

*TÉCNICAS GERAIS DE MINERAÇÃO
AURÍFERA ALUVIONAR*

Gastón Pereira Bascope
Engenheiro de Minas

PALESTRA – CENTRECON
CURSO SOBRE METALOGENIA
DO OURO. DNPM / PLANFAP

Itaipava, 01 / 10 / 83

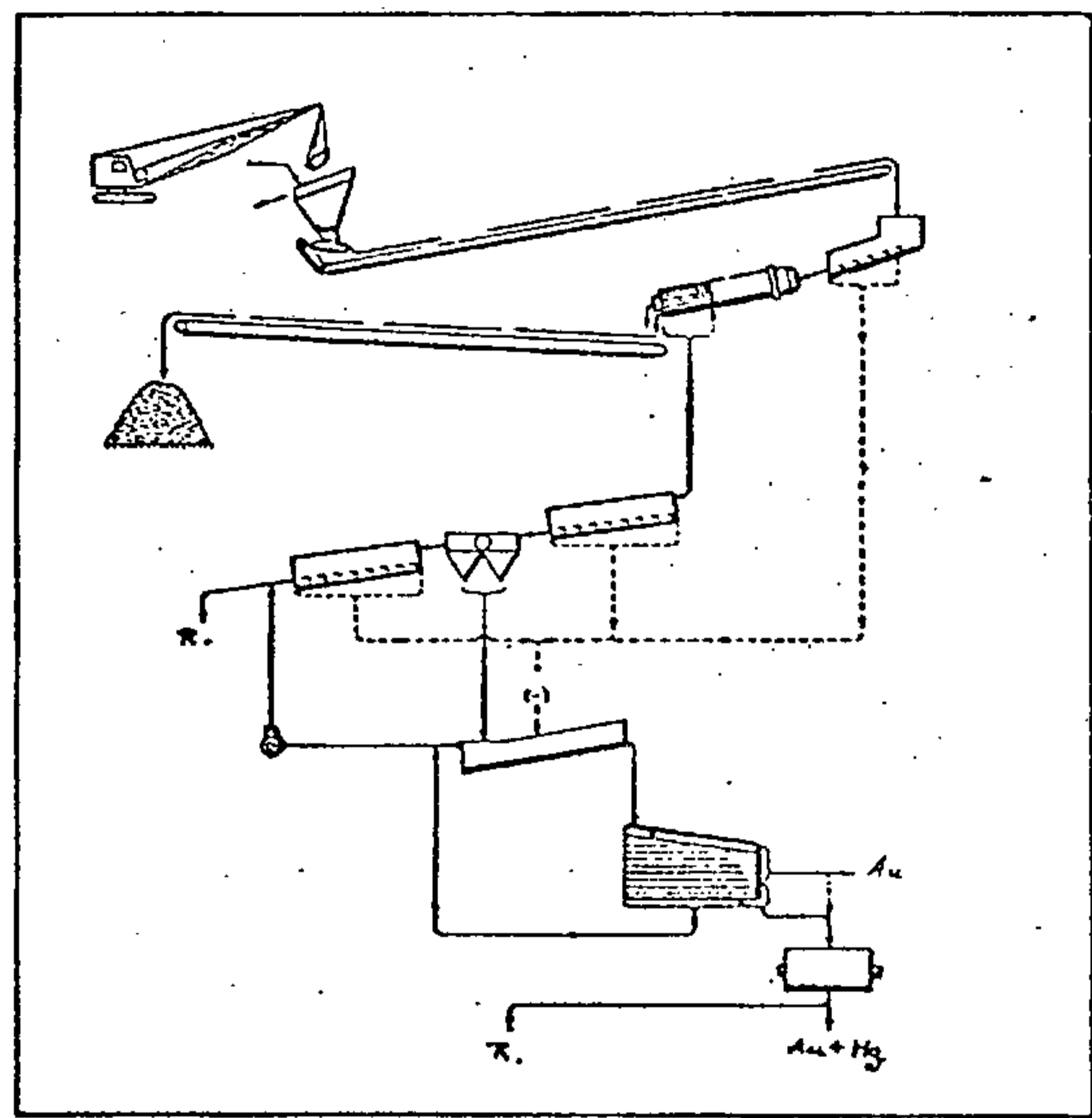
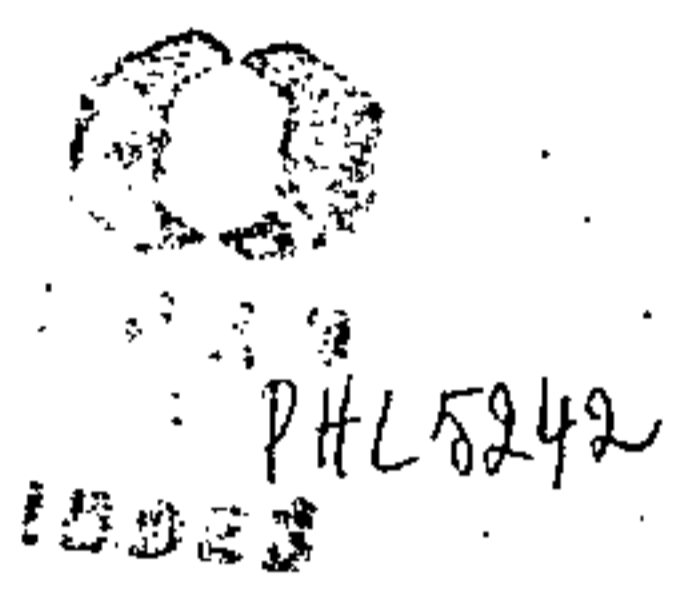
Tambo 005242

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DA PEQUENA MINERAÇÃO

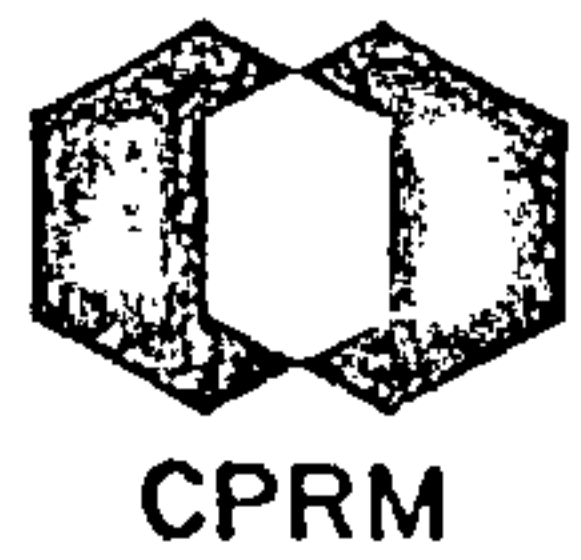


Técnicas Gerais de Mineração Aurífera Aluvionar



SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA
DESENVOLVIMENTO DA MINERAÇÃO

DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS - DAP
SÉRIE DRAGAS Nº 5



CPRM

CAPA: FLUXOGRAMA DE UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO MÉDIA AURÍFERA ALUVIONAR.



Fac-simile DE RE METALLICA do ilustre Dr. Georgius Agricola (1528). Lavras da idade antiga.

TÉCNICAS GERAIS DE MINERAÇÃO

AURÍFERA ALUVIONAR

APRESENTAÇÃO

Com grande satisfação, estamos divulgando mais um documento de natureza técnico-científica e de cunho eminentemente prático, de autoria do nosso Assessor - Eng^o Gastão Pereira Bascope, especialista no assunto, e que contou com a colaboração efetiva do Eng^o Roberto Lobo d'Alvear.

- Trata-se de um precioso estudo que envolve as principais técnicas de extração aurífera.


Tal assunto vem sendo há muito perscrutado pelo Dr. Bascope, remontando aos idos em que respondia pelo Serviço Geológico da Bolívia, quando foi o precursor da montagem, organização e implantação da Assistência Técnica a Empresas de Mineração (Pequenas e Médias), assim como do Cooperativismo Mineiro naquele País.

- Desde que iniciou suas atividades como Assessor Técnico da DAP, o Eng^o Bascope vem desenvolvendo um intenso, profícuo e dedicado trabalho, no sentido de conceber e adaptar equipamentos e diferentes técnicas de extração, beneficiamento e tratamento do ouro brasileiro. Sem dúvida, um trabalho que exige completo envolvimento, contínuas pesquisas e estudos, consultas permanentes, e, acima de tudo, muita dedicação e esforço. Algo efetivamente prático que não pode ser desconhecido e que merece ampla difusão.

O empenho e o zelo com que os nossos dois Engenheiros vêm conduzindo tão fascinante assunto, com todas as suas problemáticas envolvidas, estão tão certamente coroados de pleno êxito. Pelo menos nesta primeira e árdua etapa inicial de convencimento da insofismável "Realidade Aurífera Brasileira".

Esperamos que o documento nº 5 da Série Dragas seja tão útil e desperte tanto interesse, quanto todos os até o momento divulgados. Estão de parabéns os nossos técnicos, particularmente, os Engenheiros da DAP.

Rio, novembro de 1983.


EDISON F. SUSZCZYNSKI
Diretor da Área de Pesquisas

S U M Á R I O

| | |
|---|----|
| 1 - <u>REVISÃO SUCINTA DA TEORIA DE PLACER</u> | |
| 1.1 - Definição de Placer | 01 |
| 1.2 - O Estudo dos Placeres | 01 |
| 1.2.1 - Fontes de minerais valiosos | 01 |
| 1.2.2 - Processos de intemperismos e livramento | 01 |
| 1.2.3 - Concentração dos minerais valiosos | 02 |
| 1.3 - Tipos de Placeres | 02 |
| 2 - <u>TÉCNICAS GERAIS DE MINERAÇÃO AURÍFERA ALUVIONAR</u> | |
| 2.1 - Generalidades | 03 |
| 2.2 - Características do Jazimento | 04 |
| 2.2.1 - Classificação de tamanho segundo C. F. Hofman | 05 |
| 2.2.2 - Peso do ouro e da prata | 05 |
| 2.2.3 - Valor do ouro por miligrama (v) | 05 |
| 2.2.4 - Classificação para ouro em pó segundo "Purington" | 06 |
| 2.3 - Equipamentos de Lavra | 10 |
| 2.3.1 - Desmontes manuais | 10 |
| 2.3.2 - Desmontes mecânicos | 11 |
| 2.4 - A Utilização de Dragas na Mineração de Ouro Aluvionar | 16 |
| 2.4.1 - Introdução | 16 |
| 2.4.2 - A mineração com dragas | 17 |
| 2.4.3 - Considerações gerais | 18 |
| 2.4.3.1 - Equipamentos já operando na extração de ouro no rio Madeira .. | 19 |
| 2.4.3.2 - A dragagem e seus custos | 20 |
| 2.4.3.3 - Dragagem | 20 |
| 2.4.3.4 - Custos | 20 |
| 2.5 - Desmorte Hidráulico | 27 |

| | |
|--|----|
| 3 - <u>TRATAMENTO OU BENEFICIAMENTO DOS ALUVIÕES</u> | 32 |
| 3.1 - Considerações Gerais | 34 |
| 3.1.1 - A batéia de minerador | 36 |
| 3.1.2 - O rocker | 36 |
| 3.1.3 - A cobra fumando | 37 |
| 3.1.4 - O sluice e o long ton | 38 |
| 3.1.5 - A bica canadense | 40 |
| 3.2 - Outros Métodos de Concentração | 46 |
| 3.2.1 - Equipamentos de concentração a seco | 47 |
| 3.2.2 - Amalgamação | 50 |
| 3.3 - Máquinas Especiais | 53 |
| 3.3.1 - Jigue | 56 |
| 4 - <u>CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PARA MINERAÇÃO ALUVIONAR</u> | 58 |
| 4.1 - Considerações Gerais | 58 |
| 4.2 - Pequena Mineração | 60 |
| - IMPORTANTES EVENTOS SOBRE A MINERAÇÃO APÓS A DESCOBERTA DO NOVO MUNDO | 69 |
| - CRONOLOGIA DAS MAIORES INVENÇÕES DE MÁQUINAS DE MINERA ÇÃO NOS SÉCULOS XIX E XX | 77 |
| - BIBLIOGRAFIA | 79 |

1. REVISÃO SUCINTA DA TEORIA DE PLACER

1.1 - Definição de Placer

O termo "placer" é aplicado aos depósitos de areia, cascalho e outro material detrítico ou residual contendo um mineral que foi acumulado através de processos de intemperismo e concentração mecânica.

Os pré-requisitos para um placer são:

- um mineral valioso que seja relativamente pesado e resistente à abrasão e ao intemperismo.
- o mineral valioso estar livre da rocha hospedeira.
- existir uma concentração do mineral valioso em depósitos trabalháveis.

1.2 - O Estudo dos Placeres

O estudo dos placeres não é simples, ele envolve aspectos geológicos com especial ênfase sobre a teoria e hábitos das correntes. Embora a localização, tamanho e forma de um placer irá refletir as forças regionais de erosão, transporte e deposição que o criou e, sua forma final será controlada ou modificada por condições puramente locais. Como resultado, cada depósito pode ser visto como único e o pesquisador de campo deve conduzir o enfoque de seu trabalho com isto em sua mente.

1.2.1 - Fontes de minerais valiosos

A fonte de ouro ou outro mineral encontrado em um placer pode ser uma ou mais das descritas abaixo:

- filões ou zonas mineralizadas
- erosão de placeres pré-existent
- conglomerados auríferos de baixo teor ou detritos glaciais
- segregações magmáticas e rochas básicas associadas
- rochas regionais contendo partículas dispersas do mineral valioso.

1.2.2 - Processos de intemperismo e livramento

O primeiro passo na formação de um placer é o livramento do mineral valioso da rocha base. Os vários fenômenos que se combinam para decompor e desintegrar rochas são agrupados no termo geral "intemperismo".

Os principais agentes do intemperismo em rochas são:

- a água do solo
- a variação de temperatura
- o crescimento das plantas
- a erosão superficial

1.2.3 - Concentração dos minerais valiosos

Em teoria, a parte mais rica de um placer deveria encontrar-se próximo ao "bedrock" e, por causa disto, muitos pensam que os placeres de ouro são invariavelmente mais ricos sobre o "bedrock" do que em qualquer lugar do depósito.

Nesta base, acreditam que se forem encontradas indicações de valor nos horizontes superiores, o cascalho economicamente lavável será certamente encontrado sobre o "bedrock" e incontáveis minerações comerciais lançaram-se nesta premissa. É desnecessário dizer que muitas falharam. Alguns depósitos possuem concentrações próximas à superfície ao invés de sobre o "bedrock".

1.3. - Tipos de Placeres

Talvez os esquemas mais conhecidos para classificar placeres sejam os de Jenkins (1946, p.161) e Brooks (1913, pp. 25- 32) baseando-se, o primeiro, nas condições de deposição e o segundo na presente posição do depósito.

O engenheiro de campo deveria se familiarizar com estes esquemas, particularmente com o de Jenkis, que foi desenvolvido em mais detalhe. Para a investigação usual de campo é apresentada a seguir uma classificação mais simples porém adequada:

- placeres residuais
- placeres eluviais
- placeres de corrente
- placeres de terraço
- depósito de ouro de inundação (dilúvio)
- placeres de deserto
- cascalhos terciários
- tipos diversos
 - . placeres de praia
 - . depósitos glaciais
 - . placeres eólicos

2. TÉCNICAS GERAIS DE MINERAÇÃO AURÍFERA ALUVIONAR

2.1 - Generalidades - Os depósitos minerais secundários (não formados IN SITO), sejam estes de origem detrítica ou resultado de deposição por agentes erosivos, exploram-se por métodos especiais. Estes aluviões ou eluviões podem conter:

Ouro;
Estanho;
Platina;
Metais do grupo da platina; e,
Terras Raras.

Praticamente todas estas substâncias caracterizam-se por ter maior densidade que os elementos petreos (pedra) que as a acompanham e, como consequência, podem ser separadas facilmente através de lavagem em sluices, calhas, mesas ou ainda por métodos mais primitivos, como bateia.

Os métodos mais frequentemente utilizados na prática para a escavação de placeres podem ser classificados em 4 grupos:

- Desmante manual
- Desmante mecânico e dragagem
- Desmante hidráulico
- Trabalhos subterrâneos

A seleção do método de lavra depende das características do jazimento, que são:

- Extensão superficial ou Área
- Potência do depósito:
 - . Espessura do capeamento estéril
 - . Espessura da zona rica
- Topografia e características importantes da superfície
- Rocha base (bedrock):
 - . Superfície
 - . Natureza física: mole, dura, compacta, fissurada, áspera ou irregular.
- Natureza do Aluvião:
 - . Fino, médio ou grosso
 - . Solto ou compacto
 - . Argiloso ou arenoso
 - . Com grandes blocos ou não
 - . Cementado ou não

- Distribuição do minério:
 - . Uniforme
 - . Concentrado nas panelas ou caldeirões da rocha base ou em pontos intermediários.
- Tamanho do grão minério
- Valor do material aluvionar
- Possibilidade de fazer terraços
- Tipo de concentração ou separação posterior: com sluices, lavadores, cribas.
- Métodos para escoamento e transporte
- Água disponível e medidas necessárias para seu provisionamento (O nível freático é importantíssimo).
- Condições de:
 - . Transporte
 - . Clima
 - . Ordem econômica (taxas, impostos e outros)

2.2 - Características do Jazimento

As características principais que definem todo jazimento para efeitos de sua lavra são:

- Volume
- Valor do minério (possança)
- Distribuição do minério

Para definir estes parâmetros é necessário realizar furros de amostragem e que podem ser feitos através de:

- Sondagem: (Banka; drilling, rotativas e outros).
- Poços e/ou trincheiras:

A finalidade desta amostragem é determinar as zonas mais ricas, já que a lavra deverá concentrar-se nestas áreas, e evitar a exploração total do depósito quando esta não é economicamente viável. A determinação da distribuição do ouro no depósito é feita através das amostras retiradas na sondagem, nos poços e nas trincheiras, permitindo o traçado das curvas de isóteores.

Para determinar as instalações de lavagem, classificação e concentração do ouro é necessário conhecer, primeiramente, a granulometria em que este se encontra no minério.

O ouro finamente dividido é mais difícil de separar que o mais grosso. A presença de pepitas grossas de ouro exige o exame do material grosso que o acompanha.

2.2.1 - Classificação de tamanho segundo C.F.Hofman

| <u>PEPITAS</u> | | |
|-----------------|---------------|------------------------------------|
| NOME | GRANULOMETRIA | Nº DE PARTÍCULAS RETIDAS POR GRAMA |
| Ouro grosso | +10M | |
| Ouro médio | -10M +40M | 71 |
| Ouro fino | -20M +40M | 386 |
| Ouro muito fino | -40M | 1286 |

Normalmente os mineradores de ouro estimam o valor a proximado de um aluvião através da contagem do número de partículas ou pintas que existe em determinado volume do aluvião e utilizando um fator que traduz o número de partículas em centavo de dólar. A estimativa de Purington, para ouro em pó, apresentada abaixo, está baseada no preço de 16-18,5 dólares para placeres, valorizando o ouro fino a 20,65 dólares a onça.

2.2.2 - Peso do ouro e da prata

1 libra troy = 12 onças troy = 373,2417 gramas

1 onça troy = 31,1035 = 31.103 miligramas

2.2.3 - Valor do ouro por miligrama (V)

$$V = \frac{\text{preço em dólar} \times \text{grau de pureza} \times 0,1}{31.103}$$

Exemplo:

Preço do ouro em dólares por onça = 416,6

De acordo com o desconto feito no preço do ouro, na área do Tapajós, pela CEF., devido ao grau de impurezas (quebra), o qual varia de 8 a 15%, e tomando 11% como média, obtem-se um grau de pureza de 890.

$$V = \frac{416,6 \times 890 \times 0,1}{31.103} = 1,193 \text{ centavos de dólar por mg}$$

Pode-se ainda calcular a quantidade de mg de ouro correspondente a 1 centavo de dólar como se segue:

$$\frac{1}{1,193} = 0,838 \text{ mg por centavo de dólar}$$

2.2.4 - Classificação para ouro em pó segundo "Purington"

170 partículas por centavo (314500 partículas por onça)

280 partículas por centavo (436900 partículas por onça)

500 partículas por centavo (885000 partículas por onça)

Como regra geral consideramos que os minérios úteis nos depósitos aluvionares encontram-se muito finamente divididos, isto é, têm pequeno tamanho de grão e estão associados com os outros elementos mais finos dos aluviões. Isto faz com que, quase sempre, seja conveniente utilizar classificadores ("trommel", desagregadores, peneiras e grelhas) para eliminar a maior parte dos elementos grossos (raízes, pedras etc.).

Existe um certo número de lavras de aluvião que são lucrativas e se desenvolvem devido a diversos fatores, entre eles, a proximidade de abastecimento de materiais de consumo, abastecimento de combustíveis, disponibilidade de estradas e ferrovias, facilidade de mão-de-obra e bom clima (normalmente a maioria das lavras são realizadas em lugares remotos e de condições climatológicas muito duras). O minerador de aluviões normalmente acompanha o explorador, o prospector e até os caçadores, procurando adaptar seus métodos às dificuldades encontradas no meio ambiente.

Na seleção dos equipamentos de lavra de placeres considera-se o conteúdo de ouro por unidade de volume, e assim o valor do terreno expressa-se frequentemente, em centavos de dólar por jarca cúbica ($0,764 \text{ m}^3$). A unidade de superfície utilizada para estes e feitos é o Acre (40,467 ares).

O volume de um placer é obtido através do produto de sua espessura média pela sua área.

Para cada furo de sonda, o valor da amostra pode ser determinado pela equação abaixo:

$$\text{Valor (em centavos de dólar por jarca cúbica)} = \frac{WxVx27}{AxD}$$

onde:

W = peso de ouro em miligramas

V = valor do ouro em centavos por miligramas

A = área efetiva da sapata em pés quadrados

D = comprimento da amostra em pés

27 = fator de transformação de pés cúbicos em jardas cúbicas

Depois de completado um projeto de sondagem, com resultados favoráveis, o próximo passo será fazer a avaliação total do depósito. Para calcular a reserva e o valor médio de um depósito que tenha sido amostrado segundo uma malha de sondagem, os furos de sonda são inicialmente conectados por linhas imaginárias para dividir o depósito em blocos ou triângulos, conforme a figura 1 a baixo:

Step 1—GRAPHIC DISPLAY OF PROSPECT DATA

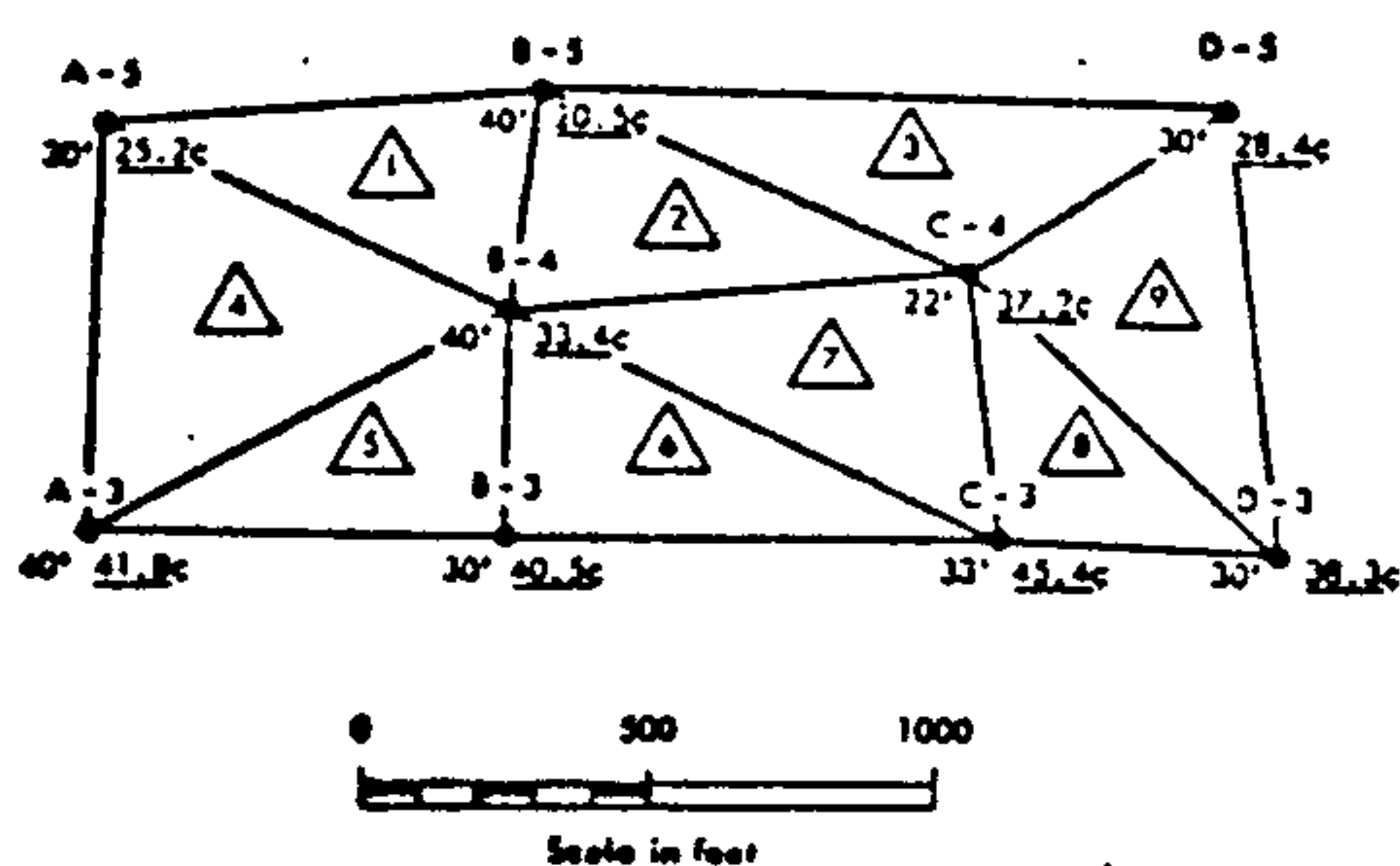


FIGURA 1

O volume e o valor de cada triângulo ou bloco é então calculado usando os valores das amostras dos furos de sondagem e o procedimento padrão de cálculo de reservas. Daily (1962, pp.86, 87) e Doheny (1942, Part.II, 43,44) descreveram as aplicações aos placeres. Em princípio, o valor de cada bloco ou triângulo é calculado pela seguinte fórmula:

$$V_a = \frac{\text{Soma dos produtos (dxV)}}{\text{Soma das profundidades (d)}}$$

onde:

V_a = valor médio de cada bloco ou triângulo expresso em centavos de dólar por jarda cúbica.

d = profundidade de cada furo limite em pés

V = valor prospectado de cada furo em centavos de dólar por jarda cúbica.

A figura 2 mostra este cálculo executado sobre dados da figura 1.

Step 2-DETERMINE VOLUME AND VALUE FOR EACH TRIANGLE

| Δ NO. | HOLE | DEPTH FT. | VALUE c | D x V | AVER. DEPTH | WEIGHTED VAL. c | AREA 1/ SQ. YDS. | VOLUME CU. YDS. | VAL \$ |
|---------------|------|-----------|---------|-------|-------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|
| 1 | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | 36.6 | 26.52 | 20,500 | 250,100 | 66,326 |
| | B-5 | 40 | 20.5 | 820 | | | | | |
| | A-5 | 30 | 25.2 | 756 | | | | | |
| | | 110 | | 2912 | | | | | |
| 2 | C-4 | 22 | 37.2 | 818 | 34.0 | 29.16 | 17,700 | 200,010 | 58,323 |
| | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | | | | | |
| | B-5 | 40 | 20.5 | 820 | | | | | |
| | | 102 | | 2974 | | | | | |
| 3 | C-4 | 22 | 37.2 | 818 | 30.7 | 27.06 | 20,500 | 209,100 | 56,582 |
| | B-5 | 40 | 20.5 | 820 | | | | | |
| | D-5 | 30 | 28.4 | 852 | | | | | |
| | | 92 | | 2490 | | | | | |
| 4 | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | 36.6 | 34.24 | 30,100 | 367,220 | 125,736 |
| | A-3 | 40 | 41.8 | 1672 | | | | | |
| | A-5 | 30 | 25.2 | 756 | | | | | |
| | | 110 | | 3764 | | | | | |
| 5 | B-3 | 30 | 40.5 | 1215 | 36.6 | 34.43 | 16,800 | 204,960 | 78,766 |
| | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | | | | | |
| | A-3 | 40 | 41.8 | 1672 | | | | | |
| | | 110 | | 4223 | | | | | |
| 6 | C-3 | 33 | 45.4 | 1498 | 34.3 | 39.32 | 19,650 | 224,010 | 88,080 |
| | B-3 | 30 | 40.5 | 1215 | | | | | |
| | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | | | | | |
| | | 103 | | 4049 | | | | | |
| 7 | C-3 | 33 | 45.4 | 1498 | 31.7 | 38.42 | 22,850 | 242,210 | 93,057 |
| | C-4 | 22 | 37.2 | 818 | | | | | |
| | B-4 | 40 | 33.4 | 1336 | | | | | |
| | | 95 | | 3652 | | | | | |
| 8 | C-3 | 33 | 45.4 | 1498 | 28.3 | 41.80 | 13,100 | 123,140 | 51,473 |
| | C-4 | 22 | 37.2 | 818 | | | | | |
| | D-3 | 30 | 38.3 | 1149 | | | | | |
| | | 85 | | 3565 | | | | | |
| 9 | C-4 | 22 | 37.2 | 818 | 27.3 | 34.31 | 21,050 | 191,555 | 65,722 |
| | D-3 | 30 | 38.3 | 1149 | | | | | |
| | D-5 | 30 | 28.4 | 852 | | | | | |
| | | 82 | | 2819 | | | | | |
| TOTALS | | | | | | | 182,250 | 2,012,305 | \$684,065 |

1/ Measured by planimeter.

FIGURA 2

E o cálculo do valor do depósito é feito como se segue:

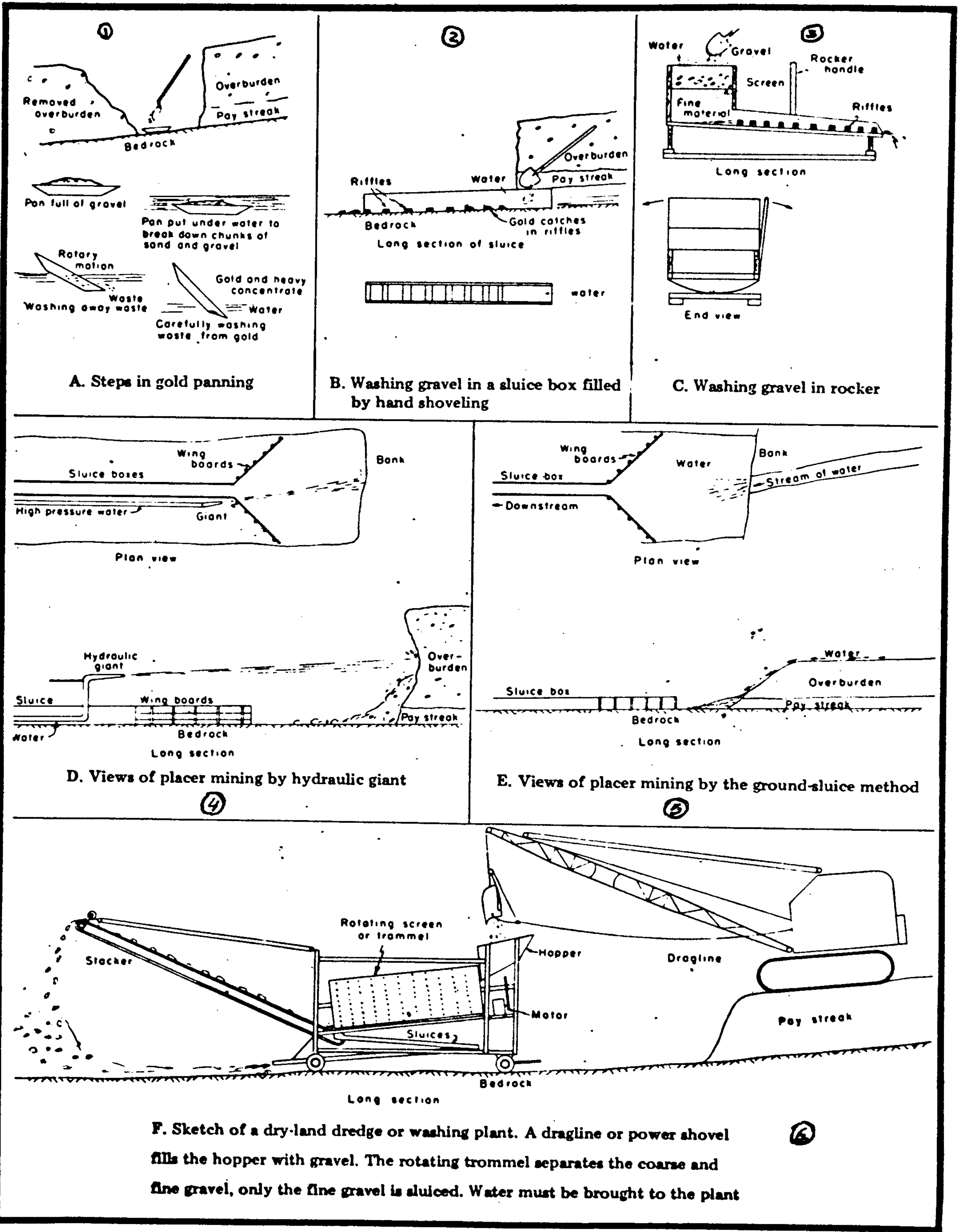
Volume total = 2.012.305 jardas cúbicas

Valor total = 684.065 dólares

Valor médio = $\frac{\$ 684.065}{2.012.305} \times 100 = 34,0$ centavos de dólar por jarda cúbica

EQUIPAMENTOS: PARA PESQUISAS (1, 2 E 3)

PARA LAVRA EM PEQUENA ESCALA (4, 5 E 6)



A. Steps in gold panning

B. Washing gravel in a sluice box filled by hand shoveling

C. Washing gravel in rocker

D. Views of placer mining by hydraulic giant

E. Views of placer mining by the ground-slucice method

F. Sketch of a dry-land dredge or washing plant. A dragline or power shovel fills the hopper with gravel. The rotating trommel separates the coarse and fine gravel, only the fine gravel is sluiced. Water must be brought to the plant

2.3 - Equipamentos de Lavra

A lavra dos depósitos aluvionares, coluvionares ou de materiais residuais pode ser efetuada por métodos classificados em 3 tipos básicos:

- Desmontes manuais
- Desmontes mecânicos
- Desmontes hidráulicos

2.3.1 - Desmontes manuais

Atualmente, os desmontes de solo são executados a mão naqueles casos em que as massas de terra que devem ser desmontadas são pequenas, ou quando, por circunstâncias do terreno, é impossível utilizar máquinas escavadoras, ou ainda quando o emprego destas máquinas é antieconômico.

Na figura 4 e 5 são apresentadas as ferramentas manuais mais utilizadas nos desmontes de terra.

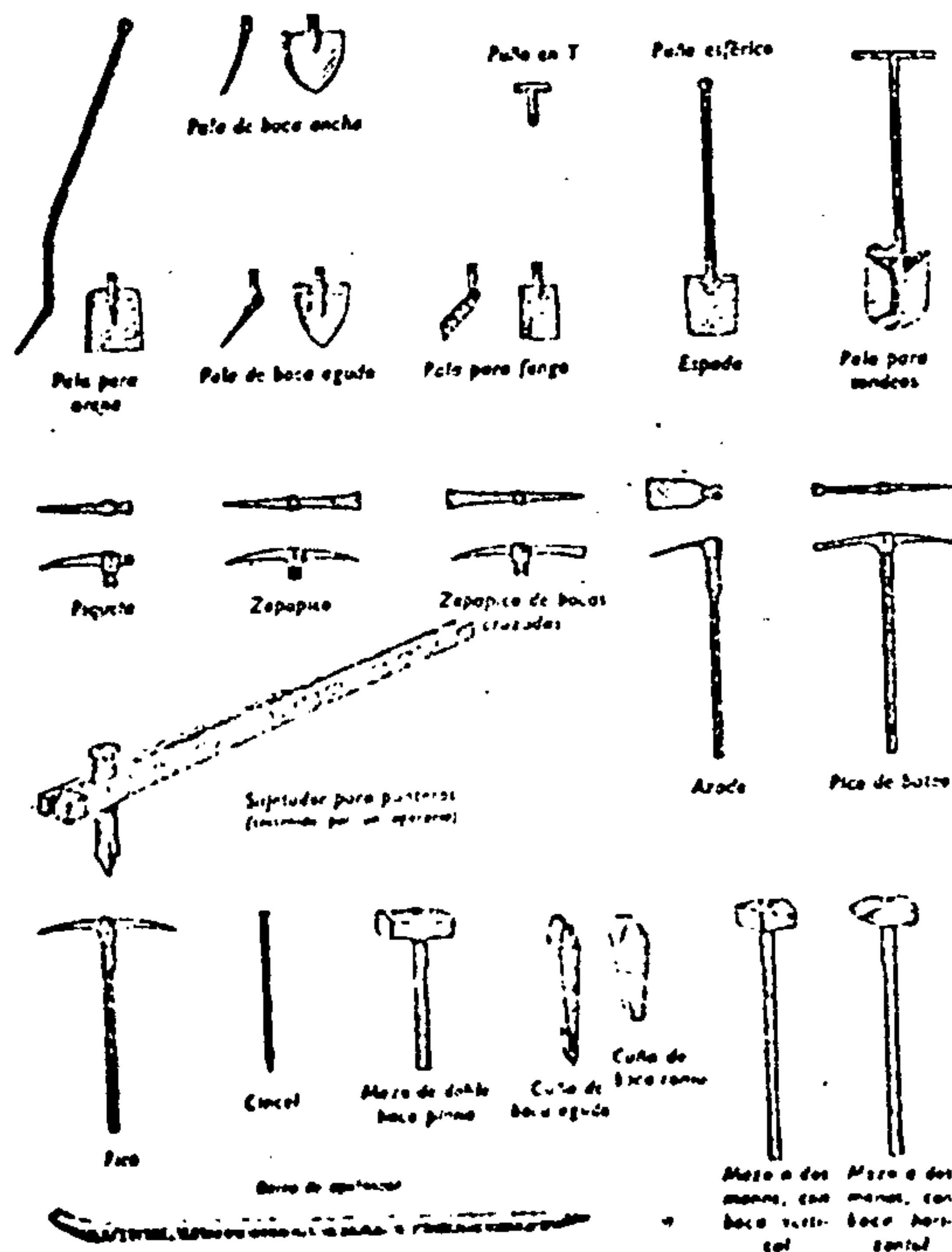


FIGURA 4

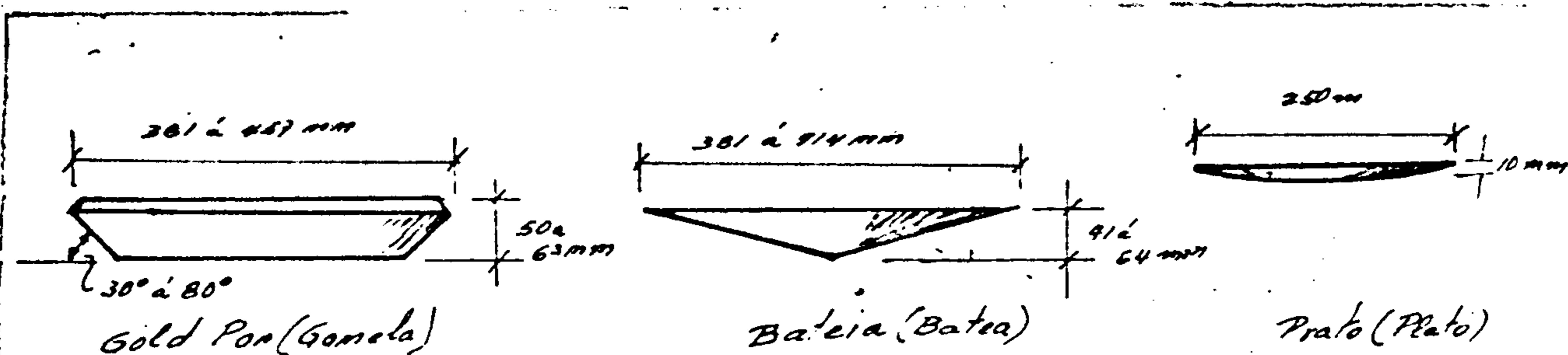


FIGURA 5

2.3.2 - Desmontes mecânicos

O desmonte de material inconsolidado pode ser efetuado por: Shovel, Dragline, pá carregadeira, retro-escavadeira, caçambas de arrastro ou por rodas de caçambas.

- A retro-escavadeira tem sido utilizada muitas vezes na substituição do desmonte hidráulico. Inicialmente operava em terra alimentando uma planta flutuante, os maiores problemas vem pela consolidação do solo para suportar seu peso, motivo que em certas áreas tais como a Amazônia poderá ser montada sobre flutuadores.

Neste método a distância de transporte do aluvião entre os pentes da lavra e a planta de tratamento é diminuída ao máximo.

As desvantagens deste método é uma impossibilidade de controle da fase de lavra, o que leva a consideráveis perdas do mineral (as vezes podem chegar até 30%). (Figura 6 e 7)

- A Draga de Caçambas ou de alcatruz pode se considerar como caçambas de arrastro. É uma estrutura flutuante que, através de uma linha de caçambas, escava continuamente o aluvião e descarrega diretamente numa planta de tratamento. A distância de transporte entre a área de lavra escavada e da usina de tratamento é mínima possível, é considerada unidade compacta. (Figura 13)

Os custos operacionais são menores que os da Retro-escavadeira. A recuperação é menor do que a do desmonte hidráulico, e muitas vezes mais que a retro-escavadeira. O corte de lavra é mais limpo que permite um visual melhor.

- Roda de Caçambas, esta escavação mecânica só é usada em dragas, substituindo a linha de caçambas. Normalmente conhecida como Draga de corte e sucção. Normalmente são duas unidades flutuantes, uma de escavação e a outra de tratamento. Isto aumenta a distância de transporte. (Figura 13, 17 e 18)

São igualmente consideradas neste grupo as Dragas de cabeça cortante e sucção.

- Pá-carregadeira, utilizada em material inconsolidado, acima do lençol freático.

