

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

ESTUDO EXPERIMENTAL DE ELEMENTOS DE ARGAMASSA  
ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENG<sup>o</sup> FLÁVIO BARBOZA DE LIMA

Orientador: PROF. DR. JOÃO BENTO DE HANAI

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de  
São Carlos da Universidade de São Paulo, como  
parte dos requisitos para a obtenção do título de  
"Mestre em Engenharia de Estruturas".

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Associado João Bento de Hanai  
Prof. Dr. Mounir Khalil El Debs  
Prof. Dr. Jasson Rodrigues de Figueiredo Filho

Suplentes:

Prof. Dr. Libânio Miranda Pinheiro  
Prof. Dr. Marcos Vinício Costa Agnesini

São Carlos, novembro - 1990

Dedico este trabalho aos meus pais, José Maria e Zélia Barboza e a meus irmãos Zé, Goreti e Fabinho.

## AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho não poderia deixar de dedicá-lo e agradecer aos meus amigos-irmãos (Aline da Silva Ramos Barboza, Marcio Gomes Barboza e João Carlos Cordeiro Barbirato) por todo apoio e, sobretudo, amizade durante este tempo de convívio, que espero seja duradoura. E a Beatriz que trouxe muita alegria e muito ânimo para a reta final.

Aos Professores Dilze Codá e Severino Marques, responsáveis pelo despertar à Engenharia de Estruturas.

Ao meu orientador João Bento de Hanai, em quem encontrei um amigo sempre pronto a ajudar, pela contribuição à minha formação profissional.

Não posso deixar de agradecer especialmente aos Professores José Samuel Giongo e Toshiaki Takeya, onde encontrei sempre portas abertas e apoio constante durante todo o trabalho e principalmente na fase experimental. Também aos Professores Mounir Kalil El Debs, Libânio Miranda Pinheiro, Jefferson Libardi Libório, José Elias Laier, e Norberto Costardi.

A todos os colegas de Pós-graduação, em particular a Adriano Wagner Ballarin, Gianna Melo, Maria Solange Gurgel de Castro, Narbal Ataliba Marcelino, Ruy Franco Bentes e Sydney Furlan.

Aos funcionários do Departamento de Estruturas da EESC-USP, em especial aos técnicos do Laboratório de Estruturas, desenhista e bibliotecária, pelos serviços prestados que viabilizaram a conclusão desta pesquisa.

Aos amigos Viviane Carrilho e Adeílido Ramos Jr. do Departamento de Engenharia Estrutural da Universidade Federal de Alagoas do qual passo a fazer parte como docente.

A CAPES - Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudos.

## RESUMO

Apresentam-se neste trabalho um estudo experimental de elementos de argamassa armada com tela de chapa de aço expandida, bem como um levantamento inicial de dados sobre a referida tela, buscando subsidiar sua aplicação no Brasil.

As telas de chapa de aço expandida podem favorecer o uso mais intensivo da argamassa armada no Brasil, tanto em elementos pré-moldados leves, como no ferrocimento artesanal, aparecendo como uma alternativa às telas soldadas e demais tipos, desde que se tenham parâmetros para sua especificação em projetos de peças de argamassa armada.

Foram realizados cerca de 70 ensaios de caracterização de algumas das propriedades mecânicas principais, sendo 44 ensaios de tração e 26 ensaios de flexão. Paralelamente a estes ensaios principais, as características da armadura complementar e da argamassa empregadas na execução dos exemplares foram acompanhadas através da avaliação das resistências à tração e compressão e determinação do módulo de deformação longitudinal em corpos-de-prova.

Descrevem-se e apresentam-se os resultados dos ensaios realizados no Laboratório de Estruturas da EBSC-USP, os quais deverão servir de embasamento para utilizações futuras da tela de chapa de aço expandida e complementar o reduzido conhecimento sobre sua utilização na Construção Civil e em particular na Argamassa Armada.



## ABSTRACT

This work presents a experimental study of ferrocement elements with expanded metal mesh as well as collected data informations about that mesh, aiming its application in Brazil.

The expanded metal mesh can provide more intensive use of ferrocement in Brazil, either in prefabricated lightweight elements or in intensive man-labour constructions. It is an alternative to others mesh types commonly used in ferrocement.

Seventy specimens were tested, distributed in tension and flexion tests, for obtaining some mechanical properties. During these main tests the reinforcement and mortar characteristics were evaluated by tension, compression and deformation modulus tests in samples.

Results of laboratory tests are presented and analysed, which should supply informations for future applications of the expanded metal mesh.

## CONTEÚDO

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 - Considerações iniciais .....	1
1.2 - Objetivos .....	11
Capítulo 2 - CARACTERÍSTICAS DA TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1 - Características da Tela de Chapa de aço expandida .....	12
2.2 - Aplicação na construção civil .....	15
2.3 - O uso de telas de chapa de aço expandida na arganassa armada .....	18
Capítulo 3 - PROGRAMAÇÃO DA ANÁLISE EXPERIMENTAL .....	27
3.1 - Introdução .....	27
3.2 - Definição das características dos materiais..	27
3.2.1 - Arganassa .....	27
3.2.2 - Armadura difusa: Escolha da tela a ser usada .....	28
3.3 - Número de amostras .....	29
3.4 - Ensaio principais .....	30
3.5 - Ensaio complementares .....	31
3.5.1 - Ensaio de caracterização da armadura complementar .....	31
3.5.2 - Ensaio de caracterização das das arganassas .....	34

Capítulo 4 - ENSAIOS DE TRAÇÃO .....	35
4.1 - Metodologia experimental .....	35
4.1.1 - Arranjos de armadura .....	35
4.1.2 - Descrição dos ensaios .....	38
4.1.3 - Dimensões das peças .....	38
4.1.4 - Esquema estático e de carregamento ...	40
4.1.5 - Fôrmas .....	44
4.1.6 - Moldagem e cura .....	44
4.1.7 - Instrumentação .....	44
4.2 - Resultados obtidos .....	45
4.3 - Análise dos resultados .....	56
4.3.1 - Avaliação geral dos ensaios .....	56
4.3.2 - Força de ruptura .....	57
4.3.3 - Diagrama tensão-deformação .....	60
Capítulo 5 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PLACAS .....	62
5.1 - Metodologia experimental .....	62
5.1.1 - Arranjos de armadura .....	62
5.1.2 - Descrição dos ensaios .....	63
5.1.3 - Dimensões das peças .....	64
5.1.4 - Fôrmas .....	64
5.1.5 - Moldagem, adensamento e cura .....	65
5.1.6 - Esquema estático e de carregamento ...	67
5.1.7 - Instrumentação .....	69
5.2 - Resultados obtidos .....	71
5.3 - Análise dos resultados .....	75
5.3.1 - Comportamento geral dos ensaios .....	75
5.3.2 - Momento fletor de fissuração .....	77
5.3.3 - Resistência no estado limite último ..	81
5.3.4 - Deslocamentos transversais .....	85
5.3.5 - Fissuração .....	83

Capítulo 6 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PERFIS .....	98
6.1 - Metodologia experimental .....	98
6.1.1 - Introdução .....	98
6.1.2 - Dimensões dos perfis .....	99
6.1.3 - Forma .....	101
6.1.4 - Arnação dos perfis .....	104
6.1.5 - Argamassa utilizada .....	106
6.1.6 - Moldagem, adensamento, cura e desmoldagem .....	107
6.1.7 - Esquema estático e de carregamento ..	109
6.1.8 - Instrumentação .....	110
6.2 - Resultados obtidos .....	113
6.3 - Análise dos resultados obtidos .....	117
6.3.1 - Introdução .....	117
6.3.2 - Momento fletor de fissuração .....	117
6.3.3 - Resistência no estado limite último...	119
6.3.4 - Estados de utilização .....	120
Capítulo 7 - CONCLUSÕES .....	127
Capítulo 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR .....	131
8.1 - Referências bibliográficas .....	131
8.2 - Bibliografia complementar .....	135
APÊNDICE 1 - ENSAIOS DE TRAÇÃO	
APÊNDICE 2 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PLACAS	
APÊNDICE 3 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PERFIS	

## CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Arganassa armada pode ser vista como um tipo particular de concreto armado, merecendo portanto, os cuidados inerentes a esta tecnologia e cuidados específicos adicionais. Composta por uma arganassa estrutural de cimento e agregado miúdo, e uma armadura característica, é empregada na execução de peças delgadas, cuja espessura, em geral, não ultrapassa um valor convencional de 40mm. É recomendada sobretudo, nos casos em que sejam essenciais a redução do peso próprio, da permeabilidade à água e da abertura de fissuras.

Em trabalho de Hanai<sup>(1,2)</sup>, encontra-se um histórico completo sobre este material, relatando sua evolução tecnológica no Brasil e no mundo. O potencial de aplicação da arganassa armada é visto com grande interesse em função de suas características de aplicação, como liberdade de forma e tamanho, leveza, impermeabilidade, afinidade com a pré-moldagem e possibilidade de dispensar fôrmas.

As peças de arganassa armada empregam dois tipos de armadura: uma dita difusa, formada por tela pré-fabricada, fios de pequeno diâmetro ou lâminas de pequena espessura pouco espaçados e distribuídos uniformemente na arganassa, com a função principal de controlar a fissuração mantendo as fissuras pouco espaçadas e com pequenas aberturas; Outra, denominada complementar, composta de barras e fios de aço, que resistem aos esforços solicitantes de tração, como complemento para a armadura difusa.

A influência da armadura difusa no comportamento mecânico, através da limitação da propagação de fissuras,

está relacionada diretamente com a melhoria das condições de aderência entre a argamassa e o aço, e a distribuição e subdivisão da armadura que provocam uma tendência de homogeneização do material. Como explica Hanai,<sup>(2)</sup> com base em estudos de Glucklich, Griffith, Shah e outros pesquisadores, também estão envolvidos mecanismos de propagação de fissuras, observando-se que, o comportamento plástico da argamassa nada mais é do que o resultado de uma microfissuração progressiva do material, que passa a fazer parte da deformação a partir de um certo nível de solicitação.

A microfissuração pode ser entendida como o fenômeno de propagação de fissuras a partir de microfissuras pré-formadas no interior do material. A argamassa com suas características de pseudo-sólido, constituída por fases sólidas, líquidas e gasosas em equilíbrio, apresenta um número infinitamente grande de bolhas e outras falhas microscópicas inerentes ao próprio material, que lhe confere elevado potencial de microfissuração.

Durante a aplicação de um determinado carregamento, ocorre uma propagação com a conexão de microfissuras geradas em toda a argamassa, tornando-as visíveis e observando-se desvios nos diagramas tensão-deformação. Esta propagação de microfissuras segue o caminho de menor resistência. Em geral são primeiramente vencidas as tensões de aderência entre pasta e agregados, depois a resistência da pasta, sendo que raramente as microfissuras penetram nos agregados, frequentemente de maior resistência.

Quando a microfissuração encontra em seu caminho núcleos de maior resistência, há necessidade de maior quantidade de energia para penetrá-los ou para contorná-los. Isso explica a ação da armadura difusa na limitação da propagação de fissuras.

Segundo Romualdi e Batson, conforme descrito por Hanai<sup>(2)</sup>, a rigidez relativamente grande da armadura

colocada na vizinhança das microfissuras opõe-se aos deslocamentos que se desenvolvem como resultado das singularidades do campo de tensões nas bordas das microfissuras. Aplicando-se a teoria de Griffith da Mecânica de Fratura de Sólidos, determinou-se que a tensão requerida para estender uma fissura além da área encerrada por um grupo de fios de armadura é inversamente proporcional a raiz quadrada do espaçamento entre fios. Observou-se também, que para pequenos espaçamentos, menores que 15mm, a resistência à tração do material composto é significativamente aumentada, fixando-se uma determinada taxa de armadura, o que não ocorre sensivelmente para espaçamentos maiores. Esses resultados foram confirmados experimentalmente através de ensaios à flexão de vigas armadas na região tracionada com fios de diâmetro e espaçamento variáveis, porém mantendo-se a taxa de armadura.

Portanto, a subdivisão e a distribuição da armadura na arganassa, proporcionam um controle mais efetivo da propagação de microfissuras, retardando o aparecimento de fissuras macroscópicas, sendo que, quanto menor o espaçamento entre fios da armadura o comportamento da arganassa mais se aproxima ao de um material homogêneo.

No *Ferciment* de Lambot, originado em 1848, definido como sendo uma "rede ou conjunto de arames ou barras metálicas encaixadas ou cimentadas juntas com cimento hidráulico de tal maneira a formar vigas ou pranchas de qualquer tamanho desejado" (Fig. 1.1), pode-se distinguir em C e D as armaduras complementar e difusa, respectivamente.

Este material, reconhecido como origem cronológica da arganassa armada, foi utilizado na execução de vasos para plantas, barcos, reservatórios e mais alguns exemplos esparsos.

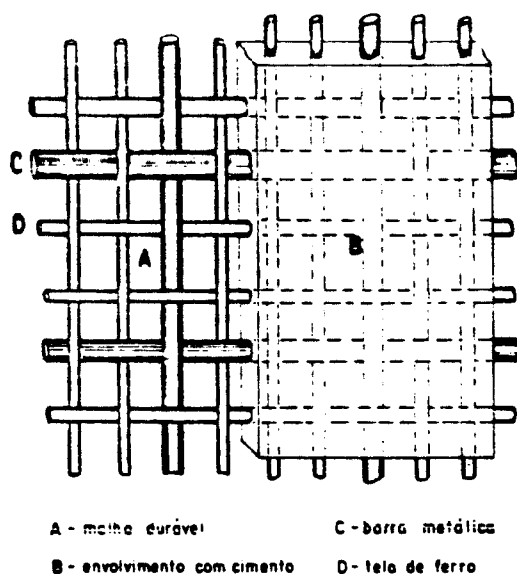


Fig. 1.1 - Reprodução parcial dos desenhos de Lambot<sup>(1)</sup>

Um impulso fundamental para a argamassa armada foi dado a partir de 1943 pelo engenheiro e projetista italiano Pier Luigi Nervi que, empregando como armadura difusa uma tela entrelaçada com arames de aço doce, cujos diâmetros variavam de 0,5mm a 1,5mm, formando uma malha quadrada de 1cm (Fig. 1.2), realizou grandes trabalhos

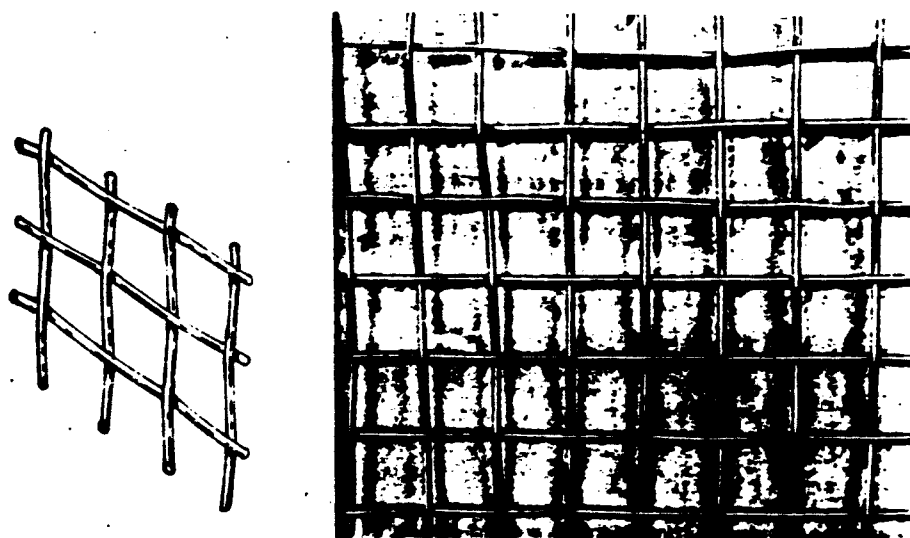


Fig. 1.2 - Tela entrelaçada de malha quadrada<sup>(1)</sup>



(Hanai<sup>(1,2)</sup>), desde embarcações até notáveis obras na área de construção civil. Para as peças com maior capacidade resistente, utilizava como armadura complementar barras de 6mm a 10mm entre as telas formando pacotes.

Com a divulgação do *Ferro-cimento*, feita por Nervi no final da década de 50, a aplicação da arganassa armada foi difundida. Na Índia, China e países do Sudeste Asiático encontram-se exemplos de emprego da arganassa armada em construções onde há um uso intensivo de mão-de-obra, tais como: silos agrícolas; reservatórios de água de pequeno porte; etc. Para estas aplicações, utiliza-se com frequência a tela hexagonal (Fig. 1.3), popularmente conhecida como tela de galinheiro, originalmente fabricada para construção de viveiros para pequenos animais e aves, e obtida pelo entrelaçamento de arames galvanizados de 0,6mm a 1,65mm formando malhas hexagonais de 12mm a 75mm.

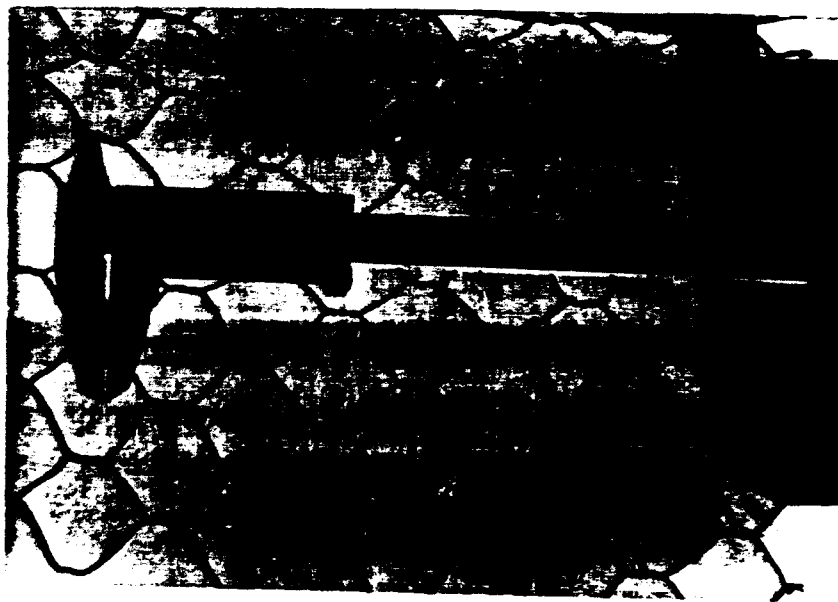


Fig. 1.3 - Tela hexagonal<sup>(2)</sup>

Conforme Paul<sup>(3)</sup>, a partir de 1959 tiveram início as aplicações da arganassa armada na Nova Zelândia, com destaque para aplicações navais, sendo lá desenvolvida uma tela chamada "Watson" que consistia de fios longitudinais retilíneos de alta resistência colocados em dois planos

paralelos, separados por fios transversais de aço doce, como se mostram na Fig. 1.4.

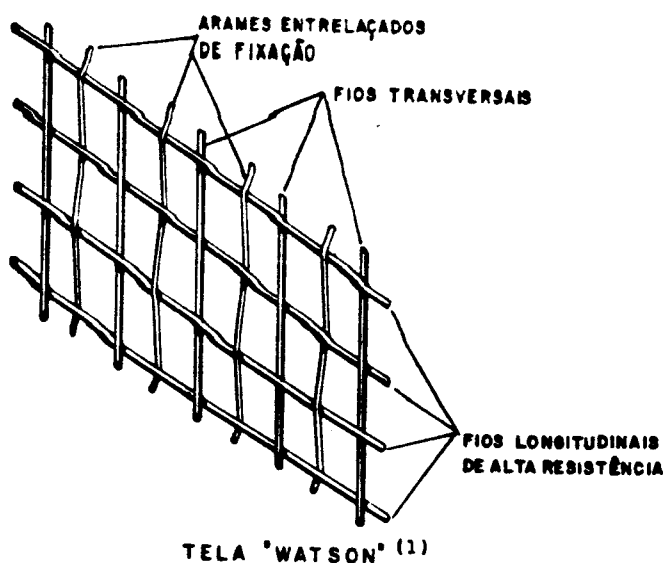


Fig. 1.4

Na União Soviética, os estudos sobre arganassa armada iniciaram-se em 1957, segundo Hanai<sup>(4)</sup>. Técnicas requintadas de construção permitiram a mecanização e a produção de elementos pré-fabricados de alta qualidade. As primeiras recomendações oficiais sobre o emprego de arganassa armada foram apresentadas em 1967, tendo como versão mais recente a SN-366/77<sup>(4)</sup>.

Nas aplicações soviéticas são usadas, conforme a SN-366/77<sup>(4)</sup>, telas entrelaçadas, com arames de diâmetro 0,7mm a 1,6mm e malha quadrada de 5mm a 20mm de lado. Na década de 60 foram registradas aplicações da arganassa armada na Polônia, Tchecoslováquia, México, dentre outros países.

No Brasil, a arganassa armada foi introduzida pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, em 1960. Utilizaram-se inicialmente telas entrelaçadas do tipo peneira, com fios de diâmetro 1,25mm e malha quadrada com abertura de 12,7mm, associadas a barras de aço de 4,8mm, revelando ótimas características de

desempenho.

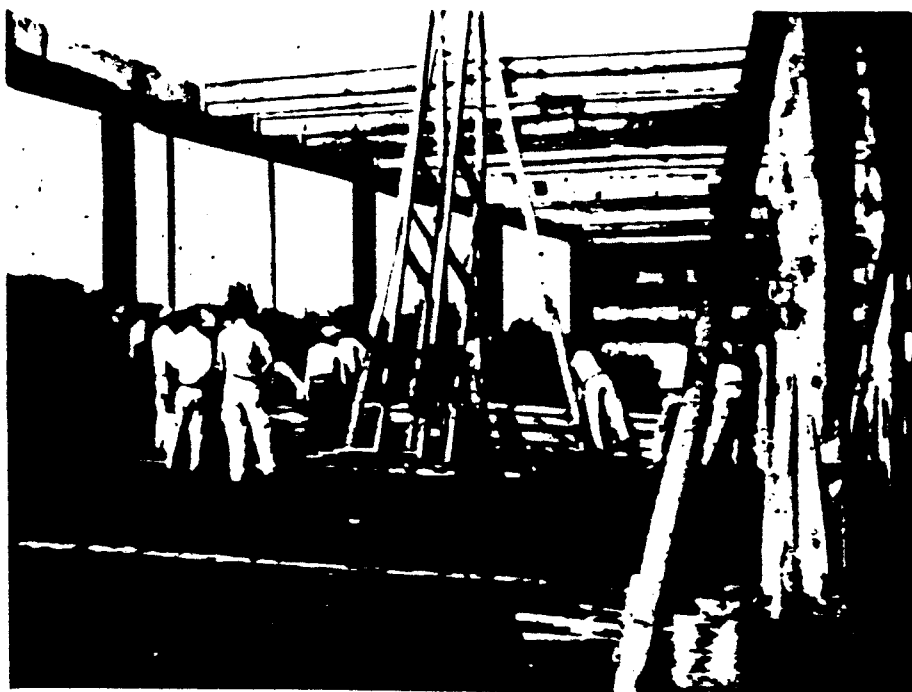


Foto 1.1 - Montagem dos primeiros perfis pré-moldados de argamassa armada, EESC-USP - em 1960.<sup>(5)</sup>

Com a preocupação de adaptar o então *ferro-cimento* às necessidades brasileiras, principalmente tendo em vista redução de custo do material mantendo as características de desempenho, após alguns estudos experimentais foram introduzidas as telas soldadas com fios mais espaçados (malhas quadradas de 50mm e diâmetro de 2,7mm, conforme Fig. 1.5), empregadas pela primeira vez nas cascas piramidais do Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna - BA (1966). Foram nessa época executados 6000m<sup>2</sup> de coberturas em módulos de 8m x 8m.

A utilização de telas com tais aberturas não era usual na tecnologia da argamassa armada. Desde as primeiras experiências de Nervi, dava-se preferência a telas de fios finos e pouco espaçados (no máximo cerca de 25mm), e alto consumo de cimento por unidade de volume de argamassa. Contudo, os resultados dos ensaios sobre modelos reduzidos mostraram desempenho satisfatório do material,

considerando-se as cargas atuantes na estrutura.

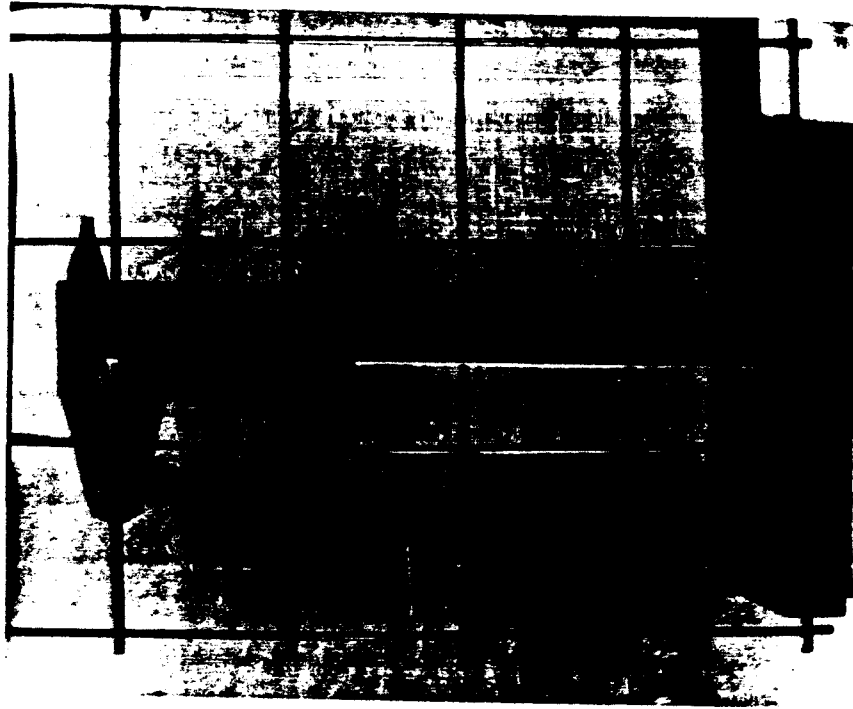


Fig. 1.5 - Tela soldada<sup>(2)</sup>

Os estudos realizados no Laboratório de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos, mostraram desde o início um grande potencial a se desenvolver, a partir de uma idéia fundamental na tecnologia da arganassa armada: buscar estruturas delgadas, leves pela reduzida quantidade de material empregado, com formas adequadas para melhor distribuição dos esforços, aproveitando-se o desempenho peculiar do material, como no *ferro-cimento* de Nervi, porém descartando a tentativa de se alcançar um sinergismo aparente do material, que só se conseguia com altas taxas de armadura e elevados consumos de cimento.

Estudos sobre o desempenho da arganassa armada com outros tipos de armadura, objetivando determinar o comportamento estrutural e estabelecer procedimentos de cálculo vêm sendo, desde então, desenvolvidos em laboratório. As telas soldadas, em particular, passaram por um desenvolvimento e ampliação da oferta no mercado, sendo hoje produzidos tipos específicos para uso em arganassa armada com fios de diâmetro 2mm, 2,5mm e 3mm, malhas quadradas e retangulares com aberturas de 25mm e 50mm.

Em função de suas características versáteis e elevado potencial de inovação tecnológica, a argamassa armada encontra hoje as mais diversas aplicações. No MEIO URBANO - encontram-se exemplos de reservatórios enterrados e similares (decantadores de estações de tratamento, digestores para o tratamento de esgoto, filtros para o tratamento de águas, etc.), reservatórios ao nível do solo e elevados, passarelas para aplicação em travessias de pequeno vão, galerias e canais a céu aberto, mobiliário urbano (pontos de ônibus, bancos, sinalizações urbana e rodoviária), etc. No MEIO RURAL - há aplicações em silos e reservatórios, fossas sépticas e biodigestores, mobiliário rural (cochos, estábulos, bebedouros, cercas, canais e canaletas de irrigação), pontilhões, galpões, etc.

Dentre as aplicações deve ser ressaltada a participação do arquiteto João Filgueiras Lima, que realizou notáveis trabalhos em Brasília, Rio de Janeiro e Salvador, imprimindo à tecnologia da argamassa armada uma dimensão nunca antes experimentada no Brasil.

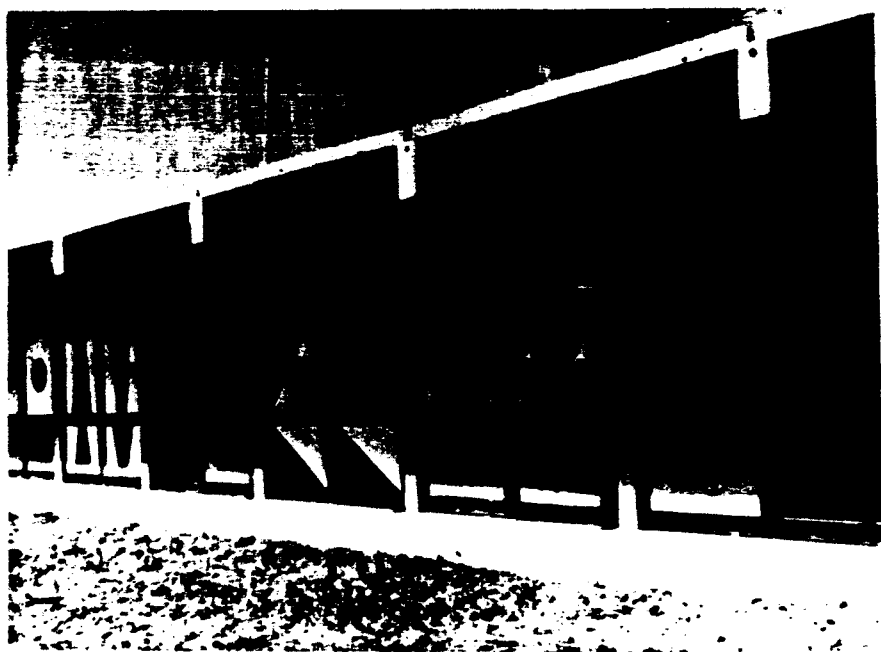


Foto 1.2 - Escola pré-fabricada de argamassa armada no Rio de Janeiro, sistema construtivo desenvolvido e executado pelo Arq. João Filgueiras Lima.

