

mais favorecida é a «teoria pseudo escalar com ligação pseudo vectorial» o que em palavras ligeiramente mais simples significa que o mesão tem spin zero e se comporta como um pseudo escalar, uma propriedade de simetria que é certamente familiar à maioria dos físicos.

Naturalmente pode acontecer que alguém surja brevemente com uma solução para o problema do mesão, e que os resultados experimentais confirmem tantos detalhes

de teoria que se tornará claro para toda a gente que se trata realmente da teoria correcta. Coisas como esta aconteceram no passado. Podem acontecer outra vez. Contudo, eu não creio que se possa confiar muito nisso. Antes acredito que nos devemos preparar para um esforço grande e demorado se quisermos estar seguros de que na celebração do próximo aniversário do *American Institute of Physics* já tenhamos a solução deste problema.

## Eliminação da camada limite turbulenta em grandes obras hidráulicas

Numa nota apresentada à Academia das Ciências de Paris em 12 de Março de 1951 (1) o Prof. Léopold Escande da Faculdade de Ciências de Toulouse e director da «Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique et d'Hydraulique» dá notícia, com o laconismo próprio dessas notas, de aplicações práticas a obras hidráulicas de uma propriedade clássica e fundamental: a eliminação dos fenómenos de separação conseguida por meio da aspiração da camada limite.

Mais tarde, numa conferência realizada em Tunis em 6 de Maio de 1952 (2) o Prof. Escande trata do mesmo assunto com mais detalhe, apresentando os meios utilizados para realizar a aspiração mencionada.

Finalmente, num artigo publicado nos números de 15 de Abril e de 1 de Maio de 1952 em «Le Génie Civil» (3) apresenta os

resultados dos ensaios efectuados sobre descarregadores, utilizando aquela propriedade.

Por nos parecer que o assunto tem extraordinário interesse vimos apresentá-lo aos leitores da «Gazeta de Física».

Quando um fluido pouco viscoso se escoa em contacto com uma parede sólida (fig. 1) os atritos localizam-se numa camada



Fig. 1

extremamente delgada que está situada em contacto directo com a parede e que é chamada camada limite. As correntes de retorno que aparecem no interior dessa camada limite no caso de uma parede com forte curvatura geram fenómenos de separação e provocam a formação de esteiras. No interior desta o fluido está animado de um movimento de agitação turbilhonar e não participa no escoamento geral. Se ao longo de uma fenda  $F$ , por meio de um

(1) Influence de l'élimination de la couche limite sur le fonctionnement des grands ouvrages hydrauliques. Note de M. Léopold Escande, transmise par M. Charles Camichel.

(2) Recherches recentes sur le fonctionnement des grands ouvrages hydrauliques. Conférence prononcée le 6 de Mai 1952 sous les auspices de la Fédération de la Association d'Ingénieurs de Tunisie par M. L. Escande.

(3) Les barrages déversoirs à frente aspiratrice.

sistema adequado se aspirar a camada limite, suprime-se a esteira e os filetes líquidos permanecem colados à parede (fig. 2).

Esta propriedade da aspiração da camada limite é bem conhecida e dela foram

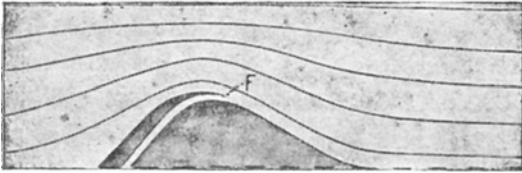


Fig. 2

feitas numerosas aplicações em aerodinâmica, quer em asas de avião (asas com

grandes obras hidráulicas poderia conduzir a modificações vantajosas do seu funcionamento tendo obtido resultados muito encorajadores.

Vamos apresentar alguns dos casos mais interessantes estudados pelo Prof. Escande.

1 — Consideremos uma tomada de água situada num rio a montante de uma barragem móvel (fig. 3).

É relativamente fácil projectar uma tomada de água de dimensões moderadas que permita boas condições de chegada e escoamento satisfatório no canal a que aquela dá acesso, na ausência de cheias, quando as comportas da barragem estão completamente fechadas e a totalidade do caudal é absorvida pela central.



