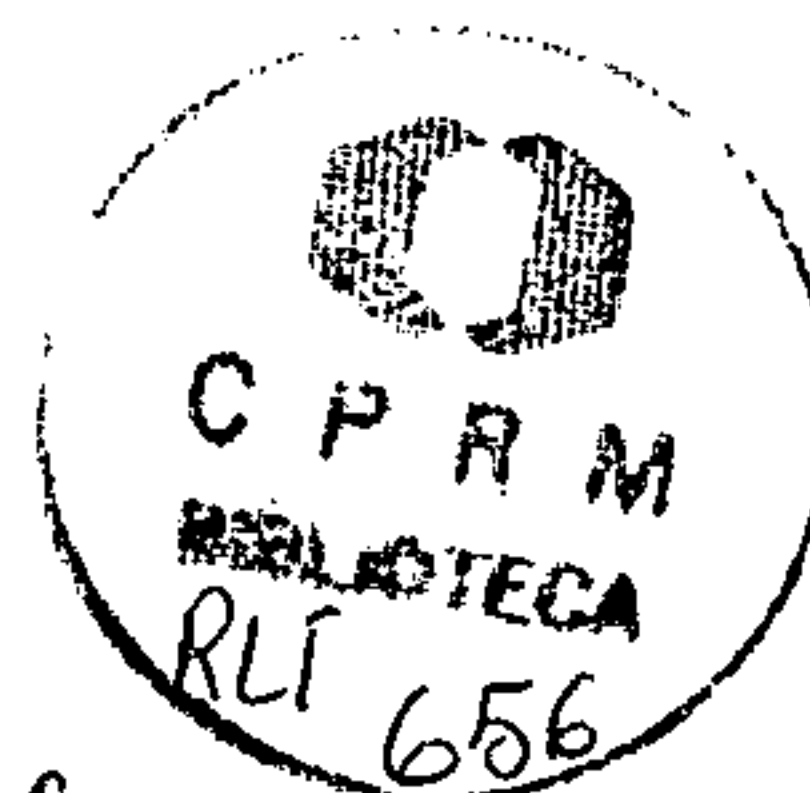


PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DA PEQUENA MINERAÇÃO



Tambo
PHL 5206



IBEX

PEQUENAS DRAGAS MECANIZADAS
PARA MINERAÇÃO DE OURO SECUNDÁRIO

Engº GASTÓN PEREIRA BASCOPE
Engº ROBERTO LOBO D'ALVEAR

MARÇO-1983

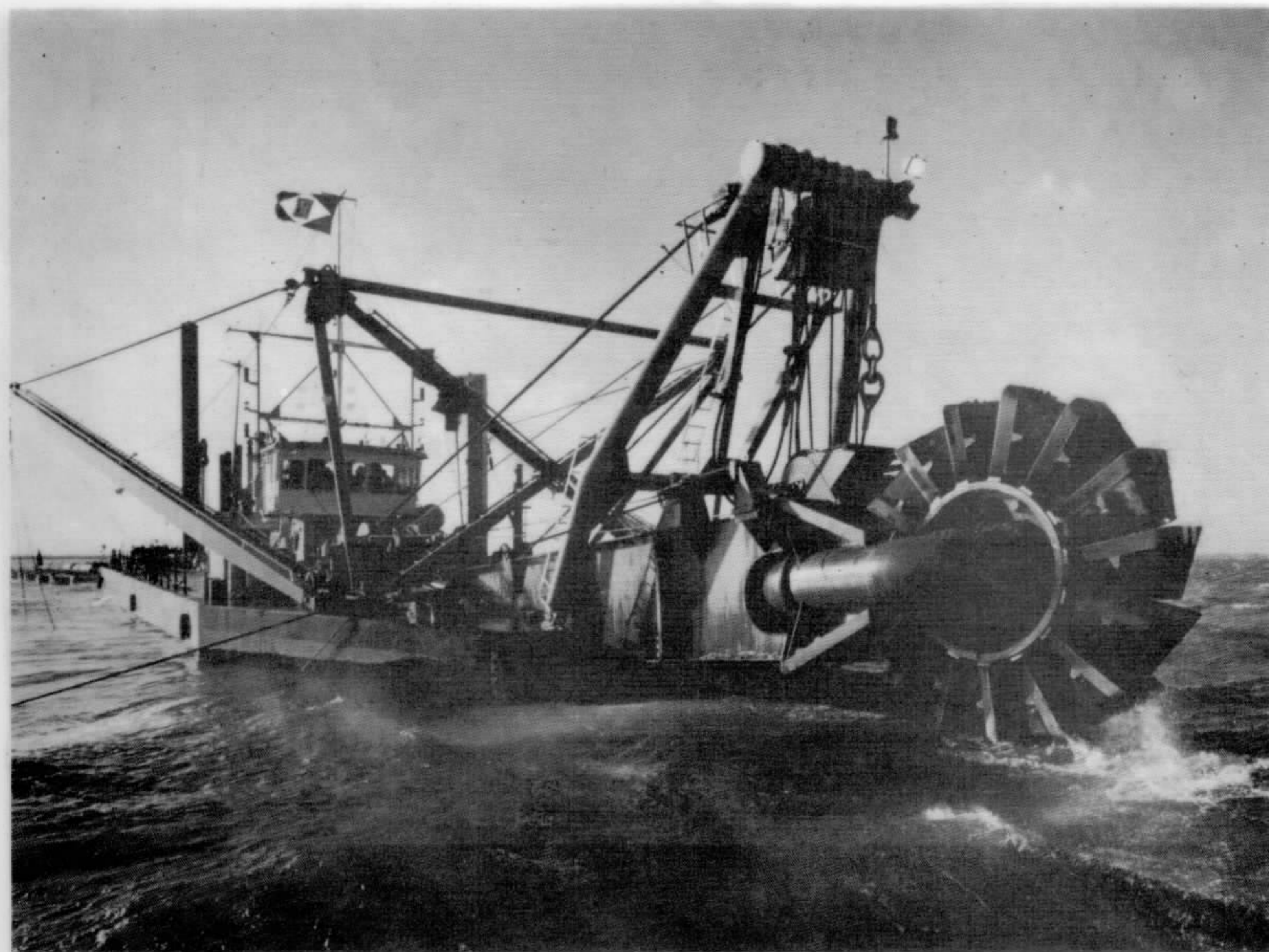
RLI
656

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

RLI
656

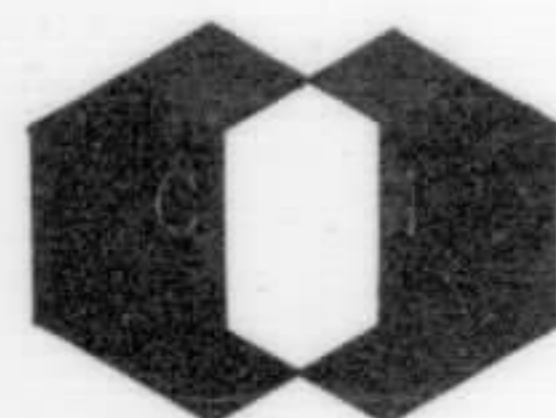
PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DA PEQUENA MINERAÇÃO

PROJETO DE PEQUENAS DRAGAS MECANIZADAS
PARA EXTRAÇÃO DE OURO SECUNDÁRIO



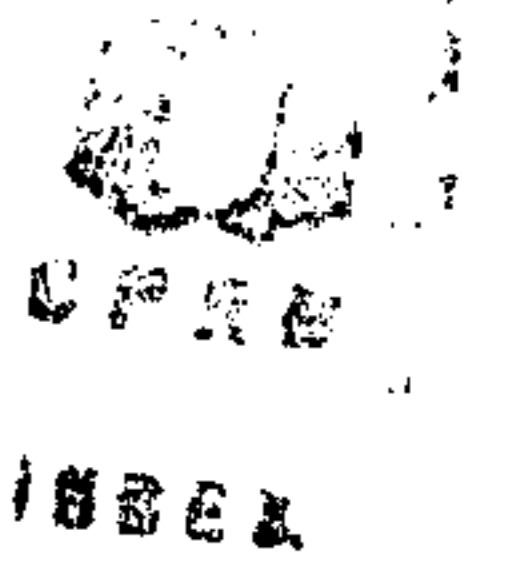
ELEMENTOS PARA MONTAGEM
DE UMA POLÍTICA DE OURO
PARA O BRASIL

DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS - DAP
SÉRIE DRAGAS Nº 3



CPRM

Março/83



CAPA: DRAGA PARA MINERAÇÃO PROJETADA PELA IHC-EMAQ, DO TIPO CORTE-
SUCÇÃO COM ÍNDICE DE NACIONALIZAÇÃO DE 100%.

MISSÃO RONDON



Naturalistas e medico incumbidos de trabalhos profissionaes
relativos à Expedição Scientifica Roosevelt-Rondon

Aos componentes da pioneira expedição científica à Re-
gião Amazônica, a nossa homenagem.

P R E F Á C I O

O presente documento foi elaborado como uma comple mentação aos de n^os. 1 e 2 da Série Dragas. Sua finalidade é apre sentar 2 projetos de pequenas dragas, simples e de baixo custo, elaborados através da IHC-EMAQ, por solicitação e segundo orienta ção dos autores deste documento. Trata-se de equipamentos mecaniza dos, projetados para níveis diferentes de produção e para tipos di ferentes de solos a serem dragados, uma para operar nas condições do rio Madeira e a outra nas do rio Tapajós, que apresenta um grau relativamente alto de argila e de restos de vegetação.

Ainda com respeito à dragagem propriamente dita são apresentados dados relativos aos testes a serem utilizados para um maior conhecimento do solo a ser dragado.

Como o nosso objetivo principal é a mineração de ouro secundario, de origem aluvionar, coluvionar e eluvionar, em áreas onde existem depósitos de baixo teor, situados em rios de pouca profundidade e em regiões de difícil acesso, os equipamentos concebidos deverão ser leves e moduláveis. Apresentamos ainda al guns princípios básicos para seleção de equipamentos para concen tração do material dragado, com vistas à obtenção do ouro metáli co.

Nossa pretensão ao elaborarmos este documento é a de apresentar alternativas para implementar a produção aurífera brasileira, com equipamentos de maior porte, mecanizados e capazes de atender às exigências de uma Empresa de Mineração de Pequeno a Médio Porte ou ainda a Cooperativas de Mineração.

NOSSOS AGRADECIMENTOS

Ao Diretor da Área de Pesquisas da CPRM, Dr. Edison F. Suszczyński, que com seu dinamismo e espírito empreendedor recomendou que introduzíssemos à discussão o tema "Utilização de Dragas em Mineração" que, em nosso País, ainda não mereceu maior atenção por parte daqueles que atuam nos setores de dragagem e de mineração, através da publicação da coleção de documentos intitulada Série Dragas.

A Empresa construtora de dragas, IHC-EMAQ, na pessoa do seu Gerente, no Brasil, Sr. Jayme Herchenhorn, que demonstrando grande interesse pelo assunto, providenciou o projeto de duas dragas simples e de baixo custo que, em princípio, poderiam atender aos requisitos de áreas específicas, definidos em reunião com os autores deste trabalho.