O trabalho desenvolvido por Ballarin<sup>(5)</sup>, que estudou as propriedades mecânicas da argamassa armada com tela soldada, veio suprir a carência de informações sobre o comportamento da argamassa armada com esse tipo de tela e foi tomado como base para o desenvolvimento desta pesquisa sobre o uso das telas de chapa de aço expandida que, pela possibilidade de produção em larga escala, aliada à grande versatilidade no tocante às aberturas de malhas e espessuras de chapas, demonstra um grande potencial de aplicação. No entanto, observou-se desde o início necessidade de pesquisas experimentais para se ter melhor idéia de suas reais possibilidades de aplicação em peças de argamassa armada.

No atual estágio tecnológico da argamassa armada no Brasil, em que se acaba de aprovar uma norma para projeto e execução de obras de argamassa armada<sup>(6)</sup>, procura-se consolidar os avanços conquistados e superar situações típicas de patologia, verificadas em algumas das obras anteriores inspecionadas por Libório<sup>(7)</sup>. Ao mesmo tempo, realizam-se estudos de novos materiais, tais como fibras em geral, telas de nylon e telas de chapa de aço expandida, para evidenciar suas virtudes e defeitos quando aplicadas em elementos de argamassa armada.

Pretende-se com este trabalho caracterizar o desempenho da argamassa armada com tela de chapa de aço expandida, para o qual foram realizados ensaios de tração e flexão, descritos e analisados nos capítulos 4, 5 e 6.

As telas de chapa de aço expandida podem favorecer o uso da argamassa armada no Brasil, tanto nos elementos pré-moldados leves, como no ferrocimento artesanal, aparecendo como uma alternativa às telas soldadas e demais tipos, desde que se tenha subsídios para sua especificação em projetos de peças de argamassa armada.

## 1.2 - OBJETIVOS

A tela de chapa de aço expandida apresenta, com relação aos demais tipos de telas usadas em argamassa armada, como citado anteriormente, vantagens no tocante a produção em larga escala, bem como do controle de qualidade do material. Entretanto, não tem sido utilizada na prática da argamassa armada brasileira, nem mesmo nos casos em que é necessário um desempenho estrutural relativamente baixo dos componentes de argamassa armada. Por exemplo, painéis de vedação, forro e mesmo piso, poderiam ser executados com armadura de tela de chapa de aço expandida. Em outras situações, tal tela poderia ser associada às telas soldadas, como Hanai<sup>(1,2)</sup> apresenta, compondo novos arranjos de armaduras.

O desenvolvimento desta pesquisa pode gerar como resultado aplicações imediatas desse tipo de tela e para tanto apresentam-se os seguintes objetivos:

- realizar um levantamento inicial das possibilidades de aplicação da tela de chapa de aço expandida, em elementos de argamassa armada, buscando subsídios para sua utilização no Brasil;

- realizar ensaios de comportamento mecânico (tração e flexão), sobre modelos de elementos estruturais, observando suas propriedades mecânicas principais;

- comparar os resultados obtidos nos ensaios com aqueles determinados por outros pesquisadores;

- estabelecer critérios preliminares para dimensionamento de elementos estruturais.

## CAPÍTULO 02 - CARACTERÍSTICAS DA TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - CARACTERÍSTICAS DA TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

A tela de chapa metálica expandida é obtida através da execução de cortes paralelos e alternados em chapas metálicas, seguido de expansão simultânea na direção perpendicular ao corte, como representado na Fig. 2.1, originando uma malha em forma de losango ou hexágono, composta por barras ou cordões e cruzetas. Na Fig. 2.2 pode ser observado o equipamento utilizado para a produção das telas.

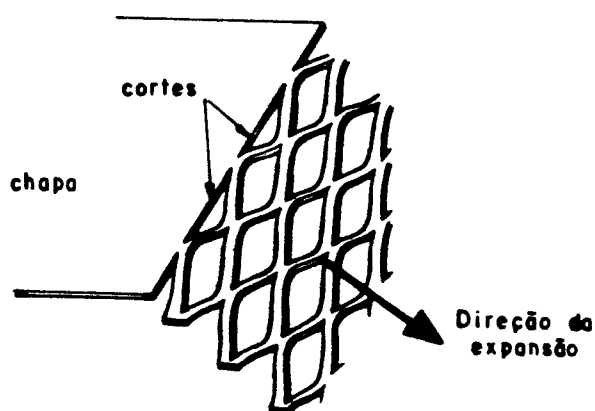


Fig. 2.1 - Processo produtivo das telas expandidas

A fabricação das telas expandidas é feita principalmente a partir de chapas laminadas a frio ou a quente, as quais podem ser galvanizadas ou não, ou então de alumínio, cobre, latão, chumbo, zinco, etc. De acordo com a aplicação final do produto. Como já se mencionou no capítulo 01, foram abordadas apenas as telas originadas de chapas de aço.

Atualmente este tipo de tela é amplamente utilizado em atividades industriais para construção de pisos, escadas, grades de proteção de equipamentos, antenas, bancadas, grades de ventilação, etc. Na Fig. 2.3, apresentam-se informações para especificação desse



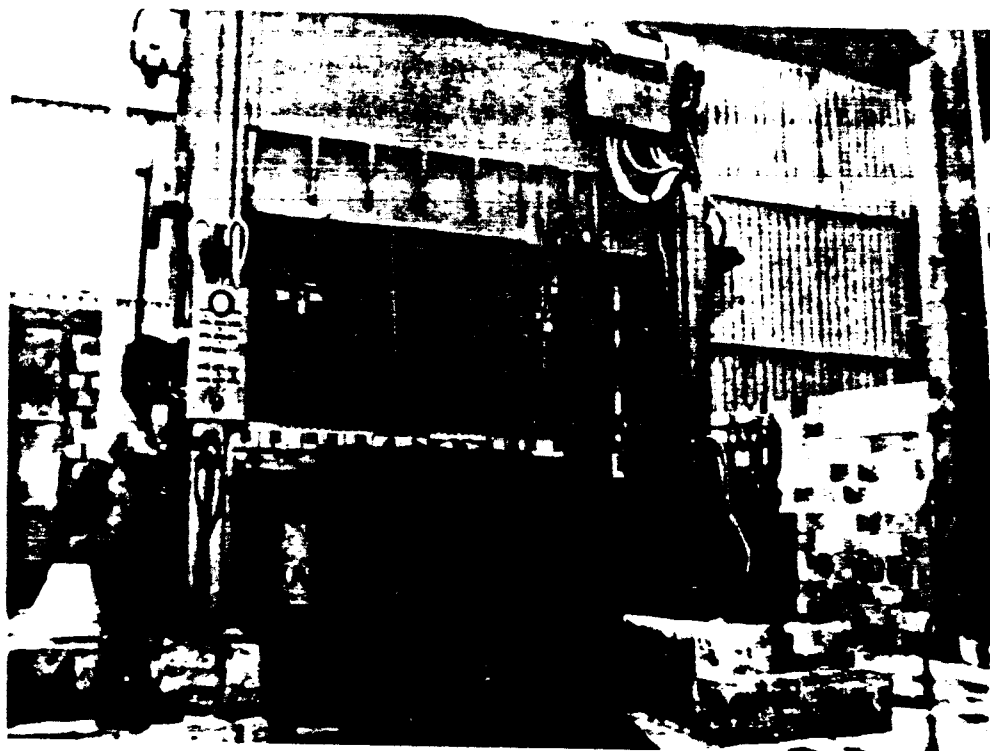
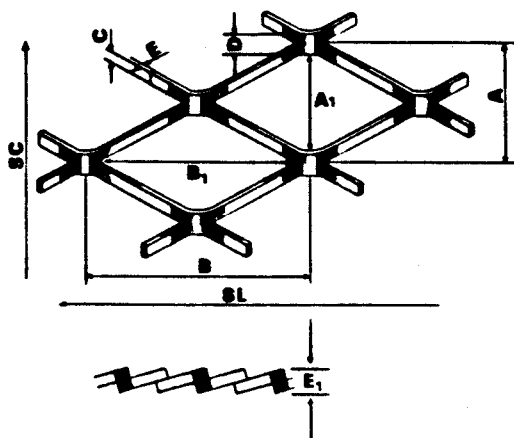


Fig. 2.2 - Produção da tela



- A - abertura da malha, de centro a centro, no sentido da diagonal menor;
- A<sub>1</sub> - abertura interna da malha;
- B - comprimento da malha, de centro a centro, no sentido da diagonal maior;
- B<sub>1</sub> - comprimento interno da malha;
- C - cordão da malha;
- D - cruzeta (junção de duas malhas);
- E - espessura do material;
- E<sub>1</sub> - espessura da cruzeta;
- SC - disposição transversal;
- SL - disposição longitudinal

Fig. 2.3 - Especificações do material

material. Em seguida apresentar-se, nas tabelas 2.1 e 2.2, alguns padrões de telas de chapa de aço expandida comercializadas atualmente.

Tabela 2.1

MEDIDAS DAS MALHAS - EM MM A = Menor Diag. B = Maior Diag.	CÓDIGO DAS MALHAS	CORDÃO DAS MALHAS	ESPESSURA DO MATERIAL		PESO TEÓRICO P.M <sup>2</sup> EM KG	ÁREA ABERTA APROXIMADA %	DIMENSÕES DAS CHAPAS		CHAPAS PADRÃO EM ESTOQUE EM MM	
			MM	MM			LARGURA - SL - EM MM	COMPRIMENTO - SC - EM MM		
0,8 x 1,5	LOS 0015	A	0,2	30	0,2	0,10	50	200	Reolos	2000x200
		B	0,3	30	0,3	0,80	25	200	Reolos	
1 x 2	LOS 12	A	0,3	20	0,3	1,5	40	200	Reolos	-
		B	0,4	28	0,4	2,6	20	200	Reolos	
1 x 4	LOS 14	A	0,3	30	0,3	1,5	40	200	Reolos	-
		B	0,4	26	0,4	2,6	20	200	Reolos	
1,5 x 2	LOS 152	A	0,4	22	0,4	1,7	46	200	Reolos	-
		B	0,5	26	0,5	2,7	33	200	Reolos	
1,5 x 3	LOS 153	A	0,4	28	0,4	1,7	46	250	Reolos	-
		B	0,5	26	0,5	2,7	32	250	Reolos	
2 x 3	LOS 23	A	0,4	28	0,4	1,3	60	250	Reolos	-
		B	0,5	26	0,5	2,0	50	250	Reolos	
2 x 4	LOS 24	A	0,4	-	-	1,3	60	300	Reolos	2000x300
		B	0,5	26	0,5	2,0	50	300	Reolos	
2 x 6	LOS 26	A	0,3	30	0,3	0,8	70	500	Reolos	-
		B	0,5	26	0,5	2,0	50	500	Reolos	
3 x 6	LOS 36	A	0,7	26	0,5	1,9	53	500	Reolos	2000x500
		B	1,0	22	0,8	4,3	33	500	Reolos	
4 x 8	LOS 48	A	0,6	26	0,5	1,2	70	500	Reolos	2000x500
		B	1,0	22	0,8	3,2	50	500	Reolos	
4 x 10	LOS 410	A	0,8	24	0,6	2,0	60	1000	Reolos	2,3x1000
		B	1,5	20	1,0	5,5	25	1000	Reolos	
5 x 10	LOS 510	A	0,8	24	0,6	1,6	68	1000	Reolos	-
		B	1,5	20	1,0	4,5	40	1000	Reolos	
5,5 x 10	LOS 551	A	0,8	24	0,6	1,4	71	1000	Reolos	-
		B	1,5	20	1,0	4,0	45	1000	Reolos	
6 x 10	LOS 610	A	0,8	24	0,6	1,4	73	1000	Reolos	-
		B	1,5	20	1,0	4,0	50	1000	Reolos	
6 x 13	LOS 613	A	0,8	22	0,8	1,6	73	1000	Reolos	-
		B	1,5	20	1,0	2,4	67	1000	Reolos	
6 x 18	LOS 618	A	0,8	22	0,8	1,7	73	1000	Reolos	-
		B	1,0	20	1,0	2,6	67	1000	Reolos	
7 x 13	LOS 713	A	0,8	22	0,8	1,5	77	1000	Reolos	-
		B	1,0	20	1,0	2,3	72	1000	Reolos	
7 x 16	LOS 716	A	1,0	20	1,0	2,2	72	1200	Reolos	-
		B	1,5	18	1,2	4,3	57	1200	Reolos	
8 x 16	LOS 816	A	1,0	20	1,0	1,8	75	1200	Reolos	-
		B	1,5	18	1,2	3,7	62	1200	Reolos	
10 x 20	LOS 1020	A	1,0	20	1,0	1,6	80	1200	Reolos	-
		B	1,5	18	1,2	3,0	70	1200	Reolos	
12 x 25	LOS 1225	A	1,2	18	1,2	2,0	80	1200	Reolos	-
		B	2,0	16	1,5	4,1	67	1200	Reolos	
13 x 30	LOS 1330	A	1,5	16	1,5	2,8	77	1200	Reolos	-
		B	2,5	14	2,0	6,9	62	1200	Reolos	

Tabela 2.2

ESPECIFICAÇÕES				QUILOS P/M2 DAS CHAPAS ESTIRADAS		A1	B1	E1 ESPESS. DA CRUZETA	ÁREA ABERTA APROXIMADA	COMPRIMENTOS MÁXIMOS		
A	B	C	E	COMUM	GALVANIZADA					NA LARGURA MÁXIMA DE SL = 1.000	NA LARG. DE SL = 1001 A 1500	NA LARG. DE SL = 1501 A 2000
2 3 4	4 6 8	0,5 0,8 0,8	0,45 0,6 0,6	1,909 2,76 2	2 2,773 2,010	1 1,6 2,5	2 3,4 5	1 1,6 1,6	50% 46,5% 60%	ROLOS ROLOS ROLOS		
5,5 5,5 5,5 6,2 9 9 12 12 12 12 12 12 13,5 13,5 13,5 13,5 14 14 14	10 10 10 13 20 20 25 25 25 25 25 25 45 45 45 45 32 32 32	0,8 0,8 1 0,8 1 1,5 1 1,5 1,8 2,2 2,5 2,5 1,8 2,5 2,5 2 2 3,5 1,2 1,5 1,8	0,6 0,75 0,9 0,75 0,9 1,25 0,9 1,25 1,5 1,5 2 2 0,9 1,25 2 2 0,75 1,25 1,5	1,5 1,87 2,8 1,65 1,72 3,6 1,3 2,7 3,87 4,75 7,1 2,1 4 5,2 12,2 1 2,32 3,3	1,507 1,88 2,815 1,660 1,730 3,620 1,306 2,713 3,890 4,775 7,135 2,110 4,020 5,226 12,260 1,005 2,331 3,315	4 4 4 5 7,5 7,5 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 12 12 12	8 8 8 10 15 15 20 20 20 20 20 20 39 39 39 39 25 25 25	1,6 1,6 2 2 2 3 3 2 3 3,6 4,4 5 2,5 5 4 7 2,6 3 3,5	71% 71% 64% 74% 78% 66,5% 83% 75% 70% 63% 58% 73% 63% 70% 48% 83% 78,5% 74%	ROLOS ROLOS	9.300 7.700 6.300 5.800	3.560 3.000 2.400 2.100
20 20 20 29	50 50 50 64	2 2,5 3,5 3	1,5 2 3 2	2,32 4,25 9,2 3,6	2,331 4,271 9,246 3,618	18 18 18 18	38 38 38 36	4 4,6 7 6	80% 75% 65% 79%	8.450 7.550 6.300 9.000	11.600 9.300 6.500 11.250	4.450 3.500 2.500 4.300
38 38 38 38	75 75 75 75	2 2,5 3,8 5	1,5 1,9 3 4,7	1,35 2,2 5,2 10,7	1,356 2,211 5,226 10,760	33 33 33 33	66 66 66 66	4 5 7,5 10	89% 86,5% 80% 73,5%	18.000 14.350 9.450 7.200	22.000 17.500 11.600 8.850	8.450 6.750 4.450 3.400
68 68	150 150	3,5 5,5	3 4,7	2,63 6,7	2,643 6,733	64 64	132 132	7 11	89,5% 83,5%	18.300 11.500	22.600 14.200	8.600 5.400

MEDIDAS MENCIONADAS ACIMA SÃO EM MM.

## 2.2 APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na Construção Civil, a tela de chapa de aço expandida é empregada na proteção de elevadores, balcões, janelas, clarabóias, bem como na execução de estuques em gesso ou argamassa. Observa-se que a utilização do material ainda é bastante restrita no Brasil.

Hanson & Shah<sup>(8)</sup>, desenvolveram um estudo experimental para determinar o desempenho estrutural de lajes de concreto armado com tela de chapa de aço expandida. Foram ensaiados 8 modelos armados com uma camada

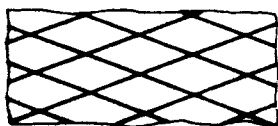
de tela, divididos em duas séries de acordo com a disposição longitudinal ou transversal da tela.

Os elementos de laje ensaiados à flexão tinham espessura de 15,24cm e foram empregadas telas com malha que apresentava  $A = 7,6\text{cm}$  e  $B = 20,3\text{cm}$  e cobrimento de 2,54cm. Na tabela 2.3 e Fig. 2.4 são apresentadas as características dos modelos ensaiados.

Tabela 2.3 - Características dos modelos<sup>(B)</sup>

Modelo	Dimensões (cm)		Área ( $\text{cm}^2/\text{m}$ )	Observações *
	Largura	Vão livre		
<b>Série 1 - Tela na disposição longitudinal</b>				
S1	60,96	274,5	4,23	Sem emenda
S2	60,96	274,5	4,23	Traspasse (1 malha)
S3	60,96	274,5	4,23	Traspasse (2 malhas)
S4	60,96	274,5	10,58	Sem emenda
S5	60,96	274,5	10,58	Traspasse (1 malha)
S6	60,96	274,5	10,58	Traspasse (2 malhas)
<b>Série 2 - Tela na disposição transversal</b>				
S7	121,92	183	10,58	Sem emenda
S8	121,92	183	10,58	Traspasse (1 malha)

\* Ver figura 2.4



Modelos S1 e S4  
Sem emenda



Modelos S2 e S5 emenda  
por traspasse (1 malha)



Modelos S3 e S6 emenda  
por traspasse (2 malhas)



Modelo S7  
Sem emenda



Modelo S8 emenda  
por traspasse (1 malha)

Fig. 2.4 - Disposição da tela na seção do meio do vão<sup>(B)</sup>

Os ensaios consistiram de carregamentos nos terços do vão livre das lajes, formando uma região de momento constante para observação. Foram medidos para cada etapa de carga, a força aplicada e o deslocamento transversal no meio do vão, além da observação da configuração de fissuras.

Tabela 2.4 - Valores últimos obtidos por modelo<sup>(8)</sup>

Modelo	Força (kN)	Deslocamento (cm)
S1	19,96	2,27
S2	23,59	1,27
S3	25,41	1,78
S4	53,52	4,57
S5	56,70	3,30
S6	51,71	2,78
S7	26,31	0,08
S8	42,64	0,05

Segundo Hanson & Shah<sup>(8)</sup> a distribuição de fissuras nas peças armadas com tela na disposição longitudinal foi semelhante às lajes de concreto armado convencional. Já nos modelos da série em que as telas foram dispostas transversalmente, foi observado o aparecimento de apenas uma fissura na qual, essencialmente, se concentrou toda deformação do elemento. Concluíram que as lajes de concreto armado podem ser executadas com tela de chapa de aço expandida, admitindo que a tela apresenta, na sua disposição longitudinal uma resistência de escoamento de 352MPa e recomendaram o seu uso em lajes armadas numa só direção, uma vez que na disposição transversal, em função do processo de fabricação, a resistência da tela não pode ser tomada maior do que 10% da resistência na outra disposição. Quanto à necessidade de emendas, recomendaram um traspasse de apenas uma malha para garantir a transmissão dos esforços, devendo-se observar que para o caso estudado, esse traspasse corresponderia a 20,3cm.

Essas telas foram utilizadas nos Estados Unidos para execução de painéis pré-moldados de concreto armado<sup>(9)</sup> (Fig. 2.5). Os painéis mediam 3,96m por 10,37m e foram utilizados como fechamento de galpões industriais que mediam 15,25m por 30,55m em planta.

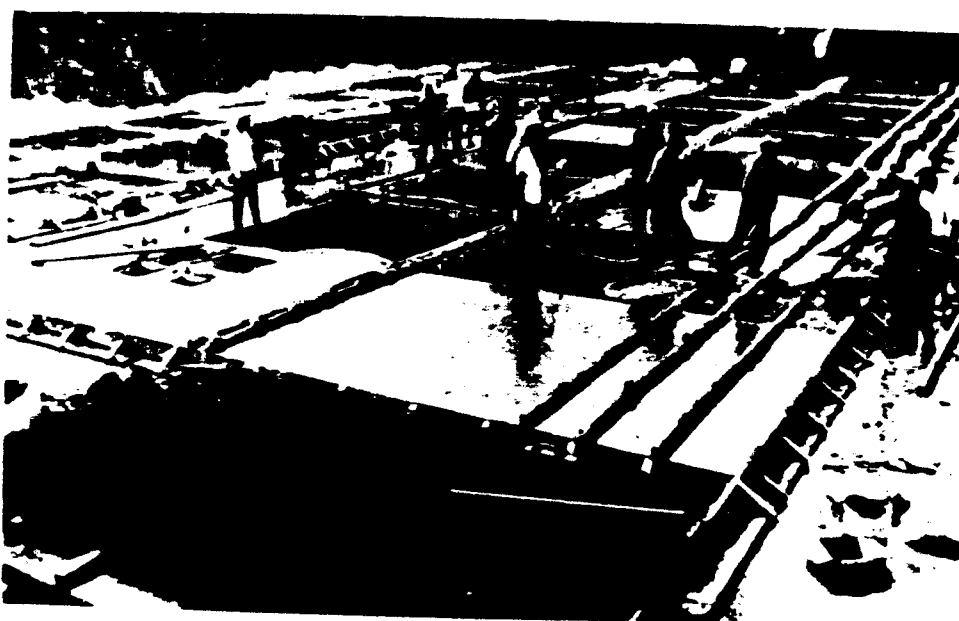


Fig. 2.5 - Execução de painéis pré-moldados de concreto armado com telas de chapa de aço expandida.<sup>(9)</sup>

A facilidade de manipular a armadura de telas, eliminando-se anarração, como ocorre nas lajes armadas com barras convencionais, gerou uma economia no produto final em função da menor quantidade de mão-de-obra utilizada, mesmo com o maior custo da tela.

### 2.3 - O USO DE TELAS DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA NA ARGAMASSA ARMADA

Nenhum dado sobre uso de tela de chapa de aço expandida aparece na literatura da argamassa armada até 1959, quando Collen<sup>(40)</sup>, na Irlanda, usou este tipo de tela como uma alternativa às telas entrelaçadas utilizadas por

Nervi, pois poderiam ser obtidas pela metade do custo de fabricação.

Posteriormente Byrne & Wright<sup>(11)</sup>, também na Irlanda, desenvolveram um estudo sobre a aplicação das telas de chapa de aço expandida em peças de argamassa armada, uma vez que lá as telas entrelaçadas apresentavam um custo relativamente alto. Executaram alguns ensaios de tração em peças armadas com este tipo de tela, porém o método usado para preparação dos corpos de prova e execução dos ensaios não foi apresentado. Eles concluíram pela viabilidade da aplicação da tela de chapa de aço expandida, principalmente para pequenos pré-moldados. A tela foi então utilizada na confecção de placas finas de argamassa armada, utilizadas para cobertura de dutos em subestações, como substituto de placas de aço.

Aplicações da argamassa armada com tela de chapa de aço expandida na construção naval foram bastante analisadas por Iorns e Watson<sup>(12)</sup>, que realizaram ensaios de tração, flexão, punção e fadiga em modelos armados com este tipo de tela. Concluíram que a contribuição mais importante desta tela é o controle de fissuração mais eficiente do que com outras telas empregadas. Foram executados modelos com 2cm de espessura armados com 5 camadas de tela, que apresentavam um peso de  $1,8\text{kg/m}^2$ , obtendo-se um desempenho de 10% a 25% melhor do que aqueles armados com tela entrelaçada, além de apresentar uma maior resistência ao impacto e, em função do melhor controle de fissuração eliminando fissuras visíveis, uma melhor impermeabilidade e durabilidade, além de um custo substancialmente menor.

Com o objetivo inicial de estabelecer a influência do tipo de tela, da geometria e orientação da tela em peças solicitadas à flexão, Jonhston & Mowat<sup>(13)</sup> realizaram um total de 80 ensaios, divididos em 15 séries com tipo de tela, quantidade de camadas, resistência, orientação e espaçamento das armaduras diferentes. Os tipos de armadura utilizados foram os seguintes:

- 1 - tela de chapa de aço expandida, com as seguintes características:  $A = 13\text{mm}$ ,  $B = 31\text{mm}$ ,  $C = 1,1\text{mm}$  e  $E = 2,1\text{mm}$ ;
- 2 - tela eletro-soldada galvanizada com malha quadrada de  $13\text{mm}$ , os fios apresentavam  $1,1\text{mm}$  e  $1,5\text{mm}$  de diâmetro;
- 3 - tela entrelaçada galvanizada com malha quadrada de  $12,7\text{mm}$  e fios com diâmetro  $1,1\text{mm}$ ;
- 4 - barras isoladas de diâmetro  $6,3\text{mm}$ ;
- 5 - armadura formada apenas por fios paralelos com  $0,9\text{mm}$  ou  $3,5\text{mm}$  de diâmetro.

A argamassa utilizada apresentou uma resistência média de  $56,3\text{MPa}$ . As placas ensaiadas mediam  $914\text{mm} \times 150\text{mm}$  e  $25\text{mm}$  de espessura. Para um carregamento aplicado nos terços, foram medidos deslocamentos longitudinais e transversais nas diversas etapas de carga.

Jonhston & Mowat<sup>(13)</sup> concluíram que, com relação ao tipo de armadura, para qualquer área de seção efetiva de aço, a tela soldada e a de chapa de aço expandida na sua disposição longitudinal, apresentam um desempenho semelhante e significativamente melhor do que as telas entrelaçadas e outros arranjos ensaiados. Isto pode ser visto na Fig. 2.6, em termos de momento fletor último, para armaduras com mesma resistência de escoamento por área efetiva de aço, expressa como uma percentagem da área da seção transversal.

Área de seção transversal convencional é definida no ACI<sup>(14)</sup> como sendo o número de elementos por unidade de comprimento, multiplicado por sua seção transversal e pelo cosseno do ângulo entre o elemento e a direção de aplicação da força - para as telas de chapa de aço expandida, esse ângulo é obtido pela relação entre as diagonais menor e maior do losango, respectivamente.

Com relação ao efeito da orientação da armadura, uma comparação dos momentos últimos obtidos para a disposição longitudinal e transversal de sistemas com tela de chapa de aço expandida, como mostrado na tabela 2.5, indica que a orientação é da maior importância, sendo a



resistência da tela numa direção cerca de 13% a da outra em média.

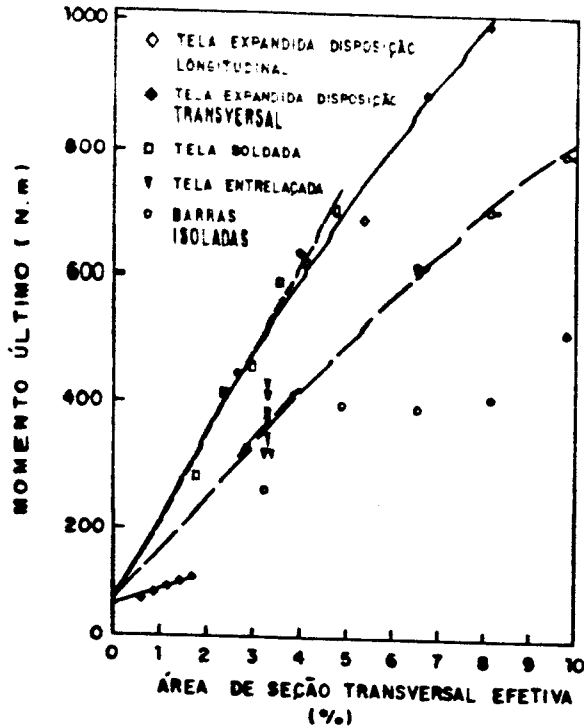


Fig. 2.6 - Relação entre momento último e área de seção transversal efetiva, para diversos tipos de armadura.<sup>(13)</sup>

Tabela 2.5 - Efeito da orientação em telas de chapa de aço expandida<sup>(13)</sup>

Número de Canadas	Momento último (kN.m)		Transv./Long.
	Longitudinal	Transversal	
2	447,48	70,29	0,157
3	639,58	77,97	0,122
4	689,30	94,35	0,137
5	887,05	102,83	0,116
6	1001,18	108,48	0,108

A partir da verificação do melhor desempenho das telas soldadas e de aço expandido<sup>(13)</sup>, Jonhston & Mattar<sup>(15)</sup>, realizaram um estudo experimental onde observaram o comportamento de peças de arganassa armada quando solicitadas à tração simples e à compressão simples. As telas apresentavam as seguintes características:

- EXM/A - Tela de aço expandida com  $A = 13\text{mm}$ ,  $B = 29\text{mm}$ ,  
 $C = 0,46\text{mm}$  e  $E = 2,26\text{mm}$ ;
- EXM/B - Tela de aço expandida com  $A = 13\text{mm}$ ,  $B = 22\text{mm}$ ,  
 $C = 1,12\text{mm}$  e  $E = 1,27\text{mm}$ ;
- EWD - Tela eletro-soldada galvanizada de malha quadrada com  $13\text{mm}$  e fios de diâmetro  $1,5\text{mm}$ .

As telas expandidas, usadas nas disposições longitudinal e transversal, apresentavam resistência de escoamento de  $621\text{MPa}$  e  $400\text{MPa}$ , respectivamente; a tela soldada apresentava resistência de  $407,10\text{MPa}$ .