Fig. 3

fenda) quer em túneis aerodinâmicos (difusores com fendas).

O Prof. Escande pensou que a aplicação do método de aspiração da camada limite a

Quando há cheias, porém, as comportas são levantadas e a maior parte do caudal do rio atravessa a barragem. A velocidade da chamada a que este facto dá origem

provoca na extremidade de montante da tomada de água um descolamento da veia líquida e a aparição de uma zona turbilhonar por vezes muito extensa (fig. 4).

Este fenómeno tem um duplo inconveniente: provoca uma perda de carga anormal e causa a formação de depósitos, com tanto maior facilidade quanto, em cheia, o caudal sólido costuma ser abundante.

Para o evitar é necessário prever, em geral, uma concordância muito progressiva entre a extremidade de montante da tomada e a margem do curso de água, o que acarreta uma grande extensão das obras para montante.

Por meio de uma fenda aspiradora convenientemente localizada é possível suprimir esse fenómeno de separação (fig. 5).

A aspiração é realizada por gravidade ligando a fenda a um poço em co-

municação por sua vez com a zona a jusante da barragem por meio de uma conduta que passa sob a tomada de água (fig. 6).

Quando não há cheia, uma simples válvula colocada na conduta impede o desperdício de água.

Em cheia o sistema funciona sob a acção da gravidade, sem intervenção de fonte exterior de energia e absorvendo uma pequena parte dos caudais sobran-tes, o que não tem qualquer inconveniente visto eles serem, nessa ocasião, abundantemente em excesso.

Se em virtude do próprio funcionamento hidráulico do conjunto da obra houver alguma zona onde, em cheia, existam depressões e a que seja fácil ligar a conduta de aspiração esta será certamente mais eficaz.

2 — Sabe-se que o coeficiente de vazão de um descarregador é tanto maior quanto mais baixa é a pressão no paramento da soleira descarregadora. Contudo o valor dessa pressão não pode ser bai-

xado indefinidamente devido ao risco de fenómenos de separação e cavitação muito perigosos para as soleiras e ainda ao da aparição de vibrações na veia descarregada

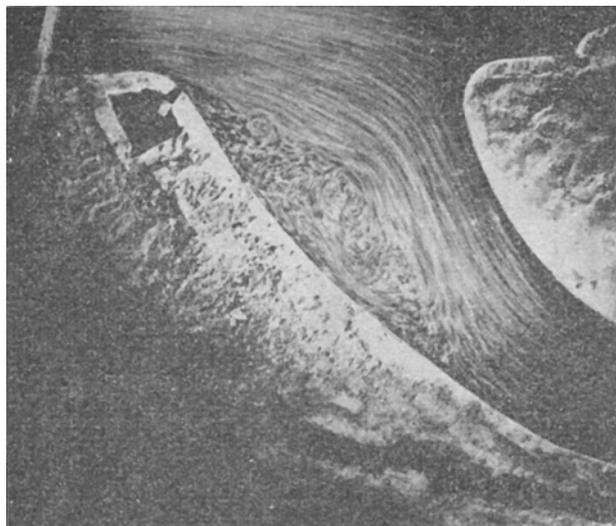


Fig. 4



Fig. 5

que sujeitam a estrutura a solicitações violentíssimas.