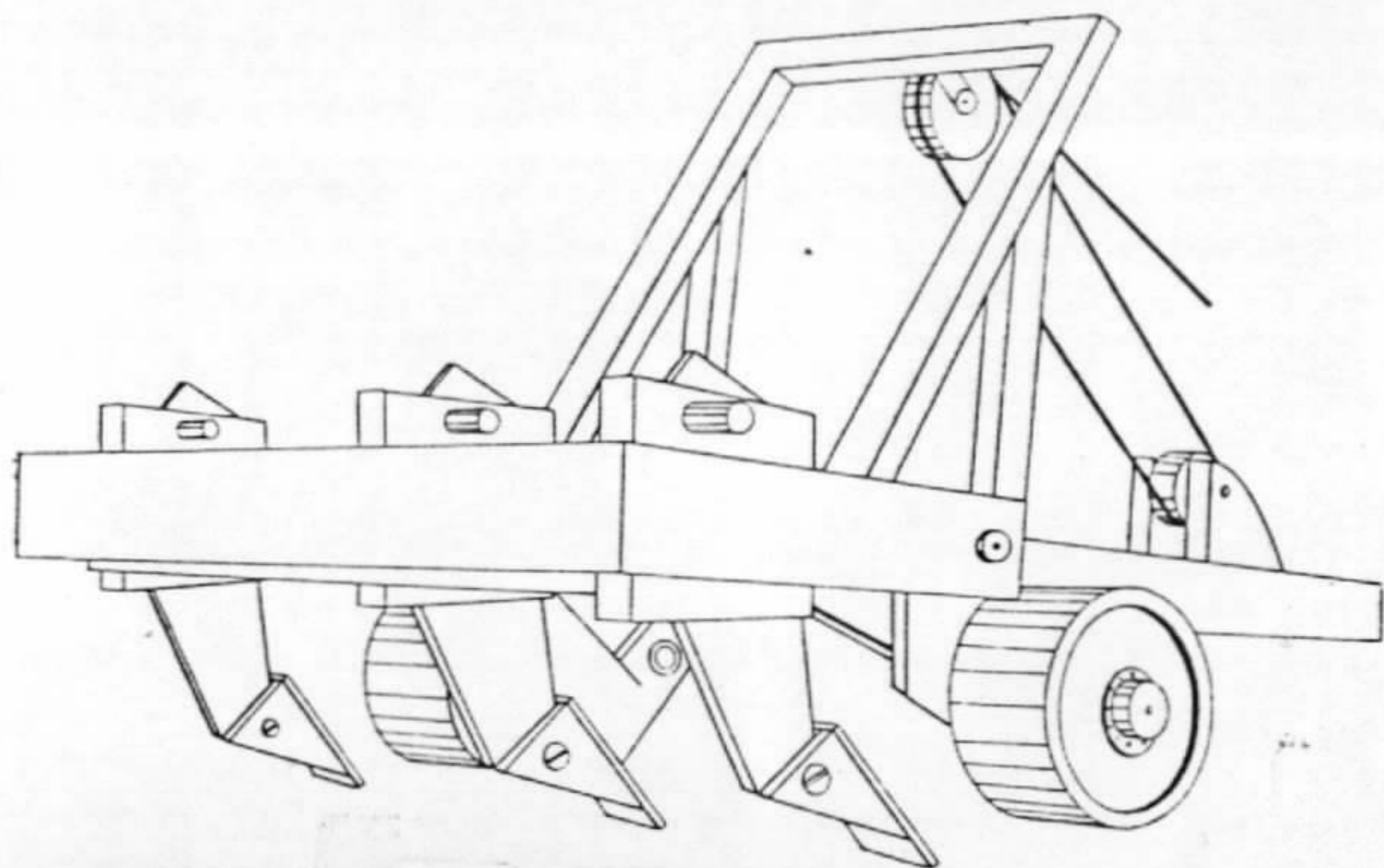


FIGURA 6 (ARRANQUE)

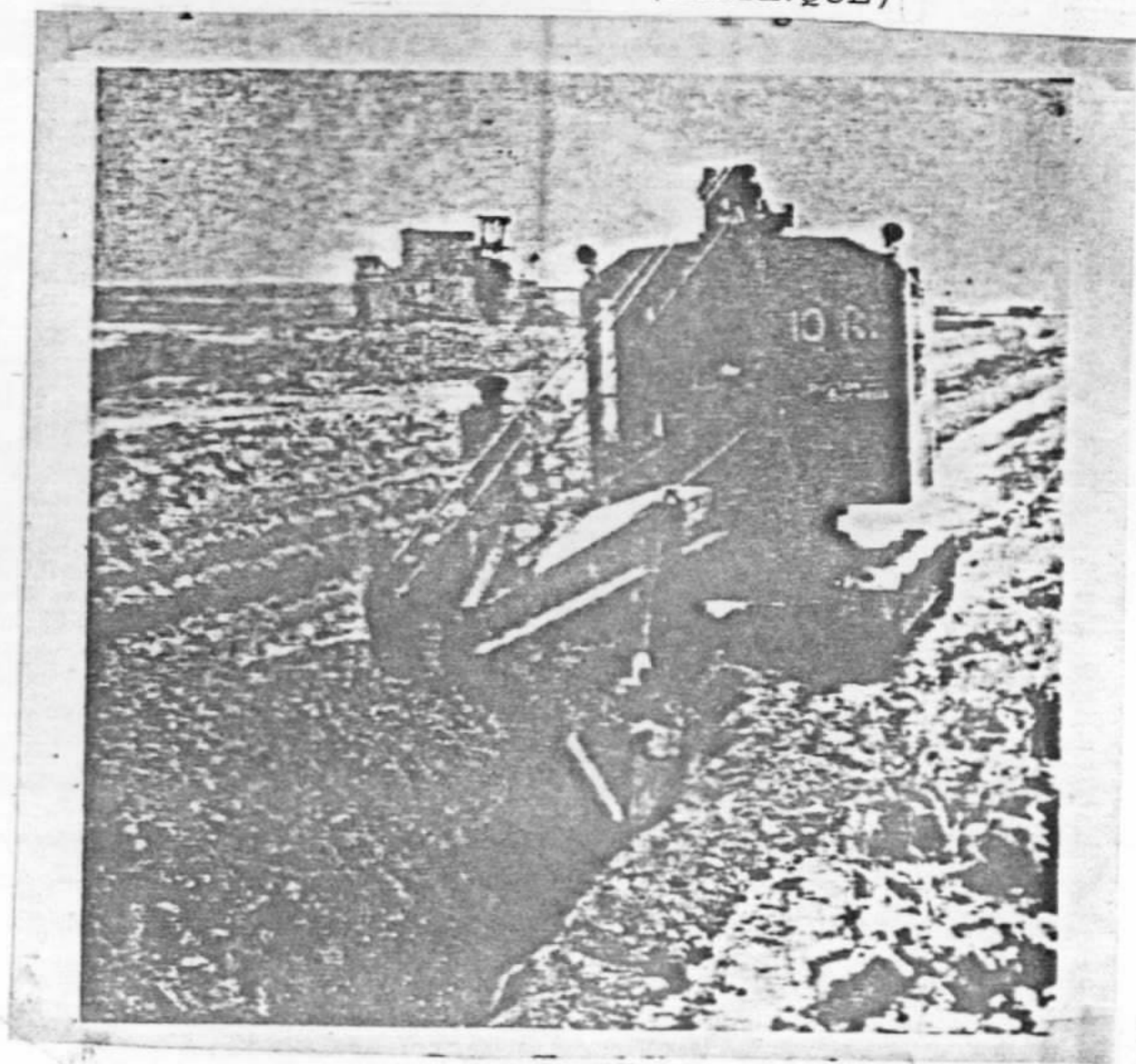


FIGURA 7 (ESCAVADEIRA)

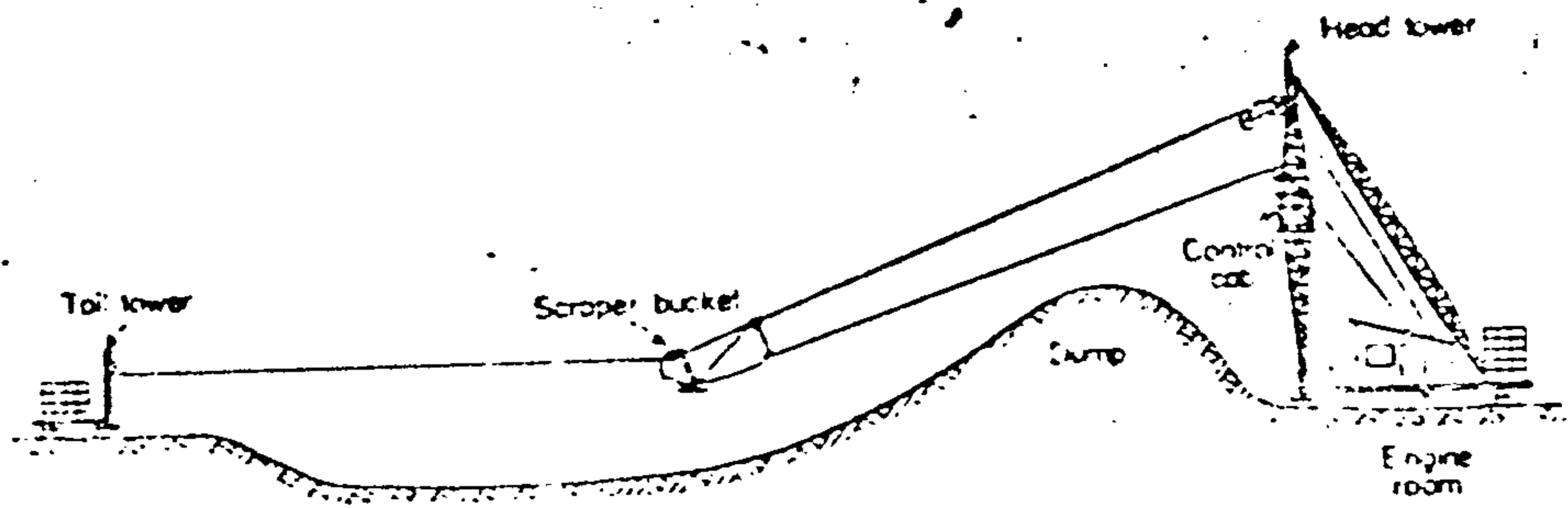


FIGURA 8

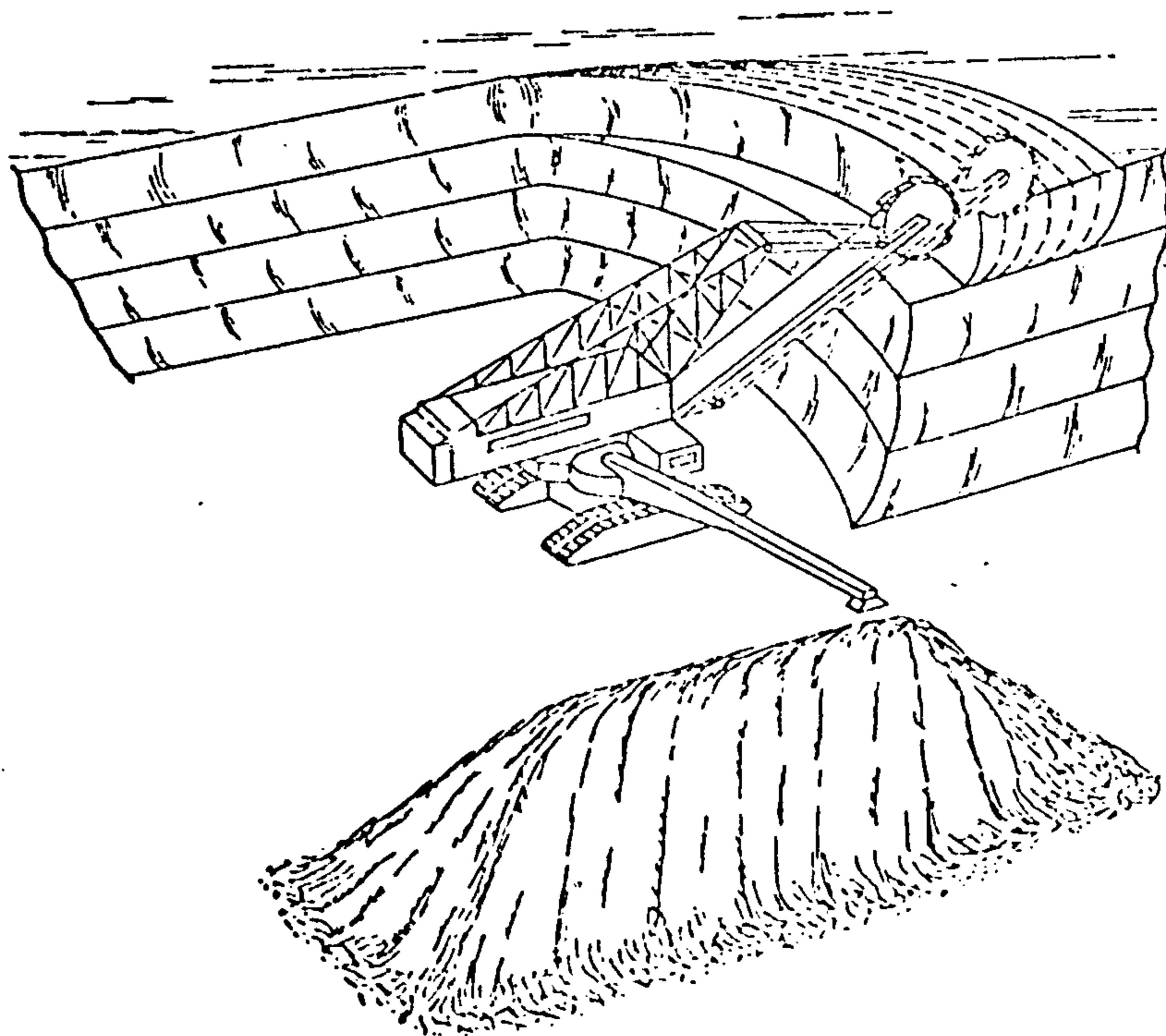


FIGURA 9

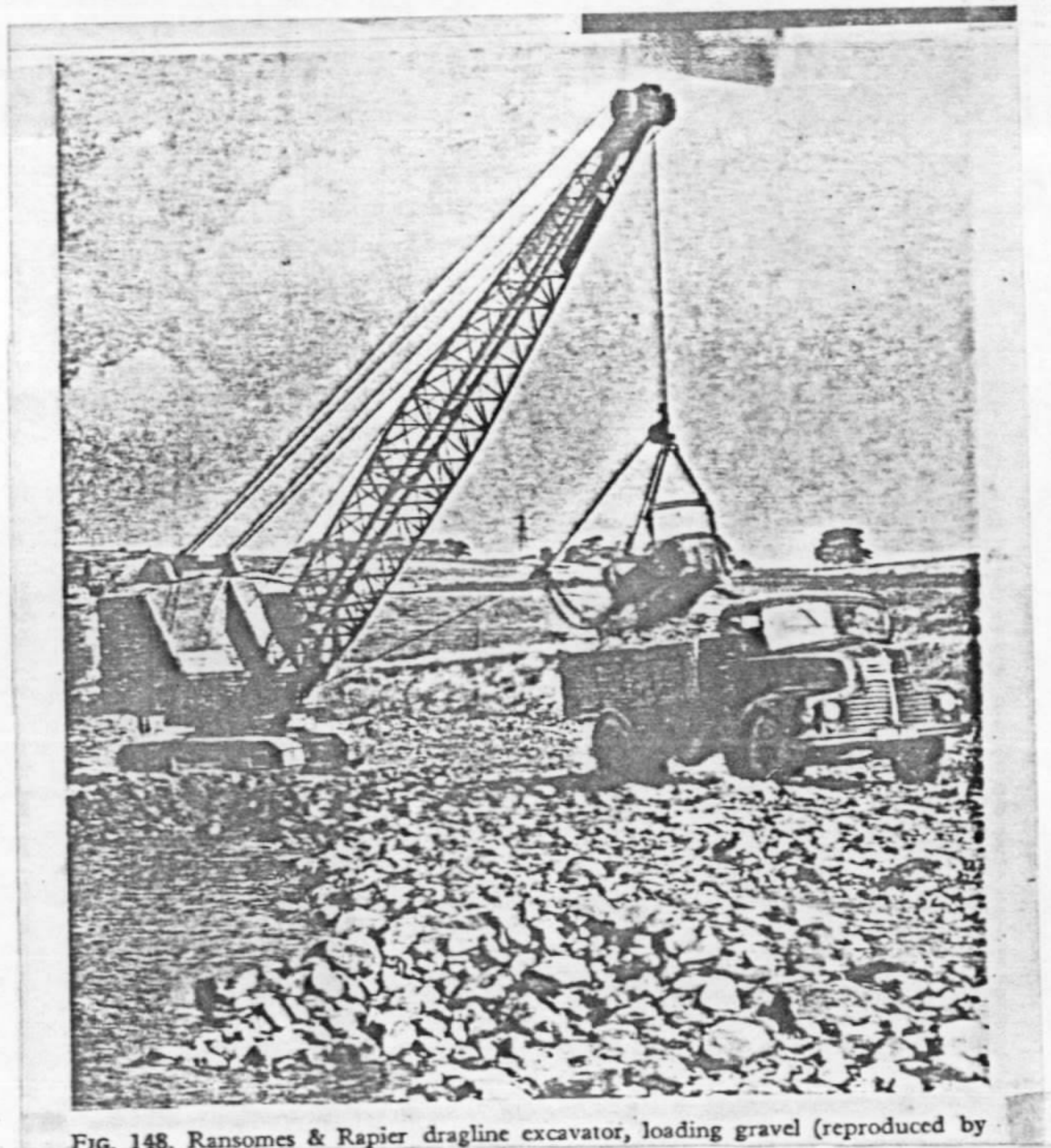


FIG. 148. Ransomes & Rapier dragline excavator, loading gravel (reproduced by

FIGURA 10

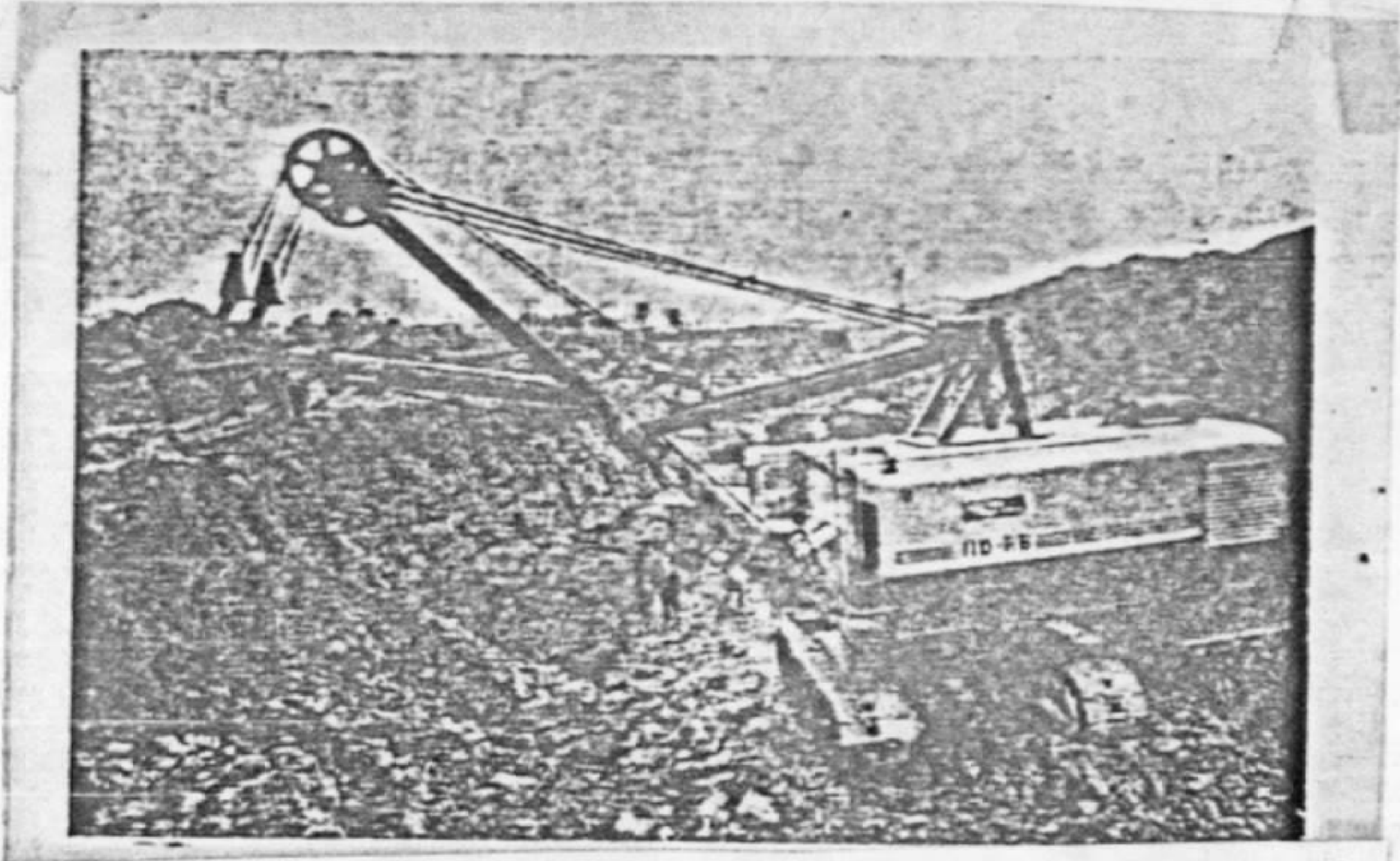


FIGURA 11

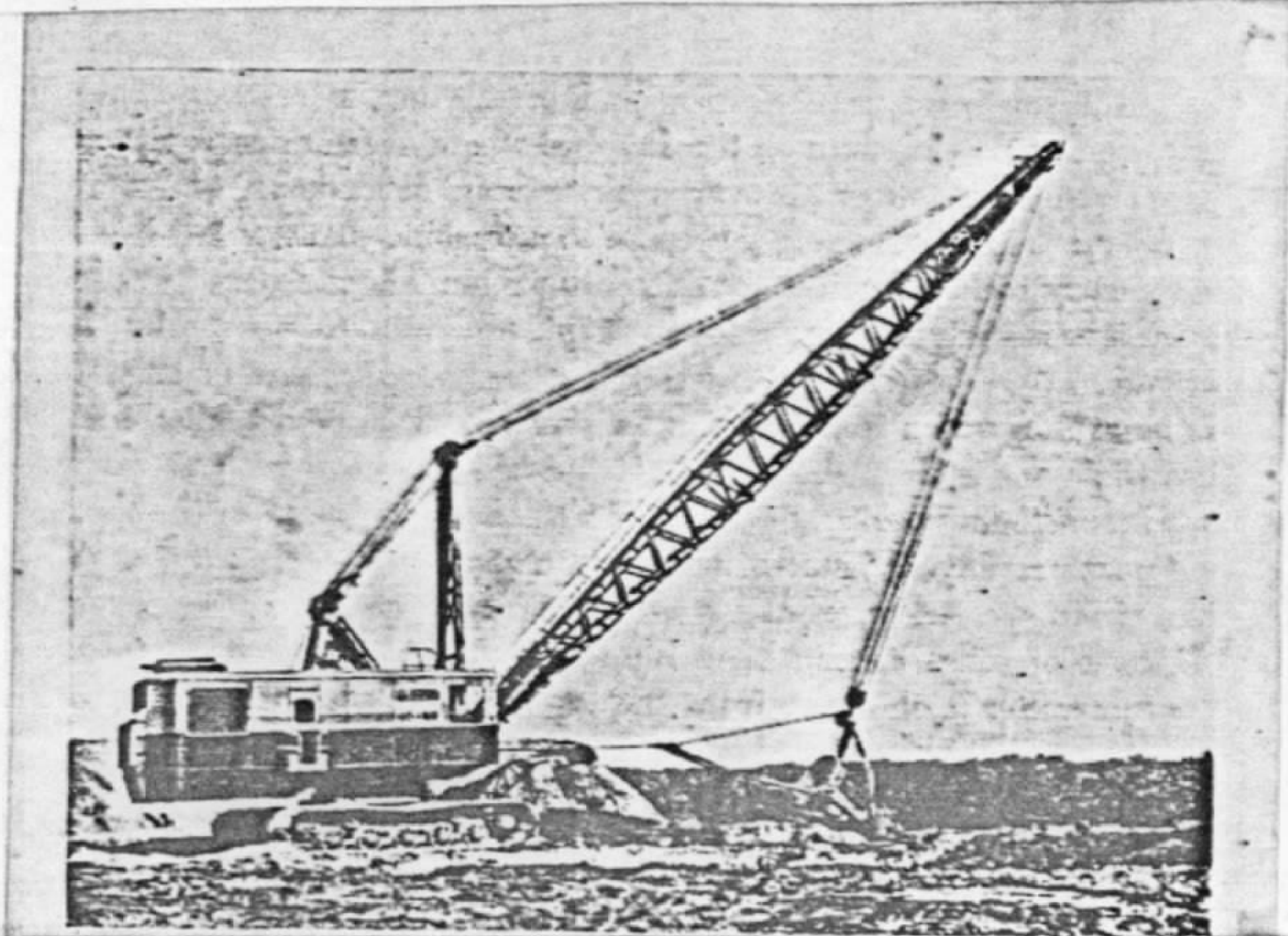


FIGURA 12

2.4 - A Utilização de Dragas na Mineração de Ouro Aluvionar

2.4.1 - Introdução

A retirada de material à mão do leito numa corrente de água para uma canoa, como ainda é feito em algumas partes do mundo, pode ser considerada uma forma de dragagem. Existem evidências sugerindo que os chineses, que em séculos passados estiveram entre as principais nações dedicadas à navegação, foram os que primeiro desenvolveram a arte da dragagem. Sabe-se que os romanos, em sua época, também praticaram operação de dragagem. Desenhos do famoso e inventivo engenheiro Leonardo da Vinci emprestam suporte a esta suposição, não se sabendo, porém se as dragas que ele projetou chegaram a ser construídas.

Foi somente com a invenção do motor a vapor, embora primitivo em sua forma, que realmente novas possibilidades foram criadas para a dragagem.

Todavia, as primeiras dragas que utilizaram motor a vapor eram mecanicamente tão problemáticas que os "cavalos vapor vivos" continuaram a ser necessários por muitos anos.

A primeira forma de draga mecânica conhecida foi desenvolvida na Holanda durante o século XVI. Era constituída de um equipamento mecânico flutuante para aprofundar canais e portos com uma série de palhetas encadeadas, que raspavam o lodo. A força para o movimento da cadeia de palhetas era feita por 4 homens.

Posteriormente, os cavalos substituíram os homens no suprimento de força necessária para a escavação, possibilitando a construção de dragas maiores e melhores, prosseguindo a evolução com desenvolvimentos mecânicos generalizados.

Por volta de 1785 uma draga de caçamba (alcatruz) com um transportador de caçambas em ângulo de 45° apareceu na Inglaterra. Antes disso era costume manter o transportador de caçambas verticalmente. Acerca do ano de 1802 este novo tipo de embarcação foi modificado e se tornou a primeira draga de caçambas movida a vapor no continente europeu.

E foi a partir destas dragas simples do século passado que se desenvolveram as modernas dragas de caçamba.

constituindo-se em um equipamento no qual as mais avançadas técnicas de transmissão de força e instalações estão sendo empregadas e que continua a ser constante objeto de intensa pesquisa e desenvolvimento.

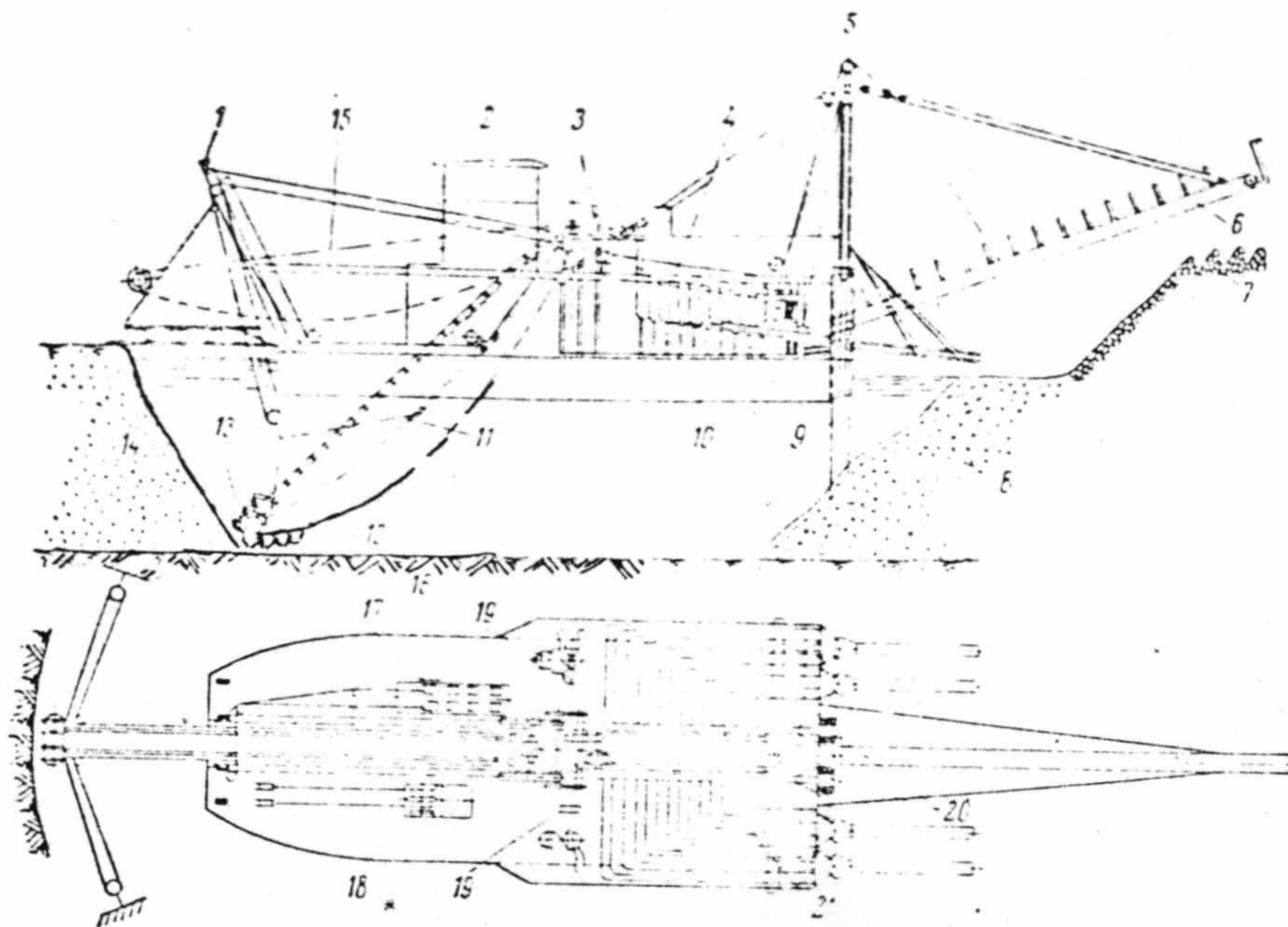


Fig. 13 . Basic parts of a dredge:

1—bow gantry; 2—dredger's cabin; 3—bucket chain drive; 4—trammel; 5—rear gantry; 6—conveyer stacker; 7—coarse-tailings dump; 8—fine-tailings dump; 9—spud; 10—pontoon; 11—bucket ladder; 12—bucket; 13—lower tumbler; 14—placer; 15—top portion of bucket ladder; 16—bedrock; 17—main winch; 18—auxiliary winch for lifting bucket ladder; 19—pump; 20—spud; 21—sluices.

Em 1882 ocorreu o primeiro sucesso no uso da draga para minerar ouro na Nova Zelândia.

Considerando os aspectos históricos da mineração com dragas, deve ser lembrada uma operação com ouro em Bannock, Montana, onde, em 1895, foi feita uma bem sucedida adaptação das dragas que haviam trabalhado vários anos em dragagem de canal em Chicago, para utilizá-las como dragas de mineração.

2.4.2-A Mineração com Dragas

A mineração de depósitos minerais aluvionares é realizada de maneira mais econômica com a utilização de dragas. No entanto, certas condições devem ser satisfeitas para tornar possível uma mineração com draga. Para determinar as possibilidades da mineração com dragas e a escolha da draga, são listados abaixo alguns aspectos importantes.

De modo geral deveria se notar que:

1. O equipamento de dragagem para mineração tem seu próprio desenvolvimento devido aos seus requisitos específicos.
2. Devido à diminuição do teor do minério, as operações em larga escala são as vezes necessárias para tornar o empreendimento viável. Isto pode ser conseguido com as dragas de grande capacidade de retirada e de tratamento do minério.
3. A exaustão gradual dos depósitos em terra, para certos minerais, tornam necessário o início de mineração nos mares (off shore). Dragas especiais deverão ser desenvolvidas para este trabalho em mar aberto.
4. Os pequenos depósitos minerais em terra poderiam ser minerados economicamente por pequenas dragas de fácil transporte.
5. A usina de concentração, montada de preferência na própria draga, deve ser bem protegida, utilizando normalmente separação por gravidade.
6. Quando o depósito é coberto por uma camada espessa de estéril, pode ser usada uma draga de desmonte estéril (sem uma usina de tratamento dispendiosa), para remover o estéril antes de ser considerada a utilização de uma draga para a mineração.

A mineração com draga não é limitada aos minerais dos quais podem ser extraídos metais, podendo também ser aplicada na mineração de minerais industriais, como o fosfato.

2.4.3 - Considerações gerais

Um depósito mineral pode ser definido como uma parte da crosta terrestre que contém uma quantidade suficiente de constituintes valiosos, normalmente metais, capazes de permitir uma mineração economicamente viável.

Quando é necessário decidir se um depósito pode ser minerado por métodos de dragagem, e neste caso, qual seria o método e o equipamento mais adequado, existem muitos aspectos a serem considerados. Os mais importantes são:

- Quais são os minerais a serem extraídos?
- O depósito está localizado em terra ou sob o mar?

- Quais são as condições do tempo e das ondas no caso de um depósito sob o mar?
- A camada mineralizada está na superfície ou recoberta por uma capa de material estéril?
- O material a ser dragado é homogêneo ou existe uma grande variedade de solos, como argila, areia e seixos, está livre ou compactado?
- Os minerais valiosos estão distribuídos mais ou menos sobre todo o depósito ou ocorrem em camadas específicas com teores variados?
- Qual é a natureza da rocha-matriz (bed-rock) sotoposta ao depósito: é plana ou muito irregular, é dura ou intemperizada?
- O depósito contém muita vegetação, raízes profundas ou troncos de árvores que poderiam interferir com o processo de dragagem?
- É um depósito pequeno ou grande?
- É um depósito profundo ou raso?
- O local da mina é facilmente acessível para o transporte de equipamento pesado ou é necessário trazer o equipamento em pequenas partes e montá-lo no local?
- Existe água limpa disponível em quantidade suficiente?

Todas estas questões precisam ser respondidas antes de se poder determinar a viabilidade de uma operação de mineração com draga e antes de se selecionar e projetar o tipo de equipamento mais adequado. Pode ser dito com segurança, que não existem dois depósitos exatamente iguais, e neste caso, a melhor solução para um problema particular é, necessariamente, o resultado de um estudo individual e de um processo de seleção de equipamento.

2.4.3.1-Equipamentos já Operando na Extração de Ouro no rio Madeira

Na região do rio Madeira a denominação DRAGA é atribuída ao equipamento de desmonte hidráulico(moto-bomba), normalmente montado sobre flutuadores, que é utilizado nas margens do rio para decapamento do material estéril sobreposto ao cascalho aurífero. O termo CHUPADEIRA é utilizado para identificar o conjunto de sucção de cascalho e demais equipamentos de concentração do minério aurífero e recuperação do ouro.

Os tipos de equipamento atualmente utilizados no rio Madeira serão por nós classificados da seguinte maneira:

- quanto ao sistema de flutuação
 - sobre canoas
 - sobre charutos
- quanto ao conjunto de calhas de concentração (planos inclinados)
 - calha singular
 - paraquedas (2 ou 3 calhas)

Entendemos por draga de mineração o conjunto de equipamentos para extração, transporte e concentração de material mineralizado. Desta forma, face as denominações locais dos equipamentos, resolvemos chamar os conjuntos de equipamentos de que trata este documento de DRAGAS-BALSA.

2.4.3.2- À Dragagem e seus Custos

2.4.3.3 - Dragagem

A dragagem pode definir-se da maneira mais simples como uma escavação subaquática e é, portanto, simplesmente uma forma especial de uma atividade muito comum na construção. No entanto, o fato de ser uma operação subaquática deixa lugar a criação de equipamentos pouco usuais e mais especializados, construídos especialmente para satisfazer a um tipo particular de condições e exigências de trabalho. Em forma geral, a dragagem é realizada por 3 razões:

- Para aprofundar cursos de água para a navegação;
- Para prover agregados para a construção civil, aterros hidráulicos e outros;
- Para recuperar os depósitos minerais subaquáticos.

O tipo de material a dragar variará segundo a localização e finalidade da operação.

2.4.3.4 - Custos

O custo de uma operação de dragagem depende de uma quantidade de fatores que podem variar amplamente de um local para outro, as vezes, dentro da mesma área. Mesmo que as variações façam com que se torne impossível estabelecer orientações definitivas sobre o

custo, é possível enumerar os pontos principais a considerar na de terminação dos custos de um projeto específico.

Os principais fatores que afetam os custos de draga gem são os seguintes:

- custos de mão-de-obra, manutenção, combustíveis, desgaste, pe ças de reposição, etc...
- localização, tamanho e profundidade do projeto;
- tipo de material a ser escavado;
- ritmo de produção (metros cúbicos por dia);
- distância de transporte para a deposição do material dragado;
- método de deposição do material dragado;
- condições meteorológicas na zona do projeto;
- condições aquáticas na área do projeto.

A figura 14 mostra um exemplo simplificado das ne cessidades de caixa para a realização de um trabalho, com a uti lização de equipamento normal, já existente, não havendo, desta for ma, necessidade de adquirir equipamentos especialmente para o tra balho. Os custos são os gastos atuais somados à depreciação calcu lada para o equipamento.

Na figura 15 é apresentado um gráfico do custo de uma operação em função do número de dias utilizados para realizá-la. Verifica-se que o valor diário do custo indireto é cons tante e que o custo direto é maior para um trabalho que se procura realizar a curto prazo. A curva de custo total, sendo a soma das outras duas curvas, certamente apresen

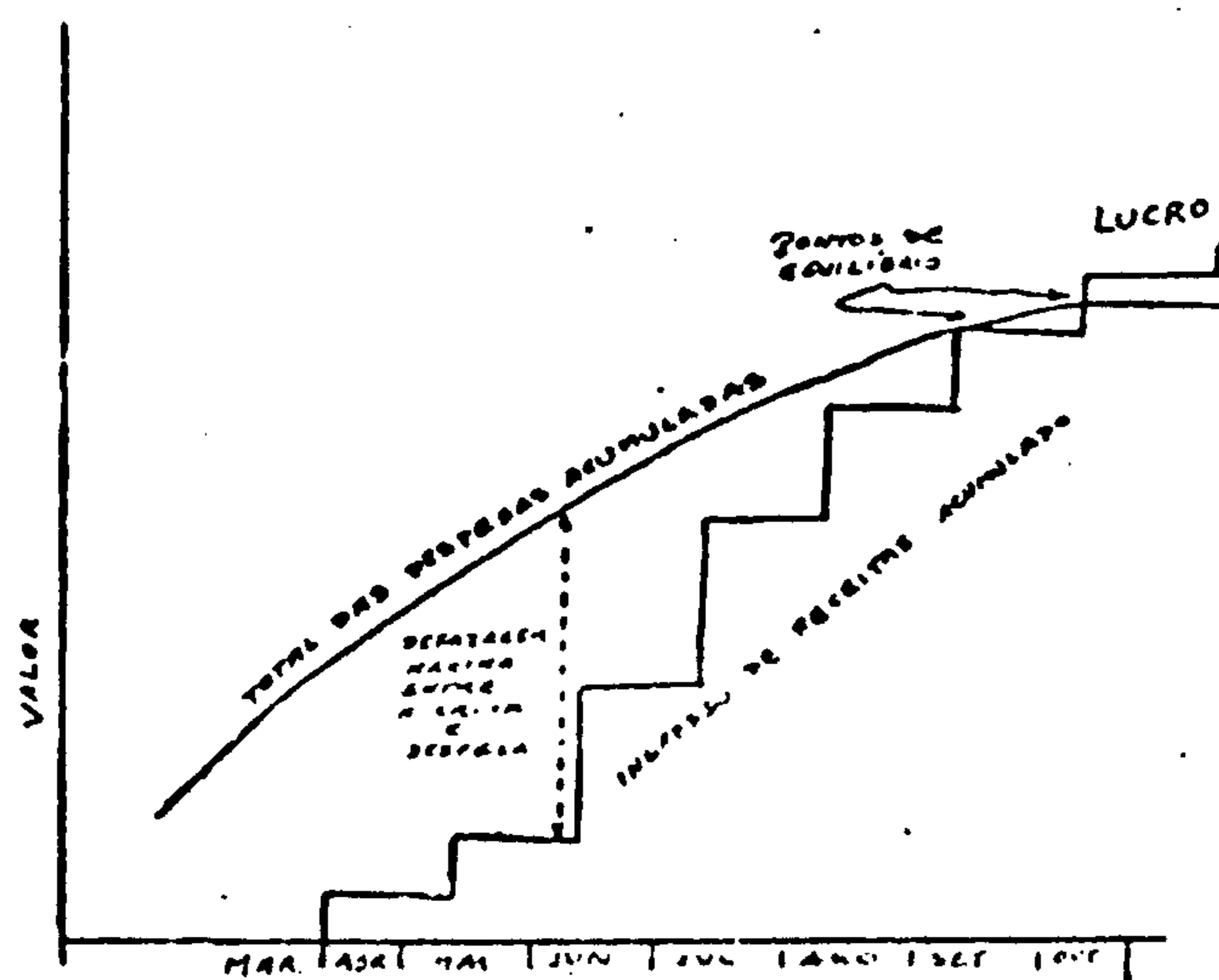


Figura 14: Necessidades de Caixa para um Trabalho.

ta uma inflexão, resultando em um ponto de custo mínimo. Desta forma ao se programar uma operação devem ser levantadas as curvas de custo, buscando situar o tempo necessário ao trabalho no ponto de custo total mínimo (ideal).

