

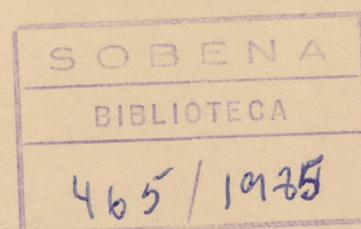
000508

508



INDÚSTRIAS REUNIDAS CANECO S/A
ESTALEIRO CANECO

AUTORES {
ENG. ANDRÉ LUIZ P. LEITE DA SILVA
ENG. JOÃO CANDIDO GONÇALVES DA SILVA
ENG. HELIO CARLOS COSTA FONSECA



2.º TRABALHO - DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS E BERÇO PARA
MONTAGEM DE PARTES CURVAS DO CASCO

V-CONGRESSO PAN AMERICANO DE ENGENHARIA NAVAL,
TRANSPORTES MARÍTIMOS E ENGENHARIA PORTUÁRIA

Pi.133

Pi.133

CARACAS - 26 SETEMBRO/1 OUTUBRO 1977

A P R E S E N T A Ç Ã O

Devido a situações enfrentadas pelas Industrias Reunidas Caneco S.A., quando da definição de áreas para produção dos diversos tipos de blocos a compor um navio, estudou-se exaustivamente os diversos métodos existentes para montagem de blocos curvos, concluindo-se que deveria ser adotado um novo tipo de berço (jig) e uma nova filosofia nas informações para a montagem.

O presente trabalho evolui de apresentação dos métodos atualmente em utilização na fabricação de blocos curvos, e comparativamente, define um novo tipo de auxílio à montagem. Segue-se, então, a demonstração de sistemas desenvolvidos em uma Sala de Risco, a fim de que sejam melhoradas a qualidade e a segurança dimensional de um bloco curvo.

I N T R O D U Ç Ã O

A construção de uma embarcação pode ser feita, basicamente de duas maneiras:

- ou montando um elemento estrutural por vez, e, em consequência, compondo a superfície externa do casco chapa a chapa, como é o caso da construção de pequenas embarcações ou reparo das maiores;
- ou compondo numa montagem final, edificação, conjuntos / anteriormente pré-montados e soldados.

Na técnica moderna de construção naval, procurou-se o aperfeiçoamento dos vários métodos usados, porém, sem possibilidades de arcar / com as indesejáveis consequências do artesanato, o qual é fundamentalmente o primeiro processo, sendo que, apenas o método de composição de conjuntos (blocos) é cabível.

Como primeira preocupação na definição desta engenharia do processo o construtor analisa em separado os blocos curvos e retos. A tecnologia de montagem e a preparação da área de trabalho levam automaticamente, a se raciocinar com muito maior cuidado quando se trata do processo de montagem das partes curvas. Este cuidado é sem dúvida, ditado pela necessidade de definição do tipo de gabarito de auxílio à montagem que o construtor deve dispor, o que o levará a problemas tais como:

- a fidelidade do gabarito às formas da embarcação,
- o reaproveitamento deste auxílio de montagem a obras futuras,
- o custo do investimento em gabaritos (se será diluído por questão de seriação de obras),
- as reais facilidades e ganho no processo produtivo, e finalmente,
- a qualidade do bloco montado, a ser composto com outros.

DISPOSITIVOS EM UTILIZAÇÃO NA MONTAGEM DE COSTADOS CURVOS

A seguir, através da observação dos desenhos anexos, mostraremos alguns dos gabaritos de montagem para costados curvos, utilizados regularmente pelos construtores, indicando suas virtudes e deficiências:

- Berço em que os Elementos Estruturais de Reforço se Encontram sob um painel curvo (figura 1)

Normalmente dispostos com a série principal de reforços (cavernas, por exemplo) em planos verticais, sua principal vantagem / reside justamente neste perpendicularismo ao solo, o que reduz as possibilidades de erro no ângulo dos reforços com o painel / curvo. Notamos, no entanto, a posição pouco confortável e de baixa produção na montagem (visto que as chapas componentes do painel curvo são colocadas sobre os reforços, e, são montadas / sobre-cabeça), além de verificarmos alto custo do gabarito e baixa rotatividade de blocos diferentes na mesma área.

- Berço de Chapas (figura 2)

Neste processo, os elementos de reforço são colocados sobre o painel curvo, o que facilita a montagem e a solda. É o tipo que dá maior precisão na montagem, visto sua grande rigidez / (que se traduz em fidelidade à forma do casco), e o fato de contar com pontos de referência ou controle, como os escalopes indicando por onde devem passar as bainhas de solda. Ainda / assim, o investimento é de porte, além da necessidade de local e administração para a guarda das peças depois de utilizadas, da mão-de-obra de preparação, quando de futura re-utilização e da relação investimento-rotatividade na área, o que é facilmente verificado pelas dimensões que as peças de auxílio teriam, para / que blocos diferentes ocupassem a mesma base principal.

O processo pode ser utilizado de duas formas, que visam, quando necessário, ao conforto, produtividade, qualidade e custo. A primeira forma é manter a série de reforços mais numerosa em planos verticais, o que acarreta custos maiores. A segunda, é manter os reforços, em sua totalidade, em planos inclinados ao solo, visando diminuir a altura do conjunto e conseqüentemente, os custos. Naturalmente, desde que seja possível, a primeira

maneira é a mais procurada, já que nos conduz à melhor qualidade do bloco.

- Berço de Pontaletes de Altura Fixa, Removíveis (figura 3)

Este berço apresenta a aparente vantagem do baixo custo.

Aparente no sentido de que guardar as peças para próxima utilização, implica quase sempre na sua perda ou extravio, que gera outros custos de reposição. Sua vantagem está no fato de que, quando de sua rápida remoção, deixa, desde que, previsto anteriormente, uma área nivelada, alternativa na montagem de blocos retos. Suas deficiências estão em não existirem pontos de controle e na pouca rigidez, o que tirará a precisão de forma. Como no caso de berço de chapas, o gasto na preparação para a re-utilização e a guarda de peças, é desvantajoso.

É claro, ainda, que pode haver utilização de maneira que os ângulos dos elementos estruturais com o solo sejam iguais ou diferentes de 90°.

- Berço de Pontaletes Ajustáveis (figura 4)

Este caso é uma evolução dos pontaletes de altura fixa. É vantajoso na rigidez, no gasto de preparação para montagem de um bloco, e na inexistência de peças a guardar. Ainda assim, o investimento é alto e não possui pontos próprios de controle. Como nos casos anteriormente descritos, os elementos estruturais podem assumir diferentes ângulos com o solo.

HISTÓRICO DA IDEIA "BERÇO ROTATIVO"

O advento dos Berços Rotativos está intimamente ligado à evolução do Estaleiro Caneco, na sua Área Industrial e de Planejamento. Esta evolução foi basicamente calcada na adequação do Estaleiro, através do Plano de Expansão de Áreas Industriais, ao regime de produção imposto pela parte que nos coube nas encomendas do II Plano Nacional de Construção Naval, levado a efeito em 1975.

Dentro deste II Plano Nacional de Construção Naval coube ao Estaleiro Caneco as encomendas para a construção de navios Graneleiros de 15.900 TDW e de 39.000TDW, o que se traduzem em 750t. de aço (peso líquido) a serem processadas, montadas e edificadas a cada semana.

Como consequência, a opção foi o investimento em uma Linha de Panelização, em vista da deficiência de área e da grande demanda de painéis retos.

A partir da implantação da Linha de Panelização, o processo produtivo na área de aço, como era de se esperar, passou a gravitar em torno. Como primeira consequência, os blocos passaram a ser classificados como a seguir:

- BLOCOS TOTALMENTE PANELIZÁVEIS
- BLOCOS PARCIALMENTE PANELIZÁVEIS (com painéis planos que, depois de produzidos são compostos com partes curvas essencialmente).
- BLOCOS DE PROA E POPA
- COSTADOS CURVOS.

Foi, então, enfocado o problema de adequar às áreas de montagem de processos e pessoal necessário para que se alcançassem os objetivos programados. A microprogramação por blocos e processos de preparação, montagem, solda e aprovação, foi o marco inicial de nossa abordagem de novos sistemas de montagem. A congruência da conceituação de rotatividade exigida, versus áreas nobres para montagem, era impositiva. Consideremos áreas nobres, aquelas que têm proteção contra intempéries, variados meios de transporte, fácil acesso dos componentes estruturais, e que devido à sua riqueza em instalações gerais de apoio, são favoráveis à maior densidade de mão-de-obra. Claro, está, que tais áreas foram destinadas à montagem dos blocos de proa e popa e conjuntos com

exigência de grande velocidade de feitura, que são as submontagens e os blocos de composição mista (BLOCOS TOTAL E PARCIALMENTE PANELIZÁVEIS).

Neste estágio de definição, não tínhamos mais as áreas consideradas, no bres, em disponibilidade, mas, tínhamos o problema de ainda ter que estudar os COSTADOS CURVOS. Eram em número de 56 (cinquenta e seis) / para os dois navios em produção, e que devido à programação de sua renetição, ascendiam à soma de 192 (cento e noventa e dois) costados curvos ao longo de um ano. A única área disponível, ao tempo e sem outro equi

ramento de carga, que não fossem os dois guindastes principais da Carreira de Lançamento, tinha apenas 11m x 100m de comprimento. A situação era:

- 192 costados curvos por ano,
- 4 costados curvos por semana, e tudo para ser montado, soldado e aprovado numa área de 11x100m.

Em paralelo ao problema da área, o enfoque da qualidade dos blocos era de suma importância. O sistema em utilização: o BERÇO DE PONTALETES DE ALTURA FIXA REMOVÍVEIS, se mostrava ineficiente aos nossos propósitos. Seu custo, a perda de peças e principalmente a qualidade do bloco eram indesejáveis.

A esta altura, a nossa preocupação era também o fato de que, boa parte de nossa produção seria exportada para a Europa, ou seja, exnosta a / uma fiscalização intransigente e de grande experiência na Construção - Naval Internacional. Tínhamos, também, que observar mais dois pontos:

- que o dispositivo a ser implantado deveria, desde que removido, prover área nivelada para atender a blocos retos, e, permitir condições de controle e inspeção de solda de um lado só (ONE SIDE WELDING), que ora é objeto de nosso interesse.

Nasceu assim, o dispositivo chamado por nós de BERÇOS ROTATIVOS PARA / MONTAGEM DE COSTADOS CURVOS. Este berço, apresenta todas as vantagens anteriormente citadas, a não ser do ponto de vista do custo que é de média proporção. Convém fazer referências às vantagens oferecidas, que são:

- prover uma área nivelada ao ser removido,
- grande fidelidade à forma do casco,
- ausência de peças a guardar ou remover,

- gastos quase nulos no processo de preparação para um bloco ser montado,
- prover pontos próprios de controle,
- alta rotatividade na montagem de blocos diferentes entre si, e,
- o custo, que como já disse, é de médio porte. (Figuras 5 e 6)

A seguir, a apresentação dos itens componentes do berço, indicação na figura ilustrativa, (figura 7):

- Aletas
- Mancais
- Travas de fixação
- Graxeiras
- Corpo
- Flange de nível
- Base

As quatro aletas do berço são decorrência da própria geometria de montagem, ou seja, caso houvessem mais aletas, no caso específico, afetariam a montagem do painel curvo. Além disso, este número é decorrente da feitura e estudo da microprogramação, que será atendida sem problemas, não permitindo ociosidade da área.