Foram ensaiados 23 modelos à tração, medindo  $914\text{mm}$  por  $102\text{mm}$  e espessura variável de  $13\text{mm}$  a  $38\text{mm}$ . Nos ensaios de compressão, 25 modelos medindo  $305\text{mm} \times 102\text{mm} \times 102\text{mm}$ , sendo que a metade foi executada com um núcleo vazio de  $305\text{mm}$  por  $64\text{mm}$  por  $64\text{mm}$ , preenchido com uma espuma de poliestireno, formando assim seções vazadas.

Dos ensaios de tração, verificaram que, como nos ensaios de flexão, a orientação das telas tem uma grande influência sobre a resistência última das peças e está particularmente ligada a diferenças na área convencional de aço. Na tela EXM/A, a resistência na direção mais fraca é  $8,6\%$ , e na tela EXM/B,  $17,9\%$  daquela na outra direção. Os pesquisadores recomendam nos casos de uso das telas de chapa de aço expandida, a orientação alternada das canadas, formando um composto com resistência igual nas duas direções.

Para modelos com mesma área de seção transversal efetiva de aço, a tela expandida apresentou uma maior resistência última, quando comparada com a tela soldada utilizada, e com um desenvolvimento de fissuras, aberturas e espaçamento médio menores. Isso está associado não apenas às características do material mas, também a uma maior rigidez das telas expandidas, em função de sua geometria que gera uma relação resistência de escoamento/resistência última maior, conduzindo para uma deformação total maior, aumentando o número de microfissuras e diminuindo as

aberturas.

Com relação aos ensaios de compressão, Johnston & Mattar<sup>(45)</sup> concluíram que, apesar de uma resistência de escoamento inferior, as telas soldadas foram superiores às telas expandidas, sendo o aumento de resistência, além da arganassa, nas peças com telas soldadas 3 vezes maior do que com as telas de chapa de aço expandida, isso é atribuído a um efeito de *tesoura* nos elementos e consequente instabilidade da armadura, sendo o mesmo observado nas peças com seção vazada.

No tocante à disposição das armaduras, o efeito em peças comprimidas é relativamente pequeno, ao contrário dos resultados obtidos para tração e flexão.

Basicamente, a geometria e orientação da armadura, quando associados com a arganassa, são os responsáveis pelo desempenho do composto. A partir dos resultados obtidos experimentalmente por Johnston, Mowat e Mattar, o comitê ACI - 549<sup>(46)</sup>, recomenda para efeito de cálculo de peças de arganassa armada com telas de chapa de aço expandida, que seja adotado um fator de eficiência de 0,65 para a disposição longitudinal e 0,20 para a disposição transversal. A resistência de escoamento é 310MPa e módulo de deformação  $E = 138\text{GPa}$  e  $69\text{GPa}$ , para as respectivas disposições.

Nanni & Hashim<sup>(47)</sup> desenvolveram recentemente nos Estados Unidos um estudo experimental para avaliar o efeito de emendas por traspasse nas telas expandidas em peças de arganassa armada submetidas à flexão.

Em função das dimensões das folhas de tela expandida comercializada, 1,22m por 2,44m, cortes e emendas são necessários para atender as várias dimensões das peças. Deve ser garantido, entretanto, que a seção transversal da peça, nos pontos de emenda, tenha uma resistência compatível com uma seção de tela contínua.

Os modelos ensaiados medindo 10,16cm por 45,70cm foram divididos em dois grupos A e B de acordo com a altura total da seção transversal igual a 13mm e 19mm,

respectivamente.

As armaduras usadas pesavam  $1,36\text{kg/m}^2$  e  $1,85\text{kg/m}^2$ . Para cada série, foram testados 5 arranjos de armadura: camada de tela contínua, emenda de uma camada de tela por traspasse de 0, 51mm, 102mm e 152mm, respectivamente.

Curvas força-deslocamento foram usadas para observar o comportamento dos modelos sob flexão e determinar a força de fissuração e a força última; os valores foram comparados com os obtidos teoricamente com base nas recomendações do ACI.<sup>(15)</sup>

Como resultado dos ensaios, Nanni & Hashim<sup>(17)</sup> recomendam aos produtores de componentes pré-moldados de argamassa armada com telas de chapa de aço expandida, o uso de no mínimo 152mm de traspasse, para as zonas de tração; a norma brasileira recomenda pelo menos 4 malhas e comprimento mínimo de 100mm. Nos casos de 3 ou mais camadas, recomendam que a camada a ser emendada esteja entre duas camadas de tela contínuas. Segundo Nanni & Hashim<sup>(14)</sup>, nos Estados Unidos, a possibilidade de execução de pré-moldados leves tais como caixas, blocos e cercas em argamassa armada vem despertando um maior interesse, ainda mais com o uso da tela de chapa de aço expandida.

No Brasil, as telas de chapa metálica expandida, em geral, encontram todas as suas aplicações industriais. Em se tratando de construção civil têm sido pouco utilizadas.

Um estudo inicial foi desenvolvido por Gil & Giongo<sup>(18)</sup>, no Laboratório de Estruturas da EESC-USP, no qual foram ensaiadas vigas-calha, de secção transversal tipo U, (Fig. 2.7), com comprimento total de 250cm e 240cm de vão entre os apoios.

As peças foram armadas com diferentes tipos de tela e observaram que aquelas armadas com tela de chapa de aço expandida, apresentaram um deslocamento máximo menor do que as armadas com telas soldadas, apesar da carga final ser 30% inferior. Entretanto a tela soldada apresenta como

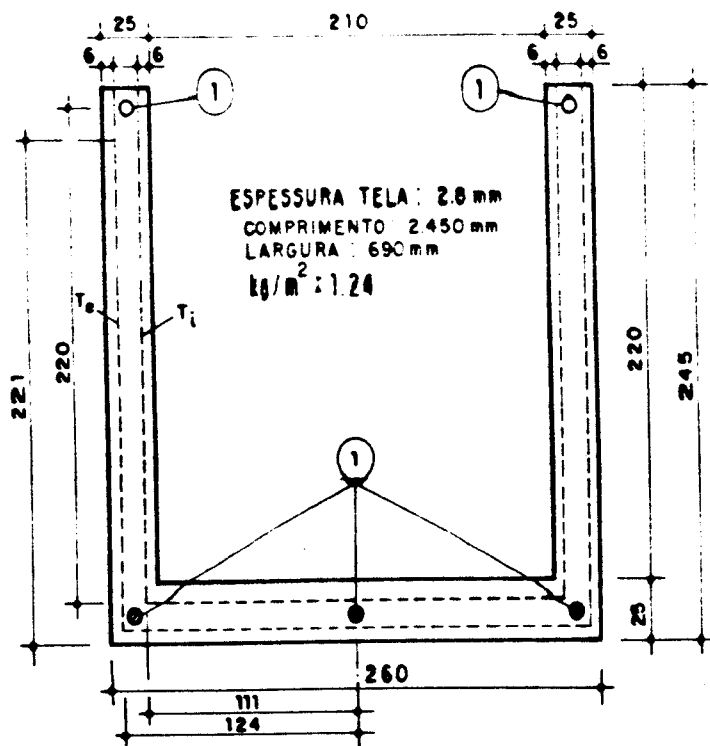


Fig. 2.7 - Seção Transversal das vigas<sup>(18)</sup>

vantagem o conhecimento prévio da posição dos fios, possibilitando os cálculos teóricos através do modelo de cálculo utilizado para concreto armado, enquanto que para as telas expandidas há necessidade de estudos para se criar um modelo para verificação de seu comportamento e segurança.

A tela de chapa de aço expandida vem sendo utilizada no Ceará, para a execução de cisternas de ferrocimento artesanal<sup>(18)</sup> e em projetos de irrigação na execução de acéguas, coordenados pela Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Estado do Ceará - NUTEC, em substituição a telas hexagonais usadas anteriormente, por apresentar algumas vantagens. Apesar do custo ainda superior, a tela de chapa de aço expandida pode ser usada com função estrutural, reduzindo a quantidade de ferro utilizada no aramado de sustentação, acarretando um custo final inferior, além de apresentar um bom desempenho estrutural.

A tela de chapa de aço expandida apresenta um grande potencial de utilização, com muitas vantagens em relação à tela entrelaçada e, em alguns casos, também sobre as telas soldadas - por exemplo, em elementos que

apresentam dupla curvatura, onde as telas soldadas encontram limitações. As telas de aço expandida podem ser, neste caso, manuseadas mais facilmente. Além disso, segundo Libório<sup>(7)</sup>, "acredita-se que com esse tipo de tela, haverá a possibilidade de se reduzir a espessura de elementos, devido a adoção de controles mais adequados e simplificados de cobrimento".

## CAPÍTULO 03 - PROGRAMAÇÃO DA ANÁLISE EXPERIMENTAL

### 3.1 - INTRODUÇÃO

A caracterização de algumas das propriedades mecânicas da argamassa armada com tela de chapa de aço expandida foi efetuada a partir de ensaios de comportamento mecânico, que são: ensaios de tração simples e flexão simples, em placas e perfis, cuja finalidade principal é verificar a possibilidade de emprego deste tipo de tela em elementos estruturais de argamassa armada.

Paralelamente a estes ensaios principais, foram observadas as características da argamassa e da armadura complementar empregadas na execução dos modelos ensaiados.

### 3.2 - DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

#### 3.2.1 - Argamassa

A argamassa utilizada na confecção dos modelos foi obtida a partir da mistura homogênea de cimento portland, agregado miúdo e água, empregando-se um traço 1:2 em massa com fator água/cimento igual a 0,40, resultando uma argamassa com consumo de 675kg de cimento por metro cúbico.

Foi empregado o cimento portland de alta resistência inicial, especificado pela NBR 5733/80<sup>(20)</sup>, fabricado pela CIMINAS. A areia utilizada, classificada como de granulometria média segundo as especificações da NBR 7217/87<sup>(21)</sup>, apresentou 2,4mm como dimensão máxima, e antes da utilização foi secada e passada na peneira de abertura de malha de 3mm.

### 3.2.2 - ARMADURA DIFUSA: Escolha da tela a ser usada

Como pôde ser visto no capítulo 02, com relação às características geométricas e mecânicas específicas, as telas de chapa de aço expandida são produzidas nos mais variados tipos, com diferentes aberturas de malhas e seções dos cordões, que variam também de acordo com a espessura da chapa utilizada, (Tabelas 2.1 e 2.2).

Buscando a aplicação deste tipo de tela em peças de argamassa armada, cuja principal característica é a pequena espessura, foi desenvolvida uma análise geral sobre as variedades disponíveis no mercado, tentando determinar uma com características de peso e taxa geométrica de armadura equivalentes às das telas soldadas empregadas na argamassa armada brasileira.

Partindo deste princípio foram escolhidos dois tipos específicos de telas a serem analisados, seguindo basicamente a mesma metodologia experimental desenvolvida com sucesso por Ballarin.<sup>(5)</sup> As telas foram fornecidas pela Permetal S. A. e seus parâmetros de especificação podem ser observados nas Fotos 3.1 e 3.2 a seguir, com medidas em milímetros.

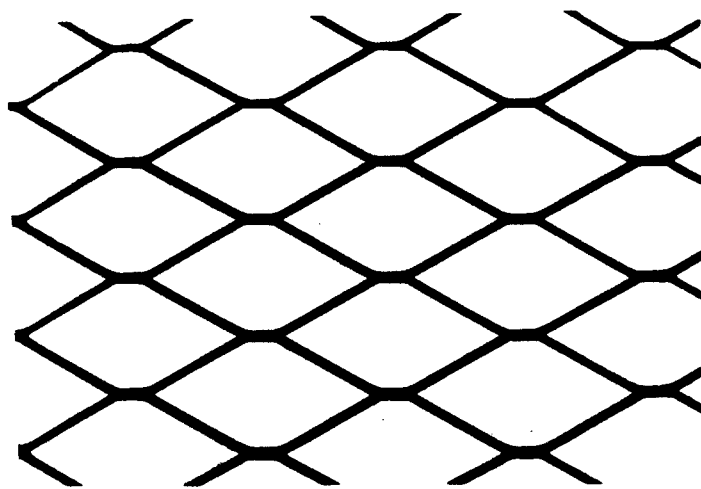


Foto 3.1 - Tela tipo 01: A = 14; B = 32; C = 12; E = 0,75



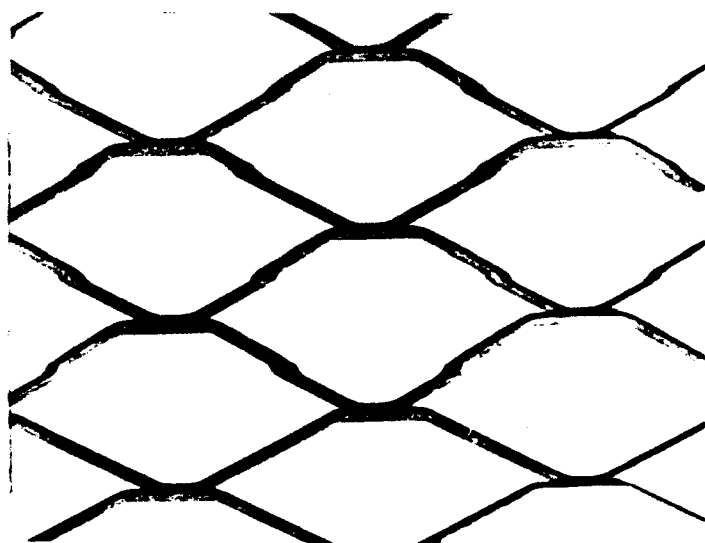


Foto 3.2 - Tela tipo 02: A = 18; B = 50; C = 1,5; E = 0,90

Posteriormente, os resultados obtidos foram analisados e forneceram conclusões sobre a utilização deste tipo de tela em ambas as disposições, esperando-se de antemão que, em função da menor abertura de malha, a configuração de fissuras finais apresentasse um menor espaçamento. Estes resultados deverão servir de embasamento para utilizações futuras do material e complementar o reduzido conhecimento bibliográfico encontrado sobre o uso do material na Construção Civil.

### 3.3 - NÚMERO DE AMOSTRAS

Na determinação de uma amostragem, a preocupação básica é que esta seja a mais representativa possível. Entretanto, na sua escolha, há que se levar em conta outros fatores, quais sejam: limitação de mão-de-obra, de técnicos de laboratório, limitação econômica, limitação de tempo, além da qualidade dos ensaios realizados.

Levando-se em conta as boas condições de execução dos ensaios no Laboratório de Estruturas da EESC-USP, os resultados obtidos em ensaios semelhantes executados por Ballarin<sup>(5)</sup> e a previsibilidade dos resultados, ficou estabelecido um número de 4 amostras por série.

Sobre estes resultados de ensaio foi aplicado o critério estatístico de aceitação de resultados de Chauvenet, que postula: " Se em uma série de  $n$  medidas a possibilidade de ocorrência de um desvio de valor  $x$  é menor que  $1/2n$ , então, a medida que apresentar tal desvio deverá ser rejeitada ", ou seja,

$$1 - P_x = 1/2n \quad \dots\dots 3.1$$

sendo  $P_x$  a probabilidade do desvio ser menor do que  $x$ .

A adoção deste tratamento estatístico permite que dentro dos intervalos dos parâmetros de avaliação de desempenho abrangidos pelos ensaios, se consiga obter dados para previsão do comportamento do material.

### 3.4 - ENSAIOS PRINCIPAIS

Como já mencionado anteriormente, os principais ensaios programados foram os seguintes:

- ENSAIOS DE TRAÇÃO SIMPLES - foram realizados para se obter mais informações sobre o comportamento do conjunto (tela - arganassa), uma vez que, em decorrência do processo construtivo, como se viu no capítulo 2, gera duas disposições distintas, observando-se que a solicitação na disposição transversal provoca uma tendência de rasgamento das cruzetas e na longitudinal uma tendência de fechamento da malha, o que não ocorre devido a existência de arganassa confinada mas, que pode acabar provocando um fendilhamento acompanhando o desenho das malhas. Pretendeu-se com estes ensaios, determinar os valores da resistência última e de

escoamento das peças armadas com tela de chapa de aço expandida, obtendo-se com isso dados para dimensionamento e verificação de peças de argamassa armada;

- ENSAIOS DE FLEXÃO - estes ensaios foram divididos em dois grupos de ensaios, quais sejam placas e perfis (ver capítulos 5 e 6), respectivamente. O objetivo principal destes é verificar o comportamento das peças quando solicitadas à flexão simples, observando-se os efeitos de diversos arranjos de telas, variando-se as disposições e número de telas, na configuração de fissuras e obtendo-se valores experimentais de deslocamentos transversais (flechas), aberturas e espaçamento de fissuras além da resistência última das peças, para serem comparadas com valores teóricos calculados a partir dos dados obtidos nos ensaios de tração simples. Esperou-se com isso testar a metodologia de cálculo especificada pelo projeto de norma brasileira para argamassa armada.<sup>(6)</sup>

Estes ensaios foram desenvolvidos segundo a mesma metodologia experimental elaborada por Ballarin<sup>(5)</sup> e por Giongo<sup>(22)</sup>, quando do estudo de tais parâmetros para peças armadas com tela soldada.

### 3.5 - ENSAIOS COMPLEMENTARES

#### 3.5.1 - Ensaio de caracterização da armadura complementar

As armaduras complementares utilizadas nos diversos ensaios foram constituídas por fios de aço CA-60 com 4,2 e 4,5mm de diâmetro. De cada um dos tipos de armadura complementar foram retirados corpos-de-prova para serem ensaiados à tração em uma máquina INSTRON do Departamento de Materiais da EESC-USP. A seguir, são apresentados os diagramas tensão-deformação obtidos para cada uma das amostras ensaiadas, bem como parâmetros de dimensionamento.

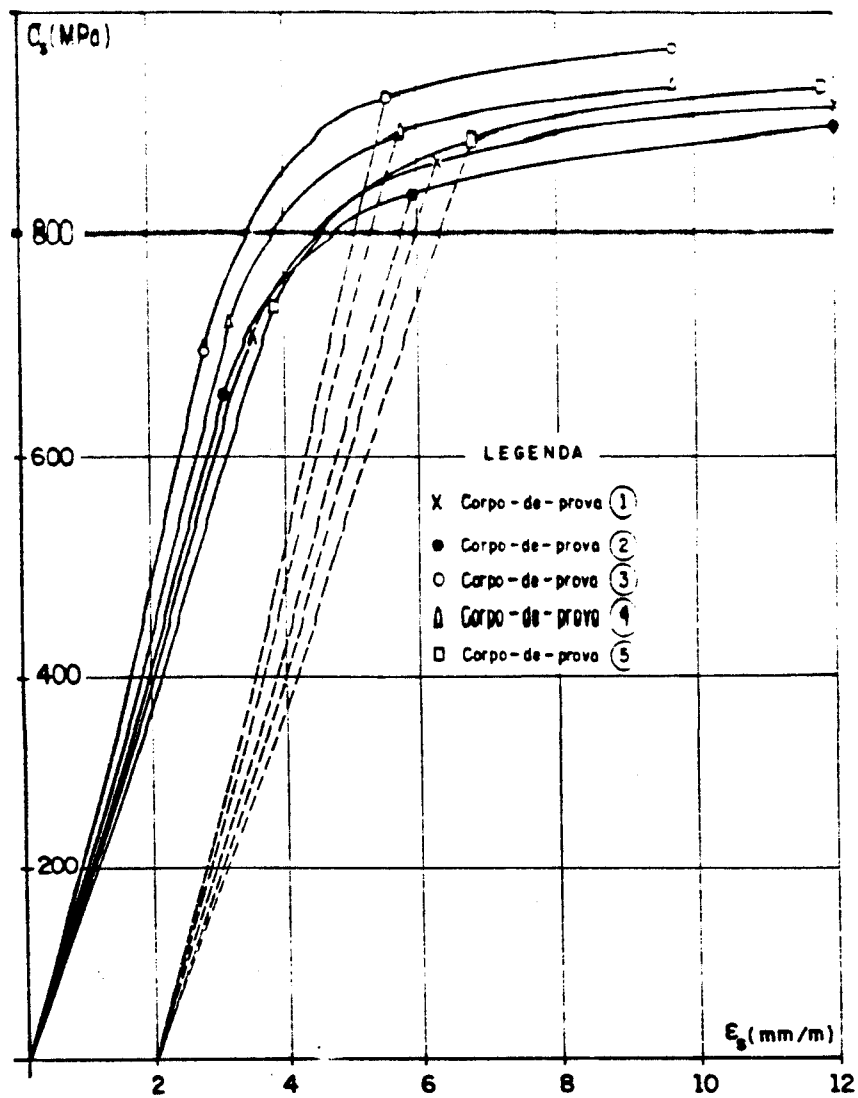


Fig. 3.3 - Diagramas tensão-deformação dos fios de 4,2mm de diâmetro

Tabela 3.1 - Parâmetros de dimensionamento da armadura complementar

C.P.	$\epsilon_p$ (%)	$f_p$ (MPa)	$\epsilon_y$ (%)	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	$E_s$ (MPa)
1	3,6	700	6,3	837	924	194444
2	3,2	650	6,0	775	902	203125
3	2,8	693	5,5	919	989	247500
4	3,1	715	5,7	891	946	230645
5	3,7	722	6,8	881	938	195135
<b>VALORES ADOTADOS</b>	<b>2,8</b>	<b>600</b>	<b>6,0</b>	<b>864</b>	<b>939,8</b>	<b>214280</b>

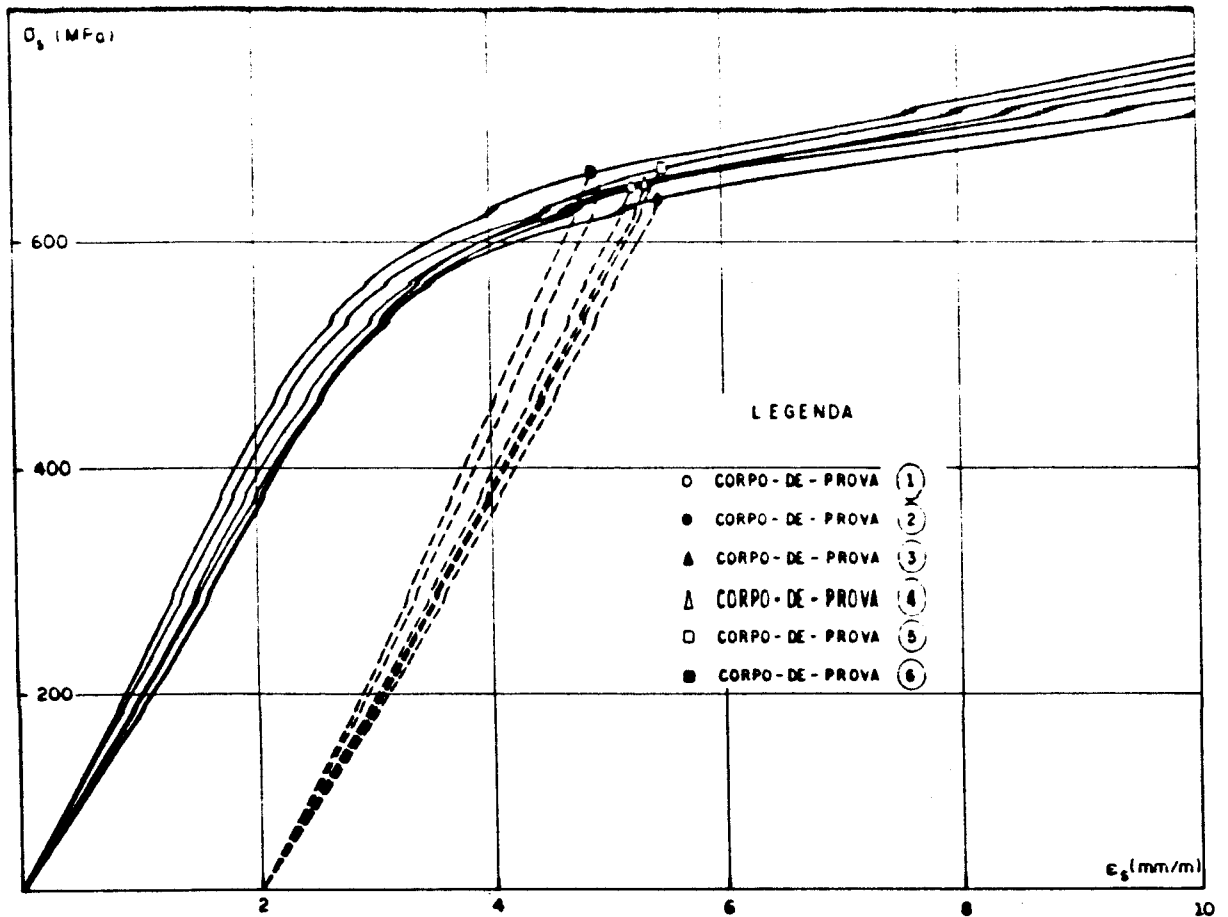


Fig. 3.4 - Diagramas tensão-deformação dos fios de 4,5mm de diâmetro

Tabela 3.2 - Parâmetros de dimensionamento da armadura complementar

C.P.	$\epsilon_p$ (%)	$f_p$ (MPa)	$\epsilon_y$ (%)	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	$E_s$ (MPa)
1	1,88	375	5,16	647	715	199468
2	2,28	417	5,36	635	696	183114
3	1,58	637	4,90	647	746	312607
4	2,28	417	5,24	653	746	183114
5	1,78	342	5,40	663	758	192416
6	1,68	375	4,84	658	761	223214
<b>VALORES ADOTADOS</b>	<b>1,91</b>	<b>377</b>	<b>5,15</b>	<b>651</b>	<b>737</b>	<b>199155</b>

### 3.5.2 - Ensaio de caracterização das argamassas

O controle da resistência das argamassas empregadas em cada uma das séries de tração e flexão de placas, foi efetuado através de ensaio de ruptura de 12 corpos-de-prova cilíndricos de 50mm de diâmetro e 100mm de comprimento. A moldagem e ensaio atenderam às prescrições da NBR 7215/82,<sup>29</sup> considerando-se a seguinte distribuição de corpos-de-prova por ensaio:

- 3 corpos-de-prova para compressão axial a 3 dias;
- 6 corpos-de-prova para compressão axial a 7 dias, sendo 2 para compressão axial instrumentada para medição de deformações;
- 3 corpos-de-prova para compressão diametral a 7 dias.

Nas argamassas utilizadas para os perfis, foi efetuado um melhor acompanhamento em função da alteração efetuada no proporcionamento, optando-se por 24 corpos-de-prova, ensaiados conforme a seguinte distribuição:

- 4 corpos-de-prova para compressão axial a 1 dia;
- 4 corpos-de-prova para compressão diametral a 1 dia;
- 4 corpos-de-prova para compressão axial a 3 dias;
- 4 corpos-de-prova para compressão diametral a 3 dias;
- 4 corpos-de-prova para compressão axial a 7 dias, sendo 2 para compressão axial instrumentada para medição de deformações;
- 4 corpos-de-prova para compressão diametral a 7 dias.

Os resultados destes ensaios, que foram utilizados na análise dos denais, são apresentados nos apêndices, para cada série correspondente.

## CAPÍTULO 04 - ENSAIOS DE TRAÇÃO

Como se mencionou no capítulo 03, o propósito fundamental destes ensaios de tração, foi analisar o desempenho de elementos de argamassa armada com telas de chapa de aço expandida, quando solicitados por tração simples.

### 4.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

#### 4.1.1 - ARRANJOS DE ARMADURA

A partir da escolha das telas, foram estabelecidos arranjos de armadura, conforme a disposição, tipo de tela e armadura complementar. No primeiro e segundo arranjos, (Figs. 4.1 e 4.2), as peças apresentaram 15mm de espessura, e uma "fissura inicial" no centro da região de observação, garantindo a aplicação da força diretamente nas telas. Foi uma tentativa de se caracterizar a resistência da tela isoladamente, para as duas direções de solicitação. Nos demais arranjos as peças apresentaram 25mm de espessura. No terceiro arranjo, duas telas foram justapostas, com malhas desencontradas, na disposição longitudinal (Fig. 4.3), finalmente no quarto e quinto arranjos, que diferenciavam apenas na disposição das telas (Figs. 4.4 e 4.5), foram usadas duas camadas de tela em planos paralelos, além de  $2\phi 4,2$ mm de aço CA 60 como armadura complementar.