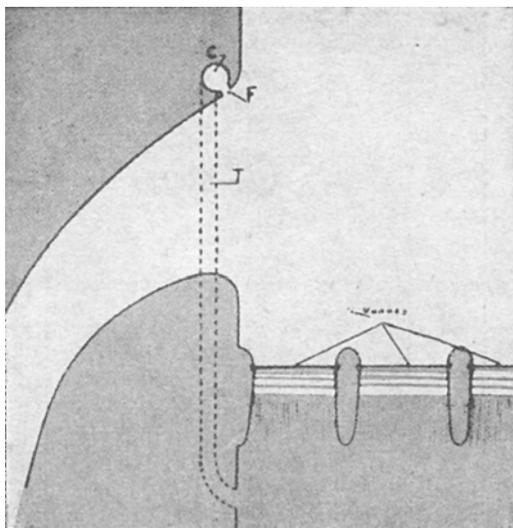


Fig. 6

Creager <sup>(1)</sup> estudou a forma da face inferior da veia líquida descarregada por um descarregador em parede delgada com arejamento perfeito e estabeleceu, a partir dessas determinações a forma mais vantajosa, em sua opinião, para o paramento dos descarregadores em parede espessa. O citado hidráulico baseava-se no princípio evidente de que se a forma da mencionada soleira fosse precisamente a da face inferior da veia descarregada livremente por um descarregador de parede delgada as pressões seriam nulas no seu paramento e admitia que era inconveniente atingir pressões inferiores à atmosférica. Assim a forma de paramento por ele estabelecida, conhecida na literatura da especialidade por «perfil Creager», penetrava ligeiramente na veia livre de forma a que as pressões verificadas, embora pequenas, fossem sempre positivas.

(1) Creager, W. P. «Masonry Dams», New-York, 1917 e «La Construction des Grands Barrages en Amérique», Gauthier-Villars, 1923,

O coeficiente de vazão do «perfil Creager» anda por cerca de 0,48. Os valores desse coeficiente bem como os das pressões foram verificados experimentalmente por vários hidráulicos, entre os quais o próprio Escande <sup>(1)</sup>.

Scimemi <sup>(2)</sup> e outros estudaram o mesmo problema da forma da face inferior da veia descarregada, tendo chegado a resultados que só muito ligeiramente diferem dos de Creager. O «Corps of Engineers» dos E. U. A. <sup>(3)</sup> estabeleceu uma equação simples que dá uma forma da soleira descarregadora com coeficiente de vazão praticamente igual ao do perfil Creager.

Todos estes estudos enfermam do defeito de não entrarem em linha de conta com a influência na forma da veia descarregada da velocidade de chegada nem da profundidade a montante do descarregador. O «Bureau of Reclamation» dos E. U. A. nas investigações preparatórias da construção da barragem de Boulder, corrigindo estudos de Bazin do século passado, procurou esgotar o problema da forma da veia, tanto da face inferior como da face superior, entrando em linha de conta com a velocidade de chegada e com a profundidade a montante do descarregador. Este estudo exaustivo foi publicado sob o título de «Studies of Crests for Overfall Dams».

Existe hoje tendência para admitir uma certa depressão no paramento dos descarregadores, que, desde que não atinja valores excessivos faz aumentar o coeficiente da vazão sem riscos de separação ou de cavitação, conseguindo-se atingir valores

(1) Escande, L. Barrages. Profil optimum de barrage Déversoir. «Tracé Aerodynamique des Piles», III vol. Hermann, 1937.

(2) Scimemi, E. Il profilo delle dighe sfioranti Milano, 1938 e Sulla forma da assegnare alie dighe sfioranti, Milano 1946.

(3) Laboratory Research Applied to the Hydraulic Design of large Dams. Bulletin n.º 32. Waterways Experiment Station.

daquele da ordem de 0,55. Escande <sup>(1)</sup> afirma, a partir de resultados experimentais, que, desde que um descarregador funcione para cargas inferiores a 1,6 vezes a carga de projecto, as depressões que se produzem não acarretam qualquer instabilidade da veia líquida, nem o risco de descolamentos ou cavitação. O assunto merece ser estudado com mais profundidade pois que parece que as conclusões daquele hidráulico francês, tiradas de um número limitado de ensaios realizados em modelos, não são inteiramente válidas. Com efeito a estabilidade ou instabilidade da veia deve depender menos da relação entre a carga de projecto e a carga de serviço do que do valor absoluto das depressões sobre o paramento, mesmo que estas se encontrem suficientemente afastadas do limite de cavitação.

Quando se aumenta a carga sobre uma soleira descarregadora francamente acima do valor que provoca as depressões, o coeficiente de vazão aumenta cada vez menos rapidamente, tendendo para um valor sensivelmente constante para uma soleira dada.