É importante observar que, como decorrência direta do processo, temos outra redução nos custos de montagem, através da especialização de determinado grupo de homens em quatro blocos apenas. Outra observação importante é de que o prazo de utilização do berço por um mesmo bloco, inclui a fase de aprovação estrutural pela fiscalização externa do Estaleiro.

Considerando como nulo o HOMEM-HORA utilizado para preparar o berço / para outro bloco diferente, conseguimos chegar ao ponto de gastarmos menos da metade dos HH anteriormente utilizados para preparação, remarcação, montagem, solda e aprovação do mesmo bloco. A outra coisa que ganhamos, e que não tem preço, é a qualidade, que se traduzirá / sempre em novos contratos de embarcações.

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA BERÇO ROTATIVO

Convém lembrar, que todos os nossos estudos foram feitos em desenhos precisos em escala 1:10. Como possuímos equipamento de corte com leitura ótica de desenhos nesta escala, todo o processo de definição das formas das aletas nos levou diretamente a uma preparação de plano de corte das peças, sem necessidade alguma de transferência das formas para outro papel.

Nos estudos preliminares, ficou provada a necessidade de elementos estruturais em certos blocos, não permanecerem em planos perpendiculares ao solo. Isto foi devido ao desconforto que acarretaria na montagem de alguns costados, que ficariam muito inclinados, e ao fato de definirmos como 1500mm, a diferença entre cotas extremas de um mesmo bloco, já como decorrência do custo.

Foram identificadas, então, duas outras necessidades:

- uma metodologia para a comparação das cotas extremas de todos os blocos,
- o desenvolvimento de um novo método de remarcação do painel curvo e controle geométrico de montagem, que fossem realmente efetivos e calcados na simplicidade.

A seguir, através de desenhos explicativos, vamos descrever a metodologia de comparação de blocos, o sistema de pontos de controle de um bloco, e o método de remarcação de painéis, ora em utilização no Estaleiro Caneco.

- Comparação e Definição das Cotas Extremas

Para que pudéssemos fazer comparações entre os blocos, a fim de que definíssemos quais os mais parecidos em forma, utilizamos o processo referenciado na figura 8, que nada mais é, do que uma cópia das cavernas dos blocos em 1:10. A seguir, através de um jogo de sobreposições dos desenhos dessas cavernas (em papel vegetal) e levando em conta a programação de blocos, concluímos / quais os blocos que integrarão um sistema de quatro aletas.

- Processo Utilizado no Rebatimento de um Bloco, Definindo as Aletas e os Ângulos dos Elementos Estruturais com o Solo (figuras 9,10,11 e 12)

O primeiro rebatimento é feito como se tivéssemos dado um giro no plano do solo, em torno de uma reta (r), paralela à interseção dos planos diametral (D) e de base. Este rebatimento é escolhido, de maneira que as extremidades A e B do bloco não fiquem muito distantes do novo plano de solo rebatido (cotas X e Y), / como visualizado na figura 9.

Para determinarmos curvas que definem o painel curvo, em relação a este plano (P) de solo, utilizamos vários planos espaçados de 1 metro entre si, perpendiculares a (P), e paralelos a reta (r), planos A,B e C. Veja figura 10, para entendimento do processo. Nesta figura, também estão representadas as formas relativas aos planos (A), (B) e (C), que poderiam definir uma aleta. Há casos em que ainda assim, as cotas ficam muito grandes, havendo necessidade de um novo rebatimento.

Num segundo rebatimento, que é relativo a um plano longitudinal, temos que fazer com que o novo solo assumido, fique o mais perto possível da caverna 1. Adotamos eixo que seja pertinente ao / plano do solo (P) e paralelo ao plano das cavernas, como mostra na figura 11.

Para a obtenção da forma das aletas, acompanhar a figura 12. Como queremos que o painel curvo, seja referido a um retículo no solo de 1 metro por 1 metro, devemos passar planos espaçados de 1 metro, e perpendiculares ao novo plano de solo. É interessante observar a distância que uma extremidade do painel curvo terá em relação a um nó extremo do retículo. Os traços destes novos planos, (M),(N),(O) e (P), com as curvas obtidas pelo primeiro rebatimento, fornecem os pontos que definem a forma das aletas.

- O Método de Representação de um Painel Curvo (figura 13)

O método de representação utilizado, é o de filas de altura constante, mas apenas para os contornos. A maioria das

- Pontos de Controle de um Bloco

1) Diagonais não co-superficiais ao Bloco, Medidas dos seus Extremos (figuras 13 e 14)

A figura 13 mostra as diagonais não co-superficiais ao costado curvo. Sua grande vantagem é não sofrer influência de possíveis erros de forma da superfície, e ser obtida por / processo geométrico de triângulos.

Em muitos casos, são utilizadas diagonais obtidas em processo de expansão do painel, mas que, estão sujeitas ao erro que o próprio processo induz, pela deformação das chapas.

Na figura 14, mostramos o processo de obtenção dessas diagonais não co-superficiais.

2) Diagonais entre os Primeiros Elementos Estruturais do Bloco (figura 15)

Na figura 15, mostramos diagonais entre os primeiros elementos estruturais a serem marcados. É mais um processo de controle e referência para a remarcação do painel como um todo, que é feita a partir destas linhas.

3) Projeção das Extremidades do Bloco num Plano Horizontal (Figura 13)

A figura 13, mostra a projeção do painel curvo num plano horizontal. Esta projeção é de fundamental importância para que os blocos a serem unidos sejam preparados de maneira que não hajam erros ou distorções, decorrentes de forma imprópria do painel, já que ele poderia ficar corrido em relação às aletas.

4) Escalopes nas Chapas do Berço, de modo a Indicar a Passagem de uma Bainha de Solda

Os escalopes figurados nas aletas, são os pontos de controle para a montagem das chapas componentes do painel curvo.

- O Método de Remarcação de um Painel Curvo (figura 16)

O método de remarcação utilizado, é o de fitas de altura e comprimento, mas apenas para contorno. A marcação das

cavernas, por exemplo, é feita através da cadeira com transferidor de pêndulo. De uma travessa desta cadeira saem 2 linhas de aço, que formam o plano transversal ao navio nesta caverna, de tal forma que o ângulo com uma perpendicular ao solo seja α .

- Dispositivo para Montagem e Verificação do Ângulo de Elementos Estruturais com o Solo (figura 17)

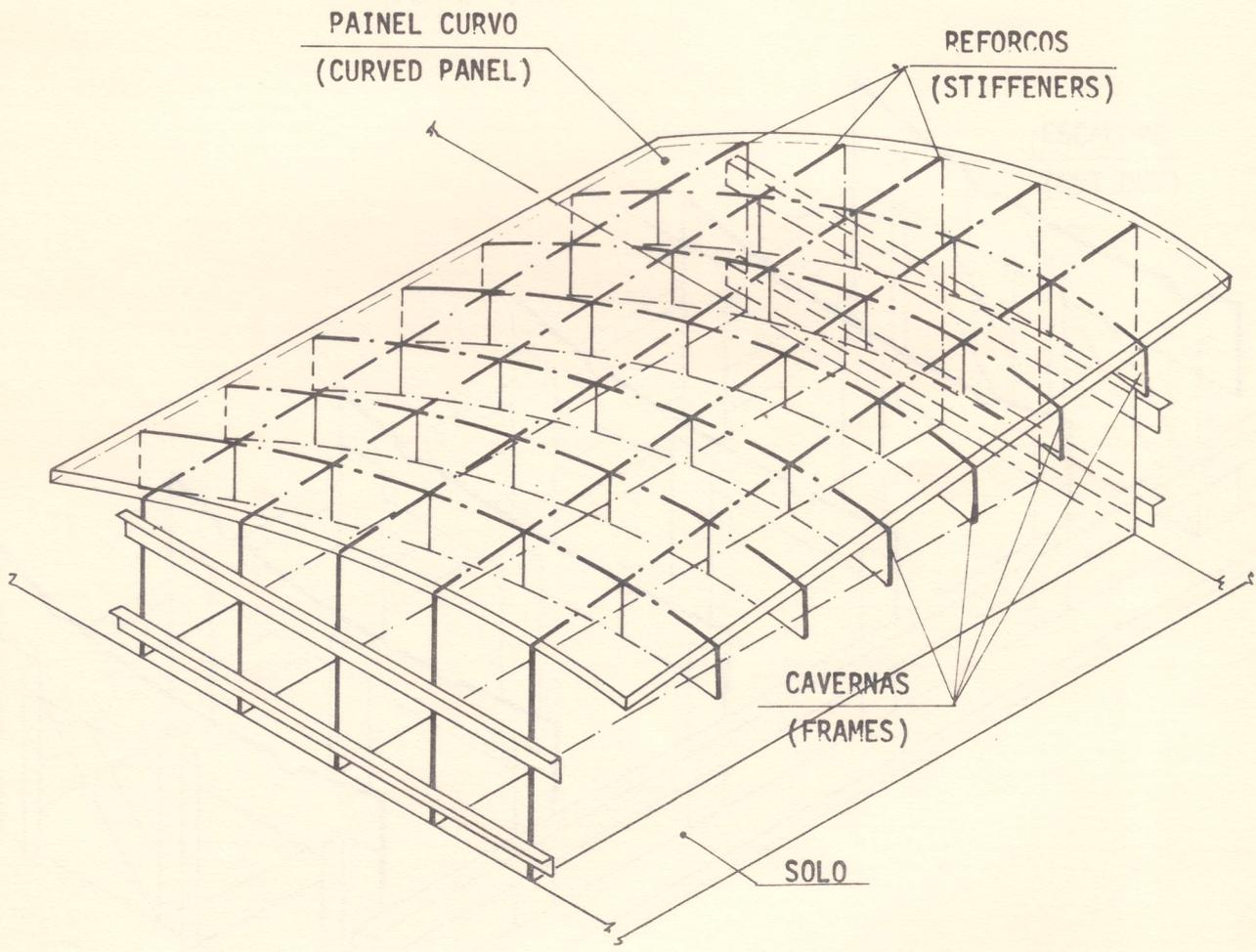
É um transferidor semi-circular, que contém um pêndulo formado por um fio que sai de seu centro.

Ao encostarmos o transferidor à caverna, de maneira que seus / planos sejam perpendiculares e, alcançarmos uma posição em que o fio de prumo faça parte do plano do transferidor, restaria / apenas controlar o sistema de montagem para que o ângulo marcado pelo pêndulo seja α .