A Construtora Continental de Rodovias Ltda. que, através dos vários contatos mantidos, nos permitiu um maior conhecimento dos problemas daqueles que atuam em dragagem, e ainda nos facultou uma visita a uma de suas dragas em operação (pequena, de corte-sucção de 14") na Baía de Guanabara onde o engenheiro Renato D. Bertuol descreveu minuciosamente todos os componentes da referida draga fornecendo-nos valiosas informações quanto às possibilidades e possíveis problemas a serem enfrentados no tipo especial de dragagem pretendido pelos autores.

S U M Á R I O

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 - Considerações Gerais Sobre a Mineração de Pequenos Depósitos Aluvionares com o Uso de Dragas	1
2. A ANÁLISE DE SOLOS E A DRAGAGEM	2
2.1 - Classificação e Condições do Solo	3
2.2 - Propriedades do Solo e Desempenho da Dragagem	6
2.2.1 - Desempenho do transporte em uma draga <u>h</u> idráulica	6
2.2.2 - Desempenho de uma draga de sucção	6
2.2.3 - Desempenho de corte	11
2.3 - Testes Importantes de Laboratório	11
2.3.1 - Argila	11
2.3.2 - Areia (e cascalho)	11
2.3.3 - Rocha	11
2.4 - Conclusão	13
3. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE <u>C</u> ONCENTRAÇÃO HIDROGRAVIMÉTRICA	13
4. PROJETOS DE PEQUENAS DRAGAS PARA MINERAÇÃO FLUVIAL	15
4.1 - Dragas de Sucção Plena de 4"	15
4.1.1 - Capacidade de dragagem	15
4.1.2 - Dimensões principais	16
4.1.3 - Equipamentos instalados	16
4.2 - Dragas de Corte-Sucção de 10"	18
4.2.1 - Capacidade de dragagem	20
4.2.2 - Dimensões principais	20
4.2.3 - Equipamentos instalados	20
5. DADOS PARA CÁLCULO DE CUSTOS OPERACIONAIS	21
5.1 - Pessoal	23
5.2 - Custo de Operação das Dragas de 4" e 10"	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
BIBLIOGRAFIA	26

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as dragas são utilizadas, já há algum tempo, na mineração de depósitos de cassiterita e de aluviões diamantíferos, notadamente aqueles de porte médio à grande, embora não em larga escala. Todavia, no que se refere aos pequenos depósitos, não se observa maior interesse na utilização desse tipo de equipamento. Este fato pode ser creditado, em parte, à grande capacidade dos equipamentos normais de dragagem cuja viabilidade econômica de utilização, até o momento, está limitada aos médios e grandes depósitos.

É conhecida a existência de inúmeros depósitos minerais, como por exemplo, os pequenos depósitos auríferos secundários, com teores relativamente baixos, mas que integrados poderiam contribuir para o incremento da produção nacional de ouro.

Questões iniciais podem ser então levantadas:

- É possível viabilizar técnica e economicamente a exploração desses depósitos utilizando dragas?
- Que tipo(s) de draga(s) seria(m) mais adequado(s)?

Inicialmente, devemos tecer rápidas considerações sobre as peculiaridades dos pequenos depósitos aluvionares, notadamente os auríferos, e sobre as possíveis vantagens da utilização de dragas.

1.1 - Considerações Gerais Sobre a Mineração de Pequenos Depósitos Aluvionares com o Uso de Dragas

Os pequenos depósitos de ouro secundário a que se refere este trabalho se encontram, em sua maioria, na Região Amazônica. Em termos práticos, podemos considerar como inexistente qualquer tipo de infraestrutura (energia, estradas, dificuldade de mão-de-obra especializada para manutenção de equipamentos, aquisição de peças e outros). Em vista disto, ao serem projetadas dragas, para atuar nessa região, o primeiro passo seria concebê-las em módulos, para facilitar o transporte, de tamanho reduzido (com bombas de 4" a 10") e também de pequeno calado, para que possam ser utilizadas inclusive nos inúmeros riachos e igarapés da região.

Além disso, sendo dragas de tamanho reduzido (mini-

dragas), o investimento necessário para a sua aquisição, será baixo e a produção horária compatível com as reduzidas dimensões dos depósitos.

No que se refere aos equipamentos de concentração hidrogravimétrica, ou planta de tratamento, que permitirão separar o ouro no material dragado, estes poderão ser montados na própria draga (para o caso de dragas de 4") ou, para o caso de dragas de corte-sucção de até 10", instaladas em uma prancha ou em terra (hipótese em que os custos se elevarão ligeiramente devido ao transporte de polpa, por tubulação, desde a draga até a planta de tratamento) (Figura 10).

Considerando agora os aspectos da pesquisa mineral, principalmente no que se refere à avaliação dos teores e das reservas, podemos verificar que, por se tratar normalmente de ouro fino, disseminado não homogeneamente nas cascalheiras, o grau de precisão nos valores é variável. Mas, utilizando dragas, a quantidade de material retirado do leito do rio será muito maior, permitindo uma melhor estimativa de seu teor médio. Queremos dizer com isto que, ainda na fase de pesquisa, a draga pode se constituir em um instrumento eficaz na avaliação de teores e das reservas dos pequenos depósitos auríferos secundários.

2. A ANÁLISE DE SOLOS E A DRAGAGEM

É por demais evidente que o solo (material) a ser removido tem um papel predominante no processo de dragagem. É, portanto, da maior importância estar capacitado a determinar as propriedades do solo de um modo adequado e conhecer quais destas propriedades afetam mais diretamente o desempenho do equipamento de dragagem.

No passado, a avaliação das propriedades do solo era feita através de observação visual, pelo tato e odor do solo, etc., e com base nessas observações selecionava-se o equipamento de dragagem. É desnecessário mencionar os grandes riscos envolvidos a despeito do fato de que as pessoas que o faziam fossem possuidoras de muita experiência.

Embora as condições do solo sejam muito importantes na

seleção do equipamento de dragagem, existem outras que devem também ser consideradas:

- a) requisitos do trabalho de dragagem e suas restrições específicas (tipo de trabalho, quantidade de solo a ser dragado, tempo disponível para o trabalho, e outros).
- b) condições locais e de meio ambiente.
- c) disponibilidade de equipamento.

2.1 - Classificação e Condições do Solo

Os solos podem ser subdivididos grosseiramente em 3 grandes grupos:

- solos coerentes deformáveis (argila e silte)
- solos incoerentes (areia e cascalho)
- solos coerentes consolidados ("rochas", variando de macias a muito duras).

Na figura 1 é apresentada uma divisão para solos de acordo com o PIANC Bulletin nº 11 1972. Entre os grandes grupos supramencionados ocorrem zonas de transição.

Embora esta classificação de solos seja importante para o julgamento do desempenho das dragas, certamente ela não é ainda suficiente. Diferentes testes são ainda necessários para obter dados adequados para a seleção da draga e para estimar a sua produção.

Parte desses testes deve fornecer informações sobre o próprio solo e parte sobre as condições do solo "in situ". Assim sendo, devem ser tomadas amostras na área a ser dragada e a profundidades ligeiramente maiores do que a de dragagem, para observações visuais e testes de laboratório. Para os propósitos da dragagem, a distância entre os furos de sondagem está, em geral, entre 50 a 200m.

Uma indicação grosseira do número de furos necessários pode ser obtida a partir da seguinte fórmula empírica:

$$N = 3 + \frac{(A^{0,5} d^{0,33})}{50}$$

onde N= número de furos

A= área do local de dragagem (m²)

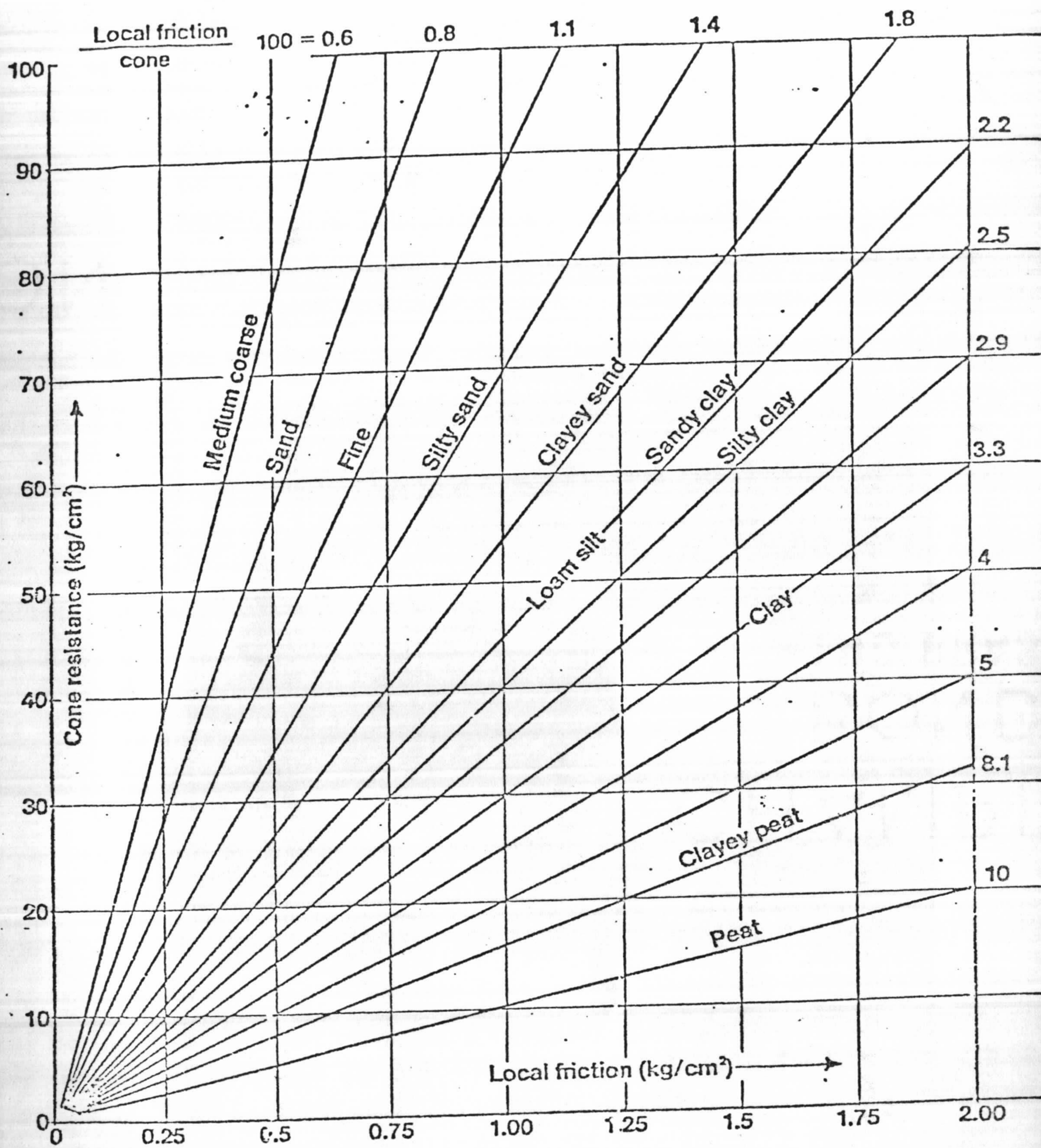
d= profundidade média a ser removida (m)

Table General Basis for Identification and Classification of Soils¹⁾ for Dredging Purposes

