

1960

Ses. 635

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica," vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contradditorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisso non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

DA PAG. 1 a PAG. 49 SONO RACCOLTE MEMORIE ATTINENTI ALLE **CORRENTI ONDULATORIE** PRESENTATE NEL «CONGRESSO SCIENTIFICO INTERNAZ. SULLE CORRENTI A GETTO E ONDULATORIE» (Torino 1959)

Altri argomenti delle correnti ondulatorie e a getto sono stati pubblicati nei numeri di ottobre e novembre 1959.

Ondes de relief dans un vent variable

Onde prodotte dal rilievo in un vento variabile col tempo

PAUL QUENEY, dell'Università di Parigi, richiama innanzitutto alcuni risultati generali pubblicati in precedenza e riguardanti la dispersione delle perturbazioni libere e lo stabilirsi di perturbazioni forzate in una corrente invariabile per due casi semplici nei quali la stabilità è infinitamente concentrata ad un solo livello (sistema barotropo delle due correnti di Couette, oppure corrente uniforme costituita da due liquidi sovrapposti di densità differenti). Ne deduce l'evoluzione delle perturbazioni quando la corrente varii in modo discontinuo, e quindi fornisce la soluzione formale del problema in uno di questi stessi casi semplici, ma con una velocità che evolve in un modo qualsiasi in funzione del tempo. Infine dà la soluzione effettiva nel caso particolare in cui la velocità cresca proporzionalmente al tempo, a partire da un valore nullo.

RÉSUMÉ. Dans une première partie on rappelle d'abord des résultats généraux antérieurement publiés concernant la dispersion des perturbations libres et l'établissement de perturbation forcées dans un courant invariable, pour deux cas simples où la stabilité est infiniment concentrée à un seul niveau (système baro-

trop de deux courants de Couette, ou courant uniforme formé de deux liquides superposés de densités différentes). On en déduit l'évolution des perturbations lorsque le courant varie de façon discontinue, puis on donne la solution formelle du problème dans l'un de ces mêmes cas simples mais avec une vitesse évoluant de façon quelconque en fonction du temps. Enfin on donne la solution effective dans le cas particulier où sa vitesse croît proportionnellement au temps à partir d'une valeur nulle.

SUMMARY. In a first part some previously published results are recalled, concerning the dispersion of free perturbations and the establishment of forced ones in a steady flow, for two simple cases where the stability of this flow is infinitely concentrated at one level (two barotropic Couette flows, or uniform flow consisting of two constant density liquids). The evolution of the perturbations for a flow with a discontinuous time-variation is deduced from these results, and a formal solution of the problem is also given for one of the same simple models but with an arbitrary time-variation of the velocity. Finally the solution itself is given in the particular case where the velocity increases proportionally to time from zero.

Introduction.

Les premiers auteurs de théories d'ondes de relief ont tout naturellement choisi des modèles hydrodynamiques très simples, comportant en particulier un vent invariable et une perturbation superposée elle aussi indépendante du temps. C'est ce qu'avait déjà fait RAYLEIGH (1883) dans sa théorie classique des ondes d'obstacle d'une rivière, et c'est aussi la même méthode utilisée par cet auteur qui fut généralement adoptée pour obtenir une solution unique du problème: l'introduction d'une faible viscosité que l'on fait finalement tendre vers zéro. La perturbation stationnaire ainsi obtenue est ce qu'on peut alors appeler la « perturbation forcée » due à l'obstacle ou à la montagne.

Cependant l'introduction de la viscosité complique beaucoup le problème du point de vue mathé-

matique, et surtout la méthode de Rayleigh a le grave défaut de ne pas mettre du tout en évidence la raison physique pour laquelle les ondes se forment uniquement sous le vent de l'obstacle.

D'ailleurs l'hypothèse d'un vent invariable n'est pas satisfaisante non plus: en réalité le vent varie toujours plus ou moins rapidement près du sol, et lorsqu'il varie peu pendant un certain temps cette période est toujours précédée d'une phase d'établissement pendant laquelle des ondes de relief peuvent déjà se former et évoluer.

Donc une théorie d'ondes de relief doit non seulement expliquer la structure de ces ondes mais en outre leur mode d'établissement par vent constant, et il est également important d'étudier ce qui se passe lorsque plus généralement le vent évolue d'une façon quelconque.

La première étude théorique concernant l'établissement d'ondes d'obstacle est due à HOILAND (1951), et parmi celles qui suivent on doit mentionner tout particulièrement celle de WURTELE (1953), qui montra sur des exemples simples comment la perturbation définie par des conditions initiales arbitraires tend nécessairement vers la perturbation forcée. Le même problème fut traité plus complètement par QUENEY (1954), et nous mentionnerons aussi un travail de ZIEREP (1955), où est étudié l'effet d'une accélération temporaire d'un vent initialement invariable sur des ondes de relief établies dans ce vent.

Dans ce qui suit nous résumons d'abord des résultats essentiels relatifs à l'établissement d'une perturbation forcée dans un courant invariable. Nous examinerons ensuite comment on peut en dé-

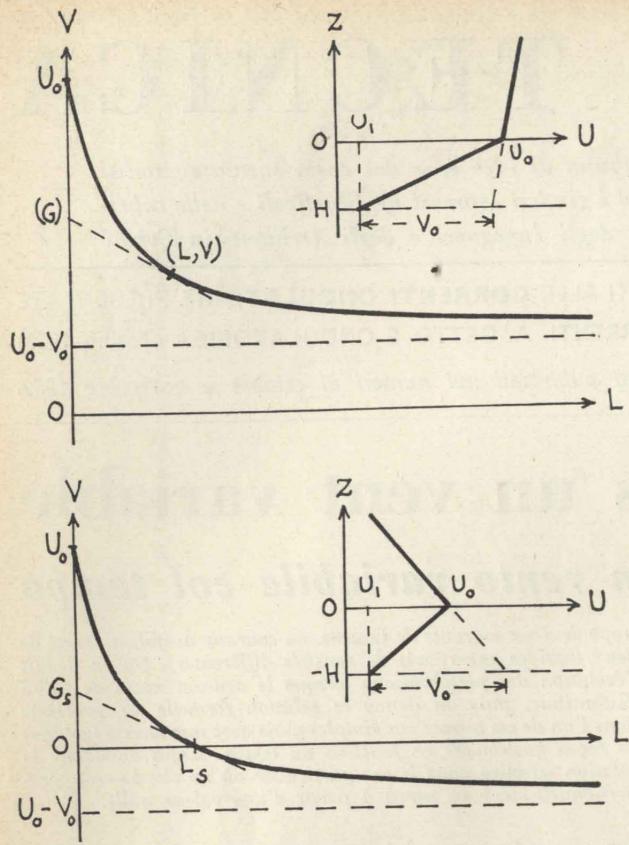


Fig. 1 - Diagrammes de dispersion et profils de vitesse pour le mod. A.

duire ce qui doit se produire dans un courant variable, et enfin nous préciserons en donnant la solution dans des cas particuliers où la vitesse croît proportionnellement au temps à partir d'une valeur nulle.

1. Etablissement de la perturbation forcée dans un courant invivable.

Afin de réduire les mathématiques au strict minimum nous ferons l'hypothèse habituelle d'une perturbation d'amplitude infiniment petite superposée à un courant de base simple parallèle à la direction horizontale Ox , le mouvement étant à deux dimensions seulement dans le plan vertical xOz (Oz vertical ascendant), sans viscosité ni divergence, et nous supposerons en outre la stabilité du système infiniment concentrée au seul niveau $z = 0$, ce qui signifie que nous devons considérer le courant de base comme formé de deux courants superposés S_1 et S_2 séparés par une interface suivant $z = 0$.

Avec WURTELE (1953) nous supposerons aussi le courant supérieur S_2 illimité vers le haut, le courant inférieur S_1 étant par

contre limité au plan horizontal $z = -H$, et nous raisonnons sur les deux modèles suivants:

Modèle A. La densité ϱ a une valeur uniforme ϱ_0 dans tout le système (pas de stabilité hydrostatique), chacun des deux courants est un courant de Couette (la valeur algébrique U de la vitesse est une fonction linéaire de z),

le tourbillon $Q = \frac{dU}{dz}$ est discontinu sur l'interface $z = 0$, mais U est continu. On a donc:

$$[1.1] \quad \begin{cases} \varrho = \varrho_0; \\ U = U_0 + Q_1 z \text{ dans } S_1 \\ U = U_0 + Q_2 z \text{ dans } S_2 \end{cases} \quad U_0, Q_1, Q_2, \varrho_0 = \text{const}$$

et nous poserons

$$[1.2] \quad \begin{cases} \sigma = Q_1 - Q_2; \\ U_1 = U_0 - Q_1 H \text{ (vitesse au sol).} \end{cases}$$

Enfin nous supposerons

$$[1.3] \quad Q_1 > 0; \quad \sigma > 0; \quad U_1 > 0 \quad (\text{donc } U_0 > 0).$$

Dans ce premier modèle on a une stabilité dynamique infiniment concentrée sur l'interface.

Modèle B. Ici nous supposons $U = U_0 = \text{const}$ dans tout le système (pas de stabilité dyna-

mique), et la densité constante dans chaque courant mais discontinue sur l'interface:

$$U = U_0; \\ [1.4] \quad \begin{cases} \varrho = \varrho_1 \text{ dans } S_1 \\ \varrho = \varrho_2 \text{ dans } S_2 \\ U_0, \varrho_1, \varrho_2 = \text{const} \end{cases}$$

et en outre

$$[1.5] \quad \varrho_1 > \varrho_2.$$

Dans ce second modèle on a une stabilité hydrostatique infiniment concentrée sur l'interface.

1.1. Ondes fondamentales. Les perturbations que l'on aurait en l'absence de déformation du sol $Z = -H$ sont les « perturbations libres » du système, et celles qui sont sinusoïdales en x et t (temps) avec une amplitude constante sont ses « ondes fondamentales ».

Si ζ_0 désigne la déformation verticale de l'interface, et $\tilde{\zeta}_0$ sa forme complexe, pour une telle onde on a donc

$$[1.6] \quad \tilde{\zeta}_0 = a_0 e^{ik(x-Vt)} = a_0 e^{i(kx-nt)}$$

où k , V et $n = kV$ sont 3 constantes réelles, la première positive ($k = \text{nombre d'onde}$; $V = \text{vitesse de phase}$; $n = \text{pulsation}$). La longueur d'onde est $L = 2\pi/k$ et la

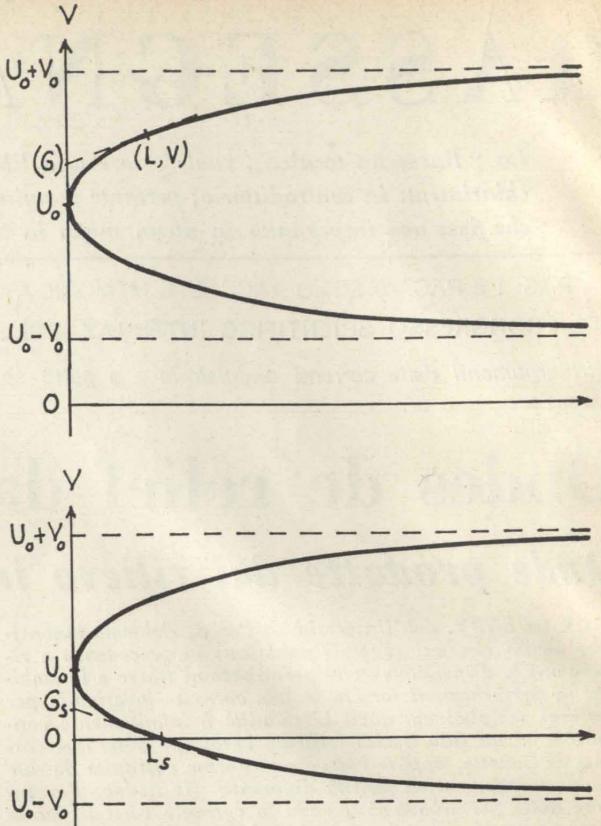


Fig. 2 - Diagrammes de dispersion pour le mod. B.

période en un point fixe est $2\pi/n$. Le coefficient a_0 est une constante infiniment petite, complexe en général.

Avec le modèle A il existe une seule famille d'ondes fondamentales, dont l'équation de dispersion est

$$[1.7] \quad V = U_0 - V_0 \frac{1 - e^{-2kH}}{2kH},$$

avec

$$V_0 = \sigma H.$$

stationnaires de longueur d'onde L_s , la condition étant encore $U_0 < V_0$.

Rappelons aussi les formules donnant la vitesse de groupe G d'une famille d'ondes:

$$[1.9] \quad G = \frac{dn}{dk} =$$

$$= V + k \frac{dV}{dk} = V - L \frac{dV}{dL}.$$

Donc G est l'ordonnée du point

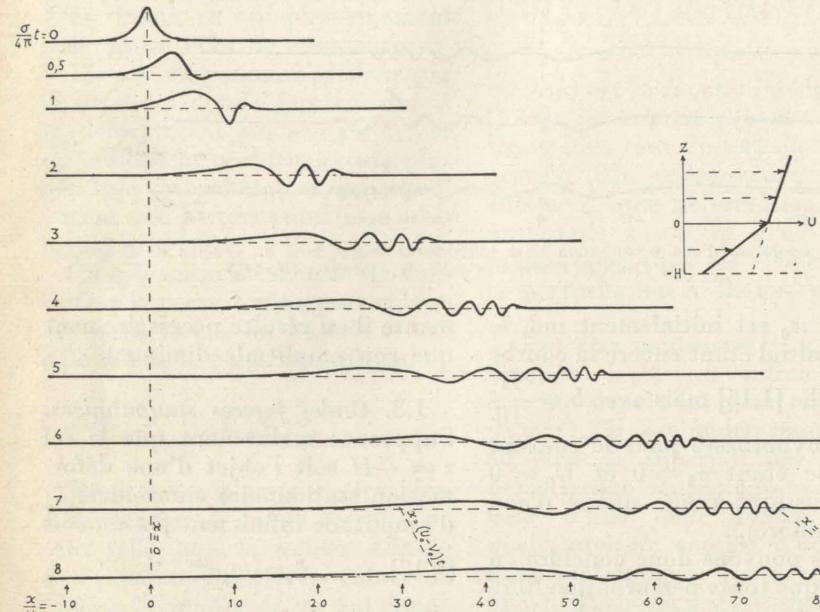


Fig. 3 - Evolution d'une perturbation libre initialement locale dans un système de 2 courants de Couette. Profils successifs de l'interface ($U_0 > V_0$).

Avec le modèle A une telle perturbation est complètement déterminée si on se donne par exemple la déformation initiale de l'interface, et s'il s'agit d'une déformation d'étendue limitée autour de $x = 0$ (déformation « locale ») elle peut s'obtenir par une formule telle que

$$[1.10] \quad (\tilde{\zeta}_0)_{t=0} = a \int_0^\infty f(k) e^{ikx} dk,$$

où $a = \text{constante réelle positive}$, et $f(k) = \text{fonction analytique dans tout l'intervalle d'intégration, complexe en général}$. Dans ce cas le principe de superposition donne immédiatement, pour la valeur de $\tilde{\zeta}_0$ à tout autre instant t ,

$$[1.11] \quad \tilde{\zeta}_0 = a \int_0^\infty f(k) e^{ik(x-Vt)} dk,$$

où V est la fonction de k définie par [1.7]. La valeur asymptotique de l'intégrale pour $ot \gg 1$ est donnée par la formule de la phase stationnaire: ici la phase $\varphi(k) = k(x - Vt) = kx - nt$ a pour dérivée $\varphi'(k) = x - Gt$, donc si on suppose $(U_0 - V_0)t < x < U_0 t$ elle est stationnaire pour la valeur $k = K$ telle que

$$[1.12] \quad G(K) = \frac{x}{t}$$

et la formule de la phase stationnaire donne alors

$$[1.13] \quad \tilde{\zeta}_0 \approx af(K) \left(\frac{2\pi}{tG'(K)} \right)^{\frac{1}{2}} e^{i[kK - Kn(k) - \frac{\pi}{4}]}$$

pourvu que l'on ait à la fois

$$[1.14] \quad \begin{cases} |x - U_0 t| \gg H; \\ |x - (U_0 - V_0)t| \gg H(ot)^{\frac{1}{2}}. \end{cases}$$

En d'autres termes x ne doit pas être au « voisinage » de $x = U_0 t$ ou de $x = (U_0 - V_0)t$. Cela donne un train d'« ondes de dispersion » dont la longueur finit par croître proportionnellement à t , bordé par 2 marges: l'une de longueur toujours comparable à H centrée autour de $x = U_0 t$, l'autre centrée autour de $x = (U_0 - V_0)t$ et qui croît comme \sqrt{t} , mais devient de plus en plus négligeable en comparaison du train d'ondes. A chaque instant les ondes de dispersion sont localement assimilables à des ondes fondamentales, et en vertu de [1.12] leur longueur d'onde se propage avec la vitesse de groupe de ces dernières.

Si $U_0 > V_0$ (fig. 3) toute la

perturbation finit par être à l'aval de la déformation initiale. Au contraire si $U_0 < V_0$ (fig. 4) on a des ondes aussi bien à l'amont qu'à l'aval. A titre d'exemples les fig. 3 et 4 donnent l'évolution de ζ_0 (profils successifs de l'interface) pour $U_0 = \frac{5}{3}V_0$ et $U_0 = \frac{1}{2}V_0$, le profil initial étant la courbe en cloche d'équation

$$[1.15] \quad (\zeta_0)_{t=0} = a \frac{b^2}{b^2 + x^2} = a \int_0^\infty b e^{-bk} \cos kx dk, \text{ avec } b = H$$

(donc ici on a $f(k) = b e^{-bk}$; en faisant tendre b vers zéro on aurait à la limite une déformation infiniment concentrée au point $x = 0$).

Avec le modèle B il est nécessaire pour déterminer complètement une perturbation libre de se donner non seulement la répartition initiale de ζ_0 , mais en outre

celle de $w_0 = \frac{d\zeta_0}{dt}$ par exemple (vitesse de déplacement de l'interface), et on obtient alors ζ_0 sous la forme de la somme de 2 intégrales de Fourier, l'une représentant la superposition d'ondes fondamentales de la première famille, l'autre représentant la superposition d'ondes de la seconde famille. En particulier si on a initialement $w_0 = 0$ et pour ζ_0 la répartition initiale [1.10], on a à un instant quelconque

$$[1.16] \quad \zeta_0 = \frac{a}{2} \left[\int_0^\infty f(k) e^{ik(x-V_0 t)} dk + \int_0^\infty f(k) e^{ik(x-V_0 t)} dk \right]$$

de sorte que ζ_0 demeure symétrique par rapport à $x = U_0 t$. En conséquence la déformation de l'interface est asymptotiquement constituée par 2 trains d'ondes de dispersion avec 3 marges: un train d'ondes « rapides » dans l'intervalle $U_0 t < x < (U_0 + V_0)t$, et un train d'ondes « lentes » dans l'intervalle $(U_0 - V_0)t < x < U_0 t$. La marge centrale autour de $x = U_0 t$ conserve toujours une longueur comparable à H , tandis que les marges antérieure et postérieure s'allongent proportionnellement à \sqrt{t} .

A titre d'exemple la fig. 5 représente l'évolution de ζ_0 dans un

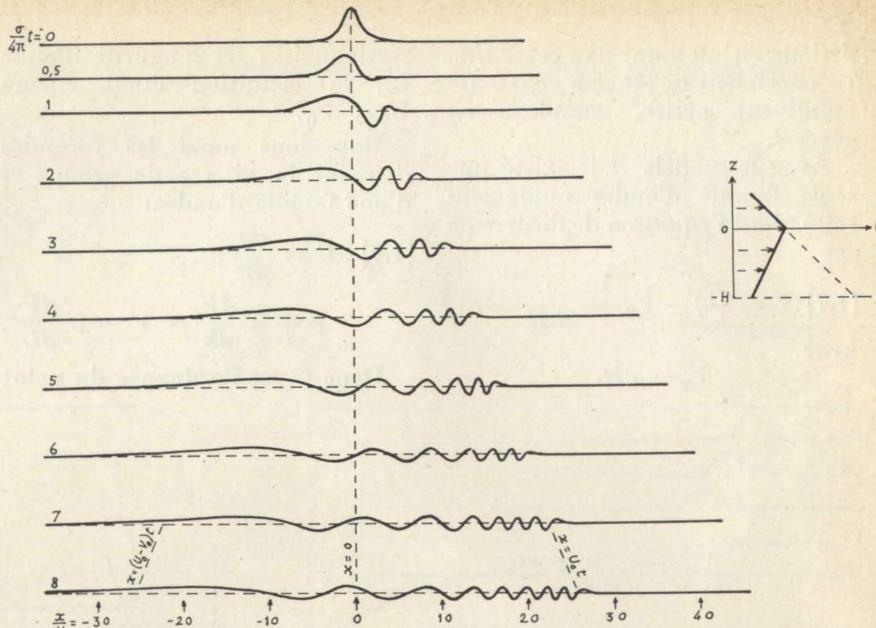


Fig. 4 - Evolution d'une perturbation libre initialement locale dans un système de 2 courants de Couette. Profils successifs de l'interface ($U_0 < V_0$)

cas où w_0 est initialement nul, le profil initial étant encore la courbe en cloche [1.15] mais avec $b = \frac{H}{10}$ et les hypothèses pour le courant de base étant $\varrho_2 = 0$ et $U_0 = 0$ (cas classique d'une nappe d'eau en équilibre).

Nous pouvons donc conclure en disant que toute perturbation libre qui est initialement localisée s'étend indéfiniment dans le sens horizontal et finit par avoir une amplitude partout négligeable (en l'absence de viscosité l'énergie de la perturbation se conserve, donc si son étendue horizontale aug-

mente il en résulte nécessairement que son amplitude diminue).

1.3. Ondes forcées stationnaires. Supposons maintenant que le sol $z = -H$ soit l'objet d'une déformation stationnaire sinusoïdale ζ_1 d'amplitude infiniment petite, soit

$$[1.17] \quad \zeta_1 = a_1 e^{ikx}$$

On trouve alors que parmi les perturbations possibles du système il existe une onde stationnaire de même longueur d'onde, pour laquelle on a

$$[1.18] \quad \zeta_0 = \lambda a_0 e^{ikx}$$

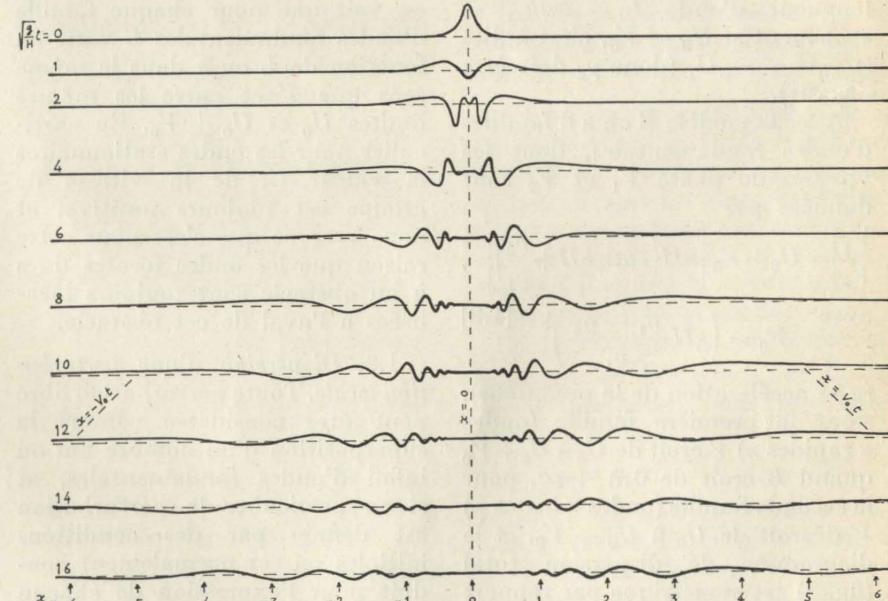


Fig. 5 - Evolution d'une déformation locale de la surface d'une nappe d'eau en équilibre. Profils successifs de la surface.

avec

$$[1.19] \quad \lambda = e^{-kH} \frac{U_1}{V} \quad \text{ou}$$

$$\frac{\varrho_1}{\varrho_1 \operatorname{ch} kH + \varrho_2 \operatorname{sh} kH} \frac{U_0^2}{V_1 V_2},$$

selon qu'il s'agit du modèle A ou B, pourvu toutefois qu'il n'existe pas d'ondes fondamentales stationnaires ayant un nombre d'onde précisément égal à k . En effet si k_s existe et si $k = k_s$, il en résulte $V = 0$ ou $V_2 = 0$, donc λ est infini, ce qui physiquement indique un effet de résonance.

L'onde stationnaire définie par [1.18] est l'« onde forcée » due à la déformation sinusoïdale ζ_1 , et on obtient la perturbation la plus générale du système en lui superposant une perturbation libre arbitraire.

Pour la suite il est utile de considérer la perturbation particulière qui dans le cas du modèle A est définie par la condition initiale

$$[1.20] \quad (\zeta_0)_{t=0} = 0$$

Dans ce cas la perturbation libre à superposer à l'onde forcée doit être telle que la valeur initiale de ζ_0 soit opposée à la valeur de ζ_0 pour l'onde forcée, ce qui donne pour la perturbation résultante cherchée, à tout autre instant t ,

$$[1.21] \quad \zeta_0 = \lambda a_0 [e^{ikx} - e^{ik(x-V_0 t)}]$$

S'il s'agit du modèle B on trouve de même que pour la perturbation définie par les conditions initiales

$$[1.22] \quad \begin{cases} (\zeta_0)_{t=0} = 0; \\ (\tilde{w}_0)_{t=0} = ik V_2 a_1 e^{ikx} \end{cases}$$

on a la formule analogue

$$[1.23] \quad \zeta_0 = \lambda a_0 [e^{ikx} - e^{ik(z-V_0 t)}]$$

1.4. Perturbation due à une déformation locale du sol. Supposons finalement que la déformation ζ_1 du sol soit une déformation stationnaire quelconque d'étendue limitée autour de $x = 0$, donc représentable par une intégrale de Fourier analogue à [1.10], soit

$$[1.24] \quad \zeta_1 = a \int_0^\infty f(k) e^{ikx} dk$$

a) Si $U_0 > V_0$ il n'y a pas d'ondes fondamentales stationnaires, donc à chacun des éléments de l'intégrale il correspond une onde forcée, et par superposition de ces ondes forcées on obtient une perturbation stationnaire bien déterminée, ou « perturbation forcée » due à la déformation ζ_1 du sol, pour laquelle on a en vertu de [1.18], à tout autre instant t ,

$$[1.25] \quad \zeta_0 = a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) e^{ikx} dk$$

où $\lambda(k)$ est la fonction définie par [1.19], qui comme $f(k)$ est analytique dans tout l'intervalle d'intégration. En conséquence ζ_0 est comme ζ_1 une déformation locale autour de $x = 0$, et il en est de même pour tous les éléments de la perturbation à chaque niveau.

b) Par contre si $U_0 < V_0$ la fonction $\lambda(k)$ est infinie pour $k = k_s$, donc l'intégrale figurant dans [1.25] est indéterminée, et en effet la superposition à une perturbation stationnaire particulière d'une onde fondamentale quelconque de nombre d'onde k_s , donc stationnaire, fournit encore une perturbation stationnaire.

Pour lever cette indétermination on peut, suivant l'exemple de Rayleigh, introduire des forces de viscosité que l'on fait tendre ensuite vers zéro, et on trouve ainsi que la valeur de l'intégrale à choisir est celle que l'on obtient en prenant, dans le plan de la variable k considérée comme complexe, un chemin d'intégration contournant le pôle $k = k_s$ par la droite. La solution ainsi définie représente un train infini d'ondes sinusoïdales de nombre d'onde k_s et d'amplitude constante, ou « ondes de résonance », allant de $x = 0$ à $x = +\infty$, complété par une marge d'étendue comparable à H autour de $x = 0$.

Les ondes de résonance sont données par la formule

$$[1.26] \quad (\zeta_0)_{\text{res}} = 2i\pi r_s f(k_s) e^{ik_s x}$$

où r_s désigne le résidu de $\lambda(k)$ relatif au pôle k_s , et qui a pour valeur

$$[1.27] \quad r_s = e^{-k_s H} \frac{k_s U_1}{G_s} \quad \text{ou}$$

$$\frac{\varrho_1}{\varrho_1 \operatorname{ch} k_s H + \varrho_2 \operatorname{sh} k_s H} \frac{k_s U_0}{2G_s}$$

selon qu'il s'agit du modèle A ou B (G_s est mis pour $G(k_s)$, vitesse de groupe des ondes fondamentales pour $k = k_s$, ou « vitesse de groupe de résonance »). Donc r_s est réel positif, et par suite s'il en est de même pour $f(k_s)$ les ondes de résonance débutent par une dépression de l'interface.

La perturbation stationnaire d'étendue infinie ainsi obtenue peut être appelée, si l'on veut, la « perturbation forcée » due à la déformation ζ_1 , mais comme son énergie est infinie elle ne peut être établie qu'au bout d'un temps lui-même infini, et par conséquent elle ne peut être que la limite, pour $t = +\infty$, d'une perturbation réellement observable. Nous allons montrer qu'en fait elle est la limite de toute perturbation possible du système, quelles que soient les conditions initiales qui la déterminent, et pour cela il nous suffira de considérer une perturbation particulière, puisque toute autre perturbation peut s'en déduire par l'addition d'une certaine perturbation libre, laquelle nous l'avons vu finit par devenir négligeable en raison de sa dispersion horizontale.

Si nous choisissons comme perturbation particulière celle qui est définie par la condition initiale [1.20] (cas du modèle A) ou par les conditions [1.22] (cas du modèle B), en vertu de [1.21] ou [1.23] on a alors, pour expression de ζ_0 à l'instant t ,

$$[1.28] \quad \zeta_0 = a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) [e^{ikx} - e^{ik(x-V_0 t)}] dk \quad (\text{mod. A})$$

$$\text{ou } a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) [e^{ikx} - e^{ik(x-V_0 t)}] dk \quad (\text{mod. B})$$

Cette fois on a nécessairement une intégrale bien déterminée, et on vérifie en effet que la fonction à intégrer n'est plus infinie pour $k = k_s$, ce qui permet de choisir un trajet d'intégration arbitraire, par exemple celui déjà considéré contournant $k = k_s$ par la droite,

et d'écrire ensuite

$$[1.29] \quad \zeta_0 = \zeta_{01} - \zeta_{02}$$

avec

$$[1.30] \quad \zeta_{01} = a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) e^{ikx} dk$$

et

$$[1.31] \quad \zeta_{02} = a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) e^{ik(x-V_0 t)} dk$$

ou $a \int_0^\infty \lambda(k) f(k) e^{ik(x-V_s t)} dk$

Or ζ_{01} n'est autre que la perturbation forcée précédemment définie, et d'autre part une généralisation de la méthode de la phase stationnaire [voir QUENEY (1954)] permet d'établir que ζ_{02} comporte aussi un train infini formé des mêmes ondes de résonance mais ne s'étendant que de $x = G_s t$ à $x = +\infty$ avec une marge autour de $x = G_s t$, le reste étant constitué asymptotiquement par des ondes de dispersion « normales », c'est-à-dire du même type que celles résultant de la dispersion d'une déformation libre initialement locale autour de $x = 0$.

Dès lors la superposition de $-\zeta_{02}$ à ζ_{01} donne pour ζ_0 la structure asymptotique suivante (pour t suffisamment grand) :

1) Un train d'ondes de résonance stationnaires données par [1.26] et comprises dans l'intervalle $0 < x < G_s t$, donc s'allongeant proportionnellement au temps à la vitesse G_s , et situées uniquement à l'aval de $x = 0$ puisque G_s est positif.

2) Une marge également stationnaire autour de $x = 0$, d'étendue comparable à H .

3) Une autre marge autour de $x = G_s t$, d'étendue proportionnelle à \sqrt{t} et constituée par des ondes de dispersion d'un type spécial, ou « ondes de résonance-dispersion », représentant la dispersion des ondes de résonance (en chaque point leur nombre d'onde est le même que celui des ondes de dispersion normales, en particulier il est égal à k_s au point $x = G_s t$,

mais leur amplitude demeure toujours comparable à celle des ondes de résonance au lieu de décroître constamment).

4) Enfin des ondes de dispersion normales dans l'intervalle $(U_0 - V_0) t < x < U_0 t$, avec une marge autour de chacune des extrémités de cet intervalle.

Pour t très grand ces ondes de dispersion normales deviennent né-

due horizontale de ζ_1 n'est pas grande en comparaison de L_s , la variabilité de leur amplitude s'expliquant par leur interférence avec des ondes de dispersion. On voit aussi que les ondes de dispersion longues situées à l'amont sont relativement toujours négligeables.

Celle évolution indique clairement que ce n'est pas la viscosité qui explique la localisation des

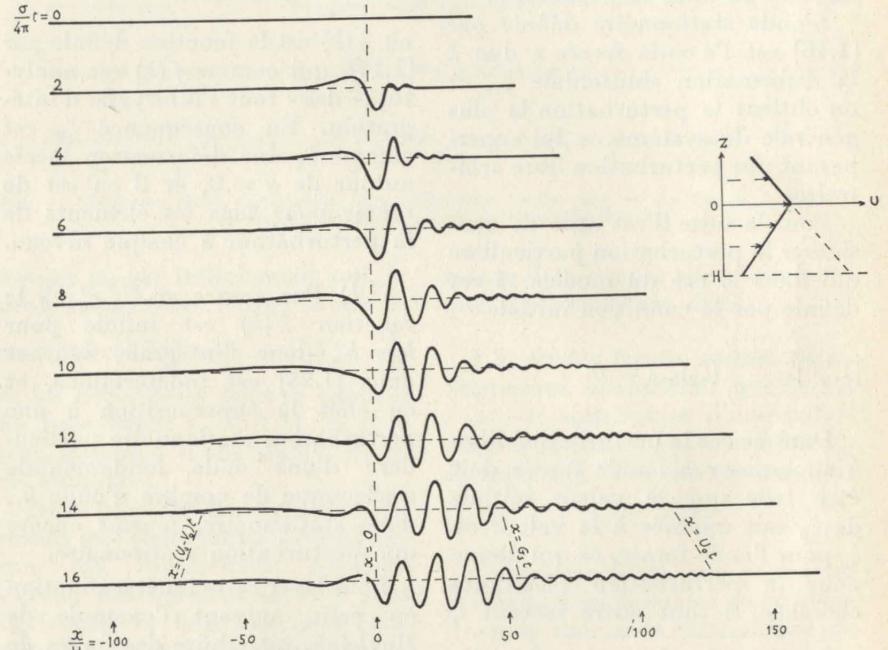


Fig. 6 - Développement d'une perturbation forcée dans un système de 2 courants de Couette. Profils successifs de l'interface ($U_0 < V_0$).

gligeables, donc il ne subsiste plus que le train d'ondes de résonance avec ses 2 marges, et celui-ci tend manifestement à son tour vers la perturbation forcée ζ_{01} pour $t = +\infty$, ce que nous voulions établir.

L'évolution de ζ_0 depuis le début est représentée sur la fig. 6 pour le cas d'un système de 2 courants de Couette (modèle A) tel que $k_s H = \frac{1}{2}$, qui correspond à $\frac{U_s}{V_0} = 1 - \frac{1}{e} = 0,632 \dots$ et $\frac{G_s}{V_0} = 1 - \frac{2}{e} = 0,264 \dots$, le profil de ζ_1 étant la courbe en cloche d'équation [1.15], avec encore $b = H$. On voit que dès le début ce sont les ondes de résonance qui dominent nettement (il en est ainsi chaque fois que l'éten-

des d'obstacle à l'aval de cet obstacle. Par contre la viscosité a pour effet de mettre un terme au développement de ces ondes, donc de conduire à une perturbation forcée stationnaire au bout d'un temps pratiquement fini, d'autant plus court qu'elle est plus forte, et c'est ce qui explique pourquoi la méthode de Rayleigh permet d'obtenir la solution correcte pour la perturbation forcée.

2. Perturbations d'obstacle dans un courant variable.

La théorie précédente indique qu'avec les modèles de courant du type adopté l'échelle de temps de l'établissement des ondes d'obstacle peut être prise égale à

$T = L_s/G_s$, durée de la formation d'une seule onde, et par suite on peut considérer en première approximation un courant de base comme invariable si l'échelle de temps T' de son évolution est suffisamment grande par rapport à cette valeur, ce qu'on peut traduire en disant que son évolution est « lente ». Si au contraire T' est petit en comparaison de T pendant une certaine période de temps son évolution pourra être qualifiée de « rapide », et en ce qui concerne le problème des ondes d'obstacle on pourra assimiler la période en question à une transition infiniment rapide entre deux périodes d'évolution lente.

Dans le cas où le courant s'établit rapidement à partir d'une vitesse nulle puis n'évolue ensuite que lentement en restant toujours du même type, on est ramené au cas précédemment étudié : en effet pendant la phase d'établissement il ne peut se créer qu'une perturbation purement locale autour de l'obstacle constitué par la déformation du sol, ne comportant donc pas d'ondes, et c'est cette perturbation locale qui détermine les conditions initiales pour la période de variation lente où le courant peut être considéré comme invariable. Donc les ondes d'obstacle éventuelles s'établiront conformément au schéma de la fig. 6, c'est-à-dire l'une après l'autre et vers l'aval, à raison d'une onde pendant la durée T , cette valeur étant déterminée par la structure du courant qui s'est établi.

Plus généralement on est encore ramené à un problème de courant invariable avec conditions initiales si l'évolution du courant de base, supposé toujours du même type, consiste en une succession de périodes à variation lente séparées par des transitions rapides, à condition toutefois que l'échelle de temps de la dispersion des ondes déjà formées soit approximativement égale à celle de leur formation, ce que l'on peut admettre en général. Toutefois pendant chaque phase de transition les ondes déjà formées deviendront en gé-

nral mobiles, elles se déplaceront vers l'amont ou vers l'aval selon que la valeur de L_s aura diminué ou augmenté, et par conséquent on pourra observer pendant un court instant des ondes d'obstacle situées à l'amont. En outre les ondes en train de se former pourront interférer avec ces premières ondes d'une façon plus ou moins complexe.

Il est probable que ces conclusions s'appliquent aussi aux ondes de relief bien que la structure du vent réel soit toujours plus ou moins différente des modèles simples sur lesquels nous avons raisonné. Néanmoins il serait nécessaire d'examiner de façon précise ce qui se passe lorsqu'on suppose la stabilité (dynamique ou hydrostatique) du courant de base répartie de façon continue en fonction de l'altitude.

2.1. Courant uniforme variable constitué par deux liquides de densités différentes. En vue de connaître ce qui se produit dans le cas le plus général où l'évolution du courant de base a une échelle de temps comparable à celle des perturbations, nous allons reprendre l'un des modèles simples déjà utilisés, mais en supposant cette fois que la vitesse du courant de base varie en fonction du temps à partir d'une valeur nulle pour $t = 0$, et qu'il n'y a aucune perturbation préétablie à ce même instant initial. Nous choisirons de préférence le modèle B en y supposant que ϱ_1 et ϱ_2 demeurent invariables ainsi que H , afin d'éviter la difficulté d'une stabilité initiale nulle, laquelle se présente effectivement avec le modèle A où l'on suppose les trois paramètres U_0 , Q_1 et Q_2 initialement égaux à zéro. En outre le modèle B se prête mieux à des vérifications expérimentales, et enfin si on l'adopte on n'a à faire intervenir qu'un seul paramètre variable, à savoir la vitesse U_0 .

Puisque le mouvement est supposé sans viscosité l'uniformité du courant de base entraîne que la perturbation demeure constam-

ment irrotationnelle tout comme dans le cas d'un courant inviolable, et l'absence de divergence permet de définir encore une fonction de courant qui doit satisfaire à l'équation de Laplace dans S_1 et S_2 séparément.

