



# Manuale di Volo Libero



Andrea De Rosa - Istruttore Nazionale

# Indice

DUE PAROLE SUL MANUALE.....	13
PREMESSA.....	13
RINGRAZIAMENTI.....	13
GLI AUTORI.....	14
Capitolo 1 – L'ORGANIZZAZIONE.....	15
LA FIVL.....	15
COMMISSIONE CLUB.....	15
COMMISSIONE GARE E MANIFESTAZIONI.....	15
COMMISSIONE MATERIALI.....	15
COMMISSIONE SCUOLE.....	15
COMMISSIONE SICUREZZA.....	15
LA COMMISSIONE STAMPA.....	16
SERVIZI TELEMATICI.....	16
L'AERO CLUB D'ITALIA.....	17
IL CLUB LOCALE.....	18
Capitolo 2 - ELEMENTI LEGISLATIVI E DI CIRCOLAZIONE AEREA.....	19
LA LEGGE.....	19
REQUISITI.....	19
IL BREVETTO.....	19
IDENTIFICAZIONE ED ASSICURAZIONE DEL MEZZO.....	20
LIMITI DI QUOTA.....	20
CENTRI ABITATI.....	20
ZONE R, D e P.....	20
SPAZI AEREI CONTROLLATI E NON CONTROLLATI.....	20
SPAZIO AEREO INFERIORE.....	20
SPAZIO AEREO SUPERIORE.....	21
SPAZI AEREI CONTROLLATI O CTA (Control Area).....	21
VOLO A VISTA (VFR).....	22
PRECEDENZE.....	22
DECOLLO.....	22
IN VOLO.....	23
AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO.....	24
REQUISITI PER UNA COLLISIONE.....	24
CIRCUITI DI AVVICINAMENTO.....	26
CIRCUITI E PREVEDIBILITÀ.....	26
CIRCUITO CONVENZIONALE O A 'C'.....	26
Pregi.....	26
Difetti.....	27
CIRCUITO AD 8.....	29
Pregi.....	29
Difetti.....	29
I 'CONI' DI EFFICIENZA.....	31
Capitolo 3 - APPUNTI DI AERODINAMICA.....	32
CONSIDERAZIONI GENERALI.....	32
CONCETTI DI FISICA UTILIZZATI NEL CAPITOLO.....	32
FORZA.....	32
COMPOSIZIONE E SCOMPOSIZIONE DELLE FORZE.....	33

COMPOSIZIONE.....	33
SCOMPOSIZIONE.....	34
CAMPO.....	34
PRESSIONE.....	34
PRESSIONE STATICA E PRESSIONE DINAMICA.....	37
LA LEGGE DI BERNOULLI.....	37
IL TUBO DI VENTURI.....	38
L'ALA TEORICA.....	39
ALCUNE DEFINIZIONI.....	39
MOVIMENTI SUI TRE ASSI.....	41
L'ANGOLO DI INCIDENZA.....	42
LA FORZA AERODINAMICA TOTALE.....	43
RIDUZIONE DELLA PRESSIONE SULL'ESTRADOSSO.....	43
AUMENTO DELLA PRESSIONE SULL'INFRADOSSO.....	43
I 4 PARAMETRI DELLA FAT.....	44
PORTANZA E RESISTENZA.....	44
L'ALTRA FORZA: IL PESO.....	44
TRAZIONE E PESO APPARENTE.....	44
VOLO PLANATO UNIFORME: il magico equilibrio delle forze.....	45
LA RESISTENZA: compagna irrinunciabile del movimento.....	46
RESISTENZA DI FORMA.....	46
RESISTENZA DI ATTRITO.....	46
RESISTENZA INDOTTA.....	48
LA PORTANZA.....	49
IL PESO APPARENTE.....	49
LA TRAZIONE.....	50
LE VELOCITÀ NEL VOLO PLANATO UNIFORME.....	50
VELOCITÀ DI TRIM.....	50
VELOCITÀ DI MINIMA CADUTA.....	50
VELOCITÀ DI STALLO.....	50
VELOCITÀ DI MASSIMA EFFICIENZA.....	50
VELOCITÀ MASSIMA.....	50
UN'ECCEZIONE.....	51
LE FORMULE ED I DIAGRAMMI.....	52
TRE FORMULE.....	52
... E TRE DIAGRAMMI.....	53
DIAGRAMMA Cp-Cr.....	53
DIAGRAMMA POLARE.....	54
DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ.....	56
RIASSUMENDO E CONCRETIZZANDO.....	57
VELOCITÀ RELATIVA ALL'ARIA O AD SUOLO.....	57
VENTO CONTRARIO.....	57
DISCENDENZA.....	58
VENTO A FAVORE.....	58
ASCENDENZA.....	58
STALLO.....	59
RECUPERO DALLO STALLO.....	59
STALLO DINAMICO.....	60
STALLO PARACADUTALE.....	60
CARICO ALARE E FATTORI DI CARICO.....	62

AUMENTO "CONSTANTE".....	62
ANGOLO DI INCIDENZA E VELOCITÀ DI STALLO.....	62
MASSIMA EFFICIENZA.....	62
AUMENTO "TEMPORANEO".....	63
LA VIRATA COORDINATA.....	64
EQUILIBRIO DELLE FORZE DURANTE LA VIRATA.....	65
PRESA DI VELOCITÀ (IN VOLO RETTILINEO UNIFORME).....	65
ROLLIO.....	67
CABRATA IN VIRATA.....	68
PRESA DI VELOCITÀ PER IL RIENTRO DALLA VIRATA.....	68
ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO.....	68
SCIVOLATA D'ALA.....	68
STALLO D'ALA.....	69
EFFETTO SUOLO.....	70
VOLARE LENTISSIMI E L'ALLUNGAMENTO.....	71
Capitolo 4 – CENNI DI METEOROLOGIA.....	73
CONSIDERAZIONI GENERALI.....	73
SICUREZZA.....	73
PRATICITÀ.....	73
CONCETTI UTILIZZATI NEL CAPITOLO.....	74
PRESSIONE.....	74
TEMPERATURA.....	75
LE 4 MODALITÀ DI TRASMISSIONE DEL CALORE.....	75
Radiazione o irraggiamento.....	75
Conduzione.....	75
Convezione.....	76
Avvezione.....	76
"LEGAMI" TRA PRESSIONE E TEMPERATURA.....	77
UMIDITÀ (dell'aria).....	77
UMIDITÀ ASSOLUTA.....	78
UMIDITÀ RELATIVA.....	78
CALORE LATENTE DI CONDENSAZIONE.....	80
MISURAZIONI.....	80
LA TERRA ED I GRADIENTI CHE CI CIRCONDANO.....	81
I GRADIENTI.....	81
GRADIENTE TERMICO.....	82
GRADIENTE PRESSORIO (BARICO).....	82
ATMOSFERA STANDARD.....	82
LA TRASFORMAZIONE ADIABATICA.....	84
GRADIENTE ADIABATICO SECCO.....	84
GRADIENTE ADIABATICO SATURO.....	84
QUANTO SALE LA BOLLA?.....	86
CURVA DI STATO.....	86
INVERSIONE TERMICA.....	89
STATO DI EQUILIBRIO DELL'ARIA.....	89
EQUILIBRIO INSTABILE.....	90
EQUILIBRIO STABILE.....	90
EQUILIBRIO INDIFFERENTE.....	90
EQUILIBRIO STABILE-INSTABILE.....	90
UN ESEMPIO REALE.....	91

CHE CI IMPORTA DELL'ADIABATICA SATURA?	92
LE ASCENDENZE	93
ASCENDENZE TERMICHE	93
STRATO LIMITE TERMICO	93
PUNTI DI INNESCO	94
LE BREZZE	94
BREZZE DI VALLE E DI MONTE	94
BREZZE DI MARE (O DI LAGO)	95
LE ASCENDENZE DINAMICHE	96
ROTORI	99
I GRADIENTI DI VENTO ED IL WIND-SHEAR	101
GRADIENTI IN QUOTA	101
GRADIENTI AL SUOLO	102
GRADIENTI DI PENDIO	102
WIND-SHEAR	102
I CUMULI E LE ALTRE NUBI	105
NUBI A SVILUPPO VERTICALE	105
CUMULUS HUMILIS	105
CUMULUS CONGESTUS	105
CUMULUS NIMBUS	106
NUBI A PREVALENTE SVILUPPO ORIZZONTALE	107
LE NUBI BASSE	107
LE NUBI MEDIE	108
LE NUBI ALTE	108
NUBI LENTICOLARI	108
I GRANDI VENTI E LE FORZE DI CORIOLIS	109
CICLONI ED ANTICICLONI	112
LE ISOBARE	112
LA GENESI DEI CICLONI E DEI FRONTI	113
FRONTE CALDO	115
FRONTE FREDDO	116
FRONTE OCCLUSO	116
VELOCITÀ DEI FRONTI	117
DIREZIONE ED INTENSITÀ DEI VENTI	118
DIREZIONE ED INTENSITÀ	119
VENTI LOCALI	120
LO STAU ED IL FÖHN	120
ELEMENTI DI PREVISIONE DEL TEMPO	122
OSSERVAZIONE E CONTROLLO DELLA NUVOLOSITÀ: MOMENTO FONDAMENTALE DELLA PREVISIONE A BREVISSIMO TERMINE	122
CUMULI	123
CUMULI E VENTO	123
ASPETTO DEI CUMULI IN RELAZIONE ALL'ORA DELLA GIORNATA	123
NUBI STRATIFICATE	123
APPROFONDIMENTI	124
Capitolo 5 – IL VOLO COL DELTAPLANO	125
IL DELTAPLANO	125
MATERIALI UTILIZZATI E TIPO DI LAVORO CUI SONO SOTTOPOSTI	126
VELA	126
TUBI	127

CAVI.....	127
BULLONERIA.....	127
PARTICOLARITÀ STRUTTURALI.....	128
ANGOLO DI NASO E FRECCIA.....	128
TUNNEL.....	129
SVERGOLAMENTO.....	129
DOPPIA SUPERFICIE.....	129
ROACH.....	129
EVOLUZIONE STRUTTURALE: LE GENERAZIONI.....	129
ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA EVOLUZIONE PASSATA E FUTURA.....	132
SCelta, MANUTENZIONE E TRASPORTO.....	133
CENNI SUI CRITERI DI SCELTA DI UN DELTAPLANO.....	133
TAGLIA.....	133
PESO.....	133
LUNGHEZZA E ACCORCIABILITÀ.....	133
FREQUENZA E TIPO DI VOLI.....	133
GEOMETRIA VARIABILE.....	133
PROVE E REGOLAZIONI.....	134
MONTAGGIO.....	134
TRASPORTO.....	135
MANUTENZIONE.....	136
IL DELTAPLANO E L'ACQUA.....	136
Parti metalliche ed "effetto pila".....	137
Vela e "muffa".....	137
RESPONSABILITÀ.....	137
L'IMBRAGATURA.....	138
DINAMICA DELL'IMBRAGATURA.....	138
MODELLI.....	139
REGOLAZIONE.....	139
MANUTENZIONE.....	141
IL PARACADUTE D'EMERGENZA ED IL DELTAPLANO.....	142
OBBLIGATORIETÀ.....	142
QUANDO APRIRLO.....	142
PROCEDIMENTO DI APERTURA.....	142
DOVE LANCIARLO.....	142
LE RUOTE PROTETTIVE.....	144
TECNICA DI PILOTAGGIO.....	145
ALCUNI CONCETTI FONDAMENTALI.....	145
GUIDA A SPOSTAMENTO DI PESO E LIMITI OPERAZIONALI.....	145
VELOCITÀ RELATIVA E VELOCITÀ AL SUOLO.....	148
DECOLLO, ATTERRAGGIO E MANICHE A VENTO.....	149
PIANO DI VOLO ED ISPEZIONE PREVENTIVA DEI LUOGHI DI VOLO.....	150
MAI VOLARE DA SOLI (SPECIE IN POSTI SCONOSCIUTI).....	150
AGGANCIARSI AL DELTAPLANO!.....	150
ABBANDONO IMMEDIATO DELLA ZONA DI ATTERRAGGIO.....	151
AL CAMPO SCUOLA.....	152
IN PIANO E DA FERMO.....	152
PRIME CORSE IN PIANO.....	152
PRIMI DISLIVELLI (5-15 MT).....	154
VOLI ALTI.....	157

DECOLLO.....	157
IL VENTO.....	157
Vento zero.....	157
Vento da dietro.....	157
Vento moderato.....	157
Vento laterale.....	158
I CICLI TERMICI DI PENDIO.....	158
ALBERI IN FONDO.....	159
PEDANA.....	159
STRAPIOMBO.....	159
VERIFICHE PREVOLO.....	159
IL DELTAPLANO.....	160
PRIMA DI PARTIRE.....	160
VIA.....	160
IL VOLO.....	162
IL CONTROLLO DELL'INCIDENZA.....	162
LE VELOCITÀ DI VOLO.....	162
Trim.....	162
Minima caduta.....	162
Stallo.....	162
Massima efficienza.....	162
Velocità massima (in sicurezza).....	162
ERRORI NEL CONTROLLO DELL'INCIDENZA E LORO RECUPERO.....	163
PRESTALLO.....	163
STALLO.....	163
STALLO DINAMICO.....	163
LA VIRATA.....	164
IMBARDATA INVERSA.....	165
ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO.....	166
SCIVOLATA D'ALA.....	166
VITE.....	167
IL VOLO.....	169
AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO.....	169
RALLENTAMENTO AL CAMBIO DELLE MANI.....	169
GRADIENTE DEL VENTO.....	169
EFFETTO SUOLO.....	171
IMPORTANZA DELL'ASSETTO.....	171
VENTO DI LATO.....	172
VENTO DA DIETRO.....	172
TOP LANDING.....	172
VENTO FRONTALE.....	172
VENTO ALLE SPALLE.....	173
ATTERRAGGI DA EVITARE.....	173
ALBERI.....	174
ACQUA.....	174
Che fare se (nonostante tutto) si finisce in acqua.....	175
AERODINAMICA APPLICATA AL DELTAPLANO.....	176
AUTOSTABILITÀ.....	176
STABILITÀ LONGITUDINALE (SULL'ASSE TRASVERSALE).....	176
Cavi antidrappo.....	176

Tips.....	176
Stecche preformate.....	176
Svergolamento.....	177
STABILITA' LATERALE (SULL'ASSE LONGITUDINALE).....	180
Angolo diedro.....	180
STABILITA' ROTATORIA (SULL'ASSE VERTICALE).....	181
L'ALA FLESSIBILE.....	183
FATTORI DI CARICO NELL'ALA DELTA.....	183
L'ESASPERAZIONE DEL CONCETTO: LA GEOMETRIA VARIABILE.....	183
Capitolo 6 - IL VOLO CON IL PARAPENDIO.....	185
IL PARAPENDIO.....	185
CENNI SUI MATERIALI UTILIZZATI E SUL TIPO DI LAVORO CUI SONO SOTTOPOSTI.....	187
VELA.....	187
CAVI.....	187
FRENI.....	187
TRIM ED ACCELERATORE (Speed system).....	188
MOSCHETTONI.....	188
EVOLUZIONE STRUTTURALE.....	189
CRITERI DI SCELTA DI UN PARAPENDIO.....	190
LE CLASSI DI OMOLOGAZIONE EUROPEA.....	190
TAGLIA.....	191
PESO.....	191
COSTO.....	191
USATO.....	192
PROVE E REGOLAZIONI.....	192
MANUTENZIONE.....	192
RESPONSABILITÀ.....	192
L'IMBRAGATURA.....	193
REGOLAZIONE.....	194
MANUTENZIONE.....	194
IL PARACADUTE D'EMERGENZA ED IL PARAPENDIO.....	195
OBBLIGATORietà.....	195
QUANDO APRIRLO.....	195
PROCEDIMENTO DI APERTURA.....	195
TECNICA DI PILOTAGGIO.....	196
ALCUNI CONCETTI FONDAMENTALI.....	196
LIMITI OPERAZIONALI.....	197
VELOCITÀ RELATIVA E VELOCITÀ AL SUOLO.....	197
DECOLLO, ATTERRAGGIO E MANICHE A VENTO.....	199
PIANO DI VOLO ED ISPEZIONE PREVENTIVA DEI LUOGHI DI VOLO.....	199
MAI VOLARE DA SOLI (SPECIE IN POSTI SCONOSCIUTI).....	199
AL CAMPO SCUOLA.....	201
APERTURA DELLA VELA AL SUOLO.....	201
ISPEZIONE DELLA VELA E POSIZIONAMENTO DEI FRENI.....	201
CONTROLLO DEI "GIRI DI IMBRAGO".....	201
ALLACCIATURA.....	202
IMPUGNAMENTO DEGLI ELEVATORI ANTERIORI E DEI FRENI.....	202
GONFIAGGIO, ASSETTO DI DECOLLO ED ARRESTO.....	204
NON APPENDERSI AGLI ELEVATORI !.....	205

CONTROLLO DIREZIONALE.....	206
LO STACCO E IL VOLO.....	208
PRIMI STACCHI (5-10 mt).....	208
CONTROLLO VISIVO DELLA VELA.....	208
LO STACCO VERO E PROPRIO.....	208
"CARRELLO" ESTRATTO E FRENI ALLE ORECCHIE.....	208
MANTENIMENTO DI UNA TRAIETTORIA RETTILINEA.....	209
PRIME CORREZIONI DI ROTTA.....	209
ATTERRAGGIO.....	210
GIOCHI CON IL VENTO.....	212
GONFIAGGIO "ROVESCiato" DELLA VELA.....	212
STABILIZZAZIONE.....	213
IL "TRUCCO": ANTICIPARE LA VELA.....	214
VOLI ALTI.....	215
DECOLLO.....	215
LA PENDENZA ED I FRENI.....	215
IL VENTO.....	215
VENTO ZERO.....	216
VENTO DA DIETRO.....	216
VENTO IDEALE (5-10 Km/h, frontale).....	216
VENTO MODERATO(15-25 Km/h, frontale).....	216
VENTO TESO.....	216
I CICLI TERMICI DI PENDIO.....	217
ALBERI IN FONDO.....	218
STRAPIOMBO.....	219
VERIFICHE PREVOLO.....	219
VIA.....	219
IL VOLO.....	221
IL CONTROLLO DELL'INCIDENZA.....	221
LE VELOCITÀ DI VOLO.....	221
VELOCITÀ MASSIMA.....	221
MASSIMA EFFICIENZA.....	221
MINIMA CADUTA.....	221
PRESTALLO.....	221
STALLO.....	221
VARIAZIONI DI VELOCITÀ E TRAIETTORIA DI DISCESA.....	222
ERRORI NEL CONTROLLO DELL'INCIDENZA E LORO RECUPERO.....	222
PENDOLAMENTO.....	222
POST-STALLO.....	223
LA VIRATA.....	224
VIRATA ALLA MASSIMA VELOCITÀ.....	224
VIRATA INTERMEDIA.....	225
VIRATA DI MINIMA CADUTA.....	225
ED IL PESO?.....	225
DIFFERENZE DI RISPOSTA ALLA VIRATA.....	225
ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO.....	226
STALLO ASIMMETRICO (Stallo d'ala).....	226
VITE NEGATIVA.....	226
CHIUSURA LATERALE.....	226
AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO.....	227

GRADIENTE DI VENTO.....	227
MANCATO ALLINEAMENTO CON IL VENTO.....	227
TOP LANDING.....	228
TOUCH AND GO.....	229
ATTERRAGGIO IN ACQUA.....	229
AUTOSTABILITÀ, CHIUSURE ED ASSETTI INUSUALI.....	231
COME VARIANO LE FORZE IN VIRATA?.....	231
AUTOSTABILITÀ.....	231
STABILITÀ LONGITUDINALE (SULL'ASSE TRASVERSALE):.....	232
STABILITÀ LATERALE (SULL'ASSE LONGITUDINALE):.....	233
STABILITÀ ROTATORIA (SULL'ASSE VERTICALE):.....	234
PERCHÈ LA VELA RIMANE APERTA?.....	235
DISPOSITIVI ANTI-CHIUSURA.....	235
GLI ASSETTI INUSUALI 1.....	237
LE CHIUSURE E GLI ASSETTI INUSUALI.....	237
UNA REAZIONE AERODINAMICA "COSTANTE".....	237
UNA COSA DA TENERE A MENTE.....	238
SMALTIMENTO DI QUOTA.....	238
SPIRALE PICCHIATA.....	238
ORECCHIE (Chiusura bilaterale controllata).....	239
STALLO "B".....	240
ASSETTI INUSUALI 2.....	242
CHIUSURA LATERALE (Collasso asimmetrico).....	242
CHIUSURA FRONTALE (Collasso simmetrico).....	249
CHIUSURA CENTRALE CONTROLLATA (Corolla).....	249
STALLO D'ALA (Stallo asimmetrico).....	250
VITE PIATTA NEGATIVA (Stallo asimmetrico mantenuto).....	250
STALLO.....	253
STALLO PARACADUTALE.....	253
POST-STALLO.....	254
STALLO DINAMICO.....	254
ACROBAZIA.....	255
Capitolo 7 - PARACADUTE D'EMERGENZA E STRUMENTI.....	256
IL PARACADUTE D'EMERGENZA.....	256
CARATTERISTICHE.....	256
MANUTENZIONE.....	256
IL CASCO PROTETTIVO.....	258
GLI STRUMENTI.....	259
L'ALTIMETRO.....	259
REGOLAZIONI POSSIBILI.....	259
QFE.....	259
QNH.....	260
QNE.....	260
Variazioni di pressione.....	260
IL BAROGRAFO.....	260
IL VARIOMETRO.....	261
L'ANENOMETRO.....	261
LA RADIO RICETRASMITTENTE.....	262
TRE NODI UTILI.....	264
Capitolo 8 - L'ARTE DI VELEGGIARE.....	265

VOLO IN TERMICA.....	265
LA FORMA DELLE TERMICHE.....	265
BOLLE O COLONNE?.....	266
L'ARCO DELLA GIORNATA.....	266
STABILITÀ O INSTABILITÀ.....	267
VENTO O BONACCIA.....	268
QUANTO VENTO?.....	268
VENTO E SOLE.....	269
DOVE CERCARLA?.....	269
VOLO IN TERMICA 2.....	271
FORMAZIONE DELLO STRATO LIMITE TERMICO E POTENZIALI DI ALBEDO.....	271
ALTRI ASPETTI RILEVANTI.....	272
OCCHIO ALLE DIFFERENZE.....	272
OCCHIO AL VENTO ED AI TRIGGER-POINT.....	272
IL PENDIO E LE TERMICHE.....	272
SFRUTTAMENTO DELLA TERMICA.....	272
LA TERMICA AL CONTRARIO: CASCADE D'ARIA.....	274
VOLO IN DINAMICA.....	276
LE CORRENTI DINAMICHE.....	276
IL PERICOLO DEL VOLO IN DINAMICA: I ROTORI E LE GOLE.....	278
CONDIZIONI MISTE: LE ASCENDENZE TERMODINAMICHE.....	279
GLI ATTERRAGGI DI EMERGENZA.....	280
INDIVIDUAZIONE.....	280
ANALISI.....	280
VENTO E DIMENSIONI DELL'ATTERRAGGIO.....	281
METODO DEL PUNTO STAZIONARIO.....	282
UN ULTIMO CONSIGLIO.....	285
Capitolo 9 - CENNI DI FISIOLOGIA ED ELEMENTI DI PRONTO SOCCORSO.....	286
CENNI DI FISIOLOGIA.....	286
RESPIRAZIONE.....	286
IPOSSIA.....	286
EMBOLIA.....	287
ORIENTAMENTO E CENESTESI.....	287
IMPLICAZIONI PER IL VOLO LIBERO.....	288
AFFATICAMENTO.....	288
ALTRE DUE CONDIZIONI.....	289
IL FREDDO.....	289
LA DISIDRATAZIONE.....	289
PREPARAZIONE ATLETICA.....	289
ALCUNI CONSIGLI RIASSUNTIVI.....	289
ELEMENTI DI PRONTO SOCCORSO.....	291
STATO DI COSCIENZA.....	291
SITUAZIONI SPECIFICHE.....	291
DISTORSIONE.....	292
LUSSAZIONE.....	292
FRATTURE.....	292
FERITE.....	292
CONGELAMENTO.....	293
MORSO DI VIPERA.....	293
USTIONI.....	294

ELETTRICITÀ.....	294
TRASPORTO DI UN FERITO (TRASPORTABILE!).....	294
UN ULTIMO SUGGERIMENTO.....	294
CORREZIONI E SUGGERIMENTI.....	295

# DUE PAROLE SUL MANUALE

## **PREMESSA**

Ne è passata di acqua sotto ai ponti da quando, ormai 15 anni fa, abbiamo deciso di dare una forma più organica al mare di fotocopie utilizzate per illustrare gli aspetti teorici del corso di pilotaggio presso la nostra scuola.

Questo manuale si è andato via via perfezionando, grazie soprattutto ai costanti stimoli forniti dalle scuole che lo hanno adottato, e giunge ora alla sua edizione Internet.

Come i più 'anziani' ricorderanno, la prima edizione era dedicata esclusivamente al deltaplano, la seconda ha salutato ed accolto l'"esplosione" del parapendio, dividendo gli argomenti in sezioni separate e dedicando due capitoli specifici ai due modi di "volare liberi".

La terza edizione è stata notevolmente ampliata soprattutto per l'ulteriore evoluzione che l'ala più leggera del mondo (il parapendio, appunto) ha presentato agli occhi sempre più stupiti dei "vecchi" piloti ed a quelli sempre più numerosi degli entusiasti neofiti.

Vogliamo, anche in questa occasione, rinnovare la speranza che la nostra fatica possa rendere più semplice ed interessante l'apprendimento di quella parte che, pur indispensabile, viene spesso trattata come la cenerentola dei corsi di volo: **la teoria**.

## **RINGRAZIAMENTI**

Molti devono essere ringraziati, avendo, a volte senza saperlo, contribuito alla stesura di questo manuale nelle sue diverse edizioni.

In ordine 'storico' ricordiamo: **Italo Tarasconi, Pietro Bacchi e Sergio Calabresi**, che hanno fornito benevoli ed utili ragguagli sugli argomenti più disparati.

**Graziano Maffi**, che ha rivisto in modo critico alcuni punti cruciali della seconda e terza edizione degli attuali aggiornamenti.

**Piero Alberini**, "grande vecchio" del Volo Libero Italiano, alla cui esperienza abbiamo spesso lasciato l'ultima parola per quanto riguarda gli aspetti pratici che possono migliorare l'efficienza delle giornate di campetto.

**Angelo Crapanzano**, cui abbiamo "rubato" i preziosi suggerimenti sull'impiego del paracadute d'emergenza per il Volo Libero e che continua a studiare ed a migliorare i suoi "salvavita".

**Plinio Rovesti, Guido Bergomi, Giancarlo Maestri, Guido Teppa e Hubert Aupetit** dai cui testi abbiamo tratto spunti ed insegnamenti.

**Carlo Nullo** ed a **PierMauro Soregaroli**, per averci aiutato a rielaborare ed approfondire gli appunti che la FIVL ha allestito sugli assetti inusuali. E' infatti divenuto possibile, oggi, sperimentare, nell'ambito di corsi specifici (i corsi di sicurezza in volo - S.I.V.) ed in condizioni di massima sicurezza, le più frequenti configurazioni che vengono a crearsi in seguito ad un errore di manovra o ad una eccessiva turbolenza. Il materiale ha costituito la base della sezione (chiusure ed assetti inusuali, appunto) che ha arricchito il capitolo sul volo col parapendio.

Non possiamo poi dimenticare l'aiuto venutoci da un "veterano" del calibro di **Dario Segantini**, cui va il nostro ringraziamento per averci aiutato ad eliminare, fin dalla prima versione, molti degli errori che, fortunatamente, non vedrete stampati su queste pagine.

Se la quarta edizione cartacea conterrà anche una corposa sezione dedicata al paramotore, allora i

ringraziamenti andranno a quel pozzo di sorprese che è **Pietro** (o Piero, fate voi) **D'Intino**, ultimo esemplare di Orso Marsicano che nasconde, dietro un'apparenza selvatica (da grizzly, appunto), una preparazione ed una capacità tecnica che lasciano a bocca aperta (almeno sino a quando non si scopre che il nostro, quando era piccolo, si è beccato una laurea Fisica Elettronica).

Un Grazie particolare infine a **Francesco Freri** che, minacciando di farlo lui, ci ha fatto fare lo sforzo di creare questo sito.

Un grazie, infine, a **Marco Ricca**, autore (come sempre) delle foto di copertina (sono due in fotomontaggio) ed a **Karin Schlusnus** per il progetto grafico della copertina stessa.

## **GLI AUTORI**

**Andrea De Rosa:** vola dal 1983, insegna dal 1990. Ha partecipato, in qualità di docente e di esaminatore ai primi quattro Corsi Istruttori, organizzati dall'AeCI, avendo avuto modo di scambiare proficuamente informazioni con quasi tutti gli Istruttori Italiani; nella vita "terricola" è un esperto di tecniche di comunicazione e scrive manuali divulgativi a carattere scientifico.

**Giuseppe Violante:** vola da sempre (prime ali rogallo, 197...) ed ha insegnato per oltre 15 anni (numeri che parlano da soli). È un deltaplanista della prima ora, sopravvissuto agli "standard" e al lungo periodo di "buio legale"; in oltre un decennio di attività didattica (cui si è sempre dedicato full time) ha portato in volo diverse centinaia di piloti. Socio fondatore del Delta Club Como, forse il più "antico" club italiano di Volo Libero, ha voluto e più volte organizzato il Triangolo Lariano, rimasto a lungo una delle manifestazioni internazionali ospitate sul territorio italiano.

# Capitolo 1 – L'ORGANIZZAZIONE

## **LA FIVL**

La **Federazione Italiana Volo Libero** è l'organizzazione che, dal 1976, raccoglie le istanze dei vololiberisti italiani.

Nata agli albori della nostra attività (allora attuata soltanto con deltaplani) si è sempre più affermata grazie alla sua politica di serietà: attenta ad elaborare ed imporre, quando necessario, le norme di sicurezza, ma anche a difendere sempre la libertà di volo (che è stato lungamente "illegale" nel nostro paese).

La recente "esplosione" del parapendio, nuovo mezzo che identifica perfettamente lo spirito del Volo Libero, non ha trovato impreparata la Federazione, che ha ampliato e completato le proprie strutture per seguire e sostenere anche questa stupenda disciplina.

La FIVL, che ha associato più di 10.000 piloti, si basa, strutturalmente, su oltre 180 Club disseminati in tutta Italia. L'organico si compone di un Presidente, di un Segretario e di un Consiglio composto da sei membri, che hanno incarichi diversi e sono singolarmente a capo di varie commissioni tecniche, specifiche per ogni settore: Club - Gare e manifestazioni - Materiali - Scuole - Sicurezza - Stampa.

## **COMMISSIONE CLUB**

Agisce come centro di informazione e coordinamento delle attività dei vari Delta Club ormai numerosi sul territorio nazionale.

## **COMMISSIONE GARE E MANIFESTAZIONI**

Si occupa di stendere ogni anno i calendari di Gare di Selezione in vista dei Campionati Italiani, ne controlla o presiede l'organizzazione, seleziona e allena le Squadre Nazionali Italiane (deltaplano e parapendio) che affrontano le Competizioni Internazionali.

## **COMMISSIONE MATERIALI**

Si occupa dello studio e della ricerca di soluzioni tecnologiche avanzate che permettano di migliorare le prestazioni degli apparecchi soprattutto in termini di sicurezza.

## **COMMISSIONE SCUOLE**

Coordina e controlla, secondo criteri oggettivi, le scuole e le attività didattiche sul territorio nazionale; come era logico attendersi dal momento della sua costituzione è la commissione che ha prodotto più normative. La Commissione opera inoltre, su ogni zona di volo, con una rete di Osservatori che garantiscono il rispetto delle norme di sicurezza, sia nell'insegnamento che nel volo in generale, e che relazionano periodicamente alla FIVL.

## **COMMISSIONE SICUREZZA**

Ha il compito di mantenere elevati i margini di sicurezza del nostro sport, opera principalmente raccogliendo i "Rapporti di Incidente" di ogni tipo e gravità e stilando un rapporto periodico.

Diviene così possibile analizzare Tipo e Frequenza degli incidenti al fine di intervenire con i dovuti

correttivi per rendere sempre più sicuro il Volo Libero. E' infatti impossibile prendere le corrette decisioni se non si conoscono esattamente le cause dei problemi più frequenti. Ne discende un dovere diretto di ogni socio: quello di segnalare, od accertarsi che venga segnalato, alla Commissione ogni incidente cui si assista o di cui venga a conoscenza.

## **LA COMMISSIONE STAMPA**

Si occupa dell'immagine del nostro sport attraverso i rapporti con i Media, che tiene informati delle attività federali.

La Federazione, inoltre, collabora con l'Aero Club d'Italia (avvicinatosi solo più recentemente alla nostra disciplina) rendendo disponibile la notevole esperienza acquisita nel corso degli anni al fine di aumentare la sicurezza e diffondere il nostro sport.

## **SERVIZI TELEMATICI**

La FIVL ha recentemente allestito alcuni servizi telematici di grande interesse per il Volo Libero, ai quali è possibile accedere utilizzando un normale FAX dotato di tastiera multifrequenza. Al numero della segreteria, sotto riportato, risponde, dalle 18 di ogni venerdì alle 8 di ogni lunedì, una attrezzata stazione informatica con la quale è possibile "dialogare" utilizzando speciali codici che vengono forniti ai Soci da parte della stessa FIVL.

I servizi attualmente disponibili sono 2:

**METEOFAX**, che fornisce le cartine di previsione per tutto il territorio italiano nonché una loro interpretazione scritta.

**INFORAPIDE**, che consente di selezionare e ricevere numerose pagine di informazioni generali, come i calendari od i risultati delle gare, le disposizioni o gli aggiornamenti di legge, le procedure di rinnovo brevetto, ecc...

Tali servizi pongono l'Italia ad un elevato livello nell'ambito europeo in questo settore.

## **L'AERO CLUB D'ITALIA**

L'**Aero Club d'Italia** (AeCI), affiliato al CONI e dipendente dal Ministero dei Trasporti, Turismo e Spettacolo, è l'unico Ente pubblico preposto per legge al controllo delle attività del Volo da Diporto o Sportivo (il Volo Libero) in Italia. Gli Aero Club locali sono circa 90 e fanno capo alla Sede Centrale AeCI che ha sede a Roma.

Il Volo Libero (Volo da diporto o sportivo) entra dunque a pieno titolo tra le Specialità dell'AeCI (assieme a Volo Sportivo Motore, Volo a Vela, Paracadutismo e Aeromodellismo), ottenendo contemporaneamente un importante riconoscimento internazionale all'interno della FAI (Federazione Aeronautica Internazionale).

L'AeCI ha inoltre nominato una Commissione di esperti (Commissione di Specialità) che funge da cinghia di trasmissione e di collegamento tra AeCI, FIVL e piloti, per elaborare le necessarie specifiche di normativa.

## ***IL CLUB LOCALE***

La necessità di consorziarsi in Club Locali è presente in tutte le attività sportive e risponde a precise esigenze logistico- organizzative oltre che sociali.

È nell'ambito del Club di volo che diviene possibile confrontare le proprie esperienze con quelle di altri Piloti ed organizzare attività di gruppo che possono essere estremamente gratificanti per i singoli: il Club e la sua vita sono dunque la prosecuzione "naturale" delle attività intraprese con la Scuola e consentono di perfezionare la propria tecnica e le proprie conoscenze attraverso un continuo scambio di informazioni e di idee.

Inoltre il Club costituisce l'anello di congiunzione tra il Pilota e la Federazione e provvede a regolarizzare la posizione dei singoli Soci.

## **Capitolo 2 - ELEMENTI LEGISLATIVI E DI CIRCOLAZIONE AEREA**

### **LA LEGGE**

La prima 'normativa' ufficiale inerente il Volo Libero è la **Circolare Ministeriale del Gennaio 1983**, che ha riconosciuto l'esistenza del **Volo da Diporto o Sportivo** (così viene chiamato ufficialmente il Volo Libero).

Tale Circolare, alla quale il Ministero degli Interni ha dato parere favorevole, è stata seguita dalla **Legge n° 106 del 25 Marzo 1985**, e dal **Decreto Ministeriale del 27 Settembre 1985**. Il Regolamento di attuazione è stato approntato e reso operante dal **Decreto n° 404 del 5 Agosto 1988**.

Alcune importanti (e necessarie) precisazioni sono poi state emanate con il **Decreto Ministeriale del 19 Novembre 1991** e dal **DPR n° 207 del 28 Aprile 1993**.

Nell'appendice sono integralmente riportate le normative fondamentali nonché un estratto (rilevante per allievi e piloti) dei due decreti più recenti; sottolineiamo come sia importante conoscerli alla perfezione ed attenervisi scrupolosamente.

### **REQUISITI**

**Si può volare!** Posto che:

- il pilota abbia conseguito un regolare brevetto, rilasciato dall'AeCI.
- il mezzo sia identificato
- il pilota abbia un casco idoneo
- i proprietari dei terreni di decollo ed atterraggio siano d'accordo
- si resti nei limiti di quota stabiliti
- si eviti di sorvolare i centri abitati
- si evitino le zone R, D e P
- si rispettino le distanze dagli spazi aerei controllati
- si effettui soltanto il volo a vista
- si rispettino le precedenzae

Quando questi requisiti sono rispettati il diritto al volo viene difeso dai Giudici anche nei confronti di ordinanze locali (sempre che non esistano valide ragioni di ordine pubblico), come è già accaduto in passato.

### **IL BREVETTO**

Il brevetto viene rilasciato dall'AeCI dopo apposito esame, al termine di un corso effettuato presso una scuola riconosciuta (non vengono, cioè, accettati gli autodidatti). Per accedere al corso bisogna avere più di 18 anni (più di 16 se esiste il consenso -scritto- dei genitori), possedere il nulla osta del questore e l'attestato di idoneità psicofisica ottenibile presso un centro di Medicina Sportiva. Quest'ultimo vale per 24 mesi e deve quindi essere periodicamente rinnovato.

## **IDENTIFICAZIONE ED ASSICURAZIONE DEL MEZZO**

Sono ancora in corso (nel 1995) trattative per modificare questi requisiti: è comunque indispensabile possedere una polizza assicurativa (nominale) R.C. con massimale non inferiore ad 1 miliardo per sinistro, 1 miliardo per persona ed 1 miliardo per danni animali o cose.

## **LIMITI DI QUOTA**

Si può volare ad una altezza massima di 150 metri nei giorni feriali e di 300 metri nei week-end e nelle feste comandate; fortunatamente il DPR 207 precisa che tali altezze debbono essere calcolate a partire dal punto più alto nel raggio di 3 Km (es.: fino a 3 Km di distanza dal monte Cornizzolo (alt. mt 1100) è consentita una quota massima di 1250 o di 1400 mt) Nel caso si debbano attraversare le linee ad alta tensione o cavi in genere, l'attraversamento verrà eseguito **sulla verticale dei tralicci di sostegno**, e non nel punto più basso dei cavi.

## **CENTRI ABITATI**

È proibito il sorvolo di centri abitati, di agglomerati di case e di assembramenti di persone, nonché il lancio di oggetti o liquidi in volo.

## **ZONE R, D e P**

Le carte aeronautiche (la cui consultazione è indispensabile prima di un volo in un posto poco conosciuto) riportano alcune zone particolari all'interno delle quali non può essere svolta alcuna attività vololibertistica:

**Zona R:** zona Regolamentata o Ristretta (Restricted), in genere per la presenza di traffico aereo civile

**Zona P:** zona Proibita (Prohibited), in genere per la presenza di aree militari

**Zona D:** zona Pericolosa (Dangerous), in genere utilizzata a scopi militari, sia di volo che di artiglieria

Inoltre è proibito il volo a meno di 4 chilometri dal confine nazionale.

## **SPAZI AEREI CONTROLLATI E NON CONTROLLATI**

Benché le nostre ali nostri non siano considerate aeromobili, ma semplici "attrezzi sportivi", quando siamo in volo facciamo comunque parte del traffico aereo generale: è quindi doveroso conoscere, almeno a grandi linee, come vengono suddivisi gli spazi aerei sul territorio nazionale, sapendo quali sono quelli da evitare.

L'Ente preposto alla suddivisione degli spazi aerei è l'**OACI** (Organo di Aviazione Civile Internazionale) al quale fanno capo 102 Paesi.

Per garantire la regolarità, e quindi la sicurezza, della navigazione l'intero spazio aereo è stato diviso in due 'strati': Inferiore e Superiore.

## **SPAZIO AEREO INFERIORE**

Lo spazio inferiore è definito **FIR** (Flight Information Region), si estende verticalmente dal suolo fino a 7.500 metri ed orizzontalmente è definito da tracciati regionali. Sul territorio italiano esistono tre FIR: FIR-Milano, FIR-Roma e FIR-Brindisi.

## **SPAZIO AEREO SUPERIORE**

Sopra il FIR esiste l'**UIR** (Upper Information Region), e si estende verticalmente dai 7.500 mt del FIR fino a 12.000 mt; orizzontalmente copre tutto il territorio nazionale (L'Italia ha tre FIR ed un unico UIR).

Questi spazi, che comprendono la totalità del cielo da terra a 12.000 metri, hanno, al loro interno, **zone controllate**, ma globalmente possono essere considerati spazi **non controllati** (e dunque accessibili); anche negli spazi non controllati, tuttavia, alcuni servizi (allarme, informazioni di volo, ecc.) sono garantiti dai **FIC** (centri di informazione di volo) nella fascia bassa, e dal **UIC** (centro superiore di informazione) al di sopra di 7500 mt.

## **SPAZI AEREI CONTROLLATI O CTA (Control Area)**

Si tratta di particolari zone, molte delle quali a noi proibite.

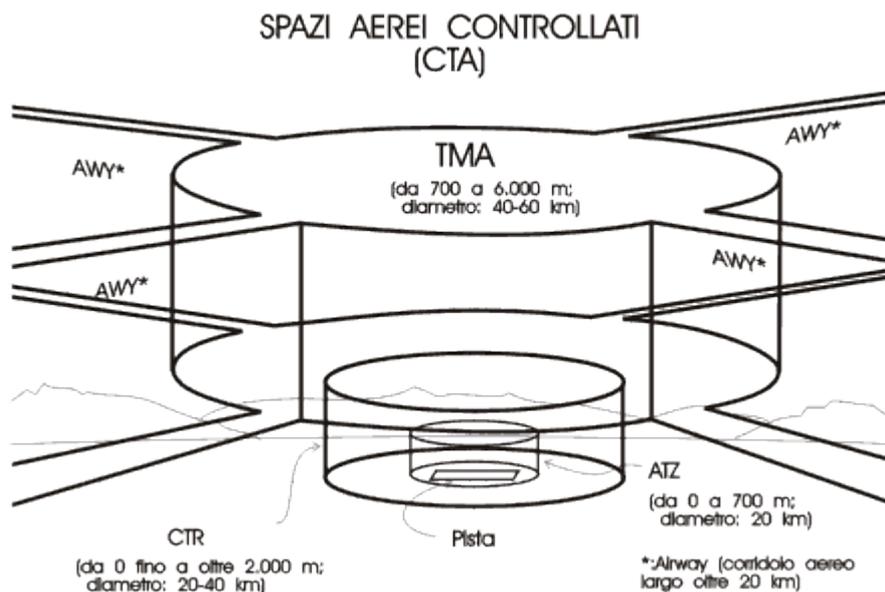
Consideriamo un aeroporto; evidentemente esisterà una zona dove il traffico in arrivo ed in partenza sarà abbondante e regolato dalla torre di controllo: si tratta dell'**ATZ**, un cilindro immaginario, centrato sulla struttura aeroportuale, con un diametro di 20 Km ed alto da terra fino a 700 mt. Questa zona è il 'cuore' dell'aeroporto e, nelle strutture più piccole, l'ATZ è sufficiente.

Nelle zone di alto traffico, quando sia necessario coordinare parecchi aeromobili anche su diverse aviosuperfici, esiste un secondo cilindro, più grande e più alto del precedente, ma concettualmente simile: il **CTR**. Per legge noi dobbiamo restare ad **almeno 10 Km lontano dai confini degli ATZ e, quando ci sono, dei CTR!** Cioè sempre ad **almeno 20 Km dal centro dell'aeroporto** (possiamo invece avvicinarci di più, il limite è di 5 chilometri, agli aeroporti così piccoli da non avere nemmeno un ATZ).

Al di sopra dei CTR, quindi solo in corrispondenza di zone ad alto traffico, esiste un altro cilindro molto più ampio (il **TMA**) che parte da 700-1000 mt dal suolo e si innalza fino a 4000-6000 mt, con un diametro dell'ordine delle decine di chilometri.

Al TMA giungono, confluendovi, degli enormi corridoi ideali, larghi circa 20 Km, detti **AWY** (o aerovie); all'interno di queste "vie dell'aria" scorre gran parte del traffico aereo.

**Per legge noi non possiamo entrare nel TMA e nelle AWY.** La figura 2-1 mostra gli spazi aerei controllati che circondano un aeroporto di dimensioni medio-grandi.



**Figura 2.1.** Spazi aerei controllati: le AWY confluiscono in un ampio cilindro, sollevato di 700-1000 metri rispetto al suolo, detto TMA.

L'aeroporto è "circondato" da due cilindri: uno più piccolo, l'ATZ, ed uno più grande, il CTR.

## VOLO A VISTA (VFR)

Il vololiberta deve **obbligatoriamente limitarsi al volo a vista** vale a dire **fuori dalle nubi ed in costante contatto visivo con il terreno o con l'acqua**. Per la stessa ragione non si può volare di notte ma solo nel periodo di tempo compreso tra 30 minuti prima del sorgere del sole e 30 minuti dopo il tramonto (gli orari esatti possono essere ricavati, giorno per giorno, dalle 'Effemeridi', un libro che riporta i movimenti di tutti i corpi celesti rilevanti e quindi anche del sole); questo periodo coincide con quello durante il quale è consentito girare in auto senza le luci accese.

Come accenneremo nella sezione di psicofisiologia il volo a vista con Deltaplano e Parapendio è reso necessario non solo dalla legge ma anche dai limiti che ci sono imposti da madre natura.

## PRECEDENZE

La perfetta conoscenza delle regole di precedenza è un requisito fondamentale per la propria sicurezza e, soprattutto, per quella degli altri: diciamo soprattutto perchè pagare per un proprio errore è diverso (e forse più accettabile) che pagare per l'errore di un altro.

Esistono regole di precedenza fissate dal DPR 404 ed altre, ugualmente utili e da considerare ugualmente "obbligatorie", in uso presso tutte le zone di volo in Italia ed all'estero.

Per consentire una distinzione riporteremo quelle di legge *in corsivo*.

## DECOLLO

Nei decolli da pendio ha la precedenza chi **sta più in basso** (e non può quindi vedere alle proprie spalle qualcuno in procinto di decollare). Prima di decollare ci si assicurerà comunque che la zona antistante e quella subito sopra siano liberi da piloti, anche già in volo. I decolli devono essere intervallati di almeno 60 secondi (sono dunque proibiti i decolli in coppia).

Non appena eseguito il decollo è necessario **spostarsi dalla zona antistante** per consentire agli altri

piloti di decollare in sicurezza.

## **IN VOLO**

*Gli apparecchi che procedono con opposta direzione, alla stessa quota e sul medesimo asse longitudinale, **devono effettuare una virata di scampo sulla propria destra**, a distanza tale da non creare rischi di collisione.*

Quando, come accade sovente, due apparecchi viaggiano uno verso l'altro a ridosso di un pendio o di un costone montano, quello con il pendio alla propria destra **tira dritto**, mentre l'altro **allarga** (alla sua destra) **per tutti e due**.

Sempre volando a ridosso di costoni o pendii è proibito superare: infatti chi vola contro costone potrà (e dovrà) girare soltanto verso valle, e se decidesse di farlo mentre noi lo stiamo sorpassando ci troveremmo entrambi in gravi difficoltà.

*Quando due apparecchi convergono approssimativamente alla stessa quota verso la medesima posizione, **l'apparecchio che ha l'altro sulla destra deve dare la precedenza**.*

In aria libera i sorpassi si faranno **a destra** (ed essendo in aria libera possiamo tenerci ad una ragguardevole distanza).

In termica è necessario che tutti i piloti **girino nello stesso senso** (in tal modo anziché incrociarsi due volte per giro non si incroceranno mai): il primo pilota che entra in una termica determina il senso di rotazione ed ogni nuovo arrivato **deve adeguarsi**. Nel caso però il nuovo arrivato entri in termica più in basso di noi e, essendo distratto, cominci a girare nel senso opposto, saranno tutti i piloti al di sopra di lui a dover invertire il senso di rotazione (rimandando le pur giuste rivendicazioni a dopo l'atterraggio). Vale infatti il principio che gli scontri devono essere evitati in ogni caso, e che chi sta sotto non può vedere chi sta sopra.

È questa la regola della **precedenza al più basso**. Nel volo a vela invece, dove si ha buona visibilità in alto e cattiva in basso, vale il principio opposto: precedenza a chi sta sopra; se ci troviamo in volo con alianti, dunque, dovremo porre una attenzione doppia, specie se li vediamo passare più in alto di noi.

Se si giunge ad una termica già occupata, a parità di altezza, **si girerà più esternamente** rispetto al pilota già presente. Se invece, entrato correttamente più in basso, un pilota sale più velocemente di noi è **obbligatorio allargare** la nostra traiettoria permettendogli di proseguire la salita.

È inoltre vietato (oltre che stupido) volare esattamente **sopra o sotto** ad un altro apparecchio.

*Gli apparecchi devono inoltre, **in ogni caso dare la precedenza agli aeromobili**, e gli apparecchi provvisti di motore debbono dare la precedenza a quelli della stessa specie che ne siano sprovvisti.*

Questo 'capolavoro' del legislatore merita un paio di chiarimenti.

Primo: oltre agli uccelli le uniche cose che volano senza esser aeromobili sono gli ULM, i deltaplani, i parapendio, i paracadute e gli aviomodelli. E' dunque chiaro che tutti questi devono, **in ogni caso**, dare la precedenza ad aerei, alianti, elicotteri, mongolfiere (aeromobili a pieno titolo)

Secondo: cosa significhi 'stessa specie' è difficile dire (se un ULM pendolare sembra appartenere alla stessa specie dei deltaplani, un tre assi a che specie appartiene? Deve dare la precedenza ad un parapendio?).

Escludendo gli aeromobili, dunque, diremo, più semplicemente, che i mezzi motorizzati danno la precedenza agli altri.



**Figura 2-2.** Le precedenze in volo: vale la regola generale della precedenza a destra (come in auto), con la necessaria

eccezione del volo lungo un costone. In termica, inoltre, si deve girare nello stesso senso di chi già è all'interno, ed "allargare"

la traiettoria se qualcuno sale più velocemente di noi.

## AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO

Deltaplano e parapendio hanno notevoli differenze di efficienza, e quindi di traiettoria: una regola generale vuole che la precedenza spetti al **mezzo meno efficiente** (che, a parità di quota, ha minori possibilità di manovra); quindi, in linea di massima il parapendio accelererà la sua discesa, mentre il deltaplano la rallenterà. La stessa considerazione vale anche tra deltaplani o tra parapendii con diverse prestazioni.

Esiste un'unica eccezione, rappresentata dagli **apparecchi per volo doppio** (che stiano portando effettivamente due persone): il volo in biposto è impegnativo ed il pilota ha una doppia responsabilità gli spetta quindi una particolare attenzione e la **precedenza assoluta** sempre e comunque (il pilota di biposto imposterà dunque l'atterraggio ignorandovi, sapendo che sarete voi a mutare rotta, ricordatelo!)

## REQUISITI PER UNA COLLISIONE

A conclusione di questa delicata sezione ricordiamo sempre che per realizzare una collisione in volo servono **DUE** stupidi (uno stupido solo infatti non basta se non ne trova almeno un altro disposto a collaborare). Infatti, oltre a colui che non rispetta le precedenze è necessario che sia in volo qualcuno che **non si accorge che gli stanno andando addosso, a torto o a ragione**. Il momento di maggior rischio coincide con i primi voli nei quali si riesce a 'star su': l'entusiasmo e la concentrazione sono tali che si è portati ad ignorare qualsiasi altra cosa.

Quando siete in volo pensate di essere un bersaglio mobile per tutti gli altri piloti, è poco ottimistico ma giustificatamente prudentiale.

Dunque, dopo aver studiato a memoria le regole sopra esposte, semplicemente **evitiamo di volare troppo vicino** a chiunque e impediamo agli altri di stare troppo vicino a noi; teniamo gli occhi bene aperti ispezionando continuamente l'aria alla stessa quota, guardiamo attentamente di lato prima di impostare una virata, e controlliamo a distanza anche l'unico altro eventuale apparecchio (le due collisioni più recenti sono avvenute, nella nostra zona, con pochissimi aquiloni in volo) ignorando la falsa sensazione di sicurezza che può dare un cielo 'libero'.

Ricordiamo infine che in caso di 'incontro ravvicinato' un buon urlo (a squarciagola) avviserà l'altro pilota della nostra presenza.

## **CIRCUITI DI AVVICINAMENTO**

Quando, al termine di un volo, viene raggiunta la quota prestabilita per raggiungere il campo di atterraggio iniziano le manovre di 'avvicinamento', che sono particolarmente delicate per tutto ciò che vola senza motore: è infatti evidente che non possiamo eseguire tardive correzioni utilizzando spinte supplementari (come invece possono fare aerei ed ULM, dando nuovamente motore). Come non bastasse, tale notevole precisione ci viene richiesta in una zona di volo che può essere affollata (più apparecchi in atterraggio). Per queste ragioni l'avvicinamento è un momento molto delicato, che deve essere affrontato con il massimo impegno e diligenza, dal momento che coinvolge, non soltanto la nostra sicurezza, ma anche quella di altri piloti (per non parlare di eventuali spettatori).

## **CIRCUITI E PREVEDIBILITÀ**

La tendenza ad 'improvvisare' in fase di avvicinamento ed atterraggio è assolutamente deleteria, non soltanto per noi vololiberisti, ma per tutti i mezzi volanti: nel caso giungano in atterraggio due o più apparecchi, il secondo **deve poter prevedere** le manovre compiute da chi lo precede.

Non è ammissibile che quest'ultimo cambi improvvisamente rotta od effettui strane evoluzioni che costringano tutti gli altri piloti ad altrettanto improvvisati cambiamenti. Per risolvere questi problemi sono stati creati i cosiddetti 'circuiti' di avvicinamento: veri e propri percorsi predefiniti (sia come rotta che come quota) che è necessario seguire; il vantaggio dei circuiti è duplice: evitano le improvvisazioni e 'conducono' esattamente in centro pista, facilitando anche il singolo pilota.

Esistono due diverse procedure di avvicinamento che è necessario conoscere, valutandone anche i pregi ed i difetti. Ogni zona di atterraggio ha un suo 'circuito' **ed anche per questo è indispensabile effettuare un sopralluogo conoscitivo tutte le volte che si vola in un posto nuovo.**

## **CIRCUITO CONVENZIONALE O A 'C'**

Detto anche da alcuni ad 'U', si articola in 4 fasi:

1. **Smaltimento della quota residua:** si effettua con ampie virate nella zona prescelta **evitando di sorvolare il campo di atterraggio**. Giunti ad un preciso riferimento di quota, ricercato e stabilito precedentemente, si inizia la seconda fase.
2. **Traiettoria di sottovento:** in questa fase avremo il vento che ci sospinge e dovremo pertanto evitare di rallentare confondendo erroneamente la nostra velocità di volo con quella riferita al suolo (che ci apparirà notevole). La traiettoria di sottovento potrà essere lievemente modificata a seconda che ci si trovi troppo lunghi (con troppa quota) oppure troppo corti (troppo bassi). Ricordiamo che dovremo disporre della quota necessaria per compiere almeno altre due virate da 90 gradi. La traiettoria di sottovento termina con una virata di 90 gradi che ci porta sulla linea di base.
3. **Linea di base:** in questa fase avremo il vento di fianco e di ciò si terrà conto per mantenere la direzione voluta. Sempre controllando che la velocità non si riduca troppo, impostiamo l'ultima virata di 90 gradi per allinearci in finale.
4. **Linea di finale:** stiamo avanzando verso il centro del campo di atterraggio; è giunto il momento prepararsi allo stallo finale.

### **Pregi**

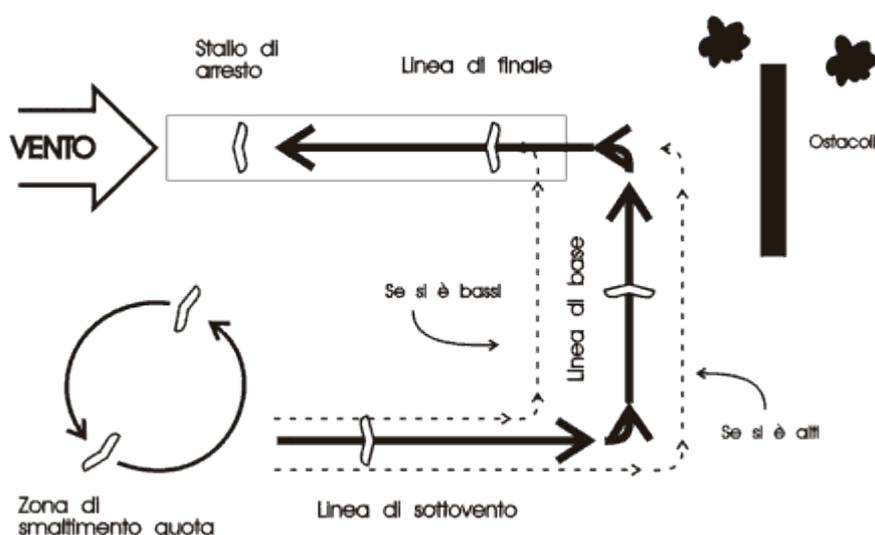
**Traffico:** l'avvicinamento convenzionale è quello utilizzato anche in aeronautica generale poiché risolve, nel migliore dei modi, il problema del traffico. Almeno in teoria, infatti, numerosi

apparecchi possono susseguirsi in atterraggio senza che le loro traiettorie vengano ad incrociarsi. Non ci stupiremo quindi, di vedere adottare questo tipo di avvicinamento soprattutto in zone ad alto traffico.

**Ostacoli a inizio campo:** un secondo motivo che può far preferire questo avvicinamento è la presenza di ostacoli sottovento al campo di atterraggio. L'avvicinamento a C evita la necessità di sorvolarli, consentendo un ingresso in finale a quote inferiori.

### Difetti

**Vento sostenuto:** durante la seconda fase (traiettoria di sottovento), il pilota viaggia in favore di vento. Se il vento è sostenuto diviene difficile calcolare esattamente il momento per compiere la prima virata di 90 gradi, e la virata stessa risulta estremamente 'dilatata' rispetto al suolo. Il vento 'in poppa', inoltre, può ingannarci sulla reale velocità di volo, inducendoci ad un eccessivo rallentamento.



**Figura 2-3.** Circuito a "C": lo smaltimento di quota avviene sopravvento alla pista, senza sorvolarla; il circuito consente di "allungare" od "accorciare" il tratto di sottovento per correggere eventuali errori nella valutazione della quota.

## CIRCUITO AD 8

Si articola in due sole fasi:

1. **Virate a 180 gradi:** lo smaltimento di quota avviene effettuando una serie di virate a 180 gradi. Le virate, compiute sempre controvento, devono mantenerci in volo lungo la linea di base del campo di atterraggio. Dal momento che è frequentissimo l'errore di avanzare (sia pur di poco) ad ogni virata, con la conseguenza di 'mangiarsi' tutto il campo di atterraggio giungendo 'lunghi', diventa indispensabile fissare due precisi riferimenti al suolo: le virate verranno compiute sempre sulla verticale di tali riferimenti.
2. **Allineamento finale:** quando abbiamo raggiunta la quota desiderata (anch'essa individuata in precedenza) compiamo un'ultima virata di 90 gradi per allinearci al centro del campo di atterraggio e ci prepariamo allo stallo finale.

### Pregi

**Vento:** l'avvicinamento ad 8 è decisamente preferibile in presenza di vento da moderato a teso, dal

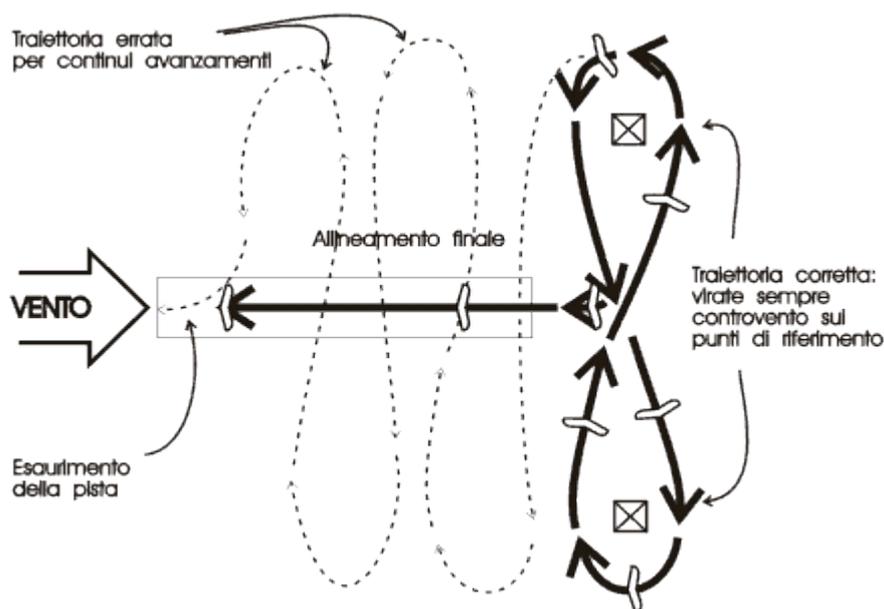
momento che ci evita di percorrere tratti in favore di vento. Se c'è vento, tuttavia, diviene più difficile mantenersi sulla linea di base senza lasciarsi scarrocciare all'indietro; in questi casi è **fondamentale mantenere sempre il naso controvento**: per eseguire i 180 gradi (sul terreno) sarà infatti sufficiente compiere virate (rispetto all'aria) di entità molto modesta.

**Semplicità**: la possibilità di avere sempre davanti a sé il campo di atterraggio (durante tutte le fasi dell'avvicinamento) rende più semplice la scelta del momento giusto per l'allineamento finale. Questo 'vantaggio' è però molto modesto, poichè un minimo di abitudine all'avvicinamento a C, consente di ottenere una notevole precisione anche con quella modalità.

### **Difetti**

**Traffico**: le traiettorie di più apparecchi in avvicinamento (specie se dotati di efficienze molto diverse come deltaplani e parapendii) tendono ad incrociarsi più volte, e questo costituisce il principale limite dell'avvicinamento ad 8.

**Ostacoli ad inizio campo**: la presenza di alti ostacoli sottovento al campo di atterraggio rende semplicemente impraticabile questo tipo di avvicinamento.



*Figura 2-4. Circuito ad 8: i riferimenti al suolo verranno presi considerando l'efficienza del mezzo (deltaplani più arretrati, parapendio più vicini all'inizio della pista) e l'intensità del vento (tanto più avanzati quanto maggiore è il vento); l'assenza di riferimenti al suolo genera l'errore di avanzare ad ogni virata "mangiandosi" la pista di atterraggio*

## I 'CONI' DI EFFICIENZA

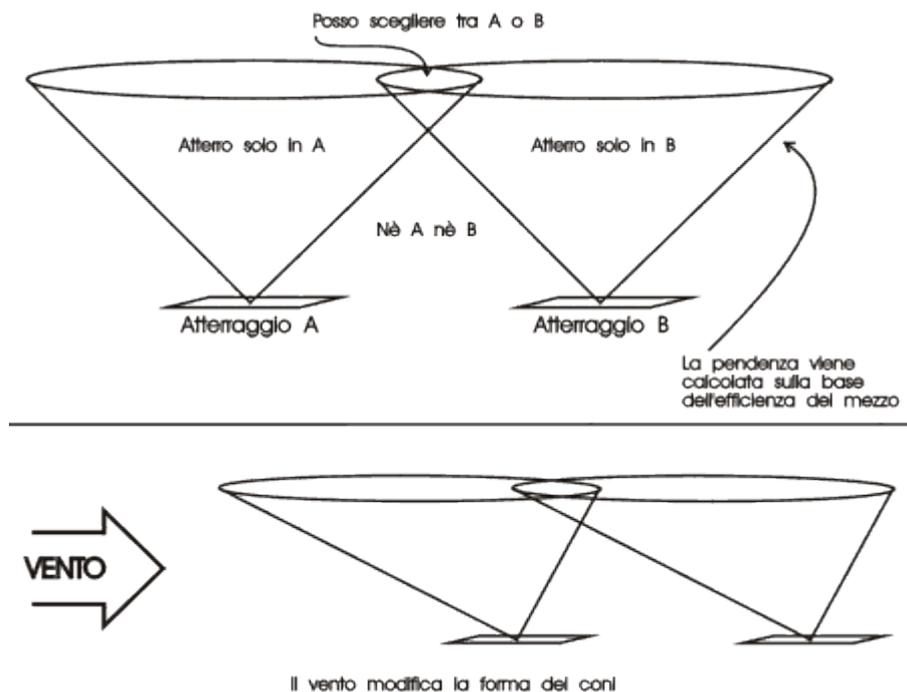
Anche se fornire dettagliati elementi di navigazione esula dagli scopi di questo manuale, rivolto agli allievi (esistono ottimi testi per chi vuole pianificare precisamente i propri voli di distanza), il concetto di 'cono di efficienza' è utile ed interessante.

Se è vero che un parapendio atterra praticamente ovunque vi sia una piccola zona priva di ostacoli, già un deltaplano ha maggiori esigenze di spazio. Con entrambi i mezzi, poi, ci si può trovare in notevoli difficoltà sorvolando boschi o terreni molto impervi. Per tale motivo una regola d'oro recita: 'prima di abbandonare un possibile atterraggio accertarsi di poterne raggiungere con certezza un altro'.

Questo può essere fatto utilizzando i citati 'coni di efficienza': se la nostra vela ha un'efficienza di 6:1 possiamo immaginare un enorme 'cono' rovesciato il cui vertice sia nel centro del possibile atterraggio. L'inclinazione delle pareti del cono sarà proprio di 6:1 (per ogni metro di altezza il cono si 'allarga' di 6 metri). Due possibili atterraggi individueranno due coni, tre possibili atterraggi tre coni e così via. Ne risulta un'immagine come quella riportata in figura 2-5.

Gli spostamenti dovrebbero essere fatti restando sempre all'interno di almeno un cono: questo significa, in pratica, che uno spostamento 'sicuro' ad una certa quota (al di sopra della linea di intersezione tra due coni) non lo è più se effettuato ad una quota più bassa.

Deve naturalmente essere tenuto presente l'effetto di un eventuale vento, che inclina tutti i coni in modo proporzionale alla propria velocità, **ma nella direzione contraria** (quasi li richiamasse a sè).



**Figura 2-5.** Coni di efficienza per valutare a quale quota è possibile decidere di cambiare campo di atterraggio; notare in quale modo la forma dei coni viene influenzata dalla presenza del vento.

## Capitolo 3 - APPUNTI DI AERODINAMICA

### CONSIDERAZIONI GENERALI

L'aerodinamica, come suggerisce il suo nome, studia e descrive il moto dell'aria e le forze che questa esercita sui corpi che ne sono investiti: è dunque la disciplina che spiega il comportamento di un'ala in volo (a dire il vero questa materia spiega anche il comportamento di qualsiasi altro oggetto che viaggi nell'aria).

Bisogna però chiarire subito che l'aerodinamica, così come è esposta in questo capitolo, è riferita ad **un profilo alare ideale**: non ci stupiremo, quindi, nel notare che alcune situazioni sono difficilmente 'trasportabili' alla realtà del volo libero (che, aerodinamicamente parlando, sfrutta ali nient'affatto ideali): deltaplano e parapendio, infatti, hanno profili alari flessibili e deformabili, ed il pilota (che costituisce la maggior parte del peso della 'macchina volante') è esterno al profilo alare stesso (nel caso del parapendio esso è molto distante dall'ala). In altre parole, il Volo Libero presenta **alcune importanti eccezioni** rispetto alle regole generali dell'aerodinamica ma, proprio per comprendere bene tali eccezioni, bisogna aver capito con esattezza la regola.

Una seconda considerazione, doverosa, è che ci occuperemo soltanto della aerodinamica che gli esperti chiamano **di bassa** (velocità), dal momento che le nostre possibilità di giungere a velocità vicine o superiori a quelle del suono (quando accadono fenomeni aerodinamici diversi da quelli che studiamo noi) sono assolutamente nulle.

La terza ed ultima considerazione è che ci limiteremo alla **aerodinamica del volo veleggiato** e non di quella con trazione artificiale (motore).

Riepilogando, quindi, ci apprestiamo a conoscere le regole generali dell'aerodinamica del volo veleggiato (che è aerodinamica 'di bassa'), consci del fatto che, in alcuni casi, tali regole non si applicano direttamente alle ali leggere. Nell'ambito dei rispettivi capitoli cercheremo di capire in maggior dettaglio l'aerodinamica del deltaplano e del parapendio e le ragioni di alcuni comportamenti particolari di queste 'macchine volanti'.

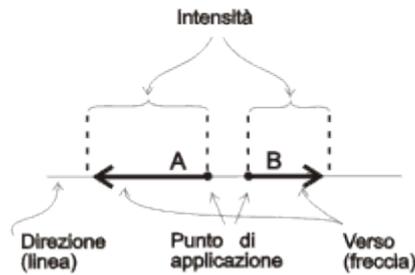
### CONCETTI DI FISICA UTILIZZATI NEL CAPITOLO

Accenneremo ora ad alcuni concetti fondamentali di fisica che utilizzeremo in questo capitolo ed in quello di meteorologia: dobbiamo quindi conoscerli, almeno a grandi linee, poichè costituiscono i 'vocaboli' della lingua che ci apprestiamo a studiare.

#### FORZA

Se un oggetto inanimato giace, per i fatti suoi, in una condizione di equilibrio e non interviene nulla, esso resta come è, e non si sogna di spostarsi. Perchè il suo stato cambi deve intervenire qualcosa: questo qualcosa è, necessariamente, **una forza**. Si pensi ad una pallina da golf, placidamente adagiata sull'erba: quando le viene applicata, con un apposito bastone, la forza sufficiente, essa schizza via, spostandosi anche di qualche centinaio di metri (a seconda dell'intensità del colpo) nella direzione della forza stessa. La forza, in fisica, può dunque essere definita come la causa capace di modificare lo stato di quiete o di moto di un corpo.

## I 4 PARAMETRI DELLE FORZE



*Figura 3-1. Le due forze A e B hanno diversa intensità ( $A > B$ ), uguale direzione ma senso opposto.*

Come intuitivamente sappiamo, una forza è caratterizzata da un punto di applicazione (nell'esempio la pallina da golf), da una **intensità** (da debole a forte), da una **direzione** (ad esempio asse Nord-Sud) e da un **verso** (verso Nord oppure verso Sud).

Una forza è dunque completamente definita da questi quattro parametri.

Quando vengono disegnate, le forze sono rappresentate da frecce: il punto di applicazione coincide con l'origine della freccia, l'intensità è proporzionale alla lunghezza della freccia medesima, la direzione è data dall'asse della freccia ed il verso è indicato dalla 'punta' (per intendersi si possono avere forze opposte che hanno la stessa direzione ma verso opposto).

Le grandi forze che incontreremo e studieremo sono la pressione (che, ad essere precisi, è una forza su una superficie), il peso (forza di gravità), la forza aerodinamica e le sue 'ancelle' portanza e resistenza, la spinta (come quella generata da un motore), la forza centrifuga e quella centripeta.

Anche se non conosciamo ancora l'esatto significato di questi termini, già sappiamo che si tratta sempre di forze, cioè di entità in grado di influenzare il movimento (o il riposo) degli oggetti che le subiscono.

## COMPOSIZIONE E SCOMPOSIZIONE DELLE FORZE

Dobbiamo tenere a mente che è **sempre** possibile scomporre una forza in due o più forze ad essa equivalenti (dette **componenti**), così come è possibile, al contrario, comporre forze differenti (purchè applicate ad uno stesso corpo) in un'unica forza (detta **risultante**).

Per fare ciò si usa la tecnica del parallelogramma (che è poi una figura geometrica con i lati, a due a due, paralleli fra loro); valgano due esempi pratici.

### COMPOSIZIONE

Si immagini una barca su di un fiume trainata da due cavalli che camminano sulle rive opposte (Fig. 3-2). I cavalli esercitano due forze distinte A e B, applicate allo stesso punto (la prua della barca) ma aventi direzioni e verso differenti.

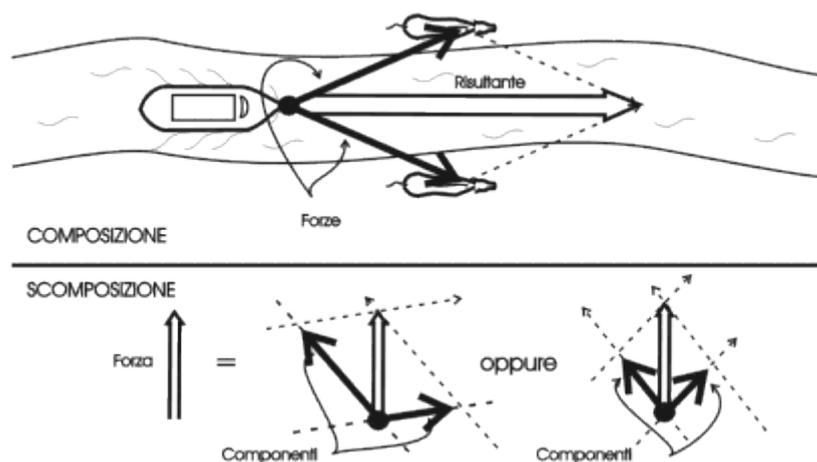
La barca si muoverà secondo una terza direzione C: se le frecce che indicano le forze A e B sono ben disegnate (tendendo conto della esatta intensità) è allora molto semplice ottenere direzione, verso ed intensità della forza risultante. Per farlo basta tracciare, partendo dalla punta di A, una linea parallela a B; allo stesso modo, poi, si traccia, partendo dalla punta di B, una linea parallela ad A: ecco tracciato il nostro parallelogramma. Unendo il punto di applicazione (che nel nostro esempio non cambia) con il punto di incontro tra le linee tracciate, otteniamo proprio la risultante; il disegno ci dice direzione, verso ed intensità del movimento della nave (o se preferite, delle due forze A e B applicate contemporaneamente).

Un secondo modo di esprimere la stessa cosa è il seguente: quando due forze vengono applicate allo stesso punto, questo subisce, in pratica, una sola forza che è la risultante delle prime due (ed eventualmente si sposta di conseguenza).

## SCOMPOSIZIONE

Al contrario una singola forza A può venire scomposta in due forze C e D, che sono applicate nello stesso punto ma che mostrano direzione, verso, ed intensità differenti.

Attenzione però, mentre esiste un solo modo per comporre due forze, trovandone la risultante, **esistono infiniti** (letteralmente) **modi di scomporre una forza in due componenti** (Fig. 3-2). Questo significa che, quando si deve scomporre una forza, si può 'scegliere' secondo quali assi scomporla: come vedremo, nell'aerodinamica del volo planato, i due assi prescelti sono rappresentati dalla direzione del vento relativo e dall'asse a questo perpendicolare.



*Figura 3-2. Due forze che agiscono nello stesso punto possono venire composte in una sola forza a loro equivalente. Al contrario ogni forza può essere scomposta in altre due con direzioni scelte arbitrariamente.*

## CAMPO

Nella realtà l'aria non è mai ferma, la sua pressione non è mai costante e la temperatura varia in continuazione; tuttavia, se vogliamo capire qualcosa degli effetti che l'aria esercita su un oggetto dobbiamo isolare questi effetti da altri dovuti, poniamo, al sole, al vento o ai moti turbolenti.

Per fare ciò si immagina di poter disporre di una 'zona di spazio' dove non accade nulla di imprevisto e dove agiscono soltanto le forze che desideriamo studiare: questo spazio "irreale" (a volte faticosamente riprodotto in laboratorio) viene chiamato **campo**. Il campo dunque è un'**entità teorica** utile per lo studio degli effetti delle forze su corpi isolati.

## PRESSIONE

La pressione è la forza esercitata su una superficie, con direzione perpendicolare a questa.

Una particolare pressione che riveste notevole importanza in aerodinamica (e come vedremo anche in meteorologia) è la pressione esercitata, su tutte le superfici, dall'aria che circonda la superficie terrestre, cioè la **pressione atmosferica**, e noi la utilizzeremo come esempio per comprendere alcuni aspetti generali della pressione stessa.

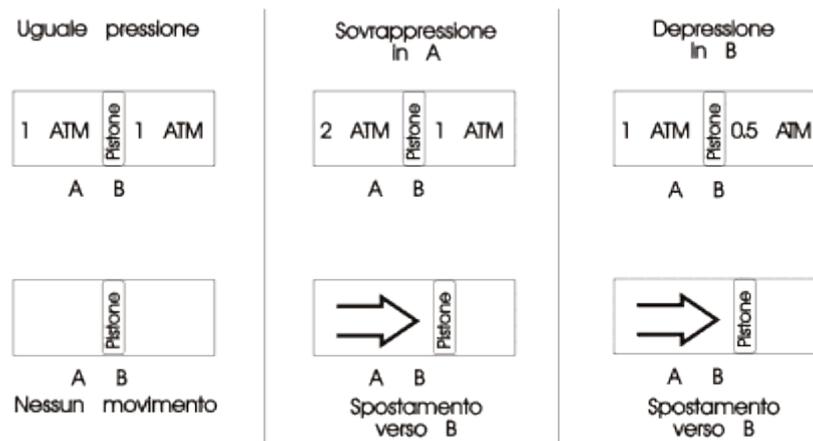
La pressione atmosferica è relativamente costante (pur oscillando intorno a valori medi) e noi non ci

accorgiamo nemmeno che esiste, fino a quando essa varia bruscamente (ad esempio cambiando rapidamente quota) e si fa sentire.

Anche se la pressione atmosferica è, in un certo senso, 'arbitraria' (se vivessimo in un'atmosfera di elio essa sarebbe ben inferiore), il suo valore medio, presente sulla terra al livello del mare (circa 760 mmHg per ogni centimetro quadrato), viene fatto pari ad 1 ATM (atmosfera, appunto). Gonfiare un pneumatico a 2,5 ATM significa quindi immettere una pressione pari a due volte e mezzo quella terrestre. Anche se non esistono (né possono esistere) pressioni negative, l'abitudine di vivere immersi in 1 ATM ci ha influenzato e parliamo dunque di **sovrappressioni** per pressioni superiori a 1 ATM e di **depressioni** (o, impropriamente di pressioni negative) per pressioni inferiori a 1 ATM.

La figura 3-3 porta tre esempi del modo in cui due comparti con pressioni diverse influenzano il movimento di un separatore mobile posto tra loro.

Anche se 'sembra' che in un caso lo stantuffo sia stato 'spinto' dalla sovrappressione mentre nell'altro esso sia stato 'risucchiato' dalla depressione, in entrambi i casi il 'lavoro' è stato compiuto dalla **differenza di pressione** tra i due comparti.



*Figura 3-3. Ciò che determina lo spostamento del separatore mobile è la differenza di pressione tra A e B: ciò può essere ottenuto sia determinando una sovrappressione in A sia riducendo la pressione in B.*

## PRESSIONE STATICA E PRESSIONE DINAMICA

La pressione che l'aria esercita sulle pareti interne di un pneumatico è una pressione statica.

In altri termini è una pressione che l'aria esercita **senza muoversi**. Quando invece l'aria viene posta in movimento, si genera la pressione dinamica (o cinetica), che nasce e si rafforza a spese di quella statica (che diminuisce).

Facciamo un esempio, necessariamente semplificato (Fig. 3-4). Immaginiamo un lungo tubo cavo, come quello utilizzato dai benzinai per gonfiare le gomme: su tutte le sue superfici agisce la pressione atmosferica (1 ATM); all'interno la pressione è determinata dal 'cilindro' di aria che sta dentro al tubo, mentre all'esterno è dovuta all'aria circostante; si tratta in entrambi i casi di pressione statica.

Quando però il compressore mette in movimento l'aria si genera una nuova pressione che prima non esisteva: la percepiamo molto bene se dirigiamo il getto d'aria contro il palmo della mano. Questa pressione, dovuta al movimento dell'aria è la pressione dinamica.

## LA LEGGE DI BERNOULLI

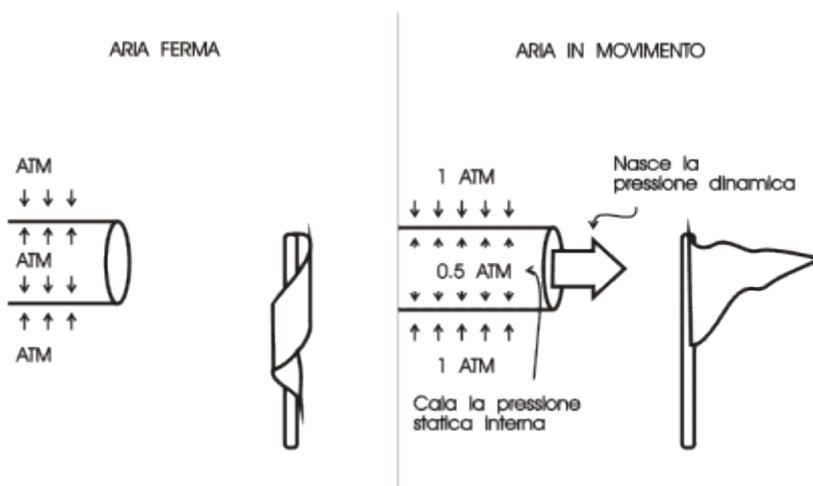
Fin qui tutto bene. Meno intuitivo è il legame che esiste tra pressione statica e pressione dinamica, ed infatti la scoperta di tale legame ha fruttato a Daniele Bernoulli una fama eterna; egli era un fisico del 700 che, dopo infiniti studi e prove, dichiarò: **'la somma della pressione statica più quella dinamica è costante!'** (in realtà Bernoulli, nipote dell'altrettanto illustre e scientifico Nicola, disse qualcosa di molto più complesso, riferito ai liquidi incompressibili, ma accettiamo questa enorme semplificazione, utile per comprendere quanto segue). Quando l'aria è ferma la pressione dinamica non esiste (è uguale a zero): tutta la pressione disponibile è in forma statica (contro le pareti interne). Man mano che l'aria viene messa in movimento, e scorre nel tubo, si genera pressione dinamica (contro la mano fuori dal tubo). Se è vero che la somma di questa nuova pressione con quella statica non varia, significa che la pressione statica è diminuita, tanto di più quanto più è aumentata quella dinamica.

Sarà vero? Per sincerarsene basta un semplice esperimento. Si prendano due fogli di carta e li si lascino penzolare tra le dita, paralleli tra loro.

I due fogli delimitano tre zone: la zona compresa tra i fogli stessi e le due zone esterne (destra e sinistra). In tutte tre le zone esiste una identica pressione atmosferica (pressione statica) e quindi i fogli non si muovono.

Soffiamo ora tra i fogli (meglio dall'alto verso il basso) e, se abbiamo fatto le cose bene, notiamo che questi, anziché allontanarsi si avvicinano.

È infatti accaduto che, mentre sulle superfici esterne dei due fogli, la pressione dell'atmosfera non è cambiata, all'interno l'aria, muovendosi, ha ridotto la sua pressione statica sulle superfici interne. Se qualcuno, mentre noi soffiamo, pone la sua mano nella direzione del soffio, percepirà la pressione dinamica che si è creata ex novo. Quel Bernoulli ... aveva proprio ragione!



*Figura 3-4. La pressione statica, all'interno di un tubo di gomma, è pari a quella atmosferica. Quando l'aria è posta in movimento si genera una pressione dinamica che cresce a scapito di quella statica.*

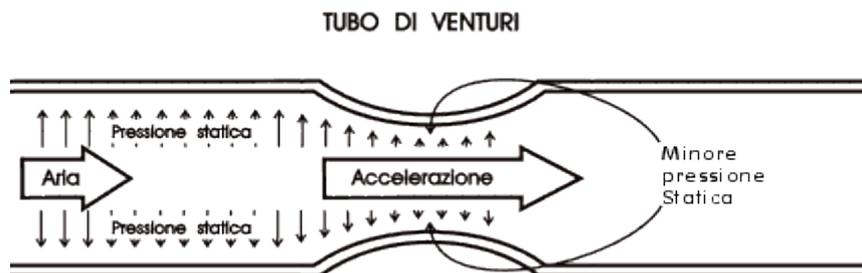
## IL TUBO DI VENTURI

Mezzo secolo più tardi, Giovanni Battista Venturi, trovò la prima applicazione pratica al teorema del suo illuminato collega e costruì un tubo in grado di misurare la velocità di scorrimento di un fluido, sfruttando proprio i rapporti tra pressione statica e velocità.