FIGURA 1

(DRAWING 1)

BERÇO COM ELEMENTOS ESTRUTURAIS SOB UM PAINEL CURVO
(JIG WITH STIFFENERS UNDER A CURVED PANEL)



VISTA DO GABARITO
(JIG VIEW)

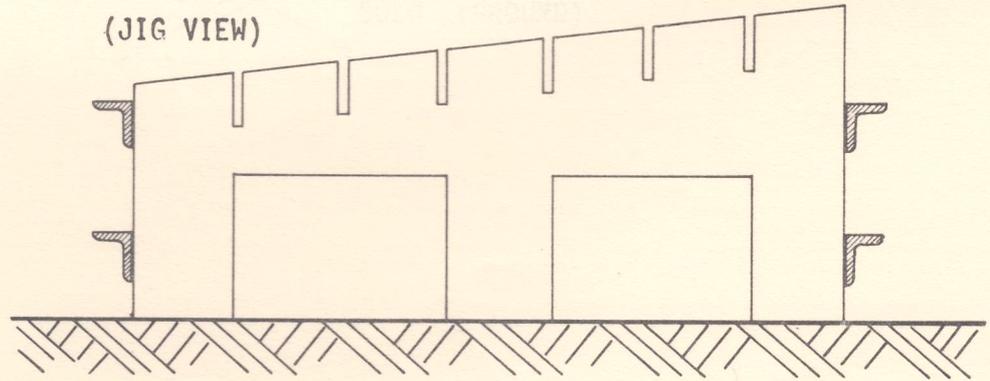


FIGURA 2
(DRAWING 2)

BERÇO DE CHAPAS
(PLATE JIG)

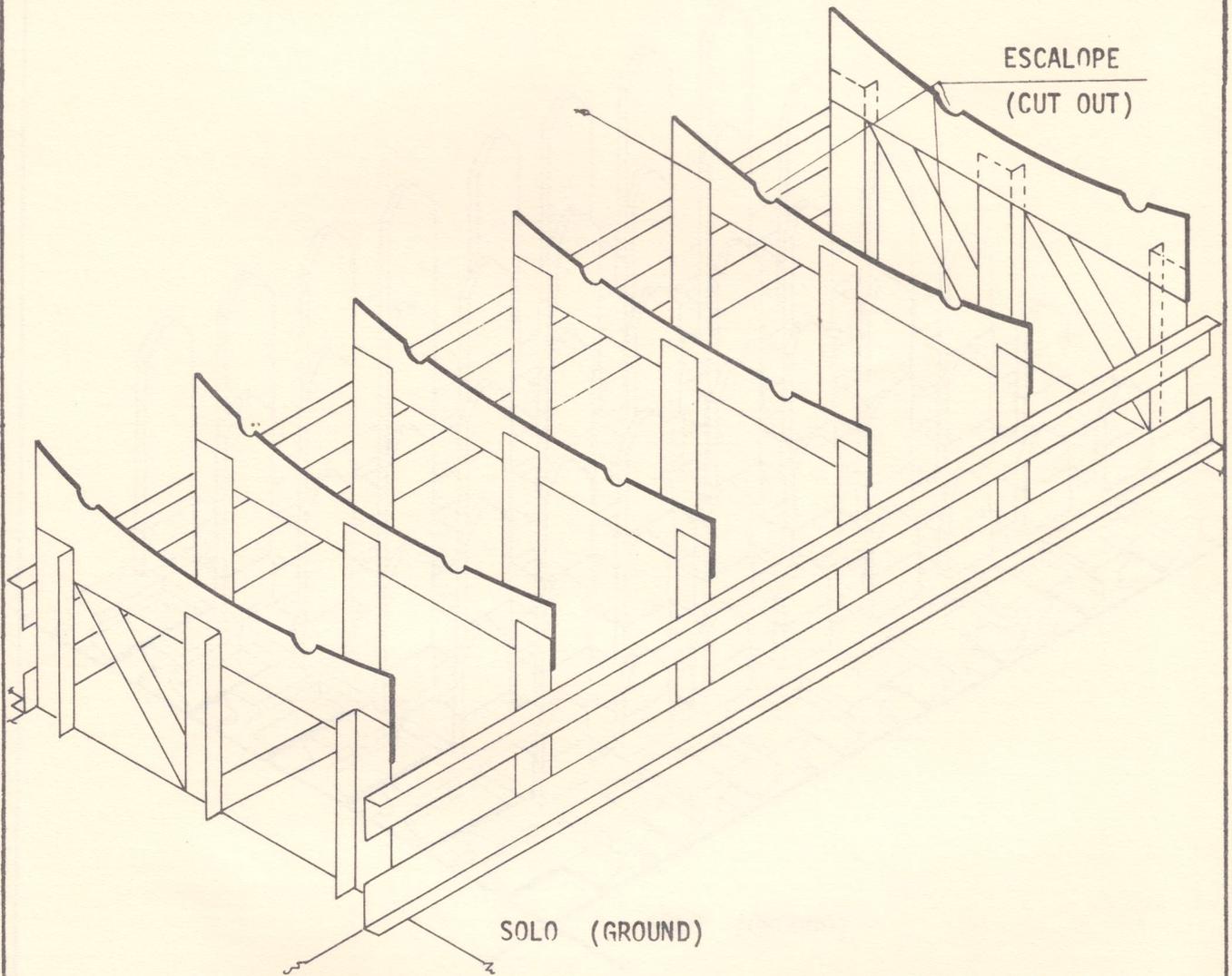


FIGURA 3
(DRAWING 3)

BERÇO DE PONTALETES DE ALTURA FIXA, REMOVIVEIS
(JIG WITH FIXED HEIGHT DETACHABLE SHORES)

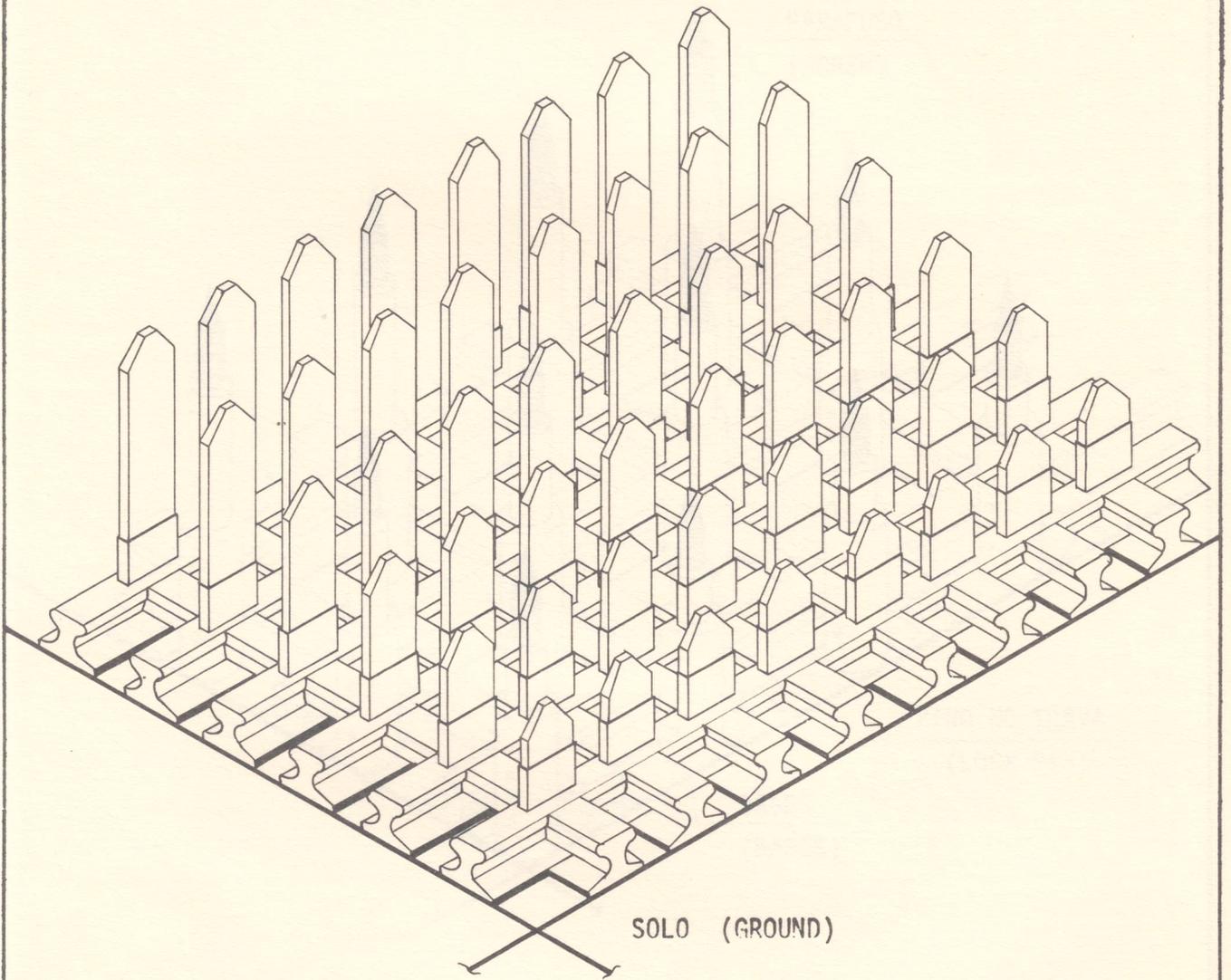


FIGURA 4

(DRAWING 4)

BERÇO DE PONTALETES AJUSTÁVEIS
(ADJUSTABLE SHORES JIG)