D'autre part les conditions cinématiques aux 3 niveaux $z = 0$, $z = -H$ et $z = +\infty$ sont encore les mêmes, donc les ondes sinusoïdales du système ont encore exactement la même structure à chaque instant. En particulier si on suppose que l'on a au sol la déformation sinusoïdale fixe définie par

$$[2.1] \quad \zeta_1 = a_1 e^{ikx}$$

on obtient pour la fonction de courant ψ de la perturbation correspondante des expressions de la forme

$$[2.2] \quad \begin{cases} \psi = \frac{a_1}{sh kH} \\ [F(t) shk(z+H) + U_1 shkz] e^{ikz}, \text{ dans } S_1 \\ \psi = a_1 F(t) e^{-kz} \cdot e^{ikz}, \text{ dans } S_2, \end{cases}$$

et pour la déformation ζ_0 de l'interface

$$[2.3] \quad \zeta_0 = a_1 \Phi(t) e^{ikx}$$

où $F(t)$ et $\Phi(t)$ sont des fonctions du temps à déterminer, toutes deux initialement nulles. Pour cela on doit exprimer d'une part que la perturbation satisfait à la condition dynamique sur l'interface (continuité de la pression), d'autre part que l'on a $d\zeta_0/dt = -\partial\psi_0/\partial x (= w_0)$, et on trouve ainsi que si on pose

$$[2.4] \quad \begin{cases} W(t) = \int_0^t U_0(t') dt' ; \\ F_1(t) = e^{ikW(t)} F(t) ; \\ \Phi_1(t) = e^{ikW(t)} \Phi(t) , \end{cases}$$

les fonctions $F_1(t)$ et $\Phi_1(t)$ doivent satisfaire au système

$$[2.5] \quad \begin{cases} (\varrho_1 \coth kH + \varrho_2) \\ F'_1(t) + ig(\varrho_1 - \varrho_2) \Phi_1(t) = \\ = -\frac{\varrho_1}{sh kH} \frac{\partial}{\partial t} [U_0(t) e^{ikW(t)}] ; \\ \Phi'_1(t) = -ik F_1(t) \end{cases}$$

L'élimination de $F_1(t)$ est immédiate et fournit pour $\Phi_1(t)$ une équation différentielle du second ordre, et comme on doit avoir $\Phi_1(0) = 0$ et $\Phi'_1(0) = 0$ on en déduit une solution bien déterminée, conduisant pour $\Phi(t)$ à l'expression suivante:

$$[2.6] \quad \Phi(t) = \frac{ik\varrho_1}{2(\varrho_1 ch kH + \varrho_2 sh kH)} \\ [e^{-i[kW(t)-\omega t]} \int_0^t U_0(\theta) e^{i[kW(\theta)-\omega\theta]} d\theta + \\ = e^{-i[kW(t)+\omega t]} \int_0^t U_0(\theta) e^{i[kW(\theta)+\omega\theta]} d\theta]$$

où ω désigne la pulsation des ondes fondamentales pour $U_0 = 0$, donnée par la formule

$$[2.7] \quad \omega = \left[\frac{g(\varrho_1 - \varrho_2) k}{\varrho_1 \coth kH + \varrho_2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

A partir de cette solution on peut ensuite obtenir la valeur de ζ_0 à tout instant t dans le cas où l'on a au sol une déformation fixe locale définie par

$$[2.8] \quad \zeta_1 = a \int_0^\infty f(k) e^{ikx} dk$$

Pour cela il suffit de considérer $\Phi(t)$ comme une fonction des 2 variables t et k , soit $\Phi_k(t)$, et on a alors

$$[2.9] \quad \zeta_0 = a \int_0^\infty \Phi_k(t) f(k) e^{ikx} dk$$

Toutefois il est évident que le calcul de cette intégrale dans le cas général est loin d'être simple.

2.2. Cas où le courant croît proportionnellement au temps. Dans le cas particulier où l'on suppose

$$[2.10] \quad U_0 = \gamma t \quad (\gamma = \text{constante positive})$$

on a $W(t) = \frac{1}{2} \gamma t^2$, de sorte que le calcul de $\Phi(t)$ se trouve ramené à celui d'intégrales de Fresnel. De façon plus précise on est conduit à introduire la fonction

$$[2.11] \quad frs(x) = e^{-ix^2} \int_x^\infty e^{i\theta^2} d\theta$$

qui intervient également dans divers autres problèmes, ainsi que sa dérivée

$$[2.12] \quad frs'(x) = -1 - 2ix frs(x)$$

et après quelques transformations on arrive à la formule suivante:

$$[2.13] \quad \Phi(t) = \frac{\varrho_1}{\varrho_1 ch kH + \varrho_2 sh kH} \\ \left\{ 1 + frs'(\mu) e^{-i\frac{k\gamma}{2} t^2} \cos \omega t + \right. \\ \left. + i\mu \left[frs \left(\mu + \sqrt{\frac{k\gamma}{2}} t \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + frs \left(\mu - \sqrt{\frac{k\gamma}{2}} t \right) \right] \right\}$$

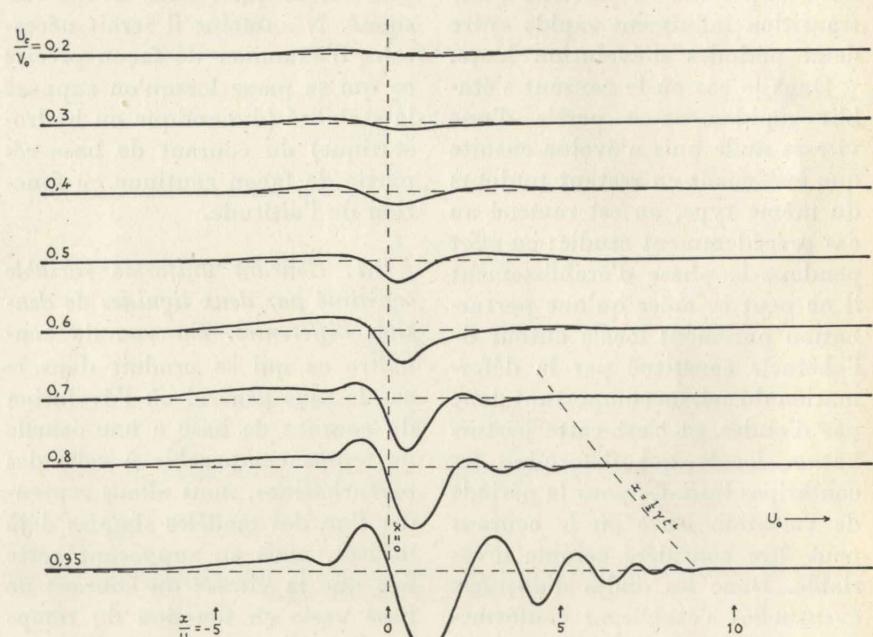


Fig. 7 - Développement d'une perturbation forcée dans un courant uniforme proportionnel au temps. Profils successifs de la surface.

où l'on a posé

$$[2.14] \quad \mu = \frac{\omega}{\sqrt{2k\gamma}} = \\ = \left[\frac{g(\varrho_1 - \varrho_2)}{2\gamma(\varrho_1 \coth kH + \varrho_2)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

D'autre part en partant directement de l'équation différentielle pour $\Phi(t)$ on peut obtenir le développement de cette fonction en série entière en t^2 , et on trouve qu'il débute ainsi:

$$[2.15] \quad \Phi(t) = \frac{\varrho_1}{\varrho_1 ch kK + \varrho_2 sh kH} \\ \left(\frac{ik\gamma}{2} t^2 + \dots \right)$$

De là on déduit pour ζ_0 le développement correspondant

$$[2.16] \quad \zeta_0 = \\ = i \left(\int_0^\infty \frac{\varrho_1 kf(k)}{\varrho_1 ch kH + \varrho_2 sh kH} e^{ikx} dk \right) \\ \frac{\gamma t^2}{2} + \dots$$

Donc l'interface ne commence à se déformer que lentement, et si $f(k)$ est réel positif (cas de la fig. 7) cette déformation naissante est localisée autour de $x = 0$ et antisymétrique par rapport à la verticale de ce point, avec une dépression à l'aval.

d'où

$$[2.19] \quad \zeta_0 = \zeta_{01} - \zeta_{02},$$

avec

$$[2.20] \quad \zeta_{01} = \\ = \int_0^\infty \frac{\varrho_1 f(k)}{\varrho_1 ch kH + \varrho_2 sh kH} e^{ikx} dk; \\ \zeta_{02} = \\ = \int_0^\infty \frac{\varrho_1 f(k) \cos \omega t}{\varrho_1 ch kH + \varrho_2 sh kH} e^{ik(x - \frac{\gamma t^2}{2})} dk$$

ζ_{01} représente une déformation locale fixe analogue à ζ_1 , et ζ_{02}

- 1) Tant que l'on a $U_0 < V_0$, le train d'ondes s'étend de $x = 0$ à $x = \frac{1}{2} \gamma t^2 = \frac{U_0^2}{2\gamma}$ (fig. 8), et la longueur d'onde décroît de L_s à 0 quand x croît, L_s désignant la longueur d'onde de résonance que l'on aurait dans un courant invariant de vitesse U_0 . Dans ce cas les ondes voisines de $x = 0$ se forment par résonance, tandis que le reste du train représente leur dispersion vers l'aval.

- 2) Pour $U_0 > V_0$, le train d'ondes est entièrement détaché de la

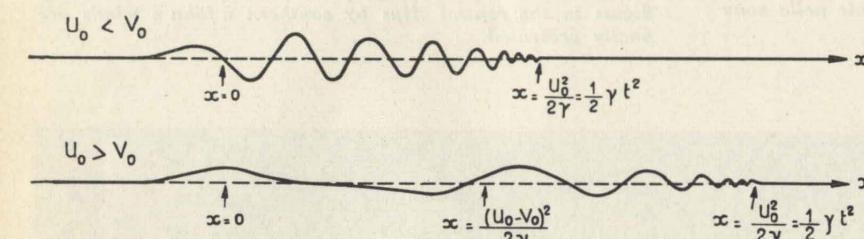


Fig. 8.

s'obtient en décalant en bloc, de la quantité $\frac{\gamma t^2}{2}$ vers l'aval, la déformation libre que l'on aurait avec les conditions initiales $\zeta_0 = \zeta_{01}$ et $w_0 = 0$ en supposant $U_0 = 0$. Comme d'ailleurs $\frac{\gamma t^2}{2}$ croît très vite cette déformation ζ_{02} est l'objet d'une très rapide dispersion, donc presque dès le début ζ_0 se réduit pratiquement à la seule déformation locale ζ_{01} .

b) Si $\gamma \ll \gamma_0$ (courant croissant très lentement), μ est au contraire très grand, et on peut remplacer $\Phi(t)$ par sa valeur asymptotique correspondante, que l'on obtient à partir de celle de la fonction $frs(x)$ pour $|x| \gg 1$. On trouve ainsi qu'au bout d'un temps très court la déformation ζ_0 consiste essentiellement en un train d'ondes bordé par 2 marges, mais qui ont un caractère nettement différent selon que U_0 est inférieur ou supérieur à la valeur critique V_0 correspondant à la cessation de l'effet de résonance:

- 1) $\varrho_2 = 0$ (un seul liquide avec une surface libre);
- 2) ζ_1 est la courbe en cloche d'équation [1.15], avec $b = \frac{H}{5}$;

$$3) \gamma = \frac{1}{20} \gamma_0,$$

et l'évolution correspondante de ζ_0 est représentée sur la fig. 7. On voit qu'ici des ondes ne commencent à apparaître que lorsque U_0 est peu inférieur à V_0 , et qu'elles ont alors le même aspect que dans le cas précédent.

On note aussi une certaine extension de la déformation vers l'amont.

Conclusion. - Cette étude particulière semble indiquer qu'il y aurait intérêt, pour la théorie des ondes de relief, à entreprendre une étude analogue sur des modèles plus proches de la structure réelle du vent, tenant compte aussi de sa variation en fonction du temps.

Paul Queney

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RAYLEIGH (1883): *The form of standing waves on the surface of running water*, Proc. London Math. Soc., vol. XV, 1883-1884, pp. 69-78.

HOILAND (1951): *Fluid over a corrugated bed*, Dept. of Meteorology, Univ. of California Los Angeles, Appendix A to Report on work under contract No. AF 19 (122)-263.

WURTELE (1953): *On lee waves in the interface separating two barotropic layers*, Final report, Sierra Wave Project, Scientific Report No. 2, Contract No. AF 19 (122)-263. Univ. of California Los Angeles.

QUENEY (1954): *Initial value problems in a double Couette-flow*, Autobarotropic Flow Project, Scientific Report, No. 1, Contract No. AF 19 (604)-728. Univ. of California Los Angeles.

ZIEREP (1955): *Zur Theorie der instationären Leewellen*, Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt, e.v. Jahrbuch, 1954, publ. 1955 (Version abrégée dans: I.U.G.G. Assoc. Meteorology, Rome 1954, Scientific Proceedings, London, Butterworth, 1956, pp. 260-263).

Flight measurements of waves by southern föhn winds in the central Alps

Rilevamenti in volo di onde prodotte da "föhn" meridionali sulle Alpi centrali

MANFRED REINHARDT, del Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug, comunica alcuni risultati dell'Istituto Tedesco di ricerca per il volo a vela (DFS), principalmente ottenuti mediante voli con un velivolo a motore tipo Do 27. I voli furono effettuati nella zona di Vorarlberg, Wetterstein e Karwendel con spiccate condizioni di föhn da sud e sud-ovest. Nelle figure, sopra il profilo del terreno, vengono presentate le seguenti grandezze: pressione barometrica, temperatura, velocità verticale e accelerazione verticale dell'aereo. Segue una breve esposizione sulle possibilità di voli veleggiati di distanza in presenza di föhn meridionale nella zona centrale delle Alpi.

In order to investigate wave situations by south and southwest winds in the northern central Alps, a series of flights by sailplanes in the last years and, since about one year, also by motorplanes, have been performed by the D.F.S. (Deutsche Forschungsanstalt fuer Segelflug) under the direction of Prof. Dr. W. Georgii.

Owing to the limited financial means, it was not possible to carry on extended measurement programs, as it was made, for instance, at St. Auban (France) or at Bishop (USA), where the aim of the research was mainly the determination of the streamlines. In the case that only flight measurements and not balloon measurements are made, the following two auxiliary systems should be used:

System 1 - contemporaneously measured with System 2
airplane motions relative to the ground (radar or theodolite)

elimination of the airplane parameters

motion of the air relative to the ground

In our case it was not possible to make the System 1 measurements for the following reasons:

1 - A suitable region for wave flights in the territory under investigation was not known;

SUMMARY. In this paper, the results of research flights conducted by the DFS (German Research Institute for Soaring Flight) are reported.

The flights were made using a Do 27 motorplane in the Vorarlberg, Wetterstein and Karwendel areas by south and south-west « föhn » winds.

In the illustrations, air pressure, air temperature, airplane vertical velocity and vertical acceleration are shown, above the profile of the regions on which the research was conducted.

Some considerations on the possibility of distance soaring flights in the central Alps by southern « föhn » winds are finally presented.

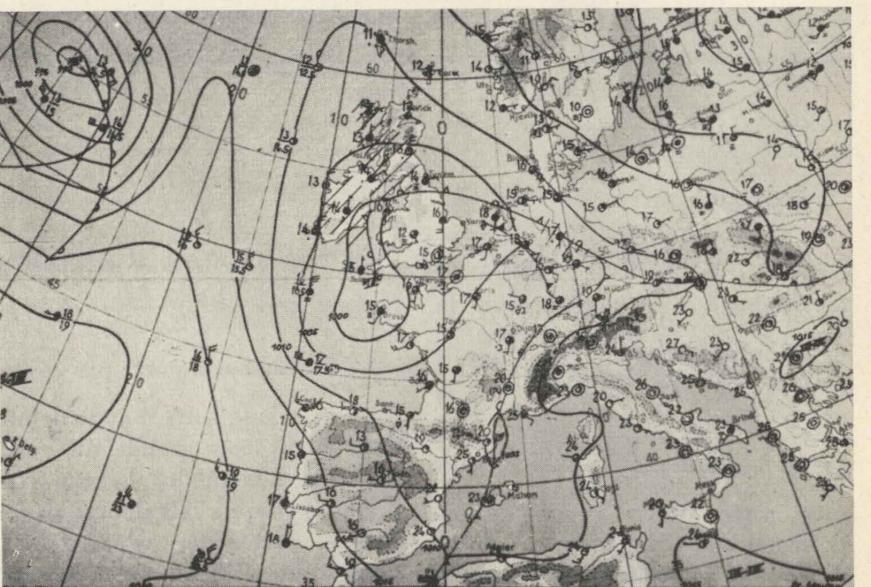


Fig. 1 - Surface weather chart August 19th, 1958.

the french recording apparatus SFIM A-20.

The following recordings were made:

- total pressure
- static pressure
- temperature
- normal acceleration.

2 - Adequate financial means, equipment and staff were not available.

Therefore the measurements were limited to System 2. They were made by a motorplane, using

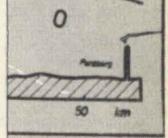
pproximately wind.

ng the flights ns were more onger periods is due to the A Do 27 mble for the good flight omy interior particularly meteorological stigated area limited by and by Niedt. as about 3-4 r reserve for er.

here, calibra-
e using nor-
speed, feed
ion etc., in
ent altitudes.
the case of
les and con-
cal displace-
other causes
the variation
perature and
the lack of
ever, for the
stream pat-
in such mea-
of no impor-

figures, 4 ty-
strated, 2 of
the Wetter-
the Vorarl-

36 19.8.1959



berg - Inn Valley.

ATTI E RASSEGNA TECNICA DELLA SOCIETÀ INGEGNERI E ARCHITETTI IN TORINO - NUOVA SERIE - A. 14 - N. 1 - GENNAIO 1960

of waves by southern the central Alps

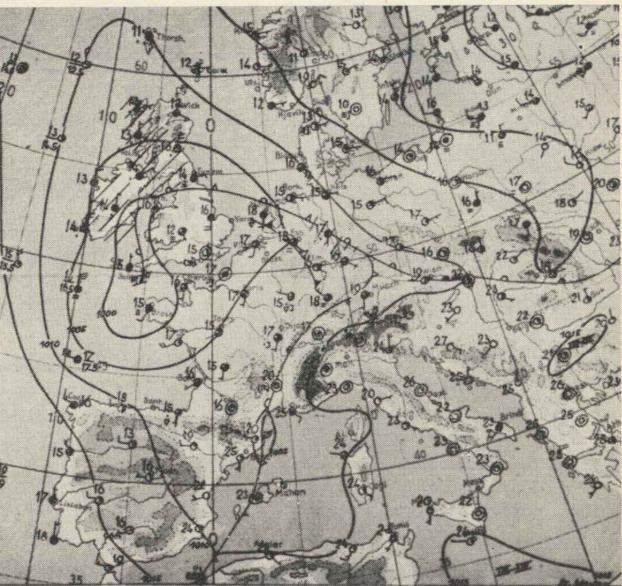
'föhn' meridionali sulle Alpi centrali

SUMMARY. In this paper, the results of research flights conducted by the DFS (German Research Institute for Soaring Flight) are reported.

The flights were made using a Do 27 motorplane in the Vorarlberg, Wetterstein and Karwendel areas by south and south-west 'föhn' winds.

In the illustrations, air pressure, air temperature, airplane vertical velocity and vertical acceleration are shown, above the profile of the regions on which the research was conducted.

Some considerations on the possibility of distance soaring flights in the central Alps by southern 'föhn' winds are finally presented.



1 - Surface weather chart August 19th, 1958.

stem 2
tions
e air
(ording)
the french recording apparatus
SFIM A-20.

The following recordings were made:

- total pressure
- static pressure
- temperature
- normal acceleration.

ncial means,
staff were not
measurements
stem 2. They
orplane, using
The temperature recording could
be made in four separate ranges,
each covering 20°C. Temperature
readings could therefore be made
on a scale of 0,5°C/mm.

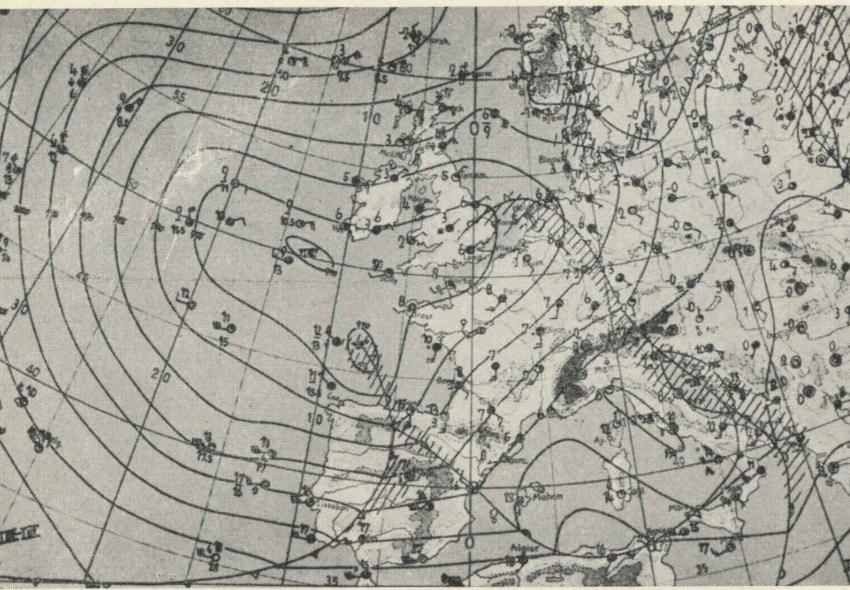


Fig. 5 - Surface weather chart December 16th, 1958.

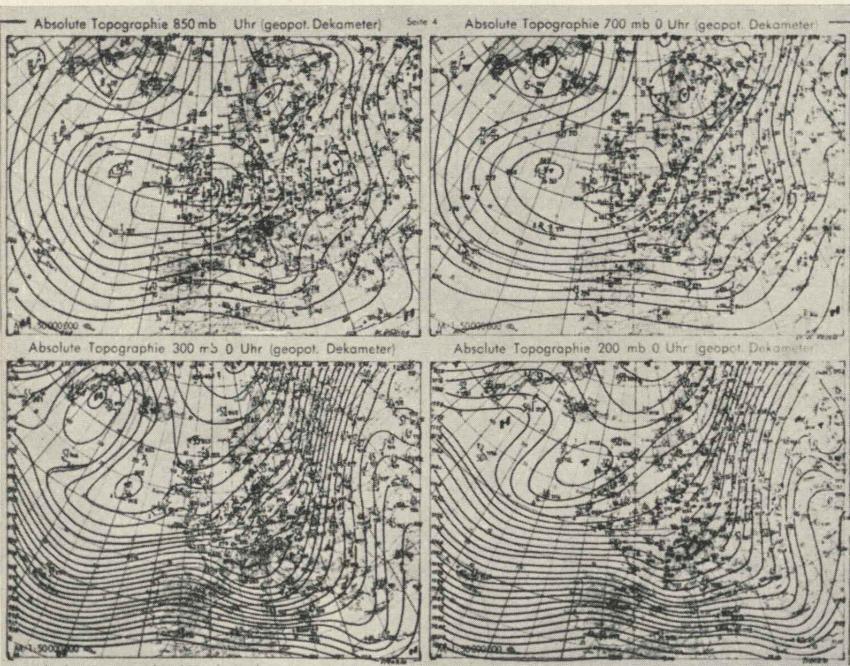


Fig. 6 - Upper air contours December 16th, 1958.

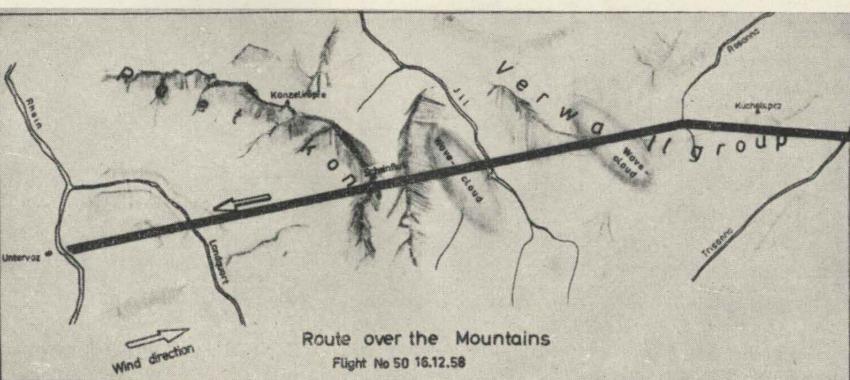


Fig. 7 - Route and lenticular cloud position on flight of December 16th, 1958.

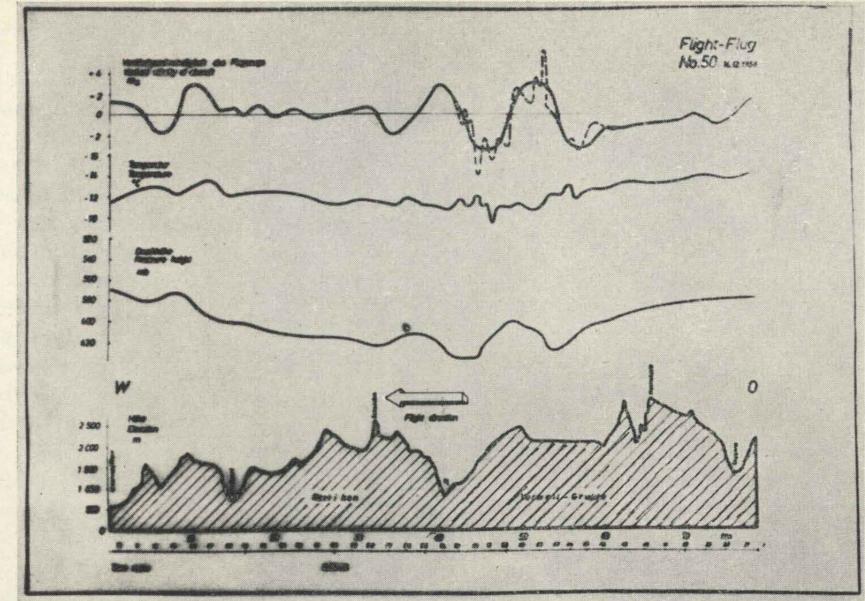


Fig. 8 - Vertical velocity of the aircraft, temperature and pressure height along the profile Küchelspitze - Untervaz/Rhein Valley.

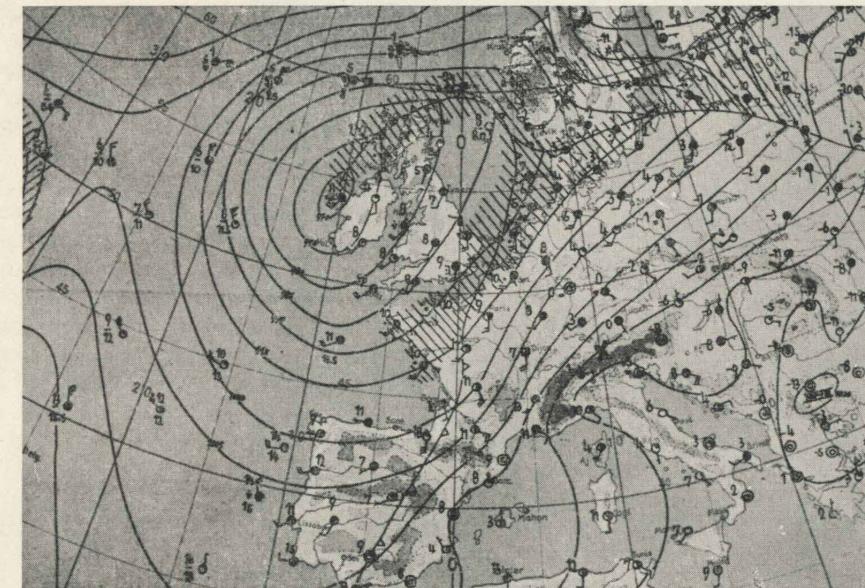


Fig. 9 - Surface weather chart January 20th, 1959.

- 3 - flight direction approximately parallel to the wind.

It was evident during the flights that the air oscillations were more steady and of much longer periods than the perturbations due to the airplane or the pilot. A Do 27 motorplane was available for the measurements. The good flight qualities and the roomy interior of this aircraft were particularly suitable for such a meteorological research. The investigated area was approximately limited by Silvretta south-west and by Niedere Tauern south-east.

The flight time was about 3-4 hrs., with one hour reserve for the case of bad weather.

In a calm atmosphere, calibration flights were made using normal values of engine speed, feed pressure, flap position etc., in level flight at different altitudes.

Undoubtedly, in the case of large wave amplitudes and consequent large vertical displacements of the aircraft, other causes of error appear, as the variation of air density, temperature and humidity. Owing to the lack of ground tracking, however, for the determination of the stream pattern, a high accuracy in such measurements would be of no important value.

In the following figures, 4 typical flights are illustrated, 2 of which were made in the Wetterstein area and 2 in the Vorarlberg area.

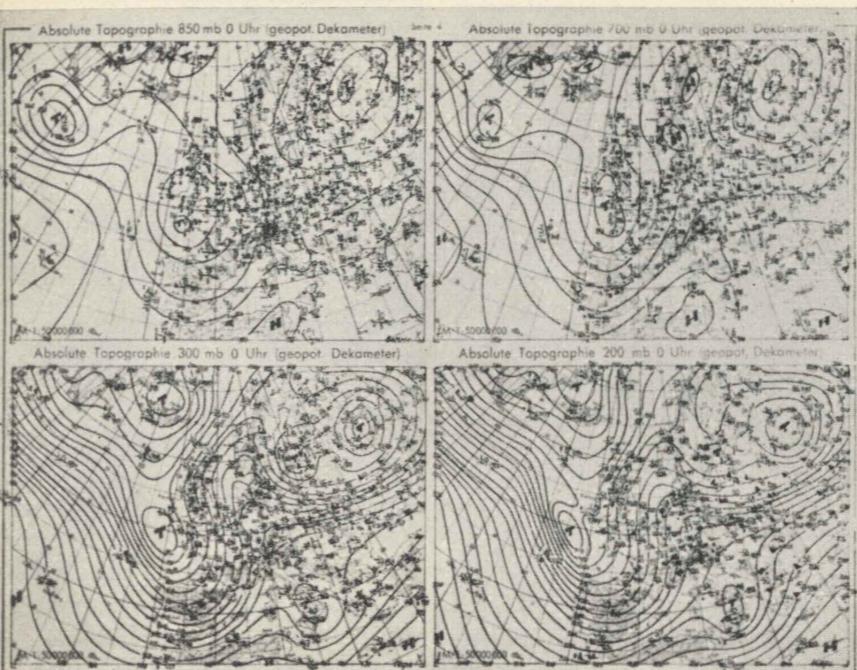


Fig. 2 - Upper air contours August 19th, 1958.

The SFIM recorder could be used on three different speeds:

- 1 - 0,18 mm/sec (recording time: 9 hrs.)
- 2 - 0,76 mm/sec (recording time: 2 hrs.)
- 3 - 4,0 mm/sec (recording time: 25 min.).

The flights were so conducted that the airplane was kept in level flight at constant power. The air vertical motions could thus affect the airplane, the motion of which was therefore nearly following the streamlines.

The results were evaluated under the following assumptions:

- 1 - steady flow
- 2 - two-dimensional flow (no horizontal divergence)

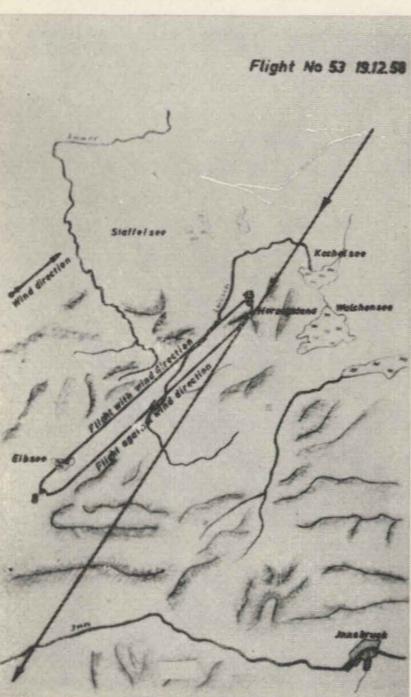


Fig. 3 - Route on flight of August 19th, 1958.

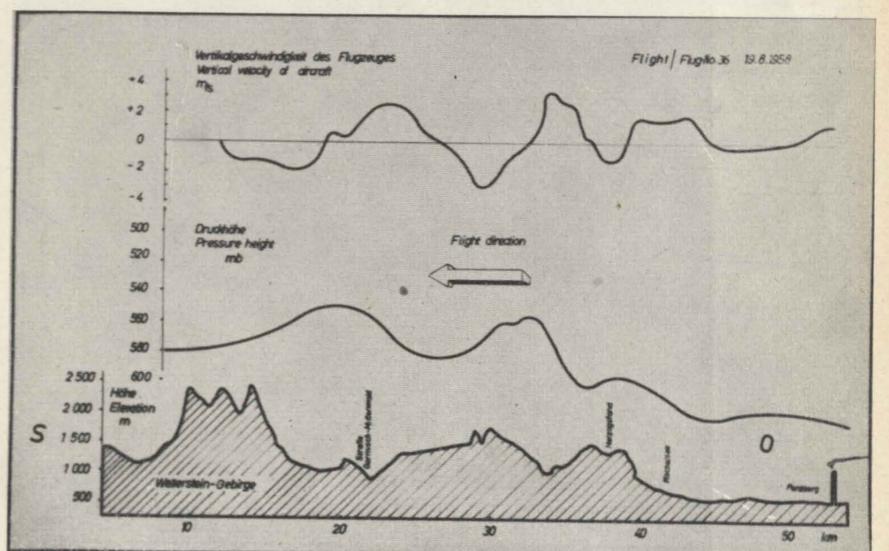


Fig. 4 - Vertical velocity of aircraft and pressure height along the profile Penzberg - Inn Valley.

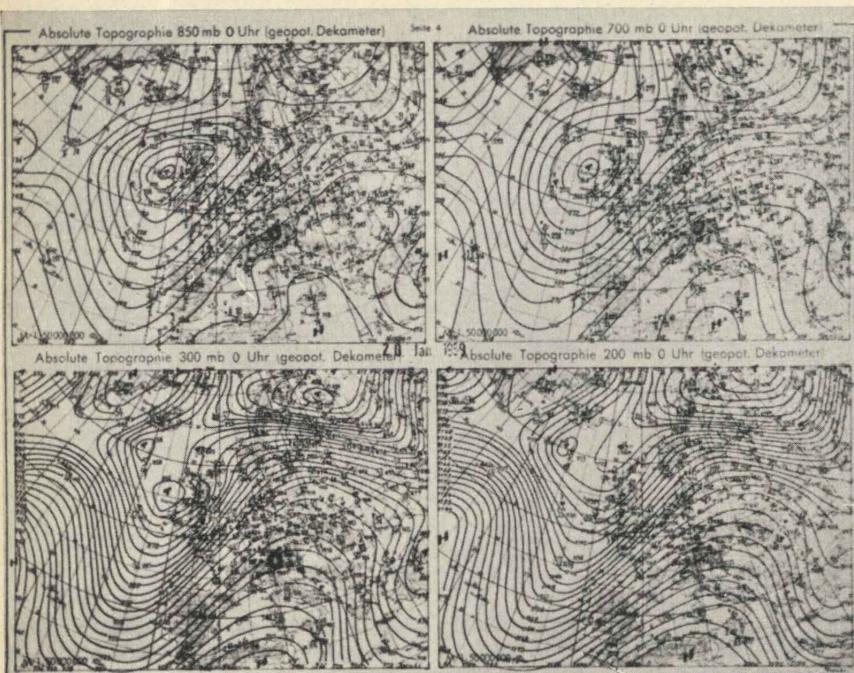


Fig. 10 - Upper air contours January 20th, 1959.

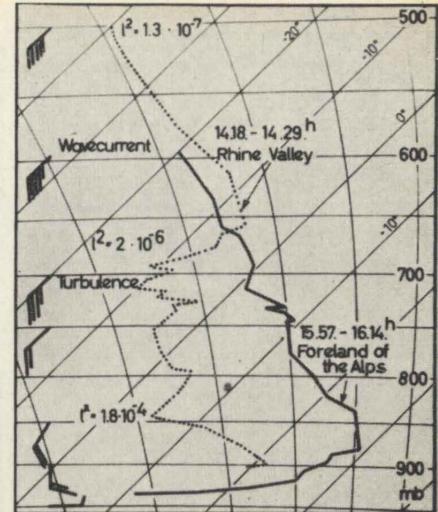


Fig. 13 - Temperature soundings in the foreland of the Alps and in the Rhine Valley.

1. Flight of August 19th, 1958

General weather situation:

An approaching Low from the East Atlantic causes south-westerly winds in the South of Germany, increasing with height. Wind on top of the Zugspitze with 25-30 KTS from 240°, 6/8 - 7/8 Altostratus and Cirrostratus with tendency to 8/8 towards the Central Alps. Southwards of the Inn Valley foehnwall.

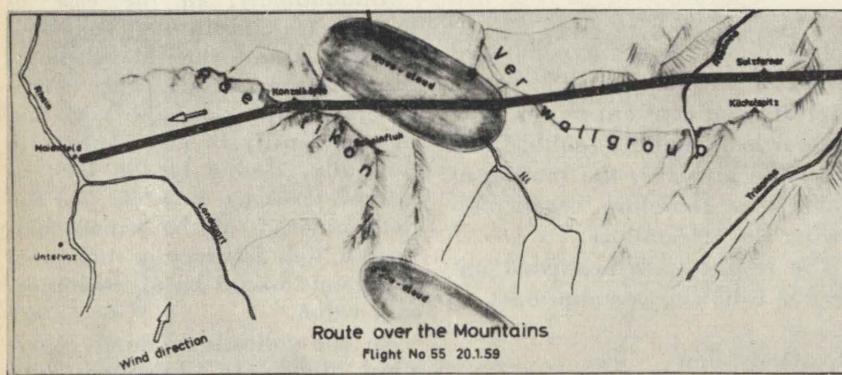


Fig. 11 - Route on flight of January 20th, 1959.

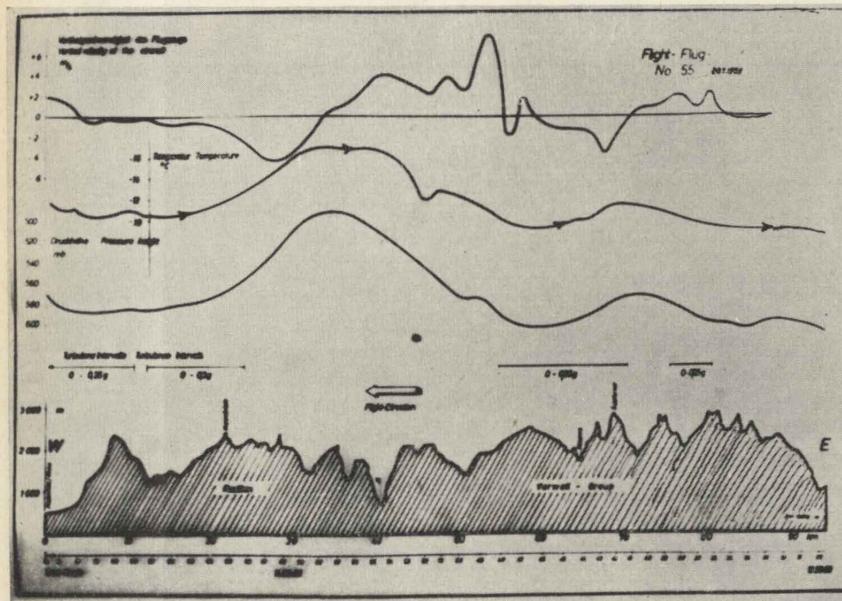


Fig. 12 - Vertical velocity of aircraft, temperature and pressure height along the profile Sulzfluh - Maienfeld.

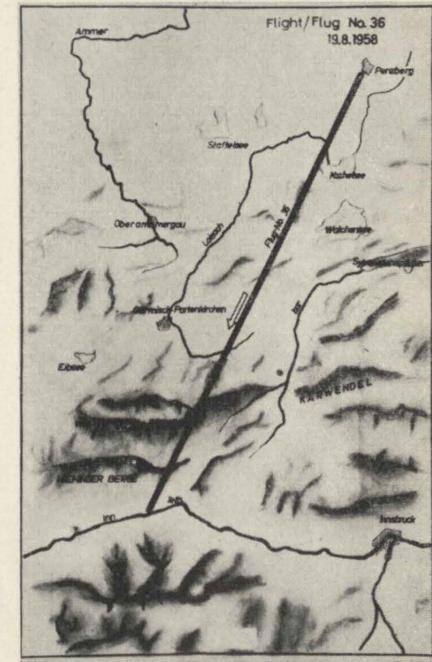


Fig. 14 - Route on flight of December 12th, 1958.