Scusandoci con gli appassionati ed i fisici usiamo ancora una volta la scure della semplificazione e facciamo dire anche a Venturi qualcosa di più banale rispetto a ciò che in realtà disse: "l'aria che

viene forzata attraverso una strozzatura subisce una accelerazione che è proporzionale alla velocità iniziale dell'aria stessa". Allo stesso modo la pressione statica, a livello della strozzatura, si riduce tanto più quanto maggiore è la velocità iniziale.

Reincontreremo il signor Venturi parlando di meteorologia (effetto Venturi delle valli strette) e di strumenti (tubo di Venturi in alcuni anemometri).



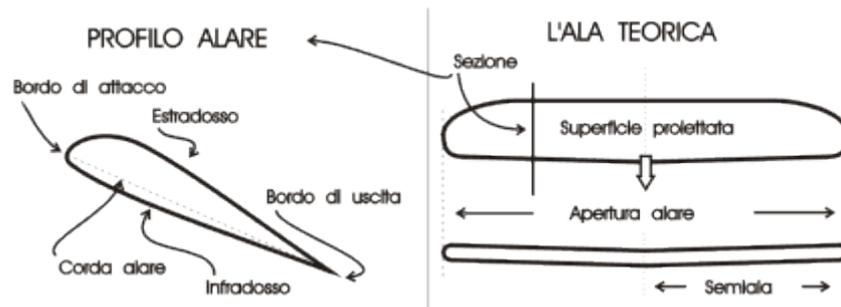
*Figura 3-5. Il tubo di Venturi è un tubo con un resitringimento: a questo livello l'aria accelera e la pressione statica che essa esercita sulle pareti è quindi minore rispetto al resto del tubo*

## L'ALA TEORICA

Prima di procedere oltre nel nostro cammino abbiamo bisogno di uno strumento per le successive spiegazioni, in altre parole ci serve un **profilo alare** da mettere nella corrente d'aria per vedere come si comporta. Scegliamo, per semplicità, un profilo alare piano-convesso, ma ricordiamo che tutte le osservazioni che faremo sono valide anche per gli altri profili alari, ed in particolare per quello concavo-convesso, tipico delle ali per il Volo Libero.

Approfittiamo, inoltre, dell'occasione per fare la nostra conoscenza con una terminologia specialistica: quella che serve per definire ogni macchina volante.

## ALCUNE DEFINIZIONI

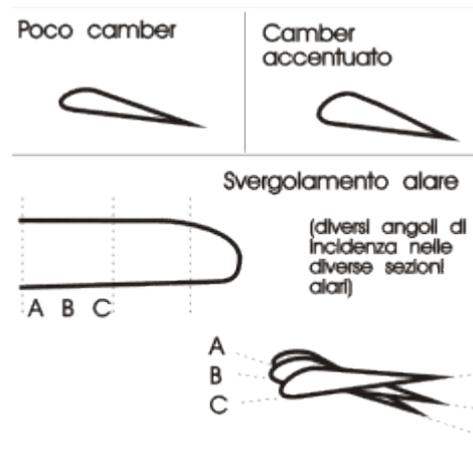


*Figura 3-6. Il 'vocabolario' dell'aerodinamica: è importante padroneggiare la terminologia standard.*

Con il termine, appena citato, di **profilo alare** si indica la sezione di un'ala tagliata longitudinalmente secondo un piano perpendicolare al terreno. Osservandolo potremo identificare un 'margine anteriore', detto **bordo d'entrata** (o bordo d'attacco), ed uno posteriore, detto **bordo d'uscita**. La linea immaginaria che collega tali due punti è detta **corda alare**; nel caso le ali non abbiano una corda alare costante, ma vadano resitringendosi dal centro all'estremità, esistono ovviamente numerose corde alari (a seconda di dove si fa la sezione), ma una in particolare è molto utile per descrivere il comportamento dell'ala: si tratta della **corda alare media**.

L'ala nel suo insieme è formata da due **semiali** disposte simmetricamente e dotate di una superficie superiore, o **estradosso**, e di una inferiore, o **infradosso**.

La **apertura alare** è semplicemente la distanza (in metri) tra le due estremità alari, mentre la **superficie proiettata** rappresenta 'l'ombra' dell'ala stessa, in assetto di volo, quando il sole è perfettamente perpendicolare alla terra; più tecnicamente è **la superficie proiettata su di un piano parallelo alla struttura dell'ala**, e si misura in metri quadri.



**Figura 3-7.** Camber e svergolamento alare (differenti angoli lungo il bordo di attacco).

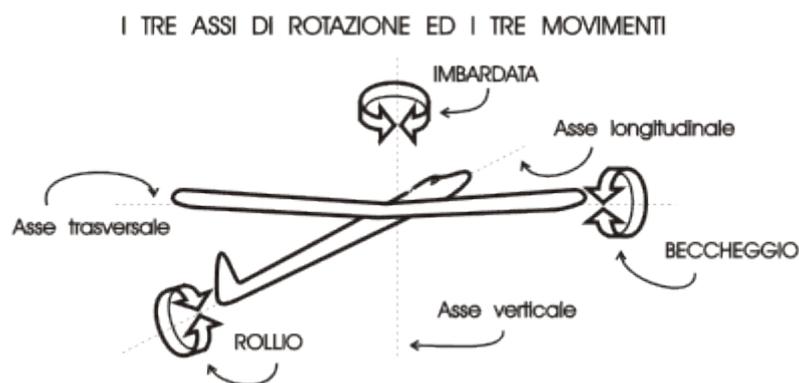
L'**allungamento** è il rapporto tra apertura alare al quadrato e superficie proiettata, oppure (il valore non cambia), il rapporto tra apertura alare e corda alare media, ed è un numero assoluto (es. allungamento=8).

Il **camber** riflette semplicemente la 'bombatura' dell'ala ma la sua esatta definizione è estremamente complessa: semplificando possiamo dire che i profili sottili hanno poco camber, quelli spessi di più (Fig 3-7). Inoltre, in relazione al punto di massimo spessore, il camber può essere arretrato o avanzato.

Lo **svergolamento alare**, infine, indica il progressivo (e simmetrico) cambiamento dell'angolazione lungo le due semiali: anticiamo che deltaplano e parapendio mostrano svergolamenti opposti.

## MOVIMENTI SUI TRE ASSI

La figura 3-8 illustra i tre assi attorno ai quali un velivolo può muoversi, nonché il corretto nome di questi movimenti: si dice **Beccheggio** il movimento, sull'asse trasversale (cabra e picchia), **Rollio** quello sull'asse longitudinale (inclinazione laterale delle ali), ed infine **Imbardata** il movimento intorno all'asse verticale (rotazione sul piano orizzontale).



**Figura 3-8.** I movimenti sui tre assi di un'apparecchio in volo.

## L'ANGOLO DI INCIDENZA

Se, viaggiando in automobile, teniamo una mano fuori dal finestrino e perfettamente orizzontale rispetto al suolo, sentiamo solo un po' di resistenza (che tende a spostare la mano all'indietro); se invece incliniamo la mano in modo che formi un piccolo angolo con il piano orizzontale (cioè la direzione del flusso di aria che la investe), immediatamente sentiamo che la mano viene spostata con energia verso l'alto e all'indietro. Quel piccolo angolo ha dunque grandi effetti ed è meglio chiamarlo subito con il suo vero nome: è l'**angolo di incidenza**.



*Figura 3-9. L'angolo di incidenza: un piccolo angolo dai grandi effetti*

Diciamo subito che l'angolo di incidenza, definito **come l'angolo** formato da corda alare e vento **relativo**, è, nei fatti, il **principale** strumento a disposizione del pilota **per controllare l'apparecchio**: che si usi la cloche, il peso od i freni aerodinamici poco importa; l'angolo di incidenza è il 'signore del volo' ed attorno a lui ruotano i concetti fondamentali come quello di velocità, di efficienza, di tasso di caduta, di stallo, eccetera.

Nel nostro esempio abbiamo parlato dell'angolo formato dalla mano con il piano orizzontale perchè l'automobile viaggia parallela al terreno ma, nel volo, l'angolo di incidenza è quello che si forma tra la corda alare media e la direzione del moto (il vento relativo).

## LA FORZA AERODINAMICA TOTALE

Se poniamo un profilo alare, inclinato nel modo giusto (con il giusto angolo di incidenza) in un flusso d'aria, notiamo che anch'esso (come la nostra mano sporta dall'auto) tende immediatamente a sollevarsi e a restare indietro. Questo significa che è entrata in gioco una forza nuova a far sentire il suo effetto: si tratta della **forza aerodinamica totale** (spesso abbreviata in **FAT**, ma detta anche **risultante aerodinamica**).



Figura 3-10. Genesi della Forza Aerodinamica Totale, che rende possibile il volo.

Possiamo anticipare che questa forza nasce da una differenza tra le pressioni esercitate dall'aria sotto e sopra l'ala. Proprio come lo stantuffo mobile della scatola di figura 3-3, l'ala tende quindi a spostarsi in direzione perpendicolare alla corda alare.

La **forza aerodinamica totale**, dunque, non è altro che la **differenza di pressione** tra le due 'superfici' dell'ala: la pressione sull'infradosso è maggiore rispetto a quella sull'estradosso.

Tale differenza di pressione dipende dal fatto che, durante il volo (o se preferite, quanto l'ala è investita da un flusso d'aria) la **pressione sull'estradosso si riduce notevolmente, mentre quella sull'infradosso aumenta di un poco**. Vediamo di capire perchè.

### RIDUZIONE DELLA PRESSIONE SULL'ESTRADOSSO

I filetti di aria che investono l'ala sono costretti a dividersi, a livello del bordo di attacco, passando in parte sopra ed in parte sotto all'ala.

Quelli che passano di sopra, però, si trovano a dover percorrere una strada più lunga e devono quindi accelerare. Ma a maggiore velocità corrisponde minore pressione statica, ed ecco che, sull'estradosso la pressione è, appunto, diminuita durante il volo.

### AUMENTO DELLA PRESSIONE SULL'INFRADOSSO

Dal momento che l'ala forma un angolo con il vento relativo (angolo di incidenza) una certa quantità di aria colpirà (sia pur 'di striscio') l'estradosso; in altri termini, l'aria che colpisce l'estradosso genera una certa quantità di pressione dinamica, responsabile anch'essa della maggior pressione sull'infradosso.

A questo punto è un 'classico' ricordare che la differenza totale di pressione (vale a dire la forza aerodinamica totale) è generata per **2/3 dalla depressione** sull'estradosso e per **1/3 dalla sovrappressione** sull'infradosso.

## I 4 PARAMETRI DELLA FAT

Vediamo ora i quattro parametri della forza aerodinamica totale:

1. **Punto di applicazione:** benchè tale forza si generi su tutta la superficie alare, è utile fare una specie di 'media' e considerarla applicata in un solo punto, posto sulla linea di incontro tra le semiali. Questo 'punto convenzionale' è detto centro di spinta.
2. **Intensità:** come vedremo, l'intensità della forza aerodinamica varia soprattutto in relazione all'angolo di incidenza ed alla velocità.
3. **Direzione:** la forza aerodinamica totale si sviluppa su una retta perpendicolare alla corda alare.
4. **Verso:** essa è diretta verso l'alto e all'indietro (rispetto alla direzione del moto).

## PORTANZA E RESISTENZA

Dal momento che la forza aerodinamica totale può essere arbitrariamente scomposta in due forze distinte tra loro, scegliamo di scomporla secondo due assi molto particolari:

1. **l'asse del vento relativo** (cioè quello che individua la direzione del moto)
2. **l'asse a questo perpendicolare.**

Le due forze che otteniamo sono le componenti della forza aerodinamica totale e sono quindi indissolubilmente legate tra di loro, essendo entrambi 'figlie' della differenza di pressione che si origina tra infradosso ed estradosso: stiamo parlando della **portanza** e della **resistenza**.

Vale la pena di precisare subito che qualsiasi cosa si muova nell'aria, produce inevitabilmente della resistenza, ma solo ciò che vola produce portanza; si possono quindi fare esempi di resistenza senza portanza (un sasso in caduta libera) ma non di portanza senza resistenza.

## L'ALTRA FORZA: IL PESO

Se il nostro profilo ideale, una volta posto in movimento con il giusto angolo di incidenza, fosse governato dalla sola forza aerodinamica, continuerebbe a spostarsi verso l'alto fino a sparire nella stratosfera in breve tempo. Come ben sappiamo, esiste invece un'altra importantissima forza, che rende il volo una grande vittoria: la **forza di gravità** o, se preferite, il **peso**. Anche il peso si considera applicato al centro di spinta, solo che, se la forza aerodinamica 'tira' verso l'alto, il peso 'tira' verso il basso; se, rispetto alla direzione del moto, la forza aerodinamica è diretta anche all'indietro, il peso è diretto anche un poco in avanti (verso la direzione del moto). Quando forza aerodinamica e peso si controbilanciano perfettamente (e non interviene nessun altro tipo di forza), l'ala vola (plana) in modo rettilineo ed uniforme.

## TRAZIONE E PESO APPARENTE

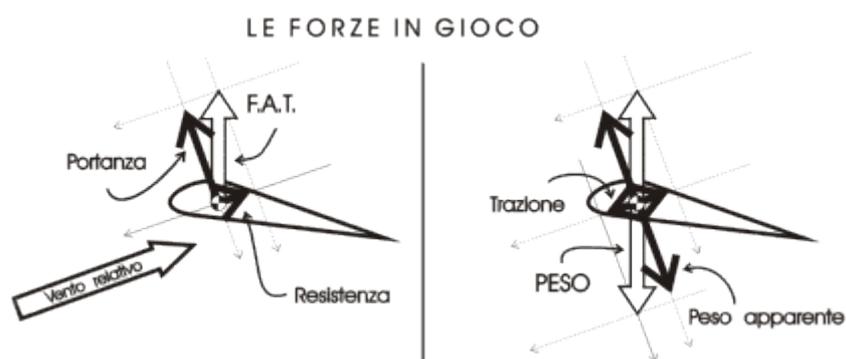
Anche la forza peso può essere scomposta lungo due assi e, per fortuna (sarebbe meglio dire per scelta), si tratta degli stessi assi già considerati in precedenza. Compagnano allora due "nuove" forze: la prima, diretta nel senso del moto (o, se preferite, del vento relativo) prende il nome di **trazione** (o spinta) mentre la seconda, diretta verso il basso e leggermente all'indietro, è detta **peso apparente**.

Questa scomposizione di forze ci dice alcune cose molto importanti:

1. Nel volo planato uniforme la **trazione è una componente del peso** e si forma soltanto se l'ala si muove secondo una traiettoria discendente, più o meno inclinata; in altre parole possiamo dire che i veleggiatori 'pagano' la trazione con una **perdita di quota**.

2. Nel volo motorizzato, invece, **la spinta deriva dal motore** e l'ala può volare secondo una traiettoria orizzontale (od in salita): gli apparecchi motorizzati 'pagano' la trazione con un **consumo di carburante**.

*Apriamo una piccola parentesi teorica dedicata ai più curiosi: nel concetto di trazione (o SPINTA come dicono gli americani) è insito quello di dispendio energetico. Come accennato, i motori forniscono spinta consumando carburante. Ciò che è meno intuitivo è che anche i veleggiatori sfruttano motori e carburante: infatti la quota di inizio volo (o meglio il dislivello tra decollo ed atterraggio), che rappresenta l'energia Potenziale da spendere durante il volo, viene raggiunta a mezzo di motori (gli alianti sfruttano il motore del velivolo trainante, i deltaplani ed i parapendio il motore della macchina con la quale raggiungono il decollo, il traino da terra sfrutta il motore del verricello, l'alpinista che si porta il parapendio fino in cima alle vette sfrutta il motore delle sue gambe). In pratica quindi la principale differenza tra noi e gli aeroplani è che questi producono energia (e consumano carburante) durante le diverse fasi di volo, mentre noi consumiamo carburante per 'accumulare' energia -la quota- che spendiamo poi durante il volo (l'esempio classico è una planata in aria calma). I veleggiatori, una volta in volo, possono guadagnare ulteriore quota (quindi aumentare la propria energia Potenziale), solo 'rubando' tale energia all'ambiente, sfruttando quella presente nei movimenti ascendenti delle masse d'aria.*



**Figura 3-II.** Le due forze che compongono la F.A.T. (portanza e resistenza) sono, nel volo planato uniforme, in perfetto equilibrio con le due che compongono il PESO (peso apparente e trazione).

## VOLO PLANATO UNIFORME: il magico equilibrio delle forze

Possiamo già intuire che, se forza aerodinamica e peso sono esattamente bilanciati, saranno esattamente bilanciate (a due a due) anche le loro componenti. Se questo equilibrio si verifica volando a 30 Km/h, e nulla interviene per modificarlo, il volo è **rettilineo** (senza variazioni di traiettoria, nè in senso laterale nè in senso verticale) ed **uniforme** (senza accelerazioni o decelerazioni). Se decidiamo di cambiare l'angolo di planata (modificando l'angolo di incidenza) le forze saranno, per qualche attimo, squilibrate e l'ala accelererà o decelererà fino a che viene ripristinato un nuovo equilibrio (volando, poniamo, a 38 Km/h). Da questo momento il volo (in assenza di influenze esterne) riprenderà ad essere rettilineo ed uniforme.

Per semplicità, tutte le quattro forze si considerano applicate in un solo punto, il già citato **centro di spinta**.

Ora che abbiamo identificato le due (ma scomponendole le abbiamo fatte diventare quattro) forze in gioco nel volo planato uniforme, approfondiamo la loro conoscenza esaminandole singolarmente.

## LA RESISTENZA: compagna irrinunciabile del movimento

Questo titolo (che suona come uno slogan vagamente di sinistra) ci ricorda semplicemente che un'ala in moto genera sempre resistenza. Anche in questo caso, infatti, è possibile avere resistenza senza portanza (stallo), ma **mai** portanza senza resistenza.

L'aria che ci circonda, leggera ed impercettibile, cambia completamente quando viene attraversata ad alta velocità: diviene allora densa, quasi solida, e rappresenta il principale problema al conseguimento di nuovi record di velocità. E' dunque intuitivo affermare che la resistenza totale cresce al crescere della velocità. I più attenti si saranno già insospettiti leggendo 'resistenza totale' poichè immaginano (correttamente) che, se esiste una resistenza totale, devono anche esistere 'resistenze parziali'. E' proprio così. La resistenza totale è, infatti, dovuta al sommarsi di **tre tipi diversi di resistenza** che, tra breve, non avranno per noi più alcun mistero.

Si tratta di:

- resistenza **di forma**
- resistenza **di attrito**
- resistenza **indotta**.

### RESISTENZA DI FORMA

Come suggerisce il suo nome, essa dipende dalla forma del profilo esposto al vento (un aliante espone una superficie molto maggiore rispetto ad un MIG ed ha quindi una resistenza di forma molto superiore).



*Figura 3-12. Resistenza di forma: cresce al crescere della velocità ed è proporzionale alla superficie esposta al vento relativo.*

Nel volo libero l'imbrago, lo stesso pilota e la caveria contribuiscono in modo sostanziale ad aumentare la resistenza di forma (Fig. 3-12).

Tuttavia, la resistenza di forma è **poco importante alle basse velocità**, mentre diventa la **principale fonte di resistenza alle alte velocità**, per questa ragione la resistenza di forma è il primo nemico da battere per chi produce apparecchi ad alta velocità, mentre può essere quasi ignorata da chi progetta apparecchi a bassa velocità.

### RESISTENZA DI ATTRITO

È la resistenza dovuta all'attrito dell'aria che 'sfrega' sulla superficie della vela. Si sarebbe quindi portati a credere che una vela perfettamente liscia generi meno resistenza di attrito di una ruvida.



*Figura 3-13. Resistenza di attrito: alle nostre velocità ha un effetto trascurabile.*

Questo fatto, specie alle bassissime velocità tipiche del Volo Libero, non è del tutto vero. Anzi, molte vele presentano piccolissime corrugazioni, a distanza regolare le une dalle altre, e vantano una riduzione della resistenza di attrito, come mai?

In queste vele l'aria resta addirittura 'intrappolata' tra le corrugazioni e (almeno in teoria) non scorre affatto sulla vela, ma forma piuttosto un sottilissimo cuscinetto solidale con il movimento dell'ala. La restante aria scorre sopra questo cuscinetto, incontrando meno attrito di quanto ne incontrerebbe scorrendo su di una superficie 'solida', per quanto liscia (Fig. 3-13).

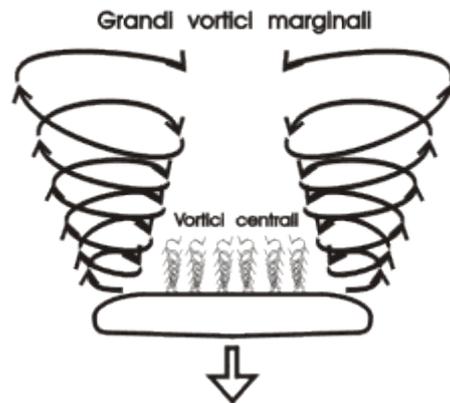
La resistenza di attrito, tuttavia, è di gran lunga la meno rilevante, specie alle nostre velocità.

### **RESISTENZA INDOTTA**

È il **principale nemico da battere per** i progettisti di apparecchi a bassa **velocità** (come le ali da Volo Libero).

Per comprendere di che si tratta pensiamo ad un transatlantico: nella sua scia si notano enormi mulinelli di acqua. Per mettere in movimento quelle tonnellate di liquido è stata evidentemente 'spesa' una grande quantità di energia (e dunque di carburante). Tuttavia a nessuno interessa che quei vortici esistano e la domanda 'perchè spendere energia per costituirli?' trova una sola risposta: 'perchè non si riesce a farne a meno!'. I mulinelli sono il segno evidente della resistenza indotta (o parassita) e sono anche il segno dei limiti progettuali: un progetto 'ideale' non produrrebbe alcun mulinello, ma convertirebbe in 'avanzamento' tutto il carburante (o qualsiasi altra forma di energia) disponibile.

## RESISTENZA INDOTTA



**3-14.** Resistenza indotta: è massima alle basse velocità.

Similmente, nel volo, la resistenza indotta deriva dalla formazione, nella scia di volo, di **vortici**, o più in generale, di movimenti turbolenti dell'aria, **non desiderati ma inevitabili**: è infatti la differenza di velocità tra l'aria che scorre ventralmente ad un'ala e quella che scorre sull'estradosso a generare tali vortici.

Si distinguono i piccoli **vortici centrali** (presenti lungo tutto il bordo di uscita dell'ala) ed i **grandi vortici marginali** (che si formano dietro e lateralmente alle estremità alari). La resistenza indotta è per noi di gran lunga la più importante poichè la sua influenza è massima alle basse velocità, mentre diviene, via via, meno importante alle velocità maggiori.

Riepilogando possiamo dire che, alle bassissime velocità proprie del Volo Libero, la resistenza di forma conta poco, quella di attrito ancora meno, mentre quella indotta è la 'bestia nera' contro cui si accaniscono progettisti e costruttori.

La resistenza totale (formata dalla somma dei tre tipi ora visti) è comunque **la componente della forza aerodinamica totale che si oppone all'avanzamento**; come vedremo, a parità di altre condizioni, essa varia al variare dell'angolo di incidenza.

## LA PORTANZA

La portanza riconosce una sola origine (non esistono tre tipi di portanza) e può essere definita come **la componente della forza aerodinamica totale che si oppone alla caduta**. In altre parole è la forza che consente di 'star su' a tutto ciò che vola (con l'eccezione di areostati e mongolfiere che, invece, 'galleggiano' nell'aria). Anch'essa varia, come vedremo, al variare dell'angolo di incidenza.

## IL PESO APPARENTE

Come sappiamo il peso è l'espressione della forza di gravità, ed è quindi sempre rivolto verso il centro della terra; viaggiando in discesa (lungo un piano inclinato), tuttavia, si ha la sensazione che esso sia rivolto, non più verso il basso, ma perpendicolarmente al piano inclinato stesso: questo è il peso apparente.

Nel volo uniforme esso è inferiore al peso reale (com'è logico, dal momento che ne rappresenta una componente) ma alcune manovre (virate strette, brusche cabrate dopo una picchiata) possono innalzarlo notevolmente.

Il peso apparente viene comunque definito come quella **componente del peso reale** che, durante il

volo planato uniforme, 'tira' verso il basso e leggermente all'indietro, **opponendosi alla portanza ed equilibrandola perfettamente.**

## LA TRAZIONE

Se qualche perplessità poteva esistere parlando di peso apparente (in fondo possiamo non averlo mai notato), la trazione che deriva da un piano inclinato è nota a tutti. Lasciate un'auto parcheggiata in discesa, senza i freni ben tirati, e vedrete che la stessa inclinazione del terreno trasforma il peso dell'auto in trazione: nessuno la spinge e lei se ne va... Se poi le auto sono due, una vuota ed un'altra a pieno carico, noteremo che la seconda parte molto più decisa e raggiunge una velocità maggiore in meno tempo: in altre parole il **peso si trasforma in spinta** nella macchina vuota, ed il **maggior peso si trasforma in maggior spinta** nella macchina piena.

La trazione è dunque la **componente del peso**, diretta nel senso del moto, che **opponendosi ed equilibrandosi alla resistenza**, ci permette di avanzare su un piano inclinato.

## LE VELOCITÀ NEL VOLO PLANATO UNIFORME

### VELOCITÀ DI TRIM

Un velivolo ben equilibrato, quando lasciato libero di planare in modo stabilizzato (in aria calma) senza che gli vengano impartiti comandi, volerà con un angolo di incidenza determinato dalle sue caratteristiche strutturali e di regolazione: esso scenderà, pertanto, secondo un piano inclinato costante, ad una velocità altrettanto costante; tale velocità, che varia da apparecchio ad apparecchio, è detta **velocità di TRIM** (o di regolazione).

### VELOCITÀ DI MINIMA CADUTA

Aumentando l'angolo di incidenza, l'ala rallenta, fino a raggiungere la **velocità di minima caduta**: in aria calma e a parità di quota questa velocità è quella che ci permette di **stare in aria più a lungo**. Attenzione però!

### VELOCITÀ DI STALLO

Aumentando ulteriormente l'angolo di incidenza, si supera quello critico di stallo (in termini meno tecnici si può dire che la velocità è scesa al di sotto della **velocità di stallo**) e l'apparecchio, come vedremo, non vola più.

### VELOCITÀ DI MASSIMA EFFICIENZA

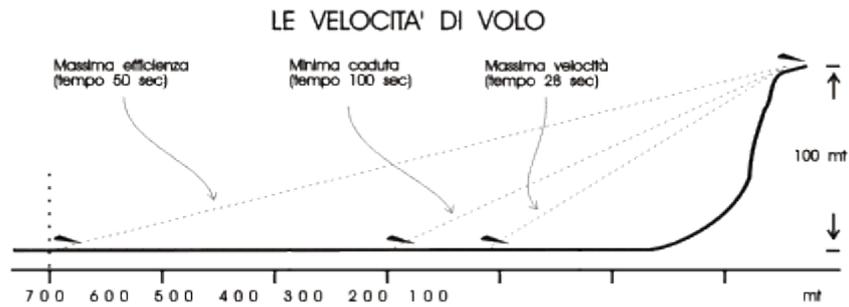
Se invece, partendo sempre dalla velocità di TRIM, riduciamo l'angolo di incidenza, l'apparecchio accelera, fino a raggiungere la **velocità di massima efficienza**: è questa la velocità alla quale diviene ottimale il rapporto tra caduta ed avanzamento, in altri termini, in aria calma, è la velocità che ci permette di **andare più lontano**.

### VELOCITÀ MASSIMA

Picchiando ulteriormente (riducendo ancora di più l'incidenza) la traiettoria diviene molto ripida, e si viaggia alla **velocità massima raggiungibile in sicurezza**.

## UN'ECCEZIONE

Come vedremo più in dettaglio nel capitolo dedicato al parapendio, questa 'macchina volante' rappresenta, anche a questo proposito, un'eccezione: esso, infatti, quando lasciato volare senza nessun intervento del pilota, procede ad una velocità vicina a quella massima raggiungibile. Tutte le altre velocità vengono quindi raggiunte incrementando l'angolo di incidenza (rallentando sempre di più l'ala stessa): si incontreranno comunque, nell'ordine, la velocità di massima efficienza, quella di minima caduta e quella di stallo.



*Figura 3-15. Tempi di volo e distanze compiute volando alle diverse velocità.*

## **LE FORMULE ED I DIAGRAMMI**

Come abbiamo visto, la possibilità di variare la velocità di un veleggiatore è legata indissolubilmente all'angolo di incidenza: perchè?

Perchè è proprio l'angolo di incidenza ad influenzare direzione ed intensità della forza aerodinamica fondamentale e, conseguentemente, delle sue due componenti, portanza e resistenza.

Quanto detto fin'ora può essere rappresentato da poche formule, apparentemente complesse ma praticamente semplici, e da tre diagrammi che possono dirci molto se li sappiamo leggere.

### **TRE FORMULE ...**

Già sappiamo che la portanza (**P**) e la resistenza (**R**) rappresentano la scomposizione della forza aerodinamica fondamentale e non ci stupiremo quindi di trovare le loro due formule praticamente identiche, essendo di fatto impossibile influenzare la portanza senza alterare la resistenza e viceversa.

$$\mathbf{P} = \mathbf{C_p} \times \mathbf{S} \times \mathbf{1/2 R_o} \times \mathbf{V^2}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{C_r} \times \mathbf{S} \times \mathbf{1/2 R_o} \times \mathbf{V^2}$$

L'efficienza (**E**) è data, invece, dal loro rapporto:

$$\mathbf{E} = \mathbf{P/R}$$

oppure

$$\mathbf{E} = \mathbf{C_p/C_r} \text{ (dal momento che tutti gli altri valori sono comuni alle due formule)}$$

Dove:

$C_p$  = coefficiente di Portanza

$C_r$  = coefficiente di Resistenza

$S$  = superficie

$R_o$  = densità dell'aria

$V$  = velocità

Già a questo punto qualche lettore potrebbe inquietarsi: infatti abbiamo più volte sottolineato l'importanza dell'angolo di incidenza e questo "signore del volo" non compare nelle formule! In realtà esso si "nasconde" dentro i due coefficienti  $C_p$  e  $C_r$ , ma portiamo pazienza ancora qualche attimo e (speriamo) tutto diverrà più chiaro.

Per ora limitiamoci ad osservare che sia  $P$  che  $R$  derivano dal **prodotto di 4 fattori**: è dunque chiaro che l'aumento di uno o più di questi farà aumentare il valore finale di  $P$  e di  $R$ .

Vediamo in maggior dettaglio, i quattro fattori:

$S$  è la superficie dell'ala e non può essere modificata in volo.

$R_o$  è la densità dell'aria. Alle nostre altezze di volo varia in modo poco apprezzabile; tuttavia, decollando da una cima di 4000 mt,  $R_o$  si farà sentire: essendo minore la densità dell'aria saranno minori anche Portanza e Resistenza, a parità di altre variabili. Si dovrà quindi correre più velocemente (e più a lungo) per generare la portanza necessaria a mettere in volo l'apparecchio.

$V$  è la velocità. Questa, comparando al quadrato, ha una notevole importanza nella formula, tuttavia, parlando del Volo Libero, bisogna sottolineare che le variazioni di velocità sono molto contenute (tra i 30 e gli 80 Km/h) a differenza di quanto accade per altri velivoli (velocità varianti da 200 a 2400 km/h). Inoltre l'unico momento in cui ci è consentito variare la velocità mantenendo invariati gli altri fattori (e soprattutto l'angolo di incidenza!) è durante la corsa di decollo, quando i muscoli delle gambe forniscono la spinta necessaria.

$C_p$  e  $C_r$  sono i coefficienti di portanza e di resistenza. Poiché gli altri elementi compaiono, identici, in entrambe le formule, il confronto tra portanza e resistenza si riduce ad un confronto tra questi due coefficienti.

Cosa sono? Sono **valori numerici puri** (es. 0.33), propri di un dato profilo alare, che **variano**, anche di molto, **al variare dell'angolo di incidenza!**

In linea di massima possiamo dire che entrambi aumentano o diminuiscono (sia pur in modo differente) all'aumentare o al diminuire dell'angolo di incidenza stesso. Per una visione più dettagliata non ci resta che tracciare queste variazioni su un pezzo di carta costruendo alcuni diagrammi.

## ... E TRE DIAGRAMMI

### DIAGRAMMA $C_p$ - $C_r$

Diciamo subito che il diagramma  $C_p$ - $C_r$  non è **un** diagramma, ma sono **due**: il diagramma  $C_p$  ed il diagramma  $C_r$ , ognuno con i suoi assi. Poiché l'asse orizzontale è identico, per comodità (qualcuno dice per pigrizia) i due diagrammi vengono di solito rappresentati insieme ma, se questo complica la comprensione, si possono benissimo esaminare separatamente.

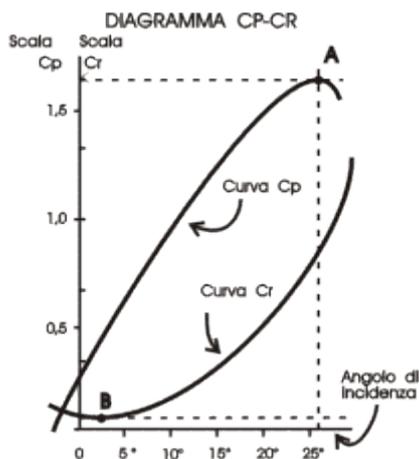


Figura 3-16. Diagramma  $C_p$ - $C_r$ .

Concentriamo la nostra attenzione su  $C_p$ .

In orizzontale poniamo gli **angoli di incidenza** "possibili", quelli compresi cioè, tra 0 (presente per

amor di teoria) e circa 30 gradi.

In verticale (ed a sinistra dell'asse) riportiamo i **possibili valori di Cp**.

A questo punto, compiendo (per ogni ala) una serie di determinazioni sperimentali (idealmente in una "galleria di vento"), potremo ricavare i dati che ci servono per disegnare la **curva di Cp**.

Scopriremo così che, volando con un'incidenza di 5 gradi, Cp vale 0,45 (e disegniamo il punto corrispondente), volando con un'incidenza di 10 gradi, Cp vale 0,80, e così via fino all'incidenza di 26 gradi che dà il massimo valore di Cp (diciamo 1,65).

Ripetiamo adesso lo stesso procedimento e ricaviamo (e disegniamo) i diversi valori di Cr, ad ogni angolo di incidenza.

Abbiamo ottenuto anche noi un doppio grafico (due in uno) che ci permette già alcune considerazioni estremamente importanti:

1. **Cp (cioè la portanza) cresce progressivamente**, con il crescere dell'angolo di incidenza, **fino al punto A**, (portanza massima che nel nostro esempio corrisponde ad un angolo di incidenza di 26 gradi); è questo l'angolo al quale l'ala vola con la velocità di minima caduta verticale.
2. **Oltre tale angolo** la portanza cala di poco e poi la curva **scompare!** In altri termini, la portanza crolla a zero e l'ala non vola più (si verifica cioè uno stallo).
3. Anche **Cr cresce**, sia pur in modo diverso, **con il crescere dell'angolo di incidenza**, ma essa non parte da zero, confermando che un corpo in movimento genera sempre un poco di resistenza.
4. **Il valore di Cr è minimo nel punto B**, che nel nostro esempio corrisponde ad un angolo di incidenza di 2,5; è questo l'angolo di attacco al quale l'ala vola alla sua **massima velocità**.

### **DIAGRAMMA POLARE**

Poichè però, variando l'angolo di incidenza variano **contemporaneamente** i valori di Cp e di Cr, e dal momento che a noi interessa soprattutto il loro rapporto (cioè l'efficienza ai diversi angoli di attacco), risulta più utile costruire un altro diagramma che riporti in verticale (ordinate) i valori di Cr ed in orizzontale (ascisse) quelli di Cp. Gli angoli di attacco vengono invece indicati **dentro al diagramma**, consentendoci di costruire la curva.

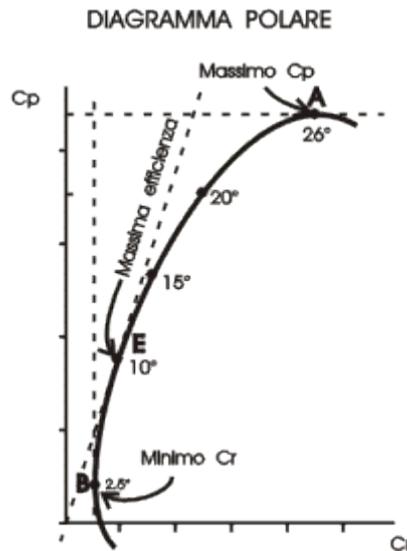


Figura 3-17. Diagramma Polare.

Ad esempio a 2,5 gradi si avrà un certo valore di Cp ed uno di Cr: nel punto di incontro tra tali valori segneremo proprio 2,5. Lo stesso faremo per 10, 15, 20 e 26 gradi, ottenendo la nostra curva. Tale diagramma è detto **polare** e rappresenta le caratteristiche aerodinamiche di una particolare ala (ali diverse hanno polari diverse).

### DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

Gli stessi angoli di incidenza possono, infine, essere riportati anche in un terzo (ed ultimo) grafico, detto delle velocità.

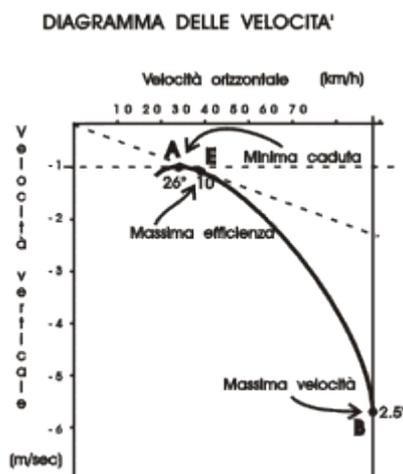


Figura 3-18. Diagramma delle Velocità.

Questo è, di solito, il diagramma meglio compreso, perchè coinvolge qualcosa di più immediata comprensione, la velocità di volo e le sue due componenti: la **velocità orizzontale** e quella **verticale**.

Poniamo dunque in orizzontale proprio la velocità orizzontale (espressa in Km/h) ed in verticale quella verticale (in metri al secondo); poichè in aria calma un veleggiatore scende (è dotato cioè di velocità verticale negativa) useremo, nel nostro grafico, la parte inferiore dell'asse delle ordinate e numeri negativi.

Quest'ultimo diagramma ha il vantaggio di dirci, per ogni data ala, **quanto avanza e quanto scende**, ad ogni possibile angolo di incidenza.

Sia sul diagramma Polare che su quello delle Velocità (che sono poi espressioni grafiche diverse dello stesso fenomeno) si possono individuare alcuni punti rilevanti:

- **Il punto A** indica il  $C_p$  massimo (è molto vicino alla velocità di stallo), corrispondente alla **velocità di minima caduta**. Il diagramma delle velocità ci dice che questo si realizza (sempre con angolo di attacco pari a  $26^\circ$ ) con una velocità orizzontale di circa 29 Km/h e con una velocità verticale (tasso di caduta) di -1 m/sec.
- **Il punto B** indica che la resistenza ( $C_r$ ) è minima con un'incidenza di  $2,5^\circ$ , corrispondente alla **velocità massima**. Nel diagramma delle velocità vediamo che questo comporta una velocità orizzontale di circa 70 Km/h con una velocità verticale (tasso di caduta) di -5,2 m/sec.
- **Il punto E** indica il miglior rapporto tra  $C_p$  e  $C_r$ , cioè la **massima efficienza**, ottenibile con un'incidenza di  $10^\circ$  (è il punto nel quale una retta che parte dall'origine è tangente alla curva). Il diagramma delle Velocità mostra che questo si realizza (sempre con angolo di attacco pari a  $10^\circ$ ) con una velocità orizzontale di circa 38 Km/h e con una velocità verticale (tasso di caduta) di -1,3 m/sec.

Vale la pena di ricordare che la velocità orizzontale è limitata dalla resistenza (alta resistenza=bassa velocità) per cui può essere espressa come **l'inverso della resistenza** stessa ( $1/C_r$ ), mentre la velocità verticale è limitata dalla portanza (alta portanza=bassa velocità verticale) per cui può essere espressa come **l'inverso della portanza** ( $1/C_p$ ).

## **RIASSUMENDO E CONCRETIZZANDO**

L'unica forma di controllo che possiamo esercitare, in volo, sull'asse longitudinale, è la variazione dell'angolo di incidenza.

Con il crescere dell'incidenza, aumentano sia  $C_p$  (fino allo stallo) che  $C_r$ : in altre parole l'apparecchio scende di meno ed avanza di meno.

Con il diminuire dell'incidenza, diminuiscono sia  $C_p$  che  $C_r$ : l'apparecchio vola più velocemente, ma scende anche di più.

## **VELOCITÀ RELATIVA ALL'ARIA O AD SUOLO**

Tutte le osservazioni fatte in tema di velocità assumevano un'aria completamente calma (quale si realizza all'alba di un giorno invernale senza vento); in queste condizioni, la velocità dell'apparecchio rispetto all'aria e la sua efficienza, coincidono con la velocità al suolo e con la efficienza-suolo.

Il discorso, ovviamente, cambia in presenza di movimenti orizzontali (vento) o verticali (ascendenze o discendenze) dell'aria.

Non dobbiamo mai dimenticare, infatti, che l'ala in volo è **solidale con il vento e non con il suolo**. Di particolare interesse pratico (oltre che teorico) è l'analisi di come varia l'efficienza-suolo nelle diverse situazioni.

## **VENTO CONTRARIO**

Se si vola controvento, la massima efficienza rispetto al terreno verrà ottenuta **aumentando la velocità**, tanto di più quanto maggiore è il vento frontale; è infatti evidente che, se la velocità di

massima efficienza del nostro apparecchio in aria calma è pari a 30 Km/h e ci troviamo a volare con un vento contrario pari anch'esso a 30 Km/h, la nostra efficienza sul terreno sarà nulla (nessun avanzamento); incrementando la velocità otterremo un avanzamento ed innalzeremo, quindi, la nostra efficienza-suolo.

Attenzione però: la polare dei deltaplani (specie di quelli meno avanzati) è tale per cui ad alte velocità la traiettoria di volo diviene molto ripida (aumenta la componente di discesa): quando l'anemometro segna una velocità di 60 Km/h, la componente orizzontale (di avanzamento) sarà sicuramente inferiore (il discorso vale ancora di più per i perpendio). Potrà quindi accadere, con venti sostenuti, di accelerare al massimo ed ottenere soltanto di incrementare la discesa, quindi, **anche per questo motivo, bisogna** assolutamente evitare di trovarsi in volo con venti superiori alla velocità di massima **efficienza dell'apparecchio** e non, come si potrebbe pensare, con venti superiori a quella massima raggiungibile (anemometrica).

### **DISCENDENZA**

In presenza di una massa d'aria discendente valgono considerazioni analoghe; anche in questo caso è **necessario accelerare** in modo direttamente proporzionale alla discendenza incontrata, ricordando anche in questo caso i problemi connessi con un aumento della velocità di discesa. In tal modo, oltre a migliorare l'efficienza-suolo, ridurremo anche il tempo di permanenza nella zona di discendenza.

### **VENTO A FAVORE**

In presenza di vento a favore la velocità di massima efficienza-suolo si avvicina a quella di minima caduta: più a lungo restiamo in volo all'interno di una massa d'aria che avanza, maggiore sarà la nostra efficienza riferita al suolo.

### **ASCENDENZA**

Anche in questo caso la velocità teoricamente migliore è quella di **minima caduta**, in modo da permanere nella ascendenza e di salire con il migliore tasso possibile.

Lo sfruttamento delle ascendenze, infatti, prevede la capacità di compiere virate ben coordinate alla velocità di minima caduta, restando all'interno della massa d'aria che sale.

## STALLO

Abbiamo visto che all'aumentare dell'angolo di incidenza aumentano sia la portanza che la resistenza fino al punto in cui i valori sono al massimo. In questa situazione solleveremo un maggior carico volando alla minima velocità. Aumentando ulteriormente l'angolo di incidenza, la portanza scende bruscamente a valori nulli. Si verifica cioè uno stallo. Questo fenomeno dipende dal fatto che i filetti fluidi che passavano veloci sull'estradosso (e che generavano la differenza di velocità alla base della forza aerodinamica) non riescono più a restare aderenti all'ala, ma si staccano dal dorso creando vortici che rallentano il percorso dell'aria stessa: non solo l'aria dorsale smette di essere più veloce, ma diviene addirittura più lenta. Il distacco dei filetti genera inoltre un brusco aumento della resistenza che arresta l'avanzamento inerziale dell'apparecchio. La portanza dunque cade a zero e l'ala non vola più. La forma del profilo alare (camber più o meno accentuato) influenza l'angolo di attacco al quale si verifica lo stallo. Un camber accentuato consentirà di volare ad angoli di attacco maggiori: con un'ala di questo tipo è possibile volare più lentamente, sviluppando maggior portanza, e quindi con un tasso di caduta minore. Tutto, però, si paga, ed un'ala più sottile, se stalla prima, offre però meno resistenza e permette quindi di raggiungere velocità massime più elevate.

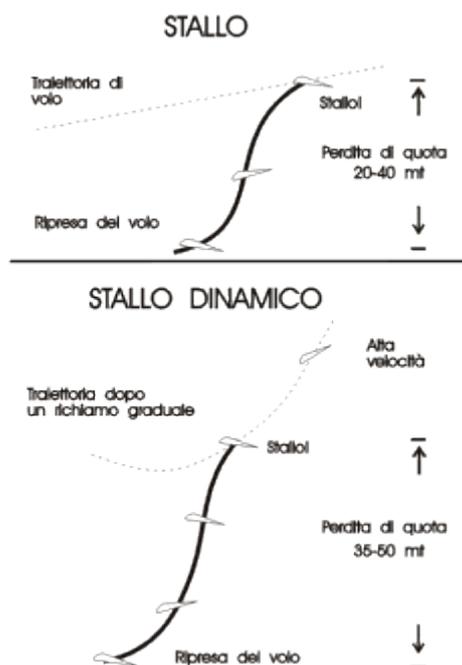


**Figura 3-19.** Lo stallo si verifica quando i filetti fluidi perdono la loro aderenza e si distaccano dall'estradosso.

## RECUPERO DALLO STALLO

Il recupero da uno stallo richiede, senza eccezioni, una **perdita di quota**: è infatti necessario, prima di poter nuovamente pilotare l'ala, che questa riprenda a volare (cioè a sviluppare portanza). Gli apparecchi da Volo Libero, sia pur in modo molto differente, tendono a recuperare da soli, perdendo però alcune decine di metri. Una trattazione più dettagliata e specifica per deltaplano o parapendio, verrà esposta parlando di tecnica di pilotaggio.

È comunque fin d'ora facile intuire che uno stallo a bassa quota (sia subito dopo il decollo, che in volo vicino ad un pendio, che in fase di atterraggio) risulta estremamente pericoloso: per tale motivo tutte le manovre di pilotaggio devono **essere sempre compiute con una sufficiente riserva di velocità** quando siamo vicino al suolo.



**Figura 3-20.** Il recupero da una posizione di stallo richiede una quota anche notevole (maggiore in seguito a stallo dinamico).

### **STALLO DINAMICO**

Lo stallo dinamico sembra fatto apposta per ricordarci che, contrariamente alle apparenze, la pura velocità non è direttamente collegata allo stallo stesso, che **dipende** invece dal **superamento dell'angolo di** incidenza critico.

Requisiti indispensabili perchè si generi uno stallo dinamico sono due:

- elevata velocità (ciò che rende praticamente immune il parapendio a questo fenomeno)
- brusco aumento dell'angolo di incidenza oltre il valore critico di stallo.

Se un velivolo stà scendendo con un angolo di attacco molto piccolo (e quindi ad elevata velocità, lungo una traiettoria molto ripida) e, improvvisamente (senza alcuna gradualità), il pilota imprime una energica cabrata superando l'incidenza critica di stallo, l'apparecchio non reagisce risalendo, ma **spancia perdendo quota** e non è più governabile fino a che non torna a volare (sviluppare portanza).

Attenzione però: la quota persa durante uno stallo dinamico è **almeno doppia** rispetto a quella persa dopo uno stallo "normale".

### **STALLO PARACADUTALE**

L'arrivo del parapendio ha costretto coloro che si occupano di aerodinamica ad affrontare un vecchio "mostro", quasi dimenticato: lo stallo paracadutale. Per ora limitiamoci a dire che esso rappresenta un passaggio dal volo veleggiato a quello paracadutato; i vecchi paracadute della seconda guerra mondiale ed i paracadute di emergenza per il volo libero sono **sempre in stallo** paracadutale: essi non sviluppano alcuna portanza, ma frenano la caduta generando soltanto una forte resistenza. Dal momento però che il parapendio è concepito per volare, lo stallo paracadutale non è il modo migliore di scendere e, anzi, comporta rischi connessi con la elevata velocità verticale che si determina.

Per una trattazione più dettagliata del fenomeno si veda il capitolo sul parapendio.

## **CARICO ALARE E FATTORI DI CARICO**

Il carico alare è semplicemente il **numero di Kg** che **ogni metro quadrato** di vela deve "portare in volo". Per conoscerlo esattamente è dunque sufficiente dividere il peso complessivo della "macchina volante" (pilota+imbrago+ala) per la superficie proiettata. I grandi carichi alari sono tipici dei velivoli estremamente veloci: è infatti necessaria una bella velocità per sviluppare una portanza dell'ordine dei quintali per mq, il tipico carico alare di un jet da combattimento.

I piccoli aerei da turismo, ben più lenti, volano con carichi alari di 50-80 Kg/mq. Non ci stupiremo, dunque, di trovare i lentissimi deltaplani e gli ancor più lenti parapendio ai livelli minimi della scala, con circa 8 e 4 Kg/mq rispettivamente.

La aerodinamica classica insegna che un maggior carico alare **protegge dalle turbolenze** (un volo in turbolenza su un DC10 senza passeggeri sarà più "duro" di un volo sullo stesso apparecchio a pieno carico). Tuttavia, proprio per la loro notevole lentezza, le ali da Volo Libero risentono meno della turbolenza rispetto a quanto questa regola lascerebbe supporre: essi, anziché attraversarla in linea retta, subendone le enormi sollecitazioni, seguono la turbolenza (ne vengono trasportati) e questo riduce di molto gli effetti negativi.

D'altro canto sono proprio la lentezza ed il basso carico alare delle nostre ali ne **limitano l'impiego a condizioni meteorologiche "tranquille"**.

Vi sono due modi per variare il carico alare, volando con una stessa ala:

- Aggiungere peso (zavorrare, trasportare un passeggero) determinando un **aumento** di carico **"costante"**;
- Compiere manovre che inducono un **aumento "temporaneo"** del carico.

## **AUMENTO "COSTANTE"**

In questo caso l'aumentato carico fa sentire i suoi effetti durante tutto il volo. La aerodinamica insegna che, su un'ala ideale (che non flette), il maggior carico alare ha l'effetto di **innalzare tutta la gamma delle velocità**, mentre non cambiano gli angoli di incidenza. Per capirci facciamo un paio di esempi.

## **ANGOLO DI INCIDENZA E VELOCITÀ DI STALLO**

Supponiamo che un'ala possa volare (sia pur pericolosamente vicina allo stallo) con un angolo di incidenza pari a 27 gradi. Tale angolo non varia al variare del carico alare, ma **varia invece la velocità** alla quale il mezzo vola con questo angolo di incidenza: quando l'ala è poco caricata volerà (tenendo l'incidenza a 27 gradi) a 30 Km/h; invece, con carico massimo (zavorra o passeggero), pur mantenendo la stessa incidenza (27 gradi), la velocità sarà di 35-40 Km/h. In nessun caso è possibile rallentare ulteriormente (cioè superare i 27 gradi di incidenza); indipendentemente dalla velocità di volo, lo stallo ci attende, sicuro come poche altre cose al mondo. Ecco perché si afferma che, **aumentando il carico alare aumenta la velocità di stallo**.

## **MASSIMA EFFICIENZA**

Supponiamo che la nostra ala ideale (che non flette) abbia un'efficienza massima di 8:1; questo significa che, volando con un angolo di incidenza opportuno (ad esempio 16 gradi), è possibile, in aria calma, avanzare di 8 metri per ogni metro di quota perduto. Come vedete non abbiamo parlato di velocità, proprio perché quest'ultima dipende dal carico alare: tenendo costante l'angolo a 16 gradi, con il minimo carico la velocità sarà di 38 Km/h, mentre a carico massimo la velocità potrà

essere di 45-48 Km/h. In entrambi i casi, però, l'angolo di incidenza (16 gradi) e la massima efficienza (8:1) non cambiano. Ecco perchè si afferma che, **aumentando il carico alare, aumenta la velocità di massima efficienza, ma non l'efficienza massima ottenibile.**

Sarà ora più chiaro il motivo per cui non è molto corretto parlare di "velocità di stallo" o di "velocità di massima efficienza": il valore esatto di tali (e delle altre) velocità dipende dal carico. Molto più esatto è il riferirsi a qualcosa che rimane costante, indipendentemente dal carico, e cioè all'angolo di incidenza!

## **AUMENTO "TEMPORANEO"**

Un discorso differente deve essere compiuto per le variazioni **temporanee** del carico alare che conseguono a manovre particolari. Quando un ala vola in volo planato uniforme e trasportando un carico "normale" (cioè compreso nei carichi indicati dal progettista), si dice che essa sta volando ad **1G**. In altri termini, la forza peso che grava sulle ali e sulla struttura è soltanto quella dovuta alla forza di gravità (da cui G, appunto). Immaginiamo ora che il nostro pilota compia una ripida picchiata e, subito dopo, una cabrata, graduale ma decisa. Esso compirà una traiettoria circolare, su un piano verticale. Ebbene, per qualche istante il nostro pilota è sottoposto anche ad una **forza centrifuga**, che si somma a quella di gravità. Il suo peso apparente dunque aumenta, e può perfino raddoppiare o triplicare, giungendo a 2 o 3 G (due o tre volte il peso dovuto alla forza di gravità). Per questo, in alcune manovre "spericolate" (ad esempio nelle spirali strette o nei wing-over), il pilota sente il proprio corpo "schiacciato" contro l'imbrago. Se potesse "pesarsi" in quel momento scoprirebbe valori di 150-250 Kg, ed anche di più. E' dunque evidente che un'ala idonea al trasporto di 100 Kg di carico deve poter comunque resistere agli aumenti di peso apparente che un volo può comportare. Ecco quindi che, i costruttori, parlano di G: un'ala certificata per sopportare **6 G** può dunque sopportare **6 volte il peso massimo trasportabile**. 6 G sono in genere più che sufficienti nel Volo Libero, dal momento che l'uomo, senza strumenti particolari e senza allenamenti specifici, sopporta con difficoltà accelerazioni di 4 G e, a 5 G, perde conoscenza. Un aumento di peso apparente, come vedremo, si verifica anche durante la virata, e tale aumento è proporzionale alla velocità ed alla inclinazione (maggiore velocità e maggiore inclinazione=maggiore aumento di G).

## LA VIRATA COORDINATA

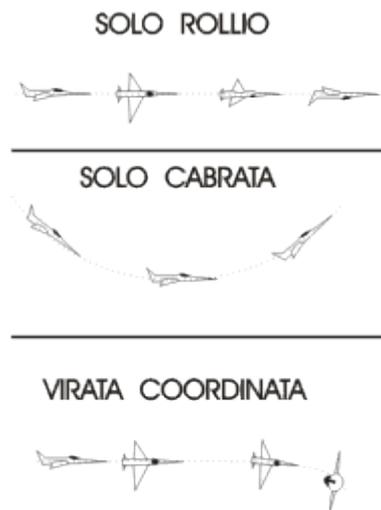
Più ancora che nel volo rettilineo, in virata diventano notevoli le differenze di comportamento tra le ali leggere (deltaplani e parapendio) ed i più tradizionali velivoli (alianti ed aerei); tuttavia, anche in questo caso, solo una buona conoscenza delle regole generali potrà permetterci di comprendere cosa avviene nei casi particolari rappresentati dal Volo Libero.

Spesso chi è digiuno di volo è portato a pensare che per compiere una virata sia sufficiente inclinare l'apparecchio (metterlo in rollio) dalla parte desiderata. In alternativa (ed altrettanto erroneamente) si può ritenere che le virate possano essere controllate, negli aerei, spostando il timone di direzione (quello posto verticalmente sulla coda). Per rendersi conto di quanto questi concetti, falsamente "intuitivi", siano errati, basta pensare ad un jet acrobatico che, volando ad elevata velocità lungo una traiettoria rettilinea, esegua improvvisamente un giro completo attorno alla sua fusoliera (un rollio di 360 gradi) senza deviare di un metro la sua traiettoria. Evidentemente il **rollio da solo non determina una virata**.

In realtà, l'unico modo per ottenere una traiettoria curvilinea è quello di cabrare (con la notevole eccezione costituita dal parapendio): immaginiamo una ripida picchiata, durante la quale il nostro velivolo acquista una notevole velocità; se il pilota cabra progressivamente, la sua traiettoria, vista di fianco, diviene curvilinea e l'ala tende a risalire verso l'alto. Piloti esperti, al comando di apparecchi idonei (alianti od aerei acrobatici), sono in grado di compiere un giro della morte (il famoso looping che, nei casi meglio riusciti, è un cerchio perfetto!). Quindi, **cabrando** durante un volo rettilineo, si ottiene una **curva diretta verso l'alto**.

Per ottenere una curva verso destra si dovrà allora:

1. disporre in un certo margine di velocità (la virata richiede maggiore velocità rispetto al volo rettilineo);
2. mettere l'ala in rollio verso destra;
3. cabrare



*Figura 3-21. Il semplice rollio non determina una virata: è necessario anche cabrare.*

Dopo questa prima "spiegazione empirica", entriamo in maggior dettaglio nei "segreti" della virata coordinata.

## EQUILIBRIO DELLE FORZE DURANTE LA VIRATA

In una virata coordinata le due operazioni (rollio e cabrata) non sono in successione, ma vengono attuate pressochè contemporaneamente. Tuttavia, per semplicità, nella descrizione che segue, immaginiamo di poter spezzare le diverse fasi della virata in momenti successivi, ed esaminiamo cosa accade alle forze in gioco, momento per momento.

### PRESA DI VELOCITÀ (IN VOLO RETTILINEO UNIFORME)

Le ragioni che richiedono una certa riserva di velocità prima di entrare in virata sono numerose, e giocano ruoli differenti nei diversi velivoli.

1. In virata l'ala interna vola **più** lentamente e ad un maggior angolo di **incidenza** rispetto a quella esterna (e dunque più lentamente della velocità media dell'apparecchio): una riserva di velocità servirà a garantire (specie sui velivoli lenti) che anche l'ala interna resti al di sopra della velocità minima di sostentamento (o, se preferite, che l'angolo di incidenza resti inferiore a quello di stallo).
2. Durante la virata si determina, come vedremo, un **aumento del peso apparente** (dovuto al generarsi della forza centrifuga). Il maggior carico alare determina un aumento di tutte le velocità, compresa quella minima di sostentamento, ed è quindi indispensabile premunirsi di un po' di velocità in più.
3. Alle basse velocità gli apparecchi **rispondono più lentamente** (con un maggior tempo di latenza); una presa di velocità renderà più semplice e più controllabile la messa in rollio dell'apparecchio stesso.



*Figura 3-22. La cabrata ha l'effetto di riequilibrare le forze impedendo la scivolata d'ala.*

Dal momento che esiste una proporzionalità tra raggio di virata, inclinazione dell'apparecchio e velocità necessaria, diventa possibile stabilire queste (forse troppo semplici) regole:

- desiderando compiere una virata ampia, non sarà necessario inclinare troppo l'ala, né acquisire una forte riserva di velocità;
- desiderando compiere una virata stretta, si dovrà inclinare notevolmente l'apparecchio e la riserva di velocità (da acquisire prima del rollio) dovrà essere sostanziosa.

Torniamo ora al nostro velivolo (che ha già acquisito la velocità necessaria per la successiva virata) esaminandolo da dietro. Ritroviamo, paro paro, le due forze fondamentali (forza aerodinamica e forza peso), allineate e contrapposte. Pensiamo ora alle loro componenti: quelle verticali (portanza e peso apparente) coincidono perfettamente (in questa prospettiva) con la portanza e con il peso, mentre non siamo più in grado di distinguere le componenti "orizzontali" (resistenza e spinta) che, per fortuna, non ci interessano granché in questa fase.

## **ROLLIO**

Quando l'apparecchio si inclina, la portanza (che è sempre perpendicolare ai piani alari) si inclina anch'essa. **Il peso invece no**: esso è sempre rivolto verso il basso, rispondendo al richiamo di madre Terra.

Le forze non sono più equilibrate e, scomponendo la portanza secondo due assi, uno verticale ed uno orizzontale, ci accorgiamo che:

1. la **componente verticale** della portanza (inferiore rispetto alla portanza stessa) **non basta più** a controbilanciare esattamente il peso; l'apparecchio tenderà quindi a **scendere maggiormente**;
2. esiste una forza, diretta verso l'interno della virata, che **non è in alcun modo controbilanciata**: si tratta della **forza centripeta** (=verso il centro) che determinerà uno spostamento dell'apparecchio, appunto verso il centro.

Quindi, per effetto di tale sbilanciamento, l'apparecchio posto in rollio, tende a "cadere" verso il basso e verso l'interno: in altri termini si è generata una **scivolata d'ala!**

## **CABRATA IN VIRATA**

Vediamo ora cosa accade se, oltre a porre l'ala in rollio, eseguiamo una cabrata:

- la traiettoria, come abbiamo visto prima, diviene **circolare**, e si genera dunque una forza che è sempre presente in questo tipo di movimento: la **forza centrifuga** (=che fugge dal centro). La forza centrifuga ha, sul peso, due effetti: determina un **aumento del peso apparente** (freccia più lunga) e, soprattutto, lo **riallinea alla portanza**;
- il peso, una volta "riallineato", può essere anch'esso scomposto in due forze, una diretta verso il basso (**componente verticale del peso**) ed una verso l'esterno (chiamata semplicemente **forza centrifuga**);
- la cabrata stessa (che è un aumento dell'angolo di incidenza) determina un **aumento di portanza** che compensa esattamente l'aumento di peso apparente.

Le quattro forze appena considerate **si bilanciano a due a due**: la componente verticale della portanza è ora sufficiente a controbilanciare il peso reale, mentre la neonata forza centrifuga controbilancia la forza centripeta.

Il magico risultato è una virata coordinata, senza scivolata, che genera l'impressione di essere "appesi" al cerchio che l'ala disegna nel cielo; se la virata è accentuata diventerà ben percepibile

anche l'aumento di peso apparente e potremo sentirci maggiormente "incollati al sellino", o meglio all'imbrago.

### **PRESA DI VELOCITÀ PER IL RIENTRO DALLA VIRATA**

Ma come, penserà qualcuno, se per iniziare una virata bisogna accelerare, per uscirne si dovrà rallentare, o no? **No!**

Non dimentichiamo, infatti, che dopo la presa di velocità, abbiamo anche effettuato una cabrata (aumento dell'angolo di incidenza) e quindi, un ritorno alla orizzontalità con un angolo di incidenza troppo elevato, potrebbe farci trovare di colpo in **pieno stallo**: è dunque indispensabile picchiare leggermente per tornare ad un angolo di incidenza compatibile con il volo rettilineo uniforme.

Inoltre, anche in questo caso, la velocità si traduce in una maggiore maneggevolezza, che renderà più semplice ripristinare l'orizzontalità dell'apparecchio.

### **ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO**

Rimandando ai rispettivi capitoli la trattazione specifica del recupero degli errori in deltaplano o in parapendio, limitiamoci per ora a comprendere le cause aerodinamiche delle due situazioni che si verificano: la scivolata d'ala e lo stallo d'ala.

#### **SCIVOLATA D'ALA**

Della scivolata d'ala e delle cause che la determinano abbiamo già parlato: si tratta di un rollio non sufficientemente "compensato" dall'aumento di incidenza (insufficiente cabrata in rollio). Essa è determinata da due forze (forza centripeta e prevalenza della forza peso) che, non essendo controbilanciate, determinano una "caduta" dell'ala verso il basso ed all'interno. Il recupero, almeno teoricamente, è semplice: **cabrare!**

#### **STALLO D'ALA**

Al contrario, se la cabrata in virata è eccessiva (oppure se non disponevamo di una riserva sufficiente di velocità prima di iniziare il rollio) accade che l'ala interna entra in stallo, mentre quella esterna continua a volare. Lo stallo d'ala, drammaticamente noto ai piloti con il nome di "vite", è una **condizione che si automantiene**: l'ala che vola, rimasta la sola a sopportare tutto il peso, è infatti maggiormente caricata ed **accelera ulteriormente**, esasperando il movimento rotatorio. D'altro canto tutti i tentativi di risollevare l'ala stallata non possono avere successo, dal momento che, proprio perchè in stallo, non risponde ai comandi con variazioni di portanza.

La soluzione è dunque soltanto una: **prima rimettere in volo** l'ala stallata e **solo successivamente** ripristinare l'orizzontalità.

Per fare questo si punta la chiglia dell'apparecchio **verso il basso** (picchiando) e **verso l'interno** (e non l'esterno!) della curva, fino a che l'aria riprende a scorrere su entrambe le ali (fine della rotazione). **Soltanto a questo punto** diviene possibile controllare di nuovo l'apparecchio e fargli fare ciò che desideriamo. È utile sottolineare che qualsiasi altro tentativo (ad esempio rallentare o virare in senso contrario alla vite) ottiene l'unico risultato di caricare ulteriormente l'ala che già vola, peggiorando la situazione.

## EFFETTO SUOLO

Con questo termine si esprime un fenomeno preciso: il notevole **aumento di efficienza** che si osserva volando **molto vicini al suolo** (cosa che ai veleggiatori accade soltanto in decollo e, soprattutto, in atterraggio).

Se l'efficienza è data dal rapporto tra portanza e resistenza, due sono le possibilità perchè essa aumenti: o aumenta la portanza oppure si riduce la resistenza. Ebbene, in prossimità del suolo non accade nulla che possa suggerire un aumento di portanza, quindi l'effetto suolo dipende da una **riduzione della resistenza**. Effettivamente, in prossimità del suolo, la **resistenza indotta** (proprio il tipo di resistenza che si fa sentire alle basse velocità) **diminuisce drasticamente**: questo dipende dal fatto che la formazione dei vortici non può avere luogo, in modo completo, proprio per la vicinanza del terreno. In termini pratici, l'effetto suolo, già percepibile a 8-10 mt da terra ed evidente a 3-5 mt, **allunga la traiettoria** di atterraggio, anche di parecchi metri, rispetto a quella prevedibile in assenza di tale effetto.

Per la notevole distanza tra ala e pilota, il parapendio risente solo marginalmente di tale effetto.



*Figura 3-23. L'effetto suolo "allunga" notevolmente la traiettoria finale durante l'atterraggio*

## **VOLARE LENTISSIMI E L'ALLUNGAMENTO**

Confrontando i primi deltaplani e i primi parapendio con quelli attuali si nota che è andato progressivamente crescendo l'allungamento. Perché?

Perché un'ala allungata è **più efficiente alle basse velocità** rispetto ad un'ala tozza. Supponiamo di voler costruire un'ala dotata di 20 mq di superficie. Abbiamo, ovviamente, molte possibilità progettuali e consideriamone due agli antipodi (Fig. 3-24):

- un'ala di 5x4 metri (allungamento= $5/4=1,25$ )
- un'ala di 1x20 metri (allungamento= $20/1=20$ )

Queste due ali avranno polari molto differenti (avranno cioè valori di  $C_p$  e  $C_r$  molto diversi tra loro), ma non è detto che una sia senz'altro migliore dell'altra. Limitiamo le nostre considerazioni alla resistenza offerta all'aria. La resistenza di forma è di gran lunga superiore nell'ala più allungata (che espone al vento una superficie molto maggiore: una "lista" lunga ben 20 metri): questo significa che tale ala è **penalizzata alle alte velocità**, quando la resistenza di forma fa sentire fortemente il suo effetto.

Al contrario la **resistenza indotta è molto inferiore nell'ala allungata** che offrirà dunque sensibili vantaggi nelle condizioni in cui la resistenza indotta fa sentire i suoi effetti massimi: vale a dire alle **basse velocità**.

In altre parole, progettando un'ala per le basse velocità tenderemo di ridurre la resistenza indotta, anche a costo di "sovraccaricare" la sua resistenza di forma (i cui effetti dannosi non sentiremo mai in pieno, poichè l'ala non volerà mai sufficientemente veloce).

Già sappiamo che ridurre la resistenza, a parità di portanza, significa incrementare l'efficienza: è proprio questo l'obbiettivo dei costruttori di ali (lente) molto allungate.

Una volta capito il trucco si potrebbe esagerare: tenendo buono l'esempio di cui sopra, potremmo costruire un'ala di 200 mt x 10 cm (superficie 20 mq, allungamento= $200/0,10=2000$ ). Questo esempio, volutamente irrealizzabile, è molto utile nel chiarire i limiti di un eccessivo allungamento, che sono due: uno strutturale ed uno connesso alla manovrabilità.

Il limite strutturale dipende dal fatto che le semiali lunghe trasmettono alla struttura portante le sollecitazioni ricevute, amplificandole secondo il noto principio delle leve. Una sollecitazione sull'estremità alare di un apparecchio molto allungato si traduce in uno sforzo strutturale molto maggiore rispetto a quella di un apparecchio più tozzo.

Il limite di manovrabilità, sempre presente, si manifesta in modo differente a seconda del tipo di pilotaggio:

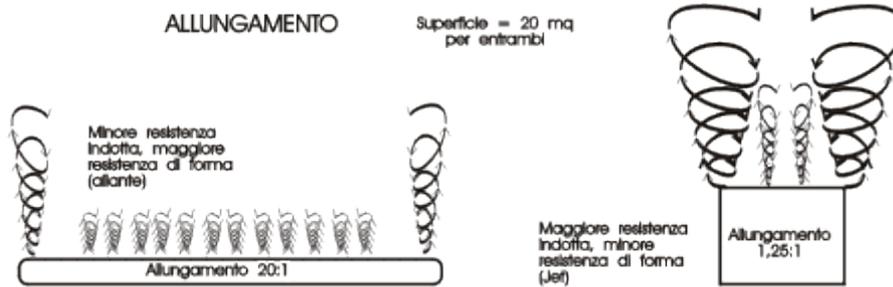
- nei deltaplani, che si pilotano a spostamento di peso, aumentare l'allungamento significa ridurre, in modo relativo, le possibilità di spostamento del peso del pilota. Se il pilota può spostarsi, al massimo, di 160 cm. significa che ha un'escursione pari al 20% di un'ala con apertura di 8 metri, ma solo del 5% se l'ala ha apertura di 32;
- esasperare l'allungamento significa aumentare la differenza di velocità tra le estremità alari in virata. Poichè il parapendio è, in assoluto, la "macchina volante" più lenta, è anche quella che rischia maggiormente di trovarsi, in virata, con un'ala "troppo lenta" se non addirittura ferma (specie se l'ala è stata progettata in modo da inclinarsi il meno possibile durante una virata).

Da ultimo una possibile (ma errata) obiezione: come mai gli alianti, molto più veloci di noi, sono ancora più allungati? Non avrebbero convenienza, data la loro velocità massima (oltre 250 Km/h)

ad avere forme più "tozze"?

No! Prima dell'avvento del Volo Libero gli alianti erano di gran lunga i velivoli più lenti, e lenti rimangono, secondo i criteri dell'aerodinamica.

Noi siamo lentissimi. Saremmo quindi noi a doverci "allungare" ancora di più rispetto ad un aliante, ma i limiti sopra esposti lasciano presagire che, salvo "miracoli progettuali" siano già stati raggiunti i limiti massimi di allungamento.



**Figura 3-24.** L'allungamento riduce la resistenza indotta: tale effetto è particolarmente rilevante per gli apparecchi che volano a basse velocità.

## Capitolo 4 – CENNI DI METEOROLOGIA

### CONSIDERAZIONI GENERALI

L'atmosfera che circonda la terra è un'enorme massa di gas, sempre in movimento, dai capricci della quale dipendono cose importanti come inondazioni o siccità, ma anche cose più "banali" come un'altra domenica di pioggia oppure uno stupendo giorno di volo.

La meteorologia osserva e studia queste masse gassose con lo scopo di comprenderne i meccanismi e di prevederne le evoluzioni.

Più precisamente è possibile distinguere quattro "discipline", fortemente connesse, che si occupano di argomenti differenti.

La **meteorologia vera e propria**, che studia i movimenti delle grandi masse, è quella più nota: effettua previsioni a livello mondiale o continentale, può dirci molto sull'evoluzione generale del tempo, ma poco o nulla su ciò che accade in singole località.

Più interessante, per noi, è l'**aerologia**, che si occupa di masse d'aria più piccole (fino a qualche chilometro) e ne studia il comportamento in condizioni particolari (interazioni tra vento e rilievi, formazione dei singoli cumuli, eccetera).

Scendendo ancora incontriamo la **microclimatologia**, che studia gli strati più bassi dell'aria (fino a qualche decina di metri dal suolo): come vedremo è la microclimatologia che ci spiega come e perchè si formano e si distaccano le termiche, come mai esistono le brezze di valle e di mare, e così via.

Infine, cambiando registro, esiste la **climatologia**, che si riferisce invece a regioni o nazioni specifiche delle quali studia le particolarità tipiche delle zone considerate. È molto importante anticipare che, per il vololibrista, esistono (almeno) due differenti ragioni per studiare la meteorologia globalmente intesa: sicurezza e praticità.

### SICUREZZA

La prima è connessa con la **sicurezza del volo e con la sopravvivenza stessa del pilota**.

Come abbiamo già visto, infatti, le ali da Volo Libero hanno raggiunto un grado di sicurezza strutturale più che soddisfacente per l'impiego cui sono destinate. Non possono, però, essere considerate "sicure in assoluto" (nemmeno un Boeing in un forte temporale lo è). Consentono invece di volare in un ambito preciso e definito di condizioni meteorologiche e aereologiche, che bisogna pertanto conoscere bene.

Anticipiamo subito quali condizioni **non sono compatibili** con il Volo Libero:

- venti (sinottici o locali) superiori alla velocità di massima efficienza dell'ala;
- forti turbolenze e disordinati moti verticali (rotori, zone di sottovento, cascate d'aria dei ghiacciai, eccetera);
- pericolo di degenerazione temporalesca (cumuli ad elevato sviluppo verticale, cumulonembi in formazione od in vista, arrivo di perturbazioni veloci).

### PRATICITÀ

La seconda ragione per studiare la meteorologia, invece, è connessa con **aspetti di praticità**: è un peccato preparare un bel volo e recarsi al decollo per poi accorgersi che le possibilità sono scarse o

inesistenti. Si tratta dunque della **capacità di prevedere il tempo**: da questo punto di vista la meteorologia può dirci molto, ma non tutto; in particolari momenti il nostro ambiente è ancora imprevedibile, ed in larga misura impreveduto; tuttavia, armati delle poche nozioni esposte qui di seguito, leggendo spesso le cartine bariche ed osservando l'evoluzione delle giornate, chiunque può conoscere meglio le condizioni meteo della sua zona e ridurre notevolmente il numero di "errori" di valutazione (in altre parole ci si può costruire una certa reputazione agli occhi del vicino di casa medio).

## CONCETTI UTILIZZATI NEL CAPITOLO

Come già facemmo per l'aerodinamica, anche per lo studio della meteorologia dobbiamo acquisire una serie di definizioni e di termini prima di poter entrare nel "vivo" della materia.

### **PRESSIONE**

L'abbiamo conosciuta in aerodinamica e diremo solo che quella **atmosferica** ha un valore medio di **760 mm di Mercurio (mm/Hg)**, quando misurata sul livello del mare. Nel 1914 si introdusse il millibar (mb): i 760 mm Hg corrispondono a **1013 mb** (per passare dalla prima alla seconda misura basta applicare un fattore di 4/3). Più recentemente ha fatto la sua comparsa un'altra (e speriamo ultima) unità di misura, che ha valore internazionale: il **Pascal (Pa)**. Siccome si tratta di un'unità "piccola", viene usato l'**ectopascal (hPa)** pari a 100 Pascal. Per fortuna **1 ectopascal corrisponde ad 1 millibar**, e le conversioni sono dunque molto semplici.



*Figura 4-1. La pressione atmosferica esercita il suo effetto su tutte le superfici.*

Lo strumento che misura la pressione è il **barometro**, il cui funzionamento è trattato nel capitolo che parla degli strumenti di volo (l'altimetro è un barometro!).

### **TEMPERATURA**

La temperatura esprime l'**energia cinetica** delle molecole di un corpo e si manifesta con le sensazioni di caldo e di freddo note ad ognuno di noi.

Consideriamo un pezzo di ferro. Esso, contrariamente alle apparenze, è formato da numerosissimi "pezzettini" in continua agitazione. La temperatura misura proprio questa agitazione. Immaginiamo che i "pezzettini" siano assolutamente immobili: la temperatura sarà un bello **zero assoluto** (pari a circa -273 gradi centigradi); questa temperatura, per noi impossibile anche da immaginare, è molto più diffusa di quanto si pensi: negli enormi spazi interstellari fa, infatti, piuttosto freddo.

Noi terrestri, che riceviamo calore sia dal sole che dal centro della terra, siamo abituati a

temperature ben superiori e preferiamo utilizzare una scala diversa da quella assoluta: la **scala Celsius**, che misura la temperatura in **gradi centigradi**.

Arbitrariamente abbiamo stabilito che, la particolare temperatura alla quale l'acqua gela vale 0 gradi centigradi (0° C), mentre quella alla quale la stessa acqua entra in ebollizione vale 100° C.

Come già visto per la pressione, anche per la temperatura si può parlare allora di valori negativi (inferiori a 0° C) o positivi (superiori a 0° C).

Anche se, dalla scoperta del fuoco, siamo diventati dei maestri nel trasferire calore (scaldare corpi freddi, raffreddare corpi caldi), non tutti sanno con precisione in quali modi differenti (ben 4) il calore può trasferirsi da una zona all'altra o da un corpo all'altro.

## LE 4 MODALITÀ DI TRASMISSIONE DEL CALORE

### Radiazione o irraggiamento

Si tratta del trasferimento di calore per mezzo di raggi ondulatori, in particolare ricordiamo che sono i **raggi infrarossi** quelli responsabili degli effetti termici della luce solare. La terra viene riscaldata dal sole per irraggiamento.

### Conduzione

È il trasferimento di calore per **contatto diretto** tra corpo caldo e corpo freddo. La carne nella padella si scalda per conduzione, ma anche l'aria che giace, immobile, su una superficie più calda (campo arato) acquista calore per conduzione.

### Convezione

È il trasferimento di calore per mezzo di **correnti verticali**. In una pentola d'acqua gli strati bassi si scaldano per conduzione (contatto con il fondo della pentola); a questo punto iniziano a salire e scaldano, mischiandosi ad essi, gli strati alti; questa è la convezione (è evidente che il trasporto di calore per convezione può essere effettuato solo da fluidi, siano essi liquidi o gassosi, ma non da solidi). In una giornata con intensa attività termica, gli strati di aria al di sopra dei 20-30 metri dal suolo si scaldano per convezione.

### Avvezione

È concettualmente simile alla convezione, ma si verifica in orizzontale anziché in verticale. Se nella convezione il trasporto del calore avviene perché gli strati più caldi tendono a salire, l'avvezione necessita di una forza laterale che sposti le masse d'aria a diversa temperatura. Tale forza è il vento, che può quindi trasferire calore da una parte all'altra della superficie terrestre.





Figura 4-2. Le quattro modalità di trasmissione del calore.

Lo strumento che misura la temperatura è il **termometro**, che sfrutta la proprietà che le sostanze hanno di dilatarsi con il calore e di contrarsi con il freddo.

### "LEGAMI" TRA PRESSIONE E TEMPERATURA

Lo studio della fisica dei gas ha dimostrato che queste due grandezze sono strettamente interdipendenti: **comprimendo** un gas questo **si scalda**, mentre alleggerendo la pressione (**dilatandolo**) **si raffredda**. Pensiamo alla pompa per biciclette, nella quale avvengono successive compressioni (ad ogni pompata): l'aria si scalda e scalda la pompa (come sa chiunque abbia mai gonfiato in questo modo una gomma).

Naturalmente vale anche il contrario: **riscaldando** un gas **aumenta** la sua pressione e **raffreddandolo** questa **diminuisce**.

Questo semplice rapporto è **fondamentale** per la comprensione dei fenomeni termici, in aerologia.

### UMIDITÀ (dell'aria)

L'acqua, come sappiamo, esiste in tre stati: solido (il ghiaccio), liquido (l'acqua appunto) e gassoso

(il vapore acqueo). Vale forse la pena di sottolineare che il vapore acqueo è un gas trasparente e, per tale motivo, **invisibile**; le nubi, dunque, non sono fatte di vapore acqueo: **erano** vapore acqueo, ma sono diventate acqua o ghiaccio (sottoforma di minuscole goccioline sospese) e sono quindi diventate visibili.

L'aria che ci circonda contiene sempre, sia pur in misura maggiore o minore, del vapore acqueo; infatti, se il passaggio tra acqua e ghiaccio (congelamento) avviene soltanto a temperature molto prossime allo zero, il passaggio tra acqua e vapore acqueo (evaporazione) **avviene a tutte le temperature** (i panni stesi si asciugano senza bollire!).

L'umidità dell'aria indica proprio la **quantità di acqua**, sotto forma di vapore acqueo, che è contenuta nell'aria in un dato momento.

La capacità dell'aria di "contenere" vapore acqueo non è però costante, ma **varia con la temperatura** (a dire il vero varia anche con la pressione, ma per il momento possiamo ignorare questo fatto): **l'aria calda riesce a contenere più vapore acqueo di quella fredda**. Cosa succede comunque quando l'aria, ormai troppo "piena" di vapore acqueo (si dice satura), non riesce a "contenerne" dell'altro? Succede che il vapore acqueo di troppo condensa, tornando acqua.

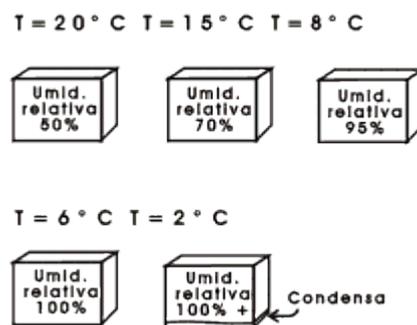
Proprio per il fatto che l'aria è in grado di contenere quantità anche molto diverse di vapore acqueo si utilizzano due parametri (anzichè uno solo) per misurare l'umidità: si parla, infatti, di umidità assoluta e di umidità relativa.

## **UMIDITÀ ASSOLUTA**

È semplicemente la **quantità totale di acqua** (espressa in grammi) contenuta in una unità di aria (ad es. un metrocubo); è una definizione facile da comprendere ma, purtroppo, è meno utile di quella, più complessa, che segue.

## **UMIDITÀ RELATIVA**

Per noi più importante, ci dice quanta acqua è contenuta in una massa d'aria, esprimendola come **percentuale** rispetto al **massimo contenibile** da quella stessa aria alla stessa temperatura.



*Figura 4-3. L'umidità relativa varia al variare della temperatura.*

Come al solito serviamoci di un esempio: in una bottiglia piena di acqua per metà e chiusa con un tappo, l'acqua tende ad evaporare (cioè a trasformarsi in vapore acqueo ed a passare nell'aria sovrastante) e continua a farlo fino ad aver esaurito le capacità dell'aria di contenere ulteriore vapore acqueo. Dopo un po' di tempo, dunque, l'aria nella bottiglia diviene **satura**: la sua umidità relativa è dunque del **100%** (l'aria contiene tutto il vapore acqueo che è in grado di contenere a quella temperatura).

Durante questo processo, tuttavia, c'è sicuramente stato un momento nel quale l'aria conteneva esattamente la **metà** del vapore acqueo in grado di saturarla. A quel punto l'umidità relativa dell'aria

nella bottiglia era del **50%** (l'aria conteneva cioè la metà del vapore acqueo che poteva contenere a quella temperatura).

Bene, ora vediamo la cosa da un secondo punto di vista. Immaginiamo di avere, nella solita bottiglia, soltanto aria con umidità relativa del 50% e che la temperatura della bottiglia (e dell'aria) sia di 30 gradi. Dal momento che non c'è altra acqua disponibile l'umidità relativa non varia, a patto che non si cambi la temperatura.

Se invece abbassiamo la temperatura si abbasserà anche la capacità dell'aria di contenere vapore acqueo: il vapore acqueo già presente costituisce ora una percentuale maggiore rispetto a quella realmente contenibile; il risultato del nostro abbassamento di temperatura è un **aumento dell'umidità relativa** (Fig. 4-3).

Continuando ad abbassare la temperatura si giunge ad un punto in cui la massima quantità di vapore acqueo contenibile diventa uguale al vapore acqueo che già c'è (e che rappresentava inizialmente soltanto il 50%). L'aria, a questo punto, è satura o, se preferiamo, la sua umidità relativa è giunta al 100%, senza che sia mai stato aggiunto vapore acqueo dall'esterno.