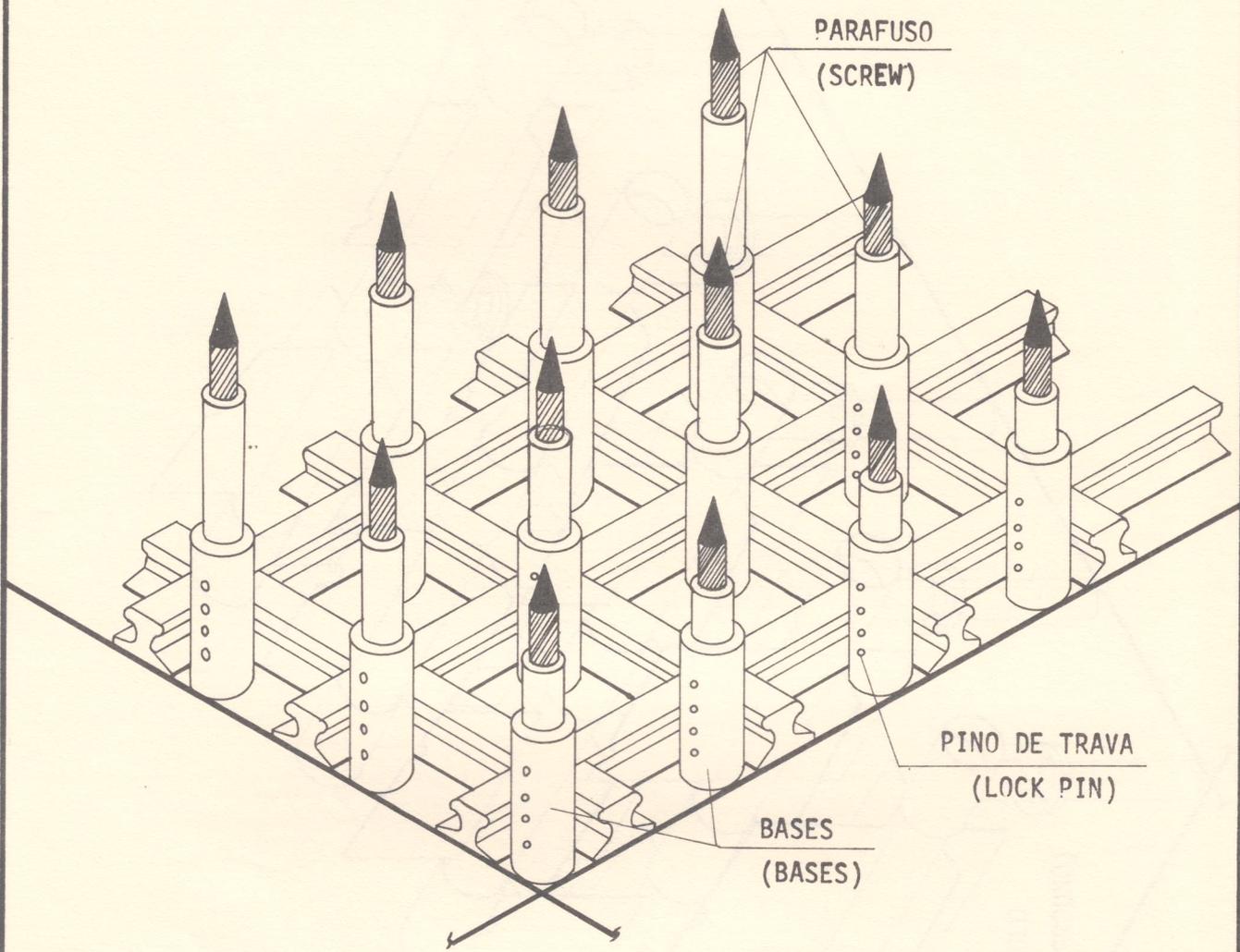


FIGURA 5
(DRAWING 5)

BERÇO ROTATIVO
(TILTING JIG)

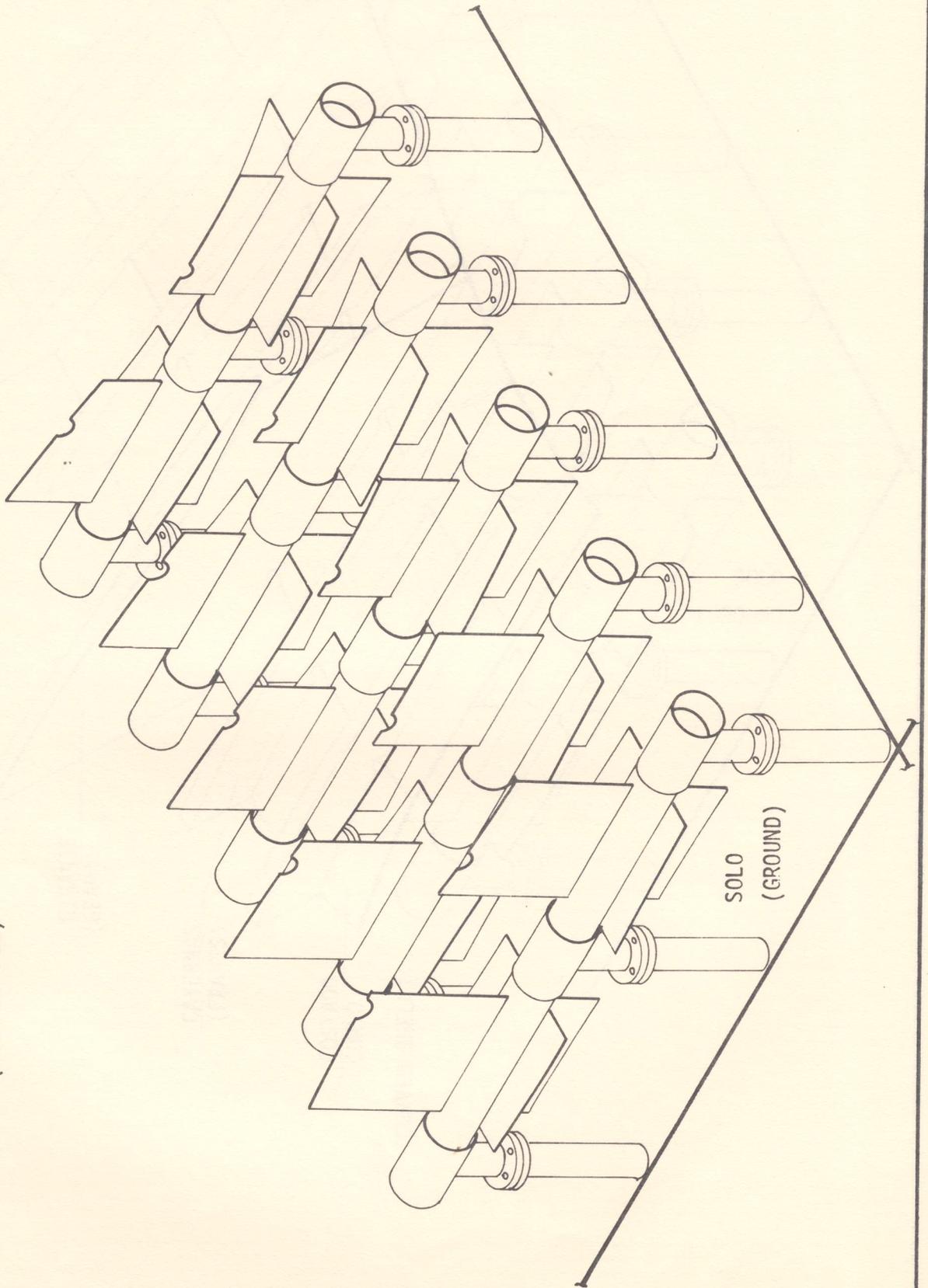
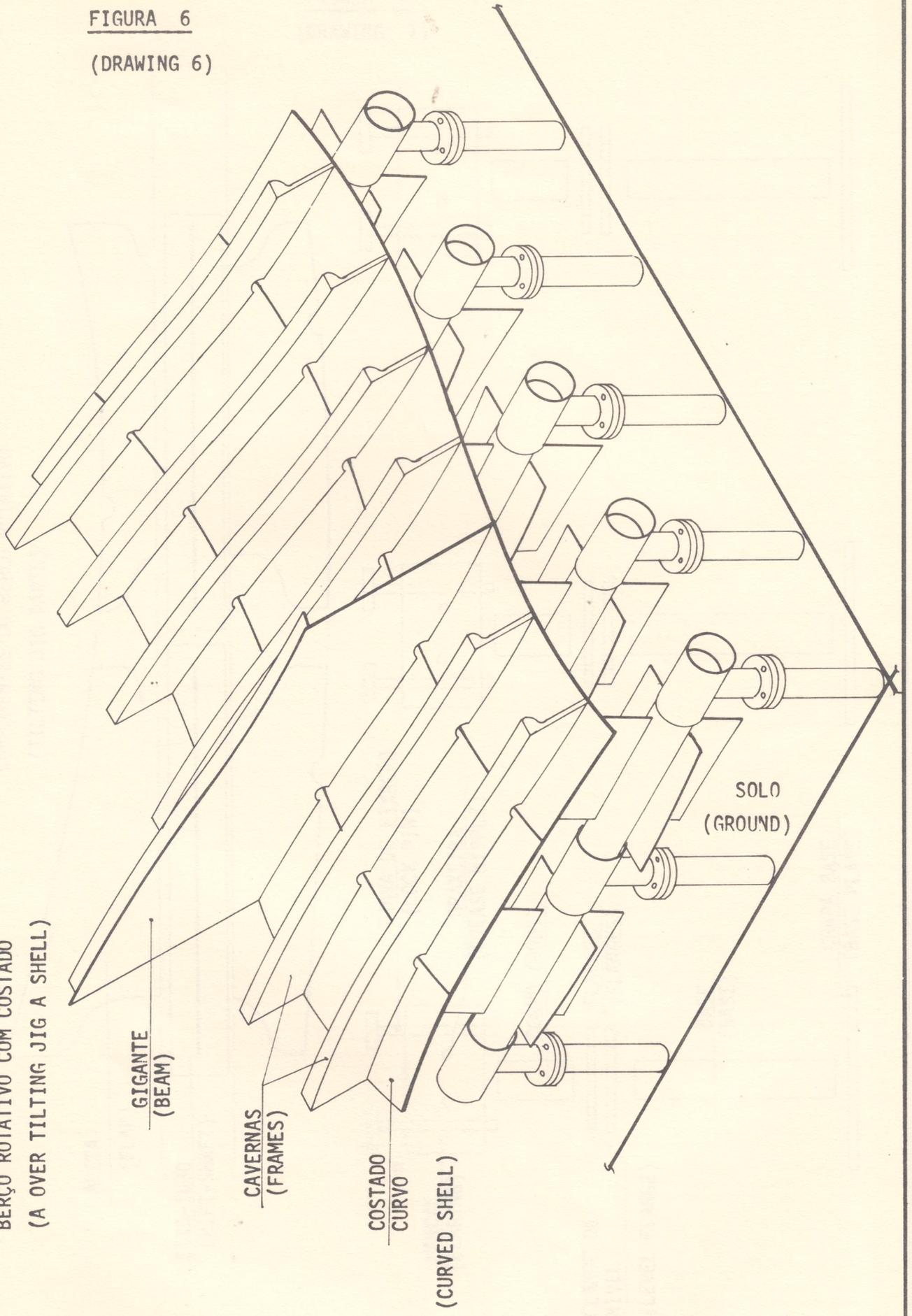


FIGURA 6
(DRAWING 6)

BERÇO ROTATIVO COM COSTADO
(A OVER TILTING JIG A SHELL)



GIGANTE
(BEAM)

CAVERNAS
(FRAMES)

COSTADO
CURVO
(CURVED SHELL)

SOLO
(GROUND)

FIGURA 7
(DRAWING 7)

COMPONENTES DO BERÇO ROTATIVO
(TILTING JIG PARTS)