Main Soil Type	Particle size identification		Identification	Strength and Structural Characteristics
	Range of size (mm)	B.S. Sieve (2)		
Boulders Cobbles	Larger than 200 mm Between 200- 60 mm	(6)	Visual examination and measurement	N.A.
Gravels	Coarse 60- 20 Medium 20- 6 Fine 6- 2 mm	3" - 3/4" 3/4" - 1/4" 1/4" - No. 7	Easily identifiable by visual examination	Possible to find cemented beds of gravel which resemble weak conglomerate rock. Hard-packed gravels may exist intermixed with sand.
Sands (3)	Coarse 2 -0.6 Medium 0.6-0.2 Fine 0.2-0.06 mm	7- 25 25- 72 72- 200	All particles visible to the naked eye. Very little cohesion when dry.	Deposits will vary in strength (packing) between loose, compact and cemented. Structure may be homogeneous or stratified. Intermixture with silt or clay may produce hard-packed sands.
Silts (4)	Coarse 0.06-0.02 Medium 0.02-0.006 Fine 0.006-0.002 mm	Passing No. 200	Generally particles are invisible and only grains of a coarse silt may just be seen with naked eye. Best determination is to test for dilatency (4). Material may have some plasticity, but silt can easily be dusted off fingers after drying and dry lumps powdered by finger pressure.	Essentially non-plastic but characteristics may be similar to sands if predominantly coarse or sandy in nature. If finer will approximate to clay with plastic character. Very often intermixed or interleaved with fine sands or clays. May be homogeneous or stratified. The consistence may vary from fluid silt through stiff silt onto "siltstone".
Clays	Below 0.002 mm Distinction between silt and clay should not be based on particle size alone since the more important physical properties of silt and clay are only related indirectly to particle size.	N.A.	Clay exhibits strong cohesion and plasticity, without dilatency. Moist sample sticks to fingers, and has a smooth, greasy touch. Dry lumps do not powder, shrinking and cracking during drying process with high dry strength.	<p>Strength</p> <p>Shear Strength (5)</p> <p>V. Soft May be squeezed easily between fingers. Less 0.17 kgr/cm²</p> <p>Soft Easily moulded by fingers. 0.17-0.45 »</p> <p>Firm Requires strong pressure to mould by fingers. 0.45-0.90 »</p> <p>Stiff Cannot be moulded by fingers, indented by thumb. 0.90-1.34 »</p> <p>Hard Tough, indented with difficulty by thumb nail Above 1.34 kg/cm²</p> <p>Structure may be fissured, intact, homogeneous, stratified or weathered.</p>
Peats and Organic soils	N.A.	N.A.	Generally identified by black or brown colour, often with strong organic smell, presence of fibrous or woody material.	May be firm or spongy in nature. Strength may vary considerably in horizontal and vertical directions.

Notes: N.A.: Not Applicable.

- (1) Soil may be defined in the engineering sense as any naturally occurring loose or soft deposit forming part of the earth's crust. The term should not be confused with "pedological soil" which includes only the topsoil capable of supporting plant growth, as considered in agriculture.
- (2) Or National equivalent sieve size/no.
- (3) There may be some justification for including a range of "extra fine" sand and "extra coarse" silt over the particle size ranges (0.1-0.06 mm) and (0.06-0.04 mm) respectively. It is recommended that whenever possible in borehole description or verbal discussion such further identification of these soils should be used. However, to avoid the chance of confusion, if the classification "fine" sand or "coarse" silt is used without further qualification, it will be taken that the particle size ranges fall within those given in Table 1 above.
- (4) Dilatency is the property exhibited by silt as a reaction to shaking due to the higher permeability of silt. If a moistened sample is placed in the open hand and shaken, water will appear on the surface of the sample giving a glossy appearance. A plastic clay gives no reaction.
- (5) Defined as the undrained (or immediate) shear strength ascertained by the applicable in situ or laboratory test procedure.
- (6) Though only visual examination and measurement are possible an indication should be given with respect to the size of the "grains" as well as to the percentages of the different sizes.



Friction ratio ($F/c \times 100$)
 Coarse sand ≤ 0.5
 Fine sand ≈ 1
 Silty and clayey sand 1-2

Sandy and silty clay 2-3
 Clay 3-5
 Peat $5 \geq 10$

Fig. 2

O número de amostras necessárias pode ainda ser reduzido através do uso do teste CPT (Dutch cone penetration test), que dá informação quanto ao grau de compactação, e o tipo de solo pode ser determinado, de modo grosseiro, de acordo com a figura 2.

Um outro tipo de teste de grau de compactação do solo largamente utilizado, é o Standard Penetration Test (SPT). Neste teste um tubo é aprofundado 15cm no solo e, a seguir, introduzido até 30cm através de quedas de um peso de 63 kgf de uma altura de 75cm. O número de quedas necessário para atingir os 30cm de penetração é chamado valor N30.

Uma indicação das condições do solo em valores correspondentes de SPT e CPT é apresentada na figura 3.

2.2 - Propriedades do Solo e Desempenho da Dragagem

Determinar as propriedades do solo a partir de testes "in situ" é uma coisa; já selecionar o tipo correto de draga e estimar sua produção é outra.

A produção das mais importantes dragas pode ser limitada por seu desempenho:

- no transporte
- na sucção
- no corte

2.2.1 - Desempenho do transporte em uma draga hidráulica

Depende da instalação de sua bomba, de sua tubulação e das características do solo. Estas características, juntamente com a resistência total da tubulação (figura 4) definem a chamada "velocidade crítica", abaixo da qual são formados depósitos na tubulação (figura 5).

A velocidade crítica é dada pela fórmula $V_{cr} = \sqrt{K} D$, onde D é o diâmetro do tubo e K um fator dependente do tamanho do grão do solo. O trabalho abaixo da velocidade crítica necessita ser evitado por causa do risco de bloqueio da tubulação. Isto pode ser controlado pela concentração (figura 6).

2.2.2 - Desempenho de uma draga de sucção

Pode ser dependente de 2 fatores:

Incoherent material (sand)

Coherent material (clay)

Soil situation	N value (SPT according to Terzaghi and Peck)	Cone resistance (Dutch cone penetration test) in bars	Relative density (Dr)	Soil situation	N value (SPT according to Terzaghi and Peck)	Unconfined compression strength in bars	Torvane cohesion in bars
Very loose	< 4	< 25	< 0.15	Very soft	< 2	< 0.25	< 0.13
Loose	4 - 10	25 - 50	0.15 - 0.35	Soft	2 - 4	0.25 - 0.5	0.13 - 0.25
Medium dense	10 - 30	50 - 100	0.35 - 0.65	Plastic	4 - 8	0.5 - 1	0.25 - 0.5
Dense	30 - 50	100 - 200	0.65 - 0.85	Stiff	8 - 15	1 - 2	0.5 - 1
Very dense	> 50	> 200	> 0.85	Very stiff	15 - 30	2 - 4	1 - 2
				Hard	> 30	> 4	> 2

Relationship between N value and cone resistance

Soil situation	Cone resistance/n ₃₀
Gravel	5.5 - 8
Coarse sand	4 - 5.5
Fine sand	2.5 - 4
Clayey sand	6
Sandy loam	5 - 6
Sandy clay	3 - 4
Clay	2

Fig. 3: Correlação dos Testes de Solo

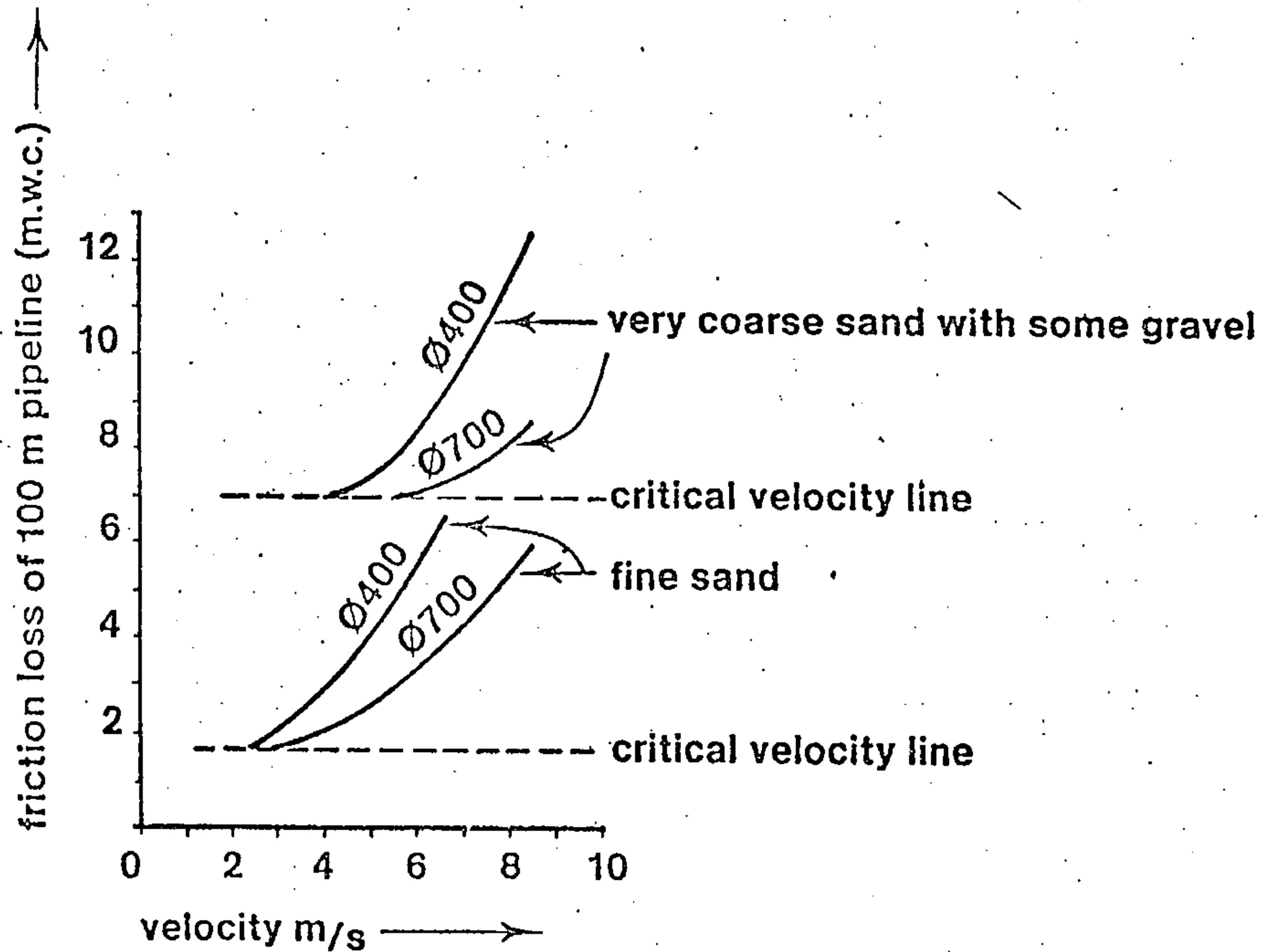


Fig. 4: Perda por fricção em 100m de tubulação para areia fina e muito grossa com algum cascalho (densidade da mistura 1170/kg/m³)