Per pura curiosità continuiamo ancora ad abbassare la temperatura: l'aria "non ce la fa più" nemmeno a contenere il vapore acqueo già presente, ed una parte di questo condensa, tornando acqua e diventando visibile (velo opaco sul vetro, goccioline).

Da quanto detto dovrebbe essere chiaro che, data una massa d'aria contenente una certa quantità di vapore acqueo, è **sempre possibile** trovare una temperatura (per quanto bassa) alla quale una parte del vapore acqueo condensa.

Tale temperatura viene detta **temperatura del punto di rugiada** (o, più semplicemente, **punto di rugiada**) ed è caratteristica di una particolare massa d'aria (di cui siano note temperatura ed umidità relativa).

## **CALORE LATENTE DI CONDENSAZIONE**

Focalizziamo ora la nostra attenzione su due passaggi cruciali: la trasformazione dell'acqua in vapore acqueo (evaporazione) e il suo contrario, cioè la trasformazione del vapore acqueo ad acqua (condensazione).

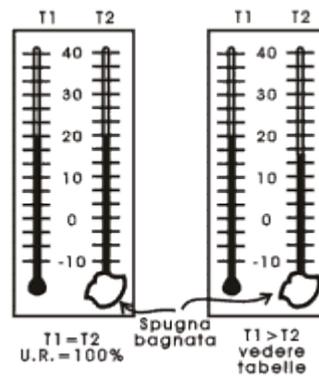
Si tratta di passaggi che **comportano sempre scambi di calore**; più precisamente: **l'evaporazione sottrae calore all'ambiente**, mentre la **condensazione lo restituisce**. Un modo (davvero molto artigianale) per conoscere la direzione del vento si fonda proprio su questo principio: si infila un dito in bocca (per inumidirlo) e poi lo si alza sopra la testa. Il vento proviene dal lato del dito che sente più freddo. Il metodo funziona proprio perchè il lato esposto al vento subisce una evaporazione più intensa e, quindi, si raffredda di più. Fin qui tutto bene, ma dov'è finito quel calore rubato al nostro dito? Apparentemente è scomparso; esso **verrà restituito** nel preciso istante in cui (chissà quando ed in quale parte del mondo) lo stesso vapore acqueo che ora si è formato, **condenserà**. Fino a quel momento è una sorta di "cambiale di calore" che il vapore acqueo deve al mondo.

Questo "calore che non c'è" viene detto **calore latente di condensazione**, ed è proporzionale alla quantità assoluta di vapore acqueo presente nell'aria.

## **MISURAZIONI**

Per misurare l'umidità assoluta si fanno passare quantità note di aria in circuiti chiusi contenenti sostanze in grado di assorbire il vapore acqueo (**igrometri**). L'umidità relativa si misura invece con lo **psicrometro igrometrico**, un nome complicato per uno strumento molto semplice: si tratta di due

normali termometri affiancati; uno dei due bulbi viene ricoperto con garza bagnata e l'acqua evaporerà in misura maggiore o minore a seconda della umidità relativa presente.



**Figura 4-4.** Funzionamento dello psicrometro igrometrico (la lettura dell'umidità relativa viene effettuata su apposite tabelle).

Evaporando sottrarrà calore al bulbo e quindi ad uno dei due termometri: se i due termometri segnano identiche temperature significa che non c'è stata evaporazione e quindi l'aria circostante è già satura (umidità relativa 100%); in caso contrario la temperatura indicata dal termometro con il bulbo bagnato sarà tanto più bassa quanto minore è l'umidità relativa presente.

## LA TERRA ED I GRADIENTI CHE CI CIRCONDANO

La Terra è una sfera, un poco schiacciata ai poli, il cui asse è lievemente inclinato: questa inclinazione dà luogo all'alternarsi delle stagioni.

La Terra viene convenzionalmente suddivisa da linee immaginarie tracciate sulla sua superficie: i meridiani ed i paralleli.

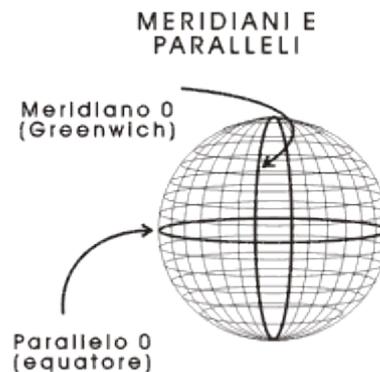


Figura 4-5. Meridiani e paralleli.

### Meridiani

Sono cerchi di uguale diametro passanti per i due poli. Hanno una stretta relazione con i fusi orari ed il meridiano di riferimento è quello passante per la stazione meteorologica di Greenwich. I meridiani determinano la longitudine.

### Paralleli

Sono cerchi paralleli (appunto) tra loro, ma di differente diametro. Il parallelo fondamentale (0) corrisponde all'equatore terrestre. I paralleli determinano la latitudine. L'Italia risulta compresa tra il 7° (ovest di Torino) ed il 18° meridiano (a est di Lecce) e tra il 47° (Trentino Alto Adige) ed il 37° parallelo (Pantelleria).

## I GRADIENTI

Il pilota di Volo Libero incontra spesso gradienti di ogni tipo e vale quindi la pena di chiarirsi bene le idee sul significato di questa parola. Gradiente (letteralmente, "avanzante") significa "che cambia in modo graduale" e, anzi, indica con precisione **di quanto** (qualcosa) cambia in modo graduale.

Il passaggio tra la casella bianca e quella nera in una scacchiera non segue un gradiente (il passaggio è netto e non graduale) mentre l'intensità della luce, all'alba, cresce secondo un gradiente definito (una certa luminosità in più per ogni minuto che passa).

È dunque evidente che il termine gradiente non può essere utilizzato da solo, ma deve essere accompagnato da qualche altro termine che ci spieghi **che cosa** "varia in modo graduale".

Si potrà allora parlare di gradienti di vento, di temperatura, di pressione, di luce, di colore, di suono e chi più ne ha più ne metta.

Il pilota di Volo Libero deve conoscerne molto bene alcuni e, più precisamente: il gradiente termico, il gradiente pressorio (o barico) ed i gradienti adiabatici, illustrati qui di seguito, nonché il gradiente di vento, di cui parleremo più avanti.

## GRADIENTE TERMICO

La terra riceve calore dal sole, i cui raggi attraversano l'atmosfera e riscaldano il suolo (lo riscaldano per irradiazione); il suolo, a sua volta, riscalda l'aria che vi poggia sopra (per conduzione); questa aria più calda sale e porta il suo calore agli strati più alti (che si scaldano quindi per convezione).



Figura 4-6. Formazione del gradiente termico verticale dell'atmosfera.

Ecco perchè, nell'atmosfera terrestre, esiste un gradiente termico verticale: l'aria è più calda negli strati bassi ed è via via più fredda negli strati più alti.

Anche se la diminuzione di temperatura varia da zona a zona e di giorno in giorno, si può affermare che, nelle zone temperate, la diminuzione media osservata è di **0,65° C ogni 100 metri**.

Questo (0,65°C/100m) è dunque il valore medio (e teorico) del **gradiente termico verticale**.

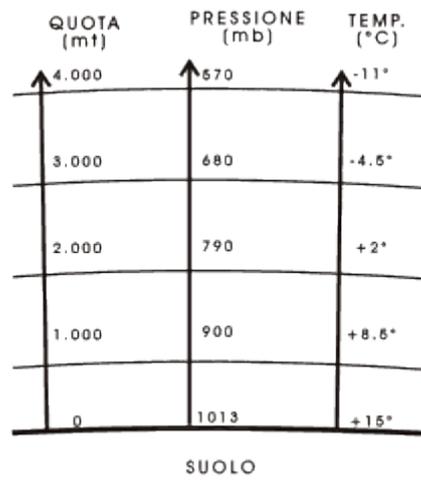
## GRADIENTE PRESSORIO (BARICO)

La pressione sulla superficie della terra è data dalla colonna d'aria che ci sovrasta; poichè man mano che ci si allontana dalla superficie resta sempre meno aria che "pesa" su di noi, è logico attendersi che la pressione diminuisca con la quota (ci venga scusata dai fisici la notevole semplificazione).

Il **gradiente barico verticale**, vicino a terra, è pari a circa **10 millibar ogni 90 metri**, ma tende a diminuire man mano che si sale.

## ATMOSFERA STANDARD

Siamo quindi riusciti ad identificare una atmosfera standard delle zone temperate (45° parallelo) che, al livello del mare, ha una temperatura di 15°C ed una pressione di 1013.2 mb (o, per i più aggiornati, hPa). Salendo attraverso questa atmosfera teorica incontreremmo i valori di pressione e temperatura riportati in figura 4-7.



*Figura 4-7. Gradiente termico e gradiente barico (pressorio) medi nei primi 4.000 metri di altezza s.l.m.*

## LA TRASFORMAZIONE ADIABATICA

Senza farci spaventare dai termini "tecnici" (per quanto ostili possano sembrare) cerchiamo di capire bene anche questo fenomeno che è alla base delle ascendenze termiche, vera manna e benedizione del volo veleggiato.

Abbiamo visto che una massa di gas (che sarà utile considerare come una bolla) può comprimersi (aumento di pressione) o dilatarsi (diminuzione di pressione), modificando di conseguenza la sua temperatura, in una parola può andare incontro a **trasformazioni** del suo stato.

Si è poi scoperto che le masse d'aria nella atmosfera subiscono queste trasformazioni **senza importanti scambi di calore con l'aria circostante**; tali masse si trasformano, dunque, in maniera **adiabatica**, dal greco *adiabathos* = "impenetrabile" (nel nostro caso al calore).

Perchè abbia inizio una trasformazione adiabatica è necessario che si generino, negli strati bassi dell'atmosfera, **differenze di temperatura fra masse d'aria vicine**. Questo tipicamente avviene quando il sole scalda una zona di terreno più di un'altra: l'aria che si trova sulla zona più calda si scalda e, soprattutto, diviene più calda dell'aria circostante.

## GRADIENTE ADIABATICO SECCO

Dal momento che l'aria calda è **più leggera** di quella fredda, la nostra fortunata massa (che prende a questo punto proprio la forma di una bolla) **inizia a salire**. Salendo però, già lo sappiamo, incontra il gradiente pressorio verticale; dovrà cioè attraversare zone con pressione via via minore. Questa progressiva diminuzione della pressione causa una dilatazione della bolla d'aria che, di conseguenza, **si raffredda sempre più**.

Per nostra fortuna il "ritmo di raffreddamento" di una bolla che risale l'atmosfera è **costante**, e vale la pena di impararlo a memoria: l'aria si raffredda di circa **1 grado ogni 100 metri**: questo valore è detto **gradiente adiabatico secco**.

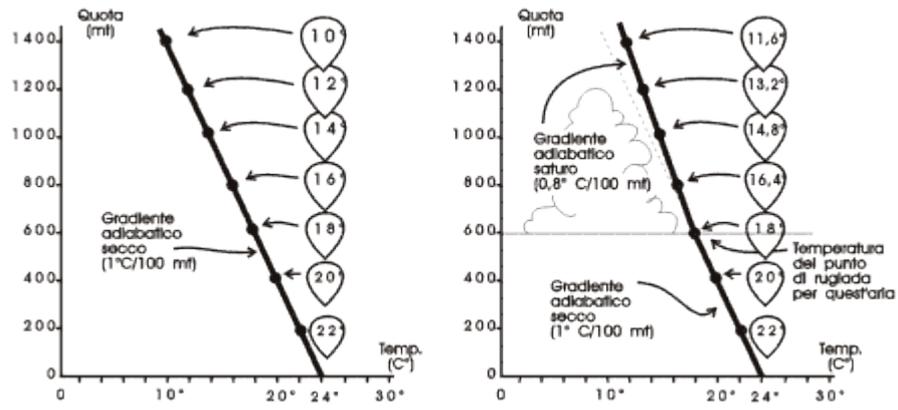
## GRADIENTE ADIABATICO SATURO

Immaginiamo ora che la bolla di partenza contenesse del vapore acqueo (facile da immaginare, visto che l'aria completamente secca non esiste dalle nostre parti); se la sua salita continua a sufficienza, la bolla (che continua anche a raffreddarsi) giungerà alla sua **temperatura del punto di rugiada** (la temperatura di saturazione per quella massa d'aria) e, continuando ancora la salita (ed il raffreddamento), parte del vapore acqueo contenuto nella bolla condenserà (ecco perchè i cumuli "segnalano" le ascendenze: ne sono la parte visibile!). Dal punto di rugiada in su, tuttavia, la condensazione continua e, piaccia o non piaccia, il vapore che si trasforma in acqua restituisce quel calore che aveva "rubato" chissà dove nel momento in cui l'acqua si era trasformata in vapore (l'ormai celebre calore latente di condensazione).

Ricapitolando, dopo l'inizio della condensazione:

- la bolla si raffredda perchè, salendo, si espande;
- la bolla si riscalda perchè, al suo interno, avviene una condensazione.

Il risultato netto è una bolla che **si raffredda meno**, cioè perde meno di 1° C ogni 100 mt. Il **gradiente adiabatico saturo** varia, infatti, tra **0,5° e 0,8° C ogni 100 mt**. A differenza del gradiente adiabatico secco (sempre costante ed imperturbabile) il valore di quello saturo dipende dalla quantità di acqua che condensa per unità di tempo; questo, a sua volta, dipende dalla Umidità Assoluta (visto che a qualcosa serve?) presente nella bolla. Per i nostri esempi tuttavia un valore vale l'altro e arbitrariamente scegliamo 0,8° C ogni 100 mt.



**Figura 4-8.** I gradienti adiabatici indicano di quanto una massa d'aria, circondata da aria più fredda, si raffredda mentre sale e si espande.

## QUANTO SALE LA BOLLA?

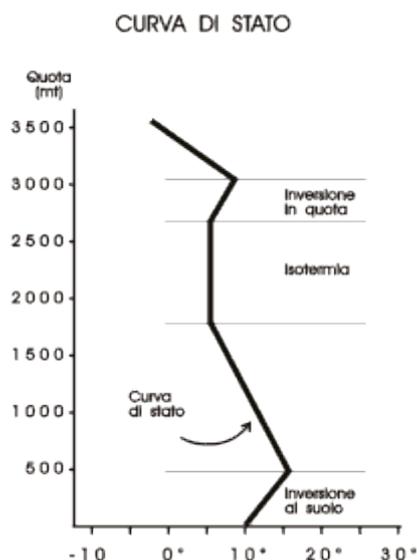
In linea teorica la nostra bolla, una volta staccatasi dal suolo, continua a salire (e a raffreddarsi) fintantoché la sua temperatura **rimane superiore** a quella dell'aria circostante (che cala anch'essa). Poi, raggiunta una zona di **pari temperatura** (zona di equilibrio termico) con l'aria circostante, essa oscilla pigramente in su ed in giù per inerzia, dopo di che **si ferma**.

È chiaro quindi che l'altezza effettivamente raggiungibile dalla bolla dipende dalla temperatura effettiva dell'aria circostante o, meglio, dal suo **gradiente verticale reale**, detto anche **curva di stato**, mentre quello medio planetario, visto prima, non ci serve più a molto.

## CURVA DI STATO

Armati di pazienza prenderemo dunque un piccolo aeroplano, appositamente equipaggiato di barometro, termometro, psicrometro ecc.. e faremo un giretto alle varie quote misurando in particolare la temperatura (questo servizio viene effettivamente svolto presso i principali aeroporti di volo a vela, ed i dati sono disponibili a richiesta). In alternativa agli aerei possono essere utilizzate delle sonde, ma una cosa è chiara: per conoscere la curva di stato in un posto ed in un certo giorno, non c'è altra possibilità che **andare e vedere**, sia pur per interposta sonda.

Con i dati in mano possiamo riportare le temperature effettivamente osservate alle differenti altezze su di un grafico: avremo finalmente ottenuto la curva di stato (valida ovviamente solo per quel giorno e per quella zona).



*Figura 4-9. La curva di stato indica come varia la temperatura al variare della quota: si notino le inversioni termiche (sia al suolo che in quota). In base alla curva di stato (rilevata giornalmente) è possibile individuare le condizioni di equilibrio dell'aria.*

## INVERSIONE TERMICA

Come ci è stato più volte ripetuto dagli studiosi dell'"effetto serra", una coltre di nubi può ritrasmettere verso il basso il calore che era in procinto di lasciare la terra. Questo significa che, in una notte limpida e serena, il calore sarà invece facilitato a lasciare il nostro pianeta. E, infatti, così è: ampie zone di pianura si raffreddano molto nelle notti di questo tipo e, raffreddandosi, raffreddano (per conduzione) anche gli strati d'aria più bassi, quelli che "vi appoggiano sopra". Può quindi accadere che l'aria, al suolo, sia addirittura **più fredda** dell'aria a 30-50 mt di quota. Questa

condizione anomala è detta **inversione termica al suolo**: per una certa altezza l'aria è più calda man mano che si sale. Da ciò che abbiamo visto è chiaro che una inversione termica significa l'**impossibilità di distacco di bolle o colonne termiche** che, appena sollevatesi, incontrerebbero aria addirittura più calda, che le ricaccerebbe giù.

Analogamente può accadere che si osservino **inversioni termiche in quota**: in questo caso il fenomeno è dovuto, in genere, alla presenza di una ampia zona di alta pressione che "pesa" sull'aria sottostante, generando un cuscinetto di sovrappressione (e quindi di maggior temperatura). Anche le inversioni termiche in quota rappresentano un limite alla possibilità di salita di una massa d'aria per motivi del tutto simili a quelli visti per le inversioni al suolo.

Nella figura 4-9 è riportata una tipica curva di stato: osserviamo che nei primi 500 mt si ha una **inversione al suolo**, poi fino a 1750 mt la temperatura cade di circa  $0,8^{\circ}\text{C}$  ogni 100 mt; tra i 1750 ed i 2700 mt si osserva una fascia di **isotermia** (la temperatura non varia); tra 2700 e 3000 mt è presente una seconda **inversione**, questa volta **in quota**, dopo di che l'aria si raffredda molto rapidamente.

## STATO DI EQUILIBRIO DELL'ARIA

Diviene a questo punto possibile confrontare la curva di stato (o almeno quei "pezzi" della curva che si riferiscono alle quote di nostro interesse, in genere da 0 a 3000 mt) con il gradiente adiabatico secco che già conosciamo (e, in un caso particolare, anche con il gradiente adiabatico saturo).

Il **raffronto** ci dirà se l'aria è in equilibrio instabile, stabile od indifferente.

### **EQUILIBRIO INSTABILE**

Molto caldo in basso, molto freddo in alto: queste sono le condizioni di equilibrio instabile, le migliori perchè si generino movimenti ascendenti; dire che in alto l'aria è "molto più fredda" che in basso, significa affermare che esiste, in quel momento ed in quel posto, un **gradiente termico verticale elevato** e comunque, (ciò che più importa) superiore ad  $1^{\circ}\text{C}$  ogni 100 mt. La nostra bolla, quindi, una volta staccatasi dal suolo, continuerà a salire indefinitamente (infatti se in partenza è di  $3^{\circ}\text{C}$  superiore all'aria circostante e, salendo, la sua temperatura cala di  $1^{\circ}\text{C}$  ogni 100 mt, mentre la temperatura dell'aria circostante cala maggiormente, la nostra bolla sarà sempre immersa in aria più fredda di lei e dunque continuerà la salita).

Si parla quindi di **equilibrio instabile** quando "la curva di stato mostra un gradiente termico verticale **superiore** a quello adiabatico secco (cioè **superiore ad  $1^{\circ}\text{C}$  ogni 100 mt**)".

### **EQUILIBRIO STABILE**

Aria, al decollo, calda quasi come quella in valle: questa è la condizione di equilibrio stabile, poco idonea al volo termico.

Ciò si verifica quando la curva di stato mostra che la temperatura dell'aria non diminuisce molto al salire della quota: è chiaro che la nostra bolla, salendo e raffreddandosi, raggiungerà (più prima che poi) una zona in cui la sua temperatura diviene pari a quella dell'aria circostante, ed interromperà quindi il suo moto ascendente.

Nell'esempio riportato in figura 4-10 ciò si verifica ad 1300 mt di altezza, quando sia la bolla che l'aria circostante hanno una temperatura di  $14^{\circ}\text{C}$ .

Si parla quindi di equilibrio stabile quando la curva di stato mostra un gradiente termico verticale **inferiore** a quello adiabatico secco (cioè **inferiore ad  $1^{\circ}\text{C}$  ogni 100 mt**)".

## EQUILIBRIO INDIFFERENTE

Esiste anche il caso in cui la curva di stato mostra un gradiente che è proprio di  $1^\circ \text{ C}$  ogni 100 mt: in queste condizioni si parla di aria in condizione di equilibrio **indifferente**. In teoria, in queste condizioni, una bolla d'aria che si stacchi dal suolo perchè divenuta di  $3^\circ \text{ C}$  più calda dell'aria circostante, continuerà a salire indefinitamente, restando sempre di  $3^\circ \text{ C}$  più calda.

## EQUILIBRIO STABILE-INSTABILE

L'aria, come sappiamo, contiene sempre un certo grado di umidità che, ad una temperatura sufficientemente bassa, condenserà, restituendo il calore latente di condensazione.

Se questo avviene (se la temperatura, cioè, si abbassa al di sotto del punto di rugiada dell'aria di quel giorno) la bolla in salita si raffredderà più lentamente, passando dal gradiente adiabatico secco al gradiente adiabatico saturo.

Si può dunque avere almeno una quarta condizione di equilibrio: l'**equilibrio stabile-instabile**.

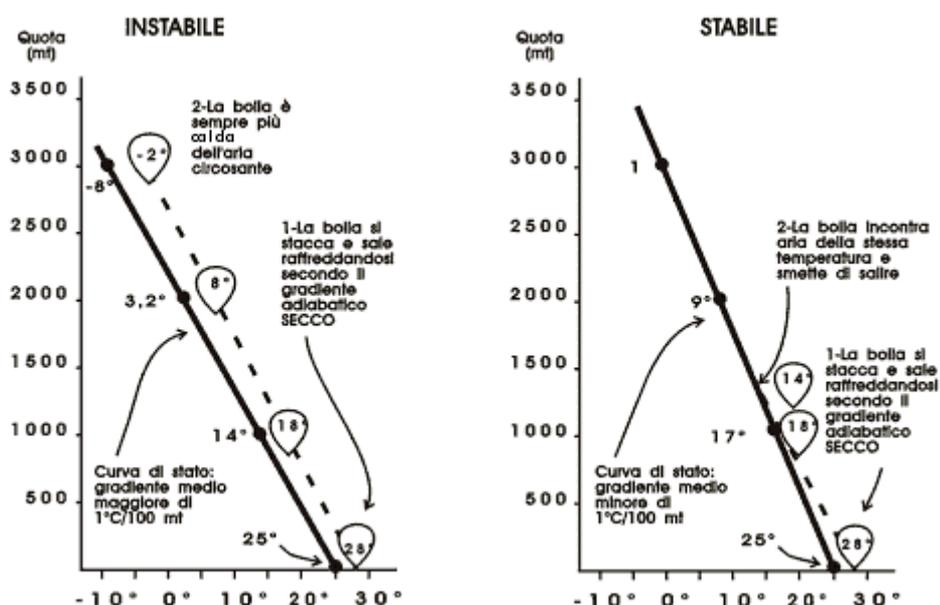


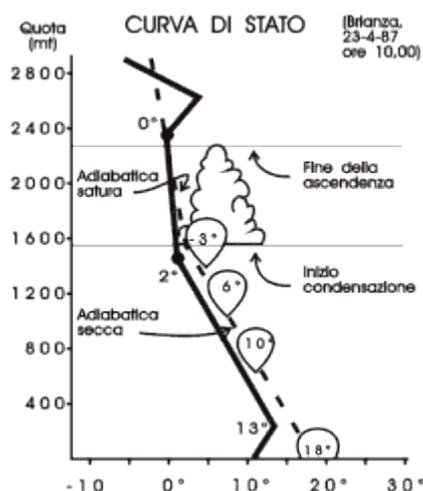
Figura 4-10. Le possibili condizioni di equilibrio dell'aria, deducibili dal confronto tra curva di stato e gradiente adiabatico secco.

Immaginiamo che la curva di stato indichi un calo di temperatura pari a  $0,9^\circ \text{ C}$  ogni 100 mt. Tale gradiente è inferiore a quello adiabatico secco (quindi l'equilibrio è stabile), ma superiore a quello adiabatico saturo (da  $0,5^\circ$  a  $0,8^\circ \text{ C}$  ogni 100 mt). In queste condizioni la bolla staccatasi dal suolo con  $3^\circ \text{ C}$  in più rispetto all'aria circostante inizia a salire, ma, perdendo  $1^\circ \text{ C}$  ogni 100 mt, raggiunge in breve la zona di parità termica con l'ambiente. Ad una certa altezza, però, viene raggiunta la temperatura del punto di rugiada e quindi la bolla, divenuta saturo, condensa diventando visibile (si forma una nube). Come sappiamo tale condensazione libera il calore latente di condensazione, e la bolla continua a salire perdendo, d'ora in poi, solo  $0,5-0,8^\circ \text{ C}$  ogni 100 mt e guadagnando una condizione di instabilità. Il cumulo che si sviluppa da tale condensazione ha la base relativamente bassa, ma un'estensione verticale anche notevole.

## UN ESEMPIO REALE

Esaminiamo ora un caso tratto dalla realtà: il 23 Aprile 1987, alle ore 10,00 a.m., sulla pianura padana è stata osservata la curva di stato riportata in figura 4-11 (per comodità ci limiteremo ad

esaminarne i primi 2800 mt). In quell'occasione è stato inoltre stabilito che le condizioni di umidità dell'aria erano tali che la condensazione (Umidità relativa 100%) sarebbe avvenuta a 3° C (temperatura del punto di rugiada di quell'aria).



**Figura 4-11.** Un esempio di curva di stato tratto dalla realtà: Brianza, 23 aprile 1987.

La prima osservazione riguarda l'inversione termica al suolo: perchè si stacchino bolle termiche è necessario attendere che l'irraggiamento solare elimini l'inversione, oppure che il vento provveda a sollevare, in modo dinamico (vedi oltre) la massa d'aria nei primi 250 mt. Quando, più avanti nella giornata, una certa quantità d'aria avrà raggiunto, al suolo, una temperatura superiore a quella dell'aria circostante (diciamo 18° contro i 15° dell'aria circostante), essa si staccherà, formando una bolla termica. Questa continuerà a salire, raffreddandosi, secondo la adiabatica secca (1° C ogni 100 mt). Sappiamo quindi che raggiungerà la temperatura del punto di rugiada (3° C) a 1500 mt: la base di condensazione dei cumuli sarà dunque a tale altezza (e poichè durante la giornata l'aria tenderà ad aumentare globalmente di qualche grado, anche la base delle nubi tenderà ad innalzarsi un poco). Se la nostra bolla fosse assolutamente secca continuerebbe a salire (perdendo sempre 1° C ogni 100 mt) ed intersecherebbe la curva di stato a circa 1900 mt (punto di equilibrio termico).

Ma, come abbiamo visto, a 1500 mt inizia la condensazione: da questa quota in poi la bolla salirà secondo la adiabatica saturata, perdendo "solo" 0,8° C ogni 100 mt; l'equilibrio termico verrà raggiunto quindi a 2300 mt, ed a questa altezza si troveranno le sommità dei cumuli.

Tra 2400 e 2600 metri, poi, si nota una "inversione termica in quota", che rappresenta, comunque, un ulteriore invalicabile ostacolo allo sviluppo verticale delle ascendenze.

### **CHE CI IMPORTA DELL'ADIABATICA SATURA?**

Un'obiezione, non del tutto priva di fondamento, che viene spesso rivolta dagli allievi più attenti è questa: se il Volo Libero può essere condotto soltanto al di fuori delle nubi, che ci importa dell'adiabatica saturata?. È infatti evidente che quest'ultima, verificandosi soltanto in presenza di condensazione, caratterizza il comportamento di una massa d'aria **esclusivamente all'interno di una nube**, un posto che ci è precluso.

Ebbene (a parte il fatto che nessuno è mai morto di troppo sapere) la conoscenza dell'esistenza dell'adiabatica saturata è preziosa anche a noi vololibéristi perchè è in grado di spiegarci come mai un'ascendenza, relativamente omogenea e "tranquilla" nelle vicinanze della base della nube può divenire molto più movimentata e "robusta" quando si raggiunge la quota di condensazione; questo dovrebbe fornire un ulteriore motivo per stare sempre lontani (almeno 100 mt) dalla base delle nubi.

Inoltre proprio l'energia "imprigionata" nel calore latente di condensazione contribuisce a spiegare

le "condizioni infernali" che si generano all'interno di alcune nubi (cumulo-nembo).

## **LE ASCENDENZE**

Da quanto detto nel capitolo di aerodinamica risulta chiaro che un veleggiatore può volare soltanto **seguendo una traiettoria discendente**, traendo, proprio dalla perdita di quota, la sua spinta.

D'altro canto sappiamo tutti che è possibile guadagnare quota rispetto al decollo, e veleggiare, anche per ore, salendo e scendendo in continuazione senza mai atterrare.

Le due nozioni non si contraddicono: il veleggiatore, infatti, non fa altro che planare, ma lo fa in una massa d'aria che **sale di più di quanto lui scenda**, l'effetto netto è che il veleggiatore guadagna quota rispetto al terreno.

È dunque più che evidente l'interesse dei Vololibéristi per le correnti ascendenti, unico vero motore a nostra disposizione durante il volo.

Ebbene, diciamo subito che una massa d'aria sale solo e soltanto per due ragioni:

1. quando, per diversi motivi, è **più calda** rispetto all'aria circostante; questo primo meccanismo, che comprende la salita delle bolle (appena vista) ed anche i fenomeni di brezza (che vedremo fra breve), è detto di **ascendenza termica** (dovuta cioè a differenze termiche);
2. quando non può proprio farne a meno perchè, **spinta dal vento**, deve superare degli ostacoli larghi ed alti: questo meccanismo è detto di **ascendenza dinamica**.

Esaminiamo ora i concetti di base intorno ai quali ruotano i meccanismi che generano le ascendenze, riservandoci di analizzarle in maggior dettaglio nel capitolo dedicato al veleggiamento.

## **ASCENDENZE TERMICHE**

Abbiamo visto prima le ragioni che inducono una massa d'aria più calda a salire e abbiamo anche imparato a predire, in base alle condizioni di equilibrio dell'aria, quanto salirà (tanto se l'aria è instabile, poco o nulla se è stabile).

Forti di queste nozioni, teoriche ma indispensabili, caliamoci ora maggiormente nella realtà, cercando di capire come accade, nella pratica, che si formino le termiche e come sia possibile sfruttarne l'energia nel Volo Libero.

## **STRATO LIMITE TERMICO**

Iniziamo col dire che, quando il suolo in una determinata zona è omogeneo, l'aria al di sopra di esso può scaldarsi anche notevolmente senza che si inneschi alcun moto verticale: si forma una specie di "lago di aria calda", immobile, che prende il nome di **strato limite termico**; questo giace pigramente, sino a che qualcosa non interviene per metterlo in movimento. In assenza di vento, se qualcosa turba il suo stato (come il passaggio di un trattore su un campo arato) si distaccano soltanto alcune "bolle" isolate (Fig. 4-12).

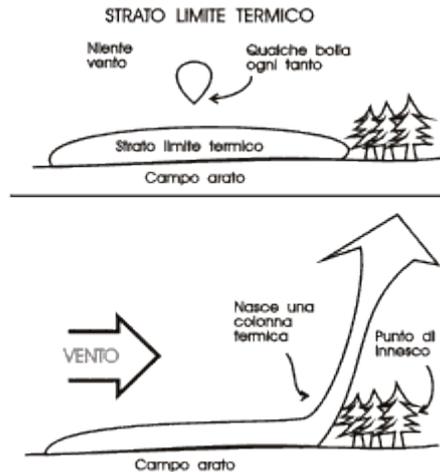


Figura 4-12. Strato limite termico e punti di innesco.

Per questo motivo, nelle giornate di grande calma (bonaccia), non si hanno movimenti convettivi interessanti nemmeno se il sole scalda molto intensamente: in assenza di vento è necessario che la differenza di temperatura tra una massa d'aria e l'aria circostante superi i 3 gradi (per la precisione 3,416 gradi- gradiente isosterico) perchè si abbia un movimento convettivo spontaneo.

## PUNTI DI INNESCO

Immaginiamo invece che un vento benefico spinga lo strato limite termico verso una asperità del terreno (ad esempio verso il bordo alberato della zona omogenea): l'aria dovrà sollevarsi per superare l'ostacolo ma, non appena sollevatasi di qualche metro, si troverà circondata da aria più fredda; soltanto a questo punto si innesca il movimento ascensionale vero e proprio, che ha le caratteristiche del sollevamento adiabatico studiato prima.

Non solo, ma l'aria che sale trascina con sé tutta la restante aria calda, dando origine ad una vera e propria ascendenza termica. Gli alberi del nostro esempio hanno agito da punto di innesco e sopra di loro si è generata una termica. È chiaro che, volando, cercheremo di individuare tutti i possibili punti di innesco (che vengono anche detti "**trigger-point**"); questi coincidono con zone di dislivello (colline, confini alberati) oppure con zone a differenti temperature (bordi di laghi o fiumi, campi arati tra prati verdi, ecc.) in modo da poter sfruttare le ascendenze che, speriamo, da questi vengono innescate.

Le montagne, quando sono investite da un leggero vento prevalente, sono in grado di "raccogliere" le bolle e le colonne termiche, che vi si adagiano contro e se ne distaccano. Ecco perchè è molto più semplice trovare e sfruttare una ascendenza termica nel volo di pendio rispetto al volo di pianura.

## LE BREZZE

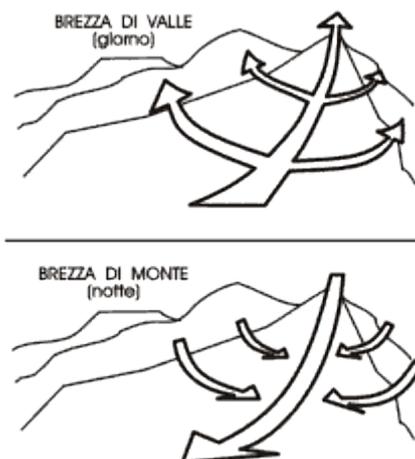
Il secondo tipo di ascendenza termica è generato dalle brezze, fenomeni regolari ed ampiamente prevedibili che si realizzano nelle valli ed in prossimità di grandi specchi d'acqua (laghi, mare).

Caratteristica comune di tutte le brezze è la ciclicità: esse, infatti, invertono la loro direzione 2 volte nell'arco delle 24 ore.

## BREZZE DI VALLE E DI MONTE

Nel nostro emisfero i pendii montani esposti a sud ricevono **più sole** (o meglio lo ricevono in modo **più diretto**) rispetto alla pianura (e ancora di più rispetto ai pendii esposti a nord). Questo dipende dal fatto che i raggi solari, inclinati da sud a nord, colpiscono tali pendii in modo perpendicolare o

quasi. L'aria che è "appoggiata" sui pendii tenderà dunque a scaldarsi anch'essa (per conduzione) e, essendo più calda di quella ad essa circostante, **risale il pendio**. Nuova aria fredda discende allora in mezzo alla valle per rimpiazzare questa che è risalita, formando un sistema di circolazione che si mantiene fino a sera.



*Figura 4-13. Brezza di valle e brezza di monte.*

Si noti che anche sui pendii soleggiati si forma uno strato limite termico: infatti l'aria che risale, continuando ad appoggiare sul pendio, continua ad scaldarsi, alimentando la brezza. Quando lo strato limite termico raggiunge la cima, se ne distacca (e, se si tratta di una giornata in equilibrio instabile, dà luogo ad una termica): le cime delle montagne agiscono dunque anch'esse come punti di innesco.

Di sera invece accade il contrario; i pendii si raffreddano prima della vallata: le montagne, che sporgono nell'atmosfera come enormi radiatori, dissipano calore per irraggiamento nell'aria circostante, più fredda. In queste condizioni l'aria in centro valle, più calda, tende a salire, richiamando aria più fredda giù dai pendii e la brezza inverte il proprio senso di marcia.

### **BREZZE DI MARE (O DI LAGO)**

Sul confine tra terra e mare si verifica qualcosa di simile a ciò che accade nelle valli; **di giorno** la terra si scalda di più rispetto all'acqua (come sa chi cammina in agosto sulla sabbia rovente di una spiaggia); l'aria che è a contatto con il suolo diviene rapidamente più calda rispetto all'aria che giace sul mare. Si innesca quindi un ampio movimento nel quale **l'aria sulla terra sale**, richiamando aria dal mare.

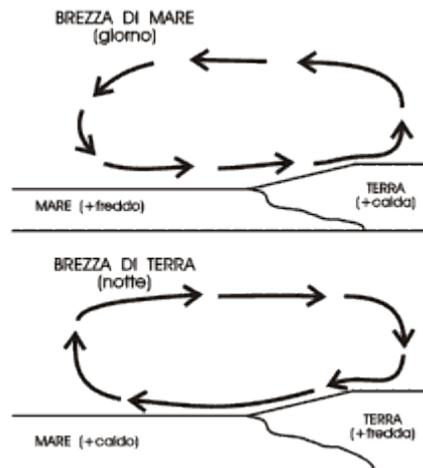


Figura 4-14. Brezza di mare e brezza di terra.

**Di sera accade il contrario:** l'acqua, che durante il giorno ha accolto il calore del sole anche in profondità, agisce da "serbatoio di calore" ed è più calda della terra (come sa chi ha fatto un bagno serale o notturno); sarà ora **l'aria sovrastante il mare a salire**, richiamando aria più fredda dalla terra.

## LE ASCENDENZE DINAMICHE

Il secondo importante movimento ascendente delle masse d'aria è quello che si forma, a prescindere dalla temperatura, quando un vento sufficientemente sostenuto (25-30 Km/h) investe un pendio.

Esso si comporta, in questo caso, in modo molto simile a ciò che farebbe l'acqua di un fiume spinta contro un sasso (Fig. 4-15): se può (cioè se l'ostacolo è sufficientemente stretto) lo aggira (senza creare ascendenze di rilievo), ma se l'ostacolo è **sufficientemente largo** essa è **costretta a risalirlo** (in apparente contrasto con la forza di gravità) fino a cadere dall'altra parte.

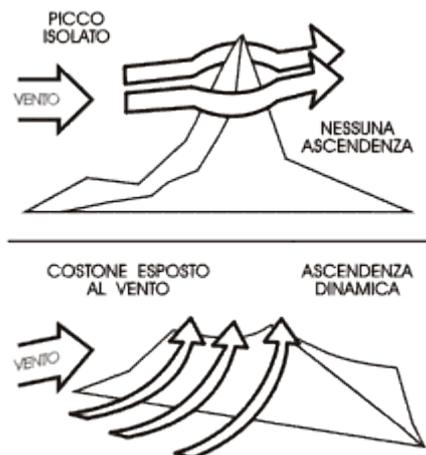


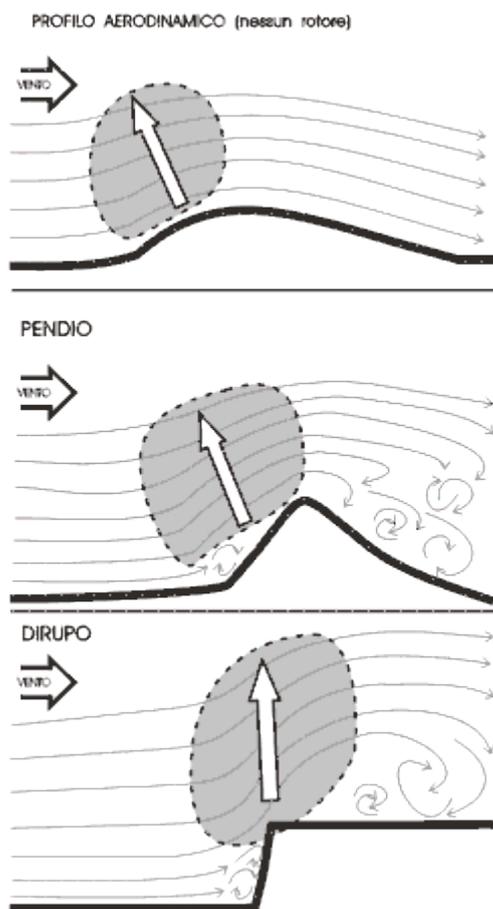
Figura 4-15. Un picco isolato non crea ascendenza dinamica, un largo costone invece si

Ogni volta che una montagna è investita dal vento, sarà quindi possibile distinguere:

- la zona sopravvento, caratterizzata da ascendenze larghe e regolari nelle quali, se il vento non eccede le possibilità del nostro mezzo, sarà possibile veleggiare con grandi soddisfazioni;
- la zona sottovento, sempre interessata da fenomeni molto turbolenti di ricaduta, che sarà

assolutamente imperativo evitare!

La figura 4-16 illustra l'andamento dell'aria che incontra ostacoli di diverso profilo. Si noti che, come è logico attendersi, un profilo montano perfettamente aerodinamico (a forma di ala) non dà luogo a turbolenze: purtroppo non ne esistono molti.



*Figura 4-16. Use la montagna non ha un profilo "alare", in presenza di vento si formano rotori (R), sia a valle che a monte della zona di ascendenza.*

La banda di ascendenza (tratteggiata) e la linea di maggiore ascendenza (freccia) sono differenti a seconda che si tratti di un pendio o di un dirupo: si nota che nel pendio la zona di ascendenza si estende maggiormente verso il basso e la linea di maggior ascendenza si trova spostata verso valle; nel dirupo invece, a parità di vento, la zona di ascendenza ha maggiore estensione verticale e la linea di massima ascendenza è quasi sulla verticale della cresta.

Inoltre il dirupo dà origine a turbolenze più grosse e più potenti del pendio (come regola generale si ricordi che gli spigoli "vivi" danno luogo a rotori maggiori rispetto ai bordi arrotondati).

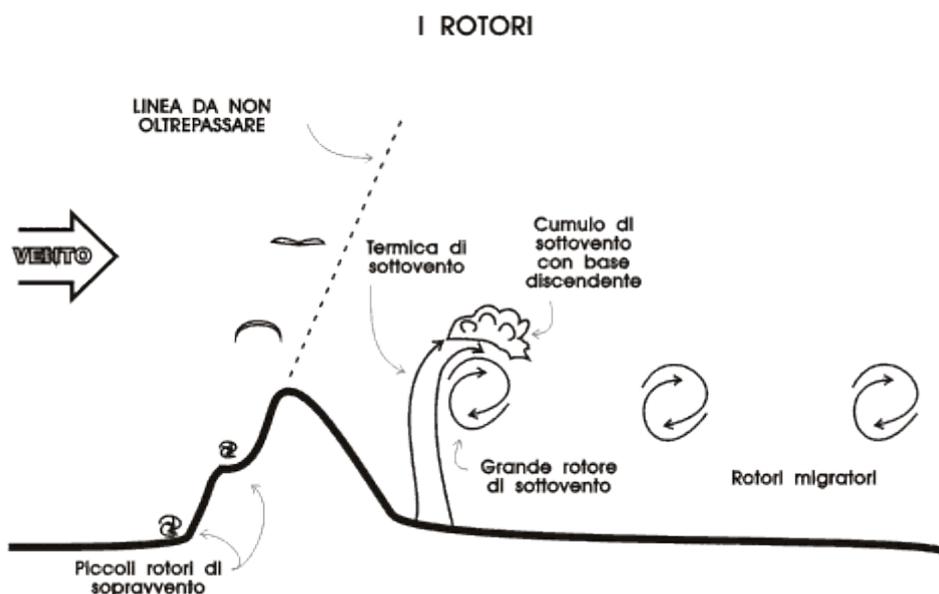
## ROTORI

Con il termine **rotore** si indica un movimento rotatorio e vorticoso dell'aria lungo un asse orizzontale. Nelle figure precedenti se ne possono individuare alcuni.

I rotori si formano ogni volta che una massa d'aria incontra un oggetto, e se ne riconoscono due tipi (Fig. 4-17):

- **i rotori di sottovento**, più ampi e potenti, che si formano **dietro** all'ostacolo;

- i rotori di sopravvento, più piccoli, che si formano **davanti** all'ostacolo.



*Figura 4-17. I rotori che si formano sottovento ad una montagna possono staccarsi da essa e ritrovarsi anche a diversi chilometri di distanza (rotori migratori); sono da evitare anche i piccoli rotori di sopravvento, tanto più forti quanto più angolato è il "raccordo" tra montagna e pianura.*

I rotori più grossi in assoluto sono quelli che si generano sottovento a grandi montagne investite da vento forte; si dovrà ricordare che tali masse rotanti possono staccarsi dalla montagna e ritrovarsi in pianura anche **a molti chilometri di distanza** (fino a 50!).

Tuttavia anche con venti che risultano "volabili" con ali veloci (fino a 40 km/h) i rotori che si formano sottovento sono di tutto rispetto, ed ampiamente in grado di spezzare un deltaplano e di "aggrovigliare" un parapendio. Vale poi la pena di sottolineare che, in una giornata soleggiata, la parte ascendente del rotore può fondersi con una **termica di sottovento**, cioè con un movimento termoconvettivo dell'aria che si sviluppa nella zona di relativa quiete, posta sottovento (appunto) alla montagna. La regola aurea di evitare assolutamente i versanti di sottovento durante i voli in dinamica, ci evita, comunque, la tentazione di "sfruttare" tali termiche, ambite dagli alianti, ma decisamente troppo "turbolente" per le ali leggere.

Diverso è il discorso per i piccoli rotori di sopravvento: questi si trovano proprio dalla parte del monte che noi usiamo per il volo e non è raro incapparci. Anche se sono molto più piccoli e meno "cattivi", possono causare difficoltà anche notevoli se ci colgono vicino al pendio (quando le nostre capacità di recupero sono minime).

In genere i rotori di sopravvento sono tanto più preoccupanti:

- quanto maggiore è la velocità del vento;
- quanto più brusche sono le variazioni di pendenza del suolo;
- in presenza di grossi spunzoni di roccia dalla forma irregolare.

Un ultimo tipo di rotore che è utile conoscere ed evitare (nei limiti del possibile) è quello generato da **piccoli ostacoli** (case, alberi); possiamo incontrare questi rotori soltanto nei due momenti più delicati del volo, decollo ed atterraggio, e dunque, per quanto modesti, meritano la nostra massima attenzione.

## I GRADIENTI DI VENTO ED IL WIND-SHEAR

Il Volo Libero si basa su ali molto lente che volano con un basso (si dovrebbe dire bassissimo) carico alare. Il gradiente di vento ed i wind-shear assumono quindi un'importanza notevole nella nostra disciplina e quindi meritano una approfondita conoscenza. Le ragioni per studiarli e comprenderli bene sono due: da un lato ne risulta **aumentata la sicurezza in volo**, visto che i gradienti ed i wind-shear inducono nell'ala comportamenti "anomali" rispetto alle attese di un pilota che ignora questi fenomeni; d'altro canto l'osservazione dei migliori veleggiatori del mondo, gli albatros, suggerisce che questi animali (anch'essi lenti ed a basso carico alare) siano in grado di **sfruttare l'energia** contenuta nei gradienti di vento per compiere centinaia di chilometri a filo d'acqua senza mai battere le ali.

In questo testo ci limiteremo ad analizzare i fenomeni connessi con la sicurezza, suggerendo agli allievi interessati alle "nuove frontiere" della meteorologia per Volo Libero, l'unico testo esauriente sull'argomento: **"I visitatori del Cielo"** di **H. Aupetit**.

Il gradiente di vento indica di quanto varia la velocità del vento al variare della quota (gradiente verticale di vento): in generale, infatti, la velocità del vento è maggiore alle quote superiori e tende a ridursi a bassa quota, come sa chiunque sia stato in alta montagna durante una giornata ventosa.

Esistono anche **gradienti orizzontali** di vento: quando, cioè, la velocità del vento varia da una zona all'altra (pur alla stessa quota), come accade nelle valli strette.

### GRADIENTI IN QUOTA

Immaginiamo una zona di decollo situata a metà di un ampio pendio montano (poniamo a 750 mt. di quota) investita da un vento di 35 Km/h. Davanti a noi e più in basso si stende la pianura e l'atterraggio (sufficientemente vicino) non pone problemi di raggiungibilità. Dietro di noi il pendio prosegue la sua salita fino ad una cresta, situata a 1.500 mt di altitudine.

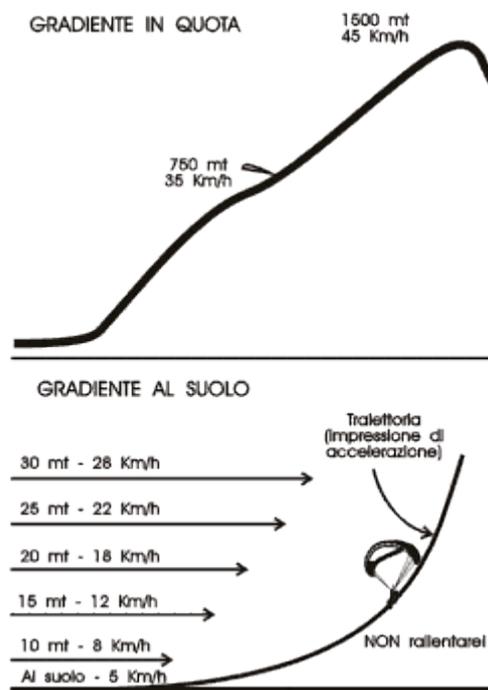


Figura 4-18. Gradienti di vento in quota ed al suolo.

Ebbene vi sono altissime probabilità che, a livello della cresta, il vento sia superiore ai 35 Km/h,

misurati in decollo, mentre più in basso esso avrà minor velocità. Sfruttare l'ascendenza dinamica fino alla cresta richiede quindi che la nostra ala possa volare in sicurezza, **non soltanto con 35 km/h di vento**, ma **anche con i 40 od i 45 Km/h** che potremmo incontrare lassù, consentendoci, quando lo desideriamo, di allontanarci sopravvento alla montagna uscendo dalla zona di ascendenza dinamica per poter raggiungere l'atterraggio.

## GRADIENTI AL SUOLO

In prossimità del suolo il vento varia la sua velocità in misura ancora maggiore: nei primi 20-30 metri di altezza non è raro che esso passi, ad esempio, da 5 km/h (al suolo) fino a 20-25 km/h a 30 metri.

Dal momento che la velocità di volo è relativa alla massa d'aria (relativa quindi al vento), pur mantenendo un angolo di incidenza costante (e quindi una velocità di volo costante), la nostra velocità al suolo aumenterà sensibilmente durante la fase finale di atterraggio proprio per il brusco ridursi della forza del vento. L'impressione, atterrando con un forte gradiente, è quella di ricevere una "inattesa spinta in avanti" (ed anche in basso) in prossimità del terreno: **l'istintiva reazione di rallentare** potrebbe condurci ad una condizione critica (prestallo) o addirittura essere causa di un **pericolosissimo stallo vicino a terra**. Ecco perché, in atterraggio, la velocità di volo deve essere attentamente controllata (anemometro, posizione della barra o degli aerofreni, percezione dell'aria sul viso, ecc.) e **mantenuta sempre vicina a quella di massima efficienza** (bene al di sopra cioè della velocità minima di volo).

## GRADIENTI DI PENDIO

Il pendio non è altro che un "suolo inclinato" e non ci stupirà apprendere che anche sul pendio esiste un gradiente di vento.

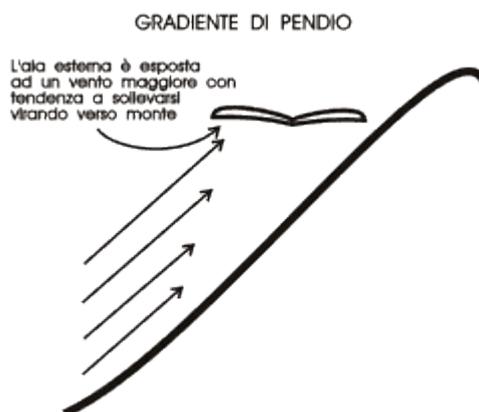


Figura 4-19. Gradiente di vento sul pendio.

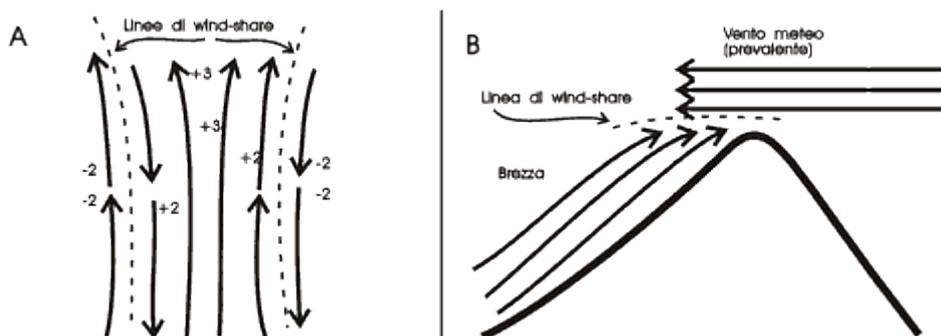
Se tale gradiente è forte può fare sentire i propri effetti su di un'ala in volo imprimendole la fastidiosa tendenza a **virare verso il costone**: questo dipende dal fatto che la semiala a valle riceve un vento relativo maggiore. Il gradiente di pendio, però fornisce un grande aiuto durante il decollo, perchè una eccessiva lentezza nello stacco può essere compensata dalla maggior forza del vento (ma, naturalmente, è meglio non contarci). Il gradiente di pendio non è un gradiente verticale, ma è inclinato secondo una linea perpendicolare al pendio stesso.

## WIND-SHEAR

Questo nome, che evoca terribili disastri aerei, indica il passaggio, **brutale e non graduale**, tra zone vicine investite da venti molto diversi per direzione ed intensità. Il termine, dunque, non si riferisce

alle cause, ma si limita a descrivere una condizione locale potenzialmente molto pericolosa.

La direzione del piano che separa le due masse d'aria dà il nome al wind-shear stesso: ad esempio due masse che scorrono l'una sull'altra, divise da un piano orizzontale, danno luogo ad un **wind-shear orizzontale**.



**Figura 4-20.** A: Wind-shear verticale (ai margini di una termica) . B: wind-shear orizzontale (formato dalla brezza e dal vento prevalente).

È abbastanza evidente che l'intensità del fenomeno deve essere elevatissima per preoccupare il volo di un Jumbo: per tale ragione gli esperti di aeronautica sono restii ad utilizzare il termine di wind-shear anche per situazioni di modesta entità, tali da non impensierire gran che nemmeno un piccolo aereo da turismo, ma che possono mettere in difficoltà un deltaplano od un parapendio. Premesso quindi che ci riferiamo a wind-shear per così dire "minori", rilevanti quasi esclusivamente per il Volo Libero, facciamo qualche esempio in ordine crescente di intensità.

- 1) Una bolla termica in salita, circondata da correnti discendenti, crea, ai suoi bordi un **wind-shear verticale**: due masse d'aria scorrono, praticamente a contatto tra loro, con direzioni addirittura opposte; ecco perchè alcune "uscite dalla termica" possono essere anche molto turbolente.
- 2) Una bolla termica che si stacca dal suolo richiama l'aria circostante. Ecco quindi che due maniche a vento poste ai lati della zona di decollo o di atterraggio, possono indicare direzioni del vento opposte: una è investita dalla brezza, o dal vento prevalente, mentre l'altra subisce l'influenza della massa d'aria "attirata" dalla termica che si è staccata poco lontano. Si genera dunque un **wind-shear orizzontale** la cui entità dipende dall'intensità dei due fenomeni (brezza e richiamo termico).
- 3) Verso sera, quando la brezza di valle si inverte, non è detto che il fenomeno avvenga uniformemente: anche in questo caso due maniche a vento possono segnare direzioni opposte, evidenziando un **wind-shear orizzontale**.
- 4) Su di un costone montano esposto a Sud, in una giornata con un debole vento da Nord, poco sopra la linea di cresta si incrociano il vento prevalente (da Nord, appunto) e la brezza (da Sud): si forma quindi un **wind-shear orizzontale** che può generare turbolenze apprezzabili.
- 5) Sappiamo che, sottovento ad un rilievo investito da vento sostenuto, si formano i rotori. Il "confine" tra rotore ed aria (calma) di sottovento, è un **wind-shear verticale** anche molto pericoloso.
- 6) I venti che si generano in prossimità di un cumulonembo (nube temporalesca) hanno carattere locale e non è dunque raro che si formino zone con differenze anche notevoli nella velocità dell'aria. **Questi wind-shear sono evitati anche dagli aeromobili.**
- 7) Sempre in corso di temporali, si possono formare fortissime correnti di caduta in grado di

far perdere decine o centinaia di metri ai grandi aerei di linea: tali correnti, che possono essere visualizzate come il getto di una canna d'acqua sul pavimento, sono detti **microbust**.

Il principale problema connesso con i wind-shear, sia pure "minori", è il fatto che le due semiali vengono sollecitate in direzioni anche del tutto opposte, rendendo impossibile la manovra (per qualche attimo), e che la struttura è sottoposta a sforzi anomali ed intensi: nei casi estremi (per altro prevedibili **prima di decollare**) un deltaplano potrà spezzarsi, ed un parapendio potrà avvolgere il pilota nella sua vela.

Proseguiamo con la Meteorologia rimandando al capitolo sulle tecniche di veleggiamento ulteriori considerazioni sulle correnti termiche e dinamiche.

## **I CUMULI E LE ALTRE NUBI**

Tutte le nubi che vediamo nel cielo possono essere divise in due grandi categorie:

- **Nubi a sviluppo verticale** (I CUMULI)
- **Nubi stratificate** (TUTTE LE LE ALTRE)

### **NUBI A SVILUPPO VERTICALE**

I Cumuli rappresentano la sommità delle ascendenze termiche che divengono visibili perchè l'umidità in esse contenuta condensa da una certa quota in su: noi già sappiamo che la base del cumulo corrisponde alla temperatura del punto di rugiada per quella massa d'aria.

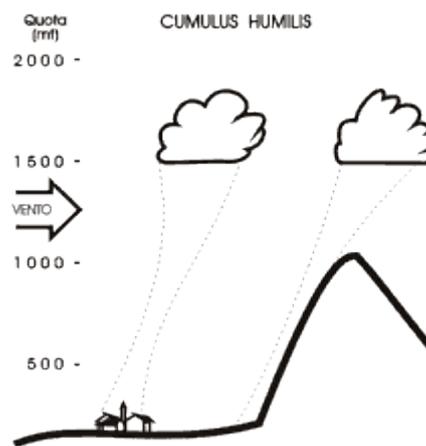
Si possono raramente osservare ascendenze termiche di aria quasi secca che non daranno luogo a cumuli (le cosiddette **termiche azzurre**), ma non si possono avere cumuli senza ascendenze.

I Cumuli sono di tre tipi ed è molto importante capire le differenze e riconoscerli.

#### **CUMULUS HUMILIS**

È il tipico batuffolo bianco nel cielo azzurro, detto anche cumulo di bel tempo, e rappresenta il sogno dei piloti veleggiatori in genere.

Il **cumulus humilis** ha una estensione verticale modesta ed è pericoloso avventurarsi al suo interno soprattutto per le considerazioni fatte sul volo cieco e per la possibilità di venire "tagliati in due" dall'ala di un aliante che lo attraversa a 200 all'ora.



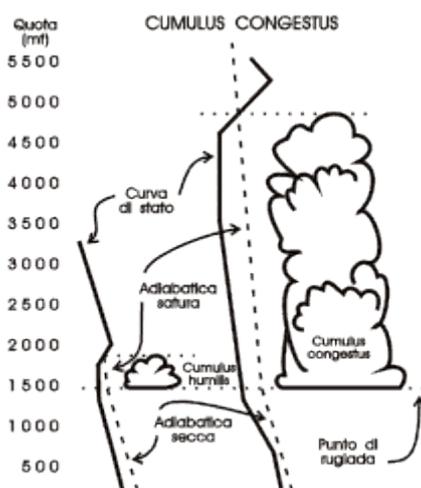
*Figura 4-21. I cumuli rendono visibili le sommità delle ascendenze termiche*

La figura 4-21 mostra due di tali cumuli che "segnalano" altrettante termiche (una staccatasi dal paese e l'altra dal pendio montano): la temperatura del punto di rugiada (in questo esempio raggiunta a 1500 mt) determina l'inizio della condensazione (e quindi la base dei cumuli); a 1800 metri viene raggiunta la zona di equilibrio (l'aria, resa visibile dalla condensazione, pur salendo secondo l'adiabatica satura, interseca la curva di stato), stabilendo la massima altezza dei cumuli stessi.

#### **CUMULUS CONGESTUS**

Nelle giornate di instabilità (quando, cioè, la curva di stato mostra una rapida riduzione della temperatura con la quota) la termica che dà origine all'humilis può, dopo aver raggiunto il punto di

rugiada, proseguire a lungo la salita (secondo la adiabatica saturata) prima di raggiungere aria di pari temperatura. La nube assume quindi una **estensione verticale anche rilevante** (1000 o più metri) e diviene **scura alla base** (la luce del sole non riesce più a filtrare); quest'ultima, tuttavia, rimane piatta e ben definita.



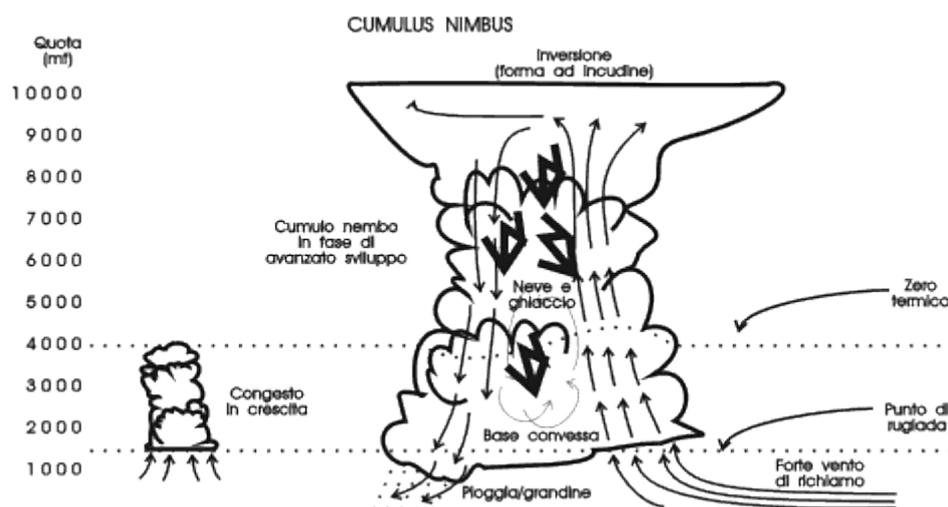
*Figura 4-22. Il cumulus congestus, ben più grande dell'humilis, rappresenta una possibile evoluzione verso il cumulus nimbus.*

Sfruttato dagli alianti il **cumulus congestus** deve invece **essere evitato** da noi vololibertisti: oltre alle considerazioni fatte sul cumulus humilis, esiste anche il pericolo di venirne risucchiati e la **benignità** della nube **non è del tutto garantita**.

### **CUMULUS NIMBUS**

È uno dei **maggiori pericoli per il volo libero** (e per la circolazione aerea in generale), e rappresenta una possibile evoluzione del congestus (ecco perchè è sano stare lontano anche da quello). La base può arrivare fino a qualche centinaio di metri da terra e la sommità può raggiungere i **9-10.000 metri**. L'enorme massa d'aria ascendente incontra, a quella quota, una zona di inversione termica che la frena, generando una tipica forma piatta, ad incudine: il cumulus nimbus racchiude nel suo interno un'**ira di dio** di pioggia, neve, grandine, fulmini e saette e le ascendenze che si generano al suo interno (così come le discendenze) arrivano ai 30 mt al secondo.

Durante le fasi di sviluppo e di dissoluzione, inoltre, il nembo genera venti orizzontali anche molto violenti per il notevole richiamo di aria dalle zone circostanti. Morale: la **semplice vista** di un cumulo nembo deve indurre a **sospendere i decolli** e a richiamare a terra tutti i piloti in volo (che comunque scenderanno rapidamente anche se non chiamati).



**Figura 4-23.** Linee di flusso d'aria e dimensioni relative di un Cumulus nimbus: per la forza dei venti ad esso associati e per la notevole turbolenza creata, questa nube viene evitata anche dai grandi aerei di linea.

## NUBI A PREVALENTE SVILUPPO ORIZZONTALE

Famiglia	Specie	Sigla	Altezza della base dal suolo (Minimo e massimo)	
Nubi basse	Stratocumulus	Sc	Pochi metri	2000
	Stratus	St		2500
	Nimbostratus	Ns		
Nubi medie	Altostratus	As	2000	6000
	Altostratus	As	2500	7000
Nubi alte	Cirrus	Ci	6000	10000
	Cirrocumulus	Cc	7000	12000
	Cirrostratus	Cs		

**Tabella 4-1.** Classificazione delle nubi a prevalente sviluppo orizzontale.

Vengono classificate in base all'altezza alla quale si formano (basse, medie o alte) (Tab 4-1)

Ricordiamo che, come tutte le nubi, anche queste sono formate di acqua (il vapore acqueo è invisibile), sia come tale (goccioline) che solidificata (aghi di ghiaccio).

Dal momento che le nubi a prevalente sviluppo orizzontale comportano sempre una maggiore o minore copertura del cielo sono in genere poco gradite dai veleggiatori, poichè riducono i movimenti termici generati dalla insolazione.

Non sempre i passaggi da un tipo di nube all'altro sono netti, esistendo numerosissime forme intermedie, dalle caratteristiche miste; tuttavia vale la pena di riportare alcune note salienti per ognuna di esse.

### LE NUBI BASSE

**Stratocumuli.** Sono arrotondati, molto grossi, di apparenza morbida. La loro presenza non esclude completamente lo sviluppo di termiche, che saranno comunque segnalate da cumuli.

**Strati.** Piuttosto uniformi con la base opaca e grigia, conferiscono al cielo un aspetto caliginoso: copertura e niente termiche.

**Nembostrati.** Di aspetto scuro e pesante, provocano pioggia continuata o neve. Sono formati dal mescolamento di masse d'aria con caratteristiche differenti, oppure da altostrati che aumentano il loro spessore abbassando la base. Vista l'acqua sono prive di interesse per il volo.

### ***LE NUBI MEDIE***

**Alto cumululi.** Sono banchi formati da tante piccole nubi cumuliformi, in gruppi o file, a volte anche saldate tra loro; è il classico cielo a pecorelle con quel che segue (acqua a catinelle!).

**Altostrati.** Simili agli strati, ma più spessi e più alti, sono accompagnati, a volte, da pioggia o neve. Il cielo biancastro ricorda una massa lattiginosa: pioggia e niente termiche.

### ***LE NUBI ALTE***

**Cirrostrati.** Formazioni molto alte e sottili, biancastre e semitrasparenti. Il sole è visibile (così come la luna) con un caratteristico alone: non indicano condizioni interessanti per il volo libero perché filtrano e riducono i raggi solari e la loro capacità di generare differenze termiche al suolo.

**Cirrocumululi.** Sono formati da piccoli fiocchi o batuffoli bianchi disposti in file o gruppi; ricordano agli alto cumululi, ma, ovviamente, sono più alti e sono sempre accompagnati da cirri e da cirrostrati.

**Cirri.** Sono strie biancastre, sottili, semitrasparenti, molto alte. La forma caratteristica è quella di una striscia terminante con un ricciolo. Sono formati da aghi di ghiaccio a causa della temperatura molto bassa alla quale si formano. Possono indicare l'arrivo di un fronte caldo (pioggia).

### ***NUBI LENTICOLARI***

Queste "lenticchie bianche" che compaiono a notevole altezza (6.000-10.000 mt) nelle giornate di forte vento in quota, non rientrano nella classificazione "canonica" delle nubi; esse rappresentano la sommità di movimenti ondulatori dell'atmosfera. Gli alianti sfruttano le correnti ascendenti connesse con l'onda e, per loro, il riconoscimento delle nubi lenticolari riveste notevole importanza.

Purtroppo l'altezza, e soprattutto i venti (superiori ai 100-150 Km/h) che accompagnano queste formazioni, le rendono una chimera per i piloti di Volo Libero.

## I GRANDI VENTI E LE FORZE DI CORIOLIS

Il sole riscalda la terra in modo **non uniforme**: poco ai poli e parecchio all'equatore; inoltre, come abbiamo visto, terra e acqua rispondono in modo differente all'insolazione. L'aria che ricopre la superficie terrestre viene anch'essa riscaldata in modo diverso nelle diverse zone e (trattandosi di un gas) le differenze di temperatura divengono anche differenze di pressione. **Il vento si genera per la tendenza dell'aria a trasferirsi da una zona di maggior pressione ad una di minor pressione.**

Tuttavia, dal momento che la terra è in perenne rotazione, i "torrenti di aria" sulla sua superficie vengono deviati in accordo con questa rotazione: per quanto possa sembrare strano, i venti subiscono una deviazione **verso destra nell'Emisfero Nord** (detto anche Boreale) e **verso sinistra nell'emisfero Sud** (detto anche Australe).

Fu **Coriolis** ad accorgersi delle deviazioni dell'aria dovute alla rotazione terrestre, e questo fenomeno ha preso il suo nome.

Le **differenze di pressione** e le **forze di Coriolis**, agendo **insieme**, provocano ampi movimenti vorticosi; per comprendere la loro formazione può essere utile un esempio.

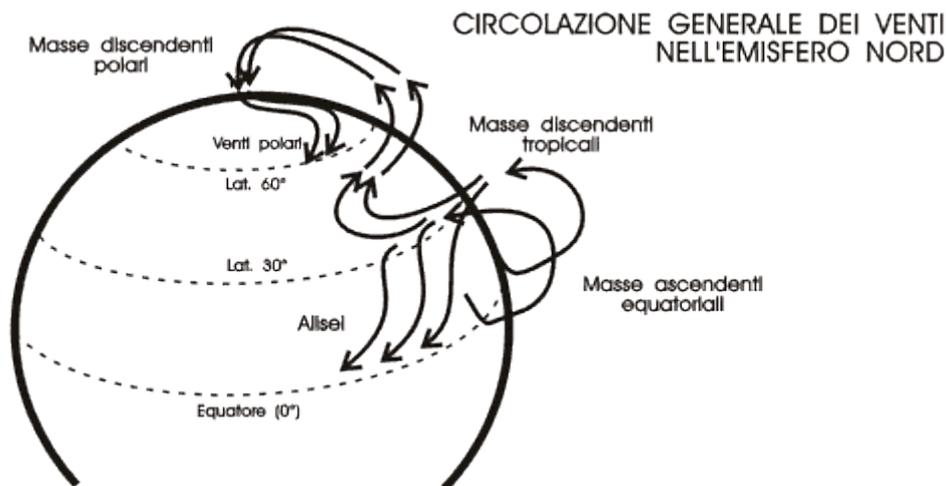


*Figura 4-24. Una piccola spinta laterale determina un movimento rotatorio sulla pallina sottoposta alla forza di gravità.*

Immaginiamo un vaso a forma di semisfera perfetta con un foro nel fondo (Fig. 4-24); se da un bordo lasciamo cadere, in modo assolutamente centrato, una pallina, questa finirà dritta dritta nel foro, dopo un breve percorso.

Se, invece, lasciando andare la pallina le imprimiamo anche un minimo movimento rotatorio, questa inizierà a girare sulle pareti (aiutata anche dalla forza centrifuga che si genera) e finirà nel foro soltanto più tardi, dopo aver percorso un tragitto anche molto lungo (gli amanti della Roulette conoscono molto bene questo effetto).

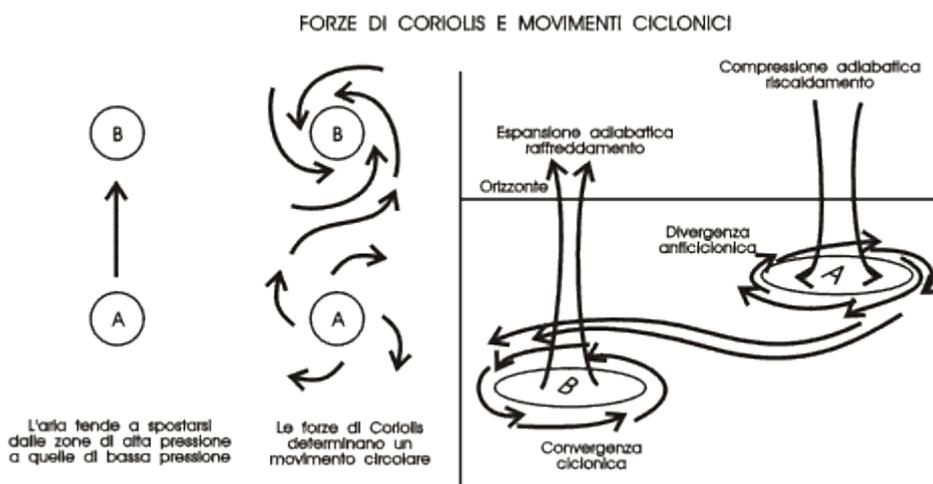
Le forze di Coriolis inducono, nelle masse d'aria, un movimento rotatorio simile a quello dell'esempio, e le masse d'aria, anziché fluire direttamente dalle zone di alta pressione a quelle di bassa pressione, ci si arrotolano intorno, dando luogo ad enormi vortici: i cicloni e gli anticicloni.



**Figura 4-25.** La circolazione generale delle masse d'aria risente del moto rotatorio terrestre: così i venti polari provengono anche da est, mentre quelli delle zone intermedie hanno una componente occidentale.

## CICLONI ED ANTICICLONI

Sono detti **cicloni** i vortici di aria che ruotano intorno ad una zona di **bassa pressione** tentando di raggiungerne il centro; questo movimento è detto di **convergenza ciclonica** e, nel nostro emisfero, i cicloni girano in **senso antiorario**.



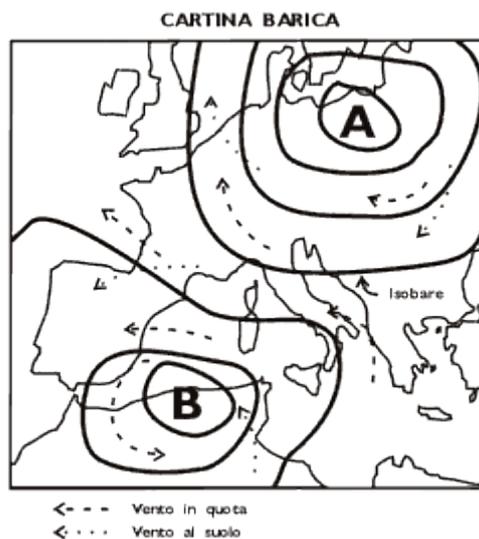
**Figura 4-26.** L'aria, ruotando, converge verso le zone di bassa pressione (B) e si allontana da quelle di alta pressione (A).

Al contrario gli anticicloni sono gli enormi vortici di aria che ruotano intorno ad una zona di **alta pressione** tentando di allontanarsene; questo movimento è detto **divergenza anticiclonica** e, nel nostro emisfero, gli anticicloni girano in **senso orario**. Ovviamente nell'Emisfero Australe le rotazioni sono invertite.

## LE ISOBARE

Ormai tutta la Terra è disseminata di stazioni di rilevamento meteo, ed è quindi semplice individuare quotidianamente le zone nelle quali la pressione atmosferica è minima (indicate con B nelle cartine) e quelle dove è massima (indicate con A nelle cartine). Gli spazi tra queste zone sono caratterizzati da pressioni intermedie che, in alcuni punti risulteranno uguali fra loro: se uniamo

questi punti (ad uguale pressione) tra di loro con segni tracciati su cartine geografiche otteniamo delle linee dette **isobare** (iso=uguale baros=pressione). Cartine di questo tipo (dette appunto **cartine bariche**) vengono pubblicate da alcuni quotidiani e danno parecchie informazioni soprattutto sulla **direzione ed intensità dei venti**.

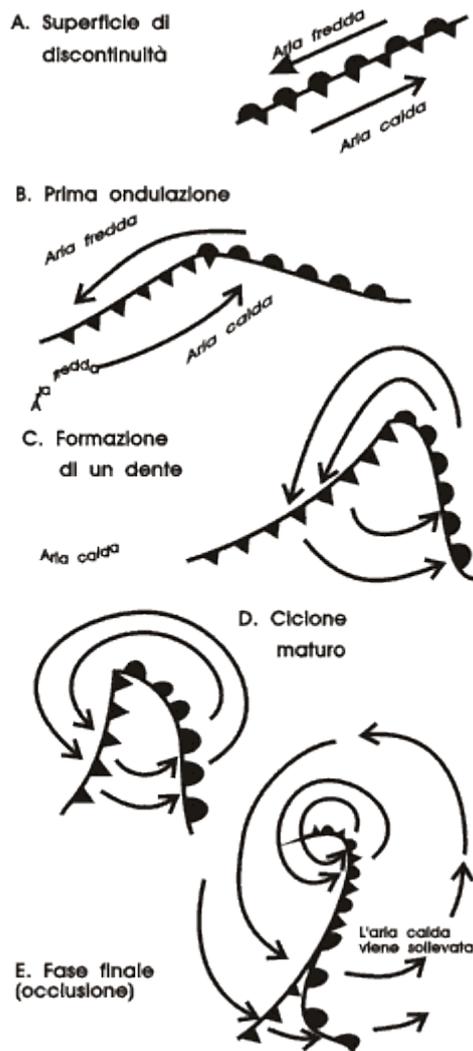


*Figura 4-27. Cartina barica: dall'andamento delle isobare è possibile conoscere la direzione dei venti in quota ed al suolo.*

Abbiamo infatti visto come l'aria tenda a trasferirsi da zone di alta a zone di bassa pressione con movimenti rotatori ben definiti: per conoscere la direzione dei venti prevalenti sarà sufficiente ricordare che essi scorrono **quasi paralleli alle isobare** e che hanno un'intensità grossomodo proporzionale alla differenza di pressione esistente; in pratica, se le isobare (generalmente tracciate ad intervalli di 4 mb) sono **molto fitte**, il vento sarà **forte**, se sono diradate il vento sarà debole.

### **LA GENESI DEI CICLONI E DEI FRONTI**

Ora che sappiamo cos'è un ciclone (ed un anticiclone) vediamo come tali enormi entità si generano; scopriremo fra breve, infatti, che essi hanno un loro ciclo vitale di durata variabile che, proprio come il nostro, passa attraverso differenti fasi prima di giungere alla dissoluzione.



*Figura 4-28. I fronti (caldo, freddo ed occluso) compaiono durante le diverse fasi vitali del ciclone: dalla sua genesi (A,B), allo sviluppo e maturità (C,D), alla dissoluzione (E).*

Quando due enormi masse d'aria, aventi caratteristiche di temperatura, di pressione e di umidità differenti (come l'aria polare e l'aria equatoriale), si incontrano, non si mescolano, come potremmo aspettarci, ma si crea, invece, tra loro una invisibile "parete" detta **superficie di discontinuità**: l'aria calda resta da una parte e quella fredda dall'altro; la intersezione della superficie di discontinuità con il suolo dà luogo ad una linea detta **fronte**; (si parla, infatti, di fronteggiamento adiabatico, cioè senza scambi, delle due masse). Poichè le due masse d'aria si spostano in direzioni opposte, la superficie di discontinuità subisce notevoli tensioni tangenziali dovute al vento (Fig. 4-28 A).

Queste tensioni, sommate ai movimenti di origine gravitazionale, innescano delle ondulazioni che possono amplificarsi o smorzarsi. Con una certa regolarità accade che una di queste ondulazioni, alimentata da una sufficiente differenza nella forza e direzione dei venti, aumenta via via di ampiezza (B), fino a formare un "**dente**" di aria calda che si incunea nella massa fredda; contemporaneamente si origina sulla cresta dell'onda un **minimo di pressione** associato ad una convergenza ciclonica.

Successivamente il dente si approfonda ulteriormente (C) fino a che il ciclone raggiunge lo stadio della piena maturità (D) caratterizzato dalla circolazione antioraria che abbiamo imparato a conoscere. Osservando dall'alto un ciclone maturo vediamo dunque che la superficie di discontinuità (che ha assunto una forma a V) divide tra loro tre masse d'aria con temperature ed

umidità molto differenti; queste si inseguono reciprocamente formando **due fronti** (uno per ogni braccio della V).

La prima massa d'aria è fredda ed è inseguita da una massa d'aria calda; poichè un fronte prende il nome della massa d'aria che lo spinge, queste due masse d'aria determinano un **fronte caldo** (indicato con segni tondi sulle mappe); la massa d'aria calda, a sua volta, è inseguita da un'altra massa d'aria fredda (anzi questa è più fredda della prima per l'azione di decompressione collegato al richiamo da parte del centro di minima); il secondo fronte che si determina è dunque un **fronte freddo**. Con l'andare del tempo (che passa anche per i cicloni) il fronte freddo **insegue e raggiunge** il fronte caldo: le due masse d'aria fredda che la genesi del ciclone aveva diviso si ricongiungono e l'**aria calda** che si era incuneata fra di loro viene **spinta in alto** dal loro stesso incontro.

Quando, al suolo, non è rimasta più aria calda, il fronte è detto Occluso (E) ed il ciclone, avendo esaurito la sua energia, inizia a dissolversi lasciando al suo posto soltanto un vortice di aria circolante che via via si spegne.

La stessa superficie di discontinuità che divideva le due masse d'aria iniziali ha, nel frattempo, generato altri cicloni che, staccatisi come trottole alla deriva, si rincorrono lungo traiettorie ben definite che dipendono dalla latitudine. Nelle nostre regioni, generalmente, tali enormi mulinelli **si generano a Sud-Ovest, e vengono sospinti verso Nord-Est** durante il loro ciclo vitale.

Esaminiamo ora, in maggior dettaglio, un ciclone in fase di maturità, sezionandolo verticalmente in modo da poter vedere meglio la forma e le caratteristiche dei suoi fronti (Fig. 4-29 e 4-30).

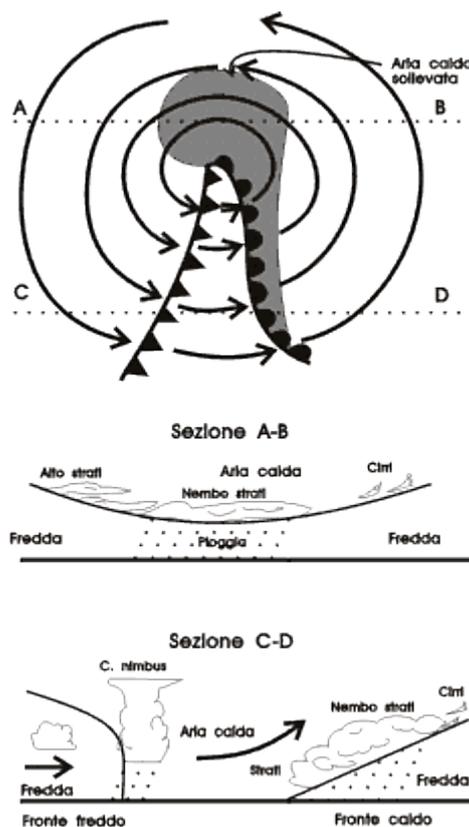


Figura 4-29. Ciclone maturo visto dall'alto e di lato secondo le due sezioni A-B e C-D.

## FRONTE CALDO

Il **fronte caldo** presenta una superficie di discontinuità molto inclinata, che si estende anche per decine di chilometri. È formata dall'aria calda che **risale** sulla fredda **sospingendola**. Le prime

avvisaglie di un fronte caldo in arrivo sono i cirri ed i cirrostrati che velano il cielo. Dopo di che il tempo evolve verso una copertura totale con pioggia moderata ma persistente (l'aria calda, salendo, raggiunge infatti il suo punto di rugiada; il vapore acqueo in essa contenuto, condensa e precipita).

In genere i fronti caldi avanzano ad una velocità pari al 60- 80% di quella del vento geostrofico.

### **FRONTE FREDDO**

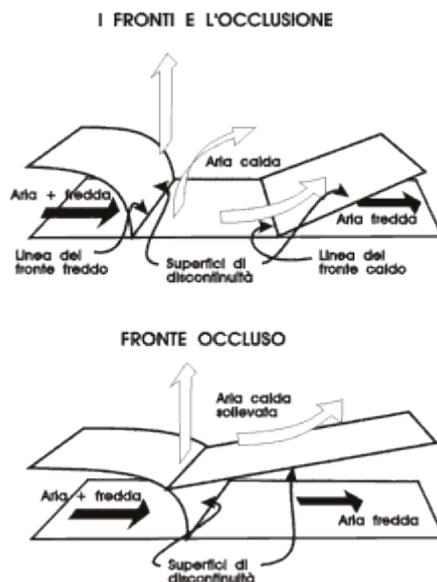
Più indietro, come ricordiamo, l'aria calda è a sua volta incalzata e sospinta dalla seconda massa di aria fredda: quindi anche il **fronte freddo** avanza ma è caratterizzato da una superficie di discontinuità che si differenzia da quella del fronte caldo per la presenza di una bombatura nei primi 1500-2000 metri dal suolo.