A observação cronofotográfica do escoamento dá a explicação desse facto. Os filetes líquidos, depois de ter acompanhado o paramento, até um certo valor da carga, descolam da soleira de forma mais ou menos progressiva; a curvatura dos filetes torna-se menos acentuada que a do paramento do qual a veia a grande velocidade está separada por uma zona turbilhonar (fig. 7).

Esta redução da curvatura das trajetórias líquidas impede que a depressão aumente, apesar do aumento de velocidade e o coeficiente de vazão mantém-se sensivelmente constante. Para conseguir valores mais elevados deste último torna-se necessário aumentar a depressão e, por consequência, impedir o descolamento da

veia. É possível conseguir este efeito por meio de uma fenda aspiradora colocada ao

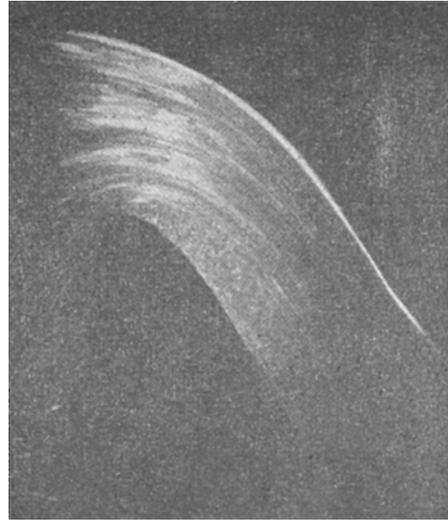


Fig. 7

longo do coroamento da soleira descarregadora (fig. 8).

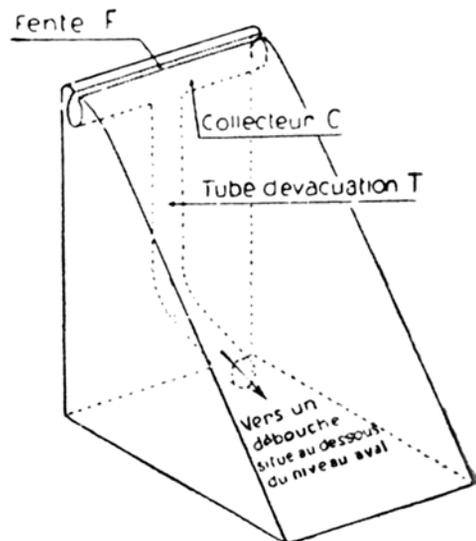


Fig. 8

A fig. 9 mostra o funcionamento de uma soleira de forma corrente (a mesma que a da fig. 7 e a funcionar sob a mesma carga) com fenda aspiradora: a veia está

<sup>(1)</sup> Escande, L. Barrages Déversoirs à Seuil Creager Déprimé. Le Génie Civil 15-II 1-III, 1953.

perfeitamente colada ao paramento de jusante do descarregador. O Prof. Escande

delgada, provocar a colagem da veia líquida à face de jusante do descarregador (fig. 10 e 11). Este é um dos casos, porém, em que a estabilidade do escoamento é rela-



Fig. 9

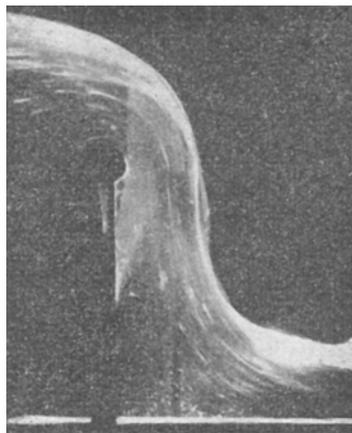


Fig. 11

fez ensaios sistemáticos sobre várias formas de soleira com fenda aspiradora, tendo chegado a valores do coeficiente de vazão compreendidos entre 0,58 e 0,71, embora

tivamente precária, de tal forma que se há, uma entrada accidental de ar sob a veia, esta descola da parede e não volta à posição inicial.