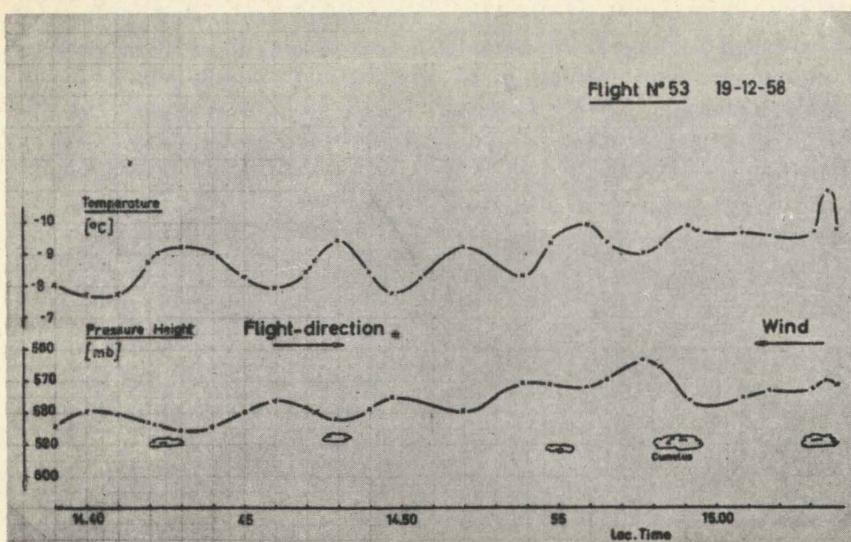


Fig. 15 - Temperature and pressure height flying with winds ahead.

The route of the flight is given in Fig. 3.

Fig. 4 shows the result of vertical velocity measurement along the orographic profile.

The calculated wavelength agrees approximately with the measured wavelength between 8 and 11 km, max. values of vertical velocity of the aircraft has been ± 3 m/s, occurring mainly within the range of general cumulus generation.

2. Flight of December 16th, 1958

General weather situation:

The situation is similar to the flight of August 19th, 1958: South-westerly winds before a Low approaching from the East Atlantic. Eastern Alps without clouds, from Wendelstein to Wetterstein local cumulus in height of mountain ranges; far in the west upslide clouds.

The flight report shows no remarkable vertical motions along the route of the Wetterstein mountain range. So the route was altered to the West, where some lenticular clouds were forming (see Fig. 7).

Fig. 8 shows the results of vertical velocity along the line Kü-

chelspitz - Untervaz/Rhein-Valley.

Remarkable vertical motions exist only between Verwall Group and Raetikon and the wave length there is in good conformity with the wavelength of 10-12 km, calculated from stratification and wind data. Vertical acceleration was only met in wave troughs, possibly touching an inversion layer.

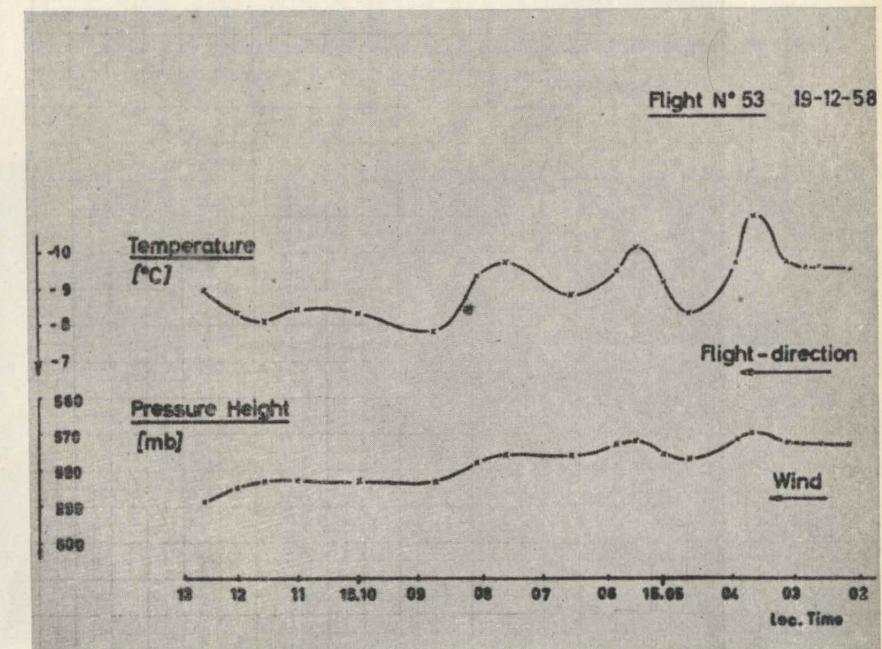


Fig. 16 - Temperature and pressure height, flying with wind in tail.

3. Flight of January 20th, 1959

General weather situation:

Beginning Foehn situation over western Alps. Low approaching from the East Atlantic. Surface wind Innsbruck: 27/4 KTS, Feldberg/Schwarzwald: 160°/25 KTS. Clouds 8/8 Altostratus, over mountains mostly bankshaped.

The route of this flight is given in Fig. 11.

The route is nearly the same as in the flight of December 16th, 1958. The wave motion on this day was well established, as Fig. 12 shows.

Looking on temperature and wind sounding and calculating the Scorer-Parameter it is evident that it was a favourable day for wave formation together with an increasing wind velocity with height.

Whilst the temperature distribution over Penzberg in the foreland of the Alps is relatively uniform, an isothermy resp. an inversion at the height of the tops of the Foehn wall is present in the vertical temperature profile over the Rhein Valley (see Figure 13).

Below mountain tops heavy turbulence at all levels occurs.

4. Flight of December 12th, 1959

General weather situation:

The weather charts are very similar to that of the flights discussed before:

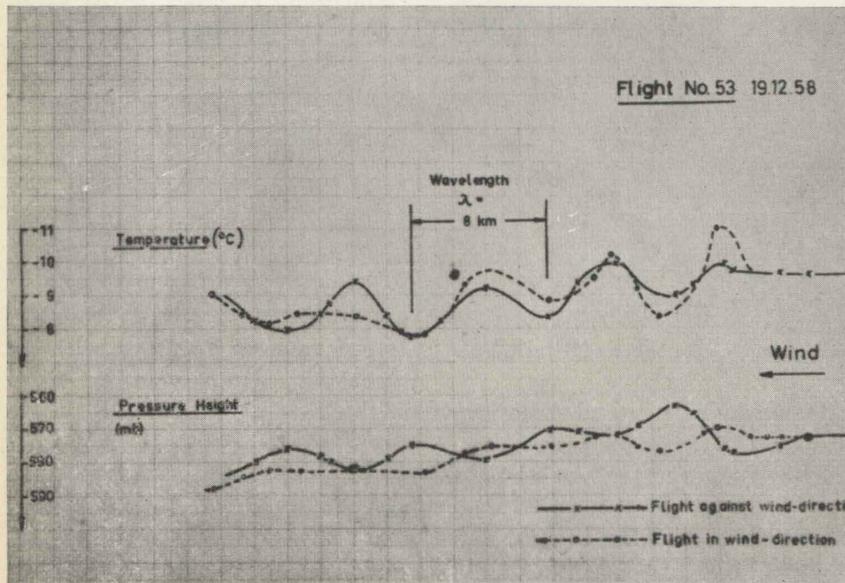


Fig. 17 - Comparison of flight against wind direction and flight with wind direction.

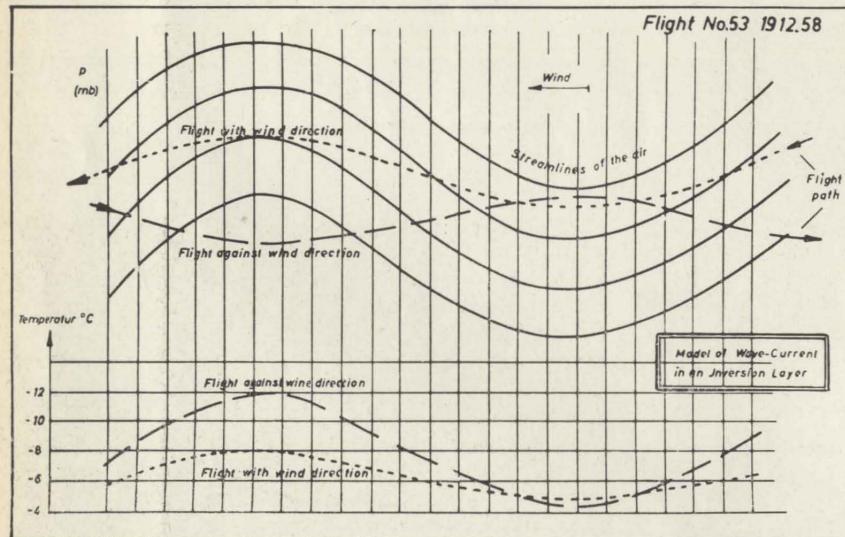


Fig. 18 - Oscillation model of a wave current.

Low approaching from the East-Atlantic. In eastern Alps no clouds, in western Alps 6/8 - 7/8 Altostratus formation in 3600 m

mountain ridge, the vertical motion seems to be more a well formed inversion wave. By this, results are not plotted over an

orographic scale, but only over a time scale to analyze pressure height and temperature.

Fig. 15 shows results of the flight against wind direction.

Fig. 16 gives the results on the route back.

Drawing both flights on one distance scale we have a phase-shifting of 180° degrees between temperature and pressure height as Fig. 17 shows.

An interpretation for this behaviour is given in an oscillation-model in Fig. 18.

Fig. 18 shows, that the flight-path is phaseshifted to the streamlines of the air, flying wind ahead or wind in tail, as cause of the phaseshifted temperature.

Without other cross section flights below the inversion layer it is not possible to decide, how far the temperature field has wave character itself.

Conclusions: It was given a short description of four wave flights made in the middle part of the Alps.

The results are:

1. Favourable Foehn - situations with well developed waves are relatively seldom in the middle part of the Alps during winter time.

2. Favourable areas in this part, as it was found up till now, are:

Inn Valley at Innsbruck,
Wetterstein Mountain range,
Silvretta, Raetikon and Verwall Group.

3. Before the Lows approaching from West, there is often only a narrow band where a development of well established waves are possible, depending on temperature and wind stratification. Usually the situation is the best short before passing of the front.

4. Immediately during flight it is difficult to decide, whether the wave is an inversion one, a lee one or a composite one.

5. The role of the inversion should be given increased attention during wave formation.

Maufred Reinhardt

La situazione ondulatoria sull'Italia Centrale nei giorni 26, 27 e 28 gennaio 1959

PLINIO ROVESTI, del Centro Nazionale di Volo a Vela di Rieti, illustra e discute alcune tipiche situazioni d'onda nell'Appennino Centrale, con venti di tramontana (NE). Esse assumono una particolare imponenza quando è presente in quota una corrente a getto. I dati meteorologici sono accompagnati dalla descrizione di voli d'onda di particolare interesse, effettuati al Centro Nazionale di Volo a Vela dell'Aero Club d'Italia presso Rieti, sfruttando quelle situazioni.

SUMMARY. Some typical wave situations in the central Apennines, due to «tramontana» (north-east) winds, are illustrated and discussed. These situations are particularly strong when a jet-stream is present in the higher troposphere layers.

The meteorological data are accompanied by the description of remarkable wave flights, which were made during the above situations.

Dal 26 al 28 gennaio 1959 si è prodotta sull'Italia Centrale una situazione ondulatoria di notevole interesse volovelistico.

Com'è noto, l'irruzione dal primo quadrante di aria fredda negli strati inferiori sottovento alle catene montane dell'Appennino Centrale e la presenza in alta quota di una corrente a getto, sono le condizioni più favorevoli alla formazione di potenti movimenti ondulatori stazionari nella zona del Lazio.

Infatti in queste tipiche situazioni di tramontana, accompagnate da un getto in quota, i venti si mantengono praticamente perpendicolari alla linea di cresta delle montagne, sino agli estremi limiti della troposfera e, per tale fatto, le onde, non solo riescono ad inter-

ressare gli alti strati dell'atmosfera, ma anche ad assumere notevole ampiezza e potenza.

Per quanto riguarda l'orografia, va rilevato che l'orientamento da NW a SE delle catene montane dell'Appennino Centrale e la disposizione su più file, separata da valli lunghe e profonde, favoriscono la formazione di tali movimenti ondulatori; i quali, per i fenomeni di risonanza che si riscontrano in varie zone della regione laziale, risultano talvolta notevolmente potenziati ed ampliati.

Circa le caratteristiche delle masse d'aria che compongono questi venti di tramontana da NE, diremo che, generalmente, si tratta di masse d'origine continentale, quasi sempre secche, convogliate

sull'Italia Centrale da un Anticiclone che interessa tutta l'Europa. In tal caso i fenomeni ondulatori sulle regioni Laziali non sono accompagnati da quelle manifestazioni nuvolose che, sia negli strati inferiori che in quota, caratterizzano normalmente le situazioni d'onda.

Quando invece il citato Anticiclone è strettamente associato ad una depressione, con minimo sui Balcani, e le masse d'aria sono convogliate sull'Italia Centrale dalla circolazione ciclonica di tale depressione, l'aria è quasi sempre di origine marittima e quindi sufficientemente umida per dar luogo a fenomeni di Stau e di nubifragi negli strati inferiori, nonché di banchi lenticolari in quelli superiori.



Fig. 1 - Rieti, 27-1-1959 ore 13,25
Altocumulo lenticolare sui Monti Sabini.

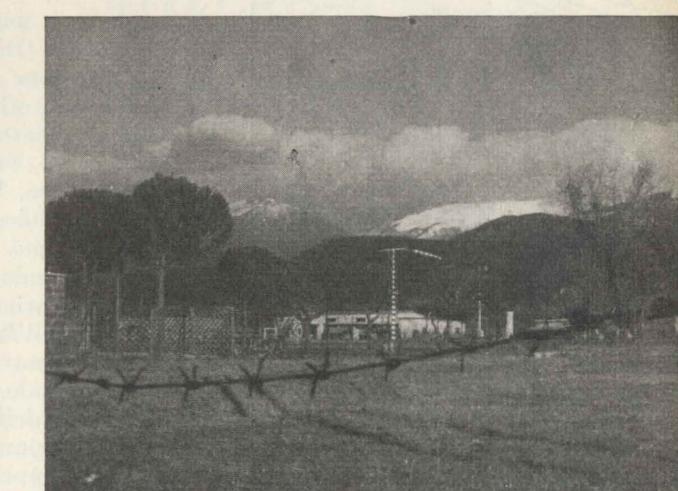


Fig. 2 - Rieti, 27-1-1959 ore 14,23
Muro di Föhn sul Terminillo.

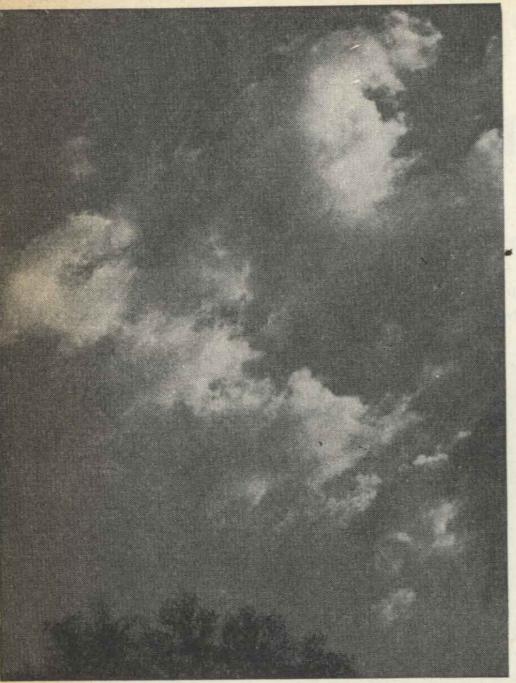


Fig. 3 - Rieti, 27-1-1959 ore 11,47.
Cumulo rotore sotto la prima onda.

Talora, nelle regioni montagnose dell'Italia Centrale, il cielo è coperto da banchi di stratocumuli, con caratteristiche aperture di föhn, a volte disposte su più file successive.

Queste formazioni nuvolose, che coprono il cielo per 5-6/8 e sono normalmente limitate a quote inferiori ai 3.000 metri, comprendono anche isolate formazioni di cumuli-rotori, molto utili per la localizzazione e l'agganciamento dell'onda da parte dei volovelisti.

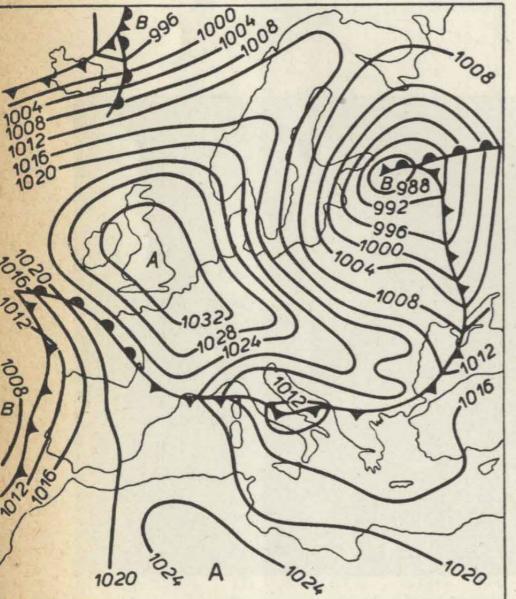


Fig. 4 - Situazione generale alle ore 7,00 del 25-1-1959.

La situazione ondulatoria dei giorni 26, 27 e 28 gennaio 1959 che illustreremo nel corso di questa relazione, ha presentato, nei primi due giorni di tramontana, una buona umidità, sia negli strati inferiori che in quelli superiori. Infatti, in quota, le onde provocavano banchi di altocumuli e cirrostrati-lenticolari, mentre sulle vette delle montagne, apparivano imponenti « muri di Föhn » e, sottovento alle stesse, numerosi cumuli-rotori (figg. 1, 2 e 3).

Questa nuvolosità era dovuta al fatto dianzi citato, che le masse d'aria interessanti in quei giorni l'Italia Centrale, erano associate alla circolazione ciclonale di una

fatti nella regione Laziale, notevole nuvolosità e piogge estese con nevicate sulle vette più alte (fig. 4).

Il vento, negli strati inferiori, spirava dal primo quadrante, (60°-90°), con intensità di 10-15 kts, ruotando però rapidamente, attorno ai 2.000 metri, verso NW.

Alcuni piloti del Centro Nazionale di Volo a Vela di Rieti, effettuarono, fin dalle prime ore pomeridiane del 25 gennaio, alcuni tentativi di volo in onda in vari punti della valle reatina, senza però riuscire a superare la quota da 2.000 metri. La rapida rotazione verso NW dei venti in quota, non permetteva l'estender-

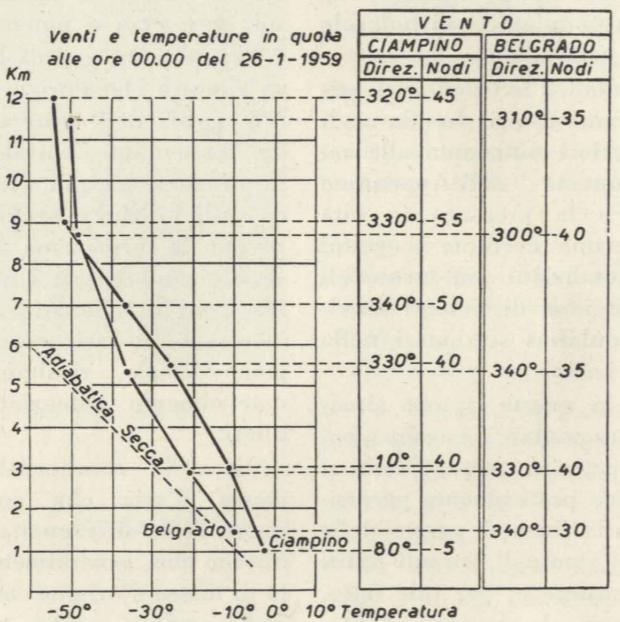


Fig. 5.

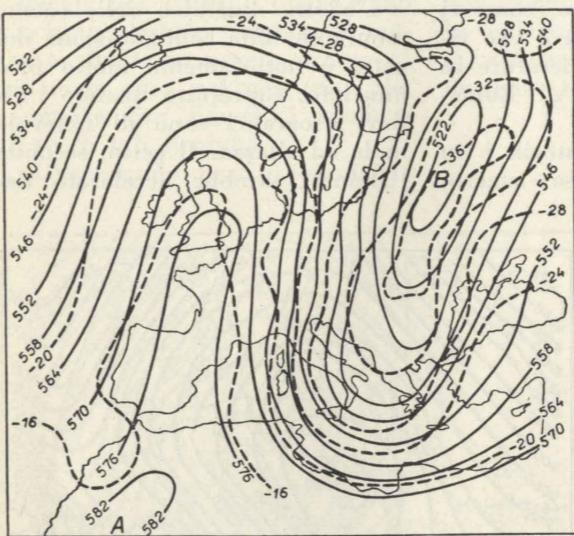
depressione in movimento verso il Mediterraneo Orientale (fig. 4). Tale depressione convogliava verso l'Italia Centrale aria di origine marittima abbastanza umida anche in quota. Sull'Italia Settentrionale, invece, la nuvolosità era minore, trovandosi le regioni del Nord ai margini della depressione e cominciando qui l'afflusso di aria secca di origine continentale, convogliata sull'Italia dal potente anticiclone centrato sull'Europa Nord-Ovest.

Alle ore 00.00 del 26 gennaio, le condizioni erano ancora sfavorevoli, come è illustrato nella figura 5, che riporta l'andamento dei venti e delle temperature in quota secondo i radiosondaggi di Belgrado e di Roma-Ciampino.

Nelle ore successive, però, la situazione andava evolvendosi in senso favorevole, tanto che alle ore 13 dello stesso giorno i venti in quota erano già ruotati a Nord, come si può dedurre dalla figura 6, che riporta la topografia

assoluta e le isoterme relative alla superficie isobarica di 500 mb (m 5.500). (Di passaggio ricordiamo ai volovelisti che ancora non hanno molta dimestichezza con la meteorologia, che la denominazione di « topografia » deriva dal-

naio, si nota come il fronte freddo, che nella mattinata del giorno precedente aveva attraversato l'Italia da NE a SW, si trovi ora nel bacino del Mediterraneo. Or-



zontale del vento. Qui fluisce la corrente a getto.

L'irruzione di aria fredda successiva al passaggio del citato fronte sull'Italia, interessava dunque anche gli strati superiori dell'atmosfera. In effetti, dall'esame delle figure 6 e 7, è facile capire come la situazione barica e termica in quota sia legata all'andamento della corrente a getto e del sistema frontale in superficie. Il getto, proveniente dall'Atlantico Settentrionale, avvolge l'anticiclone permanente delle Azzorre, che

del 27 gennaio la direzione dei venti negli strati inferiori del getto, è da 30° , e si mantiene costantemente in tale direzione da 2.000 a 6.000 metri, cioè perpendicolare alle catene appenniniche centrali. La massa è termicamente stabile sia nelle regioni da cui proviene, che in quelle del Lazio, come si può notare dalla figura 8 che riporta i venti e le temperature in quota di Belgrado e di Roma-Ciampino.

La situazione ondulatoria è in pieno sviluppo. Verso mezzo-

diosi, le barriere orografiche non solo diano origine ai movimenti ondulatori verticali che si utilizzano nel volo a vela, ma determinino anche ondulazioni orizzontali nelle correnti a getto fluenti nella zona sottostante alla tropopausa.

L'effetto dinamico delle catene montuose sulla configurazione del getto è notoriamente molto pronunciato, soprattutto quando i rilievi orografici sono di notevole mole ed altezza. Il getto, secondo l'Heines, sarebbe accelerato da-

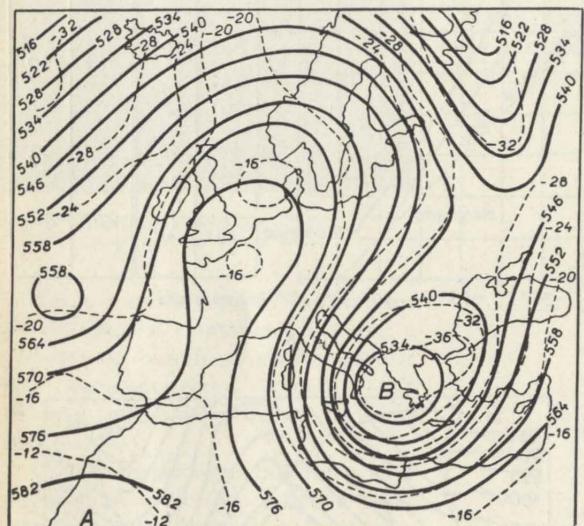


Fig. 10 - Topografia assoluta ed isoterme relative alla superficie isobatica di 500 mb; ore 13,00 del 27-1-1959.

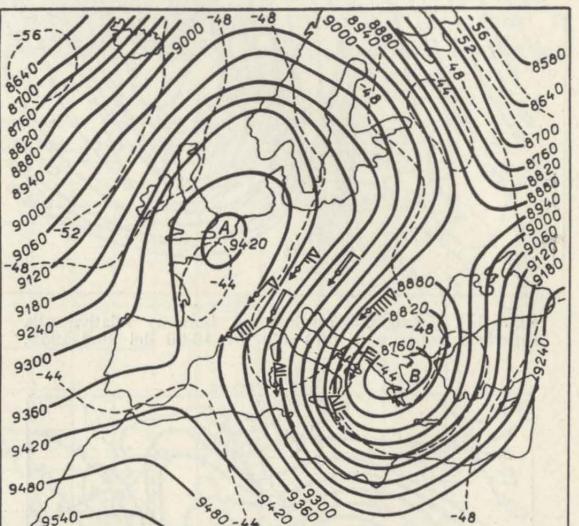


Fig. 11 - Topografia assoluta e temperature a 300 mb 27-1-1959 ore 13,00.

spinge in quota un promontorio verso gli estremi limiti nord del continente Europeo. La corrente a getto è particolarmente intensa ed ampia interessando tutta l'Europa ed il bacino del Mediterraneo Centrale, dove la componente dei venti è settentrionale.

Sull'Italia Centrale i venti negli strati inferiori investono perpendicolarmente i rilievi del complesso Appenninico, ma in quota essi spirano ancora da Nord, quasi parallelamente alla maggior parte delle catene montane. I movimenti ondulatori non riescono quindi ad estendersi in quota, mentre gli strati inferiori sono sede di fortissima turbolenza. Quel giorno 26 gennaio, vari piloti compiono a Rieti diversi tentativi ottenendo però ancora risultati piuttosto modesti. Tuttavia, la situazione in quota va continuamente migliorando. Alle ore 00.00

giorno la direzione del getto è da 20° . È noto che quando si è in presenza di una corrente a getto ben definita, la direzione di provenienza dei venti in quota varia molto poco. In effetti, dall'esame delle situazioni ondulatorie di NE, prodotte negli ultimi otto anni sull'Italia Centrale, è facile dedurre che la presenza in quota di una corrente a getto fa sì che i venti mantengano, sulla verticale delle catene appenniniche, una direzione quasi costante. Poiché tale fatto, unitamente alla crescente intensità del vento con la quota, costituisce un elemento essenziale per la formazione di potenti movimenti ondulatori, possiamo concludere che i fenomeni della corrente a getto e delle onde di rilievo sono strettamente collegati tra loro.

Di passaggio credo sia utile far notare come, secondo vari stu-

gli impulsi originati dalle barriere montane, le quali darebbero origine anche a quelle ondulazioni orizzontali cui abbiamo di anzi accennato. Le alte vette della Cordigliera delle Ande, nell'America del Sud, costituiscono, ad esempio, una ostruzione ai venti provenienti da W; ed a tale barriera si deve appunto la « saccatura » del getto, quasi stazionaria ad Est del continente Sudamericano, rintracciabile sulle topografie di 200 e 300 mb. L'Heines, dice che le barriere montuose debbono quindi essere considerate come il principale « ancoraggio » della persistente configurazione ondosa del getto sul piano orizzontale.

Chiudendo la breve parentesi che abbiamo aperto per accennare all'influenza dinamica delle catene montuose sulla corrente a getto, diremo che per quanto ri-

guarda la situazione ondulatoria in esame ed il getto in quota ad essa associato, la modesta altezza del sistema Appenninico Centrale non permette di attribuirgli, con sicurezza, qualche effetto sulla configurazione del getto. La meteorologia sta investigando attivamente per stabilire quale ruolo giochino i sistemi montani di modesta altezza in questo ordine di fenomeni ed a noi non resta che aspettare con fiducia i risultati finali di tali ricerche.

Riprendendo ora in esame la

stabile. È vero che il radio-sondaggio di Roma-Ciampino delle ore 13 (figg. 13 e 14) rivela uno stato quasi adiabatico dal suolo a 2.000 metri di quota, ma nelle situazioni ondulatorie di NE tale instabilità termica nello strato superficiale, è abbastanza comune e non pregiudica la formazione delle onde negli strati superiori.

La figura 13 riporta anche l'andamento del valore del parame-

andamento favorevole del valore di I^2 . Orbene, nel caso in esame l'andamento con la quota di I^2 concorda con le osservazioni fatte dal pilota Scano durante il suo volo nel corso del quale riscontrò la massima potenza dell'onda fra 2500 e 4000 metri, appunto nello strato dove il parametro di Scorer raggiunge il massimo valore. Sopra tale livello l'ampiezza e la potenza del movimento ondulatorio

Roma-Ciampino, 27-1-59, ore 12.00 T.M.G.
Andamento dei venti, delle temperature e
del parametro di Scorer (I^2) con la quota

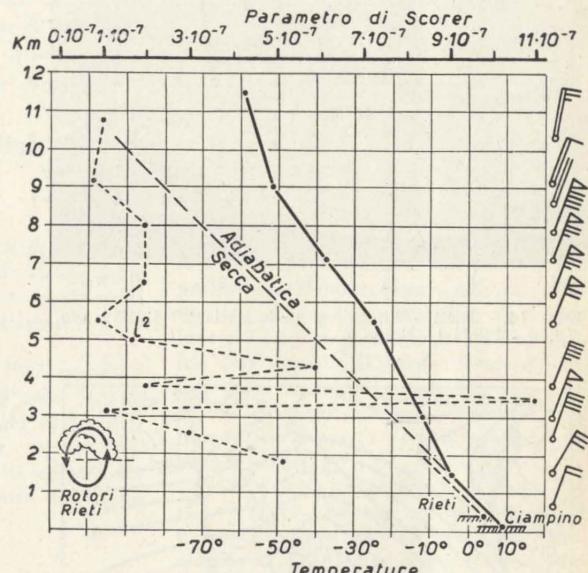


Fig. 13.

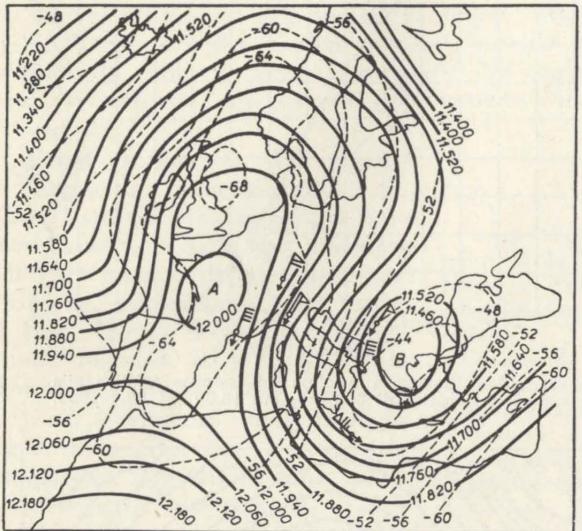


Fig. 12 - Topografia assoluta e temperature a 200 mb 27-1-1959 ore 13,00.

situazione del giorno 27 gennaio, soprattutto dal punto di vista del volo d'onda, diremo che essa, fin dalle prime ore del mattino, si presentava quanto mai promettente.

Le condizioni infatti erano favorevoli dal suolo alla tropopausa. In superficie, un anticiclone ed una depressione convogliano, quasi perpendicolarmente al sistema appenninico centrale, intense correnti da NE (fig. 9). In quota la corrente a getto era andata intensificandosi, soprattutto nella saccatura dell'onda orizzontale, come si può rilevare dall'esame delle topografie di 500, 300 e 200 mb (figg. 10, 11 e 12).

Dai diagrammi « temperatura-altezza » del giorno 27 gennaio (fig. 8), è facile rilevare come la massa d'aria, sia in origine che dopo aver superato la catena appenninica dell'Italia Centrale, fosse in condizioni di equilibrio

tro I^2 di Scorer con la quota, la cui utilità, ai fini dello studio delle situazioni ondulatorie, è ben nota.

I risultati conseguiti dal pilota Quirino Scano, nel corso del volo d'onda effettuato nella Valle Reatina dalle ore 11,30 alle ore 13 del giorno 27 gennaio, confermano pienamente le indicazioni fornite dall'andamento del valore del parametro I^2 .

È noto che c'è onda quando I^2 decresce rapidamente con la quota e che, approssimativamente, la massima ampiezza del movimento ondulatorio si ha là dove I^2 è massimo. Com'è facile capire, in vicinanza del suolo, con gradienti adiabatici, I^2 è uguale a zero, e ciò è confermato dal fatto che la convettività termica ostacola la formazione delle onde.

Le stratificazioni stabili, invece, facilitano la formazione delle onde ed in esse, infatti, si ha un

rio decrescono gradatamente, sino ad annullarsi ai livelli superiori. I radio-sondaggi del giorno 27 gennaio ci forniscono dati sino alla quota di 11.000 metri, dove, secondo i valori del parametro I^2 di Scorer, il movimento ondulatorio dovrebbe essere ancora attivo. Tuttavia, in quel giorno, tenuto conto delle caratteristiche dell'aliante « Canguro », la quota massima raggiungibile sarebbe stata di circa 9.000 metri. Il pilota Scano, infatti, abbandonò il volo alla quota di 7.400 metri in seguito ad un principio di congelamento, quando ancora il variometro gli indicava 1,2 m/sec a salire.

La figura 14 illustra tale volo, nel corso del quale, tra i 3 e 4.000 metri, il pilota essendo entrato nella parte discendente del movimento ondulatorio, ebbe modo di rilevarne la lunghezza d'onda, che a quell'altezza risultò essere

di circa 14 km. Tale valore della lunghezza d'onda concorda col calcolo teorico. A quote superiori, invece, il calcolo indica una lunghezza d'onda di 18 km a 5.500 metri, e di 20 km a 7.000 metri.

senz'altro affermare che nel caso in esame la lunghezza d'onda alla quota di 7.000 metri deve aggiungersi sui 35-40 km.

Continuando nella nostra rapida rassegna delle condizioni che

sime ad esso associate, che alle ore 07.00 presentava il suo minimo sull'Egeo (fig. 15), determinavano una favorevolissima circolazione di venti, i quali soffiavano da 40° e fin dai bassi strati si

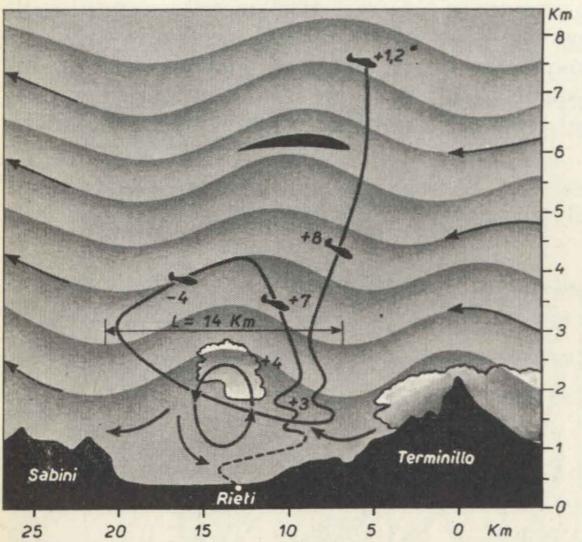


Fig. 14 - Rieti - Situazione ondulatoria 27-1-1959 ore 12.00 - Pilota Q. Scano.

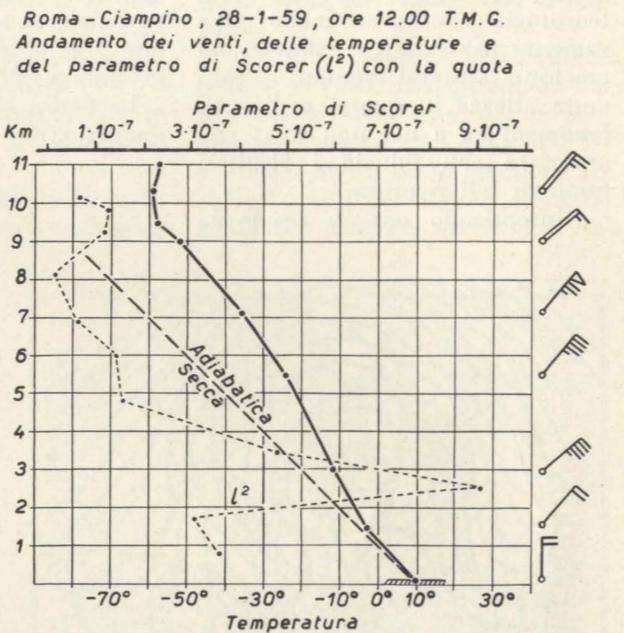


Fig. 15 - Roma-Ciampino, 28-1-59, ore 12.00 T.M.G. Andamento dei venti, delle temperature e del parametro di Scorer (l^2) con la quota

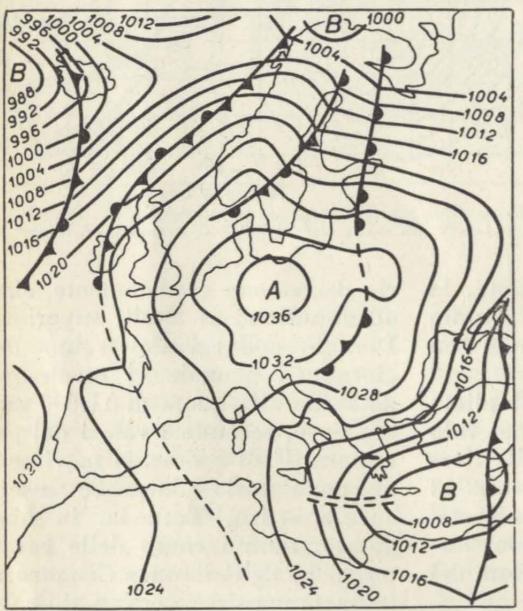


Fig. 15 - Situazione generale alle ore 7.00 del 28-1-1959.

Questi valori, però, non sono stati controllati in volo e pertanto si ha motivo di ritenere che essi siano notevolmente inferiori a quelli reali. In effetti, se si tiene conto della velocità del vento a quelle quote e della poco attendibilità della formula nei calcoli relativi a strati superiori, dove si riscontra una forte diminuzione

hanno favorito la formazione e lo sviluppo della situazione ondulatoria nei giorni 26, 27 e 28 gennaio 1959, diremo che, alle ore 07.00 del giorno 28, la situazione, pur avviandosi lentamente verso la fine, si presentava ancora interessantissima.

Infatti, la posizione dell'Anticiclone centrato sull'Europa Nord-Orientale e quella della depressione

mantenevano esattamente perpendicolari alle catene appenniniche dell'Italia Centrale. Tale direzione dei venti si riscontrava anche negli strati superiori, come si può rilevare dalla figura 16 che riporta la topografia assoluta relativa alla superficie isobara di 500 mb alle ore 13.00.

La figura 17 illustra invece l'andamento delle temperature,

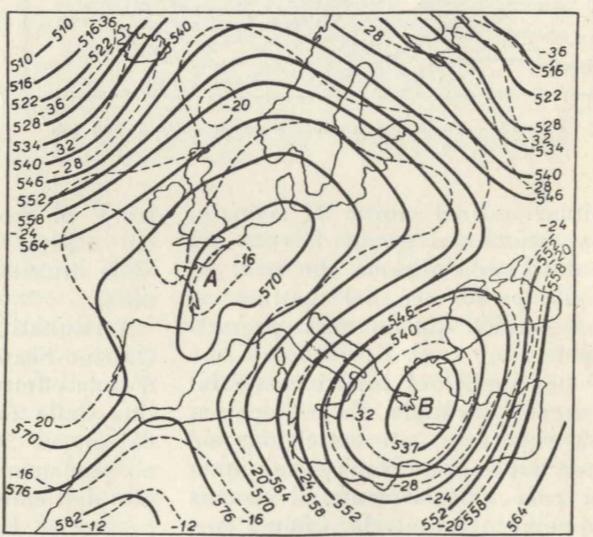


Fig. 17.

dei venti e del parametro l^2 di Scorer con l'altezza.

Un semplice sguardo alle curve ed ai simboli che rappresentano l'andamento di tali valori con la quota, è sufficiente per dare una idea dell'interesse che la situazione ondulatoria presentava alle ore 13, ora in cui venne effettuato il radiosondaggio di Roma-Ciampino.