In questo caso è la massa d'aria fredda che "preme" e che scalza, **sospingendola in avanti e verso l'alto**, l'aria calda che incontra. Si formano allora **potenti correnti verticali** (purtroppo quasi sempre associate a **manifestazioni temporalesche**), che gli alianti sfruttano come inesauribile fonte di energia. Nei rari casi in cui il fronte sia privo di nubi e di precipitazioni, può essere sfruttato anche dai piloti di Volo Libero ma (date la bassa velocità e le scarse possibilità di fuga), è comunque necessario sorvegliare la eventuale comparsa di formazioni nuvolose che possono degenerare (C. congestus o nimbus).

L'arrivo di un fronte freddo può essere improvviso e pericoloso; esiste tuttavia un segnale percepibile dal pilota attento: prima di un fronte freddo si verifica sempre una rapida diminuzione della pressione atmosferica e l'entità del calo può anticipare le dimensioni del fenomeno in arrivo.

### **FRONTE OCCLUSO**

Abbiamo visto che, nella fase finale della vita del ciclone, i due fronti possono raggiungersi generando un **fronte occluso**: in questo caso la massa di aria calda, originariamente compresa tra le due fredde, viene completamente sollevata dal suolo e, raffreddandosi in modo adiabatico, genera precipitazioni ed ampie coperture di scarso interesse per il volo.



*Figura 4-30. Movimenti relativi delle masse d'aria prima e durante l'occlusione.*

## **VELOCITÀ DEI FRONTI**

La velocità di avanzamento di un fronte (caldo o freddo che sia) varia anche notevolmente: in alcuni casi, fortunatamente rari, esso può sopraggiungere così rapidamente da sorprendere chi si fonda soltanto sull'ispezione visiva del cielo; per questa ragione le principali zone di volo hanno costanti collegamenti radio con centri meteorologici, piccoli aeroporti o, comunque, con strutture in grado di effettuare previsioni a breve termine molto attendibili.

Quando, invece, le masse a diversa temperatura hanno pressioni molto simili, i fronti tendono a rimanere localizzati più a lungo in uno stesso luogo e vengono detti **fronti stazionari**: pioggia e vento abbassano molto il nostro interesse per questo tipo di condizione meteorologica.

## DIREZIONE ED INTENSITÀ DEI VENTI

SCALA DELL'INTENSITÀ DEL VENTO (Beaufort)							
Scala	Velocità del vento			Denominazione	Riconoscimento		Volo libero
	Nodi	Km/h	m/sec		Al suolo	Al mare	
0	0-1	0-2	0-0.5	Calma	Fumi verticali	Liscio	Vento debole
1	1-3.3	2.1-6.1	0.6-1.7	Bava di vento	Fumo inclinato; bandiere ferme	Increspato	
2	3.4-6.4	6.2-11.8	1.8-3.3	Brezza leggera	Foglie stormiscono e bandiere si muovono	Piccole onde	Vento medio
3	6.5-10.1	11.9-18.7	3.4-5.2	Brezza terra	Foglie e ramoscelli in movimento; bandiere sventolano	Piccole onde; creste sparse	
4	10.2-14.4	18.9-26.6	5.3-7.4	Vento moderato	Polvere sollevata, ramoscelli oscillano	Onde; creste frequenti	
5	14.5-19.0	26.7-35.3	7.5-9.8	Vento teso	Piccoli alberi oscillano	Onde ampie; creste frastagliate	Max per parapendio
6	19.1-21.1	35.4-44.6	9.9-12.4	Vento fresco	Fili telegrafici sibilano	Onde ampie; creste spumose	Max per delta veloci
7	24.2-29.5	44.7-54.7	12.5-15.2	Vento forte	Alberi oscillano; difficile camminare controvento	Cumuli ondosi; strisce di schiuma	OFF LIMIT!
8	29.6-35.4	54.8-65.2	15.3-18.2	Burrasca moderata	Rami rotti; disturbo al traffico stradale	Onde lunghe; dense strisce di schiuma nel vento	

<b>9</b>	35.5-41.8	65.3-77.4	18.3-21.5	Burrasca forte	Leggeri danni agli edifici	Creste ondose che si rompono, visibilità ridotta
<b>10</b>	41.9-48.8	77.5-90.4	21.6-25.1	Tempesta	Alberi sradicati	Mare bianco; visibilità quasi nulla
<b>11</b>	48.9-56.4	90.5-104.4	25.2-29.0	Fortunale	Gravi danni diffusi	Navi scompaiono dietro le onde
<b>12</b>	>56.4	>104.4	>29.0	Uragano	Disastro	Aria satura di schiuma

*Tabella 4-2. L'intensità del vento viene misurata e definita in modi diversi: la scala di Beaufort è ampiamente utilizzata in aeronautica ed in marina.*

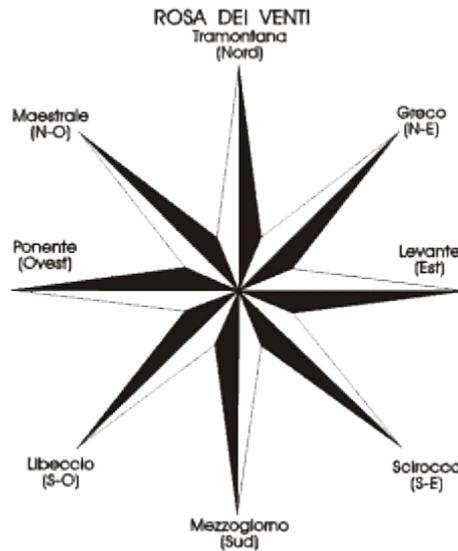
Come abbiamo visto, i venti sono generati dalle differenze di pressione e temperatura che si hanno nell'atmosfera a causa del differente irraggiamento solare. Esistono però venti più o meno "grandi" e, a volte, può nascere una certa confusione che richiede un paio di precisazioni.

In quota, effettivamente, il vento si genera in base alla disposizione delle isobare (e dei movimenti ciclonici) e viene detto **vento geostrofico**; più in basso, però, le forze di Coriolis devono combattere con l'attrito della terra ed il vento cambia leggermente direzione: quello che scorre realmente nei primi 3-4.000 metri di quota viene detto **vento meteo** o **vento sinottico** ed è quello segnalato dalle stazioni di rilevamento e dai notiziari meteorologici. Più in basso ancora, vicino ai mari e tra le valli, si generano le **brezze** ed assumono importanza altri **fenomeni locali** come, ad esempio, il **vento generato da un temporale**.

Già sappiamo che quando la manica a vento ci segnala una direzione diversa rispetto a quella del vento sinottico significa che, da qualche parte nell'aria, esiste una zona di cambiamento e che tale cambiamento può essere graduale (gradiente) o brusco (wind-shear).

## **DIREZIONE ED INTENSITÀ**

Per convenzione la direzione del vento coincide con la **direzione di provenienza** e, su questa base, i venti sinottici vengono classificati secondo la **rosa dei venti**, di antica memoria (Fig. 4-31).



*Figura 4-31. La Rosa dei Venti, utilizzata da millenni per indicare la direzione (di provenienza) dei grandi venti..*

L'intensità del vento è invece stata classificata da **Beaufort** ed è importante conoscere bene almeno i primi livelli, quelli compatibili con il Volo Libero (Tab. 4-2).

## VENTI LOCALI

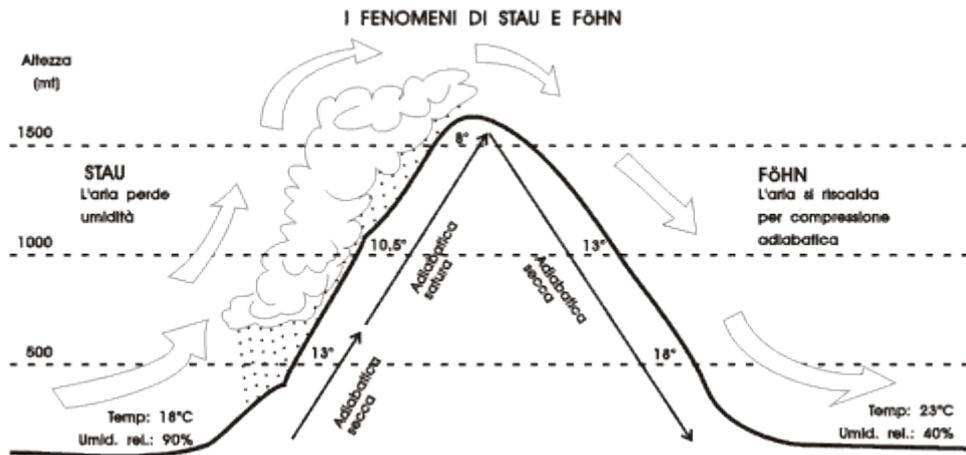
In Italia (come in altre regioni) rivestono una notevole importanza i **venti locali** (da non confondere con i fenomeni locali sopraccitati); a questa categoria appartengono:

- **La Bora:** vento freddo ed impetuoso che proviene da Nord-Est.
- **La Tramontana:** vento freddo ed asciutto proveniente da Nord Nord-Ovest e che d'inverno può interessare l'intera penisola.
- **Lo Scirocco:** vento caldo ed umido, spesso carico di sabbia, che giunge da Sud-Est.
- **Il Libeccio:** vento tiepido che spira da Sud-Ovest.
- **Il Föhn:** vento secco e caldo che, nei mesi invernali, discende dalle alpi ed interessa la pianura padana.

## LO STAU ED IL FÖHN

Il Föhn, ed il suo vento genitore, lo Stau, si formano quando una massa d'aria diretta da una zona di alta pressione ad una di bassa, incontra una **catena montuosa estesa**, che non può essere aggirata (dalle nostre parti questo si verifica nel caso delle Alpi).

Durante il superamento della montagna si ha una fase di **sollevamento forzato** ed una di successiva discesa. Nella fase di salita la massa, umida e satura, si raffredda secondo quello che abbiamo imparato a conoscere come il gradiente adiabatico saturo (che per la ricchezza di umidità assoluta può scendere fino a 0,5° C ogni 100 mt.). Nella successiva fase di discesa l'aria, divenuta più secca per tutta l'acqua lasciata sull'altro versante, si scalda invece con il gradiente Adiabatico Secco (1° C ogni 100 mt), giungendo al suolo di qualche grado più calda rispetto alla pari quota dell'altro versante (Fig. 4-32).



*Figura 4-32. Lo stau ed il föhn: caratterizzato da precipitazioni il primo, da aria calda ed asciutta il secondo.*

Il vento umido proveniente da Sud causa, sul versante italiano delle Alpi, lo Stau (tempo brutto), mentre il vento proveniente da Nord dà luogo al Föhn, vento caldo, ma di caduta, non adatto al Volo Libero. Il Föhn viene invece "utilizzato" dagli alianti che riescono a sfruttare le "Onde Atmosferiche" generate dal forte Vento da Nord.

## **ELEMENTI DI PREVISIONE DEL TEMPO**

Come abbiamo detto in apertura di capitolo, la capacità di comprendere i fenomeni atmosferici che ci circondano e prevederne, nei limiti del possibile, la evoluzione sono di primaria importanza per il Volo Libero: sarà infatti possibile volare in sicurezza e rimanere solo molto raramente sorpresi dalla evoluzione a brevissimo termine del tempo (e mai in volo...).

I dati necessari ad una previsione di massima sono raccolti e resi pubblici dalla radio, dalla televisione, dai quotidiani e sono anche ottenibili telefonicamente in tutte le regioni italiane.

A prescindere dall'Ente che li pubblica tutti i dati sono raccolti e curati dal **Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare**.

Questi dati si possono suddividere in tre grosse categorie:

- Condizioni osservate (il passato).
- Condizioni rilevate al momento (il presente).
- Condizioni previste (il futuro).

Normalmente le previsioni scaturiscono dal rilievo dei dati presenti al momento e dal confronto (effettuato con l'ausilio di macrocomputer e programmi estremamente complessi - **Argo** è il più recente ed ha sostituito il "vecchio" **Afrodite**) con periodi meteorologici "analoghi" immagazzinati in memoria.

Ricordiamo che le previsioni, anche a breve termine, sono molto difficili in **primavera**, stagione durante la quale tutti i cambiamenti meteorologici tendono ad essere **accelerati**, mentre risultano più agevoli in **estate** ed in **inverno** quando gli "individui isobarici" tendono a **stazionare maggiormente** sulle nostre regioni.

In **autunno** infine si preparano quei mutamenti naturali che preludono all'inverno con l'**arrivo di frequenti fronti freddi da Nord**.

Purtroppo i vololiberisti devono fare anche i conti con situazioni locali a bassa quota, oltre che con quelle generali riportate nei bollettini di cui sopra. Assumono allora importanza:

- **la conformazione orografica della regione**: ne è un esempio il fenomeno di Stau e Föhn visto prima, che interessa la pianura padana ed è determinato dalla catena alpina;
- **gli aspetti geologici**: è evidente che ampie pianure umide reagiranno diversamente da zone aride o rocciose agli stessi cambiamenti atmosferici;
- **le condizioni termiche prevalenti (latitudine)**: le termiche invernali di cui godono i nostri colleghi siciliani sono praticamente sconosciute in lombardia.

E allora, calandosi nella pratica, vige la regola: **più dati si hanno meglio è**, e questo vale soprattutto per quanto riguarda la continuità di osservazione. Vale dunque la pena di abituarsi a leggere le previsioni e ad osservare la reale successiva evoluzione poichè soltanto in questo modo si può sviluppare la capacità previsionale che caratterizza i grandi veleggiatori.

## **OSSERVAZIONE E CONTROLLO DELLA NUVOLOSITÀ: MOMENTO FONDAMENTALE DELLA PREVISIONE A BREVISSIMO TERMINE**

Pur con le riserve appena espresse, riteniamo utile fornire alcune indicazioni di previsioni a brevissimo e breve termine (12-24 ore), basate sulla nostra esperienza, valide **prevalentemente per la zona alpina e prealpina**, ma, speriamo, non del tutto inutili per i vololiberisti della restante parte dello stivale (che per la sua notevole lunghezza, forma una **terra dai mille climi**).

## **CUMULI**

Piccoli cumuli, poco estesi verticalmente e **ben distanziati tra di loro** sono il sogno di ogni veleggiatore, specie se la base è alta e l'inclinazione tende verso Nord. Tuttavia non sempre è così ed è importante saper leggere anche le condizioni avverse o di possibile rischio.

## **CUMULI E VENTO**

Quando l'**inclinazione dei cumuli è rivolta a Sud** significa che il vento, almeno in quota, **proviene dai quadranti Nord**, ed abbiamo imparato come tale condizione possa risultare pericolosa a Sud delle Alpi. Quando i cumuli hanno una **base mal definita** e si **disfano rapidamente** dando luogo a forme sfilacciate, prendono il nome di **fractocumuli** ed indicano **vento forte in quota** associato a turbolenze anche notevoli (rotori o termiche di sottovento).

## **ASPETTO DEI CUMULI IN RELAZIONE ALL'ORA DELLA GIORNATA**

La formazione di **cumuli nelle prime ore del mattino** indica una condizione di notevole umidità associata ad instabilità atmosferica: questi due ingredienti rendono **probabile una degenerazione temporalesca** nell'arco della giornata.

Allo stesso modo un **elevato sviluppo verticale** delle formazioni cumuliformi già nel primo pomeriggio, specie se le nubi non sono ben distanziate tra loro, **può preludere a degenerazione**. In questi casi risulta utile la osservazione del cielo tra i cumuli, si possono infatti avere due situazioni distinte:

1. **comparsa di nubi alte o medie (cirri od altocumuli) al di sopra dei cumuli stessi**: in generale si può prevedere l'entrata di un fronte caldo che, dando luogo ad una **inversione in quota**, fornirà un "limite di sicurezza" allo sviluppo verticale e quindi alla degenerazione delle nubi convettive (a dire il vero se l'inversione si abbassa avremo la fine precoce della giornata termica);
2. se, contrariamente alla condizione sopra descritta, tra gli spiragli che separano i cumuli **il cielo diviene più intensamente azzurro**, è possibile che l'aria si stia ulteriormente raffreddando; questo comporta **un aumento dell'instabilità** dell'aria e della sua umidità relativa: in queste condizioni la degenerazione temporalesca è quasi certa e a volte **rapidissima**.

In alcuni casi la situazione atmosferica può essere così labile che il solo raffreddamento pomeridiano e serale è sufficiente ad innescare un temporale.

## **NUBI STRATIFICATE**

Mentre la nubi basse sono quasi sempre associate a condizioni atmosferiche negative per il volo libero, la osservazione del **settore di provenienza** delle nubi Medie o Alte può darci preziose indicazioni sull'evoluzione del tempo nelle prossime 12-24 ore (Tab. 4-3).

<b>Provenienza</b>	<b>Vento</b>	<b>Ipotesi di previsione</b>	<b>Tipo di volo</b>
SE-E	SE-S	Entrata di un fronte caldo da S-SO con probabile copertura compatta in 12-48 ore. Minimo a S o SO	Condizioni in calo fino alla calma
SO-O	S-SO	Come sopra con minimo a SO o O	Come sopra
NO-N	O o N teso	Fronte caldo con minimo a NO-N. Se il minimo si sposta verso Sud: copertura rapida e pioggia; se verso Est: può essere fermato dalle Alpi (eventualmente si avrà Foehn)	Negativo per forti venti da Nord
NO-N	N debole	Fronte caldo con minimo che si sposta a NE: nessuna copertura e possibili correnti N-NE in diminuzione	Stabile: buono Instabile: ottimo
N-NE	N debole	Il minimo è transitato a Nord, allontanandosi a NE	Stabile: buono Instabile: ottimo
E	E debole	Il minimo è a SE, allontanandosi a NE probabile una copertura nelle prossime 12-24 ore.	Calma, quasi nulla attività termica

*Tabella 4-3 Elementi predittivi generalmente validi per la pianura padana.*

## **APPROFONDIMENTI**

Alcuni tra gli argomenti trattati in questo capitolo verranno ripresi ed ampliati parlando di tecnica di veleggiamento, ma ci preme sottolineare che, se la buona conoscenza delle nozioni esposte dovrebbe rendere l'allievo in grado di volare in sicurezza e di affrontare l'esame di brevetto, chi si pone ambizioni superiori può (e deve) approfondire ulteriormente le sue conoscenze meteorologiche.

Fino a ieri la "Bibbia" era una sola (**Meteorologia per il Volo a Vela di Plinio Rovesti**), ma recentemente è comparso il già citato **I Visitatori del Cielo** di **Hubert Aupetit** (trad. **Alberini e Boschi**) che, finalmente, affronta l'argomento dal "nostro" punto di vista, anziché da quello, pur egregio, degli aliantisti. Il testo è ricchissimo di interessanti (ed a volte insospettati) spunti e ne consigliamo caldamente la piacevole lettura agli allievi (ed ai piloti) che vogliono "saperne di più".

## Capitolo 5 – IL VOLO COL DELTAPLANO

In questo capitolo tratteremo gli argomenti riguardanti, in particolare, il volo con il deltaplano. Inizieremo analizzando l'aquilone e le parti che lo compongono, tentando di comprenderne anche l'evoluzione storica (cioè i successivi "tentativi" che hanno condotto alle ali attuali); considereremo poi i diversi tipi di imbragatura (che ha subito anch'essa notevoli trasformazioni) e l'impiego del paracadute di emergenza. Dedicheremo infine la nostra attenzione alla tecnica di pilotaggio, cercando sempre di comprendere come le regole generali dell'aerodinamica vengano di volta in volta modificate dalle particolarità dell'apparecchio e dal modo, pressoché unico, di pilotarlo (lo spostamento del peso del pilota).

### **IL DELTAPLANO**

Il deltaplano è una struttura di tubi, cavi, tela e bullonerie opportunamente studiati e disposti per consentire, al mezzo ed al pilota, di volare **in un ambito ben preciso di condizioni meteorologiche**, garantendo la massima affidabilità meccanica. Anche se oggi gli apparecchi hanno la capacità di resistere ad accelerazioni che raggiungono 6 G (cioè quando il peso apparente aumenta fino a 6 volte rispetto a quello reale) non bisogna mai scordare che in condizioni meteorologiche avverse o durante manovre acrobatiche, **tali limiti strutturali vengono superati**, ed anche il miglior apparecchio del mondo **si può rompere**. Ricordiamo, infine, che **danni anche lievi** possono compromettere notevolmente la capacità di resistenza del mezzo e che quindi **montaggio e manutenzione** rivestono una importanza (è il caso di dirlo) **vitale**.

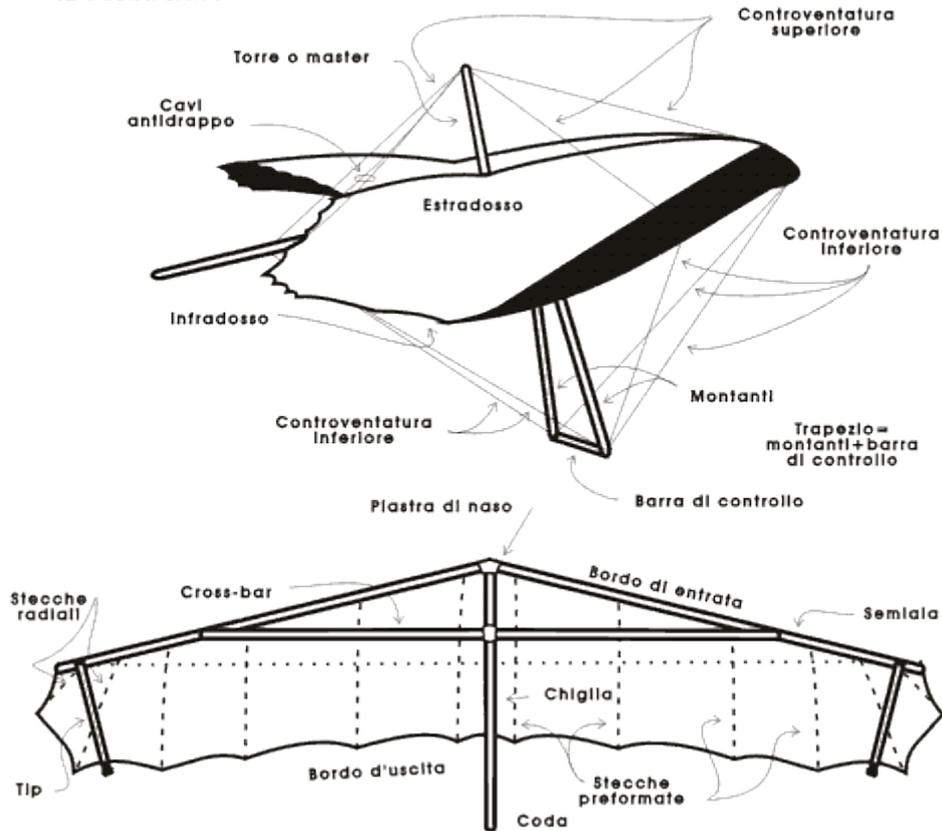
La resistenza strutturale e l'autostabilità degli apparecchi sono testate e certificate, all'origine, da appositi organismi:

i più noti sono quelli Americani, Tedeschi e Svizzeri dove, per necessità (assenza di un'ente corrispondente), vengono collaudati anche gli aquiloni italiani.

Un deltaplano è, in sostanza, una coppia di semiali tenute aperte ed orizzontali da due "controventature", una superiore ed una inferiore. La controventatura superiore è sostenuta dalla torre (o master), mentre quella inferiore è sostenuta (in volo) dal trapezio, all'interno del quale trova spazio il pilota.

È superfluo aggiungere che ogni "pezzo" ha il suo nome (Fig. 5-1) e che imparare tali nomi sarà molto utile per comprendere il resto di questo capitolo.

## IL DELTAPLANO



*Figura 5-1. Deltaplano e corretta denominazione delle sue parti: come si può notare alcuni termini sono presi "pari pari" dall'aeronautica classica mentre altri sono tipici di questo apparecchio. L'insieme dei cavi viene detto controventatura (superiore ed inferiore) mentre le due superfici alari costituiscono l'estradosso (sopra) e l'infradosso (sotto).*

## MATERIALI UTILIZZATI E TIPO DI LAVORO CUI SONO SOTTOPOSTI

### VELA

Il materiale di gran lunga più utilizzato oggi è il **Dacron**, ma numerosi costruttori propongono il **Mylar**, che conferisce all'aquilone prestazioni lievemente superiori risultando, però, più delicato. La vela è sottoposta, durante il volo, ad un lavoro di trazione ed i tessuti usati mostrano un **rapporto resistenza/peso** ottimale per il Volo Libero. Il principale nemico della vela è il sole, o meglio le radiazioni ultraviolette (U.V.) che esso emana.

Per questo motivo non è consigliabile lasciare il deltaplano aperto per intere giornate; il problema tuttavia investe più direttamente i piloti di volo ultraleggero, essendo nell'ordine delle migliaia il numero di ore necessario ad un indebolimento rilevante: se l'aquilone viene regolarmente smontato al termine di ogni volo tale cifra è praticamente irraggiungibile per molti anni, mentre è una soglia rapidamente superabile da chi lascia l'ala montata in permanenza e priva di una adeguata copertura protettiva (teloni o, meglio, hangar).

Il danno alla vela può evidenziarsi attraverso un cambiamento dei colori originali (sbiaditi) oppure della consistenza del tessuto stesso. **In nessun caso deve essere possibile forare la vela con la pressione, anche massima, di un dito.**

## **TUBI**

I tubi sono in lega aereonautica, a base di alluminio, estremamente leggera e resistente sia alla trazione che alla compressione. Le leghe maggiormente utilizzate sono **Avional**, **Anticorodal** e, più recentemente, **Ergal**.

Molto importante nella identificazione del materiale è però anche la sigla numerica che segue il nome: le caratteristiche, ad es. dell'Avional **22** sono ben differenti da quelle dell'Avional **18**, e la scelta dei materiali da usare è un problema estremamente complesso che deve restare **di stretta pertinenza di costruttori e collaudatori**. Le differenze principali tra le leghe utilizzate riguardano soprattutto la cosiddetta "morbidezza" (cioè la capacità di **assorbire urti deformandosi**), la flessibilità ed il rapporto tra peso e resistenza (tuttavia, dato che la resistenza minima accettabile non può variare, tale differenza si tramuterà in un maggiore o minore peso complessivo dell'apparecchio).

Un aspetto di estrema importanza in queste leghe è il fatto che deformazioni anche modeste **non possono essere neutralizzate** con manovre di raddrizzamento forzato: il raddrizzamento sarà solo apparente, ma a livello microscopico si potrà osservare un danno doppio (danno dato dal primo urto, cui si somma il danno del raddrizzamento).

Un tubo raddrizzato dunque **non offrirà più le caratteristiche iniziali** e ignorare questo fatto comporta una inaccettabile riduzione dei margini di sicurezza dell'apparecchio.

## **CAVI**

Si tratta di cavi di acciaio (fino a 92 singoli fili) con carichi di rottura (in trazione) varianti tra i 400 ed i 600 Kg; i cavi sono spesso ricoperti di materiale plastico, idealmente trasparente. I principali possibili problemi riguardanti i cavi sono:

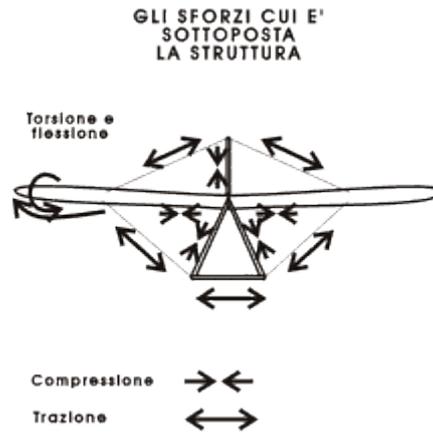
- **snervamento ed allungamento** in seguito a forti e ripetute sollecitazioni estreme (difficili da realizzare durante il volo normale, ma che si verificano, ad esempio, in seguito a crash piuttosto violenti);
- **perdita di resistenza**, anche notevole, in seguito a piegamenti drastici (quando cioè il cavo viene ripiegato su se stesso ad angolo acuto e questo angolo viene compresso fino a snervare le fibre).

Quando sia necessario sostituire un cavo è indispensabile valutare con il costruttore la possibilità di sostituire **anche il cavo controlaterale**: questo infatti potrebbe essersi, sia pur minimamente, allungato ed il nuovo cavo, benché perfetto, porterebbe ad un assetto asimmetrico dell'ala con risultati non ottimali.

## **BULLONERIA**

La bulloneria è sicuramente la parte più sovradimensionata di tutta la struttura e, dunque, quella meno incline a rappresentare un limite di resistenza per l'apparecchio.

Deve essere però ricordato che i dadi autobloccanti **non possono essere stretti e rilasciati più volte**: i costruttori quindi consigliano la **sostituzione dopo ogni apertura**.



*Figura 5-2. Tipo di lavoro cui sono sottoposte le strutture del deltaplano*

Le viti utilizzate sopportano trazioni perpendicolari al loro asse dell'ordine delle tonnellate e, a meno che non vengano seriamente danneggiate durante un incidente o con manovre di apertura scorrette, non si romperanno mai. Il tipo di lavoro cui sono sottoposte le diverse componenti sono schematizzati nella figura 5-2.

In assetto di volo rettilineo la controventatura superiore **non lavora**, mentre quella inferiore è costantemente sollecitata: i cavi e la barra lavorano in trazione, mentre montanti e cross-bar lavorano in compressione. Le estremità alari sono sollecitate in torsione ed in flessione.

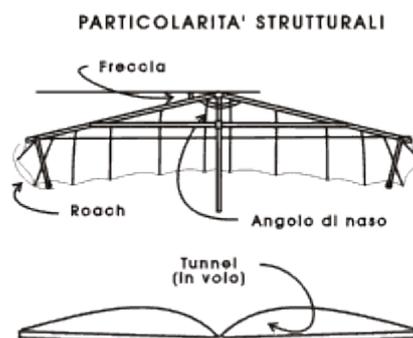
In pratica osserviamo che tutti i cavi lavorano in trazione (nè potrebbe essere altrimenti), mentre tutti i tubi (ad eccezione della barra di controllo) lavorano in compressione; le ali inoltre sono sollecitate in flessione (principalmente a livello del primo quarto e della parte terminale).

## PARTICOLARITÀ STRUTTURALI

In aggiunta a quelli visti nel capitolo di aerodinamica, esistono alcune strutture od accorgimenti peculiari del deltaplano; esaminiamoli dunque brevemente cercando di capire il loro contributo alle proprietà di questa ala.

### ANGOLO DI NASO E FRECCIA

L'angolo di naso è, semplicemente, l'angolo formato dalle due semiali; per contro, la freccia è l'angolo formato da una semiala con la retta perpendicolare alla chiglia sul piano orizzontale: una freccia pari a zero corrisponde ad un angolo di naso di  $180^\circ$ , una freccia di  $30^\circ$  ad un angolo di naso di  $120^\circ$  (Fig. 5-3).



*Figura 5-3. Angolo di naso, freccia a roach*

## **TUNNEL**

È la differenza tra l'angolo di naso della vela, adagiata al suolo e non montata, e l'angolo di naso della struttura metallica. Quando la vela viene montata sulla struttura il suo maggiore angolo di naso le consente di gonfiarsi; oggi il tunnel è pressoché scomparso, mentre era molto evidente nei primi apparecchi. Essendo una differenza tra angoli si misura in gradi.

## **SVERGOLAMENTO**

Come già detto, lo svergolamento è la differenza di angolo d'attacco (o angolo di incidenza) tra la corda centrale (in corrispondenza della chiglia) e la corda a livello delle estremità alari; nei deltaplani è fondamentale per la autostabilità longitudinale; lo svergolamento si misura in gradi.

## **DOPPIA SUPERFICIE**

Si intende la quantità di superficie velica (più precisamente di superficie proiettata) che viene ad essere ricoperta, inferiormente, da una vela indipendente e distaccata da quella superiore; si forma in tal modo una camera ispezionabile che, negli aquiloni di 5a generazione, contiene il Cross-Bar; si misura in percentuale.

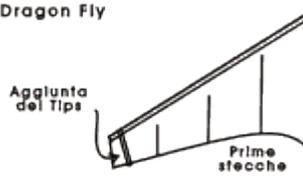
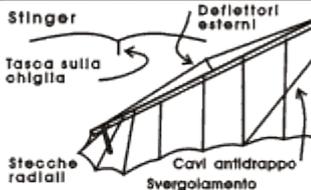
## **ROACH**

È detto roach il taglio arrotondato del bordo d'uscita alle estremità alari, sostenuto da stecche a disposizione radiale (tale accorgimento, copiato dagli uccelli veleggiatori, riduce notevolmente la resistenza indotta).

## **EVOLUZIONE STRUTTURALE: LE GENERAZIONI.**

La storia del deltaplano, relativamente recente, differisce da quella della maggior parte degli attrezzi sportivi ad alta tecnologia: i materiali infatti erano già disponibili da tempo e non hanno mai rappresentato un limite alla evoluzione (si pensi per contro alle racchette da tennis o agli sci, inizialmente in legno, poi in metallo, poi in leghe plastiche, la cui evoluzione era legata alla scoperta di nuovi materiali).

Nel nostro caso invece la evoluzione è stata soprattutto progettuale, si è trattato cioè di studiare le migliori forme, avendo già a disposizione la tecnologia necessaria.

<p>Standard (ala Rogallo)</p> 	<p>Anni '70 Prima Gen. Naso: 88-90° Sup.: 18 mq Tunnel: 4° Eff.: 1:4 Progetto: Moyes, Bennet</p>
<p>Dragon Fly</p>  <p>Aggiunta del Tips Prime stecche</p>	<p>1975 Seconda Gen. Naso: 95-100° Sup.: 18 mq Tunnel: 2-3° Eff.: 1:6 Progetto: R. Haggard</p>
<p>Stinger</p>  <p>Deflettori esterni Tasca sulla chiglia Stecche radiali Cavi antidrappo Svergolamento</p>	<p>1976 Terza Gen. Naso: 110° Sup.: 19 mq Tunnel: 1° Eff.: 1:8 Progetto: B. Moyes</p>
<p>Atlas</p>  <p>20% di doppia superficie Stecche preformate</p>	<p>1978 Quarta Gen. Naso: 110-120° Sup.: 16 mq Tunnel: 0° Eff.: 1:9 Progetto: G. Thevenot</p>
<p>Comet</p>  <p>50% di doppia superficie Cross flottante incluso nella doppia vela</p>	<p>1980 Quinta Gen. Naso: 120-125° Sup.: 16,5 mq Tunnel: sottoprof. Eff.: 1:10 Progetto: R. Haggard</p>

**Figura 5-4.** Le "generazioni" del deltaplano: oggi vengono utilizzati quelli della 4a gen. (intermedi) e quelli di 5a gen. (doppie superfici).

Non si creda che fosse un compito facile: un'occhiata alla evoluzione storica, riportata nella figura 5-4, ci mostra una trasformazione quasi totale ed i moderni aquiloni di 5a generazione hanno veramente poco in comune con le ali Rogallo (dal nome dell'ingegnere della NASA che per primo le progettò più di cinquant'anni fa).

Notiamo sostanzialmente:

- un progressivo **aumento dell'angolo di naso**;
- un cambiamento nella forma del bordo di uscita, specialmente alle estremità alari (**comparsa del roach**);
- un **aumento della tensione della vela** con diminuzione del tunnel fino alla sua totale scomparsa;
- un costante **aumento dell'allungamento** che, come sappiamo, consente una migliore efficienza alle basse velocità;
- la comparsa della **doppia superficie**, cioè di un "riporto" di vela sull'infradosso con una importantissima modificazione della **sezione** trasversale dell'ala che, da una linea **diviene un profilo alare vero e proprio**. A quest'ultima modifica contribuiscono sostanzialmente anche le stecche, preformate e sempre più numerose, che mantengono distaccate le superfici veliche.

Sul versante delle prestazioni notiamo che l'efficienza compie un poderoso balzo (da 4:1 fino agli attuali 10:1), la velocità massima in sicurezza passa da 50 a 85 Km/h ed il tasso di minima caduta si riduce da 2,5-3 m/sec a circa 1 m/sec.

## **ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA EVOLUZIONE PASSATA E FUTURA**

Agli inizi degli anni '80 è accaduto qualcosa di particolare nella storia evolutiva del deltaplano: fino a quel momento infatti qualsiasi innovazione strutturale è coincisa con un indiscutibile miglioramento di tutti i parametri rilevanti ed ha quindi reso sorpassati i modelli precedenti. Con la 4a generazione (Atlas, Mars e simili) invece sono state raggiunte caratteristiche tali per cui le ali di 5a generazione si differenziano da queste senza poter essere considerate superiori in senso assoluto. In altri termini un ala di 5a generazione offre una maggiore velocità ed una migliore efficienza, ma paga in termini di facilità di guida, soprattutto in fase di atterraggio ed in termica. Per questo motivo, anche oggi, vengono prodotti e commercializzati numerosissimi deltaplani di 4a generazione (i cosiddetti intermedi) che trovano un loro preciso utilizzo nei primi anni di volo. Ad onore del vero si deve aggiungere che le attuali ali di 4a generazione sono state modificate rispetto ai primi modelli e vengono oggi concepite e costruite proprio per chi inizia a volare. Allo stesso modo gli sforzi dei costruttori sono suddivisi secondo due direzioni distinte: gli aquiloni da competizione, dalle altissime prestazioni ma troppo impegnativi per un pilota inesperto o che vola raramente, e gli aquiloni per chi vuole divertirsi in tranquillità. Con il passare del tempo sarà il pilota a decidere se privilegiare velocità ed efficienza oppure facilità e docilità.

## **SCelta, MANUTENZIONE E TRASPORTO**

### **CENNI SUI CRITERI DI SCELTA DI UN DELTAPLANO**

Come abbiamo visto, nella stragrande maggioranza dei casi, ci rivolgeremo inizialmente ad un ala di 4a generazione.

Come in tutti i campi anche qui esistono leggere variazioni di prezzo e di qualità delle finiture, ma sia chiaro che tutti gli aquiloni certificati internazionalmente sono macchine perfettamente affidabili e quasi equivalenti (i costruttori, storicamente, si copiano l'un l'altro e ogni rilevante vantaggio verrebbe immediatamente trasferito a tutte le ali in commercio).

Valgono tuttavia alcune considerazioni generali che è utile conoscere.

#### **TAGLIA**

È importante prendere un aquilone adatto al proprio peso (ogni costruttore ne fornisce da 2 a 4 modelli); si ricordi che un **delta piccolo** (relativamente al peso del pilota) risulterà **più maneggevole e più veloce**, mentre un **delta grande** avrà un **tasso di caduta inferiore** ma risulterà **più inerte** nelle manovre.

#### **PESO**

Il deltaplano porta noi durante il volo, ma a terra **siamo noi a portare lui**; il peso quindi ha la sua importanza.

#### **LUNGHEZZA E ACCORCIABILITÀ**

Portare il deltaplano sull'automobile comporta alcune limitazioni (che vedremo) e può quindi essere importante disporre di un ala accorciabile (possibilità di trasporto su vetture piccole, su funivie, seggiovie o altro). Poiché sono praticamente assenti deltaplani nei quali l'ala è costituita da un pezzo unico, tutti i delta sono virtualmente accorciabili: esiste però una bella differenza tra premere un bottoncino appositamente progettato e lavorare per alcuni minuti (o ore) con pinze, cacciaviti e chiavi inglesi.

#### **FREQUENZA E TIPO DI VOLI**

È perfettamente inutile acquistare una supermacchina da gara se intendiamo volare qualche domenica l'anno: non ci divertiremo e sarà una lotta continua con l'apparecchio. Abbiamo accennato ai vantaggi offerti da ali competitive: tali vantaggi risultano preziosi quando si vogliono percorrere tanti chilometri in poco tempo; è solo se pensiamo di affrontare un'attività intensa, che prevede frequenti voli di distanza, che un apparecchio di questo tipo potrà darci grosse soddisfazioni. Oggi molti costruttori mettono a disposizione anche una versione "soft" delle loro macchine più avanzate, proprio per raggiungere i piloti esigenti ma non "assatanati".

#### **GEOMETRIA VARIABILE**

Si sono diffusi deltaplani di 5a generazione nei quali è possibile variare l'angolo di naso della struttura durante il volo, agendo sul cross-bar per mezzo di un cordino (over-drive). Questa manovra influenza soprattutto la **tensione** della vela e quindi **lo svergolamento**: il principale vantaggio offerto da tale accorgimento è quello di poter (idealmente) disporre di un apparecchio di volta in volta maneggevole (over-drive lasco) oppure dotato di grande efficienza (over-drive tirato)

ma molto duro in rollio. È importante accertarsi che il sistema abbia superato i test di omologazione internazionale (l'ala deve essere autostabile in tutte le configurazioni possibili).

## PROVE E REGOLAZIONI

Ogni apparecchio, prima di essere venduto, **deve essere collaudato** dal costruttore o da una persona qualificata (istruttore, collaudatore): è un sacrosanto diritto di chi acquista al quale non si deve rinunciare in alcun caso.

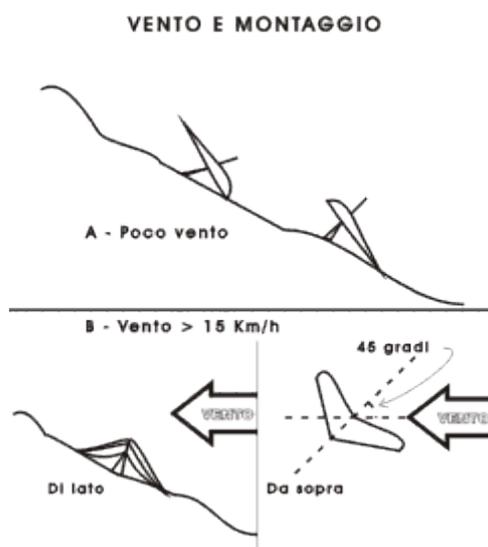
I costruttori solitamente consegnano gli aquiloni già regolati in modo standard: **non apportate** alcuna modifica alla regolazione iniziale.

Al deltaplano affidiamo la nostra sopravvivenza ed è quindi logico porre **la massima attenzione e cura** sia nel montaggio che nella sua manutenzione e nei **periodici controlli**.

## MONTAGGIO

Sul pendio è indispensabile tenere conto della intensità e della direzione del vento, già durante la fase di montaggio: si eviterà quindi di distendere la vela esponendola "a caso" al vento, con il rischio di un rovesciamento o di danni agli aquiloni vicini.

Mentre con venti deboli è consuetudine montare il delta tenendo il naso a terra ed a valle, quando i venti sono moderati o sostenuti diventa importante tenere la coda a terra (e, naturalmente, a valle): deve infatti essere sottolineato che la posizione classica (naso a terra e controvento) espone la vela e la struttura a forze **negative** che possono raggiungere, con venti di 20-45 Km/h, le centinaia di chilogrammi; è già successo che tale errata posizione abbia causato un **piegamento del cross-bar**, oppure una rottura della vela a livello della inserzione dei cavi antidrappo.



*Figura 5-5. Posizioni per il montaggio sul pendio debole (A) o con vento sostenuto (B).*

In presenza di vento sostenuto il sistema di montaggio migliore prevede di avere il vento a 45° posteriormente al delta (Fig. 5-5).

Errori nella fase di montaggio Gli aquiloni sono progettati in modo che, nella maggior parte dei casi, il montaggio non risulta possibile se è stato compiuto qualche errore. Come norma generale quindi, se durante la fase di apertura incontriamo resistenze particolari, **ci guarderemo bene dal forzare**: invece ripercorreremo la sequenza di montaggio, fin dall'inizio, cercando il "punto ingarbugliato".

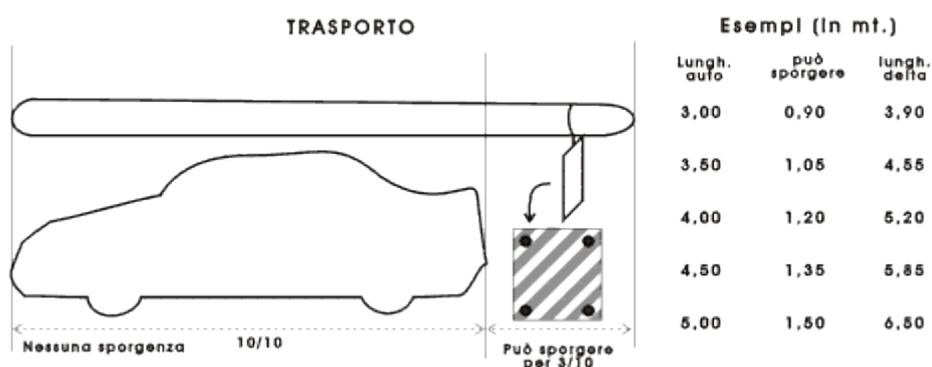
## TRASPORTO

Il trasporto del deltaplano è un momento molto delicato, specie su strade sconnesse o ad alte velocità. I tubi **non devono** essere posti a contatto con superfici dure (barre dei portapacchi), bensì appoggiare su strutture morbide di sostegno.

L'ideale è un bel **portadelta**, appositamente studiato e costruito; se ne meditate l'acquisto sottolineiamo che vale la pena di comprarlo a due posti (la solidarietà tra deltaplanisti è importante e le occasioni di utilizzarlo appieno non mancheranno). In alternativa vengono utilizzate leggere scalette di alluminio, ben fissate al portapacchi: è una soluzione onesta.

Le auto "familiari" consentono di **distanziare le sbarre** del portapacchi in misura sufficiente a permette il trasporto dei deltaplani senza ulteriori infrastrutture. In questi casi si avrà l'accortezza di imbottire adeguatamente le parti metalliche di appoggio.

**Deleterio** è invece l'uso di portapacchi a **barre ravvicinate, anche se imbottite**, per la instabilità di appoggio e le continue sollecitazioni cui sottopongono l'apparecchio.



*Figura 5-6. La legge italiana pone precise limitazioni al trasporto di carichi sporgenti sugli autoveicoli.*

Inutile sottolineare l'importanza di una **buona legatura** del tutto. Ricordiamo inoltre che in Italia è consentito trasportare carichi sporgenti a patto che (Fig. 5-6):

- Sporgano solo posteriormente.
- Sporgano al massimo di 3/10 della lunghezza della vettura.
- Espongono alla estremità posteriore del carico l'apposito cartello: strisce rosse inclinate e 4 catarifrangenti circolari, pure rossi.

## MANUTENZIONE

Il deltaplano, fortunatamente, è una macchina molto semplice ed il controllo dell'efficienza strutturale può essere agevolmente compiuto tutte le volte che è necessario: il che significa, durante i periodi di intensa attività, almeno una volta al mese e **dopo ogni atterraggio pesante**.

Si porrà particolare attenzione ai cavi (facendovi scorrere sopra una mano guantata), al trapezio (verificando l'integrità dei montanti), alla vela (osservandone, in particolare, i punti di attacco con l'ala ed il bordo di uscita, specie all'altezza dei cavi antidrappo), tutti i tubi (dritti e senza ammaccature), la bulloneria (ben fissata, con gli autobloccanti che tengono) ed il punto di aggancio (eventuale usura dei grilletti o dei cavi).

Una notevole importanza rivestono le **stecche preformate**: la loro curvatura non è casuale e volare con una o più stecche deformate (rispetto al disegno originale) può comportare gravi problemi di stabilità laterale; d'altro canto è facile stortare qualche stecca durante il trasporto o in seguito ad

atterraggi duri. La soluzione a questi problemi è rappresentata dalla carta recante il disegno della curvatura originale; tale disegno, che è semplicemente una "**dima**" delle stecche, viene (o dovrebbe venire) fornito con l'apparecchio. Se questo non succede l'unica possibilità è di disegnarla voi stessi, prima di volare (e, soprattutto, prima di atterrare in modo "brusco").

È sufficiente che esista un ragionevole dubbio sulle condizioni della struttura per **rendere indispensabile l'esame di un esperto** (costruttore o collaudatore) che potrà consigliare la riparazione o la sostituzione da effettuare.

## **IL DELTAPLANO E L'ACQUA**

Il deltaplano soffre l'umidità ma non l'acqua: questo apparente paradosso si spiega con il fatto che tutte le componenti dell'apparecchio possono bagnarsi e venire asciugate senza alcun danno, mentre il perdurare di un'elevata umidità provoca i danni chimici che vedremo; per questo motivo l'acqua di mare è decisamente più lesiva dell'acqua dolce e sarà **sempre imperativo sciacquare bene e lasciare asciugare** l'aquilone dopo un eventuale bagno salato.

### **Parti metalliche ed "effetto pila"**

Le pile generano energia elettrica attraverso la lenta trasformazione reciproca (ossidazione-riduzione) di due metalli differenti giacenti in un liquido che li tocca entrambi; da questo punto di vista quindi, anche sul nostro aquilone, l'umidità darà luogo, nei punti ove metalli differenti sono a contatto, a vere e proprie "pile" con relativa ossidazione e riduzione dei materiali interessati. È importante sottolineare che gli stessi materiali non vanno incontro a modificazioni in ambiente secco.

Nel deltaplano questo fenomeno può accadere principalmente:

- dove la bulloneria (generalmente ferrosa) tocca i tubi (in lega di alluminio);
- dove i cavi (d'acciaio) sono ripiegati e fermati con rame, o altri materiali deformabili.

La scoperta di una patina bianca, in questi o in altri punti, indica che l'ossidazione è avvenuta e che la zona può essere indebolita anche gravemente: occorrerà portare l'apparecchio dal costruttore o da un collaudatore esperto che, quantificato il danno, indicherà i provvedimenti opportuni.

### **Vela e "muffa"**

L'elevata umidità favorisce lo sviluppo di microrganismi, alcuni dei quali, se lasciati indisturbati a lungo, sono in grado di "digerire" anche le sostanze sintetiche, riducendo drasticamente le capacità di resistenza della vela (che, in questo caso, mostrerà comunque evidenti segni di degrado).

Il deltaplano, dunque, deve essere conservato nella sua sacca, in un luogo asciutto, evitando posti con temperature estremamente elevate (45° ed oltre).

## **RESPONSABILITÀ**

La responsabilità dell'efficienza del deltaplano è **totalmente a carico del pilota** (a differenza ad esempio di quanto avviene per il volo motore) ed inizia dal momento in cui il mezzo gli viene consegnato (ovviamente in perfetto stato) dal collaudatore o dall'istruttore.

## L'IMBRAGATURA

Lo scopo dell'imbragatura è quello di consentire al pilota un aggancio sicuro al deltaplano, di garantirgli la possibilità di eseguire le manovre necessarie e, perchè no, di permettergli anche una certa comodità, indispensabile nei voli di lunga durata.

Per poter essere validamente agganciati è indispensabile che l'imbragatura, di qualsiasi tipo sia, preveda le spalline e, soprattutto, i **cosciali**.

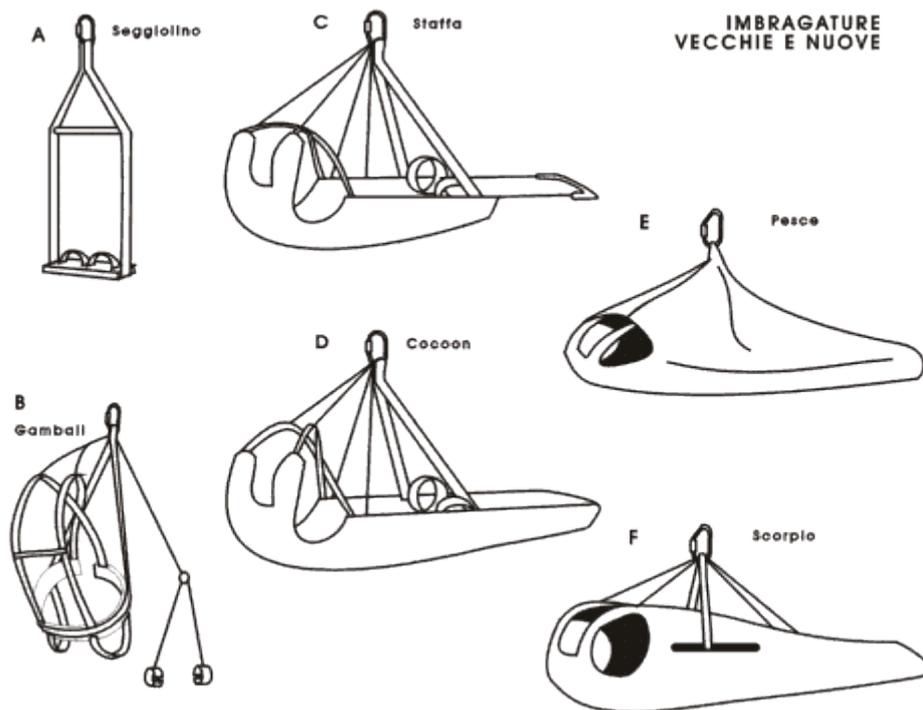


Figura 5-7. Modelli di imbragatura

I primi modelli erano a **seggolino**, ma considerazioni di maneggevolezza e di aerodinamica li hanno fatti scartare; può capitare ancora di vederne qualcuno nelle zone dove si vola prevalentemente in dinamica; rimangono tuttavia una curiosità.

## DINAMICA DELL'IMBRAGATURA

La posizione prona, con il corpo sospeso ad **almeno 10-15 cm** sopra la barra di controllo, si è rivelata, nei fatti, la più vantaggiosa, sia in termini di manovrabilità (e di affaticamento) che di bassa resistenza all'aria.

Poiché, però, decollo ed atterraggio avvengono (o dovrebbero avvenire!) con il pilota in piedi, tutte le imbragature debbono prevedere la possibilità della doppia posizione. Tale possibilità è ottenuta appendendo l'imbragatura per la parte centrale, in modo che possa oscillare "a bilanciere" in avanti ed all'indietro: due appositi tiranti, poi, limitano l'eccessivo abbassamento della parte anteriore e, come vedremo, la loro lunghezza (regolabile) determina l'assetto effettivo di volo.

Dopo il decollo, spingendo sulla pedalina o sul fondo dell'imbragatura, il peso del pilota viene spostato verso l'alto e, soprattutto, in avanti ponendo la struttura in senso orizzontale. Prima dell'atterraggio si dovrà compiere la manovra opposta: estraendo i piedi dal pedalino (o dall'imbragatura), l'arretramento del peso corporeo ripristina la condizione verticale; su alcuni

modelli recenti (pesce, scorpio) tale manovra richiede un "aiuto" da parte delle braccia che, trazionando verso il basso i montanti, agevolano il sollevamento della parte anteriore.

## MODELLI

La possibilità di veleggiare a lungo ha reso la comodità dell'imbragatura una caratteristica tutt'altro che secondaria: è veramente un peccato dover abbandonare un cielo ricco di termiche per dolori muscolari dovuti alla posizione scomoda.

Sono quindi stati progettati e proposti diversi modelli che esamineremo rapidamente (Fig. 5-7):

L'imbragatura più semplice, spalline e cosciali, viene proficuamente utilizzata nei campetti scuola, quando non è necessario (nè utile) assumere una posizione prona, ma diviene rapidamente insufficiente dopo i primi voli.

**Imbragatura a gambali:** non più molto usata, rappresenta uno dei primi tentativi di consentire l'orizzontalità di volo.

**Imbragatura a staffa:** evoluzione della precedente, è munita di una staffa sulla quale si appoggiano i piedi, durante il volo, per poter spostare il peso del corpo anteriormente e quindi orizzontalizzarsi. Comoda e leggera richiede tuttavia che venga mantenuta una costante spinta sulla staffa, e pone, a volte, problemi nella corsa di decollo.

**Cocoon:** è una imbragatura a staffa "integrale": imbrago e staffa sono uniti da una striscia di tessuto sottostante che, durante il volo, contribuisce a sostenere il peso del corpo. Sempre alla ricerca di nuove soluzioni, non solo più comode, ma anche più calde e protette dall'aria, i progettisti hanno creato il primo modello "integrale" detto **Pesce**: "l'ingresso" del pilota avviene da sotto, anzichè da sopra (come nel caso della cocoon); un sistema di cerniere consente poi di chiudere l'apertura ventrale ed il pilota si trova avvolto in una specie di "sacco a pelo" durante tutto il volo. In atterraggio sarà necessario **riaprire la cerniera** per tempo in modo da poter estrarre il "carrello" ed atterrare in piedi. Tra i vantaggi che vengono attribuiti al Pesce vi sono la citata protezione termica ed la notevole comodità di volo; tra gli svantaggi va ricordato il sistema di tiranti alle cerniere (capita di vedere piloti che non riescono ad estrarre le gambe dall'imbrago ed atterrano "sulla pancia") ed il notevole ingombro.

**Scorpio:** simile al Pesce se ne differenzia principalmente per due particolari: il peso del pilota è sostenuto da due leggerissime staffe rigide, lunghe circa 40 cm e site dorsalmente; l'imbrago è unito al punto di aggancio per mezzo di un semplice cavo, con vantaggi aerodinamici. Il passaggio in posizione verticale, come accennato, può richiedere un minimo di trazione verticale sui montanti. In molti modelli più recenti (pensati per la competizione) le due staffe sono sostituite da una piastra di materiale rigido, nella quale è impiantata un'asola di acciaio; il cavo di aggancio può scorrere, avanti ed indietro, nell'asola permettendo di variare l'assetto durante il volo. Queste ultime vengono dette imbragature "ad assetto variabile" e richiedono una certa abitudine prima di risultare "comode".

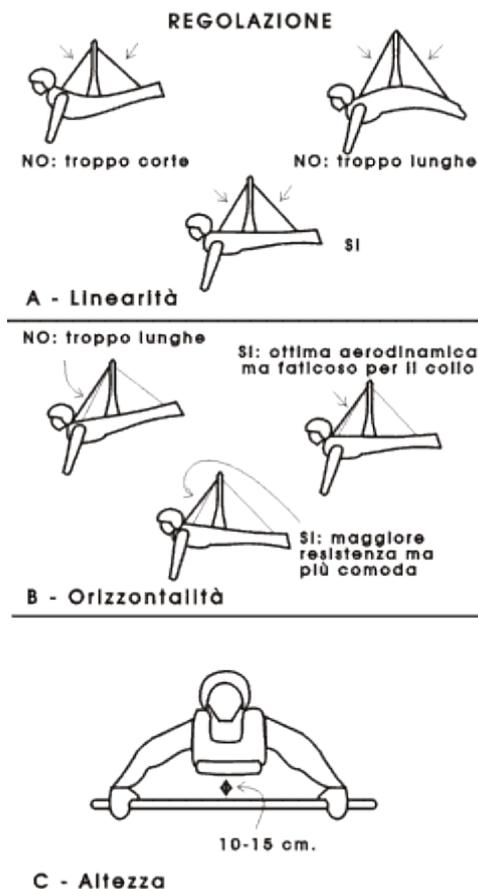
## REGOLAZIONE

La regolazione dell'imbragatura deve avvenire a terra (mai durante un volo !), appesi ad un idoneo supporto (cavalletto o altro), e si dovrà porre attenzione a tre distinti aspetti (Fig. 5-8):

- A) **Linearità dell'imbrago:** nei modelli che li prevedono, si deve agire sui cordini di sostegno anteriori e posteriori, fino a trovare la posizione più lineare, evitando la forma a "banana" estremamente lesiva per le vertebre e per i muscoli dorsali.
- B) **Orizzontalità:** quando l'imbrago ci sostiene in modo lineare possiamo regolarne la

orizzontalità agendo sui tiranti anteriori. Ricordiamo che una orizzontalità perfetta (con l'aquilone in assetto di volo) offre vantaggi aerodinamici, ma costringe ad un notevole lavoro i muscoli del collo, che devono mantenere il capo lievemente sollevato per garantire una buona visibilità. Per contro una posizione leggermente "sollevata", pur aerodinamicamente meno vantaggiosa, è di gran lunga più comoda da mantenere, anche per alcune ore.

- C) **Regolazione della distanza dalla barra:** ci si aggancia barra di controllo. normalmente, pregando un amico (o anche due) di reggere il "naso" dell'aquilone. Ci si pone in posizione orizzontale e si verifica che, tra la parte più bassa dell'imbrago (spesso coincidente con la sacca del paracadute) e la barra di controllo vi siano **circa 10-15 cm**. Se così non è, si agisce di conseguenza, allungando o accorciando la fune di aggancio, fino al risultato voluto (si tenga presente che, in queste condizioni, la barra, poggiando a terra, può flettere; in volo, quindi, la distanza potrà essere leggermente superiore a quella prevista).



**Figura 5-8.** Le tre fasi della regolazione di un'imbragatura: linearità, orizzontalità e distanza dalla barra di controllo.

Un aggancio **troppo alto rende faticosa e difficile la manovra**, (oltre che per i motivi esposti in figura 5-9, anche perché si è costretti a pilotare con le braccia distese), ma un aggancio **troppo basso** comporta il rischio che la **sacca del paracadute**, strofinando contro la barra di controllo, **si apra** con conseguenze anche molto gravi, per noi e per l'apparecchio.



*Figura 5-9. Un aggancio troppo alto richiede un maggior sforzo per ottenere lo stesso spostamento laterale del peso*

La manovra di prova con un compagno che regge il naso del delta rientra tra le "buone abitudini" da adottare prima di ogni decollo: in queste condizioni è infatti possibile accorgersi se qualcosa non è ben sistemato e correggerlo; si potranno, inoltre, ridurre i casi (più frequenti di quanto si creda) di **mancato aggancio**: sempre distruttivo per il delta, spesso gravemente lesivo anche per il pilota.

## MANUTENZIONE

Le imbragature devono essere conservate in **luogo asciutto** e periodicamente controllate, verificando ed eventualmente sostituendo i cavi quando mostrino segni di usura e comunque **almeno ogni anno** (terremo lo stesso criterio prudenziale degli alpinisti e degli speleologi che, come noi, affidano a cordami sintetici la loro vita).

Si dovrà inoltre attentamente verificare che la sacca del paracadute sia **ben cucita** e che i velcri di chiusura tengano bene (non è infatti rarissimo il caso di paracadute che si aprono "spontaneamente", rovinando il volo e, a volte, anche l'aquilone . . . ). La parte che sopporta il maggior carico sono i **cosciali** (nella fase di decollo e di atterraggio): anch'essi andranno dunque attentamente verificati.

## **IL PARACADUTE D'EMERGENZA ED IL DELTAPLANO**

### **OBBLIGATORIETÀ**

Le ragioni che hanno spinto la FIVL a considerare il paracadute d'emergenza **OBBLIGATORIO** (nel volo con deltaplano) dipendono dalla possibilità che la sua struttura rigida (i tubi di alluminio o le stecche preformate) ceda, per condizioni meteorologiche eccessive, per manovre incongrue od acrobatiche oppure ancora per una precedente lesione, rendendo completamente impossibile manovrare l'apparecchio.

La Legge non ne prevede l'obbligatorietà e, potremmo dire, meno male: altrimenti esisterebbero anche complicatissime procedure di certificazione e periodici controlli, che renderebbero ancora più difficile volare in autonomia. Tuttavia, almeno per i deltaplanisti, questa "ruota di scorta" è da considerarsi indispensabile ed il numero di vite salvate fino ad oggi conferma, al di là di ogni possibile dubbio, l'utilità di questa norma federale.

### **QUANDO APRIRLO**

Il paracadute d'emergenza deve essere utilizzato in caso di danno strutturale dell'apparecchio o in caso di forte malessere, tale da compromettere ogni capacità di guida; non deve essere invece utilizzato in presenza di cumulonembi per sfuggire all'ascendenza (i cumulonembi vanno semplicemente ed assolutamente evitati!).

### **PROCEDIMENTO DI APERTURA**

Dopo aver deciso che è necessario aprire l'emergenza la sequenza delle operazioni da compiere (con lucidità e nel minor tempo possibile) è la seguente:

1. **guardate la maniglia** (sembra banale ma è indispensabile afferrarla al primo colpo, poichè in questi casi il tempo è prezioso);
2. **infilate il pollice** nella maniglia dalla testa verso i piedi ed afferratela saldamente (questi due primi passi possono essere provati in volo, ed è utile farlo);
3. **aprite il contenitore** spingendo con forza la maniglia parallelamente all'imbrago (cioè verso i piedi) in modo da aprirlo come una scatola di sardine;
4. **lanciate con forza l'emergenza** in uno spazio libero. Il braccio disteso vi aiuterà ad ottenere la massima spinta;
5. **tenetevi saldamente all'aquilone** aiutandovi sia con le mani che con le gambe e preparatevi all'atterraggio cercando di fare assorbire la maggior parte dell'urto alla struttura dell'apparecchio (meglio lui che voi); questo può essere ottenuto salendo con i piedi sulla barra di controllo, (o sulla chiglia, se l'aquilone è rovesciato) e reggendosi ai montanti.

Dai test eseguiti il **tempo di apertura** (a minima velocità dell'aquilone) è risultato pari a **circa 1,5 sec.** di cui 1,1 per distendere completamente le funi e 0,4 per l'apertura della calotta.

Con l'aumentare della velocità diminuisce il tempo di apertura della calotta, ma il tempo necessario per la distensione delle funi resta quasi invariato, dato che dipende in larga misura dalla forza di lancio. Quindi **lanciare con estrema energia!**

### **DOVE LANCIARLO**

Quando l'aquilone è ancora intero il paracadute deve essere lanciato all'indietro, poichè altrimenti la

fune di vincolo farebbe forza sulla barra rivoltando l'apparecchio (Fig. 5-10).



**Figura 5-10.** Il paracadute deve essere lanciato **dietro** la barra di controllo per consentire una discesa regolare.

Se invece l'aquilone è rotto si possono verificare alcune situazioni diverse:

- caduta in vite: lanciate la sacca nella direzione della vite (cioè in avanti) e verso l'esterno della stessa: la forza centrifuga aiuterà la distensione delle funi;
- volo rovescio: ci si comporta come per il volo dritto; lanciate all'indietro se il volo è stabilizzato, lanciate all'esterno ed in avanti se è avvitato;
- ripetuti rovesciamenti in avanti (tumbling): lanciate lateralmente rispetto all'asse orizzontale di rotazione.

Un ultimo consiglio: se, nel momento in cui pensate di aprire l'emergenza, siete alti, potete forse cercare di riprendere il controllo dell'apparecchio oppure attendere per qualche secondo con la sacca in mano il momento più favorevole, ma se siete bassi ogni attimo è prezioso: lanciate immediatamente !

Ricordate comunque che, in una vite molto accentuata, la forza centrifuga può essere tale da farvi perdere conoscenza.

## **LE RUOTE PROTETTIVE**

L'uso delle ruote protettive montate sulla barra di controllo è ampiamente diffuso nei campi scuola: consente di garantire una maggiore sicurezza agli allievi e, al tempo stesso, di realizzare un notevole risparmio sui materiali. Tuttavia la nostra esperienza ci ha indotto ad estenderne l'obbligatorietà almeno fino al completamento del corso (primi 10 voli alti).

L'argomento, inoltre, merita una piccola riflessione: se da un lato le ruote protettive sono considerate un "marchio" di inesperienza, dall'altro riescono, in numerose situazioni, a rendere meno gravi le conseguenze di errori in atterraggio.

Dal momento che i limiti connessi con il loro uso sono estremamente modesti (qualche difficoltà in sede di montaggio) e, d'altra parte, i vantaggi possono essere notevoli sia per l'apparecchio che per il pilota, riteniamo utile suggerirne **una maggiore utilizzazione** anche da parte di piloti esperti e, perchè no, **degli istruttori**: se tale abitudine si diffonde, anche il principale motivo per abbandonarle (etichetta da "pollo") viene a cadere, con un ulteriore reale incremento della sicurezza del nostro sport.

## **TECNICA DI PILOTAGGIO**

Per imparare a volare con il deltaplano è necessario trascorrere un buon numero di giornate trasportando, avanti e indietro su di un terreno pressochè pianeggiante, alcuni chili di tubi e vele che, sbilanciandosi e subendo l'influsso del vento, mettono a dura prova la pazienza e la resistenza degli aspiranti piloti. Al termine di questo "supplizio", tuttavia, l'allievo ha imparato ad effettuare le due manovre fondamentali del volo: **decollo ed atterraggio**; si tratta di quelle maggiormente impegnative perchè sono le due "zone di scambio" tra ambiente terrestre (immobile e piuttosto solido) ed ambiente aereo (leggerissimo ma molto mobile).

I primi voli alti inseriscono, tra decollo ed atterraggio, alcuni minuti di dolce planata e due problemi nuovi: il mantenimento di una rotta prefissata e le procedure di avvicinamento al campo di atterraggio (che deve sempre essere generosamente ampio). Quando un allievo è in grado di compiere queste quattro manovre con padronanza ed in modo preciso può tranquillamente affrontare e superare le prove pratiche dell'esame.

Tuttavia il volo delta può essere ben di più: diviene ben presto evidente che è possibile migliorare le proprie capacità di sfruttare le correnti aeree e salire a quote superiori rispetto al decollo, di giocare con il vento anche per ore, di raggiungere mete lontane decine o centinaia di chilometri.

In questo capitolo esamineremo, per i diversi momenti della progressione didattica, i principali problemi che si incontrano, ne analizzeremo le cause e prospetteremo le soluzioni che scaturiscono dalla nostra ed altrui esperienza. Nulla di ciò che è scritto potrà sostituire l'impegno e la fatica che, **sotto l'attenta guida di un istruttore**, sarà necessario spendere (o meglio investire) per impadronirsi dei "segreti" del volo, tuttavia riteniamo che la conoscenza delle seguenti osservazioni possa rendere più agevole e sicuro l'apprendimento stesso.

## **ALCUNI CONCETTI FONDAMENTALI**

Come in numerose altre attività sportive, la sicurezza nel Volo Libero **non è passiva** (lo è, invece, quella dei giocatori di biliardo che, se non accadono fatti davvero eccezionali, rischiano molto poco della loro incolumità fisica), bensì **attiva**. Questo significa che la sicurezza, nel volo, può essere raggiunta **solo attraverso uno sforzo costante e consapevole** in tale direzione: manutenzione "pignola" dell'attrezzatura, valutazione delle condizioni ambientali in assoluto ed in relazione alla propria abilità, capacità di frenare l'impulso di "buttarsi" quando esistono ragioni valide per non farlo (salute, farmaci, e così via). In compenso, quando il pilota affronta il volo in modo **maturo e consapevole**, questo non ha coefficienti di rischio molto superiori a quelli di altre attività sportive (vela, motociclismo).

Iniziamo dunque con alcune osservazioni fondamentali, che dovranno rimanere sempre vive in un angolo della nostra "mente volante", il prezioso angolo dedicato, appunto, alla sicurezza.

### **GUIDA A SPOSTAMENTO DI PESO E LIMITI OPERAZIONALI**

Come vedremo più in dettaglio in seguito, la direzione, l'angolo di incidenza e, conseguentemente la velocità, vengono variate spostando il peso del pilota (e quindi il suo baricentro); questo si ottiene agendo sulla barra o, in decollo ed in atterraggio, sui montanti.



**Figura 5-11.** Per pilotare il deltaplano è necessario spostare il proprio baricentro, il che implica un certo sforzo muscolare. Il deltaplano è unico, tra i mezzi volanti, per il suo particolare sistema di guida a spostamento di peso.

È dunque importante sottolineare fin d'ora che, per ottenere una reazione dell'apparecchio, non è sufficiente spostare le spalle da un lato (mentre gambe e fondoschiena ruotano nel senso opposto) ma è **necessario spostare il proprio baricentro**, il che implica un certo lavoro, e quindi un certo sforzo (Fig. 5-11).

Per ora ci limitiamo ad osservare che lo spostamento del peso in avanti riduce l'angolo di incidenza e determina una **presa di velocità**, mentre uno **spostamento del peso all'indietro**, aumentando l'angolo di incidenza, determina un **rallentamento** e, se eccessivo, **uno stallo**.

Il sistema a spostamento di peso ed il basso carico alare implicano che non si possono affrontare in sicurezza (e quindi **non si devono affrontare**) tutte le condizioni meteorologiche e, in particolare, quelle caratterizzate da:

- venti superiori ai 30-35 Km/h;
- rotori di qualsiasi origine;
- condizioni estreme quali si osservano in prossimità (o anche solo in vista) di cumulonembi.

Oltre ai limiti strutturali propri del deltaplano, infatti, anche il sistema di pilotaggio rappresenta un limite che condiziona le possibilità di impiego dell'apparecchio.

## **VELOCITÀ RELATIVA E VELOCITÀ AL SUOLO**

Altro argomento che merita un accenno preliminare è la differenza tra velocità relativa all'aria e velocità relativa al suolo (che dipende in larga misura dalla forza e dalla direzione del vento nel quale voliamo).

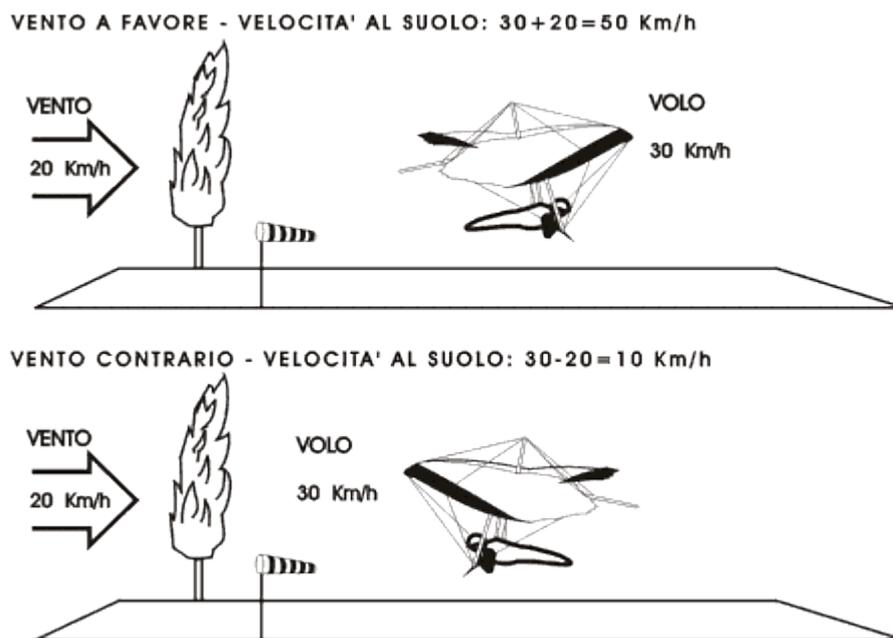
Sappiamo infatti che volando (con qualsiasi ala) siamo immersi in una massa d'aria ed i parametri di volo (velocità, incidenza, direzione del moto ecc..) sono riferiti ad essa e ad essa soltanto. Quando è utile o necessario riferirli al terreno (come durante il decollo, l'atterraggio o nel mantenimento di una rotta prestabilita) diventa **indispensabile considerare anche il movimento che la massa d'aria** in cui voliamo compie relativamente al suolo: dobbiamo, cioè, **considerare il vento!**

Ad esempio (Fig. 5-12), con un vento di 20 Km/h, se ci troviamo a volare a 30 Km/h a favore di vento la nostra velocità rispetto al suolo sarà ragguardevole (20+30=50 Km/h); con lo stesso vento e la stessa velocità di volo ma direzione opposta (controvento) la nostra velocità al suolo sarà di soli

10 Km/h. Se, per assurdo, ci trovassimo a volare controvento in una massa d'aria la cui velocità supera quella massima del nostro apparecchio, ci troveremmo ad **indietreggiare rispetto al suolo**, pur tirando al massimo la barra di controllo (con le conseguenze che è facile immaginare).

Analoghe considerazioni valgono per masse d'aria che investono il deltaplano trasversalmente: in questo caso varia, non solo la velocità relativa al suolo, ma anche la traiettoria di volo.

Sarà allora necessario, per mantenere una rotta prestabilita, volare in una direzione angolata rispetto a questa (l'angolo tra rotta apparente e rotta reale, detto angolo di deriva, sarà tanto più ampio quanto maggiore sono la componente laterale e la velocità del vento che ci investe): tale tecnica è alla base dell'andatura detta "a granchio" (Fig. 8-9).



*Figura 5-12. Pur restando costante la velocità di volo (rispetto all'aria), la velocità al suolo varia anche notevolmente a seconda della direzione e dell'intensità del vento.*

## **DECOLLO, ATTERRAGGIO E MANICHE A VENTO**

Da quanto detto risulta evidente l'importanza di decollare ed atterrare **sempre e soltanto controvento**.

Anche qui valga qualche esempio: immaginiamo di disporre di un ala che richiede, per volare, una velocità minima di 28-30 Km/h; per poter decollare, cioè mettere l'ala in volo, dovremo quindi portarla a circa 30 Km/h, relativamente alla massa d'aria nella quale ci inseriamo.

A questo punto:

- se non c'è vento dovremo correre fino a raggiungere i necessari 30 Km/h;
- se abbiamo 10 Km/h di vento frontale è sufficiente correre fino ad una velocità (riferita al suolo su cui scarpiniamo) di 20 Km/h: il decollo risulta quindi più agevole;
- se ci troviamo con un vento posteriore di 10 Km/h, accade che quando corriamo a 10 Km/h l'ala risulta ferma relativamente al vento che la investe; per metterla in volo, dovremo accelerare di altri 30 Km/h, per un totale di 40 Km/h (una velocità pressoché irraggiungibile).

Analoghe considerazioni riguardano l'atterraggio.

Ben si comprende perchè le zone di decollo ed i campi di atterraggio devono sempre essere attrezzati con maniche a vento visibili ed efficienti.

### ***PIANO DI VOLO ED ISPEZIONE PREVENTIVA DEI LUOGHI DI VOLO***

Prima di ogni volo è **indispensabile formulare un piano di volo** che risponda, almeno, alle seguenti domande:

1. **Che dislivello e che distanza esistono tra il punto di decollo e quello previsto per l'atterraggio?** Il rapporto tra distanza (orizzontale) e dislivello ci indica l'efficienza necessaria per giungere in atterraggio. Il vento può ridurre anche notevolmente la nostra efficienza-suolo e possono esistere atterraggi facilmente raggiungibili in assenza di vento, ma "fuori-efficienza" con vento contrario.
2. **A quale quota devo considerare concluso il volo e devo iniziare le manovre di avvicinamento?** È importante arrivare sull'atterraggio disponendo ancora di una quota sufficiente per compiere le manovre necessarie.
3. **Quali riferimenti di quota dovrò considerare durante l'avvicinamento e l'atterraggio?** Come potrete vedere non è affatto semplice (tantomeno "istintivo") valutare la quota "a occhio".

È dunque indispensabile effettuare un sopralluogo in atterraggio **prima** di salire al decollo. In questa occasione si anoteranno mentalmente alcuni riferimenti e le relative quote (piloni, alberi, punti caratteristici sul vicino costone montano, ecc..) che potranno aiutarci durante l'avvicinamento. Tale sopralluogo deve, ovviamente, essere ripetuto per ogni nuova zona di atterraggio.

### ***MAI VOLARE DA SOLI (SPECIE IN POSTI SCONOSCIUTI)***

Questa regola, che prendiamo volentieri "in prestito" dai sommozzatori, è una norma prudenziale in grado di ridurre notevolmente le conseguenze di un incidente, magari banale o comunque risolvibile da un "assistente".

Nel caso di località sconosciute, poi, è **molto utile** (osseremmo dire indispensabile) prendere contatti con "volatili" locali (ormai il Volo Libero è molto diffuso, e sono pochi i posti sfruttabili che non siano già stati "sperimentati" da qualche pilota di deltaplano o di parapendio): ogni posto, infatti, ha le sue particolarità, non necessariamente positive (punti di difficile attraversamento, zone perennemente in sottovento, particolari orari di brezza, ecc..) che è molto utile conoscere in anticipo.

### ***AGGANCIARSI AL DELTAPLANO!***

Per quanto possa sembrare troppo ovvio, ricordiamo che, per poter volare con il deltaplano, è indispensabile **agganciarsi ad esso**: gli incidenti dovuti al **mancato aggancio** sono più frequenti di quanto si possa pensare.

### ***ABBANDONO IMMEDIATO DELLA ZONA DI ATTERRAGGIO***

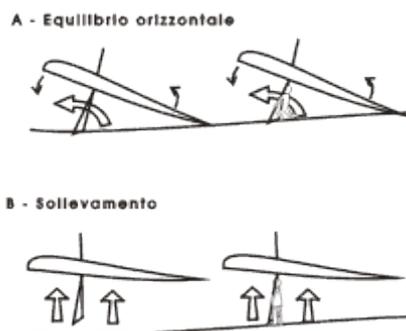
Appena atterrati vi sono due cose da fare immediatamente: sganciarsi (rapidamente) ed osservare lo spazio aereo sopra all'atterraggio per verificare la presenza e la posizione di eventuali altri piloti (peraltro già notati durante le fasi di avvicinamento): se non c'è nessuno in arrivo ci si dirigerà **celermente** a bordo campo e verso la zona di smontaggio; se invece ci sono altri piloti in fase di atterraggio ci sposteremo verso il bordo campo più vicino, **senza tagliare la strada a chi sta arrivando**; l'unica eccezione è rappresentata da atterraggi quasi contemporanei nei quali, una volta

atterrati, conviene rimanere immobili per non sorprendere il pilota che sta sopraggiungendo.

## AL CAMPO SCUOLA

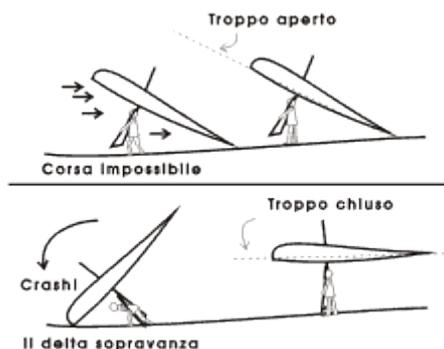
### IN PIANO E DA FERMO

**Sollevamento:** il trapezio viene spinto in avanti, **facendo perno sulla barra** che è sempre appoggiata al terreno (Fig. 5-13). Soltanto quando è stato raggiunto un equilibrio longitudinale vengono impugnati i montanti, con i dorsi delle mani rivolti all'esterno, e con le mani ad uguale distanza dalla barra. Si solleva poi l'aquilone in quella che diventerà la posizione standard di decollo. I piedi sono uniti (eventualmente un piede sarà lievemente avanzato rispetto all'altro per percepire la pendenza del terreno).



*Figura 5-13. I due tempi del sollevamento del deltaplano: A=porlo orizzontale; B=sollevarlo dal suolo.*

**Ricerca di un assetto orizzontale:** restare in equilibrio con il deltaplano sollevato è, all'inizio, un esercizio difficoltoso; è relativamente facile capire quando lo si sta eseguendo correttamente, dal momento che non dovrebbe richiedere uno sforzo fisico notevole, bensì sfruttare il peso stesso ed il buon bilanciamento dell'apparecchio.



*Figura 5-14. Senza il giusto angolo di incidenza la corsa sarà impossibile.*

**Verifica dell'influenza delle braccia (e dell'inclinazione del busto) sull'incidenza:** già in questo momento è utile comprendere gli effetti dell'incidenza sui momenti successivi (Fig. 5-14: incidenza troppo elevata=freno alla corsa; incidenza troppo scarsa=sopravanzamento con rovinosa caduta a pochi metri).

**Osservazione del segnamento obbligatorio sul cavo anteriore:** il neopilota deve iniziare ad esprimere giudizi personali sulle condizioni del vento in relazione ad un possibile decollo.

### PRIME CORSE IN PIANO

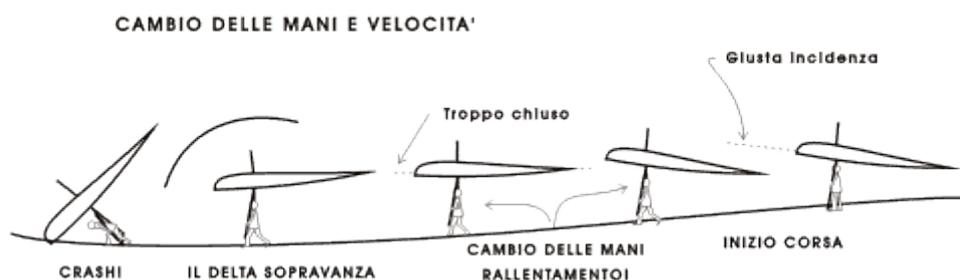
**Corsa progressiva con rilevamento della trazione esercitata dall'aquilone che inizia a volare:** in questo esercizio dovrebbe essere perfezionato il controllo dell'incidenza dell'apparecchio durante

la corsa. È raro riuscire a tenere l'incidenza giusta fin dalle prime volte: la più frequente causa di un'incidenza troppo bassa è l'esagerata inclinazione in avanti di busto e capo; al contrario, se all'inizio della corsa portiamo in avanti le braccia, l'incidenza è troppo elevata e non si riuscirà a mettere in volo l'aquilone (anzi esso agirà da freno aerodinamico restando indietro rispetto al nostro corpo).

Fin da queste prime fasi è necessario capire che siamo noi, **attraverso il controllo dell'angolo di incidenza**, a determinare la velocità di corsa dell'insieme pilota+delta. La trazione verticale dell'apparecchio può essere meglio apprezzata mantenendo l'imbrago in tensione (sostenendo, cioè, l'aquilone in corsa).