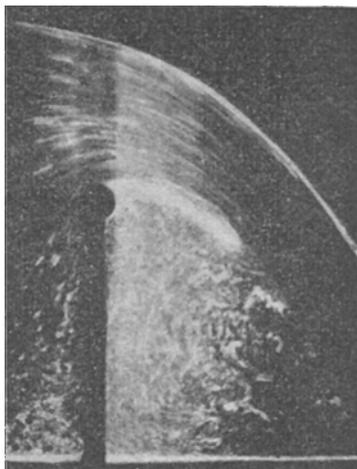


Fig. 10

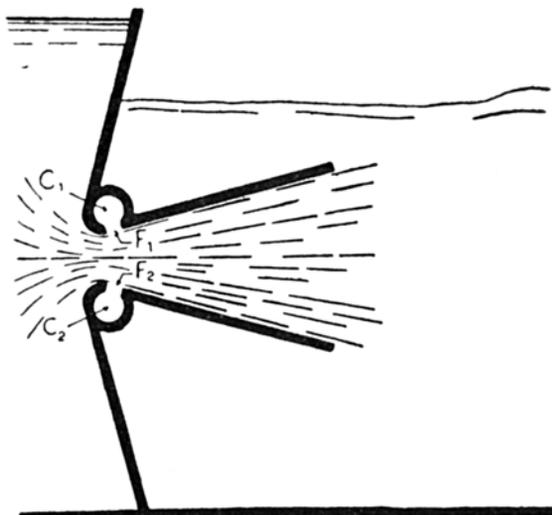


Fig. 12

para algumas das formas a estabilidade da veia não seja inteiramente satisfatória.

A eficácia da fenda aspiradora vai ao ponto de, num descarregador em parede

3 — Um difusor perde toda a sua eficácia quando o seu ângulo ao centro ultrapassa uma dezena de graus. Nesse caso a veia escoada separa-se nitidamente das

Paredes e tudo se passa como se o difusor não existisse.

No caso de um difusor plano o Prof. Escande conseguiu, por meio de duas fendas aspiradoras colocadas dos dois lados do colo do difusor (fig. 12) evitar o descolamento para difusores cujo ângulo ao centro

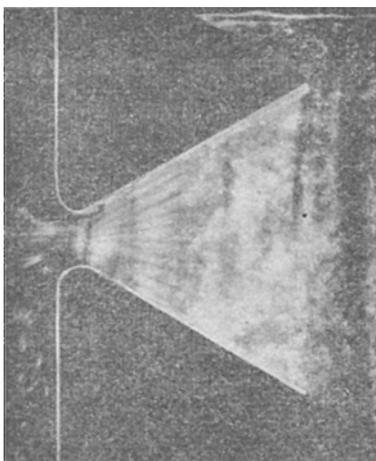


Fig. 13

vai até os  $60^\circ$  (fig. 13). Quando se obtura uma das fendas a veia sai encostada à face cuja fenda está em funcionamento. Se o depósito a jusante do difusor está vazio observa-se um fenómeno curioso, quando a

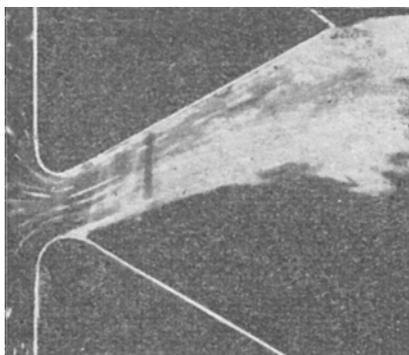


Fig. 14

fenda obturada é a inferior: contra o que seria de esperar, a veia sai encostada à face superior do difusor, caindo livremente

depois de ter abandonado a parede deste (fig. 14).

4. — Quando um pilar de uma ponte ou de uma barragem móvel têm um perfil inconveniente formam-se a jusante deste turbilhões alternados de Bénard-Karmann (fig. 15). É possível suprimir estes turbi-

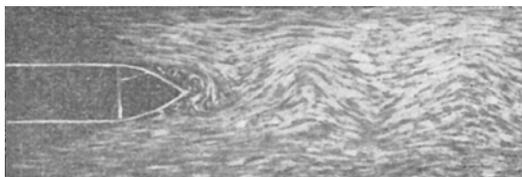


Fig. 15

lhões por meio de duas fendas aspiradoras (fig. 16).