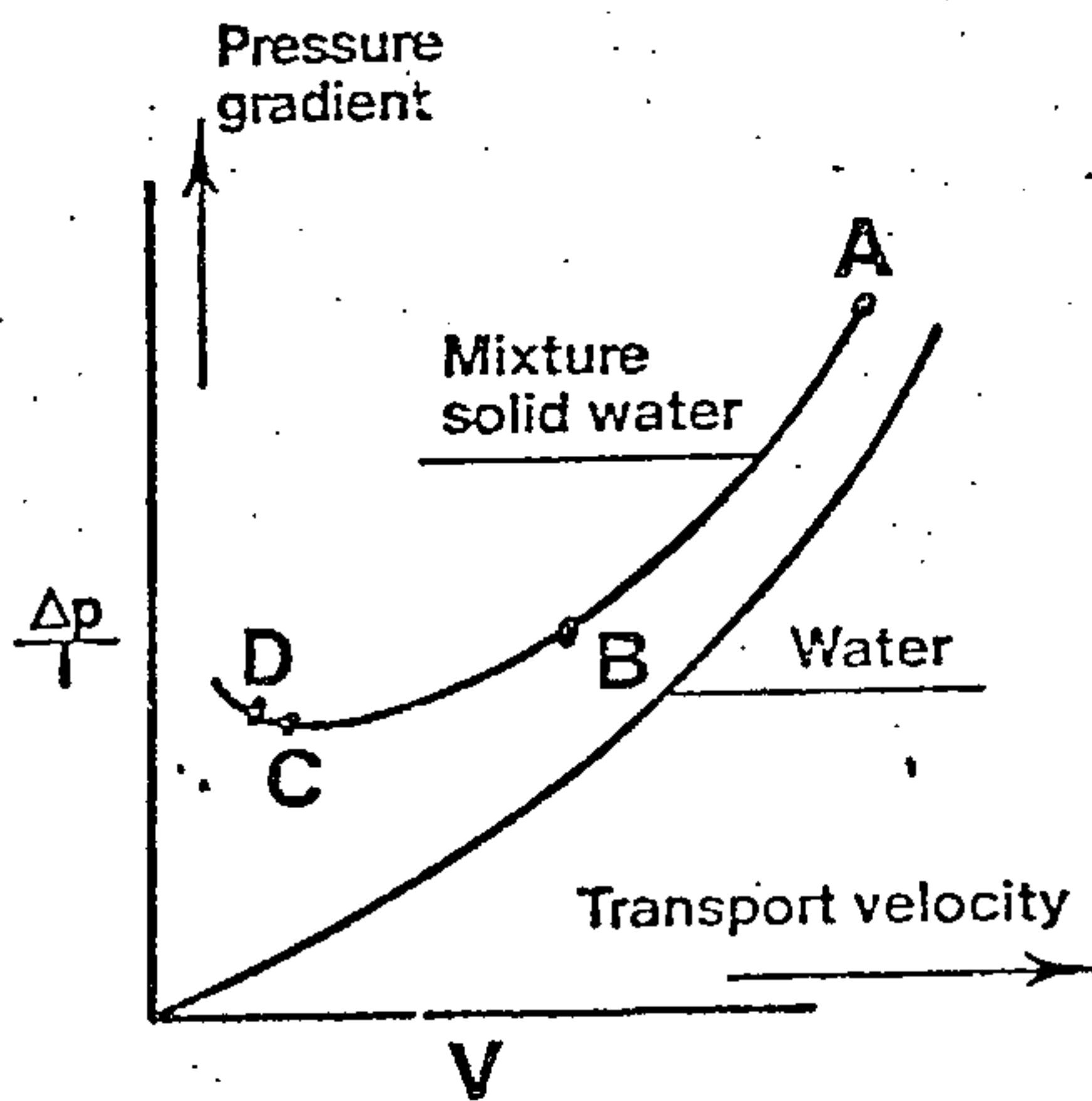
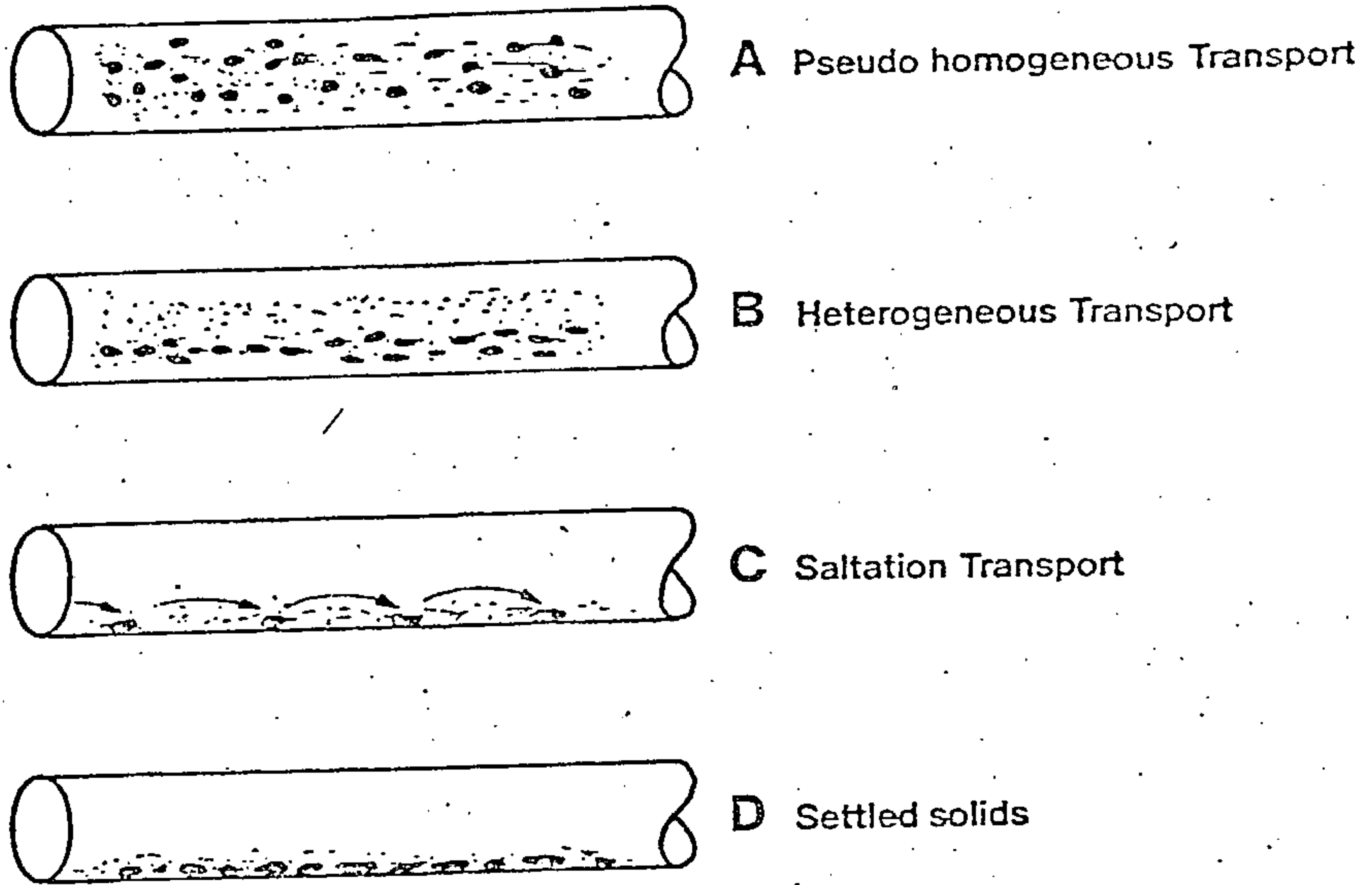
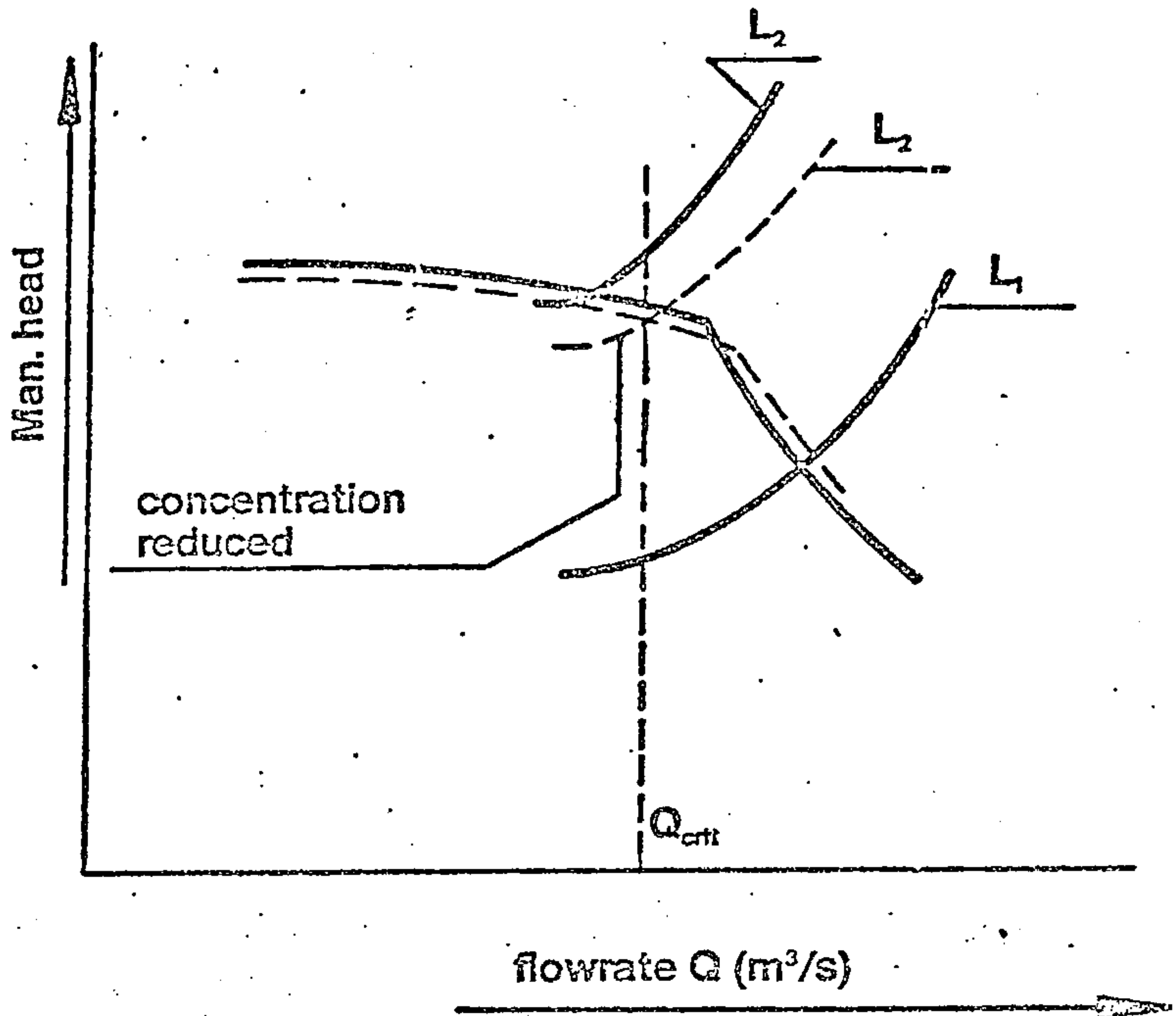


Fig. 5: Fluxo de descarga em uma tubulação transportando polpa



Output = $Q \cdot c \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{hr}$
 L_1 = length 1 (short)
 L_2 = length 2 (long)
 c = concentration

Fig. 6: Ponto de trabalho (operação) e produção da draga.