**Cambio dell'impugnatura** (sempre ai montanti): è raro che questo esercizio venga compiuto senza commettere, almeno alle prime volte, l'errore di rallentare durante il cambio; l'aquilone tende allora a sopravanzarci e a cadere. È invece necessario **continuare l'accelerazione** anche (e soprattutto) durante il cambio di impugnatura (Fig. 5-15). Per quanto possa sembrare innaturale (verrebbe infatti voglia di "frenare"), **accelerare la corsa è l'unico modo** per evitare una caduta precoce: spingendo in avanti i montanti aumenteremo l'angolo di incidenza, e l'ala si fermerà (in effetti dobbiamo, prima di tutto, fermare l'aquilone!).

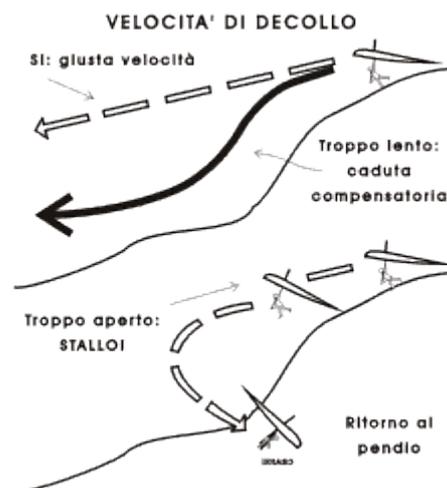
**Stallo di arresto:** la corsa si conclude con uno stallo di arresto, deciso ed anticipato. La "smania" di volare subito potrebbe essere una cattiva consigliera, inducendoci a sollevare le gambe proprio nel momento in cui l'apparecchio smette di volare (anche se sosteneva solo sé stesso, infatti, stava già volando) con conseguenze comiche e, a volte, rovinose.



*Figura 5-15. L'errato (ed involontario) rallentamento al momento del cambio delle mani, determina una accelerazione del deltaplano che ci sopravanza: è necessario evitare il rallentamento e mantenere la progressiva della corsa.*

## PRIMI DISLIVELLI (5-15 MT)

**Corsa progressiva fino a raggiungere la velocità minima di decollo:** la fatica è cattiva consigliera, ci dice che stiamo correndo forte quando invece non è vero. Se riusciamo a raggiungere e superare la velocità di volo l'aquilone si stacca dal pendio in modo dolce e lineare; se invece siamo troppo lenti, dopo un primo attimo l'apparecchio tende a picchiare, per compensare la lentezza, con pericolosissime "sfiorate" al terreno. In alternativa può stallare immediatamente ritornando verso il pendio (Fig. 5-16).



*Figura 5-16. La velocità del veicolo di decollo deve consentire uno stacco lineare: decollando troppo lentamente il delta effettua una caduta compensatoria per guadagnare velocità, oppure stalla tornando verso il pendio.*

**Mantenimento di una traiettoria rettilinea:** una posizione composta favorisce la concentrazione del corpo-peso e la sua governabilità: dunque sguardo in avanti (e non puntato sulla verticale sotto di noi), piedi vicini e gambe in lieve flessione; una lieve trazione sui montanti serve ad evitare velocità prossime a quella di stallo. Un errore frequente consiste nell'appendersi ai montanti con le mani; questo è dannoso per diversi motivi:

- toglie potere all'unico sistema di guida: il nostro peso fissato nel punto di aggancio;
- impedisce od ostacola manovre di accelerazione o decelerazione;
- aggrava inevitabilmente una eventuale perdita di assetto;
- mette in oscillazione la parte inferiore del corpo compromettendo ulteriormente la stabilità.

Una soluzione relativamente semplice consiste nel tenere i montanti a "**mani più aperte**", cioè cingendoli senza stringerli; la tendenza ad appendersi si trasformerà in uno scivolamento delle mani sui montanti stessi senza alcuna compromissione delle possibilità di controllo.

**Prime correzioni di rotta:** spostare "il peso del corpo" (e non solo una parte di esso) nella direzione indicata dall'istruttore o nella direzione opposta a quella indotta da una turbolenza. Dopo qualche attimo, e solo se necessario, compensare (spostare il peso nella direzione opposta) ricercando l'orizzontalità. È molto utile provare i primi spostamenti di peso agganciati ad una struttura fissa con una sbarra davanti. Si imparerà in tal modo a distinguere tra "spostamento" (testa, busto e gambe, in asse e decentrati) e "torsione-rotazione" (testa e busto da una parte, sedere e gambe dall'altra); come già esposto la seconda manovra non ha alcun effetto poichè non modifica la posizione del baricentro.

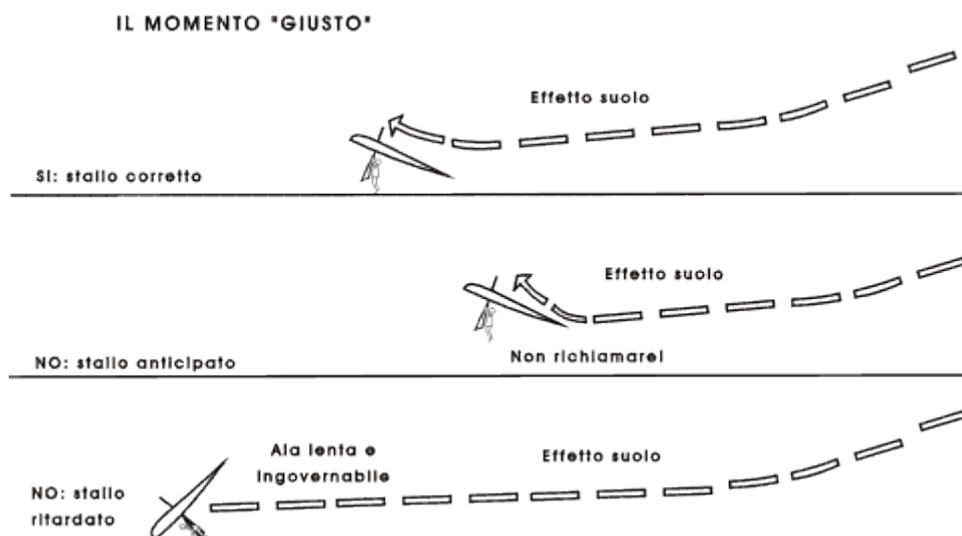
Un **errore particolarmente pericoloso consiste nell'allontanare i montanti durante un tentativo di correzione**: è un movimento naturale che insorge quando l'aquilone sembra andare dove non vorremmo e questo fatto ci spaventa; purtroppo l'allontanamento dei montanti (che determina un ulteriore rallentamento, se non addirittura uno stallo) può rendere **irrecuperabile** una situazione già difficile, vediamo di capirne bene il perchè. Come ogni mezzo volante (vedi capitolo di aerodinamica) l'aquilone risponde prontamente alle correzioni **solo se** ha una velocità sufficiente; quando voliamo troppo lentamente (con angoli di incidenza troppo elevati) è facile raggiungere una condizione definibile come "pre-stallo"; l'apparecchio diventa, per così dire, pigro e stupido (nel senso che non ci aiuta a correggere eventuali perdite di assetto ma, anzi, sembra volerle aggravare); ne consegue che una perdita di orizzontalità che, in queste condizioni, può essere recuperata solo

facendo, come prima cosa, riprendere una velocità adeguata all'aquilone (**tirando a sè i montanti**); successivamente (o, se il terreno è molto vicino, quasi contemporaneamente) **si correggerà la rotta contrastando con il proprio peso**. L'errore di allontanare i montanti, per quanto istintivo, sortisce l'effetto di rallentare ulteriormente l'apparecchio: la perdita di orizzontalità non sarà recuperabile e l'apparecchio continuerà la virata non voluta con maggior energia di prima.

**Atterraggio:** una volta smaltita la velocità in effetto suolo, "aprire" con decisione, spingendo con forza sui montanti (che avremo avuto l'accortezza di impugnare "alti", cioè almeno all'altezza delle orecchie). È proprio in atterraggio che i neopiloti si sbizzarriscono proponendo e riproponendo alcuni (ormai prevedibili) errori:

1. **mancanza di orizzontalità:** durante il volo minime variazioni di assetto sono quasi irrilevanti, in atterraggio, invece, la mancanza di orizzontalità viene accentuata dallo stallo finale che trasforma una lieve inclinazione in una netta virata. È dunque importante giungere al momento dello stallo con un assetto laterale preciso;
2. **errata posizione del corpo:** bisogna inoltre evitare di spostare in avanti gambe e piedi, dal momento che lo stallo deciso si ottiene spostando rapidamente all'indietro tutto il peso del corpo. L'esperienza insegna che l'atto di portare in avanti i piedi sposta automaticamente indietro il busto ed il sedere, facendo, di fatto, retrocedere il baricentro del neopilota. Il malcapitato non avrà più nulla da "spostare rapidamente all'indietro" e non riuscirà ad imprimere uno stallo deciso; inoltre atterrare con in piedi in avanti, può essere pericoloso per caviglie e bacino. Nel momento dello stallo, invece, il busto dovrà essere eretto, le gambe lievemente arretrate e pronte ad assorbire l'impatto (saranno quindi in leggera flessione).

Bisogna, da ultimo, ricordare che lo stallo è una manovra che consuma un minimo di energia: essa diviene inattuabile se l'aquilone non ne possiede più. Semplificando possiamo dire che l'energia dell'aquilone, in atterraggio, è direttamente proporzionale alla sua velocità (tanta velocità=tanta energia): se aspettiamo troppo prima di stallare (stallo ritardato) l'apparecchio non disporrà più dell'energia sufficiente e non ci sarà possibile fermare completamente il delta; in questo caso si dovrà correre o sfruttare le indispensabili ruote per mitigare l'impatto in movimento, altrimenti la barra tocca il terreno arrestando molto bruscamente aquilone e pilota.



**Figura 5-16.** Stallando troppo presto il delta si rialza, ritardando esso non si ferma, ma spaccia fino al suolo.

D'altro canto se stalliamo troppo presto, prima di aver smaltito l'energia in eccesso (aquilone ancora

troppo veloce), la inopportuna restituzione di energia tenderà a farci risalire: in questo caso è necessario tenere aperto con le braccia ben distese. Il delta ci paracaduterà dolcemente al suolo; se, al contrario ci venisse la tentazione di richiamare (tirare a noi i montanti), cadremmo con inusitata violenza (Fig. 2-17).

## **VOLI ALTI**

### **DECOLLO**

La zona di decollo deve essere il più aperta possibile in modo che il vento, non incontrando ostacoli, investa le ali in modo lineare.

Bisogna diffidare particolarmente dei decolli costituiti da una striscia di terreno (sia pur larga 25-30 mt) compresa tra due filari di alberi; in queste condizioni una componente laterale nel vento genera una discendenza lungo tutto il corridoio. Nei casi di vento a 30-40 Km/h anche eventuali affossamenti o dune possono causare difficoltà.

La pendenza dovrebbe essere almeno doppia rispetto alla linea di discesa dell'aquilone (ideale tra i **20 ed i 30 gradi**).

### **IL VENTO**

Come abbiamo già accennato il vento ha una notevole importanza nella fase di decollo: ormai sappiamo bene che l'ideale sarebbe una brezza frontale di 10-15 Km/h, tuttavia non sempre è così.

#### **Vento zero**

In assenza di vento si può decollare, ma è necessario **correre fino alla velocità di decollo** (una bella corsa: 30 Km/h!)

#### **Vento da dietro**

Se la manica gira ed il vento ha una, sia pur lieve, componente posteriore **NON SI DECOLLA**: è vero che ci sono piloti che si vantano di essere partiti col vento dietro (chissà poi perchè è un vanto) ma i ricambisti di metalli ed ossa possono testimoniare di avere spesso da costoro del prezioso lavoro.

#### **Vento moderato**

Se il vento è frontale e laminare, esso rappresenta un ostacolo soprattutto al montaggio ed ai movimenti a terra, mentre il decollo vero e proprio richiede una assistenza. Una persona esperta ai cavi anteriori è praticamente **indispensabile**; altre due persone che tengono i cavi laterali (stando posteriormente a questi) **sono utili**. Al momento del decollo, raggiunto l'equilibrio laterale, le due persone ai lati lasciano i cavi, mentre la persona che sta davanti tiene le mani intorno ai cavi, lasciandoli però completamente liberi di scorrere ed intervenendo solo su richiesta del pilota.

Trovata la giusta incidenza il pilota darà l'ordine **precedentemente concordato** (ad es. "pronto !"): l'assistente si sposterà ed il pilota partirà **senza indugiare**.

In presenza di vento (frontale) diviene cruciale saper **regolare l'incidenza** dell'apparecchio durante il sia pur breve avanzamento sul terreno: se l'incidenza è giusta l'aquilone (ed almeno lui) si metterà immediatamente in volo esercitando anche una lieve trazione sull'imbrago; se è necessario aumentare la velocità avanzando, si dovrà ridurre leggermente l'angolo di incidenza e non spingere con il corpo sui montanti: ricordiamoci che, a questo punto, l'apparecchio (che è in volo) è **già governabile** attraverso lo spostamento di peso, da applicarsi al punto di aggancio.

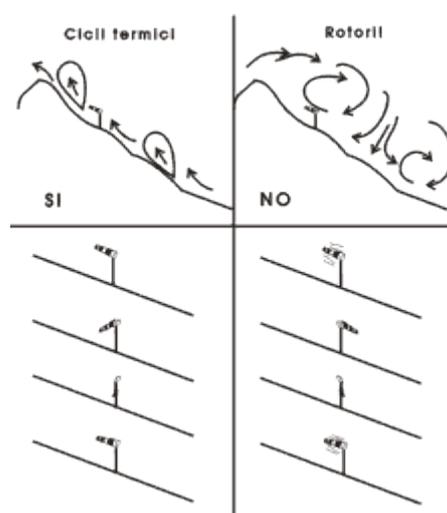
## Vento laterale

Se è a 90 gradi, sia pur debole, è necessario attendere che cambi direzione o sospendere il decollo. Se è a 45 gradi e **debole** può essere affrontato: tenderemo ad orientarci maggiormente al vento, tenendo presente che il limite alla rotazione è rappresentato dall'ala di monte che **sfora** il terreno durante la corsa.

L'ala maggiormente esposta al vento verrà tenuta **impercettibilmente più bassa** (anzi si terrà normalmente, ma saremo pronti a bloccarne un eventuale innalzamento).

## I CICLI TERMICI DI PENDIO

Come più ampiamente spiegato nel capitolo di meteorologia, quando l'aria è instabile dal pendio riscaldato si staccano bolle che vengono sospinte contro il pendio stesso. Attraversando la zona di decollo, queste si presentano come intermittenti rinforzi del vento. È utile riconoscere la presenza dei cicli termici di pendio poichè facilitano il decollo ed aumentano le possibilità di veleggiare senza perdere troppa quota. È importantissimo tuttavia **saperli distinguere** con certezza da momentanei rinforzi dovuti alla presenza di **rotori di sottovento** che risalgono il pendio: in queste condizioni il decollo è assolutamente **proscritto!**



*Figura 5-18. Due situazioni solo apparentemente simili: è importante distinguerle con sicurezza*

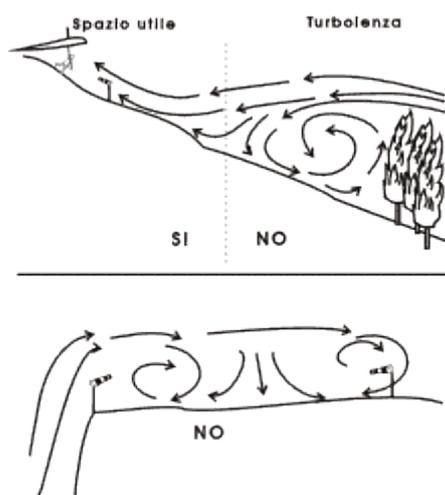
La prima indicazione per distinguere le due condizioni ci viene dalla verifica del vento prevalente; i rotori di sottovento si generano solo con venti prevalenti che investono la montagna da dietro, rispetto al punto di decollo. Inoltre, tra un ciclo termico e l'altro, ci sono, è vero, momenti di relativa calma ma **non compaiono mai fenomeni di discendenza** che sono invece costantemente presenti tra un rotore e l'altro. La raffica dovuta al ciclo termico è moderata e senza eccessive variazioni di intensità e direzione, mentre, nel caso di un rotore, la manica risulta **tesa** (vento più forte) ed estremamente **incostante** (Fig. 5-18).

In ogni caso, se (in tutta coscienza) avete dei dubbi nel distinguere le due condizioni significa che non avete ancora accumulato abbastanza esperienza per volare in maniera autonoma e dovete quindi interpellare qualche pilota esperto.

Se il dubbio permane e non vi sono piloti esperti disponibili **chiudete l'aquilone e tornate a casa**: è vero che forse state perdendo un buon volo, ma con maggiori probabilità vi state salvando da una brutta avventura.

## ALBERI IN FONDO

La presenza di alberi (o di altri ostacoli) a valle del decollo **limita il terreno utile per la corsa**, soprattutto per i fenomeni di turbolenza che si generano in presenza di vento (Fig. 5-19); lo stesso negativo effetto hanno le strade ed i tornanti nei confronti dei pendii sovrastanti.



*Figura 5-19. Gli alberi in fondo limitano lo spazio utile per il decollo. Gli strapiombi devono essere assolutamente evitati*

## PEDANA

È un decollo riservato a piloti di una certa esperienza. L'assistenza ai cavi è importante anche con poco vento (sia pur limitata ai soli cavi anteriori). Ricordiamo che in pedana **non c'è effetto suolo**, è dunque necessario correre di più e meglio; la principale difficoltà del decollo da pedana riguarda il controllo dell'incidenza, che deve essere preciso e senza esitazioni.

## STRAPIOMBO

È estremamente difficoltoso (oserebbero dire "fortunoso") e per questo motivo **assolutamente sconsigliato** (non solo ai principianti). Il pericolo, in presenza di vento, è dato dai vortici che si formano pochi metri dietro il ciglio (Fig. 5-19) e dal fatto che la vela viene esposta al vento improvvisamente. La totale assenza di vento non semplifica la vita ma, se possibile, la complica perchè costringerebbe a partire lentissimi (abbondantemente al di sotto della velocità di stallo) e contare totalmente sulla autostabilità dell'apparecchio, sperando che non si verificano virate anche piccole (che ci spingerebbero contro le rocce): l'esperienza, infatti, ha insegnato che è **pericolosissimo** pretendere di correre in piano "buttandosi poi giù": l'aria che proviene dal dirupo sembra fatta apposta per modificare bruscamente l'incidenza del mezzo con effetti solitamente disastrosi.

**Morale: lontani dai decolli a strapiombo !**

## VERIFICHE PREVOLO

Abituiamoci ad un **controllo sistematico** dell'apparecchio e dell'attrezzatura **prima di ogni volo**: l'abitudine di eseguire i controlli in un certo ordine (check-list) anche se può sembrare eccessivamente "pignola" aiuta a non tralasciare alcunché, in momenti molto aggredibili dalla distrazione (emozione, impazienza, tensione).

Abituiamoci quindi a controllare (in questo o in un altro ordine prestabilito):

- **l'imbrago**: verifichiamo la tenuta delle cuciture (specie a livello dei cosciali), lo stato delle corde e la loro linearità, la chiusura del paracadute, saggiando la forza necessaria per aprirla;
- **gli strumenti (se ci sono)**: tarriamo l'altimetro ed il variometro con un certo anticipo (avremo il tempo di effettuare eventuali correzioni che si rivelassero necessarie), proviamo la radio;
- **gli indumenti**: occhio al freddo!

## **IL DELTAPLANO**

Durante il montaggio si terranno, ovviamente, gli occhi bene aperti per individuare eventuali anomalie; terminato il montaggio e prima di agganciarsi, è stata suggerita la seguente check-list, le cui iniziali formano la parola STACCA.

- **S(tecche)**: montate e fermate; **tensioni sulla vela simmetriche**; corretta inserzione dei cavetti antidrappo e loro linearità (niente attorcigliamenti).
- **T(rapezio)**: montanti integri, dadi e bulloni alla base e al vertice saldi, push-pin o dado di chiusura fermati con la sicura.
- **A(li)**: simmetriche e mobili (negli aquiloni a cross flottante), curvatura tensionale dei tubi simmetrica, tenuta della vela a livello delle estremità alari e della inserzione dei cavi antidrappo; posizionamento e tenuta dei tips o delle stecche che ne fanno le veci.
- **C(cross-bar)**: saldamente fermato sulla chiglia (4a gen.), cavi del cross non attorcigliati e ben fissati posteriormente (5a gen.). Verifica dell'escursione dell'over-drive (se presente).
- **C(avi)**: verifica dei punti di inserzione, linearità e tenuta della bulloneria; verifica della **simmetria di tensione** dei cavi sia sotto che sopra la vela.
- **A(ggancio)**: corda o fascetta in ottime condizioni, corda di sicurezza, controllo dell'altezza dell'imbrago una volta agganciato; controllo dell'unione del paracadute all'imbrago indipendentemente dal deltaplano.

## **PRIMA DI PARTIRE**

Dopo di che trasportiamo l'apparecchio al decollo, ci mettiamo il casco, **ci agganciamo al delta**, diamo un'ultima verifica al paracadute e attendiamo il momento buono per staccare, tenendo presente un'ultima importante check-list (**VOLA**).

- **V(ento)**: frontale, lineare, valutarne l'intensità.
- **O(stacoli)**: terreno libero, nessun altro pilota in fase di decollo, zona antistante libera da piloti in volo.
- **L(ivello)**: controllare il livello delle ali e l'incidenza.
- **A(ggancio)**: un attimo prima di iniziare a correre **abituamoci a mettere sempre in tensione l'imbrago** per verificare ancora una volta l'aggancio.

## **VIA**

Specie ai primi voli è normale e giusto avere un poco di paura prima di un decollo: un po' di timore ci stimolerà a compiere ripetute verifiche e a mantenere una elevata concentrazione. L'esperienza insegna che bisogna piuttosto **temere la eccessiva confidenza**.

Non facciamoci mai prendere dalla smania di partire: scegliamo il nostro momento con calma e

**chiediamo sempre** una verifica di massima ed una benevola occhiata a qualche pilota esperto presente. La sensazione che si possa perdere il "momento buono", specie all'inizio, è **falsa e pericolosa**: il momento buono è quando siamo pronti noi e solo allora.

D'altro lato, il notevole affollamento di alcune zone di volo dotate di decolli esigui (Montecarlo, Laveno), impongono nuove forme di cortesia fra piloti: se non abbiamo ancora deciso quando voleremo, dobbiamo evitare di montare l'aquilone in "pool-position", bloccando tutti gli altri.

Soprattutto per i primi voli è dunque importante scegliere decolli **ampi**, nei quali nessuno, anche se benevolmente, ci "cava il fiato" per poter decollare a sua volta.

Similmente a quanto fatto al campo scuola inizieremo una corsa progressiva in accelerazione, ricordando **che è meglio correre due passi in più che uno in meno**.

## **IL VOLO**

### **IL CONTROLLO DELL'INCIDENZA**

Come abbiamo appreso dall'aerodinamica, il controllo dell'incidenza è cruciale nel determinare le velocità di volo (sia verticale che orizzontale) e, conseguentemente, anche l'efficienza.

Durante il volo l'incidenza viene modificata dagli spostamenti antero-posteriori del peso del pilota:

- spostamento del peso **in avanti** (ottenibile **tirando** a sè la barra)=**riduzione dell'angolo di incidenza**: diminuzione di portanza e di resistenza (principalmente quella indotta). Ne conseguono un **aumento di velocità e del tasso di caduta**;
- spostamento del peso **all'indietro** (ottenibile **spingendo** la barra in avanti)=**aumento dell'incidenza**: aumento di portanza (fino allo stallo), e di resistenza. Ne conseguono una **diminuzione della velocità e del tasso di caduta**.

### **LE VELOCITÀ DI VOLO**

#### **Trim**

Un aquilone ben equilibrato, quando lasciato libero di volare in aria calma senza che vengano esercitate forze sulla barra di controllo, vola ad una velocità determinata dalle sue caratteristiche strutturali e di regolazione: tale velocità, che varia da apparecchio ad apparecchio è detta velocità di **trim** (o di regolazione).

#### **Minima caduta**

Rallentando, cioè spingendo progressivamente sulla barra, si giunge alla velocità di minima caduta: in aria calma e a parità di quota questa velocità è quella che ci permette di stare in aria più a lungo. Attenzione però...

#### **Stallo**

Rallentando ulteriormente si scende al di sotto della velocità di stallo e l'apparecchio, come sappiamo dall'aerodinamica, non vola più.

#### **Massima efficienza**

Se invece, partendo sempre dalla velocità di trim, acceleriamo, tirando progressivamente sulla barra, raggiungiamo la velocità di massima efficienza: è questa la velocità alla quale diviene ottimale il rapporto tra caduta ed avanzamento, in aria calma, è la velocità che ci permette di andare più lontano.

#### **Velocità massima (in sicurezza)**

Tirando ancora, la barra arriva a toccare il nostro corpo ed è impossibile accelerare ulteriormente: questa è la velocità massima **raggiungibile in sicurezza** (gli stessi apparecchi non sono progettati per velocità superiori).

È teoricamente possibile saltare davanti alla sbarra attaccandosi ai cavi anteriori e precipitare con l'aquilone quasi in verticale, ma gli aumenti di velocità che si osservano sono solo incrementi della velocità verticale ed allora tanto vale saltare senza aquilone (si raggiungono pur sempre 230

Km/h!).

## **ERRORI NEL CONTROLLO DELL'INCIDENZA E LORO RECUPERO**

Il principale errore che può essere commesso nel controllo dell'incidenza è il **superamento** dell'angolo critico, o angolo di stallo, con conseguente perdita di portanza del deltaplano: è questo **lo stallo**. Gli apparecchi attuali, tuttavia, mostrano almeno tre tipi di comportamento a seconda che l'angolo critico venga raggiunto lentamente e progressivamente, oppure bruscamente ed in velocità.

### **PRESTALLO**

Se, in volo rettilineo, spingiamo **progressivamente** sulla barra fino ad avvicinarci all'angolo di stallo, l'apparecchio rallenta sempre più, diventando scarsamente manovrabile: in questa condizione, definibile come "prestallo" il deltaplano "spancia", è estremamente inerte, e non risponde alle manovre di rollio. È la condizione che si verifica, in atterraggio, quando ritardiamo troppo lo stallo finale.

**Manovra di correzione:** disponendo di un minimo di quota (almeno 20 mt), il pieno controllo dell'apparecchio può essere facilmente ripreso, **semplicemente riducendo** (anche di poco) l'angolo di incidenza. Una moderata perdita di quota si traduce in velocità, e l'apparecchio torna a volare correttamente.

### **STALLO**

Parlando di atterraggio abbiamo sottolineato che lo stallo finale è una manovra che richiede un minimo di energia: tale considerazione vale anche per lo stallo in volo. Se l'angolo di stallo viene superato dopo una lieve presa di velocità, l'apparecchio segue una traiettoria curvilinea, puntando il naso verso il cielo e "fermandosi" quando ha esaurito l'energia di cui disponeva.

**Manovra di correzione:** un deltaplano attuale riprende **autonomamente** il volo, dopo uno stallo, grazie ai dispositivi di autostabilità di cui è dotato. Dopo un attimo di apparente immobilità, il naso "cade" verso il basso ed il deltaplano riprende la velocità e l'incidenza necessarie per volare. Possiamo aiutarlo in questo: **tirando leggermente** la barra, ridurremo (di poco) il tempo necessario per ristabilire un volo rettilineo. Si tenga conto che il recupero di uno stallo completo richiede **almeno 30-50 mt di quota**.

### **STALLO DINAMICO**

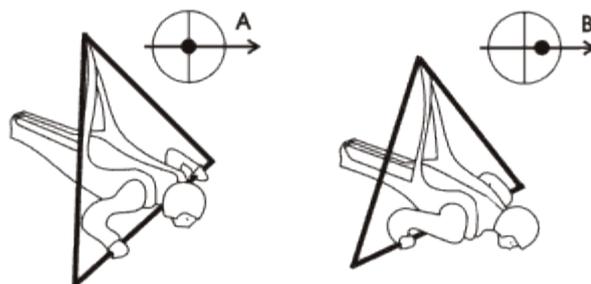
Sappiamo dall'aerodinamica che lo stallo dinamico si realizza quando l'angolo critico di incidenza viene superato mentre si sta volando ad elevata velocità: con il deltaplano (specie con quelli di 5a gen.) questo è possibile. Supponiamo di eseguire una picchiata ad 80 Km/h e di spingere, improvvisamente e con decisione, la barra in avanti. Nell'attimo stesso in cui l'ala supera l'incidenza critica, essa stalla e smette di volare; tuttavia rimane l'inerzia dovuta alla precedente velocità: ne consegue una **perdita di quota molto maggiore** rispetto a quella persa dopo uno stallo "normale".

**Manovra di correzione:** è molto difficile realizzare uno stallo dinamico senza volerlo, poichè sono necessarie due circostanze (tutto sommato) "volontarie", la elevata velocità iniziale e la cabrata molto brusca ed eccessiva. In genere si tratta di manovre acrobatiche mal tentate e peggio riuscite. In ogni caso una **leggera trazione** sulla barra renderà più rapido il ritorno a condizioni di volo. **La perdita di quota sarà però notevole (50-80 mt)**.

## LA VIRATA

Sappiamo dall'aerodinamica, che una virata non è semplicemente ottenibile con un rollio, ma richiede anche un **momento cabrante** che evita le scivolate d'ala. Nel volo col deltaplano questo si realizza attraverso **spostamenti coordinati** del corpo sia lateralmente che longitudinalmente.

Esaminiamo, spezzando schematicamente le varie fasi, i movimenti da compiere commentandoli con alcuni cenni di ordine "pratico" (a questo punto, infatti, le ragioni aerodinamiche dovrebbero essere già chiare e comprese).

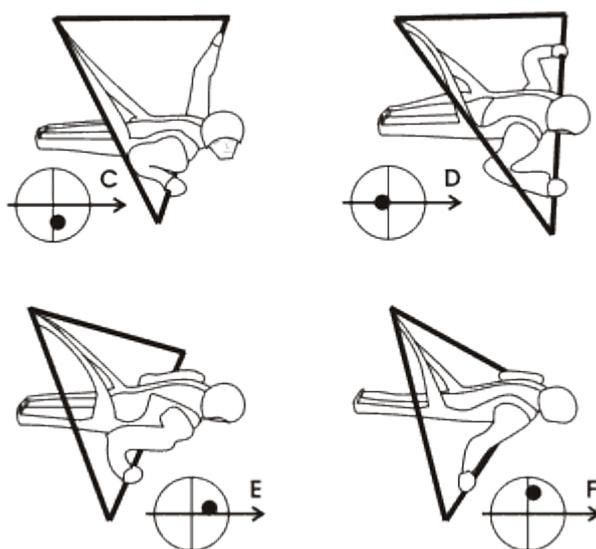


*Figura 5-20. Virata coordinata: A=posizione di volo rettilineo; B=spostamento del peso in avanti (presa di velocità).*

### A) Partenza dalla condizione di volo rettilineo.

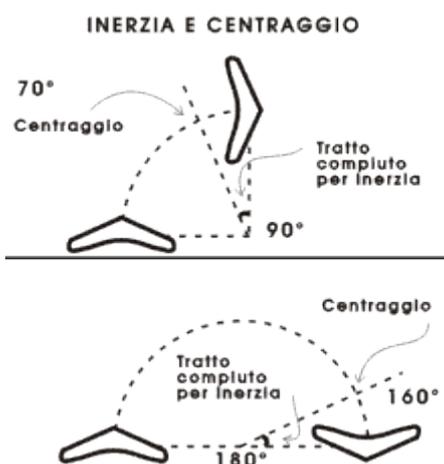
- B) **Trazione sulla barra per una presa di velocità:** come sappiamo, infatti, durante una virata l'ala interna vola più lentamente di quella esterna ed è necessario garantirsi che la sua velocità resti superiore alla velocità di stallo (si noti, inoltre, che durante una virata coordinata il peso apparente aumenta, determinando anche un aumento di tutte le velocità compresa quella di stallo). La velocità necessaria sarà **tanto maggiore quanto più "stretta"** (vale a dire con un piccolo raggio di curvatura) **dovrà essere la virata** da effettuare. Da un punto di vista pratico la presa di velocità rende l'apparecchio **più manovrabile** e **più rapido** nelle risposte.
- C) **Spostamento laterale del peso:** per inclinare l'apparecchio (rollio); tanto più stretta la è virata, tanto maggiore l'inclinazione. Si consideri che l'aquilone necessita di **qualche attimo** per "registrare" l'avvenuto cambiamento (latenza di risposta): accade dunque che, preoccupati di questo ritardo, si sia portati ad "esagerare" lo spostamento del peso rollando eccessivamente (sovraccorrezione); per questo motivo le prime virate saranno **ampie** e l'inclinazione (10-15 gradi) sarà raggiunta **progressivamente**.
- D) **Spinta sulla barra:** per generare quel riallineamento di forze che evitano la scivolata d'ala: come sappiamo, infatti, è il mancato cabraggio la causa di questo fenomeno, (nascita della forza centrifuga ed incremento della componente verticale della portanza); d'altro canto una cabrata eccessiva pone l'ala interna (già più lenta) in stallo, generando la "vite", di cui parleremo tra breve. La effettiva necessità di "spingere" in avanti la barra dipende in larga misura dalla regolazione del deltaplano: su alcuni apparecchi, regolati in modo da volare molto lentamente, può essere sufficiente rilasciare la barra di qualche centimetro per generare un momento cabrante. Al momento di uscire dalla virata dovremo:
- E) **Tirare nuovamente la barra:** per riprendere un assetto compatibile con il volo rettilineo (se rimanessimo nella posizione "cabrata", che è indispensabile in virata, ci troveremmo **totalmente stallati**); come sempre, inoltre, un poco di velocità aiuta la manovrabilità: volando molto lentamente e spostando il peso, si possono verificare, anche in virata, fenomeni legati alla imbardata inversa, cui faremo cenno fra breve, con il risultato di accelerare solo l'ala esterna, accentuando la virata.

- F) **Effettuare lo spostamento controlaterale del peso:** per rimettere orizzontale l'aquilone; in uscita di virata lo spostamento deve essere eseguito con decisione, portando il corpo anche all'estremità opposta della barra di controllo, se necessario, e **riportandolo poi al centro** una volta ristabilita l'orizzontalità (tale manovra viene anche detta **centraggio**).



**Figura 5-21.** Virata coordinata: C=spostamento laterale del peso; D=spostamento indietro del peso (cabrata in virata); E=spostamento del peso in avanti (presa di velocità); F=spostamento laterale del peso nel senso opposto alla virata (per "centrare" l'apparecchio).

Si ricordi, infine, che un'apparecchio in virata, proprio per la latenza di risposta già citata, tenderà a proseguire la sua traiettoria circolare ancora per un breve periodo prima di ritornare in volo rettilineo: volendo compiere una virata di 90 gradi, dunque, eseguiremo la manovra di centraggio quando avremo compiuto **circa 70 gradi** (Fig. 5-22).



**Figura 5-22.** L'inerzia dell'apparecchio richiede che il "centraggio" venga effettuato in anticipo (20° circa).

## IMBARDATA INVERSA

Abbiamo più volte sottolineato come sia importante disporre di una riserva di velocità di volo per far compiere all'apparecchio le manovre desiderate.

Questo fatto, già rilevante per tutti i mezzi volanti, diviene, se possibile, ancora più essenziale per

noi deltaplanisti, data la guida a spostamento di peso (tecnica da 10 a 100 volte più faticosa rispetto ai comandi aerodinamici !)

Volare spostando il peso significa infatti **combattere costantemente contro la gravità** (che ci vorrebbe sempre appesi sotto la verticale del punto di aggancio) e, come se non bastasse, anche contro **l'inerzia** dell'apparecchio, specialmente nell'esecuzione di manovre sull'asse laterale. Mentre contro la forza di gravità c'è poco da fare (in realtà stiamo già trionfando contro di essa, nel momento stesso in cui voliamo), per l'inerzia molto può essere fatto, semplicemente ricordando di **non rallentare eccessivamente**; a dire il vero la tentazione esiste, poichè lo sfruttamento delle ascendenze prevede di volare spesso alla velocità di minima caduta, vale a dire sempre un po' lenti. Volando lentamente, come non bastassero gli aumenti di inerzia e di latenza di risposta, si percepisce maggiormente anche un altro fenomeno (più accentuato sugli apparecchi molto allungati): **l'imbardata inversa** (Fig. 5-23).



*Figura 5-23. L'imbardata inversa è percepibile, con apparecchi molto allungati, alle basse velocità.*

Lo spostamento laterale del peso determina, infatti, un **maggior carico sull'ala interna**; questa, oltre ad abbassarsi, accelera leggermente per qualche attimo: l'aquilone tende quindi ad **imbardare nella direzione opposta** a quella voluta. È evidente che la differenza di velocità che si genera tra le due ali (responsabile della imbardata inversa) farà sentire maggiormente i suoi effetti quando l'apparecchio vola a basse velocità, essendo meno rilevante a velocità via via maggiori.

**Morale:** specie agli inizi, teniamo sempre una velocità **superiore a quella di minima caduta**, per poter avere più manovrabilità (meno inerzia) e risposte più pronte (minor latenza di risposta).

## **ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO**

Se è vero che la virata coordinata si fonda su un momento cabrante "adeguato", deve essere vero che una spinta esagerata od insufficiente sulla barra determina conseguenze aerodinamiche non ottimali: **la scivolata d'ala e la vite** già incontrate in aerodinamica. È doveroso premettere che gli attuali deltaplani possono **riprendersi autonomamente** dalla scivolata d'ala (se esiste una quota sufficiente) e che **non vanno molto facilmente in vite**; è tuttavia indispensabile conoscere esattamente le cause di questi fenomeni e, soprattutto, le manovre necessarie per risolverli.

### **SCIVOLATA D'ALA**

Abbiamo visto che il momento cabrante ha lo scopo di riequilibrare le forze in virata e che, in sua assenza l'aquilone scivola d'ala (verso l'interno ed in basso) (Fig. 5-24). Questa

scivolata sarà inizialmente debole e diverrà via via più forte se manteniamo il peso spostato senza cabrare. I piloti esperti a volte usano le scivolature controllate per perdere quota in fase di

avvicinamento all'atterraggio; inutile sottolineare che questa tecnica **non è molto sicura**, specie vicino al suolo.



*Figura 5-24. La scivolata d'ala per mancata (od insufficiente) cabrata.*

**Manovre di correzione:** se ci accorgiamo subito di scivolare sarà sufficiente **spingere sulla barra** per ottenere l'effetto cabrante; se invece la scivolata è diventata sostenuta (mostravento sul cavo anteriore posto a 45 gradi o più rispetto alla direzione della chiglia) si dovrà dapprima ristabilire la velocità orizzontale (quella di avanzamento) che inevitabilmente cala scivolando: si eserciterà dunque una trazione sulla barra e **immediatamente dopo** si sposterà (anche energicamente) il peso verso l'esterno per centrare l'aquilone, riprendendone il controllo.

Gli aquiloni attuali tendono a riprendere autonomamente la velocità di volo, ponendosi con il naso in basso: questo, tuttavia, richiede almeno **50-60 mt** di quota e non si verifica se il pilota, caparbiamente, tiene il peso spostato lateralmente senza cabrare.

## VITE

Un eccessivo cabraggio in virata porta allo stallo dell'ala interna. Questo significa che quell'ala smette di generare portanza e diviene un "peso morto"; tutta la portanza è fornita dall'ala esterna che, di conseguenza, subisce un notevole



*Figura 5-25. Stallo d'ala (vite) per scarsa velocità in entrata od eccessiva cabrata.*

aumento del carico alare, questo la fa accelerare conducendo ad un avvistamento apparentemente inarrestabile (Fig. 5-25).

**Manovra di correzione:** la reazione più istintiva sarebbe quella di spostare il proprio peso all'esterno della vite, nel tentativo di ristabilire l'orizzontalità dell'aquilone. Purtroppo però questa manovra non fa altro che caricare ulteriormente l'ala esterna, imprimendole un'ulteriore accelerazione, con conseguente **peggioramento della vite!**

La manovra da eseguire, invece, consiste nel tirare la barra, spostando **ulteriormente il peso**

**all'interno:** l'apparecchio reagirà a questa manovra "abbassando il naso" all'interno della vite e riprendendo velocità su entrambe le ali. Non appena si avverte che l'ala interna ha ripreso a volare (cioè a sviluppare portanza) si potrà intervenire correggendo la direzione e, successivamente, la velocità. Una vite in quota non rappresenta dunque un pericolo (se abbiamo imparato ad uscirne), mentre lo è a bassa quota o vicino al pendio.

## IL VOLO

### AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO

Una volta presa la decisione di atterrare, si lascia la zona di volo per portarsi sull'atterraggio: naturalmente sapremo già **quale circuito è in uso** o, se siamo gli unici in volo, **quale circuito abbiamo deciso di adottare** in base alle condizioni del vento e dell'atterraggio (vedi Cap. 2).

Per quanto già detto a proposito di velocità e manovrabilità, il circuito di avvicinamento verrà portato a termine volando sempre ad una velocità **ben superiore a quella di stallo**, e prossima a quella di massima efficienza.

Anche se la manovra di atterraggio vero e proprio non è diversa da quella appresa sul campo scuola, al termine di un volo alto esistono **alcuni fattori nuovi** che, se ignorati, possono generare errori che è possibile (e doveroso) evitare.

### RALLENTAMENTO AL CAMBIO DELLE MANI

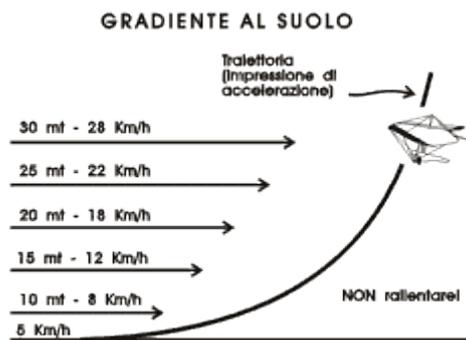
In campo si vola sempre molto lentamente (solitamente non vi è quota sufficiente per effettuare consistenti prese di velocità); per contro, specie nei primi voli, la tendenza è quella di volare **molto veloci** (tanto che si parla di "sindrome della picchiata"); di questo si deve tener conto al momento del cambio delle mani: l'abbandono completo della barra, a velocità sostenuta, determina infatti una **rapida cabrata** dell'apparecchio che tende a tornare alla velocità di trim (Fig. 5-26); le mani vanno dunque portate sui montanti **una alla volta**, mentre l'altra mantiene la giusta incidenza di volo evitando il rallentamento non desiderato (nè desiderabile).



*Figura 5-26. L'abbandono della barra al cambio delle mani genera una improvvisa cabrata: i montanti debbono essere afferrati uno alla volta.*

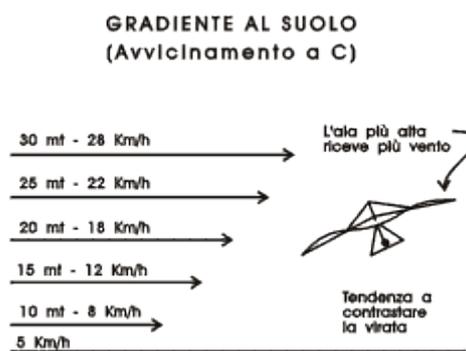
### GRADIENTE DEL VENTO

Come sappiamo, vicino al suolo il vento viene rallentato, nella sua corsa, dall'attrito con il terreno, generando, per un'altezza di alcuni metri (anche 20 o 30) un sensibile gradiente del vento. Il pilota che ignora questo fatto e che scorda di "sentire la velocità con le orecchie" anzichè "con gli occhi", avrà la impressione di accelerare notevolmente e potrà quindi **rallentare troppo** causando un rovinoso stallo vicino a terra (Fig. 5-27).



*Figura 5-27. Il gradiente di vento dà la sensazione di un'improvvisa accelerazione: evitare un pericoloso rallentamento.*

Un secondo effetto il gradiente di vento lo esercita sulle due ultime virate nell'avvicinamento a C: l'ala più alta riceverà infatti più vento causando una tendenza a contrastare la virata (Fig. 5-28).



*Figura 5-28. Il gradiente di vento (se sostenuto) determina una tendenza a contrastare le ultime virate dell'avvicinamento a C.*

## EFFETTO SUOLO

Mentre al campetto si vola sempre in effetto suolo, alla fine di un volo alto questo può sorprendere, essendoci abituati al tasso di caduta che l'aquilone ha tenuto per tutta la discesa. Ricordiamo che dovremo lasciare smaltire parte della velocità prima dello stallo finale.

## IMPORTANZA DELL'ASSETTO

**Orizzontalità:** quando si è vicini al terreno, diviene rischioso perdere l'assetto orizzontale, dal momento che non disponiamo più dell'altezza sufficiente per effettuare rilevanti correzioni. È pertanto estremamente importante presentarsi in finale con una **orizzontalità perfetta** (abbiamo già visto che lo stallo finale accentua le eventuali asimmetrie).

Ricordiamo, comunque, che le manovre di correzione di assetto, quando compiute in effetto suolo, possono avere successo solo mantenendo la velocità e spostando piuttosto energicamente il peso del corpo.

**Mancato allineamento con il vento in atterraggio:** l'importanza di allinearsi contro vento dipende, in primo luogo, dalla intensità del vento stesso. È infatti assurdo rischiare di perdere l'assetto di volo, tentando virate "raso-suolo", per giungere perfettamente controvento quando la manica indica una debolissima bava; molto meglio effettuare lo stallo finale con una buona orizzontalità anche se "storto" rispetto al vento stesso. Le osservazioni che seguono si riferiscono, quindi, ad un vento di almeno 8-10 Km/h o superiore.

## **VENTO DI LATO**

L'influenza che il vento laterale esercita sull'apparecchio dipende non solo dalla velocità del vento ma anche da quella del nostro deltaplano. Come è intuibile la sua influenza sulla traiettoria sarà tanto maggiore quanto minore è la nostra velocità, e diverrà notevole se voliamo in prestallo. Sappiamo che, durante lo stallo finale, il gradiente del vento tenderà a sollevare maggiormente l'ala esposta al vento stesso: potremo quindi tentare di correggere il finale stallando con l'ala sopravvento lievemente più bassa.

## **VENTO DA DIETRO**

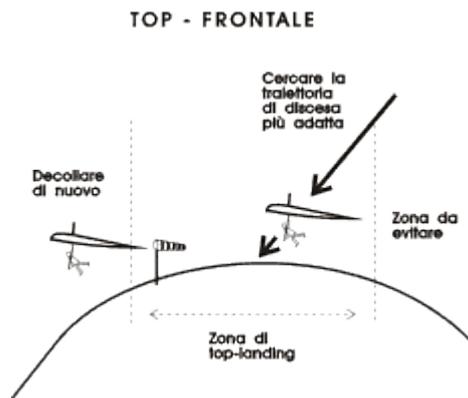
Abbiamo già detto che tale situazione va evitata perchè **molto pericolosa**, tuttavia, se il vento dovesse girare quando è troppo tardi per invertire la rotta ricordiamo che è necessario mantenere una **buona velocità** (il terreno ci sembrerà velocissimo) e stallare in **maniera decisa e lievemente in anticipo**. In questo modo ci si solleverà un poco ma si arresterà il moto orizzontale rispetto al vento: ovviamente rimane quello dovuto al vento stesso. In extremis si ricordi che un forte crash frontale per vento dietro (se non abbiamo le ruote protettive) può essere più dannoso di uno in rotazione e quindi, se il campo è sufficientemente largo e privo di ostacoli può addirittura essere conveniente perdere l'assetto iniziando una leggera virata controvento (ammesso che esista una quota minima).

## **TOP LANDING**

In zone particolarmente favorevoli è possibile atterrare, anche con il deltaplano, in prossimità della zona di decollo o comunque in una zona che consentirà un ulteriore decollo, questo è detto top-landing. Ne esistono sostanzialmente due tipi.

## **VENTO FRONTALE**

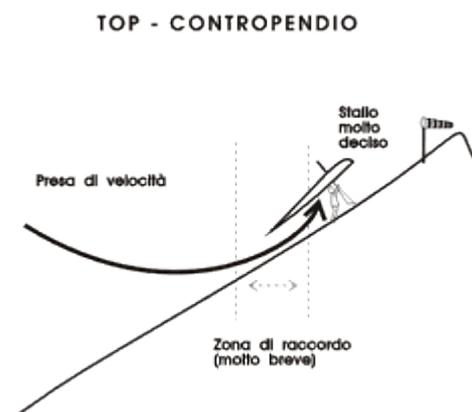
È realizzabile quando la forma della montagna è particolarmente propizia e simile alla parte superiore di un **profilo alare** (ad es. Monte Cucco, PG). In questo caso la turbolenza è ridotta al minimo e l'atterraggio potrà essere effettuato per tentativi (Fig. 5-29): la prima volta ci terremo un pò alti e molto probabilmente non riusciremo ad atterrare, ma ci ritroveremo in volo verso valle come dopo un normale decollo; nel passaggio successivo staremo un pochino più bassi ed arretrati fino a trovare la giusta traiettoria. In questo tipo di atterraggio è importantissimo (come in tutte le fasi del volo in dinamica) non mettersi mai con il vento in coda ed **evitare di presentarsi troppo arretrati**, il che potrebbe portarci nella zona di sottovento. Se il vento è sostenuto ci vorrà inoltre qualcuno che **faccia assistenza al pilota appena atterrato** per impedire che venga disturbato dal vento, una volta a terra.



*Figura 5-29. Top landing con vento frontale: è possibile solo in alcune zone particolarmente favorevoli.*

## VENTO ALLE SPALLE

Il vento deve essere **debole e regolare**, il pendio ampio e privo di gibbosità (Fig. 5-30).



*Figura 5-30. Top landing con vento alle spalle: è decisamente più impegnativo.*

È decisamente **più impegnativo** del precedente ed è quindi assolutamente **sconsigliato** a piloti meno che esperti (capita tuttavia abbastanza spesso che anche piloti esperti rompano qualche montante o peggio). L'avvicinamento si farà con degli 8 e ci si porrà perpendicolari al pendio a circa **30-40 mt di distanza**. A questo punto sappiamo che la velocità apparente sarà sostenuta (velocità di volo più quella del vento), ma ci guarderemo bene dal rallentare (uno stallo in questo approccio sarebbe letteralmente **disastroso!**). Anzi sarà opportuna una **leggera presa di velocità**, necessaria per far raccordare l'aquilone al pendio (e quindi per farlo risalire un poco). Raccorderemo poi l'aquilone con un repentino rallentamento ed uno stallo molto deciso. La linea finale di arrivo sarà **perpendicolare** alla linea orizzontale del pendio, idealmente in prossimità di una sella.

Questo secondo tipo top landing dovrebbe essere considerato comunque un **atterraggio di emergenza** (per soccorrere un pilota caduto, in previsione di una rapida degenerazione temporalesca ecc...) visto che risulta estremamente influenzabile da variazioni anche piccole della brezza che soffia sul pendio. Inoltre sarà **assolutamente evitato** durante i voli con ascendenze dinamiche (quando cioè il vento sia sostenuto).

## ATTERRAGGI DA EVITARE

Esauriti gli atterraggi ortodossi consideriamone due che devono essere **evitati per i gravi rischi che comportano**: le esperienze accumulate dimostrano che l'esito, scarsamente influenzabile dal pilota,

è spesso negativo. Sempre sulla base delle esperienze citate, esponiamo alcune considerazioni che dovrebbero anche chiarire perchè questi modi di "tornare a terra" non possono essere considerati con tranquillità ma anzi sufficientemente temuti.

## **ALBERI**

Gli alberi frondosi e ravvicinati l'uno all'altro possono essere preferibili al letto di un fiume cosparso di rocce o alle case corredate di fili elettrici. Dovendo atterrare sugli alberi ne cercheremo un gruppo ampio e fitto, **evitando assolutamente gli alberi isolati** per quanto grossi: il maggiore pericolo è infatti quello di cadere giù, ed una fitta selva di rami, di più alberi uniti, rende remota questa possibilità; i cavi dell'aquilone infatti tendono ad impigliarsi nei rami arrestando la caduta.

Ricordando che sugli alberi **non esiste effetto suolo**, ci comporteremo come in un normale atterraggio, stallando decisamente, dopo un minimo di smaltimento di velocità, a pochi centimetri dalle cime.

Successivamente, per riguadagnare il terreno, c'è chi ha proficuamente utilizzato il suo imbrago, legato (con le funi del paracadute d'emergenza) alla barra di controllo che agiva da carrucola. È chiaro comunque che in queste condizioni sono già stati commessi **numerosi errori** di manovra o di valutazione (altrimenti ci troveremmo al centro di un ampio prato) ed il coefficiente di sicurezza dell'atterraggio sugli alberi è **proprio basso**.

## **ACQUA**

Gli atterraggi in acqua sono **estremamente pericolosi**, a meno che sono siano stati previsti e che, oltre ad un pronto recupero con barca a motore, il pilota sia stato fornito di opportuni presidi galleggianti. Tradizionalmente il Delta Club Como effettua, in luglio, un volo con atterraggio nel Lago (ovviamente, di Como): i piloti, che partono debitamente attrezzati, sono prontamente recuperati e tratti all'asciutto da una squadra di imbarcazioni leggere e veloci.

Capita invece che il pilota "finisca in acqua" per errore, avendo previsto di atterrare sulla spiaggia. Questa evenienza, meno rara di quanto possa sembrare, dipende dalla **cattiva valutazione del gradiente del vento** che, sulle spiagge, ha un'effetto ancora maggiore e, comunque, più negativo, rispetto agli atterraggi nei prati. Sulla spiaggia, infatti, il vento è in genere laterale, provenendo dal mare; ecco quindi che, per volare sulla verticale della spiaggia, dovremo tenere il naso più o meno rivolto verso il mare (a contrastare la deriva dovuta al vento stesso). È evidente che, se il vento cala (come accade avvicinandosi al suolo per il già citato gradiente), quello stesso angolo che prima ci permetteva di avanzare "sopra" la spiaggia, può **risultare eccessivo**, e farci finire in acqua.

**Atterrare sulla spiaggia significa quindi correggere l'angolo di deriva, man mano che il gradiente fa sentire i suoi effetti** (Fig. 5-31).



*Figura 5-31. Il gradiente di vento sulla spiaggia deve essere compensato da un graduale cambiamento della rotta apparente.*

### **Che fare se (nonostante tutto) si finisce in acqua**

Il deltaplano, per quanto leggero, resiste a galla per 3-4 minuti in acqua calma (tale tempo si riduce anche della metà se viene investito dalle onde), e poi affonda trascinando il pilota che vi è rimasto legato sotto: quindi **sganciarsi immediatamente è vitale!**

Se, una volta in volo, ci accorgiamo che è inevitabile (o anche solo possibile) un atterraggio in acqua ripassiamo mentalmente i punti chiave per la sopravvivenza.

- **Ingresso in acqua con i piedi in verticale (come un normale atterraggio):** in presenza di movimenti ondosì pronunciati si eviterà a tutti i costi la zona di bagnasciuga poichè le onde stesse, infrangendosi, possono travolgere e muovere continuamente l'aquilone impedendo le operazioni di sgancio.
- **Sgancio immediato:** poniamo mente locale al tipo e posizione del moschettone che ci assicura al delta; ha una ghiera? da quante funi o fasce devo liberarlo? (ricordiamo la fune di sicurezza!). Mentre in acqua calma è possibile sganciarsi tenendo la vela sollevata con la testa, in presenza di onde l'operazione **va eseguita in immersione**: è dunque determinante saper mantenere i nervi saldi ed una calma operativa. Dopo lo sgancio ci allontaneremo dall'aquilone lateralmente ed all'indietro, facendo attenzione ai cavi laterali e posteriori. Se siamo atterrati in un punto dove si tocca, **ci sganceremo immediatamente in ogni caso**, la risacca potrebbe infatti trascinarci in punti più profondi.
- **Liberarsi dall'imbrago:** eventualmente iniziare ad allentare la cinghia posteriore. Ricordiamo che l'imbrago non affonda immediatamente: prima deve inzupparsi, e questo richiede un paio di minuti.

Se l'acqua è relativamente profonda l'aquilone dovrà essere **trattenuto in superficie** (assicurandolo con una fune ad una barca): ci si potrà così occupare con tutta calma del pilota e, in seguito, recuperarlo.

Detto tutto questo è pleonastico aggiungere che, manifestazioni folcloristiche a parte, **bisogna assolutamente evitare** gli atterraggi in acqua, da considerare momenti ad altissimo rischio.

## **AERODINAMICA APPLICATA AL DELTAPLANO**

È giunto ora il momento di "applicare" al deltaplano le nozioni di aerodinamica precedentemente esposte. Da un lato comprenderemo in maggior dettaglio le implicazioni aerodinamiche della guida a spostamento di peso e, dall'altro, diventerà finalmente possibile capire perchè, in molti casi, il comportamento reale del mezzo è **anche molto diverso** da quanto potremmo aspettarci stando alla teoria.

Ricordiamo che il deltaplano è una struttura molto particolare, ricca di veri e propri "stratagemmi aeronautici" che ne garantiscono la autostabilità (e dunque la sicurezza); questi, tuttavia, sono stati sviluppati man mano, in modo largamente empirico, attraverso successivi tentativi e miglioramenti, e la loro esatta comprensione teorica è relativamente recente.

Iniziamo le nostre analisi dalla **autostabilità**, la cui importanza è letteralmente **vitale**: le gravi problematiche tipiche dei primi apparecchi (fine anni '60 e primi anni '70) derivavano proprio dalla mancanza di questa indispensabile proprietà.

### **AUTOSTABILITÀ**

Con il termine autostabilità si intende la capacità dell'apparecchio di **riacquistare autonomamente** (e mantenere) **un assetto di volo rettilineo** (in condizioni di aria calma), nonché la capacità di **opporsi** a manovre tendenti a turbare tale assetto, in maniera **tanto più forte quanto più accentuata è la manovra**.

### **STABILITÀ LONGITUDINALE (SULL'ASSE TRASVERSALE)**

I problemi di stabilità dei primi deltaplani erano connessi soprattutto con il beccheggio: il dramma si presentava quando, per errori del pilota o per inattesi movimenti dell'aria, l'aquilone andava in stallo ed iniziava una picchiata verticale.

La vela sbatteva come una bandiera al vento senza realizzare alcuna portanza. Il pilota non aveva alcuna possibilità di controllare l'apparecchio poichè, essendo in caduta libera, **non aveva un peso proprio** da utilizzare per le manovre. Tale drammatico evento, noto come **caduta in drappo**, aveva spesso evoluzione infausta, anche perchè allora non esistevano paracadute di emergenza per Volo Libero. È a questo livello che è stato compiuto il salto qualitativo più rilevante con la aggiunta dei cavetti antidrappo e dei tips, con l'uso di stecche preformate e, soprattutto, con lo **svergolamento**.

### **Cavi antidrappo**

Partono dalla torre e raggiungono il bordo di uscita nelle sue parti centrali: anche se durante il montaggio li vediamo in tensione, in volo essi sono laschi e non compiono alcun lavoro. Solo in caso di picchiate molto accentuate (come appunto capita dopo uno stallo) essi mantengono sollevata l'ultima parte del bordo di uscita generando un effetto cabrante che consente all'aquilone di riprendere il volo. Inutile dire che **non si devono modificare gli antidrappo** per nessun motivo.

### **Tips**

Compiono, alle estremità alari, lo stesso lavoro dei cavi antidrappo. In pratica, dunque, antidrappo e tips provvedono a generare un momento cabrante nelle picchiate esasperate.

### **Stecche preformate**

Mantengono la vela in tensione, con una forma alare, ed impediscono lo "sbandieramento".

Dunque, anche in condizioni estreme, l'ala mantiene molte delle sue caratteristiche aerodinamiche (che andavano completamente perdute durante il "drappo").

## Svergolamento

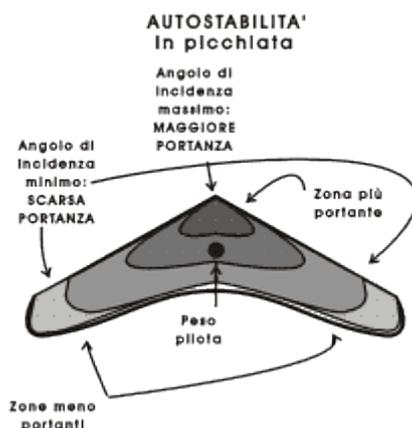
Prescindendo dalle condizioni estreme, tuttavia, la stabilità longitudinale è garantita dal già citato **svergolamento alare**: il deltaplano si distingue infatti dagli altri velivoli per l'entità di questo dispositivo aerodinamico, che viene ulteriormente esaltato dalla flessibilità della struttura. L'ala infatti, osservata di profilo, mostra una diversa inclinazione alle estremità alari rispetto alla parte centrale. Questo significa che l'angolo di incidenza risulta superiore al centro ed inferiore alle estremità, in ogni condizione di volo.

Immaginiamo ora di osservare un deltaplano che aumenta progressivamente l'angolo di incidenza (e quindi rallenta) fino allo stallo (Fig. 5-32). Lo svergolamento fa sì che quando viene raggiunto l'angolo critico (di stallo) nella parte centrale, le **estremità alari** (che hanno un angolo di incidenza inferiore) **stanno ancora volando** (continuano cioè a generare portanza).



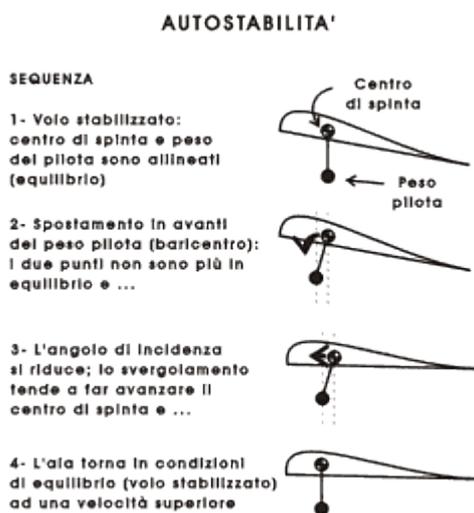
*Figura 5-32. Le estremità alari sviluppano ancora portanza quando la parte centrale è già stallata.*

Poichè le estremità alari sono situate **posteriormente** rispetto al baricentro dell'apparecchio, la portanza che da queste si genera avrà l'effetto di sollevare la parte posteriore e di iniziare quindi una picchiata atta a far riprendere velocità al mezzo. In altri termini, grazie allo svergolamento, è praticamente impossibile mettere contemporaneamente in stallo tutta la superficie velica: lo **stallo procederà dal centro** (posto anteriormente) **ai lati** (posti posteriormente) garantendo, ad esempio in atterraggio, un arresto dolce e progressivo.



*Figura 5-33. Durante la picchiata, invece, la portanza si sviluppa nella parte centrale.*

Al contrario, durante una picchiata, tutti gli angoli di incidenza si riducono: la parte centrale dell'apparecchio (sita anteriormente al pilota) avrà comunque e sempre un angolo di incidenza maggiore rispetto alle estremità alari; questo significa che, a bassi angoli di incidenza, la parte velica che **genera maggiore portanza è quella centrale-anteriore**; il deltaplano, quindi, tende a sollevare il naso, generando un effetto cabrante che si oppone alla picchiata stessa (Fig. 5-33).



*Figura 5-34. Quando il baricentro si sposta in avanti, il centro di spinta (per effetto dello svergolamento) tende a spostarsi in avanti anch'esso, ristabilendo un equilibrio.*

Un modo più tecnico di esprimere gli stessi fatti è il seguente (Fig. 5-34): durante un volo stabilizzato rettilineo il **centro di spinta** (il punto dove possiamo immaginare concentrate le forze aerodinamiche) ed il **baricentro** (sostanzialmente il peso del pilota) **sono allineati**. Quando il pilota sposta il baricentro in avanti, l'apparecchio picchia, diminuendo l'incidenza e prendendo velocità. Contemporaneamente, però, lo svergolamento farà aumentare il contributo portante della parte anteriore, **facendo avanzare**, quindi, anche il **centro di spinta**, fino ad un nuovo equilibrio (ad una velocità maggiore).

Se così non fosse (cioè se non vi fossero dispositivi che garantiscono il riallineamento di centro di spinta e baricentro) una volta spostato in avanti il baricentro, inizierebbe una picchiata sempre più accentuata, praticamente impossibile da arrestare. Un meccanismo simile, ma contrario, (arretramento del baricentro con riallineamento all'indietro del centro di spinta) interviene nelle cabrate.

La stabilità longitudinale di un deltaplano può essere verificata in volo partendo dalla velocità di trim: tirando la barra di controllo per prendere velocità noteremo che è **necessario un certo sforzo**; inoltre la barra, non appena lasciata, tenderà immediatamente a tornare nella posizione precedente (salvo esagerare per inerzia e rallentare ulteriormente l'apparecchio). Noteremo inoltre che lo sforzo richiesto è **tanto maggiore quanto più tiriamo la barra**. Se ciò non dovesse verificarsi (se cioè la barra dovesse divenire più "morbida" accentuando la picchiata) è **assolutamente necessario** fare verificare l'apparecchio dal costruttore o dal rivenditore. Un apparecchio non autostabile viene detto **divergente** e per il nostro sport questo è sinonimo di **estremo pericolo**.

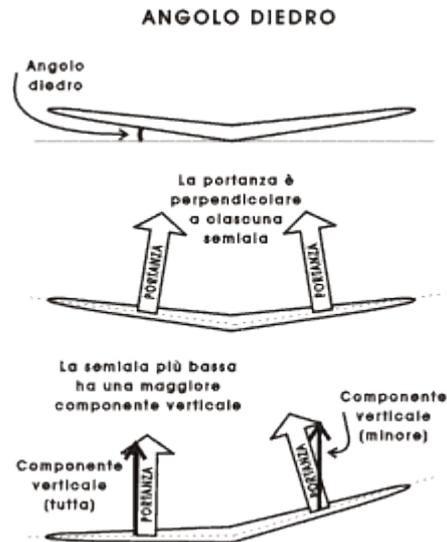
### **STABILITA' LATERALE (SULL'ASSE LONGITUDINALE)**

Da questo punto di vista i primi apparecchi erano sufficientemente stabili, ma diciamo subito che una forte stabilità laterale si traduce nella impossibilità di porre l'apparecchio in rollio, utilizzando il solo spostamento di peso. In pratica un apparecchio è **tanto più stabile lateralmente quanto meno è maneggevole, e viceversa**. È chiaro che i costruttori tenteranno di raggiungere il miglior

compromesso possibile per i differenti apparecchi a seconda dell'uso al quale sono destinati.

## Angolo diedro

La stabilità laterale è ottenuta con l'**angolo diedro** che può essere definito come l'angolo che si forma tra il **cross-bar** ed un **piano parallelo alla barra di controllo e passante per la chiglia**.



*Figura 5-35. L'angolo diedro conferisce stabilità laterale generando differenze di portanza.*

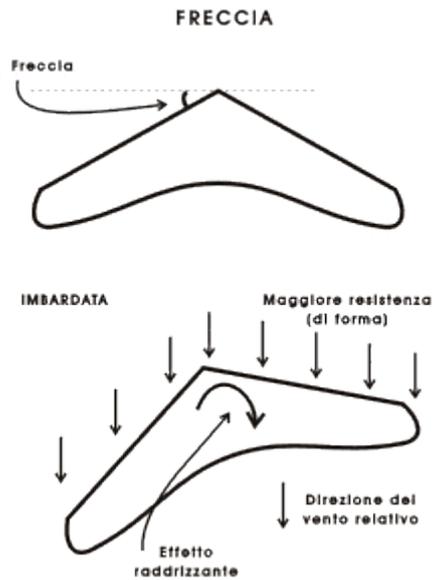
L'angolo diedro produce autostabilità in un modo semplice ed intuitivo: ogni semiala genera una forza aerodinamica perpendicolare al suo asse; durante un'inclinazione laterale la semiala più bassa sviluppa questa forza verso l'alto, mentre la componente verticale dell'altra semiala è scarsa: questo genera l'effetto raddrizzante (Fig. 5-35). In seguito ad uno stallo, invece, l'angolo diedro mantiene un potere stabilizzante, basato questa volta sulla resistenza, in modo assolutamente simile a quanto esposto più oltre per la freccia.

## STABILITA' ROTATORIA (SULL'ASSE VERTICALE)

Da questo punto di vista i primi apparecchi erano addirittura più stabili degli odierni, poichè la stabilità orizzontale è garantita principalmente dalla forma a freccia dell'aquilone (si noti che l'angolo di freccia è inversamente proporzionale all'angolo di naso -essendone il complementare: per tenere a mente questo particolare si ricordi che un'angolo di naso pari a 180 gradi (piatto) ha freccia nulla).

I primi aquiloni avevano un angolo di naso molto più acuto degli attuali (80- 90 gradi) e quindi erano dotati di una freccia maggiore.

In effetti gli aquiloni attuali, con 130 gradi di angolo di naso (e solo 25 gradi di freccia) possono presentare il problema, già citato, dell'**imbardata inversa**; non esistono però inconvenienti più gravi ed il piccolo svantaggio è ampiamente compensato dalle prestazioni, notevolmente superiori.



**Figura 5-36.** L'angolo di freccia conferisce stabilità rotatoria generando differenze di resistenza.

La freccia agisce sul piano orizzontale attraverso una maggiore resistenza che colpisce l'ala che sopravanza, dal momento che risulta più esposta al vento relativo (Fig. 5-36).

Un certo effetto limitante le sbandate può provenire dalla tasca della chiglia (o dalle "pinne caudali" di alcuni apparecchi) ma qui le idee non sono del tutto concordi.

## L'ALA FLESSIBILE

Il deltaplano non ha le esatte caratteristiche di un "profilo alare ideale" (quello che abbiamo utilizzato per studiare l'aerodinamica) ma gode, invece, di alcune proprietà particolari.

La più rilevante, è la **flessibilità** che modifica la risposta dell'apparecchio ai fattori di carico.

## FATTORI DI CARICO NELL'ALA DELTA

L'aerodinamica insegna che, all'aumentare del carico alare, aumentano tutte le velocità, ma non varia la massima efficienza ottenibile.

Questo significa che, decollando in aria calma con un apparecchio biposto e mantenendo la giusta incidenza, raggiungerò sempre e comunque lo stesso punto, sia che voli da solo, sia che trasporti un passeggero di 90 Kg! L'unica differenza sarà data dal tempo di volo: da solo, viaggiando più lentamente, ci metterò di più; in due il viaggio sarà più rapido. Trasportata così brutalmente nella realtà quotidiana, **questa affermazione è assolutamente falsa**, come ben sa chiunque abbia fatto dei voli doppi.

Egli ha potuto constatare che, volando in due, l'efficienza si **riduce notevolmente**, e non basta: chi fa voli in biposto sa che trasportando passeggeri di peso differente, è utile modificare il punto di aggancio, arretrandolo per pesi leggeri ed avanzandolo per pesi maggiori, in modo da non trovarsi, una volta in volo, troppo picchiati o troppo cabrati.

E allora? Forse che i dogmi dell'aerodinamica non sono poi così veri?

No, è sufficiente applicare la teoria in modo corretto per ottenere, anche in questi casi apparentemente "difficili", la giusta spiegazione.

Un'ala flessibile **cambia la sua forma** in seguito a sollecitazioni (ed il peso è una di queste): un deltaplano per volo biposto con il solo pilota agganciato ha una forma differente da quella dello stesso apparecchio che trasporta due persone. Da un punto di vista aerodinamico si tratta di **due** "macchine volanti" anche **molto diverse**; invece, quando l'aerodinamica afferma che al variare del carico variano soltanto le velocità di volo, dà per scontato che si stia sempre parlando della stessa "macchina volante" (ad esempio un aliante, che non varia eccessivamente forma con uno o due passeggeri). In termini più tecnici potremmo dire che un'ala flessibile non ha una sola polare, ma ne ha tante quante sono le forme che può assumere al variare del carico. Esaminiamo ora in maggior dettaglio cosa accade al nostro biposto: con il passeggero, l'apparecchio risponde al maggior carico flettendo all'**indietro** le semiali (questo accade perchè esse vengono "tirate" dalla vela che risulta più "bombata", cioè con un maggior tunnel). La forma che ne risulta è **meno allungata** ed offre **maggior resistenza**: di conseguenza il biposto sarà **meno efficiente** rispetto a quando viene volato dal solo pilota.

La flessione, inoltre, determina un incremento dello svergolamento, riducendo ulteriormente l'angolo di incidenza alle estremità: questo ne riduce il contributo "sostentatorio" spostando, di fatto, in avanti il **centro di spinta** (il punto dove possiamo immaginare applicata la portanza) e determinando un **assetto di volo più cabrato** (la barra di guida sarà più in avanti e l'apparecchio volerà ad un angolo di incidenza maggiore, nei casi estremi sarà vicino allo stallo). Ecco perchè gli istruttori, con passeggeri particolarmente pesanti, spostano leggermente in avanti il punto di aggancio, ristabilendo gli equilibri.

## L'ESASPERAZIONE DEL CONCETTO: LA GEOMETRIA VARIABILE

Gli apparecchi con geometria variabile (quelli dotati di "overdrive", che consentono di modificare,

durante il volo, la tensione della vela) sfruttano proprio la flessibilità del deltaplano: semplificando un poco la situazione si può dire che, pur senza alterare il carico alare, l'overdrive "tirato" tende ad impedire (o limitare) una eccessiva flessione all'indietro delle semiali; ne derivano un appiattimento della vela (minor resistenza e maggiore velocità di stallo) ed maggior allungamento (minore resistenza e minore maneggevolezza). Anche in questo caso, dunque, **le modificazioni tensionali si traducono in modificazioni di forma e di prestazioni**. Deve però essere sottolineato che tali modificazioni sono evidenti soltanto quando l'ala è sotto carico, cioè in volo. In termini aerodinamici, possedere un deltaplano a geometria variabile equivale a possedere tanti apparecchi (uno per ogni posizione dell'overdrive) con caratteristiche (polari) differenti, ed è bene assicurarsi che "tutti" siano comunque autostabili.

Infatti un meccanismo molto simile a quello già osservato per il biposto, fa sì che, agendo sull'overdrive, venga spostato il baricentro, e si modifichi quindi l'assetto di volo: questa variazione è evidenziata dalle posizioni della barra rispetto al pilota durante il volo a velocità di trim, per diverse tensioni dell'overdrive.

## Capitolo 6 - IL VOLO CON IL PARAPENDIO

In questo capitolo tratteremo gli argomenti riguardanti, in particolare, il volo con il parapendio. Inizieremo analizzando questa leggerissima ala e le parti che la compongono, tentando di comprenderne l'evoluzione storica (cioè i successivi miglioramenti che hanno condotto alle ali attuali); considereremo anche i diversi tipi di sellette (divenute vere e proprie imbragature) nonché l'impiego del paracadute di emergenza. Dedicheremo infine la nostra attenzione alla tecnica di pilotaggio, cercando di comprendere come le regole generali dell'aerodinamica debbano essere di volta in volta "interpretate" in base alle caratteristiche molto particolari di questa strana "macchina volante".

Ancora più di quella del deltaplano, infatti, l'aerodinamica del parapendio pone problematiche particolari, rese più ardue dalla possibilità di ottenere configurazioni di volo "inusuali" (cui dedichiamo spazio in questa nuova edizione del libro).

### IL PARAPENDIO

Il parapendio è senza alcun dubbio l'apparecchio **più leggero che esista**: in una sacca dal peso massimo di 8-10 Kg trova posto tutto ciò che serve per osservare il mondo dall'alto: ala, imbrago, strumenti e casco (più l'eventuale paracadute d'emergenza).

Il parapendio è formato dalla vela e dai fasci funicolari che, riunendosi in cavi e nastri di dimensioni sempre maggiori, giungono fino all'imbrago, al quale sono uniti per mezzo di moschettoni con chiusura a vite.

La vela è formata da **due strisce di tessuto** sovrapposte ed unite tra loro da **centine** forate nel mezzo. Come in tutte le ali, la superficie superiore è detta estradosso e quella inferiore infradosso. Il bordo di uscita (la cucitura posteriore tra le due strisce di tela) è chiuso, mentre il bordo di entrata presenta sempre delle aperture (dette **bocche**) attraverso cui, nelle fasi di decollo e durante il volo, l'**aria penetra** generando il "gonfiaggio" della vela ed il mantenimento della pressione al suo interno.

Le centine hanno il compito di mantenere ad una **distanza prefissata** estradosso ed infradosso, proprio come accade nei materassini pneumatici da spiaggia che, senza centine, diverrebbero dei "palloni gonfiati" anziché, appunto, dei materassini.

I **fori** nelle centine servono per mantenere una pressione uniforme all'interno dell'ala, permettendo all'aria di **riequilibrare rapidamente** eventuali differenze che si possono generare nei diversi punti della vela.

La parte di vela compresa tra due linee di inserzione dei cordini è detta **cassone**: questo, a sua volta, può essere suddiviso da una o più centine in due o più **infracassoni**: in altre parole il numero di cassoni non ci dice quante centine ha la nostra ala, bensì quante linee di inserzione dei cavi esistono. È abbastanza intuitivo che un basso numero di cassoni si traduce in una forma rigonfia e "a tubi paralleli", mentre un elevato numero di cassoni permette di ottenere un'ala dalla sezione più lineare: pochi cassoni (e dunque poche linee di inserzione) significano che ogni cavetto è chiamato a "portare" un carico relativamente elevato e questo si traduce in una sensibile "trazione" sulla vela nel punto di inserzione. Per contro molti cassoni (molte linee di inserzione) **distribuiscono il carico in modo più uniforme** lungo tutta la superficie velica.

Le estremità alari terminano con bande di vela rivolte verso il basso: gli stabilizzatori.

Mentre un tempo la vela, quasi piatta, formava un angolo deciso con gli stabilizzatori, oggi tale angolo si è molto ammorbidito e, vista da davanti l'ala ricorda una mezzaluna: questa curvatura è

detta **campanatura** e, insieme agli stabilizzatori, gioca un ruolo nel **mantenimento dell'apertura** della vela stessa (v. oltre).

I cavi si inseriscono nella vela tramite **triangolini di tessuto**, che hanno il compito di distribuire meglio il carico, rendendo più resistente l'inserzione.

Tutte le funi di una semiala si congiungono, tramite piccoli moschettoni a ghiera, a tre o più larghe fasce di tessuto: **gli elevatori anteriori (detti elevatori A), quelli intermedi (B ed eventualmente C) e quelli posteriori**; gli elevatori di ogni lato, a loro volta si riuniscono a formare uno dei due punti di aggancio del parapendio all'imbragatura.

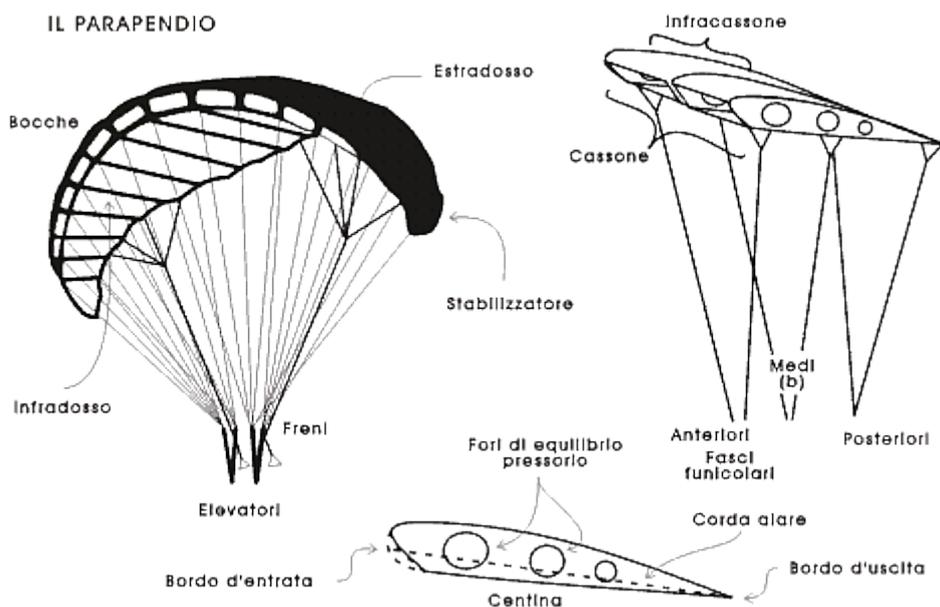
Come vedremo, un'eccezione è rappresentata dalle ali (oggi poco utilizzate) per le quali è prevista anche una **guida basculante**: in questo caso arrivano alla selletta (che viene detta "di pilotaggio") almeno 4 moschettoni indipendenti (spesso 6), due per la semiala destra e due per quella sinistra.

Gli elevatori posteriori hanno un **anello** nel quale passa il **cavo del freno** che termina con una maniglia. Il cavo del freno, in prossimità della vela, si sfiocca in una serie di cavetti che si inseriscono nelle **parti laterali** del bordo di uscita della semiala. Un parapendio è guidabile anche senza freni, utilizzando gli elevatori posteriori, ma i primi rendono molto più preciso e meno faticoso il pilotaggio.

Sempre più diffuso, infine, è lo **speed system** o acceleratore, costituito da una coppia di cavi che, passando attraverso appositi anelli (già previsti nella maggior parte delle sellette) giungono ad una pedalina. Questi cavi sono studiati per trazionare verso il basso (quando il pilota spinge sulla pedalina) sia gli elevatori anteriori che quelli intermedi (B), anche se in misura differente: in genere gli elevatori A sono sollecitati al 100% dell'escursione mentre gli elevatori B al 50%. In tal modo, azionando l'acceleratore, si modifica l'assetto della vela, riducendo l'angolo di incidenza lungo tutto l'ala.

Proprio per le sue caratteristiche di "apparecchio minimale" il parapendio deve essere perfettamente integro (non esistendo nulla di superfluo non ci si può permettere di averne alcune parti deteriorate).

Inoltre la struttura non è adatta a sopportare in sicurezza condizioni meteorologiche meno che ottimali: ecco l'importanza **letteralmente "vitale"** dello studio della meteorologia.



*Figura 6-1. Il parapendio e la corretta denominazione delle sue parti.*

## CENNI SUI MATERIALI UTILIZZATI E SUL TIPO DI LAVORO CUI SONO SOTTOPOSTI

A differenza di quanto visto per il deltaplano, il parapendio, non ha parti rigide: ovviamente, quindi, sia i cavi che la vela sono sollecitati soltanto in trazione (e mai in compressione).

### **VELA**

Vengono utilizzati numerosi e sofisticati materiali sintetici (fra i quali ricordiamo Mylar, Dacron e Trilam): i tessuti leggeri e porosi, tipici dei primi modelli derivati dai paracadute da lancio, hanno lasciato il posto a tele più rigide a **porosità molto bassa**; questa caratteristica li rende poco idonei a sostenere lo shock di apertura ad alte velocità.

Il tessuto, inoltre, mostra sempre una fitta trama a **reticolo quadrangolare** che ha lo scopo di distribuire uniformemente il carico e di impedire la propagazione di piccoli tagli.

Il principale nemico della vela è il sole, o meglio le **radiazioni ultraviolette (U.V.)** che esso emana. Per questo motivo non è consigliabile lasciare il parapendio esposto ai raggi solari più di quanto richiesto dalle normali operazioni di volo: le lesioni da U.V. si esprimono, nelle fasi iniziali, con una perdita di consistenza ed un "impallidimento" dei colori. Un eccessivo invecchiamento si traduce, inoltre, in un aumento della porosità che, nei casi estremi, può determinare una tendenza allo stallo paracadutale (vedi); è dunque opportuno verificare o far verificare periodicamente lo stato del tessuto, specie per ali usate.

Più realisticamente i danni alla vela possono derivare dal fatto che essa venga **tagliata da rametti, arbusti o rovi** durante le operazioni a terra: ecco perchè gli istruttori sottolineano l'importanza di non "trascinarla" mai sul terreno e di adottare misure particolari nei decolli ricchi di tali insidiosi nemici.

### **CAVI**

Si tratta, nella maggior parte dei casi, di cavetti in **Kevlar prestirato, in Dyneema od in Vectran**, ricoperti da materiale plastico: nei primi modelli, infatti, dopo alcuni voli, i cavetti avevano la tendenza ad "allungarsi" modificando sensibilmente le caratteristiche di sicurezza dell'ala stessa; oggi tale "rischio" è annullato dalla operazione di pre-stiramento, attuata direttamente dai produttori.

Con l'aumentare del numero di cassoni (e quindi di cavetti) la tentazione di ridurre i diametri (minore resistenza in volo!) ha indotto alcuni produttori ad utilizzare cavetti sempre più sottili, il cui vantaggio aerodinamico è spesso superato dal rischio di rottura sequenziale (un cavetto dopo l'altro) in caso di turbolenze che alterino la distribuzione del carico sui cavetti stessi.

Il carico di rottura di ogni cavetto, infatti, viene calcolato e prefissato in relazione al loro numero complessivo: più cavetti ci sono minore è il carico che ognuno di essi è chiamato a sopportare. Come per altre "macchine del cielo", comunque, la caveria deve poter sopportare, nel suo insieme, circa 8 G. Tra le situazioni che possono danneggiare i cavetti ricordiamo i **piegamenti troppo drastici** (piegamento a V) e la possibilità che subiscano lesioni dirette: **calpestati sopra ad una roccia, impigliati durante un decollo**, ecc..

