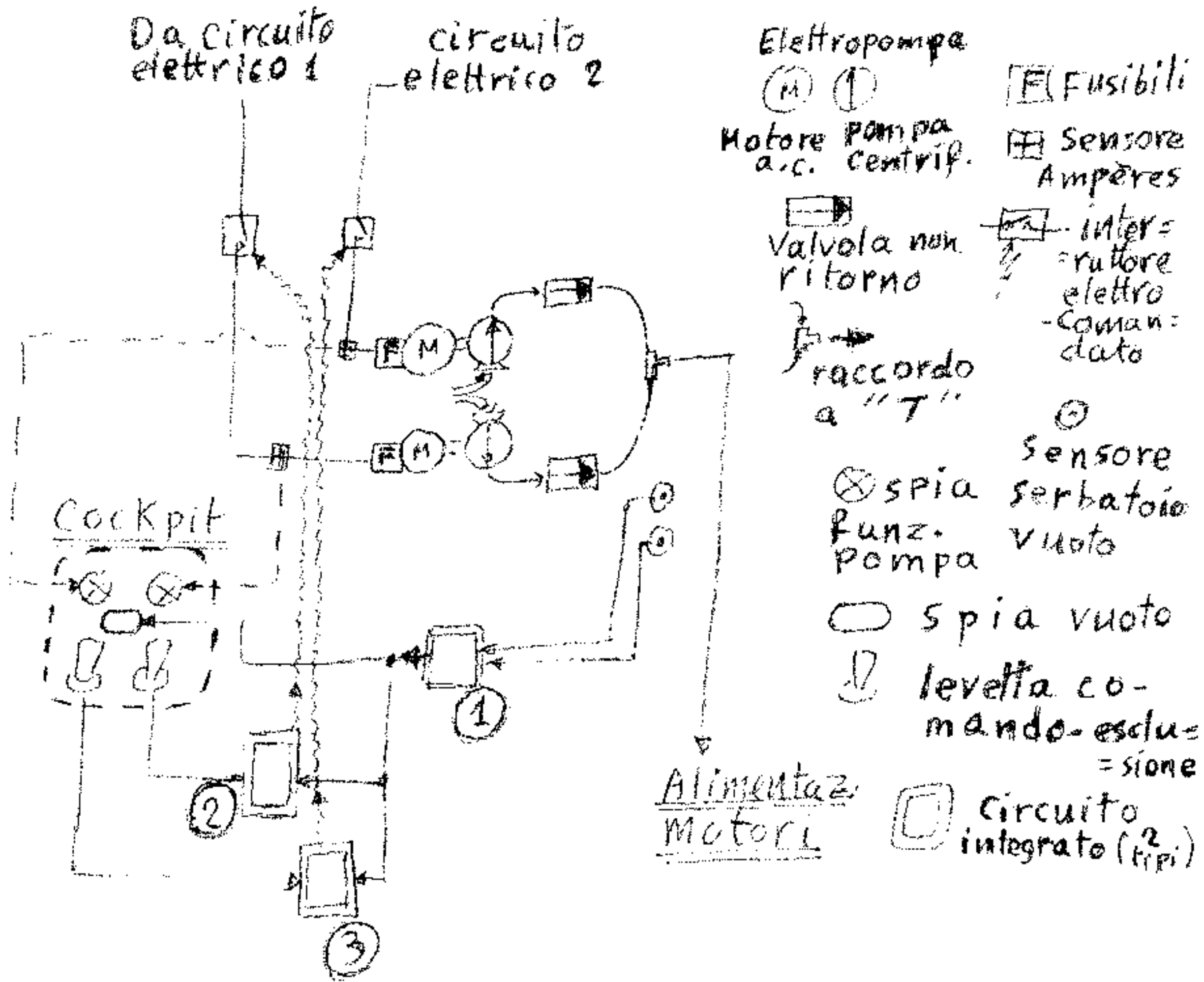
Nota: si tenga conto della dimensione della corda alare del velivolo *executive*, che può essere rilevata dal disegno.