Nella Valle Reatina, e precisamente sottovento alle catene montane delle località di Cantalice e Poggio Bustone, il movimento ondulatorio era «agganciabile» a poche centinaia di metri dal suolo, dove, attorno ai 400 metri, i piloti trainatori del Centro Nazionale di Volo a Vela, riscontrarono velocità ascensionali di 5-6 m/sec.

Verso le ore 15 due alianti «Canguro», pilotati dal Ten. Col. Mantelli e dalla coppia Ferrari-Sartori, decollavano a rimorchio dal campo di Rieti per tentare lo sfruttamento dell'onda. L'Ing. Ferrari si sganciava a 500 metri dal suolo ed il Comandante Mantelli a soli 200 m.

L'agganciamento dell'onda fu immediato ed i due «Canguro» iniziarono una rapidissima salita con velocità ascensionali di 8-9 m/sec. sino a circa 5.000 m. Da questa quota la velocità ascensionale andava gradatamente attenuandosi per raggiungere lo zero a 6.800 metri, altezza massima toccata dal «Canguro» del Comandante Mantelli.

È interessante notare come tali valori delle velocità ascensionali e dell'altezza massima raggiunta il giorno 28 gennaio, concordino perfettamente con le indicazioni fornite dall'andamento del parametro l^2 con la quota, naturalmente tenendo conto della polare delle velocità, ai vari livelli, dell'aliante impiegato.

Infatti, negli strati dove i citati piloti incontrarono la massima

velocità ascensionale, il parametro di Scorer raggiunge il massimo valore, mentre la quota assoluta di 7.000 metri, quasi toccata quel giorno dal Comandante Mantelli, rappresenta, secondo il valore di l^2 , la quota massima che, nella situazione in esame, l'aliante «Canguro» poteva raggiungere.

Alle ore 00.00 del giorno 29 gennaio, la situazione ondulatoria

dall'Italia Centrale appariva in rapido declino. La perturbazione frontale, associata in quota all'intensa corrente a getto che nei giorni 26, 27 e 28 gennaio aveva favorito la formazione dell'onda sull'Italia Centrale, si allontanava sempre più verso SE, mentre i venti in quota andavano gradatamente diminuendo d'intensità.

Nella mattinata del giorno 29 gennaio vennero ugualmente compiuti voli esplorativi in tutta la Valle Reatina, ma i piloti che si levarono in volo poterono soltanto constatare che ormai le onde erano scomparse e che la più interessante situazione ondulatoria di NE degli ultimi due anni aveva concluso il suo ciclo.

Plinio Rovesti

NOTA:

Come abbiamo rilevato nella presente relazione, la formula per il calcolo della lunghezza d'onda, soprattutto negli strati superiori, ha un valore puramente indicativo.

Conoscendo il periodo (P) è possibile determinare la lunghezza d'onda (L), la quale è data dal prodotto del valore della velocità orizzontale del vento (V), perpendicolare alla linea di cresta della catena montagna, ed il valore del periodo stesso:

$$L = VP.$$

Il periodo è dato dalla formula:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{T}{g(t'-t)}};$$

dove P indica il valore del periodo in minuti secondi, T quello della temperatura assoluta dello strato considerato, g quello dell'accelerazione di gravità t' quello del gradiente adiabatico secco, t quello del gradiente termico verticale dello strato considerato.

La lunghezza d'onda è data quindi da:

$$L = 2\pi \sqrt{\frac{T}{g(t'-t)}}.$$

L'esame di questa formula ci dice, tra l'altro, come la lunghezza d'onda sia proporzionale alla velocità del vento ed inversamente proporzionale alla stabilità dell'aria.

Per quanto riguarda l'ampiezza d'onda, diremo che essa è inversamente proporzionale alla velocità del vento e proporzionale alla stabilità dell'aria. Va rilevato, però, che sull'ampiezza dei movimenti ondulatori influiscono considerevolmente anche la forma e l'altezza del rilievo. Ad ogni modo, è stato riscontrato che l'ampiezza massima si ha nelle inversioni termiche, dove la stabilità dell'aria è maggiore.

Benché nella nostra relazione non ci siamo prefissi il compito di analizzare

le teorie che furono escogitate per spiegare l'andamento delle onde stazionarie di rilievo, riteniamo doveroso ricordare in questa nota, i nomi di tre matematici che con i loro studi recarono un contributo notevole alla soluzione del problema ondulatorio, vogliam dire Lyra, Queney e Scorer. Le loro teorie, infatti, sono quelle che meglio collimano con i fatti rilevati dalle osservazioni e che, nella pratica, si rivelano più utili ad una buona condotta del volo in onda.

Nel 1943, il Lyra, partendo dalle equazioni fondamentali della termodinamica e dell'idrodinamica, riuscì per primo a calcolare la grandezza delle perturbazioni derivanti da un flusso iniziale omogeneo, laminare e privo di attrito. Supponendo l'atmosfera in condizioni di equilibrio stabile e supponendo adiabatica l'evoluzione della particella d'aria, il Lyra ricavò una equazione — che da lui prese il nome — per calcolare l'onda in funzione della componente verticale del vento.

Per l'effettuazione del calcolo, nel caso pratico in cui l'ostacolo sia costituito da una catena di monti, il Lyra ricorre a un espediente, che consiste nel sostituire il profilo reale della catena con un certo numero di profili semplici, i quali nel loro insieme rappresentano l'intero profilo dell'ostacolo. Il quadro totale dei valori della corrente ondulatoria viene ottenuto dal Lyra mettendo insieme i valori ottenuti con i calcoli eseguiti sui profili isolati.

Non si può non rilevare il fatto che il Lyra, per giungere ad una equazione in termini finiti che gli consenta di risolvere il problema, è costretto a fondare i suoi calcoli su molte ipotesi restrittive e che, per di più, egli si basa solamente su profili di catene montane semplici e stretti, per i quali non occorre tener conto della componente verticale della rotazione terrestre.

A differenza del Lyra, il Queney tiene conto, nei suoi calcoli, anche della larghezza della catena montuosa e della forza di Coriolis, la quale esercita una notevole influenza sulla lunghezza d'onda; il che gli permette di ottenere valori che si avvicinano di più a quelli accertati dalle osservazioni dei volovelisti.

In entrambi i casi, però, il movimento ondulatorio va secedendo rapidamente sottovento all'ostacolo e risulta praticamente trascurabile alle basse quote.

Lo Scorer, invece, sulla scorta dei dati forniti dai voli d'onda degli ultimi anni, rileva l'esistenza di onde sottovento che aumentano d'ampiezza sino ad un certo livello e diminuiscono successivamente sino ad annullarsi a quote maggiori. Lo Scorer a differenza del Lyra e del Queney, pur continuando a supporre un flusso iniziale laminare o privo di attrito, tiene conto delle variazioni con la quota del gradiente termico verticale e dell'intensità del vento, ottenendo risultati più aderenti alla realtà e che, nella pratica del volo d'onda, si rivelano di notevole utilità.

Turbulence produced in waves of large amplitude

Turbolenza nelle onde di grande ampiezza

RICHARD S. SCORER, dell'Imperial College di Londra, esamina la perturbazione prodotta da una montagna: essa è divisa in tre componenti delle quali le più importanti sono le ordinarie onde di sottovento e le onde alla tropopausa. In entrambe, si possono avere rotori se l'ampiezza è sufficientemente grande. Quando si verifica un rotor si ha anche una zona di instabilità statica che è causa più probabile di turbolenza in aria limpida che non le zone ove il numero di Richardson è piccolo, ma pur sempre positivo. Si hanno grandi velocità verticali nelle onde alla tropopausa quando il parametro l^2 risulta grande nella bassa stratosfera per effetto di una forte stabilità statica, piuttosto che per basse velocità del vento.

1. Different types of wave.

The disturbance produced by a mountain in an airstream may be divided into three components:

(i) *the disturbance in the immediate neighbourhood of the mountain.* This is seen in the well-known wave patterns calculated by Lyra, Queney, and others for a uniform airstream flowing over a long ridge. The patterns consist of one or more waves with amplitude decreasing very rapidly upstream and almost as rapidly downstream from the mountain. At great heights, where the theory begins to break down because it predicts too great amplitudes, the finite length of actual mountains (in the direction across the stream) causes a decrease in amplitude. At ordinary heights the waves are of amplitude and steepness comparable with, or less than, the mountain itself. The steepest waves are produced by the steepest mountains, over which, however, the flow at the ground would probably not be as smooth as had been supposed in the theory.

(ii) *Trains of lee-waves extending, in theory, to infinity downstream behind infinitely long ridges, and to great distances behind actual long ridges.* These waves

occur in airstreams with suitable l^2 -profiles and have a maximum amplitude at some level in the middle or lower troposphere. The amplitude decreases to a very small value at the tropopause. These waves have zero amplitude at the ground, but at the level of its maximum the amplitude may be larger than that of the mountain (Fig. 1). It is known (e.g. Scorer 1958, p. 233) that the l^2 -profile required for this kind of wavetrain to occur has an upper layer in which l^2 is substantially less than in a lower layer, and that there need be no discontinuities in the temperature or stability profiles. The wavelength $2\pi/k$ is such that k^2 is equal to a value of l^2 intermediate between the upper and lower values.

occur if a rigid lid were placed at the tropopause.

We shall now discuss what these various waves are like when the amplitude is large. The argument will be based on the assumption that the waves are fairly well represented by a vertical displacement ζ which varies in a horizontal direction like $\cos kx$.

2. Rotors.

Rotors are defined as regions in part of which the velocity is reversed. A cloud situated partly in such a region would appear to rotate, the wind at its top and bottom being in opposite directions.

If z_0 is the Lagrangian coordinate of a streamline in steady flow then in the undisturbed state, and at any point where the velocity is in the forward direction, $\partial z_0/\partial z > 0$. But $\zeta = z - z_0$ and so

$$\frac{\partial \zeta}{\partial z} = 1 - \frac{\partial z_0}{\partial z}.$$

Therefore where the flow is reversed and $\partial z_0/\partial z < 0$ we must have

$$\frac{\partial \zeta}{\partial z} > 1 \quad [1]$$

which is the condition for a rotor to exist.

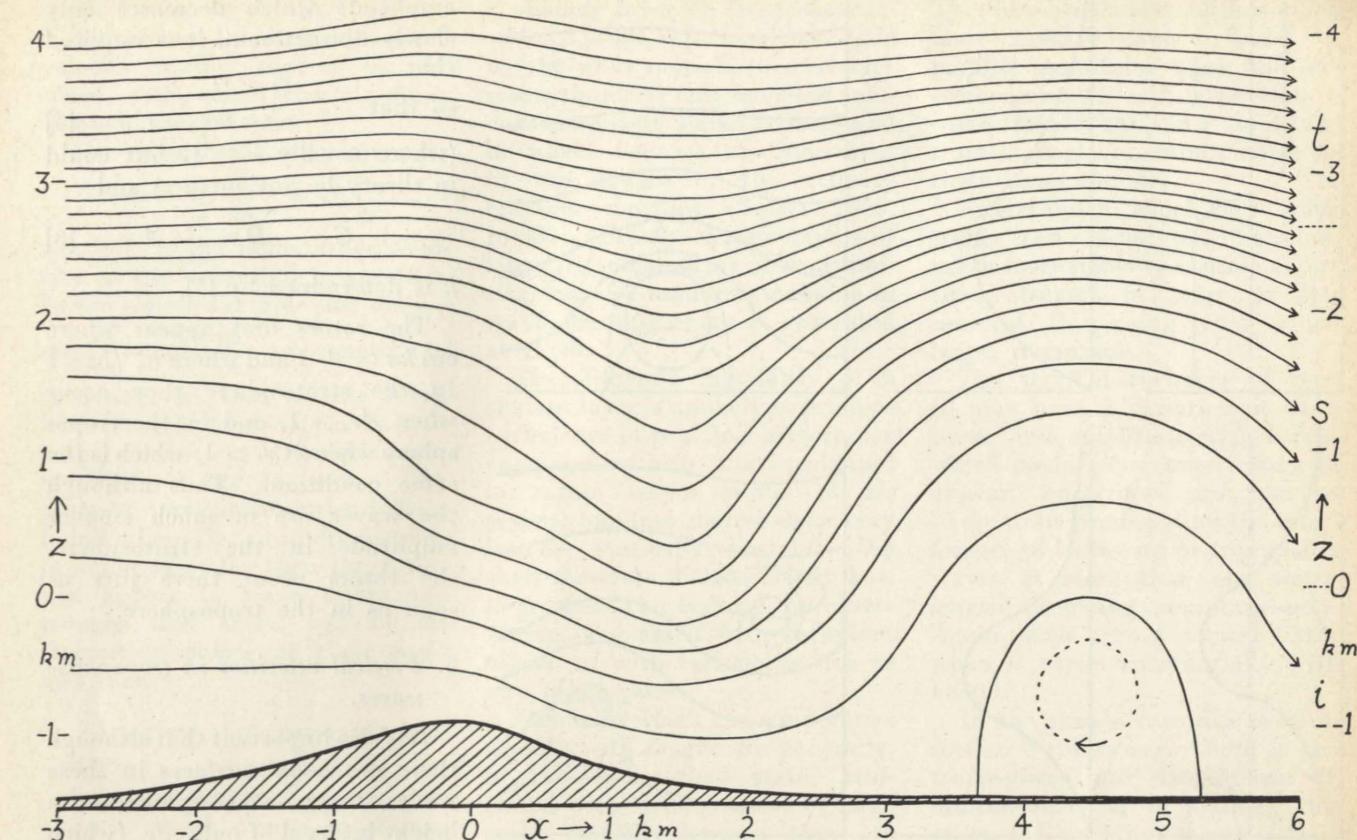


Fig. 1 - The flow computed by Scorer and Klieforth for a case in which the lee waves are larger than the mountain producing them. Only the first lee wave is shown.

At points where $\zeta < 0$, i.e. $\cos kx < 0$, the condition is that if

$$\zeta = \zeta^*(z) \cos kz \quad \frac{d\zeta^*}{dz} < -1. \quad [1a]$$

Long (1955) showed that rotors could occur in a stream of stably stratified fluid between two rigid horizontal planes and his idea has been extended by Scorer and Klieforth (1959) to an atmosphere with no upper limit.

Briefly the argument may be expressed as follows:

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial z^2} + (l^2 - k^2) \zeta = 0$$

therefore $\frac{\partial}{\partial z} = (k^2 - l^2)^{1/2}$, — iv say, and rotors will occur if

$$|\nu \zeta^*| < 1 \quad [2]$$

at any point in the flow. Thus large stabilities in which $l \gg k$ will tend to make rotors likely, which is contrary to much intui-

tive argument about the effect of static stability.

But this treatment is too simple. The argument just given is not valid when l varies with z . It is necessary then to draw the ζ -profile whose curvature is $-\nu^2 \zeta$, knowing the boundary conditions satisfied by ζ . This procedure is sketched in fig. 2 for ordinary lee-waves type (ii) over level ground which vanish at great height.

3. Turbulence in Rotors.

When a rotor occurs some of the fluid becomes statically unstable. If the rotor is double-yolked or at a boundary, the circulating fluid may become homogeneous during the process of setting up the rotor or subsequently by mixing if it is cloud free, but when cloud appears great instability is necessarily produced because the lapse rate is approximately dry-adiabatic in the mixed

air. If the rotor is isolated in a wave crest or trough, the circulating air may become mixed by static instability with air in the stream passing by, and in that case (see fig. 2) the turbulence may persist as long as the wave.

There may also be open rotors (fig. 3) in which no fluid continuously circulates, and then there is a region of static instability in which turbulence may be generated at any time. The motion is probably unsteady, but has not been properly investigated.

4. Rotors in tropopause waves.

Corby, and Sawyer and Hinds, showed that if the stratosphere and troposphere are each layers of constant l the value of k was less than the value of l in both layers. Therefore, if suffixes s and i denote the stratosphere and the troposphere,

$$\zeta_s = e^{ikx} (A e^{i\nu_s z} + B e^{-i\nu_s z}) \quad [3]$$

$$\zeta_i = e^{ikx} (C e^{i\nu_i z} + D e^{-i\nu_i z}) \quad [4]$$

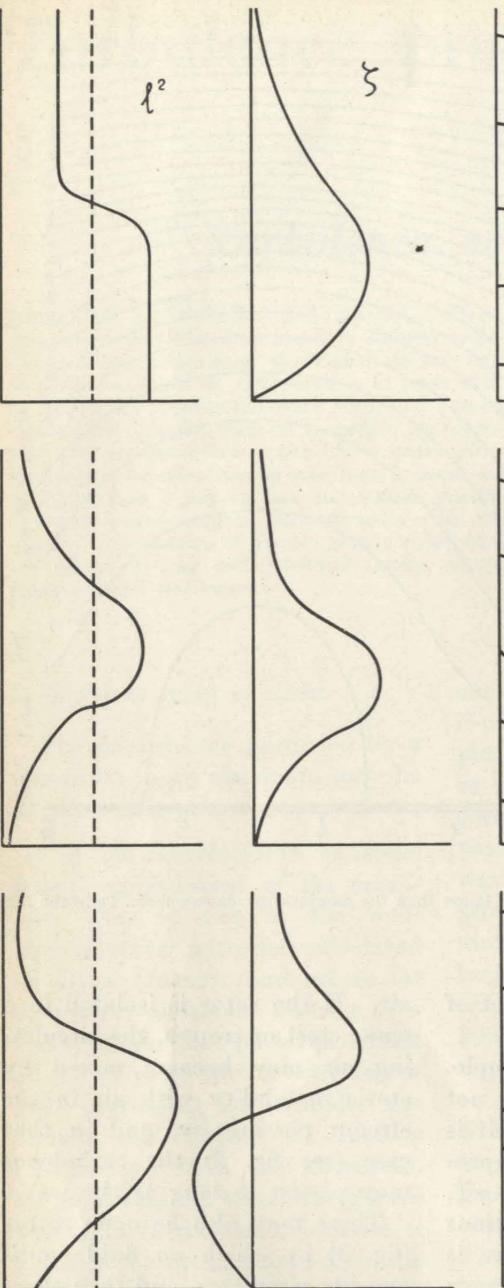


Fig. 2 - Sketches of possible rotor forms in lee waves. On the left is the l^2 profile of the airstream with the value of k^2 marked by the dashed line. In the middle is the ζ profile and on the right the streamline pattern. The top example has a maximum value of $|\delta\zeta/\delta z|$ occurring above and below the maximum of ζ (but either could exceed unity, and give a rotor, alone); and the middle case shows a double-yolked rotor occurring at a nodal surface. In each flow pattern the dotted line encloses the fluid which circulates (in the bottom example this is shown by a closed streamline) and presumably becomes homogeneous, and the dashed line encloses the region which is statically unstable. In the top and bottom examples the static instability is entirely within the circulating air but in the middle case any turbulent convection might mix the circulating air with the air of the stream flowing by.

They also showed that if the waves lie on the downstream side of the mountain producing them $B = 0$ (but this conclusion is not essential to the following argument). Then putting $\zeta = 0$ at $z = -h$ (the ground) and making ζ and $\delta z/\delta z$ continuous at $z = 0$ (the tropopause) we find that

$$C = \frac{A}{2v_i} (v_i + v_s);$$

$$D = \frac{A}{2v_i} (v_i - v_s)$$

In order that the tropopause waves shall have an appreciable

amplitude which decreases only slowly downstream, it is required that

$$v_s \gg v_i$$

so that

$$v_i h = n\pi$$

[5]

(where usually $n = 1$, but could in theory be any integer) and

$$C = -D = \frac{v_s}{2v_i} A \quad [6]$$

k is determined by [5].

The rotors first appear where $\cos kx = \pm 1$ and where $\delta\zeta^*/\delta z = 1$. In the stratosphere they occur when $A v_s > 1$, and in the troposphere when $2Cv_i > 1$, which is the same condition. Thus although the waves are of much smaller amplitude in the stratosphere, the rotors occur there just as soon as in the troposphere.

5. Vertical velocities in tropopause waves.

It is also important that although there are nodal surfaces in these waves, in the stratosphere, at a height interval of only π/v_s (which may be less than a kilometre), the vertical velocities are determined largely by the horizontal velocity in the undisturbed stream. Thus if the large value of l^2 is due to a large value of β rather than to a small value of U , as it may be in the lowest layers of the stratosphere on the upper side of the jet stream, the vertical velocities at the front and rear of a rotor may be very large. The values of 20 m. sec^{-1} quoted by Professor Georgii are only to be expected.

The wave pattern and vertical displacement is produced by the l^2 -profile and the mountain: the

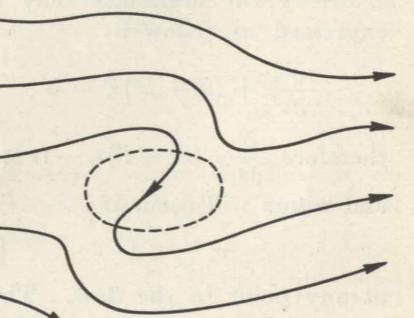


Fig. 3 - The flow pattern of an open rotor. The dotted line encloses the region of static instability.

vertical velocity in that pattern is determined by the undisturbed velocity profile, that is by the speed with which the air flows through the pattern.

The vertical velocity is given by

$$w = -U \frac{\partial z_0}{\partial x} = U \frac{\partial \zeta}{\partial x}$$

where U is the undisturbed velocity on the streamline in question. In the simple example just discussed $\frac{\partial \zeta}{\partial x}$ and $\frac{\partial \zeta}{\partial z}$ are exactly out

of phase, so that at the levels where rotors first appear (i.e. at nodal surfaces or boundaries) the vertical velocity is zero. The greatest vertical velocities will be found where l is a rapidly varying function of z ; for then the rotors will appear in wave crests and troughs and there will be no stagnation points at their front and rear.

6. The nature of the cause of turbulence.

In some published papers, but perhaps much more in discussions, it is taken for granted that large shear can and does cause turbulence in the free atmosphere. The basis for this assumption is by analogy with shearing layers near boundaries where the shear is produced by shearing stresses. There are no shearing stresses of any importance in a non-turbulent airstream far from boundaries and there is no evidence that turbulence is produced by large shear being unstable in anything but very shallow layers, which are practically discontinuities of velocity.

We have seen in this discussion that turbulence may arise from static instability (negative Richardson number) and that rotors, which produce this instability, cannot occur except when there exist layers with large values of l^2 . These values of l^2 are connected with large shear only indirectly and incidentally.

In waves of small amplitude the Richardson number $R_i = g\beta/(\delta U/\delta z)^2$ is decreased in regions where the streamlines are packed more closely because β and $\delta U/\delta z$ are increased by approximately the same factor. Thus waves may produce regions of small positive R_i ; but no negative values can be produced in this way. Also,

a shallow layer of large shear in which β is not appreciably changed by the wave motion, (i.e. velocity discontinuities) may have the velocity increment across it increased in waves because the increment in the square of the velocity remains constant (Scorer 1955, p. 557). Finally shallow layers of large β (temperature discontinuities) may be rendered unstable in waves because shear is generated at them.

The dynamic instability of a shallow layer is unlikely to produce turbulence of practical importance comparable with that produced in rotors where layers of air several hundred metres deep may become statically unstable. We shall therefore discuss briefly how large shear can become, by observation, associated with turbulent rotors, or with turbulence due to any other cause.

Layers in which the wind varies rapidly with height are generally, in the undisturbed state, associated with sloping layers of large static stability because they are regions of large thermal wind. The slope of these layers is, of course, not normally observable from an aircraft unless long horizontal traverses across the thermal wind are made. It is much easier to observe the vertical wind gradient, but really it is the large value of l^2 , which is due to the large value of β in the gradient region, which is significant.

If a layer is stirred by turbulence the shear and stability in it are decreased. The shear and stability at its upper and lower boundaries is therefore necessarily increased, and it may be these layers which are observed, and which are then said to be the cause of the turbulence which produced them!

7. The importance of lee waves and tropopause waves.

We have already seen (fig. 1) that lee waves may be of larger amplitude than the single mountain producing them, but this is probably rather rare. Because they extend far downstream their amplitude may be multiplied by second or third mountains whose wave trains are in phase with the train from the first mountain.

They also become established much more quickly over a series of parallel mountains when the air-stream changes with time than a wave train of the same amplitude from a single mountain twice or three times the size.

Airstreams in which these wave trains can occur are therefore much more liable to contain rotors than streams of more or less uniform l^2 passing over much larger mountains.

The wave disturbance of type (i) may have a variation in wave phase and amplitude with height which could cause open rotors to appear, but these are just as likely to be produced by the interference of lee waves or tropopause waves of more than one wavelength occurring simultaneously. Again, such a flow is most likely when l^2 varies substantially with height.

In the simple case discussed in section 4 rotors occur both in the troposphere and stratosphere simultaneously or in neither: this raises the question whether they can occur in the stratosphere only. When $v_s \gg v_i$ the tropopause is nearly a nodal surface and so rotors occur there. In order that they shall not occur anywhere else in the troposphere we simply require that $\delta^2\zeta/\delta z^2$ shall be less in the troposphere than in the case in which l^2 is constant, which will happen if l^2 decreases downwards in the troposphere. In such a case there will be no lee waves: this does not mean that rotors cannot occur in the stratosphere when there are lee waves, but that if they do there must also be rotors in the troposphere.

Richard S. Scorer

REFERENCES

- CORBY, G. A. (1956): Private communication.
- LONG, R. R. (1955): Some aspects of the flow of stratified fluids II, Tellus, 7, p. 341.
- SAWYER, J. S. and HINDS, M. K. (1957): M.R.P. 1041, Meteorological Office, London.
- SCORER, R. S. (1955): Theory of non-horizontal adiabatic flow in the atmosphere, Quart. J. R. Met. Soc. 81, p. 551.
- SCORER, R. S. (1958): Natural Aerodynamics.
- SCORER, R. S. and KLEIFORTH H. (1959): Theory of mountain waves of large amplitude, Quart. J. R. Met. Soc. 85, p. 131.

Cinematografia a fotogrammi intervallati di nubi d'onda a Monte Cimone

OTTAVIO VITTORI, del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana, presenta un film formato da una selezione di riprese di nubi effettuate dal Monte Cimone negli Appennini settentrionali, presso Modena.

Già da tempo l'americano V. J. Schaefer ha proposto l'impiego della cinematografia a fotogrammi intervallati nel tempo per lo studio della formazione, della struttura e della dinamica delle nubi.

In questo caso la macchina da presa usata era del tipo adottato dalla Munitalp Foundation per questo impiego.

RÉSUMÉ. M. Ottavio Vittori a présenté un film formé par une sélection de reprises de nuages effectuées sur le Mont Cimone dans les Apennins du Nord, près de Modène.

La dinamica delle cosidette nubi d'onda rappresenta un problema legato a diversi fattori tra i quali la struttura delle correnti in quota e specialmente della corrente a getto gioca un ruolo molto importante.

V. J. Schaefer iniziò, più di dieci anni fa, a raccogliere documentazioni sulla struttura di tali nubi in relazione alla presenza nel luogo di formazione della corrente a getto.

La descrizione dei metodi di ricerca e le conclusioni dei suoi studi sono contenute nei seguenti principali lavori:

a) Cloud Photography Project - Weatherwise vol. 6 n. 3 - 1953.

b) Cloud Forms of the Jet Stream - Tellus 1 - 1953.

c) Jet Streams and Project Skyfire.

d) Final Report - Project Cirrus Report - N° RL - 785 - 1953.

e) Gewitter, Strahlströme und « Skyfire » Project/Annalen der meteorologie - Bd 7 (1955-56).

La nube cosiddetta d'onda rappresenta la manifestazione visibile della dinamica della corrente sulla quale essa si forma e delle carat-

teristiche termodinamiche dell'aria.

Sembra abbastanza evidente che esse si formino all'interfaccia tra zone che hanno un diverso contenuto di vapore e differente velocità di corrente.

La loro principale caratteristica è quella di cambiare aspetto e forma molto rapidamente cosicché diventa molto difficile comprenderle in una esauriente classificazione.

Come è noto esse si presentano sotto l'aspetto di cirri, di stratocumuli e di nubi lenticolari: ma in generale tali forme, a causa della elevata turbolenza dell'aria nella quale si formano nonché a causa dei passaggi di fase che avvengono nell'acqua in esse dispersa, sono solamente di transizione.

Alcune di esse hanno una durata brevissima.

Schaefer ha impiegato il sistema della cinematografia a fotogrammi intervallati nel tempo per ricostruire la struttura della corrente nella quale esse si sono formate. Infatti i movimenti che caratterizzano l'evoluzione delle nubi vengono esaltati in maniera tale da permettere uno studio abbastanza accurato della loro dinamica.

Gli esperti pensano che in futuro si potrà, con opere cinematografiche di tale tipo, ottenere una raffigurazione della struttura della

corrente a getto a tre dimensioni.

V. J. Schaefer si rivolse all'Osservatorio di Monte Cimone qualche anno fa perché esso collaborasse alla ripresa di nubi d'onda in formazione sulla catena dell'Appennino Settentrionale.

Il Mt. Cimone si trova nel cuore dell'Appennino modenese ed è il monte più alto di tutta la catena montuosa. Dal punto di vista meteorologico, in particolare in relazione allo studio della fisica delle idrometeore, ha caratteristiche eccezionalmente favorevoli, tali da farlo considerare uno dei migliori nel mondo. Tra l'altro un orizzonte libero di 360° e l'appartenenza ad una catena posta tra due bacini a caratteristiche climatiche molto diverse; il Tirreno e la Val Padana.

Il film presentato è una selezione di riprese realizzate al Monte Cimone secondo la tecnica descritta da Schaefer ed utilizzando una macchina cinematografica adattata a tale tipo di riprese della Munitalp Foundation.

La semplice visione della proiezione continua delle evoluzioni delle nubi cinematografate è sufficiente per mettere in rilievo la bontà della tecnica per lo studio della dinamica delle nubi da correnti in quota.

Ottavio Vittori

Il y a longtemps que l'américain V. J. Schaefer, pour mettre bien en évidence formation, structure et dynamique des nuages a proposé l'emploi de la cinematographie à photographies espacées dans le temps. Dans ce cas la camera employée était d'un type particulièrement adapté à ce but par la Munitalp Foundation.

SUMMARY. Mr. Ottavio Vittori presented a film containing a selection of movie pictures of clouds taken from Mount Cimone in the northern Apennines, near Modena. It is a long time that the American V. J. Schaefer has proposed the use of time lapse photograph movies in order to study formation, structure and dynamics of clouds. The type of camera employed in this case was suited to this purpose by the Munitalp Foundation.

Ein Flugzeug für die Erforschung der hohen Atmosphäre Un aeroplano per la ricerca nell'alta atmosfera

HANS NEUBER, del Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug, riferisce sul progetto di un motocarriola per ricerche in alta quota, sviluppato per conto del DFS (Istituto Tedesco di Ricerca per il Volo a Vela).

L'apparecchio, dotato di un turboreattore Armstrong Siddeley « Viper » di 1.090 kg di spinta statica, è dotato di una cabina pressurizzata per due persone, dettagliatamente descritta.

L'impiego del velivolo avviene utilizzando il motore per la salita fino a una quota normale di 14.000 metri, a una quota massima di 18.000 metri, da cui inizia poi il volo planato durante il quale hanno corso le indagini e le osservazioni per le quali sono montati a bordo circa 200 kg di apparecchiature scientifiche.

L'apparecchio è attualmente in costruzione.

ZUSAMMENFASSUNG. Vorliegender Bericht spricht von der Entwicklung eines Motorsegelflugzeugs für die Höhenforschung, das für Rechnung der DFS (Deutschen Forschungsanstalt für Segelflug) hergestellt worden ist.

Der Apparat ist mit einem Strahltriebwerk Armstrong Siddeley « Viper » von 1.090 kg Standschub ausgerüstet, und besitzt außerdem eine Höhenkammer für zwei Personen.

Bei Benutzung des Flugzeuges wird der Motor für den Aufstieg bis zu einer Höhe von 14/18.000 m eingesetzt; von dort an beginnt der Gleitflug, während dessen die Forschungen und Messungen vorgenommen werden. Fuer diese letzteren sind verschiedene wissenschaftliche Apparate im Gewicht von ca 200 kg an Bord vorhanden.

Der Flugzeug befindet sich zur Zeit im Bau.

Mit der Aufnahme der Entwurfsarbeiten an einem Höhensegelflugzeug, das als Mess- und Versuchsträger für die Erforschung der Struktur und Turbulenz der Strahlströme dienen soll, setzt die Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug eine Entwicklung fort, die bei ihr vor vielen Jahren begonnen wurde. Die planmässige Erforschung der Atmosphäre mit Hilfe des Segelflugzeuges als Messträger hatte gezeigt, dass sich im Segelflug ganz ausserordentliche Höhen erreichen lassen und liess den Wunsch entstehen, auch die Stratosphäre mit Hilfe des Segelflugzeuges zu erforschen. Die physische Höhenleistungsgrenze des nur mit einem Höhenatmer ausgerüsteten Piloten beschränkt die Verwendung des normalen Segelflugzeuges auf eine Maximalhöhe von 8 km. Der Wunsch nach einem Segelflugzeug, das dieser Beschränkung nicht unterliegt, veranlasste die DFS im Herbst 1940 mit den Entwurfsarbeiten an einem einsitzigen, mit Druckkammer ausgerüsteten Höhensegelflugzeug zu beginnen. Dieses Flugzeug, die DFS 54, wurde zwar während des Krieges nicht mehr vollendet, jedoch konnten die bei seinem Entwurf und der Erprobung einzelner wichtiger Baugruppen gewonnenen Erfahrungen für ein in Konstruktion und Leistung erheblich höheren Ansprüchen genügendes Höhensegelflugzeug verwendet werden, nämlich die von Kracht entworfene DFS 228, deren Erprobung bei Kriegsende weit fortgeschritten war. Dieses Flugzeug

besass eine Druckkammer für zwei Personen und ein Raketentriebwerk für den Steigflug. Aus diesem Grunde kann es als ein direkter Ahn des gegenwärtigen Projektes P-58-2 der DFS angesehen werden. Nach 1945 wurden in verschiedenen Ländern Projekte von Höhensegelflugzeugen ausgearbeitet, von denen aber noch keines zur Bauausführung gekommen zu sein scheint. In Deutschland hat in neuerer Zeit van Nees am Projekt eines Höhensegelflugzeuges gearbeitet. Auch dieses Projekt besitzt eine 2-sitzige Druckkammer und ein Triebwerk für den Steigflug.

Neuen Anstoß für die Entwicklung eines Höhensegelflugzeuges gab die Entdeckung der Strahlströme, deren Erforschung nicht nur eine wichtige Aufgabe der Wissenschaft darstellt, sondern die auch von hohem wirtschaftlichen Interesse für den künftigen Luftverkehr mit Düsenflugzeugen ist, denn bekanntlich findet der Verkehr mit Düsenflugzeugen in Höhen zwischen etwa 8000 bis 14000 m statt, in denen mit dem Auftreten von Strahlströmen zu rechnen ist. Aus diesem Grunde erteilte der Herr Bundesminister für Verkehr einen Auftrag für die Entwicklung eines Forschungsflugzeuges für die Messung der Turbulenz und der Struktur der Strahlströme. Die DFS hat inzwischen mit den Entwurfsarbeiten für dieses Flugzeug begonnen.

Bei der Aufgabenstellung stösst man auf eine besondere Schwierigkeit, insofern, als man für die Lastannahmen des Flugzeuges die

Böengeschwindigkeiten im Gebiet der Strahlströme bereits kennen sollte, diese aber erst später mit dem fertigen Flugzeug gemessen werden können. Aus der Messaufgabe, Turbulenz- und Strukturmessung der Strahlströme erhält man zunächst lediglich die folgenden Entwurfsbedingungen:

Das Flugzeug muss mit allen Einrichtungen versehen sein, die den Höhenflug in etwa 8000 bis 17000 m Höhe ermöglichen.

Da die Turbulenzmessung auf dem Wege einer Messung der am Flugzeug auftretenden Beschleunigung durchgeführt wird, muss sie im Segelflug stattfinden. Der Grund hierfür ist, dass im Segelflug allein die konstante Schwerkraft als Antrieb wirkt, während der nie ganz gleichförmige Schub eines Triebwerkes zusätzliche Beschleunigungen hervorrufen würde, die sich als Messfehler auswirken.

Nachdem hiermit feststand, dass das Flugzeug in seinem wesentlichsten Flugzustand, dem Messflug, die Eigenschaften eines Segelflugzeuges besitzen muss, erhob sich eine weitere Frage von entscheidender Bedeutung für die Auslegung des Flugzeuges.

Es ist die Frage: Soll das Höhensegelflugzeug ein Triebwerk erhalten oder ist es zulässig, dass es sich für den Antrieb auf die Energiequellen in der Atmosphäre oder auf ein Schleppflugzeug verlässt? Wir gelangten zu der Überzeugung, dass ein Triebwerk unbedingt notwendig ist. Zu dieser Ansicht führte die Überlegung, dass die Erforschung der Strahl-

ströme die Belegung weiter Räume mit einer grossen Zahl von Messpunkten nach einem zeitlich genau festgelegtem Programm verlangt. Diese Forderung kann nicht erfüllt werden, wenn das Flugzeug von Aufwinden abhängig ist, die an bestimmte geographische und meteorologische Voraussetzungen geknüpft sind. Selbst an den in dieser Hinsicht am meisten begünstigten Stellen der Erde sind diese Voraussetzungen viel zu selten erfüllt, um als Grundlage eines regelmässigen Flugbetriebes dienen zu können. Die Verwendung eines Schleppflugzeugs bildet keinen brauchbaren Ausweg, da es mit einem Höhentriebwerk, einer Höhenkabine und einer ganzen Reihe besonderer Einrichtungen versehen sein müsste. Ein derartiges Schleppflugzeug ist aber noch nicht vorhanden und seine Entwicklung und sein Betrieb würden wirtschaftlich nicht vertretbar sein.

Für die Wahl der Triebwerksgattung waren die folgenden Gesichtspunkte entscheidend:

Das stillstehende Triebwerk darf die Segelflugeigenschaften des Messträgers nicht beeinträchtigen.

Das Triebwerk muss jederzeit im Fluge, auch in grosser Höhe und nach längerem Stillstand, wieder gestartet werden können.

Es darf keine Eigenschaften besitzen, die seine Verwendung auf zivilen Flugplätzen ausschliessen (Geräusch, unzulässige Rauchentwicklung, giftige Gase, extreme Feuergefährlichkeit oder Explosionsgefährlichkeit der Betriebsstoffe usw.).

Es soll nur ein voll erprobtes, in Serienfabrikation befindliches Triebwerk verwendet werden, um Unsicherheiten der Beschaffung und des Betriebes auszuschalten.

Unter den betrachteten Triebwerken: Propeller-Kolbentriebwerk Propeller-Turbine, Staustrahlpropeller, Raketenmotor und Strahlturbine genügt allein die Strahlturbine diesen Forderungen. Unter den zur Zeit erhältlichen Strahltriebwerken entsprach das Triebwerk Armstrong Siddely Viper A.S.V. 11 nach Leistung und sonstigen Eigenschaften am besten den Anforderungen des Höhensegelflugzeuges.

Dieses Triebwerk wurde deshalb zur Grundlage der weiteren Überlegung gemacht; diese betrafen zunächst den Versuch, sich ein klares Bild von einem typischen Messflug zu machen. Nach unseren Vorstellungen würde dieser etwa wie folgt ablaufen:

1. Anrollen zum Start und Start von einem beliebigen Flugplatz.

2. Steigflug auf die Arbeitshöhe von 14 km.

3. Streckenflug in 14 km Höhe zum Messort.

4. Messflug im reinen Segelflug (kann durch zwischengeschaltete Streckenflüge in mehrere Abschnitte unterteilt sein.).

5. Rückflug zum Zielhafen.

6. Platzrunde, Landeanflug (gegebenenfalls zusätzlich Warterunden).

7. Landung und Rollen vom Platz (unter Umständen Außenlandung und anschliessend Abtransport im demonstrierten Zustand).

Aus dem skizzierten Ablauf eines Fluges ergeben sich die nachstehenden weiteren Entwurfsgeichtspunkte:

Rollen und Start. Wegen der Verbreitung der Strahlströme in einem breiten, äquatorial um die Erde laufenden Gürtel wird der Messträger an den verschiedensten Stellen der Erde eingesetzt werden und muss daher in der Lage sein, von allen Arten von Flugplätzen, einschliesslich grosser Verkehrsflughäfen zu starten und zu landen, ohne den allgemeinen Flugverkehr zu stören. Dieser Gesichtspunkt bedingt ein Fahrwerk, das dem Flugzeug eine genügende Rollstabilität und Steuerbarkeit gibt, um äussere Hilfe beim Anrollen zum Start und beim Start selbst unnötig zu machen. Nur ein Radfahrwerk genügt diesen Bedingungen. Es muss einziehbar sein, um im Segelflug nicht zu stören.