### **FRENI**

Due cavi particolari sono i "freni", solitamente in nylon: per il continuo sfregamento all'interno dell'anello che li guida, i freni sono il principale punto di usura di una vela volata bene.

Il loro metodico controllo e la loro periodica sostituzione sono semplicemente indispensabili per

evitare di dover "guidare" con gli elevatori posteriori.

### ***TRIM ED ACCELERATORE (Speed system)***

Alcuni modelli sono dotati di **trim** che consentono di modificare la lunghezza degli elevatori posteriori e, quindi, l'incidenza dell'ala in volo. Il loro impiego non ha incontrato grande successo, soprattutto per la impossibilità di "disinserirli" rapidamente in caso di problemi. La esatta posizione dei trim dovrebbe essere sempre controllata, prima del volo, verificandone la simmetria.

Lo **speed system** (o acceleratore) lavora in trazione ed è importante verificarne la libertà di scorrimento e la assenza di grovigli o nodi che ne renderebbero asimmetrica od impossibile l'azione.

In alcuni modelli, l'acceleratore, agisce su una piccola "barra di distribuzione" che trasmette gli effetti a tutti gli elevatori che il progettista ha ritenuto di poter trazionare in volo. A differenza dei trim, l'acceleratore presenta il vantaggio di poter essere azionato e rilasciato in modo rapido.

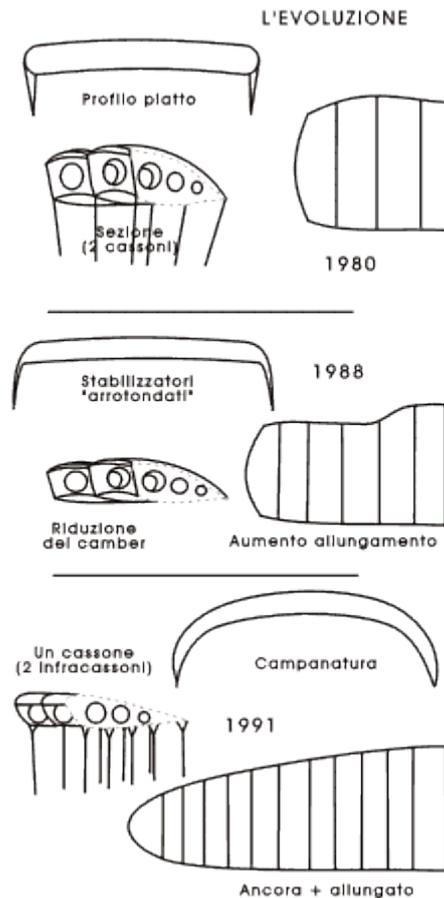
### ***MOSCHETTONI***

Triangolari od ovali, i moschettoni di acciaio (meglio) o di alluminio che saldano l'ala alla selletta devono potersi chiudere e bloccare per mezzo di una ghiera a vite. Sono di gran lunga la parte più sovradimensionata di tutta la nostra attrezzatura e, se controllati prima di ogni volo, non daranno mai problemi.

Essi devono, tuttavia, venire sostituiti se presentano segno di **ossidazione** (patina bianca o nerastra) o se si osservano **difficoltà all'avvitamento** (indice di una possibile deformazione).

## EVOLUZIONE STRUTTURALE

Nei pochissimi anni trascorsi da quando alcuni temerari correvano disperati per mostruose discese tentando di "staccarsi" dal pendio, attaccati ad un rigonfio "telone", sono stati compiuti progressi che non è esagerato definire "rivoluzionari".



*Figura 6-2. Rappresentazione schematica (e leggermente enfaticata) dell'evoluzione del parapendio negli anni.*

Anche se il pensiero corre ai primi paracadute da lancio (si pensi alle immagini dello sbarco in Normandia), i veri "nonni" del parapendio sono nati molto più recentemente, negli anni '80.

Come vedremo meglio parlando di aerodinamica applicata, infatti, I vecchi "cupoloni" non volavano ma si limitavano a precipitare (e nemmeno troppo lentamente; 6-8 m/sec!): ciò che si chiedeva loro era di **rallentare la caduta** e nulla più.

Nel tentativo di renderli "direzionabili", negli anni '60 I progettisti si accorsero che era necessaria una modifica radicale: **da rotondi a rettangolari** (oggi, ellittici). Non soltanto era necessario poter distinguere un "davanti" da un "dietro" (cosa piuttosto difficile con una cupola) ma la vela doveva "procedere" in una direzione precisa e non scendere in verticale. L'intuizione geniale fu quella di costruire la **vela doppia**, con le bocche di ingresso e le centine, che assumesse, durante il volo, un profilo alare.

Si trattava però di strumenti nei quali la velocità verticale prevaleva largamente su quella orizzontale (erano fatti per scendere) e non possono essere considerati i primi parapendio, anche se qualcuno li utilizzò saltando da strapiombi di centinaia di metri; la rupe sostituiva l'aereo, ma il concetto era identico: qualche secondo di caduta libera e poi l'apertura (si potrebbero chiamare

"paradirupi").

Fu soltanto agli inizi degli anni '80 che la velocità orizzontale di alcune vele superò quella verticale, rendendo teoricamente possibile il decollo con pendenze intorno ai 45 gradi.

Negli ultimi anni si sono delineate le grandi linee evolutive che hanno portato ai parapendio attuali:

- **progressivo allungamento e riduzione del camber** (diminuzione dello spessore della vela) ottenuto tramite un drastico aumento dei cassoni (e, ovviamente, dei cavetti). Il progressivo allungamento è stato compensato da un altro "allungamento", quello del fascio funicolare nel suo insieme, che ha ulteriormente distanziato il pilota dalla vela;
- **riduzione nelle dimensioni delle "bocche"** o, in alcuni casi, riduzione del loro **numero** (solo gli infracassoni centrali);
- **campanatura**: gli stabilizzatori non formano più un angolo deciso con il resto della vela ma ne rappresentano la naturale continuazione.
- **progressivo appiattimento dell'ala e della campanatura**: le vele attuali tendono ad essere sempre più piatte e sottili; si riduce in tal modo la resistenza di forma e se ne aumentano le prestazioni.

## CRITERI DI SCELTA DI UN PARAPENDIO

Agli "albori" di questo sport esistevano differenze impressionanti tra le diverse ali, sia per quanto riguarda l'efficienza che (ahimè) la sicurezza; le vele ad alte prestazioni presentavano problemi non indifferenti di stabilità (tendevano a "chiudere" con notevole frequenza). Proprio per questo, la storica **classificazione tedesca** (DHV) suddivideva (e suddivide ancora) le vele in tre classi; la **Classe 1** che identifica le più facili e sicure; la **Classe 2** comprende vele in grado di recuperare autonomamente il volo rettilineo uniforme; alla "eroica" **Classe 3**, infine, appartengono le vele che richiedono particolari (ed a volte complesse) manovre di recupero.

## LE CLASSI DI OMOLOGAZIONE EUROPEA

La classificazione DHV, ancorché prestigiosa, appare oggi superata grazie soprattutto agli accordi internazionali che hanno portato ad un nuovo standard europeo (**certificazione europea ACPUL**), in vigore dal 1995.

La ACPUL definisce 4 categorie di parapendio partendo dal tipo di pilota cui si rivolgono:

- **Standard**: per il pilota iniziale e quello che vola saltuariamente. Deve essere una vela dotata di grande stabilità iniziale, facilità di gonfiaggio e semplice manovrabilità.
- **Performante**: per chi pratica il parapendio con regolarità. Questa vela richiede una maggiore conoscenza del pilotaggio poiché il pilota deve essere in grado di ristabilire l'assetto di volo normale dopo una configurazione inusuale. Il pilota deve possedere un brevetto ed un grado di formazione sufficiente per poter volare, sempre nell'ambito di una pratica regolare, in condizioni aerologiche normali.
- **Competizione**: si rivolge all'élite dei piloti che hanno un'attività quasi quotidiana. È indispensabile la capacità di reagire con rapidità e di effettuare analisi oggettive per valutare ed uscire da configurazioni di volo inusuali. I test sono eseguiti **seguito scrupolosamente tecniche di pilotaggio (non necessariamente standard) indicate dal costruttore** e vengono realizzati prendendo in esame la stabilità sui tre assi, nel suo aspetto statico e dinamico, **con l'intervento del pilota**.
- **Biposto**: si rivolge ai piloti abilitati a questo tipo di volo; stabilità e possibilità di riprendere

un assetto di volo normale dopo configurazioni inusuali impongono a questa categoria test specifici.

Una importante novità è che i test di omologazione vengono eseguiti in modo obbiettivo, seguendo le indicazioni del progettista; la classificazione DHV, invece, viene assegnata prevalentemente in base alle impressioni dei, pur ottimi, piloti collaudatori dell'ente di certificazione.

La certificazione ACPUL prevede, per le categorie Standard e Performante, fino a 17 manovre (decollo, atterraggio, gamma di velocità, comportamenti conseguenti all'utilizzo di accessori, stabilità di beccheggio, uscita dalla fase paracadutale con i comandi, uscita dalla fase paracadutale con le B rilasciate lentamente oppure rapidamente, sensibilità di virata, manovrabilità, wing over, uscita da una serie di 360 e dagli assetti inusuali) mentre le vele certificate come Competizione debbono superarne "solo" 12 ed i Biposto 14.

In genere le fasi di apprendimento dovrebbero essere compiute con le ali "più facili" e soltanto successivamente ci si può rivolgere a quelle dotate di maggiori prestazioni ma anche "più difficili". Si pensi ad esempio ad un allievo che vuole apprendere le tecniche di wind-surf con un "sinker", quelle microtavole che galleggiano soltanto quando sono in rapido movimento: non vi sono dubbi che sarà grandemente facilitato chi può iniziare con una tavola grossa e stabile, in grado di stare a galla anche da ferma.

**La gradualità nell'affrontare le difficoltà è infatti un elemento vincente nell'apprendimento di tutte le discipline.**

Inizialmente l'allievo deve poter disporre di un'ala che sia **facile da gonfiare**, che **perdoni** ampiamente tutta una serie di errori che egli (verosimilmente) compirà, che voli, insomma, "**da sola**" senza l'esigenza di un continuo controllo e di continue correzioni.

Successivamente, in base soprattutto alla frequenza dei voli, potrà decidere se accontentarsi delle pur elevate prestazioni fornite da una vela Standard (spesso superiori a quelle di molte Classe 3 di pochi anni fa), oppure se impegnarsi maggiormente con una vela Performante o da Competizione.

## **TAGLIA**

È importante prendere un parapendio adatto al proprio peso (ogni costruttore ne fornisce da 2 a 4 modelli); si ricordi che un'ala **piccola** (relativamente al peso del pilota) risulterà **più maneggevole e più veloce**, mentre una **grande** avrà un **minor tasso di caduta** ma risulterà **più inerte** nelle manovre e più "**vulnerabile**" alle turbolenze.

## **PESO**

Le differenze di peso tra i diversi modelli si giocano su pochi chili od etti, ma chi intende fare del parapendio (meno semplice di quel che si pensi) può mostrare una giusta attenzione anche a questo aspetto.

## **COSTO**

Come in tutte i settori anche in questo si possono trovare marche più costose di altre. Dal momento che gli standard di sicurezza dovrebbero essere uniformemente garantiti, le differenze di prezzo si traducono in genere in differenze di finiture e nel tipo di lavorazione (taglio laser, ecc..). Detto questo, una sana diffidenza nei confronti di **marche sconosciute** offerte ad un **bassissimo costo** dovrebbe indurre, quanto meno, a richiedere una valutazione preliminare ad un'esperto diverso dal venditore.

## **USATO**

L'evoluzione del parapendio è stata così rapida che, spesso, comprare un'usato, significa dotarsi di una vela "d'altri tempi" al tempo stesso meno efficiente e meno sicura di quelle più recenti.

Sta diventando tuttavia possibile reperire sul mercato ali "usate" che non fanno pagare troppo caro (in termini di sicurezza e prestazioni) il loro minor costo: è sempre meglio rivolgersi a rivenditori od istruttori qualificati, in grado di compiere anche una accurata verifica delle condizioni del mezzo e di intervenire, se necessario, con le opportune sostituzioni. Come per le auto, il privato o l'amico possono farvi fare l'acquisto migliore (ottimo prezzo), ma anche il peggiore (e non necessariamente in cattiva fede: quando lui la comprò quella era effettivamente una delle migliori ali sul mercato, ma due anni sono tanto tempo per l'evoluzione dei parapendio).

## **PROVE E REGOLAZIONI**

Ogni ala prima di essere venduta **deve essere collaudata** dal costruttore o da una persona qualificata (istruttore, collaudatore): è un **sacrosanto diritto di chi acquista e non rinunciatevi in alcun caso**.

In quell'occasione dovrà essere anche verificata la migliore posizione dei **trim** (se presenti) ed essa verrà poi mantenuta costante: più avanti, dopo aver acquisito una certa esperienza, se proprio non riuscite a resistere alla tentazione di utilizzarli, consultate dettagliatamente il produttore od il venditore, poichè ogni modello risponde in modo differente alle modifiche di assetto indotte dai trim stessi.

## **MANUTENZIONE**

Al parapendio affidiamo la nostra sopravvivenza ed è quindi logico porre la **massima attenzione e cura** nella costante verifica del suo stato e nella (invero scarsa) manutenzione richiesta.

È sufficiente piegarlo correttamente e lasciarlo in un luogo asciutto evitando le temperature elevate; nel caso, al termine del volo, sia impossibile lasciarlo asciugare (pioggia, prati bagnati) è opportuno riaprire la sacca ed arieggiare la vela in un posto asciutto.

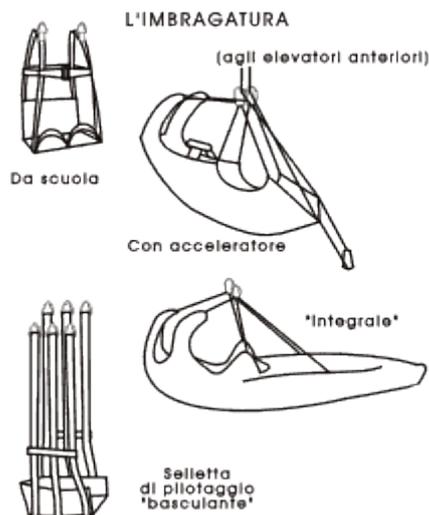
In realtà è rarissimo che la vela riporti danni per motivi diversi da quelli "traumatici" cui abbiamo fatto cenno parlando dei materiali: per questo motivo una attenta verifica, prima ed al termine di ogni volo, rappresenta la miglior manutenzione possibile. L'unico intervento che può rendersi necessario è la sostituzione dei cavi dei freni, sostituzione che è meglio lasciar fare al rivenditore (che avrà cura di mantenere **esattamente** la stessa lunghezza progettata dal costruttore).

## **RESPONSABILITÀ**

La responsabilità dell'efficienza del parapendio è **totalmente a carico del pilota** (a differenza ad esempio di quanto avviene per il volo motore) ed inizia dal **momento in cui il mezzo gli viene consegnato** (ovviamente in perfetto stato) dal collaudatore o dall'istruttore.

## L'IMBRAGATURA

Lo scopo dell'imbragatura è quello di consentire al pilota un aggancio sicuro al parapendio, di garantirgli la possibilità di eseguire le manovre necessarie e, perchè no, di permettergli anche una certa comodità, indispensabile nei voli di lunga durata.



*Figura 6-31. Le imbragature disponibili.*

Per poter essere validamente agganciati è indispensabile che l'imbragatura, di qualsiasi tipo sia, preveda le spalline, un pettorale e, soprattutto, i **cosciali**.

I modelli più semplici sono completamente in tela e vengono apprezzati da chi pratica il paralpinismo per la loro leggerezza (alcuni utilizzano addirittura quelli da roccia, con qualche modifica).

La necessità di sedersi con un minimo di comfort impose, fin dai primi modelli, la presenza di **un'asse** in plastica o compensato che, dando rigidità alla selletta stessa evitava la sensazione di "essere appesi". Questi modelli sono molto utilizzati nei "campi scuola" perchè offrono una certa difesa all'osso sacro in caso di scivolata od atterraggio men che perfetto.

Chi vola senza lo speed system può utilizzare, per facilitare il raggiungimento di una posizione "orizzontale" (piuttosto comoda ed in grado di offrire una resistenza minima all'aria) e per "sostenere" gli arti inferiori, una piccola sbarra di alluminio (**pedalino**) sulla quale vengono appoggiati i piedi: una spinta all'indietro e ci si trova in una specie di amaca, beatamente adagiati sul dorso.

Poca fortuna ha riscosso l'**imbrago integrale**, richiudibile per mezzo di una cerniera, che offre il vantaggio del tepore (effetto sacco a pelo) e (ma qui si esagera un poco) della aerodinamicità. Certamente infilarsi nell'imbrago dopo il decollo ed uscirne **prima** dell'atterraggio divengono manovre un poco più complesse: i vantaggi iniziano ad essere evidenti dopo alcune ore di volo od in climi estremi (volo invernale in dinamica).

La "**selletta di pilotaggio**" (detta anche "basculante") è stata studiata per consentire al pilota di effettuare manovre anche con lo spostamento del proprio peso: si caratterizza per la presenza di 4 (o 6) punti di aggancio alla vela per parte, anzichè due. Spostando il peso in avanti si riduce l'angolo di incidenza, mentre spostandolo all'indietro si esercita una maggior trazione sugli elevatori posteriori, cabrando. Le difficoltà di controllo dell'incidenza ne limitano comunque l'impiego.

Nelle imbragature attuali è quasi sempre prevista la possibilità di utilizzare lo **speed system** (fornito

con la vela) che tuttavia preclude, ovviamente, l'impiego del pedalino sopra citato.

Debbono poi essere menzionati **gli incroci** spesso forniti su richiesta (come optional), il cui compito è quello "cinturare" meglio il pilota, ridistribuendo il carico sugli elevatori nel caso l'assetto venga variato da manovre o turbolenze.

Una parola a parte meritano le **protezioni**, sempre più frequentemente incluse "di serie" nell'imbragatura: si tratta di spessori che utilizzano strutture e materiali differenti ma che hanno l'unico scopo di attutire il più possibile ogni impatto distribuendolo, al tempo stesso, all'intera struttura; poichè solitamente aggiungono comodità all'imbragatura, non si vedono buoni motivi per rinunciarvi (solo il costo, peraltro contenuto, e l'ingombro).

## **REGOLAZIONE**

La regolazione dell'imbragatura (lunghezza dei nastri, lunghezza del pedalino) deve **avvenire a terra** (mai durante un volo !), appesi ad un idoneo supporto (cavalletto o altro). Si cercherà la condizione più adatta per la propria corporatura e maggiormente comoda, ricordando che deve essere agevole sia raggiungere tale posizione dopo il decollo che rimettersi "in verticale" prima dell'atterraggio.

## **MANUTENZIONE**

Le imbragature devono essere **conservate in luogo asciutto** e periodicamente controllate, verificando ed eventualmente sostituendo le **fasce** e le **fibbie di fermo**. La parte che sopporta il maggior carico sono i **cosciali** (nella fase di decollo e di atterraggio): anch'essi andranno dunque attentamente verificati.

## **IL PARACADUTE D'EMERGENZA ED IL PARAPENDIO**

### **OBBLIGATORIETÀ**

**La Legge non prevede l'obbligatorietà** del paracadute d'emergenza e, potremmo dire, meno male: altrimenti esisterebbero anche complicatissime procedure di certificazione e di periodici controlli, che renderebbero ancora più difficile volare in autonomia.

Da tempo, tuttavia, la Federazione ha reso obbligatorio ad i suoi aderenti questo importante strumento la cui utilità è stata ampiamente documentata "sul campo".

Naturalmente, durante i corsi e nei primi voli alti effettuati con vele estremamente "docili" il rischio di una apertura inopportuna provocata dall'allievo può superare quello di un grave errore di manovra e, pertanto, l'adozione dell'emergenza è lasciata al giudizio degli istruttori.

### **QUANDO APRIRLO**

Il paracadute d'emergenza deve essere utilizzato in caso di danno irreparabile del parapendio (cedimento strutturale) o di "chiusura" non più risolvibile con le opportune manovre; **non deve** essere invece utilizzato per piccole chiusure frequenti dovute a turbolenza (in queste condizioni il parapendio ha più probabilità dell'emergenza di condurci a terra sani e salvi nonostante la nostre evidente impreparazione meteorologica).

### **PROCEDIMENTO DI APERTURA**

Dopo aver deciso che è necessario aprire l'emergenza la sequenza delle operazioni da compiere (con lucidità e nel minor tempo possibile) è la seguente:

1. **Guardate la maniglia** (sembra banale ma è indispensabile afferrarla al primo colpo, poichè in questi casi il tempo è prezioso)
2. **Infilate il pollice** nella maniglia ed afferratela saldamente (questi due primi passi possono essere provati in volo, ed è utile farlo).
3. **Aprirete il contenitore** spingendo con forza la maniglia parallelamente alla sacca in modo da aprirlo come una scatola di sardine.
4. **Lanciate con forza l'emergenza** in uno spazio libero da cordini e vela. Il braccio disteso vi aiuterà ad ottenere la massima spinta.
5. **Tenetevi saldamente alla fune di vincolo** con entrambe le mani e, nel momento di toccare terra "tiratela fortemente verso il basso" (tutta la forza che riuscirete ad esprimere verrà sottratta a quella di impatto).
6. **Ammortizzate la caduta** piegando le ginocchia e rotolando sul fianco e sulla spalla.

Poichè dai test eseguiti è risultato evidente che il maggior tempo di apertura è "rubato" dalla distensione del fascio funicolare e della fune di vincolo, quest'ultimo è stato notevolmente ridotto nei modelli per parapendio (circa 1,8 mt). Il tempo di distensione, a sua volta, dipende dalla velocità di lancio, quindi: **lanciare con estrema energia!**

Un ultimo consiglio:

se siete alti, nel momento in cui pensate di aprire l'emergenza, potete forse cercare di far riprendere il volo al parapendio oppure attendere (qualche secondo) con la sacca in mano il momento più favorevole, ma se siete bassi ogni attimo è prezioso: **LANCIATE IMMEDIATAMENTE!**

## **TECNICA DI PILOTAGGIO**

La notevole semplicità del volo con il parapendio non trova riscontro in altre discipline dell'aria: per questa ragione, a fronte dei mesi od addirittura anni che i vari corsi di volo (motorizzato, con l'aliante o con il deltaplano) richiedono, sono spesso sufficienti alcune giornate di campetto per riuscire a decollare ed atterrare in sicurezza con questo leggerissimo mezzo.

Proprio tale semplicità, tuttavia, rischia a volte di trasformarsi in un "boomerang" per coloro che hanno la tendenza a sopravvalutare sè stessi e a sottovalutare il fatto che si tratta pur sempre di volo, cioè di una situazione che richiede prudenza e conoscenza.

In linea teorica è possibile (anche se non legale) entrare in un negozio sportivo, acquistare il materiale necessario e "tentare" di staccarsi da soli dal pendio, magari dopo aver scambiato qualche parola con il negoziante o con un amico "esperto": anche in questa condizione "limite" non è improbabile che una certa percentuale di aspiranti piloti riesca a compiere i primi voli senza troppi danni. È però **sicuro che una percentuale altrettanto** elevata concluderà il corso autodidattico in qualche "sala gessi" ospedaliera, se non peggio.

Una scuola di parapendio è chiamata, invece, a garantire che **la totalità** degli allievi giunga ai voli alti, senza mai uscire dai limiti di sicurezza che, ancora confusi per l'allievo, sono invece sempre molto chiari all'istruttore. Evitare di ripetere sempre gli stessi errori (facendo una gran fatica per "scoprire l'acqua calda"), ottimizzare i tempi di apprendimento evitando inutili paure ed apprensioni, ottenere un'assistenza competente e continua che lo indirizzi anche alla scelta dell'ala adatta a lui: questi sono gli obbiettivi di chi si iscrive ad un corso di volo.

Il neofita, infatti, ancora non sa che dalla scuola può e deve aspettarsi qualcosa di più: una esauriente spiegazione degli aspetti teorici che consentono il volo stesso e, soprattutto, solide conoscenze di base sull'argomento che "fa la differenza" tra uno stupendo volo ed un incubo: **la meteorologia**. I corsi prevedono generalmente alcune (4 o 5) giornate di "campetto" ed almeno 10 voli alti durante i quali è garantita non soltanto una rassicurante presenza in decollo ed atterraggio ma anche una radioassistenza continua durante il volo.

Certamente non tutti riusciranno a divenire "piloti da gara", in grado di macinare ore e chilometri come se niente fosse, ma chiunque senta la magica attrazione per il volo può, frequentando una scuola seria e preparata, riuscire a coronare il suo sogno in costante sicurezza.

In questa sezione esamineremo, per i diversi momenti della progressione didattica, i principali problemi che si pongono, ne analizzeremo le cause e prospetteremo le soluzioni che scaturiscono dalla nostra ed altrui esperienza. Nulla di ciò che è scritto potrà sostituire l'impegno e la fatica che, **sotto l'attenta guida di un istruttore**, sarà necessario spendere (o meglio investire) per impadronirsi dei "segreti" del volo: come abbiamo sopra accennato, tentare di imparare "da soli", sia pur sulla base di un manuale specifico, è un azzardo che, oggi, non ha più ragion d'essere.

## **ALCUNI CONCETTI FONDAMENTALI**

Come in numerose altre attività sportive, la sicurezza nel Volo Libero non è **passiva** (lo è, invece, quella dei giocatori di biliardo che, se non accadono fatti davvero eccezionali, rischiano molto poco della loro incolumità fisica), ma **attiva**. Questo significa che la sicurezza, nel volo, può essere raggiunta solo attraverso **uno sforzo costante e consapevole** in quella direzione: manutenzione "pignola" dell'attrezzatura, valutazione delle condizioni ambientali in assoluto ed in relazione alla propria abilità, capacità di frenare l'impulso di "buttarsi" quando esistono ragioni valide per non farlo (salute, farmaci, e così via). In compenso, quando il pilota affronta il volo in modo maturo e consapevole, quest'ultimo non ha coefficienti di rischio superiori a quelli di altre attività quotidiane

(viaggi in auto) o sportive (vela, ciclismo).

Iniziamo dunque con alcune osservazioni fondamentali, che dovranno rimanere sempre vive in un angolo della nostra "mente volante", il prezioso angolo dedicato, appunto, alla sicurezza.

### **LIMITI OPERAZIONALI**

Il parapendio è il più lento ed il più leggero dei veleggiatori pilotati dall'uomo: questo fatto, che offre indiscutibili vantaggi (e che è alla base della sua rapida e crescente diffusione), comporta però alcuni precisi limiti operazionali al di fuori dei quali le possibilità di controllo del mezzo **non sono più garantite**. Lo studio della meteorologia e la attenta osservazione delle zone di volo vi renderanno in grado di distinguere tra le condizioni "volabili" e quelle proibitive, ma ciò che ci interessa sottolineare subito è che non si tratta assolutamente di una questione di coraggio o di padronanza del mezzo: quando il vento supera una certa velocità, in presenza di rotori o di forti turbolenze, anche il **miglior pilota del mondo è totalmente impotente**, quanto l'ultimo degli allievi.

Si tratta quindi di limiti operazionali **del mezzo e non del pilota**: non si può raggiungere l'America in moscone, non si può scalare l'Everest in bicicletta, non si va sulla luna con un aeroplano, sia pur in perfette condizioni di manutenzione.

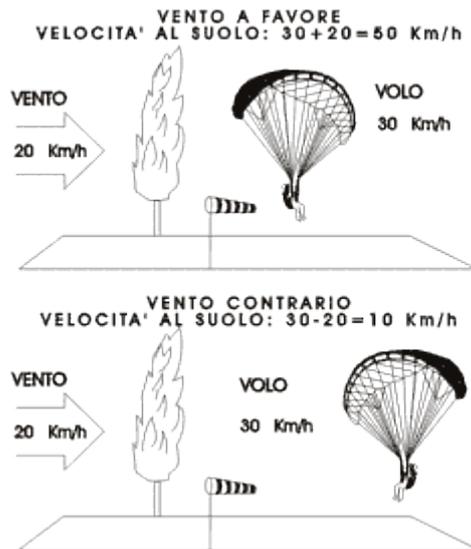
Dovranno essere quindi assolutamente evitate le condizioni caratterizzate da:

- venti superiori ai 25-30 Km/ora
- rotori di qualsiasi origine
- possibilità di degenerazione temporelesca: prossimità (o anche solo vista) di cumulonembi.

### **VELOCITÀ RELATIVA E VELOCITÀ AL SUOLO**

Altro argomento che merita un accenno preliminare è la differenza tra velocità relativa all'aria e velocità relativa al suolo (che dipende in larga misura dalla forza e dalla direzione del vento nel quale voliamo).

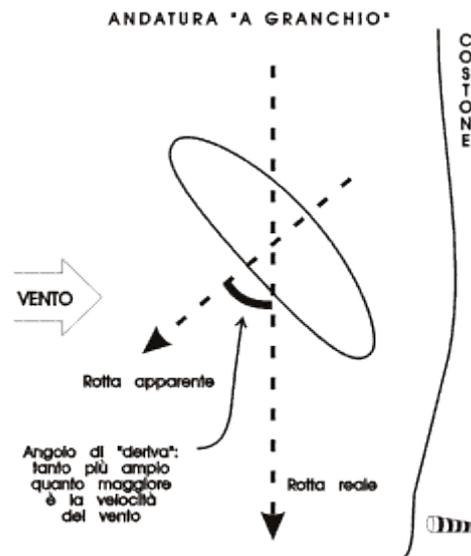
Sappiamo infatti che volando (con qualsiasi ala) siamo immersi in una massa d'aria ed i parametri di volo (velocità, incidenza, direzione del moto ecc..) sono riferiti ad essa e ad essa soltanto. Quando è utile o necessario riferirli al terreno (come durante il decollo, l'atterraggio o nel mantenimento di una rotta prestabilita) diventa indispensabile considerare anche il movimento che la massa d'aria che ci avvolge compie relativamente al suolo: **in questi casi dobbiamo**, cioè, considerare il vento !



**Figura 6-4.** La velocità relativa al suolo è fortemente influenzata dalla intensità e dalla direzione del vento: questo fatto rende necessario decollare ed atterrare sempre contro-vento.

Ad esempio (Fig. 6-4), con un vento di 20 Km/h, se ci troviamo a volare a 30 Km/h a favore di vento la nostra velocità rispetto al suolo sarà ragguardevole ( $20 + 30 = 50$  Km/h); con lo stesso vento e la stessa velocità di volo ma nella opposta direzione (controvento) la nostra velocità al suolo sarà di soli 10 Km/h. Se, per assurdo, ci trovassimo a volare controvento in una massa d'aria la cui velocità supera quella massima del nostro apparecchio, ci troveremmo ad indietreggiare rispetto al suolo, pur lasciando completamente i freni (con le conseguenze che è facile immaginare).

Analoghe considerazioni valgono per masse d'aria che investono l'ala trasversalmente: in questo caso varierà, non solo la velocità relativa al suolo, ma anche la traiettoria di volo.



**Figura 6-5.** Per mantenere una rotta stabilita rispetto volando in presenza di vento, è necessario mantenere apparente tanto più "contro-vento", quanto maggiore del vento stesso.

Sarà dunque necessario, per mantenere una rotta prestabilita, volare in una direzione angolata rispetto a questa (l'angolo tra rotta apparente e rotta reale, detto angolo di deriva, sarà tanto più ampio quanto maggiore sono la componente laterale e la velocità del vento che ci investe): tale tecnica è alla base dell'andatura detta "**a granchio**" (Fig. 6-5).

## **DECOLLO, ATTERRAGGIO E MANICHE A VENTO**

Da quanto detto risulta evidente l'importanza di decollare ed atterrare **sempre e soltanto controvento**. Anche qui valga un esempio:

- immaginiamo di disporre di un ala che richiede, per volare, una velocità minima di 20 Km/h; per poter decollare, cioè mettere l'ala in volo, dovremo quindi portarla a circa 22 Km/h, relativamente alla massa d'aria nella quale ci inseriamo;
- se non c'è vento dovremo correre fino a raggiungere tale velocità;
- se abbiamo 10 Km/h di vento frontale è sufficiente correre fino ad una velocità (riferita al suolo su cui ci muoviamo) di 12 Km/h: il decollo risulta quindi più agevole;
- se ci troviamo con un vento posteriore di 10 Km/h, anche tralasciando per un attimo le difficoltà legate al gonfiaggio della vela, accade che quando corriamo a 10 Km/h questa risulta ferma relativamente al vento che la investe e, per gonfiarla e metterla in volo, dovremo accelerare di altri 22 Km/h, per un totale di 32 Km/h (una velocità pressoché irraggiungibile).

Analoghe considerazioni riguardano l'atterraggio.

Ben si comprende perchè le zone di decollo ed i campi di atterraggio devono sempre essere attrezzati con maniche a vento visibili ed efficienti.

## **PIANO DI VOLO ED ISPEZIONE PREVENTIVA DEI LUOGHI DI VOLO**

Prima di ogni volo è **indispensabile** formulare un piano di volo che risponda, almeno, alle seguenti domande:

1. **Che dislivello e che distanza esistono tra il punto di decollo e quello previsto per l'atterraggio?** Il rapporto tra distanza (orizzontale) e dislivello ci indica l'efficienza necessaria per giungere in atterraggio. Il vento può ridurre anche notevolmente la nostra efficienza-suolo e possono esistere atterraggi facilmente raggiungibili in assenza di vento, ma "fuori-efficienza" con vento contrario.
2. **A quale quota devo concludere il volo e devo iniziare le manovre di avvicinamento?** È importante arrivare all'atterraggio disponendo ancora di una quota sufficiente a compiere le manovre necessarie per una corretta impostazione dello stesso.
3. **Quali riferimenti di quota dovrò considerare durante l'avvicinamento e l'atterraggio?** Come potrete vedere non è affatto semplice, nè "istintivo" valutare la quota "a occhio". È dunque indispensabile effettuare un sopralluogo in atterraggio prima di salire al decollo. In questa occasione si annoteranno mentalmente alcuni riferimenti e le relative quote (piloni, alberi, riferimenti sul vicino costone montano, ecc..). Tale sopralluogo deve essere ripetuto per ogni nuova zona di atterraggio.

## **MAI VOLARE DA SOLI (SPECIE IN POSTI SCONOSCIUTI)**

Questa regola, che prendiamo volentieri "in prestito" dai sommozzatori, è una norma prudenziale in grado di ridurre notevolmente le conseguenze di un incidente, magari banale o comunque risolvibile da un "assistente".

Nel caso di località sconosciute, poi, è **molto utile** (oserei dire indispensabile) prendere contatti con "volatili" locali (ormai il Volo Libero è molto diffuso, e sono pochi i posti sfruttabili che non siano già stati "sperimentati" da qualche pilota di deltaplano o di parapendio): ogni posto, infatti, ha le sue particolarità, non necessariamente positive (punti di difficile attraversamento, zone

perennemente in sottovento, particolari orari di brezza, ecc.) che è molto utile conoscere in anticipo.



indispensabile verificare che sia correttamente allineata.

Per fare ciò si solleva la selletta tenendola per i cosciali; l'altra mano scorre, sempre a contatto con i materiali, partendo da sotto alla selletta, passando sui fianchi delle fasce, risalendo fino ai moschettoni: a questo punto la mano deve trovarsi **sulla faccia anteriore degli elevatori anteriori**; se i cavi che partono dagli elevatori anteriori raggiungono il bordo di entrata della vela senza "attorcigliarsi" con cavi posteriori, possiamo essere certi che la selletta è correttamente posizionata. Altrimenti sarà necessario farla girare su sè stessa e ripetere la manovra di controllo.

## ALLACCIATURA

L'allacciatura alla selletta deve essere effettuata avvicinandosi di qualche metro alla vela stessa: altrimenti le ripetute trazioni sui cordini rovineranno completamente l'attento lavoro di disposizione della vela al suolo prima effettuato. Soltanto al momento del gonfiaggio si deciderà, in base alla forza del vento, quale distanza deve effettivamente essere presa rispetto alla vela. A questo punto si infilano le spalline e si fermano i **tre punti di aggancio: i due cosciali ed il pettorale**, verificando la giusta posizione e la tenuta delle fibbie di sicurezza.

È opportuno fare subito una piccola distinzione tra questi tre punti: i due cosciali sono **punti fondamentali**, nel senso che sono loro a mantenerci "attaccati" alla vela, ed un loro errato aggancio (con cedimento od apertura in volo) è indubbiamente drammatico.

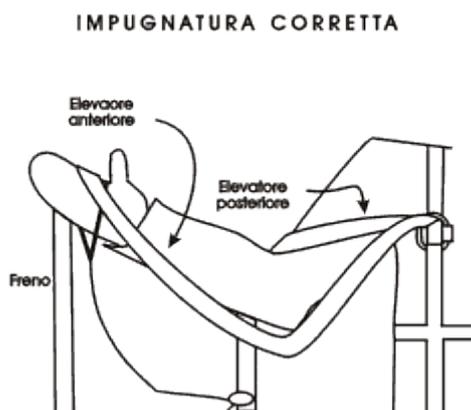
Il pettorale, invece, ha una funzione meno "vitale" anche se importante: esso impedisce un eccessivo allontanamento degli elevatori (destri e sinistri) che vengono trazionati, non soltanto verso l'alto ma anche verso l'esterno, dai fasci funicolari.

Il mancato aggancio del pettorale è ancora compatibile con un volo "controllabile", ma la sensazione di "cadere in avanti" è, specie agli inizi, molto spiacevole ed angosciante, anche se le spalline, di fatto, impediscono che questo avvenga.

## IMPUGNAMENTO DEGLI ELEVATORI ANTERIORI E DEI FRENI

Questa operazione presenta, inizialmente, una difficoltà notevole, ma diviene rapidamente automatica quando si adotta un "sistema" standard.

L'importante è che le nostre mani impugnino i freni e gli elevatori anteriori mentre gli elevatori posteriori giacciono sugli avambracci (Fig. 6-7).

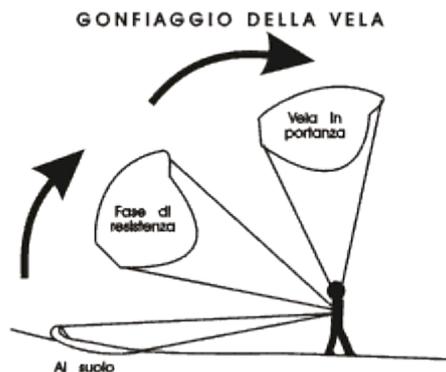


*Figura 6-7. Impugnatura corretta: l'elevatore posteriore passa sopra all'avambraccio*

Raggiunta tale posizione si verifica, sollevando le braccia ed allontanandosi leggermente dalla vela (occhio a non "scompigliarla"), che i cavi anteriori siano completamente liberi lungo tutto il bordo di attacco.

## GONFIAGGIO, ASSETTO DI DECOLLO ED ARRESTO

Iniziando ad avanzare controvento, con una corsa progressiva, si compie un ampio movimento con le braccia, trazionando gli elevatori anteriori in avanti e verso l'alto: la vela, gonfiandosi, oppone una certa resistenza fintantochè è dietro di noi; poi, dopo una rapida salita, raggiunge la nostra verticale e, se glielo consentiamo (ad esempio rallentando la corsa, oppure tirando verso il basso gli elevatori anteriori che teniamo in mano), ci supera per afflosciarsi subito dopo.



*Figura 6-8. I due momenti del gonfiaggio: bisogna essere pronti a "vincere" la fase di resistenza.*

Il secondo obiettivo, una volta in grado di gonfiare la vela, è quello di **raggiungere e mantenere l'assetto di decollo**, cioè correre per alcune decine di metri (su un terreno pianeggiante) mantenendo la vela sulla verticale: perchè questo sia possibile è necessario che la nostra velocità sia uguale alla velocità di volo della vela stessa. Mentre è intuitivo che possiamo accelerare o frenare la nostra stessa corsa, è meno immediatamente evidente che, tramite i freni, possiamo accelerare o frenare anche la **velocità della vela**.

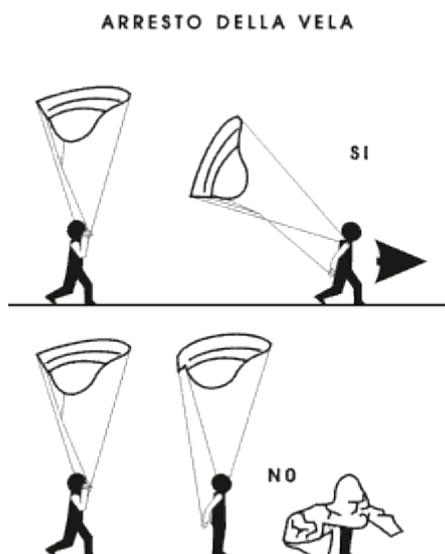
Una volta terminato il gonfiaggio (anzi, qualche attimo prima che la vela sia sulla verticale), abbandoniamo gli elevatori anteriori ed abbassiamo leggermente i freni, proseguendo la corsa. Se la vela tende a sopravanzare, acceleriamo la corsa e, contemporaneamente, trazioniamo maggiormente i freni. Se la vela rimane indietro, rallentiamo per un attimo, rilasciando completamente i freni; in alcuni casi, se la vela tende a "cadere all'indietro" può essere necessario riprendere gli elevatori anteriori e ripetere la fase di gonfiaggio esercitando, come prima, una trazione verso l'alto ed in avanti (mai verso il basso) (Fig. 6-9).



*Figura 6-9. La trazione sugli elevatori deve essere rivolta in avanti ed in alto.*

Esaurito lo spazio disponibile è ora necessario fermare la vela che, idealmente, deve adagiarsi al suolo **dietro di noi** senza eccessivi ingarbugliamenti dei cavi: questo viene ottenuto frenando

completamente la vela (freni ad altezza natiche) e **continuando ad avanzare**; se ci si ferma troppo presto, la vela scende sulla nostra testa, legandoci con i suoi cordini (Fig. 6-10).



*Figura 6-10. Per arrestare la vela è necessario frenarla e, contemporaneamente, avanzare con il corpo.*

### **NON APPENDERSI AGLI ELEVATORI !**

Un **errore molto frequente** (quasi costante!) consiste nel trazionare **verso il basso gli elevatori anteriori** (appendersi agli elevatori): il risultato immediato è che la vela accelera, ci supera, e si affloscia davanti a noi o sopra di noi.

Deve infatti essere chiaro che, quando la vela è dietro di noi (mentre si stà gonfiando) una trazione sugli elevatori corrisponde ad una trazione **in avanti** della vela, mentre quando questa è sopra di noi, la stessa trazione diviene una trazione **verso il basso** di tutto il bordo di attacco, il che, come sappiamo dalla aerodinamica, si traduce in una riduzione dell'angolo di incidenza ed in una accelerazione.

Per evitare tale errore è utile suggerire all'allievo di **aprire le mani** (badando a non lasciare andare i freni), non appena la vela ha iniziato a sollevarsi. Con gli elevatori anteriori che appoggiano sui palmi delle mani è ancora possibile spingerli in avanti, ma è invece impossibile tirarli verso il basso.

Un secondo errore, ma sarebbe meglio definirlo un'insieme di errori, consiste nel correre in modo disordinato, agitando le braccia (che reggono i freni) per aiutarsi a mantenere l'equilibrio. Sui campetti (e purtroppo non solo lì) se ne vedono di tutti i colori: corse con le braccia allargate ad aereo (quasi dovessero essere loro le nostre ali) che oscillano paurosamente a destra ed a manca. Salti e ricadute che aggiungono e tolgono peso alla vela, impedendole di stabilizzarsi. Improvvise frenate ed accelerate.

La vela è molto leggera e, per volare, richiede una corsa ed un carico più uniformi possibile. Ogni "strattonata", modificando la forma, ne interrompe l'involo, e l'allievo corre, corre, senza che essa mostri alcun desiderio di stabilizzarsi su di lui.

La corsa in assetto di decollo deve invece essere lineare, le braccia ripiegate mantengono i freni all'altezza delle orecchie, i gomiti a contatto con il corpo impediscono movimenti disordinati, la velocità non subisce brusche variazioni.

## CONTROLLO DIREZIONALE

Già durante le corse in piano è utile "saggiare" l'effetto dei singoli freni sull'ala, trazionando ora l'uno ora l'altro e correggendo anche la traiettoria di corsa per mantenere l'ala sempre sulla verticale (Fig. 6-11).



*Figura 6-11. Anche correndo sul prato è possibile pilotare la vela agendo sui freni: è molto utile saggiarne la risposta fin dai primi esercizi.*

## **LO STACCO E IL VOLO**

### **PRIMI STACCHI (5-10 mt)**

Se le operazioni di gonfiaggio e corsa in assetto di decollo sono eseguite correttamente, è sufficiente compiere le stesse manovre su di un terreno con una pendenza lievemente superiore per sentirsi sollevare dolcemente e decollare. Dal momento però che, prevedibilmente, ci si staccherà dal suolo, diviene indispensabile introdurre un nuovo, fondamentale, momento che, d'ora in poi, non tralascieremo mai: il controllo visivo della vela.

### **CONTROLLO VISIVO DELLA VELA**

Prima di "prendere il volo", al termine della fase di gonfiaggio, è indispensabile verificare visivamente che la vela sia nel giusto assetto: tutti i cassoni gonfi, i cavetti ben distesi, i freni liberi da "giri" che impedirebbero le manovre in volo. A differenza di quanto accade, ad esempio, con il deltaplano, in parapendio è sempre possibile "abortire" un decollo (vedi le osservazioni sulla scelta del terreno di decollo), interrompendolo con un rallentamento ed una "affondata" di freni, nel caso il gonfiaggio non sia perfettamente riuscito. Il controllo visivo serve anche per rilevare eventuali asimmetrie di assetto (vela che si alza più da una parte che dall'altra) e correggere, se necessario, azionando il freno della parte più alta.

### **LO STACCO VERO E PROPRIO**

Specie ai primi tentativi il movimento della corsa, se disordinato, può impedire alla vela di sviluppare portanza e la corsa stessa prosegue per decine di metri senza che ci si senta sollevati. In questo caso i nostri sforzi saranno volti a mantenere un assetto di corsa ordinato ed uniforme.

In altri casi la corsa, pur ordinata, accelera continuamente, fino al raggiungimento della nostra capacità di velocità massima, senza alcun decollo: in questo caso è necessario frenare maggiormente la vela posizionando i freni all'altezza delle spalle, anziché delle orecchie. Come vedremo tra breve, infatti, i freni, oltre che per le virate, devono essere utilizzati (insieme) per modificare le velocità di volo e l'inclinazione della traiettoria. Una maggiore azione sui freni si traduce in una maggiore efficienza (oltre che in un rallentamento) ed è probabile che, sullo stesso pendio di prima, ora si riesca a "staccare" dolcemente. Riassunto, quindi, se stiamo correndo con la vela gonfia al massimo della nostra velocità senza staccarci dal suolo (e non stiamo tentando di decollare con il vento posteriore) probabilmente stiamo tenendo le mani troppo alte.

### **"CARRELLO" ESTRATTO E FRENI ALLE ORECCHIE**

Per la frequenza con cui si presentano, vale la pena di analizzare **due errori**, tipici del campetto, dai quali ci dobbiamo liberare prima di passare ai voli veri e propri.

Il primo è quello di "buttarsi" nella selletta **sollevando le gambe in avanti** alle prime avvisaglie di portanza: il risultato, di solito, è un brusco ritorno al terreno e benedetta sia l'asse di compensato, sottile diaframma tra la parte più morbida del corpo ed il ruvido terreno. Bisogna infatti ricordare che, affidando di colpo tutto il nostro peso alla vela, questa tende ad accelerare bruscamente ed a perdere un metro o due (in genere ben più della distanza che separa i due elementi sopra citati).

Pertanto, quando percepiamo le prime avvisaglie di "stacco", semplicemente ignoriamole, proseguendo la corsa come se nulla fosse: molto meglio **fare un paio di falcate a vuoto che pestare pesantemente l'osso sacro**.

Il secondo errore, ancora più grave, consiste nell'abbassare bruscamente i freni nel tentativo di recuperare l'equilibrio precario: ora e per sempre ricordiamo che, tranne che nel momento dello stallo finale, **i freni non devono mai essere abbassati al di sotto dell'ombelico** (e mai e poi mai al di sotto del sellino).

Ciò che accade in seguito a questo errore è molto semplice: la vela rallenta bruscamente sollevandoci e facendoci penzolare in avanti (come in altalena), quindi si chiude, in risposta al nostro (involontario) comando, deponendoci al suolo con una violenza che dipende soltanto dall'altezza raggiunta in quel momento. Forse proprio per evitare tale (madornale) errore molti istruttori preferiscono fare effettuare i primi stacchi con i freni completamente rilasciati (braccia distese in alto).

### **MANTENIMENTO DI UNA TRAIETTORIA RETTILINEA**

Il passaggio dal suolo all'aria è, ai primi tentativi, il passaggio dal movimento caotico ad una perfetta e quasi magica quiete: una volta in volo, lo sguardo è in avanti (e non puntato sulla verticale sotto di noi), i piedi sono vicini e le gambe in lieve flessione. Se una piccola bolla ci solleva (e noi non lo desideriamo), alziamo i freni, in modo da aumentare non soltanto la velocità orizzontale, ma anche quella verticale. Al contrario, trazionando i freni, l'effetto "sollevante" della bolla sarà maggiore.

In nessun caso, comunque, i freni verranno abbassati oltre la linea delle spalle.

### **PRIME CORREZIONI DI ROTTA**

Un concetto fondamentale del volo in generale, che si applica puntualmente anche al parapendio, è che le correzioni di rotta e le virate sono il risultato di due distinti fattori: entità del comando e **tempo** durante il quale il comando viene impartito. In altre parole bisogna lasciare il tempo all'ala di "registrare" il nostro comando e di reagire ad esso.

L'azione sul freno deve quindi essere **moderata, graduale e protratta**, cioè l'esatto contrario di **potente, brusca e brevissima**.



*Figura 6-12. Le correzioni eccessive (sovraccorrezioni) innescano un pendolamento laterale.*

Al comando dell'istruttore, quindi, il freno interno alla virata verrà dolcemente abbassato di 5-15 cm e **mantenuto in tale posizione** fino a che l'ala non risponde, virando. Per ripristinare il volo rettilineo sarà sufficiente riportare il freno alla stessa altezza di quello controlaterale e, ancora una volta, **attendere qualche secondo**.

Essendoci passati, proviamo a ricordare i pensieri che erano alla base degli errori di controllo

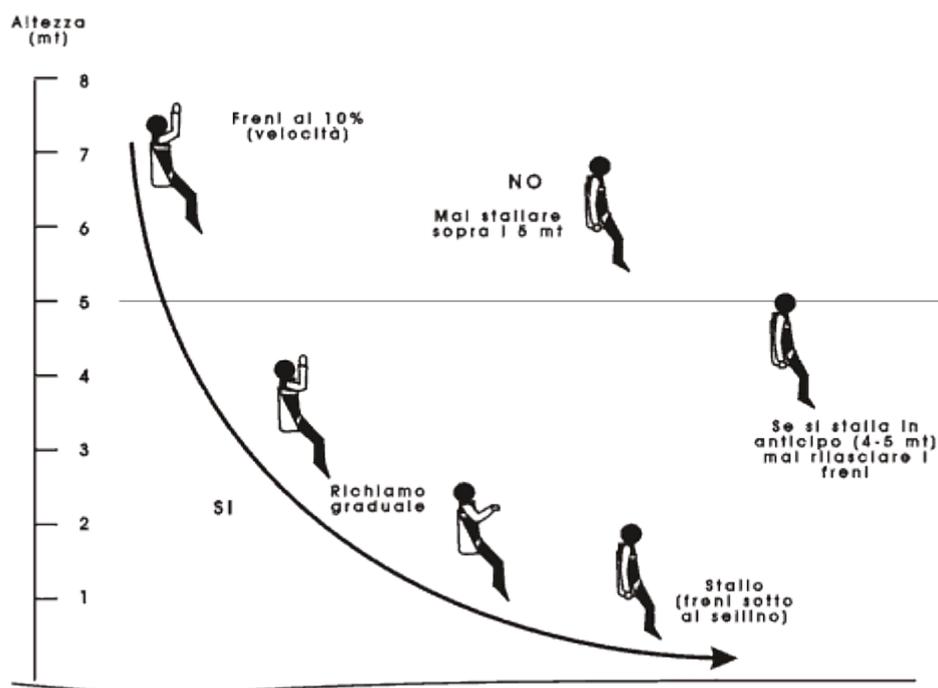
laterale nei nostri primi stacchi:

"Devo virare a destra quindi ...", brusco abbassamento del freno destro (20-30 cm!) e suo immediato risollevarlo "... non si sa mai". Nessun effetto. "Ora riprovo ...", altra strattonata a destra e, immediatamente, "non succede nulla ... devo abbassare di più", ulteriore abbassamento del freno: il risultato è una notevole inclinazione di lato che ci sorprende per la sua entità, "è troppo, devo correggere ...", brusca strattonata del freno controlaterale, ed inizio di un pendolamento laterale che solo il morbido prato smorza quando si giunge al suolo.

Chissà perchè il tempo sembra dilatarsi durante i primi stacchi ed i secondi necessari per ottenere la virata sembrano minuti. All'inizio, quindi, le correzioni di rotta saranno minime, proprio per prendere confidenza con i "tempi" dell'ala.

## ATTERRAGGIO

Dopo il breve stacco il terreno, inesorabile, ci richiama a sè: ad un'altezza di circa 2-3 metri iniziamo ad abbassare entrambe i freni e concludiamo la manovra di stallo portandoli **sotto alla selletta** quando ormai i nostri piedi sono a mezzo metro dal suolo. Le gambe, il nostro carrello, saranno pronte ad ammortizzare il lieve impatto, facendo qualche passo in avanti per smaltire la eventuale velocità orizzontale residua e consentire alla vela di ricadere dietro di noi anzichè sul nostro capo (proseguendo la pratica scopriremo presto che arrestarsi magicamente a 5 cm da suolo non è un obiettivo irraggiungibile, con il parapendio).



**Figura 6-13.** Limiti di altezza per effettuare lo stallo finale in atterraggio: mai abbassare completamente i freni (o rallentare eccessivamente) al di sopra di 5 metri dal suolo.

Gli errori possibili sono sostanzialmente tre.

1. **Stallare troppo presto, cioè troppo in alto.** Se stalliamo a 3-4 metri subiremo semplicemente un atterraggio "brusco", a patto che non ci venga in mente di rilasciare completamente i freni, nel tentativo di correggere l'eccessivo anticipo della manovra: sotto ai 5 metri quando la decisione di stallare è presa, deve essere mantenuta; del resto mai, per nessuna ragione, abbasceremo completamente i freni ad un'altezza superiore ai 5 metri, pena

la chiusura della vela ed un arrivo a velocità (troppo) sostenuta.

2. **Stallare troppo tardi, cioè quando già i piedi stanno già toccando il suolo:** proprio per la latenza di cui abbiamo parlato nel precedente paragrafo, sarà come non stallare affatto; grazie al cielo il parapendio è molto più "buono" del deltaplano con questo tipo di errore ed una ruzzolata sul prato, se morbido e privo di rocce, sarà tutto.
3. **Stallare ad un'altezza giusta, ma in modo asimmetrico** (tirando più un freno dell'altro): in presenza di vento tale asimmetria si traduce in una virata che può portarci ad atterrare con il vento di traverso, se non decisamente dietro; è dunque importante mantenere una perfetta orizzontalità.

## GIOCHI CON IL VENTO

Quando il vento sostenuto impedisce il normale svolgimento della giornata di campetto niente paura: è ugualmente possibile **divertirsi parecchio imparando, nel contempo, cose preziose**. Stiamo parlando dei giochi con il vento il cui valore didattico è veramente notevole poichè consentono all'allievo di prendere confidenza con la vela in condizioni di assoluta sicurezza.

"Sentire" la vela sopra di sè è infatti un requisito indispensabile per volare con padronanza ed un ampio prato in pianura, battuto da un vento sostenuto e laminare, costituisce la palestra ideale per raggiungere questo obbiettivo (se il vento è turbolento, niente da fare).

Lo scopo del "gioco" è quello di mantenere la vela in volo sopra di sè in modo continuo e controllato, e l'esercizio è utile non solo per gli allievi, ma anche per chi ha appena cambiato vela e vuole saggiarne i tempi di risposta.

## GONFIAGGIO "ROVESCiato" DELLA VELA

Per poter gonfiare la vela in presenza di vento sostenuto è difficile (e a volte francamente impossibile) utilizzare la tecnica normale: quando la vela, alzandosi, si trova aperta dietro di noi la resistenza che oppone al vento è tale da "trascinarci" all'indietro nonostante tutti i nostri sforzi.

Giocando con il vento, dunque, è necessario girarsi verso la vela, facendo passare gli elevatori di una semiala sopra al capo (è molto importante abituarsi fin dall'inizio a **girarsi sempre dalla stessa parte**, in modo da evitare sorprese quando si utilizzerà questa metodica per decollare).

A questo punto si impugnano i freni e gli elevatori lasciando l'incrocio che si è formato tra il corpo e le mani: la mano destra impugna freno ed elevatore che vanno verso la parte dell'ala che resta alla nostra destra e la mano sinistra gli altri.

Buttandosi con il peso all'indietro (esercitando la forza sul sellino, più che sugli elevatori stessi) la vela si gonfia e tende a "strapparci" verso di essa, ma la posizione "rovesciata" consente di opporre molta più resistenza (come nel tiro alla fune) ed è quindi facile far giungere la vela sulla verticale.



*Figura 6-14. Come impugnare elevatori anteriori e freni per il gonfiaggio "rovesciato".*

Questa tecnica di gonfiaggio viene anche detta "speculare" o "alla francese".

Le vele più recenti ed allungate, se sollevate come appena descritto, mostrano la loro migliorata "performance" salendo sopra di noi con un giuzzo e generando portanza in modo improvviso e potente: con queste ali, per evitare di essere letteralmente strappati da terra, è necessario impugnare gli elevatori anteriori con una mano e quelli posteriori con l'altra; durante la salita (da 3/4 circa in su) sarà allora possibile rallentarla e renderla più dolce semplicemente "schiacciando" gli elevatori

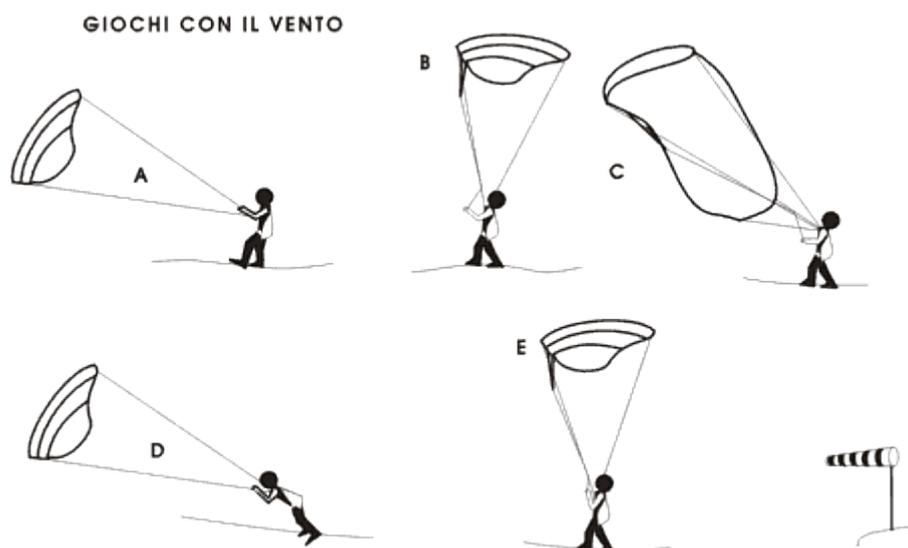
posteriori: solto dopo che è stata raggiunta la verticalità possono essere impugnati i freni come più sopra descritto.

## STABILIZZAZIONE

Una volta sollevata la vela il problema è "**tenerla lì**": almeno inizialmente ci sembrerà dotata di una maligna tendenza a ricadere al suolo.

Disponiamo di tre strumenti per riuscire nel compito: gli elevatori anteriori, i freni e gli elevatori posteriori.

- **Gli elevatori anteriori**, che usiamo per il gonfiaggio, devono essere ripresi e trazionati ogni volta che la vela scende davanti a noi (ricordiamo che siamo girati) tendendo a trasportarci con sé.
- **I freni** verranno mantenuti in una posizione tale che la velocità della vela sia uguale a quella del vento, ed essa non tenda quindi nè ad avanzare nè a retrocedere (è dunque evidente che l'azione sui freni varierà, sia pur di poco, in modo continuo, al variare della velocità del vento). Se la vela ci passa sopra, viaggiando controvento, dovremo azionare i freni e fare uno o due passi all'indietro; se la vela tende a cadere, prima di riprendere gli elevatori anteriori, potremo provare a lasciare completamente i freni, per recuperare la verticalità.
- **Gli elevatori posteriori** (che hanno lo stesso effetto dei freni, ma più potente) sono la nostra "sicurezza": tirandoli con energia la vela cade e si sgonfia. Se una folata particolarmente robusta trascina la vela sul prato e noi con essa, una energica trazione sugli elevatori posteriori la farà chiudere e, quindi, arresterà la sua e nostra corsa. Questa manovra si potrà rivelare preziosissima in decollo, quando essere trascinati dalla vela potrebbe non essere altrettanto innocuo.



**Figura 6-15.** Giochi con il vento: A=la vela cade: trazionare gli elevatori anteriori; B= la vela ci sopravanza: frenare; C=un lato si alza: trazionare il freno; D=veniamo trascinati: trazionare gli elevatori posteriori; E=obbiettivo raggiunto.

Un secondo modo per ridurre drasticamente la resistenza offerta dalla vela, ed evitare quindi di essere trascinati, è attuabile con i modelli dotati di tre distinti elevatori per lato (quelle cioè che, oltre agli elevatori anteriori e posteriori, hanno anche quelli **centrali**, detti "b"); è allora sufficiente trazionare questi ultimi perchè la vela si ripieghi a V lungo tutta la sua lunghezza, senza più offrire alcuna resistenza.

Il trazionamento degli elevatori centrali viene anche utilizzato, in volo, quando si desidera incrementare il tasso di discesa per "sfuggire" ad ascendenze rivelatesi troppo robuste (stallo "b"): anche in questo caso, prima di imitarli, vale pena di interpellare i costruttori od i rivenditori, per sentire se esistono controindicazioni alla manovra.

Nel caso la vela si storti (una semiala alta ed una che tende a tornare al suolo) è necessario **frenare l'ala alta** e trazionare l'elevatore anteriore di quella bassa: una ampia azione di freno, inoltre, impedisce alla vela di "ruotare su sè stessa", costringendola ad adagiarsi al suolo nella giusta posizione.

## **IL "TRUCCO": ANTICIPARE LA VELA**

Ci si accorgerà rapidamente che l'unico modo per controllare perfettamente la vela è quello di individuare rapidamente le tendenze "destabilizzanti" e di anticipare le correzioni. Il principio, fondamentale anche nel volo, è il seguente: **più precocemente si interviene con una correzione, minore questa deve essere e maggiore sono i suoi effetti stabilizzanti.**

Ecco che i neofiti, quando giocano con il vento, si trovano sempre in posizioni estreme (letteralmente appesi agli anteriori, oppure con uno od entrambe i freni completamente tirati), mentre l'istruttore si limita ad osservare la vela dando, qua e là, impercettibili colpetti: la sua vela è completamente immobile (sembra disegnata) mentre quelle degli allievi ricordano fogli di carta in una tromba d'aria.

## ***VOLI ALTI***

### **DECOLLO**

Se l'errata valutazione delle condizioni meteo rappresenta la causa più frequente di incidenti, la scelta di un decollo "che non perdona" è sicuramente la seconda, e questo è **particolarmente stupido** perchè il parapendio si distingue dagli altri mezzi volanti proprio per la possibilità di "abortire" decolli fino a che si è stufi, posto, naturalmente, di aver scelto un terreno idoneo.

Deve quindi trattarsi di un prato in discesa, con una lunghezza sufficiente a "sbagliare" non uno, ma due o tre decolli a fila.

La zona deve inoltre essere la più aperta possibile in modo che il vento, non incontrando ostacoli, ci investa in modo lineare.

Bisogna diffidare dei decolli costituiti da una striscia di terreno (sia pur larga 25-30 mt) compresa tra due filari di alberi; in queste condizioni una componente laterale del vento genera una discendenza lungo tutto il corridoio. La pendenza dovrebbe essere almeno doppia rispetto alla linea di discesa dell'ala (ideale tra i 25 ed i 35 gradi).

### ***LA PENDENZA ED I FRENI***

Esiste una relazione precisa tra pendenza del terreno di decollo ed entità della trazione sui freni: **più il decollo è ripido, più bisogna frenare** (stando sempre, ovviamente, lontani dalle condizioni di stallo); cerchiamo di capire perchè.

Quando si corre in discesa ci si muove, contemporaneamente, sia in avanti che in basso ma i due movimenti hanno effetti molti diversi sulla vela.

In pianura, quando il movimento è solo in avanti, la vela è completamente "scarica", cioè non è chiamata a portare anche parte del nostro peso: non solo non si deve frenare ma, spesso, è indispensabile, correndo, mantenere una spinta sugli elevatori anteriori. Man mano che la pendenza aumenta, ogni nostro passo in avanti ci fa anche scendere e questo movimento verticale "carica" la vela di una parte del nostro peso (per assurdo, su un burrone, un solo passo carica la vela dell'intero nostro peso).

Come ben sà chi ha studiato l'aerodinamica, esiste una relazione tra carico e velocità di volo, per cui, caricando la vela, questa tende a volare tanto più velocemente quanto maggiore è il carico.

Se la pendenza è piuttosto ripida e non freniamo a sufficienza, la vela, dopo esser giunta sulla verticale, accelera, ci sorpassa ed il bordo anteriore si chiude, abortendo il decollo.

Per lo stesso motivo, se un terreno di decollo ha due pendenze, una minore per il gonfiaggio ed una maggiore per il decollo vero e proprio, sarà necessario variare l'azione sui freni nel momento in cui si passa da una pendenza all'altra: solo in questo modo la vela sembrerà "incollata" sulla verticale.

D'altro canto, poichè frenando variamo l'angolo di incidenza, un decollo la cui pendenza sia di poco superiore a quella di massima efficienza richiederà che i freni vengano comunque mantenuti all'altezza delle spalle (posizione corrispondente, appunto, alla velocità di massima efficienza), altrimenti non potremo staccarci dal pendio.

### ***IL VENTO***

Come abbiamo già accennato anche il vento ha una notevole importanza nella fase di decollo; l'intensità del vento, infatti, modifica sensibilmente il modo di decollare, in termini di forza

necessaria e velocità della corsa: ormai sappiamo bene che l'ideale sarebbe una brezza frontale di 10-12 Km/h, tuttavia non sempre è così.

In linea generale possiamo dire subito che lo "slancio" necessario per ottenere il gonfiaggio della vela è **inversamente proporzionale** alla velocità del vento: vediamo i diversi casi.

### **VENTO ZERO**

In assenza di vento siamo noi a dover fornire alla vela tutta l'energia richiesta per il suo gonfiaggio. Questo significa che dovremo fare uno o due passi indietro per prendere lo slancio ed iniziare una corsa energica trasferendo la massima velocità possibile agli elevatori anteriori. Una volta gonfiata la vela, **la si verifica a vista**, sempre continuando a correre, e si prosegue poi la corsa fino al raggiungimento della velocità minima di volo (circa 20 Km/h).

### **VENTO DA DIETRO**

Con il vento che arriva da dietro **NON SI DECOLLA!**. Se siete su un ampio e morbido pratone, senza rocce o brusche pendenze, potete (a differenza dei vostri colleghi deltaplanisti) togliervi lo "sfizio" di verificare se è vero: vi renderete conto, in tal modo, che la teoria e la realtà vanno molto d'accordo in questo caso, e vi fermerete alcuni metri più avanti, idealmente dopo un bel ruzzolone. Lo stesso tentativo su un decollo "cattivo" (rocce, brusche pendenze) potrebbe invece avere esiti assai peggiori.

### **VENTO IDEALE (5-10 Km/h, frontale)**

In questo caso non è necessario alcuno slancio, ma sarà sufficiente **iniziare una corsa progressiva** dopo aver posto in lieve tensione i cavi già sapendo che, nel momento in cui l'ala si gonfierà, opporrà una certa resistenza che causerà un momentaneo rallentamento. L'attimo del rallentamento è ideale per effettuare il **controllo a vista della vela**. Una leggera corsa, la giusta trazione sui freni, ed il pendio si stacca dolcemente.

### **VENTO MODERATO(15-25 Km/h, frontale)**

L'energia necessaria per il gonfiaggio è **completamente fornita dal vento** e non è quindi necessario alcuno slancio, anzi ... in queste condizioni è sufficiente porre in lieve tensione i cavi anteriori, inclinando anche un po' il corpo in avanti.

Non appena il vento investe le bocche, l'ala si gonfia da sè. Specie per le velocità superiori (20-25), dovremo anche attenderci di essere, per qualche attimo, "tirati all'indietro": il pilota esperto, che lo sa, anticipa tale effetto facendo addirittura uno o due passi all'indietro lui stesso, approfittandone per controllare a vista la vela; in questo modo, anzichè essere lei ad avanzare fino alla nostra verticale, siamo noi che indietreggiamo per porci al di sotto della vela. Tentare di partire di slancio con un vento di questo tipo dà luogo ad un potente **strappo all'indietro** con sollevamento del pilota (che ricade qualche metro più a monte). Sempre con vento che oscilla sui 20 Km/h è anche possibile effettuare la partenza "rovesciata". Si procede come già descritto parlando dei "giochi con il vento" e, quando la vela è stabilizzata sul capo, si lasciano i freni, si compie una rapida giravolta (dalla parte giusta!), si riafferrando i freni (questa volta non incrociati) e ci si trova nella posizione giusta per decollare (dopo una rapida ma attenta occhiata alla vela).

### **VENTO TESO**

Quando il vento supera i 25 Km/h, i margini di sicurezza si assottigliano notevolmente (indispensabile il decollo "rovesciato"), per scomparire al di sopra dei 30-35, condizioni nelle quali

è meglio dedicarsi ad altre attività.

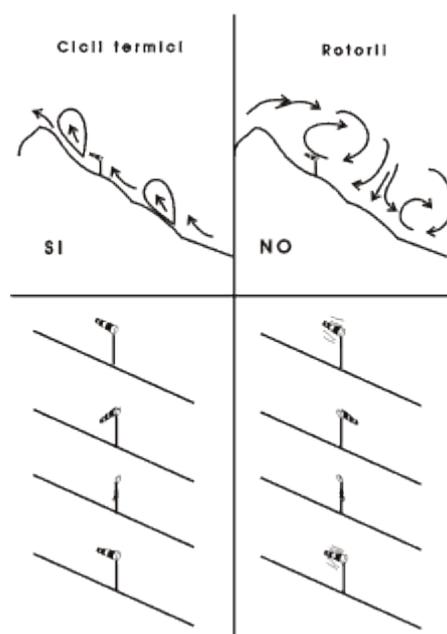
### **I CICLI TERMICI DI PENDIO**

Come più ampiamente spiegato nel capitolo di meteorologia, quando l'aria è instabile, dal pendio riscaldato si staccano bolle che vengono sospinte contro il pendio stesso. Attraversando la zona di decollo, queste si presentano come intermittenti rinforzi del vento. È utile riconoscere la presenza dei cicli termici di pendio poichè facilitano il decollo ed aumentano le possibilità di veleggiare senza perdere troppa quota.

È importantissimo tuttavia saperli distinguere con certezza da **momentanei rinforzi** dovuti alla presenza di **rotori di sottovento** che risalgono il pendio: in queste condizioni il volo è assolutamente **proscritto!** La prima indicazione per distinguere le due condizioni ci viene dalla verifica del vento prevalente; i rotori di sottovento si generano solo con venti prevalenti che investono la montagna da dietro (rispetto al punto di decollo).

Inoltre, tra un ciclo termico e l'altro, ci sono, è vero, momenti di relativa calma ma **non compaiono mai fenomeni di discendenza** che sono invece costantemente presenti tra un rotore e l'altro.

La raffica dovuta al ciclo termico è moderata e senza eccessive variazioni di intensità e direzione, mentre, nel caso di un rotore, la manica risulta tesa (vento più forte) ed estremamente incostante (Fig. 6-16).



*Figura 6-16. È molto importante saper distinguere con sicurezza i cicli termici di pendio da eventuali rotori di sottovento.*

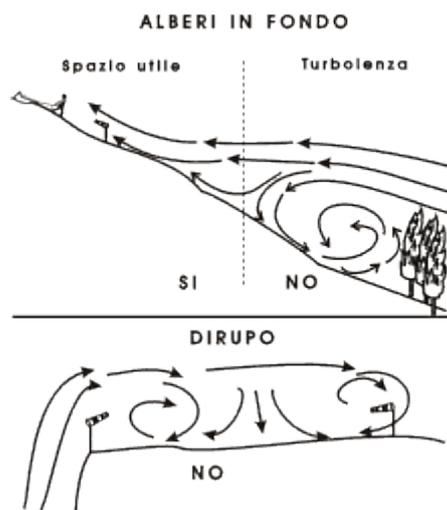
In ogni caso, se (in tutta coscienza) avete dei dubbi nel distinguere le due condizioni significa che non avete ancora accumulato abbastanza esperienza per volare in maniera autonoma e dovete quindi interpellare qualche pilota esperto.

Se il dubbio permane e non vi sono piloti esperti disponibili **ripiegate il parapendio e tornate a casa**: è vero che forse state perdendo un buon volo, ma con maggiori probabilità vi state salvando da una brutta avventura.

### **ALBERI IN FONDO**

La presenza di alberi a valle del decollo limita il terreno utile per la

corsa, soprattutto per i fenomeni di turbolenza che si generano in presenza di vento (Fig. 6-17); lo stesso negativo effetto hanno le strade ed i tornanti nei confronti dei pendii sovrastanti.



**Figura 6-17.** Gli alberi in fondo al terreno di decollo ne limitano la sfruttabilità, per le turbolenze che generano.

*I decolli da strapiombo devono essere sempre assolutamente evitati.*

## **STRAPIOMBO**

Ottimo e rapido mezzo per ridurre l'eccessivo affollamento dei cieli.

Scherzi a parte: **non pensateci neppure**. Anche in questo caso, infatti, non si tratta di abilità: lo strapiombo genera movimenti irregolari dell'aria che rendono molto probabile una "cattiva apertura" della vela, senza concedere alcuna possibilità di recupero (Fig. 6-17).

## **VERIFICHE PREVOLO**

Dando per scontato che le condizioni meteorologiche siano idonee al volo, abituiamoci ad un **controllo sistematico** dell'ala e dell'attrezzatura **prima di ogni volo**: l'abitudine di eseguire i controlli in certo ordine (check- list) anche se può sembrare eccessivamente "pignola" aiuta a non tralasciare alcunchè, in momenti molto aggredibili dalla "distrazione" (emozione, impazienza, tensione).

Controlliamo dunque (in questo od in un altro ordine prestabilito):

- **L'imbrago:** verifichiamo la tenuta delle cuciture (specie a livello dei gambali), lo stato delle eventuali funi o dei tiranti e la loro linearità, la chiusura del paracadute d'emergenza, se presente, verificando la forza necessaria per aprirla; controlliamo, inoltre, che non ci siano "giri".
- **Gli strumenti (se ci sono):** tarriamo l'altimetro ed il variometro con un certo anticipo (avremo il tempo di effettuare eventuali correzioni che si rivelassero necessarie), proviamo la radio.
- **Gli indumenti:** occhio al freddo!
- **La vela:** ben distesa a ferro di cavallo, con le bocche centrali aperte.
- **I cavi:** distesi, a vista, senza ingarbugliamenti.
- **I freni:** distesi in esterno, a vista, senza ingarbugliamenti.

Dopo di che ci imbraghiamo ed attendiamo il momento buono per staccare; prima di farlo, tuttavia, verifichiamo (**si, ancora!**) gli ultimi aspetti importanti:

- **Vela:** un'altra occhiata alla vela ci assicura che i movimenti di imbrago non l'abbiano spostata dalla posizione originale.
- **Cavi:** dopo averli impugnati, solleviamo uno alla volta gli elevatori anteriori e verifichiamo che i cavi siano liberi fino al bordo di attacco; accertiamoci inoltre che gli elevatori posteriori poggino sulle braccia e non passino al di sotto di esse.
- **Imbrago:** controlliamo che cosciali e pettorale siano correttamente chiusi e fermati.
- **Ostacoli:** terreno libero, nessun altro pilota pronto per il decollo, zona antistante libera da piloti in volo.
- **Vento:** frontale, lineare, di giusta intensità.

## VIA

Specie ai primi voli è normale e giusto avere un poco di paura prima di un decollo: un po' di timore ci stimolerà a compiere ripetute verifiche e a mantenere una elevata concentrazione. L'esperienza insegna che bisogna piuttosto temere la eccessiva confidenza.

Non facciamoci mai prendere dalla smania di partire: scegliamo il nostro momento con calma e **chiediamo sempre** una verifica di massima ed una benevola occhiata a qualche pilota esperto presente. La sensazione che si possa perdere il "momento buono", specie all'inizio, è falsa e pericolosa: il momento buono è quando siamo pronti noi e solo allora.

## **IL VOLO**

### **IL CONTROLLO DELL'INCIDENZA**

Come abbiamo appreso dall'aerodinamica, il controllo dell'incidenza è cruciale nel determinare le due velocità di volo (verticale ed orizzontale) e, conseguentemente, anche l'efficienza (che esprime il loro rapporto). In attesa di approfondire meglio l'argomento (aerodinamica applicata al parapendio), semplifichiamoci la vita affermando che il controllo dell'incidenza viene effettuato azionando entrambe i freni in ugual misura.

Con i freni completamente rilasciati, l'angolo di incidenza è il **minore possibile** (trascurando volutamente la possibilità, rischiosissima con alcune ali, di trazionare gli elevatori anteriori per ridurlo ulteriormente).

Man mano che si tirano i freni l'angolo di incidenza **aumenta** fino a raggiungere quello di stallo (evento che si verifica, con la maggior parte delle ali, mantenendo i freni all'altezza del sellino).

### **LE VELOCITÀ DI VOLO**

#### **VELOCITÀ MASSIMA**

Un parapendio, dunque, quando è lasciato a se stesso (freni completamente rilasciati) vola alla sua **velocità massima**.

#### **MASSIMA EFFICIENZA**

Portando i freni all'altezza delle spalle si viaggia alla **velocità di massima efficienza**, quella cioè nella quale diviene ottimale il rapporto tra caduta ed avanzamento; in aria calma, è la velocità che ci permette di andare più lontano.

#### **MINIMA CADUTA**

Rallentando ulteriormente (freni all'altezza del petto), si ottiene la **velocità di minima caduta**: in aria calma e a parità di quota questa velocità è quella che ci permette di stare in aria più a lungo.

#### **PRESTALLO**

Mentre con altri mezzi volanti, un rallentamento anche lieve effettuato a partire dalla velocità di minima caduta porta allo stallo, con molti parapendio esiste la possibilità di assumere e mantenere una condizione intermedia (come trazione sui freni) tra le due, la **velocità** (ci sia consentito il termine) di **prestallo**.

In questa situazione (freni ulteriormente abbassati rispetto alla velocità di minima caduta) l'ala avanza pochissimo ma, in compenso, scende ad una velocità anche notevole (3-4 m/s e più).

#### **STALLO**

Tirate ancora e siete alla **velocità di stallo**: ciò che accade a questo punto dipende molto dal modello utilizzato, tuttavia l'ala smette di sviluppare portanza e quindi, in senso tecnico, non vola più.

Nella maggior parte dei casi la vela collassa (condizione chiamata da alcuni **post-stallo**) e si scende

in caduta libera fino a che non si riapre e vengono ripristinate le normali condizioni di volo.

Alcune vele reagiscono allo stallo, specie se indotto molto lentamente, entrando in una condizione nota come **stallo paracadutale**: la velocità di avanzamento è quasi nulla e quella di discesa è molto elevata, potendo raggiungere e superare i 6-8 m/s (vedi oltre).

## **VARIAZIONI DI VELOCITÀ E TRAIETTORIA DI DISCESA**

Non è immediatamente intuitivo che, passando dalla velocità di massima efficienza a quella di minima caduta, la traiettoria di discesa divenga più ripida: quando si compie tale manovra, infatti, la sensazione è quella di venire addirittura "sollevati"; e allora?



*Figura 6-18. Il passaggio dalla velocità di massima efficienza a quella di minima caduta peggiora la traiettoria di discesa anche se, per qualche istante, si ha l'impressione opposta: questo fenomeno momentaneo è dovuto alla trasformazione della maggior velocità precedente in "quota".*

Effettivamente, per qualche istante, la traiettoria si fa meno ripida: è il tempo durante il quale la nostra velocità precedente viene trasformata in quota (Fig. 6-18).

Dopo un attimo, però, stabilizzati sulla nuova velocità (più lenta) la traiettoria, effettivamente, si inclina maggiormente (se così non fosse quella attuale e non quella precedente sarebbe la velocità di massima efficienza).

## **ERRORI NEL CONTROLLO DELL'INCIDENZA E LORO RECUPERO**

Anche se le vele utilizzate per la scuola sono in grado di recuperare, autonomamente e rapidamente, il normale assetto di volo, vale la pena di accennare alle manovre utili per accelerare tale processo. Una trattazione più dettagliata è fornita tra poche pagine, parlando delle chiusure e degli assetti inusuali.

### **PENDOLAMENTO**

Ve ne sono di due tipi: laterale e longitudinale.

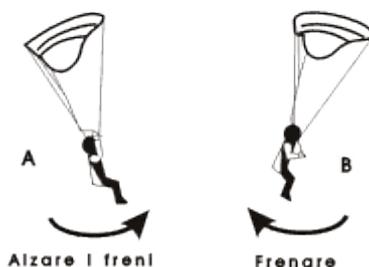
**Il pendolamento laterale**, molto frequente durante le prime correzioni

di rotta, consegue ad una o più sovracorrezioni consecutive in virata (trazioni eccessive e prolungate dei freni); esso viene rapidamente smorzato dall'ala stessa, a patto che il pilota mantenga entrambi i freni a pari altezza (idealmente tra orecchie e spalle) per qualche secondo.

**Il pendolamento longitudinale**, che ricorda un "giro" in altalena, può derivare da correzioni brusche di incidenza (frenare bruscamente o rilasciare di colpo entrambi i freni) ma, più spesso, è il risultato della entrata o della uscita da bolle termiche. Mantenendo il paragone con l'altalena, possiamo distinguere due momenti rilevanti (Fig. 6-19) un momento di "risalita" ed uno di caduta in

avanti.

#### PENDOLAMENTO LONGITUDINALE



*Figura 6-19. Per correggere un pendolamento longitudinale è necessario accelerare durante la fase A e, se non è sufficiente, rallentare durante la fase B.*

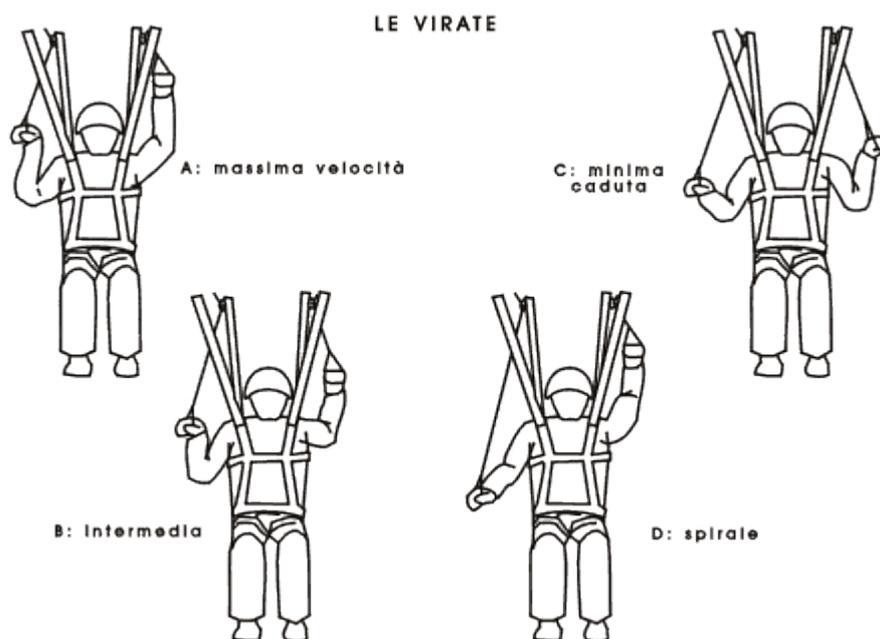
**Manovra di correzione:** per fermare il pendolamento si deve accelerare la vela iniziando dal momento di verticalità per tutta la fase di risalita e, se questo non è stato sufficiente, frenare durante le fasi di ritorno. Sia pur un poco più lentamente, tuttavia, anche questo pendolamento viene smorzato ed annullato dalla stessa vela, posto che il pilota non intervenga inopportuno.