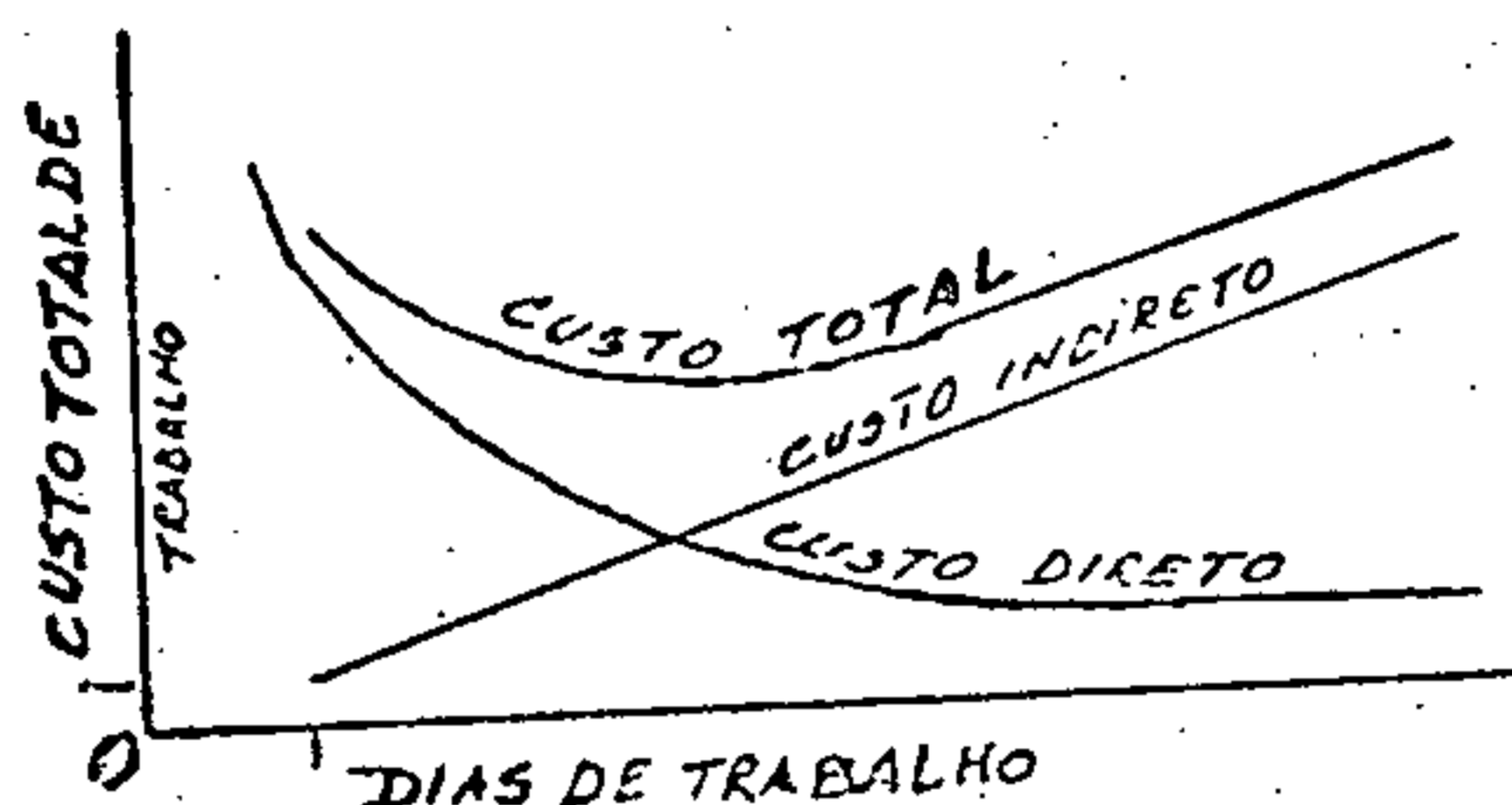


Figura 15: Relação Custo x Tempo de Trabalho.

As dragas podem trabalhar 24 horas por dia durante 6 a 7 dias por semana. Portanto, os gastos de deslocamento para colocação em serviço de uma draga podem tornar elevados os custos de dragagem de pequenas quantidades de material disseminadas em zonas remotas.

Na figura 16, onde é apresentada uma divisão do tempo em uma operação de dragagem, pode-se observar que a fração de tempo realmente produtivo pode se tornar muito pequena, face à existência de várias frações de tempo onde não há produção. Portanto, devem ser tomadas providências no sentido de minimizar estas frações de tempo onde não se verifica trabalho produtivo.

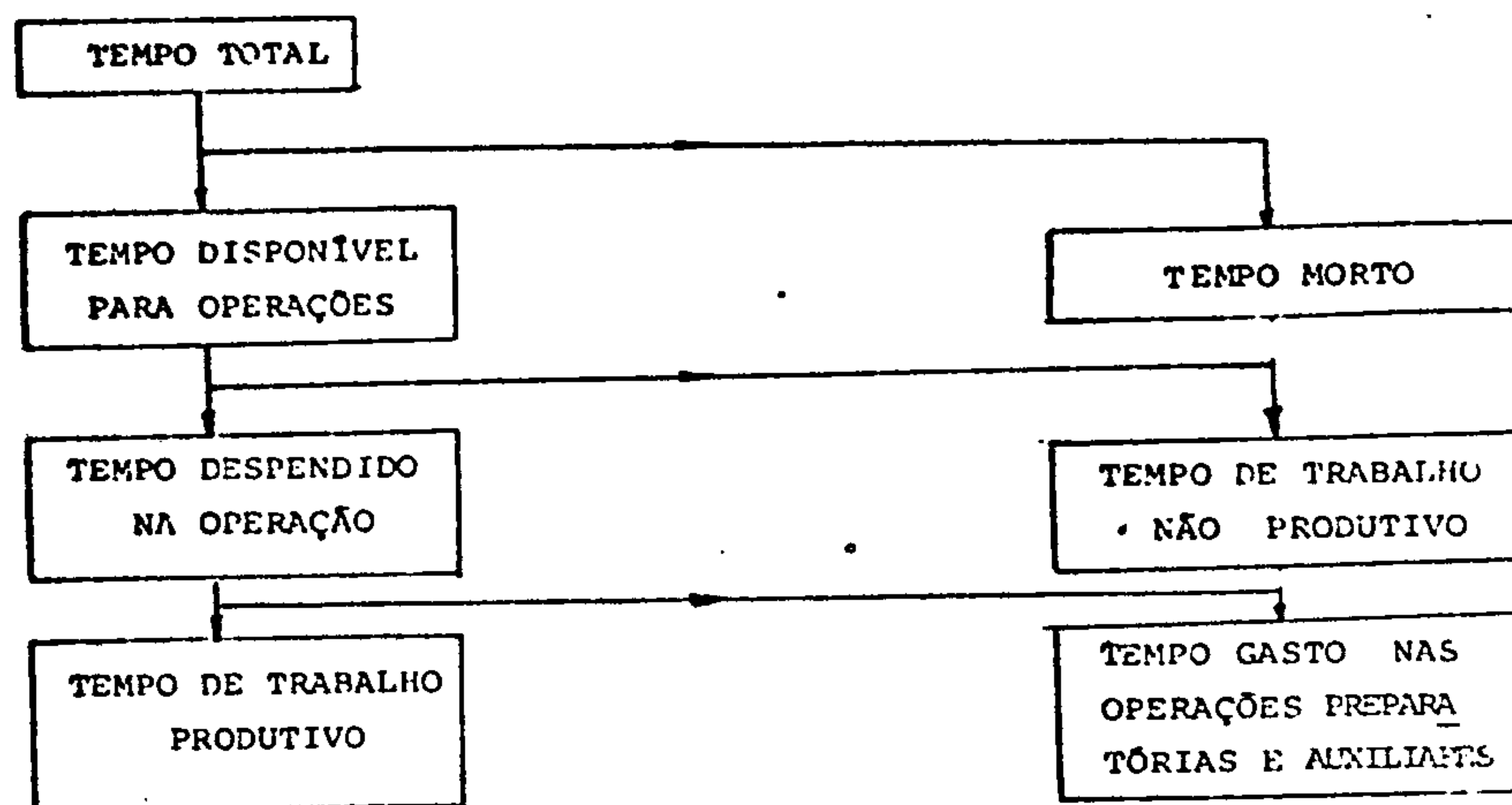


Fig. 16 : Divisão do Tempo em uma Operação de Dragagem.

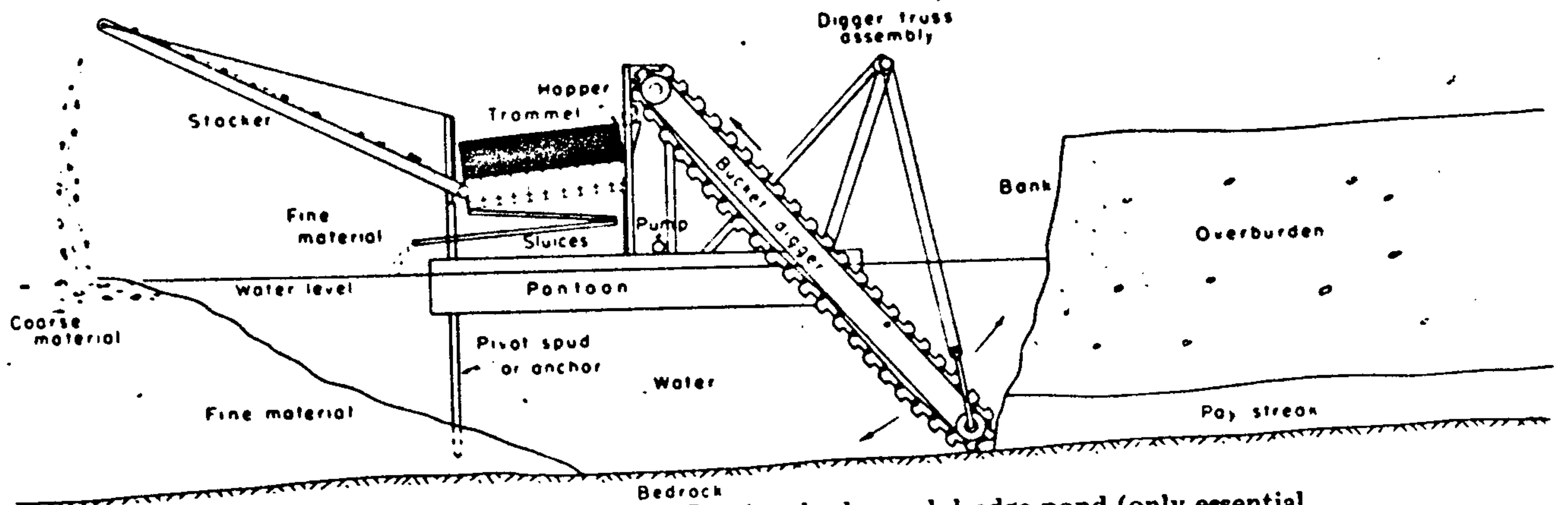
Tempo Morto: é o tempo em que foi estabelecido que não haverá trabalho de qualquer natureza. Ele irá incluir normalmente domingos, feriados nacionais, revisão anual da draga, movimentação da draga entre locais diferentes de trabalho e horas não trabalhadas por dia.

Tempo de Trabalho não Produtivo: este tempo ocorre devido a atrasos, panes e outras interrupções indesejáveis durante a operação de dragagem devidas ao tráfego, isto é, passagem de embarcações e também de deficiências de manejo. É o tempo que a draga deveria estar operando, mas que não está.

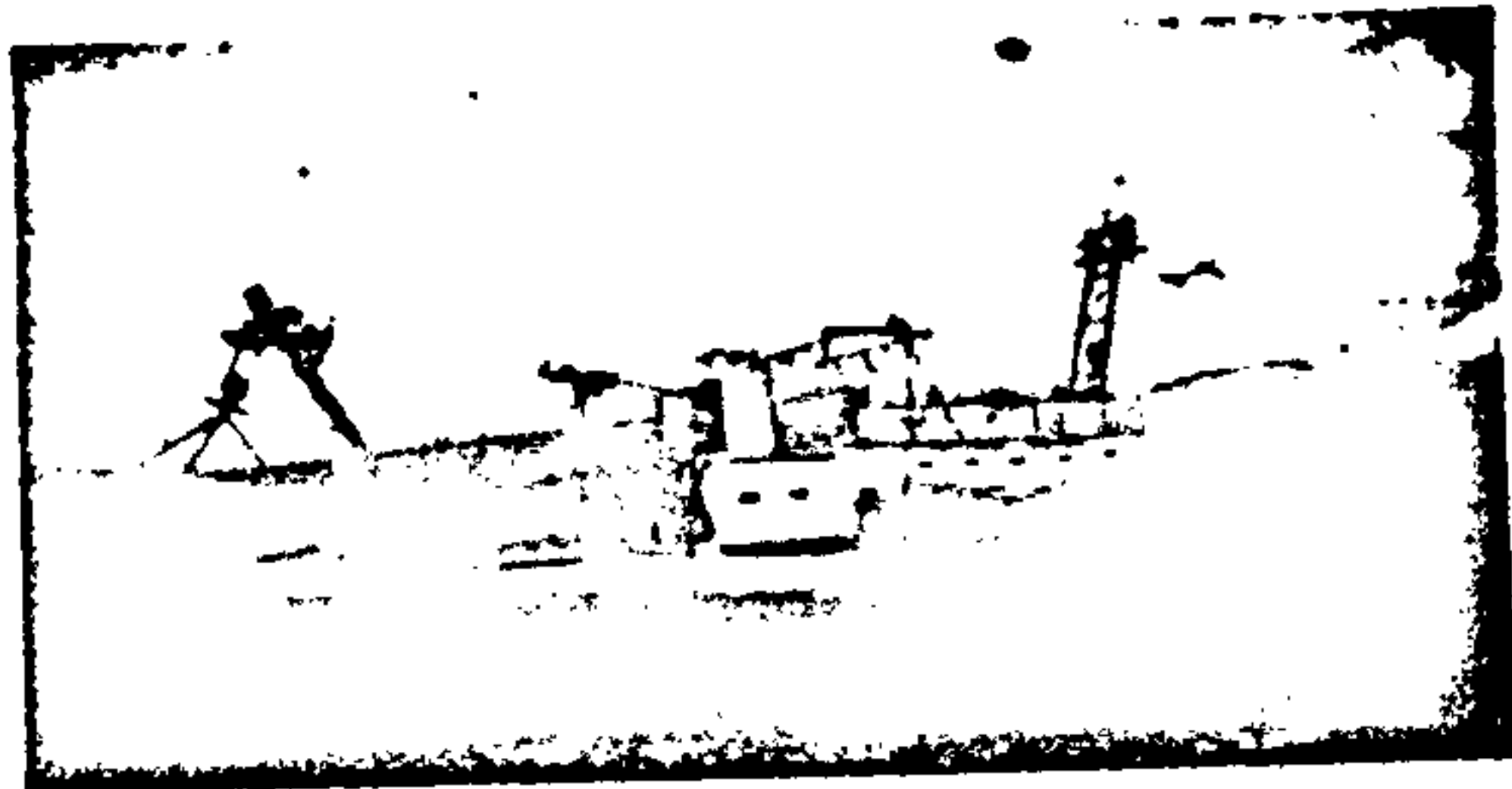
Tempo Gasto nas Operações Preparatórias e Auxiliares: este tempo é necessário para realizar trabalhos que são essenciais para a operação das dragas mas que não a fazem operar. Estes trabalhos incluem o transporte da tripulação para a draga, a movimentação da draga no local de trabalho e a manutenção de rotina, quando é necessário fazê-la no período de operação. Os trabalhos que são parte do ciclo de dragagem não são incluídos.

Tempo de Trabalho Produtivo: é o tempo durante o qual a draga está desempenhando seu ciclo de operação na dragagem.

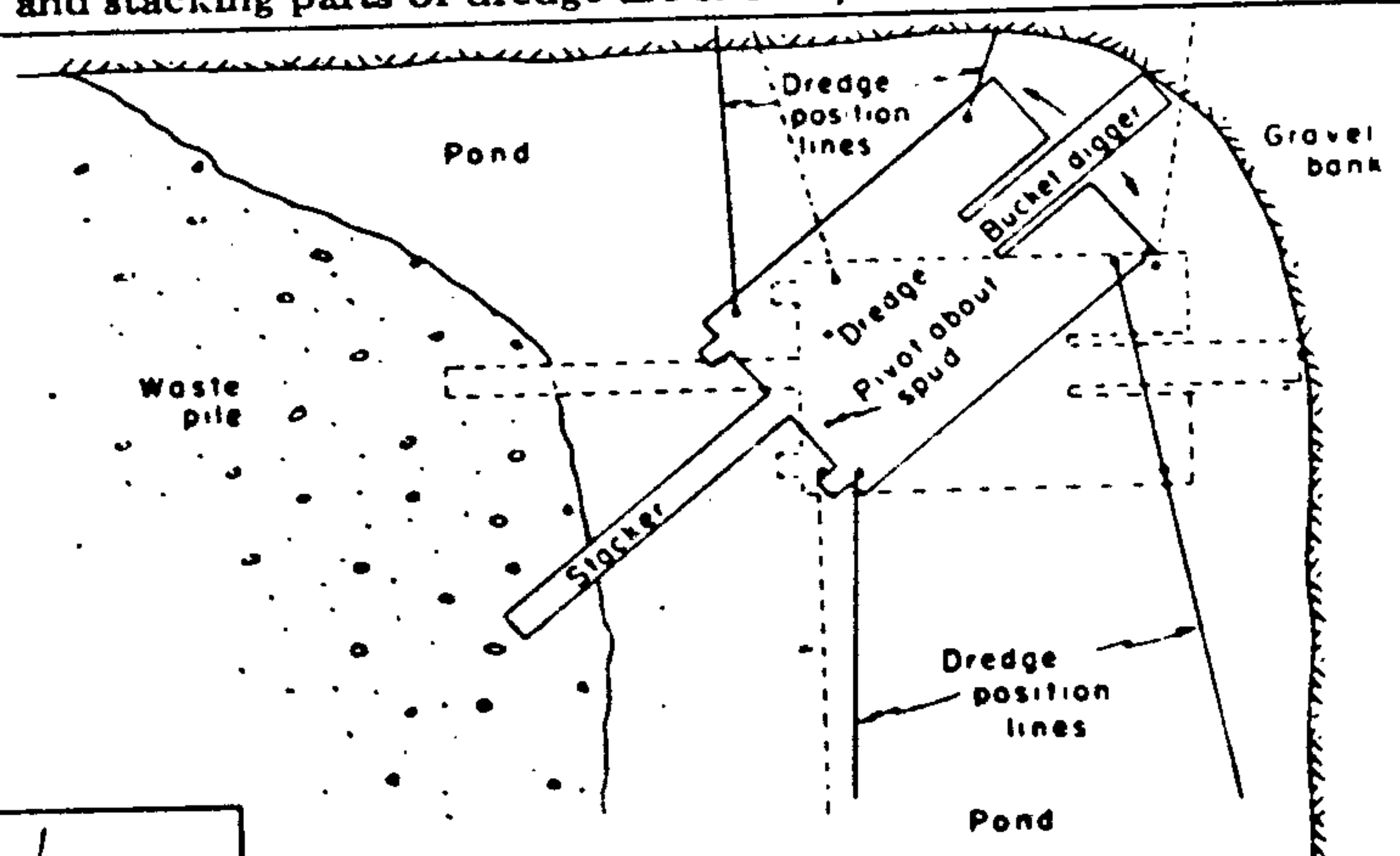
EQUIPAMENTOS DE LAVRA
EMPRESA MÉDIA E GRANDE



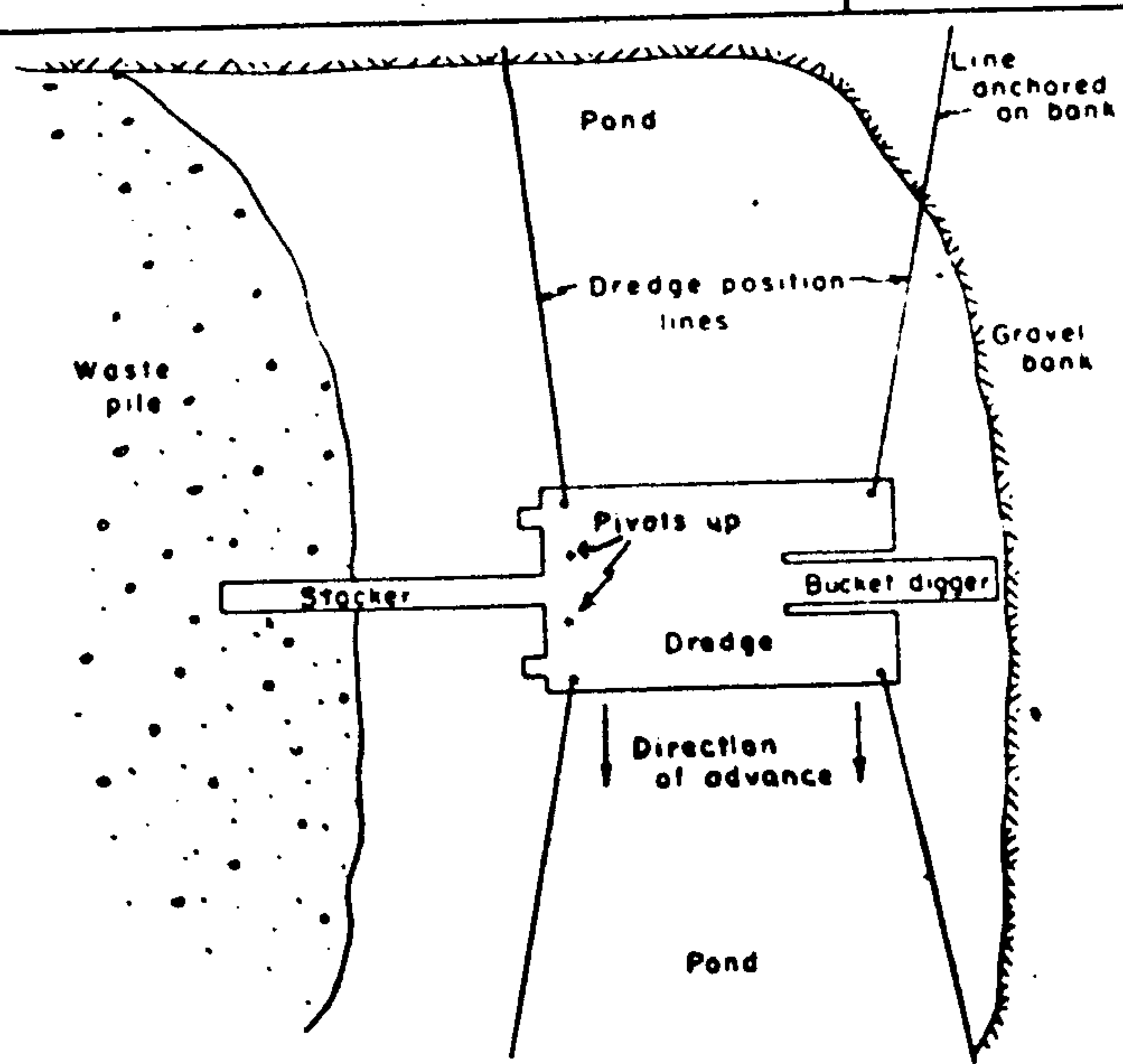
A. Long section of bucket-type floating dredge and dredge pond (only essential features of digging, washing, and stacking parts of dredge are shown)



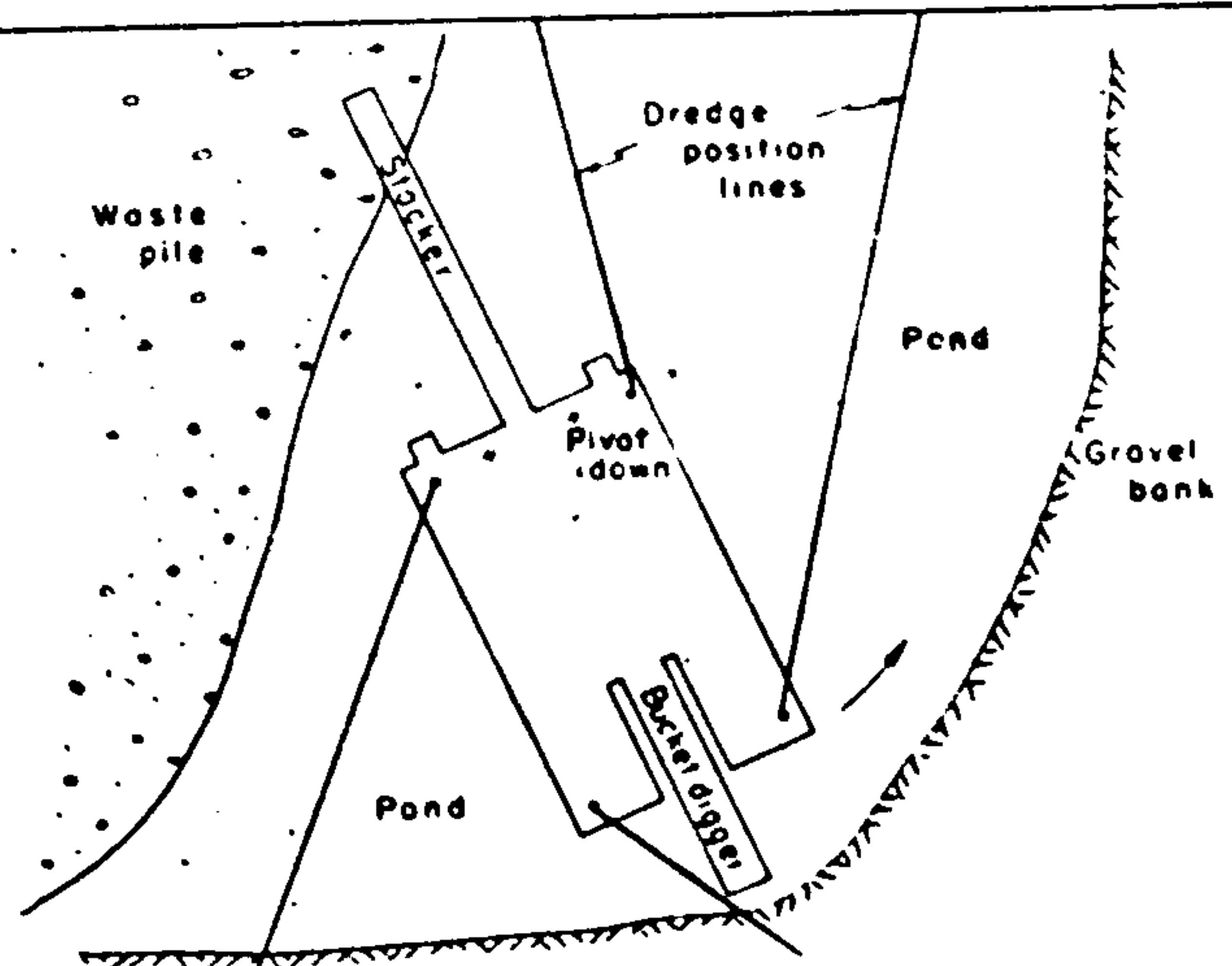
B. Floating dredge



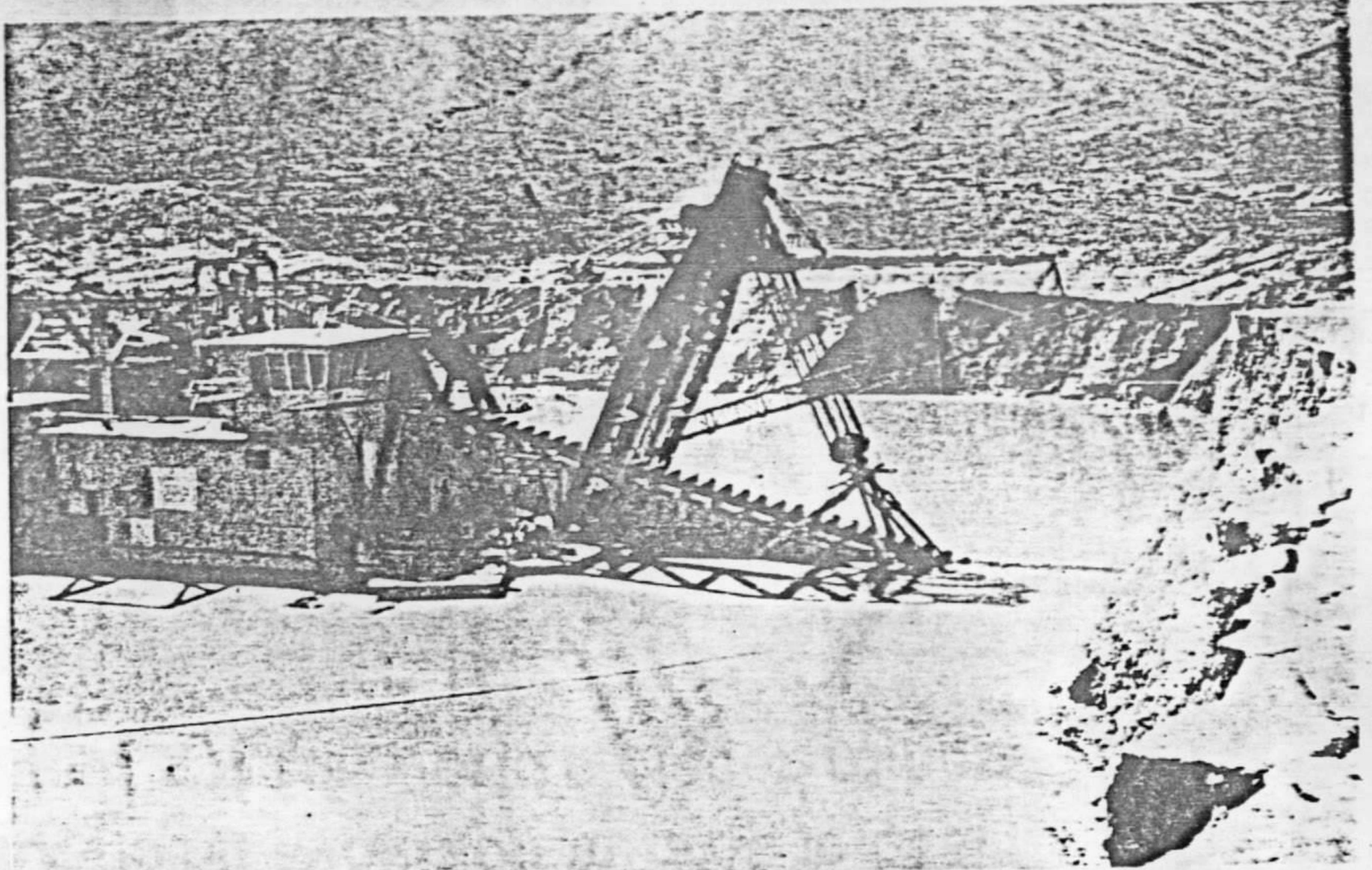
C. Plan view of dredge digging against corner of pond (solid and dotted positions show how dredge swings about pivot)



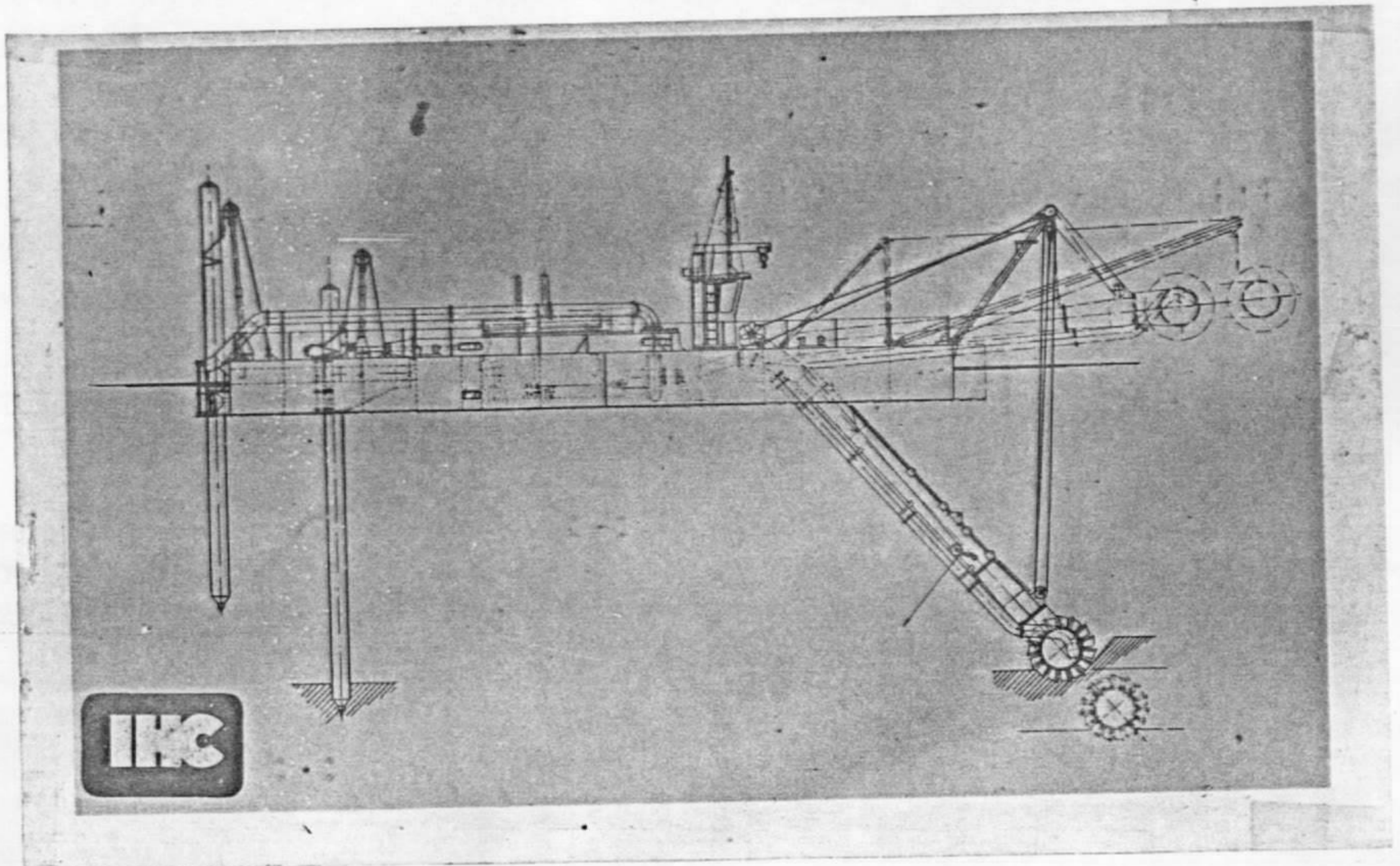
D. Plan view of dredge traversing or moving across the pond



E. Plan view of dredge at other corner of dredge pond



Tin is mined on Bolivian Altiplano with a 14-cu-ft bucket-line dredge capable of 102-ft digging depth. (Photo credit: Estalsa.)



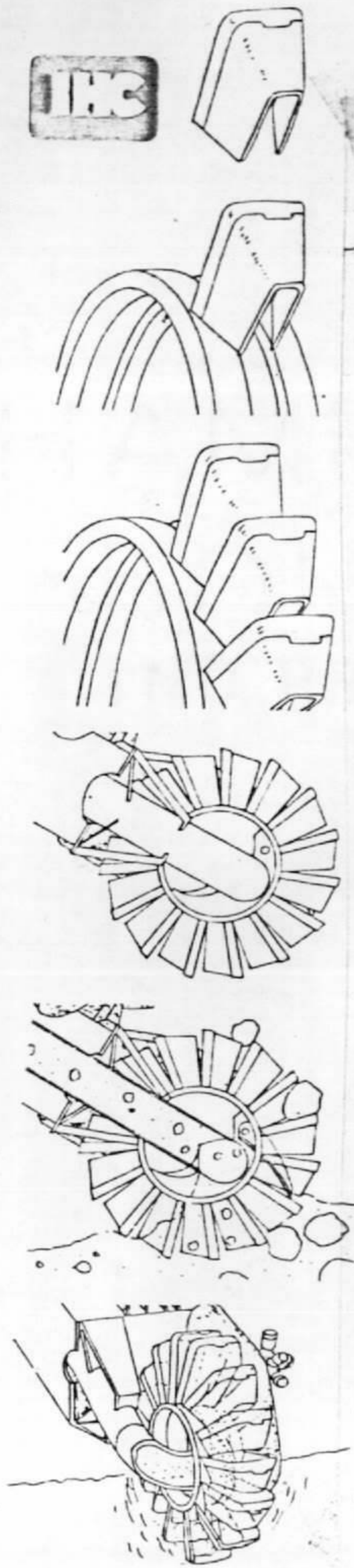


Fig. 19

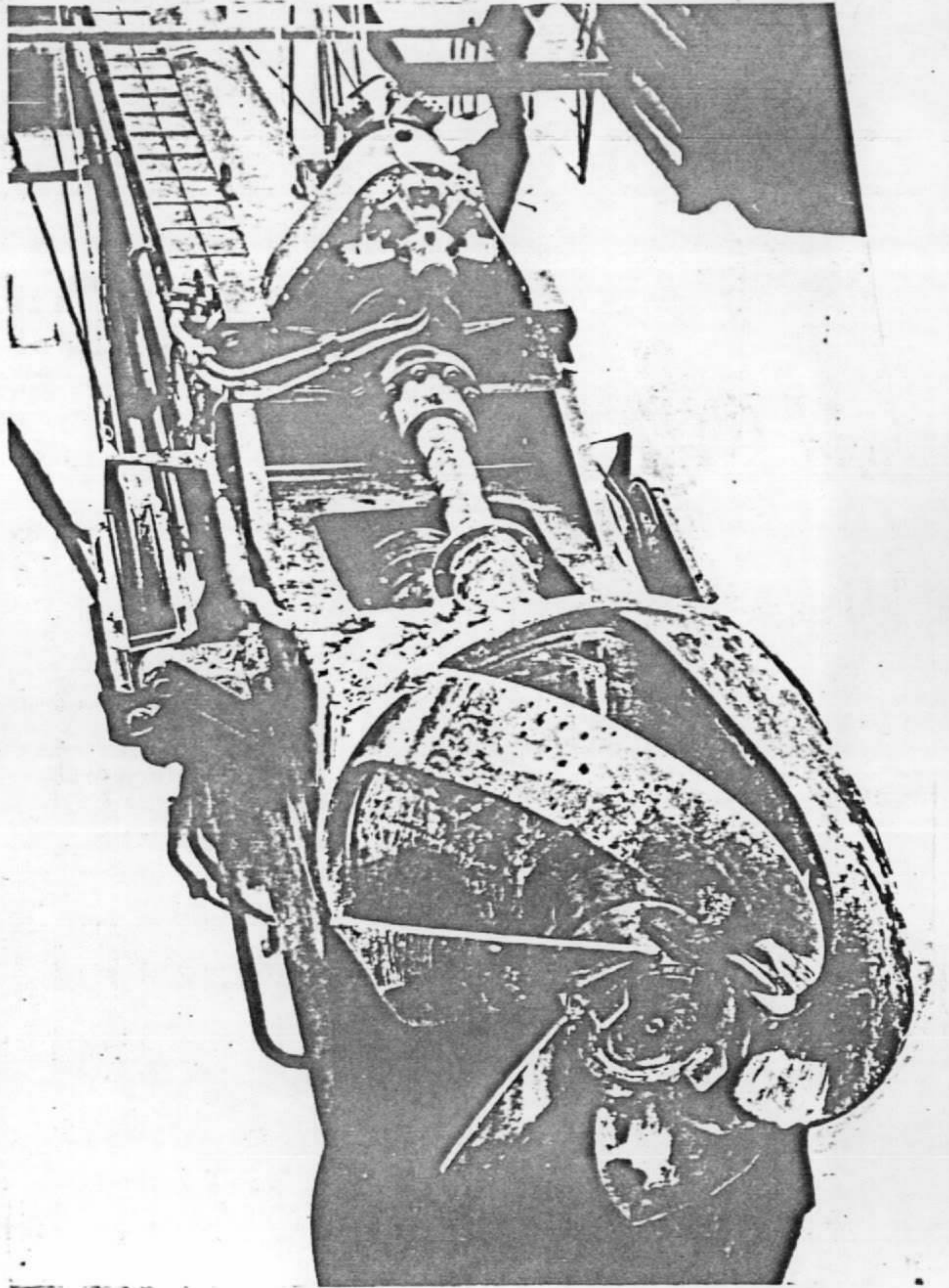


Fig. 20

2.5. - Desmorte hidráulico

Os monitores hidráulicos utilizados no desmorte de material, estéril ou mineralizado (Figuras 21, 22, 23 e 24) consistem de uma base, na qual é acoplado o tubo de serviço que tem um dispositivo que permite movimentos laterais e verticais. Um bico de ferro fundido é rosqueado na extremidade do tubo para proporcionar um jato fino de água. O diâmetro do orifício de saída dos bicos varia de 1 a 8 polegadas de diâmetro, ou mais, dependendo do suprimento de água, pressão e condição da mina.