Steigflug auf die Arbeitshöhe von 14 km. Die Steigzeit auf die Arbeitshöhe soll kurz sein, da der Zweck der Messung in vielen Fällen nur erreicht werden kann, wenn der Messort kurze Zeit nach dem Start erreicht wird. Wird viel Zeit zwischen Start und Ein-

treffen am Messort verbraucht, so kann der interessierende meteorologische Zustand bereits weitgehend verändert sein.

Da sich zunächst ein bestimmter Wert für die zulässige Steigzeit nicht begründen lässt, wurde dieser provisorisch auf 30 Minuten festgesetzt. Falls notwendig, wird dieser Wert später im Einklang mit anderen Forderungen zu korrigieren sein.

Streckenflug in 14 km Höhe zum Messort. Die Notwendigkeit, in der Arbeitshöhe einen Streckenflug mit Hilfe des Triebwerkes zu ermöglichen ergibt sich daraus, dass wohl fast immer der interessierende Messort erst durch einen Suchflug erreicht werden kann.

Im Laufe einer längeren Messreihe sind auch Windversetzungen auszugleichen, die infolge der hohen Geschwindigkeiten der Strahlströme recht bedeutend sein können. Für die erforderliche Länge des Streckenfluges lässt sich ein bestimmter Wert noch nicht abgeben. Versuchsweise wurde eine Strecke von 200 km in die Entwurfsbedingungen aufgenommen. Falls die spätere Praxis eine Änderung zweckmässig erscheinen lässt, so kann diese leicht durchgeführt werden, da sich im Tragwerk reichlich Raum zur Unterbringung eines vergrösserten Treibstoffvorrates befindet. Im Rahmen dieser Veranstaltung wird Herr Fischer von der DFS auf eine besondere Einsatzmöglichkeit des Flugzeuges hinweisen, bei der dieses mit einer Kraftstoffzuladung von 1000 kp eine Gesamtstrecke von über 2500 km zurücklegen und sich bis zu 7 Stunden in der Luft halten kann.

Messflug im Segelflug. Für diesen Flugzustand ist vor allem eine sehr kleine Sinkgeschwindigkeit notwendig, um auch schwache Aufwinde ausnutzen zu können. Eine kleinste Sinkgeschwindigkeit von maximal 2 m/sec wurde als ausreichend angesehen. Die Fluggeschwindigkeit im Messflug soll klein sein, um durch leichtere Beobachtung und durch höhere Messgenauigkeit der trägeheitsbehafteten Instrumente zu besseren Messergebnissen zu kommen. Andererseits soll die Bahngeschwindigkeit gross genug sein um die Windversetzung im Strahlstrom

innerhalb erträglicher Grenzen zu halten. Eine Bahngeschwindigkeit von 200 bis 250 km/h in 14 km Höhe im Flugbereich zwischen kleinstem Sinken und bestem Gleiten wurde als ein tragbarer Kompromiss der beiden widerstreitenden Geschwindigkeitsforderungen betrachtet.

Um die Böenmessung durch Messung der am Flugzeug in den

sung und zur Bestimmung des Abtrittswinkels sowie ein Funk-Höhenmesser vorgesehen.

Platzrunde und Landeanflug. Für die Platzrunde, den Landeanflug und gegebenenfalls einen Warteflug von 30 Minuten Dauer, ist ein entsprechender Kraftstoffvorrat vorzusehen. Eine Bremsklappe zur Gleitwinkelsteuerung bei der Landung ist wegen des kleinen Gleitwinkels des Flugzeuges sehr erwünscht. Diese Bremsklappe dient auch zur Endstaudruckbegrenzung im Bahnneigungsflug.

Landung und Abrollen. Für diese gelten die gleichen Gesichtspunkte wie für das Anrollen und den Start.

Nutzlast. Umfang und Art des Messinstrumentariums, das im Flugzeug mitzunehmen ist, wird sich erst nach einer Reihe von orientierenden Messflügen genauer bestimmen lassen. Zunächst ist ein Gesamtgewicht von 200 bis 300 kg und vorsorglich je ein grösserer Raum in der Druckkammer und im Rumpfmittelteil im unmittelbaren Anschluss an die Druckkammer vorgesehen.

Baufestigkeit. Nach den bisherigen Beobachtungen muss mit starker Böigkeit im Bereich der Strahlströme gerechnet werden. Leider sind bisher noch nicht genügend zahlreiche und zuverlässige Messungen der Böengeschwindigkeitsgradienten veröffentlicht worden, um mit Sicherheit die am Flugzeug auftretenden Beanspruchungen berechnen zu können. Angesichts dieser Unsicherheit wurde beschlossen, das Flugzeug für ein Bruchlastvielfaches von 12 auszulegen. Der Endstaudruck wird durch aerodynamische Bremsen auf 1000 kg/m² begrenzt.

Bauweise. Bezüglich der Bauweise besteht die Forderung nach hervorragender Oberflächengüte, geringem Gewicht und hoher Beständigkeit gegenüber extremen Temperaturen. Dem gegenwärtigen Stande der Technik entspricht die Leichtmetallkonstruktion aus geklebten Sandwichplatten diesen Forderungen am besten. Um Wellenfreiheit zu gewährleisten, müssen bei der Sandwichkonstruktion alle Flächen abwickelbar sein. Auch diese Forderung wurde so

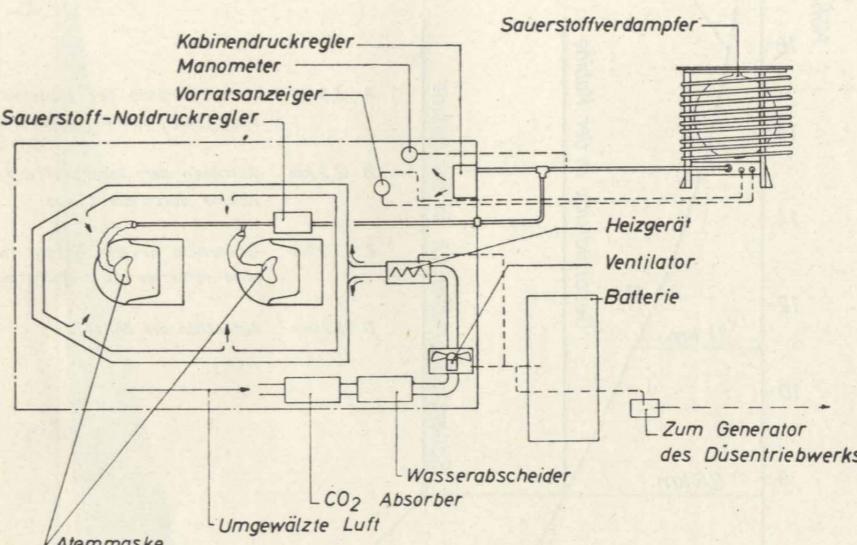


Abb. 1 - Schema der Höhenkammeranlage.

drei Hauptachsen des Raumes wirkenden Beschleunigungen durchführen zu können, muss gewährleistet sein, dass das Flugzeug unter der Wirkung der Böen nur translatorische Bewegungen ausführen kann. Diesem Zwecke dient ein vom Piloten auf bestimmte Längs-, Quer- und Höhenwinkel einstellbarer automatischer Flugregler, der im Aufbau einem Autopiloten sehr ähnlich ist und sich prinzipiell von diesem nur dadurch unterscheidet, dass anstelle der Regelung auf konstante Flughöhe eine solche auf konstanten Rumpfanstellwinkel erfolgt. Durch 3 nach den Hauptachsen des Raumes orientierte Beschleunigungsgeber werden die am Flugzeug durch eine Bö hervorgerufenen Beschleunigungskomponenten aufgenommen und durch einen Mehrfachschreiber aufgezeichnet. Da die Masse des Flugzeuges und seine aerodynamischen Widerstandsbeiwerte in den 3 Hauptrichtungen des Raumes

Zeit, Entfernung und Richtung bezüglich eines Festpunktes, Temperaturen, Drücke usw. können je nach Messaufgabe gleichzeitig vom Registriergerät mitgeschrieben werden.

Rückflug zum Zielhafen. Dieser findet vorwiegend im Gleitflug statt. Flugleistungsmässig stellt er keine Anforderungen, die nicht bereits in den vorhergehenden enthalten wären. Der erwünschte gute Gleitwinkel ist automatisch durch die für den Messflug erforderlichen Massnahmen gegeben, — kleine Sink-, grosse Bahngeschwindigkeit — darüber hinaus kann er mittels des Triebwerkes beliebig verbessert werden.

Flugeigenschaftsmässig ist volle Blindflugfähigkeit notwendig, da mit dem Durchfliegen von ausgedehnten Schlechtwetterzonen zu rechnen ist. Das Flugzeug enthält dementsprechend alle notwendigen Blindfluginstrumente. Insbesondere ist ein Doppler-Radar zur absoluten Geschwindigkeitsmes-

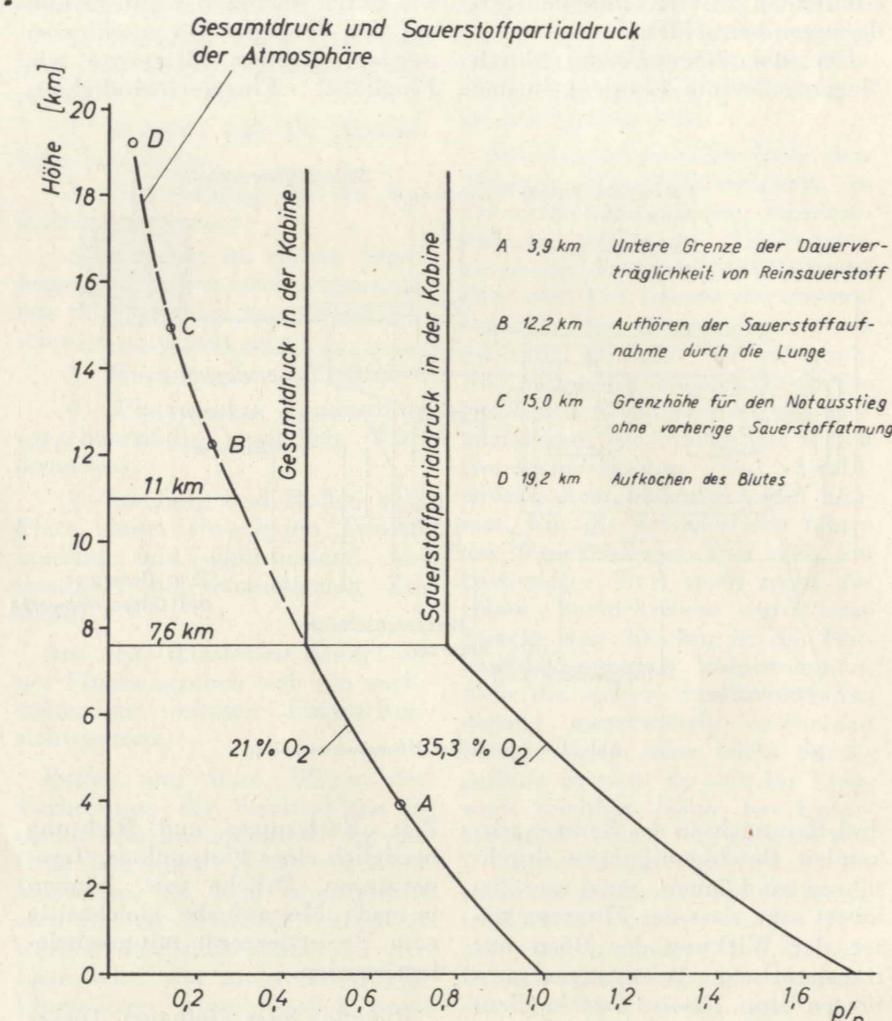
weitgehend erfüllt, dass lediglich der Rumpfbug, die Druckkammer und verschiedene Verkleidungen, für die ohnehin die Anwendung der Sandwichbauweise keine Vorteile bietet, nicht abwickelbar sind. Über die konstruktive, aerodynamische, flugleistungs- und flugeigenschaftsmässige Auslegung des wichtigsten Bauteiles dieses Flugzeugs, nämlich des Flügels, wird Herr Hadwich (DFS) in einem besonderen Vortrag berichten, so dass an dieser Stelle weiteres nicht gesagt werden soll. Dagegen soll noch kurz auf die Höhenkammer eingegangen werden.

Die Höhenkammer ist für zwei Besatzungsmitglieder vorgesehen, denn der Messflug allein stellt so umfangreiche Aufgaben in fliegerischer, navigatorischer, messtechnischer und wissenschaftlicher Hinsicht, dass eine Aufteilung dieser Aufgaben auf zwei Besatzungsmitglieder eine Notwendigkeit darstellt. Darüber hinaus stellt das Vorhandensein von zwei Personen an Bord des Flugzeugs ein Sicherheitselement dar, auf das wegen der bisher noch unbekannten Verhältnisse im Strahlstrom nicht verzichtet werden sollte. Für die Besatzung ist eine Druckkammer erforderlich, die auch bei längerem Aufenthalt in der Arbeitshöhe von 14 km, die für die Durchführung von wissenschaftlichen Beobachtungen notwendige Bequemlichkeit bietet. Um für die Druckhaltung und die Belüftung der Druckkammer nicht vom Haupttriebwerk des Flugzeugs abhängig zu sein, wurde auf ein Prinzip zurückgegriffen, das z.B. bei Unterseebooten, bei den Tiefseetauchgeräten von Piccard und Beebe, den Höhenballonen von Piccard und des NACA verwendet wurde und das schon früher mehrfach, so u.a. auch von der DFS selbst, für Höhensegelflugzeuge mit Druckkammer vorgeschlagen wurde.

Wegen der besonderen Bedeutung, die die Höhenkammer für das Projekt P-58-2 besitzt, sei nachfolgend auf die besonderen physiologischen Bedingungen für den Flug in grossen Höhen eingegangen. Es sind folgende Forderungen zu stellen:

3. Es muss ein ausreichender

1. Die Temperatur der Kammeratmosphäre soll rund 18°C betragen.
2. Es muss ausreichender Sauerstoffpartialdruck vorhanden



gebungsdruck ein so reichlicher Austritt des bisher im Blute gelösten Stickstoffs in Gasform stattfinden, dass sofortiger Tod durch Embolie eintreten muss.

Die Höhenkammeranlage der P 58-2 wird von der Firma Nor-

bleibt der Kabinendruck unverändert und es herrscht nunmehr in der Kammer der Sauerstoffpartialdruck der freien Atmosphäre in 2500 Meter. Der erforderliche Sauerstoffvorrat wird in flüssiger Form in einem genormten Ver-

trische Batterie hinreichender Kapazität, um während des Triebwerkstillstandes im Segelflug den Betrieb der Höhenkammer aufrechtzuerhalten.

Wie man der Abbildung 2, die den Gesamtdruck und den Sauer-

die Höhenkabine bereits am Boden solange mit Sauerstoff zu spülen, bis sie praktisch 100 Prozent Sauerstoff enthält. Nach etwa halbstündigem Aufenthalt in der reinen Sauerstoffatmosphäre ist im Blut der Kabineninsassen der gelöste Stickstoff hinreichend verdrängt, so dass Gasembolien

doseauslösung geöffnet. Die Erfahrung hat gezeigt, dass es bei dieser Art des Notausstiegs aus grossen Höhen nicht notwendig ist, dass die Besatzungsmitglieder eine besondere Kälteschutzkleidung tragen. Es ist vollkommen ausreichend eine leichte Fliegerkombination zu tragen, die den

180 kp; Kraftstoff 300 kp; Nutzlast (wissenschaftl. Instrumente) 200 kp; Abfluggewicht 2600 kp; Gewicht im Segelflug mit 100 kp Kraftstoff.

Abmessungen:
Flügelspannweite 30 m; Flügelstreckung 20; Flügelfläche 45,6

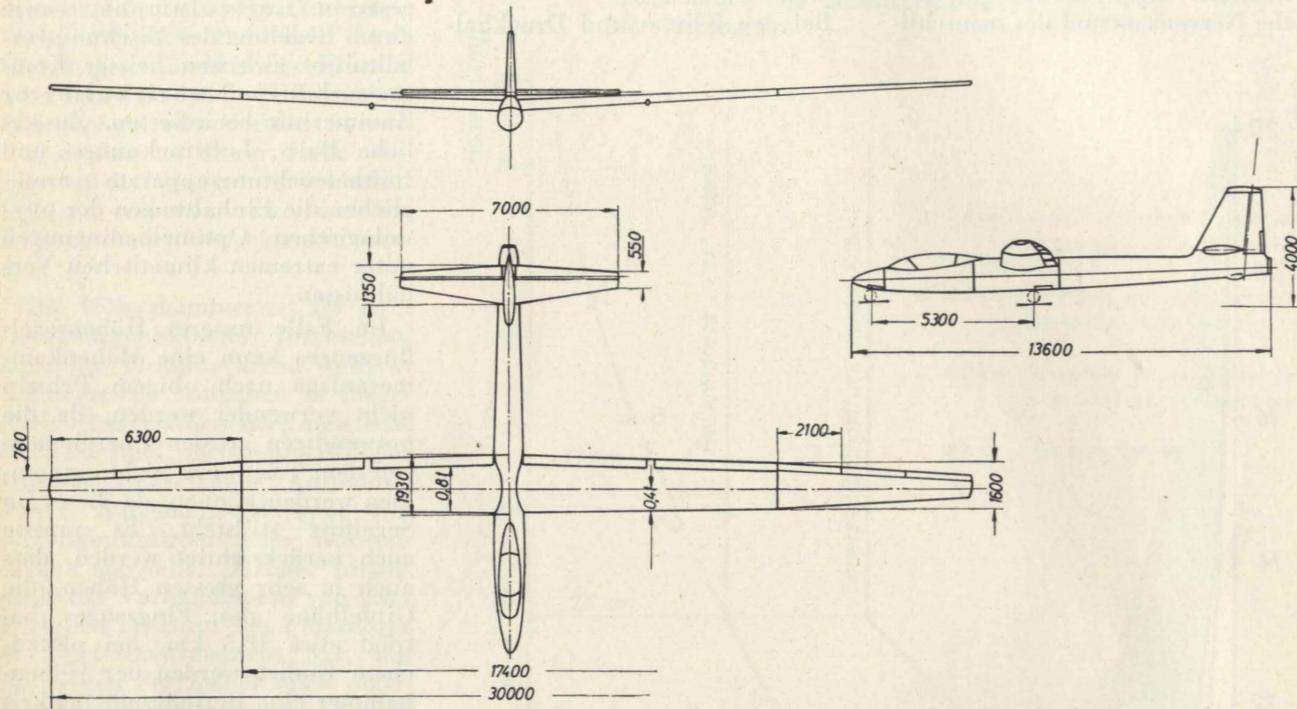


Abb. 4.

malair Ltd., Yeovil, gebaut werden. Ihre Arbeitsweise wird die folgende sein:

Nach dem Einstieg der Besatzung am Boden wird die Höhenkammer geschlossen und die Kammer von einem bodengebundenen Vorratsbehälter aus mit Sauerstoff solange durchspült, bis eine Sauerstoffkonzentration von 35,3 % erreicht ist. Bei dieser Sauerstoffkonzentration erhält man bei dem Gesamtdruck der freien Atmosphäre in 7,5 km Höhe einen Sauerstoffpartialdruck, der gleich demjenigen der freien Atmosphäre in 2,5 km Höhe ist. Mit der Aussenluft steht die Druckkammer nur über ein Überdruckventil in Verbindung, das am Boden zunächst die vom zusätzlichen Sauerstoff verdrängte Luft entweichen lässt und das sich schliesst sobald beim Aufstieg der Innendruck auf den Druck der Aussenatmosphäre in 7,5 km Höhe gesunken ist. Von dieser Höhe an

dampfungsgefäß, das im Rumpfmittelteil untergebracht ist, mitgenommen. Ein automatisches Druckregelventil sorgt beim Flug in der Höhe dafür, dass der durch Atmung verlorene Sauerstoff, dessen Fehlen sich durch einen Druckabfall in der Kammer bemerkbar macht, automatisch nachgeliefert wird. Innerhalb der Kammer befindet sich eine Luftpuffereinrichtung bestehend aus einem kombinierten Luftpuffner und Kohlensäurefilter, durch das die Kammeratmosphäre mittels eines elektrisch angetriebenen Lüfters hindurchgesaugt wird. Ein dem Lüfter nachgeschaltetes elektrisches Luftheizergerät erlaubt es, die Luft innerhalb der Kammer auf einer Temperatur von rund 18°C zu halten. Zusätzliche Atemmasken und Druckwesten stehen der Besatzung für den Fall des Undichtwerdens der Höhenkabine in grossen Höhen zur Verfügung.

Als Energiequelle dient eine elek-

trische Batterie hinreichender Kapazität, um während des Triebwerkstillstandes im Segelflug den Betrieb der Höhenkammer aufrechtzuerhalten.

infolge plötzlichen Drucksturzes in grossen Flughöhen nicht mehr zu befürchten sind.

Die Abbildung 3 zeigt, welche Zeitreserven den nicht mit einer Sauerstoffatemmaske versehenen Insassen einer plötzlich undicht werdenden Höhenkammer zum Notausstieg zur Verfügung stehen. Man sieht, dass selbst in 18 km Höhe noch rund 10 Sekunden vollen Bewusstseins vorhanden sind. Wird innerhalb dieser Zeitspanne der Ausstieg bewerkstelligt, so tritt zwar anschliessend Bewusstlosigkeit ein, jedoch kehrt das volle Bewusstsein zurück, sobald im freien Sturz eine Höhe von etwa 8 bis 9 km erreicht ist.

Zweckmässigerweise wird der freie Sturz bis zu einer Höhe von etwa 3 km fortgesetzt und erst dann der Fallschirm von Hand oder durch automatische Druck-

Körper vor der unmittelbaren Einwirkung des Fahrtwindes schützt. Ein vernünftiges Mass von Sicherheit lässt sich also für die Besatzung auch beim Flug in extremen Höhen im Katastrophenfall erreichen.

Die Abbildung 4 zeigt die Gestalt und die Abmessungen des Höhensegelflugzeuges P 58-2. Abbildung 5 zeigt die wichtigsten Rumpfeinbauten. In der abschliessenden Tabelle sind die wichtigsten Daten des Flugzeuges zusammengestellt.

Flugzeugdaten P 58-2
Triebwerk:

Strahltriebwerk Armstrong-Siddeley « Viper 11 »; Standschub am Boden 1090 kp.

Gewichte:

Rüstgewicht 1920 kp; Besatzung

m^2 ; Flugzeulgänge 13,6 m; Flugzeughöhe 4,0 m.

Flugleistungen:
Triebwerksflug
Reisegeschwindigkeit in Bodennähe 146 km/h; Reisegeschwindigkeit in 14 km Höhe 331 km/h; Höchstgeschwindigkeit in Bodennähe 550 km/h; Höchstgeschwindigkeit in 14 km Höhe 575 km/h; Steigzeit von 0 auf 14 km Höhe 30 min; Startlänge auf Betonbahn 130 m; Startlänge auf Grasbahn 145 m; Dienstgipfelhöhe 18500 m.

Segelflug
Kleinste Sinkgeschwindigkeit in Bodennähe 0,9 m/sec; Kleinste Sinkgeschwindigkeit in 14 km Höhe 2,1 m/sec; Beste Gleitzahl 31; Landegeschwindigkeit 70 km/h.

Hans Neuber

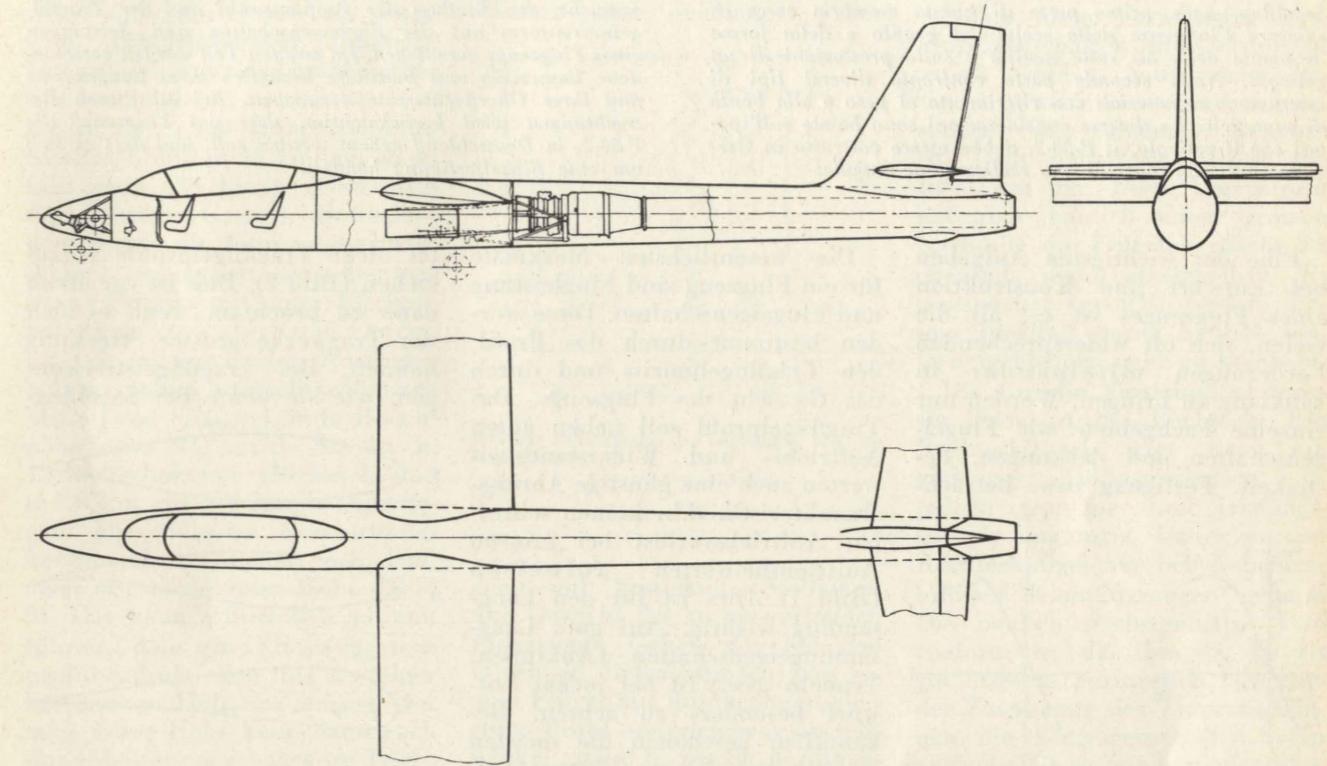


Abb. 5.

Konstruktion und aerodynamische Merkmale eines Tragflügels für ein Höhensegelflugzeug

Caratteristiche aerodinamiche e costruttive dell'ala di un aliante d'alta quota

FRODO HADWICH, del Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug, nella prima parte di questa memoria cerca di spiegare l'influenza della scelta del profilo e della forma in pianta delle ali sulle qualità e sulle prestazioni di un velivolo. Nella seconda parte confronta diversi tipi di costruzione e materiali con riferimento al peso e alla bontà di superficie. Le diverse considerazioni sono basate sull'ipotesi che il velivolo, il P-58-2, debba essere costruito in Germania e che si tratti di una realizzazione singola.

Eine der wichtigsten Aufgaben bei Entwurf und Konstruktion eines Flugzeugs ist es, all die vielen, sich oft widersprechenden Forderungen miteinander in Einklang zu bringen. Werden nur einzelne Fachgebiete wie Flugeigenschaften und -leistungen, Festigkeit, Fertigung usw. betrach-

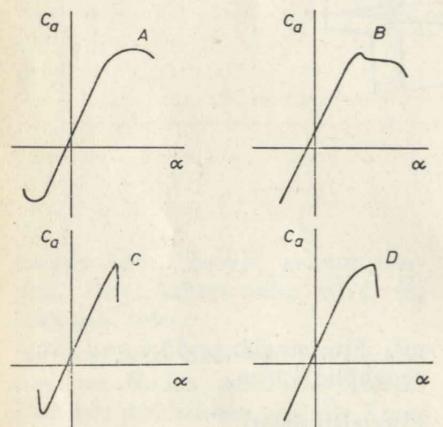


Bild 1: Verschiedene Arten von Abreisscharakteristiken. (Fall A und B günstig, Fall C und D ungünstig).

tet, so ist es unter Umständen möglich, optimale Lösungen zu erhalten. Beim Flugzeugentwurf, bei dem eine Wechselbeziehung zwischen diesen Teilgebieten besteht, muss getrachtet werden, einen möglichst günstigen Kompromiss zwischen den einzelnen Idealfällen zu finden.

Hier im Rahmen dieses Vortrags sollen aus der Vielzahl der Probleme, die der Aerodynamik, der Festigkeit und der Fertigung, und zwar speziell für den Entwurf und die Konstruktion eines Tragwerkes, einander gegenübergestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG. Im ersten Teil dieser Abhandlung wird versucht, den Einfluss der Profilauswahl und der Tragflügelumrissform auf die Flugeigenschaften und -leistungen eines Flugzeugs darzulegen. Im zweiten Teil werden verschiedene Bauweisen und Baustoffe bezüglich ihres Baugewichts und ihrer Oberflächengüte verglichen. Bei all diesen Betrachtungen wird berücksichtigt, dass das Flugzeug, die P-58-2, in Deutschland gebaut werden soll, und dass es sich um eine Einzelfertigung handelt.

Die wesentlichsten Merkmale für ein Flugzeug sind Flugleistung und Flugeigenschaften. Diese werden bestimmt durch das Profil, den Tragwerke grosser Streckung und das Gewicht des Flugzeugs. Das Tragflügelprofil soll neben guten Auftriebs- und Widerstandsbeiwerten auch eine günstige Abreisscharakteristik d.h. keinen schroffen Auftriebsverlust bei grossen Auftriebsbeiwerten aufweisen (Bild 1). Dies ist für den Langsamflug wichtig. Auf gute Langsamflugeigenschaften (Abkippen, Trudeln usw.) ist bei jedem Entwurf besonders zu achten. Bekanntlich geschehen die meisten Unfälle bei diesem Flugzustand, vor allem dann, wenn er in Bodennähe, z.B. bei Start und Landung, ausgeführt wird. Bei unserem Projekt spielt der Langsamflug eine besondere Rolle. Einmal verlangen viele Messungen eine möglichst geringe Fluggeschwindigkeit, zum anderen ist der Flug in grossen Höhen, will man unterhalb der kritischen Geschwindigkeit bleiben, nur mit grossen Auftriebsbeiwerten möglich. Die Forderung guter Langsamflugeigenschaften kann jedoch durch die Profilauswahl allein nicht erfüllt werden. Mindestens ebenso wichtig ist die Tragflügelumrissform. Doch hierauf kommen wir später zurück.

Für die tragende Konstruktion muss ferner genügend Bauhöhe und Raum zur Verfügung stehen. Bei gleicher Festigkeit wird ein Träger von gegebener Länge umso leichter und steifer, je grösser seine Bauhöhe ist. Somit sind aus Gründen der Statik, des Gewich-

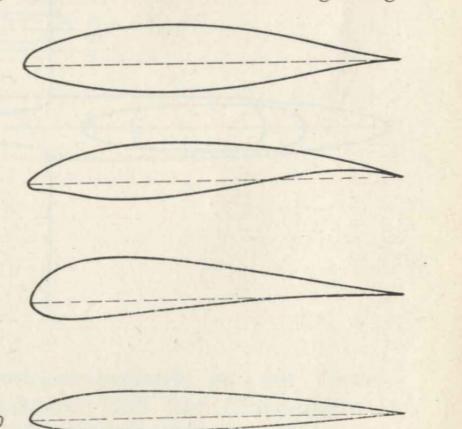


Bild 2: Profilformen

- Profil A günstig, da grosse Dicke und Dickenrücklage sowie stetige Krümmung der Kontur.
- Profil B weniger günstig. Zwar grosse Dicke und Dickenrücklage, jedoch Krümmung der Kontur nicht stetig und zu spitz auslaufendes Profilende.
- Profil C weniger günstig. Ebenfalls grosse Dicke, jedoch Dickenrücklage gering. Krümmung der Kontur stetig, jedoch Profilende zu spitz auslaufend.
- Profil D weniger günstig, da zu geringe Bauhöhe. Sonst wie Profil A.

zeugen, aber zum Teil auch bei Verkehrsflugzeugen üblich sind, werden Verhältnisse von Einspannhöhe zu Kraglänge (Holmhöhe zur Halbspannweite) von 1:50 und mehr erreicht. Leider kann jedoch das Profil nicht beliebig dick gewählt werden. Zwar wird meist bei dicken Profilen die Abreisscharakteristik, bei kleinen Re-Zahlen auch das $c_{a \max}$ etwas günstiger, im Durchschnitt verschlechtert sich aber die aero-

dynamischen Werte wie $c_{a \max}$, $c_{a \min}$ usw. Dies könnte noch in Kauf genommen werden. Der schwerwiegendste Grund, der gegen dicke Profile spricht, ist die zu geringe kritische Geschwindigkeit. Bei dem Laminar-Profil NACA 64-618, das bei unserem Höhensegler verwendet werden soll, liegt diese ungefähr bei $Ma = 0,6$ (Mittelwert, da M_{krit} vom Auftriebsbeiwert abhängt). Das entspricht in Bodennähe einer Geschwindigkeit von etwa 730 km/h, in 14 km Höhe von etwa 630 km/h und in 18 km von ebenfalls etwa 630 km/h (Geschwindigkeit über Grund). Betrachtet man ferner die Minimalgeschwindigkeit, so beträgt diese bei unserem Projekt mit einer Flächenbelastung von $G/F = 55 \text{ kg/m}^2$ und einem maximalen Auftriebsbeiwert (ohne auftriebserhöhende Mittel) von $c_{a \max} = 1,30$ in Bodennähe etwa 94 km/h. Sie ist in 14 km schon auf 220 km/h und in 18 km auf 300 km/h angestiegen. Die zulässige Geschwindigkeitsspanne verkleinert sich demnach mit wachsender Höhe (Bild 3). Das kann schliesslich so weit führen, dass ein Flugzeug, rein profilabhängig, nur bis zu einer bestimmten Höhe zu steigen vermag. Diese Höhe kann dann auch durch bessere oder stärkere Triebwerke nicht überschritten werden. Wollten wir obiges Profil bei einem Projekt mit etwa 500 kg/m² Flächenbelastung verwenden, so könnte das Flugzeug bestenfalls bis auf etwa 13,6 km Höhe steigen. In Wirklichkeit wird diese Höhe gar nicht erreicht werden, da Rumpfeinfluss, Interferenz usw. bei obiger Betrachtung nicht berücksichtigt sind. Bei grösserer Höhe würde die Minimalgeschwindigkeit des Flugzeugs, bedingt durch die Flächenbelastung und $c_{a \max}$, grösser sein als die Maximalgeschwindigkeit, bedingt durch die kritische Machzahl des Profils. Diese kritische Geschwindigkeit hängt aber wesentlich von der Profildicke ab. Sie kann zwar durch stärkere Pfeilung des Tragwerks etwas heraufgesetzt werden, am besten jedoch ist es, zu dünnern Profilen überzugehen, um eine grössere Geschwindigkeit zu erreichen. Diese Massnahme vergrössert aber das Baugewicht. Für

die Profilwahl ist ferner noch die Profilform entscheidend. Verläuft die Kontur stetig und ohne zu stark schwankende Krümmungen bzw. konkave Stellen, so erleichtert dies die Fertigung sehr (siehe Bild 2).

Wie schon erwähnt, hat die Tragflügelumrissform ebenfalls grossen Einfluss auf Flugeigenschaften und -leistungen, aber

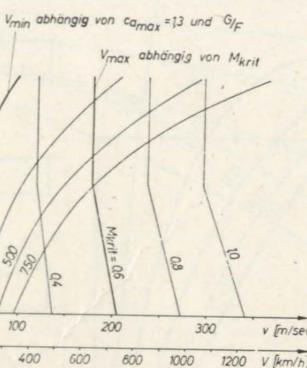


Bild 3: Abhängigkeit der Gipfelhöhe von den Parametern
 $V_{\min} = f(c_{a \max}, G/F)$
 und
 $V_{\max} = f(M_{krit})$

auch auf Festigkeit, Steifigkeit und Gewicht des zu entwerfenden Flugzeugs. Gehen wir bei den folgenden Betrachtungen von einem Flügel mit durchgehend gleichem Profil und gleichem Anstellwinkel aus, d.h. besitzt der Tragflügel weder eine geometrische noch eine aerodynamische Verwindung, so können alle Abmessungen der örtlichen Flügeltiefe proportional gesetzt werden. Auch die Strömungsverhältnisse um den Tragflügel verhalten sich dann bei den verschiedenen Anstellwinkeln ähnlich. Diese Annahme des verwindungsfreien Flügels vereinfacht nicht nur die Betrachtung, sie bringt auch leistungsmässige und vor allem bauliche Vorteile.

Die Verwindung ist übrigens nur bei ungünstigen Entwürfen flugeigenschaftsmässig notwendig. Sie erschwert den Bau, da die Oberfläche eines verwundenen Flügels, selbst bei einem geradlinigen Tragflügelumriss, nicht abwickelbar ist. Ferner verbessert sie nur für einen ganz bestimmten Flugzustand die Eigenschaften und Leistungen, die Werte der Gesamtpolare des Flugzeuges werden verschlechtert. Durch die

Verwindung erhalten die einzelnen Flügelschnitte verschiedene Anstellwinkel. Es können daher längs der Spannweite nicht alle Flügelschnitte gleichzeitig so angeströmt werden, dass überall optimale Verhältnisse wie z.B. die günstigste Gleitzahl oder die günstigste Steigzahl (Sinkgeschwindigkeit) erreicht wird.

Sollen ohne Verwindung gute Flugeigenschaften und -leistungen erzielt werden, muss man den Tragflügelumriss entsprechend gestalten. Wie allgemein bekannt ist, stellt dabei die Ellipse die Idealform dar. Diese Umrissform hat aber baulich einen grossen Nachteil: die Flügeloberfläche ist ebenfalls nicht abwickelbar. Es muss daher versucht werden, diesem Idealfall durch baulich einfachere Formen nahe zu kommen.

Die für die Fertigung einfachste Form ist das Rechteck. Ein Rechteckflügel zeigt zwar ein günstiges Abkippverhalten, ist jedoch gewichts- und leistungsmässig ungünstig. Daher werden Rechteckflügel nur bei einfachen, billigen Kleinflugzeugen gebaut. Die baulich nächstgünstige Umrissform ist das Trapez. Es ist am öftesten anzutreffen. Je nach der Zusitzung des Trapezes können die Flugeigenschaften, aber auch die Festigkeit bzw. das Baugewicht des Tragflügels beeinflusst werden. Aerodynamisch ist man bestrebt, das örtliche $c_{a \max}$ möglichst wenig vom mittleren des gesamten Flügels abweichen zu lassen. Diese Forderung erfüllt für alle Anstellwinkel nur der Ellipsenumriss. Wenn aber schon von dieser Form abgewichen werden muss, so soll der neue Umriss so gestaltet sein, dass er im kritischen Bereich des Flügels, bei etwa 60% bis 80% der Halbspannweite, volliger wird als die flächengleiche Ellipse. Dadurch wird das örtliche $c_{a \max}$ an dieser Stelle kleiner als das mittlere des Flügels. Die Strömung reisst im überzogenen Flugzustand in diesem Bereich nicht so leicht ab. Das Flugzeug erhält dadurch ein angenehmes Abkippverhalten bei überzogenen Flugzuständen. Der überzogene Flugzustand tritt übrigens nicht nur bei zu geringer Geschwindigkeit im Langsamflug, sondern auch bei normaler oder überhö-

ter Geschwindigkeit im Kurvenflug und beim Abfangen auf.