#### **POST-STALLO**

Se entrambi i freni vengono abbassati completamente (all'altezza del sellino o più in basso) la vela stalla e, dopo qualche secondo, collassa. La drammaticità della situazione è direttamente correlata alla quota, dal momento che il recupero da una posizione di questo tipo determina la perdita di un'altezza considerevole (vedi la sezione "chiusure ed assetti inusuali").

## LA VIRATA

Come sappiamo, per effettuare una virata con il parapendio è sufficiente tirare un freno più dell'altro (maggior trazione del freno destro=virata a destra e viceversa). In altre parole ciò che determina la virata non è la posizione assoluta di un freno, bensì la **differenza di trazione** tra i due freni. Una piccola differenza (5-10 cm) determina una virata dolce ed ampia con scarsa inclinazione laterale (rollio), mentre una differenza maggiore (20-30 cm) produce una virata più accentuata con una inclinazione sensibile.



*Figura 6-20. Posizioni in virata: si noti che in A, B e C la differenza di trazione sui freni non varia.*

Con le prime ali, una differenza anche notevole tra i freni (uno rilasciato e l'altro al sellino) generava rapidamente una forte inclinazione, innescando facilmente una spirale positiva (vedi oltre), mentre con le vele moderne tale posizione, se assunta senza adeguata accelerazione, può innescare una vite, condizione estremamente critica (vedi sezione sulle chiusure e sugli assetti inusuali).

Il secondo elemento che gioca un ruolo importante nel determinare la rapidità di risposta e l'inclinazione dell'ala è, appunto, la velocità iniziale: come regola generale, tanto maggiore è la **velocità iniziale**, tanto più rapida è la risposta della vela e tanto maggiore l'inclinazione, a parità di differenza tra i freni.

Vediamo e commentiamo insieme alcuni esempi immaginando di mantenere costante la differenza tra i freni (diciamo pari a 20 cm) ma di trazionarli, entrambi, a differenti altezze.

## VIRATA ALLA MASSIMA VELOCITÀ

**Un freno è completamente rilasciato e l'altro è traziionato di circa 20 cm.** È evidente che si può giungere a tale posizione da almeno due differenti condizioni di volo rettilineo e, dunque, distinguiamo i casi.

**Partendo dalla massima velocità** (entrambi i freni rilasciati) e trazionandone uno per 20 cm: l'ala risponde rapidamente, inclinandosi in modo evidente ed il raggio di curvatura sarà più stretto.

**Partendo dalla massima efficienza** (entrambi i freni trazionati di circa 20 cm) e rilasciandone uno

completamente: l'ala risponde un poco più lentamente di prima, per la minor velocità iniziale, si inclina meno ed il raggio di curvatura è leggermente più ampio.

In entrambi i casi questa virata è idonea ad indurre cambiamenti di rotta precisi, anche se la velocità verticale è, tra i diversi tipi di virata riportati in seguito, quella maggiore.

## **VIRATA INTERMEDIA**

**Un freno all'orecchio e l'altro alla spalla** (differenza sempre pari a 20 cm circa). La minor velocità da un lato **augmenta il tempo di risposta** e dall'altro **riduce l'inclinazione** dell'ala, rispetto alla precedente. Questa virata consente una minor perdita di quota ed è quindi utile per iniziare a sfruttare le correnti ascendenti, anche se non ancora ottimale in questo senso.

## **VIRATA DI MINIMA CADUTA**

**Partendo dalla velocità di minima caduta** (freni all'altezza del petto o poco sotto) una mano sale e l'altra scende creando la solita differenza di circa 20 cm tra i freni. Come possiamo immaginare è la virata che **consente la minor perdita di quota** in assoluto ed è quindi quella ricercata dai veleggiatori provetti; essa richiede, tuttavia, una notevole sensibilità: come ricordiamo la velocità di minima caduta è, in volo rettilineo, molto prossima a quella di pre-stallo. Partendo da tale posizione, una trazione troppo brusca od eccessiva del freno può determinare unostallo d'ala (stallo asimmetrico) con conseguenze spiacevoli (se siamo vicini al costone montano od al suolo anche molto pericolose) ed il pilota esperto è pronto ad alzare entrambe i freni rapidamente quando inizia a percepire che l'ala "affonda".

## **ED IL PESO?**

Con l'aumentare dell'allungamento dei parapendio, lo spostamento laterale del peso del pilota nel sellino ha iniziato ad esercitare un effetto evidente sulle virate (anche senza l'impiego delle sellette basculanti).

Similmente a quanto accade con il deltaplano, lo spostamento del peso del corpo a sinistra, caricando maggiormente gli elevatori di sinistra, induce un modesto rollio ed un'accento di virata, senza che venga generata alcuna differenza nella trazione sui freni (anche su questi apparecchi è percepibile l'imbardata inversa). L'esperienza ha insegnato che è utile, in termini di rapporto tra raggio di virata e perdita di quota, accompagnare le virate di minima caduta con lo spostamento del proprio peso verso la parte interna della virata stessa.

## **DIFFERENZE DI RISPOSTA ALLA VIRATA**

Negli esempi ora conclusi abbiamo immaginato di impiegare un'onesta ala di classe 1, ma la difficoltà vera nel descrivere il comportamento del parapendio in virata dipende dal fatto che i diversi modelli rispondono in modo anche molto differente a comandi di simile entità: per tale ragione è molto importante "saggiare" le risposte di una nuova ala con manovre inizialmente minimali e **mai con comandi estremi**.

In particolare un aspetto merita la nostra attenzione: l'inscindibile rapporto che esiste tra inclinazione, raggio di curvatura e perdita di quota.

Come ben sa chi veleggia, il segreto per sfruttare le ascendenze più deboli è quello di effettuare virate il meno inclinate possibile: in queste condizioni, infatti, il tasso di caduta è minimo ed aumenta all'aumentare dell'inclinazione. A differenza di quanto accade in altre discipline, con il parapendio l'inclinazione, data una certa differenza tra i freni, non dipende soltanto da noi, **ma**

**anche dal progettista della vela.**

Le prime ali si inclinavano notevolmente anche per piccole differenze tra i freni, mentre quelle attuali rimangono "mirabilmente piatte" anche per differenze notevoli; **evitate**, tuttavia, di **metterle in spirale troppo bruscamente** o di compiere virate esasperate: proprio per la loro attitudine a non inclinarsi esse possono rispondere a sollecitazione estreme con uno stallo asimmetrico, "figura" tutt'altro che rassicurante di cui parleremo in maggior dettaglio tra breve (vedi).

## **ERRORI IN VIRATA E LORO RECUPERO**

La estrema semplicità con cui si compiono le virate in parapendio rende molto difficile commettere errori gravi (escludendo, ovviamente, gli errori di traiettoria, come "centrare" un campanile e simili): se ci limitiamo a virate non estreme ed indotte gradualmente è semplicemente impossibile sbagliare.

Dal momento, però, che chi vola è spesso dotato di notevole fantasia, esaminiamo brevemente alcuni casi particolari rimandando una loro trattazione più completa nella sezione dedicata alle chiusure ed agli assetti inusuali (vedi oltre).

### ***STALLO ASIMMETRICO (Stallo d'ala)***

Sarebbe meglio chiamarlo stallo indotto da successive virate poichè in questo modo viene involontariamente provocato dall'allievo che, presa un poco di confidenza col mezzo, è completamente assorto nel tentativo di "galleggiare" il più possibile.

Egli si trova, quasi senza accorgersene, ad avere, semplicemente, **entrambi i freni troppo bassi**, indipendentemente dalla differenza tra loro. A questa condizione si arriva, tipicamente, dopo alcune virate e controvirate effettuate sempre abbassando ulteriormente ora un freno ed ora l'altro senza rialzare adeguatamente quello che controlla, di volta in volta, l'ala esterna. In alternativa risulta dall'abbassamento di un freno effettuato volando molto lenti (con un angolo di incidenza elevato) e prossimi allo stallo.

È sufficiente riportare rapidamente entrambi i freni alle orecchie, pronti a controllare e smorzare i successivi oscillamenti. Se la correzione non interviene tempestivamente, la situazione, specie con le ali ad alte prestazioni, evolve in una vite negativa.

### ***VITE NEGATIVA***

Di questo assetto, decisamente preoccupante e da evitare assolutamente, parleremo estesamente tra breve. Basti dire che non viene eseguito nemmeno nell'ambito dei corsi di Sicurezza in Volo, rivolti a piloti esperti ed eseguiti in condizioni di massima sicurezza (vedi).

### ***CHIUSURA LATERALE***

L'afflosciarsi di alcuni cassoni dell'ala esterna durante una virata può derivare da un errore estremamente diffuso: lasciare completamente scaricato il freno esterno (magari desiderando accelerare la virata) in presenza di turbolenze anche lievi. Specie con le vele più allungate, mantenere una moderata compressione dell'ala esterna è un sistema eccellente per "prevenire" tali sgraditi fenomeni.

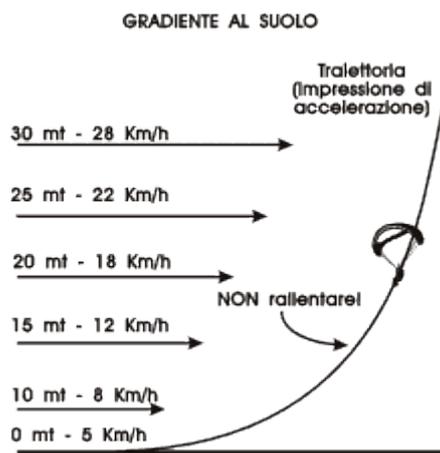
## AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO

Una volta presa la decisione di atterrare, si lascia la zona di volo per portarsi sull'atterraggio: naturalmente sapremo già **quale circuito è in uso** o, se siamo gli unici in volo, **quale circuito abbiamo deciso di adottare** in base alle condizioni del vento e dell'atterraggio (vedi).

Anche se la manovra di atterraggio vero e proprio non è diversa da quella appresa sul Campo Scuola, dopo un volo alto esistono alcuni fattori nuovi che, se ignorati possono generare almeno due errori che è possibile (e doveroso) evitare.

## GRADIENTE DI VENTO

Come sappiamo, vicino al suolo il vento viene rallentato, nella sua corsa, dall'attrito con il terreno, generando, per un'altezza di alcuni metri (anche 20 o 30) un sensibile gradiente di vento. Il pilota che ignora questo fatto e che scorda di valutare la velocità "con le orecchie" ed in base alla posizione dei freni anziché "vederla con gli occhi", potrà avere l'impressione di accelerare notevolmente e potrà quindi **rallentare troppo** la vela, giungendo alla velocità di pre-stallo (alto tasso di caduta) o, peggio, determinare uno stallo vero e proprio, rovinoso vista la bassa altezza.



*Figura 6-21. Il gradiente di vento al suolo può trarre in inganno, inducendoci ad un eccessivo (quanto rischioso) rallentamento in prossimità del terreno. La soluzione: sentire la velocità di volo con le orecchie, anziché valutarla con gli occhi.*

Un sistema semplice per garantirsi da questo, tuttavia, è quello di **non abbassare mai i freni oltre l'altezza delle spalle durante il finale**.

Il gradiente di vento esercita un effetto anche sulle due ultime virate nell'avvicinamento a U: la semiala più alta riceverà infatti più vento, causando una tendenza a "raddrizzare" la virata.

## MANCATO ALLINEAMENTO CON IL VENTO

L'importanza di allinearsi contro vento dipende, in primo luogo, dalla intensità del vento stesso: è assurdo rischiare di perdere completamente l'assetto di volo, tentando virate "raso-suolo" (con conseguenti pendolamenti), per giungere perfettamente controvento quando la manica indica una debolissima bava. Molto meglio effettuare lo stallo finale con un buon assetto, anche se non esattamente allineati.

Se invece una folata di vento improvviso ci spinge da dietro ed è oramai impossibile invertire la rotta, teniamoci pronti ad una buona corsa e tentiamo di annullare, se non altro, la velocità verticale.

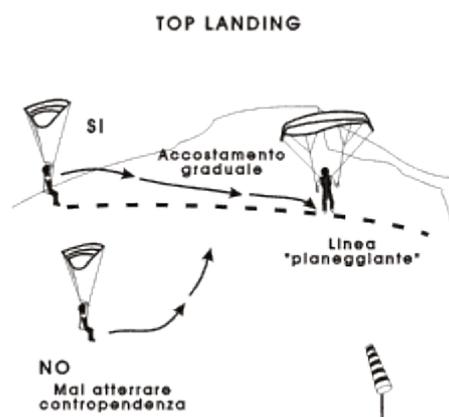
Per fare questo è necessario acquisire velocità (freni rilasciati) ed attuare una richiamata progressiva ma molto decisa a circa 2 metri di altezza.

## TOP LANDING

Questo termine (letteralmente "atterraggio sulla cima") indica un atterraggio compiuto non necessariamente sulla vetta, ma anche su un pendio montano che consenta di decollare ulteriormente.

Per i piloti di deltaplano si tratta di una manovra impegnativa, che non tutti affrontano a cuor sereno o per puro divertimento. Con l'eccezione di alcune zone che sembrano "fatte apposta" (il mitico Monte Cucco è una di quelle) è infatti necessario che l'atterraggio avvenga "contro-pendio" e quindi a favore di vento (anzichè controvento).

Con il parapendio, la cui vela è sufficientemente distante dal pilota da non rischiare un prematuro contatto con il suolo, è invece possibile atterrare di traverso (e, fateci caso, su ogni pendio esiste sempre una linea trasversale perfettamente piana).



*Figura 6-22. Il Top Landing deve essere effettuato individuando una linea "pianeggiante" (che taglia trasversalmente il pendio) priva di ostacoli.*

Ogni ampio decollo può quindi fungere anche da campo di atterraggio, posto che non vi siano rocce od alberi a renderlo pericoloso e, se la giornata consente di mantenere la quota o di guadagnarne, diventa allora possibile compiere più voli, intervallati da brevi soste ristoratrici.

L'avvicinamento viene fatto, dopo aver individuato la "linea di atterraggio", evitando di puntare direttamente alla montagna, ma accostandosi ad essa secondo una linea quasi parallela che ci **avvicini gradualmente**; dovrebbe sempre essere possibile compiere una virata di 90 gradi verso valle per riprendere il volo senza problemi se le condizioni sono meno che ottimali (vento troppo sostenuto, turbolenza, ecc.)

L'atterraggio avviene normalmente ma, specie in presenza di vento, la perfezione vorrebbe che, un istante prima di toccare terra, lo stallo di arresto fosse leggermente asimmetrico, in modo che la vela si giri controvento nell'esatto momento in cui si atterra.

Mentre solo la pratica potrà perfezionare quest'ultimo aspetto, bisogna sapere subito che è un **grosso errore** tentare di atterrare in salita: contrariamente alle impressioni, infatti, non sarà possibile correre per esaurire la velocità residua (che, grazie al vento di spalle non è certo bassa) e ci si incasserà malamente contro il pendio.

Con un vento dolce e laminare il top-landing è piuttosto semplice e può essere affrontato dopo il perfezionamento dell'atterraggio in pianura; per contro, in presenza di ascendenze termiche, a

ridosso del terreno vi sono spesso notevoli turbolenze che rendono molto impegnativa (se non addirittura fortunosa) la manovra.

## TOUCH AND GO

Dopo aver perfezionato il top-landing ed essere riusciti ad arrestarsi con la vela controvento, è possibile mantenerla in volo, fare alcuni passi e decollare di nuovo. Non vi sono davvero limiti a ciò che un pilota esperto può fare su un ampio e morbido pendio esposto ad un vento laminare: ad esempio può mantenere un certo carico sulla vela alleggerendo il proprio peso fino a pochi chilogrammi e fare ampi balzi. Ma attenzione! Tentare le stesse cose su un pendio scosceso, con sassi, alberi o, peggio ancora, rocce, è invece **decisamente pericoloso** e deve essere assolutamente evitato. Ancora una volta siamo chiamati a discriminare con intelligenza, per mantenere i margini di sicurezza sempre ai massimi livelli.

## ATTERRAGGIO IN ACQUA

Gli atterraggi in acqua sono da considerare **potenzialmente pericolosi**, a meno che siano stati previsti e che, oltre ad un pronto recupero con barca a motore, il pilota sia stato fornito di opportuni presidi galleggianti.

Capita invece che qualcuno "finisca in acqua" per errore, avendo previsto di atterrare sulla spiaggia. Questa evenienza, meno rara di quanto possa sembrare, può dipendere dalla cattiva valutazione del gradiente del vento che, sulle spiagge, ha un'effetto ancora maggiore (comunque, più negativo) rispetto agli atterraggi nei prati. Sulla spiaggia, infatti, il vento è in genere laterale, provenendo dal mare; ecco quindi che, per volare sulla verticale della spiaggia, dovremo tenere una rotta più o meno rivolta verso il mare (per contrastare la deriva dovuta al vento stesso). È evidente che, se il vento cala (come accade avvicinandosi al suolo per il già citato gradiente) quello stesso angolo che prima ci permetteva di avanzare "sopra" la spiaggia, può risultare eccessivo, e farci finire in acqua.

**Atterrare sulla spiaggia in presenza di vento significa quindi correggere l'angolo di deriva, man mano che il gradiente fa sentire i suoi effetti.**



*Figura 6-23. Il gradiente di vento su una spiaggia ha il perverso effetto di "attirare" la vela verso l'acqua: per evitare ciò si deve ridurre l'angolo di deriva man mano che ci si avvicina al suolo.*

Se l'ammarraggio è indispensabile, la cosa più importante sarà liberarsi dall'imbrago; ancora in volo inizieremo ad aprire il **pettorale**, poi ci concentreremo sullo stallo finale, che dovrà essere leggermente anticipato in modo da far fermare la vela dietro di noi e non sulla verticale (in acqua non si possono fare passi in avanti).

Fatto questo ci si libera dai cosciali e **si esce dall'imbrago**: solo dopo tale operazione si potrà pensare, se immediatamente possibile, a recuperare anche la vela.

## **AUTOSTABILITÀ, CHIUSURE ED ASSETTI INUSUALI**

Ci occuperemo, in questa ultima sezione dedicata al parapendio, ad esaminare alcuni aspetti peculiari di questo mezzo, fornendo un'interpretazione aerodinamica di ciò che accade.

Iniziamo proprio dall'analisi delle principali differenze tra l'ala "molle" e le ali rigide per quanto riguarda l'immissione ed il mantenimento delle virate.

Vedremo poi i meccanismi preposti al mantenimento dell'autostabilità del mezzo (condizione indispensabile perchè un velivolo possa librarsi in sicurezza) per concludere con una rassegna di quegli assetti che, un tempo, venivano semplicemente definiti chiusure e che hanno, invece, ricevuto sufficiente attenzione ed analisi da poter essere, in qualche modo, standardizzati.

### **COME VARIANO LE FORZE IN VIRATA?**

La prima, evidente, differenza che si riscontra tra il parapendio e gli altri veleggiatori è la notevole distanza che esiste tra il baricentro dell'insieme ala+pilota (che coincide, in pratica con il pilota stesso) ed il centro di spinta, situato nella zona centrale dell'ala stessa: tale distanza è superiore alla lunghezza totale del mezzo!

Come vedremo, proprio questa caratteristica, che fornisce la principale base per l'autostabilità, influenza anche le forze in virata; cerchiamo di immaginare come.

Durante il volo rettilineo le quattro forze fondamentali si oppongono a due a due, e la distanza esistente tra baricentro e centro di spinta è responsabile della tendenza al pendolamento longitudinale.

Azionando un freno la semiala interna rallenta (l'ala tende ad imbarcare) e nel frattempo si inclina: siamo in quella condizione che, senza una cabrata, dovrebbe determinare la scivolata d'ala. Invece accade qualcos'altro (visto che, con rarissime eccezioni, nessuno cabra e pochi scivolano): verosimilmente accade che il brusco rallentamento della semiala, determina un rallentamento della velocità media dell'intera ala mentre il pilota (appeso 4 o 5 metri più sotto e dotato di inerzia assai maggiore, perchè più pesante) tende a proseguire dritto per la sua strada. I cavi si tendono e la "deviazione" di traiettoria che impongono al pilota non innesca un pendolamento longitudinale, perchè l'ala stessa è inclinata: la deviazione genera invece una forza centrifuga, che viene notevolmente amplificata dalla distanza.

Semplicemente mantenendo la stessa posizione dei freni (e anche questo è molto anomalo in aeronautica dove, in virata, i timoni sono perfettamente centrati e simmetrici) la maggior resistenza che la semiala interna continua ad opporre alimenta la forza centrifuga e mantiene "coordinata" la virata stessa.

Al momento di riprendere una traiettoria rettilinea il riallineamento dei freni, facendo cessare la maggior resistenza dell'ala interna, determina un'imbarcata "raddrizzante", e conferendo ugual portanza ad entrambi le semiali determina la orizzontalizzazione. Senza la necessità di compiere alcuna manovra particolare il pilota (sul quale ha smesso di agire la forza "deviatrice" e quella centrifuga) ritorna sotto la verticale dell'ala, obbedendo alla legge di gravità.

## **AUTOSTABILITÀ**

Con il termine AUTOSTABILITÀ si intende la capacità dell'apparecchio di **riacquistare autonomamente (e mantenere) un assetto di volo rettilineo** (in condizioni di aria calma), nonchè la capacità di **opporsi a manovre tendenti a turbare** tale assetto, in maniera tanto più forte quanto più esasperata è la manovra.

Anche il concetto di stabilità ruota intorno ai tre assi che individuano i possibili movimento nello spazio.

### **STABILITÀ LONGITUDINALE (SULL'ASSE TRASVERSALE):**

Un ala stabile longitudinalmente è un ala che reagisce alle picchiate "tentando" di cabrare, ed alle cabrate "tentando" di picchiare.

Se si considera che, nel parapendio, la velocità di trim (cioè la velocità che l'ala assume in assenza di interventi da parte del pilota) coincide con quella di massima velocità (nessuna azione sui freni) allora l'apparecchio risulta longitudinalmente stabile, **ma soltanto entro limiti ben definiti**.

Infatti, partendo dalla posizione di trim e frenando, si deve esercitare uno sforzo tanto maggiore quanto più si frena (chiaro segno dell'opposizione autostabilizzante dell'ala). Questo fatto, però, è progressivo ma non continuo: ad un certo punto, superata la posizione di stallo, la vela si chiude e non si oppone più alla nostra trazione sui freni.

È stato superato un limite di autostabilità.

Anche la manovra opposta dà risultati simili, ma con un'escursione molto minore: partendo dalla velocità di trim ed esercitando una trazione sugli elevatori anteriori, si osserva una ulteriore accelerazione e, contemporaneamente, una forte opposizione alla trazione stessa. Aumentando ulteriormente la trazione il bordo di attacco, si chiude (collasso simmetrico) e gli elevatori non offrono più alcuna resistenza.

È stato superato l'altro limite di autostabilità.

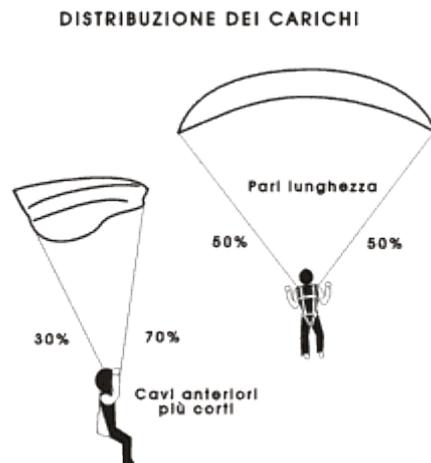
In pratica, quindi, il parapendio è longitudinalmente autostabile in una gamma ben precisa di assetti e di velocità, gamma che non deve mai essere superata (mai trazionare gli elevatori anteriori, mai portare i freni al sellino durante il volo). Bene, con quale meccanismo viene garantita questa, sia pur limitata, autostabilità?

#### **Con il meccanismo del bilanciere.**

In primo luogo bisogna dire che vela e pilota (i due elementi in gioco) hanno caratteristiche così differenti (uno tozzo e pesante, l'altra ampia e leggerissima) che tendono a disporsi in posizione verticale (allineati, cioè, alla forza di gravità e con i cavi in trazione) anche con la vela collassata: è questa la realtà fisica che sta alla base dell'apertura dei paracadute da lancio e d'emergenza; il pilota libera la vela che, ancora accartocciata, tende comunque a cadere più lentamente, dandogli l'impressione che si allontani celermente verso l'alto; man mano che il tessuto si dispiega offre una resistenza sempre maggiore e, se non vi erano errori di ripiegamento, si apre con un gran botto, consolidando definitivamente la verticalità tra ala e pilota.

Questo fenomeno da solo non può essere propriamente definito "autostabilità longitudinale", ma costituisce la base, il requisito preliminare, di quest'ultima, perchè permette di considerare il pilota come se fosse semplicemente appeso ad un corpo posto sopra di esso.

A questo punto interviene il meccanismo del bilanciere. L'angolo di incidenza dell'ala in volo (a freni rilasciati) dipende infatti dalla lunghezza relativa dei cavi anteriori e di quelli posteriori, nonchè dal disegno del profilo alare: nel parapendio tali lunghezze sono calcolate in modo che circa il 70% del peso del pilota gravi sugli elevatori anteriori ed il restante 30% su quelli posteriori.



*Figura 6-24. La distribuzione dei carichi dipende direttamente dalla lunghezza dei cordini.*

In assenza di sollecitazioni questa distribuzione determina l'angolo di massima velocità. Esercitare una trazione sugli elevatori posteriori, a questo punto, ha l'effetto di ridistribuire il peso del pilota fra cavi anteriori e posteriori a favore di questi ultimi: l'unico modo di spostare il carico, tuttavia, è quello di "appendersi" con le braccia agli elevatori ed il numero di chili "spostati" dipende esattamente dalla forza con cui ci "appendiamo". Qualche chilo di trazione corrisponde a qualche chilo "spostato" dai cavi anteriori ai posteriori; è quindi abbastanza evidente che esiste una proporzionalità tra entità dello sforzo da compiere ed effetto: maggiore l'effetto maggiore lo sforzo, il principio dell'autostabilità.

Il discorso non cambia considerando l'ipotesi di "appendersi" agli elevatori anteriori ma, visto che questi portano già il 70% del carico, non possiamo attenderci di caricarli ulteriormente senza che la vela chiuda; al contrario è possibile caricare parecchio quelli posteriori e anche questo fatto è coerente con la normale tecnica di guida: tutte le manovre, nel parapendio, si riducono ad una maggiore o minore azione sui freni.

A proposito di freni ... nel nostro esempio abbiamo parlato di elevatori posteriori per semplificare la già complessa situazione ma, se è vero che si può pilotare un parapendio utilizzando questi ultimi, è anche vero che di solito si usano i freni.

### **STABILITÀ LATERALE (SULL'ASSE LONGITUDINALE):**

Lo stesso ragionamento esposto prima vale anche per la stabilità laterale, con la differenza che, in questo caso, la lunghezza dei cavi è perfettamente identica e simmetrica: il risultato, ovvio, è che il pilota-peso si stabilizza al centro, con scarse possibilità di oscillare **rispetto alla vela**, dati i numerosi punti di aggancio. L'insieme vela-pilota può invece pendolare lateralmente ma, ancora una volta il peso-tutto-in-basso tende col tempo a smorzare le oscillazioni (proprio come accade a quel pupazzo gonfiabile detto "Bobo-sempre-in piedi" con cui molti hanno giocato da piccoli): si tratta dunque di una condizione tendente alla stabilità.

È invece totalmente impossibile (oltre che privo di senso), cercare la ragione della autostabilità laterale del parapendio considerando solo la vela e non il pilota: la sua campanatura, grossomodo assimilabile ad un diedro negativo, ne fa un'ala instabile per eccellenza; per questo, a differenza di quanto accade a volte con i deltaplani, non vedrete mai un parapendio "prendere il volo" senza pilota.

### ***STABILITÀ ROTATORIA (SULL'ASSE VERTICALE):***

La stabilità orizzontale deriva dal fatto che la linea di avanzamento "normale" è anche quella che offre di gran lunga meno resistenza: gli stabilizzatori e la campanatura, infatti creano immediatamente una notevole resistenza se l'ala tende ad imbarcare. Inoltre, proprio per la presenza della campanatura, il vento relativo che giunge di traverso (come avviene, appunto, durante un'imbardata) investe il bordo d'attacco con angoli di incidenza diversi: questo rende differente il contributo dato dalle due semiali alla portanza con un effetto "raddrizzante". In alcune ali, infine, è evidente una certa "freccia" che contribuisce anch'essa alla stabilità rotatoria, come per altri veleggiatori.

## **PERCHÈ LA VELA RIMANE APERTA?**

I meccanismi che mantengono aperta la vela sembrano essere almeno tre e tutti intervengono, in misura maggiore o minore, a seconda del "disegno" dell'ala e delle condizioni di volo.

**Pressione all'interno della vela:** l'aria che entra dalle bocche gonfia la vela mantenendo, all'interno, una pressione uniforme grazie ai fori presenti sulle centine. Questo meccanismo è l'unico ad intervenire durante la fase di gonfiaggio, mentre durante il volo stabilizzato fornisce soltanto un (pur notevole) contributo. La pressione torna ad essere importantissima in caso di chiusura, come hanno rivelato le "difficoltà" di riapertura che gravano sulle ali con poche bocche o con bocche quasi chiuse (ad es. Trilair).

**Forza aerodinamica totale:** la forza aerodinamica totale, che si genera quando un profilo alare vola con angoli di incidenza compresi tra quello di massima velocità e quello di stallo, offre, durante il volo, un notevole contributo al mantenimento dell'apertura. Il suo effetto, come insegnano i diagrammi  $C_p$  e  $C_r$ , è maggiore agli angoli di incidenza maggiori, e si riduce notevolmente per piccoli angoli.

Ecco perché un parapendio che vola alla massima velocità ha maggior tendenza a "subire" le turbolenze: al contrario, volando alla velocità di massima efficienza, si ottiene un ottimo compromesso tra compressione e forza aerodinamica totale; questa, infatti, è la velocità da tenere per minimizzare gli effetti delle turbolenze sull'ala (in altri termini, per minimizzare le possibilità di chiusure).

È vero che, rallentando ulteriormente, la forza aerodinamica totale tende ad aumentare, ma la compressione (su quasi tutti i modelli) invece si riduce, in modo che la somma dei due meccanismi è inferiore rispetto a quanto si ottiene alla velocità di massima efficienza.

**Resistenza offerta dalla vela:** mentre questo meccanismo è pressoché ininfluente nelle condizioni normali di volo, può addirittura divenire prevalente in casi particolari. Si pensi allo stallo paracadutale, quando non esiste la forza aerodinamica totale e la pressione dell'aria è minima: la vela resta aperta scendendo con un alto tasso di caduta. Non dimentichiamo che, in fondo, i già citati cupoloni rimanevano aperti esclusivamente per resistenza.

## **DISPOSITIVI ANTI-CHIUSURA**

Resta comunque il fatto che le ali attuali chiudono molto meno di quanto ci si potrebbe aspettare in base alle loro notevoli prestazioni: questo brillante risultato è stato ottenuto anche grazie ad almeno due "stratagemmi", che si oppongono alla chiusura o che accelerano le riaperture "spontanee": la campanatura e lo svergolamento (inverso rispetto a quello del deltaplano).

Mentre in un'ala "piatta", la forza aerodinamica che si genera nelle varie sezioni è sempre verticale (dal centro alle estremità alari) in un'ala "campanata" la forza aerodinamica è diretta "a raggiera". Questo fatto comporta alcuni vantaggi di stabilità:

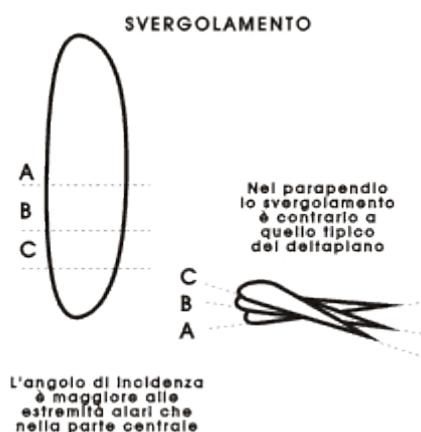
- in primo luogo le estremità alari, "tirando" anche verso l'esterno contribuiscono a creare e mantenere una tensione trasversale nella vela stessa;
- nel caso si verifichi una chiusura frontale centrale, le due semiali, anziché collassare verso il centro (come farebbero quelle di una vela "piatta") tendono a favorire la distensione, e dunque la riapertura della vela;
- nel caso, molto più frequente e meno preoccupante, di una chiusura laterale, il carico si ridistribuisce sulla parte di vela ancora gonfia ed il volo mantiene ugualmente una sua

linearità, fintantochè la vela si riapre.



**Figura 6-25.** Effetto della campanatura sulla direzione delle "linee di portanza": si noti l'effetto di mantenere distesa la parte centrale.

Lo svergolamento, cioè il differente angolo di incidenza che il bordo d'attacco presenta passando dalle estremità alari alla parte centrale, è complementare alla campanatura e ne favorisce le funzioni.



**Figura 6-26.** Lo svergolamento, presente su alcuni modelli di parapendio, aiuta la riapertura e rende più graduale lo stallo finale.

In condizioni normali di volo, infatti, le estremità alari hanno un angolo di attacco **maggiore** rispetto al centro. In tal modo una brusca riduzione dell'angolo di incidenza lungo tutto il bordo d'attacco (come accade entrando in una discendenza) riduce maggiormente la portanza nella sezione centrale (angolo di incidenza minore) rispetto alle sezioni laterali (angolo maggiore): queste ultime potranno dunque svolgere la funzione prima citata di "ridistendere" la vela.

Lo svergolamento, inoltre, rende anche più morbido e graduale lo stallo: infatti, proprio per il loro maggiore angolo di incidenza (e per il fatto che i freni agiscono prevalentemente su di esse), le sezioni laterali stallano prima di quella centrale che continua, ancora per qualche attimo, a generare portanza.

**Nota:** lo svergolamento "inverso" rispetto al deltaplano era una realtà nei primi modelli di parapendio. Le ali più recenti hanno abbandonato questo "stratagemma" e lo svergolamento è nullo o, addirittura, le estremità alari presentano un'incidenza inferiore (di 1 grado) rispetto alla parte centrale.

## GLI ASSETTI INUSUALI 1

### LE CHIUSURE E GLI ASSETTI INUSUALI

Le "chiusure" hanno sempre rappresentato una fonte di vivissima preoccupazione per chi si avvicina al volo col parapendio e, in effetti, lo stesso termine contrasta ed annulla quello molto più rassicurante di "paracadute" da cui "parapendio" evidentemente deriva. D'altro canto vi possono essere situazioni nelle quali si desidera aumentare il tasso di discesa: "chiudere" una parte della vela (in modo da ridurre la superficie portante) è un metodo che, dal punto di vista aerodinamico, non fa una grinza.

Col passare degli anni, col miglioramento progettuale delle vele ed assecondando il desiderio tipicamente umano di andare sempre un pò più in là, si è progressivamente ampliata la base di conoscenze su assetti di volo che possono senz'altro essere definiti "inusuali" e che sono, oggi, classificati in modo abbastanza preciso.

La chiara conoscenza, almeno teorica, di come si generano e di come possono essere prevenuti o risolti, costituisce un importante bagaglio di sicurezza per il pilota, sempre che non divenga, paradossalmente, uno stimolo a sopravvalutare le proprie possibilità ed a sottovalutare i rischi che derivano dal prendere "alla leggera" queste situazioni. Molti di tali assetti sono già stati superficialmente esaminati parlando degli errori nel controllo dell'incidenza e degli errori in virata; alcuni di essi, ed altri, possono però presentarsi anche "spontaneamente" in condizioni particolarmente turbolente (cioè quando l'errore compiuto non riguarda il pilotaggio ma la valutazione delle condizioni meteo in relazione alle proprie possibilità ed alla propria ala).

Vale dunque la pena di riesaminarli in modo più organico ed approfondito, premettendo alcuni punti fondamentali:

- La ricerca e l'esecuzione in volo di tali assetti sono un rischio puro (non controbilanciato, cioè, da importanti vantaggi), a meno che non vengano attuate nell'**ambito di un corso organico di Sicurezza In Volo** (SIV per gli addetti ai lavori), tenuto da istruttori qualificati ed esperti su questo tema. La serietà di un simile corso sarà anche deducibile dalle misure di sicurezza adottate (che debbono tassativamente comprendere un **ampio specchio d'acqua** sul quale fare le manovre, nonché una **barca attrezzata** per l'eventuale recupero).
- Il paracadute di emergenza deve essere in piena efficienza (in realtà un corso SIV dovrebbe comprendere una prova pratica di impiego, prova che può rendersi prematuramente necessaria da errori compiuti durante i voli test).
- Poichè i comportamenti in volo, specie durante anomale sollecitazioni, variano anche notevolmente da parapendio a parapendio, non è lecito ritenere di saper eseguire una manovra indipendentemente dall'apparecchio utilizzato.

In effetti il **principale obiettivo di un corso SIV** è quello di farci meglio comprendere gli **effettivi limiti operativi** del nostro mezzo: quando il mezzo cambia le prove di volo dovrebbero essere ripetute, sempre adottando le misure di sicurezza sopra citate.

### UNA REAZIONE AERODINAMICA "COSTANTE"

Come vedremo, all'uscita da una chiusura o da un assetto inusuale corrisponde, nella maggior parte dei casi, una evidente tendenza della vela ad acquisire improvvisamente una forte velocità orizzontale; questo fatto deve essere opportunamente previsto e controllato, frenando.

La spiegazione aerodinamica è, questa volta, piuttosto semplice ed intuibile: quando l'ala riduce (od

addirittura annulla) la propria portanza, la velocità verticale aumenta notevolmente. Non appena l'ala assume nuovamente l'assetto di volo, essa si trova improvvisamente "caricata" dal peso del pilota, moltiplicato dalla velocità verticale acquisita. Il profilo alare, nuovamente efficiente, reagisce all'aumento di carico nell'unico modo che l'aerodinamica gli consente: con un rapido aumento della velocità orizzontale (tendendo a schizzare in avanti).

Il pilota, tuttavia, dopo aver trasferito la sua velocità verticale alla vela, è ancora piuttosto fermo in senso orizzontale: l'ala incontra dunque nello stesso pilota un ostacolo all'avanzamento e, facendo perno su di esso, si abbassa rapidamente davanti a lui (nei casi più estremi il pilota può addirittura "cadere dentro" alla stessa vela, con evidenti problemi nell'azionare il paracadute d'emergenza).

Se la ripresa del volo, sempre partendo da una elevata velocità verticale, non avviene in modo simmetrico, soltanto una parte della vela riprende a volare, trovandosi a sopportare un carico ancora maggiore: la reazione di quella parte di vela si tradurrà, ancora una volta, in un rapido avanzamento della semiala che può innescare collassi di vario genere.

**Morale:** all'uscita da una chiusura o da un assetto inusuale è estremamente importante **esser pronti a controllare l'impennata di velocità** e le sue **eventuali asimmetrie**, agendo per tempo sui freni, fino al ripristino di un assetto di volo rettilineo e simmetrico. Ogni manovra di questo tipo comporta una notevole sollecitazione alla struttura.

## **UNA COSA DA TENERE A MENTE**

Si vedono, a volte, allievi che "pompano" la vela sbattendo velocemente le braccia (che impugnano i freni) in su ed in giù, quasi ad imitare il volo del fringuello. Se vi capita di assistere ad un simile spettacolo, osservate il bordo di uscita: noterete che la convulsa manovra non produce alcun effetto visibile e questo perchè l'agitato pilota scorda l'inerzia legata alla trasmissione dei comandi. Dopo aver trazioneato un freno (per qualsiasi motivo) è necessario attendere almeno un secondo (o più) perchè la vela si accorga del comando (in altri termini perchè lo "registri").

Per questo il freno può (ed in alcuni casi, come vedremo, deve) essere trazioneato fino in fondo, ma sempre in modo progressivo e mai scompostamente o troppo celermente.

## **SMALTIMENTO DI QUOTA**

Consideriamo dapprima alcune condizioni decisamente "artificiali" (che non si possono generare spontaneamente): la spirale picchiata, le orecchie e lo stallo "B"; si tratta di manovre che, per quanto non standard, offrono il vantaggio di aumentare il tasso di discesa senza esporre a rischi eccessivi (specie le prime due).

### **SPIRALE PICCHIATA**

**Considerazioni generali.** Con i primi parapendio la spirale picchiata veniva utilizzata come sistema di discesa rapida in condizioni di ascendenza; oggi con apparecchi costruiti per girare limitando al minimo la perdita di quota, tale configurazione non è di certo la più adatta a raggiungere lo scopo.

Infatti le attuali prestazioni dei mezzi consentono una discesa rapida in spirale picchiata solo per valori molto alti di rollio e quindi sottoponendo la struttura ad un notevole sforzo ed il pilota ad altrettanto stress.

**Considerazioni aerodinamiche.** In spirale picchiata stabilizzata il carico alare e, di conseguenza, il fattore di carico, aumentano proporzionalmente all'aumentare dell'angolo di rollio. È chiaro che all'aumentare dell'angolo di rollio aumenta la forza centrifuga e quindi, di fatto, il peso totale, con

conseguente aumento di tutte le velocità, sia quella di stallo che quella massima.

Ad angoli di rollio elevati si possono raggiungere, col parapendio, 3.5-4 G, valori inferiori ai limiti massimi di carico per un apparecchio nuovo, ma di tutto rispetto se si pensa che la soglia dell'oscuramento della vista inizia, nelle accelerazioni di tipo positivo, proprio a 4 G.

**Induzione.** Abbassare in modo graduale un freno inducendo una rotazione via via più veloce ed un rollio sempre maggiore; è necessario avere la pazienza di attendere la risposta dell'ala, che deve sempre mantenere una buona velocità (il rischio, ovviamente, è quello uno stallo d'ala).

Per facilitare l'innesco della spirale picchiata è consigliabile portare il peso del corpo all'interno della virata, tenendo conto dell'eventuale azione degli incroci sulla selletta; è anche possibile eseguire l'ingresso dopo alcune inversioni di rollio che accelerano il raggiungimento dell'inclinazione e della velocità necessarie.

**Manovra di recupero.** Così come nell'induzione, anche in uscita il comando deve essere rilasciato gradualmente, affinché non si generino brusche derapate dell'ala.

Quando il sistema ha sfogato tutta la sua energia cinetica l'ala si troverà in una condizione vicina allo stallo dinamico, in relazione dell'angolo di rollio raggiunto. Essendo la ripresa caratterizzata da una picchiata dell'ala, il pilota dovrà esser pronto a frenarla, smorzando le oscillazioni.

**Errori o rischi.** Un affondo troppo deciso ed eccessivo del comando può provocare l'entrata dell'ala in vite piatta negativa; rollio e forza centrifuga devono svilupparsi gradualmente perché l'ala possa mantenere, anche nella parte più interna della curva, una velocità superiore a quella di stallo. Un rilascio troppo brusco determina una derapata dell'ala molto marcata e la condizione di stallo dinamico viene raggiunta quando il pilota non ha ancora smaltito tutta la forza centrifuga: il probabile risultato è un collasso asimmetrico.

### **ORECCHIE (Chiusura bilaterale controllata)**

**Considerazioni generali.** È la contemporanea chiusura del bordo di attacco delle due estremità alari: si tratta di un metodo di discesa rapida (3-5 m/s) ampiamente utilizzato sulle ali allungate, poiché consente un discreto controllo dell'entità della chiusura e, quindi, della velocità di discesa, permettendo anche un minimo di manovrabilità. Anche l'uscita, se simmetrica, è poco traumatica e questo spiega la notevole diffusione della manovra.



*Figura 6-27. Le "orecchie" consentono un rapido smaltimento di quota in una configurazione relativamente stabile.*

Considerazioni aerodinamiche. La manovra determina una riduzione della superficie alare, "eliminando" temporaneamente dal gioco le due estremità: sulla parte restante grava l'intero carico ed aumentano, quindi, tutte le velocità (compresa quella di stallo!). Inoltre le modificazioni di forma dell'apparecchio ne riducono l'efficienza, aumentando ulteriormente la componente di discesa verticale rispetto all'avanzamento.

L'azionamento dell'acceleratore consente di incrementare ulteriormente il tasso di discesa (fino a 8/10 m/s).

**Induzione.** Si tratta di far collassare, contemporaneamente, le due estremità alari richiamando verso il basso la corrispondente porzione del bordo d'attacco. In genere è sufficiente trazionare verso il basso un solo cordino per lato: quello che, partendo dalla bretella anteriore, raggiunge il bordo di attacco nella parte più esterna della vela. La manovra viene effettuata partendo dalla posizione di massima velocità (freni allentati, ma sempre impugnati) e non pone particolari problemi (i cordini sottili tagliano... quindi attenti se volate a mani nude).

La direzione di un parapendio con le "orecchie" può essere controllata dal pilota attraverso lo spostamento del proprio peso (dalla parte verso cui si desidera virare), ovviamente in modo meno rapido e preciso di quanto avviene, nel volo normale, utilizzando i freni.

**Manovra di recupero.** Lasciando andare i cordini prima trazionati potremo constatare se la nostra vela appartiene alla categoria di quelle che si riaprono spontaneamente dopo questa manovra, oppure se è una vela che "tiene le orecchie". Nel secondo caso sarà necessario affondare dolcemente qualche volta i freni, fino alla completa riapertura.

**Errori o rischi.** Una trazione asimmetrica condurrà ad una chiusura laterale (collasso asimmetrico - vedi); se la trazione si trasmette ad altri cevetti anteriori (ad esempio afferrando il cavetto centrale troppo in basso, vicino al moschettone) si può verificare una chiusura completa del bordo di attacco (collasso frontale - vedi), condizione decisamente più difficile da gestire.

## **STALLO "B"**

**Considerazioni generali.** Lo stallo "B" prende il nome dalle bretelle intermedie (le "B", appunto) che bisogna trazionare per effettuarlo, ed ha in comune con lo stallo il drastico abbassamento, fino all'annullamento, della portanza (che consegue alla "distruzione" del profilo alare).

È un metodo molto efficace di discesa rapida e riveste dunque notevole importanza per la sicurezza (quando, per pericolo o necessità, si debba smaltire quota rapidamente); si tratta di un assetto che richiede l'intervento del pilota (non può verificarsi spontaneamente) e che, se male eseguito, può generare situazioni anche molto critiche.

Considerazioni aerodinamiche. Si tratta di una deformazione progressiva del profilo alare fino ad una sua scomparsa (quando il profilo stesso assume la forma di V, certamente non ha più niente di "alare"). Le prestazioni aerodinamiche calano di pari passo fino ad annullarsi: in queste condizioni il tasso di discesa si assesta sui 7-8 m/s in assenza di avanzamento. L'esecuzione dello stallo "B" e l'uscita da esso determina notevoli sollecitazioni alla struttura.

**Induzione.** Alzare le mani, mantenendo (ovviamente) l'impugnatura dei freni, fino ad afferrare le bretelle "B" (se possibile, infilare le dita tra le funi subito sopra i moschettoni, per poter garantire una manovra simmetrica), ed esercitare una progressiva trazione verso il basso. Poiché la posizione di partenza comporta una elevata velocità orizzontale (freni alzati), è importante esercitare la trazione gradualmente, permettendo una riduzione della velocità e, conseguentemente, riducendo al minimo il pendolamento di beccheggio dovuto all'inerzia del pilota.

La rottura completa del profilo alare coincide con un arresto (in senso orizzontale) dell'ala, che viene percepito dal pilota come una "caduta all'indietro". È importante mantenere la trazione sulle "B" fino ad una discesa stabilizzata; entro certi limiti, più si tirano in basso le "B", più la velocità verticale aumenta (dal momento che la superficie proiettata si riduce).

**Manovra di recupero.** L'uscita dall'assetto si effettua, quando si è ancora ad una quota di sicurezza, rilasciando simmetricamente e con decisione (specie nell'ultimo tratto) le bretelle, senza mai abbandonarle per evitare riprese al volo in modo asimmetrico. Come sopra accennato, l'ala reagisce

al ripristino del profilo alare con un rapido avanzamento, che dovrà essere opportunamente contrastato dall'azione sui freni.

**Errori o rischi.** Il rilascio troppo lento delle "B" (specie nell'ultimo tratto) può causare l'entrata in stallo paracadutale stabile (vedi). Il rilascio troppo brusco od asimmetrico, può causare una rapida autorotazione dell'ala che a volte può tradursi in vite piatta negativa (vedi).

La "stabilità" dello stallo "B" è garantita dal mantenimento di un profilo a V lungo tutta l'ala: se la "cresta" centrale si rompe (eccessivo allargamento delle braccia) il bordo d'attacco può ripiegarsi in basso e si verifica un collasso simmetrico (vedi).

## ASSETTI INUSUALI 2

### CHIUSURA LATERALE (Collasso asimmetrico)

**Considerazioni generali.** La chiusura di qualche cassone laterale è un evento estremamente frequente e scarsamente pericoloso, grazie alle notevoli doti di stabilità delle ali moderne. Nei casi (più rari) che interessano una ampia superficie (fino a metà vela), è importante intervenire in modo corretto e tempestivo, soprattutto per contrastare pericolose autorotazioni.



*Figura 6-28. Chiusura laterale di media entità; non pone particolari problemi di recupero.*

**Considerazioni aerodinamiche.** Il collasso asimmetrico si verifica quando la semiala interessata, in condizioni di turbolenza, assume angoli di incidenza molto bassi o negativi. Il bordo d'attacco si ripiega su se stesso e la parte di ala retrostante si "sgonfia", collassando. Questo può verificarsi in turbolenza (entrando od uscendo da una termica) specie se si effettua una virata lasciando l'ala esterna completamente "scarica" (nessuna trazione sul freno esterno). Dopo la chiusura, le forze aerodinamiche generate dalle due semiali risultano squilibrate e si assiste ad una tendenza rotatoria (nelle ali attuali percepibile solo per chiusure piuttosto ampie) e ad un rollio verso il lato della chiusura. Il carico alare aumenta considerevolmente, così pure la velocità sulla traiettoria e la pendenza di quest'ultima. La velocità di stallo risulta considerevolmente aumentata.

Se si innesca un'evidente la fase di rotazione l'ala aumenta ulteriormente il proprio tasso di discesa e la propria velocità.

**Prevenzione.** Per evitare (o limitare) questo inconveniente è senz'altro utile mantenere sempre una certa trazione sui freni (anche su quello esterno rispetto alla curva) evitando di scaricare completamente una semiala. Inoltre è indicato, ai primi accenni di "sgonfiamento", aumentare il carico alare della semiala "a rischio", spostando da quella parte il peso del corpo. Attenzione, è importante sottolineare che la procedura di prevenzione è esattamente opposta a quella di recupero (da eseguirsi quando il collasso laterale si è già verificato).

**Induzione.** Esercitare una trazione decisa e a fondo di una delle bretelle "A" (destra o sinistra), impugnando, se possibile, in corrispondenza del moschettone, e rilasciare immediatamente. Entità e durata della rotazione dipendono dal disegno e dalle caratteristiche dell'ala.

**Manovra di recupero.** Chiusure modeste vengono recuperate autonomamente dall'autostabilità dell'ala, eventualmente aiutate da qualche trazione sul freno della parte collassata. Se la chiusura è più ampia e giunge ad interessare il 50% od oltre dell'apertura alare è necessario intervenire in modo tempestivo, anche se una certa rotazione è inevitabile.

Spostare il peso quanto più possibile dal lato della parte di ala ancora aperta, frenandola nel contempo per limitare la rotazione. L'azione sul freno deve essere graduale per evitare di mettere in

stallo la parte che ancora vola (e che, ricordiamolo, sopporta l'intero carico).

Una volta arrestata la rotazione, agevolare la riapertura della semiala collassata trazionando in modo ripetuto il freno corrispondente.

**Errori o rischi.** Se si interviene prima con il freno, rispetto allo spostamento di peso, si rischia di mandare in stallo la semiala aperta; la maggior parte delle ali attuali è in grado di volare in modo accettabile anche con la metà della superficie velica: se la parte collassata si intreccia nei cordini generando la cosiddetta "cravatta", ricordiamo che il primo obiettivo è quello di guadagnare un assetto stabilizzato e rettilineo con quello che rimane a nostra disposizione (spostamento del peso e freno). Successivamente si potrà intervenire trazionando i cavetti ingarbugliati o tirando, dal basso e dall'esterno, i cavetti che vanno agli stabilizzatori laterali.

## **CHIUSURA FRONTALE (Collasso simmetrico)**

**Considerazioni generali.** La chiusura dell'intero bordo di attacco è una configurazione la cui pericolosità è più apparente che reale (posto che si disponga di sufficiente quota), dal momento che il parapendio tende ad un recupero spontaneo anche senza l'intervento del pilota.

**Considerazioni aerodinamiche.** Il collasso simmetrico si verifica quando tutta l'ala assume angolo di incidenza molto basso o addirittura negativo; quando il bordo di attacco si chiude, l'ala è decisamente meno efficiente, soprattutto per un repentino aumento della resistenza di forma. L'avanzamento dell'ala, dunque, rallenta considerevolmente e rimane indietro rispetto al pilota (che ha la sensazione di cadere e di venir tirato all'indietro) con conseguente variazione temporanea di assetto ed incidenza.

L'aumento dell'angolo di incidenza costituisce, al tempo stesso, un correttivo favorendo la riapertura.

Bisogna infine ricordare che, riducendosi la superficie portante, anche durante il collasso simmetrico si verifica un aumento del carico alare, relativo con aumento della velocità di stallo.

**Prevenzione.** È necessario evitare di farsi sorprendere ad angoli di incidenza troppo bassi (freni rilasciati) volando in condizioni di turbolenza od in uscita da una termica. Si deve inoltre evitare di lasciare che la vela avanzi troppo rispetto al pilota (fasi di recupero da altri assetti inusuali, eccessivi pendolamenti) anticipandone per tempo il rallentamento.

**Induzione.** Senza mai abbandonare i comandi, si esercita una trazione decisa ed a fondo sugli elevatori anteriori, in corrispondenza dei moschettoni, rilasciandoli immediatamente.

**Manovra di recupero.** La riapertura del bordo d'attacco, nei casi in cui non si completi spontaneamente, può essere agevolata trazionando entrambi i freni e rilasciandoli; è necessario tenersi pronti a frenare la vela non appena questa riassume il normale assetto di volo, per evitare le oscillazioni di beccheggio prima citate.

**Errori o rischi.** La trazione scomposta dei freni, oppure una successiva turbolenza, possono determinare una riapertura parziale, portando l'ala ad un collasso simmetrico anche esteso (vedi).

## **CHIUSURA CENTRALE CONTROLLATA (Corolla)**

**Considerazioni generali.** La chiusura volontaria della parte centrale del bordo di attacco (con relativa forma a "corolla") viene da alcuni considerato un metodo di discesa rapida alternativo alle orecchie od allo stallo "B", nei riguardi dei quali, tuttavia, non offre sostanziali vantaggi. Inoltre alcune vele non accettano questa configurazione ed entrano subito in collasso simmetrico.

**Considerazioni aerodinamiche.** Come nel caso delle orecchie, la notevole riduzione di superficie

portante determina un netto aumento del carico alare; inoltre la forma "alare" non proprio ortodossa, ha una efficienza decisamente modesta (quasi nulla). Ne consegue un netto incremento della velocità verticale ed una riduzione dell'avanzamento.

**Induzione.** Al contrario di quanto visto per l'induzione delle orecchie, si trazionano verso il centro ed in basso i cavi centrali delle bretelle anteriori (su alcune vele se ne debbono tirare 2 per parte) fino a determinare il ripiegamento della sezione centrale del bordo di attacco. L'aumento di resistenza ne determina un indietreggiamento rispetto alle estremità alari, che lo circondano fin quasi a congiungersi sul davanti.

**Manovra di recupero.** È sufficiente lasciare i cavi anteriori ed aumentare l'incidenza delle estremità alare esercitando una trazione simmetrica sui due freni.

**Errori o rischi.** Il rischio principale resta la rapida chiusura di tutto il bordo di attacco (collasso frontale) quando si induce l'assetto; tale chiusura può verificarsi, con alcune vele, anche effettuando la manovra prima descritta in modo "corretto".

## **STALLO D'ALA (Stallo asimmetrico)**

**Considerazioni generali.** Lo stallo asimmetrico (stallo di una sola semiala) non è una configurazione stabile, bensì evolve, se non viene prontamente interrotto, in una vite piatta negativa, condizione decisamente critica (vedi).

Proprio per questo lo stallo asimmetrico deve suonare come un forte campanello di allarme che, a volte, dura meno di un secondo.

**Considerazioni aerodinamiche.** Lo stallo di una semiala dà luogo, dalla parte stallata, ad un annullamento della portanza e ad un brusco aumento della resistenza, mentre l'altra semiala vola normalmente. Il parapendio, dunque, imbarda ed affonda verso la semiala stallata, innescando una rotazione sempre più rapida, che non può interrompersi se non vengono immediatamente rilasciati entrambi i freni.

**Prevenzione.** È un assetto di volo causato esclusivamente dal pilota, ed indica una scarsa conoscenza dei limiti operativi della propria ala. Tipicamente si verifica quando, volando molto lentamente (con un angolo di incidenza prossimo a quello di stallo) si affonda ulteriormente uno dei due freni (magari nel "tentativo" di sfruttare al massimo una ascendenza debole); su alcune vele, sempre volando al limite dello stallo, può essere sufficiente lo spostamento del peso del pilota. Come si vede, il rischio è limitato ai momenti in cui si vola prossimi alla velocità di stallo e la prevenzione consiste nel conoscere bene il proprio mezzo (tenendosi a distanza di sicurezza dai suoi limiti operativi) e, comunque, nell'acquisire sempre un poco di velocità prima effettuare le virate (ricordate di "osservare", ogni tanto, la posizione delle mani -e dunque dei freni-, poichè, immersi nel tentativo di "galleggiare ad ogni costo", si può perderne la percezione).

**Induzione.** In volo rettilineo, rallentare gradualmente fino alla velocità di "prestallo", quindi affondare ulteriormente un freno in modo da stallare l'ala interessata, rilasciando immediatamente entrambi i comandi e mantenendoli in una posizione intermedia. È importante tenere a mente che, durante la manovra, l'ala diviene incontrollabile, entrando in una rotazione accentuata.

Prima di poter effettuare qualsiasi ulteriore manovra è necessario che venga ripristinato il normale assetto di volo.

**Manovra di recupero.** Rilasciare prontamente e contemporaneamente entrambi i freni, mantenendoli (anche in assenza di trazione su di essi da parte della vela) all'altezza delle orecchie. L'ala effettua una rapida picchiata che è necessario controllare, frenando, per limitare l'oscillazione conseguente.

**Errori o rischi.** Attendere troppo nell'intervenire consente l'evoluzione a vite piatta negativa (vedi).

## **VITE PIATTA NEGATIVA (Stallo asimmetrico mantenuto)**

**Considerazioni generali.** La vite piatta negativa si innesca come evoluzione dello stallo asimmetrico e, più precisamente, quando l'ala che ancora vola raggiunge un'elevata velocità angolare (cioè ruota molto rapidamente) "stabilizzandosi" in una rotazione rapida e continua.

Proprio per le sue caratteristiche (struttura "molle", notevole distanza tra baricentro e centro di spinta, cioè tra il pilota e la vela, numerosità dei cavetti) il parapendio è particolarmente vulnerabile allo stallo ed ancor più alla vite piatta, specie se questi si producono partendo da velocità relativamente elevate (alti valori di energia cinetica): l'esito è allora imprevedibile, poichè i ritardi del pilota rispetto all'ala possono tradursi in twist (torsione delle bretelle) od annodamenti con evidenti problemi di manovrabilità.

La vite negativa non controllata, e le configurazioni che la possono complicare, rappresentano una delle cause più frequenti di impiego del paracadute di emergenza.

**Considerazioni aerodinamiche.** In uno stallo asimmetrico mantenuto, la resistenza della semiala stallata è chiaramente molto alta ed il suo contributo al sostentamento praticamente nullo: essa diviene, pertanto, il perno di un sistema attorno al quale l'altra semiala, caricata dall'intero peso del pilota, ruota sempre più celermente. Un'elevata velocità orizzontale al momento dell'induzione, genera dei ritardi tra pilota ed ala, con disassiami verticali tanto più marcati quanto maggiore era l'energia cinetica iniziale.

**Prevenzione.** Valgono, ovviamente, le stesse norme esposte per lo stallo asimmetrico (che può essere considerato la fase iniziale, ancora ben correggibile, della vite piatta negativa).

La fase di stallo asimmetrico può essere estremamente breve o, addirittura inavvertibile, quando si compiono manovre che favoriscono l'evoluzione rapida in vite (manovre, cioè, che favoriscono l'alta velocità rotatoria della semiala non stallata): si deve dunque evitare di frenare eccessivamente un'ala rilasciando, contemporaneamente, il comando controlaterale.

Comunque, prima ancora che la vite, deve essere evitato lo stallo asimmetrico (cioè imparare a riconoscere i "messaggi" della propria vela).

**Induzione.** Nei corsi di SIV la vite piatta negativa, proprio per gli elevati rischi che comporta, non viene sempre effettuata: si considera infatti più utile imparare ad evitarla, inducendo e recuperando rapidamente uno stallo asimmetrico.

**Manovra di recupero.** Gli obiettivi della manovra di recupero sono, sequenzialmente, due:a) arrestare la rotazione, rimettendo in volo l'ala stallata;b) controllare e smorzare le reazioni della vela ed i potenti oscillamenti che vengono a prodursi per l'elevata energia cinetica accumulata e per i disassiami tra vela e pilota.

Il primo punto è, apparentemente, il più semplice: è sufficiente alzare il freno della semiala stallata; non conviene, tuttavia, rilasciarlo completamente, altrimenti la semiala, riguadagnando improvvisamente portanza, accelera notevolmente e può superare ed "imbrigliare" l'altra. Come nello stallo asimmetrico, si devono portare i freni in una posizione intermedia, pronti a smorzare l'avanzamento e la rotazione verso il basso dell'intera vela. Per l'inerzia rotatoria del pilota, tuttavia, l'uscita non sarà mai lineare, ma si produrranno oscillazioni molto accentuate che debbono essere contrastate ed attenuate fino a riguadagnare un assetto di volo. Si deve inoltre scegliere il momento più opportuno per la manovra di recupero: il freno della semiala stallata dovrebbe essere rilasciato quando la vela si trova sulla verticale del pilota.

Dobbiamo comunque aspettarci un forte beccheggio che può evolvere in un collasso asimmetrico

(vedi); nei casi più gravi il pilota può addirittura finire dentro la vela.

**Errori o rischi.** La vite negativa è già un errore, come abbiamo visto, piuttosto grave. Non attendere che il sistema si sia stabilizzato od eseguire interventi scoordinati ed intempestivi può causare l'abbattimento di sbieco dell'ala con possibilità che la stessa interferisca con la traiettoria inerziale del pilota.

Il tentativo di arrestare la rotazione agendo sul comando esterno al senso di rotazione può provocare lo stallo totale dell'ala.

Qualsiasi tentativo di trattenere la rotazione o evitare l'abbattimento, frenando in anticipo l'ala prima che abbia ripreso il volo, non farà altro che peggiorare la situazione e cioè l'ala assumerà altre configurazioni non prevedibili.

## STALLO

**Considerazioni generali.** La mancanza di una struttura rigida rende lo stallo con il parapendio una condizione "temporanea", la cui evoluzione dipende dalla velocità con cui questo viene indotto e dalle caratteristiche dei singoli modelli. L'evoluzione "stabile" è rappresentata dallo stallo paracadutale (vedi), mentre quella "instabile" è data dalla chiusura dell'intera vela, il cosiddetto post-stallo (vedi), sconosciuto con qualsiasi altro mezzo volante. Un caso particolare è dato dallo stallo dinamico, che può verificarsi come conseguenza dell'uscita da altri assetti inusuali.

Sullo stallo vero e proprio non ci soffermiamo oltre, avendolo già trattato nel capitolo di aerodinamica e parlando delle tecniche di pilotaggio; basti ricordare che ogni buon atterraggio viene in genere concluso con l'esecuzione di uno stallo completo.

## STALLO PARACADUTALE

**Considerazioni generali.** Lo stallo paracadutale è una condizione relativamente "stabile" che può verificarsi e mantenersi anche dopo che sono stati rilasciati i freni; nello stallo paracadutale l'avanzamento è nullo e la velocità verticale elevata.



*Figura 6-29. Durante lo stallo paracadutale l'angolo di incidenza (prossimo ai 90°) non permette lo sviluppo di portanza. È indispensabile far verificare attentamente la vela, individuandone il difetto.*

**Considerazioni aerodinamiche.** Se il superamento dell'incidenza critica di stallo avviene molto gradualmente la vela, pur smettendo di sviluppare portanza, può rimanere comunque gonfia e non riprendere un assetto di volo neppure quando i freni vengono rilasciati, anche completamente. In questa configurazione il paracadute "torna alle origini", frenando la discesa per pura resistenza (come facevano, del resto, i "cupoloni" dello sbarco in Normandia) con velocità di discesa che possono raggiungere e superare gli 8 m/sec.

**Induzione.** Lo stallo paracadutale può essere indotto, nelle vele che lo "accettano", sia da uno stallo effettuato in modo estremamente graduale, sia eseguendo in modo errato l'uscita dallo stallo "B" (vedi).

**Prevenzione.** Poiché è piuttosto difficile indurre uno stallo paracadutale è molto semplice prevenirlo mantenendo sempre una ragionevole velocità di volo (evitando angoli di incidenza eccessivi). Deformazioni strutturali, come l'allungamento dei cavetti anteriori od una eccessiva regolazione dei trim posteriori, possono manifestarsi con una tendenza della vela a raggiungere e mantenere tale configurazione. In questi casi è necessario sottoporre ad una attenta verifica l'apparecchio (l'allungamento dei cavetti anteriori è stata una anomalia frequente con i primi parapendio, risolta dalla adozione di cavi "prestirati").

**Manovra di recupero.** Obiettivo della manovra è quello di recuperare un angolo di incidenza compatibile con il volo: questo può essere ottenuto trazionando in basso le bretelle anteriori per qualche istante, rilasciandole e ponendo i freni in una posizione intermedia (in modo da contrastare l'avanzamento rapido che caratterizza il ripristino delle condizioni di volo). Più spesso, tuttavia, è preferibile affondare con decisione entrambi i freni per poi rilasciarli parzialmente: in questo modo viene eliminato il cuscinetto d'aria che, rimandando intrappolato nell'intradosso, favorisce il mantenimento dello stallo dinamico stesso. Con alcune vele è necessario indurre un'uscita asimmetrica (trazionando un solo freno oppure una sola bretella anteriore) e recuperare rapidamente l'eventuale collasso asimmetrico che può conseguire. In ogni caso il manuale di istruzioni delle vele che possono andare in stallo paracadutale dovrebbe fornire (quantomeno) istruzioni specifiche per prevenire o risolvere il problema.

**Errori o rischi.** Il recupero da questa condizione richiede comunque parecchia quota e, quindi, la pericolosità dello stallo paracadutale è tanto maggiore quanto più vicini ci si trova al terreno.

## POST-STALLO

**Considerazioni generali.** Il post-stallo è un collasso parziale della vela che viene indotto dalla trazione esagerata e mantenuta di entrambi i freni. È una condizione dalla quale la vela tende ad uscire molto (troppo) bruscamente qualora i freni vengano rilasciati senza alcun controllo da parte del pilota.

**Considerazioni aerodinamiche.** Da un punto di vista aerodinamico si tratta di uno stallo (portanza nulla, elevata velocità verticale, limitata soltanto dalla resistenza della vela) che permane finché viene mantenuta la esagerata trazione sui freni. Se questi vengono rilasciati del tutto, la vela riprende a volare con grande velocità (improvviso ed elevato carico) schizzando in avanti ed in basso, potendo finire addirittura al di sotto del pilota con gli intuibili rischi connessi.

**Prevenzione.** È una manovra esclusivamente volontaria che, pertanto, non richiede alcuna misura di prevenzione.

**Induzione.** Accorciare temporaneamente i freni attorcigliandoli per uno o più giri intorno alle mani, abbassarli progressivamente sino a superare l'angolo di stallo e mantenerli in tale posizione sino a quando la vela, dopo un parziale sgonfiamento ed un apparente arretramento, torna a "stabilizzarsi" sulla testa del pilota con oscillazioni più o meno marcate.

**Manovra di recupero.** I freni debbono essere rilasciati in modo graduale, arrendendoli in una posizione intermedia, per limitare l'entità dell'accelerazione e della picchiata che conseguono il ripristino della portanza dell'ala. È molto importante effettuare questa manovra osservando il comportamento della vela, in modo da poter anticipare e correggere eventuali assetti asimmetrici che possono prodursi durante l'uscita dal post-stallo.

**Errori o rischi.** Il recupero deve essere effettuato dopo che la vela si è stabilizzata sulla verticale del pilota (sia pur con leggere oscillazioni) e, come detto prima, i freni non devono essere rilasciati completamente, bensì mantenuti in una posizione intermedia ad evitare un eccessivo abbastimento della vela.

## STALLO DINAMICO

**Considerazioni generali.** Per la mancanza di una struttura rigida, lo stallo dinamico del parapendio può verificarsi solamente come risultato di successive oscillazioni di beccheggio via via più ampie (od in seguito ad una singola oscillazione "estrema" che può conseguire al recupero da un altro assetto inusuale).

Lo stallo, con relativa perdita di quota, si realizza mentre la vela è notevolmente arretrata ed il pilota in posizione avanzata.

**Considerazioni aerodinamiche.** Come ricordiamo, uno stallo dinamico si determina quando viene superato l'angolo critico di incidenza mentre la vela possiede ancora una discreta velocità. Con il parapendio (alta resistenza, bassa velocità rispetto alle ali rigide) questo assetto non può essere mantenuto e la vela tende ad eseguire una picchiata di recupero, anche molto pronunciata.

**Induzione.** Frenare gradualmente e rilasciare i comandi, determinando una oscillazione di beccheggio; amplificare successivamente tale oscillazione avendo cura di evitare, nella fase di picchiata, un collasso frontale.

**Manovra di recupero.** Rilasciare parzialmente i freni mantenendoli in una posizione intermedia in modo da limitare la successiva picchiata e smorzare, poi, l'oscillazione residua.

**Errori o rischi.** Rilasciare completamente i freni è un errore che può determinare una eccessiva picchiata di recupero, picchiata ulteriormente favorita dai ritardi di velocità del pilota rispetto alla vela.

## **ACROBAZIA**

Vale forse la pena di ricordare che l'acrobazia si fonda sulla esecuzione successiva di manovre estreme, accuratamente pianificate in anticipo in modo da compensarsi od accentuarsi l'un l'altra dando luogo a figure comunque previste e prevedibili.

Essa non ha nulla a che vedere con la improvvisazione di un pilota colto da inarrestabile voglia di nuove emozioni, ma è invece il risultato di faticosi e ripetuti esercizi attentamente studiati, lo ripetiamo, "a tavolino", sotto la guida di istruttori esperti in questo campo. Anche per l'acrobazia valgono, ovviamente, le considerazioni di sicurezza (**specchio d'acqua, assistenza, quota minima, paracadute d'emergenza in perfette condizioni**) già esposte per i corsi di SIV.

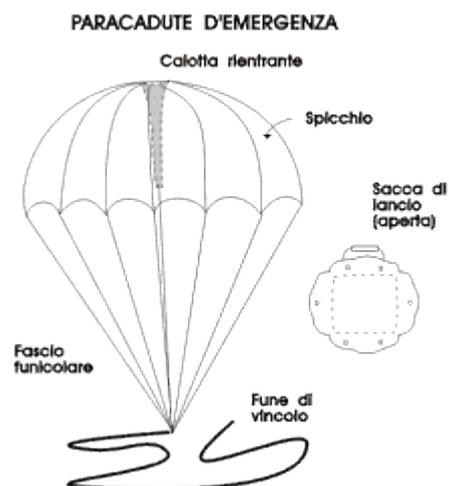
# Capitolo 7 - PARACADUTE D'EMERGENZA E STRUMENTI

## IL PARACADUTE D'EMERGENZA

### CARATTERISTICHE

Il paracadute d'emergenza per il Volo Libero differisce dai paracadute da lancio per alcuni aspetti molto importanti:

- è un **paracadute frenante**, leggero e di dimensioni contenute; tuttavia, specie il modello a calotta rientrante, riesce a reggere lo shock di apertura che, nel nostro settore, è sempre ridotto rispetto a quello che consegue una caduta libera: infatti, per quanto rotte od annodate, le ali "principali" (deltaplano o parapendio) determinano comunque una notevole resistenza che impedisce di raggiungere le velocità massime di caduta;
- il fascio funicolare è collegato all'imbrago del pilota per mezzo di una fune di vincolo che, recentemente è stata differenziata tra deltaplano e parapendio: nel primo caso, ad evitare che il fascio funicolare dell'emergenza possa impigliarsi nelle strutture presenti, la fune di vincolo è lunga 4-5 mt; nel secondo, per rendere più rapida l'apertura e per evitare "bisticci" tra le due vele, essa è decisamente più breve (circa 1,8 mt);
- da ultimo il paracadute d'emergenza per il Volo Libero è contenuto in una **sacca di lancio** che consente di lanciarlo lontano dall'ala in forma compatta.



*Figura 7-1. Il paracadute d'emergenza per il volo libero.*

### MANUTENZIONE

Non serve a nulla portarsi sempre appresso un paracadute se, al momento buono, questo non è in grado di aprirsi; quindi la manutenzione deve essere attenta e precisa.

È necessario aprire il paracadute (a terra naturalmente) almeno **una volta ogni 3 mesi**, distenderlo in luogo asciutto per qualche ora (almeno 6 ore) e ripiegarlo seguendo accuratamente le istruzioni del costruttore (evitando, se possibile, di lasciarlo alla luce diretta del sole perchè anch'esso teme gli U.V). Bisogna inoltre lasciarlo asciugare completamente, qualora si bagni, prima di ripiegarlo nuovamente; se l'acqua era salata (caduta in mare) o sporca (rigagnoli tra i campi) è però necessario sciacquarlo accuratamente con acqua dolce prima di lasciarlo asciugare. Controllare la **solidità del**

**fascio funicolare** e lo stato della fune di vincolo (in caso di dubbio rivolgersi al rivenditore per una valutazione).

Nel volo delta, la fune di vincolo deve essere agganciata, con **moschettone da 3000 Kg**, direttamente all'imbragatura.

## **IL CASCO PROTETTIVO**

L'uso del casco è obbligatorio **sempre**, fin dalle prime fasi del campo scuola (ivi compresa la corsa in piano): in queste condizioni la scatola cranica è sufficientemente forte da resistere a botte lievi, ma il cuoio capelluto mostra una fastidiosa tendenza a lacerarsi per un nonnulla. Il casco inoltre deve lasciare libere le orecchie (per permetterci di valutare la velocità relativa al vento) e deve essere leggero (infatti lo sosteniamo durante tutto il volo con la muscolatura del collo).

La legge, finalmente, ha riconosciuto l'assurdità di utilizzare i pesantissimi caschi motociclistici omologati e prescrive, più ragionevolmente, l'adozione di caschi "idonei".

## GLI STRUMENTI

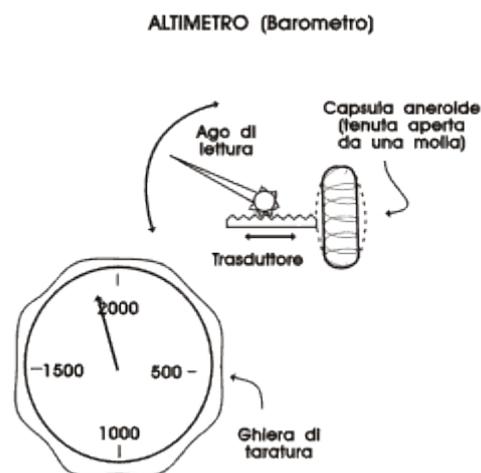
Prima o poi giunge per tutti il momento di chiedersi se sia il caso di affrontare ulteriori spese per l'acquisto degli strumenti di volo.

Le opinioni non sono concordi: vi è chi sostiene che, volando sempre senza strumenti, si affinano le capacità di valutazione e, effettivamente, esistono piloti anche molto bravi, che non li usano nei loro voli "normali". D'altro canto, tutti coloro che fanno gare li impiegano: è dunque verosimile che gli strumenti possano dare un contributo al miglior sfruttamento delle condizioni esistenti.

In ogni caso è indispensabile (programma d'esame!) conoscerne, sia pur a grandi linee, il funzionamento ed i limiti.

## L'ALTIMETRO

L'altimetro è un misuratore di pressione (quindi un **barometro**) che si fonda sulla diminuzione della pressione con l'aumentare dell'altezza. Poichè la pressione atmosferica varia da zona a zona e di giorno in giorno sarà **necessario tarare l'altimetro prima di ogni volo** impostando un'altezza nota. Dentro all'altimetro vi è una capsula (aneroide) nella quale è stato fatto il vuoto: essa non "collassa" perchè una molla, al suo interno, la mantiene distesa.



*Figura 7-2. L'altimetro (barometro) permette di leggere le variazioni di pressione come variazioni di altitudine.*

Eventuali diminuzioni di pressione aumentano la distensione della molla, mentre gli aumenti pressori la comprimono ulteriormente. Un trasduttore, collegato con la molla stessa, registra i vari movimenti e li rende visibili su di un quadrante; gli strumenti moderni hanno un trasduttore che è in grado trasformare il movimento in energia elettrica e che "pilota" un lettore digitale su cui compaiono i numeri.

## REGOLAZIONI POSSIBILI

Le norme di circolazione aerea prevedono che l'altimetro possa essere regolato secondo standard differenti, che è necessario comprendere bene.

## QFE

Detta anche altezza, è la regolazione che si ottiene ponendo come zero l'altezza dell'atterraggio previsto (indipendentemente dalla quota assoluta di quest'ultimo). Dal quel momento l'altimetro

indicherà l'altezza relativa all'atterraggio stesso (per tenere a mente la sigla è molto utile fingere che voglia dire "Quota Filo Erba", anche se, naturalmente, questa non è sua la vera origine).

## QNH

Detta anche quota od altitudine, è la regolazione che si ottiene ponendo come zero il livello del mare (oppure regolando lo strumento su un'altezza nota: ad esempio, decollando da una cima alta 1750 metri s.l.m. e ponendo l'altimetro a tale cifra). Dal quel momento l'altimetro indicherà la quota reale.

## QNE

Poco rilevante per noi, la regolazione QNE serve ai velivoli per stabilire i livelli di volo: l'altimetro viene posto a zero per una pressione standard di 1013.2 mb. È un metodo poco preciso per conoscere la quota reale (la pressione non è mai standard) ma, se tutti gli apparecchi in volo lo utilizzano, sarà possibile stabilire rotte che tengano quote effettivamente distanti tra loro.

## Variazioni di pressione

Per voli brevi, compiuti in una stessa zona, è in genere sufficiente effettuare una sola regolazione prima del decollo. Facendo lunghi voli di distanza, invece, bisogna ricordare che **la pressione varia** nei diversi luoghi e con il passare del tempo: risulteranno quindi alterate anche le altezze indicate, e sarà necessario effettuare ulteriori regolazioni. Un solo aspetto è molto rilevante per il Volo Libero, anche locale: **la possibilità di prevedere l'arrivo di un fronte freddo (spesso temporalesco)** che, come sappiamo, è preceduto da un rapido ed evidente calo pressorio. Se, dopo aver regolato il nostro altimetro ed aver iniziato il volo, ci accorgiamo che l'altezza (o la quota) riportata è maggiore di quella desumibile da altre indicazioni (l'altimetro segna una quota superiore all'altezza della montagna, mentre stiamo volando più bassi di questa) è necessario raggiungere rapidamente un atterraggio sicuro: con ogni probabilità è in arrivo una sgradita sorpresa.

## IL BAROGRAFO

È semplicemente un "registratore", collegato all'altimetro, in grado di memorizzare e di tracciare su carta le variazioni di pressione (e dunque di quota) rilevate durante tutto il volo.

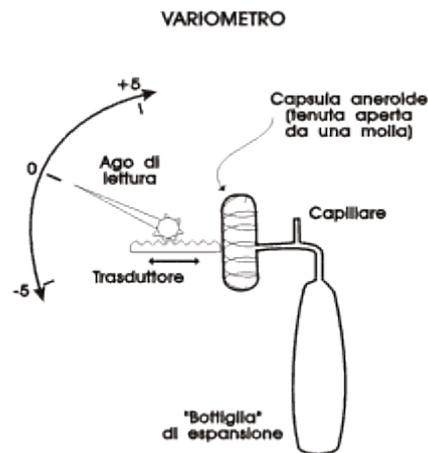


*Figura 7-3. Registrazione barografica di un volo: sono riportate le quote ed i tempi.*

In genere si compone di due parti: una, relativamente piccola e leggera, da portare in volo, ed il dispositivo di stampa, ben più ingombrante da utilizzare una volta tornati a terra.

## IL VARIOMETRO

È uno strumento incredibilmente sensibile, in grado di capire e segnalare se stiamo salendo o scendendo, e con che velocità verticale (generalmente misurata in metri/secondo o in piedi/minuto). Esso misura, infatti, le **variazioni istantanee di pressione** (e non la pressione in sé).



*Figura 7-4. Il variometro, un misuratore delle variazioni istantanee di pressione.*

Al suo interno esiste un recipiente a tenuta stagna (bottiglia di espansione), collegato ad una aneroidica (identico a quello barometrico); un capillare, poi collega il sistema con l'esterno.

La funzione del capillare è quella di **rallentare** l'ingresso e l'uscita d'aria nel sistema impedendo che, in caso di variazioni pressorie, l'equilibrio venga raggiunto immediatamente. Grazie a questo fatto, quando la pressione esterna cambia rapidamente (come durante la salita o la discesa), l'ambiente interno (e dunque anche la capsula aneroidica) mostra, per qualche attimo, valori pressori differenti: un trasduttore segnala tale differenza sulla scala di lettura.

Non appena cessato il moto verticale, la pressione all'interno del sistema torna rapidamente in equilibrio con quella esterna e l'indicatore torna a zero.

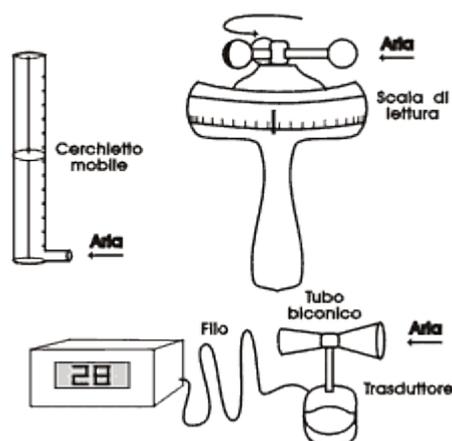
La maggior parte dei variometri utilizzati per il Volo Libero è dotata, oltre che di una scala graduata, anche di un segnalatore acustico regolabile: la intensità del suono (o, in alcuni modelli la sua frequenza) è proporzionale al tasso di salita o di discesa.

## L'ANENOMETRO

Misura la velocità dell'aria che lo investe (a terra misura il vento, in volo la velocità relativa all'aria).

Ne esistono di moltissimi tipi, più o meno precisi e più o meno costosi.

## ANEMOMETRI



*Figura 7-5. Alcuni tipi di anemometri utilizzati nel Volo Libero.*

Ve ne sono alcuni che si basano sulla **pressione dinamica** (tanto maggiore quanto maggiore è la velocità dell'aria) ed altri che si basano su quella **statica** (tanto minore quanto maggiore è la velocità dell'aria).

Tra i primi ricordiamo quello più semplice, costituito da un cilindro verticale graduato con un cerchietto mobile all'interno ed un forellino di "presa diretta" che deve essere orientato contro la direzione dell'aria (o del moto).

Sempre al primo tipo appartiene anche l'anemometro manuale sormontato da un "girello" con tre semisfere cave orientate nello stesso senso: l'aria mette in rotazione il "girello" ad una velocità che è proporzionale a quella dell'aria stessa e l'immane scala graduata consente la lettura.

I modelli che misurano la pressione statica (di diretta derivazione aeronautica) sfruttano l'effetto Venturi creato dall'aria costretta a scorrere in un tubicino a sezione biconica.

Data la bassa gamma di velocità coperte dalle nostre ali e la notevole sensibilità che è possibile sviluppare abituandosi ad "ascoltare" il vento con le orecchie, è forse il più superfluo degli strumenti citati. Può essere utile farselo prestare qualche volta per "tarare" il proprio anemometro acustico.