Para o corte, normalmente se utiliza um bico de 1 1/2 ou 2 polegadas com uma pressão de água em torno de 150 libras por polegada quadrada. (Quadro 1)

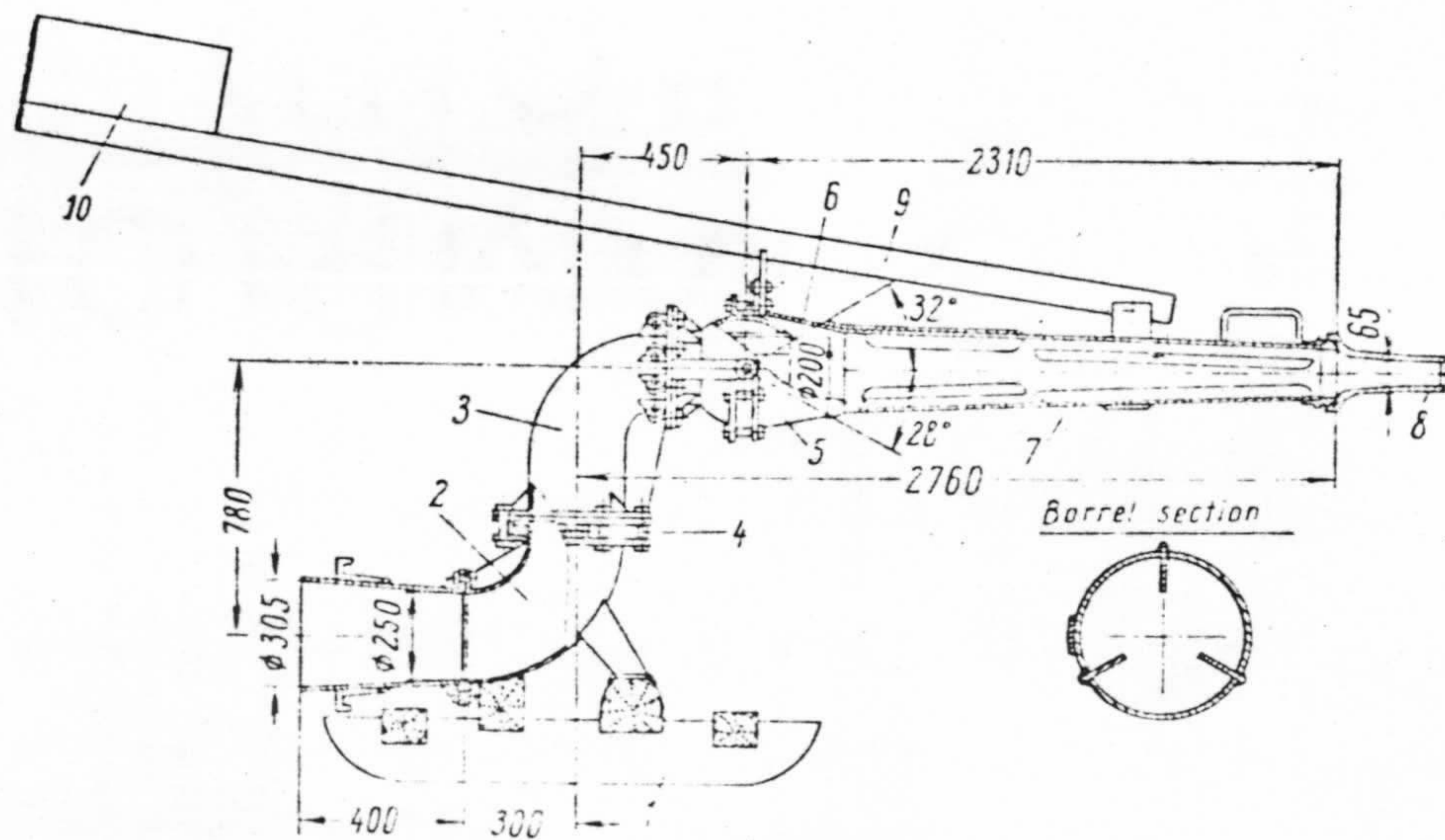


Fig. 21 FMH-250 hydraulic giant (welded, total weight 300 kg):
 1—skids; 2—lower bend; 3—upper bend; 4—king bolt; 5—joint; 6—bell-mouth; 7—giant's barrel; 8—nozzle; 9—control lever; 10—counterweight



FIG. 64.—Hydraulic Monitor in action. Malaya.

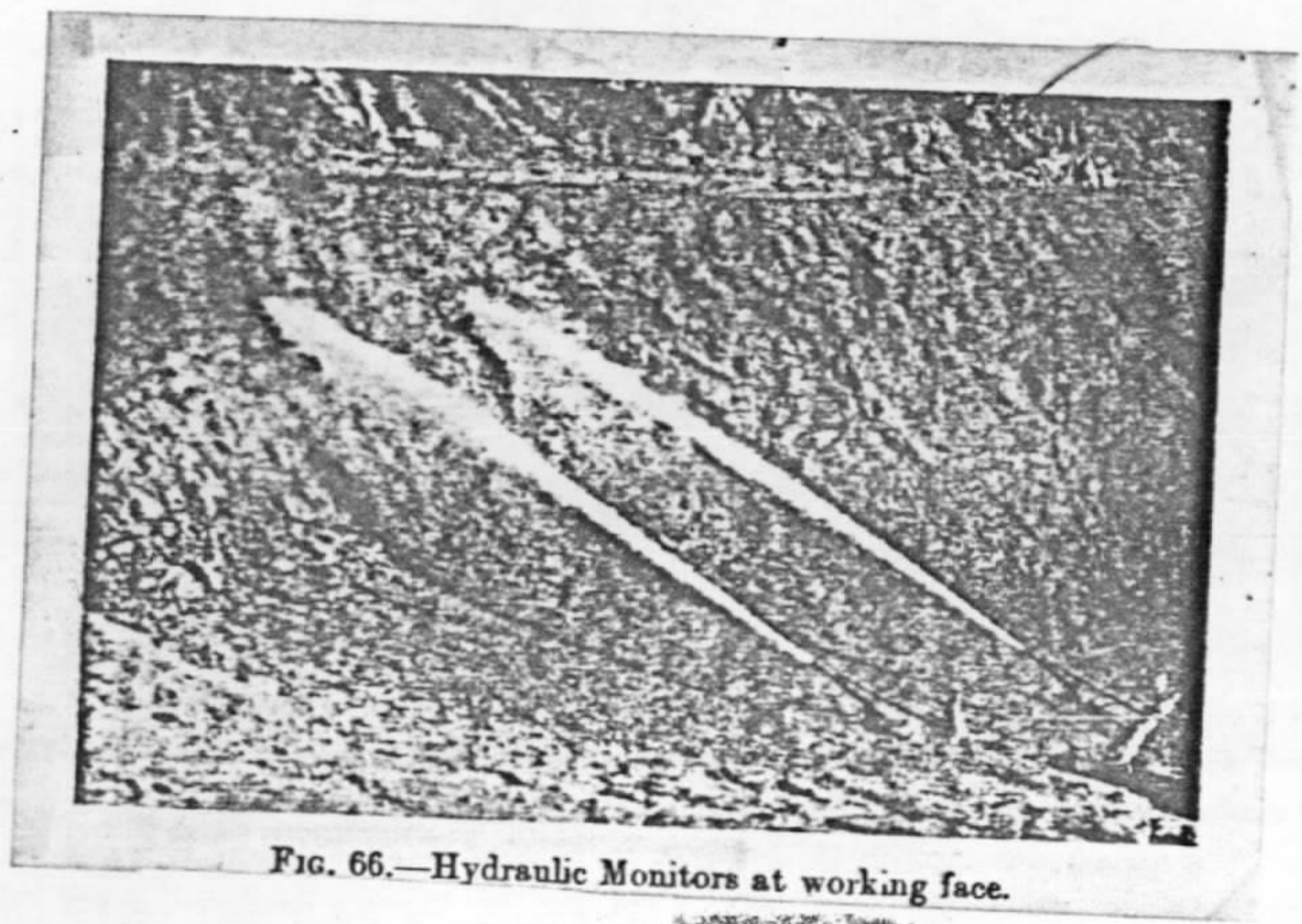


FIG. 66.—Hydraulic Monitors at working face.

A tabela a seguir apresenta os valores da velocidade e da descarga para várias alturas manométricas (de água).

VELOCITY AND DISCHARGE THROUGH NOZZLES UNDER VARIOUS HEADS

| Head in Feet | Velocity, Feet per Second | Diameter of Nozzle in Inches | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| | | <i>Cubic feet per second</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 56.75 | .288 | .648 | 1.15 | 1.79 | 2.59 | 3.52 | 4.60 | 5.83 | 7.19 | 8.70 | 10.36 | 14.10 | 18.40 | 23.31 | 28.78 | 41.44 |
| 60 | 62.16 | .385 | .709 | 1.26 | 1.97 | 2.84 | 3.86 | 5.04 | 6.39 | 7.88 | 9.54 | 11.36 | 15.44 | 20.16 | 25.56 | 31.53 | 45.44 |
| 70 | 67.14 | .441 | .766 | 1.36 | 2.13 | 3.06 | 4.17 | 5.42 | 6.84 | 8.51 | 10.30 | 12.24 | 16.09 | 21.68 | 27.54 | 34.06 | 48.96 |
| 80 | 71.78 | .464 | .819 | 1.46 | 2.27 | 3.28 | 4.40 | 5.81 | 7.38 | 9.10 | 11.01 | 13.12 | 17.84 | 23.36 | 29.52 | 36.41 | 52.48 |
| 90 | 76.13 | .486 | .864 | 1.54 | 2.44 | 3.46 | 4.73 | 6.16 | 7.78 | 9.65 | 11.58 | 13.84 | 18.92 | 24.64 | 31.14 | 38.61 | 55.36 |
| 100 | 80.25 | .497 | .916 | 1.63 | 2.54 | 3.66 | 4.98 | 6.52 | 8.23 | 10.17 | 12.31 | 14.64 | 19.94 | 26.08 | 32.94 | 40.79 | 58.56 |
| 125 | 89.72 | .455 | 1.02 | 1.82 | 2.81 | 4.08 | 5.57 | 7.28 | 9.18 | 11.38 | 13.76 | 16.32 | 22.39 | 29.12 | 36.72 | 45.51 | 65.28 |
| 150 | 98.28 | .499 | 1.12 | 2.00 | 3.11 | 4.48 | 6.10 | 8.00 | 10.08 | 12.46 | 15.08 | 17.92 | 24.42 | 32.09 | 40.32 | 49.85 | 71.68 |
| 175 | 106.1 | .539 | 1.21 | 2.16 | 3.36 | 4.84 | 6.60 | 8.64 | 10.89 | 13.46 | 16.29 | 19.36 | 26.39 | 34.56 | 43.56 | 53.85 | 77.44 |
| 200 | 113.5 | .576 | 1.29 | 2.30 | 3.50 | 5.10 | 7.05 | 9.20 | 11.61 | 14.34 | 17.51 | 20.64 | 28.20 | 36.80 | 46.44 | 57.56 | 82.56 |
| 250 | 127.1 | .644 | 1.45 | 2.58 | 4.02 | 5.80 | 7.88 | 10.32 | 13.05 | 16.09 | 19.47 | 23.29 | 31.54 | 41.28 | 52.20 | 64.36 | 92.80 |
| 300 | 139.0 | .705 | 1.59 | 2.82 | 4.40 | 6.36 | 8.63 | 11.28 | 14.31 | 17.62 | 21.33 | 25.44 | 34.54 | 45.12 | 57.24 | 70.59 | 101.7 |
| 350 | 150.1 | .762 | 1.71 | 3.05 | 4.76 | 6.84 | 9.33 | 12.29 | 15.39 | 19.04 | 22.94 | 27.36 | 37.32 | 48.80 | 61.56 | 76.15 | 109.4 |
| 400 | 160.5 | .814 | 1.83 | 3.26 | 5.09 | 7.32 | 9.97 | 13.04 | 16.47 | 20.35 | 24.62 | 29.28 | 39.89 | 52.16 | 65.88 | 81.41 | 117.1 |
| 450 | 170.2 | .864 | 1.94 | 3.46 | 5.40 | 7.76 | 10.58 | 13.84 | 17.46 | 21.59 | 26.12 | 31.04 | 42.31 | 55.36 | 69.84 | 86.35 | 124.2 |
| 500 | 179.4 | .910 | 2.05 | 3.64 | 5.60 | 8.20 | 11.15 | 14.56 | 18.45 | 22.75 | 27.54 | 32.80 | 44.00 | 58.24 | 73.80 | 91.92 | 131.2 |
| 550 | 188.2 | .955 | 2.10 | 3.82 | 5.96 | 8.40 | 11.69 | 15.28 | 18.90 | 23.86 | 28.88 | 33.60 | 46.78 | 61.12 | 75.60 | 95.46 | 134.4 |
| 600 | 196.6 | .999 | 2.23 | 3.99 | 6.23 | 8.92 | 12.21 | 15.96 | 20.07 | 24.93 | 30.16 | 35.08 | 48.86 | 63.84 | 80.28 | 99.71 | 142.7 |
| 700 | 212.3 | 1.06 | 2.46 | 4.36 | 6.79 | 9.84 | 13.31 | 17.44 | 22.14 | 27.18 | 32.88 | 39.36 | 53.26 | 69.76 | 88.56 | 108.7 | 157.4 |
| 800 | 226.9 | 1.15 | 2.58 | 4.60 | 7.19 | 10.32 | 14.10 | 18.40 | 23.22 | 28.77 | 34.92 | 41.28 | 56.40 | 73.60 | 92.88 | 115.1 | 165.1 |
| 900 | 240.7 | 1.22 | 2.75 | 4.88 | 7.63 | 11.00 | 14.90 | 19.52 | 24.75 | 30.52 | 36.94 | 44.00 | 59.83 | 78.08 | 99.00 | 122.5 | 176.0 |
| 1000 | 253.8 | 1.29 | 2.89 | 5.16 | 8.04 | 11.56 | 15.76 | 20.64 | 26.00 | 32.17 | 38.93 | 46.24 | 63.06 | 82.56 | 104.0 | 128.7 | 185.0 |

Quadro 1

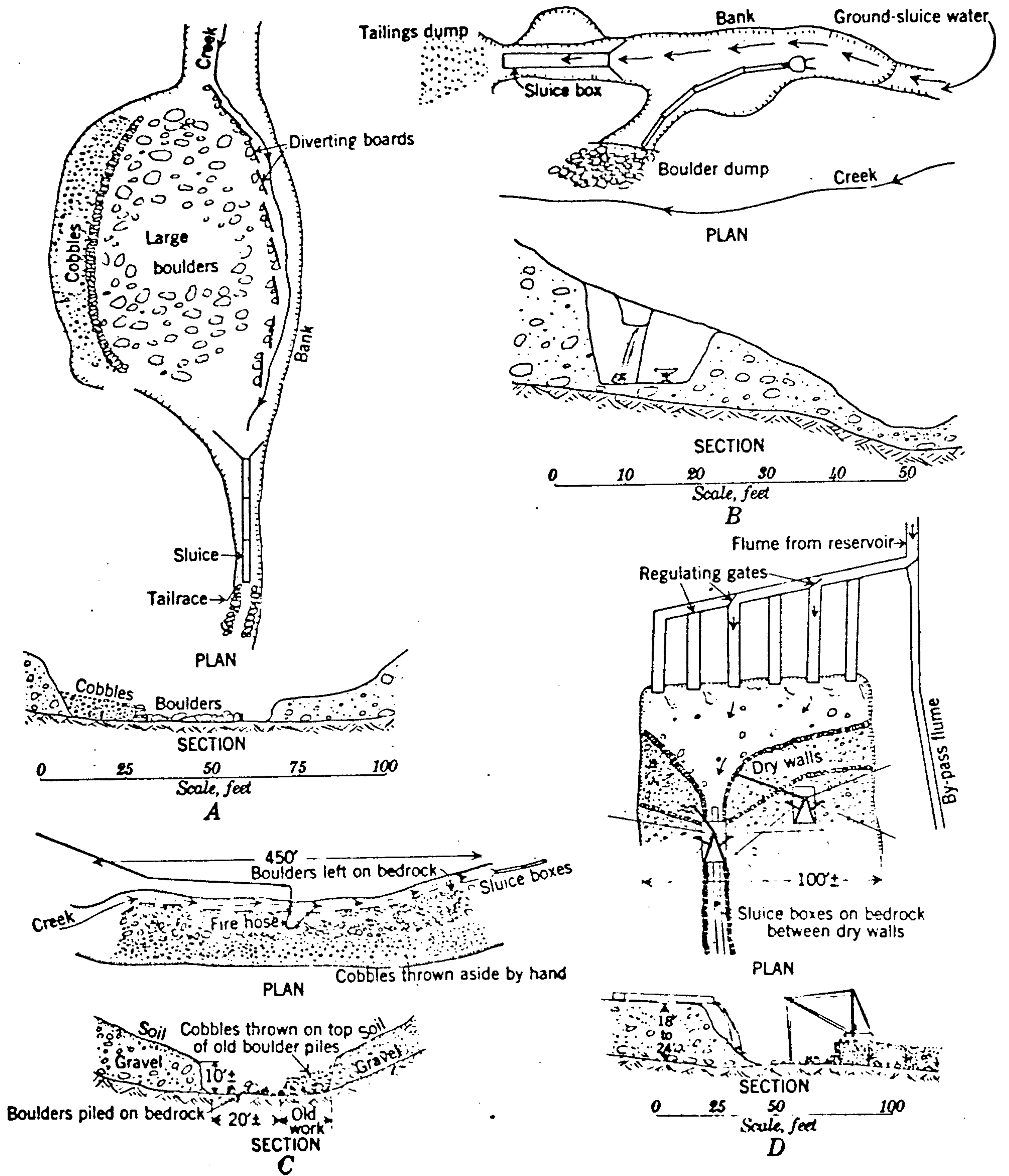
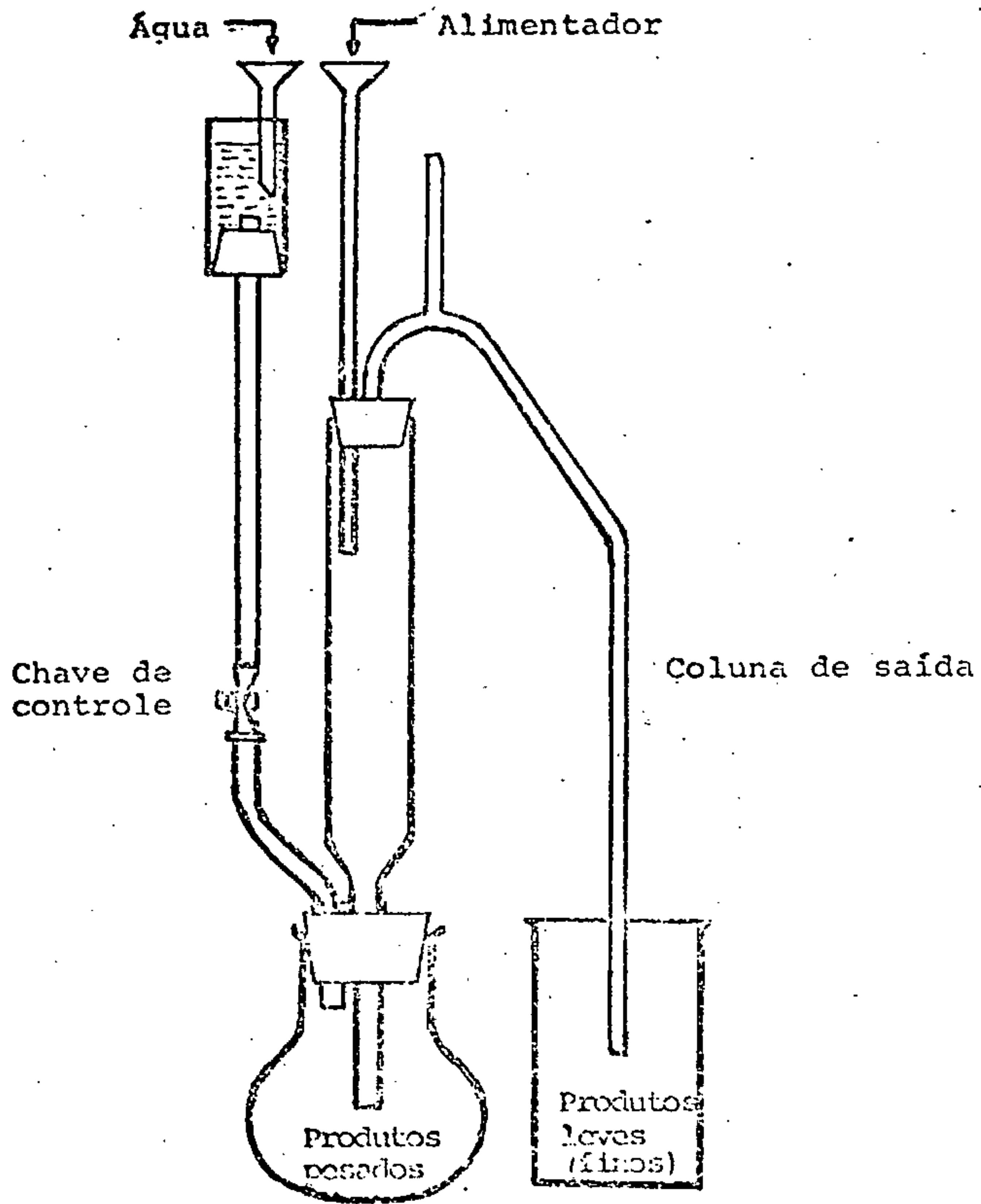


Fig 24—Lay-outs of ground-slucce mines: A, Ravano mine, Laurin, Mont.; B, Rundle mine, Blackhawk, Colo.; C, Camp Bird mine, Laurin, Mont.; D, Harvey mine, Lincoln, Mont.



Elutriador simples

Fig. 25

3. - TRATAMENTO OU BENEFICIAMENTO DOS ALUVIÕES

O tratamento de aluviões contendo minerais pesados valiosos devem começar pela lavagem do material aluvionar a fim de liberar as partículas do mineral, e devem ser feitos de tal maneira que o aproveitamento ou recuperação seja o máximo possível, para o que utiliza diversos métodos tais como:

- Lavagem (Washing)
- Desagregadores
- Classificadores
- Concentração por gravidade
- Concentração em seco
- Concentração por amalgamação

Os princípios fundamentais de uma concentração gravimétrica se baseiam na razão de concentração.

Para processos em Água para Ouro:

$$R = \frac{P_e - 1}{P_d - 1} = \frac{19-1}{2.65-1} = \frac{11}{1}$$

Para processos em seco para Ouro:

$$R = \frac{P_e}{P_d} = \frac{19}{2,65} = \frac{7}{1}$$

O que nos demonstra que as melhores vantagens são utilizando os métodos hidrogravimétricos que os de via seca.

No entanto, são amplamente positivos os 2 métodos de vido as grandes diferenças de relação 11:1 e 7:1 que existe no minério.

INÍCIO DE OPERAÇÕES DE LAVRAS
PEQUENA E MÉDIA EMPRESAS



W. E. Cockfield 44088

Fig. 26



A. H. Lang 5-6-1949

Fig. 27

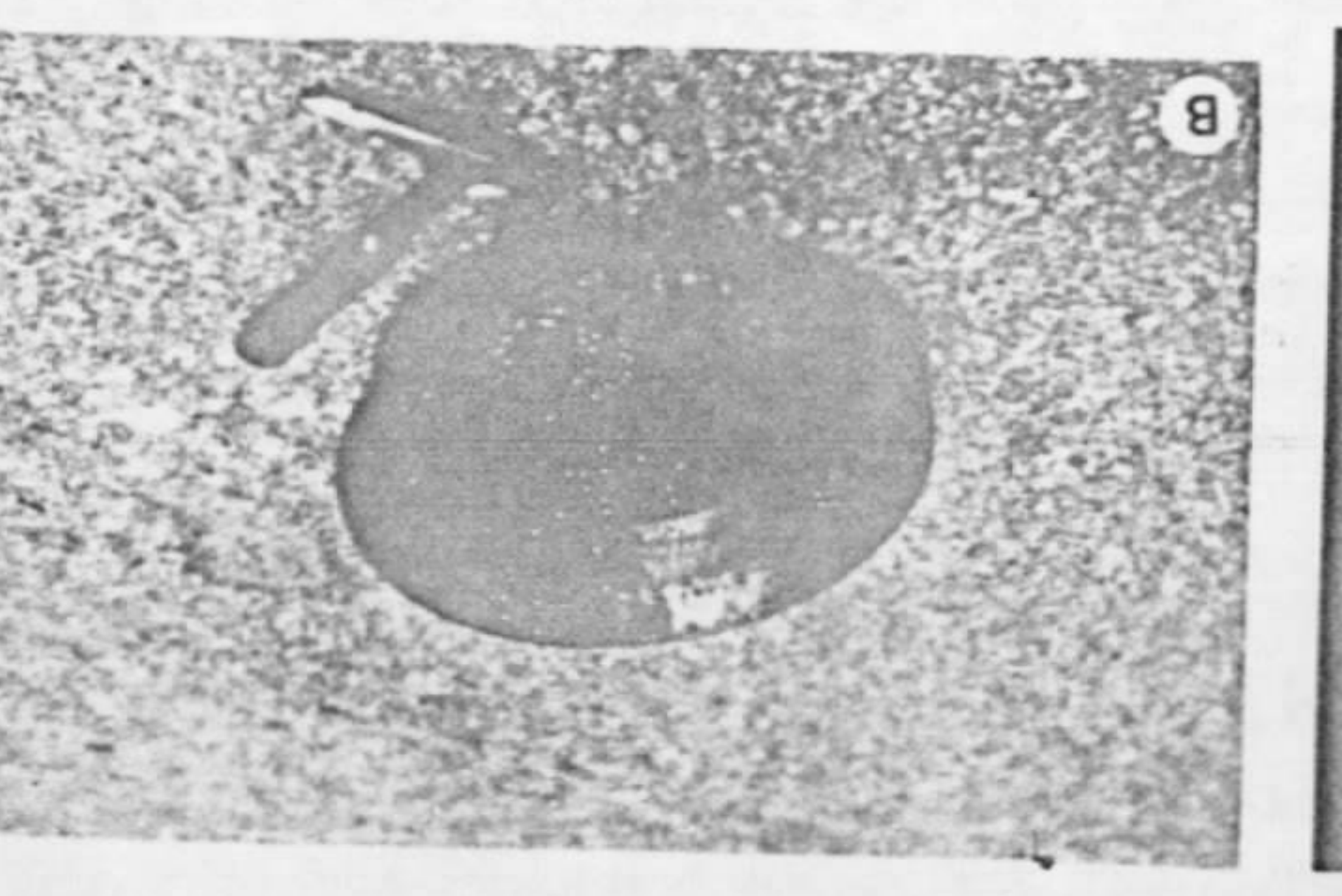
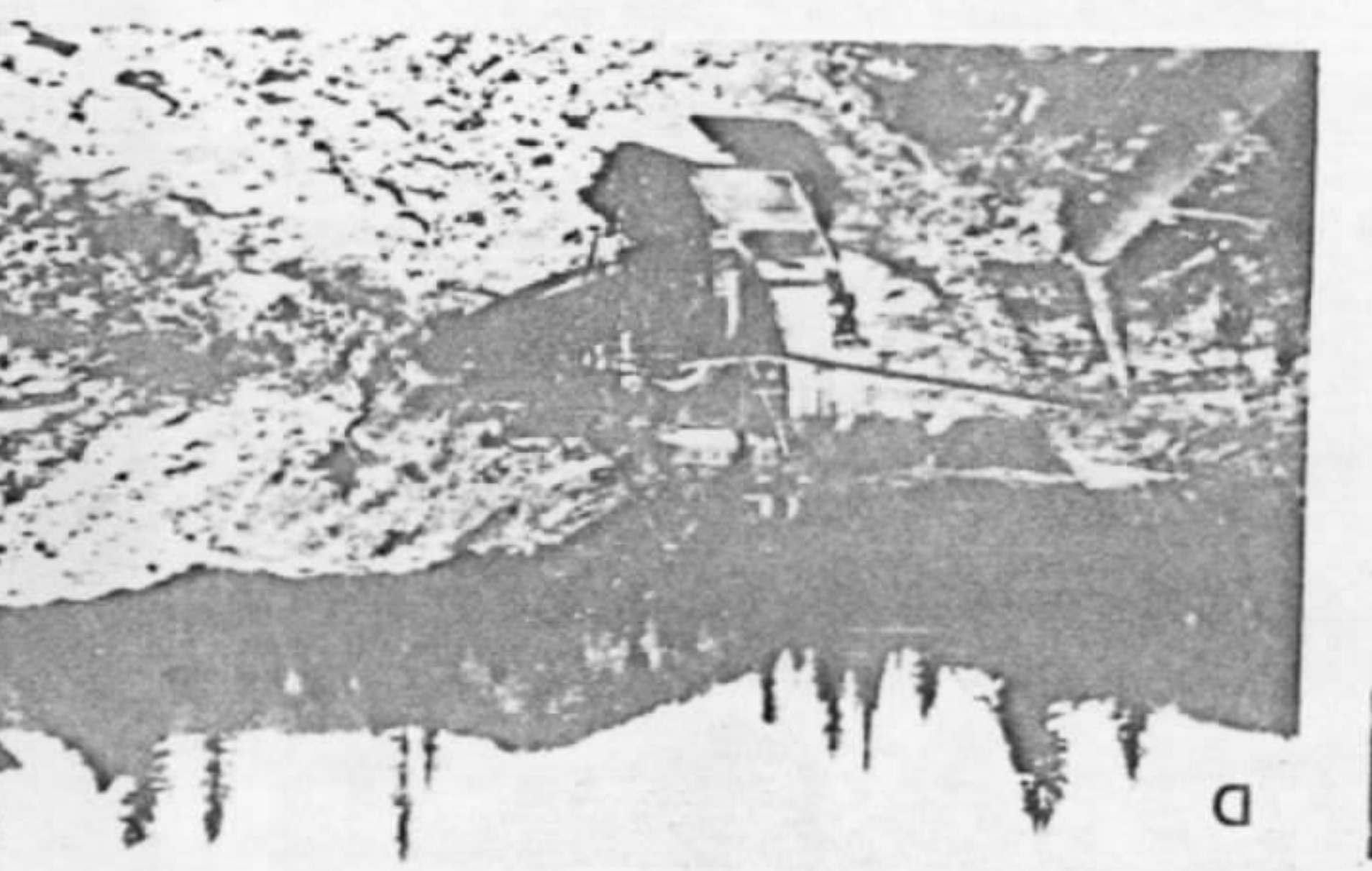
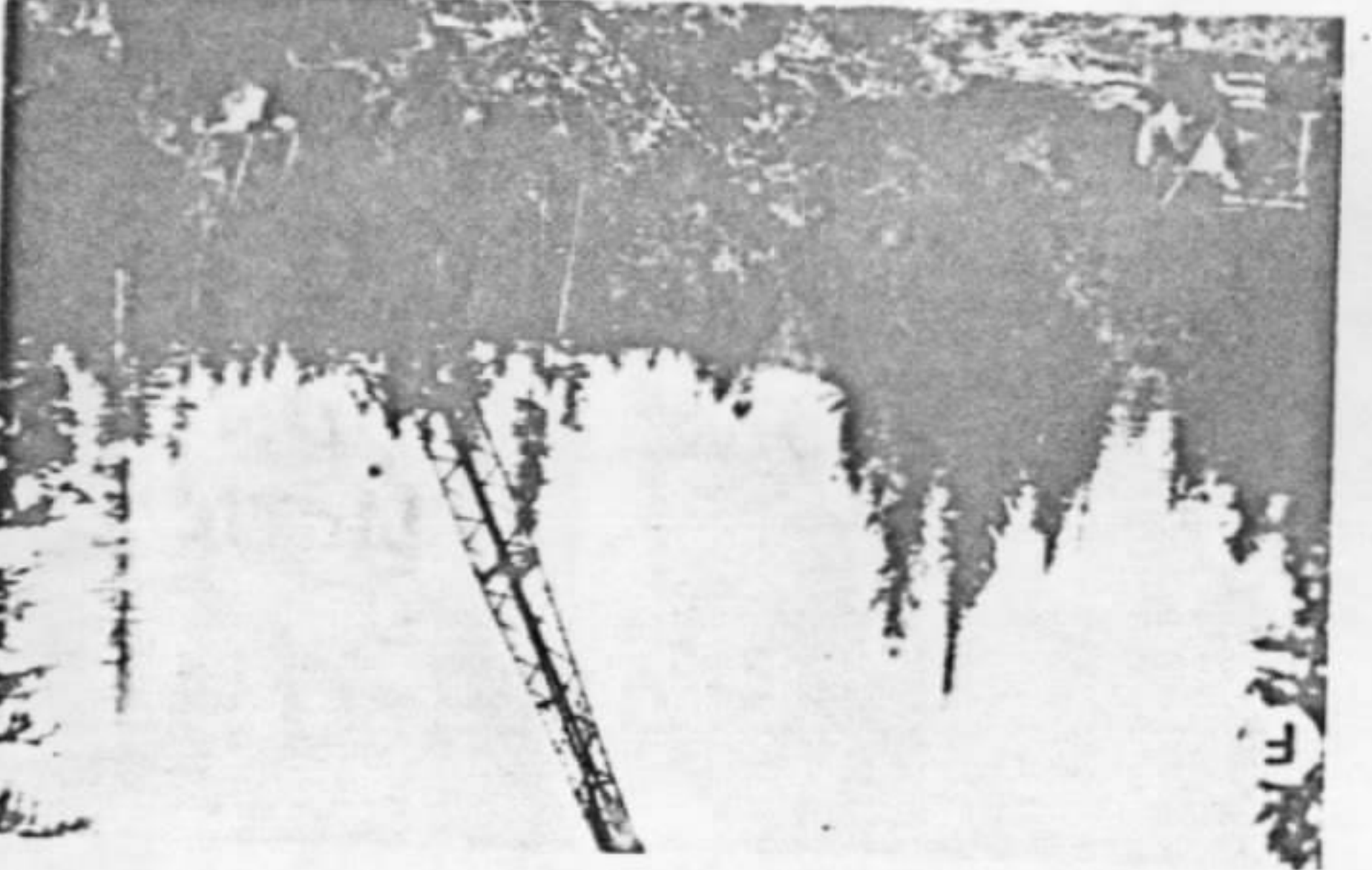
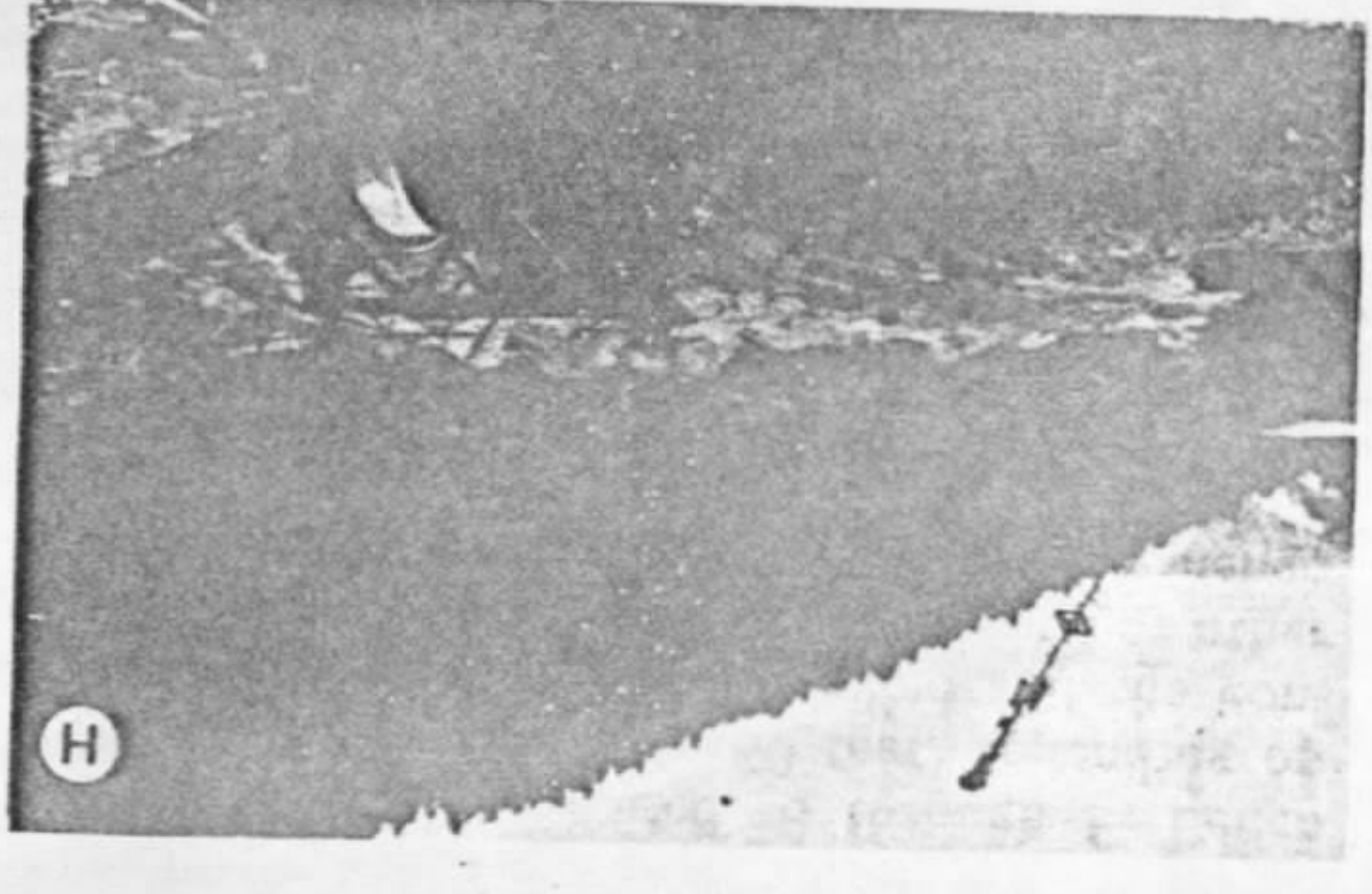
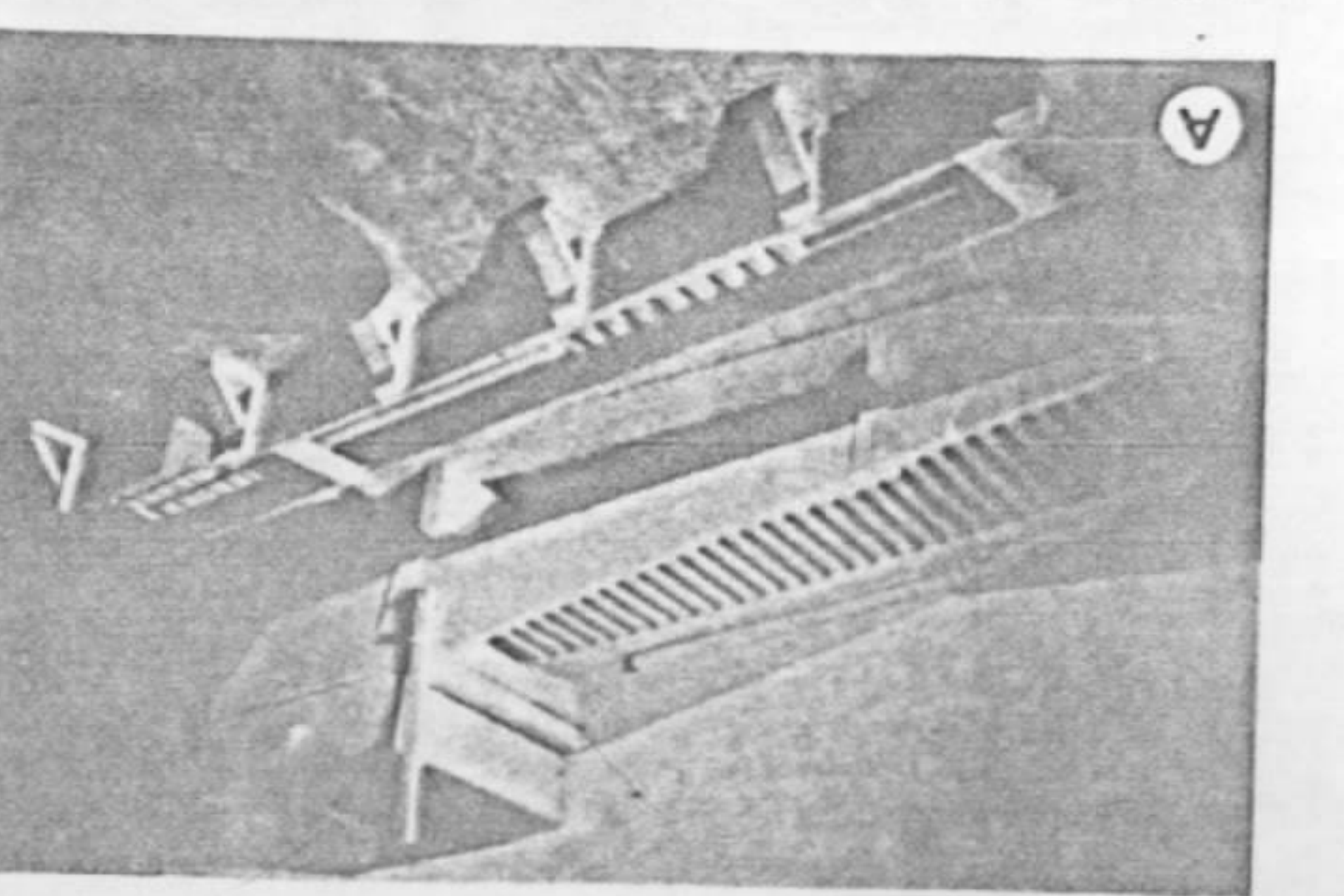
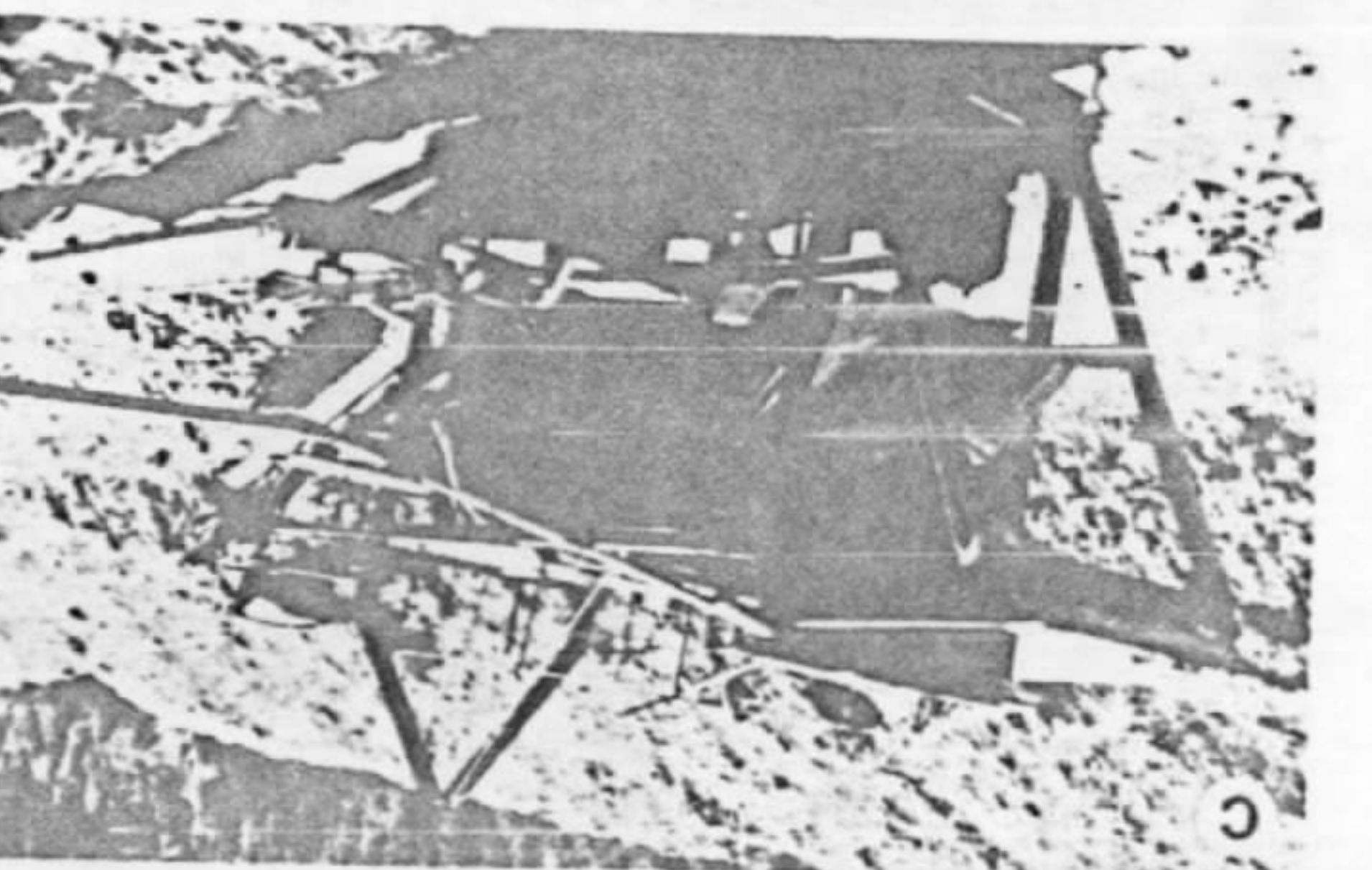
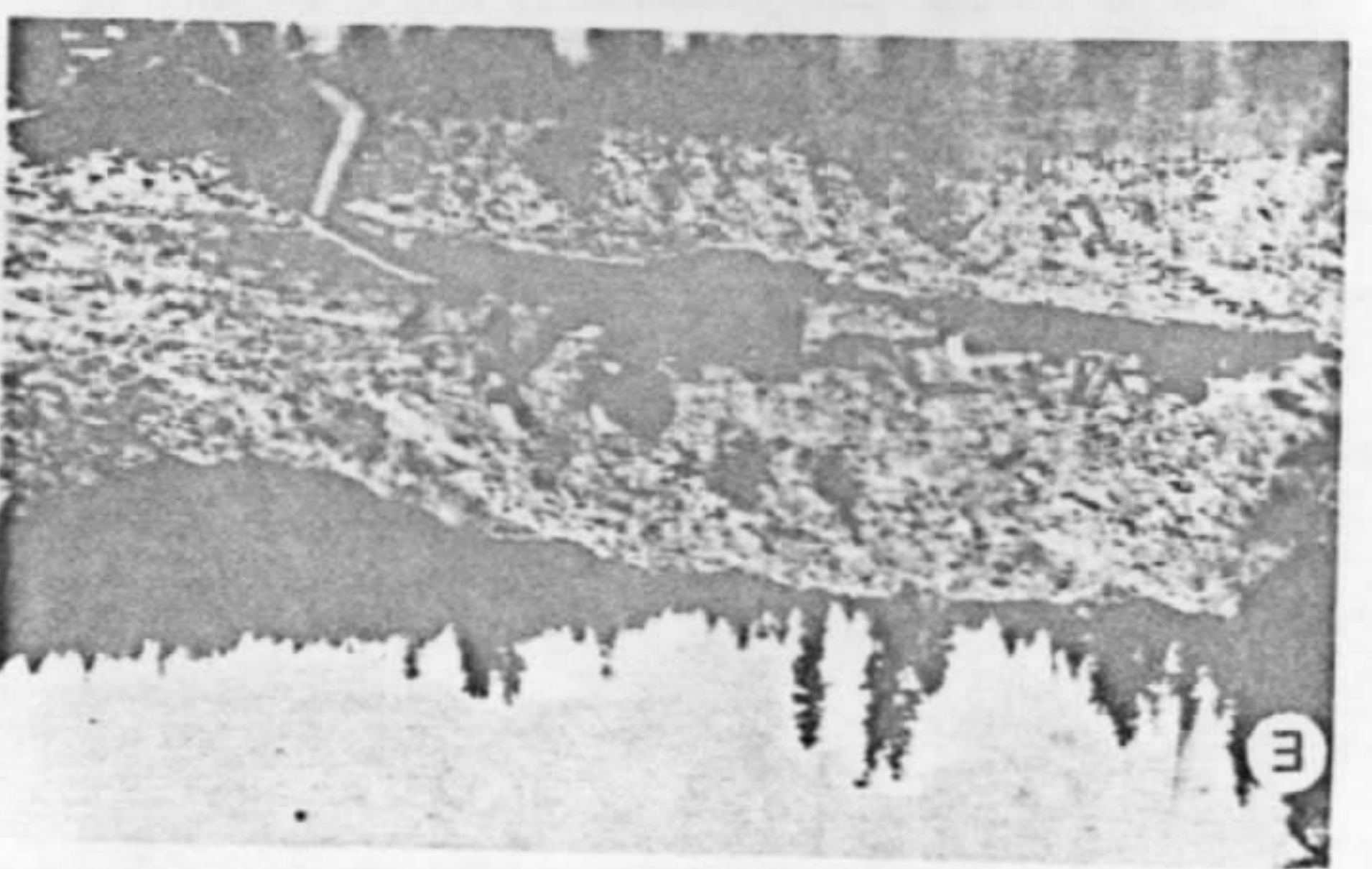
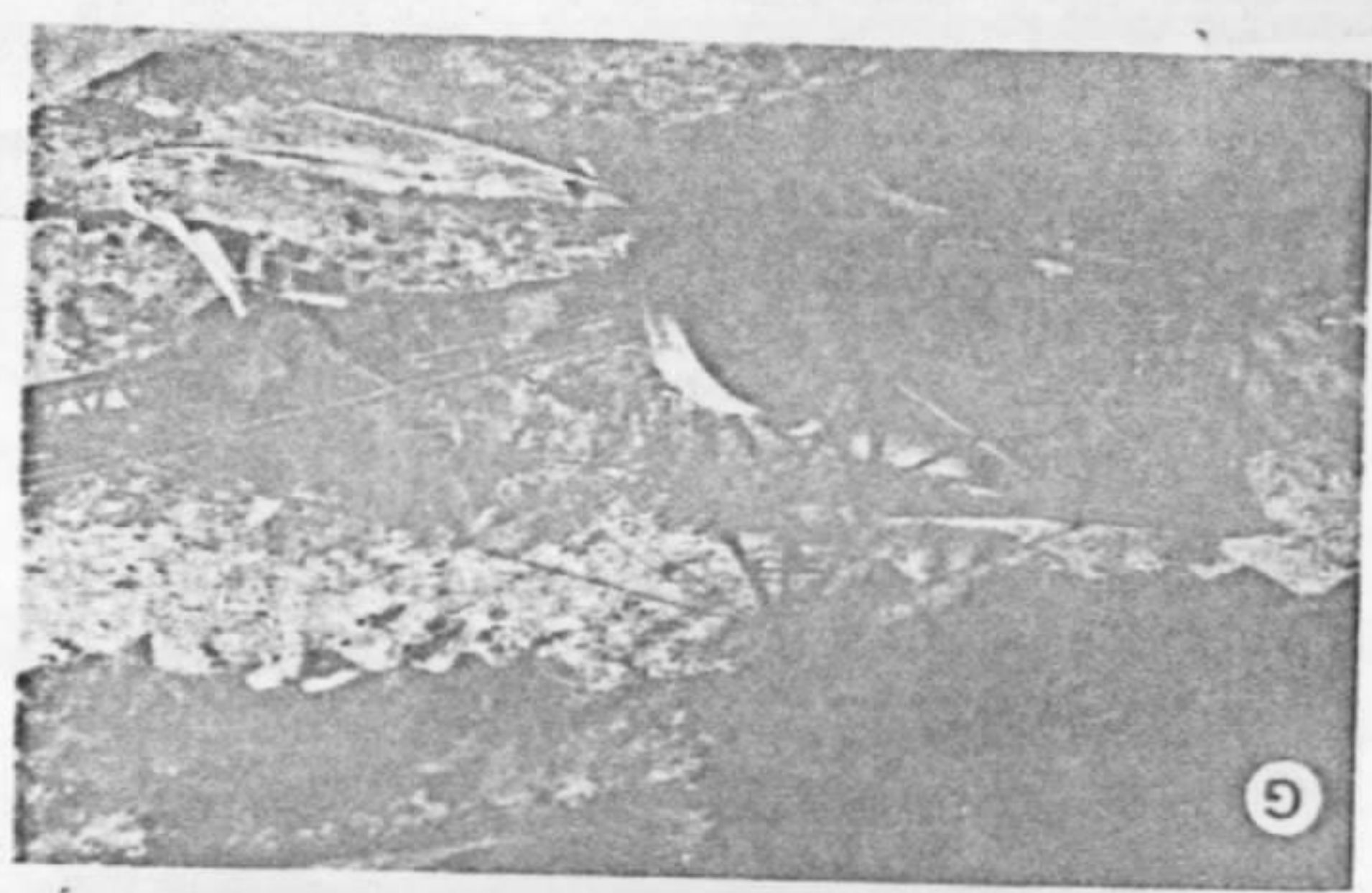
3.1 - Considerações Gerais