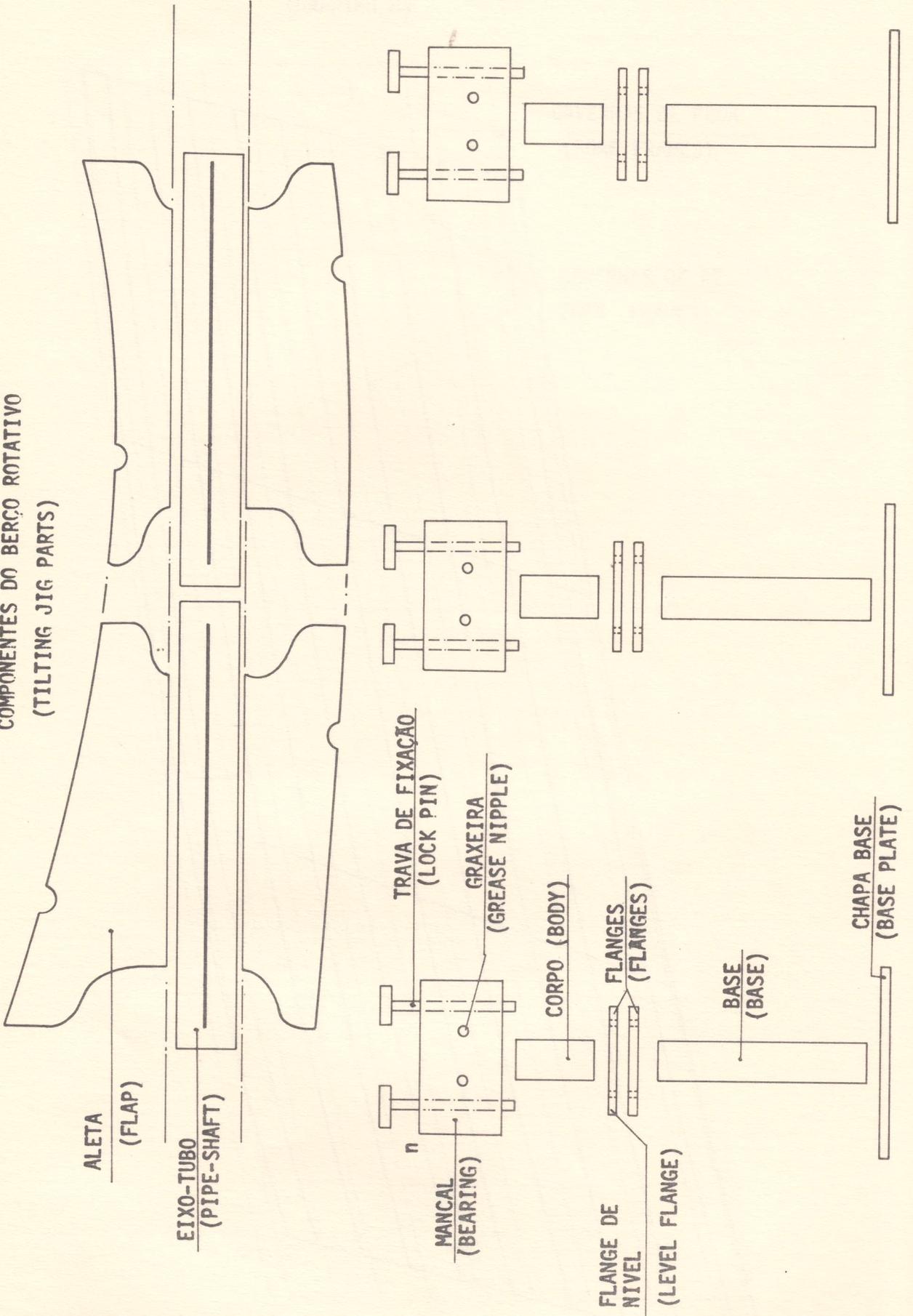


FIGURA 8
(DRAWING 8)

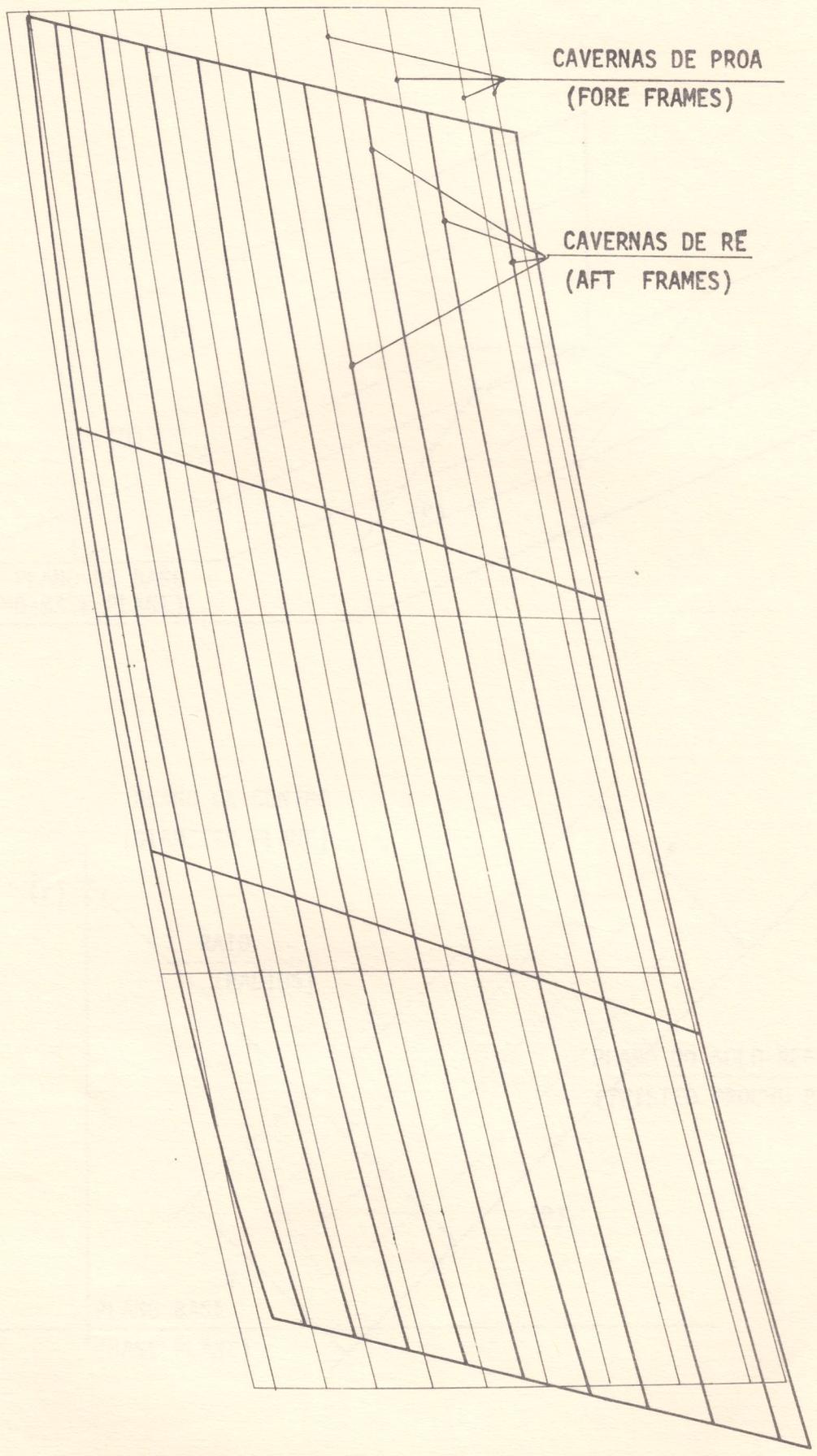


FIGURA 9
(DRAWING 9)

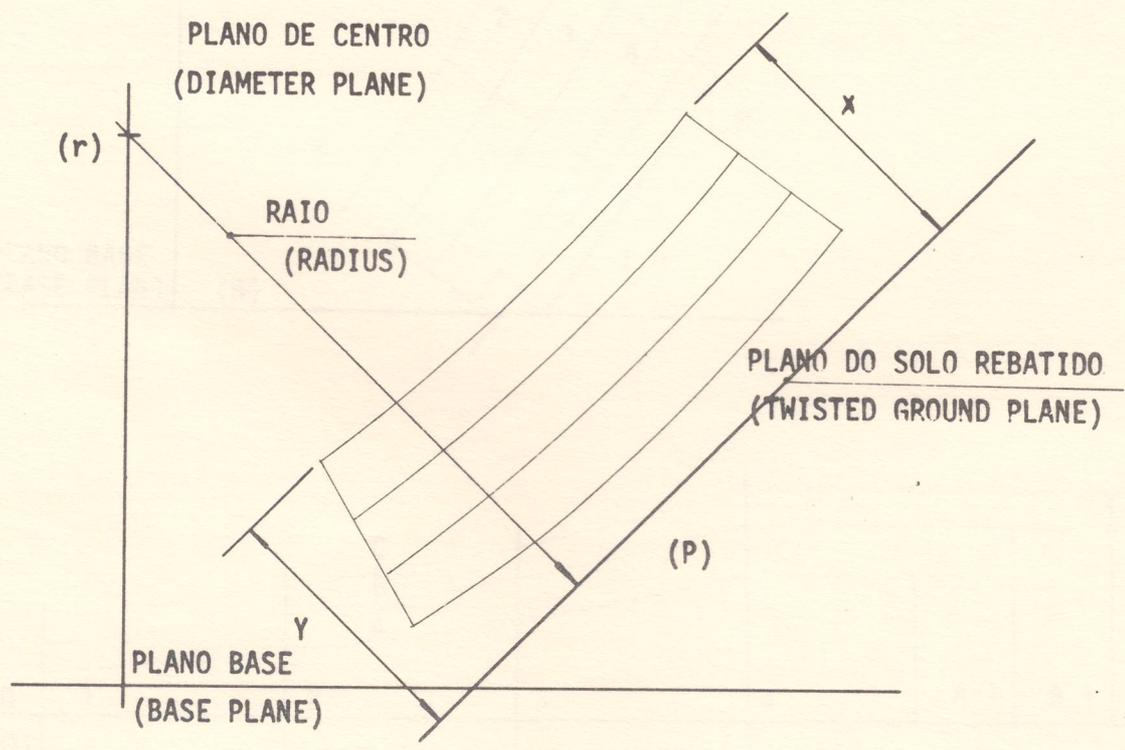
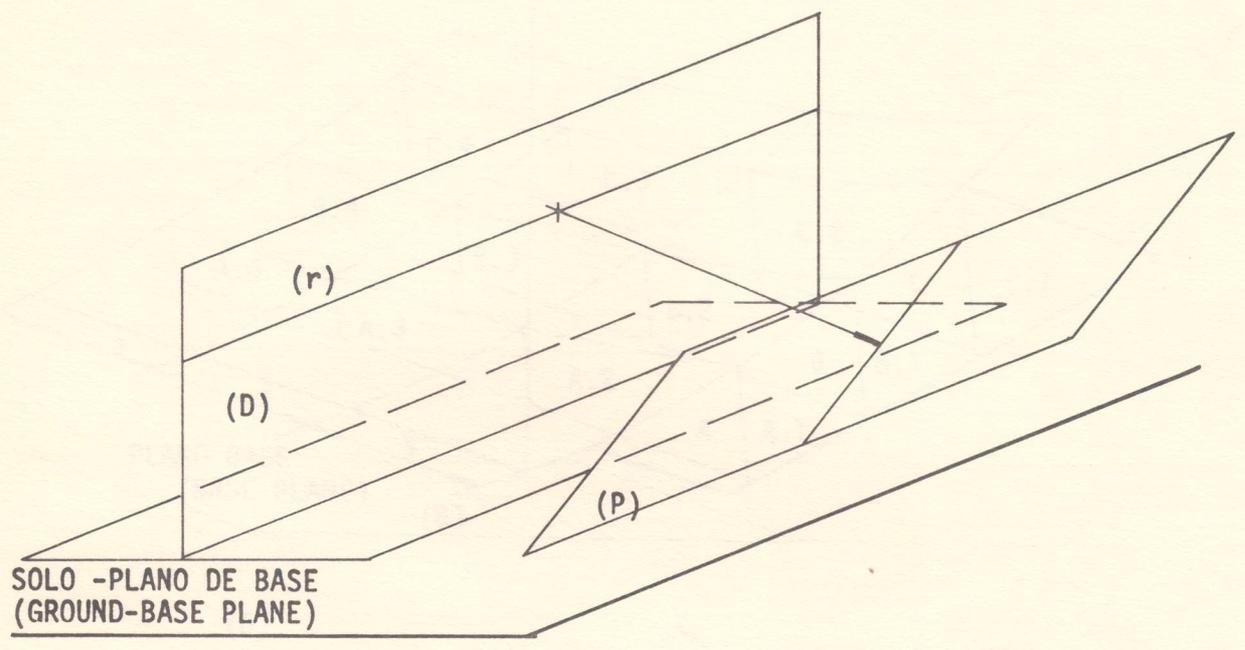


