

### 3. GLI AEROSTATI: CARATTERISTICHE FUNZIONALI E STRUTTURALI

L'aerostato è un aeromobile che, per ottenere la portanza, ossia la forza necessaria per sollevarsi da terra e volare, utilizza gas più leggeri dell'aria e, proprio in funzione del tipo di gas utilizzato, è possibile suddividere gli aerostati in:

- palloni ad aria calda, dove l'aria viene scaldata per mezzo di bruciatori;
- palloni a gas gonfiati con idrogeno o elio.

Come già detto, gli aerostati, grazie al principio di Archimede, ricevono una spinta ascensionale pari al peso del volume di aria spostata. Se questa spinta è maggiore del peso dell'aerostato, esso sale nell'atmosfera. Per ottenere una spinta sufficiente a farlo volare, si devono verificare due condizioni: l'aerostato deve essere riempito di un gas più leggero dell'aria; si deve superare il punto di equilibrio tra il peso totale dell'aerostato (dato dalla somma del peso del gas più il peso della struttura più il peso dell'eventuale carico trasportato) e quello dell'aria spostata. Dopo il decollo, l'aerostato sale fino a quando non raggiunge un nuovo punto di equilibrio.

$$\text{Portanza} = \text{Peso dell'Aria} = \text{densità dell'aria} \cdot \text{Volume} = \gamma_{\text{Aria}} \cdot V$$

$$\text{Peso Aerostato} = \text{Peso Gas} + \text{Peso Struttura} + \text{Peso Carico} = \gamma_{\text{Gas}} \cdot V + x \text{ Kg} + x \text{ Kg}$$

$$\text{Equilibrio} \rightarrow \text{Peso dell'Aria} = \text{Peso Aerostato} \rightarrow \gamma_{\text{Aria}} \cdot V = \gamma_{\text{Gas}} \cdot V + x \text{ Kg} + x \text{ Kg}$$

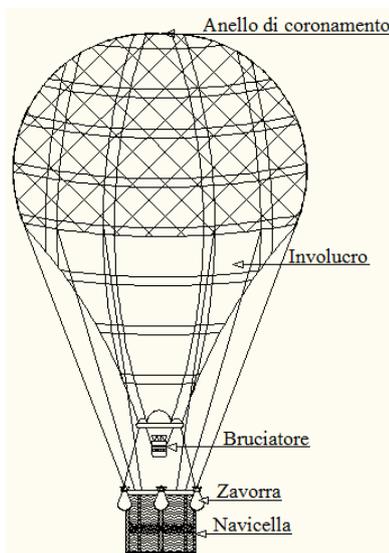
La variazione di quota nei palloni ad aria calda si ottiene scaldando o lasciando raffreddare l'aria contenuta all'interno dell'involucro, mentre nei palloni a gas si ottiene scaricando zavorra (sabbia contenuta in appositi sacchetti) per la salita e liberando gas tramite una valvola per la discesa.

Un'apposita commissione della Federazione Aeronautica Internazionale (FAI), che classifica tutti gli aeromobili, definisce gli aerostati come "aeromobili più leggeri dell'aria" e li inserisce nella classe A, la quale, a sua volta, è suddivisa in quattro sotto-classi, a seconda delle caratteristiche peculiari degli aerostati, della grandezza e del tipo di gas utilizzato:

- 1) AA: palloni a gas;
- 2) AX: palloni ad aria calda (mongolfiere);
- 3) AM: palloni Rozier (palloni gonfiati sia con gas che con aria calda);
- 4) AS: palloni a gas con involucro pressurizzato (per uso scientifico)

Queste sotto-classi sono organizzate in 15 categorie in base al volume dell'involucro.

#### 3.1 LA MONGOLFIERA



La mongolfiera è un tipo di aerostato ad aria calda, privo di apparato motopropulsore e di governo, che naviga trasportato dalle correnti aeree. Le mongolfiere, che possono essere libere o frenate, ossia vincolate al suolo - come gli aquiloni - mediante uno o più cavi, essenzialmente sono costituite da tre parti:

- 1) L'involucro;
- 2) il bruciatore;
- 3) la navicella.