Hier im Bild 4 sind nun für verschiedene Zusätzungsverhältnisse die örtlichen c_a -Werte längs der Spannweite aufgetragen. Wie

her betrachten. In dieser Beziehung schneiden die mit grosser Zusätzlichung günstiger ab. Die beiden Schaubilder Bild 5 und Bild 6 geben den Querkraft- und den Biegemomentenverlauf längs der

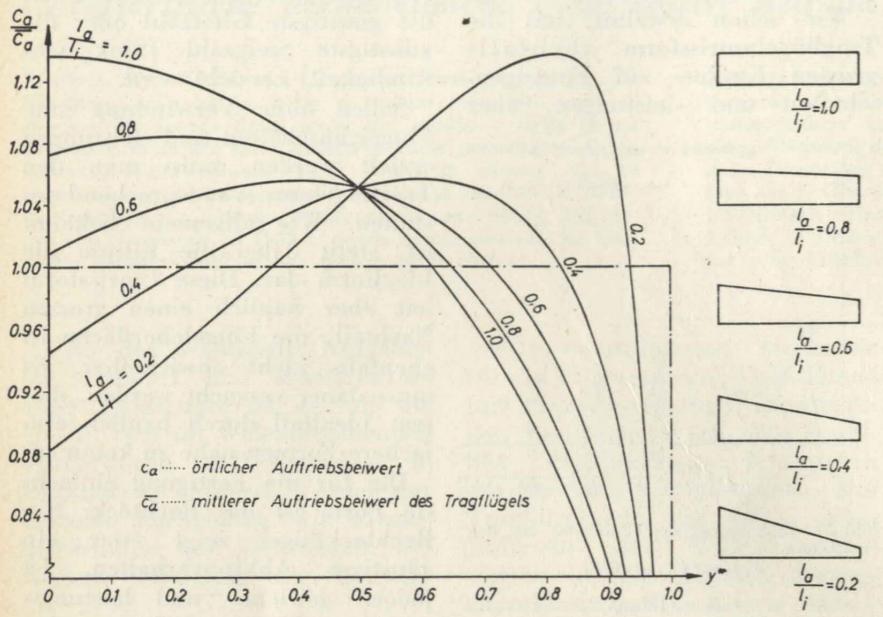


Bild 4: Einfluss der Umrissform auf die c_a -Verteilung längs der Halbspannweite.
(Die c_a -Beiwerte sind auf die mittleren des Tragflügels bezogen).

wir sehen, kommt eigentlich keines der Trapeze den gewünschten aerodynamischen Forderungen sehr nahe. Am günstigsten sind jedoch die mit geringer Zusätzlichung.

Bevor aber zu anderen Umrissformen übergegangen wird, wollen wir die Trapezumrisse noch hinsichtlich des Baugewichtes nä-

Spannweite wieder. Dabei sind, um die Diagramme anschaulicher zu gestalten, alle Werte auf die des Rechtecks bezogen. Zu bemerken ist, dass für den Vergleich die Flugzeugdaten wie Gewicht der nichttragenden Teile (in der Hauptsache Rumpf und Leitwerk), Spannweite, Flüelfläche und Bruchlastvielfaches konstant ge-

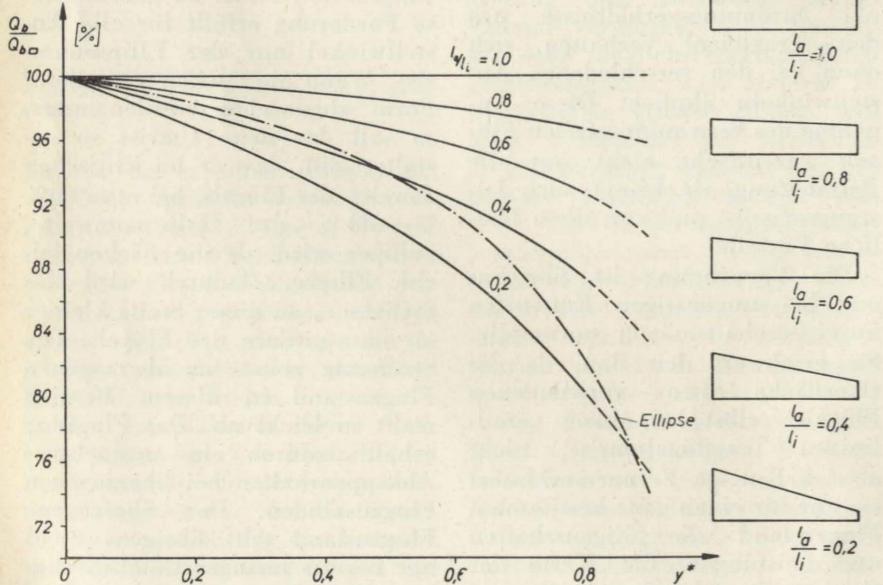


Bild 5: Einfluss der Umrissform auf die Querkraftverteilung längs der Halbspannweite.
(Alle Werte sind auf die des Rechteckflügels bezogen).

halten sind, ebenso die Profilform. Lediglich die Umrissform wurde verändert. Das dritte Diagramm, Bild 7, stellt ein Mass für die erforderlichen Querschnittsabmessungen dar. Diese Werte sind ebenfalls längs der Spannweite aufgetragen und ins Verhältnis zum Rechteckflügel gesetzt. Das letzte Diagramm schliesslich, Bild 8, zeigt für die verschiedenen Zusätzungsverhältnisse die maximal erforderlichen Querschnittsabmessungen in der Flügelmitte. Sie sind ebenfalls dimensionslos dargestellt, also ins Verhältnis zum Rechteckflügel gesetzt. Wie aus diesen Schaubildern zu erkennen ist, kann bei einem Trapezflügel grösserer Zusätzlichung die Gewichtseinsparung gegenüber einem Rechteckflügel, aber auch gegenüber einem elliptischen Flügel ganz erheblich sein. Trotz allem stellt der reine Trapezflügel noch keinen günstigen Kompromiss zwischen der Aerodynamik und der Statik dar. Wesentlich bessere Verhältnisse zeigt der Doppeltrapezflügel. Er kann fast als ideal bezeichnet werden wenn alle eingangs aufgeführten Teilgebiete des Flugzeugbaus berücksichtigt werden. Doch diese Betrachtung soll anhand unseres Projektes «Höhensegelflugzeug» durchgeführt werden.

Zuvor seien noch einige Punkte angeführt, die sich auf die Umrissform beziehen. Wie schon früher erwähnt mussten wir auf die aerodynamische Gestaltung, sowie auf gute Langsamflugeigenschaften besonderen Wert legen. Eine Tragflügelverwindung kam nicht in Frage. Also war der Umriss entsprechend zu gestalten. Ferner sollten die Querruder aus Leistungsgründen sowohl in der Spannweite, als auch in der Tiefe möglichst klein sein. Bei modernen Hochleistungssegelflugzeugen sind Querruderspannweiten von $b_Q = 0,30 b$ bis $0,40 b$, zum Teil auch geringer ($R-J-5$) üblich. Die Querrudertiefen liegen dabei zwischen $l_R = 0,15 l$ und $0,30 l$. Die Forderung kleiner, gut abgestimmter Querruder wird bei unserem Projekt noch dadurch erhöht, da man wegen der grossen Geschwindigkeitsspanne ($V_{min} = 94 \text{ km/h}$, $V_{max} = 565 \text{ km/h}$) bemüht sein muss, einmal im

Langsamflug genügend Wirksamkeit zu erzielen, zum anderen die Handkräfte im Schnellflug nicht zu stark anwachsen zu lassen.

Um auf der sicheren Seite zu bleiben, wurde für den hier vorliegenden Entwurf als erste Annahme eine Querruderspannweite von $b_Q = 0,42 b$ und eine Tiefe von $l_R = 0,20 l$ gewählt. Diese Werte werden jedoch noch hinsichtlich ihrer Zulässigkeit (Handkräfte, Wirksamkeit) überprüft. Außerdem werden die Querruder dreigeteilt ausgeführt, sodass es jederzeit möglich ist, ihre Spannweite bzw. ihre Fläche zu verkleinern.

Wegen der grossen Spannweite von 30 m ist es erforderlich, den Flügel mehrteilig zu bauen. Als Trennpunkte kommen dabei zweckmäßig die Stellen $0,60 b$, $0,33 b$ und Flügelmitte in Frage. Eine Trennstelle bei $0,33 b$ ergibt drei gleichlange Tragflügelteile. Dies ist für den Transport und die Unterstellung vorteilhaft. Außerdem beträgt das Biegemoment an dieser Stelle nurmehr etwa die Hälfte des maximalen Biegemomentes der Flügelmitte, was für die Anordnung einer Flügelkuppelung sehr günstig ist. Wird eine Trennmöglichkeit bei etwa $0,60 b$, bei Querruderbeginn angeordnet, so erscheint es zweckmäßig, in Flügelmitte einen Montagestoss vorzusehen. Diese Kombination (4-teilig) hat ebenfalls Vorteile hinsichtlich Bau, Transport und Wartung. Wird dabei die äussere Verbindung als Schnelltrennstelle ausgebildet — sie bereitet hier keine allzugrosse Schwierigkeit, da das Moment auf fast $1/10$ des Maximalwertes abgesunken ist — so kann dies vor allem bei der Unterstellung sehr nützlich sein.

Aus baulichen Gründen ist es nun zweckmäßig, den Knick des Doppeltrapezes an eine dieser ausgewählten Stellen zu legen. Hierbei ergeben sich unter anderem die in Bild 9 dargestellten Möglichkeiten. Zum Vergleich wurden alle 4 Umrisse so gewählt, dass sie das gleiche Biegemoment in der Flügelmitte haben. Mit anderen Worten, das Auftriebsmittel liegt bei allen 4 Umrissen an der gleichen Stelle, bei etwa $0,43 b$.

Diskussion der verschiedenen Umrissformen:

1.) Trapezflügel (Umriss 1)
Er ist nur zum Vergleich angeführt und wird nicht weiter erörtert.

2.) Trapezflügel mit recht-eckigem Mittelstück
a) Rechteckiges Mittelstück

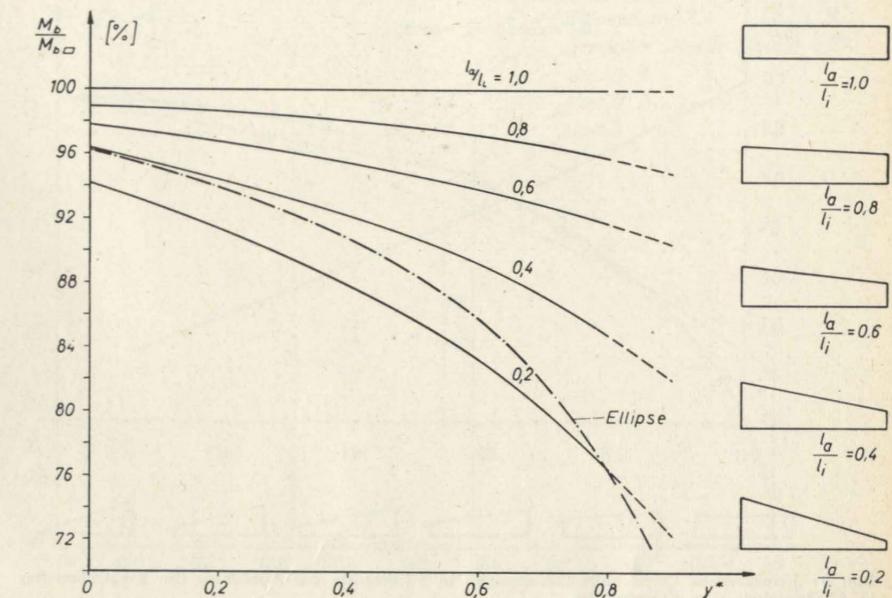
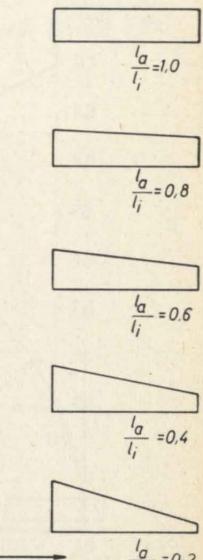


Bild 6: Einfluss der Umrissform auf die Biegemomentenverteilung längs der Halbspannweite.
(Alle Werte sind auf die des Rechteckflügels bezogen).

von etwa einem Drittel der Spannweite (Umriss 2).

Er ist aerodynamisch etwas besser als der reine Trapezflügel. Vor allem aber ist er baulich einfacher, da er im Mittelteil gleiche

Flügeltiefen bzw. Aussenabmes-sungen aufweist. Beim Knick liegt gleichzeitig die Flügel trennstelle. Hinsichtlich der Festigkeit und Steifigkeit ist Umriss (2) wegen der geringen Wurzel tiefe ungün-stiger als Umriss (1).



b) Rechteckiges Mittelstück bis Querruderbeginn (Umriss 3).

Er ist baulich und aerodynamisch günstiger als Umriss (2). Die äusseren Abmessungen sind über einen grösseren Teil der

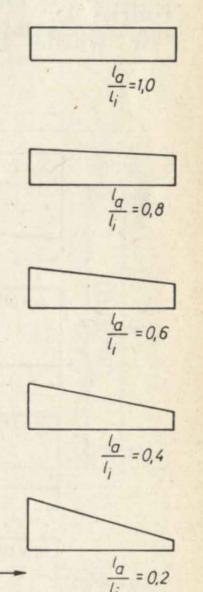


Bild 7: Einfluss der Umrissform auf die erforderlichen Querschnittsabmessungen längs der Halbspannweite.
(Alle Werte sind auf die des Rechteckflügels bezogen. Wert $\alpha\beta$ stellt nur ein Mass für die Querschnittsabmessung dar!)

Spannweite konstant. Das ist für die Herstellung erwünscht. Die c_a -Belastung ist im Außenflügel kleiner als im Innenflügel. Das wirkt sich hinsichtlich des Abkippenverhaltens günstig aus. Um

gewählt, da er bezüglich Bauaufwand, Festigkeit, Steifigkeit, Fliegeneigenschaften und -leistungen den besten Kompromiss darstellt. Die Flügeltiefe und damit die Bauhöhe nimmt mit wachsender Be-

Mittelstück. Der Mehraufwand ist jedoch unbedeutend.

Zur Veranschaulichung sei noch ein weiteres Schaubild gebracht. Das Biegemoment in Flügelmitte ist zwar bei allen 4 Umrissen das gleiche. Infolge der unterschiedlichen Flügeltiefe bzw. Bauhöhe jedoch, unterscheidet sich aber der benötigte Biegequerschnitt. Dieser ist für die 4 Umrisse im Bild 11 aufgetragen. Dabei wurde der erforderliche Querschnitt des gewählten Doppeltrapezes als Bezugsgröße genommen. Das Diagramm kann zum Vergleich der Flügelbaugewichte herangezogen werden, da sich Gewichtsunterschiede ja doch nur im Innenflügel ergeben. Der Außenflügel kann nicht so dünn und leicht gebaut werden wie es rechnerisch möglich wäre. Man muss daher für alle Umrissformen so ziemlich mit einem festen Quadratmetergewicht im Außenflügel rechnen. Die Gewichtsunterschiede der ganzen Flügel sind aus diesem Grunde nicht so gross wie bei der Flügelwurzel allein.

eine bestimmte Festigkeit und Steifigkeit zu erreichen, muss jedoch ein grösserer Aufwand getrieben bzw. mit einem höheren Gewicht gerechnet werden.

3.) Doppeltrapezflügel mit Knick bei Querruder-Beginn (Umriss 4).

Er wurde für unser Projekt

lastung zu. Der Umriss und damit auch die Auftriebsverteilung ist fast elliptisch (siehe Bild 10). An der gefährdeten Stelle (Querruderbeginn, $0,58 b$) ist das örtliche c_a sogar kleiner als das mittlere des gesamten Flügels. Diesen Umriss zu bauen erfordert einen etwas grösseren Aufwand als einen Trapezflügel mit rechteckigem

Dies waren einige Gesichtspunkte, die das Bild, die äussere Form des Flugzeugs bestimmen. Im zweiten Teil wird nun auf die weniger sichtbaren Größen, auf die Bauweisen und Baustoffe eingegangen. Will man bei dem Flugzeug die errechneten Werte erhalten, so muss auf grosse Sauberkeit und Genauigkeit beim Bau und auf grosse Oberflächenqualität, auch bei Belastung, geachtet werden. D.h. die Haut des Tragflügels, bzw. des Flugzeugs muss glatt und frei von Wellen und Störstellen sein. Sie darf nicht zu dünn ausgeführt werden. Hierbei ist dünn so zu verstehen, dass das Hautelement genügend Eigensteifigkeit besitzen muss, um die örtlichen Verformungs Kräfte aufnehmen zu können. Die Haut darf dabei nicht ausbeulen. Ganz allgemein kann man sagen, dass ein Träger bzw. ein Tragflügel dann günstig konstruiert ist, wenn möglichst viel des tragenden Materials nach aussen in die Randzone, also in die Haut gebracht wird. Das führt zur Schalenbauweise (Bild 12). Als tragender Verband unseres Höhensegler wurde daher eine geklebte

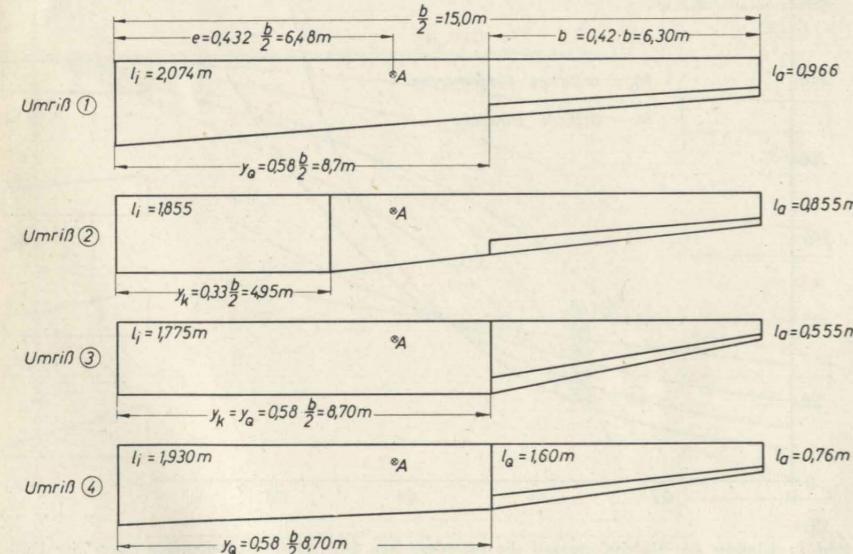


Bild 9: Zur Diskussion der verschiedenen untersuchten Umrissformen der P-58-2.

Sandwichschale vorgesehen. Bei ihrer Anwendung kann mit dem zur Verfügung stehenden Material die grösstmögliche Festigkeit und Steifigkeit erzielt werden. Auch die Oberfläche des Tragwerkes wird hierbei wesentlich steifer, widerstandsfähiger und glatter. Das Hauptproblem hierbei ist jedoch die Auflösung des festigkeitsmässig erforderlichen Querschnittes. In Bild 13 sieht man den Verlauf der erforderlichen Gesamthautstärke, wie sie sich bei unserem Projekt ergibt. Ihrer Ermittlung wurde eine tragende Schale von 60 % der Profiltiefe (10 % bis 70 %) zu Grunde gelegt. Diese Gesamthautstärke muss aber noch in die eigentliche Haut und deren Versteifung aufgelöst werden. Im Innenflügel, wo grosse Kräfte auftreten, bereitet dies keine Schwierigkeit. Jedoch der Außenflügel mit seiner geringen spezifischen Belastung bringt einige Schwierigkeiten mit sich.

Bevor wir den Schalenflügel wählten, untersuchten wir auch einen Flügel herkömmlicher Bauart (Bild 14), also genietet, mit Holm, Rippen und Torsionsnase. Im Gewicht unterscheidet sich dieser nur wenig von der jetzt gewählten Schale. Die Oberfläche hätte jedoch einiges zu wünschen übrig gelassen. Wir wären nie auf die für ein Laminarprofil geforderte Güte gekommen.

Zum Schluss wollen wir die Frage des Baustoffes kurz erörtern. Für einen Vergleich verschiedener Werkstoffe wird häufig die Reisslänge σ/γ , oder deren reziproken Wert, die Gewichtskennzahl γ/σ , als Grundlage angesehen. Dabei ist dasjenige Material das bessere, das eine grössere Reisslänge besitzt. Stahl, Leichtmetall, Titan und Holz, neuerdings auch Kunststoff haben hierbei ähnliche Werte. Bei eindeutigen Kraftflüssen und Spannungen, bei genügend Raum, sowie bei kompakten Querschnitten führt dieses Verfahren zu brauchbaren Werten. Meist können jedoch Bauteile wie Träger, Beschläge usw. nicht als Körper gleicher Festigkeit gestaltet wer-

den. Es sind Stütz- und Formhal tungsglieder erforderlich, die keine Kräfte aufzunehmen haben. Ferner sind räumliche und sonstige konstruktive Gesichtspunkte für die Ausbildung massgebend. Werden aufgelöste Bauweisen an-

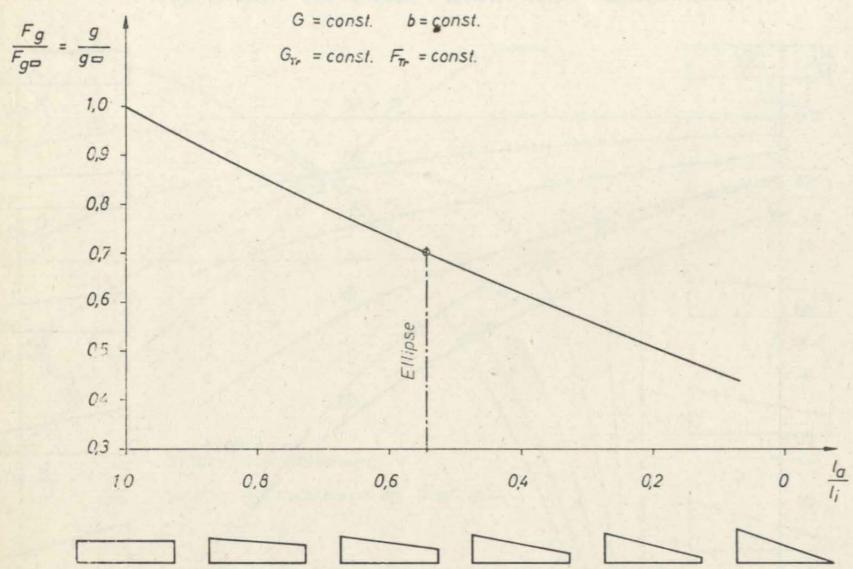


Bild 8: Erforderliche Querschnittsabmessungen in Flügelmitte zur Aufnahme des Biegemomentes in Abhängigkeit vom Flügelumriss.
(Alle Werte sind auf die des Rechteckflügels bezogen).

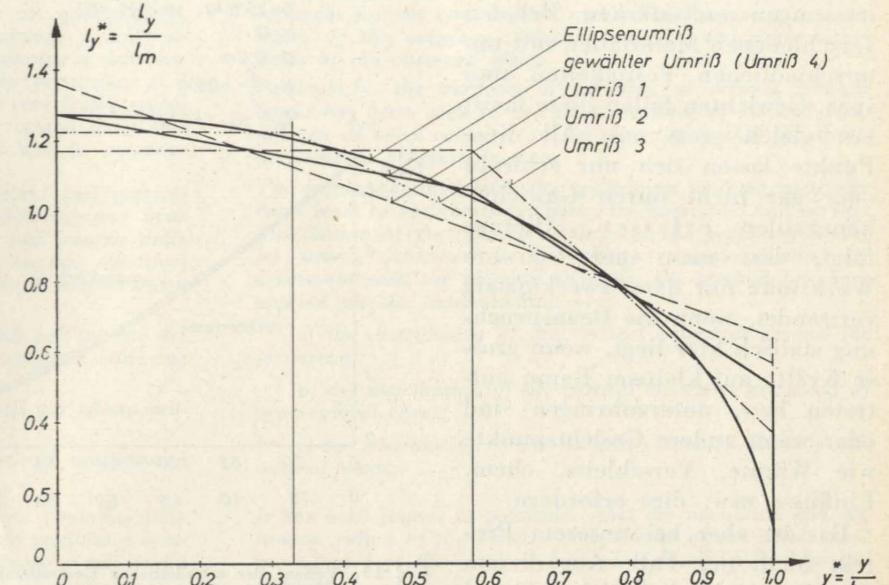


Bild 10: Abweichungen der verschiedenen Umrissformen vom Ellipsenflügel.

Fast bei jedem Teil gibt es wenig beanspruchte Stellen, tote Ecken, in denen die Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes nur teilweise oder gar nicht ausgenutzt sind. Setzen wir günstigste Gestaltung voraus, so ist der Gewichtsaufwand für diese toten Ecken verhältnisgleich dem spez. Gewicht gestrebt, diese sind günstiger, jedoch auch teurer, so kommt man leicht in die Gebiete, in denen nicht mehr die Festigkeit des Werkstoffes, sondern die Stabilität und Steifigkeit der Konstruktion massgebend werden. Auch hier sind, vor allem bei geringeren Belastungen, Materialien günstig.

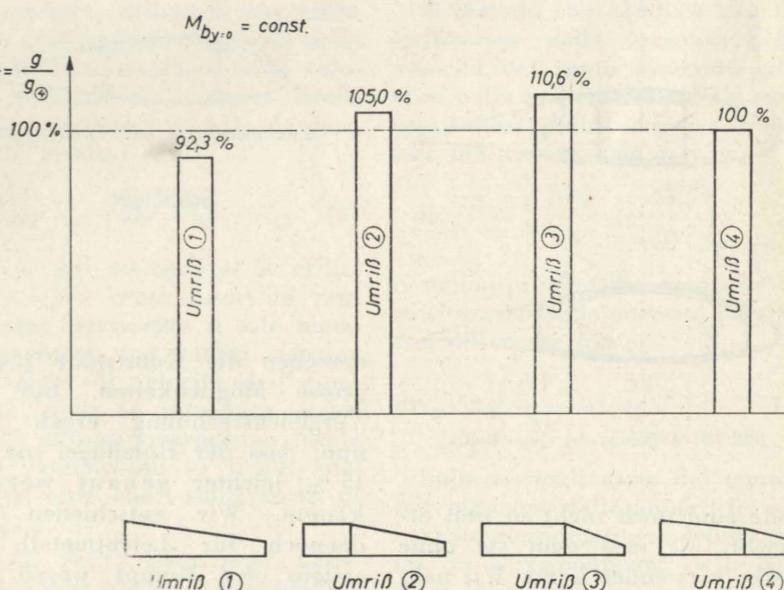


Bild 11: Erforderliche Querschnittsflächen zur Aufnahme des Biegemomentes in Flügelmitte für die 4 betrachteten Umrissformen.

stiger, die auf Grund des gerin-
geren Gewichtes dickere Wand-
stärken zulassen. Oft erfordern
Flansche, formhaltende Teile usw.
ebenso wie die tragenden Teile
aus Herstellungs- bzw. Griffestig-
keitsgründen gewisse Mindestab-
messungen und -stärken. Bei den
verschiedenen Materialien mit un-
terschiedlichen Festigkeiten und
spez. Gewichten fallen diese meist
fast gleich gross aus. All diese
Punkte lassen sich nur schlecht
oder gar nicht durch Gewichts-
kennzahlen erfassen. Hieraus
folgt, dass man spez. schwere
Werkstoffe nur dann zweckmäßig
verwendet, wenn die Beanspruchung
statisch klar liegt, wenn grosse
Kräfte auf kleinem Raum auftreten
bzw. unterzubringen sind oder wenn andere Gesichtspunkte
wie Wärme, Verschleiss, chem.
Einflüsse usw. dies erfordern.

Das ist aber bei unserem Pro-
jekt nicht der Fall. Aus diesem
Grunde wurden lediglich 2 Flügel
und zwar einer in Leichtmetall
und einer in Holz durchgerechnet.
Stahl kam wegen seines grossen
spezifischen Gewichtes nicht
in Frage. Titan ist ebenfalls zu
schwer und zu teuer. Die Kun-

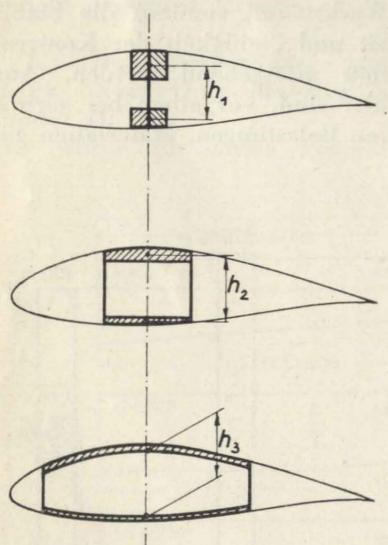


Bild 12: Auflösung des Querschnitts.

stoffe sind noch nicht so weit er-
forscht, als dass man sie ohne
Risiko verwenden kann. Wir nah-
men daher von ihrem Gebrauch
Abstand. Bei diesem Versuchs-

projekt wollten wir nicht zusätz-
lich das Risiko der Unsicherheit
eines neuen Werkstoffes auf uns
nehmen. Für die Zukunft ver-

einen Metallbau leichter ein Werk-
gefunden werden kann, das einen
solchen Auftrag übernimmt. Wir
selbst sind leider nicht in der

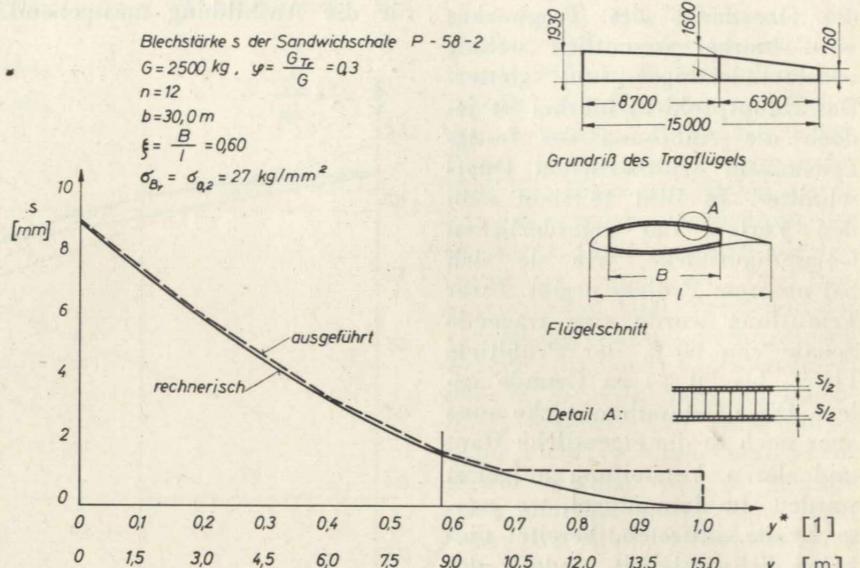


Bild 13: Verlauf der erforderlichen Gesamthautstärke (Deckbleche plus Versteifung) längs der Halbspannweite für den Entwurf P-58-2.

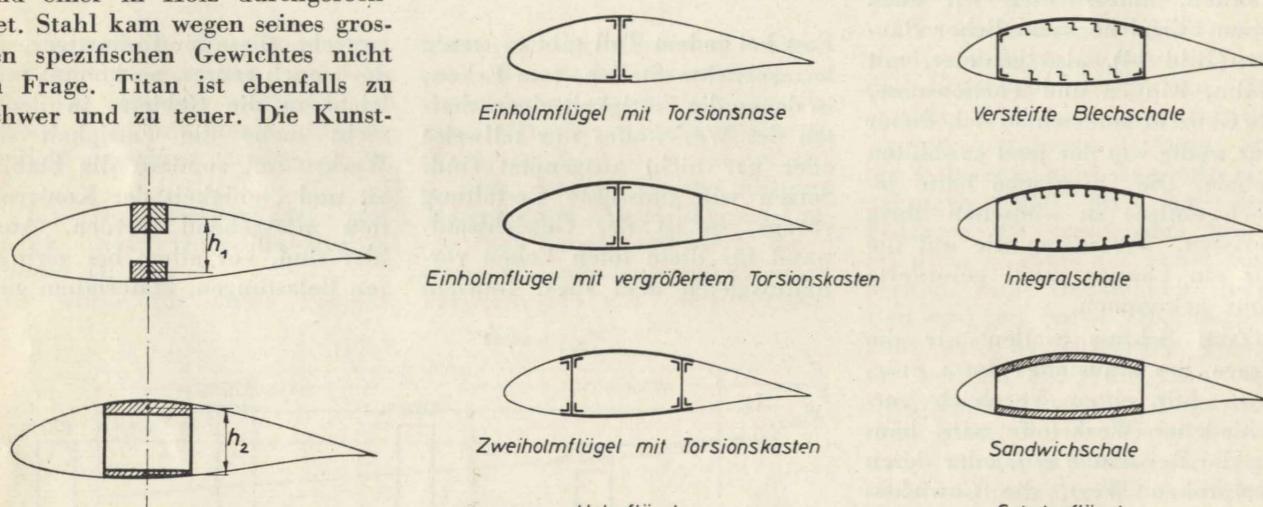


Bild 14: Verschiedene Arten von Flügelbauweisen.

sprechen die Kunststoffe jedoch
grosse Möglichkeiten. Bei der
Vergleichsrechnung ergab sich
nun, dass der Holzflügel um ca.
15 % leichter gebaut werden
könnte. Wir entschieden uns
dennoch für Leichtmetall, da

Lage, dieses Flugzeug in eigener
Werkstätte zu bauen. Ein weiterer
Grund war die Unsicherheit des
Verhaltens von Holz in grossen
Höhen.

Wir hoffen, dass alle diese
Überlegungen richtig waren. Ob
dies der Fall ist, werden die Flug-
versuche zeigen.

Frodo Hadwich

Correnti verticali a scala sinottica

MARTINO MONTALTO riferisce che presso la Divisione Studi e Ricerche del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare italiana sono state condotte, da un quinquennio, ricerche per la determinazione e la utilizzazione, a scala sinottica, dei campi di vergenza, vorticità relativa e deformazione della velocità del vento osservato. In particolare si è sfruttata la distribuzione della vergenza ai vari livelli isobarici per determinare, agli stessi livelli, il campo delle correnti verticali, facendo ricorso all'ipotesi che la vergenza tridimensionale sia nulla.

I risultati ottenuti dalle applicazioni a taluni casi particolari sarebbero incoraggianti: poiché la distribuzione orizzontale e verticale della vorticità relativa nell'intorno delle correnti a getto (ottenuta con l'anzidetto metodo sinottico) è aderente agli schemi classici, si è applicato il metodo stesso per ottenere:

- a) la distribuzione delle correnti verticali nell'intorno del getto e completare così la conoscenza sperimentale della sua struttura;
- b) la distribuzione delle velocità verticali per effetto orografico;
- c) la distribuzione delle velocità verticali nell'intorno dei fronti.

Si è trovato, in particolare, che i massimi ed i minimi delle componenti verticali della velocità del vento tendono a localizzarsi al livello dei massimi stessi del vento o nei pressi della tropopausa.

SUMMARY. During the past five years, the Research Division of the Italian Air Force Meteorological Service has made researches for the computation and utilisation, on a synoptic scale, of the vergence, relative vorticity and deformation fields of the observed winds.

Particularly, the vergence distribution at various isobaric levels has been used to calculate the field of vertical components of wind velocity, on the assumption that the three-dimensional vergence is zero.

The results obtained from the application to some particular cases seem to be promising. Being the horizontal and vertical distribution of the relative vorticity in the proximity of the jet stream (obtained by the above synoptic method) in agreement with the classical schemes, the method has been applied for the determination of:

- a) the distribution of the vertical velocities around the jet stream;
- b) the distribution of the vertical velocities produced by orographical effect;
- c) the distribution of the vertical velocities in the proximity of fronts.

It has been found, in particular, that the maximum and minimum values of the vertical components of the wind speed are situated at the level of maximum winds or by the tropopause.

osservazione. Gli errori, infatti, risultano tollerabili in relazione al metodo grafico di analisi dei campi del vento, che qui si descrive per sommi capi prima di discutere i risultati che più direttamente ci interessano.

* * *

Il metodo che conduce alla distribuzione della vergenza della velocità del vento osservato consiste nella utilizzazione della nota espressione della vergenza isobatica nelle coordinate x , y , p , t

$$\operatorname{div}_p \vec{V} = \left(\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \right)_{p=\text{cost}},$$

e nell'approssimarla mediante la sostituzione delle derivate parziali con differenze finite

$$\operatorname{div}_p \vec{V} \approx \left(\frac{\Delta V_x}{\Delta x} + \frac{\Delta V_y}{\Delta y} \right)_{p=\text{cost}}. \quad (3)$$

Sulle normali carte del tempo, per ciascuna delle superficie isobariche considerate, si determinano, in corrispondenza delle Stazioni di sondaggio del vento, i valori delle componenti V_x e V_y , riferite a due assi ortogonali x ,

(1) Cfr. FEA G., MONTALTO M., GAZZOLA A., Calcolo sinottico delle velocità verticali mediante analisi grafica della velocità del vento osservato, Atti dell'VIII Convegno dell'Associazione Geofisica italiana, Roma, febbraio 1959.

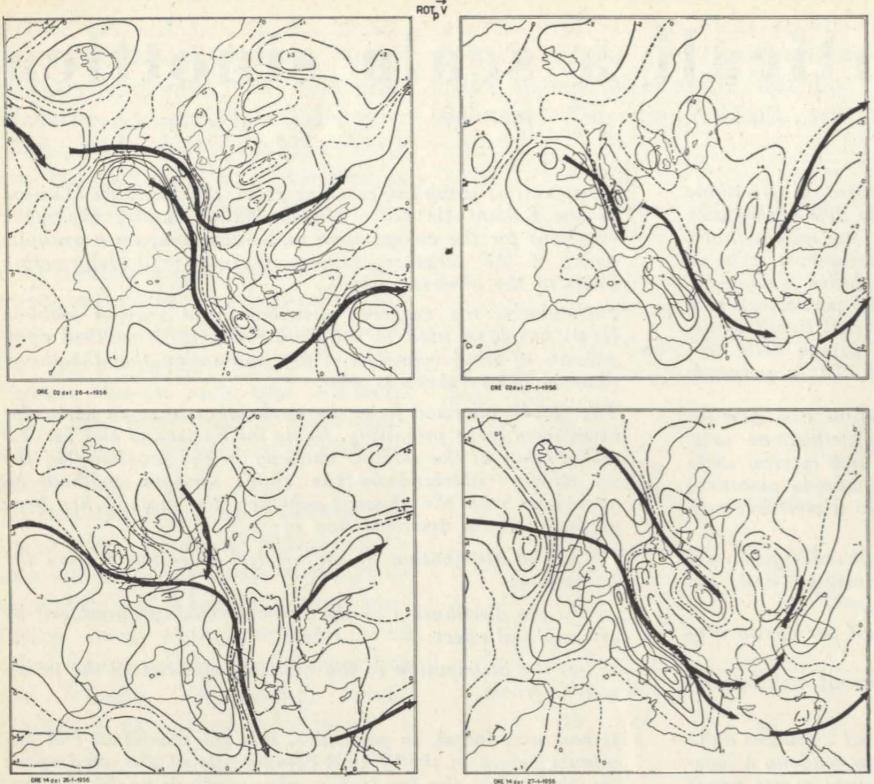


Fig. 1 - $\text{Rot}_p \vec{V}$ e corrente a getto.

y, tracciati sulla carta. Su tali assi si scelgono anche intervalli di variazione Δx e Δy convenienti. Tracciate le isotachie di V_x e V_y relative a un livello, su carte separate, si eseguono le somme delle isotachie di V_x , (V_y), con le medesime isotachie V_x , (V_y), ma spostate di Δx , (Δy), nel senso positivo delle x, (y). Le carte somma così ottenute, per le quali l'origine si trova spostata di $\frac{1}{2} \Delta x$, ($\frac{1}{2} \Delta y$), nella direzione positiva di x, (y), rappresentano le variazioni $\frac{\Delta V_x}{\Delta x}$, ($\frac{\Delta V_y}{\Delta y}$), che compaiono nella (3).

La somma delle due carte di variazione $\frac{\Delta V_x}{\Delta x} + \frac{\Delta V_y}{\Delta y}$ approssima $\text{div}_p \vec{V}$.

Si è trovato che l'intervallo ottimo per approssimare le derivate grafiche (3) è

$$\Delta x \equiv \Delta y \equiv 2,5 \times 10^5 \text{ m.}$$

La $\text{div}_p \vec{V}$ viene calcolata, col metodo su descritto, ai livelli ba-

(3) Cfr. FEA G., MONTALTO M., GAZZOLA A., *Sulla ricerca del procedimento più opportuno per l'applicazione del metodo d'analisi grafica del vento osservato*, Rivista di Meteorologia Aeronautica, n. 4, Roma 1957.