FIGURA 10

(DRAWING 10)

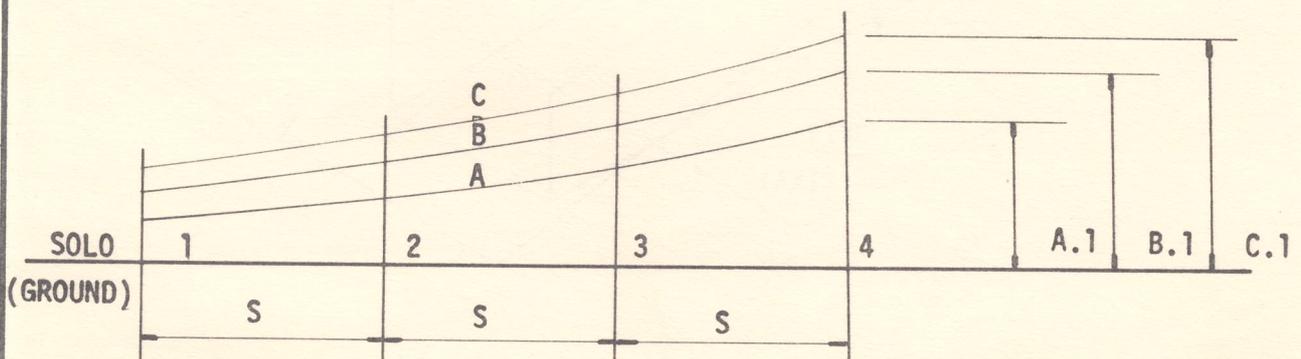
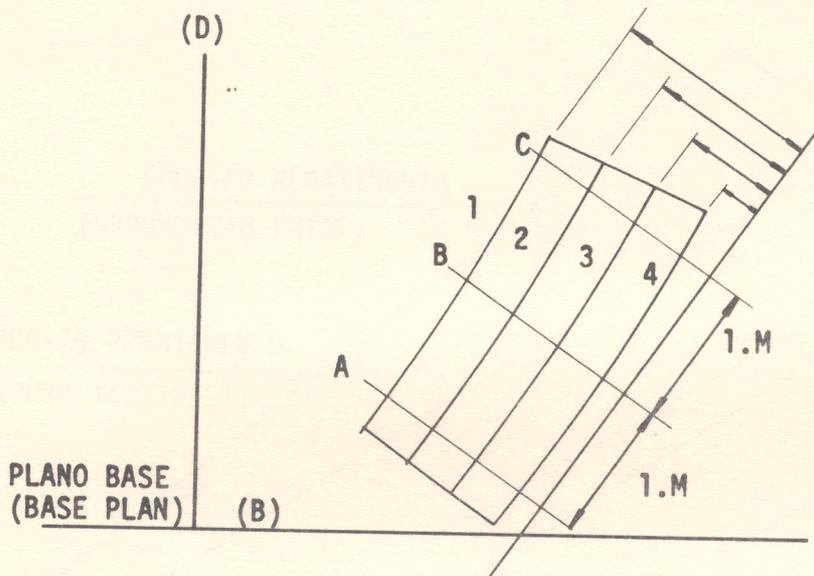
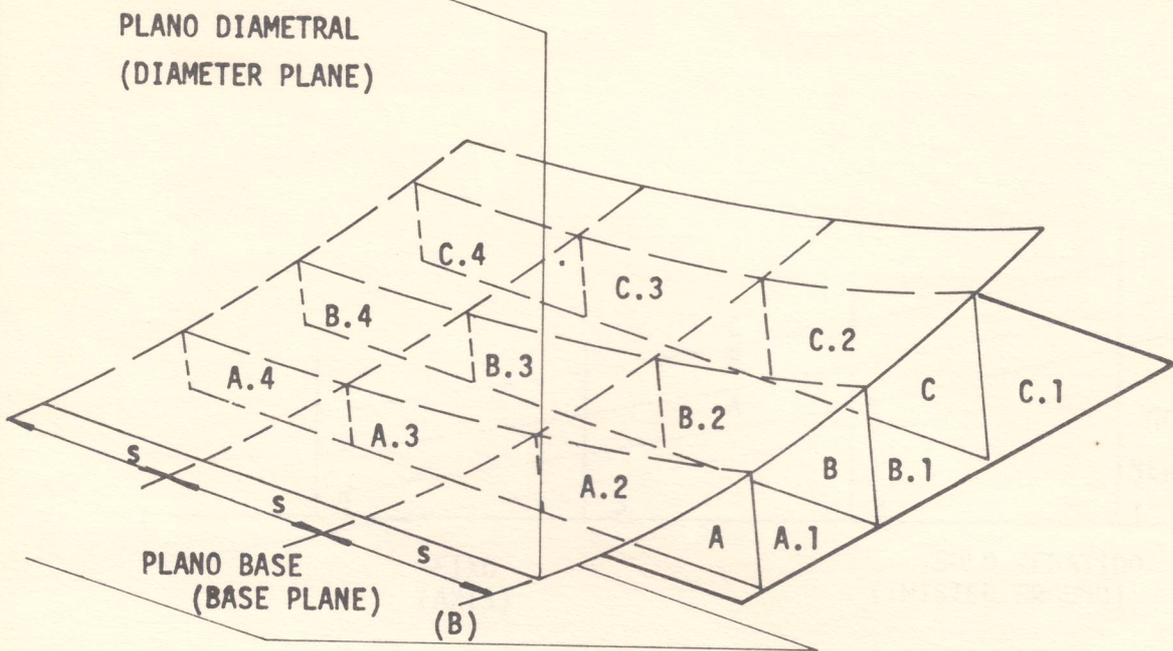


FIGURA 11

(DRAWING 11)