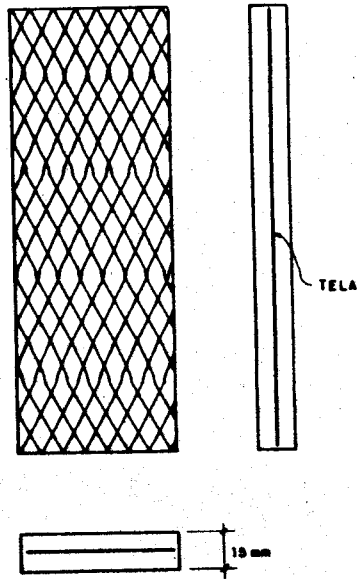


Fig. 4.1

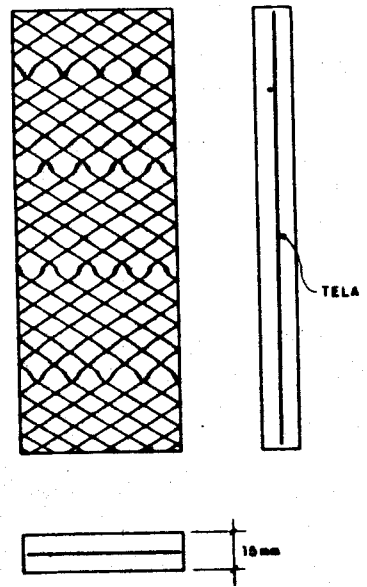


Fig. 4.2

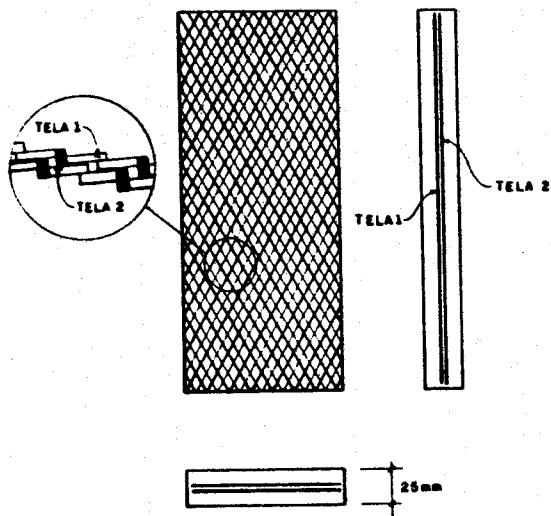


Fig. 4.3

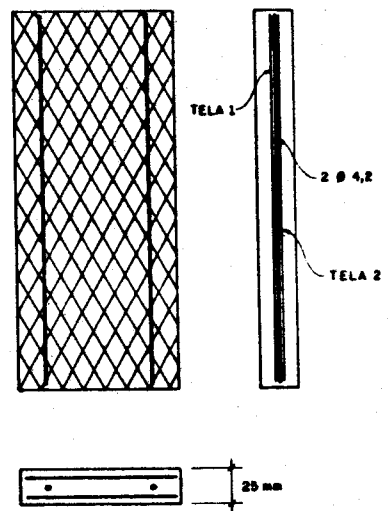


Fig. 4.4



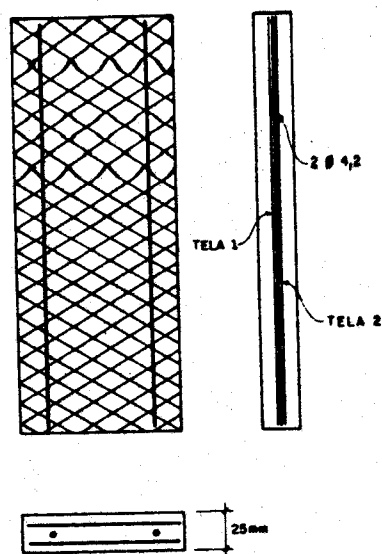


Fig. 4.5

Em função destas combinações, foi estabelecida a seguinte nomenclatura para identificação dos modelos:

ABC/D - i

onde:

- A - Tipo de solicitação: T = tração;
- B - Disposição da tela: L = longitudinal;  
T = transversal;  
2L = duas telas longitudinais;  
2T = duas telas transversais;
- C - Tipo de tela: 14 ou 18, conforme o valor de A;
- D - Armadura complementar, no caso 4,2mm;
- i - Número que indica o exemplar dentro da série.

#### 4.1.2 - DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

Este ensaio consistiu na aplicação de forças axiais em peças, aqui denominadas chapas, armadas com os diversos arranjos, com a preocupação da obtenção de tração simples. Entretanto, conforme observações de Ballarin<sup>(5)</sup>, reveste-se este ensaio de complicadas particularidades, principalmente no caso específico de peças de argamassa armada. Sua pequena espessura faz com que seja necessária uma maior precisão no alinhamento dos dispositivos de aplicação de carga pois, qualquer desvio, da ordem de milímetros, provocará deslocamentos desiguais nas faces do modelo; tanto a literatura nacional quanto internacional relativas ao assunto carecem de maiores detalhes das experiências realizadas com sucesso.

Os ensaios foram realizados com aplicação de força em chapas planas, medindo-se os deslocamentos das faces opostas, correspondentes às diversas etapas de carregamento. Também nestes ensaios foi observado o desenvolvimento da fissuração, através da medição do número e dos espaçamentos entre fissuras.

A amostragem total foi de 10 séries, mais duas complementares. Todos os exemplares de uma mesma série foram executados com a mesma argamassa, em idênticas condições de moldagem, adensamento, cura e desmoldagem.

#### 4.1.3 - DIMENSÕES DAS PEÇAS

A espessura das chapas foi de 15mm e 25mm, conforme o tipo de arranjo de armadura adotado.

O comprimento dos exemplares de tração foi de 0,64m, definido a partir da idealização de um trecho mínimo de observação, na direção longitudinal, igual a 0,20m, mais um comprimento necessário para a instalação das garras e para a perfeita transferência da carga para a região de observação.

A largura adotada foi de 0,21m nas regiões de instalação das garras, variando linearmente até 0,11m, largura adotada para o trecho em observação (Fig. 4.6). Esta redução na largura das chapas foi adotada com a finalidade de se induzir a provável região de ruptura das peças dentro da região de observação, e para que a força de ruptura não ficasse além do limite alcançável com os equipamentos empregados.

Em todos os elementos ensaiados à tração foram colocadas telas adicionais construtivas nas regiões de assentamento e fixação das garras. Este pequeno detalhe permitiu um mais efetivo controle da fissuração ocorrido ocasionalmente nessa região - quando do aperto das garras em sua instalação - evitando que essas fissuras atingissem a região de observação do ensaio.

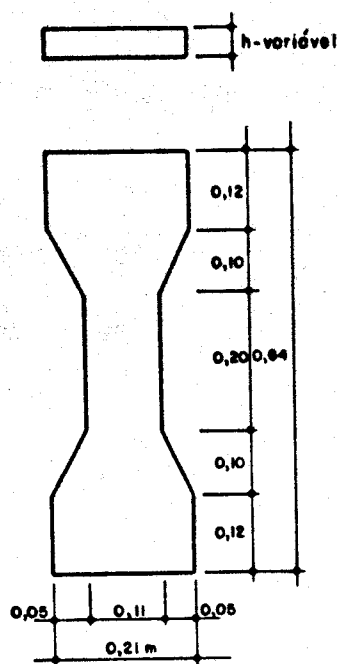


Fig. 4.6 - Dimensões das chapas

Na Fig. 4.7 apresentam-se detalhes do sistema de fixação das garras e do mecanismo de transmissão de forças.

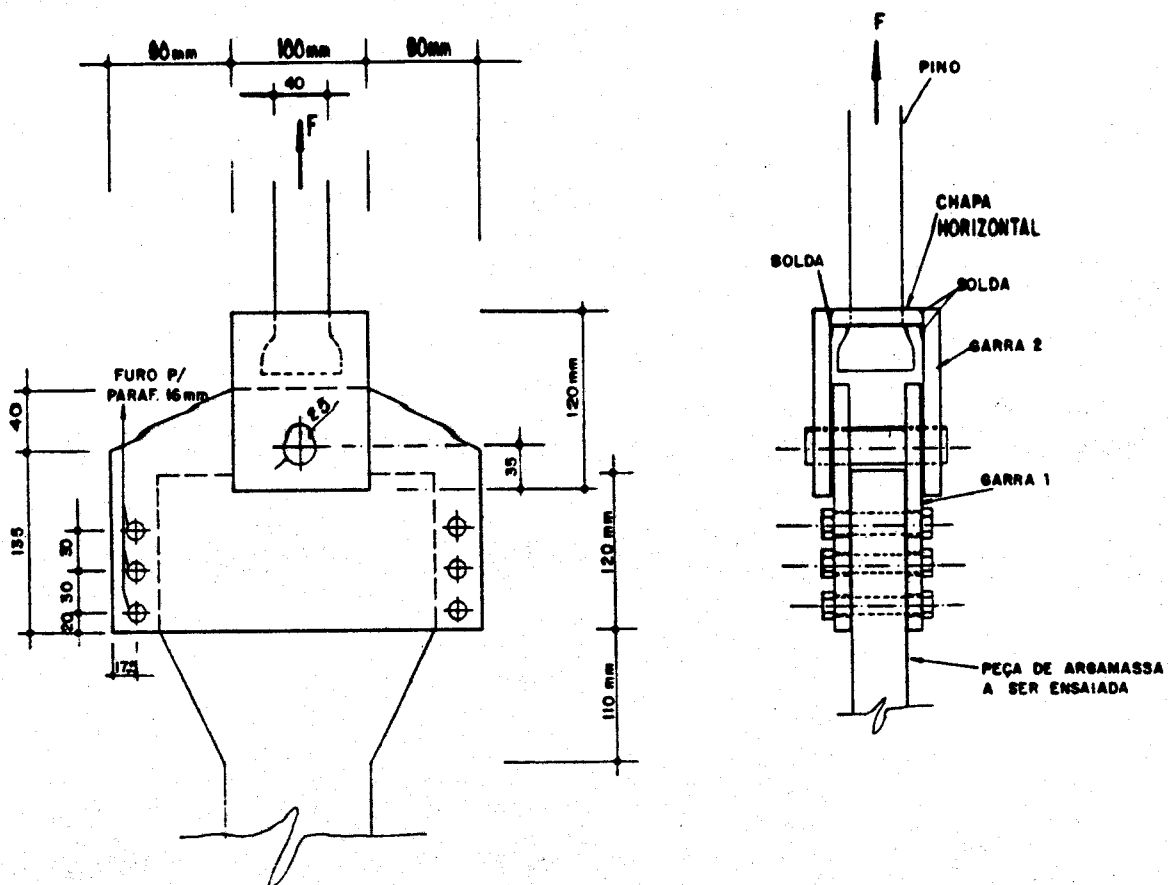


Fig. 4.7 - Garra e sistema "articulado" utilizados na transmissão de forças dos ensaios de tração.

#### 4.1.4 - ESQUEMA ESTÁTICO E DE CARREGAMENTO

O esquema estático adotado foi o de chapa sujeita à tração simples. Utilizou-se um pórtico de reação construído no Laboratório de Estruturas da EESC-USP, seus principais detalhes estão na Fig. 4.8.

O carregamento foi introduzido através de um macaco hidráulico de dupla ação, acoplado a uma célula de carga elétrica e um indicador digital de deformações, aparelho este que veio a facilitar a obtenção mais precisa

das cargas de fissuração e de ruptura nestes ensaios.

Os ensaios foram feitos em etapas crescentes de carga, até a ruptura das peças. É interessante registrar que o dispositivo de aplicação de cargas (garras) funcionou muito bem. Tendo em vista a execução de um número muito

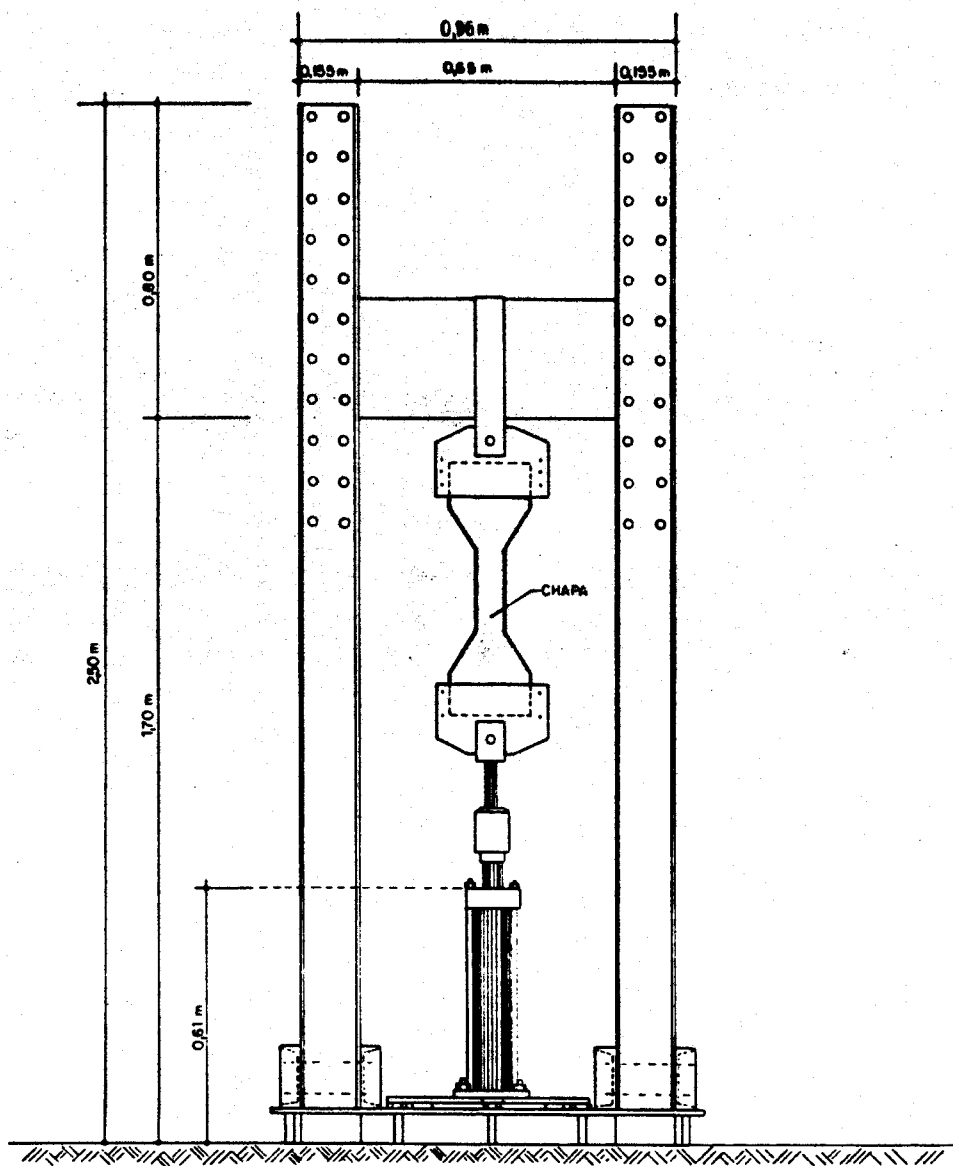


Fig.4.8 - Pórtico de reação dos ensaios de tração

grande de ensaios, era desejável que, além da eficiência, houvesse facilidade de montagem e desmontagem das garras. Para isso, utilizou-se o seguinte procedimento:

- Inicialmente, aplicava-se massa adesiva na chapa, nas extremidades de aperto das garras (Foto 4.1);

- A seguir, sobre a massa adesiva, dispunha-se um filme plástico fino, para evitar a adesão desta massa com as garras (Foto 4.2);

- Finalmente, quando do posicionamento e aperto das garras, a massa adesiva preenchia os rebaixos destas, formando assim saliências e promovendo, depois do seu endurecimento, uma aderência mecânica (Foto 4.3).



Foto 4.1 - Aplicação de massa plástica

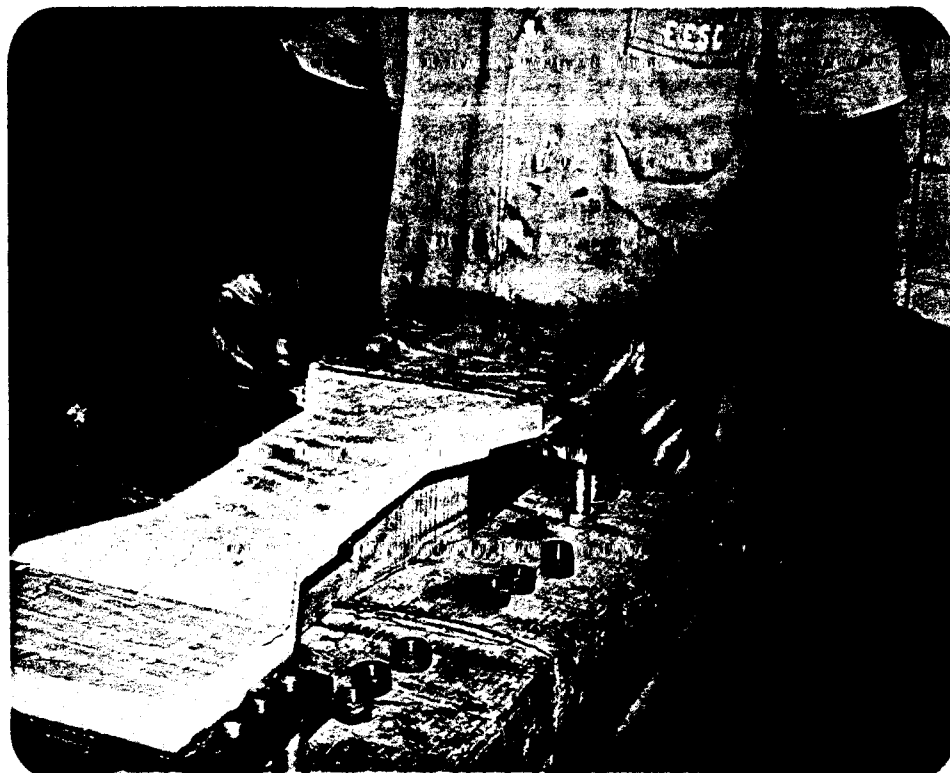


Foto 4.2 - Colocação do filme plástico



Foto 4.3 - Posicionamento e ajuste final

#### 4.1.5 - FÔRMAS

As fôrmas eram metálicas, com fundo em chapa de 1/8" de espessura, as laterais em cantoneiras de 1/8", fixadas por meios de parafusos; as quatro chapas de uma mesma série foram executadas em dois conjuntos de fôrmas.

#### 4.1.6 - MOLDAGEM E CURA

Para moldagem das peças de tração, o cobrimento foi garantido através do uso de espaçadores de plástico.

A cura até o dia da desmoldagem foi feita com a colocação de uma espuma úmida sobre os modelos, logo após à sua arganassagem.

Aos 2 dias de idade, os modelos foram desmoldados e colocados num tanque d'água, onde permaneceram imersos até os 6 dias, quando eram retirados. Os ensaios das peças foram realizados sempre no 7º dia, uma vez que foi utilizado cimento de alta resistência inicial.

#### 4.1.7 - INSTRUMENTAÇÃO

Foram instalados: defletômetros mecânicos de sensibilidade 0,001mm e fundo de escala de 4mm, para medição de deslocamentos em ambas as faces das peças; célula de carga elétrica construída no LE-EESC/USP; indicador digital para leitura da célula de carga, marca TRANSDUTEC, modelo TME.

Para aplicação de forças, utilizou-se: macaco hidráulico, marca VICKERS; bomba hidráulica para acionamento do macaco, marca ELE; uma estrutura de reação para execução dos ensaios, formada por uma laje de reação e



um pórtico metálico.

#### 4.2 - RESULTADOS OBTIDOS

Todas as informações obtidas nos ensaios, são apresentadas no apêndice 1, os dados anotados primeiramente em planilha no laboratório, durante os ensaios, foram transferidos para arquivos em discos magnéticos, após o processamento em microcomputador.

As planilhas geradas a partir dos dados obtidos nos ensaios são apresentadas, por série de ensaios na seguinte ordem: numa primeira página, tem-se a identificação da série, um diagrama força-deslocamento médio das peças e uma tabela que apresenta a força de ruptura, para cada exemplar ensaiado dentro da série. Dessa forma tem-se uma visão geral dos resultados obtidos na série.

Na página seguinte, expõe-se o controle de resistência da argamassa utilizada para execução dos exemplares da série enfocada.

Para esse controle ensaiaram-se 12 corpos-de-prova, conforme apresentado no capítulo 3, obtendo-se os valores médios da resistência à compressão ( $f_{c_j}$ ) e à tração ( $f_{t_j}$ ) da argamassa nas diversas idades.

O valor da resistência à tração ( $f_t$ ) dos corpos-de-prova da argamassa foi determinado com a seguinte expressão:

$$f_t = 0,85 \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{f_{cp}}{\phi_{cp} \cdot l_{cp}} \quad \dots (4.1)$$

onde:

$f_{cp}$  = força última aplicada durante o ensaio do corpo-de-prova cilíndrico submetido a compressão diametral;

$\phi_{cp}$  = diâmetro do corpo-de-prova, 50mm;

$l_{cp}$  = comprimento do corpo-de-prova, 100mm;

0.85 = coeficiente de conversão de resistências obtidas por compressão diametral em resistências de corpos-de-prova submetidos à tração axial.

A partir da terceira página, apresentam-se, para cada exemplar ensaiado, uma tabela com os deslocamentos longitudinais obtidos, um diagrama força-deslocamento de cada uma das faces e do deslocamento médio. A seguir são apresentadas fotografias de todas as séries ensaiadas à tração.

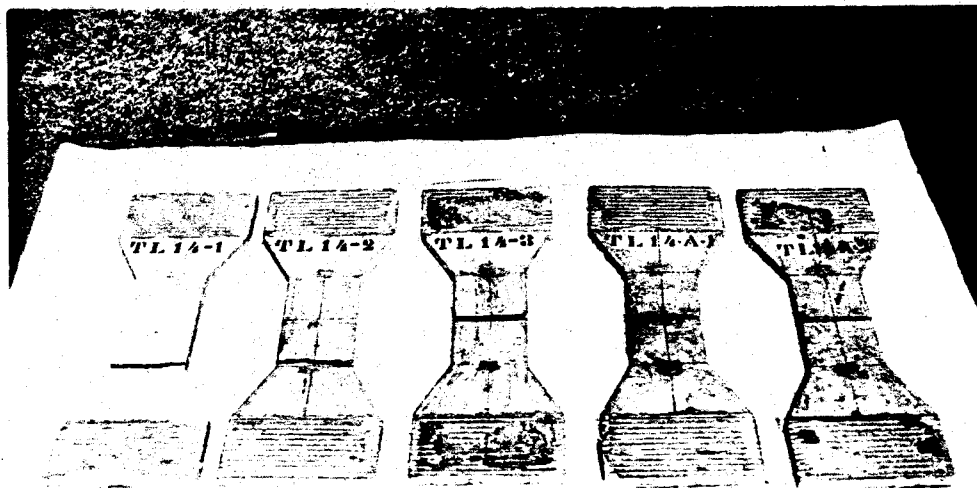


Foto 4.4 - Série TL14 (face AB)

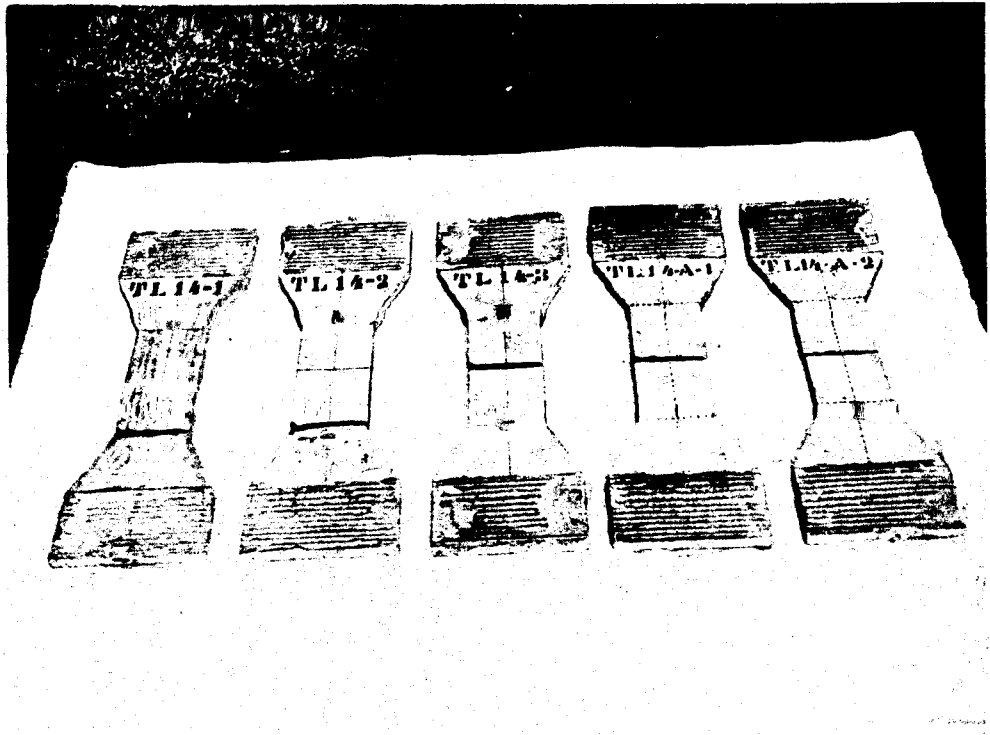


Foto 4.5 - Série TL14 (face CD)

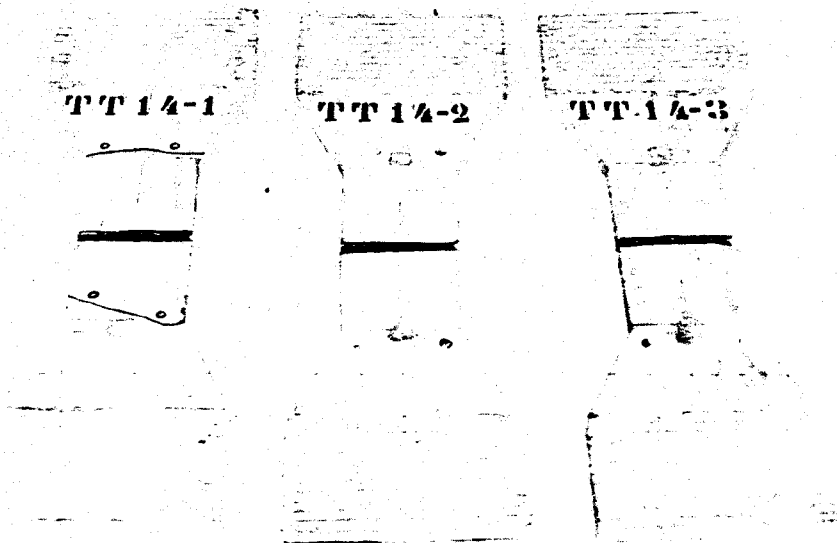


Foto 4.6 - Série TT14 (face AB)

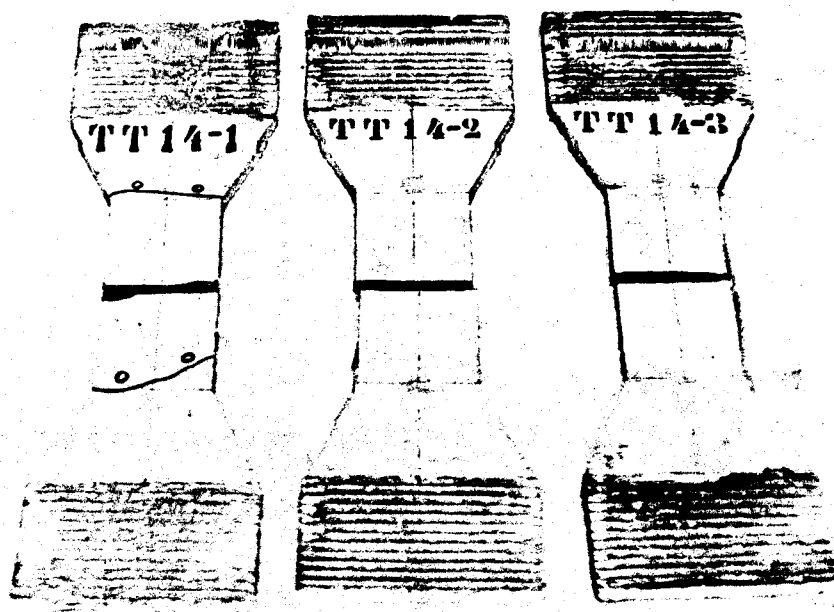


Foto 4.7 - Série TT14 (face CD)

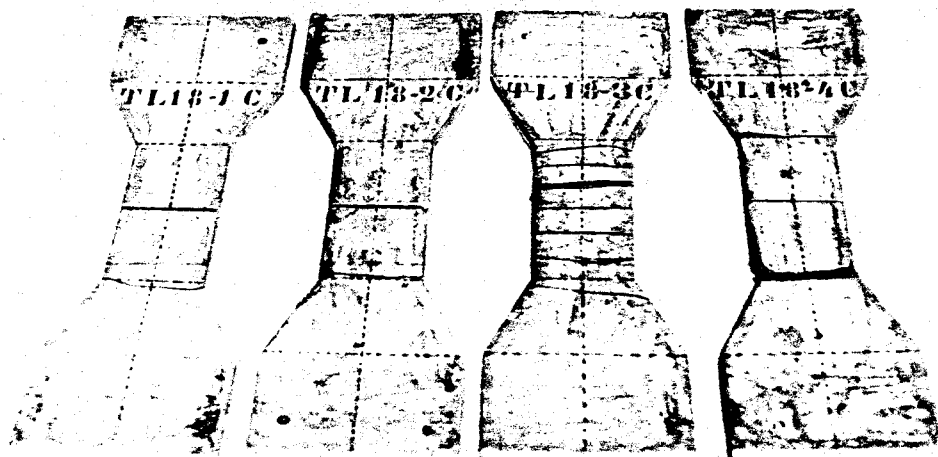


Foto 4.8 - Série TL18 (face AB)

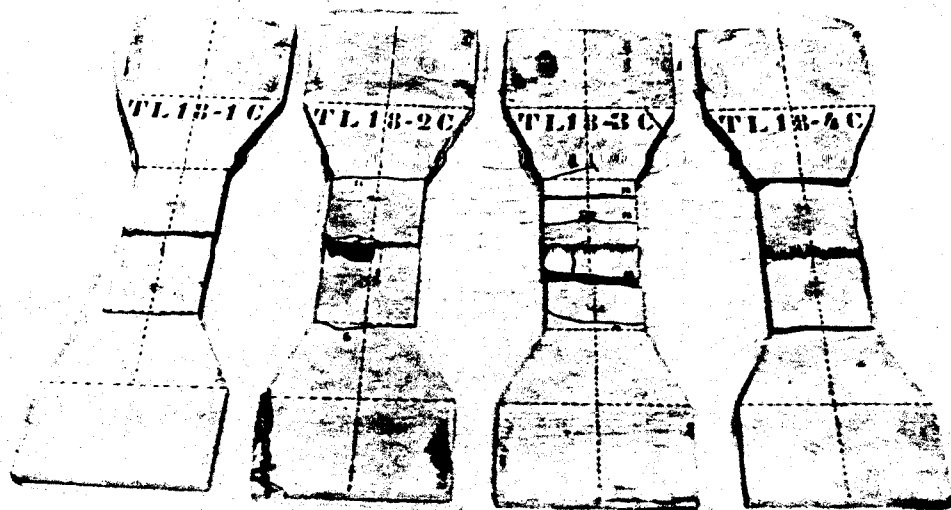


Foto 4.9 - Série TL18 (face CD)



Foto 4.10 - Série TT18 (face AB)