Os equipamentos usados na recuperação de placeres auríferos mudou muito pouco no decorrer dos anos, de um modo geral, permanece relativamente simples. Muitos aparelhos empregam alguma forma de superfície riflada para segurar o ouro ou outro mineral pesado, depois de ele ter sido separado dos materiais não valiosos. A separação se baseia na lavabilidade e desagregação dos minerais pesados e logo o aproveitamento da diferença de pesos específicos para resistir a ação da água em movimento, enquanto os minerais leves são por ela carregados. Nos lavadores a seco, onde uma corrente de ar é utilizada como meio transportador, se aplica o mesmo princípio. Embora muitos tenham tentado usar este sistema em grande escala não se tem notícia de um equipamento (de grande capacidade) para recuperar ouro que possa, economicamente substituir os sluices riflados comuns ou os jigues, usados nas dragas ou em operações de larga escala em placeres. É verdade que os sluices podem perder algum ouro fino, mas isto é normalmente compensado por seu baixo custo de operação e sua alta capacidade unitária, que se combinam para prover um maior lucro.

Quando da seleção de uma máquina para lavagem e concentração de amostras de placer, a primeira consideração deverá ser, se ela indicará ou não, o conteúdo em ouro COMERCIALMENTE RECUPERÁVEL da amostra.

Outras qualidades desejáveis para o tratamento em grande escala poderiam ser:

- baixo custo inicial;
- facilidade de manutenção e reparo no campo;
- facilidade no transporte e montagem para operação;
- possibilidade de utilizar material sem peneiramento prévio;
- lavagem e rejeição do material "oversize";
- utilização eficiente da água;
- processar eficientemente tanto as amostras pequenas quanto as grandes;
- redução efetiva da amostra a um resíduo de pequeno volume ou concentrado;
- possibilidade de ser limpa rápida e completamente, entre uma amostra e outra; e,
- ter sido testada durante longo tempo e aceita por operadores de mina experimentados ou engenheiros familiarizados com os requisitos da amostragem de placeres.



EQUIPAMENTOS DE PESQUISA E LAVRA PEQUENA E MEDIA EMPRESAS

Deve ser novamente enfatizado que nenhuma draga ou outro equipamento de operação em larga escala em placeres recupera 100% dos minerais valiosos, e por isto é importante que o processo de lavagem indique o retorno a ser esperado em uma operação comercial.

Em relação a isto, é notável como a bateia, o rocker e o sluice, quando utilizados por eficientes operadores de placeres, preenchem este requisito

3.1.1 - A bateia de minerador

A bateia de minerador, mais conhecida como bateia de ouro, é, talvez, o equipamento mais usado para a lavagem de pequenas amostras de placeres. Nas mãos de um conhecedor a bateia é um concentrador versátil e eficiente na lavagem de pequenas quantidades de cascalho, porém, quando as amostras individuais pesam mais de 30 libras, ou onde um grande número de amostras tem que ser lavado, é necessário alguma coisa que tenha maior produção com menor dispendio de tempo e trabalho. (Fig. 3 e pag. 38).

3.1.2 - O rocker

O rocker, historicamente, nos faz lembrar o equipamento mencionado pelo célebre Georgius Agricola em sua imortal obra REMETALICA.

Os rockers são intensamente usados para a lavagem de amostras de placeres e, na maioria das vezes, eles são adequados às necessidades do engenheiro de campo. O fato do rocker haver sobrevivido em competição direta com uma variedade de máquinas mais "modernas" ou "aperfeiçoadas", que foram introduzidas através dos anos, atesta a confiabilidade dos resultados que podem ser obtidos.

Os rockers são, usualmente, feitos no próprio local de trabalho e são construídos em uma variedade de tamanhos e tipos, dependendo da concepção e experiência do construtor. A fig. 28. mostra um rocker leve que é fácil de construir e adequado ao uso geral.

O consumo de água de um rocker é de cerca de 5 galões por minuto e, no caso de não haver disponibilidade de água, 2 ou 3 barris de água, usados em circuito fechado, geralmente são suficientes para 1 dia de trabalho. Experiências têm mostrado que 1

homem usando um rocker de 12 polegadas x 4 pés, similar ao da figura, pode lavar o equivalente a 8 amostras de 80 libras por dia, onde as condições sejam favoráveis.

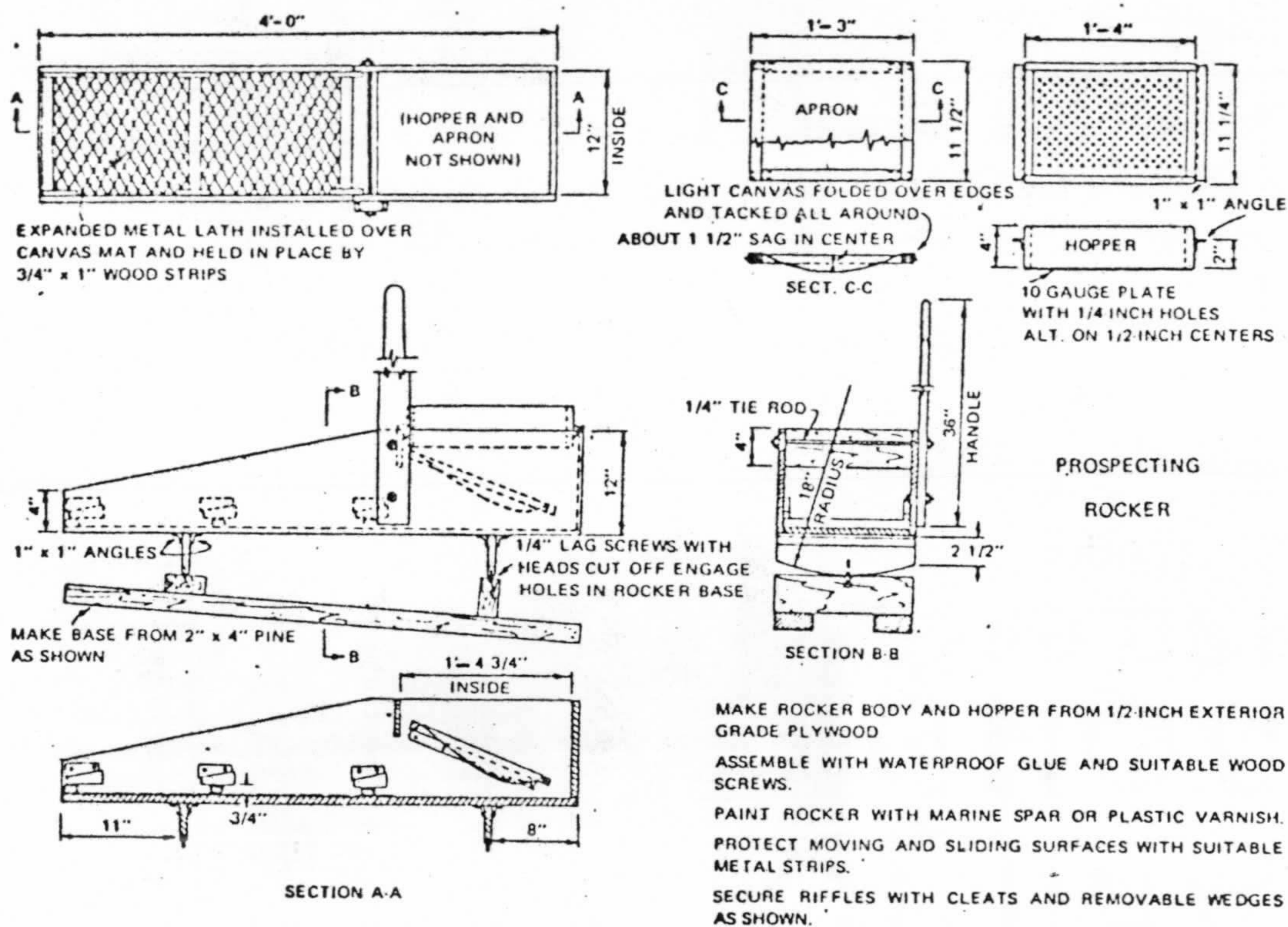


Fig. 28

3.1.3 A cobra fumando

Equipamento muito utilizado nos garimpos brasileiros, geralmente construído no próprio local de operação e que se constitui em uma variação do rocker. O equipamento abrange um reservatório

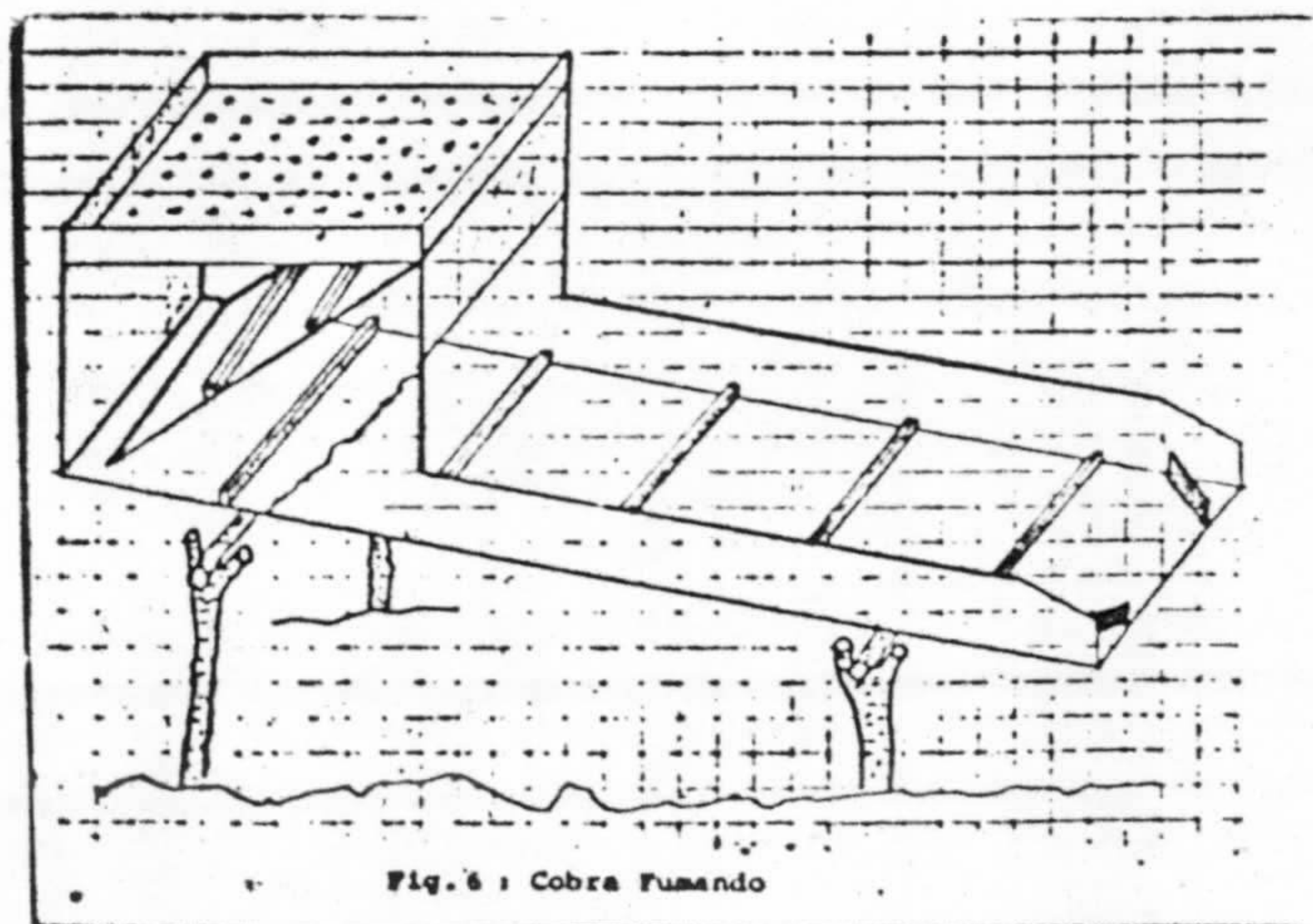


Fig. 29

d'água com dois orifícios no fundo, permitindo um fluxo constante d'água; um alimentador manual e uma chapa com furos de 3/8" medindo 60x40, uma rampa de 60x40 (denominada paraquedas) inclinada aproximadamente 19° e com tariscas transversais espaçadas em 15cm e com 12mm de altura (tendo no fundo panos de sarapilha), uma caixa de madeira de 135x40x15cm com tariscas de 12mm de altura, espaçadas cada 25 a 35cm (tendo o fundo também forrado com estopa), com inclinação variando de 12 a 18°.

As dimensões acima variam bastante, dependendo do local em que são utilizadas (figura 29).

3.1.4 - O sluice e o Long tom

Outro equipamento amplamente usado na lavagem de amostras e o sluice e o Long tom que, em sua forma mais simples, não é mais do que uma calha longa ou série de calhas de seção retangular, no fundo da qual são colocadas tariscas transversais (riffles). Ele opera, basicamente, pela passagem de uma corrente de água que carrega a areia e o cascalho sobre tariscas, as quais retêm o ouro ou outros minerais pesados, que se acomodam no fundo (fig. 30-31-32 e 35).

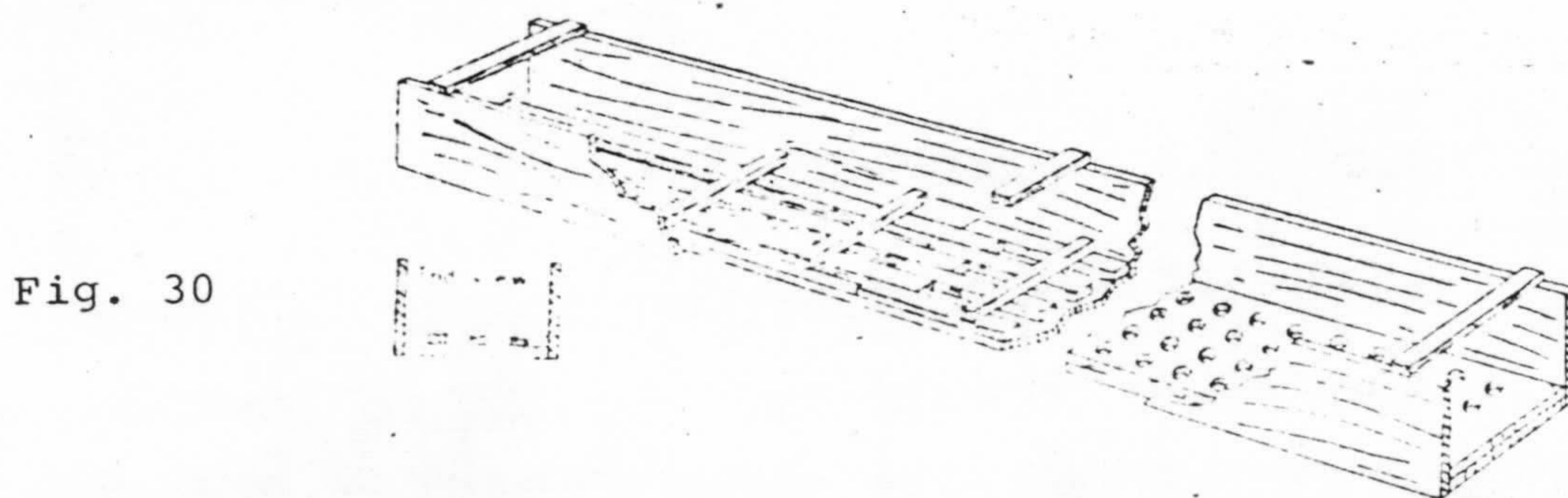


Fig. 30

Two types of sluice-boxes (a) showing riffles and (b) showing perforated false bottom.

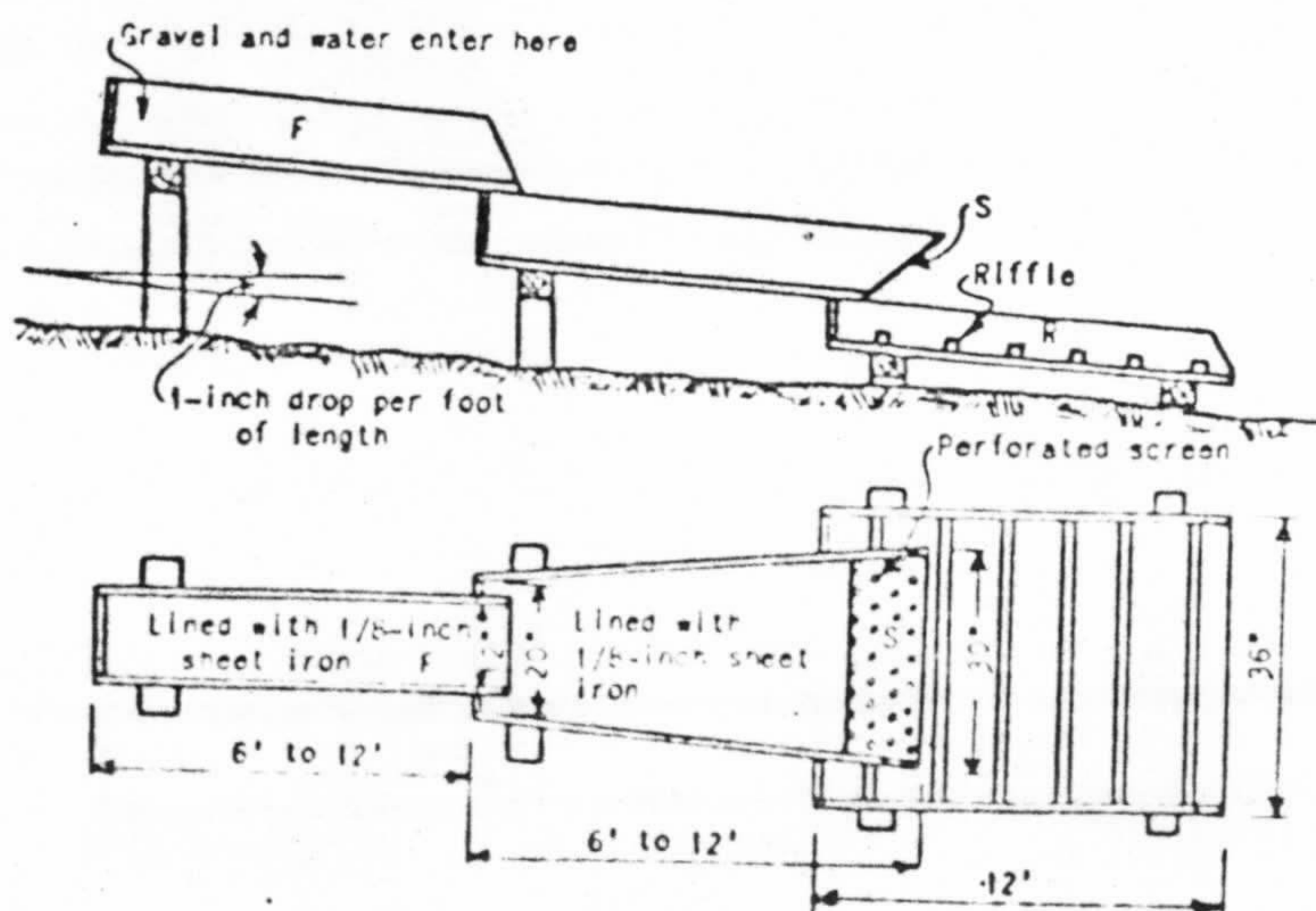


Fig. 31

APLICAÇÃO DAS CAIXAS "SLUICES"



Fig. 32

3.1.5 - A bica canadense

Equipamento constituído de um alimentador com furos de 3/8" medindo 1,00 x 0,70m; um conjunto de bicas de 3m de comprimento cada, largura de 0,70m, sendo o fundo recoberto com estopa, com inclinação variando de 4 a 14°, com rifles conchoidais (húngaros) de 5cm de altura e espaçados de 15cm. Este equipamento é totalmente construído com chapas de ferro e colocados em série de 3 a 5 elementos (figura 33).

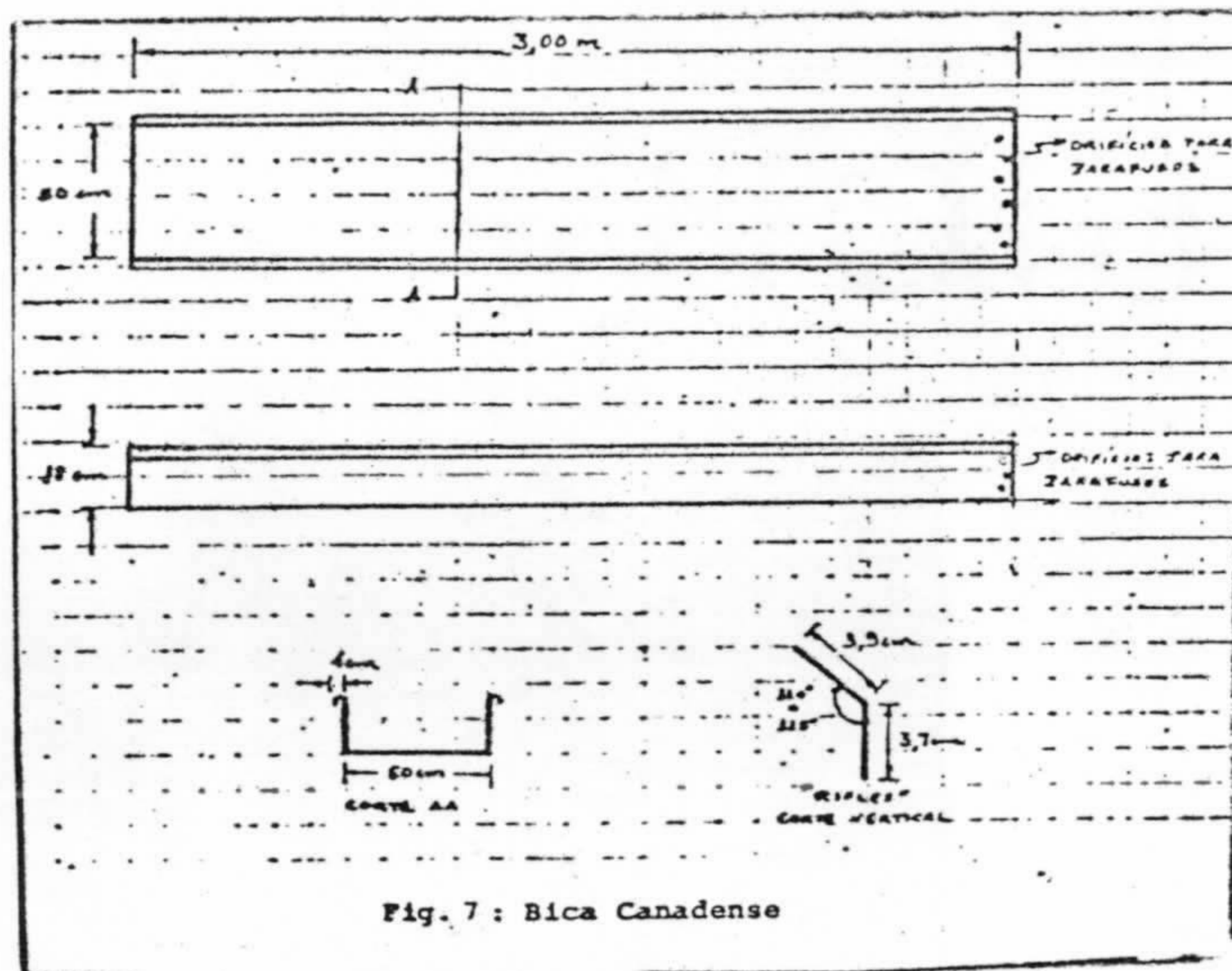
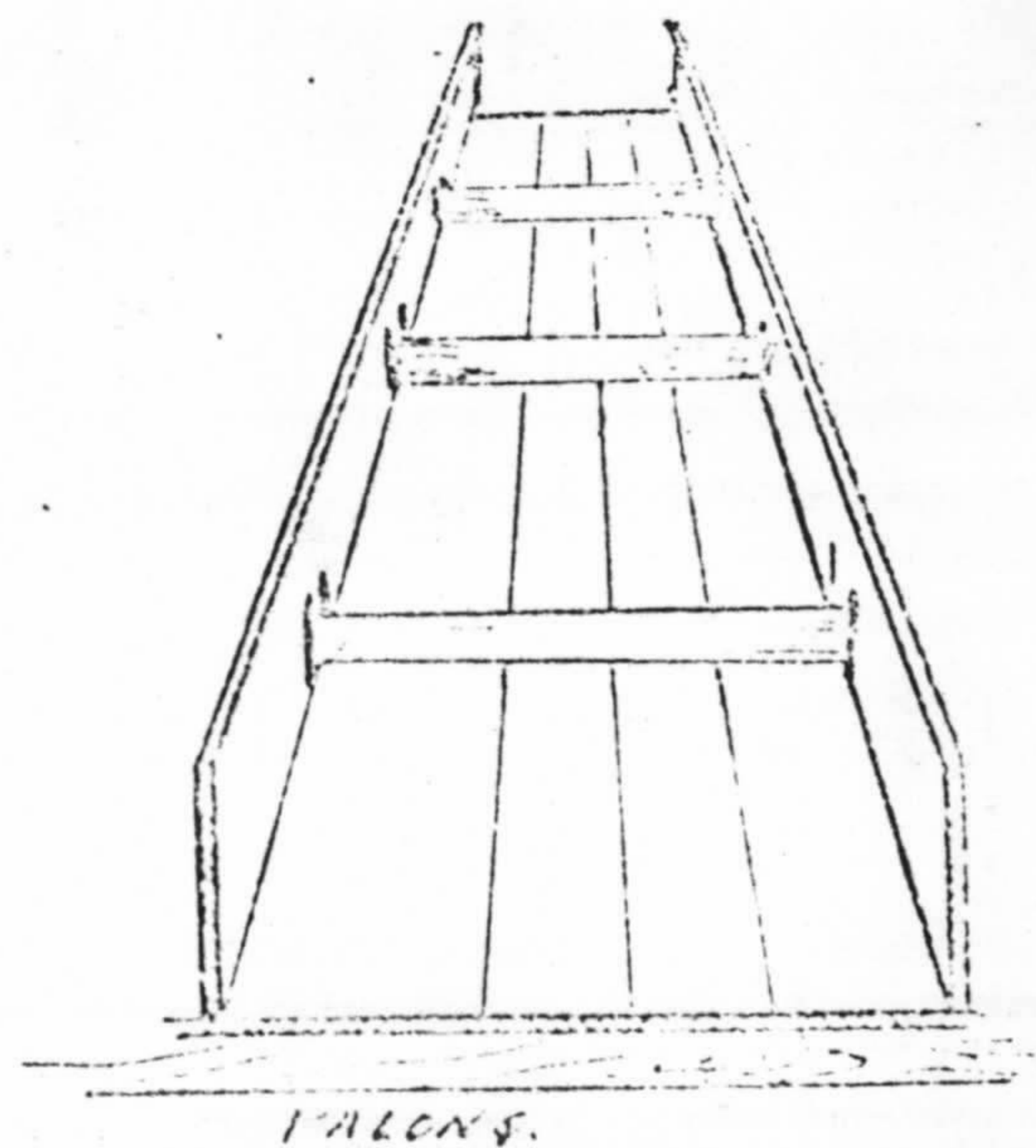
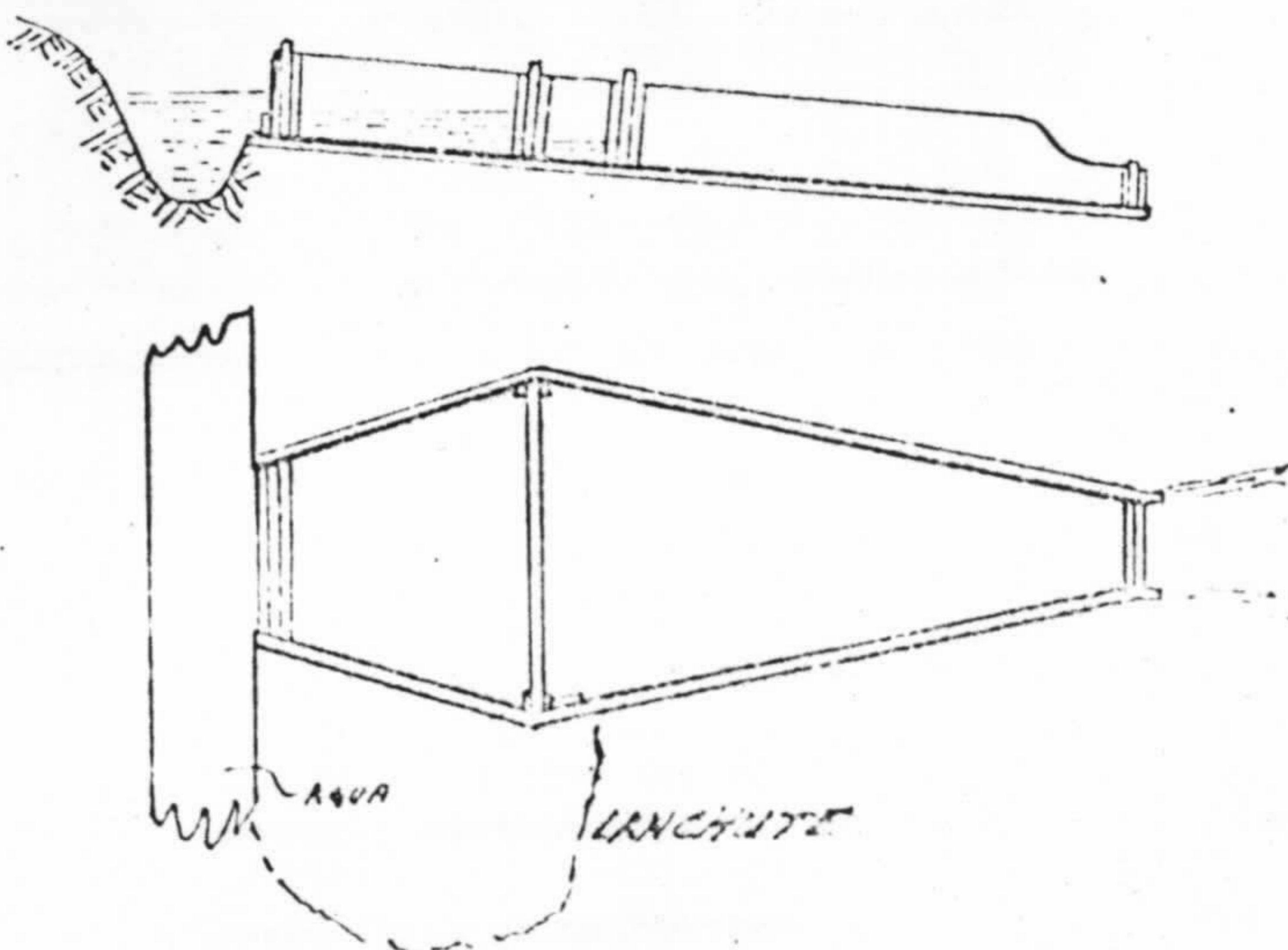


Fig. 33.

3.1.6 - Palongues



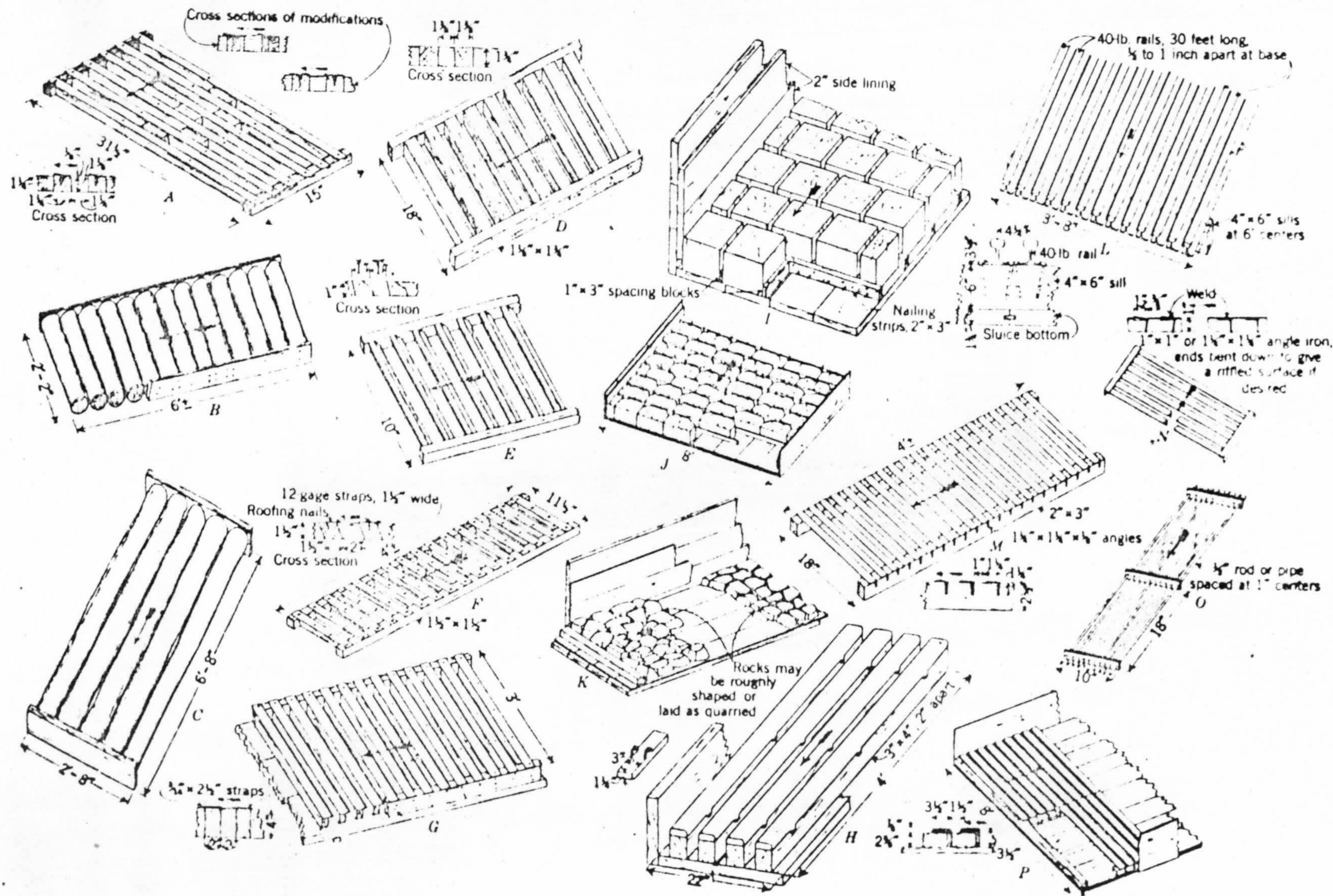


Fig. 35

Figure 35. Types of raffles. A, transverse wooden steel-banded raffles used on bridges. B, transverse pole raffles. C, longitudinal pole raffles. D, transverse wooden raffles, steel-banded. E, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. F, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. G, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. H, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. I, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. J, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. K, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. L, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. M, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. N, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. O, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing. P, transverse wooden raffles, steel-banded with sheathing.

