

## Esercitazione 2

- **Calcolo della temperatura e della pressione al livello del mare**

Per prima cosa calcoliamo la quota, la pressione atmosferica e la temperatura dell'aeroporto, ottenendo:

$$\begin{aligned}z_{aer} &= 400 \text{ ft} = 121,92 \text{ m} \\p_{aer} &= 1006 \text{ mbar} \\T_{aer} &= 27^\circ\text{C} = 300,15 \text{ K}\end{aligned}$$

Essendo il gradiente di temperatura  $a$  pari a  $0,0065 \text{ K/m}$  ottengo facilmente che la temperatura al livello del mare sarà

$$(2.1) \quad T_{lm} = T_{aer} + az_{aer}$$

Sostituendo i valori otteniamo una temperatura  $T_0$  pari a  $300,94248 \text{ K}$ .  
Sfruttando la relazione

$$(2.2) \quad p_{lm} = p_{aer} \left( 1 - \frac{az_{aer}}{T_{lm}} \right)^{-5,25}$$

Possiamo quindi calcolare facilmente anche la pressione al livello del mare ottenendo un valore di  $p_{lm} = 1020,0231 \text{ mbar}$

- **Calcolo degli errori altimetrici**

Innanzitutto sappiamo che la nostra strumentazione è impostata per un  $T_0$  pari a  $288,15 \text{ K}$ .  
Definiamo quindi

### Regolazione QFE

la taratura dello strumento viene fatta sull'aeroporto, ossia viene regolato sulla pista o, in fase d'atterraggio, arriva una comunicazione dalla torre di controllo. Tale taratura si presta molto bene per le fasi di decollo e atterraggio

### Regolazione QNH

la regolazione è fatta in modo tale da fornire la quota dell'aeroporto rispetto al livello del mare

### Regolazione QNE

è la taratura in aria tipo internazionale. Essa genera errori rilevanti a bassa quota, ma è utile per il volo di crociera ad alta quota permettendo di separare le aerovie.

Nei casi QFE, QNH e QNE le pressioni saranno quindi impostate come

$$\begin{aligned}p_{QFE} &= p_{aer} = 1006 \text{ mbar} \\p_{QNH} &= p_0 \text{ (calcolata con } T_0 = 288,15) = 1020,65 \\p_{QNE} &= 1013 \text{ mbar}\end{aligned}$$

Sfruttando quindi il fatto che

$$(2.3) \quad z_i = \left( \frac{T_0}{a} \right) \left( 1 - \left( \frac{p_{eff}}{p_i} \right)^{\frac{1}{5,25}} \right)$$

e conoscendo le vere condizioni al livello del mare ( $p_{lm}$ ,  $T_{lm}$ ) possiamo calcolare l'effettiva pressione al variare della quota e quindi le varie quote segnalate dagli altimetri al variare dell'impostazione della pressione di riferimento.