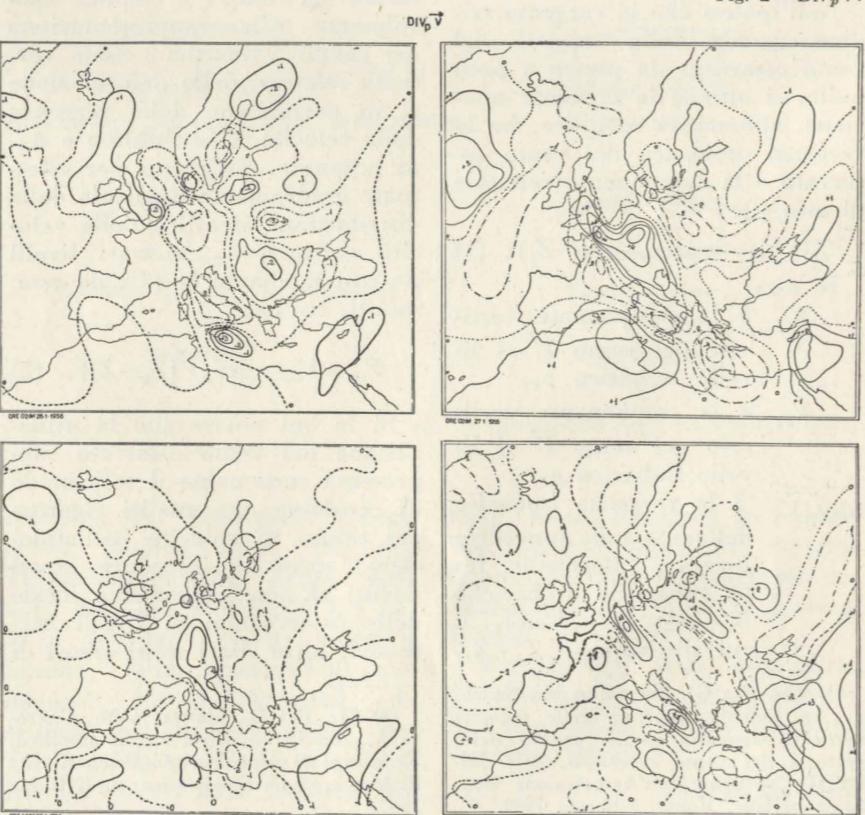
mediante la relazione approssimata

$$\text{rot}_p \vec{V} \approx \left(\frac{\Delta V_y - \Delta V_x}{\Delta x} \right)_{p=\text{cost}}$$

Con operazioni alquanto più laboriose si ottengono anche carte del campo di deformazione, rappresentabile mediante linee di vettore dell'asse di dilatazione (o contrazione) e linee di uguale intensità della deformazione.

Per calcolare la distribuzione di V_z sulle varie superficie isobastiche si suppone, ragionevolmente, che a $z=0$ sia $V_z = 0$, che la superficie della terra sia piana e che la vergenza isobatica media della velocità corrisponda alla vergenza della velocità sulla superficie isobatica della pressione media fra due livelli barici standard successivi. La vergenza media dello strato fra il suolo ($z=0$) e, per es., 900 mb può ritenersi quella a 950 mb (media fra 1000 mb - suolo - e 900 mb), ed essa, come risulta dalla (2), essendo $V_{z0}=0$, cambiata di segno, rappresenta V_z a 900 mb. Proseguendo, si ottengono, per somme successive, le distribuzioni di V_z ai vari livelli barici considerati (Fig. 3; V_z in cm sec^{-1} al livello di 300 mb).

Fig. 2 - $\text{Div}_p \vec{V}$.



2. Primi risultati: il campo di rotazione intorno al getto.

Il procedimento sinottico è stato utilizzato per analizzare un certo numero di situazioni, e dalle analisi possono dedursi due osservazioni preliminari di un certo interesse:

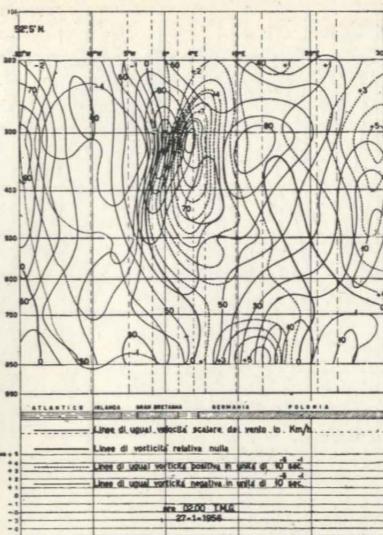
A) Il campo della rotazione, relativa alla terra, della velocità mostra una buona continuità nel tempo: i nuclei di rotazione ciclonica (positiva) e anticiclonica sono facilmente individuabili in situazioni sinottiche successive.

B) La distribuzione orizzontale della rotazione della velocità intorno alle correnti a getto è del tutto aderente allo schema classico ed usuale.

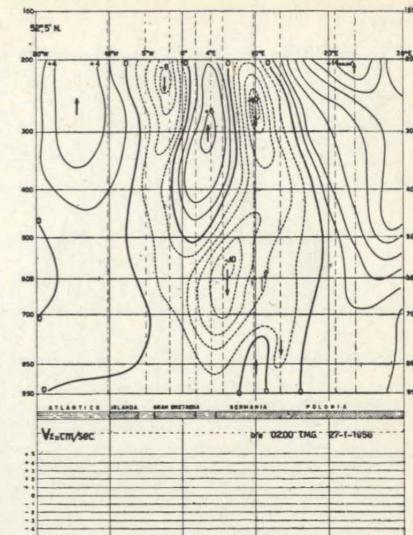
Si ha vorticità positiva alla sinistra (versante « freddo ») del getto e vorticità negativa alla destra di esso (versante « caldo »).

Inoltre, al livello del getto, il gradiente orizzontale della rotazione è più forte sul versante freddo che sul caldo.

La Fig. 1 contiene una serie di analisi del getto a 300 mb. Si può notare che il giorno 26 gen-



a



b

Fig. 4 - Sezioni verticali dell'atmosfera con: a) analisi del getto e $\text{rot}_p \vec{V}$; b) correnti verticali corrispondenti ad a) in cm.sec^{-1} .

naio 1956, alle ore 0200 Z, sull'Europa Centrale esistevano due getti, dei quali uno si dirigeva verso Est e l'altro piegava verso il Tirreno e il Canale di Trapani. Il getto principale era rappresentato proprio da quest'ultimo.

Alla analisi del getto è sovrapposta quella della rotazione che

permette di far notare l'aderenza allo schema classico di cui si è fatto cenno in precedenza. Non è privo d'interesse il nucleo di vorticità ciclonica sul versante freddo del getto più occidentale, seguito, più a Est da un nucleo allungato di vorticità anticiclonica alla destra del ramo più orientale del getto.

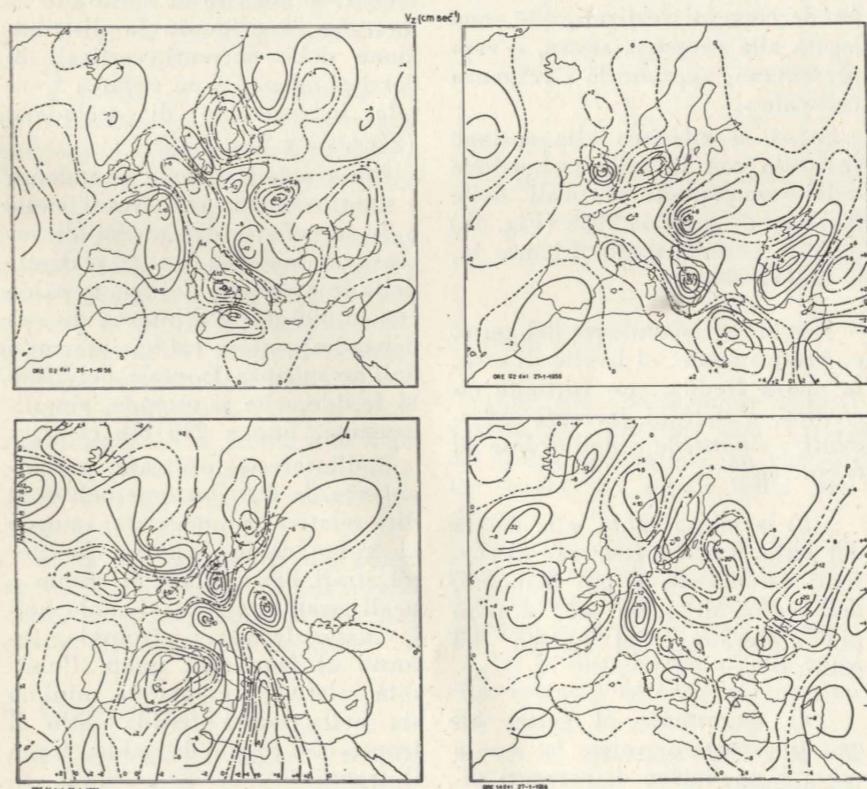
Nella zona ove quest'ultimo ramo devia verso oriente la vorticità è tutta ciclonica: è molto probabile che questo sia un effetto della intensità del getto più occidentale: lo shear ciclonico da esso creato è tanto intenso da assorbire o far diminuire quello anticiclonico dovuto al ramo orientale; tuttavia dove potremmo attenderci shear anticiclonico esiste una notevole diminuzione del gradiente orizzontale della vorticità ciclonica. Il getto orientale riacquista la propria individualità, con le caratteristiche classiche, a Nord del Mar Nero.

Anche il ramo del getto che, dai confini Occidentali dell'Egitto si dirige verso Creta ha le caratteristiche che ci si possono attendere per quanto si riferisce alla vorticità.

Le caratteristiche testé accennate si ripetono nelle carte successive.

In particolare, per il mattino del 27 gennaio 1956, ore 0200 TMG, si è calcolata anche una sezione verticale (Fig. 4a) lungo

Fig. 3 - Velocità verticali, V_z in cm.sec^{-1} .



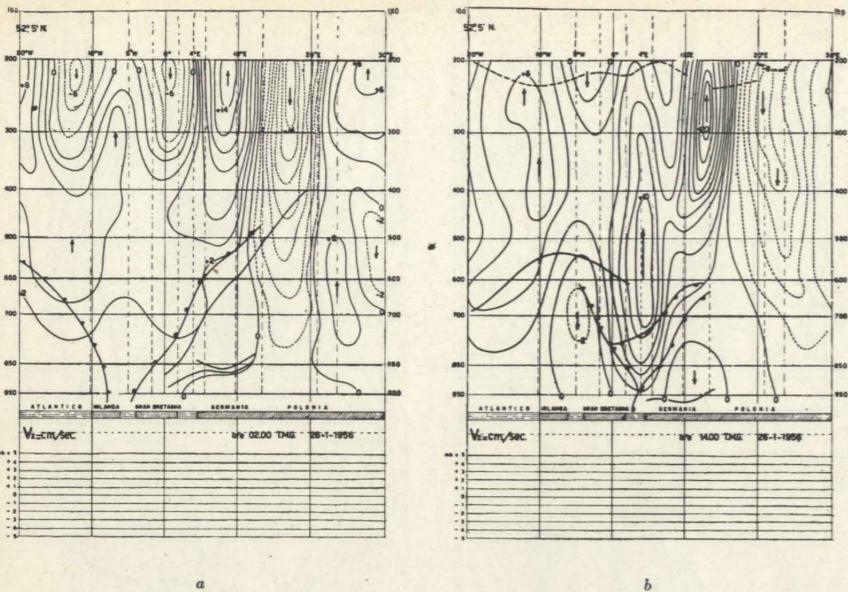


Fig. 5 - Sezioni verticali dell'atmosfera con: a) fronti e correnti verticali; b) posizione e distribuzione dei fronti e delle correnti verticali descritti in a) dopo 12 h.

il 50° parallelo di latitudine Nord da 20° longitudine Ovest a 30° longitudine Est, da Greenwich.

In essa il getto con intensità di 110 nodi, si trova a 315 mb: la linea di vorticità zero separa nettamente i due campi di vorticità ciclonica e anticiclonica e corrisponde quasi esattamente al luogo dei punti di massima velocità, relativa a ciascun livello barico. Le due famiglie di curve, e cioè le isotachie e quelle di vorticità sono state calcolate e tracciate indipendentemente con il metodo sinottico su cennato, e, quindi, sovrapposte.

3. Le componenti verticali della velocità del vento e il getto.

Si sono descritti gli andamenti orizzontali e verticali della vorticità relativa allo scopo di porre in evidenza la rispondenza del metodo sinottico d'analisi a quanto osservato e determinato con altri metodi e con l'esperienza diretta.

È evidente che se il metodo rappresenta così bene la vorticità dovrà rappresentare altrettanto bene la vergenza e, di conseguenza, le velocità verticali, ottenute con operazioni analoghe e con le medesime approssimazioni.

L'andamento delle componenti verticali del vento, a scala sinottica, influenza dinamicamente e termodinamicamente sia sulla struttura della circolazione che su

scendenti notevoli, il cui valore è dell'ordine di 8 cm sec^{-1} ;

d) l'asse dei massimi relativi delle velocità del vento è sede di deboli correnti discendenti;

e) fra 600 e 500 mb la massa fredda è sede di notevoli correnti discendenti, dell'ordine di 10 cm sec^{-1} ;

f) alla sinistra del getto si susseguono, oltre al nucleo positivo di cui alla lettera a), un nucleo discendente (10 cm sec^{-1}) che si collega con quello esistente fra 500 e 600 mb, e, ancora un altro nucleo ascendente (14 cm sec^{-1}) che presenta il suo massimo negli strati più elevati dell'atmosfera, e che si estende fin verso il suolo.

Si può notare la tendenza dei massimi delle velocità verticali a disporsi negli strati più elevati della troposfera in cellule ascendenti e discendenti successive: questo fatto sarà oggetto di più ampia discussione in una successiva memoria.

4. Le componenti verticali della velocità del vento e i sistemi orografici.

Le sezioni verticali del 26 gennaio 1956 alle ore 02 e alle ore 14 mettono in evidenza la distribuzione delle correnti verticali in corrispondenza a un sistema frontale in procinto di ocludersi (Fig. 5a e 5b).

È notevole la debole ascendenza «sinottica» lungo i fronti stessi e il succedersi dei nuclei di intensa ascendenza sulla verticale della intersezione del fronte caldo con la 500 mb e d'intensa discendenza nel settore caldo, interrotta dall'ascendenza frontale del fronte freddo, che si estende, sinotticamente, fino a 250 mb circa.

È d'interesse osservare, per incidenza, la distribuzione dell'umidità relativa (punteggiata) intorno al fronte caldo. Eccetto che per gli strati bassi, lungo il fronte e negli strati prossimi al suolo nella massa fredda prefrontale, intorno al fronte in quota l'umidità relativa presenta un minimo sia nella massa fredda sotto il fronte che in quella calda, sopra il fronte;

c) sovrastante al getto, alquanto spostato verso la massa calda è un nucleo di correnti di-

È probabile che questo andamento — riscontrato peraltro in moltissimi casi — non corrisponda allo schema classico della circolazione frontale; ma è anche vero che esso corrisponde a quantoo osservato spesso durante esplosioni in volo dei fenomeni frontalii. Come è stato illustrato dal Dr. Sutcliffe in una delle sue conferenze al Seminario sulla meteorologia sinottica del Mediterraneo, tenuto in Roma dal 24 novembre al 13 dicembre 1958, la distribuzione delle nubi intorno ai fronti giustifica l'andamento che è illustrato dalla nostra sezione verticale.

Nel pomeriggio dello stesso giorno 27 i due fronti si sono occlusi e la distribuzione delle correnti verticali negli strati bassi risponde ragionevolmente al fenomeno.

Peraltro anche qui è notevole il fatto che i massimi delle correnti verticali tendono a disporsi nella parte più elevata della troposfera.

5. Le componenti verticali della velocità del vento e i sistemi orografici.

Infine si sono elaborate delle sezioni verticali meridianali da 60°N a 35°N attraverso le Alpi, per le ore 02 del 27 gennaio 1956 (Fig. 6a e 6b).

La prima di esse contiene la distribuzione della temperatura potenziale e dell'umidità relativa; la seconda la distribuzione delle velocità verticali sinottiche.

Degna di nota è la corrispondenza delle ascendenze con le zone frontali e con la zona di stau a Nord delle Alpi; l'umidità relativa presenta dei massimi in coincidenza con le ascendenze.

In corrispondenza della zona di discendenza fra il fronte e le Alpi e nella zona di foehn, l'umidità relativa raggiunge i valori più bassi.

Le tavole mostrano così come anche i grossi fenomeni di ascendenza orografica abbiano una notevole ripercussione sinottica.

6. Conclusione.

Da quanto su esposto risulta con evidenza, si spera, sufficiente,

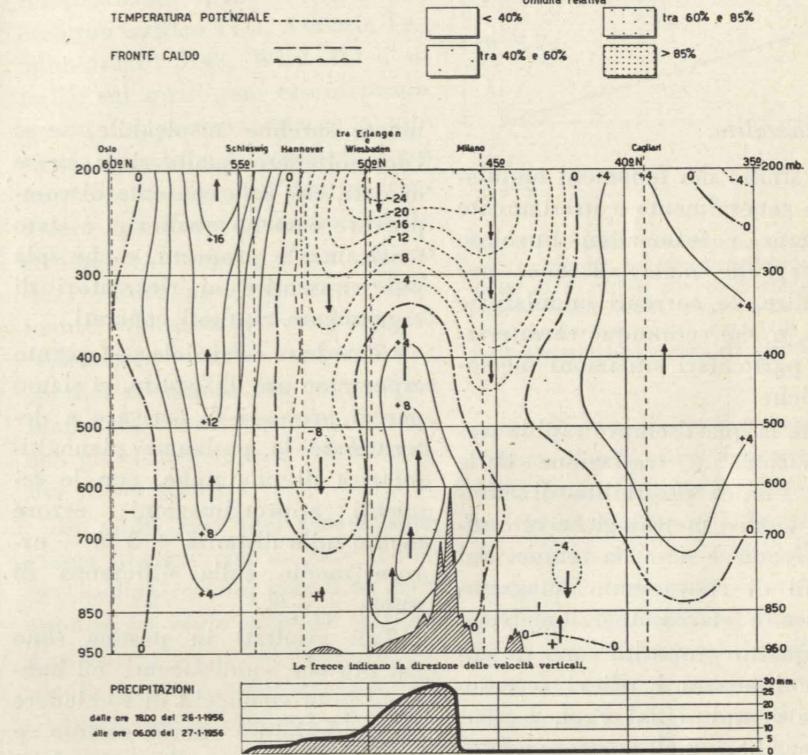
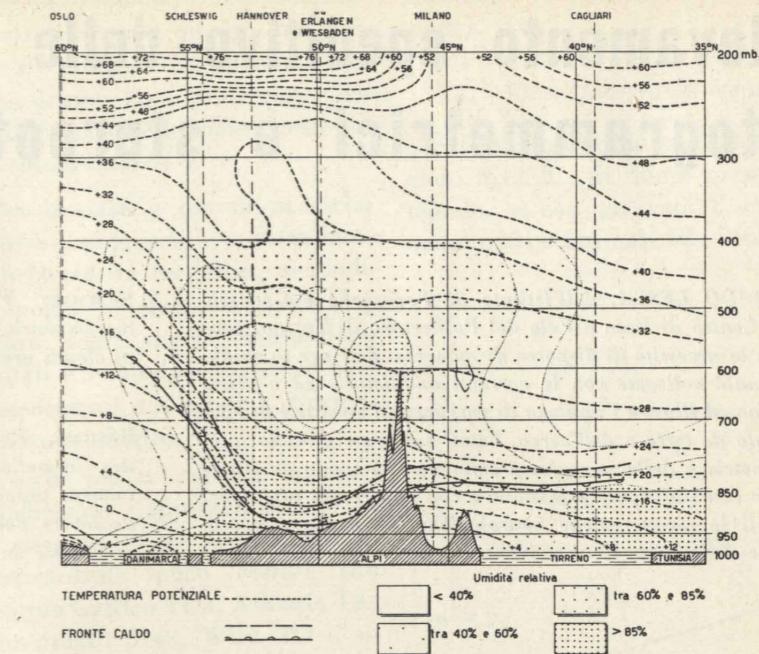


Fig. 6 - Sezioni verticali dell'atmosfera attraverso le Alpi, con: a) fronti e temperatura potenziale; b) correnti verticali.

l'importanza sperimentale assunta dall'analisi sinottica dei campi del vento osservato e, in particolare modo, di quelli della vergenza.

Anche se le conseguenze fisiche e sinottiche di questi fatti sono facilmente intuibili, esse richiedono peraltro più ampia documentazione e più approfondita analisi, che, sulla scorta degli esperimenti effettuati presso la Divisione Studi e Ricerche del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare italiana, verranno esposte in altre sedi.

Martino Montalto

Rilevamento speditivo delle nubi con metodi fotogrammetrici e stereofotogrammetrici

CORRADO LESCA, dell'Istituto di Topografia e Geodesia e del Centro di Volo a Vela del Politecnico di Torino, constatata la necessità di disporre di numerosi dati per lo studio delle nubi collegate con le correnti ondulatorie ed a getto, propone ed illustra l'impiego di vari metodi speditivi di rilevamento da terra e dall'aereo, basati sui principi della fotogrammetria e della stereofotogrammetria, in modo da determinare con sufficiente precisione e con apparecchi fotografici normali le caratteristiche metrologiche, oltre che meteorologiche delle formazioni nuvolose.

1) Generalità.

Lo studio dei fenomeni ondulatori è generalmente e strettamente collegato a formazioni nuvolose tipiche, che materializzano, per così dire, le correnti ondulatorie stesse, o che comunque caratterizzano particolari situazioni meteorologiche.

Come base essenziale per quanto esporremo qui di seguito, ci siamo perciò proposti di arrivare a determinare la posizione planoaltimetrica di una nube, con le seguenti approssimazioni: errore medio sulla distanza $\pm 3\%$ — errore medio sulla differenza di quota $\pm 5\%$.

A questo proposito sono di notevole interesse i rilievi recentemente compiuti dal Prof. Koschmieder [1], i quali purtroppo però non possono trovare, a causa del costo e della complessità delle apparecchiature impiegate, quella larga possibilità di diffusione, che

invece sarebbe auspicabile, se si vuole ottenere quella ricca messe di dati, che sola consente di comprovare o meno quanto ci è stato teoricamente proposto, e che sola può consentire ai ricercatori di raggiungere risultati concreti.

Precedente in quanto richiede la determinazione piuttosto laboriosa, oltreché dei punti di fuga, della scala delle distanze.

Sicché in generale è consigliabile procedere col metodo classico d'intersezione (fig. 1 - a, b), che

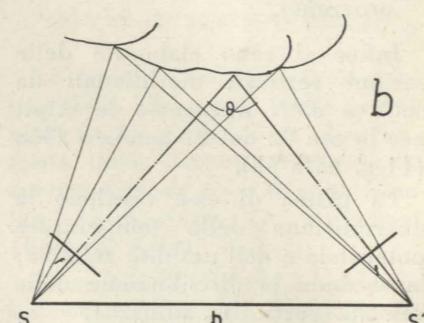


Fig. 1a - Base parallela alla direzione di presa. Caso generale: noto b ed il dislivello fra S ed S' si procede graficamente alla determinazione delle distanze e delle quote. Se gli assi delle fotocamere sono stati tenuti inclinati, occorre operare una successiva riduzione delle distanze e delle quote all'orizzonte.

2) Cenni di metrofotografia.

2.1. Fotogrammetria. Consente di determinare la posizione planoaltimetrica di un numero qualsivoglia di punti.

Si può realizzare partendo da uno o due fotogrammi. Nel primo caso conviene procedere graficamente, stabilendo la posizione dei punti mediante un reticolato di Moebius [2], oppure ancora mediante un reticolato prospettico, di assai più difficile attuazione del

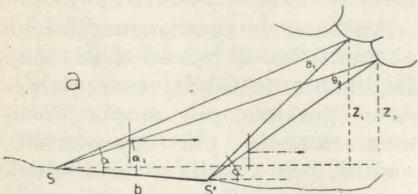


Fig. 1b - Determinazione dei punti per intersezione, secondo il metodo fotogrammetrico classico. Le quote possono essere ricavate per via analitica o grafica.

richiede la presa di due fotogrammi.

Una volta ingrandite le due fotografie, riportando sul bordo inferiore di esse, le ascisse dei punti che interessano, si effettua l'orientamento dei fotogrammi stessi (utilizzando punti noti compresi nei due fotogrammi oppure misure angolari effettuate in occasione delle riprese), indi determinando le intersezioni dei raggi corrispondenti passanti dal centro di proie-

zione (che si troverà ad una distanza del quadro uguale alla distanza focale dell'obiettivo da presa moltiplicata per il rapporto di ingrandimento) con le proiezioni sul bordo del fotoquadro dei punti interessati.

La posizione delle due stazioni S ed S' deve essere nota e sul disegno verrà riportata nella scala desiderata; poiché evidentemente la determinazione delle coordinate dei due punti stazione risulterebbe piuttosto laboriosa, rendendo quindi i rilievi tutt'altro che speditivi, conviene provvedere opportunamente, scegliendoli o in corrispondenza di punti noti desumibili dalle tavolette I.G.M. in scala 1:25.000, oppure predeterminando sul terreno (per esempio su di una strada o su una pista di aeroporto) i punti occorrenti, in modo da consentire possibilmente differenti orientamenti della base stessa.

Tuttavia il procedimento indicato non è che di una semplicità apparente: in effetti per consentire una buona intersezione, gli angoli devono essere dell'ordine di grandezza indicato in figura 1 - a, b. Ne discende per esempio (caso a) che per una distanza media della nube di 5000 m, per un'altezza media di 2000 e per un $\theta = 10^\circ$, la base risulterà lunga circa 1800 m, e per un $\theta = 20^\circ$, dovrebbe raggiungere una lunghezza di ben 2500 m circa.

È chiaro come in tal caso non sia più pensabile di effettuare separatamente le due fotografie, anche in caso di velocità molto basse delle formazioni nuvolose: occorre invece disporre di due apparecchi fotografici distinti con due operatori, i quali oltretutto devono potersi segnalare vicendevolmente il momento scelto per lo scatto, o ad ogni modo prestabilirlo esattamente, onde evitare che una parallasse di tempo renda le misure prive di significato.

Come già abbiamo sopra accennato, operando con semplici mac-

chine fotografiche, è indispensabile introdurre nel quadro una striscia di terreno con alcuni punti di posizione nota onde poter ricostruire l'orientamento esterno del fotogramma (1).

Per ovviare a questa necessità occorre accoppiare le camere fotografiche ad un teodolite, in modo da poter determinare mediante lettura degli angoli azimutali e zenithali e basandosi sugli ordinari procedimenti topografici, l'orientamento suddetto.

Poiché per tali misure angolari è sufficiente l'approssimazione di $1'$ possono essere usati teodoliti relativamente poco costosi (ad esempio Galileo TG3, Askania TK, Salmoiragh 3148, Wild TO e simili), sui quali può essere predisposto l'opportuno attacco a vite per la macchina fotografica, il cui centro ottico deve all'incirca coincidere con l'asse principale dello strumento, mentre l'asse ottico deve essere parallelo e verticalmente complanare con l'asse di collimazione del cannocchiale: condizioni queste che si possono realizzare e verificare facilmente, con gli attuali apparecchi fotografici d'uso tecnico.

In molti casi può essere sufficiente operare con un solo teodolite accoppiato con macchina fotografica, se nella seconda stazione l'operatore provvede per ogni serie di riprese a collegarsi fotograficamente con la stazione principale mediante una opportuna panoramica (occorre in questo caso piazzare l'apparecchio fotografico su un cavalletto robusto, assumendo

l'obiettivo come centro di rotazione).

2.2. - Stereofotogrammetria.

Si basa sull'impiego di due stazioni S ed S' , di quota pressoché uguale, e con gli assi Y ed Y' orizzontali e normali alla congiun-

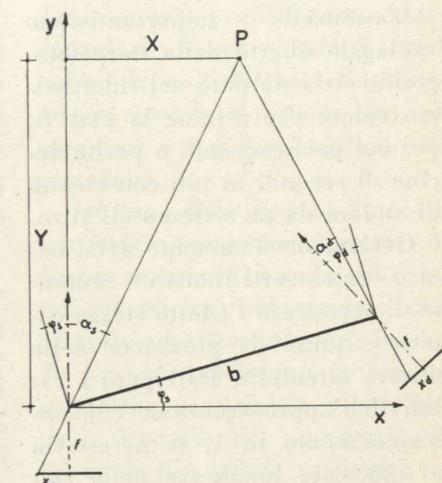


Fig. 3 - Riprese stereofotogrammetriche con assi convergenti. La determinazione delle coordinate di P avviene per via analitica con le formule usuali, previa misura sulle fotografie delle parallassi orizzontali e verticali mediante stereomicrometro accoppiato allo stereoscopio.

gente $SS' = b$, le quali oltretutto eliminano il più grave inconveniente della fotogrammetria, che è quello della incerta e laboriosissima identificazione dei punti sulle due immagini coniugate — specie se prese a notevole distanza e con forti convergenze — consentono una notevole semplificazione per il passaggio dalle coordinate sul piano prospettico alle coordinate bipolari sul piano d'orizzonte ed ai dislivelli per i punti rilevati.

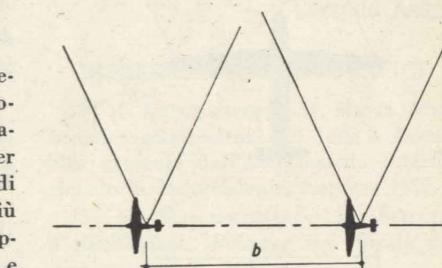


Fig. 4 - Realizzazione di una stereobase con un solo velivolo (è però necessaria una precisa misura della velocità assoluta) oppure mediante aereo di traino ed aliante.

2.2.1 - Riprese speditive da terra.

Tenuto presente quanto esposto in 2, si può ammettere anche in questo caso (a meno di movimenti rapidissimi delle nubi) l'impiego di un solo apparecchio da presa, con o senza teodolite accoppiato.

L'essenziale importantissimo vantaggio offerto dalla stereofotogrammetria sta però nel ridottissimo valore che assume la base b , per cui pochi secondi o poche decine di secondi al più consentono di andare da un'estremo all'altro.

Ovviamente l'aumento della base — entro certi limiti — consente di accrescere l'effetto stereoscopico e quindi la precisione delle misure ottenibili. Dati però i valori dell'approssimazione che abbiamo fissato in 1, la necessaria e sufficiente lunghezza della stereobase si ricava facilmente dall'equazione

$$Y = \frac{b \cdot f}{a}$$

f = distanza principale

a = parallasse lineare

che differenziata rispetto ad a e Y ci da

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{m \cdot \Delta a}{f} \text{ dove } m = Y/b$$

Assumendo ora come valore di Δa (valore dell'approssimazione nella determinazione della parallasse) il potere separatore corri-

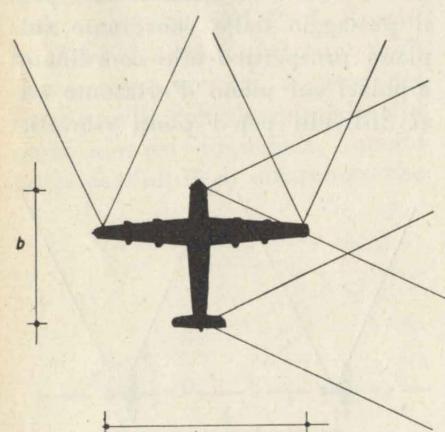


Fig. 5 - Impianto stereofotogrammetrico fisso realizzabile su un aereo plurimotore (lunghezza della fusoliera ed apertura alare di almeno 20-25 m).

spondente alle emulsioni fotografiche di media sensibilità che si aggira praticamente sulle 50 linee/mm (ossia per un $A a=0,05$ mm) avremo

per $m = 40$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Y}{Y} &= \frac{40}{50 \cdot 50} \\ &= \frac{40}{2500} = 1,6 \% \end{aligned}$$

per $m = 80$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Y}{Y} &= \frac{80}{50 \cdot 50} \\ &= \frac{80}{2500} = 3,2 \% \end{aligned}$$

Dal che si deduce che per restare entro i limiti da noi proposti e per nubi distanti ad esempio 5000 m, sarebbe sufficiente una base di poco più di 60 m.

Peraltro i due sistemi precedenti prevedono l'impiego di attrezzi

zature radar o di velivoli di dimensioni tali, per cui essi sono preclusi ai normali rilevatori.

Un sistema che invece si presenta di più facile attuazione nell'ambito di aeroclub e centri volo listici, consiste nel ricorrere a due apparecchi da presa, di cui uno montato su aliante e l'altro sul velivolo di traino: la lunghezza del cavo di traino (opportunamente ridotta per tener conto dell'effetto di catenaria) costituisce l'elemento fondamentale per stabilire la lunghezza della base (che in realtà è costituita dalla distanza esistente fra i due centri ottici degli obiettivi).

Le fotografie dovrebbero essere scattate quando gli apparecchi si trovano esattamente allineati ed alla stessa quota, condizione evidentemente non sempre facile a realizzarsi.

Per avere quindi un orientamento esterno più rigoroso e per poter comunque effettuare fotografie in condizioni diverse da quelle accennate si può prevedere l'impiego di un terzo apparecchio fotografico disposto in coda al velivolo trainante con l'asse ottico parallelo all'asse longitudinale del velivolo stesso.

In tal modo sincronizzando lo scatto di questo terzo apparecchio con i due destinati alla ripresa delle nubi, sarà possibile registra-

re con ottima approssimazione la posizione relativa dell'aliante, di cui sono ovviamente note le dimensioni, ricavandone con metodi grafici i dati di inclinazione e di sbandamento (rispetto al velivolo di traino).

Tale procedimento è molto più semplice di altri analoghi, come il metodo « BOYKOW » che prevedeva l'impiego di due velivoli, trainanti due cervi volanti, che si fotografavano reciprocamente e simultaneamente [3].

Gli altri dati piano-altimetrici saranno ricavati dall'osservazione e dagli strumenti di bordo: tuttavia se si riuscirà a far comparire nei fotogrammi strisce di terreno, è chiaro che l'individuazione del punto di presa e la determinazione dell'orientamento saranno notevolmente semplificate e rese soprattutto più precise.

2.2.4. - Esame degli stereogrammi.

Può essere effettuato con vari metodi, che pur consentendo solo determinazioni qualitative, rendono tuttavia estremamente evidente e suggestiva le caratteristiche dei vari tipi di nubi e la loro distribuzione nello spazio.

a) osservazione con stereoscopio. Consiste nella semplice osservazione di una coppia di fotogrammi di formato non superiore a 6×6 cm, probabilmente con l'aiuto di due lenti. La limitazione di formato è il più grave inconveniente di questo sistema.

b) osservazione con stereoscopio a specchi. Sistema analogo al precedente, ma per l'allargamento della base conseguente alla interposizione di prismi e specchi — che consentono la visione di stereocoppie di formato fino al 24×24 — si ha una notevole accentuazione dell'effetto di rilievo (ancora aumentato dall'impiego di cannocchiali con ingrandimento $3 \div 8 \times$).

c) osservazione con occhiali a prismi (tipo O.M.I.). Sistema poco costoso e con apparecchiatura semplicissima e di minimo ingombro.

d) proiezione con proiettore binato e filtri polarizzatori. Ottimo procedimento, non eccessivamente costoso, che consente la visione a più persone su grande schermo e a colori.

e) osservazioni con un solo specchio — di due fotogrammi di cui uno, normale, è osservato a occhio nudo mentre il secondo, invertito, è osservato con l'intermediario dello specchietto.

In questo caso è bene eseguire un ingrandimento del negativo da invertire in quanto la stampa effettuata dal lato supporto riesce sensibilmente meno nitida (3). Con l'ingrandimento si ottiene inoltre il vantaggio di accentuare l'effetto plastico.

2.2.5. - Restituzione.

Se la stereofotogrammetria consente di effettuare prese molto più rapide ed agevoli che non i vecchi metodi fotogrammetrici tuttavia presenta il suo vantaggio maggiore in fase di restituzione, quando occorre provvedere a tradurre graficamente il risultato delle registrazioni fotografiche: in tal caso apparecchi restitutori provvedono molto rapidamente e con notevole grado di precisione al tracciamento automatico delle curve di ugual quota e dei contorni delle nubi.

Per misure e determinazioni meno impegnative è sufficiente ricorrere a stereomicrometri, accoppiati agli stereoscopi a specchi: la determinazione per punti così effettuata risulta ovviamente alquanto laboriosa, ma può essere in molti casi preferibile, sia per il minor costo, sia per la possibilità di disporre immediatamente dei dati di massima.

(3) Vedi a questo proposito le stereocoppie pubblicate su Ali n. 23 anno VIII - pag. 373 e segg.

3. - Apparecchiatura fotografica.

Qualunque apparecchio fotografico di qualità è utilizzabile.

Per quanto è possibile conviene dare la preferenza ai formati maggiori (6×6 o meglio 6×9), e agli obiettivi non molto luminosi ma di massima incisione (es. Symmar Schneider, Apo Lanthar Voigtlander e simili) possibilmente grandiangolari. Occorre infatti tener conto delle incertezze di puntaamento quando si opera con due operatori e con due macchine fotografiche.

Nel caso della ripresa stereo in particolare conviene disporre di alcune marche disegnate nel campo del mirino (ad esempio una centrale e quattro angolari) in modo da poter collimare facilmente a qualche prestabilito e lontanissimo dettaglio del paesaggio: in tal modo è possibile realizzare un discreto parallelismo dei due assi di presa.

Una piccola livella sferica facilmente inseribile in quasi tutti gli apparecchi moderni nell'apposito attacco standard consente inoltre, nel caso che si lavori con treppiede, di eliminare lo sbandamento del fotogramma, semplificando ulteriormente le operazioni di restituzione.

In quasi tutte le riprese è consigliabile l'impiego di filtri arancioni o rossi che consentono una resa molto più contrastata delle nubi del cielo [4].

Nel caso di fotografie a colori conviene spesso ricorrere al filtro polarizzatore, in modo da ottenere lo scurimento del cielo.

Corrado Lesca

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] H. KOSCHMIEDER e H. MEYER, *Wolkenphotogrammetrie*, Atti della X Assemblea generale dell'Associazione Internazionale di Meteorologia, Londra, 1955.

[2] H. KOSCHMIEDER e H. SCHULZ, *Wolkenwalzen, Beiträge zur Physik der Atmosphäre*, 3, 1957.

[3] F. VALLE ed F. PORRO, *Fotografia aerea*, Milano, 1932.

[4] M. PONZIANI, *Il materiale fotografico in fotogrammetria*, Milano, 1938.

CURIOSITÀ DEL BIBLIOFILO

“Negro di Sanfront disse: datemi la mia mano; e raccolta la mano, continuò imperterrita la ricognizione”.

Il più bel titolo di gloria di Ercole Negro di Sanfront (1541-1622), architetto e generale di Carlo Emanuele I, fu la difesa di Vercelli, nella primavera del 1617. Le armi dell'astuto governatore spagnolo di Milano incalzavano questa importantissima piazza forte governata dal Marchese di Caluso. Il Toledo muove adunque rapidamente su Vercelli. Il Duca di Savoia, impressionato da questa improvvisa mossa nemica, manda colà mille fanti e trecento cavalli guidati da valorosi comandanti e «dal signor conte di Sanfront il quale spinto dal grande desiderio d'entrare caminò quasi sempre con li carabinieri d'antiguardia quali erano comandati dal cav. di Varax et essendo egli detto conte pregato di marciare nella battaglia per maggiore cautela della sua persona tanto necessaria dentro Vercelli, egli rispose essere altrettanto necessario con l'antiguardia per provvedere ad ogni movimento che potessero fare gli spagnoli... vuolse prima ch'entrare nella città il conte di San Fronte nonostante ogni strachezza, visitare la controsarpa e trinciare intorno alla città... et al conte di San Fronte fu rimesso e comandato tutto il negotio della fortificatione in difesa della piazza».

Il Conte di Sanfront, malgrado la sua età — aveva più che settant'anni e molti acciacchi — non esitò ad accettare la direzione del servizio d'artiglieria e delle fortificazioni. Sotto il fuoco nemico, appena arrivato nella piazza, si fece portare in braccio dai soldati a una ricognizione nei diversi posti avanzati. Alla prima ricognizione seguirono varie altre nei punti più pericolosi e, in una di queste, pur essendo circondato dalle rovine dell'esplosione di una mina, continuò a impattire ordini con ammirabile sangue freddo. Alcuni giorni dopo, in una posizione scoperta, Ercole Negro venne colpito dalla mitraglia, ebbe il braccio sinistro fracassato e una mano asportata. «Datemi la mia mano»

tirate d'ambra le parti 77.000 cannoneate e che aveva costato agli spagnoli 7000 morti, oltre i feriti e gli ammaliati e durante il qual tempo, essendo mancate le miccie, il Sanfront aveva requisito le corde delle campane, facendole cuocere nel nitro, tutti i metalli della città e dai speziali e pizzicagnoli le vesciche per farne cartucce, consumate tutte le munizioni e respinti tutti gli assalti, dal Marchese di Caluso fu proposta agli Spagnuoli la resa. A questa si opponeva con tutte le forze il Sanfront, deciso a difendere la breccia ad arma bianca, anzi egli non sottoscrisse la capitolazione, nella speranza che il Duca nel frattempo venisse in soccorso di Vercelli. Ma la maggioranza volle la resa a onorevoli condizioni, perciò il presidio eroico uscì dalle mura con l'onore delle armi. D. Pietro di Toledo volle abbracciare il Caluso e il Sanfront, dicendo loro parole di ammirazione per la strenua difesa. Il Duca esasperato fece incarcerare il Caluso, accusandolo di aver troppo presto ceduto la piazza al nemico, riservando soltanto le sue lodi per il Sanfront». Il Tassini scrive: «Ultimamente sotto Vercelli che ha fatto spargere tanto sangue agli Spagnuoli? Non altro che la pratica della fortificatione di Monsù Sanfrone» che in un altro punto dello stesso libro, l'autore chiama «Monsù Cianfrone».