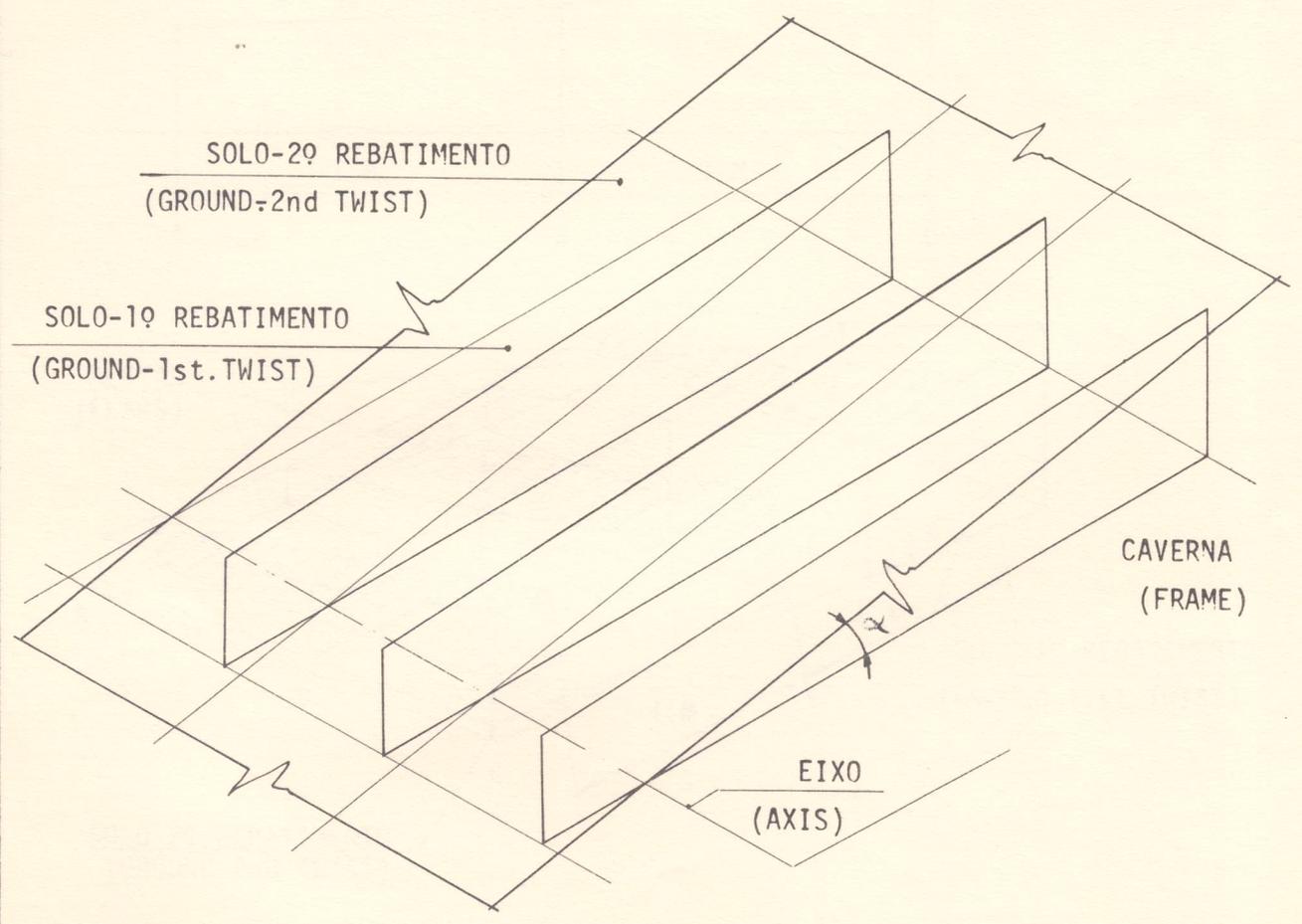
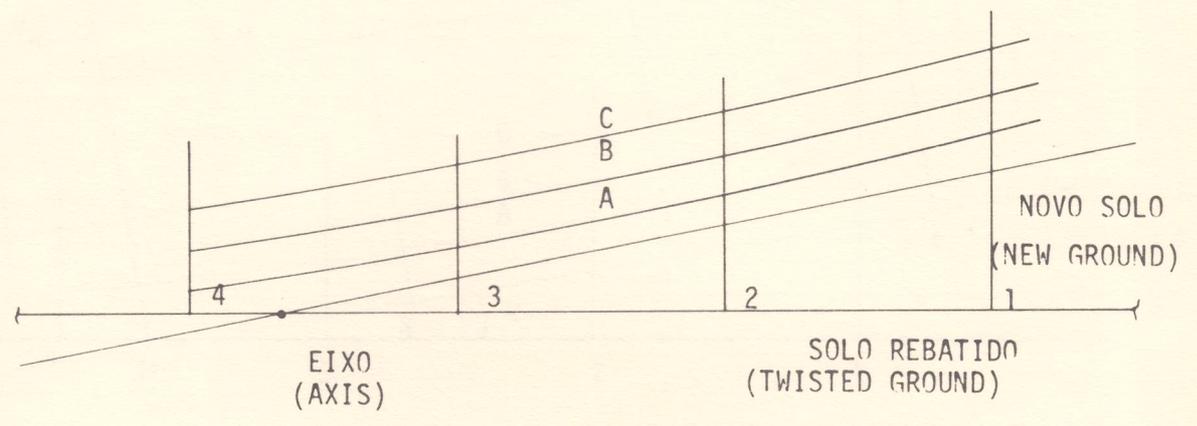
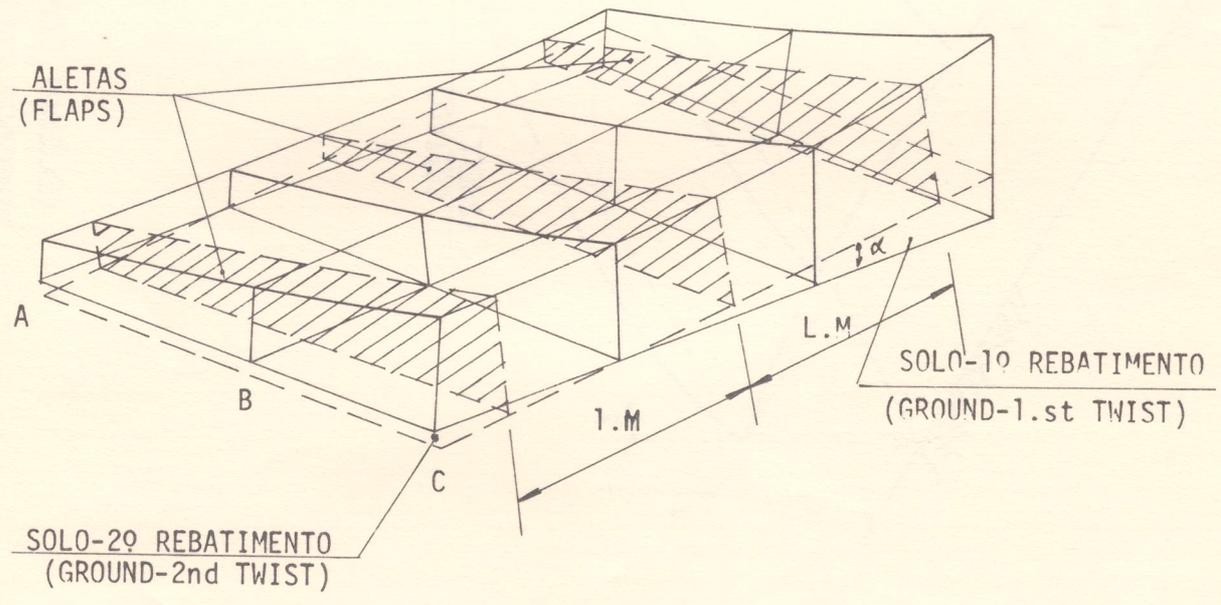
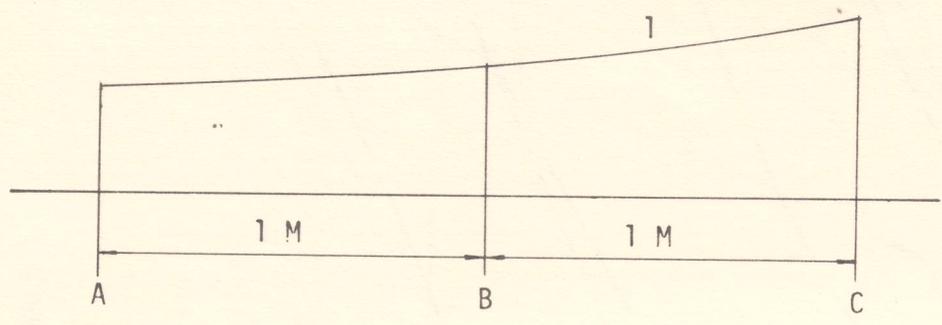
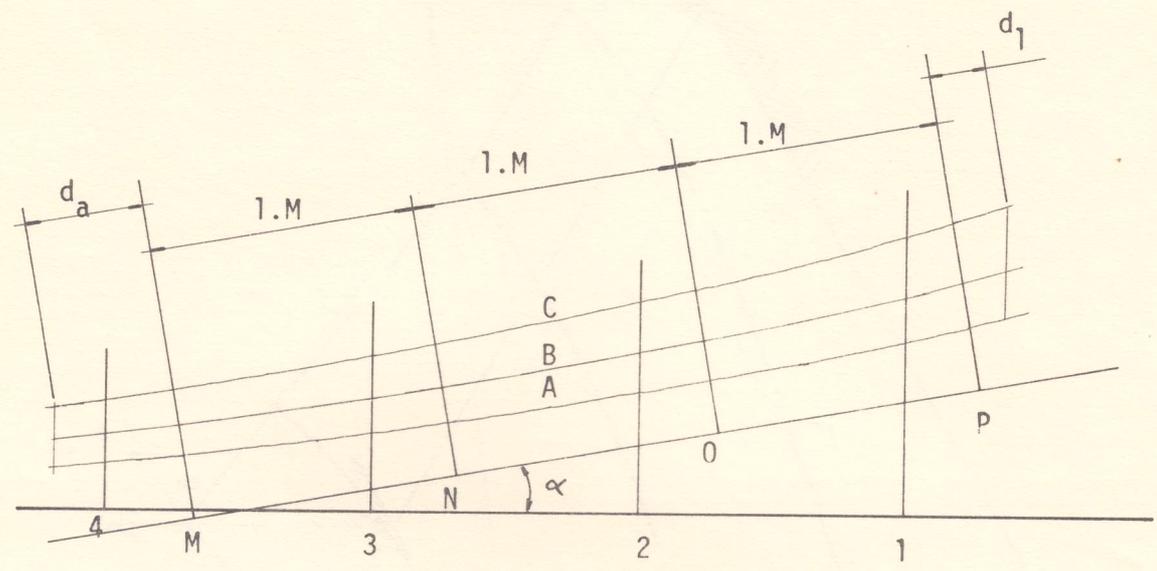


FIGURA 12

(DRAWING 12)



SOLO-2º REBATIMENTO
(GROUND-2nd TWIST)

FIGURA 13
(DRAWING 13)

DIAGONAIS NÃO CO-SUPERFICIAIS AO BLOCO
(EXTERNAL DIAGONALS)

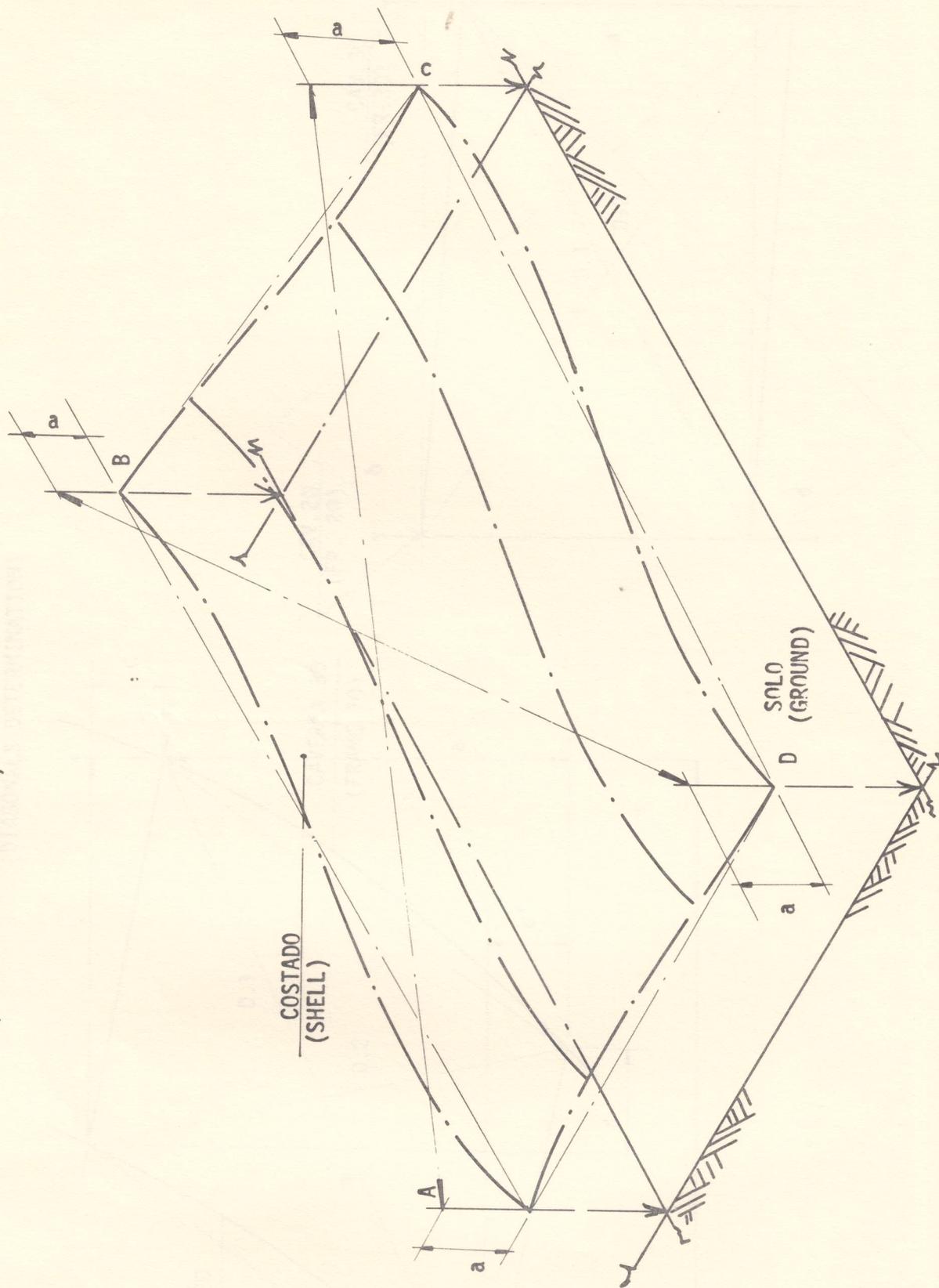


FIGURA 14
(DRAWING 14)

OBTENÇÃO DAS DIAGONAIS
(DIAGONALS DETERMINATION)