L'**involucro** deve contenere l'aria riscaldata dal bruciatore, quindi la sua struttura è formata da pannelli di nylon cuciti su nastri verticali e orizzontali. Alla sommità del pallone vi è un anello di coronamento che serve a riunire tutti i nastri verticali, mentre alla base tali nastri vengono prolungati da cavi d'acciaio che, a loro volta, sono fissati al quadro di

carico su cui è montato il bruciatore. La sommità dell'involucro è aperta e viene chiusa dall'interno per mezzo di un pannello circolare, di diametro maggiore di quello dell'apertura, che viene tenuto in posizione dalla spinta dell'aria calda, impedendo così la fuoriuscita dell'aria. Per mezzo di un sistema di tiranti, è possibile aprire il pannello per accelerare la discesa in volo o per facilitare lo sgonfiaggio del pallone.

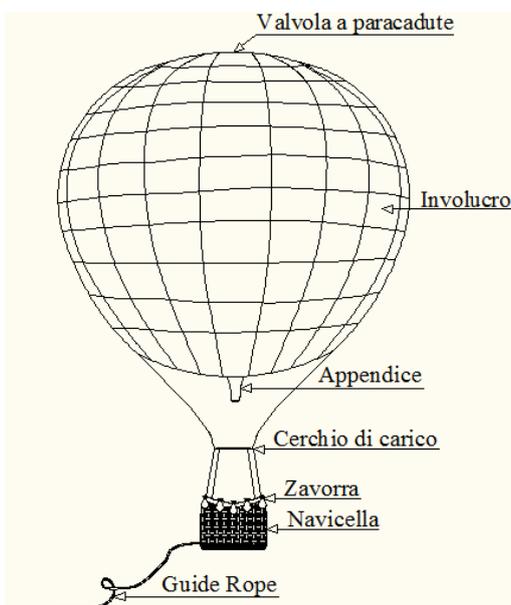
Il **bruciatore**, generalmente doppio, ha lo scopo di riscaldare l'aria all'interno dell'involucro ed è fissato al quadro di carico tramite un giunto cardanico che consente di dirigere la fiamma con precisione all'interno dell'involucro. È alimentato da gas propano liquido, contenuto in apposite bombole, di acciaio o alluminio, alloggiato all'interno della cesta. Quando si aprono i rubinetti della bombola, il propano, tramite tubi flessibili, raggiunge una serpentina dove, sotto l'effetto del calore, torna allo stato gassoso, si mescola all'aria e viene incendiato di volta in volta da una fiamma pilota alimentata dalle stesse bombole. L'erogazione del gas al bruciatore e quindi la dimensione delle fiammate viene regolata dal pilota mediante apposite valvole.

La **navicella**, che ha la forma di una grossa cesta fatta in vimini intrecciato, è appesa all'involucro e ha una buona robustezza, leggerezza ed elasticità. La cesta ha una struttura portante di tubi metallici e il fondo rinforzato da longheroni di legno. Agli angoli della cesta sono alloggiato le bombole del gas, mentre lungo i lati trovano posto gli strumenti di navigazione e le altre dotazioni di bordo. La navicella è vincolata al quadro di carico e all'involucro per mezzo di cavi d'acciaio e moschettoni. Il quadro di carico, a sua volta, è sostenuto da stecche rigide di nylon, per impedire che, all'atterraggio, finisca addosso ai passeggeri.

L'autonomia di volo dipende dalla quantità di propano a disposizione per il bruciatore, dalle condizioni climatiche e dal peso trasportato.



### 3.2 IL PALLONE A GAS



I palloni a gas sono dei tipi di aerostati, privi di apparato motopropulsore e di governo, che navigano trasportati dalle correnti aeree. Oggi sono poco diffusi a causa dell'elevato costo dei gas utilizzati (elio o idrogeno). Il gas più adatto al volo di un pallone è l'idrogeno, in quanto si tratta dell'elemento più leggero esistente in natura. L'elio, invece, presenta un costo assai proibitivo, ma ha il vantaggio di essere più sicuro perché inerte.