5° Quesito

Immaginando che la pompa, il cui peso può essere stimato in 26 N, sia fissata ad un supporto (perpendicolare all'asse Z e, a sua volta vincolato ad elementi di struttura, che non siano il pannello ventrale) a mezzo dei sette bulloni della flangia, calcolare la massima trazione a cui essi possono trovarsi a dover resistere. Si ipotizzi che il carico si ripartisca equamente sui sette bulloni e si specifichi, inoltre, in quale condizione di volo ciò si verifichi (previo confronto, se a priori si ritiene che le possibili situazioni possano essere più di una e di diversa natura).

6° Quesito

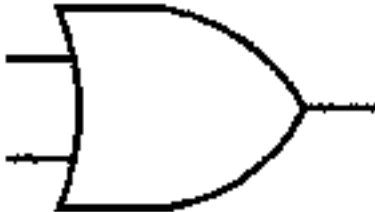



Si consideri l'installazione illustrata nella precedente figura di due sensori di vuoto (posti nello stesso serbatoio in ridondanza e che inviano il segnale quando il serbatoio è effettivamente vuoto); affinché il segnale di vuoto sia inviato dal circuito integrato 1, i cui inputs sono i segnali dei suddetti due sensori, alla spia del cockpit del pilota ed ai circuiti integrati 2 e 3, che azionano i teleruttori di alimentazione, occorrerà definire quale operatore logico è realizzato dal circuito integrato 1.

A loro volta gli integrati 2 e 3 apriranno (inviando un impulso) i teleruttori di alimentazione delle due elettropompe o in presenza del già discusso segnale di vuoto oppure nel caso di invio di segnale di disinserimento da parte delle levette di comando presenti sul pannello del cockpit.

Si tenga presente che i sensori di vuoto non sono molto affidabili e che possono inviare segnali "episodici", ad esempio nel caso di poco combustibile e considerevoli angoli di beccheggio o rollio oppure con "slushing" (spostamenti dinamici del liquido).

Considerando che con la logica sopradescritta i tre circuiti integrati constano di un solo operatore logico indicare le scelte corrette.

		OR 	AND 
1°	<input type="checkbox"/>		
2°	<input type="checkbox"/>		
3°	<input type="checkbox"/>		

7° Quesito

Si imposti un'analisi tipo F.M.E.A. (Failure Modes and Effect Analysis), ipotizzando (in mancanza di dati numerici), livelli qualitativi per le probabilità di occorrenza e considerando per quanto riguarda la GRAVITA' del guasto:

1. C = critico: rischio di grave e pericolosa propagazione del guasto sul resto del sistema;
2. M = maggiore: perdita di capacità e/o livelli di ridondanza e/o di prestazioni;
3. m = minore: senza conseguenze, se non la necessità di manutenzione.

Utilizzando la seguente tabella (compilata a scopo esplicativo), da applicarsi ad almeno altri sette dei componenti visti nella figura relativa al 6° quesito

Componente	Modo di guasto	Effetto	Gravità	Probabilità (minima, bassa, media, alta)	Manutenzione
Motore elettropompa 1					
Pompa 1					
Valvola di non ritorno 1	Bloccata in modo da impedire il flusso	Perdita ridondanza portata	M	minima	
	Permette flusso inverso	In caso di guasto della pompa 1, la pompa 2 non riesce a mandare	G	minima	
	Perdita agli attacchi	trascurabile	<i>m</i>	media	

8° Quesito

Per compilare, almeno per uno o due componenti, l'ultima colonna della tabella spiegare il modo di installazione e/o altri accorgimenti che si ritengono più opportuni per rendere facile l'accesso/montaggio/smontaggio, tenendo conto delle stime fatte su gravità e probabilità di guasto del componente in esame.