SLUICES EM PRODUÇÃO EM
PEQUENA E MÓDIA EMPRESAS



Sluice-box and tail-race.

Fig. 36

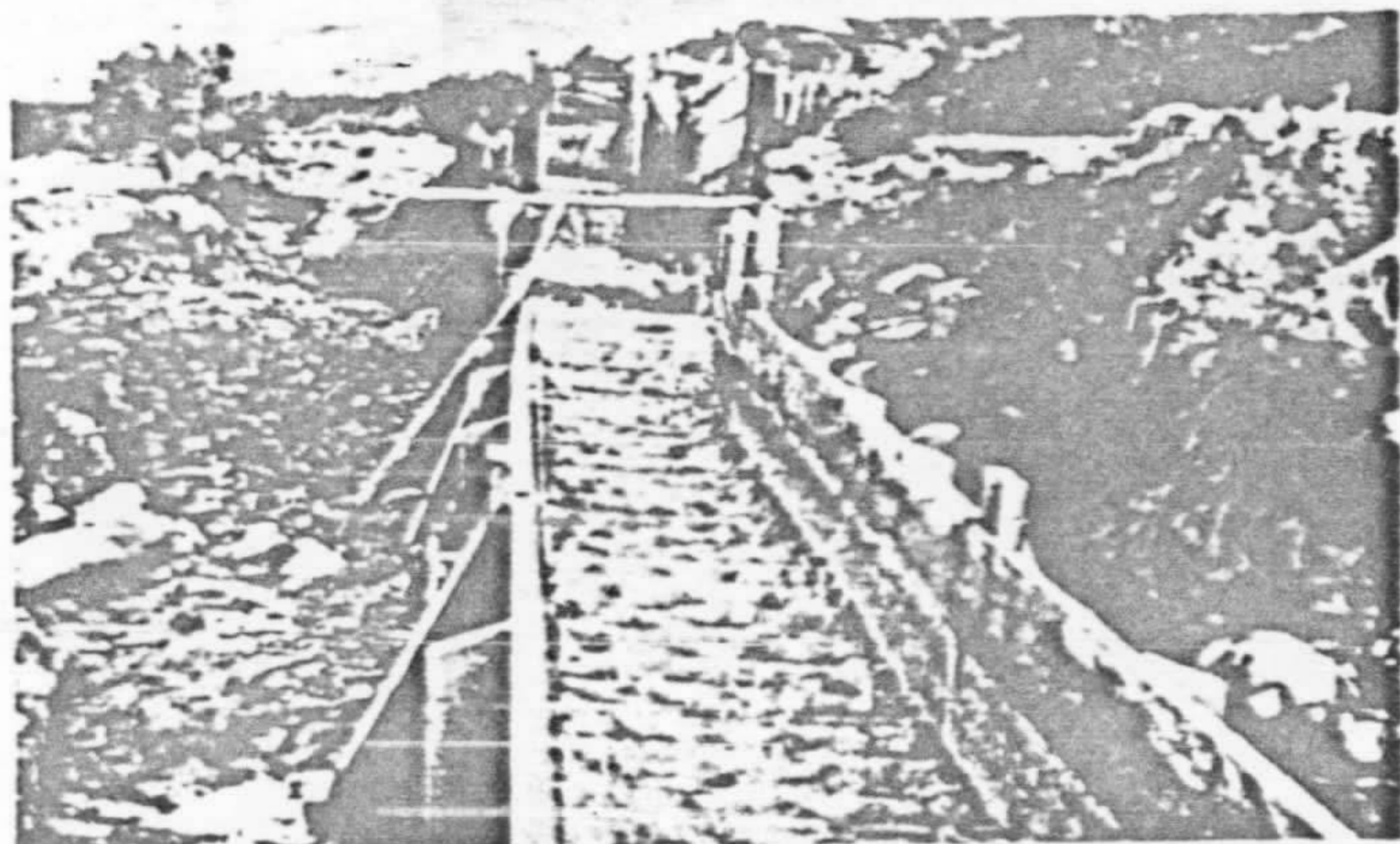


A. H. Lang 89568

Fig. 37

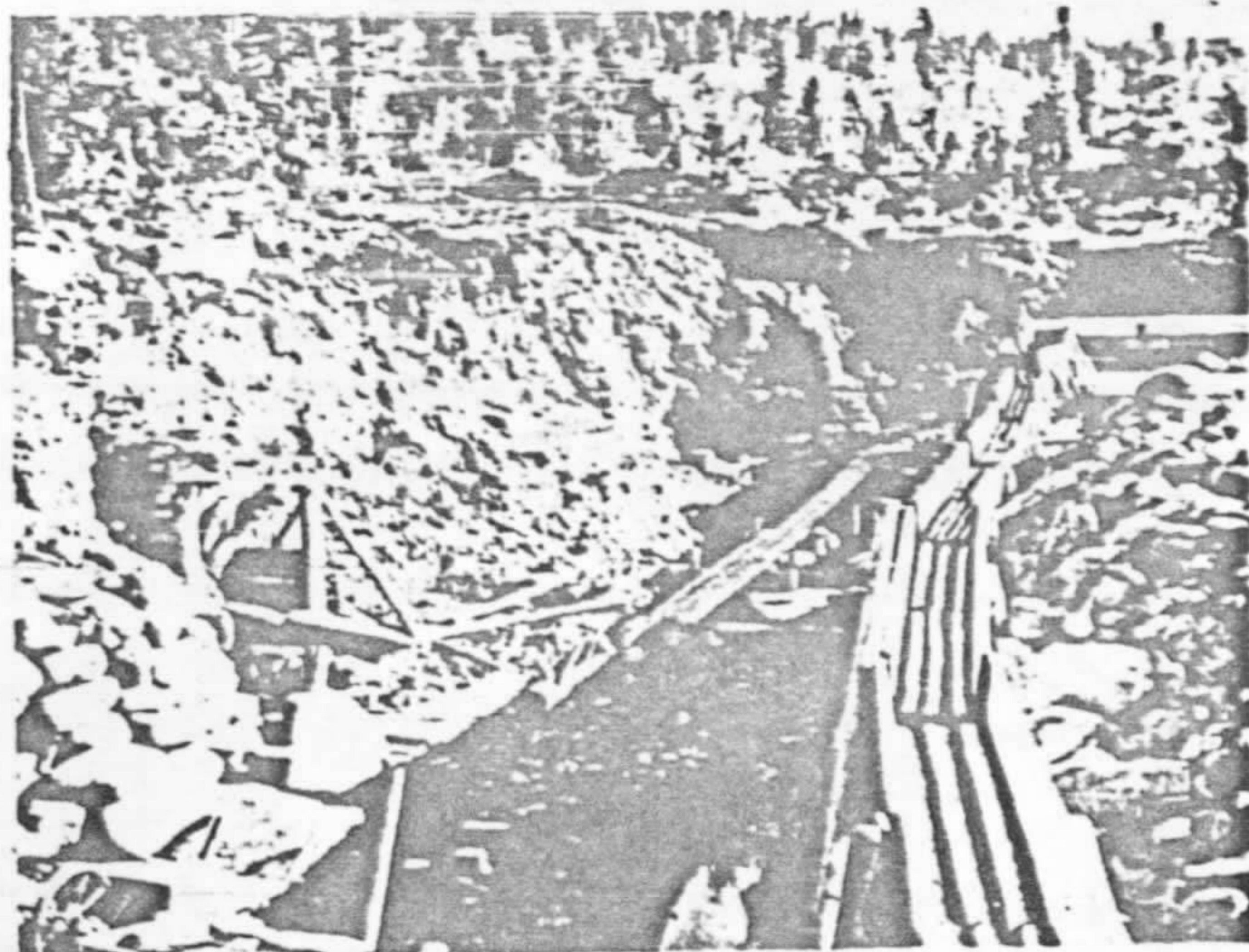


Plate 80
A large hydraulic mine in British Columbia. Note two ground sluices in background, cutting into the bank to hasten its disintegration. Water from monitor at left is cutting the base of the bank, and that from monitor at right is breaking up large chunks of gravel that have fallen into the pit. The "pay gravel" is on bedrock at the base of the pit. The water from the monitors drains the gravel into sluice-boxes that are not visible.



H. S. Bostock 88546

Plate 81A. Sluice-box with transverse riffles.



H. S. Bostock 88562

seen. They are placed on the ground or on trestles or



A. H. Lang 89568

Plate 82. Sluice-box at large placer mine in B.C. Here forks were used to remove boulders to prevent clogging.

- A) MESAS ESTÁTICAS PARA RECUPERAÇÃO DE FINOS
B) MOAGEM RÚSTICA DO MINÉRIO E BENEFICIAMENTO EM "ROCKER"



Plate 85

A. A modern arrastra in British Columbia showing equipment for recovering mineral grains.

W. E. Cockfield 83417



B. Drawing of an early arrastra, also showing rocking and panning of crushed ore (courtesy B.C. and



PRODUÇÃO EM ESCALA MÉDIA

EQUIPAMENTOS MOTORISADOS
DE GRANDE CAPACIDADE - SLUICE

HIDROCICLONE CONCENTRADOR
E/OU CLASSIFICADOR DE
GRANDE CAPACIDADE

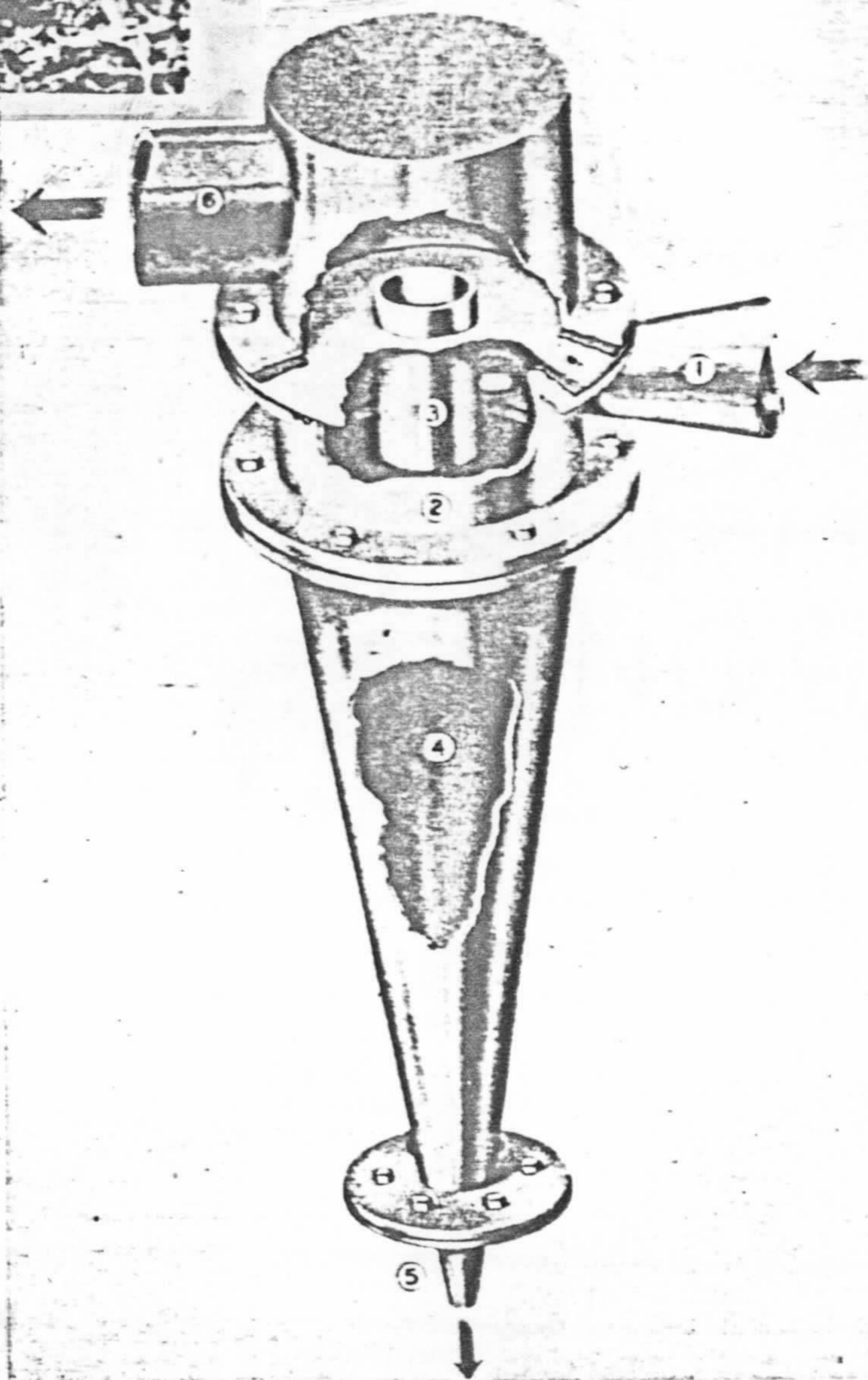


FIG. 32.—The Cyclone Separator.

3.2 - Outros Métodos de Concentração

Nas regiões áridas, onde a água é escassa e cara, pode ser proposta uma concentração "a seco", e um pequeno lavador a seco pode ser a escolha lógica para o processamento das amostras. Existem, no mercado, alguns equipamentos operados manualmente, sendo que a maioria trabalha bem, dentro dos limites comuns a todos os lavadores a seco. Inicialmente, consideremos 2 partículas idênticas de ouro, uma em um lavador a seco e outra submersa em água. Pode ser demonstrado que o peso relativo da partícula de ouro seca é substancialmente menor do que a partícula molhada. Isto pode ser ilustrado pelas seguintes equações nas quais o peso específico do ouro é 19, o do cascalho é de 2,65 e o da água é 1:

$$\frac{\text{Ouro no ar, } 19}{\text{Cascalho no ar, } 2,65} = \frac{7}{1}$$

$$\frac{\text{Ouro na água, } 19-1}{\text{Cascalho na água, } 2,65-1} = \frac{11}{1}$$

Isto mostra que o ouro é 11 vezes mais pesado do que o cascalho quando submerso em água, comparado ao 7:1 no ar.

Para responder à lavagem a seco o material ser tratado necessita estar completamente seco. Na maioria dos casos, uma umidade de 3% é considerada com limite máximo. As partículas de ouro necessitam também estar completamente liberadas. Além disto, uma separação efetiva depende do uso de uma alimentação dentro de uma faixa estreita de tamanho de partículas, algumas vezes não superior a 1/4". Wilson e Fansett (1961) referindo-se aos testes feitos na Universidade do Arizona afirmaram:

"Um concentrador a seco não obterá uma recuperação tão alta quanto um concentrador a úmido. Sob condições favoráveis, a recuperação será aproximadamente, de 10 a 15% menor em um concentrador a seco do que em um equipamento a úmido".

Na figura 38 é apresentado um diagrama esquemático de um lavador a seco.

3.2.1 - Equipamentos de concentração a seco

Os concentradores em seco são de pouca capacidade, os mais rústicos começaram no México utilizando um cobertor e dois obreiros nos extremos, botando o material variadas vezes para cima; o Ouro fica retido no cobertor. Depois surgiram variados tipos de jig pneumáticos (figura 39) e, diagrama esquemático do Goler Gulch Calif., são eles muito semelhantes a nossa mufula utilizada na Bahia.

Jig Kipp Kelly

A mesa vibratória pneumática

Separadores magnéticos em geral em seco

Separadores Eletrostáticos (Kipp Kelly e outros)

O professor Mario Carta na década de 1960 começou novamente a retomar e estudar os problemas da separação em seco.

MUFULA

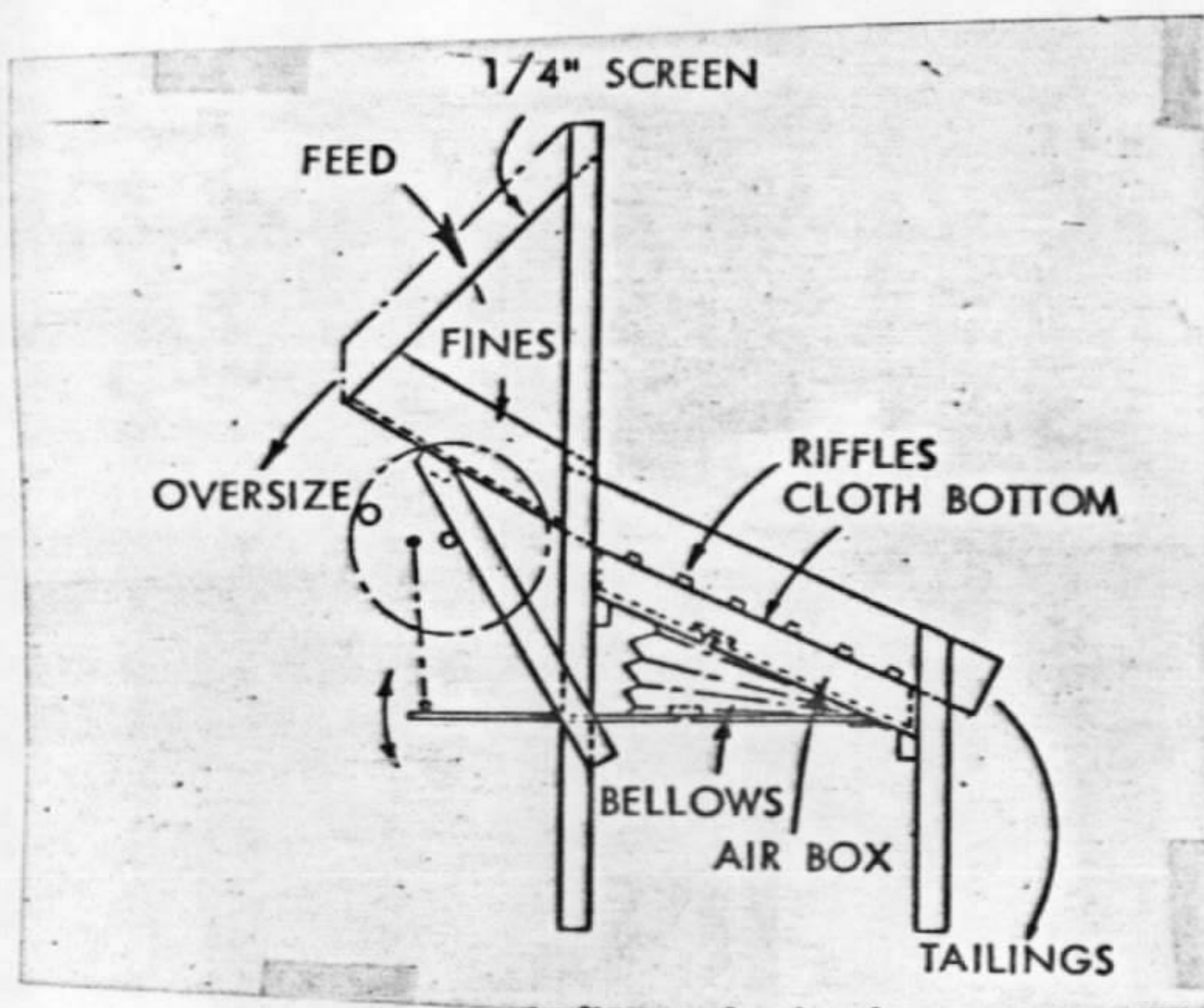
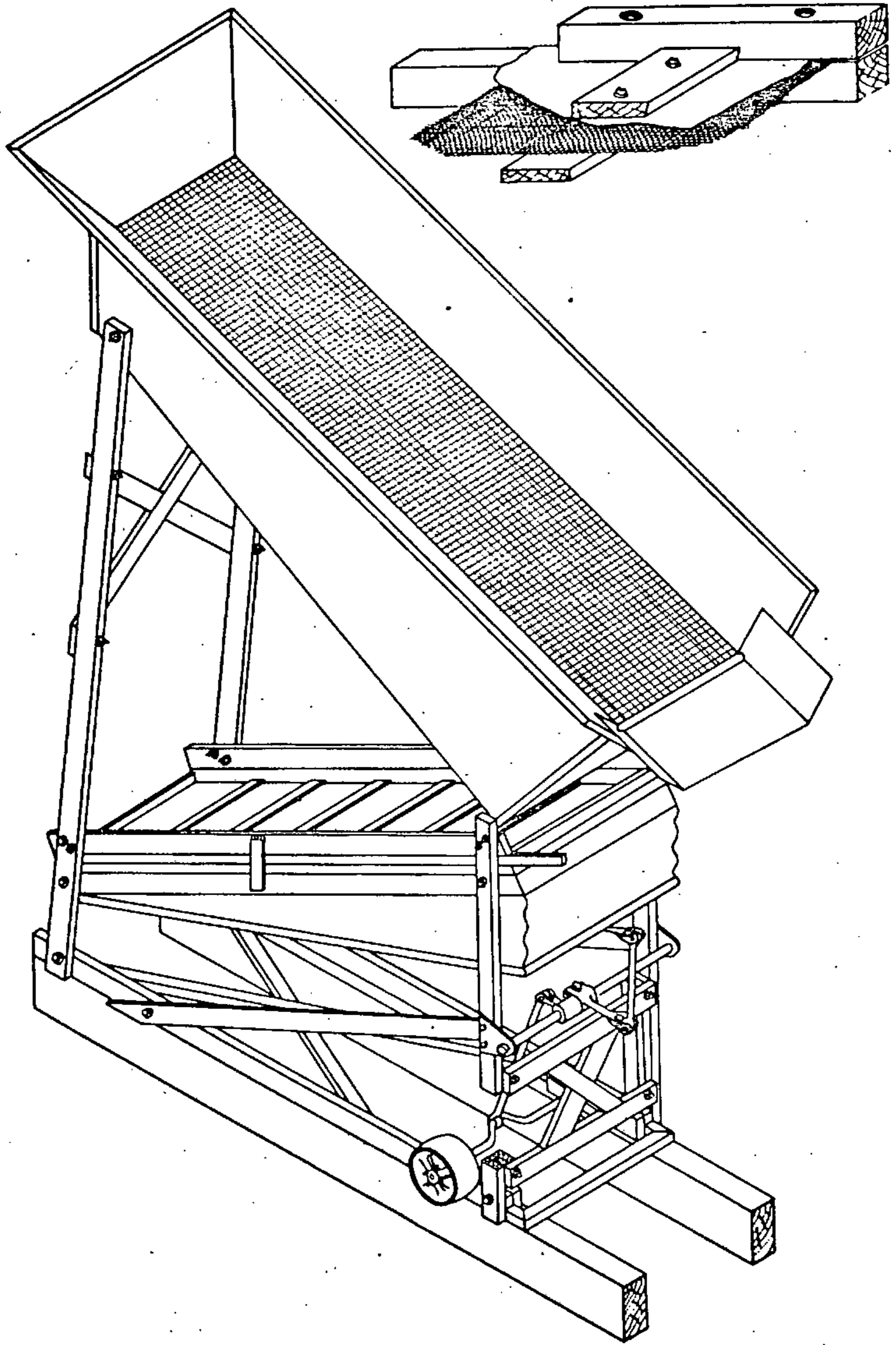


Fig. 38

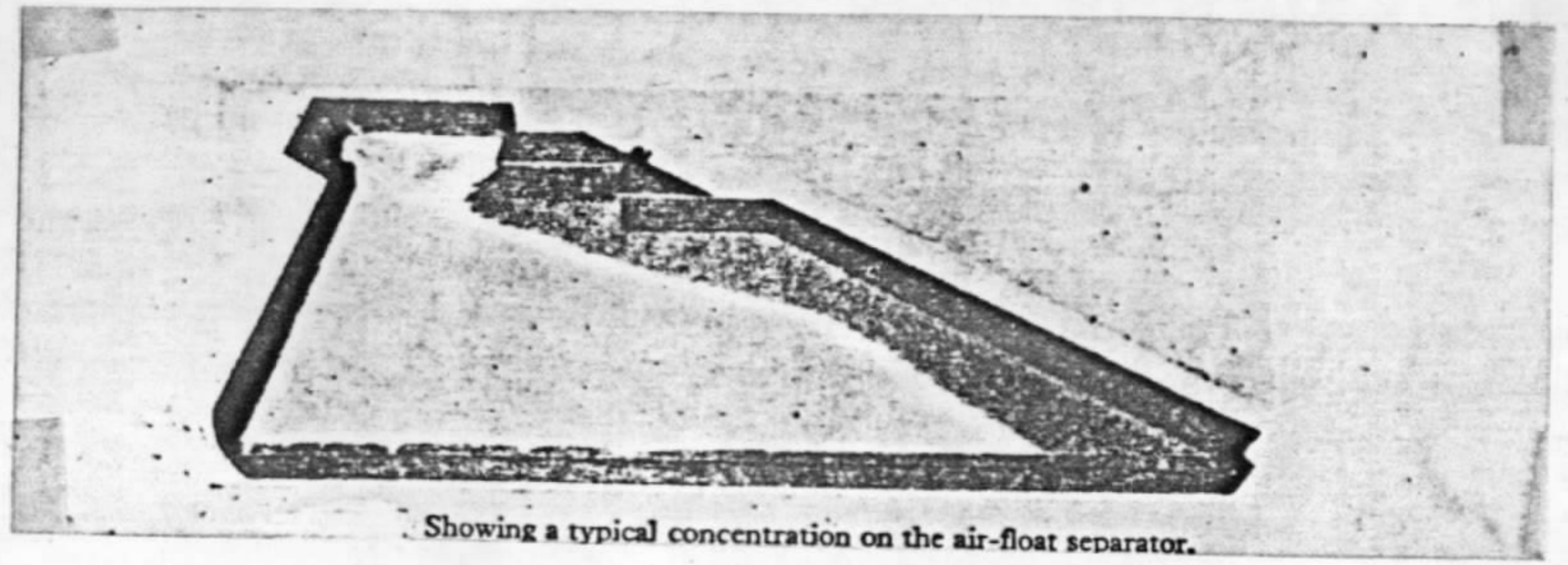
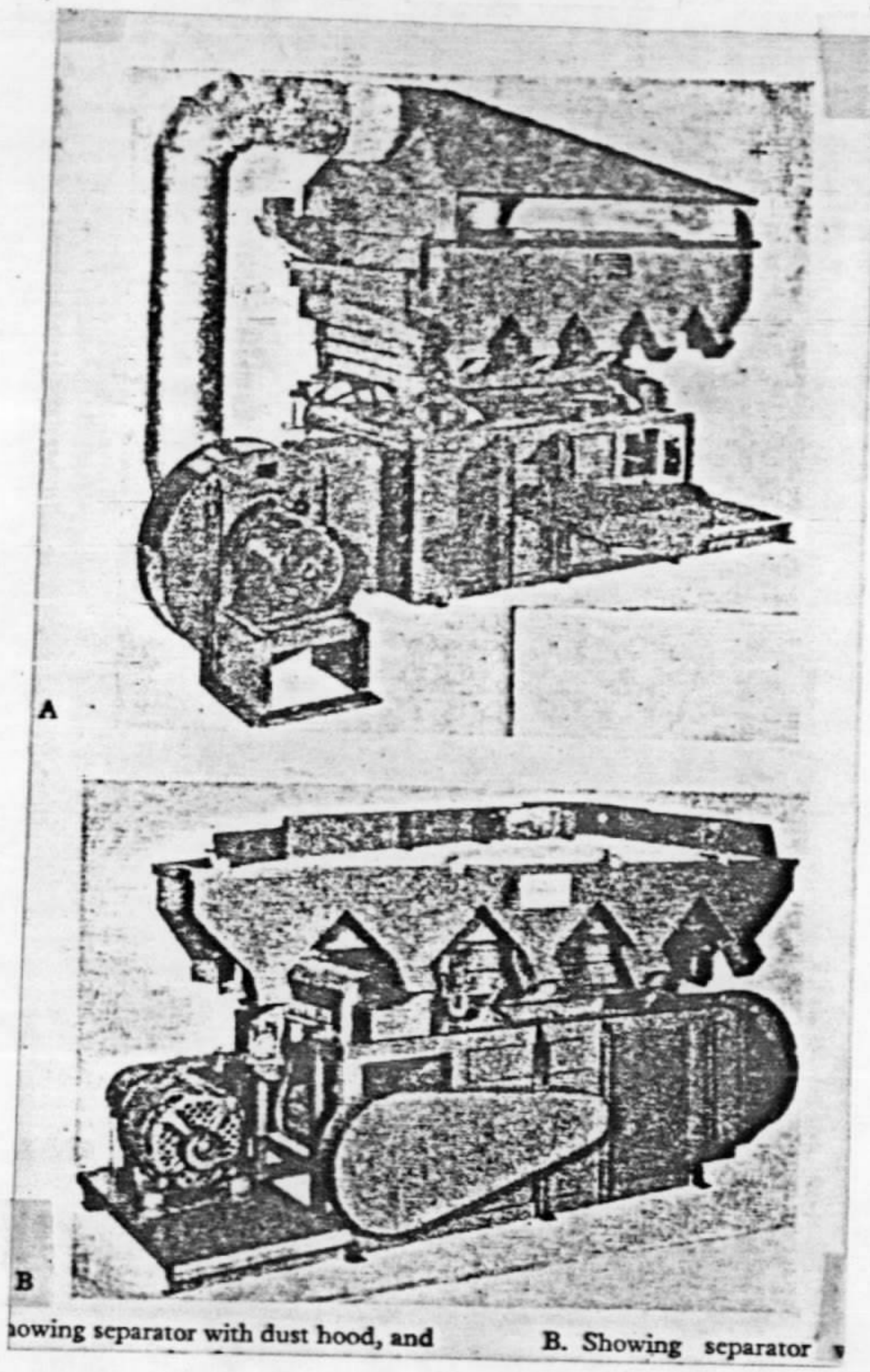


Fig. 39



Goler Gulch, California.

JIGUE PNEUMÁTICO



MESA CONCENTRADORA PNEUMÁTICA

3.2.2 - Amalgamação

Os antecedentes dos métodos de amalgamação de Ouro e a Prata datam da Antiguidade e Idade Média.

Theophrastus descreveu o processo de obtenção do mercúrio a partir do cinabrio, que consistia em esfregar o cinabrio pulverizado com uma luva de bronze em um morteiro também de bronze contendo vinagre.

Dioskorides descreveu o processo de obtenção do mercúrio por destilação.

Os Romanos amalgamavam Ouro para dourar o cobre, com auxílio de sal, e para separar o ouro dos vestidos previamente queimados.

Entre as clássicas descrições de amalgamação encontramos as de Vitruvius e Plinius.

Strabon descreve ainda um método de purificação do Ouro aluvionar, por uma cocção de Ouro. A purificação era feita com certo aluminato (terra aluminosa), cujo resíduo é o elektron (4/5 de ouro e 1/5 de prata).

Os ensaios feitos pelos alemães são relatados em uma série grande de trabalhos efetuados no século XVI, envolvendo amalgamação e o método de aproveitar o ouro dos bordados dos: chapéus, das pinturas e molduras douradas.

Biringuccio descreve um método engenhoso de extração de ouro e prata dos desperfícios das escórias das fundições (1526-1529) de alguns minérios utilizando somente o mercúrio, vinagre e solução de acetato de cobre e sal. Todavia, não existe nenhum indício deste método ter sido utilizado nas minas da Europa Central.

G. Agricola, anos mais tarde, publica seu famoso livro DE RE METALLICA, nada mencionando sobre o método de Biringuccio de amalgamação dos minérios de prata, descrevendo somente a amalgamação do ouro e os meios da separação do ouro e prata por procedimentos medievais.

Na América encontramos os trabalhos do Padre Don Álvaro Alonso Barba onde é relatado o seu processo de "Cazo e Cocimiento". Os Padres Acosta e Solórzano descrevem os diversos estudos e descobrimentos realizados, como o famoso "Tocochimbo", já utilizado pelos incas no refino de ouro.

Em 1563-1596, Montesinos relata que os incas extraíam o azogue de Huancavalica por destilação do "Llimpi" (cinabrio), colocando vários tubos em fila sobre um canal semelhante a um forno aquecido por palha.

Batolomé de Medina, em 1555, descobre seu método "Beneficio de Patio", nas minas de Pachuca, e uma pleiade de homens inteligentes constituída de mineiros, trabalhadores braçais, doutores, advogados, sacerdotes e inclusive militares fizeram inúmeras inovações, de ordem prática, algumas de grande valor para o desenvolvimento do processo de amalgamação, e que honram, desta maneira, aos "Azogueiros Hispânicos".

Séculos mais tarde foram apresentados os trabalhos de Born, Elhuyar, Gay-Lussac/Humboldt, Malagutti, Durocher e outros.

Nos textos do fim do século XIX observa-se o início da decadência do processo e, durante muito tempo os métodos de beneficiamento por amalgamação não foram utilizados.

A amalgamação pode ser definida como o processo a frio de extração do ouro e prata das minas pela ação do mercúrio.

A recuperação da liga ouro-mercúrio pode ser feita por dois métodos: 1) destilação (volatização do Hg); 2) ataque com ácido nítrico e precipitação com Zn ou Cu para a recuperação do mercúrio da lixívia ou solução.

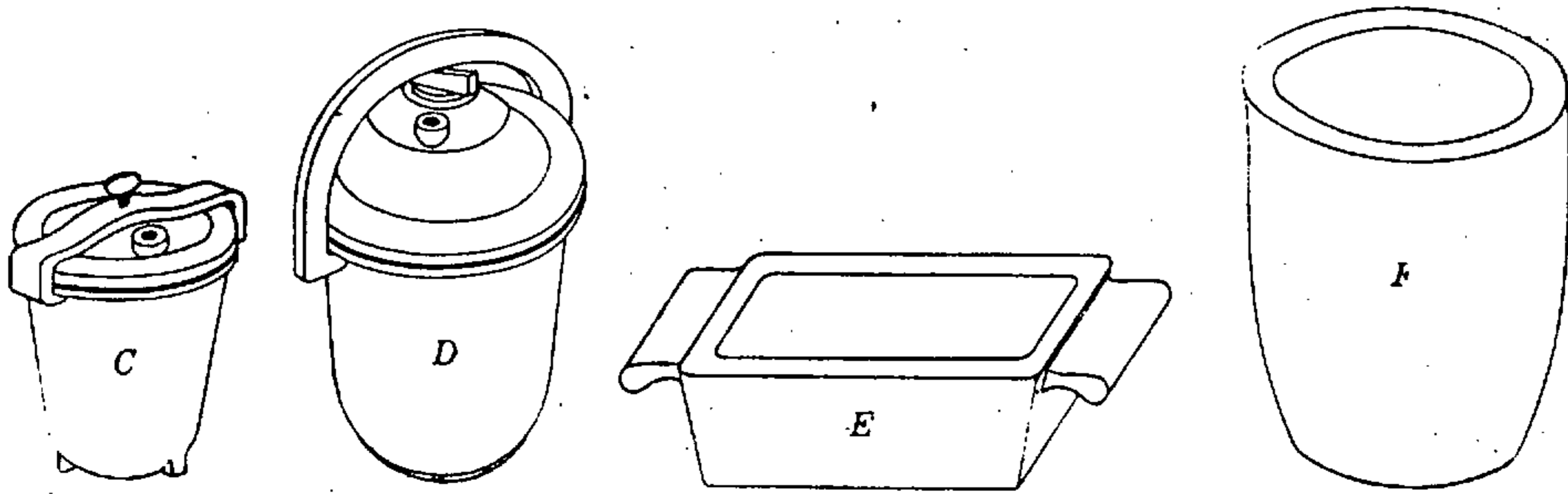
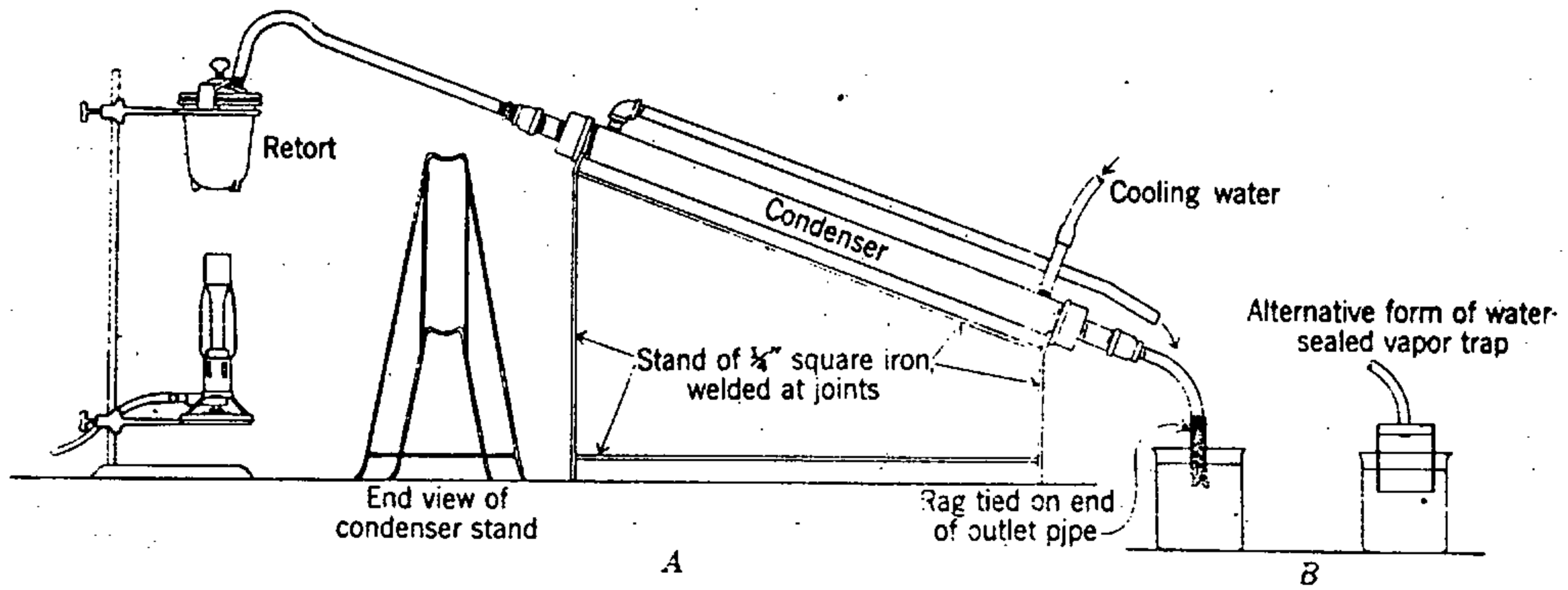


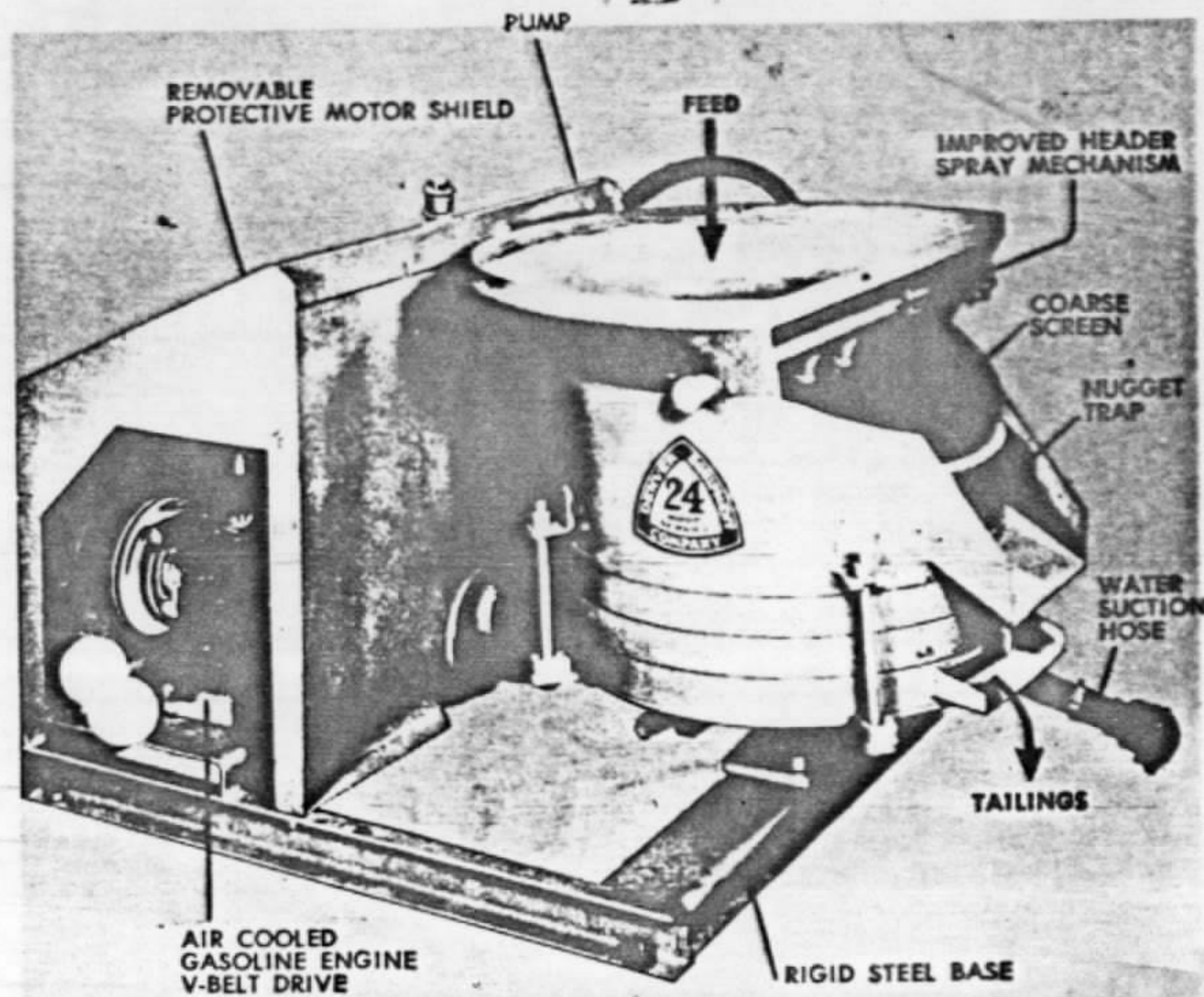
Figure 15—Apparatus for retorting amalgam and quicksilver. A. Amalgam retort. B. Mercury retort. C.