- formação de uma mistura a uma certa concentração
- ocorrência de cavitação na entrada da bomba da draga.

2.2.3 - Desempenho de corte

Em muitas situações as propriedades do solo são tais que somente com equipamento de corte uma produção razoável pode ser obtida. Também por outras razões os equipamentos de corte, como cortadores, rodas de caçambas (bucket wheels), cadeia de caçambas, etc. são utilizados. Se o solo é duro, a produção da draga pode ser limitada pelo desempenho do equipamento de corte.

Na figura 7 são apresentados os gráficos de produção de uma draga de corte padrão, do tipo IHC Beaver 1500, juntamente com a limitação de corte para dois valores distintos de compactação do solo.

2.3 - Testes Importantes de Laboratório

Os resultados dos testes de laboratório, juntamente com aqueles realizados "in situ", fornecem a informação para a seleção do equipamento de dragagem bem como possibilitam estimar sua produção.

2.3.1 - Argila

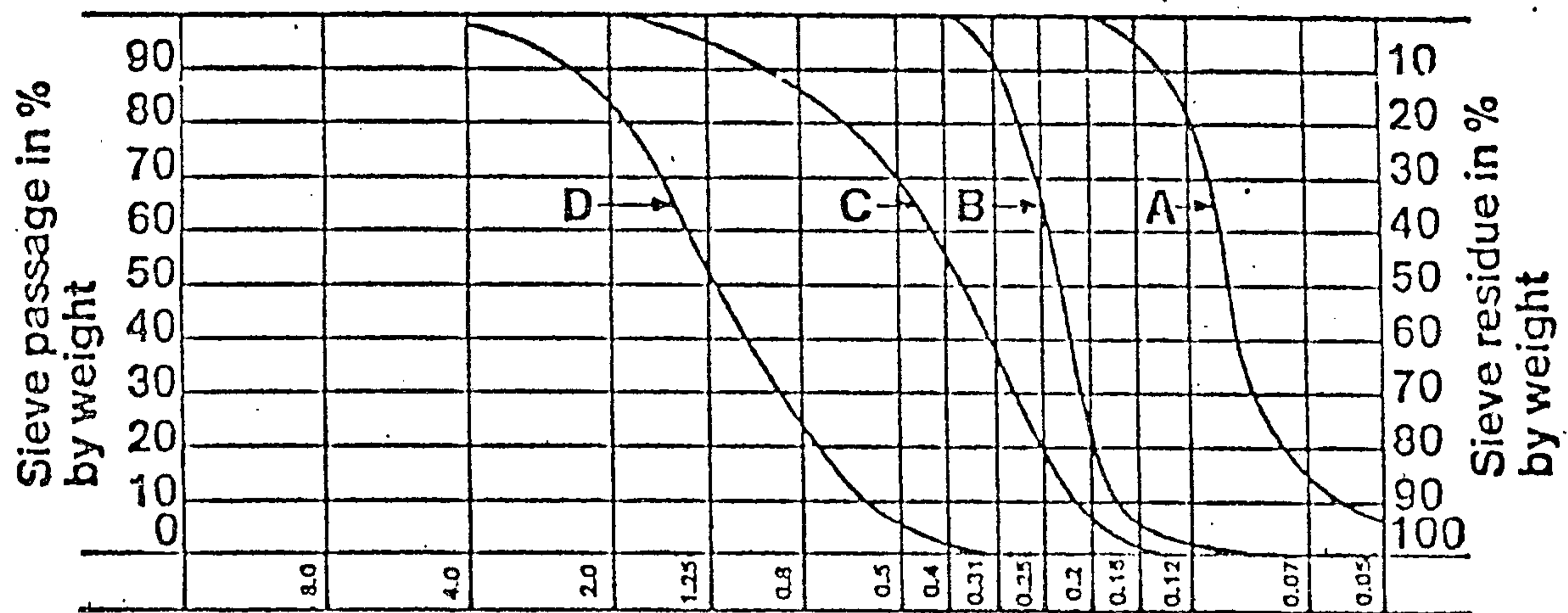
- a) densidade do solo "in situ"
- b) resistência ao cisalhamento
- c) limites de plasticidade (Atterberg limites) e conteúdo em água
- d) viscosidade e tensão de escoamento (Yield stress) da mistura

2.3.2 - Areia (e cascalho)

- a) distribuição granulométrica
- b) densidade da areia solta e depois da vibração
- c) forma das partículas e sua dureza

2.3.3 - Rocha

- a) medida de densidade
- b) resistência à compressão sem confinamento
- c) resistência à tração
- d) teste do ponto de carregamento



A: Fine sand $d = 0.103 \text{ mm}$
 B: Medium fine sand $d = 0.236 \text{ mm}$
 C: Coarse sand $d = 0.45 \text{ mm}$
 D: Coarse sand with gravel $d = 1.33 \text{ mm}$

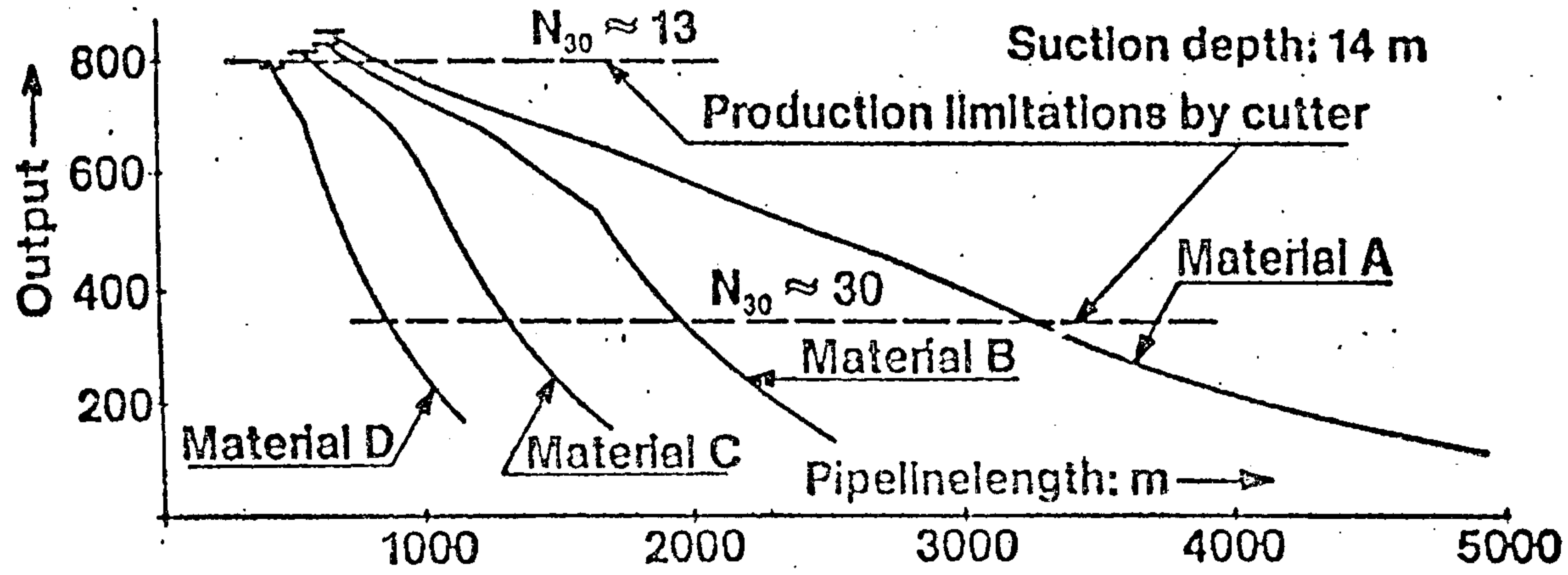
$$d = \frac{d_{10} + d_{20} + d_{30} + \dots + d_{90}}{9}$$


Fig. 7: Produção de uma Beaver 1500 com diferentes materiais em função da distância

e) teste de britagem (Protodyakonov test)

2.4 - Conclusão

Uma completa análise do solo "in situ" e no laboratório é requerida para evitar os riscos desnecessários envolvidos na seleção do equipamento e na previsão da produção e do custo envolvido.

Experiência e bases teóricas são necessárias para aplicar os resultados dos testes para estes propósitos.

3. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONCENTRAÇÃO HIDROGRAVIMÉTRICA

Em geral, no tratamento de minérios aluvionares são empregados processos ou métodos de concentração de sólidos por diferença de densidade ("gravity concentration"):

- a - flutuação
- b - classificação em meio denso
- c - jigagem ("jigging")
- d - concentração em lâmina de água ("Flowing film concentration")
- e - mesagem ("Tabling")

Os processos a e b são próprios para materiais de granulometria grosseira, tendo como limite inferior partículas acima de 10 malhas.

O método c envolve processos para tratamento de partículas de médias a grosseiras.

Os métodos d e e são mais adequados para o tratamento de minérios de granulometria fina; isto é, para partículas de tamanho inferior a 10 malhas.

Nos processos a, b e d são utilizados equipamentos capazes de tratar grandes volumes de material.

Os processos de jigagem (c) e mesagem (e) são, ao contrário dos anteriores, lentos e de pouco rendimento.

Para melhor compreensão da seleção dos equipamentos, apresentamos, a seguir, um quadro de tipos de jigues e de suas respectivas faixas granulométricas de trabalho.

TIPO DE MÁQUINA	TAMANHO DE GRÃO	TIPO CONCENTRADO
Harz	0.3 - 20mm	Pré-concentrados
Benderleri	0.3 - 2,5mm	Pré-concentrados
Denver	0.3 - 2,0mm	Concentrados
Dávila-Crauw	60 - 320 Mesh	Concentrados
IHC-Cleveland	0,06 - 25mm	Concentrados

Os métodos de concentração em lâmina de água (d) e mensagem (e) (segundo P. Blazy, 1970):

MÉTODO	QUANTIDADE TRATADA (Kg/m ² /h)	TAMANHO DAS PARTÍCULAS		EQUIPAMENTO
		(mesh)	(mm)	
Newton	300	20-200	0,8-0,075	Mesa
Allen	150	150-400	0,1-0,037	Mesa p. finos
Stokes	35	270-30 μ	0,053-0,030	Vanner, Buddles Sluices, Corduroy

O método de jigagem (c) pode ser dividido em 2 tipos importantes:

- 1) - Os de tela (peneira) fixa, onde é a água que desenvolve o movimento ascendente cíclico, na câmara de trabalho do aparelho, impulsionando para cima as partículas de minério. Estas caem posteriormente sob a ação da gravidade, quando desaparece o movimento ascendente de água, superpondo-se as partículas de minério em leitos, segundo os respectivos pesos específicos.
- 2) - Os de tela (peneira) móvel, onde o movimento cíclico é feito pela peneira e o fenômeno se repete com relação às partículas do minério.