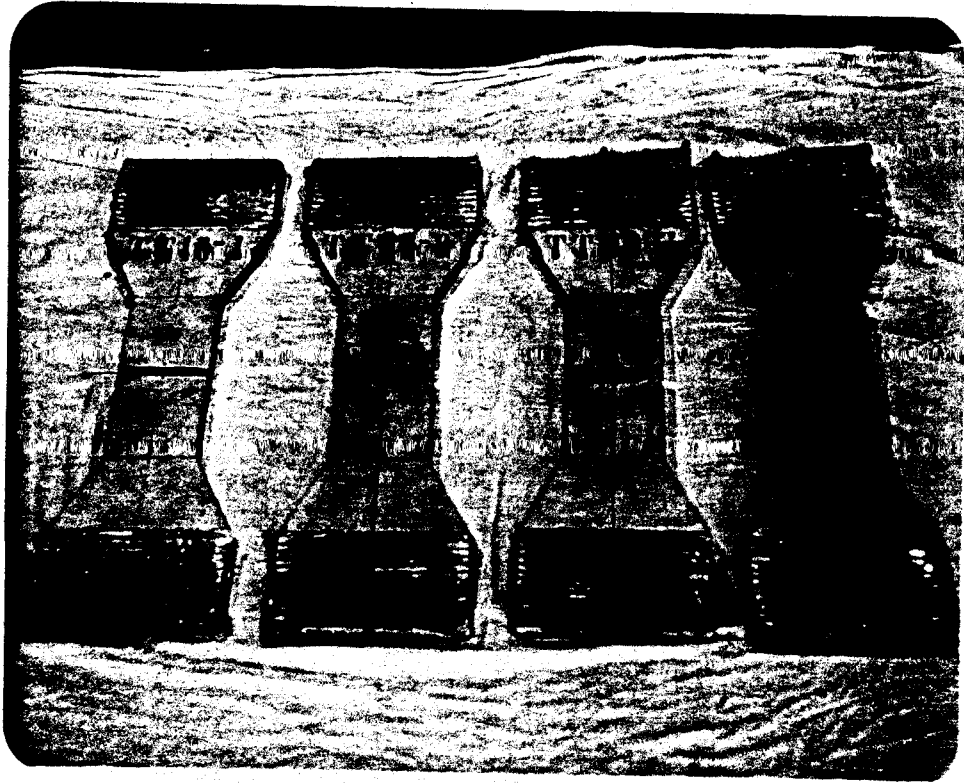


Foto 4.11 - Série TT18 (face CD)

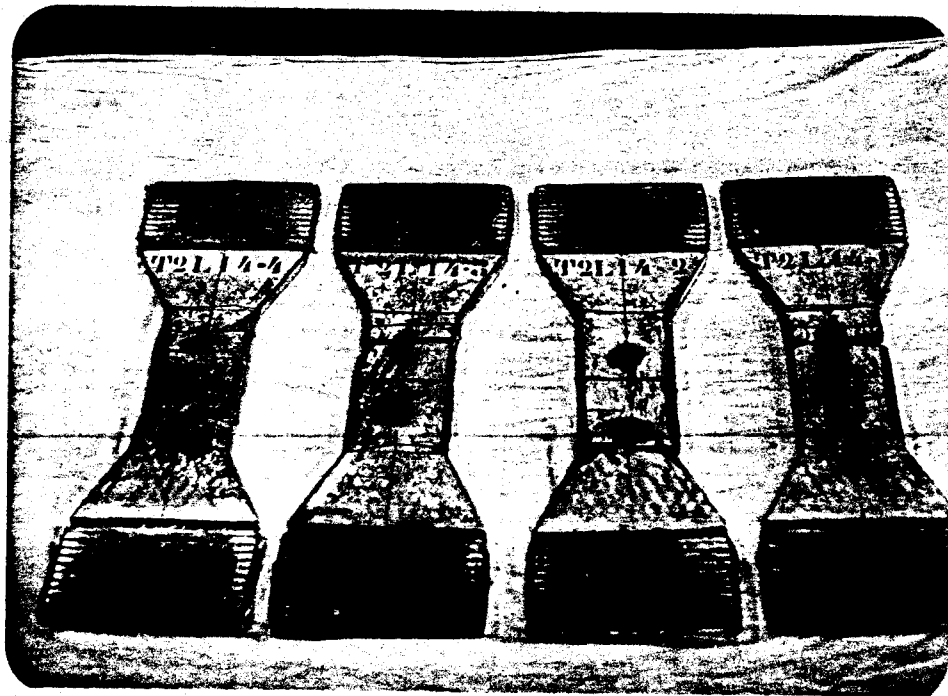


Foto 4.12 - Série T2L14 (face AB)

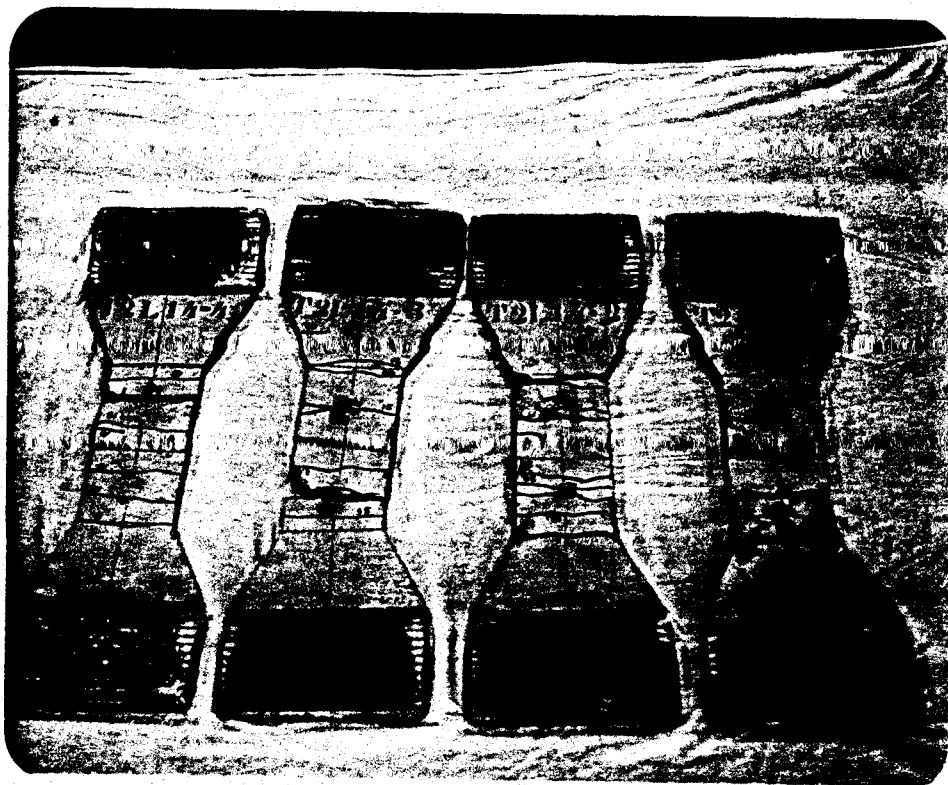


Foto 4.13 - Série T2L14 (face CD)



Foto 4.14 - Série T2L18 (face AB)

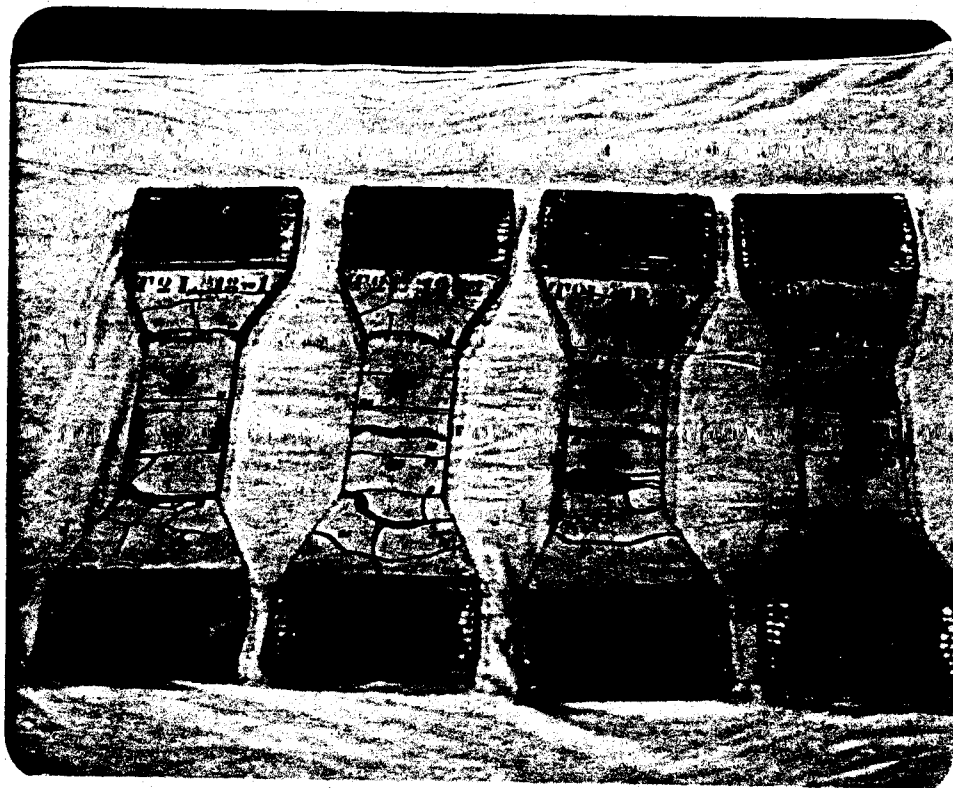


Foto 4.15 - Série T2L18 (face CD)



Foto 4.16 - Série T2T14/4,2 (face AB)



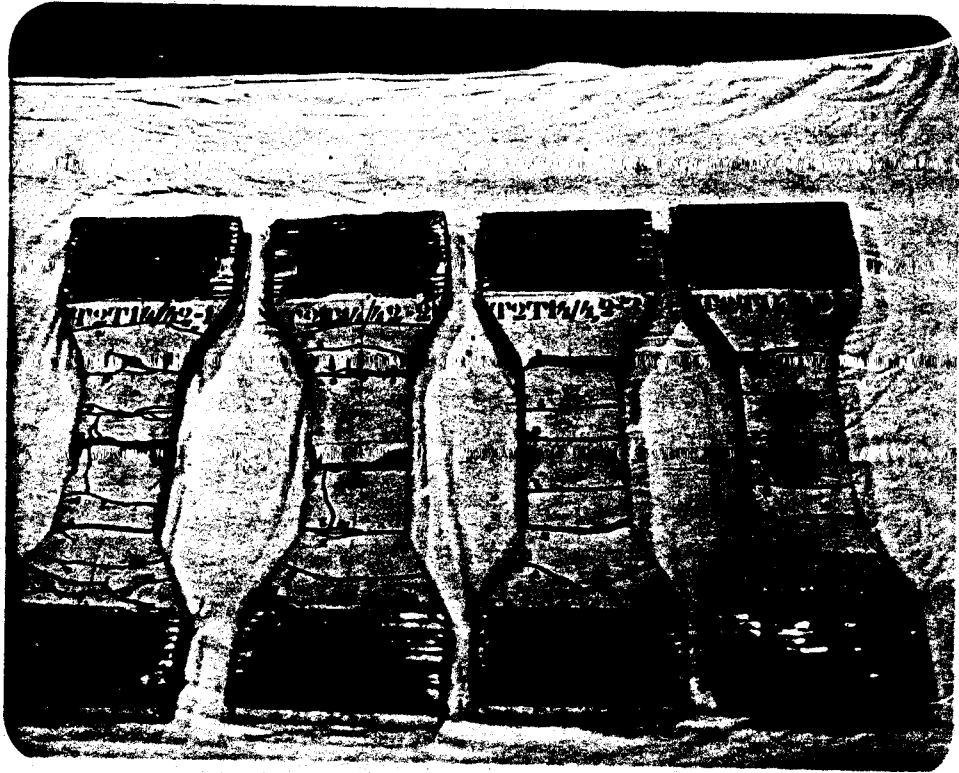


Foto 4.17 - Série T2T14/4,2 (face CD)

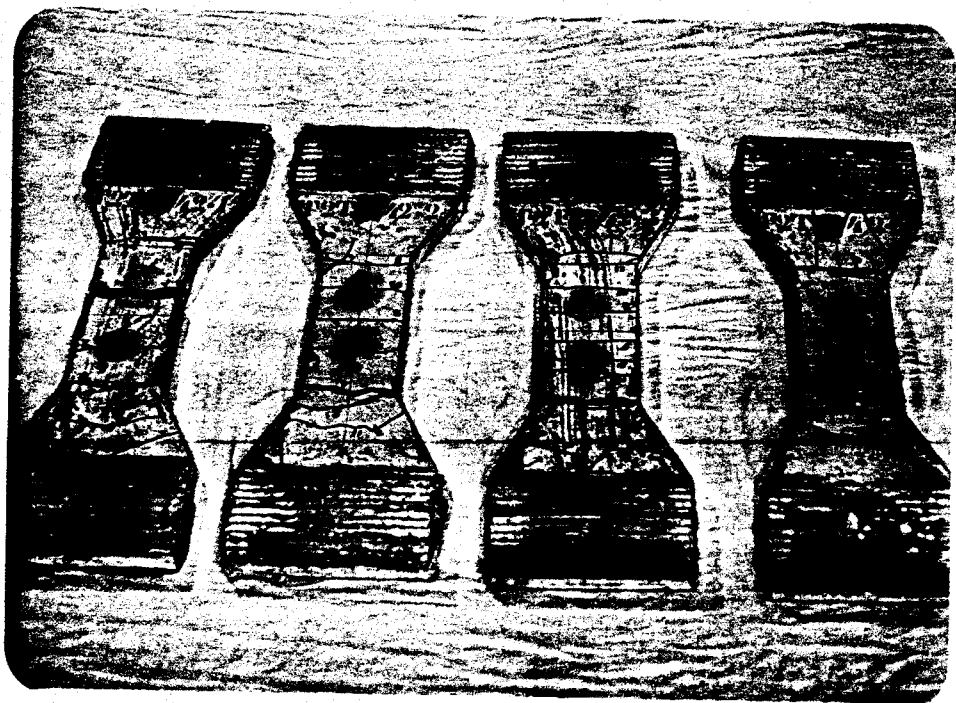


Foto 4.18 - Série T2T18/4,2 (face AB)

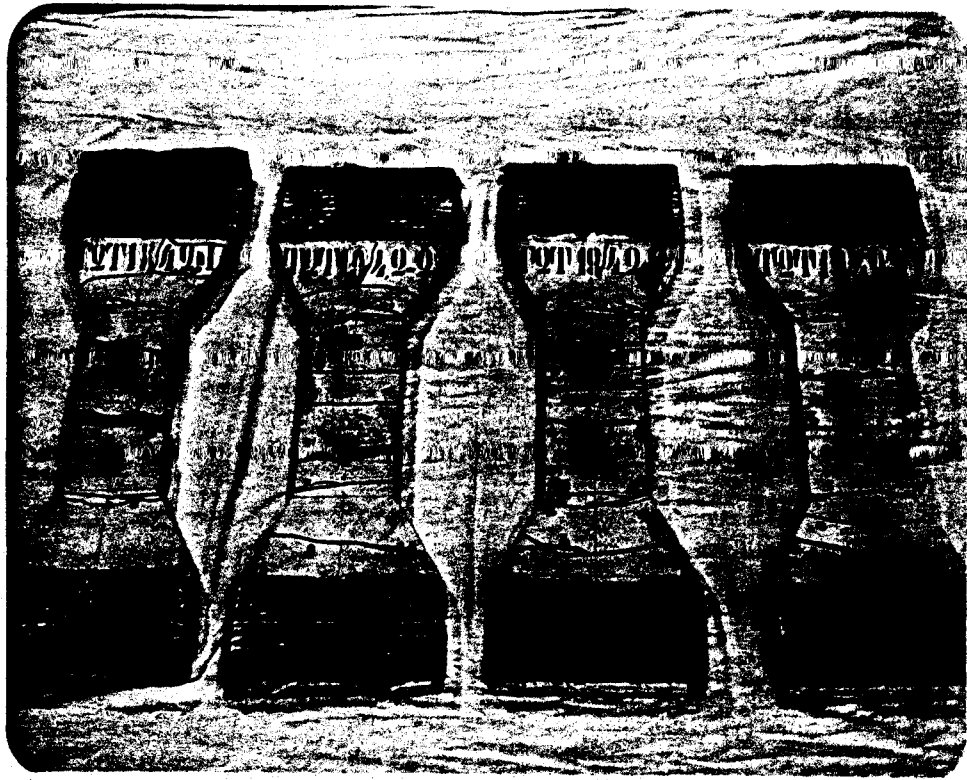


Foto 4.19 - Série T2T18/4,2 (face CD)

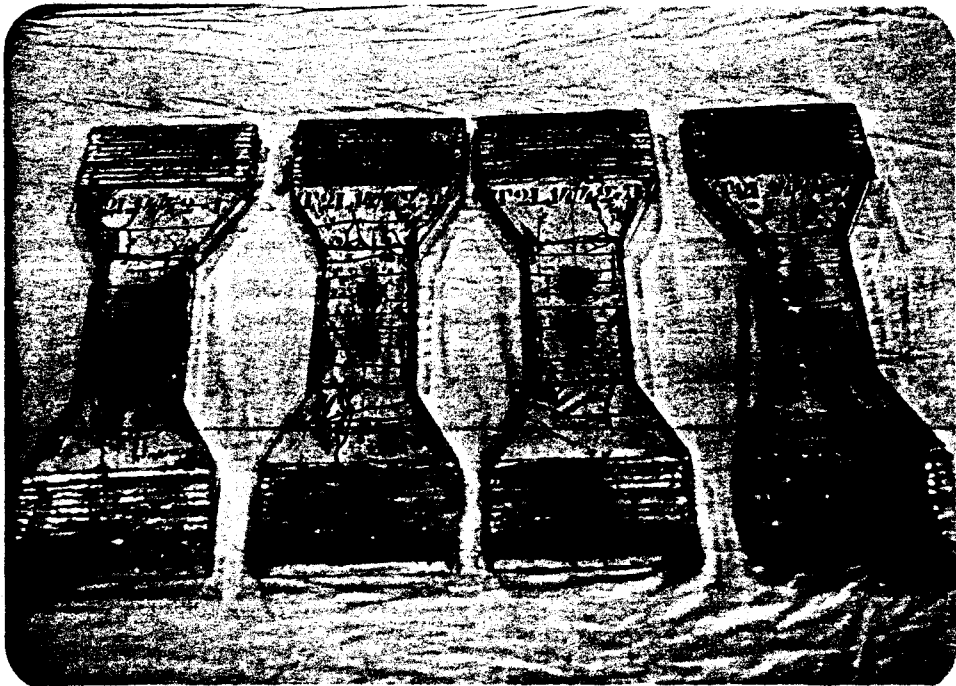


Foto 4.20 - Série T2L14/4,2 (face AB)

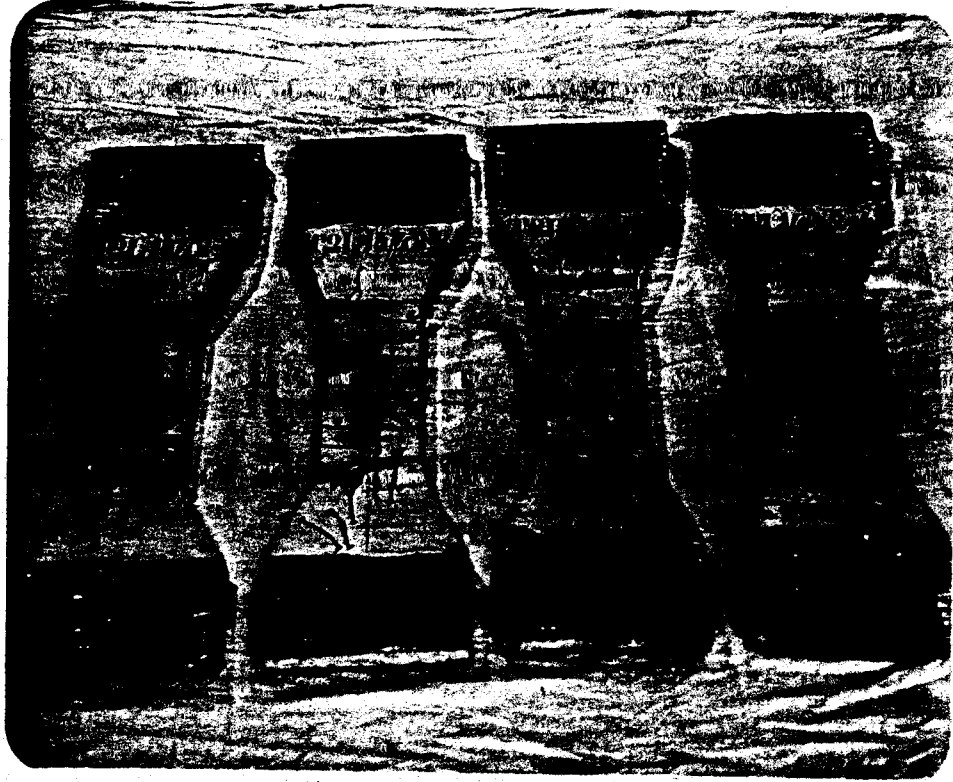


Foto 4.21 - Série T2L14/4,2 (face CD)

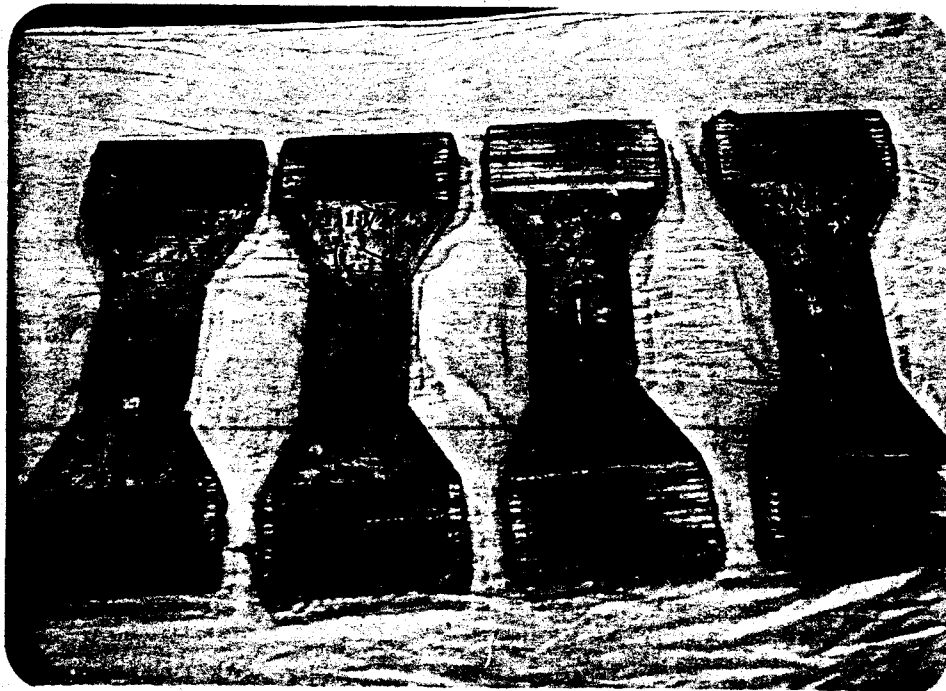


Foto 4.22 - Série T2L18/4,2 (face AB)

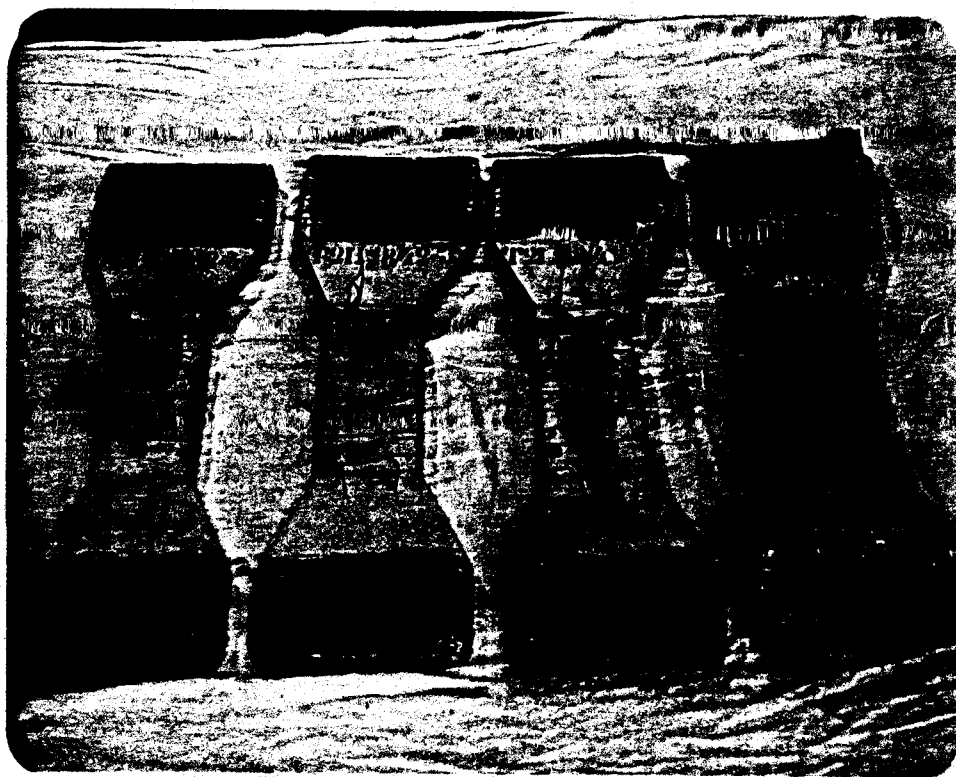


Foto 4.23 - Série T2L18/4,2 (face CD)

#### 4.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

##### 4.3.1 - AVALIAÇÃO GERAL DOS ENSAIOS

Durante a execução dos ensaios de tração, apesar de todo o cuidado com os dispositivos de aplicação de forças, procurando sempre obter um alinhamento perfeito, além da utilização de arranjos simétricos de armadura em todas as séries, o fenômeno do empenamento, já comentado no item 4.1.2, foi observado da mesma forma como nos ensaios realizados por Ballarin<sup>(5)</sup> quando do estudo de tração em peças de argamassa armada com tela soldada.

Deformações de encurtamento em uma das faces da peça ensaiada foram observadas em todas as séries, sendo uma ocorrência quase normal em função das limitações práticas e de precisão dos equipamentos utilizados no

ensaio. Este fenômeno acaba por comprometer parte dos resultados, tornado-os bastante dispersos e inviabilizando um estudo mais refinado no que diz respeito à força de fissuração, abertura de fissuras, e impossibilita a obtenção do diagrama tensão-deformação do conjunto tela/argamassa.

Uma outra preocupação quando da execução dos ensaios, foi o possível escorregamento das garras que transmitiam as forças aplicadas pelo cilindro de carga e pórtico de reação, porém isto não foi observado, mesmo nos modelos mais fortemente armados. O sistema usado para posicionamento e fixação das garras nas extremidades das peças funcionou a contento.

#### 4.3.2 - FORÇA DE RUPTURA

Os valores experimentais das forças responsáveis pela ruptura dos exemplares estão apresentados na Tabela 4.1, adotando-se a distribuição t de student, para o cálculo do intervalo de confiança.

Tabela 4.1 - Valores experimentais da força de ruptura

FORÇA DE RUPTURA (kN)				
SÉRIE	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEF. VAR.	INTERVALO DE CONFIANÇA MÉDIA (95%)
TL14	5,088	0,377	0,074	4,395 - 5,781
TT14	0,807	0,060	0,074	0,624 - 0,990
TL18	6,731	0,361	0,054	6,068 - 7,394
TL18C	6,345	0,384	0,061	5,640 - 7,050
TT18	0,633	0,126	0,199	0,402 - 0,864
T2L14	10,083	0,205	0,020	9,706 - 10,460
T2L18	13,823	0,218	0,016	13,423 - 14,223
T2T14/4,2	27,050	0,933	0,034	25,336 - 28,764
T2T18/4,2	26,250	0,569	0,022	25,205 - 27,295
T2L14/4,2	32,686	1,382	0,061	30,148 - 35,225
T2L18/4,2	36,200	2,612	0,072	31,402 - 40,998

- Estimativa teórica da força de ruptura:

O cálculo teórico foi efetuado considerando-se a armadura como único elemento resistente. O empenamento observado nos ensaios foi desprezado embora ele se manifestasse até o final do ensaio.

$$F_{u,teo.} = A_{s,fio} \times f_{st,fio} + A_{s,tela} \times f_{st,tela} \dots\dots 4.2$$

onde:

$A_{s,fio}$  = área da seção transversal da armadura discreta;

$A_{s,tela}$  = área da seção transversal convencional de tela, calculada de acordo com o item 2.3, página 20;

$f_{st,fio}$  = resistência de ruptura da armadura complementar, obtida em ensaios de tração;

$f_{st,tela}$  = resistência de ruptura das telas, obtida a partir dos ensaios das 4 primeiras séries (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Resistência última da tela

SÉRIE	ÁREA CONVENCIONAL (cm <sup>2</sup> )	FORÇA DE RUPTURA MÉDIA (kN)	RESISTÊNCIA ÚLTIMA (kN/cm <sup>2</sup> )
TL14	0,116	5,088	43,750
TT14	0,024	0,807	33,303
TL18	0,144	6,345	43,964
TT18	0,021	0,633	29,776

Com base nos dados apresentados na tabela 4.2, pode-se estabelecer, que para a disposição longitudinal as telas apresentam uma resistência última de 438MPa.

Para a disposição transversal, foi observado que a tela tipo 01, alcançou uma resistência última 11% maior que a ruptura da tela tipo 02 na respectiva disposição, sendo adotado portanto o menor valor, ou seja 298MPa como resistência de ruptura da tela para a disposição transversal.

Observa-se, que a resistência da tela na disposição transversal foi cerca de 65% da resistência na disposição longitudinal. Portanto, os valores contrariam aqueles encontrados nas referências bibliográficas, que indicam valores da ordem de 10% a 20% para esta relação.

Na Tabela 4.3 são mostrados os valores comparativos entre os dados experimentais obtidos e os teóricos, calculados pela equação 4.2.