## LA RADIO RICETRASMITTENTE

È uno strumento divenuto obbligatorio, nell'ambito dei programmi di Istruzione FIVL, almeno durante i primi dieci voli alti, ed è molto utile quando si vogliono fare voli di distanza in gruppo; non possiamo ovviamente pretendere in questa sede di spiegarne i principi di funzionamento, tuttavia ricordiamo che bisogna considerare le radio come uno strumento di sicurezza e non come un mezzo di comunicazione delle emozioni, quindi:

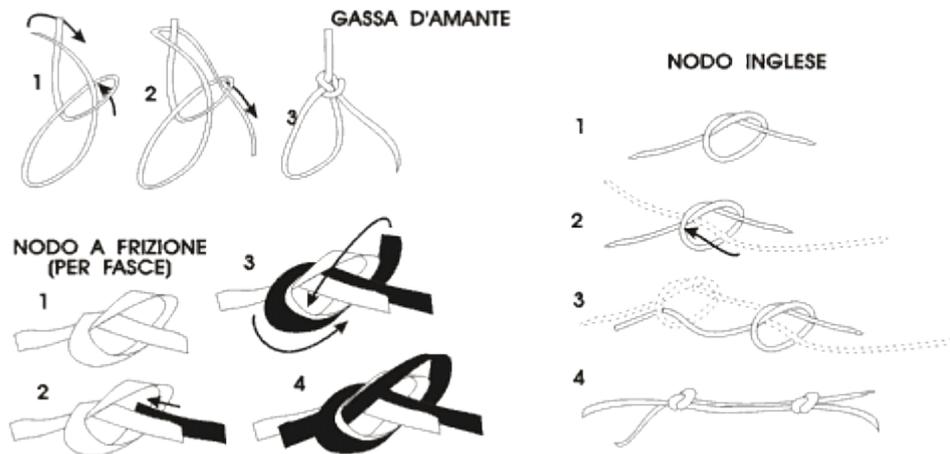
- Informiamoci delle frequenze in uso nelle diverse zone di volo che frequentiamo.
- Parliamo in radio solo se è indispensabile e con messaggi brevi e chiari.
- Usiamo cortesia con eventuali altri utilizzatori e, se richiesto, modifichiamo la nostra frequenza di trasmissione.

Per essere in regola con la legge si dovrebbero utilizzare esclusivamente le piccole ricetrasmittenti "giocattolo", poste in libera vendita nei negozi del settore, e dotate di una potenza estremamente limitata: la speranza, in questo periodo di "crescita e maturazione" del nostro sport è che le competenti autorità ci assegnino una frequenza radio specifica sulla quale operare con

strumentazioni idonee (magari dopo l'eventuale conseguimento di brevetto apposito) così come è già avvenuto in altri paesi.

## TRE NODI UTILI

A differenza dei velisti, non è per noi necessario conoscere decine di nodi: ne bastano infatti tre a coprire tutte le esigenze. Eccoli.



*Figura 7-6. Tre nodi da imparare e ricordare*

**Gassa d'amante.** Questo nodo forma un'asola che non si stringe in caso di trazione: al contrario di quanto accade con il "nodo scorsoio". Viene utilizzato per assicurare una fune ad un'asola o, comunque, a materiale non "cordaceo" (normalmente è il nodo che assicura le corde all'imbrago dei deltaplanisti).

**Nodo all'inglese.** Questo nodo, semplice e tenace, è utile per unire due cime, anche di differente diametro. È "autoserrante", nel senso che la trazione delle due cime lo "stringe", mentre per "allentarlo" è sufficiente tirare i due capi liberi.

**Nodo a frizione.** È indicato per le fascette (o fettucce) spesso utilizzate per l'aggancio al deltaplano. È anch'esso "autoserrante", bisogna sempre accertarsi di aver lasciato, da entrambe le parti, che i capi liberi delle fascette sporgano per una lunghezza di almeno 10 cm.

## Capitolo 8 - L'ARTE DI VELEGGIARE

Planare in sicurezza è il punto di arrivo di un allievo che conclude il corso base di volo, ma è soltanto il punto di partenza per chi intraprende questo sport con il desiderio di giocare per ore nelle correnti e di compiere voli di distanza, in altre parole di **veleggiare a piacimento**.

Già intuivamo che, per poterlo fare, è indispensabile "rubare energia" all'aria che ci circonda, sfruttandola al meglio per i nostri fini.

Diciamo subito che veleggiare è un'arte: molti possono riuscire a prolungare il loro volo in giornate particolarmente favorevoli, ma pochi arrivano a sfruttare ogni minima ascendenza, stando su quanto tutti gli altri sono costretti ad atterrare. Nello sviluppo di tali capacità l'esperienza e l'istinto giocano sicuramente un ruolo importante, ma una conoscenza più approfondita delle correnti ascendenti e del modo di sfruttarle rappresenta un "sine qua non" per potersi incamminare (ma vorremmo dire "involare") in questa direzione evitando, nel contempo, pericolosi errori che (essendo ormai ben noti), è assolutamente inutile ripetere.

### VOLO IN TERMICA

Saper "indovinare" la posizione e le caratteristiche di una termica è, indubbiamente, il primo requisito per sfruttarne l'energia. Vale quindi la pena di approfondire alcuni aspetti utili in tal senso, per esaminare poi le diverse tecniche sfruttamento.

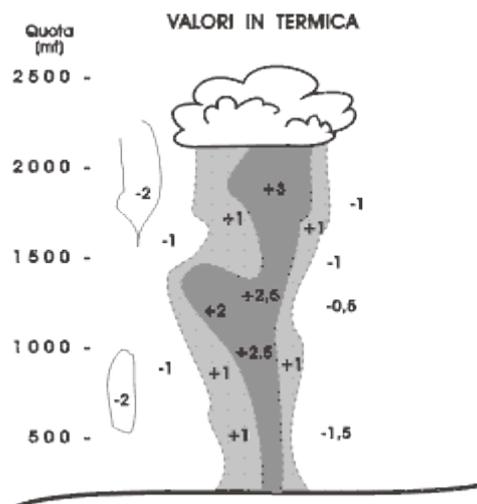
### LA FORMA DELLE TERMICHE

Parlando di adiabatiche abbiamo sempre fatto riferimento a "bolle" d'aria e, in alcuni casi, questo coincide con la realtà (bolle di 30-50 metri di diametro). In altri casi, invece, la termica è un vero e proprio "camino ascendente", largo parecchie centinaia di metri ed alimentato da uno strato limite termico sottostante.

Delle bolle abbiamo già parlato, e dedichiamo quindi la nostra attenzione alle termiche più ampie e continue nelle quali l'ascendenza è massima verso il centro detto **nocciolo** (o **core**), e minore man mano che si avvicina alla "periferia".

L'irregolarità si accentua nelle termiche più grandi e non è raro che esistano due o più noccioli distanti anche decine di metri.

Poiché l'aria che sale deve essere, comunque, rimpiazzata da altra aria, le termiche **sono circondate da correnti discendenti**; si crea quindi una zona dove il movimento (salita-discesa) si inverte in poco spazio, generando, a volte, una turbolenza anche notevole.



**Figura 8-1.** Una termica reale: si noti la zona centrale di maggiore ascendenza e la irregolarità della forma.

La figura 8-1 mostra i valori medi di ascendenza rilevati in una termica primaverile: si noti la zona centrale, dotata di maggiore ascendenza, e se ne osservi la forma irregolare. È da queste irregolarità che nascono le differenze connesse al "centraggio" della termica.

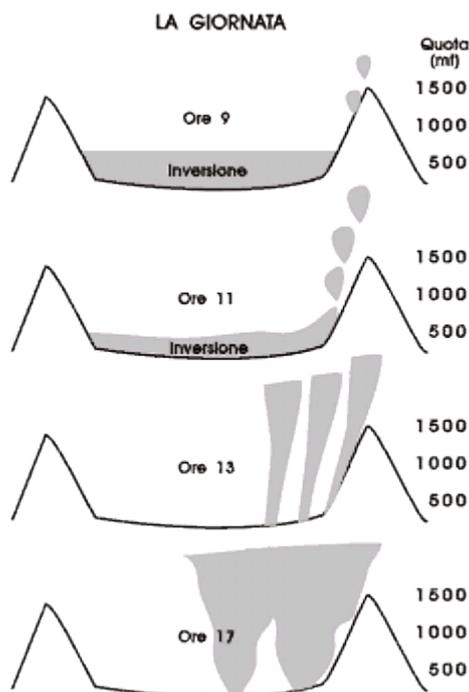
### **BOLLE O COLONNE?**

Tra questi due estremi (singola bolla od ampia colonna) esiste una infinita varietà di forme, che dipende dalla stabilità dell'aria, dall'insolazione, dalle caratteristiche del terreno e dalla presenza di vento. Per fortuna esistono alcune "regole generali", relativamente semplici, che possono dare un aiuto nell'indovinare la forma della termica che ci si para davanti e permetterci, dunque, di sfruttarne l'energia.

### **L'ARCO DELLA GIORNATA**

A parità di ogni altra condizione (vento, equilibrio termico, ecc.) le termiche variano la loro forma nell'arco della giornata in modo prevedibile:

- al mattino presto (poco dopo l'alba) l'aria è immobile, condizione ideale per una tranquillissima planata;
- dopo un paio d'ore si distaccano le prime, singole, bolle; sono molto piccole e quindi difficili da sfruttare; Nella tarda mattinata le bolle si staccano in modo sempre più ravvicinato e continuo, fino a formare, nelle ore di massima insolazione, colonne potenti ma ancora strette: sono condizioni "forti" ma, proprio per questo, difficili da sfruttare;
- Finalmente, nel pomeriggio, si formano colonne larghe ma un pò pigre; non hanno la potenza delle precedenti ma sono molto più "docili" e benevole, adatte ai primi tentativi di volo veleggiato;
- Verso sera i movimenti ascensionali si spengono, con l'eccezione delle larghe termiche di restituzione, che caratterizzano alcune giornate e che sono un vero e proprio "paradiso" dei prudenti;



*Figura 8-2. A parità delle altre condizioni, la forma delle ascendenza varia di molto, nell'arco della giornata.*

È importante quindi ricordare che, specie per gli allievi ed i principianti, nelle giornate di buona instabilità **inferno e paradiso** si alternano ogni giorno.

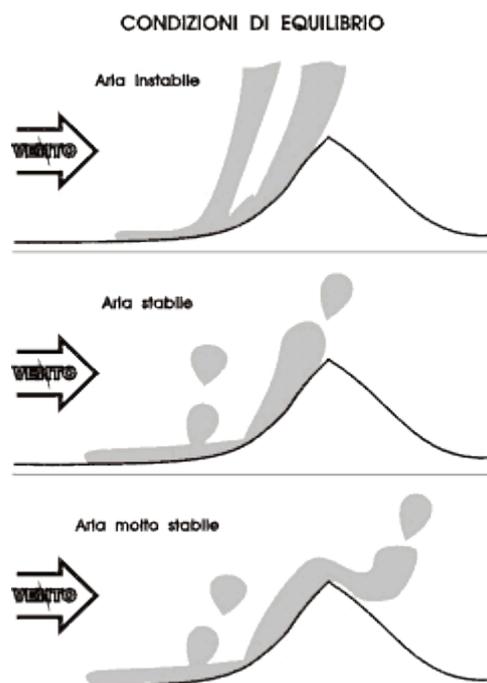
Per questo i primi voli alti vengono fatti alla sera, (o alla mattina **molto presto**) quando l'aria è calma; le "botte" presenti nelle ore di massima insolazione sono gradite al pilota esperto che ne riconosce la sfruttabilità, ma possono essere **terrificanti** per l'inesperto che si sente sballottato a destra e a manca senza riuscire ad imporre la sua volontà all'apparecchio.

Man mano che l'abilità del pilota cresce egli potrà via via anticipare il momento del decollo affrontando condizioni sempre più robuste (restando sempre, ovviamente, nell'ambito delle condizioni "volabili").

## STABILITÀ O INSTABILITÀ

Anche la condizione di equilibrio dell'aria gioca un forte ruolo nel determinare la forma delle termiche; a parità delle altre condizioni (Fig. 8-3):

- In una giornata instabile le termiche hanno la tendenza a svilupparsi in ampie e numerose colonne raggiungendo, come sappiamo, quote elevate;
- In una giornata stabile le ascendenze (molto più rare) sono isolate e tendono a mantenere la forma di bolla (ampia anche un centinaio di metri); le turbolenze che si generano possono essere anche notevoli, ma difficilmente sfruttabili poichè non raggiungono, comunque, quote elevate.
- Nelle giornate di grande stabilità, può accadere che una termica superi la linea di cresta, per riprendere a salire solo oltre di essa.



*Figura 8-3. Naturalmente la stabilità dell'aria è determinante: aria instabile=termiche frequenti e che raggiungono quote elevate.*

## VENTO O BONACCIA

Abbiamo già accennato al ruolo chiave del vento nel determinare il distacco dello strato limite termico, e nel generare quindi le ampie colonne termiche.

Nelle giornate senza vento, quando l'insolazione è sufficiente a creare forti differenze di temperatura negli strati di aria a contatto con il terreno, si staccano ugualmente delle bolle che, però, non si organizzano. Come in caso di stabilità (le due condizioni spesso concomitano) anche la bonaccia dà luogo a bolle, anche forti, ma poco sfruttabili.

### QUANTO VENTO?

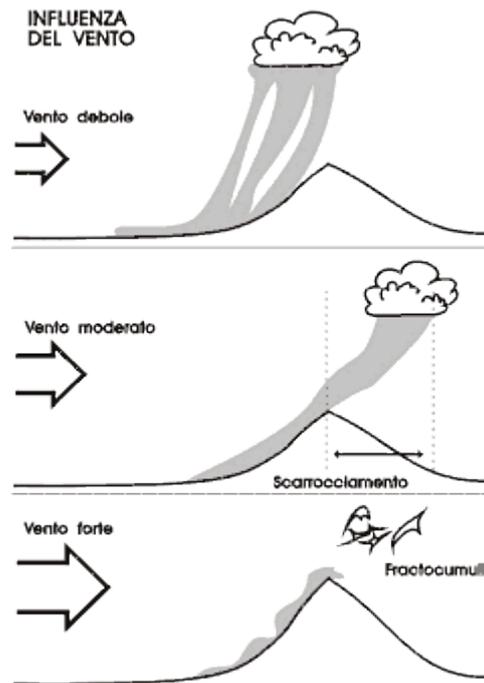
Se la bonaccia è deleteria non si deve però pensare che "tanto più vento c'è, tanto migliori saranno le termiche", anzi.

L'ideale è un vento debole (intorno ai 10 km/h) che aiuti il distacco dello strato limite termico senza tuttavia "stravolgere" la forma della termica.

In queste situazioni il cumulo si forma sopra la cima della montagna e la termica è costituita spesso da più "camini" che si riuniscono dopo essersi staccati dal pendio.

Un vento più sostenuto (20-25 km/h) determina uno "scarrocciamento" della termica, che sale quindi con un asse obliquo, inclinato nella direzione del vento. Una termica scarrocciata è più difficile da centrare e da sfruttare, ma è ancora una buona fonte di veleggiamento.

Un vento ancora superiore (30-40 km/h), oltre a porre problematiche di sicurezza ai velivoli lenti, è controproducente alla formazione di termiche per due ragioni: in primo luogo un tale vento raffredda il terreno, minando alla base (è il caso di dirlo) la produzione di termiche; in secondo luogo le poche termiche che si formano vengono deviate, spezzate e, infine, eliminate dallo stesso vento. Un segnale di tale fenomeno è dato dalla presenza di piccoli cumuli sfilacciati, in continua formazione e disfacimento, che prendono il nome di fractocumuli.



*Figura 8-4. Un vento moderato favorisce il distacco delle termiche, uno troppo sostenuto le distrugge.*

## VENTO E SOLE

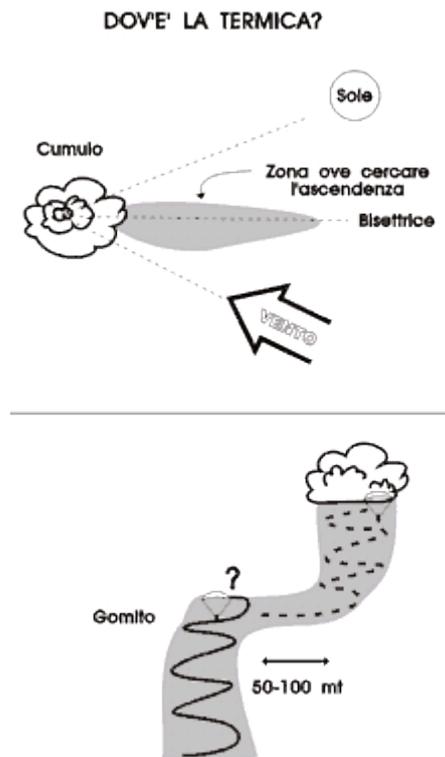
Immaginiamo ora di essere in volo, 500 metri più in basso rispetto alla base di un bel cumulo, piccolo candido ed amichevole. Non abbiamo ancora voglia di atterrare e ci piacerebbe molto "agganciare" la termica che sale fino a quel cumulo.

### **DOVE CERCARLA?**

Con vento molto debole avremo ottime probabilità di trovarla quasi sotto la verticale della nube, leggermente spostata nella direzione del sole.

Con vento più sostenuto, invece, dovremo tenere conto dello scarrocciamento, tanto più ampio quanto maggiore è la forza del vento.

Una regola aurea insegna che l'ascendenza si trova (generalmente) lungo la bisettrice dell'angolo formato dai tre elementi in gioco: sole, nuvola e vento.



*Figura 8-5. La zona di ascendenza deve essere ricercata sulla bisettrice dell'angolo che il cumulo forma con il sole e con la direzione del vento. A volte le termiche formano veri e propri gomiti, e proseguono sottovento.*

In alcuni casi, tuttavia, le termiche compiono veri e propri "gomiti", e può capitare che, dopo alcuni soddisfacenti giri non si salga più, anche se il cumulo è parecchio più in alto di noi (Fig. 8-5): in questi casi è spesso sufficiente spostarsi nella direzione del vento, per ritrovare l'ascendenza.

## VOLO IN TERMICA 2

### FORMAZIONE DELLO STRATO LIMITE TERMICO E POTENZIALI DI ALBEDO

Se lo strato limite termico è generato da differenze di temperatura del suolo, diviene importante sapere quali terreni "trattengono" più calore e quali meno.

Escludendo laghi e mari (che danno origine a discendenze durante la giornata), tra tutti i terreni possibili, il peggiore è senz'altro quello coperto di neve fresca: questa, riflettendo fino al 90% dei raggi ricevuti, non ne lascia molti per scaldare il suolo. Per contro un ampio piazzale ricoperto di asfalto ne trattiene, riscaldandosi, oltre l'80%.

Per favorire questo tipo di analisi è stata messa a punto una tabella che indica i valori di Albedo di diversi terreni (Tab. 8-1 ). **Si chiama infatti Albedo di un corpo il rapporto tra l'energia che esso riflette e quella che esso riceve.**

#### POTENZIALI ALBEDO

Natura del suolo	Min.	Max.
Terra nera	8	15
Sabbia umida	10	10
Terra nuda	10	20
Rocce e sassi	15	25
Sabbia secca	18	20
Prati erba	14	37
Foresta	6	20
Campi arati	20	25
Campi di grano	3	15
Deserto	24	86
Neve Fresca	80	90
Ghiacciai	50	70

*Tabella 8-1. Classificazione dei potenziali di Albedo.*

Attenzione però, la tabella non dice **quale uso viene fatto** dei raggi assorbiti. A noi interessa che essi vengano utilizzati per scaldare il terreno stesso (come nel caso del piazzale asfaltato). La vegetazione, ad esempio, usa una parte anche notevole dei raggi solari "trattenuti", per svolgere le sue funzioni vitali (la principale essendo quella di non scaldarsi troppo!). Ecco quindi che le foreste hanno un Albedo buono (loro riflettono "solo" il 20% dei raggi), ma non producono riscaldamento al suolo nè, tantomeno, ascendenze termiche.

Anche l'umidità del terreno ne peggiora le capacità di scaldarsi: da un lato, infatti, l'acqua conduce il calore in profondità (scaldando zone che non ci interessano), mentre dall'altro l'intensa evaporazione sottrae molto calore al terreno stesso.

Un buon terreno, dunque, deve possedere un basso valore di Albedo, essere secco e poco conduttore: ai primi posti troviamo quindi la roccia e l'asfalto, agli ultimi la foresta e la neve.

## **ALTRI ASPETTI RILEVANTI**

### ***OCCHIO ALLE DIFFERENZE***

Ciò che dobbiamo cercare, volendo trovare una termica, è però una **differenza di temperatura** al suolo: maggiore è il contrasto tra terreni vicini e maggiori sono le possibilità che lì si sia formato o si formi uno strato limite termico. I campi arati sono un esempio stupendo (che nella pratica non delude quasi mai): essi non soltanto possiedono un Albedo decente, non soltanto è stata eliminata una grande fonte di consumo (il cereale che vi cresceva), ma sono quasi sempre circondati da terreni meno idonei a trattenere il calore (altri campi non arati, prati, boschi, ecc.); i campi arati compaiono spesso nei racconti di voli memorabili, solitamente in veste di salvatori (stavo quasi per atterrare, ero bassissimo, poi, su un campo arato, ho ricominciato a salire, e...).

### ***OCCHIO AL VENTO ED AI TRIGGER-POINT***

Sappiamo bene che uno strato limite termico, caldo caldo, vale poco se non ci sono un po' di vento ed un ostacolo che agisca da innesco.

Ecco quindi che, cercando le termiche, è molto importante conoscere la direzione del vento al suolo: qualsiasi ostacolo che costringa uno strato limite termico ad innalzarsi, anche di poco, può essere un ottimo trigger-point, ma la termica si staccherà sottovento a questo e non sulla sua verticale. In pianura sono ottimi candidati tutti i dislivelli, per quando modesti (collinette, boschetti isolati) e i filari di alberi.

In alcuni casi il trigger-point può addirittura essere mobile: un trattore che attraversa un campo o la nostra stessa ala in avvicinamento (quest'ultimo caso è frequente in atterraggio, nelle giornate assolate, e spiega come mai "la bolla si stacca sempre quando atterro io").

### ***IL PENDIO E LE TERMICHE***

Abbiamo accennato al fatto che i pendii montani "raccolgono" le termiche rendendone più facile l'individuazione. Il pendio, però, quando ben esposto e dotato della giusta inclinazione, può fare molto di più: può esso stesso rinforzare la termica, alimentandola in continuazione con un effetto che "sfuma" verso la brezza. Anche per questo si dice che il pendio ideale è esposto ai raggi del sole, è il più lungo possibile e, idealmente, è inclinato di almeno 25 gradi: in questo modo la termica, salendo, rimane aderente al pendio stesso e, a differenza delle termiche che si formano in pianura, l'aria continua a riscaldarsi anche mentre sale, poichè riceve calore durante lo scorrimento sul pendio.

Il risultato netto è che la temperatura, all'interno della termica che scorre sul pendio, cala in modo minore rispetto alla Adiabatica Secca, potendo arrivare anche a 0,7-0,6 gradi ogni cento metri: in pratica i valori tipici della adiabatica satura, ma senza nube! Ciò significa, inoltre, che tanto più è lungo il pendio, tanto maggiore risulta l'accumulo di calore. La principale conseguenza è che può divenire possibile superare uno strato di inversione che blocca le termiche in pianura.

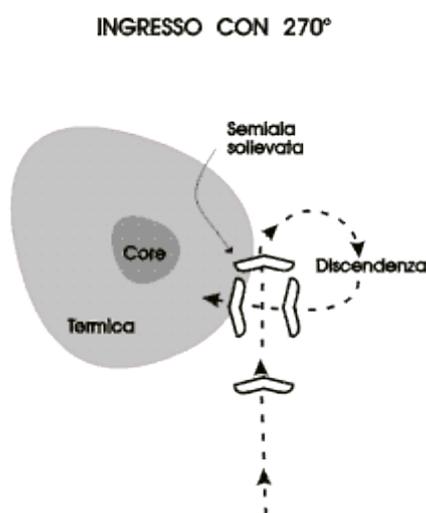
Va inoltre tenuto presente che, a parità di irraggiamento, la temperatura di riscaldamento del terreno è più o meno la stessa, a prescindere dalla quota: quindi tanto più è alto il terreno tanto maggiore sarà la differenza di temperatura tra l'aria che vi scorre contro e quella circostante e soprastante la cima.

## **SFRUTTAMENTO DELLA TERMICA**

Una volta individuata la nostra termica, si pone il problema di sfruttarla al meglio, iniziando proprio

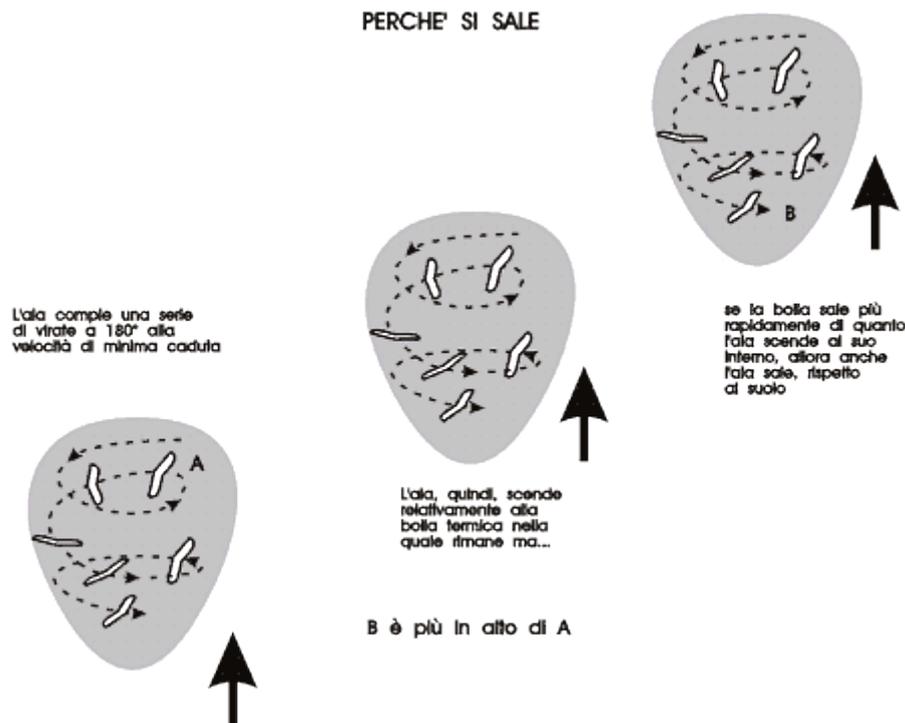
dall'ingresso che, generalmente, viene avvertito dal pilota dapprima come una caduta in avanti ed in basso (mentre si attraversa la zona di discendenza) e successivamente come una brusca cabrata della vela (quando il bordo d'attacco entra nella parte ascendente).

Naturalmente non sempre capita di incontrare una termica "frontalmente" anzi, più spesso, essa viene intersecata da una sola semiala che si solleva bruscamente, con l'effetto di "sputarci fuori", nel bel mezzo della discendenza. In questo caso esistono due strategie: la prima, più diretta ed efficiente, prevede che ci si opponga con forza alla virata "spontanea", controvirando noi stessi fino a completare l'ingresso". Se, come accade a volte con il deltaplano, tale manovra risulta impossibile, si accentua allora la virata "spontanea" proseguendola per 270 gradi e ripresentandosi frontalmente. Questa seconda manovra deve essere assolutamente evitata in prossimità del pendio, dal momento che l'intera virata viene compiuta in discendenza, con una perdita di quota anche notevole.



*Figura 8-6. Con il deltaplano può accadere di non poter "forzare" un'ingresso in termica: si deve allora compiere una virata di 270°, sapendo che la perdita di quota sarà notevole.*

Appena entrati in termica è molto utile prendere **un riferimento al suolo ed uno di quota**, in modo da conoscere bene la nostra posizione relativamente alla montagna (nel caso dovessimo perdere la termica sarà possibile cercarla nuovamente a quella altezza ed in quella posizione). **È inoltre necessario valutare attentamente la posizione degli altri piloti eventualmente in volo**. Poi dedicheremo tutta la nostra attenzione al "centraggio" della termica stessa: tenteremo cioè di compiere cerchi centrati sul "nocciolo", restando sempre dove i valori di ascendenza sono più elevati.



*Figura 8-7. Per poter sfruttare le ascendenze termiche è necessario saper compiere virate coordinate e continue a 360° mantenendosi costantemente all'interno della zona di ascendenza. La capacità di effettuare i 360° volando alla velocità di minima caduta può far la differenza tra salire o scendere, nelle giornate "deboli".*

Attraversando la termica noteremo, infatti, che il variometro segnala dapprima valori positivi crescenti (ci si avvicina al nocciolo), poi valori massimi (stiamo attraversando il nocciolo) e poi valori decrescenti (stiamo andando verso la periferia della termica). Finchè i valori sono in incremento, proseguiamo dritti, non appena questi iniziano a calare è giunto il momento di impostare la virata. Successivamente, se i valori di ascendenza aumentano, la virata deve essere allargata, se calano la virata deve essere stretta. La velocità di volo dovrà essere vicina a quella di minima caduta (tenendo conto dell'inclinazione dell'ala): questo significa che si potrà volare molto lenti nelle termiche ampie, con un basso angolo di inclinazione, mentre si dovrà tenere una maggior riserva di velocità volando nelle termiche strette, dove è necessario inclinare molto l'ala.

## LA TERMICA AL CONTRARIO: CASCATE D'ARIA

In montagna, sui ghiacciai, accade l'esatto contrario di ciò che si verifica in un piazzale asfaltato di fondovalle. Là in basso si forma uno strato limite termico di aria calda che aspetta un innesco per salire, attraversando gli strati di aria più fredda che la sovrastano; sopra al ghiacciaio, invece, si forma uno "strato limite termico" di **aria fredda** che aspetta un innesco per precipitare a valle.

Specie d'estate, quando la restante aria è mite, sui ghiacciai hanno luogo violente "cascate d'aria"; queste sono assolutamente invisibili, se non trascinano con sé frammenti di ghiaccio e neve (in questo caso possono ricordare piccole valanghe "polverose"). Proprio come avviene per la formazione delle termiche (ma all'inverso), non è necessario che l'aria sul ghiacciaio sia molto fredda: è sufficiente che sia **più fredda** di quella presente in valle.

I ghiacciai che sovrastano zone innevate non producono cascate d'aria, un ghiacciaio che sovrasta una valle rocciosa invece sì. La conclusione da trarre è una sola: non volare troppo vicino ai ghiacciai (la cascata raramente supera i 50 metri di spessore), soprattutto in primavera-estate, evitando anche i canali posti subito al di sotto del ghiacciaio stesso (che potrebbero raccogliere la

"cascata d'aria").

## VOLO IN DINAMICA

Il volo in dinamica è spesso giudicato molto più semplice di quello termico, non foss'altro perchè le zone di ascendenza sono ampie e precisamente localizzate (davanti ed in alto rispetto al pendio esposto al vento). Pur nella sua semplicità, tuttavia, il volo in dinamica riserva alcune sorprese ai piloti inesperti e, soprattutto, distribuisce punizioni molto severe a chi ne ignora le esigenze **inderogabili**.

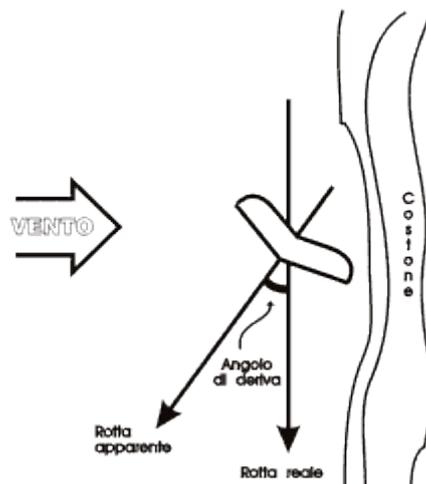
In altre parole: restare in termica è difficile, ma sbagliando non succede nulla di grave (si scende); volare in dinamica è facile, ma sbagliando si possono incontrare problemi molto seri. Il volo dinamico, infatti, si svolge costantemente vicino ad un costone o ad un pendio montano ed il vento spinge proprio verso il monte stesso; dietro la montagna la famigerata zona di sottovento ricca di rotori e di discendenze, possiede tutta la forza distruttiva sufficiente per causare danni anche enormi. La notevole calma che caratterizza il volo dinamico (niente scossoni, ascendenza uniforme e diffusa) può inoltre generare un "falso senso di sicurezza", inducendoci ad "abbassare della guardia".

## LE CORRENTI DINAMICHE

Le correnti dinamiche che si generano lungo i costoni montani investiti dal vento forniscono un sostentamento per il volo veleggiato quando il vento stesso spira ad almeno 20-30 Km/h.

Volare in dinamica significa dunque "bordeggiare" avanti ed indietro lungo un costone, idealmente mantenendosi nella fascia di migliore ascendenza che, come si può vedere nella sezione di meteorologia, non coincide con la cresta, ne è localizzata troppo vicino al pendio.

Durante il volo in dinamica inoltre il mezzo risente della spinta del vento e la direzione di volo (quella indicata dalla parte centrale dell'ala) non potrà essere parallela al costone, altrimenti ci troveremmo in un tempo brevissimo spostati contro di esso, oppure addirittura dall'altra parte rispetto alla cresta. È invece necessario volare puntando il naso anche a valle, in modo da neutralizzare la spinta del vento; più precisamente l'angolo da formare con la direzione del costone sarà tanto più ampio quanto più forte è il vento.

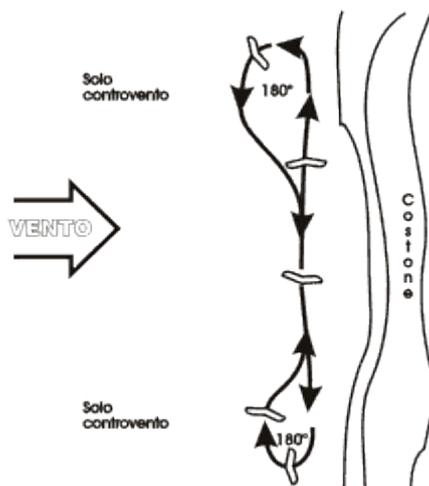


*Figura 8-8. In presenza di vento si deve volare mantenendo una rotta apparente tanto più rivolta controvento quanto maggiore è l'intensità di questo.*

Questo modo di procedere, la già citata **andatura a granchio**, è l'unico che ci consente di rimanere lungo il pendio (Fig. 8-8). Se in termica la chiave di sfruttamento risiede nell'esecuzione di virate a 360 gradi, continue e coordinate, in dinamica la parte del leone è fatta dalle **curve di 180°** che

consentono, appunto, di "bordeggiare" il pendio restando nella zona "giusta".

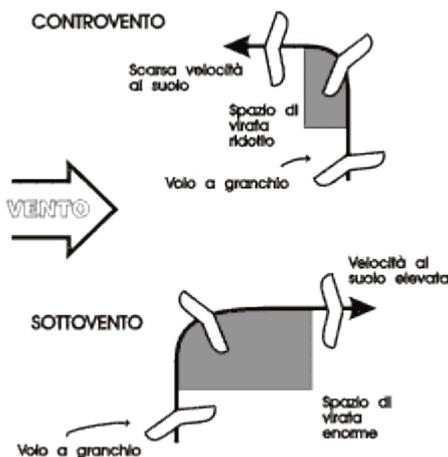
Le virate devono essere **sempre eseguite controvento**, e questa regola **non ammette eccezioni** (Fig. 8-9).



*Figura 8-9. Volare in dinamica significa "bordeggiare" il pendio mantenendosi sempre alla giusta distanza da questo e compiendo le virate sempre controvento.*

È infatti evidente che una virata di 180 gradi compiuta verso il pendio ci porterebbe, per qualche attimo, ad essere sospinti contro di esso ad una velocità notevole (la nostra anemometrica più quella del vento).

Inoltre, mentre le virate effettuate controvento risultano "comprese" (lo spazio di virata, riferito al suolo, è notevolmente ridotto), le virate compiute a favore di vento hanno un **raggio apparente molto ampio** (Fig. 8-10).



*Figura 8-10. Il raggio di virata al suolo risente pesantemente della direzione ed intensità del vento: virare sempre controvento lungo i costoni o vicino al suolo.*

Una seconda cosa che deve evitare chi desidera prolungare il volo è il progressivo allontanamento dal pendio per la mancata chiusura delle curve a 180 gradi. Con il deltaplano ci guarderemo bene anche dall'andare troppo vicino al pendio (manovra, oltre che pericolosa, anche inutile data la posizione della zona di migliore ascendenza), mentre se il terreno è ampio, morbido e non scosceso, con il parapendio si potranno effettuare top-landing e touch-and-go a go-go (quanto inglese!).

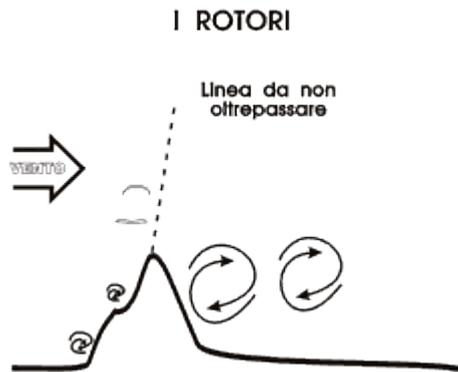
Da ultimo ricordiamo che anche lungo i pendii esiste un gradiente di vento: questo può innescare una virata verso monte in un ala **troppo vicina al pendio**, infatti la semiala esterna viene investita

da un vento più sostenuto rispetto a quella interna e si solleva generando un rollio verso il rilievo.

## IL PERICOLO DEL VOLO IN DINAMICA: I ROTORI E LE GOLE

Abbiamo già visto che quando il vento incontra un ostacolo il suo moto ne esce perturbato. In particolare sono **molto temibili i rotori**, masse d'aria in rapida e disordinata rotazione verticale, che si formano sottovento agli ostacoli stessi.

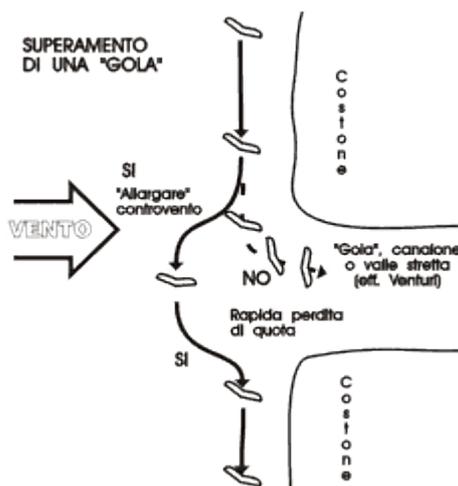
Per questo motivo, volando in dinamica, non ci si lascerà mai scarrocciare al di là (sottovento) del pendio (dove il nostro apparecchio verrebbe reso totalmente ingovernabile ributtato al suolo), ma ci si manterrà **in ogni caso sopravvento** alla linea di cresta (Fig. 8-11).



*Figura 8-11. I grossi rotori di sottovento e quelli piccoli di sopravvento devono essere attentamente evitati.*

Oltre ai rotori di sottovento vanno evitati anche i **piccoli rotori** che si formano, con venti sostenuti, alla base del pendio sopravvento: per tale motivo, se abbiamo perso parecchia quota, ci allontaneremo dalla montagna (anziché "limarne" la base nel disperato tentativo di "star su" ancora un po') preparandoci ad un sereno atterraggio: potremo riprovare con tutta calma in un'altra occasione.

Una seconda difficoltà legata al volo in dinamica è rappresentata dalle valli o dalle gole orientate parallelamente (o quasi) alla direzione del vento (quelle orientate perpendicolarmente sono piene zeppe di rotori!). In esse il vento si incanala ed aumenta la propria velocità, proprio come abbiamo visto accadere, in aerodinamica, nel Tubo di Venturi: da qui il nome di Effetto Venturi (Fig. 8-12).



*Figura 8-12. Per superare un canalone od una valle stretta è necessario "allargare" per evitare di rimanere intrappolati nell'effetto Venturi che essi generano.*

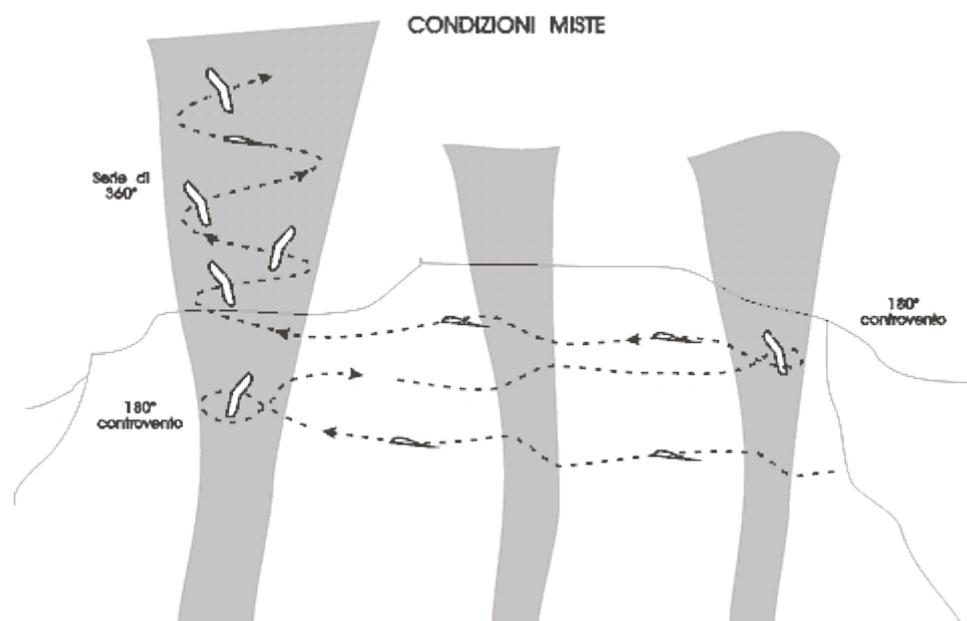
Il pilota che volesse attraversare in modo diretto un canalone investito dal vento (e può volerlo fare solo se non ha studiato questo fenomeno) si troverebbe a dover aumentare sempre di più l'angolo tra rotta reale e rotta apparente (per compensare l'aumento di velocità del vento) fino a ritrovarsi in mezzo al canalone, alla massima velocità (per non indietreggiare) in una rapida ed inesorabile discesa. Come se non bastasse al di sopra di tali canaloni esiste una depressione (generata appunto dalla aumentata velocità dell'aria in valle) che agisce da trappola "acchiappapollini", attirando verso il basso il pilota che pensava di poter superare il canalone stando alto (l'effetto Venturi di alcune valli si innalza per 400 o più metri al di sopra dei bordi del canale).

Per queste ragioni la corretta tecnica di superamento prevede degli "allargamenti verso la pianura" volando **anteriormente** alla bocca del canalone stesso (Fig. 8-12).

## CONDIZIONI MISTE: LE ASCENDENZE TERMODINAMICHE

Spesso accade che un vento, di per sè insufficiente a generare una ascendenza dinamica pienamente sfruttabile, spinga contro un costone montano numerose ascendenze termiche che originano poco lontano da questo.

Il tipo di sfruttamento da preferire dipende ovviamente dal prevalere del fenomeno termico o di quello dinamico e dalla quota: il sistema più semplice e sicuro è quello di volare, inizialmente, a granchio (come in dinamica) rallentando brevemente durante le ascendenze ed accelerando fra di esse. Inoltre le virate a 180 gradi vengono effettuate all'interno delle ascendenze stesse (naturalmente **sempre controvento**). Nel far questo avremo anche notato dove si distaccano le colonne più ampie e potenti; una volta superata (abbondantemente) l'altezza della cresta, "agganceremo" la migliore con una serie di 360, tenendo conto dell'inevitabile scarrocciamento. Se ci si accorge che lo scarrocciamento è eccessivo per il nostro mezzo e ci conduce troppo sottovento alla cresta rispetto alla quota, ci affretteremo ad abbandonare la termica uscendone **dalla parte sopravvento**.



**Figura 8-13.** Sfruttamento delle ascendenze "miste": a bassa quota si compie una serie di 180° e, superata abbondantemente la linea di cresta, si iniziano i 360° nella termica più potente individuata.

## **GLI ATTERRAGGI DI EMERGENZA**

Diciamo subito che il termine, un po' drammatico, di atterraggio d'emergenza, non indica necessariamente un atterraggio piccolissimo ed impegnativo, bensì l'atterraggio in un luogo non previsto (quindi sfornito di manica a vento) e sconosciuto. La necessità di utilizzare un atterraggio di emergenza deriva sempre dal deliberato abbandono della zona di volo conosciuta e quindi dovrebbe presentarsi soltanto ad un pilota sufficientemente esperto anche e soprattutto nelle manovre di avvicinamento ed atterraggio.

## **INDIVIDUAZIONE**

Se il volo di distanza è stato compiuto tenendo conto dei "coni di efficienza" (vedi Circolazione) avremo sempre la possibilità di raggiungere un terreno che, almeno dalla quota alla quale ci troviamo, risulta idoneo all'atterraggio.

Quando riteniamo di dover atterrare (anche nostro malgrado) è meglio non ridursi all'ultimo momento, si potrà così effettuare l'avvicinamento con un buon margine d'altezza, sempre molto prezioso per analizzare con calma il terreno nuovo.

## **ANALISI**

Una volta individuato il terreno adatto si pongono una serie di quesiti che devono trovare una risposta nel breve tempo disponibile.

### **1) Esistono elementi poco visibili dalla nostra precedente altezza che potrebbero costituire ostacoli imprevisti?**

In particolare andrà verificata la presenza di eventuali cavi (elettricità, telefoni, o altre): dal momento che i cavi non sono facilmente visibili dall'alto si cercherà piuttosto di individuare i piloni di sostegno, ad esempio ricercandone l'ombra (se c'è il sole); una sgradita sorpresa può venire da fili stesi tra staccionate anche distanti tra loro.

### **2) Il terreno è pianeggiante?**

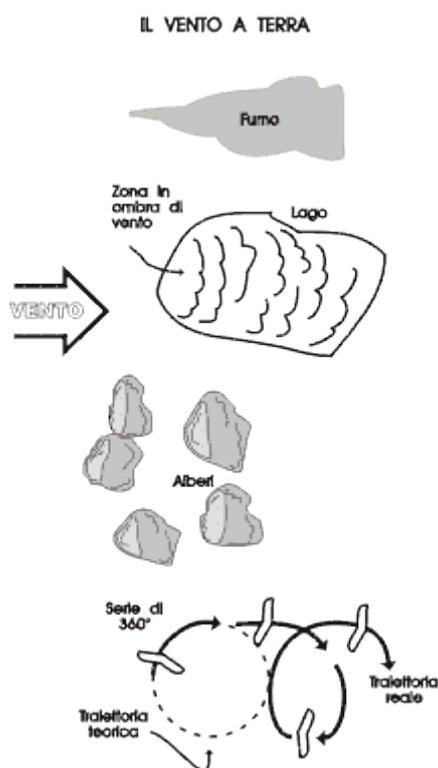
Dall'alto tutti i terreni sembrano piatti ma, specie in zone premontane, raramente lo sono. Mentre un parapendista potrà ignorare le lievi pendenze o (se la pendenza non è lieve) dovrà semplicemente individuare la linea di "piano" (sempre comunque presente in ogni pendio), per il deltaplanista le cose possono complicarsi: una lieve pendenza, infatti, sarà utile o dannosa a seconda della direzione del vento e quindi della direzione del finale. Compiuto controvento un atterraggio in lieve salita risulta più facile e richiede un percorso più breve, mentre un atterraggio in lieve discesa può, grazie all'effetto suolo, non divenire affatto un atterraggio ma solo un lungo volo rasoterra.

### **3) Qual'è la direzione del vento a terra?**

Per determinare questo fatto (la cui importanza è direttamente proporzionale alla intensità del vento stesso) vengono suggeriti numerosi sistemi.

- Osservazione dei fumi al terreno.
- Osservazione delle foglie degli alberi (le parti inferiori delle foglie è generalmente più chiara di quella superiore e quindi la parte investita dal vento ci apparirà più chiara dall'alto).
- Osservazione delle increspature sui piccoli laghi (il vento generalmente è identificabile dal vertice di curvatura delle ondine).

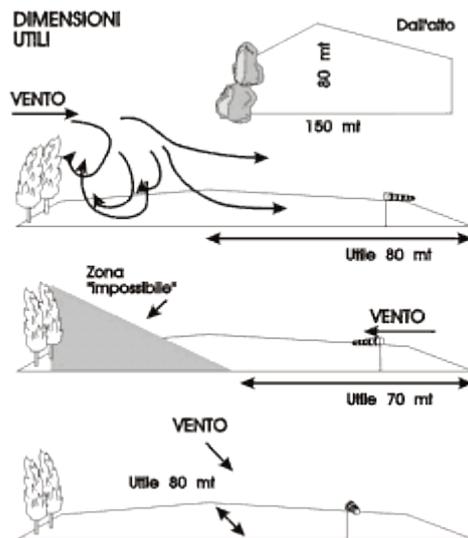
- Osservazione dei campi di grano o di altre piante che subiscono l'effetto del vento (vedremo vere e proprie onde propagarsi nella direzione del vento).
- Esecuzione di ampi e regolari 360° centrati su di un punto di riferimento (il vento, se presente, tenderà a spostarci ed a spostare il centro ideale dei nostri cerchi, nella sua stessa direzione).
- Se si vola in compagnia, il primo che atterra segnala agli altri la direzione reale allestendo rapidamente una manica di fortuna.



*Figura 8-14. Metodi per individuare la direzione e la intensità del vento in vista di un atterraggio d'emergenza.*

## VENTO E DIMENSIONI DELL'ATTERRAGGIO

Lo spazio realmente disponibile per l'atterraggio può variare anche di molto a seconda della direzione del vento e della presenza di eventuali ostacoli che possono creare turbolenze. La figura 8-15 riporta alcuni esempi.

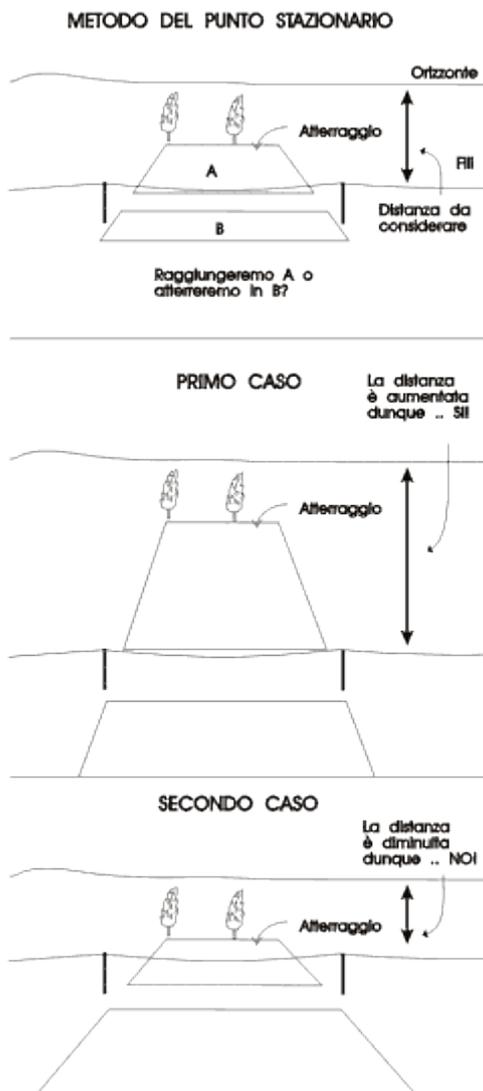


**Figura 8-15.** *Influenza della direzione del vento sulle dimensioni realmente sfruttabili di un campi di atterraggio.*

Nel primo caso il campo risulta "accorciato" dalla turbolenza creata dagli alberi; nel secondo la zona subito sottostante gli alberi stessi non può essere raggiunta da un apparecchio più alto delle cime degli alberi stessi (sottoefficienza); nel terzo caso la direzione del vento determina una linea di atterraggio trasversale rispetto alla dimensione massima del capo, dando luogo ad un altro tipo di riduzione.

## **METODO DEL PUNTO STAZIONARIO**

A volte accade di poter scegliere tra un terreno migliore, ma più lontano, ed uno peggiore ma sicuramente raggiungibile. In altri casi ci si chiede se la nostra traiettoria è compatibile con il superamento di un certo ostacolo (una cresta montana, una fila di alberi, ecc.) Per capire, durante l'avvicinamento, quante possibilità abbiamo di raggiungere un certo terreno o di superare un certo ostacolo può essere utile il metodo detto "del punto stazionario".



**Figura 8-16.** Metodo del punto stazionario: la distanza da considerare è quella apparente tra orizzonte ed ostacolo da superare od inizio del campo di atterraggio.

Per un fenomeno geometrico, connesso con la sfericità della terra, l'orizzonte ci appare, durante il volo, ad un angolo visivo costante (lo sguardo è praticamente parallelo alla superficie terrestre); grazie a ciò, valutando il cambiamento di distanza apparente tra l'orizzonte e l'**inizio del terreno** scelto per l'atterraggio (o l'ostacolo da superare), dopo qualche secondo di volo (eseguito mantenendo una velocità costante, idealmente quella di massima efficienza), possiamo avere preziose indicazioni (Fig. 8-16).

- Se la distanza apparente tra orizzonte ed inizio del terreno aumenta significa che, mantenendosi inalterate le condizioni di volo attuali, riusciremo tranquillamente a raggiungerlo (o a superarlo se si tratta di un ostacolo).
- Se, al contrario, la distanza apparente tende a diminuire, questo significa che la nostra traiettoria di volo interseca il terreno in un punto a noi più vicino rispetto a quello prescelto e che non non raggiungeremo quest'ultimo (o non supereremo l'ostacolo).
- Se, infine, la distanza apparente rimane costante (stazionaria appunto) significa che l'inizio del terreno giace esattamente sulla nostra traiettoria, rappresentando, almeno per il momento il nostro punto di impatto con il terreno (fatto salvo, ovviamente, l'eventuale effetto suolo).

La spiegazione trigonometrica del fenomeno (che riportiamo per i più curiosi) è esposta in figura 8-17 dove si vede un'ala che sta scendendo lungo la traiettoria (b) che la porterà a contatto con il terreno in centro campo.

In un primo tempo si possono individuare tre angoli visivi, in partenza dal pilota e rispetto all'orizzonte:

**l'angolo (a)** tra l'orizzonte e la pianta a fondo campo;

**l'angolo (b)** tra l'orizzonte ed il punto di impatto con il terreno;

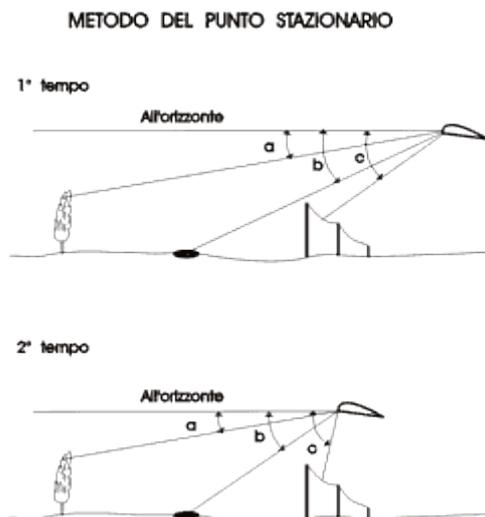
**l'angolo (c)** tra l'orizzonte ed i cavi elettrici.

Dopo qualche istante di volo lungo la traiettoria b si potrà rilevare che:

**l'angolo (a) è diminuito**, e così pure la distanza apparente tra l'albero e l'orizzonte (non si arriva all'albero);

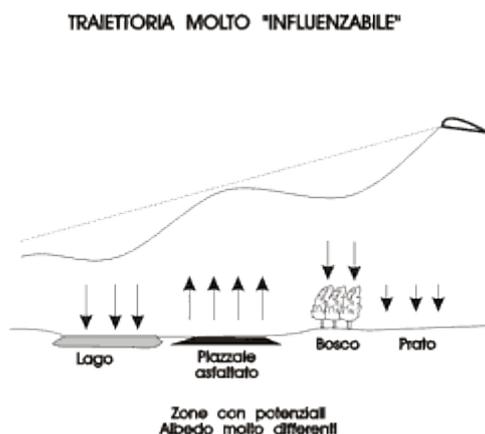
**l'angolo (b) è invariato** (il punto b infatti giace sulla traiettoria ed è il punto stazionario per definizione), ugualmente invariata è la distanza apparente tra il punto b e l'orizzonte;

**l'angolo (c) è notevolmente aumentato**, e così pure la distanza apparente tra cavi ed orizzonte (si superano i cavi).



*Figura 8-17 Trigonometria del punto stazionario (spiegazioni nel testo).*

Bisogna però tenere ben presente che, data la bassa velocità ed il basso carico delle nostre ali, le traiettorie in generale (e quindi anche quelle di avvicinamento) non sono mai rettilinee ma subiscono piuttosto numerose influenze dovute ai movimenti convettivi dell'aria (ad esempio sorvolando terreni con caratteristiche differenti di irradiazione) (Fig. 8-18).



*Figura 8-18. Sorvolando terreni con caratteristiche termiche differenti la traiettoria di discesa può venire notevolmente influenzata.*

Il metodo del punto stazionario richiederà dunque diverse osservazioni delle quali si farà poi una media approssimata.

**Morale: se non siamo più che sicuri di raggiungere un dato atterraggio iniziamo immediatamente a considerare eventuali valide alternative.**

## **UN ULTIMO CONSIGLIO**

Un ultimo consiglio a chi desidera progredire nell'arte del veleggiamento: confrontate le vostre esperienze con quelli degli altri piloti; individuate i "migliori" (non i più spericolati, ma quelli che restano appesi a "bave di vento", che nelle giornate "buone" macinano chilometri ed in quelle "dubbe" lasciano a casa la vela) ed osservateli attentamente cercando di "rubare" quei segreti che, una volta trascritti, perdono molto del loro significato.

Vorremmo chiudere esortando nuovamente alla prudenza con un "proverbio" che ha raggiunto una certa popolarità per la profonda saggezza che esprime:

**"Molto meglio essere a casa con il desiderio di volare che trovarsi in volo con il desiderio essere a casa"**

**(Anonimo, seconda metà del '900).**

# Capitolo 9 - CENNI DI FISIOLOGIA ED ELEMENTI DI PRONTO SOCCORSO

## CENNI DI FISIOLOGIA

La fisiologia, che studia il comportamento 'normale' degli esseri viventi ed il funzionamento dei diversi organi, è in grado di spiegarci quali sono i principali limiti fisici di cui è necessario tenere conto in vista delle condizioni che possono presentarsi in volo. Conoscendola diventerà più chiaro perchè, ad esempio, il pilota di Volo Libero deve limitarsi al volo "a vista" evitando quello "cieco", indipendentemente (ma in accordo) con le disposizioni di Legge.

## RESPIRAZIONE

Come tutti sanno, l'organismo umano consuma (tra l'altro) **ossigeno** (O<sub>2</sub>) e produce **anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>). Gli organi deputati all'assunzione del primo ed alla eliminazione della seconda sono i polmoni, o meglio gli alveoli polmonari.

Perchè questo scambio possa avvenire è necessario che l'aria inspirata contenga una sufficiente concentrazione (pressione parziale) di ossigeno ed una bassa di anidride carbonica.

Mentre sono poche le condizioni connesse al volo in cui vi è troppa anidride carbonica nell'ambiente, **la concentrazione di O<sub>2</sub> cala con l'altezza** e potremo quindi prevedere difficoltà alle alte quote (ecco che, quasi inaspettatamente, spunta fuori un altro gradiente: quello dell'ossigeno!).

Si stima che, per volare in sicurezza, non si debbano superare i 3800 mt di quota senza bombole. Tuttavia in persone non abituate o con limitazioni anche lievi della funzionalità respiratoria (quale si osserva ad es. nei forti fumatori) i primi sintomi di carenza di ossigeno (ipossia) sono avvertibili anche a quote minori.

## IPOSSIA

L'organo più sensibile alla carenza di ossigeno è il cervello e dunque i primi sintomi dell'ipossia sono tipicamente psichici:

- stato di euforia e lieve disorientamento;
- diminuzione della capacità di correggere gli errori;
- vertigini, capogiri, cefalea;
- formicolii. visione sfuocata;
- unghie e labbra violastre.

Prolungandosi o peggiorando la condizione di ipossia si può giungere fino alla perdita di coscienza (svenimento) con spasmi muscolari e... morte (l'ossigeno non è un optional).

Come si vede gran parte del pericolo deriva dal fatto che i primi sintomi riducono proprio la capacità di giudizio e di valutazione.

D'altro canto si possono avere problemi simili anche in caso di IPERVENTILAZIONE (respirazione accelerata come si realizza in condizioni di forte ansia o stress): in questo caso infatti l'anidride carbonica viene allontanata dall'organismo in maniera troppo brusca e completa, e (dal momento che la CO<sub>2</sub> è un acido) l'intero organismo si trova squilibrato in senso basico (alcalosi

respiratoria). Correggere questa situazione è relativamente semplice: si tenta di normalizzare la respirazione sforzandosi di compiere inspirazioni profonde e lente, trattenendo il fiato per un attimo ed espirando in modo ugualmente prolungato e regolare.

## **EMBOLIA**

L'aria che ci circonda tuttavia non è composta solo di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, ma contiene anche altri gas, più o meno inerti, che si disciolgono passivamente nel sangue: il principale è l'azoto.

La capacità del sangue di contenere azoto varia con la pressione: questo vuol dire che, se alla pressione atmosferica standard è possibile discioglierne una certa quantità, sottoponendo l'intero organismo ad una pressione superiore (escursioni subacquee) il sangue riesce ad accettarne di più; per contro, sottoponendo l'organismo ad una pressione inferiore (alta quota), questo ne accetta di meno.

Come avrete già compreso il problema dunque si pone di fronte a bruschi cambiamenti pressori in diminuzione, quando cioè il sangue riduce rapidamente la sua capacità di mantenere disciolto l'azoto.

Consideriamo il caso di un Sub: ad una profondità di 20 mt il suo sangue riesce a contenere una quantità di azoto notevolmente superiore (e poichè nelle bombole c'è azoto questo entra nel sangue); se la risalita è troppo rapida l'organismo non ha il tempo di eliminare l'azoto in eccesso con la respirazione e, al tempo stesso, il sangue non è più in grado di tenerlo disciolto. Il risultato è che si formano in circolo bolle di azoto gassoso (embolia) che raggiungono il cuore e ne bloccano la funzione di pompa (morte per embolia).

Nel volo libero le differenze pressorie sono molto più lievi (per avere qualche problema sarebbe necessaria una rapidissima ascesa a circa 7000 mt di quota...) ma la questione può divenire reale per chi pratica entrambi gli sport (sub e delta): si dovranno lasciare trascorrere almeno 24 ore tra l'ultima immersione ed il volo in (alta) quota.

## **ORIENTAMENTO E CENESTESI**

Con questi termini si indicano le capacità di percepire la posizione e lo stato del proprio corpo rispetto al mondo circostante (orientamento) e di percepire correttamente i movimenti del proprio corpo (cenestesi).

Ogni organismo sano è in grado (ed ha la necessità) di percepirsi nell'ambito dello spazio che lo circonda in entrambe i sensi.

Per fare ciò non usa soltanto la vista, ma anche una serie di organelli in grado di dire, persino ad occhi chiusi, se ci troviamo orizzontali o verticali, in moto stazionario (e quindi anche fermi) oppure in accelerazione.

Tali organelli (sacculo, utricolo, canali semicircolari), siti in profondità nell'orecchio, contengono fluidi o cristalli che vengono spostati dai movimenti e vanno ad urtare particolari strutture segnalando immediatamente il movimento stesso.

Per questo motivo risultano particolarmente efficienti nel segnalare movimenti bruschi, e molto meno nel rilevare spostamenti continui e gradualmente.

In ascensore, ad esempio, il nostro corpo percepirà molto bene la partenza o l'arresto, ma durante il tragitto non sarà in grado di dirci se stiamo salendo oppure scendendo.

Un secondo aspetto che limita le possibilità di queste strutture è la loro capacità di abituarsi alle sollecitazioni: sarà capitato a tutti, da bambini, di girare a lungo con gli occhi chiusi per poi riaprirli

e scoprire di non riuscire più a stare in piedi: durante la rotazione gli organelli si sono 'abituati' ad essa e reagiscono alla interruzione inviando segnali sbagliati (l'intero mondo sembra in rotazione). Anche i recettori muscolo-tendinei (disseminati in tutto il corpo) giocano un ruolo nella cenestesi: sono infatti loro che ci informano sulla posizione dei nostri arti relativamente al tronco; se, ad occhi chiusi, siamo sdraiati in posizione prona non abbiamo la stessa sensazione che avremmo tendendo il capo ripiegato in avanti di 90°; anche se a livello degli organuli siti nell'orecchio le due situazioni sono identiche, i recettori muscolo tendinei avvisano il nostro cervello della direzione della forza di gravità e gli dicono che il collo è ripiegato in avanti.

## **IMPLICAZIONI PER IL VOLO LIBERO**

Abbiamo parlato di orientamento e cenestesi perchè esistono due importanti implicazioni connesse al Volo Libero:

1. **Impossibilità al volo cieco (in nube od al buio).** Infatti l'unico senso su cui possiamo contare con certezza durante il volo è la vista. In nube è addirittura impossibile distinguere se stiamo volando secondo una traiettoria rettilinea o circolare (anche molto stretta): in volo circolare infatti la forza centrifuga inganna i nostri organelli, non è più così chiaro dove sono il 'sotto' ed il 'sopra', rendendo impossibile ogni manovra finalizzata ad uscire dalla virata.
2. **Cenestesopatie (mal di mare):** il nostro corpo non accetta dati incoerenti tra i suoi stessi organi e se capita che gli organelli segnalino una cosa, mentre la vista (ad es.) ne segnala un'altra, la sensazione che ne nasce è di disorientamento, e si può tradurre in capogiri o malessere. Ancora una volta la principale responsabile è la forza centrifuga che ci fa percepire il peso come diretto in altre direzioni rispetto al suolo creando una incongruenza con la percezione visiva che ci dice che il suolo non è dove potremmo credere.

L'esperienza tuttavia ci insegna che la sensibilità a questi disturbi varia molto da individuo ad individuo e, nella stessa persona, varia da giornata a giornata: tra i fattori che aggravano la situazione giocano sicuramente un ruolo lo stato di ansia e di scarsa familiarità che ci colgono quando finalmente riusciamo a 'star su' le prime volte; d'altro canto sono importantissime, come vedremo più oltre, le condizioni fisiche nelle quali si vola (cibi pesanti, alcoolici, malesseri preesistenti) per cui non ci si raccomanderà mai abbastanza di **VOLARE SOLAMENTE QUANDO SI È IN PERFETTA FORMA.**

## **AFFATICAMENTO**

Escludendo evidentemente gli stati di malattia, la nostra efficienza fisica può venire ridotta, anche sensibilmente, dalla **fatica**. È possibile distinguere tra **fatica cronica e fatica acuta**.

La prima è definibile come uno stato che copre l'arco di più giornate e derivante da stress, da lavori estremamente faticosi non compensati da sufficiente riposo, da recenti episodi influenzali ecc..

La fatica acuta invece è dovuta ad affaticamento muscolare (consumo delle riserve energetiche e accumulo di acido lattico) intenso e recente.

Un tipo particolare di fatica acuta, in cui prevalgono le componenti psicologiche è la cosiddetta fatica operativa: è il risultato di uno stato di tensione prolungato (paura, forti emozioni, esagerata competitività, ipossia da ansia) che comporta gli stessi problemi qualitativi.

Il motivo per cui la fatica è pericolosa deriva dal fatto che l'organismo affaticato perde tempismo e coordinazione, entrambi molto importanti nel Volo Libero. Avremo la sensazione di compiere i movimenti in modo corretto mentre invece esisterà uno sfasamento tra le varie operazioni con risultati che possono essere disastrosi. Inoltre la fatica comporta una rottura del campo visivo per cui il pilota dedicherà maggiore attenzione al centro del campo a discapito della periferia: specie

quando si vola con altri è invece importante poter contare su una sensazione visiva 'a tutto tondo', per prevenire eventuali avvicinamenti involontari e relative condizioni di pericolo.

## **ALTRE DUE CONDIZIONI**

### ***IL FREDDO***

La temperatura diminuisce con la quota, ciò significa che nelle giornate di primavera a 2500-3000 mt non è raro trovare temperature vicine o sotto allo zero (quota dello zero termico).

Inoltre, benché muscolarmente attivi, si è completamente esposti al vento; mentre non si sono mai avuti problemi dovuti ad un'eccessiva copertura (un po' di sudore) il contrario ha già causato a più di un pilota principi di congelamento o malattie da raffreddamento. Dunque **copritevi bene** prima di un volo che lascia intravedere speranze di guadagno di quota.

### ***LA DISIDRATAZIONE***

Attività fisica, sudorazione ed esposizione al vento contribuiscono ad impoverire l'organismo (specie se poco abituato) di acqua, conducendo a forme più o meno gravi di disidratazione. Alcuni piloti si portano in volo una borraccia da ciclisti (che dovrebbe essere attentamente assicurata con un cordino di sicurezza) ma, a meno di voli record, non è certo indispensabile giungere a ciò. Sarà sufficiente bere adeguatamente prima del volo e ricordare che la disidratazione può condurre ad affaticamento, aumentare o scatenare la nausea, indurre formicolii o parestesie agli arti.

### ***PREPARAZIONE ATLETICA***

Se le prime planate mettono a dura prova soprattutto le capacità psicologiche del neopilota, con il progredire delle capacità e la realizzazione dei primi voli 'lunghi' ci si accorgerà che il Volo Libero è uno sport più faticoso di quanto si possa supporre anche per lo sforzo muscolare implicato (specie per il pilotaggio del deltaplano).

Similmente a quanto fanno gli sciatori con la presciistica, vale la pena di tenersi in allenamento anche nei periodi 'morti' per il volo con esercizi che privilegino la resistenza piuttosto che la potenza (sforzi aerobici più che anaerobici): ottimo il fondo per 'fare fiato', o meglio ancora il nuoto, che ha il vantaggio di sfruttare gli stessi gruppi muscolari del volo libero.

Se ci si limita alla corsa si dovrà effettuare qualche esercizio specifico per le braccia e per le spalle (con particolare attenzione all'allenamento dei muscoli dorsali interscapolari): le classiche 'flessioni' a terra con il busto teso ed i piedi su uno scalino, ed il sollevamento di pesi con gli avambracci dovrebbero rimanere il cardine dell'allenamento.

### ***ALCUNI CONSIGLI RIASSUNTIVI***

- Seguire una dieta sana ed equilibrata, come per tutte le attività sportive di un certo impegno (esiste addirittura una dieta per i giocatori di bocce!). Evitare pasti abbondanti o cibi pesanti, bevande troppo fredde o gasate, ma fare invece una buona colazione mattutina (ottima la frutta per il tipo di zucchero che fornisce). Tenere a disposizione qualche tavoletta di zuccheri e sali minerali, o di cioccolato, in caso di voli molto prolungati.
- Ingerire una giusta quantità di liquidi (qualche bicchiere di acqua nel corso della mattina, prima del volo).
- Evitare gli alcoolici nella giornata di volo (pericolosissima è infatti la falsa sensazione di sicurezza che si accompagna a libagioni anche modeste, specie se mattutine), ed evitare allo

stesso modo droghe di qualsiasi tipo, che riducono la prontezza della reazioni psicomotorie.

- Limitare il fumo.
- Non volare se si sono assunti farmaci delle seguenti categorie nelle ultime 24 ore: antistaminici (anti-mal d'aria), tranquillanti od ansiolitici, stimolanti (anfetamine o simili), barbiturici, analgesici od antifebbrili.
- Se per condizioni diverse - ad es. faticoso raggiungimento del punto di decollo, oppure prolungata attesa (ad esempio con il delta sollevato sulle braccia) del momento buono per il lancio - ci troviamo affaticati o troppo ansiosi sospendiamo il decollo stesso e riposiamo almeno per un quarto d'ora (orologio) prima di partire per il volo: saremo più tranquilli ed avremo molte più possibilità di sfruttare al meglio le condizioni della giornata.

## **ELEMENTI DI PRONTO SOCCORSO**

In caso di incidente grave la **prima cosa da fare è chiamare immediatamente un mezzo di pronto soccorso.**

Esistono ormai sul territorio italiano numerosi centri che dispongono di elicottero per i recuperi difficili ed il loro numero di telefono dovrebbe essere esposto nei campi di atterraggio o almeno nelle sedi dei Club o delle Scuole.

Se si va a volare in posti nuovi e non frequentati, è utile informarsi dei recapiti telefonici di zona e portarseli appresso.

In assenza dei recapiti, Polizia e Carabinieri sono in grado di provvedere con discreta sollecitudine (ma è meglio risparmiare ogni secondo chiamando direttamente le strutture di Pronto Soccorso).

Detto questo può essere importante saper distinguere la gravità della situazione, almeno a grandi linee.

## **STATO DI COSCIENZA**

La prima distinzione riguarderà lo stato di coscienza ed è possibile distinguere almeno quattro situazioni:

- a) **Infortunato privo di coscienza che non reagisce a stimoli** verbali o fisici (pizzichi sull'avambraccio, o sulla guancia): non si può far altro che chiamare il P.S., assicurandosi che le vie aeree del malcapitato siano libere, in modo che possa respirare: la lingua rivoltata in gola richiede una manovra di estrazione eseguibile delicatamente con le dita. Si arresteranno inoltre eventuali perdite di sangue dagli arti con legature (uscite a fiotto) o con tamponi di tessuto (ferite sanguinanti). Ricordiamo che la legatura di un arto deve essere rilasciata, per qualche attimo, ogni 10 minuti circa.
- b) **Infortunato privo di coscienza ma che reagisce** con movimenti o farfuglii agli stimoli: anche se teoricamente la situazione può essere meno grave è meglio chiamare il P.S. una volta in più del necessario che una volta in meno. Valgono le stesse considerazioni di cui sopra.
- c) **Infortunato privo di coscienza senza che vi siano stati traumi** (es. al decollo prima di partire, in atterraggio dopo alcuni minuti dalla conclusione del volo): è probabile uno svenimento (detto anche lipotimia) causato dallo stress; se questo è il caso si deve spostare delicatamente il paziente all'ombra lasciandolo giacere su un fianco, dopo aver rimosso eventuali impedimenti alla circolazione (cinture, girocollo ecc.); eventualmente può essere utile sollevare un arto ed un braccio per favorire il ritorno di sangue a livello del cuore. Se non si hanno segni di ripresa in 2-5 minuti chiamare il P.S.
- d) **Infortunato cosciente**: se il trauma è stato forte, tranquillizzare il paziente impedendogli però di rialzarsi immediatamente; indagare su eventuali sedi di dolore anche verificando gli arti richiedendo lievi movimenti della punta delle dita di mani e piedi (da arrestare al minimo dolore). In presenza di possibili traumatismi interni (pallore, fiato corto, sguardo vitreo) chiamare immediatamente il P.S. senza muovere il malcapitato.

## **SITUAZIONI SPECIFICHE**

Se il paziente è cosciente **ed il problema è facilmente identificabile** con una delle cause riportate sotto, agire di conseguenza.

## ***DISTORSIONE***

È un brusco movimento che supera i limiti consentiti da una articolazione. Tuttavia i capi articolari si riportano da soli nella posizione originaria. È necessario **RAFFREDDARE** ed **IMMOBILIZZARE** la parte, in questo ordine. Si userà acqua (se non c'è acqua corrente si fascierà lievemente la parte con tela bagnata e si ventilerà per far evaporare l'acqua). La immobilizzazione va fatta senza stringere troppo ma in modo che l'articolazione non possa muoversi.

## ***LUSSAZIONE***

In caso di lussazione (detta anche slogatura) i capi ossei non ritornano da soli alla loro corretta posizione ed è necessario ridurli. La manovra (che richiede una notevole energia ed almeno due persone) deve essere eseguita da personale specializzato per evitare ulteriori danneggiamenti dei legamenti. La lussazione è facilmente riconoscibile perchè l'articolazione ha perso la sua forma normale e causa un dolore lancinante (nel caso della spalla, ad es. il braccio risulta abbassato e vi è un infossamento a livello della articolazione).

## ***FRATTURE***

Si possono avere fratture aperte (con ferita) o fratture chiuse (senza una ferita superficiale). In ogni caso **evitare di muovere le parti**. Se è presente una ferita, detergerla e tamponarla o legare l'arto se il sangue esce a getto (ricordando di rilasciare la legatura per qualche attimo ogni 10 minuti circa). Nel caso sia **indispensabile** trasportare il malcapitato per brevi tratti sarà utile **immobilizzare** l'arto, legandovi ai lati due legni a mo' di 'doccia': questo ha lo scopo di impedire allontanamenti o strappi del moncone fratturato; quindi i legni vanno legati sia intorno alla parte ancora sana che intorno alla parte fratturata, in modo che possano sostenerne il peso.

## ***FERITE***

**Ferite agli arti:** detergere e tamponare l'eventuale emorragia, condurre poi il paziente al P.S. per una completa medicazione e gli eventuali punti di sutura.

**Ferite profonde al tronco:** NON MUOVERE l'infortunato ma tamponare la ferita e chiamare immediatamente il P.S. (il paziente rischia una grave emorragia interna).

**Ferite profonde al capo:** se il soggetto perde sangue da orecchi, occhi o da fratture craniche, la situazione è **GRAVISSIMA** ! Oltre ad un intervento immediato del PS, in questo caso non ci preoccuperemo della perdita di sangue ma piuttosto di evitare che questo si riversi all'interno della scatola cranica. Quindi, in caso ad es. di perdita di sangue da un orecchio, faremo distendere il paziente **con la parte lesa in basso e non in alto!**

**Ferita all'interno della bocca:** far sciacquare delicatamente con acqua e tamponare le ferite con cotone, garze, o tessuto bagnato e pulito (i rischi di infezione, tuttavia, sono relativamente bassi, grazie alla proprietà disinfettante della saliva stessa).

**Sangue dal naso:** vi è, ovviamente, una certa differenza di gravità a seconda che si tratti di una emorragia spontanea o conseguente ad un trauma: in ogni caso far reclinare il capo all'indietro invitando il soggetto a deglutire eventuali eccessi di sangue che si riversassero in gola. Come per gli altri traumatismi è utile appoggiare sul naso e sulla fronte un fazzoletto bagnato o del ghiaccio.

**Colpo di calore:** si manifesta con un aumento della sudorazione e maggior frequenza respiratoria (sintomi compensatori), pallore o anche congestione al volto, eccitazione nervosa con movimenti incoerenti, forte cefalea, accelerazione del battito cardiaco e respiro superficiale. A volte è sufficiente far stendere il soggetto in un luogo più fresco (evitando i bruschi sbalzi di temperatura),

fornirgli acqua (non gelata) con zucchero o bicarbonato di sodio (per l'equilibrio idrico-salino).

Un caso particolare è il **colpo di sole**, dove ai danni della temperatura si sommano quelli dei raggi U.V.: il quadro è simile al precedente, ma aggravato da allucinazioni (miraggi), fotofobia (intolleranza alla luce) fino alla cecità. In questi casi l'intervento sarà più energico: spogliare il paziente e spugnare **il capo** (non tutto il corpo) con acqua fredda o meglio appoggiarvi borse di ghiaccio. In caso di forte fotofobia bendare il paziente con tele bagnate e rivolgersi urgentemente al PS.

## **CONGELAMENTO**

È necessario distinguere tra assideramento (congelamento generalizzato) e congelamento localizzato a qualche estremità (in genere mani, piedi, orecchie), che è il congelamento vero e proprio.

**Assideramento:** il primo sintomo è il torpore, che interviene quando i normali meccanismi che tentano di mantenere normale la temperatura corporea cessano di funzionare (quando, cioè, si riducono i brividi ed i tremori convulsi); il soggetto non controlla più il proprio corpo e le sensazioni angosciose spariscono. Anzi in questi attimi sopravvivono allucinazioni piacevoli e sonno, un irresistibile bisogno di sonno (dal quale non ci si risveglia più).

Il soggetto non deve essere immediatamente trasportato in ambiente troppo caldo, per evitare squilibri circolatori. Eventualmente si toglieranno le vesti (se bagnate) e si frizionerà il corpo con spugne asciutte ed energicamente. Appena possibile il soggetto verrà fatto camminare e gli si somministreranno bevande calde: ottimi il caffè ed il the molto zuccherati.

Non somministrare alcoolici che, pur fornendo sostanze energetiche, vengono bruciati molto rapidamente e deprimono i centri nervosi.

**Congelamento vero e proprio:** è possibile distinguere tre stadi.

**I Stadio:** la zona è pallida e fredda, si avvertono formicolii e punture; la pelle diviene bluastra per la stasi venosa.

**II Stadio:** si formano piccole vescicole piene di siero (flittene) di color rosso lacca; se il freddo persiste questo stadio dura poco tempo, evolvendo rapidamente nel terzo.

**III Stadio:** la circolazione del sangue si arresta del tutto ed i tessuti muoiono (necrosi); a questo può seguire la gangrena che impone il taglio delle parti infette.

Nel I stadio sarà sufficiente frizionare le parti colpite fino a riattivare la circolazione; nel II si dovranno immergere le parti colpite in acqua tiepida (36-37° C) facendo attenzione a non ledere le bolle; il III stadio richiede un intervento specialistico.

## **MORSO DI VIPERA**

Mentre si attende l'arrivo del P.S. che sarà stato avvertito di portare il siero apposito, si procede come segue:

1. si applica una legatura stretta a monte del morso, per impedire un rapido ingresso del veleno in circolo;
2. si incide, con una lama, un taglio che unisca i due fori dei denti e che sia lungo 5-7 mm e profondo 5 mm; si esegue un secondo taglio perpendicolare al precedente lungo 3-5 mm e profondo 5 mm. Si preme poi con forza per favorire la fuoriuscita di sangue (evitare di succhiare e sputare, come suggerito da vecchi prontuari, poichè la presenza di piccole ferite a livello della bocca ha già causato avvelenamenti secondari in salvatori che avevano usato

questo sistema).

Queste manovre si compiranno se l'attesa stimata per la somministrazione del siero supera i 30-35 min.

## **USTIONI**

Il trattamento delle ustioni, specie se estese, è assolutamente specialistico, infatti la cute lesa non ha più poteri di difesa e diviene facilmente attaccabile dai batteri. Per tali motivi il nostro unico intervento si limiterà ad una accurata e delicata pulizia della ferita.

## **ELETTRICITÀ**

Le lesioni da corrente elettrica sono sostanzialmente delle ustioni e come tali saranno trattate; tuttavia vale la pena di fare alcune considerazioni particolari valide soprattutto per i deltaplanisti che collidono con cavi di alta tensione. I cavi stessi vengono messi in corto circuito dalla strutture metalliche del delta e, normalmente, la corrente salta. L'Enel, tuttavia, in mancanza di avvisi tempestivi, ridà corrente nel giro di 3-5 minuti e solo se questa salta nuovamente dispone una uscita di verifica. Quindi è imperativo non avvicinarsi ai cavi neppure se in quel momento non c'è corrente. Se si tratta di cavi ad alta tensione non c'è modo di rimuovere il malcapitato senza esporsi ad una scarica (l'alta tensione infatti è in grado di polverizzare un eventuale legno utilizzato allo scopo) fino all'intervento dei pompieri (subito avvisati); se invece si tratta di tensione normale (220-380 volt), è possibile usare legni sufficientemente lunghi (almeno 1 metro, meglio di più) per tentare di staccare il soggetto. **In nessun caso si toccherà l'infortunato** nè si utilizzeranno corpi metallici (per quanto rivestiti), poichè l'unico risultato che si otterrebbe sarebbe quello di avere due infortunati, anzichè uno.

## **TRASPORTO DI UN FERITO (TRASPORTABILE!)**

Se si dovesse presentare la necessità di trasportare un ferito che riesce a camminare a stento, il modo migliore consiste nel mettersi al suo fianco, dalla parte della ferita, e cingergli la vita facendo passare il suo braccio sopra alle proprie spalle. Se fosse necessario trasportare un ferito che non può camminare è possibile allestire una semplice e robusta barella con due giacche a vento e due bastoni: infilare i bastoni nelle maniche delle giacche e legare insieme i cordoni antivento inferiori. In alternativa è possibile formare un seggiolino con della tela annodata ad anello e adagiarvi sopra il soggetto.

## **UN ULTIMO SUGGERIMENTO**

Se vi capita di assistere ed aiutare un infortunato fino a che questo viene trasportato via in ambulanza, c'è ancora qualcosa che potete (e dovete) fare per lui: raccogliete i suoi effetti personali ed oggetti lasciando i più ingombranti in un luogo sicuro ed assicuratevi che siano stati avvertiti i parenti.

Come potete intuire da quanto letto sarebbe estremamente utile possedere qualche nozione (ben superiore a quelle riportate nel presente capitolo) di Pronto Soccorso: non è dunque tempo sprecato quello trascorso seguendo uno dei tanti corsi che Provincia, Regione ed USSL fanno praticamente sempre e gratuitamente. Fino a quel momento ricordate che le massime probabilità di fare del bene le avrete chiamando immediatamente il PS ed astenendovi (ed invitando gli astanti ad astenersi) da manovre immediate ed incongrue.

## **CORREZIONI E SUGGERIMENTI**

Se state guardando questa pagina è probabile che abbiate trovato qualche errore sfuggito alle numerose riletture o qualche "vecchiume" che non abbiamo ripulito.

Siamo comunque molto interessati anche a suggerimenti o ulteriori informazioni che possano rendere questo manuale sempre disponibile a tutti.

**Scrivetemi** senza timore: [a.derosa@airon.it](mailto:a.derosa@airon.it)