No primeiro caso existem variações para o tipo de movimento da água, que é uma das características do aparelho. O movimento ascendente cíclico é produzido por êmbolos, nos jígues tipo Harz (mecanizados), e por diafragma, nos de tipo Denver, Benderlari e outros.

No segundo caso os jígues utilizados são dos tipos Maritate (manual), Papic, Dávila-Crauw (mecanizados) e outros.

O método de concentração em lâmina de água consiste, basicamente, na separação dos diversos componentes utilizando uma lâmina de líquido, escoando a uma determinada velocidade sobre uma superfície inclinada. Este método está descrito com maiores detalhes no documento Garimpos do Médio Madeira, Série do Ouro nº 8, CPRM.

Os parâmetros que influenciam a separação das partículas de minerais por processos gravimétricos são, além da densidade, o tamanho e a forma das mesmas.

4. PROJETOS DE PEQUENAS DRAGAS PARA MINERAÇÃO FLUVIAL

Para o início das operações mineiras, especificamente na Amazônia, com a mineração fluvial de pequenos depósitos utilizando dragas, deve-se ter em mente um tipo de equipamento simples, de baixo custo e de fácil transporte, tendo em vista os diversos problemas a serem enfrentados em áreas sem infraestrutura, a maioria delas situadas em plena selva, com pequenos depósitos disseminados e de baixo teor.

Dentro deste contexto, foram projetadas pela IHC-EMAQ, por sugestão dos autores, duas dragas, que se pretende sejam considerados modelos protótipos para duas áreas de características físicas e mineralógicas distintas.

4.1 - Draga de Sucção Plena de 4"

A draga é do tipo de sucção, sem propulsão, projetada para o serviço de extração de areia e cascalho de granulometria inferior a $1 \frac{3}{4}$ " de diâmetro, adequada para trabalhos em leito ativo de rios semelhantes ao rio Madeira (figura 8).

A draga compreende 3 módulos acoplados através de parafusos, para facilitar tanto o transporte como a montagem.

4.1.1 - Capacidade de dragagem

A produção é variável dependendo da granulometria do material dragado e do peso específico da mistura. Em material desagregado, de diâmetro entre 0" a 1" e a uma profundidade de sucção de 8 metros, teremos uma produção de 15 a 40m³/h de material sólido.

4.1.2 - Dimensões principais

Comprimento total _____	9.00m
Comprimento do casco _____	7.50m
Calado médio _____	0.60m
Profundidade máxima de dragagem _____	8.00m
Potência instalada _____	60HP
Peso da draga completa _____	Aproximadamente 6.000 kg

4.1.3 - Equipamentos instalados

Força motriz: Motor Mercedes Benz diesel de 60cv. Este motor é utilizado para acionamento da bomba de dragagem, bomba de jato, e bomba de selagem, com embreagem, para permitir que o motor parta em vazio.

Bomba de dragagem: Marca "JOMAQ" (fabricação nacional). Possui peças internas cambiáveis e revestidas de borracha. É acionada através de um conjunto de polias e correias em "V". Produz uma velocidade da mistura, na descarga, de 1,5m/seg.

Bomba de jato: A bomba de jato é acionada pelo mesmo motor diesel principal através de uma derivação com sistema de polias e correias em "V". Esta bomba tem por finalidade desagregar o material a ser dragado quando muito compacto. A pressão máxima desta bomba é 55m.c.a. aproximadamente.

Guinchos: Quatro guinchos manuais para facilitar a manipulação das diferentes operações do processo de dragagem. A capacidade de cada guincho é de 250/550 kg.

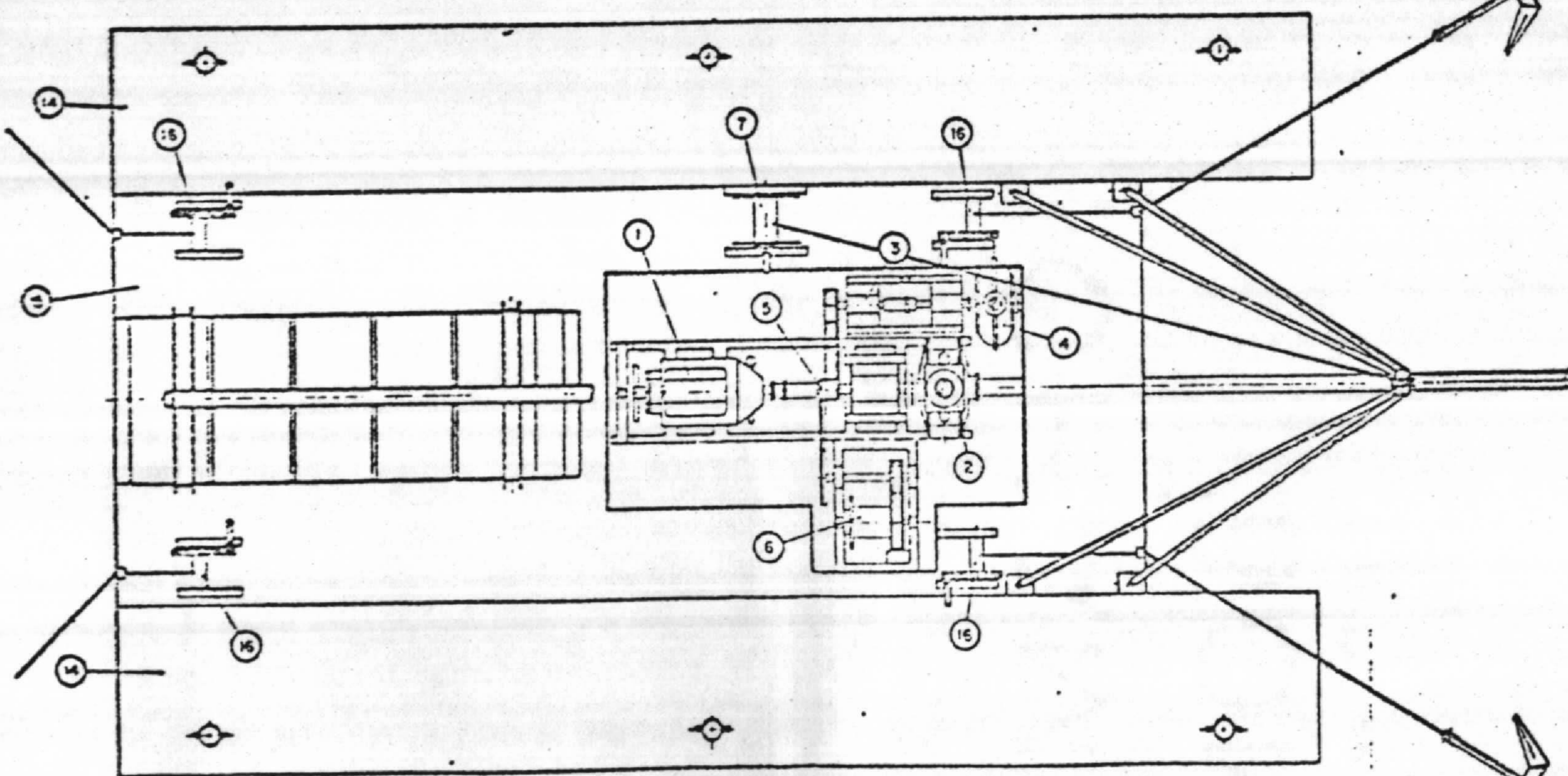
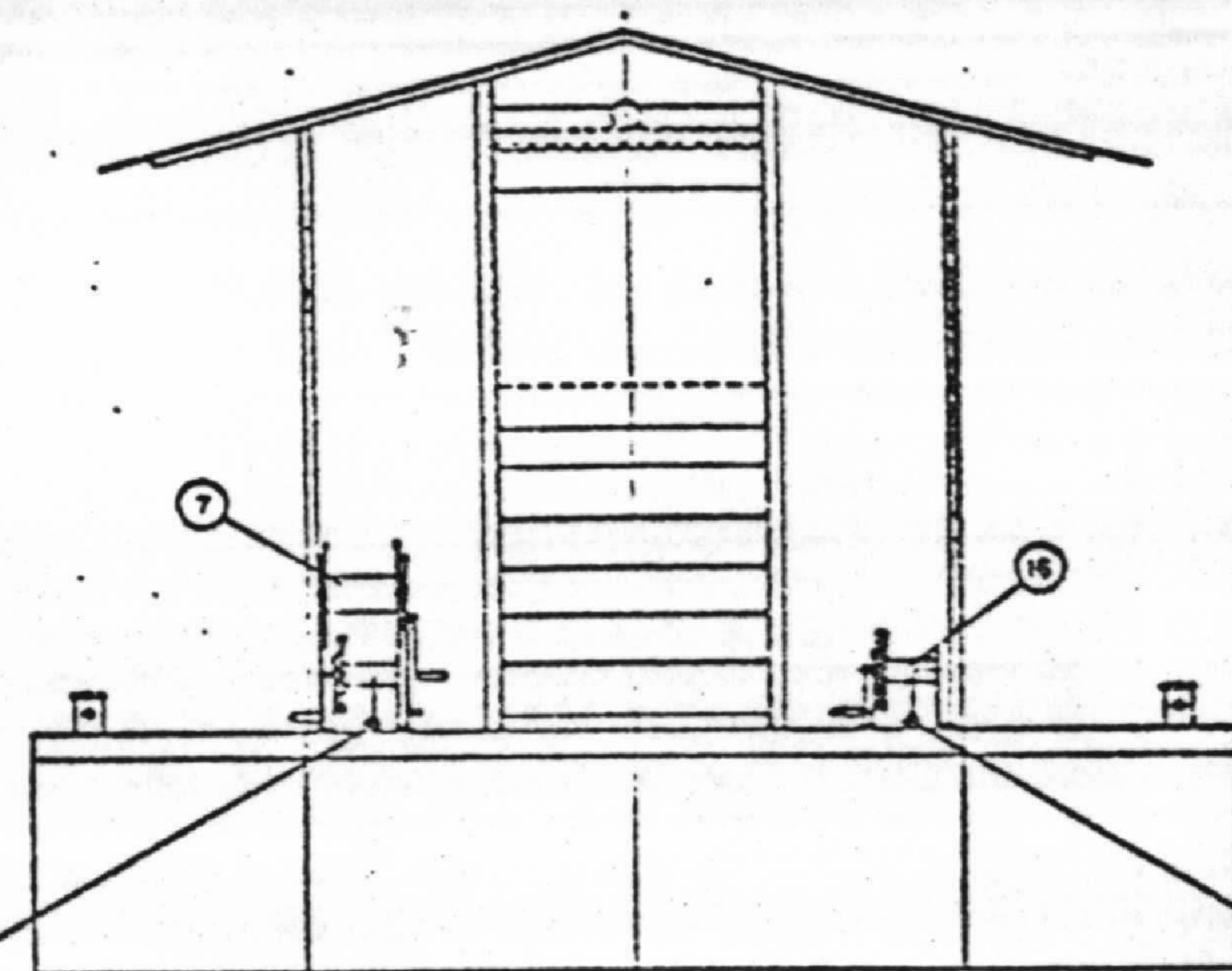
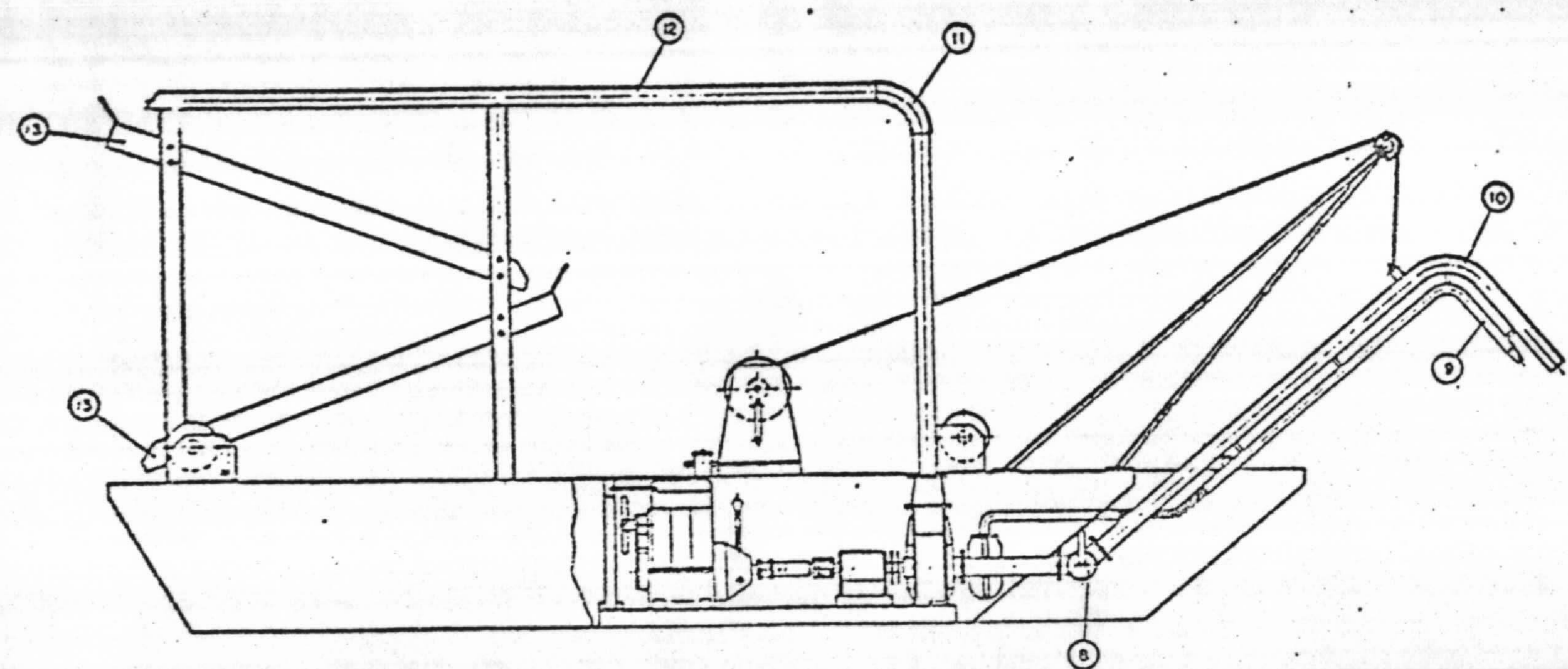
Guincho de capacidade de 500/1000 kg para levantar e descer a lança.