Tabela 4.3 - Comparação de valores experimentais e teóricos

FORÇA DE RUPTURA (kN)			
SÉRIE	$F_{u,exp.}$	$F_{u,teo.}$	Exp./Teo.
T2L14	10,083	10,162	0,992
T2L18	13,823	12,658	1,092
T2T14/4,2	27,050	27,643	0,985
T2T18/4,2	26,250	27,314	0,961
T2L14/4,2	32,025	36,194	0,903
T2L18/4,2	36,200	38,691	0,936

Uma primeira análise dos resultados da Tabela 4.3 já permite concluir que os valores obtidos, tanto experimentalmente como teoricamente, são consistentes, podendo ser tomados como um indicativo para cálculo, em projeto, da resistência no estado limite último.

A resistência no estado limite último nos elementos de argamassa armada submetidos à tração simples (como também já se constatou na literatura internacional), corresponde ao valor da resistência última da armadura empregada.

Assim, pode-se admitir como critério provisório, enquanto não são disponíveis dados em maior quantidade sobre a resistência das telas de chapa de aço expandidas, a adoção de resistência característica de escoamento das telas, na direção longitudinal, com valores entre 250MPa e 350MPa. Para a armadura complementar, adotam-se os valores

nominais de resistência do aço empregado, do mesmo modo que no dimensionamento de concreto armado.

Para resistência das telas na direção transversal, pode-se adotar valores correspondentes a 50-60% daquela na direção longitudinal.

Com a introdução dos respectivos coeficientes de minoração da resistência dos materiais e de ponderação das ações, deverá resultar uma margem de segurança satisfatória.

#### 4.3.3 - DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO

Para a tela de chapa de aço expandida, em função de conformações, provocadas na sua fabricação e da tendência de fechamento das malhas, não é possível, obter um diagrama tensão-deformação da tela, sendo possível apenas, com base nos dados experimentais obtidos, apresentados no apêndice 1, se obter diagramas tensão-deformação da associação tela + argamassa, ou tela + argamassa + armadura complementar, sendo que a variação de qualquer um dos parâmetros implica em alteração do diagrama tensão-deformação resultante. Deve ser ressaltado que os problemas de empenamento observados também influenciaram diretamente nos deslocamentos médios, comprometendo, de certa forma, a apresentação e análise mais detalhada da relação  $\sigma \times \epsilon$ , para o composto nos ensaios de tração simples.

Uma observação dos diagramas força-deslocamento médio das peças, para as diversas séries, permite visualizar um comportamento geral dos ensaios semelhante ao diagrama tensão-deformação típico para as peças de argamassa armada indicado pelo ACI<sup>(16)</sup>, mostrado na Figura 4.11.



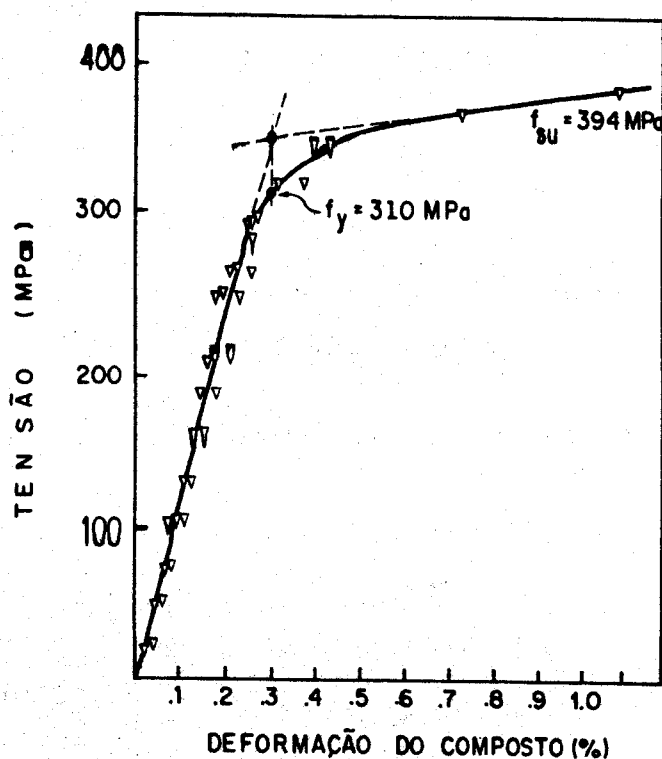


Fig. 4.11 - DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO TÍPICO PARA PEÇAS DE ARGAMASSA ARMADA INDICADO PELO ACI<sup>(16)</sup>.

Deve ser ressaltado ainda que nos ensaios de tração simples de peças de argamassa armada com telas de chapa de aço expandida, a deformabilidade da argamassa não mais corresponde àquela obtida para tração simples pois, configura-se neste caso, uma sollicitação da argamassa contida nas aberturas da tela, por um estado duplo de tensão.

Observa-se também que, pelo equilíbrio dos cordões da tela submersos na argamassa, analisados como cabos flexíveis, a tensão seria maior nas partes inclinadas com relação à direção de aplicação do carregamento. Entretanto, existe a influência da argamassa confinada e aderida, que provocou ruptura sempre nas regiões de cruzetas da tela.

As pequenas deformações na ruptura, nos modelos iniciais, deve-se à baixa ductilidade dos corpos-de-prova, provocada por pouca armadura. Nos últimos modelos, que apresentaram arranjos com maior taxa de armadura, observam-se maiores deformações na ruptura.

## CAPÍTULO 05 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PLACAS

### 5.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

#### 5.1.1 - ARRANJOS DE ARMADURA

Para os ensaios de flexão foram escolhidos dois arranjos de armadura. O tipo I (Fig. 5.1), compreende peças armadas apenas com tela, sem armadura complementar, supondo-se possíveis aplicações em casos de baixas solicitações como por exemplo em estruturas de fechamento de edificações. As peças tinham 15mm de espessura, com uma camada de tela.

Na Figura 5.2, observa-se o arranjo tipo II, que compreende peças de 25mm de espessura, armadas com duas camadas de tela em planos paralelos e uma armadura discreta formada por duas barras de 4,2mm, de aço CA-60, o mesmo utilizado nos ensaios de tração, representando assim situações mais armadas.

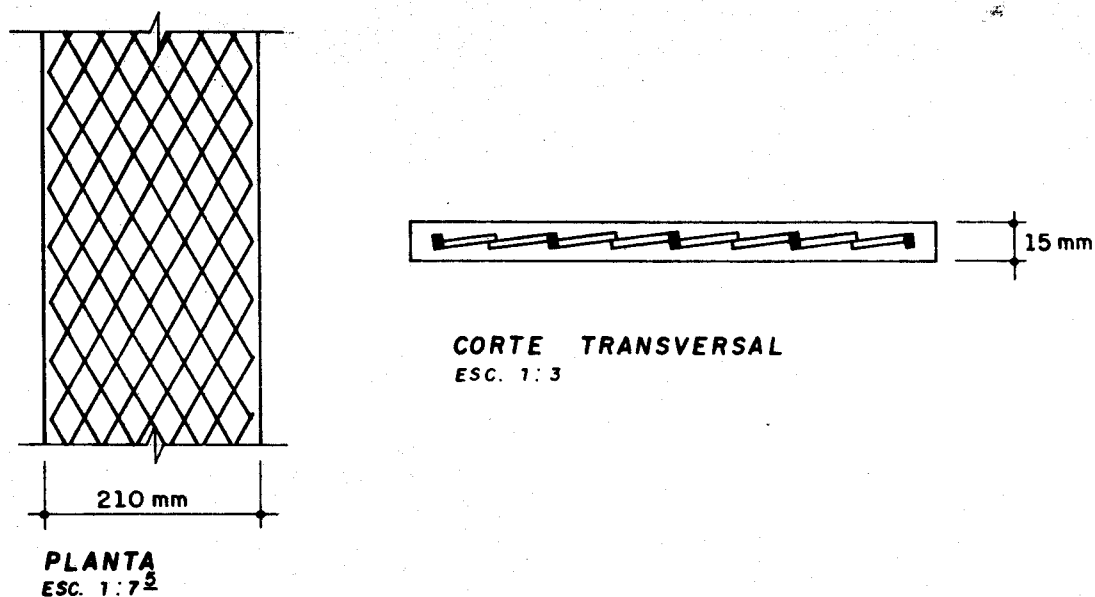


Fig. 5.1 - Arranjo tipo I

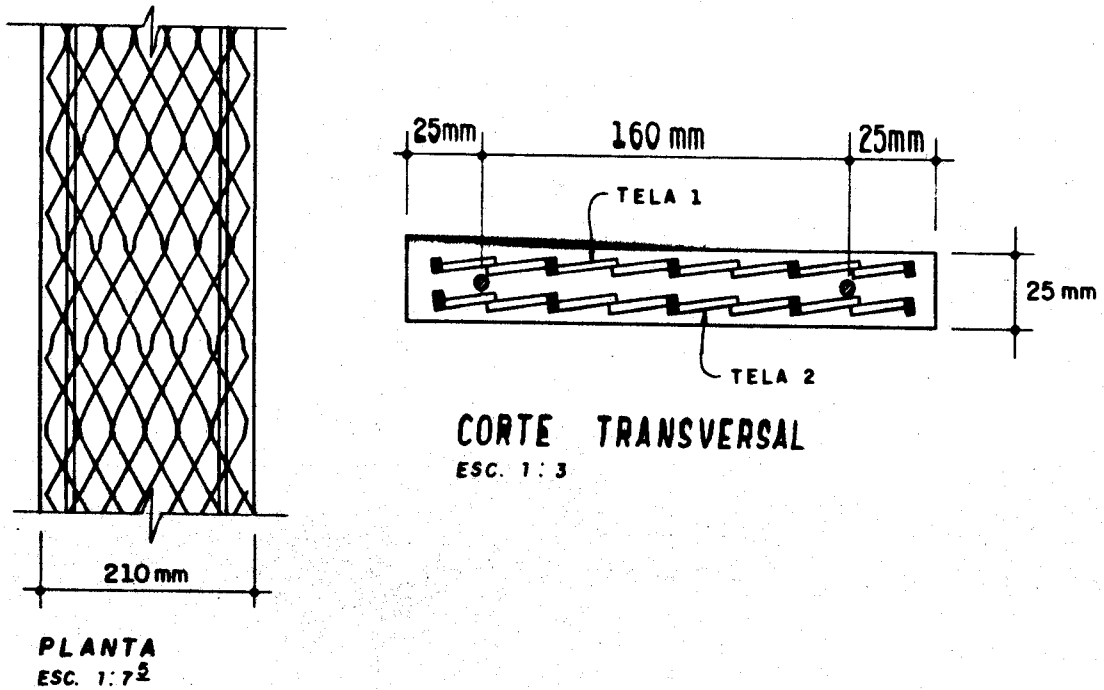


Fig. 5.2 - Arranjo tipo II

Da mesma forma que para os ensaios de tração, foi estabelecida uma nomenclatura para identificação dos diversos exemplares:

ABCD - I

Onde:

- A - tipo de ensaio: F = flexão;
- B - arranjo utilizado: I, II ou III(perfis - cap. 6);
- C - tipo de tela: 14 ou 18, conforme o valor de A;
- D - disposição da tela: L = longitudinal;  
T = transversal;
- I - número que indica o exemplar dentro da série.

### 5.1.2 - DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios de flexão consistiram da aplicação de forças em vigas simplesmente apoiadas, aqui denominadas

placas, armadas com tela de chapa de aço expandida nos arranjos já apresentados. Mediram-se deslocamentos transversais, efetuaram-se acompanhamentos do processo de fissuração, e mediram-se as aberturas de fissuras nas diversas etapas de carregamento.

Foram ensaiadas 6 séries com 4 exemplares cada, totalizando 24 ensaios, nos quais todos os exemplares de uma mesma série foram executados nas mesmas condições de moldagem, adensamento, cura e desmoldagem.

### 5.1.3 - DIMENSÕES DAS PEÇAS

As placas tinham 21cm de largura e 100cm de comprimento, sendo que para o ensaio foi adotado um vão teórico de 80cm. Estas dimensões foram as mesmas usadas nos ensaios de Balarin<sup>(6)</sup> (Fig. 5.3). As espessuras dependiam do arranjo adotado e uma folga de 1cm na largura das telas foi estabelecida, para evitar que estas facessem as laterais das peças.

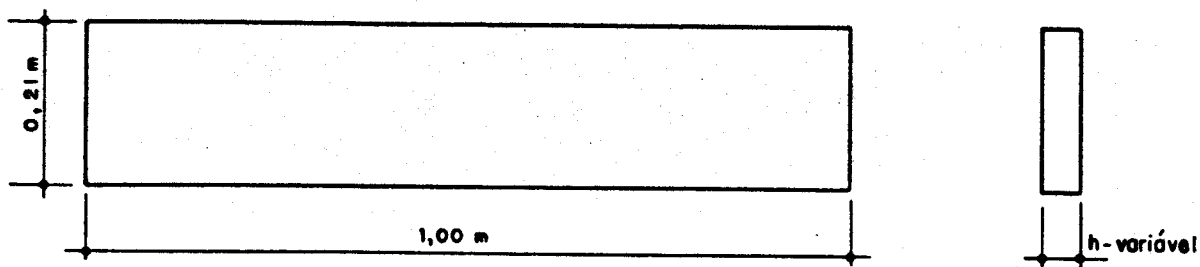


Fig. 5.3 - Dimensões das placas

### 5.1.4 - FÔRMAS

Os quatro exemplares de cada série foram executados em dois conjuntos de fôrmas metálicas (Fig. 5.4), onde as laterais eram constituídas por cantoneiras de 1/8", fixadas por meio de parafusos.

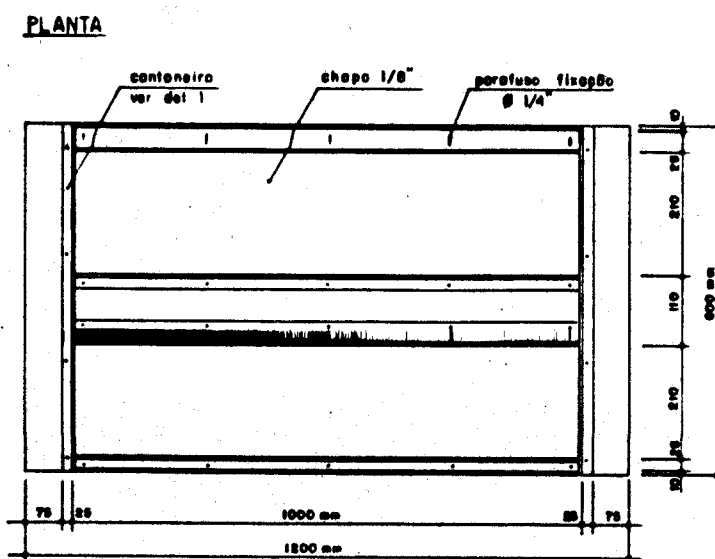


Fig. 5.4 - Fôrmas

#### 5.1.5 - MOLDAGEM, ADENSAMENTO E CURA

Na moldagem, foram utilizados espaçadores de plástico, que garantiam o cobrimento, como nos ensaios de tração.

No adensamento da argamassa, foi utilizada uma mesa vibratória, onde cada conjunto de duas peças permanecia por 1min30seg, aproximadamente.

A cura nas primeiras 24 horas foi feita com a colocação de uma manta de espuma de borracha úmida sobre os modelos, logo após sua argamassagem; depois foram desmoldados e colocados num tanque, onde permaneceram até os 6 dias de idade, quando foram retirados para instrumentação e ensaio. Como nos ensaios de tração (ver capítulo 4), foi utilizado cimento de alta resistência inicial, possibilitando a execução dos ensaios aos 7 dias de idade.

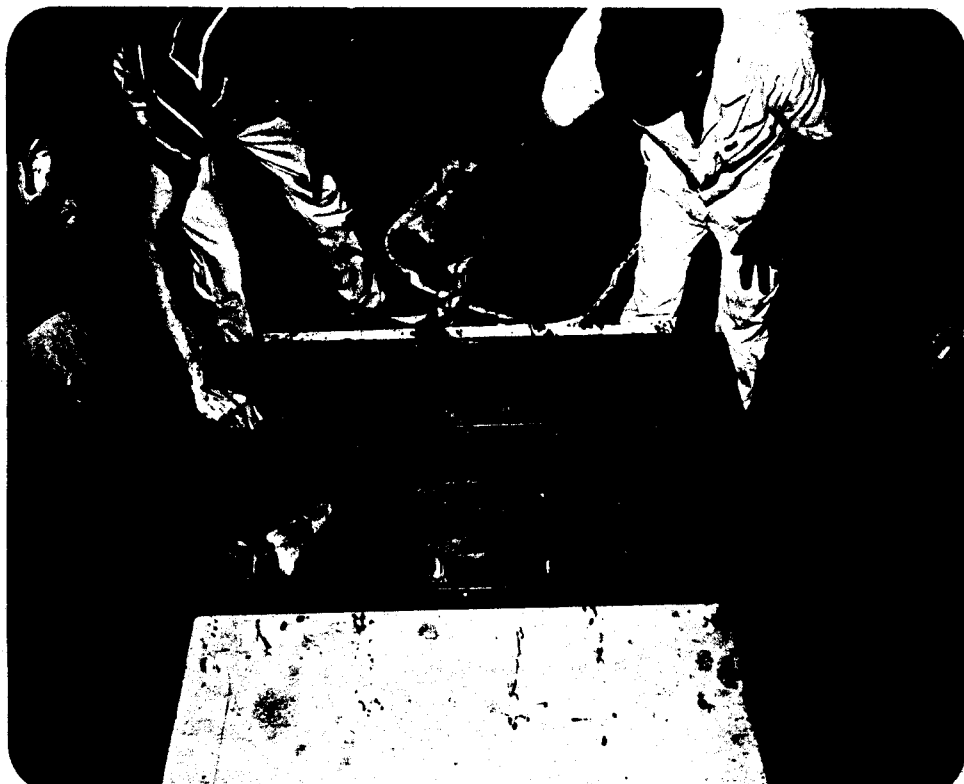


Foto 5.1 - Argamassagem de um conjunto de duas placas; a fôrma metálica é colocada sobre a mesa vibratória, para posterior adensamento.



Foto 5.2 - Cura do conjunto, nas primeiras 24 horas.

### 5.1.6 - ESQUEMA ESTÁTICO E DE CARREGAMENTO

O esquema estático adotado para os ensaios de flexão, conforme mostra Fig. 5.5, foi o de uma viga simplesmente apoiada. Foi utilizado um pórtico "pendular", que permite deslocamentos horizontais, idealizado no Laboratório de Estruturas da EESC-USP, formado por varões de aço flexíveis, engastados em suas bases, como mostra Fig. 5.6, permitindo a realização ininterrupta dos ensaios de flexão até se atingir a carga de ruptura das placas, sem que se manifestasse qualquer perda de estabilidade dos aparelhos de apoio.

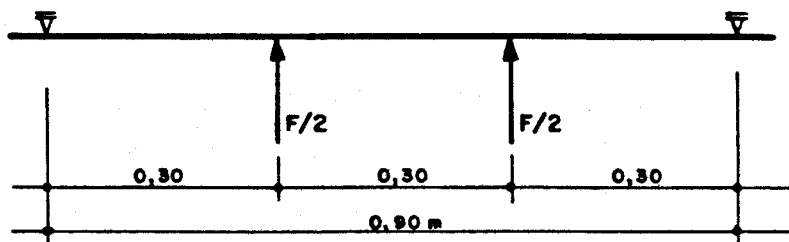


Fig. 5.5 - Esquema estático e de carregamento dos ensaios de flexão

O carregamento foi introduzido de baixo para cima, concentrando-se cargas nos terços do vão teórico. Esta inversão no sentido do carregamento foi feita para facilitar a observação e o acompanhamento das fissuras.

Inicialmente, efetuou-se um cálculo teórico da força de ruptura, segundo hipóteses da NBR 6118/80 - "Projeto e execução de obras de concreto armado"<sup>(22)</sup>. A carga máxima do ensaio foi adotada como sendo 1,5 vez a carga teórica de ruptura, a ser atingida em 15 etapas de carregamento.

Para acomodação (escorvamento) das vigas e do pórtico de reação, foi inicialmente aplicada uma força, equivalente a aproximadamente 15% da força máxima prevista,

segundo-se posterior descarga. Então, o ensaio era reiniciado em etapas crescentes de carregamento.

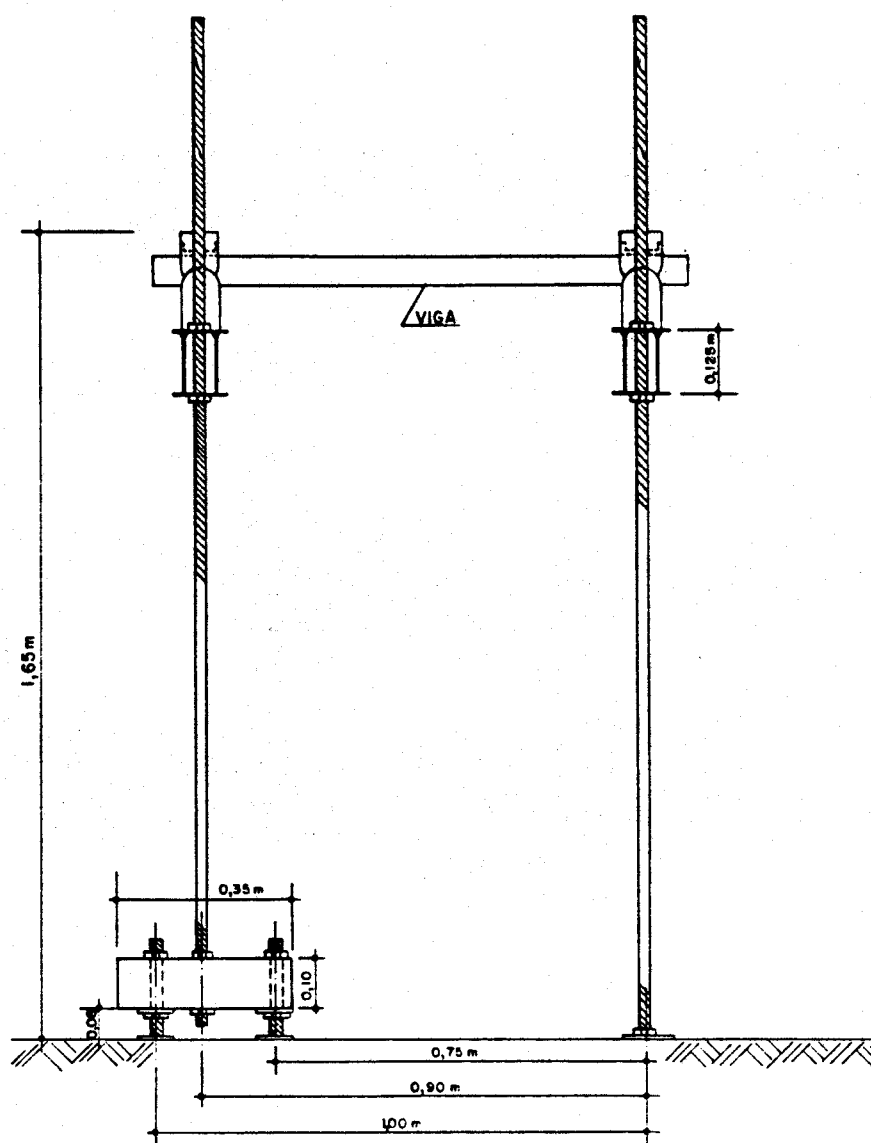


Fig. 5.6 - Pórtico "pendular" de reação, idealizado no LE-EESC/USP, para realização dos ensaios de flexão



### 5.1.7 - INSTRUMENTAÇÃO

Os deslocamentos transversais das vigas foram medidos com defletômetros mecânicos Mitutoyo, de sensibilidade 0,01mm e fundo de escala de 50mm, posicionados como mostra Figura 5.7. Quando os deslocamentos observados ultrapassavam o fundo de escala dos defletômetros, estes eram retirados, permanecendo apenas os dos apoios e a avaliação dos deslocamentos transversais passava a ser feita com o uso de uma escala graduada.

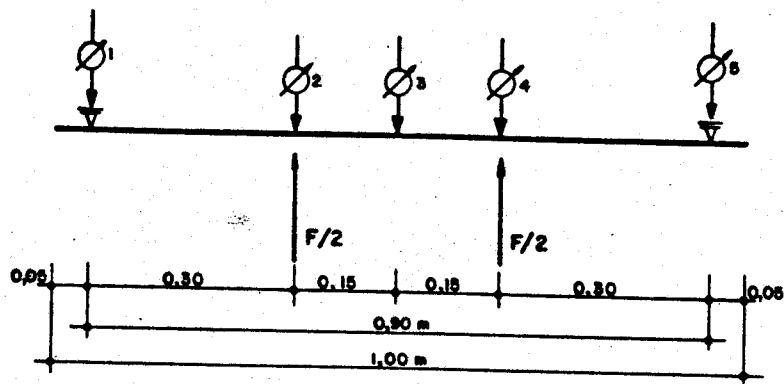


Fig. 5.7 - Posicionamento dos defletômetros para medição dos deslocamentos transversais.

Foi utilizado também um defletômetro elétrico indutivo no meio do vão, acoplado juntamente com a célula de carga elétrica, a um registrador X-Y para obtenção do diagrama carga-flecha. Este dispositivo permitiu determinar com exatidão a carga de fissuração das vigas.

Como equipamentos auxiliares e complementares dos ensaios foram utilizados: indicador digital para leitura da célula de carga, modelo TMDE da TRANSDUTEC; lupa com retículo graduado para avaliar abertura de fissuras, além dos demais equipamentos usados nos ensaios de tração.

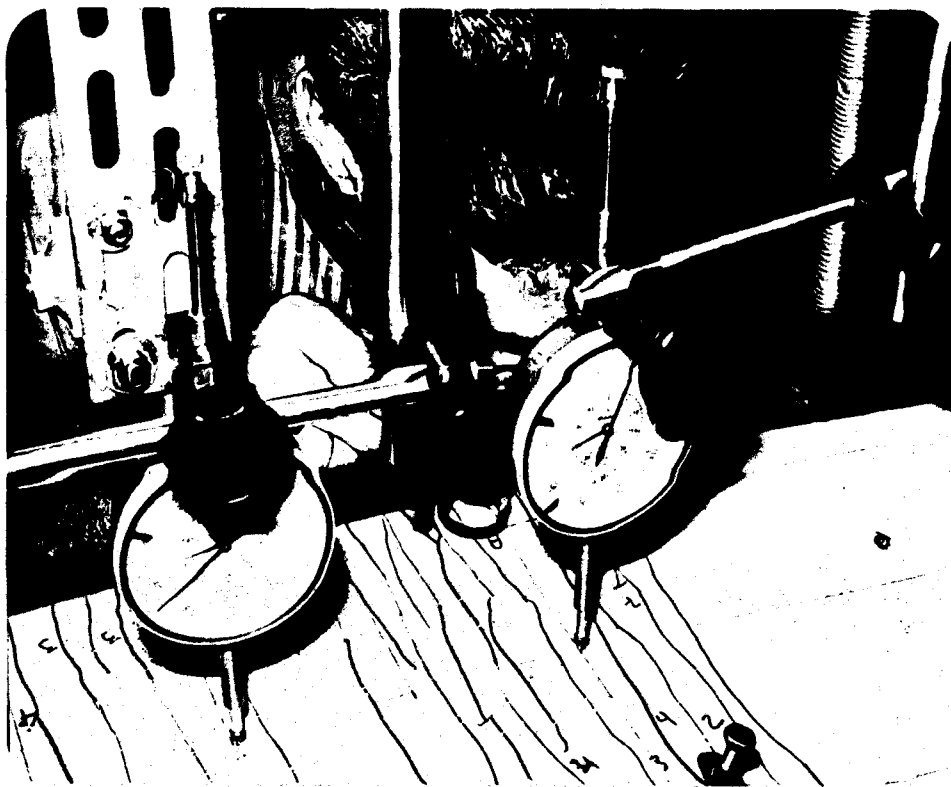


Foto 5.3 - Detalhe do acompanhamento da abertura de fissuras.

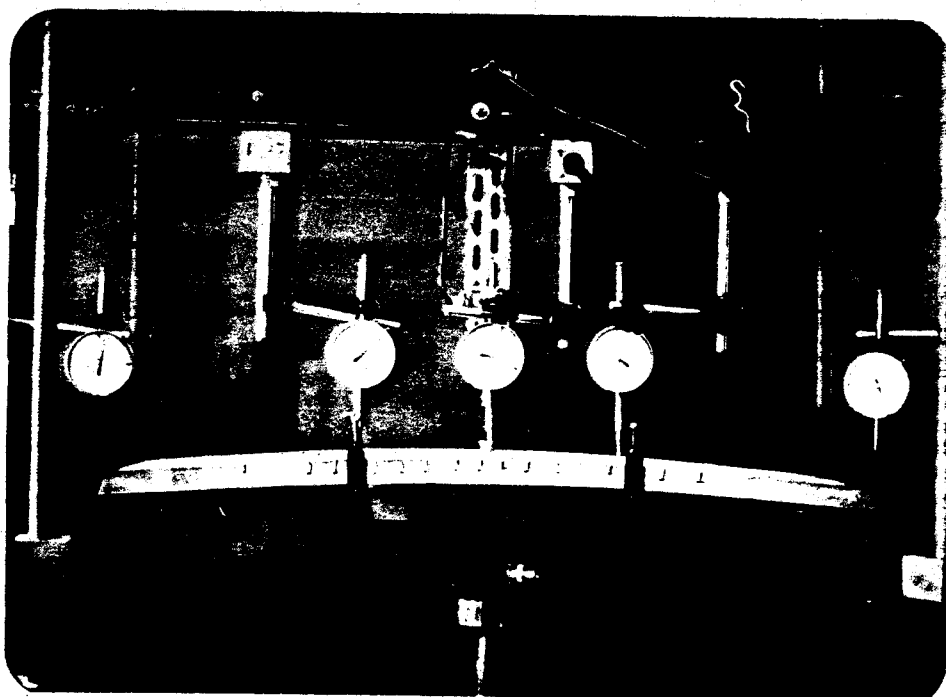


Foto 5.4 - Vista geral de uma viga, sendo ensaiada à flexão.

## 5.2 - RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram reunidos em planilhas minuciosas, da mesma forma que para os ensaios de tração, as quais são apresentadas no apêndice 2, seguindo a mesma ordem já apresentada no item 4.2.