E. Bianco di S. Secondo
(a.c.m. trascrittore)

I premi “Conte Giancarlo Camerana”

L'Unione Industriale di Torino e l'A.M.M.A. istituirono nel 1956 i premi «Conte Giancarlo Camerana», allo scopo di onorare la nobile figura del compianto industriale — che dedicò tanta parte della Sua vita alla formazione professionale dei giovani lavoratori — e per esaltare l'esempio degli insegnanti e degli istruttori di scuole professionali che si segnalano per la generosa e disinteressata passione.

I premi risultano articolati in tre sezioni:

— n. 20 da L. 100.000 ciascuno e medaglia d'oro, istituiti dalla Camera di Commercio, dal Consorzio Provinciale per l'Istruzione Tecnica, dall'Unione Industriale e dall'A.M.M.A., destinati ai dirigenti ed agli insegnanti di scuole professionali;

— n. 2 premi da L. 300.000 ciascuno per le scuole professionali, n. 2 premi da L. 100.000 ciascuno per gli istruttori responsabili, n. 10 premi da L. 25.000 ciascuno per gli allievi, assegnati dall'Unione Industriale e dall'A.M.M.A. in base ai risultati delle prove d'esame (capolavoro) per il conseguimento della qualificazione di aggiustatore e tornitore meccanico.

Direttore responsabile: AUGUSTO CAVALLARI-MURAT

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE

Bollettino d'informazioni N. 1
1960

ORDINE DEGLI INGEGNERI della PROVINCIA DI TORINO

ASSEMBLEA ORDINARIA del 30 Gennaio 1960

Il giorno 30 gennaio 1960 gli Iscritti furono convocati in Assemblea ordinaria per discutere il seguente Ordine del Giorno:

Esame ed approvazione del Conto Consuntivo 1959;

Esame ed approvazione del Conto Preventivo 1960;

Varie.

Non essendo stata valida per insufficienza di presenti la prima convocazione, si è tenuta la seduta in seconda convocazione alle ore 15 dello stesso giorno alla presenza di 86 Iscritti.

Presiede il Consigliere Achille Goffi in assenza del Presidente Peretti, indisposto. Funge da segretario il Prof. Lelio Stragiotti.

Goffi apre la seduta, accennando alla indisposizione che ha impedito al Presidente Peretti di essere presente, suggerisce all'Assemblea di indirizzargli un sincero voto augurale.

Tutti i presenti approvano calorosamente.

Goffi dà quindi la parola al Tesoriere Salvestrini che legge anzitutto il Conto Consuntivo 1959, illustrando nel modo più chiaro le singole voci in esso contenute.

Goffi chiude l'esposizione del Tesoriere con parole di plauso al Tesoriere che ha saputo recuperare la quasi totalità delle quote degli Iscritti morosi nonché alla Impiegata di Segreteria per il sollempne lavoro svolto e per l'attaccamento sempre dimostrato all'Ordine.

Pone quindi in votazione il Conto Consuntivo: questo risulta

approvato all'unanimità per alzata di mano senza alcuna osservazione.

Successivamente il Tesoriere Salvestrini passa a esporre il bilancio preventivo 1960.

Al termine della lettura hanno luogo vari interventi, seguiti dai chiarimenti del caso del Tesoriere e di Goffi. Da tale discussione è emersa l'opportunità di alcune modifiche sulle percentuali applicate dall'Ordine per la liquidazione delle parcelle. Tale opportunità viene raccomandata al nuovo Consiglio Direttivo, che sarà eletto in primavera affinché ne tenga conto per la predisposizione del bilancio del prossimo anno 1961.

Al termine della discussione Goffi pone in votazione il bilancio preventivo per il 1960, il quale viene approvato per alzata di mano, alla unanimità.

Passando alle varie Goffi dà la parola all'Ingegner Moretto il quale accenna alla situazione di Torino dopo l'entrata in vigore del nuovo piano regolatore generale. Moretto osserva che al momento l'Edilizia per la nostra Città sta subendo una specie di paralisi per le difficoltà di applicazione del Piano, mentre sarebbe opportuno che l'applicazione di questo venisse studiata senza ritardi e con tutta la necessaria elasticità per adeguarlo alle situazioni contingenti del momento.

Egli accenna ai passi sinora compiuti presso il Sindaco in unione dagli Ordini Ingegneri ed Architetti e Sindacati, significando la necessità che il Consiglio dell'Ordine intraprenda nuove e più decisive iniziative, affinché l'applica-

L'Assemblea è consenziente. Goffi si riserva di riferire al Consiglio la proposta.

Viene richiesto da uno degli intervenuti che il Consiglio dell'Ordine si interessi per la più rapida trasformazione della abilitazione provvisoria — concessa sino al 1957 in mancanza dell'Esame di Stato — in abilitazione definitiva all'esercizio della professione.

Risponde il Segretario Stragiotti che tale passo è già stato fatto anche dal Consiglio Nazionale, ma che trattasi comunque di questione di spettanza del Ministero della Pubblica Istruzione.

Viene chiesto da alcuni intervenuti che l'orario dell'ufficio di Segreteria sia modificato nel senso che un giorno alla settimana (sabato escluso) l'orario al pubblico venga spostato sino alle ore 19, in modo da consentire alla categoria impiegati di poter venire dopo il normale orario di ufficio. La richiesta è accolta.

Goffi in ultimo invita Moretto quale Delegato Provinciale della Cassa Nazionale di Previdenza per gli Ingegneri a voler tenere l'annunciata relazione agli Iscritti per metterli al corrente della attuale situazione della Cassa stessa. Moretto rifa brevemente la storia della Cassa dalla promulgazione della Legge istitutiva della stessa sino ad oggi. Egli si dichiara molto spiacente di non poter fornire all'Assemblea quei chiarimenti e

quelle notizie, che Egli sperava, in quanto il Commissario Pinchera non ha ancora proceduto alla convocazione dei Delegati ed in quanto è intervenuta una situazione tutt'affatto nuova: infatti il Commissario Pinchera ha trasmesso al Ministero del Lavoro e della Previdenza sia la questione della ratifica dei Delegati, sia il testo dello schema di regolamento ed il Ministero, mentre non ha finora provveduto alla ratifica dei Delegati, pare abbia avanzato osservazioni in merito al regolamento, tale da rivoluzionare completamente l'opera fin qui svolta.

Moretto conclude che siamo quindi in situazione di attesa e che è necessaria una ulteriore riunione, successiva alla venuta del

Commissario Pinchera a Torino — annunciata per le ore 18 di venerdì 5 febbraio — affinché Egli possa fornire dati precisi. L'Assemblea manifesta vivo disappunto per quanto sopra e si accende una vivace discussione, che si conclude con l'invito a Moretto sia ad inviare, a nome dell'Assemblea, un telegramma al Ministero del Lavoro in segno di protesta e per richiedere la più sollecita attuazione della Legge, sia un telegramma al Commissario Pinchera per invitarlo ad una riunione da tenersi alle ore 21 del 5 febbraio 1960.

Goffi, ringraziato Moretto per l'attività da Lui svolta a favore degli Iscritti alla Cassa, chiude la seduta alle ore 17,30.

Collaudi finali di opere edili

I

Le considerazioni che qui si trascrivono sono nate da una ormai lunga esperienza di lavoro. Io penso che non sarà inutile l'esporle e che sia anzi opportuno di farlo per chiarire l'argomento una volta tanto, anche a costo di toccare qualche suscettibilità e provocare qualche discussione. Molti colleghi, ingegneri e costruttori, in specie quelli più anziani, si troveranno sicuramente su di esse con me d'accordo, mentre i giovani vorranno considerarle attentamente per il buon svolgimento della loro attività professionale, che è molto meritoria e suggestiva, ma che reca con sé continue ed anche pesanti responsabilità.

Nella mia non breve vita di lavoro nel campo delle costruzioni edili ho avuto occasione di partecipare direttamente oppure venendone a conoscenza allo svolgimento di molti collaudi di opere edili. Ancora recentemente ho partecipato a due collaudi, l'uno per una nuova costruzione e l'altro per i lavori di manutenzione e ripristino di fabbricati civili non più nuovi e per una cifra davvero molto elevata. Come già per altri

casi anche stavolta mi sono venute molte melancolie e delusioni dalle risultanze degli esami approfonditi e per quanto possibile equanimi e coscienziosi.

Eppure anche queste volte si trattava di opere appaltate con tutte le regole, con tanto di capitolo, con prescrizioni dettagliate e rigorose, con chiari richiami a quelle cosiddette buone regole d'arte, delle quali è vero che non è stato ancora redatto il Codice, ma che in fin dei conti progettisti, direttori dei lavori e buoni costruttori, non quelli improvvisati, ma quelli esperti e di buona volontà, sanno perfettamente che cosa sono e come si applicano.

Eppure, soggiungo, si trattava di opere alle quali presiedevano dei direttori dei lavori, che dovevano appunto occuparsi della esecuzione a regola d'arte e secondo le prescrizioni e che senza indulgenza e con fermezza dovevano esigere che ciò avvenisse, tenendo presenti le buone armi date a loro dai capitoli per raggiungere il buon risultato.

Questi collaudi dimostrarono che invece più o meno accentuatamente capitoli e regole d'arte erano stati poco osservati, che la indulgenza dei direttori dei lavori

verso la negligenza e sovente la imperizia degli esecutori era stata molta, tanto da venire fuori un esito finale molto scadente.

D'altra parte che cosa potevano fare i collaudatori in questa circostanza? Essi rilevarono le defezioni e gli errori, prescrissero qualche possibile correzione, qualche rifacimento, ma per la maggior parte di queste defezioni non poterono più far altro che applicare delle penali o riduzioni per degrado, cose tutte poco sugose e non compensative per i proprietari delle costruzioni dei danni da essi subiti per le defezioni riscontrate. Perchè succede proprio sempre questo che delle defezioni riscontrate nei collaudi finali, ben poche possono essere corrette ed allora bisogna tenersele sia pure a denti stretti e calmare alquanto il malcontento dei committenti con le briciole delle penalizzazioni più o meno rilevanti inflitte ai costruttori inoservanti. Ed infatti come correre in fase di collaudo le defezioni di pendenza o addirittura il loro invertimento nelle tubazioni incassate nei pavimenti o nei muri per gli impianti igienici, quelle dei davanzali, pavimenti, balconi, la mancanza di rivestimenti protettivi nelle tubazioni incassate, i tubi di piombo immersi nel cemento corroditore? Come collaudare tutto quello che è nascosto oramai nei muri e nei pavimenti ed anche quello che è in vista, porte, finestre, intonaci, pavimenti, tutti in opera e verniciati, come collaudarli, se collaudare vuol dire rifiutare le parti, che non corrispondono alle prescrizioni e accettare solo quelle, che vi corrispondono, quando i locali sono addirittura già occupati e rifare o sostituire vuol dire sloggiare tutti per buttare all'aria ogni cosa?

Ed è per questo che al collaudo non sapendo fare altro nella maggior parte dei casi, si ripiega sui diffalchi ed in genere molto indulgentemente su quelle penalità, di cui è difficile al collaudatore fissare le misure, le quali a rigore sorpasserebbero in alcuni casi anche le quote di garanzia e addirittura i prezzi di appalto. Esempio tipico sono le verniciature scadenti, che dovrebbero essere tutte

raschiate e considerate come non fatte per rifarle a dovere. Altro che il dieci per cento di trattenuita di garanzia!!

E così se il collaudo è stato fatto ad occhi aperti, se cioè esso non è stata una pura formalità burocratica, come succede con il presupposto che tutto deve andare bene, dal collaudo escono tutti malcontenti e più malcontento di tutti il committente, che ricupera le briciole delle penali, ma si tiene il mal fatto.

Il collaudo finale non sana adunque il mal fatto, serve solo a farcene rammaricare. Ed allora bisogna convincersi che il collaudo vero, quello che serve ad ottenere opere ben eseguite, è quello solo che si fa durante i lavori, cioè un collaudo minuto, continuativo del direttore dei lavori, esame di ogni giorno, che richiede esperienza, diligenza e fermezza nel pretendere quello, che è giusto dall'esecutore, cioè l'applicazione del capitolo e delle sue prescrizioni liberamente accettate e sottoscritte. Questo deve essere fatto senza indulgenze, in modo reciso in specie quando, come succede nei pubblici appalti, non è stata possibile una scelta dei concorrenti e il direttore dei lavori si trova di fronte a costruttori di competenza sconosciuta e spesso insufficiente o disposta a non seguire le buone norme.

In una mia nota, proprio per le ragioni suseinte, io ho sostenuto tutta l'importanza della funzione del Direttore dei lavori, cioè del fiduciario del Committente, che io ho proposto e propongo tuttavia di chiamare *collaudatore continuamente operante*, oppure *sovraintendente*, convinto come sono che ben poco si debba attendere per la riuscita delle opere dalle virtù risanatrici del collaudatore finale. Neppure la previsione nel capitolo di un collaudatore, che possa rivedere le bucce alla fine, può trattenere le trascuratezze di chi ha in animo di compiere. È uno spauracchio che non serve.

Non appaia adunque superfluo e ovvio se insisti sul collaudo fatto durante i lavori, anche perché la credenza nelle virtù taurimetiche del collaudatore finale non è soltanto negli ambienti

e nei capitolati delle pubbliche amministrazioni, le quali hanno bisogno di questa dichiarazione finale di un collaudo più o meno approfondito e soppesato, per chiudere una certa pratica, che nessuno poi dopo più riaprirà. Questa credenza è condivisa anche da altri, che credono di rimandare al pettine del collaudo i nodi non sciolti.

Nella migliore delle ipotesi i nodi, se non tutti, alcuni giungeranno al pettine, ma ben pochi si scioglieranno. I nodi si devono sciogliere man mano ed è meglio non lasciargli fare. È per questo

che occorre diligenza, oltreché esperienza e fermezza. Nè si abbia timore di contrastare con le imprese. Meglio contrastare prima che contestare dopo ed è soltanto esigendo equamente con fermezza, che si giunge fra l'altro a rendere la vita difficile ai mestieranti avventurosi della costruzione per eliminarli e si può cioè sperare di giungere a quella selezione di costruttori veramente capaci, che ogni ingegnere o architetto deve augurarsi e cercare di avere quali validi collaboratori della sua attività.

Achille Goffi

Ancora sulle ispezioni in cemento armato

Il collega Achille Goffi nel n. 5 di « Atti e Rassegna tecnica » in un lucido articolo illustra brevemente quali sono i compiti del famoso « Ispettore delle Opere in Cemento armato » e pone l'interrogativo se la loro istituzione e i loro procedimenti si ritengano opportuni e ancora utili dai professionisti.

Lo scrivente crede interessante riferire su alcuni episodi successi o a lui personalmente o a colleghi la cui testimonianza è quanto mai veritiera; questi fatti chiariscono a tutti a cosa sia oggi ridotta non solo l'ispezione stessa, ma la dignità e il decoro di alcuni professionisti che con il loro operare non danno sicuramente lustro alla categoria.

1) Episodio.

L'ispezione delle opere in c. a. in un paesino ai confini di Torino in una modestissima costruzione.

L'ispettore, per la verità un giovane architetto, ha svolto il suo mandato fermando la macchina al bordo della strada, domandando informazioni al costruttore, prendendo alcuni appunti e infine presentando la parcella.

2) Episodio.

Ispezione in una città a 30 km da Torino. L'ispettore, prima di avere svolto il suo mandato, si of-

fre, avendo visto in cantiere i cubetti di cls, da sottoporre a prova di compressione, di effettuarne il trasporto al Politecnico e, avutone il consenso dal Committente, va oltre e fa addirittura intestare a se stesso il certificato di prova. All'atto del collaudo il professionista incaricato fu costretto a far richiedere copia dei suddetti certificati non riuscendo a averne gli originali. Si seppe che l'ispettore aveva naturalmente la speranza di effettuare il collaudo delle opere in cemento armato e avutone tacita promessa dal costruttore, non « mollava » quanto era in suo possesso.

Lo scrivente ha poi cercato di conoscere l'opinione di alcuni amici e colleghi professionisti circa l'opportunità o meno di accettare incarichi ispettivi. La risposta fu unanime: « no! » e il motivo di questo categorico rifiuto consistette e consiste essenzialmente nel giudicare non dignitoso un incarico ormai ridotto a ben misera cosa e, in secondo luogo, mi si disse che per svolgere con onestà professionale tale incarico si sarebbe andati incontro a un senso di commiserazione, se non addirittura di sopportazione, da parte del costruttore.

Alla luce di questi episodi, documentabilissimi, mi pare ci sia una sola risposta da dare all'interrogativo posto dal collega Goffi nel suo articolo e precisamente dovrebbero tutti i professionisti,

e già ce ne sono in copia, rifiutarsi di accettare tali incarichi così poco professionali; giungere a una vera e propria « dichiarazione » in modo che i colleghi, e mi si scusi se li nomino tali, che continuassero a svolgere simili mandati e soprattutto secondo gli esempi prima citati, vengano automaticamente a squalificarsi.

Non si dimentichi però che in un preciso corsivo del Bollettino il Collega Rossetti rilevava come siano stati proprio gli ingegneri a richiedere che tali ispezioni venissero a loro affidate; ma indubbiamente ben diversi erano i fini e le modalità con cui predette ispezioni erano eseguite, e questo non fa che avvalorare le conclusioni a cui si giunge in questo scritto.

Pier Giuseppe Contini

Testo unico delle leggi sulle imposte dirette - Ruoli Imposta fabbricati

Riteniamo interessante e utile riportare una circolare del Segretario Generale della Confederazione Italiana della Proprietà Edilizia:

In relazione alla richiesta di chiarimenti che ci è pervenuta in merito alla tassazione del reddito dei fabbricati per le rate di agosto, ottobre e dicembre 1959 risultante dalle cartelle esattoriali notificate ai contribuenti, comuniciamo quanto segue:

La riforma Vanoni, oltre ad istituire l'obbligo della dichiarazione annuale dei redditi conseguiti nell'anno solare precedente, portò la riscossione delle imposte dall'anno solare a quello finanziario (rate di agosto, ottobre, dicembre, febbraio, aprile, giugno) per coordinare la riscossione dei tributi e la gestione dell'esercizio finanziario.

Il nuovo Testo Unico delle leggi sulle imposte dirette ha modificato, per questo punto, la riforma Vanoni riportando la riscossione delle imposte all'anno solare, e quindi alle rate di febbraio, aprile, giugno, agosto, ottobre e di-

cembre, e ciò a partire dal 1° gennaio 1960.

Il passaggio dall'uno all'altro sistema, però, rendeva necessario scindere la riscossione delle imposte attinenti ai redditi dell'anno 1958, nel senso cioè, di creare un periodo di imposta e di riscossione intermedio fra quello istituito dalla riforma Vanoni (anno finanziario) e quello ripristinato dal nuovo Testo Unico (anno solare).

Restiamo a disposizione per altri eventuali chiarimenti.

Il Segretario Generale
della Conf. It. Proprietà Edilizia

Avv. GIUSEPPE SOSTER

Alla Segreteria ritornano frequentemente Bollettini e lettere non potuti recapitare dalla Posta per sbagli o cambiamenti di indirizzo.

Ciò è dovuto al fatto che gli iscritti, quando cambiano di indirizzo, non ne danno notizia alla Segreteria per la variazione della loro targhetta.

La Segreteria prega vivamente gli iscritti, che cambiano l'indirizzo e anche il numero telefonico di volerlo comunicare immediatamente ad evitare disguidi e ritardi nelle comunicazioni dell'Ordine ed ingiuste proteste verso la Segreteria stessa.

Conseguentemente il ruolo del-

l'anno solare 1960 sarà formato sulla base dell'intiero reddito 1958 dichiarato nel 1959, fermo rimanendo il diritto di cui sopra, mentre il reddito conseguito nel 1959 e dichiarato entro il 31 marzo 1960 servirà di base per la formazione del ruolo dell'anno solare 1961.

Il seguente esempio pratico servirà a meglio chiarire quale sia l'applicazione pratica della riforma di cui trattasi.

1) Entro il 31 marzo 1959 il contribuente A ha dichiarato di avere conseguito nell'anno 1958 un reddito imponibile di L. 500 mila.

Nel ruolo provvisorio creato per il secondo semestre 1959 (agosto, ottobre, dicembre) egli sarà iscritto per L. 250.000, cioè per metà del reddito dichiarato come sopra.

2) Nel ruolo dell'anno solare 1960 (febbraio, aprile, giugno, agosto, ottobre, dicembre) lo stesso contribuente A sarà iscritto per l'intiero reddito imponibile L. 500.000.

3) Nel ruolo dell'anno solare dell'anno 1961 lo stesso contribuente A sarà iscritto per il reddito imponibile X che risulterà dalla dichiarazione che egli avrà presentato entro il 31 marzo 1960 in quanto conseguito nell'anno 1959.

Restiamo a disposizione per altri eventuali chiarimenti.

Le direttive del Ministro Togni per la formazione dei piani territoriali di coordinamento

Riportiamo dal « Corriere dei Lavori Pubblici » di Bari, n. 4, gennaio 1960, il seguente articolo molto interessante sull'argomento.

Allo scopo di esaminare la situazione degli studi in corso per la formazione dei piani territoriali di coordinamento, il Ministro Togni ha presieduto, nella sala del « Parlamentino » del Ministero dei lavori pubblici, una riunione preliminare dei provveditori alle opere pubbliche e dei dirigenti delle Sezioni urbanistiche regionali responsabili dello studio dei piani territoriali la cui formazione è affidata per legge al Ministero dei lavori pubblici.

La legge urbanistica prescrive infatti che i piani territoriali di coordinamento debbano stabilire direttive principalmente in rapporto:

a) alle zone da riservare a speciali destinazioni ed a quelle soggette a speciali vincoli o limitazioni di legge;

b) alle località da scegliere come sedi di nuovi nuclei edili o impianti di particolare natura ed importanza;

c) alla rete delle principali linee di comunicazioni stradali, ferroviarie, elettriche, navigabili, esistenti in programma. Tutto ciò presuppone una partecipazione attiva e coordinata di tutti i settori di attività produttiva e costruttiva della nazione, attività per le quali i piani territoriali vogliono e debbono fornire adeguate facilitazioni per favorirle ed incrementarle, ma sempre in un armonico e reciproco condizionamento di sviluppo.

La riunione ha costituito una prima presa di contatto con gli organi periferici allo scopo di fare il punto della situazione. Gli intervenuti hanno infatti riferito sui lavori già compiuti e sugli orientamenti da seguire per il futuro. Si tratta ora di trarre le conclusioni pratiche da questo lavoro preliminare, di aprire un dibattito sulle esperienze fatte in modo di avere una comune base di giudizio per l'avvenire.

Il Ministro Togni, nel discorso di apertura, ha insistito sulla necessità di formulare un programma immediato che consenta di pervenire ad un primo positivo stadio di definizione dei piani. Tale programma dovrà essere formulato con elasticità in modo da rendere possibili tutte le integrazioni, gli adeguamenti e i perfezionamenti imposti dalle esigenze future e dall'evolversi dei tempi e delle cose.

La formazione di tali piani, pur rientrando nella specifica competenza del Ministero dei Lavori

strumenti di coordinamento per l'esecuzione delle infrastrutture di competenza sia dell'Amministrazione dei Lavori pubblici che di altre amministrazioni, quanto — e soprattutto — la funzione di adeguare tutte le infrastrutture ai programmi di sviluppo che dovranno essere preliminarmente armonizzati tra loro.

La necessità di un tale inquadramento è evidente — ha detto l'on. Togni — per ottenere risultati utili che assicurino la produttività delle spese, evitando sprechi e disfunzioni che sono conseguenza di visioni unilaterali e non coordinate. I piani territoriali di coordinamento assicurano tale importante obiettivo, poiché consentono il concentramento degli interventi per comprensori territoriali in rapporto alla opportunità e prospettive che i vari comprensori offrono, nonché in rapporto alle esigenze da ogni parte conclamate e riconosciute di dare la precedenza alle aree sottosviluppate per favorirne la ripresa e l'armonico inserimento nella vita nazionale.

Successivamente il presidente della Sezione urbanistica del Consiglio superiore dei lavori pubblici, prof. Valle, ha letto una breve relazione sulla metodologia adottata finora per ottenere una programmazione di interventi tale da garantire il risultato più rapido e economico, a parità di mezzi a disposizione.

Nella loro espressione giuridico-amministrativa — secondo il professor Valle — i piani territoriali devono (come precisa l'articolo 5 della legge urbanistica) coordinare le zone di lavoro e di produzione, quelle di residenza, quelle di educazione dello svago e del riposo nonché i servizi generali e collettivi, con la rete cinematica dei trasporti e delle comunicazioni.

Infine, il direttore generale dell'urbanistica presso il Ministero dei lavori pubblici, dott. Lojacano, ha avvertito i presenti che dal Ministro Togni è stato predisposto un adeguato piano di finanziamento per gli studi dei piani territoriali.

Cementi armati

Collaudatore e calcoli del progettista

Dal Bollettino dell'Associazione Italiana Cemento Armato (AICA) presieduta dal Prof. Arturo Danusso trascriviamo la seguente nota che ci pare interessante sulla controversa questione della presentazione o meno al collaudatore dei calcoli delle strutture in Cemento armato.

Trascriviamo integralmente la nota, che dimostra che l'argomento è discusso presso altri Ordini provinciali.

« L'Ordine Ingegneri di Milano scrive alla AICA nei termini seguenti:

— All'Ordine degli Ingegneri di Milano è pervenuto dall'Ordine di Venezia il seguente quesito: "Se nella prassi milanese il Collaudatore abbia o meno facoltà di prendere visione dei Calcoli del Progettista".

L'Ordine Ingegneri di Milano ha risposto come segue:

— Sig. Presidente dell'Ordine di Venezia, l'interesse che ha l'argomento prospettato mi ha indotto a sottoporlo alla nostra Commissione Cementi Armati, presieduta dal Prof. A. Danusso.

La risposta del prof. Danusso è stata:

— Non mi consta che una prassi concordata esista. Il parere mio, che la mia Commissione mi autorizza ad esprimere è questo: "Il Collaudo è per sua natura il giudizio sull'oggetto e non sugli schemi attraverso ai quali è stato concepito il progetto. In caso estremo anche una costruzione progettata ad intuito ammette un regolare collaudo. È celebre il collaudo del Ponte del Risorgimento a Roma, progetto Hennebique, collaudatore il Prof. Camillo Guidi a capo di una Commissione di professori, che pure essendo prevalentemente teorici, collaudarono favorevolmente dopo severe prove di carico, malgrado ritenessero inaccettabili i risultati della loro verifica teorica. In via normale, se il collaudatore procede per vie

amichevoli, il Collaudatore può chiedere, ed il progettista non dovrebbe rifiutare, quali sono i concetti seguiti nel calcolo (anziché dare l'onore, non giusto, di una vera e propria relazione); e dalle notizie acquisite può valersi per determinare la scelta delle strutture da sottoporre ad esperimento.

Ammettere invece indiscriminatamente il diritto del Collaudatore, ad esigere come documento la Relazione di Calcolo, potrebbe portare a vere ingiustizie, quando egli non avesse la nozione del Collaudo come sopra riportata. L'argomento del Collaudo, dello spirito con cui deve essere fatto, del valore statistico delle esperienze, delle responsabilità, che involge, meriterebbe una discussione a fondo".

Così finisce il parere del Professor Danusso, al quale il presidente dell'Ordine di Milano fa seguire il seguente breve commento: « Convengo pienamente nella meditata risposta, aggiungendo solo che in mancanza di più precise disposizioni sovvenga sempre lo spirito di cameratismo, che de-

A. G.

Il divieto di subappalto

Il Ministro dei LL.PP. on. Togni con sua circolare del 23 novembre 1959 n. 2726, ha ritenuto opportuno di ribadire il divieto del subappalto di opere pubbliche.

Dice la circolare:

« L'art. 339 della legge 20 marzo 1865, n. 2248, sui lavori pubblici vieta com'è noto, all'appaltatore di subappaltare totalmente o parzialmente l'opera assunta senza l'approvazione dell'autorità competente, sotto la comminatoria della immediata rescissione del prezzo del deliberamento.

Tale norma, che in sostanza preclude ogni mutamento nella

ve esistere fra gli ingegneri, che hanno nella moderna civiltà i più alti compiti da svolgere. Il Presidente: Carlo Chierichetti ».

Riportando completa la lettera e l'incluso parere dell'ing. Danusso, ci pare di potere aderire alla equilibrata conclusione che richiama al cameratismo professionale, senza che sia necessario tirare in campo diritti e doveri da nessuna parte.

Questo si dice perché siamo informati che proprio di questi giorni un caso simile è sorto fra due nostri colleghi. Dobbiamo fare presente a questo proposito che è evidente fra l'altro che progettista e collaudatore non sono affatto in antitesi e che il Collaudatore deve pure avere modo di conoscere a fondo la struttura, che deve collaudare e che talvolta è in parte nascosta da soffittature o strutture aggiunte secondarie. Pertanto il progettista deve appunto per colleganza facilitargli o meglio dargli il modo di procedere al suo compito. Quindi non rivalità, ma colleganza e collaborazione, cose tutte a buon rendere. Del resto il buon progettista non ha nulla da temere da un collaudo fatto bene ed anzi dai risultati del collaudo potrà sempre ricavare un buon frutto e buone conferme alle premesse ed ai suoi calcoli.

A. G.

persona dell'appaltatore, trova il suo fondamento soprattutto in quel rapporto di fiducia tra appaltante ed assuntore dei lavori che nel contratto d'appalto di opera pubblica assume rilevante importanza ed è dettata al fine di evitare che la riduzione del margine di guadagno del subappaltatore possa influire dannosamente sulla bontà della esecuzione dell'opera.

Tenuto conto di tale fondamento della disposizione e della necessità di assicurare in ogni caso la possibilità di una buona esecuzione dei lavori, è mio fermo intendimento che il divieto sancto dal citato art. 339 trovi la sua piena applicazione.

Richiamo pertanto l'attenzione delle SS.LL. alla più rigida osservanza di quanto disposto dalla sopracitata norma nonché, contemporaneamente, alla più efficace opera di sorveglianza nella esecuzione dei lavori di competenza, affinché siano anche evitate nella maniera più assoluta talune forme larvate di subappalto che potrebbero verificarsi poiché celate sotto forma di procure, cessioni di credito, ecc.

Ciò posto, dispongo che ogni qualvolta siano presentate domande intese a conseguire l'autorizzazione di subappalti, i provveditori alle Opere Pubbliche, anche quando siano competenti a concedere l'approvazione, ne informino preventivamente, col loro motivato parere, questo Ministero (Gabinetto).

Si intende, peraltro; che le disposizioni impartite con la presente circolare non riguardano le forniture di materiali, manufatti, impianti idrici sanitari e simili ».

Le sovraimposte comunali e provinciali sui fabbricati

L'on. Bignardi aveva interrogato il Ministro delle Finanze sulla possibilità di limitare l'attuale « onerosissima » incidenza delle sovraimposte comunali e provinciali sui fabbricati. L'incidenza del prelevamento tributario degli enti locali sul reddito della proprietà edilizia raggiunge la cosiddetta percentuale del 29 %, cui deve aggiungersi l'imposta erariale del 5 % e varie voci (addizionale ECA, Camera di Commercio, addizionale pro Calabria, aggi di riscossione) per un ulteriore 5 %.

La risposta, che per il Ministro ha dato il Sottosegretario on. Pioella, si limita a ricordare che la legge 4 novembre 1951, n. 1219, ha ridotto dal 1° luglio 1952 l'imposta erariale sul reddito dei fabbricati dal 10 al 5 % e che ha determinato nella misura del 9 e dell'11 % i limiti massimi delle relative sovraimposte comunali e provinciali e abolisce la facoltà delle amministrazioni locali di superare tali limiti. La facoltà eccezionale di aumentare le sovra-

imposte foniarie nella misura strettamente necessaria al pareggio dei bilanci, interessa soltanto la sovraimposta foniaria sui terreni e l'addizionale sui redditi agrari.

Gli elaborati tecnici esenti da imposta di bollo

L'Intendenza di finanza di Massa Carrara ha sottoposto al Ministero delle finanze il quesito se siano o meno soggetti ad imposta di bollo gli elaborati tecnici (progetti, disegni, ecc.) allegati alle domande prodotte ai comuni per ottenere la licenza di costruzione ed inseriti nella licenza stessa.

Il Ministero delle finanze, con nota della direzione generale delle tasse e imposte indirette sugli affari n. 147003 del 20 giugno 1959, ora resa nota dall'Associazione fra le società per azioni, premesso che ai sensi dell'art. 62 della tariffa all. A, annessa al D. P. numero 492.

Cassa Previdenza Ingegneri ed Architetti

L'organizzazione della Cassa di Previdenza Ingegneri ed Architetti procede molto faticosamente fra vicende burocratiche, legali, amministrative e soprattutto di competenza fra i due ministeri di Grazia e Giustizia e quello del Lavoro.

L'Ordine di Torino, ha pregato il Commissario nominato per l'attuazione della Cassa dott. ing. Pinchera di esporre ai nostri soci la situazione attuale della pratica ed egli lo ha fatto in una seduta convocata appositamente nella sera di venerdì 5 febbraio. È intervenuto alla seduta il Senatore Ingegner Battista, che è stato uno dei promotori e sostenitore della Legge institutrice della Cassa.

Dopo avere accennato che in questo momento, dopo le elezioni dei delegati degli Ordini provinciali, si attende la loro convalida da parte di un ministero (e qui non è ancora chiarito quale dei due del Lavoro o di Grazia e

giugno 1953, n. 492, i tipi, disegni, modelli, piante, dimostrazioni, calcoli ed altri lavori contabili dei liquidatori, ragionieri e professionisti in genere sono soggetti a imposta di bollo in caso d'uso, precisa che a termini dell'art. 2 del decreto stesso costituisce caso d'uso degli atti: 1) la presentazione o la produzione nei procedimenti civili davanti l'autorità giudiziaria ordinaria o speciale e nei procedimenti in sede giurisdizionale amministrativa; 2) la presentazione all'Ufficio del registro per la registrazione; 3) la inserzione in atti pubblici.

Poiché nella fatti-specie non si verifica alcuna delle ipotesi alle quali la legge subordina il pagamento del tributo, ne discende — conclude il Ministero — che gli elaborati tecnici di cui trattasi possono essere allegati alle domande intese ad ottenere la licenza di costruzione ed inseriti nella licenza stessa.

Giustizia lo debba fare) l'ing. Pinchera ha dichiarato che immediatamente dopo si provvederà alla approvazione del Regolamento, senza del quale la Legge della Cassa non può essere applicata. Tenuto conto delle varie approvazioni superiori, compresa la firma del Capo del Governo, non è possibile pensare ad un inizio delle operazioni della cassa, versamenti etc. prima della seconda metà dell'anno. Dal seguito della conversazione informativa si sono potute ottenere dall'ing. Pinchera e dal Senatore Battista molte delucidazioni sul funzionamento della cassa, sulla situazione dei soci più o meno anziani e sui versamenti eventuali a conguaglio per i soci che abbiano oltrepassati i 50 anni di età e anche per quelli che superano i 65 anni.

Tutto sembra far sperare che le aspettative della nostra categoria stiano per avere una equa e soddisfacente soluzione.

I criteri per la revisione del Catasto terreni

Il Ministero dell'agricoltura e quello delle finanze hanno resi noti alcuni particolari concernenti l'attuale revisione della qualificazione e classificazione dei termini in corso in alcune province nelle quali la formazione del Catasto terreni risale alla fine del secolo scorso.

Le nuove tariffe di estimo, conseguenti alla revisione in atto, vengono riferite ai prezzi dei prodotti agricoli e dei mezzi di produzione correnti nel triennio censuario 1937-39 e non ai prezzi attuali. La misura delle tariffe sarà stabilita dalle commissioni censuarie provinciali e da quella centrale cui la legge demanda il compito.

Il numero delle classi per ciascuna qualità di coltura e le particelle-tipo scelte come « cam-

pione » per ciascuna classe vengono stabilite, caso per caso, in aderenza alle condizioni locali e sono sottoposte all'approvazione delle commissioni censuarie comunali. Di fatto è stato trovato che, nell'ambito delle zone di pianura, in relazione alle bonifiche eseguite nell'ultimo sessantennio ed ai ritrovati della moderna tecnica colturale, i terreni agrari presentano oggi minori difformità di un tempo e abbisognano, quindi, di un minor numero di classi di catasto per inquadrarne i gradi di redditività. Di conseguenza, il Ministero dell'agricoltura è del parere che il limitato numero di classi adottato in pianura, varrà anche a meglio perequare tali zone, rispetto a quelle di montagna ove non si sono avuti i progressi della pianura.

voli ai fini della attribuzione delle borse.

Successivamente la Commissione, tenuto debito conto della media conseguita da ciascun concorrente negli esami sin'ora superati nonché del numero delle prove di cui eventualmente egli è ancora in debito rispetto al piano degli studi stabilito dalla Scuola per gli anni precedenti, valutati i riflessi delle condizioni economiche — di reddito e di lavoro — della Famiglia di ciascun Candidato congiuntamente al suo stato familiare, considerato anche il numero di anni che ciascun concorrente ha impiegato per svolgere tutta la precedente sua carriera scolastica, ha stabilito la seguente graduatoria:

Prima Borsa: Clerici Carlo.

Seconda Borsa: Bertoglio Ottavio; Betocchi Sandra; Albert Alessandro; Demaldè Pier Luigi Carlo.

Pertanto la Commissione proclama vincitori delle Borse di studio istituite dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino per l'anno scolastico 1959-1960:

— per la prima Borsa, il concorrente *Clerici Carlo*;

— per la seconda Borsa, il concorrente *Bertoglio Ottavio*.

Borse di studio per i figli dei Soci Verbale della seduta della Commissione Giudicatrice

La Commissione appositamente nominata, ai sensi del Bando, per giudicare le domande dei concorrenti alle Borse di Studio istituite dall'Ordine, impossibilitata a radunarsi nei termini stabiliti per ragione di forza maggiore, si è riunita il giorno 7 gennaio 1960 alle ore 18. Erano presenti, oltre al Presidente, i Membri: Goffi, Jacobacci e Panizza; assente giustificato il Membro Doriguzzi; fungeva da Segretario il Consigliere Segretario Stragiotti. La Commissione ha anzitutto esaminato le domande, pervenute nei termini stabiliti dal Bando, constatando che queste erano in numero di una per la prima Borsa, riservata a giovane iscritto al primo anno del biennio propedeutico di ingegneria presso il Politecnico di Torino nel corrente anno scolastico 1959-60, ed in numero di quattro per la seconda Borsa, riservata a giovane iscritto ad anno successivo al primo presso la Facoltà di Ingegneria, sempre del Politecnico di Torino.

La Commissione ha rilevato che tutti i concorrenti avevano corredato le domande con i documenti

richiesti e che tutti presentavano un curriculum degli studi e delle condizioni di famiglia tali da farli genericamente considerare merite-

BANDI DI CONCORSO che si possono consultare presso la Segreteria dell'Ordine

Ente Autonomo della Fiera Internazionale di Genova: Concorso per il progetto di un edificio da destinarsi a padiglione fieristico ed a palazzo dello Sport. Scadenza ore 19 del 30 aprile 1960. Premi: L. 5.000.000 al progetto primo classificato; L. 2.500.000 al progetto secondo classificato; L. 1.500.000 al progetto terzo classificato; L. 1.000.000 a titolo di rimborso spese a uno o a più progetti ritenuti meritevoli.

Comune di Bergamo: Avviso di Concorso pubblico per titoli ed esami ad un posto di Ingegnere Capo Sezione di

Ruolo. Scadenza: ore 18 del 7 marzo 1960.

Il Ministero dei Trasporti, Servizio Lavori e Costruzioni, ha trasmesso un primo elenco degli immobili alienabili di proprietà dell'Azienda Autonoma delle Ferrovie dello Stato esistenti nell'ambito dei Compartimenti. Tale elenco è in visione presso la Segreteria dell'Ordine.

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TORINO
Via Giotto, 1 - Telefono 46.975

Direttore Responsabile: Goffi Achille