3.3 -- Máquinas especiais

Uma variedade de pequenos lavadores mecânicos para ouro têm sido fabricados e colocados no mercado através dos anos e, embora a maioria deles fosse prevista para uso em operações de mineração em pequena escala, alguns foram anunciados e vendidos como unidade de prospecção ou amostragem. O equipamento típico consta de um pequeno trommel como um alimentador, um sluice curto (que normalmente é provido com um movimento de balanço ou alguma espécie de tarisca moldada (riffle) "especial"), uma bomba e um sistema de distribuição de água, todos movidos por um pequeno motor a gasolina. Este equipamento pesa 500 libras e requer uma caminhonete ou trailer para seu transporte. Os equipamentos deste tipo mais conhecidos, e ainda no mercado, são o "Denver Mechanical Gold Pan" e o "Denver Gold Saver", que são fabricados pela Denver Equipment Company.

O "Denver Mechanical Gold Pan" consiste de uma série de bateias de 2 pés de diâmetro encimadas por duas peneiras, que têm por finalidade lavar e rejeitar o material com mais de 1/4". Este conjunto é montado sobre uma base horizontal com movimento giratório, movida por um pequeno motor a gasolina e, com este equipamento consegue-se duplicar a produção de uma bateia manual. A capacidade de cada unidade chega a 2 jardas cúbicas por hora com um consumo médio de água de 1000 galões por jarda cúbica.

O "Denver Gold Saver" é adequado para os trabalhos de amostragem em geral, uma vez que pode ser rápida e facilmente lavado eliminando o perigo de contaminação de uma amostra para a próxima. O equipamento consiste de um silo alimentador, um trommel combinado com um desagregador, para lavar o material rejeitando aquele que estiver acima de 1/4", uma calha vibratória especial com tariscas moldadas, um reservatório de água, uma bomba de água e "sprays", sendo o conjunto acionado por um motor a gasolina de 1 1/2HP. O conjunto completo pesa 750 libras e tem capacidade para tratar de 2 a 3 jardas cúbicas de material por hora.



DENVER MECHANICAL GOLD PANS ARE

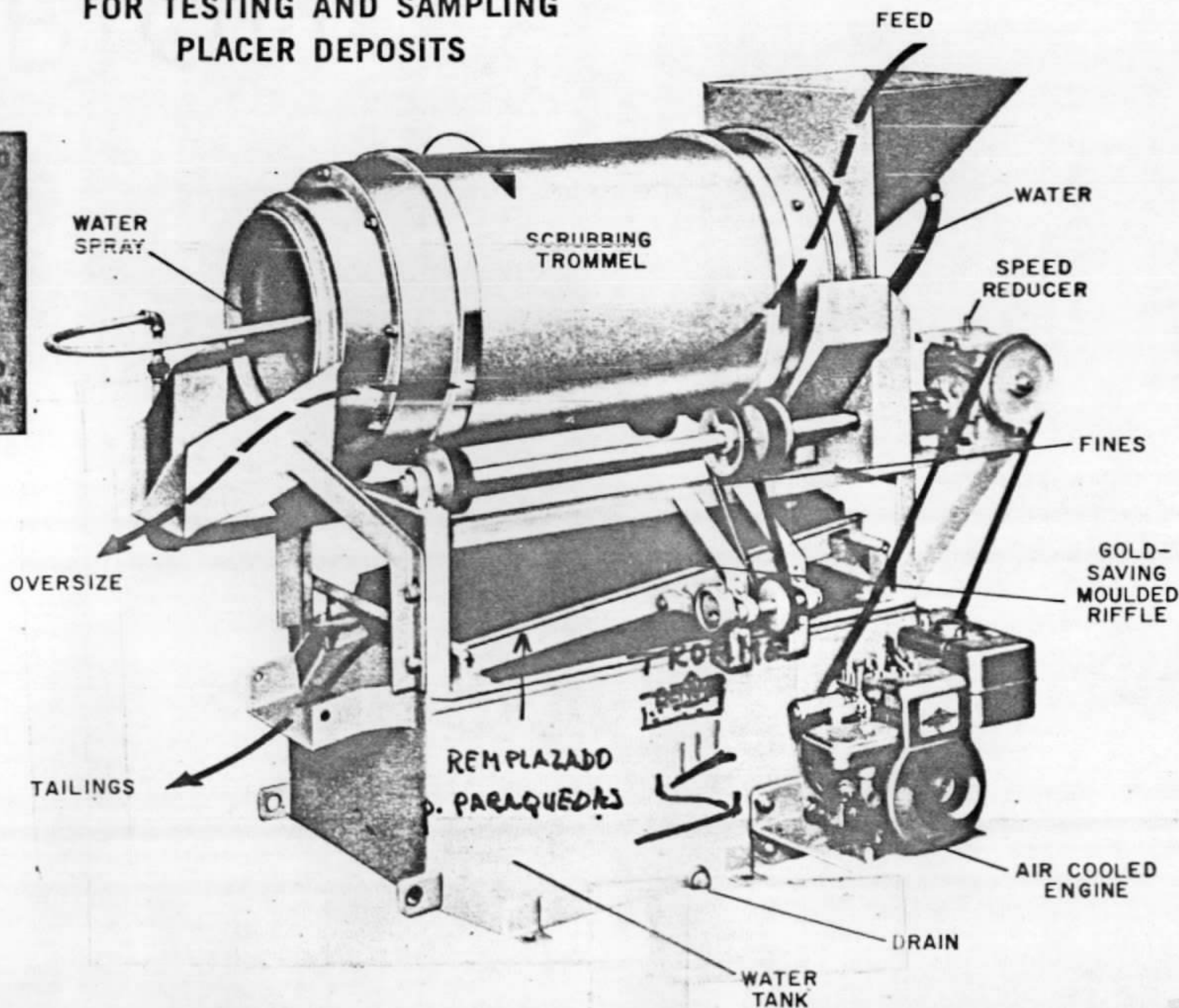


New Improved!

GOLD SAVER

FOR TESTING AND SAMPLING
PLACER DEPOSITS

LOW HEAD DESIGN
LARGER CAPACITY
IMPROVED OPERATION



PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONCENTRAÇÃO HIDROGRAVIMÉTRICA.

| PROCESSO | VOLUME DE MATERIAL | GRANULOMETRIA DO MATERIAL | RENDIMENTO OPERACIONAL |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| GRAVIMÉTRICO | GRANDE | GROSSEIRA (>10 malhas) | ALTO RENDIMENTO |
| MEIO DENSO | GRANDE | GROSSEIRA (>10 malhas) | ALTO RENDIMENTO |
| JIGAGEM | PEQUENO | MÉDIA A GROSSEIRA | MÁQUINAS LENTAS POUCO RENDIMENTO |
| CONCENTRAÇÃO EM LÂMINA D'ÁGUA | GRANDE | FINA | ALTO RENDIMENTO |
| MESAGEM | PEQUENO | FINA | MÁQUINAS LENTAS POUCO RENDIMENTO |

3.3.1 - Jigue

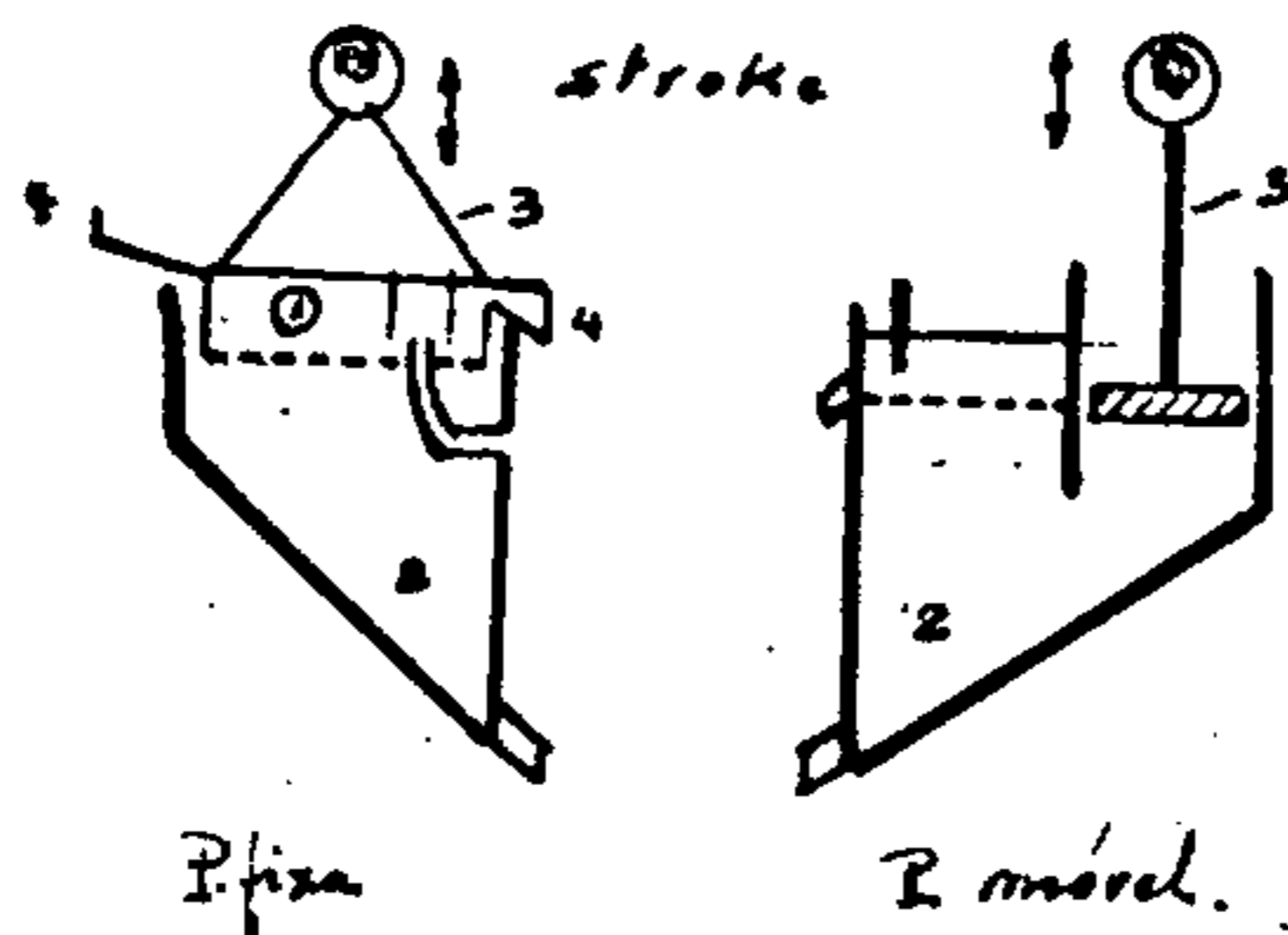
Fazem mais de 2000 anos que o homem descobriu que agitando-se em água uma cesta de fibra trançada com trama grande, podia-se separar o minério da ganga, concentrando-se as partículas de sulfetos, mais pesadas, no fundo da cesta.

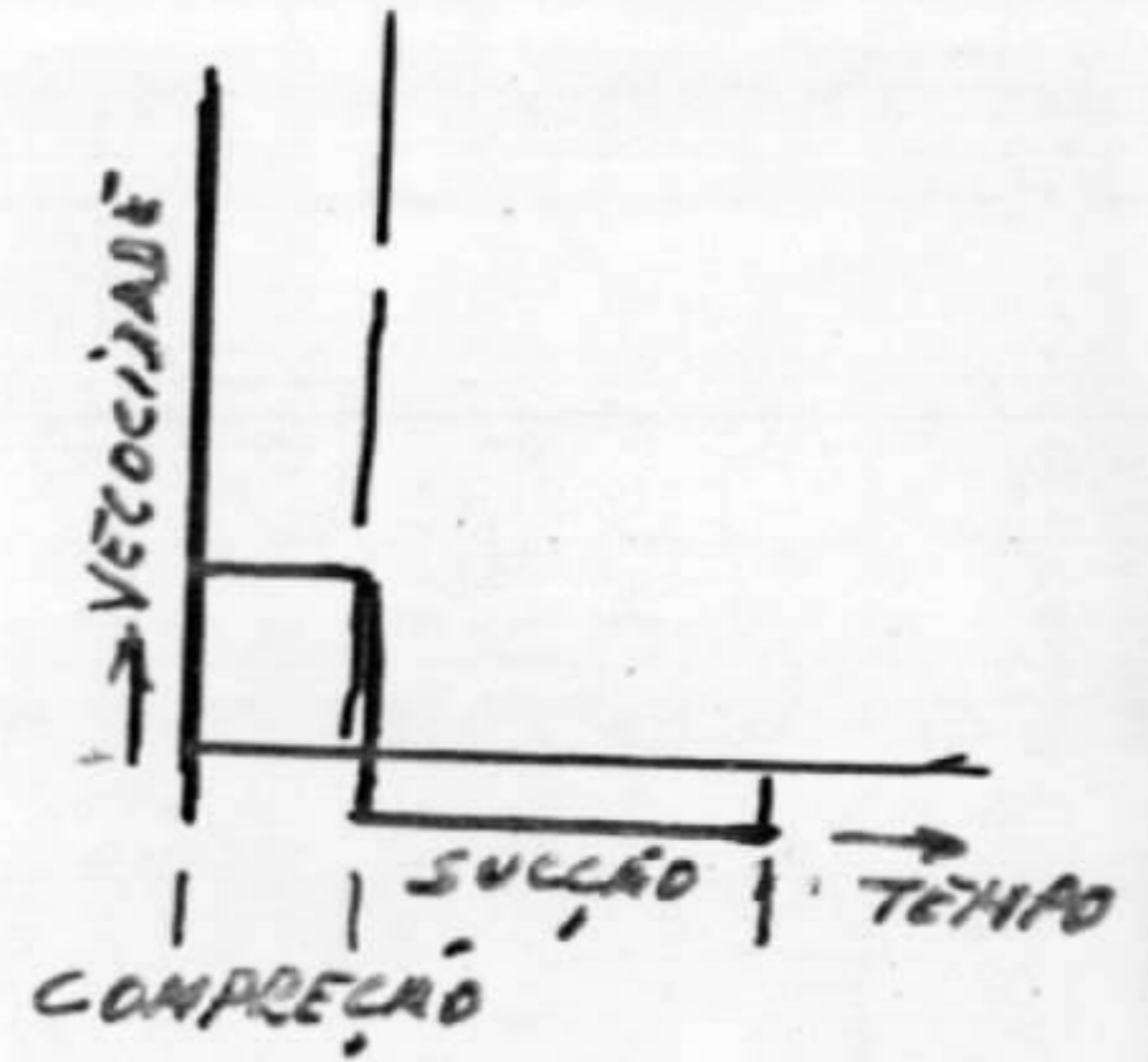
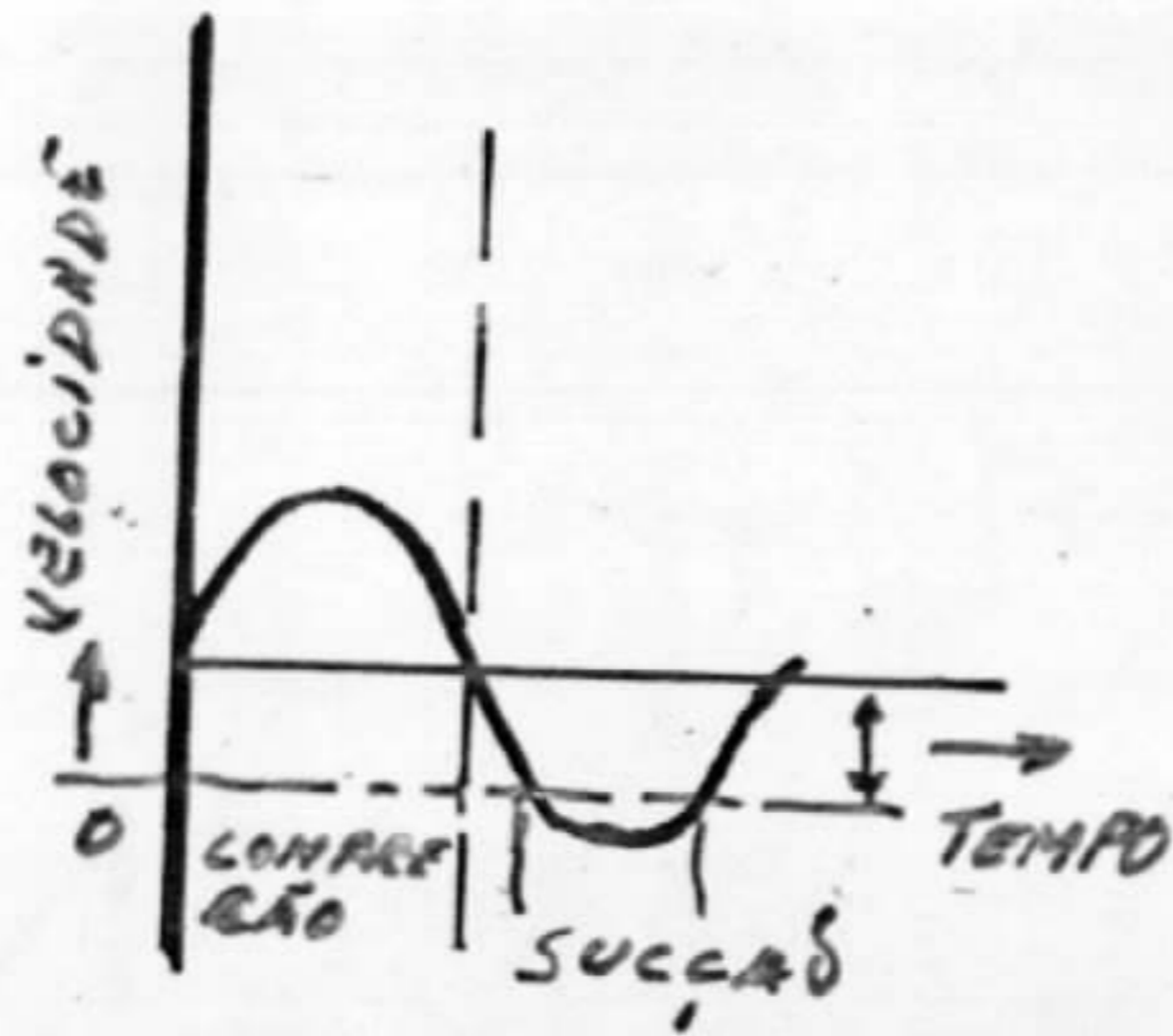
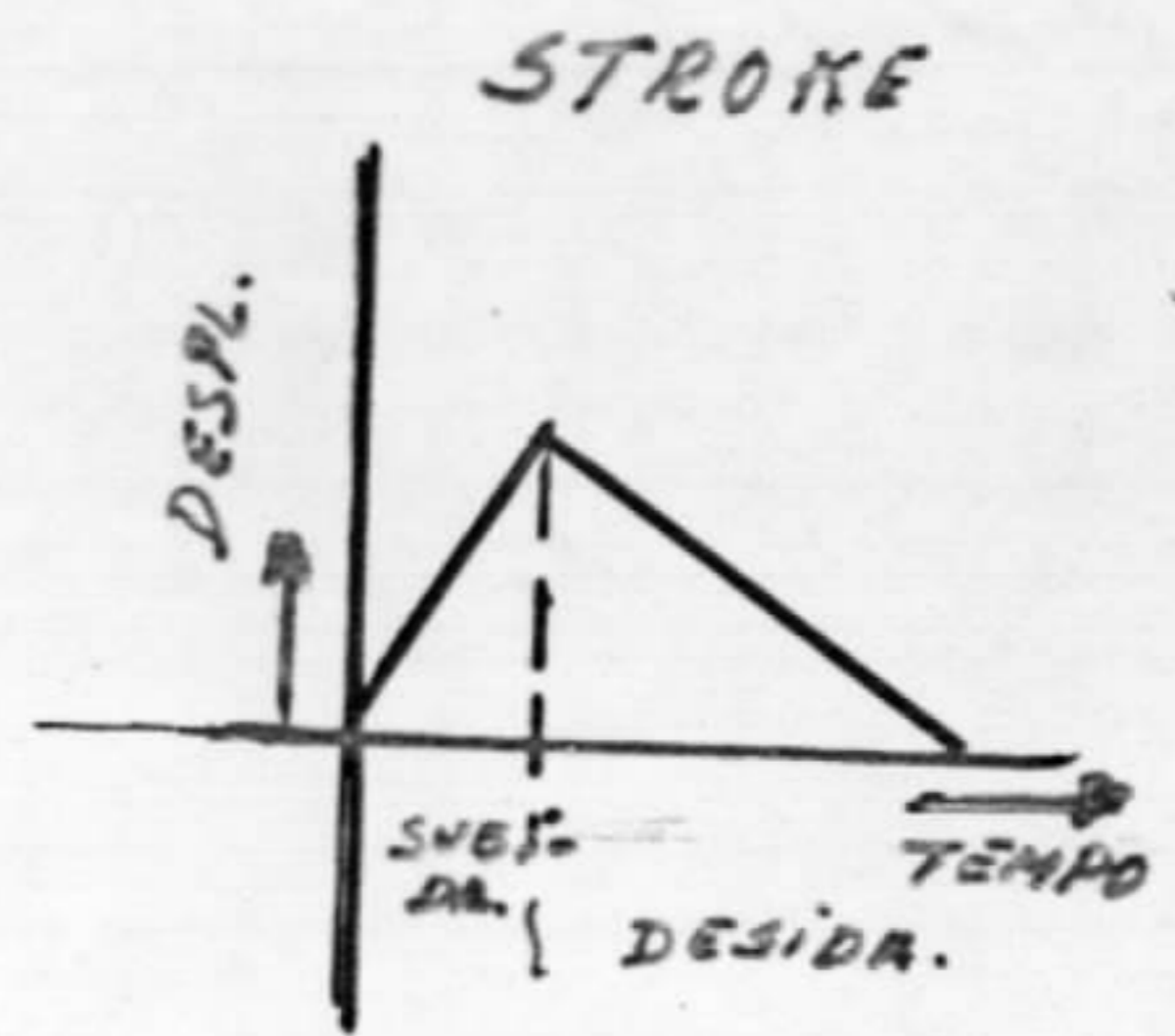
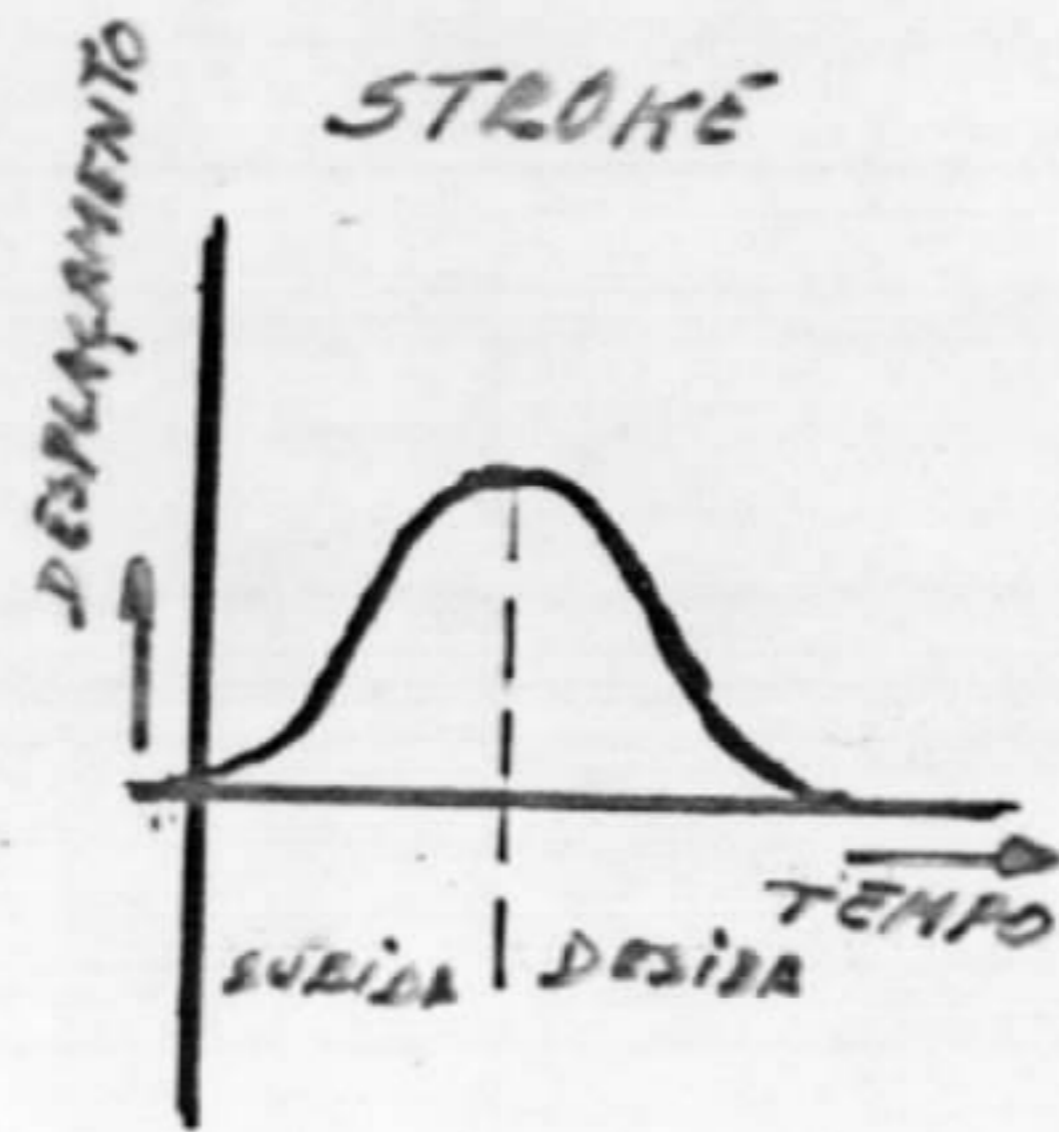
Ao substituírmos a cesta rudimentar por uma peneira de arame, utilizando um depósito de água e repetindo os movimentos de vai e vem de água sobre o minério obteremos os mesmos resultados. A mecanização do sistema anteriormente citado resulta no processo de jigagem utilizada hoje pela indústria.

Os elementos que compõem um jigue são: 1) uma caixa tendo ao fundo furos com abertura suficiente para permitir a passagem livre da água (evitando a passagem de maior parte das frações do minério); 2) um depósito de água (2), cuja parte inferior da caixa (1) (fundo) esteja em posição horizontal; 3) dispositivos mecânicos capazes de fazer com que a água atravesse o fundo da caixa (1) para cima e para baixo; 4) dispositivos para assegurar a continuidade da alimentação do minério e da descarga dos produtos (2).

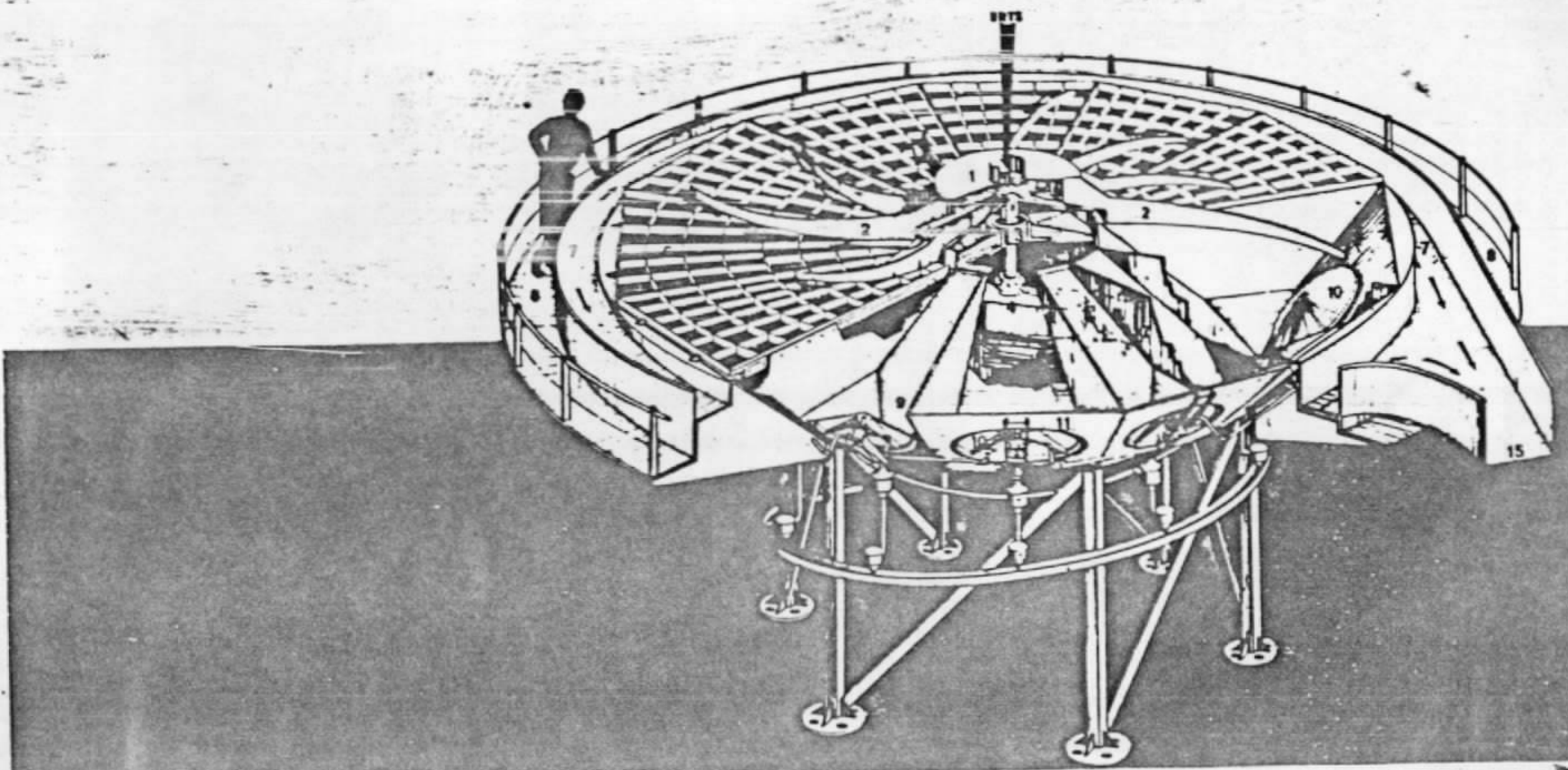
Os jigues são de dois tipos:

- 1) de tela ou peneira fixa e,
- 2) de tela ou peneira móvel.





JIGS



Rittinger partiu da suposição de que jigagem é um fenômeno de sedimentação por queda livre, no domínio de Newton, para demonstrar os fenômenos que acontecem durante a classificação, isto é, a ação da força de gravidade e do empuxo (Arquimedes) sobre as partículas durante a sedimentação (ver Série Dragas Nº 3, pags. 13, 14 e 15).

Entre os modelos mais recentes e sofisticados de jiges podemos citar o MTC - CLEAVELANG JIGS CIRCULAR (ver figura anexa) cuja sofisticação consiste no sistema de Stroke, fig.56, que permite uma sofisticada sucção na caída das partículas ou que resulta uma máquina com um bom rendimento de concentração das partículas à semelhança do que acontece no jigue DAVILA-CRAW (Série Dragas Nº 3).

4. CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PARA MINERAÇÃO ALUVIONAR

As lavras da mineração aluvionar vêm se desenvolvendo principalmente na Amazônia legal e, em sua maioria, são executadas por garimpeiros concentrados na obtenção de ouro.

Os garimpeiros utilizam métodos e equipamentos rudimentares ou semimecanizados com utilização de motores de diversos tipos e capacidades, na maioria das vezes não adequados ao equipamento sem se preocuparem com a recuperação do metal fino, com os custos das operações, além de atuarem com um sistema de manutenção deficiente.

4.1 Considerações Gerais

A atividade industrial mineira não necessita ser iniciada com Empresas de Grande Porte. A história demonstra que: inúmeras pequenas empresas evoluíram, transformando-se em grandes gerando uma série de pequenas indústrias satélites em sua área de atuação. As grandes empresas geralmente são responsáveis pelo desenvolvimento sócio-econômico e pelo controle das demais atividades econômicas na área da mina.

As pequenas empresas geralmente tentam a sorte em lavras, cujas bases são: depósitos geologicamente mal conhecidos, desconhecimento das reservas do minério, pequeno capital, utilização de equipamentos simples e atuação em regiões de escassos recursos infraestruturais, sendo algumas vezes bem sucedidos em jazidas aluvionares e raramente em jazidas primárias.

J I G U E S

| TIPO DE MÁQUINA | TAMANHO DE GRÃO | MATERIAL OBTIDO |
|-----------------|-----------------|------------------|
| Harz | 0.3 - 20mm | Pré-concentrados |
| Bendelery | 0.3 - 2,5mm | Pré-concentrados |
| Denver | 0.3 - 2,0mm | Concentrados |
| Dávila-Crauw | 60 - 320Mesh | Concentrados |
| IHC-Cleaveland | 0,06 - 25mm | Concentrados |

CONCENTRAÇÃO EM LÂMINA D'ÁGUA

| MÉTODO | QUANTIDADE TRATADA (Kg/m ² /h) | TAMANHO DAS PARTÍCULAS (mesh) (mm) | EQUIPAMENTO |
|--------|---|------------------------------------|--------------------------------------|
| Newton | 300 | 20-200 0,8-0,075 | Mesa |
| Allen | 150 | 150-400 0,1-0,037 | Mesa p. finos |
| Stokes | 35 | 270-300 0,053-0,030 | Vanner, Buddles Sluices, Corduroy |

As empresas de grande porte quase sempre procuram jazidas primárias e são raras aquelas que lavram aluviões, mesmo os placeres de "grande potência" e de grandes reservas conhecidas.

4.2 Pequena Mineração

Realizaram-se ultimamente: Encontros Internacionais e formaram-se Grupos de Trabalho, visando melhor definir e posicionar a pequena mineração no cenário atual de crises econômicas e de falta de matérias primas para a indústria.

Observa-se que as atuais definições de pequena mineração ainda são contrastantes. Acreditamos que, para o caso brasileiro e levando em consideração as áreas de trabalho e as bases técnicas já disponíveis para os nossos depósitos minerais (mapas Previsão, Metalogenéticos, Geológicos, Tectônicos, Geofísicos, Geoquímicos e outros) a pequena mineração pode ser definida em função da escala de produção, sendo esta dependente de:

- Seleção e definição de equipamentos
- Dimensionamento de equipamentos adequados à produção pré-determinada
- Tamanho dos equipamentos visando maior facilidade e redução do custo de deslocamento (DTM) e Tempo de Lavra no depósito
- Infraestrutura local (vias de acesso, comunicações, comércio, oficinas, e outros)
- A atividade mineira é tradicionalmente hereditária e exerce uma ocupação secundária, da mesma maneira que a agricultura, onde a habilidade artesanal vai-se desenvolvendo dia a dia, até criar um sistema típico regional de lavra, resultado de suas condições específicas
- O mundo da pequena mineração é essencialmente rural, cujo nível de conhecimentos são feitos através das relações industriais, para circuitos de conveniência das grandes empresas.
- A rentabilidade da lavra mineira não é função do Capital Bancário usado.
- Não existem linhas de crédito específicas para a pequena mineração
- Não existem facilidades de assistência técnica gratuita visando ao fomento da produção, e à transferência de Tecnologia
- Não se observa a existência de uma política nacional de apoio a pequena mineração

- Os depósitos (corpos) mineralizados, em sua maioria, são pequenos e irregulares e difíceis de serem estimados corretamente
- As reservas geralmente são reduzidas (pequenas) e de grande fragilidade sob o aspecto econômico social
- Os preços de venda do minério variável é de grande valor ao ser revendíveis
- É difícil fazer um planejamento a longo tempo para a pequena mineração.

Face ao exposto, acreditamos que para a formação de empresas de mineração de pequeno e médio portes são necessários parâmetros mínimos sobre a jazida, disponibilidade de um mínimo de capital (para início das operações), equipamentos de lavra e tratamento adequadamente dimensionados, de acordo com fluxogramas específicos para cada caso (lavra em leito ativo de rio ou em terraços), utilizando técnicas simples que possuam boa experiência de campo.