Tubulação: a tubulação de sucção e de recalque a bordo da draga é constituída em tubo de aço com diâmetro de 4".

A articulação é feita através de uma junta articulada de sucção.

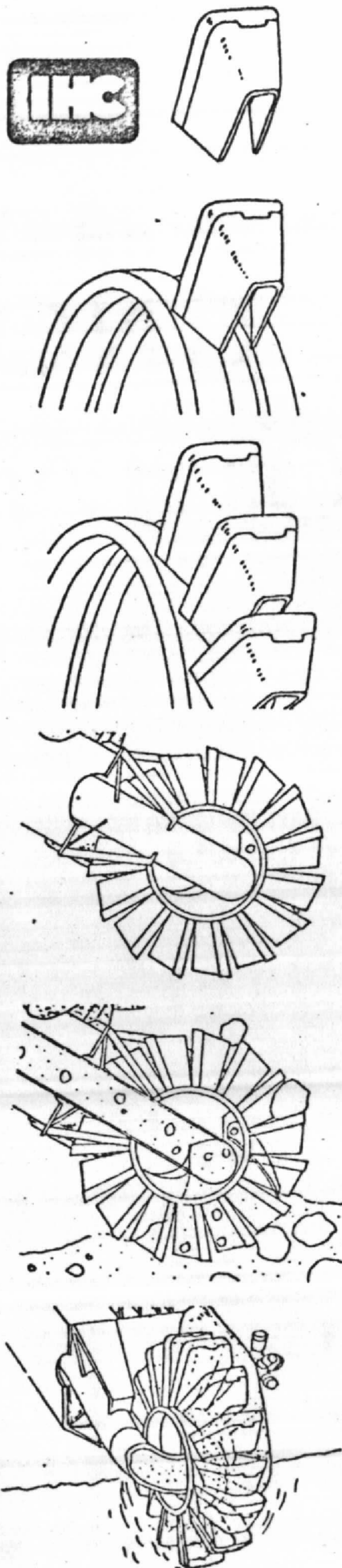
A tubulação do jato de desagregação é construída em tubo de aço de 3".

Âncoras: A fixação da draga é feita por 4 âncoras do tipo Danforth de 25 kg adequadas para as atividades de mineração.



Draga de sucção plena com jatos sem cortador.

16	BUNDO	MANEIO DE DESLIGAR A BARRA
15	FLUTUANTE CENTRAL	
14	FLUTUANTE LATERAL	
13	CALHA DE DECAPIÇÃO	
12	TUBAÇÃO DE DECAPIÇÃO	
11	CAPA OU REVESTIMENTO DE BARRAGEM	
10	TUBO DE SUÇÃO	
9	TUBAÇÃO DE VITO	
8	OPRIM. FLUVEL	
7	OPRIM. MANUAL	
6	OPRIM. MECÂNICO (OPCIONAL)	
5	TRANSMISSÃO	
4	OPRIM. DE VITO	
3	OPRIM. DE TÔRÇA	
2	OPRIM. DE DISSIPAR	
1	OPRIM. DE SUÇÃO	
ITEM	DESCRIÇÃO	
JOVAQ - INDUSTRIA E COMERCIO DE MAQUINAS LTDA		
OPERACAO DATA	VISTO	DRAGA DE MINERACAO EFB-4
PROJETO	1:20	10283-1



4.2 - Draga de Corte-Sucção de 10"

A draga é do tipo desmontável, de sucção e recalque, sem propulsão, com desagregador de 45 HP a 30 RPM (Figura 9).

O casco compõem-se de três compartimentos estanques: um central e dois laterais, de fácil montagem e desmontagem.

Os dois charutos são operados por meio de pistões hidráulicos.

O movimento da lança e o giro é feito através de guinchos hidráulicos.

O óleo para o sistema hidráulico é suprido por bomba de palheta. A bomba de dragagem, a bomba de selagem e a bomba de água para jato são acionadas por motor diesel "SCANIA", tipo DS-11, com uma potência de 233 HP a 1800 RPM para serviço contínuo. A bomba de dragagem tem boca de sucção de 250 mm (10").

O motor diesel e a instalação hidráulica são operados da cabine de comando, de modo que todos os controles de dragagem são comandados por apenas um operador.

As partes moduladas são facilmente transportadas por rodovias.

Roda de caçambas de projeto IHC para mineração em grande escala e onde o material dragado é argiloso.

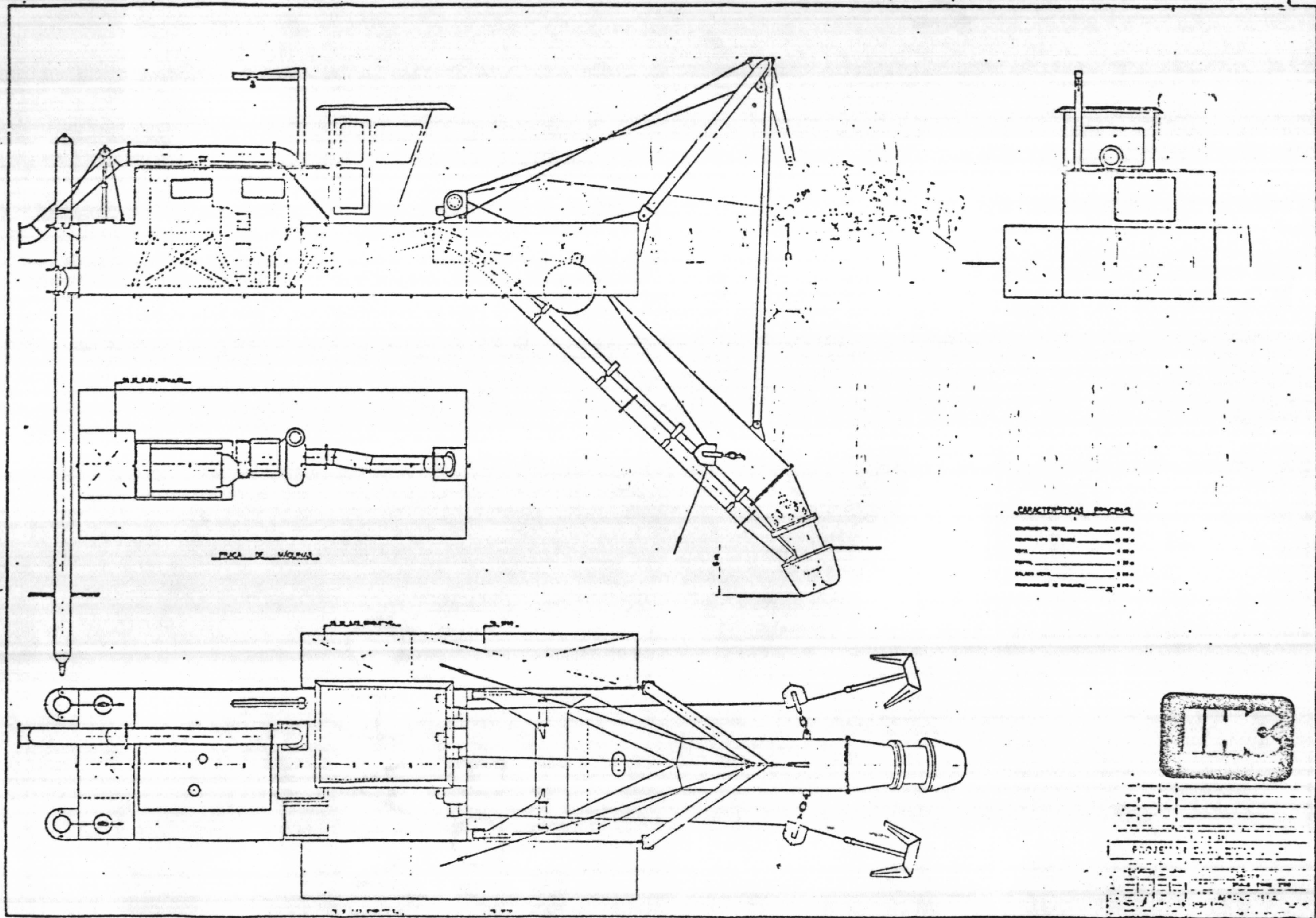


Fig. 9

Draga diesel hidráulica de 10" com cortador.