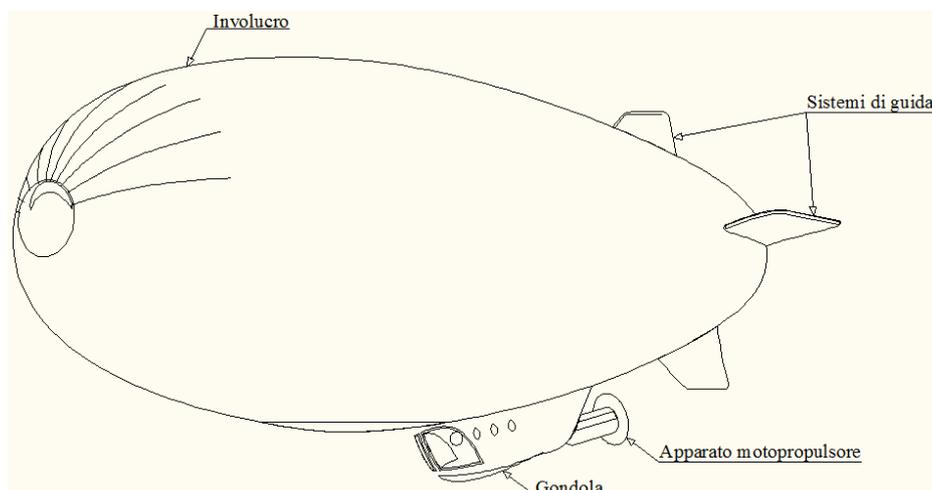
Il pallone a gas è di forma sferica: alla sommità dell'involucro si trova una grande valvola a paracadute, molto simile a quella delle mongolfiere, mentre al di sotto si trova un'appendice che consente la fuoriuscita, più o meno controllata, del gas. All'involucro è appesa una navicella di vimini intrecciato, collegata ad un anello, detto cerchio di carico, a cui fanno capo i cavi di sostegno.

I palloni a gas possono essere a volume costante o a volume variabile. Nel primo tipo, il gas può fuoriuscire liberamente dall'involucro man mano che aumenta la quota di volo. Infatti, con l'aumentare della quota, la pressione atmosferica diminuisce, quindi il gas si espande e, per evitare la lacerazione dell'involucro, dovuta all'aumento eccessivo della pressione interna, il gas in eccesso viene liberato attraverso l'appendice. Nell'altro tipo, quello a volume variabile, l'involucro è molto grande, in modo da compensare l'espansione del gas al diminuire della pressione atmosferica, e viene riempito con il gas solo fino ad ottenere una spinta ascensionale superiore al peso complessivo dell'aerostato. Questa spinta viene compensata dal peso della zavorra, costituita generalmente da sabbia contenuta in appositi sacchetti appesi all'esterno della navicella. Il volo termina quando la zavorra rimanente permette di realizzare una discesa e un atterraggio controllati.

Il pallone a gas ha una corda lunga, almeno una trentina di metri, detta "guide rope", che consente di orientare l'aerostato durante l'atterraggio. Essa, infatti, ha la funzione di freno e, nelle zone prive di ostacoli naturali o artificiali, può essere lasciata strisciare sul terreno, equilibrando il pallone e consentendogli di mantenere una quota costante senza agire sul gas o sulla zavorra.

L'autonomia di volo di un pallone a gas è nettamente superiore rispetto a quella di un pallone ad aria calda. Inoltre, a parità di volume, il pallone a gas ha una maggiore capacità di sollevamento.

### 3.3 IL DIRIGIBILE



Il dirigibile è un aerostato che può essere guidato verso una direzione determinata grazie alla spinta dei motori e alla presenza dei timoni di direzione e profondità. La sua forma richiama quella di un siluro ed è caratterizzato da un involucro, a una o più gondole, da un apparato propulsore e dai sistemi di guida. Nel corso del tempo i dirigibili vennero realizzati con una struttura flessibile, semirigida o rigida.

Il dirigibile a struttura flessibile (o dirigibile floscio) fu il primo tipo di dirigibile realizzato. La quasi indeformabilità del dirigibile era data dalla modesta pressione interna dell'involucro. La difficoltà più grande, che ne limitava le dimensioni, era riuscire ad applicare carichi statici e dinamici sull'involucro (carichi della navicella, carichi aerodinamici, raffiche di vento) senza che questo subisse deformazioni importanti.