Calcolando il tutto fino a un'altezza pari a 8000 piedi otteniamo quanto segue

Quota Reale [ft]	Pressione Effettiva [mbar]	QFE [ft]	QNH [ft]	QNE [ft]	Errore QFE	Errore QNH	Errore QNE
0	1020,0231	-384,007996	17,04870758	-184,6907021	384,007996	-17,0487076	184,6907021
200	1012,991906	-192,0106613	208,5312946	7,057507873	392,0106613	-8,53129462	192,9424921
400	1006	0	400,0138817	198,8057178	400	-0,01388166	201,1942822
600	999,0472124	192,0106613	591,4964687	390,5539278	407,9893387	8,503531303	209,4460722
800	992,1333762	384,0213227	782,9790557	582,3021378	415,9786773	17,02094426	217,6978622
1000	985,2583241	576,031984	974,4616428	774,0503478	423,968016	25,53835723	225,9496522
1200	978,4218897	768,0426453	1165,94423	965,7985577	431,9573547	34,05577019	234,2014423
1400	971,6239068	960,0533067	1357,426817	1157,546768	439,9466933	42,57318315	242,4532323
1600	964,8642099	1152,063968	1548,909404	1349,294978	447,936032	51,09059611	250,7050223
1800	958,1426337	1344,074629	1740,391991	1541,043188	455,9253706	59,60800907	258,9568124
2000	951,4590138	1536,085291	1931,874578	1732,791398	463,9147093	68,12542204	267,2086024
2200	944,8131859	1728,095952	2123,357165	1924,539608	471,904048	76,642835	275,4603924
2400	938,2049865	1920,106613	2314,839752	2116,287818	479,8933866	85,16024796	283,7121825
2600	931,6342524	2112,117275	2506,322339	2308,036028	487,8827253	93,67766092	291,9639725
2800	925,1008209	2304,127936	2697,804926	2499,784237	495,872064	102,1950739	300,2157625
3000	918,60453	2496,138597	2889,287513	2691,532447	503,8614026	110,7124868	308,4675526
3200	912,1452179	2688,149259	3080,7701	2883,280657	511,8507413	119,2298998	316,7193426
3400	905,7227234	2880,15992	3272,252687	3075,028867	519,84008	127,7473128	324,9711326
3600	899,3368859	3072,170581	3463,735274	3266,777077	527,8294186	136,2647257	333,2229226
3800	892,9875451	3264,181243	3655,217861	3458,525287	535,8187573	144,7821387	341,4747127
4000	886,6745414	3456,191904	3846,700448	3650,273497	543,808096	153,2995517	349,7265027
4200	880,3977154	3648,202565	4038,183035	3842,021707	551,7974346	161,8169646	357,9782927
4400	874,1569085	3840,213227	4229,665622	4033,769917	559,7867733	170,3343776	366,2300828
4600	867,9519623	4032,223888	4421,148209	4225,518127	567,7761119	178,8517905	374,4818728
4800	861,7827191	4224,234549	4612,630797	4417,266337	575,7654506	187,3692035	382,7336628
5000	855,6490215	4416,245211	4804,113384	4609,014547	583,7547893	195,8866165	390,9854529
5200	849,5507128	4608,255872	4995,595971	4800,762757	591,7441279	204,4040294	399,2372429
5400	843,4876365	4800,266533	5187,078558	4992,510967	599,7334666	212,9214424	407,4890329
5600	837,4596369	4992,277195	5378,561145	5184,259177	607,7228053	221,4388553	415,7408229
5800	831,4665584	5184,287856	5570,043732	5376,007387	615,7121439	229,9562683	423,992613
6000	825,5082463	5376,298517	5761,526319	5567,755597	623,7014826	238,4736813	432,244403
6200	819,584546	5568,309179	5953,008906	5759,503807	631,6908213	246,9910942	440,496193
6400	813,6953036	5760,31984	6144,491493	5951,252017	639,6801599	255,5085072	448,7479831
6600	807,8403657	5952,330501	6335,97408	6143,000227	647,6694986	264,0259202	456,9997731
6800	802,0195791	6144,341163	6527,456667	6334,748437	655,6588372	272,5433331	465,2515631
7000	796,2327914	6336,351824	6718,939254	6526,496647	663,6481759	281,0607461	473,5033532
7200	790,4798505	6528,362485	6910,421841	6718,244857	671,6375146	289,578159	481,7551432
7400	784,7606047	6720,373147	7101,904428	6909,993067	679,6268532	298,095572	490,0069332
7600	779,0749031	6912,383808	7293,387015	7101,741277	687,6161919	306,612985	498,2587233
7800	773,4225948	7104,394469	7484,869602	7293,489487	695,6055306	315,1303979	506,5105133
8000	767,8035298	7296,405131	7676,352189	7485,237697	703,5948692	323,6478109	514,7623033

Rappresentando il tutto graficamente otteniamo