Fig. 16

5 — No vértice interior de um cotovelo em ângulo recto num canal descoberto, os filetes líquidos descolam e produz-se uma

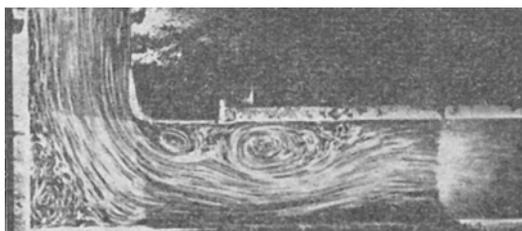


Fig. 17

extensa zona turbilhonar que provoca perdas de carga e a formação de depósitos (fig. 17) a não ser que, por meio de uma

fenda aspiradora se elimine a camada limite turbulenta existente (fig. 18).

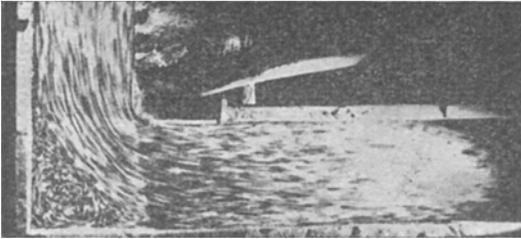


Fig. 18

6 — Se considerarmos uma conduta funcionando em carga que desemboca num

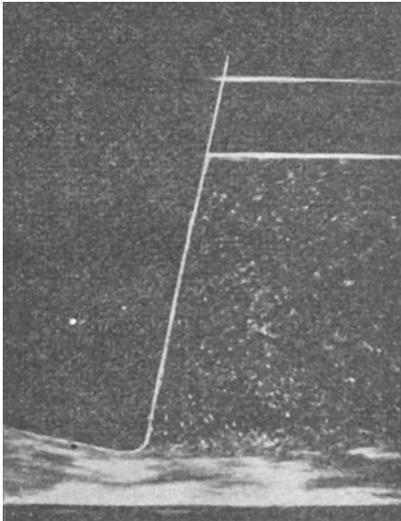


Fig. 19

reservatório, cujo fundo horizontal prolonga o do canal, verifica-se que o jacto afogado permanece colado ao fundo, separado da superfície livre por uma zona turbilhonar (fig. 19). É possível, por meio de uma fenda aspiradora convenientemente localizada, provocar o desvio do jacto que, à saída da conduta, abandona o fundo,

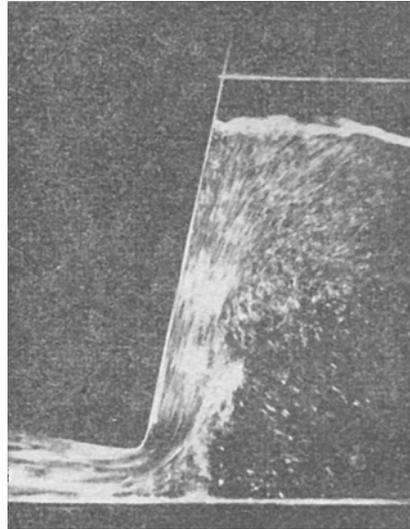


Fig. 20

sobe encostado à parede do reservatório e vai difundir-se na superfície livre (fig. 20).

FERNANDO MANZANARES ABECASIS

Eng. chefe da divisão de Hidráulica  
do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

## Química e taxonomia nos líquenes

Uma das espécies liquénicas que primeiro deve ter despertado o interesse sob o aspecto químico — a vulgaríssima *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. — é conhecida de quantos tem observado os telhados de velhas casas, vetustos muros à beira das

estradas, ritidoma de árvores, rochedos à beira mar, etc. A sua cor em habitats expostos chama imediatamente a atenção pela gama desde o laranja até quase ao vermelho. A que é devida esta pigmentação? Simplex exame microscópico de secções tali-