Na 1ª página, apresenta-se a identificação da série o diagrama força-deslocamento central das peças e uma tabela onde, para cada exemplar, mostram-se o valor da força de fissuração e força de ruptura, fornecendo assim uma idéia geral da dispersão dos resultados obtidos.

Numa segunda página, além do controle da resistência da argamassa, já apresentado no item 4.2, apresenta-se o ensaio dos dois corpos-de-prova instrumentados para obtenção de diagramas tensão-deformação, através de interpolação linear dos 5 pontos iniciais. O módulo de deformação longitudinal de cada um dos corpos-de-prova foi obtido como tangente à respectiva curva, na origem (módulo de deformação longitudinal tangente na origem).

A partir da 3ª página, apresenta-se para cada exemplar ensaiado uma tabela com o desenvolvimento da fissuração observado durante o ensaio.

Para que se pudesse dar uma idéia mais clara sobre a fase de ensaio considerada, como no trabalho de Ballarin<sup>(5)</sup>, apresentaram-se as relações  $F/F_r$  e  $F/F_u$ , sendo  $F$  a força aplicada,  $F_r$  a força de fissuração observada no exemplar durante o ensaio e  $F_u$  a força última de ruptura.

A abertura de fissuras foi acompanhada através de seus valores máximos observados nas regiões A,B,C e D, (Fig. 5.8), seguidos da média aritmética desses máximos. O terço central da viga (30cm), foi dividido em 4 regiões de 7,5cm. O espaçamento entre fissuras foi acompanhado junto à linha média da largura da peça e calculado como a distância entre as duas fissuras mais afastadas, dividida pelo número total de fissuras menos um.

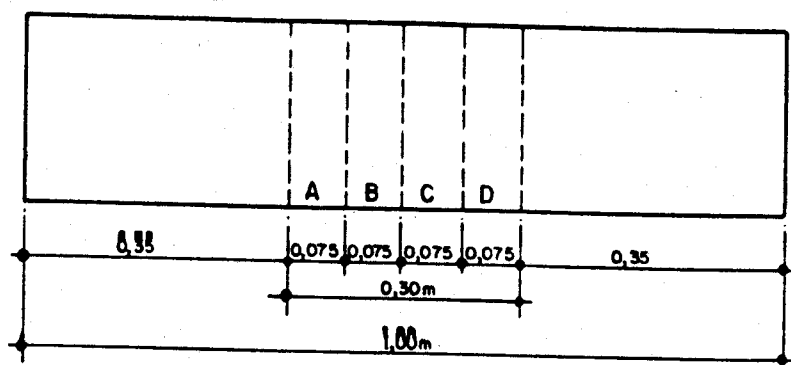


Fig. 5.8 - Regiões de observação da abertura de fissuras.

Por fim, apresentam os deslocamentos transversais dos terços e do meio do vão livre, bem como dos apoios que são utilizados para corrigir os deslocamentos anteriores, estes valores são apresentados em diagramas logo abaixo das planilhas.

Nas fotos 5.5 a 5.10 apresenta-se a configuração de fissuração final, para todas as séries ensaiadas à flexão.

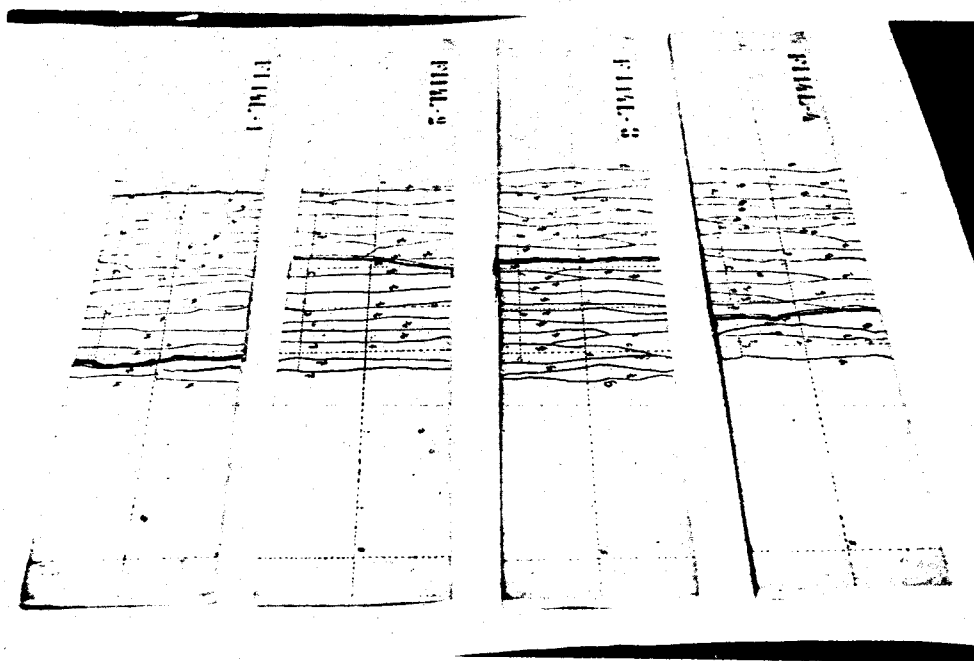


Foto 5.5 - Série FI14L

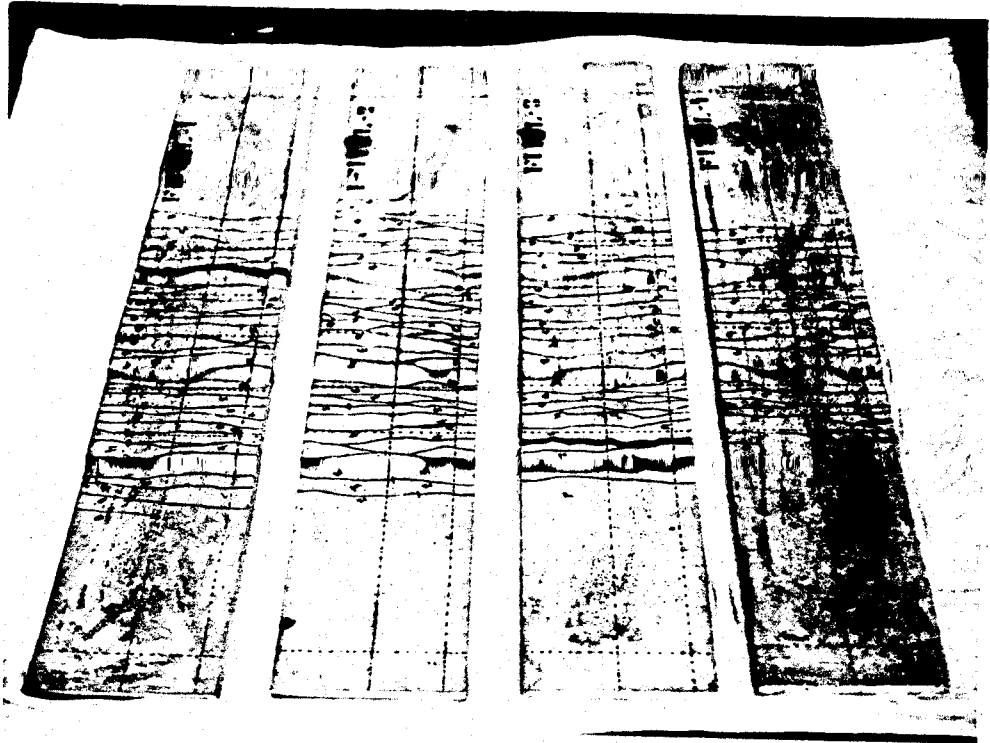


Foto 5.6 - Série FI18L

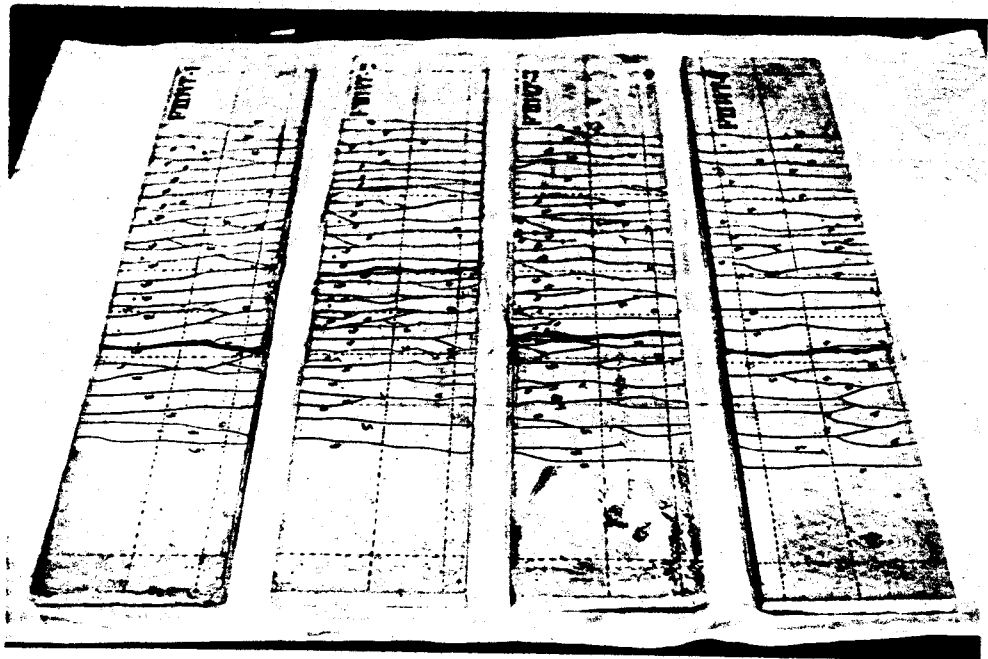


Foto 5.7 - Série FII14T

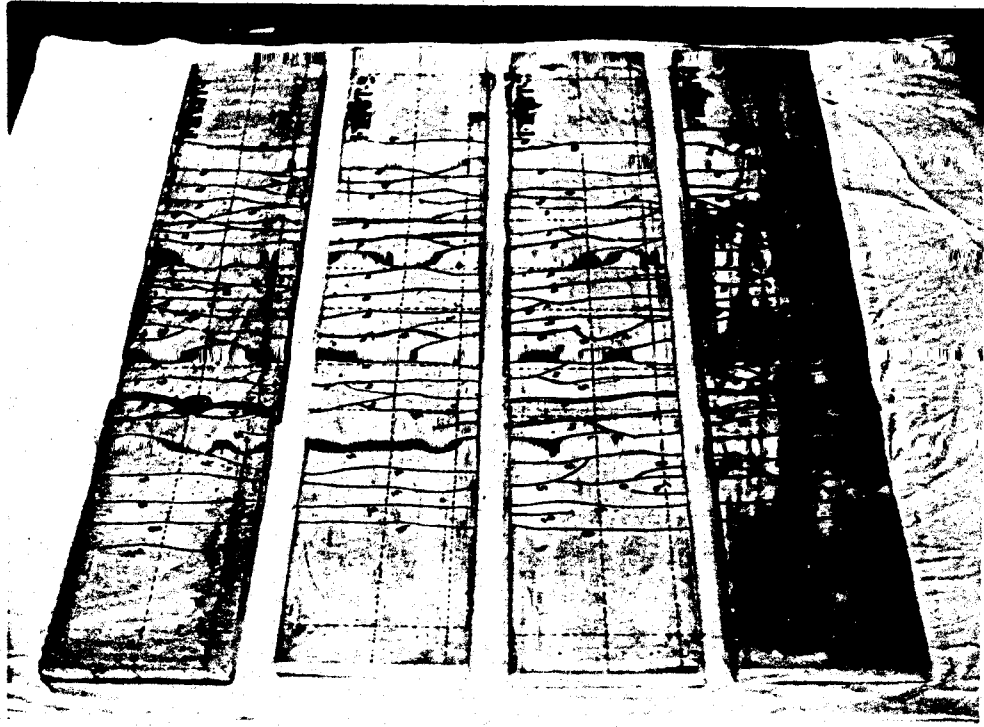


Foto 5.8 - Série FII18T

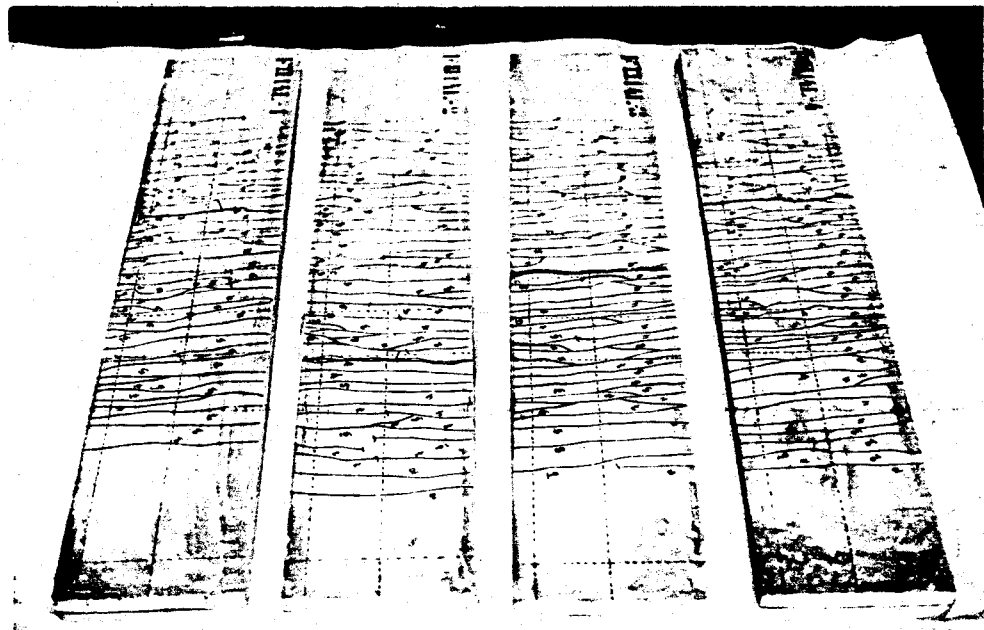


Foto 5.9 - Série FII14L



Foto 5.10 - Série FII18L

### 5.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 5.3.1 - COMPORTAMENTO GERAL DOS ENSAIOS

Os diagramas força-deslocamento central das peças, obtidos nos ensaios e apresentados no apêndice 2, mostraram um resultado equivalente ao visto na Figura 5.9, no qual se pode identificar os principais estágios de comportamento do material, quais sejam elástico, elastoplástico e plástico.

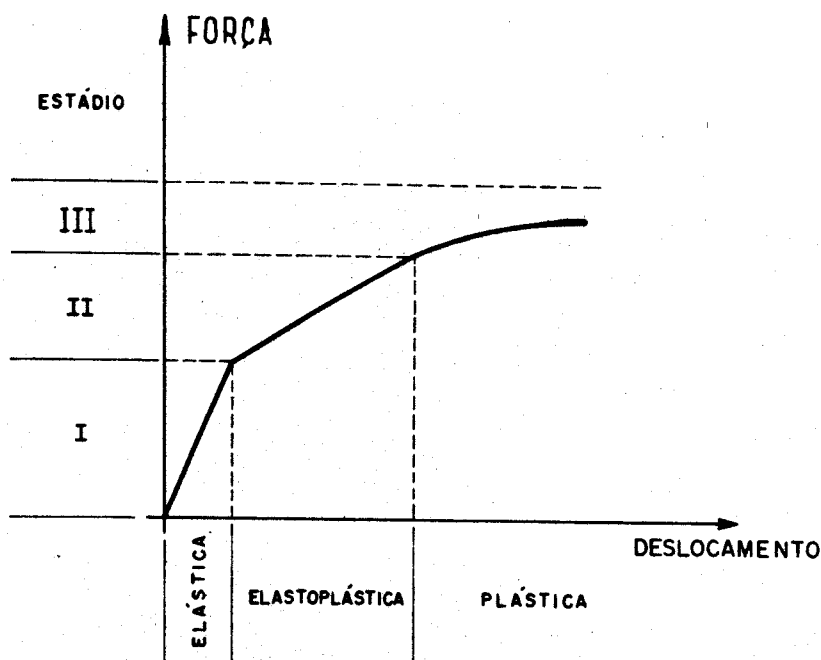


Fig. 5.8 - Diagrama força-deslocamento típico

Na primeira fase o material apresenta um comportamento elástico-linear e a argamassa não tem fissuras; isto é observado pela inclinação acentuada do diagrama. O final desta fase é marcado pela diminuição da rigidez da peça, que é detectada pela redução desta inclinação, dando início à segunda fase onde são observados o aparecimento das fissuras visíveis. Nesta fase foi efetuado o acompanhamento do processo de fissuração, sendo medidas as aberturas e os espaçamentos das fissuras nas diversas etapas de carregamento.

No desenvolvimento da fase elasto-plástica, observa-se um aumento acentuado no aparecimento de fissuras, até atingir uma configuração final, a partir da qual passa a haver acréscimos nas aberturas das fissuras já



formadas, caracterizando a passagem do material para a fase plástica de comportamento à flexão. Com o aumento do número e da abertura das fissuras, a peça perde rigidez, com um conseqüente aumento dos valores dos deslocamentos.

A identificação destes Estádios de comportamento, nas peças armadas apenas com tela (modelo FI14L e FI18L), não ficou bem evidenciada, uma vez que esse composto não apresentou um patamar de escoamento bem definido. Porém, nas peças mais fortemente armadas observa-se mais claramente o fenômeno.

### 5.3.2 - MOMENTO FLETOR DE FISSURAÇÃO

O momento fletor de fissuração é assumido como aquele que corresponde à força que provocou o aparecimento da 1ª fissura, detectada com precisão pelo uso de um defletômetro indutivo, que foi ligado junto com a célula de carga, num traçador gráfico para obter o diagrama força-flecha durante o ensaio. Os valores médios experimentais são apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Momento fletor de fissuração experimental

MOMENTO FLETOR DE FISSURAÇÃO (kN.cm)				
SÉRIE	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEF. VAR.	INTERVALO DE CONFIANÇA MÉDIA (95%)
FI14L	5,200	0,433	0,083	3,882 - 6,518
FI18L	3,188	0,225	0,071	2,775 - 3,601
FII14L	11,464	0,603	0,053	10,357 - 12,571
FII18L	11,550	0,636	0,055	10,382 - 12,718
FII14T	9,863	0,394	0,040	9,140 - 10,586
FII18T	12,300	1,353	0,110	9,816 - 14,784

O cálculo do momento fletor de fissuração foi efetuado segundo recomendações do projeto de norma brasileira para argamassa armada,<sup>(2)</sup> que aborda esse cálculo

de modo semelhante ao que se faz em concreto armado, onde a resistência à fissuração fica predominantemente ligada à qualidade da argamassa empregada e das características geométricas do elemento, como desenvolvido por Langendonk.<sup>(25)</sup> Essa formulação teórica, seguindo as prescrições da NBR 6118/80<sup>(26)</sup> tem as seguintes hipóteses:

- a) seções transversais planas permanecem planas;
- b) o diagrama de tensões de compressão na argamassa é triangular e a tensão na zona tracionada uniforme e igual a  $f_{tk}$ , (Fig. 5.10);
- c) a deformação<sup>N</sup> de ruptura à tração<sup>N</sup> da argamassa é igual a  $1,5 \times 2,7 \cdot f_{tk} / E_c$ .

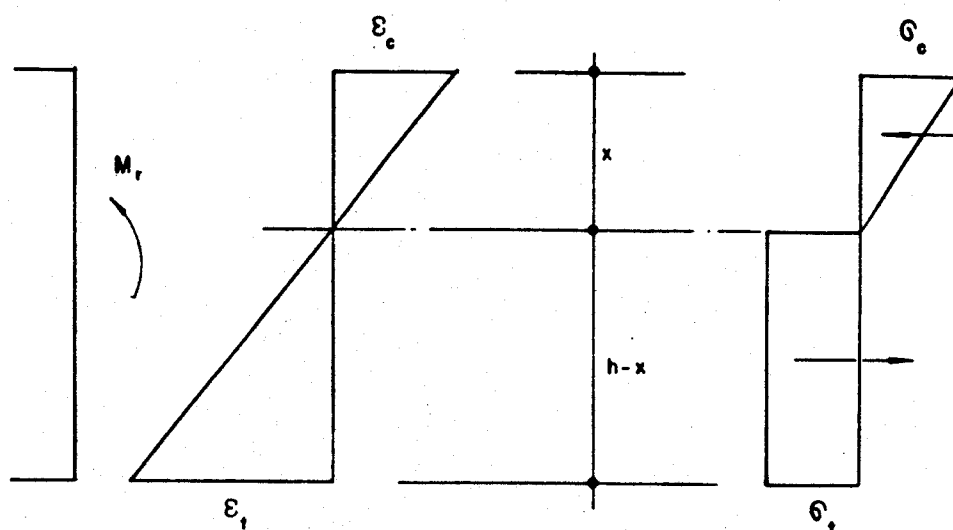


Fig. 5.10 - Formulação para cálculo do momento fletor de fissuração segundo a NBR 6118/80.

$$\varepsilon_t = 1,5 \times 2,7 \cdot f_{tj} / E_c = 4,05 f_{tj} / E_c$$

$$\sigma_t = f_{tj} \text{ (sem consideração da retração)}$$

onde:

$\varepsilon_t$  = deformação específica da argamassa por tração;

$f_{tj}$  = resistência média a tração dos corpos-de-prova do ensaio;

$E_c$  = módulo de deformação longitudinal da argamassa.

No caso de seção retangular, sujeita à flexão normal simples tem-se:

- equação de compatibilidade de deformações

$$\frac{\varepsilon_c}{x} = \frac{\varepsilon_t}{(h-x)} = \frac{4,05f_{tj}}{E_c(h-x)} \quad \dots(5.1)$$

- equações de equilíbrio

$$\sum N = 0 \Rightarrow \sigma_c \cdot b \cdot x/2 = \sigma_t \cdot b \cdot (h-x) = f_{tj} \cdot b \cdot (h-x) \quad \dots(5.2)$$

$$\sum M = M_r \Rightarrow \sigma_c \cdot b \cdot x/2 \cdot [2 \cdot x/3 + (h-x)/2] = M_r \quad \dots(5.3)$$

onde:

$\varepsilon_c$  = deformação específica da argamassa à compressão;

$x$  = distância da linha neutra ao ponto de maior encurtamento, na seção transversal geométrica de uma peça fletida;

$h$  = altura total da seção;

$b$  = largura da seção transversal;

$\sigma_c$  = tensão normal de compressão na argamassa;

$M_r$  = momento de fissuração.

Tem-se ainda para este estágio de comportamento a lei de Hooke:

$$\sigma_c = E_c \cdot \varepsilon_c \quad \dots(5.4)$$

combinando-se (5.2) e (5.4) tem-se:

$$\varepsilon_c = 2 \cdot f_{tj} \cdot (h-x) / (E_c \cdot x) \quad \dots(5.5)$$

substituindo-se (5.5) em (5.1), tem-se:

$$\frac{2 \cdot f_{tj} \cdot (h-x)}{E_c \cdot x^2} = \frac{4,05f_{tj}}{E_c(h-x)} \quad \dots(5.6)$$

considerando-se  $f_{t,j} \neq 0$  e  $E_c \neq 0$  e operando-se com a expressão, obtém-se:

$$x = 0,413.h \quad \dots(5.7)$$

substituindo-se nas equações de equilíbrio (5.2) e (5.3) tem-se:

$$\sigma_c = 2,846.f_{t,j} \quad \dots(5.8)$$

$$M_r = 0,334.f_{t,j}.b.h^2 \quad \dots(5.9)$$

O efeito da retração, que deve ser sempre considerado, foi assumido de forma simplificada, uma vez que não se dispunha de uma metodologia, bem como condições técnicas, para uma avaliação precisa deste efeito para os diversos arranjos de armadura testados. Essa simplificação implica em assumir a tensão de tração na argamassa igual a  $0,75.f_{t,j}$  e desprezando-se a armadura. As expressões (5.8) e (5.9), passam a ser:

$$\sigma_c = 2,135.f_{t,j} \quad \dots(5.10)$$

$$M_r = 0,25.f_{t,j}.b.h^2 \quad \dots(5.11)$$

Na tabela 5.2 apresentam-se comparações entre os valores observados experimentalmente e aqueles calculados de acordo com as indicações do projeto de norma para argamassa armada.<sup>(6)</sup>

Tabela 5.2 - Comparação de valores experimentais e teóricos

MOMENTO FLETOR DE FISSURACÃO (kN.cm)			
SÉRIE	$M_{r,exp.}$	$M_{r,teo.}$	$M_{r,exp.}/M_{r,teo.}$
FI14L	5,200	4,320	1,204
FI18L	3,188	4,379	0,728
FII14L	11,464	9,206	1,245
FII18L	11,550	10,981	1,052
FII14T	9,863	10,061	0,980
FII18T	12,300	10,521	1,169

### 5.3.3 - RESISTÊNCIA NO ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Para avaliação da resistência no estado limite último (ruptura de peças fletidas de argamassa armada), o projeto de norma brasileira recomenda o mesmo método empregado no estudo do concreto armado e especificado pela NBR 6118/80.

Os momentos fletores de ruptura médios, obtidos a partir da carga para a qual a peça não oferecia mais resistência ao carregamento ( $M_u$ ), estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Momento fletor de ruptura experimental

MOMENTO FLETOR DE RUPTURA (kN.cm)				
SÉRIE	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEF. VAR.	INTERVALO DE CONFIANÇA MÉDIA (95%)
FI14L	7,850	0,755	0,096	6,532 - 9,168
FI18L	9,300	0,636	0,068	8,132 - 10,468
FII14L	60,353	1,537	0,025	57,537 - 63,176
FII18L	67,650	4,255	0,063	59,834 - 75,466
FII14T	40,763	4,962	0,122	31,648 - 49,878
FII18T	40,225	3,761	0,093	33,316 - 47,134

As hipóteses de cálculo prescritas pela NBR 6118/80 para a determinação do momento fletor de ruptura são as seguintes:

- a) seções transversais planas permanecem planas;
- b) o encurtamento convencional de ruptura da argamassa nas seções não inteiramente comprimidas é igual a 3,5%;
- c) o alongamento máximo permitido ao longo da armadura de tração, mais próxima da borda tracionada é de 10%;

d) os casos possíveis de deformação em uma seção transversal, para peças submetidas à flexão simples são os representados pelos domínios 2,3 e 4, (Fig. 5.11);

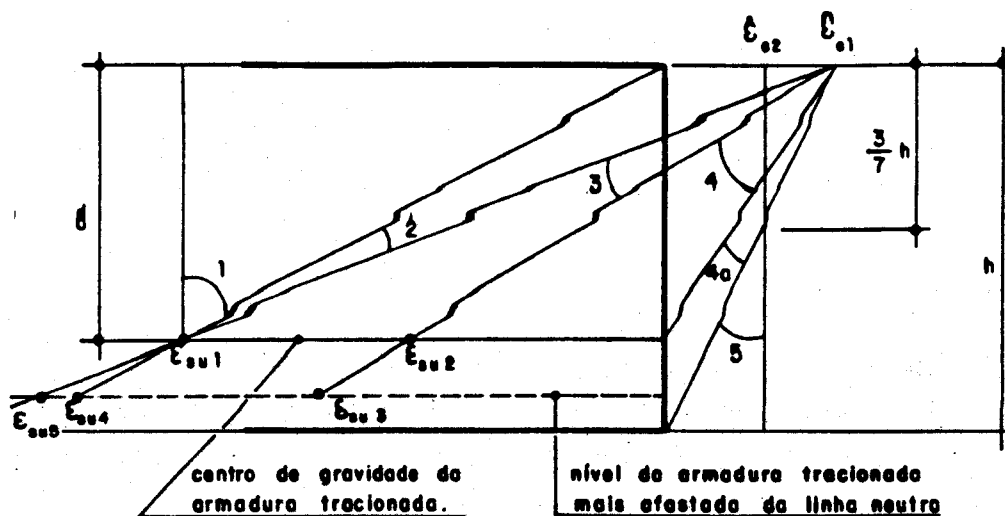


Fig. 5.11 - Casos de deformação da seção transversal para flexão simples.

- domínio 2: flexão simples sem ruptura da argamassa comprimida  $\epsilon_c < 3,5$  e  $\epsilon_s$  igual ao máximo permitido (10%);
- domínio 3: flexão simples (seção subarmada) com ruptura à compressão da argamassa e com escoamento do aço  $\epsilon_s \geq \epsilon_{yd}$ ;
- domínio 4: flexão simples (seção superarmada) com ruptura à compressão da argamassa e aço tracionado sem escoamento  $\epsilon_s \leq \epsilon_{yd}$ ;

- e) a distribuição de tensões na argamassa se faz de acordo com o diagrama parábola-retângulo; permite-se a substituição desse diagrama pelo retângulo de altura  $0,80 \cdot x$ , com a tensão  $0,85 \cdot f_{cd}$  ou  $0,80 \cdot f_{cd}$ , conforme a variação da largura da seção transversal a partir da linha neutra;
- f) a resistência à tração da argamassa é desprezada;
- g) a tensão na armadura é a correspondente à deformação determinada de acordo com as alíneas

anteriores e obtida no diagrama tensão-deformação do aço.

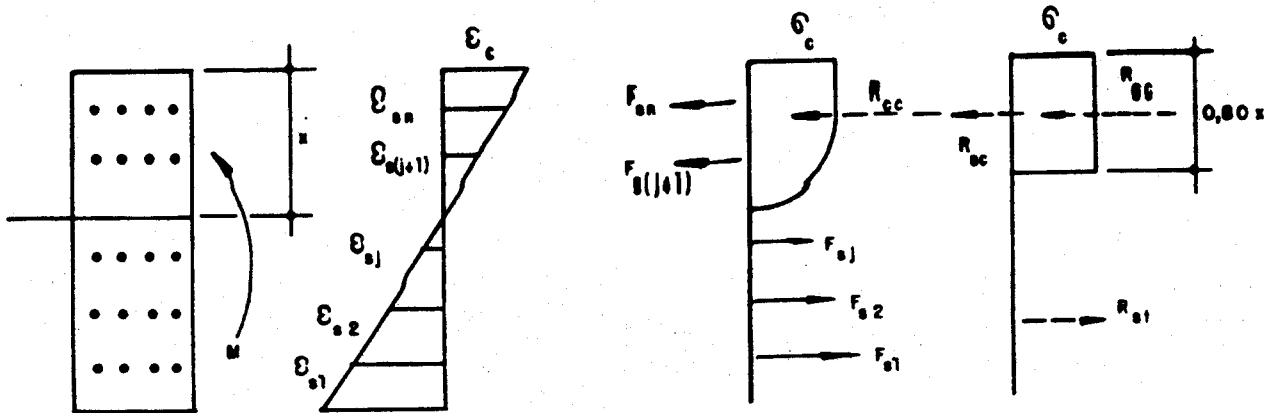


Fig. 5.12 - Distribuição de deformações e tensões ao longo da seção transversal

A partir das hipóteses de cálculo estabelecidas, montando-se equações de equilíbrio da seção transversal e de compatibilidade de deformações, pode-se determinar o valor do momento fletor resistente de cálculo.