Il dirigibile semirigido, a differenza di quello floscio, aveva un involucro irrigidito longitudinalmente, nella parte inferiore, da una travatura, che gli consentiva di raggiungere dimensioni notevolmente più grandi rispetto a quello flessibile. Alla travatura erano ancorati la navicella e gli apparati motopropulsori.

Il dirigibile a struttura rigida fu l'ultima tipologia prodotta. In esso il gas sostentatore era racchiuso nell'involucro in apposite camere diaframmate. L'indeformabilità della struttura era data da elementi rigidi posti longitudinalmente e trasversalmente, detti rispettivamente correnti e ordinate. I locali del dirigibile venivano ricavati nella parte inferiore dell'involucro, mentre le uniche parti sporgenti erano la cabina di pilotaggio e il gruppo motopropulsore.

Per quanto riguarda l'aspetto dell'involucro, esso era, e lo è ancora oggi, costituito da una struttura primaria suddivisa, al suo interno, in camere o compartimenti stagni contenenti il gas (elio o idrogeno). Tali camere servivano a regolare la pressione interna dell'involucro e a mantenere l'assetto del mezzo. I materiali più usati per la loro realizzazione erano i tessuti gommati, ma oggi si ricorre a più strati di materiale sintetico che, in quanto molto più resistenti, consentono di diminuire il peso della struttura e di ridurre la manutenzione.

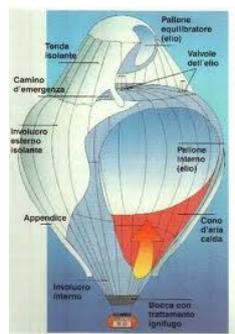
La gondola o navicella è l'abitacolo che può essere appeso o applicato al ventre del dirigibile con dei cavi attaccati alle fasce interne e ai lati esterni dell'involucro. Al suo interno trovano posto la cabina di pilotaggio, i compartimenti motori e i locali per l'equipaggio, i passeggeri e il carico. In alcuni dirigibili, oltre alla gondola principale, ve ne potevano essere altre più piccole, destinate a contenere esclusivamente gli apparati propulsori.

L'apparato motopropulsore si realizza con uno o più motori ad elica, che hanno lo scopo di facilitare il decollo, l'atterraggio e lo stazionamento in aria. Infine, per quanto riguarda i sistemi di guida, questi si realizzano con più superfici alari poste a poppa, in modo da produrre delle forze che garantiscono il governo del mezzo. Ciascun piano alare è suddiviso in una parte fissa, stabilizzante, e una mobile, di governo. I sistemi di guida e l'apparato propulsore ad eliche orientabili assicurano la stabilità dinamica e la direzionalità del mezzo.

Attualmente, l'utilizzo dei dirigibili è strettamente legato a studi scientifici o a trovate pubblicitarie.

### 3.4 IL PALLONE ROZIER

Il pallone Rozier, privo di apparato motopropulsore e di governo, è un aerostato ibrido, perché funziona combinando l'uso dell'elio con quello dell'aria calda. Il suo nome deriva dal grande aeronauta francese Jean



François Pilâtre de Rozier, il primo uomo ad aver effettuato un volo vincolato e anche il primo volo libero su una mongolfiera nel 1783. È un particolare pallone a doppia camera, costituito da un involucro suddiviso in più celle. Per il decollo la camera del gas viene riempita parzialmente con elio, perché, man mano che l'aerostato sale di quota, l'elio si espande, visto che la pressione atmosferica esterna decresce, riempiendo la camera. Se il pallone supera la quota massima consentita, l'elio fuoriesce dalle appendici, poste alla base dell'involucro, per evitare che

un'eccessiva espansione possa lacerare l'involucro. Durante la notte, in assenza dell'irraggiamento solare, i piloti attivano i bruciatori a propano, riscaldando l'aria che si trova nella camera sottostante a quella dell'elio. Sopra la camera dell'elio l'involucro contiene un'ulteriore camera, che ha il compito di tenere distante l'involucro esterno da quello della camera del gas, riducendo così lo scambio di calore tra interno ed esterno. Attualmente, questi tipi di palloni vengono utilizzati a fini sportivi, nei voli transoceanici e nei tentativi di circumnavigazione del globo senza scalo.