4.2.1 - Capacidade de dragagem

A capacidade de dragagem é função, principalmente, da granulometria do material dragado, do grau de dureza do solo e da distância de recalque, podendo variar de 65 a 85m³/hora de material sólido.

4.2.2 - Dimensões principais

- Comprimento total	17,4 m
- Comprimento do casco, incluindo pontões laterais	10,0 m
- boca, incluindo pontões laterais	4,8 m
- pontal do pontão central	1,3 m
- diâmetro interno da tubulação de sucção e recalque	250/250 mm
- calado médio com 4000 l de óleo combustível (aproximadamente)	0,80 m
- máxima profundidade de dragagem	6,00 m
- potência máxima em operação contínua do motor diesel da bomba de dragagem a 1800 RPM	233 HP
- potência no eixo do desagregador	45 HP

4.2.3 - Equipamentos instalados

Força motriz: Motor diesel SCANIA DS11 233HP a 1800 RPM. Acionado na bomba de dragagem e as bombas hidráulicas auxiliares.

Bomba de dragagem: Tipo 620-120-250-ALTONA de aço fundido de alta resistência à abrasão e com peças de desgaste substituíveis.

Desagregador: do tipo 5 lâminas tipo coroa, com lâminas substituíveis, acionado por motor hidráulico de baixa rotação de 45 HP a 30 RPM.

Guinchos: 3 guinchos acionados por motores hidráulicos e alimentados por bombas hidráulicas. 2 guinchos são para giro e um para movimento da lança.

Charutos: 2 charutos ou estacas (cilíndricos) fabricados em tubo de aço de seções com espessura variável. São utilizados para giro e avanço da draga. São movimen

tados por pistões hidráulicos.

Tubulação: a tubulação de sucção e recalque é constituída de tubo de diâmetro interno 254 mm.

Grua: está instalada no convés e visa facilitar a manobra de peças para manutenção da máquina. Sua capacidade é de 1,5 tonelada.

Instalação elétrica: dispõe de completa instalação elétrica para iluminação, sinalização e operação noturna.

5. DADOS PARA CÁLCULO DE CUSTOS OPERACIONAIS

Dentre os principais itens de cálculo de custo foram utilizados os seguintes:

- . depreciação
- . juros do capital
- . pessoal
- . leis sociais
- . combustível
- . lubrificantes
- . manutenção
- . sobressalentes
- . seguro

(Não consideramos o OVERHEAD o qual varia de uma empresa para outra).

- Cálculo do custo da operação de dragagem (não inclui a parte de concentração) para as dragas de 4" e 10", a preços da 2ª quinzena de março de 1983 e tendo como área de atuação a cidade do Rio de Janeiro.

Dragas de sucção mecânica (sucção plena) - 4"

Valor básico:	Cr\$ 13.000.000,00/	X (Treze milhões de cruzeiros)
Produção média:	25 m ³ /h	
Depreciação (7 anos)	Cr\$ 215,00/h	
Juros:	Cr\$ 1.444,00/h	
Pessoal:	Cr\$ 180,00/h	
Leis sociais:	Cr\$ 153,00/h	
Combustível:	Cr\$ 2.240,00/h	
Lubrificantes:	Cr\$ 112,00/h	
Manutenção:	Cr\$ 105,00/h	
Sobressalentes:	Cr\$ 75,00/h	
Seguro:	Cr\$ 50,00/h	
Sub-total:	Cr\$ 4.727,00/h	
Eventuais:	Cr\$ 472,00/h	
T O T A L:	Cr\$ 5.199,00/h	
Custo Operacional:	Cr\$ $\frac{5.199,00/h}{25m^3/h}$	= Cr\$ 208,00/m ³

Draga de sucção diesel hidráulica com desagregador de 10"

Valor básico:	Cr\$ 110.000.000,00	(cento e dez milhões de cruzeiros).
	(não inclui custo da tubulação flutuante).	
Produção média:	80m ³ /h	
Depreciação (12 anos)	Cr\$ 1.061,00/h	
Juros:	Cr\$ 12.222,00/h	
Pessoal:	Cr\$ 180,00/h	
Leis sociais:	Cr\$ 153,00/h	
Combustível:	Cr\$ 4.200,00/h	
Lubrificantes:	Cr\$ 210,00/h	
Manutenção:	Cr\$ 891,00/h	
Sobressalentes:	Cr\$ 637,00/h	
Seguro:	Cr\$ 150,00/h	
Sub-total:	Cr\$ 19.704,00/h	
Eventuais:	Cr\$ 1.970,00/h	
T O T A L:	Cr\$ 21.674,00/h	
Custo Operacional:	Cr\$ $\frac{21.674,00/h}{80m^3/h}$	= 271,00/
		X m ³

5.1 - Pessoal

Não foi incluído o pessoal técnico da CPRM.

Considerou-se para as operações de tratamento na planta da Draga de 4", quatro braçais, incluindo leis sociais:

Cr\$ 1.136,00/h

ou Cr\$ 45,00/m³

Para Draga de 10", da mesma maneira o pessoal da estação de tratamento será de seis braçais, incluindo leis sociais:

Cr\$ 1.704,00/h

ou Cr\$ 22,00/m³

Portanto:

5.2 - Custo de Operação das Dragas de 4" e 10"

Serão:

Total do custo para draga de 4":

Cr\$ 208,00 + 45,00 = Cr\$ 253,00/m³

Total do custo para draga de 10":

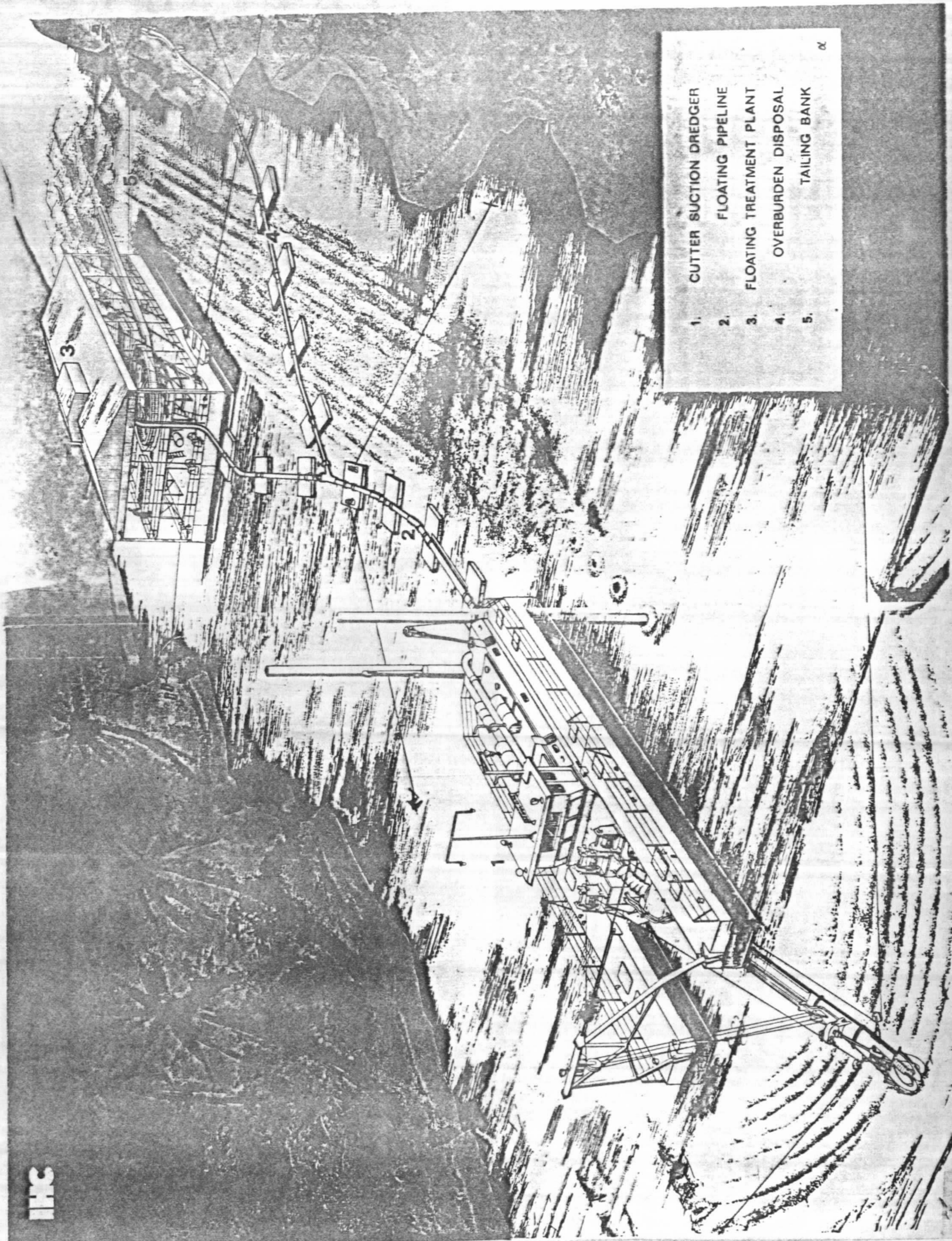
Cr\$ 217,00 + 22,00 = Cr\$ 239,00/m³

Nota: Esclarecemos não estarem incluídos os custos dos equipamentos, reagentes e combustíveis das plantas ou estação de tratamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já exposto anteriormente, existem vários tipos e tamanhos de dragas que podem vir a ser utilizados em mineração. Os depósitos minerais também variam quanto à sua localização, tipo de minério, condições específicas locais, entre outros. Os equipamentos que podem ser utilizados na concentração do minério aurífero também se constituem em uma série de tipos, modelos e espécies. Desta forma, acreditamos que fica evidenciada a importância da seleção tanto do equipamento de dragagem como daquele que concentrará o minério e ainda que, na quase totalidade dos casos, cada

depósito mineral deverá ser alvo de um estudo específico, para que se selecionem de modo correto os equipamentos e que estes possam formar um conjunto, o mais adequado possível para cada caso e assim possibilitar o maior rendimento integrado na obtenção do metal amarelo.



- 1. CUTTER SUCTION DREDGER
- 2. FLOATING PIPELINE
- 3. FLOATING TREATMENT PLANT
- 4. OVERBURDEN DISPOSAL
- 5. TAILING BANK

α

IHC

Draga de sucção com cortador operando com estação de tratamento flutuante não incorporada.

Fig. 10

BIBLIOGRAFIA

BASCOPE, GASTÓN e ALVEAR, ROBERTO L. - Garimpos do Médio Madeira. Sé
rie do Ouro nº 8, CPRM, janeiro, 1981.

VERBEEK, PETER R.H. - Soil Analysis and Dredging. Anais do V Con
gresso Latino Americano de Dragagem, março, 1983.

SÉRIE DRAGAS

1. A UTILIZAÇÃO DE DRAGAS NA MINERAÇÃO DE ALUVIÕES (Janeiro/83).
2. ESTUDO DE DRAGA-BALSA SEMI-RUDIMENTAR PARA O RIO MADEIRA (Janeiiro/83).
3. PROJETO DE PEQUENAS DRAGAS MECANIZADAS PARA EXTRAÇÃO DE OURO SEECUNDÁRIO (Março/83).