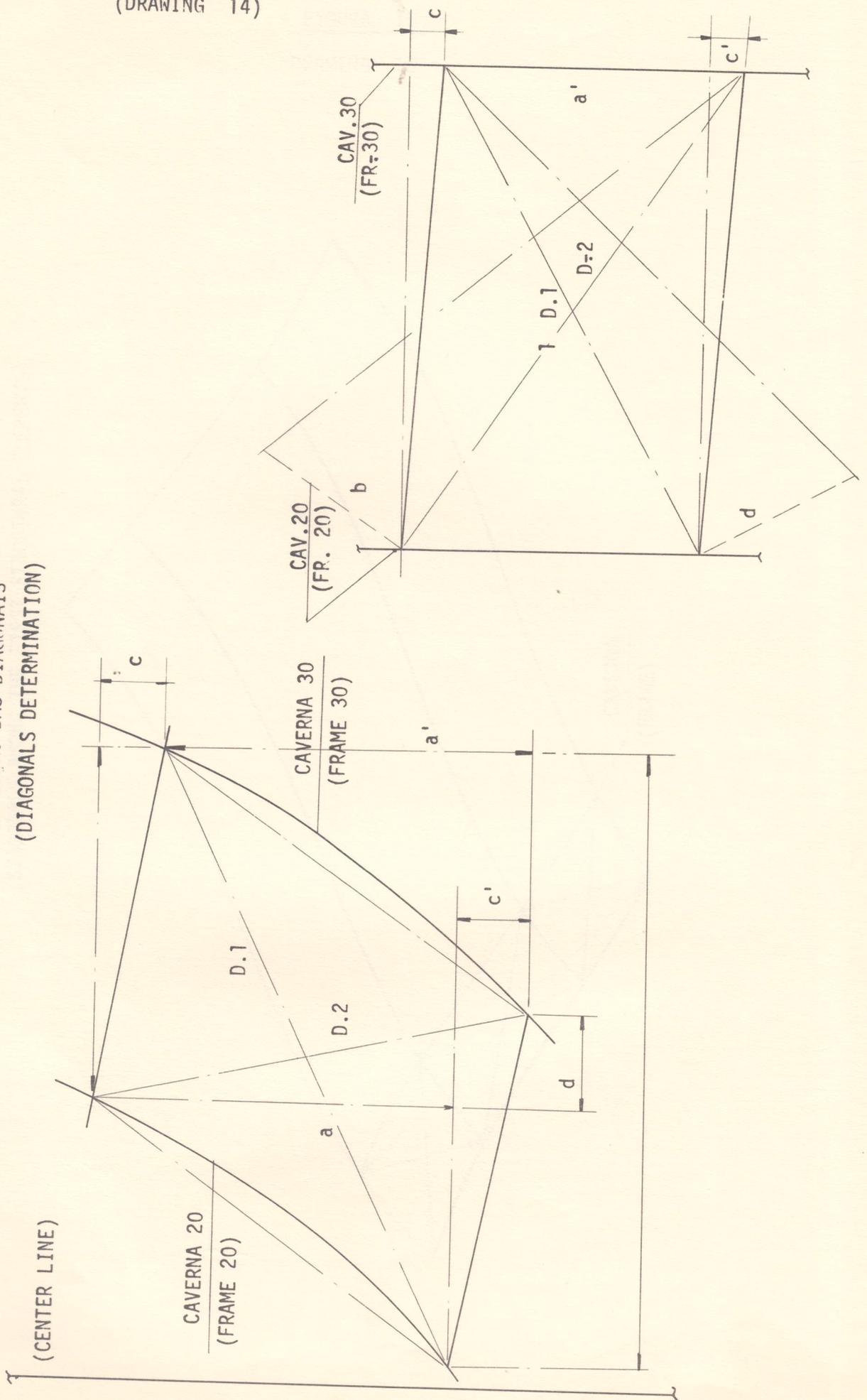


FIGURA 15
DRAWING 15

DIAGONAIS ENTRE OS PRIMEIROS ELEMENTOS ESTRUTURAIIS
(DIAGONALS AMONG THE FIRST STRUCTURAL ELEMENTS)

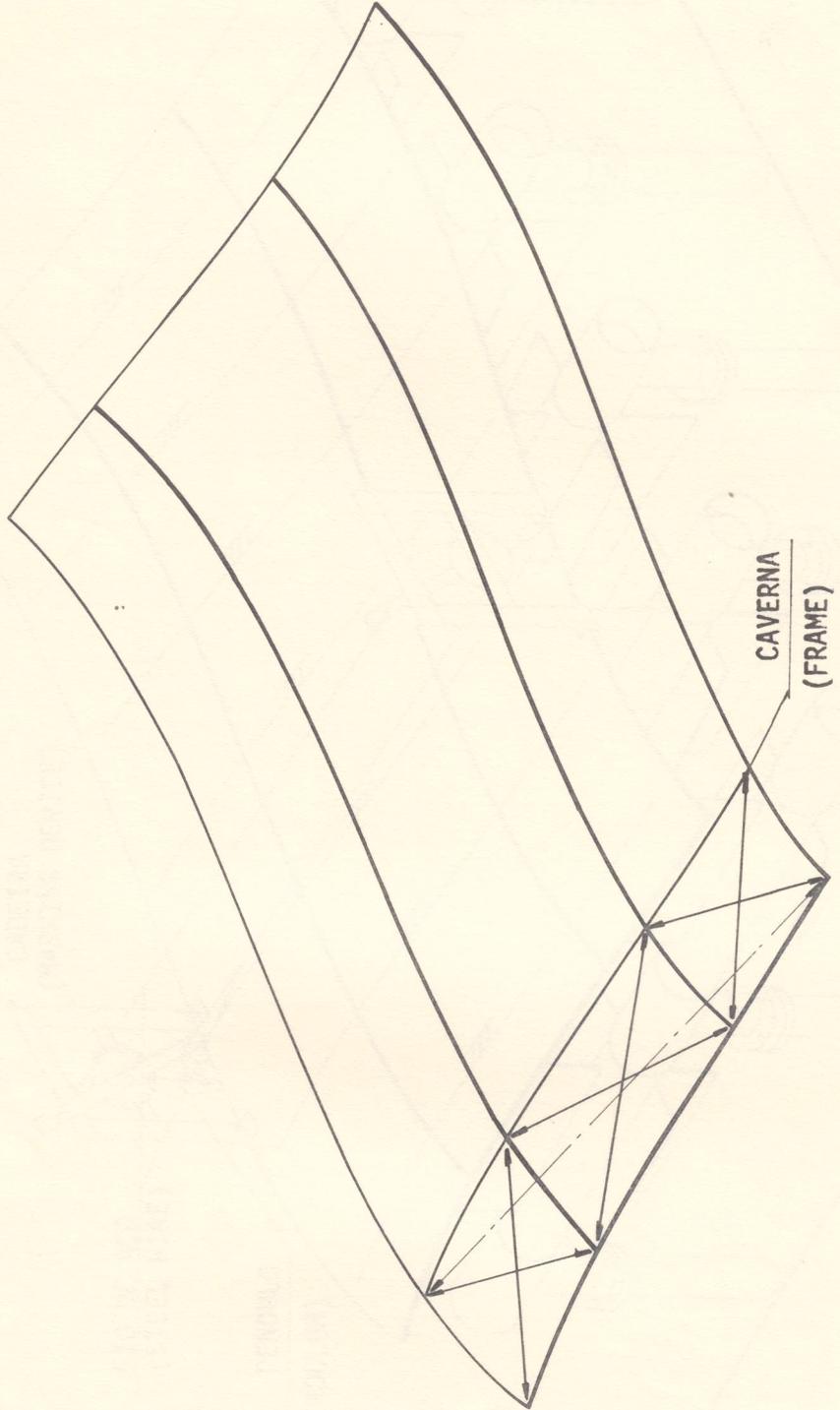


FIGURA 16
(DRAWING 16)

MÉTODO DE REMARCAÇÃO
(MARKING METHOD)

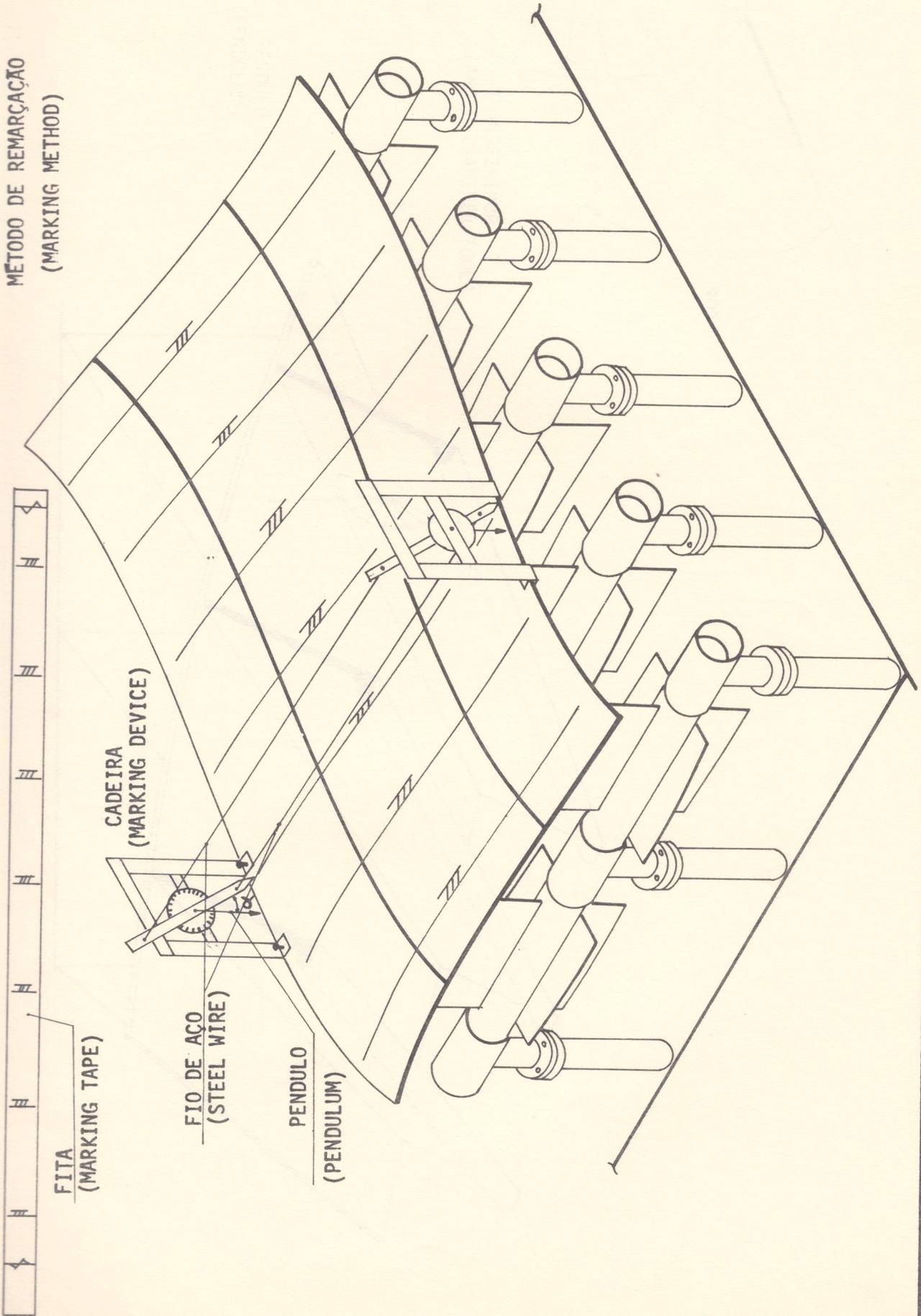


FIGURA 17
(DRAWING 17)