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PARA MINERAÇÃO DE OURO ALUVIONAR E COLUVIONAR (LEITO DOS RIOS) E EM TERRAÇOS.

| PORTE DA EMPRESA | ÁREA (ha) | | TÉCNICOS DE NÍVEL SUPERIOR | MINA (teor em g/m ³) | INVESTIMENTO PREVISTO PARA OS EQUIPAMENTOS (Cr\$1.000) * |
|------------------|-----------|--------|------------------------------------|----------------------------------|--|
| | min. | max. | | | |
| PEQUENA | 1.000 | 20.000 | 1 engenheiro de minas | 0,2 | de 50.000 a 100.000 * |
| MÉDIA | 20.000 | 50.000 | 1 engenheiro de minas 1 geólogo | 0,2 | de 100.000 a 500.000 * |

* (Rio de Janeiro - Setembro 1983)

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PARA MINERAÇÃO DE OURO ALUVIONAR E COLUVIONAR (LEITO DOS RIOS E EM TERRAÇOS)

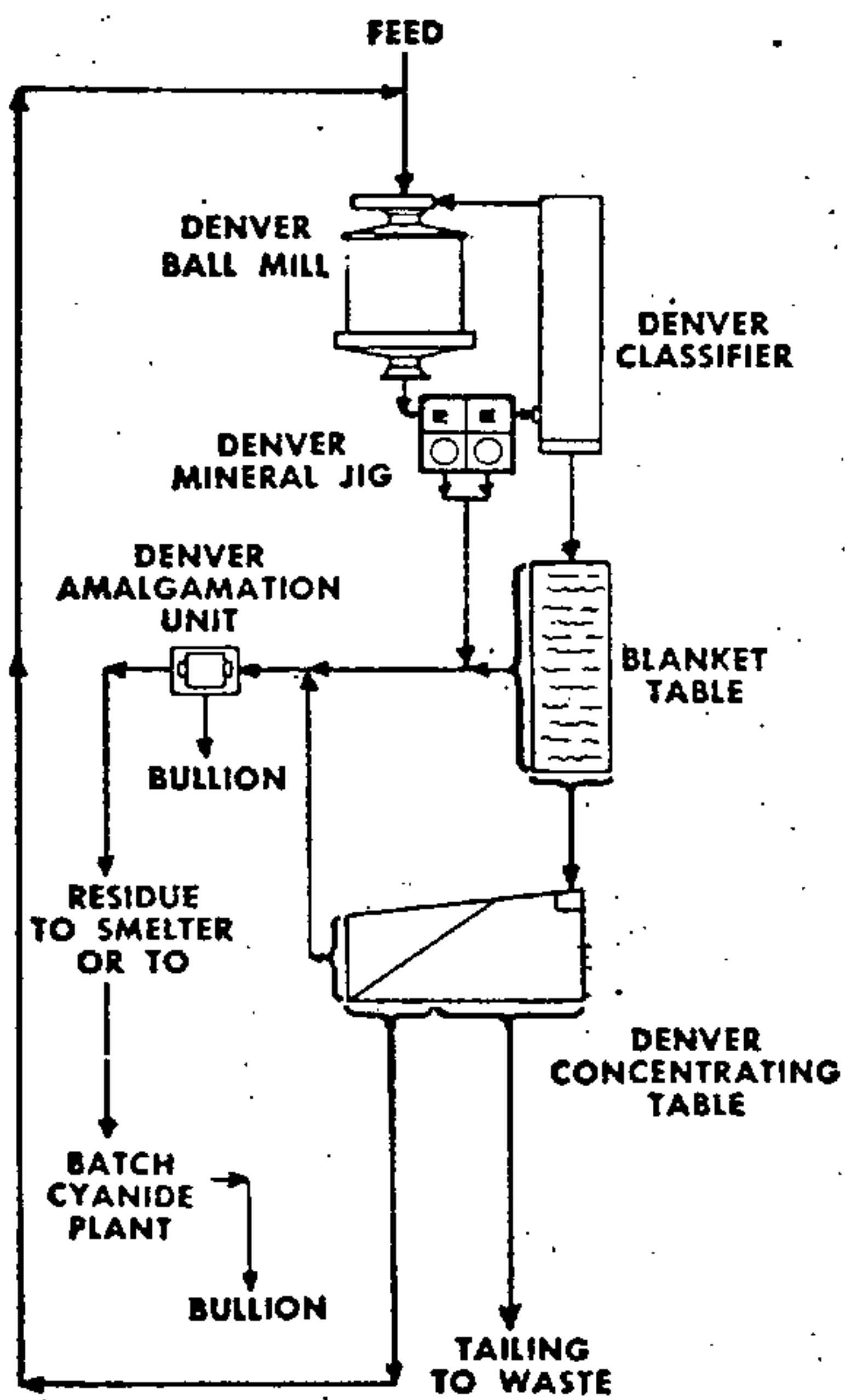
| PORTE DA EMPRESA | L A V R A | | | | BENEFICIAMENTO |
|---|--|--|-----------------------------------|------------------------|---|
| | EQUIPAMENTOS | | PRODUÇÃO | | EQUIPAMENTOS |
| | NO LEITO DOS RIOS | NOS TERRAÇOS | m ³ de sólidos por dia | gramas de ouro por dia | |
| PEQUENA | 3 balsas de 4"; 27Hp | Scraper de cabos de aço; dragline; escavadeira; | 180 | 36 | calhas de concentração (sluice, cobra fumando, palongue, etc.); desagregadores, classificadores, jigues, mesas e fundição. |
| | 1 draga de sucção simples de 4"; 60 CV; capacidade de 25m ³ /h de sólidos | desmonte hidráulico; retroescavadeira? | 200 | 40 | |
| | 2 dragas de sucção simples de 4"; capacidade total de 50m ³ /h de sólidos | | 400 | 80 | |
| MÉTODOS SEMI-MECANIZADOS A ÚMIDO E A SECO - TRANSPORTE MANUAL, ELEVADORES HIDRÁULICOS, BOMBAS DE CASCALHO, SCRAPER COM GUINCHO: | | | | | |
| MÉDIA | 3 dragas de simples de 4", 60 CV; capacidade total de 75m ³ /h de sólidos | Escavadeiras, retro escavadeiras, desmonte hidráulico, correias transportadoras, caminhões, caçambas | 600 | 120 | usinas integrais móveis, desagregadores, classificadores, microciclones, calhas de concentração, amalgamadores, jigues, mesas de concentração, cianetação e fundição. |
| | 2 dragas de corte e sucção de 10"; 233 CV; capacidade total de 160m ³ /h de sólidos | | 1500 | 300 | |
| MÉTODOS MECANIZADOS A ÚMIDO E A SECO - MONITORES, ESCAVADEIRAS TRANSPORTE POR CARRETAS, CAMINHÕES VASCULANTES. | | | | | |

MINERAÇÃO DE OURO ALUVIONAR E COLUVIAL (EM LEITO VIVO FLUVIAL)
E EM TERRAÇOS

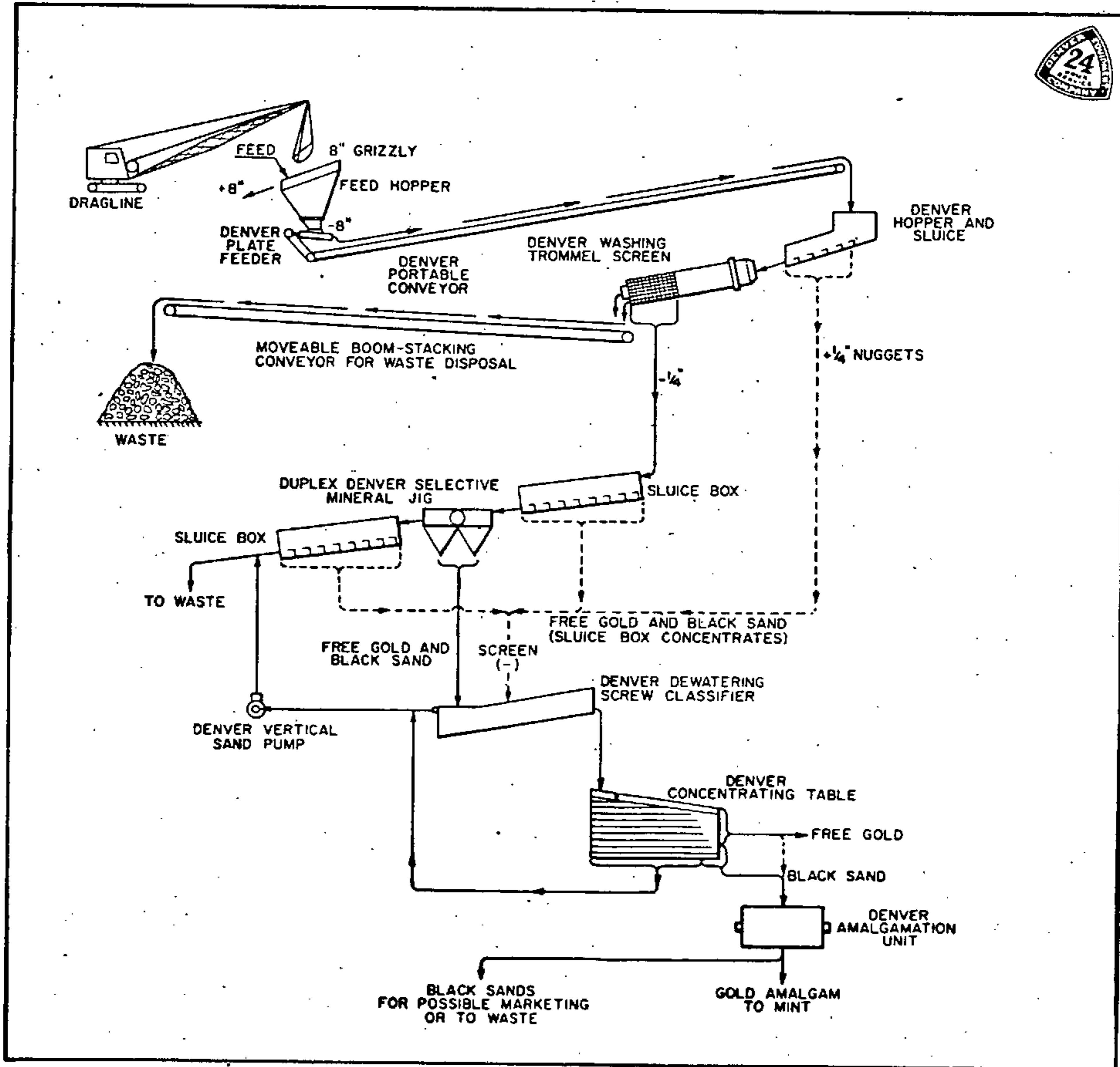
CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA (RIO DE JANEIRO, JUNHO - 1983)

| CLASSIFICAÇÃO DA MINERAÇÃO | ÁREA SUPERFÍCIE | | PESSOAL TÉCNICO RESPONSÁVEL | MINERAÇÃO ATRAVÉS DE EQUIPAMENTOS | | | | | | (MINA) Teor g/m ³ | BENEFICIAMENTO (EQUIPAMENTOS) NOME - TIPO | CAPITAL NECESSÁRIO Cr\$ |
|--|---------------------|---------------------|-----------------------------|---|--|------------------------|-----------|------------|---------------|------------------------------------|--|----------------------------|
| | MIN. | MAX | | TIPO/TAMANHO | | PRODUÇÃO | | | | | | |
| | | | | EM LEITO VIVO | EM TERRAÇOS | M ³ / .801. | CRANAS | | | | | |
| PEQUENA MINERAÇÃO | 1000ha | 20.000ha (ZALVARAS) | (1) ENGENHEIRO DE MINAS | (3) BALSAS CHUPA DEIRAS DE 4" e 27HP ou | SCRAPER DE CALOS DE AÇO DRAGLINE ESCAVADEIRAS MOTE HIDRÁULICO QUIZÁ (TRATOR RE-TRINSCAVADEIRA) | MINIMO 180 | DIA 36 | MES 800 | ANO 10.000 | 0.2 | CANALETAS; SLUICES (PARAQUEDAS); COBRA FUMANDO; BATÉIAS E AMALGAMAÇÃO | 20.000.000 |
| | | | | - DRAGAS DE SUCCÃO DE 4" ; 60cv. CAPACIDADE SOL. 25 m ³ /h.min | | 200 | 40 | 880 | 11.000 | 0.2 | DESAGREGADOR, CLASSIFICADOR (TROMMEL) RECUPERAÇÃO, AMALGAMAÇÃO E FUNDIÇÃO | 20.000.000 |
| | | | | - 2 DRAGAS DE SUCCÃO 4" ; 60cv 50m ³ /h. max. | | 400 | 80 | 1.760 | 22.000 | 0.2 | RÚSTICOS - SEMIMECANIZADOS JIGS MESAS | 40.000.000 |
| MÉTODOS SEMIMECANIZADOS A ÚMIDO E A SECO - TRANSPORTE, ELEVADORES HIDRÁULICOS, BOMBAS DE CASCALHO, SCRAPER COM GUINCHOS. | | | | | | | | | | | | |
| MÉDIA MINERAÇÃO | 20.000ha (ZALVARAS) | 50.000ha (ZALVARAS) | (1) ENGENHEIRO DE MINAS | (2) DRAGAS DE SUCCÃO 4" ; 60cv | ESCAVADEIRAS RETRO-ESCAVADEIRAS. | 600 | 120 | 2.640 | 31.680 | 0.2 | USINAS PORTÁTEIS PONTOONS DESAGREGADORES TROMMEL'S CLASSIFICADORES, SLUICES MICROCICLONES JIG, MESAS | 50.000.000 |
| | | | (1) GEÓLOGO | 2 DRAGAS DE SUCCÃO E CORTE 10" ; 233cv | DESMONTE HIDRÁULICO CANNINDÉS CORREIAS TRANSPORTADORAS | 1.200 | 300 | 660 | 79.200 | 0.2 | AMALGAMADORES, FLOTAÇÃO, FUNDIÇÃO E CIANETAÇÃO | 200.000.000 |
| MÉTODOS MECANIZADOS A ÚMIDO E A SECO - MONITORES, TRATORES, ESCAVADEIRAS, TRANSPORTE POR CORREIAS, CAMINHÕES VASCULANTES | | | | | | | | | | | | |

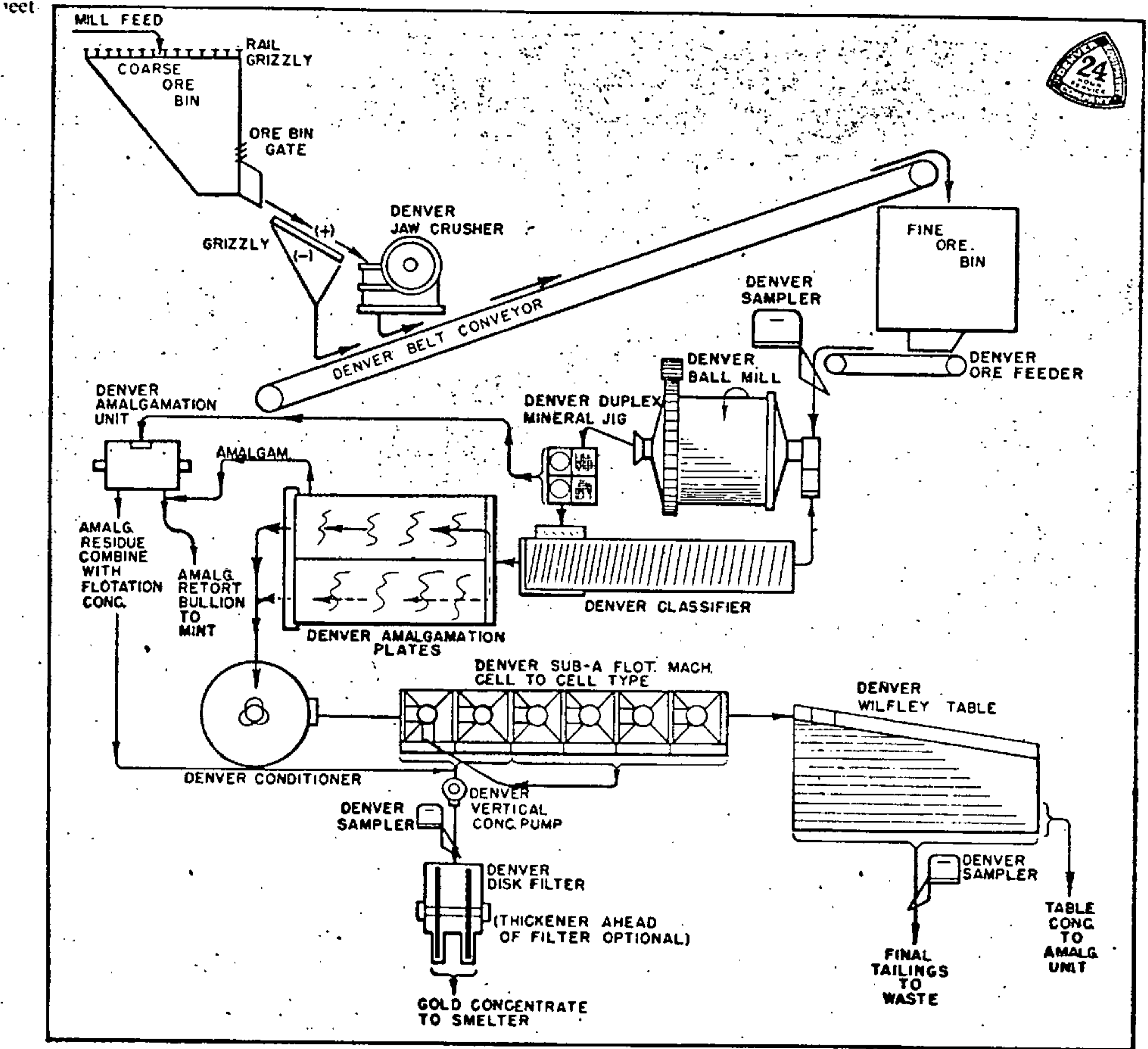
FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE OURO PRIMÁRIO



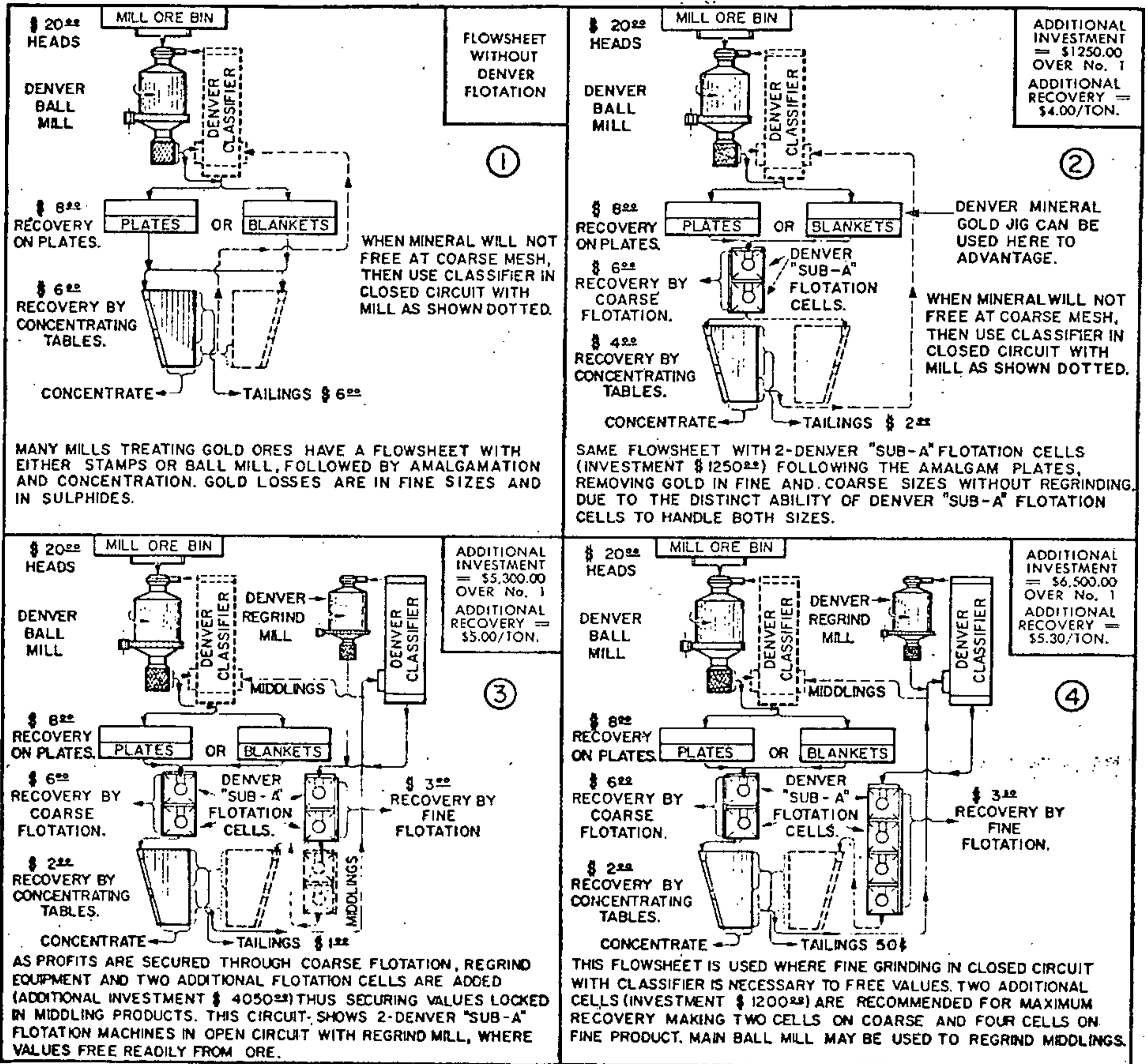
FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE OURO ALUVIONAR
PARA PEQUENA E MÉDIA ESCALAS



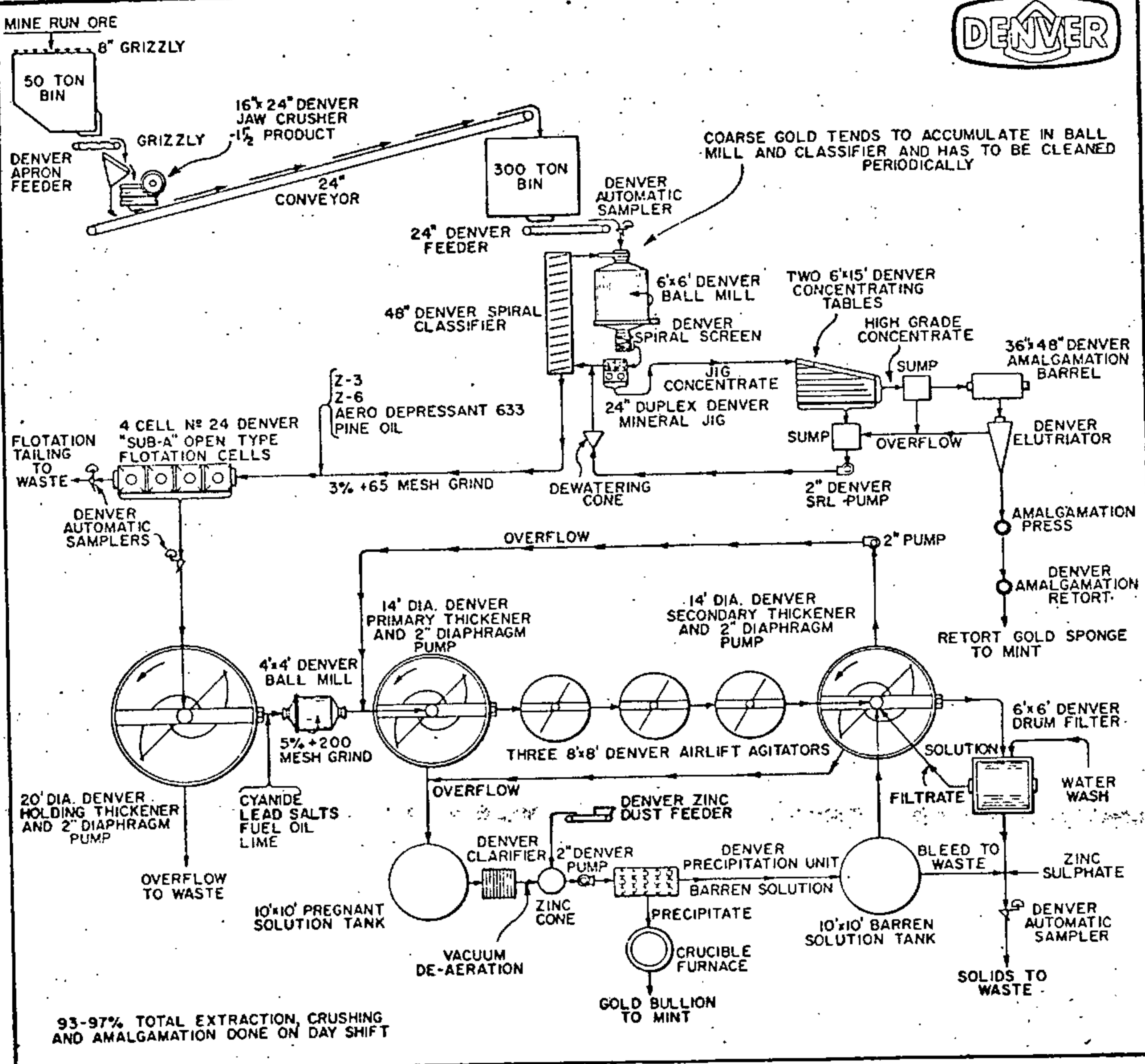
FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE OURO
PARA "PEQUENA MINERAÇÃO"



FLUXOGRAMAS DE TRATAMENTO DE OURO PARA PEQUENAS MINERAÇÕES



FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE OURO USANDO O PROCESSO DE CIANETAÇÃO



IMPORTANTES EVENTOS SOBRE A MINERAÇÃO
APÓS A DESCOBERTA DO NOVO MUNDO

Trataremos de recompilar, cronologicamente, os principais eventos sobre a mineração após o Descobrimento da América. São interessantes os diversos episódios passados pela mineração, especialmente após o aparecimento do LIVRO BERMANNUS SIVE DE RE METALLICA DIALOGUS (1528) pelo célebre "GEORGIUS AGRICOLA" - Médico, Químico, onde classifica os minérios em SIMPLES E COMPOSTOS, além de estabelecer suas características físicas. Em 1556, ano de sua morte, apareceram suas obras em 12 volumes, o clássico livro DE RE METALLICA, fase do início da mecanização da mineração e industrialização em grande escala. Precursor da Geologia, Geoquímica, Geofísica, Análises a fogo e outros. A primeira máquina mecânica apresentada foi o Moinho de Estampa movido por uma força hidráulica.

- 1492 - Descobrimento da América. Colombo faz sua primeira viagem, a portando nas Bahamas, Cuba e Santo Domingo (Hispaniola).
- 1493 - Segunda viagem de Colombo. Desembarca nas ilhas de Barlavento, Porto Rico, Santo Domingo, Jamaica e Cuba, com os primeiros mineiros espanhóis. O papa Alexandre VI edita várias Bulas, concedendo aos Reis Católicos a propriedade das terras e ilhas descobertas por Colombo, e determinando a linha do meridiano que limitaria as terras que, no futuro, iam pertencer à Espanha e Portugal.
- 1494 - O Tratado das Tordesilhas altera as bulas Papais e a linha de marcatória estabelecida nas mesmas.
- 1498 - Terceira viagem de Colombo. No dia 10 de agosto, descobre e desembarca no continente sul-americano, na costa da Venezuela. Vicente Yáñez Pinzón veleja pela costa do Brasil e explora a foz dos rios Orenoco e Amazonas.
- 1499 - Alonso de Ojeda, zarpando de Cádiz em maio, em companhia de Américo Vespuccio, explora a foz do rio Doce e todo o litoral até a Venezuela.
- 1500 - No dia 8 de março, Pedro Álvares Cabral, comandando uma grande esquadra com mais de mil homens, deixa Lisboa, e em 23 de abril desembarca em Porto Seguro, no Brasil.
- 1500-1501 - O primeiro mapa da América é publicado por Juan de la Cosa.

- 1502 - Quarta viagem de Colombo: descobre e explora o litoral da América Central e encontra indícios de ouro. Fernando de Noronha obtém um contrato do rei Manuel para exportar pau-brasil da América Portuguesa.
- 1516-1519 - Cristóvão Jacques estabelece uma feitoria em Pernambuco e destrói empórios franceses de pau-brasil.
- 1519 - Hernán Cortés desembarca em Veracruz e ocupa a cidade do México (Tenochtitlán), no dia 8 de novembro.
- 1520 - Cortés envia Diego de Ordaz para explorar o istmo de Tehuantepec, com vistas a estabelecer um meio de comunicação entre o Golfo do México e o Pacífico.
- 1521 - No dia 13 de agosto, Cortés retoma a cidade do México, completando a conquista da "Nova Espanha do Mar Oceano".
- 1524 - Exploram-se minas de estanho e de cobre em Tasco, no México, iniciando-se os primeiros trabalhos de fundição. Descobrem-se minas em Sultepec. A primeira das Cartas de "relación al Emperador", de Cortés, é publicada em Zaragoza. Aleixo Garcia, português que acompanhara Solís, explora o interior, partindo do litoral até atingir o Paraguai e a Bolívia, e envia amostras de prata à metrópole.
- 1525 - Diego Alvarado funda a cidade de San Salvador. Esteban Gómez explora terras desde a Flórida até o Labrador, velejando pela foz dos rios Delaware, Hudson e Connecticut. Começam as explorações das minas de prata na Nova Espanha, em Morcillo (Jalisco), e na Villa del Espiritu Santo, em Compostela (Nayarit).
- 1530-1533 - Martin Afonso de Sousa expulsa os comerciantes franceses da costa do Brasil e funda São Vicente e Piratininga (São Paulo). Primeiros engenhos de açúcar no Brasil.
- 1531 - Diego de Ordaz explora o Orenoco, desde o Golfo de Paria até além de sua confluência com o Meta. "Entradas e bandeiras" se organizam e começam a explorar o interior em busca de ouro e prata.
- 1531-1533 - Francisco Pizarro conquista o Peru.
- 1534 - Em Tasco, no México, exploram-se, pela primeira vez, minas de prata, e o próprio Cortés abre o primeiro túnel, ou galeria,

no Novo Mundo. O Brasil é dividido em 12 capitâneas hereditárias, a exemplo das colônias inglesas na América do Norte. Juan de Ayolas explora o rio da Prata.

- 1535 - Primeiras Casas da Moeda na Cidade do México, Lima e Santa Fé (Colômbia). Francisco Pizarro funda a Cidade dos Reis (Lima). Cortés explora as costas do Golfo da Califórnia. Aparece a primeira edição da primeira parte da "General y natural historia de las Indias", de autoria de Gonzalo Fernández de Oviedo, nomeado, em 1532, Historiador Geral das Índias. Frei Tomás de Berlanga, bispo de Castilla de Oro, descobre as ilhas Galápagos. É descoberta a mina Espírito Santo, no Cerro de Jolotlán, Distrito de Tepic, (hoje Nayarit). A primeira impressora da América é instalada na Cidade do México.
- 1536 - Duarte Coelho, com fortuna acumulada no oriente, funda a capitania de Pernambuco, a mais próspera entre as capitâneas particulares do Brasil, e aí se estabelece.
- 1540 - D. Garcia López de Cárdenas, capitão de Coronado, descobre o Grand-Canyon no rio Colorado. Descobrem-se as primeiras minas em Zacatecas.
- 1542 - Promulgam-se as Leis Novas "para a preservação dos nativos (das Índias), de seu bom governo e proteção de suas pessoas".* Exploração de jazidas de ouro em Carabaya, La Paz, Oruro e outros locais no Alto Peru (Bolívia de hoje) a um altitude de mais de 4.000 metros.
- 1545 - Descoberta a primeira mina de prata no Cerro de Potosí, Bolívia, a mais de 4.700 metros de altitude sobre o nível do mar.
- 1546-1548 - Descobertos os principais filões de prata das minas de Zacatecas, em Guanajuato, e de Santa Bárbara, no México.
- 1549 - Descobrem-se as minas de Temascaltepec, no Estado do México.
- 1550 - Minas de Ouro são descobertas em Confines e Quilacoya, México.
- 1551 - São fundadas as Universidades da Cidade do México e de Lima. Iniciam-se em Real del Monte, no Distrito de Pachuca, atualmente de Hidalgo, as primeiras minerações.
- 1552 - Ginés Vázquez de Mercado descobre minas de ferro em Cerro de

Mercado, Durango, no México.

- 1552-1555 - Descobrem-se as famosas minas de Pachuca, Fresnillo, Sombrerete e Chalchihuites, na Nova Espanha.
- 1555 - Em Pachuca, México, Bartolomé de Medina inventa e aplica o seu "procedimiento del patio", obtendo prata com a utilização de mercúrio.
- 1556 - Edição em Latim, em 12 volumes, de METALLICA do Médico - Químico Georgius Agricola e ano do falecimento do mesmo. Os franceses tentam estabelecer-se na Baía de Guanabara.
- 1557 - Primeira edição, em latim, das conferências de Indis e De Jure Belli, pronunciadas na Universidade de Salamanca, pelo padre dominicano Francisco de Vitoria nos cursos de 1537 e 1538; depois, publicadas em francês, em Lyon. Nessas conferências, discute-se o direito jurídico da Espanha na conquista e posse do Novo Mundo. A primeira edição em Castelhana foi feita em Salamanca, em 1565.
- 1558 - O português Henrique Garcés descobre mercúrio no Peru.
- 1561 - Promulgam-se as Ordenações Mineiras para o vice-reino do Peru (Código de Mineração).
- 1566 - Descobrem-se as minas de mercúrio, de grande importância na extração da prata, em Huamanga e Huancavelica, no Peru.
- 1571-1572 - Pedro Fernández de Velasco aperfeiçoa o processo de amálgama de Bartolomé de Medina, adaptando-o às condições do planalto Peru-Bolívia.
- 1572 - Ergue-se em Potosí a famosa Casa da Moeda.
- 1574 - Trabalhos de mineração em Charcas, no atual Estado de San Luis de Potosí, no México.
- 1578 - O vice-rei Don Francisco de Toledo promulga novas Ordenações Mineiras para o Peru.
- 1580 - Felipe II, da Espanha, torna-se também Felipe I, de Portugal, unindo os dois países da Península Ibérica.
- 1584 - Felipe II promulga as "Ordenanzas del Nuevo Cuaderno", coletânea de leis e regulamentos sobre mineração, para a América.

- 1587 - Gabriel Soares de Souza escreve seu Tratado descritivo do Brasil em 1587, a mais importante crônica do século XVI a respeito da América Lusitana, com descrições da terra, plantações de açúcar, fauna, flora, e as indicações de jazidas de ouro, prata e de pedras preciosas no interior do país.
- 1590 - Alvaro Alonso Barba inventa o processo de fundição "cazo y cocimiento" usado na extração de prata, em Tarabuco, Bolívia.
- 1598-1605 - Com a descoberta de ouro em aluvião no sul do Brasil, o governador geral Francisco de Souza muda sua residência da Bahia para a Capitania de São Vicente e recebe o título de Superintendente das Minas..
- 1603 - Um novo código de leis, as Ordenações Filipinas, é promulgado por Felipe III da Espanha (Felipe II de Portugal), destinado às possessões portuguesas de além-mar. É mantido até 1822.* Um Regimento das Minas é promulgado para regulamentar as atividades mineiras.
- 1606 - Inaugura-se a Casa da Moeda de Zacatecas, México.
- 1624 - Funda-se a Universidade de Chuquisaca, na Bolívia.
- 1629 - Pequenas jazidas de ouro são descobertas em Paranaguá, no sul do País. Outras descobertas em 1648 e 1658.
- 1632 - Abrem-se minas em Batopilas, Chihuahua, México.
- 1637-1639 - O português Pedro Teixeira explora a região do rio Yupur, tributário do Amazonas. Descobre ouro e toma posse da terra em nome de Portugal.
- 1640 - Publica-se, em Madri, a primeira edição de "El Arte de los Metales", de Alvaro Alonso Barba, que completou mais de 35 edições, em seis idiomas.
- 1643 - Salvador de Sá é designado administrador de minas em São Paulo, com privilégios especiais quanto a novas descobertas.
- 1674-1681 - A expedição de Fernão Dias, uma das mais longas e famosas bandeiras, explora o interior, desde as cabeceiras do rio das Velhas até a região do Serro do Frio, que posteriormente ficou conhecida pelas minas de ouro e diamantes nela descobertas.

- 1693-1695 - Descobertas grandes quantidades de ouro no Rio das Velhas, rio das Mortes e rio Doce. Mineradores chegam em grande número para a região que se denominaria mais tarde Minas Gerais.
- 1695 - Os bandeirantes paulistas descobrem ricos depósitos de ouro no rio das Velhas, Minas Gerais, local de grande procura e produção durante quase um século.
- 1701 - No Rio de Janeiro, o governador Artur de Sá promulga novo código de minas para o Brasil, aceito e sancionado pela Coroa em 1702.
- 1719 - Descobre-se ouro em Cuiabá, Mato Grosso.
- 1724-1725 - Descobre-se ouro em Araguaia, Goiás.
- 1725 - A Casa da Moeda de Ouro Preto inicia suas atividades.
- 1726-1728 - Descoberta de diamantes na região do Serro do Frio, em Minas Gerais.
- 1727 - Introduz-se o café no Brasil.
- 1736 - Antonio de Ulloa, da expedição de La Condamine, comissionado pelo governo espanhol, descobre platina nas minas de Chocó, Colômbia, e narra o fato em sua "Relación histórica del viaje a la América meridional", escrito em colaboração com Don Jorge Juan.
- 1740 - O sistema de empreitada para a cata de diamantes é adotado pelo governo português.
- 1760 - Antonio Obregón y Alcocer (mais tarde Conde de la Valenciana) descobre o filão principal em Guanajuato, (México), ao explorar a mina La Valenciana. Essa mina teve um poço octogonal de 26,8 m de circunferência e 514 m de profundidade.
- 1761 - Publica-se em Madri os "Comentarios a las Ordenanzas de Minas", pelo jurista mexicano Don Francisco Xavier de Gamboa. O Tratado de Pardo anula o Tratado de Madri.
- 1762 - Grande corrida em Real del Monte; Romero Torres extrai cerca de 31 milhões de dólares em prata.
- 1771 - Pombal revoga o sistema de contrato por empreitada e adota o

controle exclusivo de extração de diamantes, utilizando o sistema denominado Real Extração.

- 1773 - Descobrem-se minas de prata em Catorce, no Estado de San Luis Potosí.
- 1779 - Inaugura-se em Potosí, Bolívia, a Academia e Escola Teórica e Prática de Metalurgia.
- 1783 - Carlos III aprova novas Ordenações de Minas para o vice-reino de Nova Espanha, ocasião em que é criada a Escola de Minas no México.
- 1792 - Inaugura-se no México o Real Seminário de Minería, sendo seu primeiro diretor Fausto de Elhuyar, descobridor do tungstênio.
- 1794 - Don Andrés Manuel del Río chega ao México como professor do Real Seminário de Minería. Em 1801 ele descobre o vanádio encontrado no minério de chumbo escuro de Zimapán. Publicadas as "Ordenanzas de las minas del Perú y demás provincias del Río de la Plata", redigidas por D. Pedro Vicente Cañete.
- 1803 - O Regimento Diamantino, de Pombal, datado de 1771, é substituído pelo Alvará, ou Decreto, de 1803.
- 1804 - Alexandre von Humbolt - volta a Europa após percorrer 65.000 km de terras do Novo Mundo, editando seu famoso livro "Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent".

CRONOLOGIA DAS MAIORES INVENÇÕES DE MÁQUINAS
DE MINERAÇÃO NOS SÉCULOS XIX E XX

COMINUIÇÃO

| | |
|--|--|
| ESTAMPAS (Percussão) | Descrito por Georgius Agricola e operado na época por força da água; mecanizado no século XIX, primeiro a vapor e mais tarde por energia elétrica. |
| BRITADOR DE ROLOS (Roll crusher) | Inventado na Inglaterra (1806); introduzido no continente (1832). |
| BRITADOR DE MANDÍBULAS (Jaw crusher) | Patenteado nos EE.UU. por Blake (1858); usado pela primeira vez (1861); introduzido na Europa (antes de 1866) |
| GIRATÓRIOS (Giratory) | Primeira experiência competitiva ao "jaw crusher", por Gates (1883) |
| MOINHO DE BOLAS (Ball mill) | Inventado por Brückner na Alemanha (1876); usado inicialmente nos EE.UU. em mineração (ca.1905) |
| MOINHO AUTÓGENO (Autogeneous) | Período de desenvolvimentos com alimentação de pedra bruta (1945-1955) |
| CLASSIFICADORES | Classificador mecânico (cerca 1905) Ciclone da década de 1930. |

CONCENTRAÇÃO

| | |
|-----------|--|
| Gravidade | Mesa de Wilfley (patenteada em 1896); em uso amplo (até 1900). Separação em meios pesados (Heavy medium) (em mineração) (na década de 1930) Ciclone usando meios pesados (final da década de 1930) Espiral Humphrey (início de uso ca. 1943). |
|-----------|--|

ELETRICIDADE

Separação magnética

Limpeza de apatita por remoção de magnetita (1853)
Correias separadoras Ball-Norton produziu 1000 toneladas de concentrados de magnetita (1888).
Separador por via úmida de alta intensidade (ca. 1960).

Separação Eletrostática

Aplicações em não-minerais (1879)
Jigagem e eletrificação; Carpenter (1886)
Separador por queda livre; Gates (1900)
Blake e Morscher (1901)
Sutton e Steele (1901)
Primeira aplicação com sucesso; esfalerita-pirita (1907)

Flotação

Primeira concepção; irmãos Bessel (1877)
Primeiro usado na Austrália (1905) processo Potter Delprat
Primeiro uso de coletores solúveis; Martin (1915)
Seletores controlados, Sheridan e Griswold ciana da (1922)
Coletores de gordura ácida; Christensen (1923)

BIBLIOGRAFIA

- DEPARTMENT OF MINES, VICTORIA - Prospector's Guide 1970 - Ninth Edition
- BUREAU OF LAND MANAGEMENT - Placer Examination
- PAPOV, G. - The Working of Mineral Deposits
- HARRISON, H.L.H. - Alluvial Mining for Tin and Gold
- E/MJ LIBRARY OF OPERATING HANDBOOKS - E/MJ Operating Handbook of Mineral Surface Mining and Exploration
- LANG, A.H. - Prospecting in Canada
- PEELE, Robert - Mining Engineers' Handbook
- TAGGART, A. - Ore Dressing
- RICHARD, Arthur - Ore Dressing
- BASCOPE, Gastón P. & ALVEAR, Roberto L. - Garimpos do Médio Madeira. Série do Ouro nº 8, CPRM, janeiro/1981
- BASCOPE, Gastón P. & ALVEAR, Roberto L. - A Utilização de Dragas na Mineração de Aluviões. Série Dragas nº 1, CPRM, janeiro/1983
- BASCOPE, Gastón P. & ALVEAR, Roberto L. - Estudos de Draga-Balsa Semi-rudimentar para o Rio Madeira. Série Dragas nº 2, CPRM, janeiro/1983
- BASCOPE, Gastón P. & ALVEAR, Roberto L. - Projeto de Pequenas Dragas nº 3, CPRM, março/1983
- BASCOPE, Gastón P. & ARAUJO, N. Homero & PASSOS, Cesar Augusto B. - Experiências de Concentração de Ouro em Jazidas Aluvionares (Equipamentos Rudimentares). Série Ouro nº 10, CPRM, abril/1981
- BASCOPE, Gastón P. - Projeto de Formação de Empresas Mineiras de Pequeno Porte. Série do Cooperativismo Mineral nº 1, CPRM, outubro/1979
- BASCOPE, Gastón P. & ALVEAR, Roberto L. - Implantação de Cooperativas de Mineração no Brasil. Série do Cooperativismo Mineral nº 2, CPRM, outubro/1979
- DENVER EQUIPMENT COMPANY - Série Deco, Fluxogramas.
- FERREIRA, Francisco Ignacio - Dicionário Geográfico das Minas do Brasil (1885)
- CALOGERAS, Pandia - As Minas do Brasil e sua Legislação
- BARGALLO, Modesto - La Minería y la Metalurgia en La America Española Durante la Época Colonial
- PRIETO, Carlo - A Mineração e o Novo Mundo
- SILVA, Ernani Bruno - História do Brasil Geral e Regional
- BARBA, Alvaro Alonso - Arte de los Metales (1640)
- GAMBOA, Francisco Xavier de - Comentários a las Ordenanzas de Minas

SCHNABEL, C. Metallurgie

HOFMANN, C.F. Metalurgia General

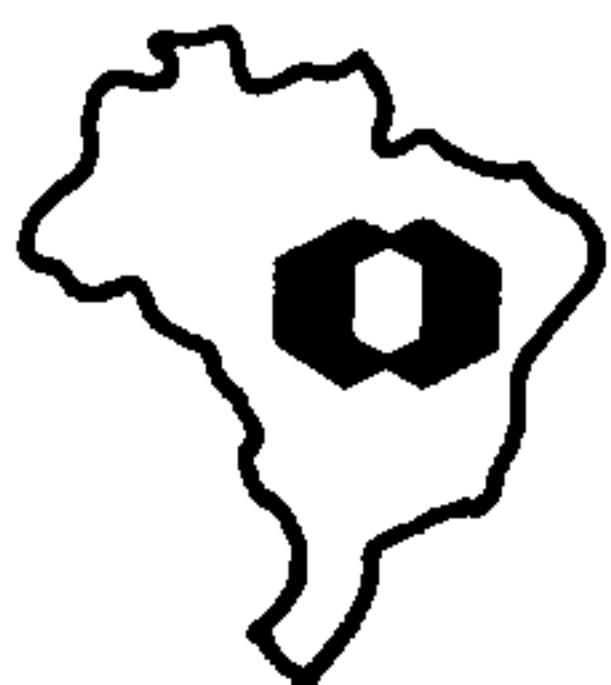
DAVY McKEE CORPORATION - Process Development Gold

PRETORIUS, D. A. - A Natureza dos Depósitos de Ouro e Uranio do
Witwatersrand

CLIFTON, H. Edward - Sample Size and Meaningful Gold Analysis

SÉRIE DRAGAS

1. A UTILIZAÇÃO DE DRAGAS NA MINERAÇÃO DE ALUVIÕES (Janeiro/83)
2. ESTUDO DE DRAGA-BALSA SEMI-RUDIMENTAR PARA O RIO MADEIRA (Janeiro/83)
3. PROJETO DE PEQUENAS DRAGAS MECANIZADAS PARA EXTRAÇÃO DE OURO SECUNDÁRIO (Março/83)
4. APLICAÇÃO DO "JET PUMP" NA MINERAÇÃO ALUVIONAR (Agosto/83)
5. TÉCNICAS GERAIS DE MINERAÇÃO AURÍFERA ALUVIONAR (setembro/83)



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Av. Pasteur, 404 - Urca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Telefone: DDD (021) 295.0032 - Telex: (021) 226685

CEP, 22.292

SERIO/DISERV/SEGRAF