Para realização dos cálculos necessários, foi utilizado um programa desenvolvido no Departamento de Estruturas da EESC/USP, por Gil<sup>(28)</sup> que através de um processo iterativo onde, a partir de um valor admitido para a linha neutra verifica-se o equilíbrio da seção transversal e chega-se ao valor do momento fletor resistente de cálculo.

Para a utilização do programa há a necessidade de se conhecer previamente o diagrama tensão-deformação da tela, bem como a posição dos fios da alma, nos casos de seção T, I ou duplo T.

Afim de se poder utilizar o programa na verificação de peças armadas com tela de chapa de aço expandida, foram feitas algumas adaptações necessárias. A tela de chapa de aço expandida foi transformada numa malha

retangular de mesma área de armadura e com espaçamento igual a abertura da tela original. Uma outra adaptação para efeito de verificação de momento fletor último foi assumir um diagrama tensão-deformação para a armadura, o qual apresentava tensão de escoamento igual aquelas obtidas nos ensaios de tração (item 4.3.2), supondo-se também um módulo de deformação longitudinal de 205GPa, considerando igual ao da chapa de aço que originou a tela, uma vez que os ensaios de tração não forneceram com precisão tais parâmetros. Pode-se observar que para efeito de cálculo do momento fletor resistente último, tais considerações mostraram-se satisfatórias.

Os valores teóricos calculados estão apresentados na Tabela 5.4, onde se pode observar também uma comparação com os valores médios experimentais obtidos nos ensaios.

Tabela 5.4 - Comparação de valores experimentais e teóricos

MOMENTO FLETOR DE RUPTURA (kN.cm)			
SÉRIE	$M_{u,exp.}$	$M_{u,teo.}$	$M_{u,exp.}/M_{u,teo.}$
FI14L	7,850	8,547	0,918
FI18L	9,300	10,686	0,870
FII14L	60,353	48,605	1,242
FII18L	67,650	50,624	1,336
FII14T	40,763	35,560	1,115
FII18T	40,225	35,759	1,157

Os valores apresentados na Tabela 5.4 mostraram que as hipóteses adotadas podem ser aplicadas em projetos, quando da utilização deste tipo de tela na execução de peças de argamassa armada. Observa-se, principalmente, que apesar de todas as restrições impostas e dificuldades encontradas para caracterização da tela, pode-se ter uma idéia da capacidade resistente do material.

As simplificações realizadas, para poder usar o programa citado, ficam justificadas em função da proximidade entre os resultados experimentais e teóricos, em geral a favor da segurança, mostrados na Tabela 5.4. Comprova-se, também, a possibilidade de transformar a tela



de chapa de aço expandida em uma tela soldada equivalente para efeito de cálculo. Nota-se que a relação média entre os momentos fletores experimentais e teóricos resultou igual a 1,11, o que torna este critério compatível com o que se espera de segurança para as peças de argamassa armada.

#### 5.3.4 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS

Os valores dos deslocamentos nos terços e no meio do vão, foram calculados utilizando-se a formulação da resistência dos materiais<sup>(27)</sup> a partir da equação diferencial da linha elástica. Para vigas submetidas a cargas concentradas nos terços, Ballarin<sup>(5)</sup> apresentou as seguintes expressões:

- Nos terços, ou seja pontos 2 e 4 (Fig. 5.7), tem-se:

$$a_{2,4} = 5.p.l^3/324.E.I \quad \dots\dots(5.12)$$

- No meio do vão:

$$a_3 = 23.p.l^3/1260.E.I \quad \dots\dots(5.13)$$

A avaliação teórica dos deslocamentos foi efetuada para duas fases distintas, em todas as séries ensaiadas. Primeiramente foi considerado o comportamento do material no Estádio I, onde foi utilizado o momento de inércia da seção não-fissurada  $I = I_I$ , até a etapa cuja força é superior a carga de fissuração média da série, quando então passou-se a analisar a peça com comportamento no Estádio II, momento de inércia da seção fissurada  $I = I_{II}$ .

Para as etapas de ensaios com forças acima da força de fissuração média da série, objetivando considerar a variação de rigidez ao longo da seção, foi também considerado um comportamento teórico assumindo-se um momento de inércia equivalente ( $I = I_{eq}$ ), calculado pela

fórmula de Branson como recomendada pelo ACI<sup>(28)</sup>

$$I_{eq.} = (M_r / M)^3 \cdot I_I + \left[ 1 - (M_r / M)^3 \right] \cdot I_{II} \quad \dots\dots(5.14)$$

sendo:

$M_r$  = momento fletor de fissuração;

$M$  = momento fletor atuante;

$I_I$  = momento de inércia no estágio I;

$I_{II}$  = momento de inércia no estágio II.

Para cada série foi utilizado o módulo de deformação longitudinal da argamassa, obtido a partir do ensaio de corpos-de-prova instrumentados.

Os deslocamentos experimentais foram tomados como sendo a média dos valores obtidos em todos os exemplares ensaiados da série. Para efeito de comparação foram montadas as Tabelas 5.5 a 5.10, onde são mostrados os resultados dos deslocamentos experimentais, dos teóricos calculados com as expressões 5.12 e 5.13, para os devidos momentos de inércia e as comparações entre valores teórico e experimentais, calculadas para os deslocamentos da seção do meio do vão. Para cada série foram montados diagramas força-deslocamento central das peças, com os valores experimentais médios e teóricos calculados.

Os deslocamentos calculados com as expressões 5.12 e 5.13, com momento de inércia considerando a seção no Estádio II ou o momento de inércia equivalente, apresentaram resultados compatíveis com os experimentais nas etapas de ensaio quando nas quais se caracterizavam a situação de peça fissurada. Nessa fase os deslocamentos teóricos e experimentais são praticamente iguais.

Os deslocamentos teóricos calculados com o momento de inércia no Estádio II e considerando o  $I_{eq}$  resultaram praticamente iguais, sendo assim optou-se por apresentar os diagramas das Figuras 5.13 a 5.18, apenas com deslocamentos teóricos calculados com a inércia obtida pela equação 5.14.

TABELA 5.5 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FI14L

EXPERIMENTAIS				TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
FORÇA (kN)	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	-
0,070	0,13	0,36	0,26	0,39		0,45		0,80	
0,130	0,37	0,65	0,50	0,72		0,83		0,78	
0,070	0,41	0,57	0,48	0,39		0,45		1,27	
0,130	0,38	0,68	0,53	0,72		0,83		0,82	
0,200	0,53	0,82	0,67	1,10		1,28		0,64	
0,260	0,81	1,12	0,83	1,43		1,66		0,67	
0,330	1,31	1,65	1,33	1,82		2,11		0,78	
0,400	3,03	3,79	3,00	20,04	16,73	23,04	19,25	0,16	0,20
0,460	11,03	13,88	11,34	23,05	20,56	26,50	23,65	0,52	0,58

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

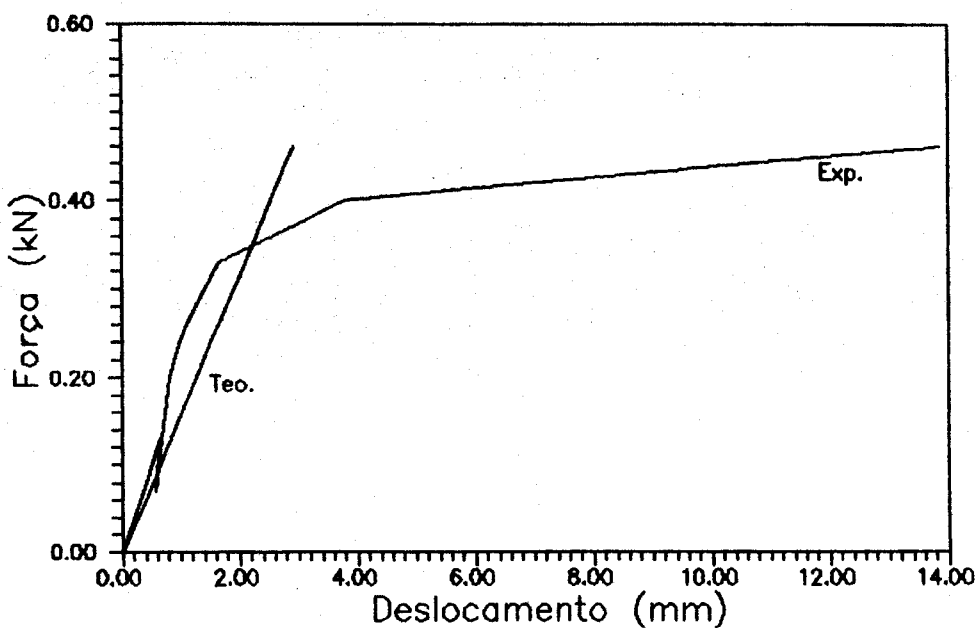


TABELA 5.6 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FI18L

FORÇA (kN)	EXPERIMENTAIS			TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	-
0,070	0,70	0,80	0,69	0,38		0,43		1,60	
0,130	2,08	2,44	2,05	0,70		0,81		2,53	
0,070	1,86	2,20	1,79	0,38		0,43		4,16	
0,130	2,36	2,74	2,26	0,70		0,81		2,79	
0,200	6,39	7,48	6,49	1,08		1,24		5,23	
0,260	9,87	11,54	9,69	11,27	8,21	12,96	9,45	0,89	1,22
0,330	14,05	16,84	14,32	14,31	12,10	16,45	13,92	1,03	1,22
0,400	19,03	22,16	18,78	17,34	15,76	19,94	18,12	1,11	1,22
0,460	23,46	27,32	23,19	19,95	18,58	22,94	21,37	1,19	1,28
0,530	29,64	35,12	30,03	22,98	21,96	26,43	25,26	1,33	1,39

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

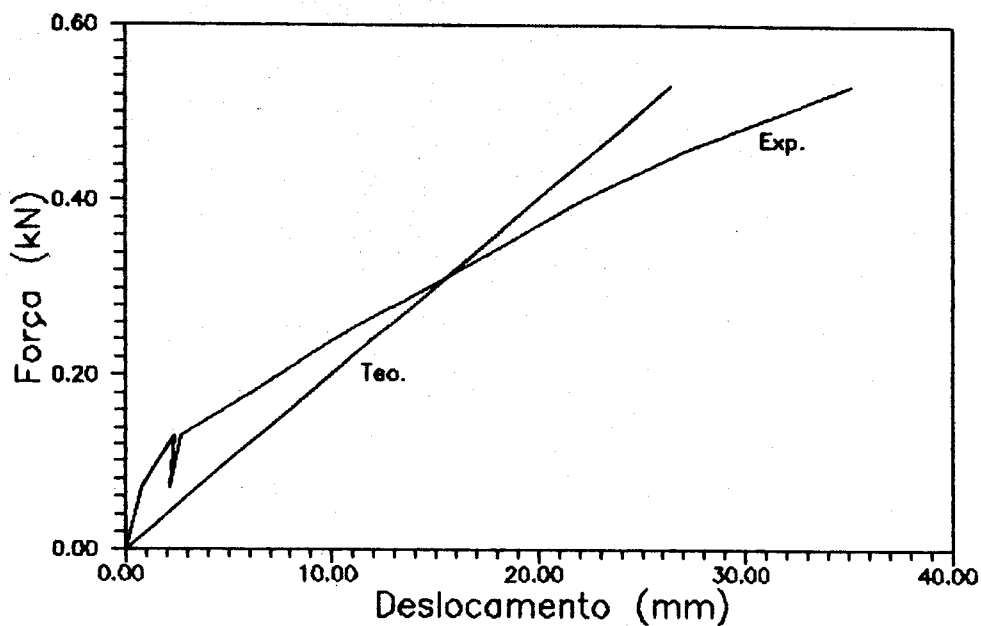


TABELA 5.7 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FII14L

EXPERIMENTAIS				TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
FORÇA (kN)	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I(I_{II})$	$I_{eq.}$
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	-
0,360	0,32	0,47	0,39	0,48		0,55		0,85	
0,540	0,71	0,88	0,80	0,71		0,82		1,20	
0,360	0,62	1,04	0,72	0,48		0,55		1,89	
0,540	0,75	1,02	0,85	0,71		0,82		1,24	
0,720	1,44	1,75	1,47	0,95		1,09		1,61	
1,080	4,00	4,83	4,11	6,80	6,73	7,78	7,74	0,62	0,62
1,440	6,76	7,88	6,76	8,07	8,04	10,37	10,39	0,77	0,77
1,800	9,48	11,01	9,41	11,34	11,32	12,96	13,01	0,85	0,85
2,160	12,62	14,52	12,48	13,61	13,58	15,55	15,62	0,93	0,93
2,520	15,96	18,25	15,70	15,88	15,87	18,14	18,25	1,01	1,00
2,800	19,58	22,05	19,21	18,14	18,14	20,74	20,86	1,06	1,06
3,240	23,83	27,05	23,32	20,41	20,41	23,33	23,47	1,16	1,15
3,600	30,02	34,10	29,44	22,68	22,67	25,92	26,07	1,32	1,31

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

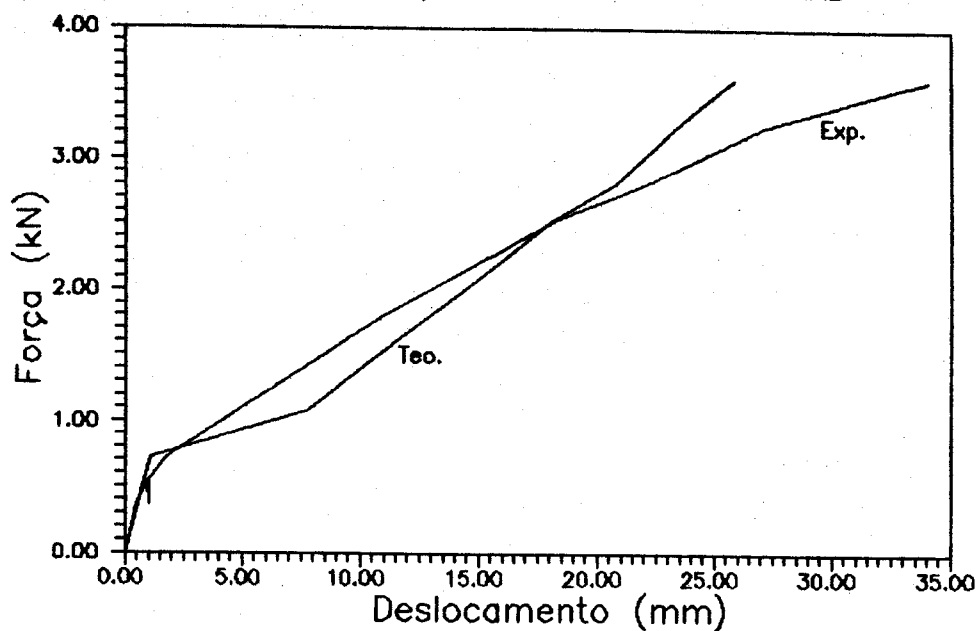


TABELA 5.8 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FII18L

EXPERIMENTAIS				TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
FORÇA (kN)	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				I <sub>I</sub> (I <sub>II</sub> )	I <sub>eq.</sub>	I <sub>I</sub> (I <sub>II</sub> )	I <sub>eq.</sub>	I <sub>I</sub> (I <sub>II</sub> )	I <sub>eq.</sub>
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	-
0,370	0,31	0,48	0,39	0,44		0,52		0,92	
0,540	0,38	0,63	0,50	0,65		0,76		0,83	
0,370	0,34	0,79	0,49	0,44		0,52		1,52	
0,540	0,55	0,93	0,70	0,65		0,76		1,22	
0,740	1,35	1,80	1,48	0,89		1,04		1,81	
1,110	3,67	4,68	3,86	6,77	6,69	7,77	7,70	0,60	0,61
1,480	6,18	7,59	6,36	9,03	8,99	10,36	10,34	0,73	0,73
1,850	8,90	10,66	9,00	11,29	11,26	12,95	12,85	0,82	0,82
2,220	11,94	14,04	11,93	13,54	13,52	15,54	15,56	0,90	0,90
2,590	15,32	17,79	15,20	15,80	15,78	18,13	18,16	0,98	0,98
2,960	19,38	22,27	19,05	18,06	18,04	20,72	20,76	1,07	1,07
3,330	24,04	27,46	23,49	20,31	20,30	23,31	23,36	1,18	1,15
3,700	30,02	35,07	29,77	22,57	22,56	25,90	25,96	1,35	1,35
4,070	---	36,00	---	---	---	28,49	28,55	1,26	1,26

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

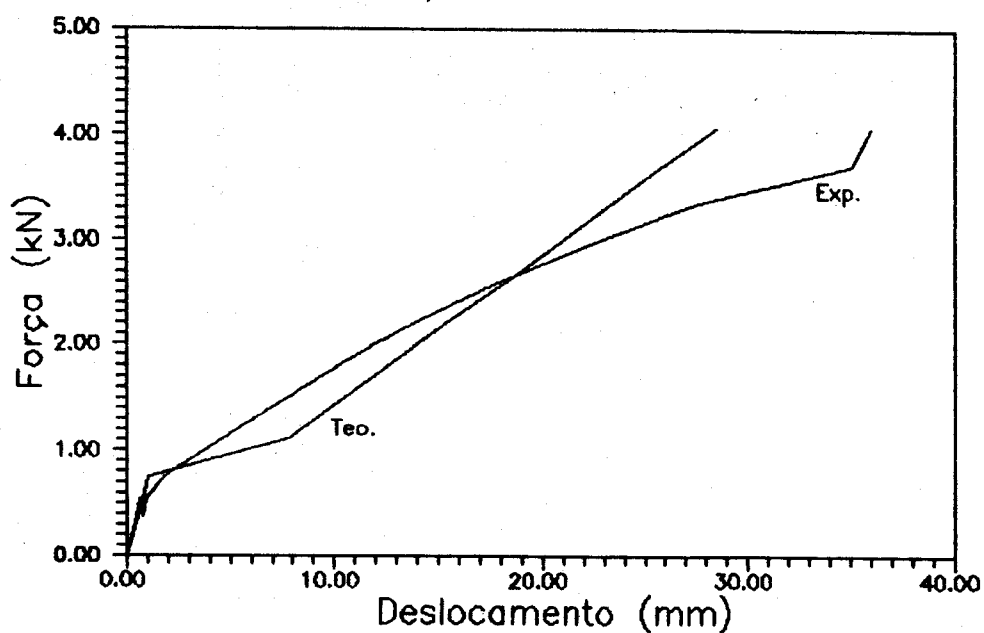


TABELA 5.9 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FII14T

EXPERIMENTAIS				TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
FORÇA (kN)	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				$I_I$	$(I_{II})$	$I_{eq.}$	$I_I$	$(I_{II})$	$I_{eq.}$
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	-
0,270	0,58	0,41	0,41	0,32		0,38		1,08	
0,500	0,99	0,74	0,75	0,60		0,70		1,06	
0,270	0,65	0,53	0,46	0,32		0,38		1,38	
0,500	1,11	0,84	0,86	0,60		0,70		1,20	
0,810	5,77	6,07	5,35	7,70	7,39	8,83	8,49	0,69	0,71
1,080	9,48	10,34	9,07	10,26	10,07	11,77	11,56	0,88	0,89
1,350	13,44	15,19	12,92	12,83	12,68	14,72	14,56	1,03	1,04
1,620	17,28	18,75	16,68	15,39	15,26	17,66	17,54	1,06	1,07
1,890	21,52	23,65	20,80	17,96	17,84	20,60	20,49	1,15	1,15
2,160	27,08	29,65	26,60	20,52	20,40	23,54	23,44	1,26	1,26
2,430	22,99	24,81	21,39	23,09	22,97	26,49	26,38	0,94	0,94

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

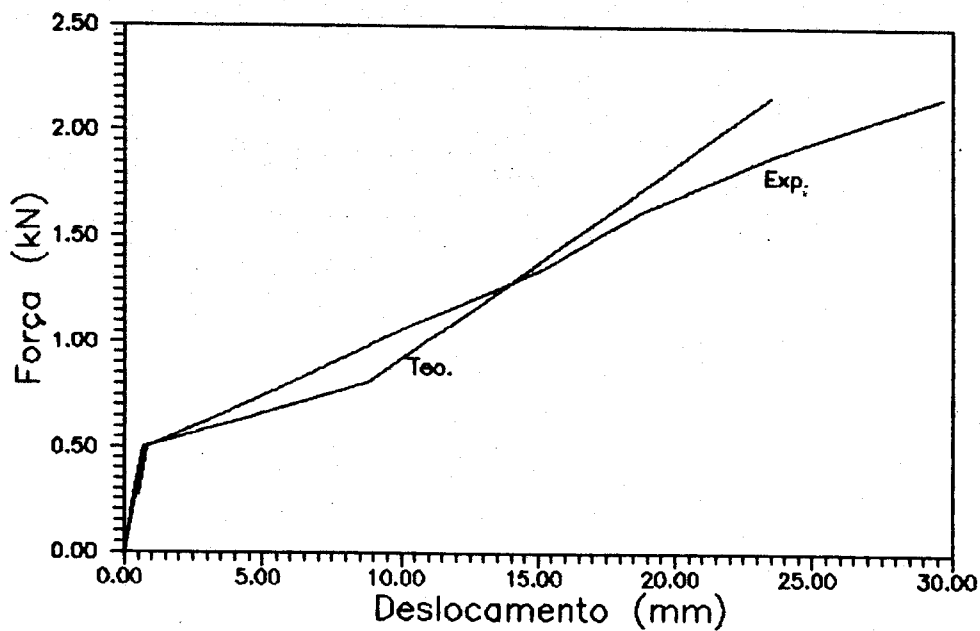
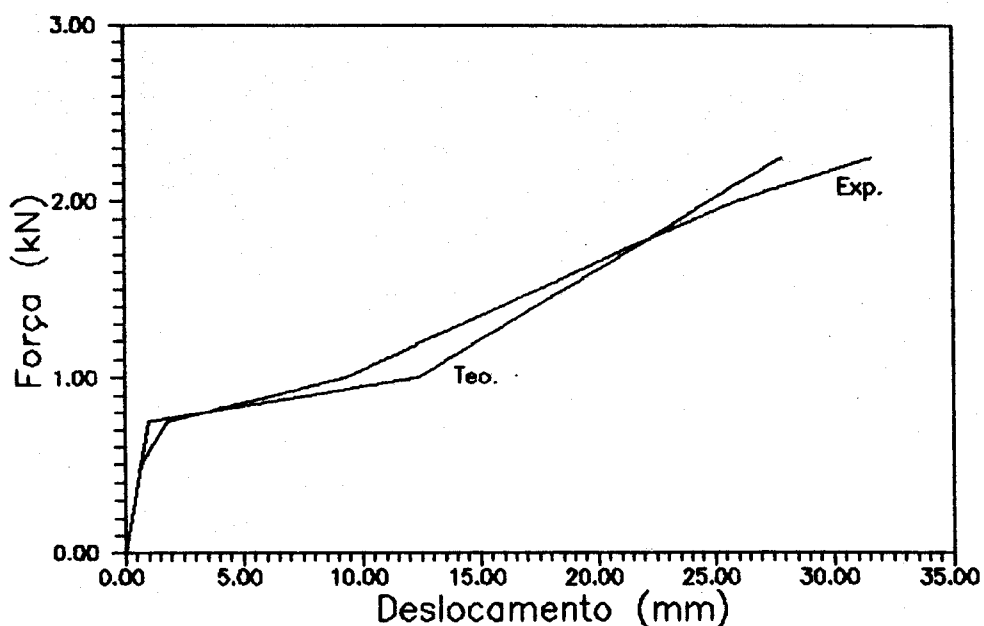


TABELA 5.10 - DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm) SÉRIE FII18T

EXPERIMENTAIS				TEÓRICOS				EXP./TEOR.	
FORÇA (kN)	D2	D3	D4	D2 e D4		D3		D3	
				$I_I$	$I_{II}$	$I_{eq.}$	$I_I$	$I_{II}$	$I_{eq.}$
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		-	
0,250	0,45	0,34	0,33	0,30		0,35		0,97	
0,500	0,75	0,65	0,61	0,60		0,70		0,93	
0,250	0,42	0,36	0,46	0,30		0,35		1,03	
0,500	0,75	0,68	0,63	0,60		0,70		0,87	
0,750	1,76	1,81	1,47	0,90		1,05		1,72	
1,000	8,22	8,31	8,00	10,80	10,45	12,40	12,02	0,75	0,77
1,250	11,92	13,36	11,49	13,50	13,25	15,50	15,24	0,86	0,88
1,500	15,73	17,51	15,18	16,20	16,03	18,60	18,43	0,84	0,95
1,750	19,20	21,43	18,41	18,90	18,72	21,70	21,52	0,99	1,00
2,000	23,27	26,06	22,67	21,60	21,44	24,80	24,65	1,05	1,06
2,250	28,18	31,67	27,50	24,30	24,14	27,90	27,76	0,14	1,14
2,500	25,04	28,02	24,14	27,00	26,84	31,00	30,86	0,90	0,91

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL





### 5.3.5 - FISSURAÇÃO

Conforme se constatou na análise de diversas referências bibliográficas, bem como na avaliação e acompanhamento do processo de fissuração nos ensaios de flexão de peças de argamassa armada, existem fatores que influem no espaçamento e na abertura das fissuras, quais sejam: número de telas, relacionado diretamente com a taxa de armadura empregada; tensão na armadura difusa e discreta; abertura da malha da tela utilizada; cobrimento da armadura, além da espessura da seção transversal do elemento.

O valor da abertura da fissura pode ser calculada como sendo o espaçamento entre duas fissuras multiplicado pela deformação da armadura na região entre fissuras. O projeto de norma brasileira para argamassa armada, para os casos de emprego de tela soldada adota a formulação apresentada por MOLICA JUNIOR<sup>(29)</sup> para concreto armado com telas soldadas, com as devidas adaptações, sendo válida apenas para telas de aço soldadas com fios paralelos ao eixo longitudinal da peça. Para outros tipos de tela ou mesmo tela soldada com fios inclinados com relação ao eixo da peça, tal formulação não é válida, havendo carência de informações, até o momento, sobre tais situações.

Nas Tabelas 5.11 a 5.16, são apresentados para todas as séries ensaiadas os espaçamentos médios e aberturas de fissuras médias, para cada etapa de carregamento, bem como as relações "momento fletor atuante na etapa/momento fletor de fissuração médio da série e momento fletor atuante na etapa/momento fletor de ruptura médio da série"

TABELA 5.11 - FISSURAÇÃO SÉRIE: FI14L

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	W <sub>m,exp.</sub> (mm)
6	0,40	6,00	1,15	0,76	328,50	44,5	0,05
7	0,46	6,90	1,33	0,88	377,78	22	0,12
8	0,53	7,95	1,53	1,00	435,26	19	0,15

TABELA 5.12 - FISSURAÇÃO SÉRIE: FI18L

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	w <sub>m,exp.</sub> (mm)
4	0,26	3,90	1,22	0,42	167,47	46	0,06
5	0,33	4,95	1,55	0,53	215,55	31,25	0,08
6	0,40	6,00	1,88	0,65	257,64	25	0,10
7	0,46	6,90	2,16	0,74	296,29	22	0,13
8	0,53	7,95	2,49	0,85	341,37	19,25	0,20
9	0,59	8,85	2,78	0,95	380,02	19	0,25

TABELA 5.13 - FISSURAÇÃO SÉRIE FII14L

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	w <sub>m,exp.</sub> (mm)
3	1,08	16,20	1,41	0,27	237,82	27,67	0,03
4	1,44	21,60	1,88	0,36	317,09	26,75	0,05
5	1,80	27,00	2,36	0,45	396,36	21,50	0,07
6	2,16	32,40	2,83	0,54	475,53	19,75	0,08
7	2,52	37,80	3,30	0,63	554,90	19	0,10
8	2,88	43,20	3,77	0,72	634,18	19	0,12
9	3,24	48,60	4,24	0,81	713,45	19	0,14
10	3,60	54,00	4,71	0,89	792,72	19	0,17
11	3,96	59,40	5,18	0,98	871,99	19	0,24

TABELA 5.14 - FISSURAÇÃO SÉRIE: FII18L

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	w <sub>m,exp.</sub> (mm)
5	1,48	22,20	1,92	0,33	303,70	27	0,04
6	1,85	27,75	2,40	0,41	379,62	24,67	0,05
7	2,22	33,30	2,88	0,49	455,54	22,33	0,08
8	2,59	38,85	3,36	0,57	531,47	20,33	0,10
9	2,96	44,40	3,84	0,66	607,39	20,33	0,13
10	3,33	49,95	4,32	0,74	683,32	20,33	0,15
11	3,70	55,50	4,81	0,82	759,24	20,33	0,17
12	4,07	61,05	5,29	0,90	835,16	20,33	0,20
13	4,44	66,60	5,77	0,98	911,09	20,33	0,38

TABELA 5.15 - FISSURAÇÃO SÉRIE: FII14T

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	W <sub>m,exp.</sub> (mm)
3	0,81	12,15	1,23	0,30	290,63	34,50	0,06
4	1,08	16,20	1,64	0,40	387,50	28,25	0,08
5	1,35	20,25	2,05	0,50	484,38	26,75	0,10
6	1,62	24,30	2,46	0,60	581,26	25	0,13
7	1,89	28,35	2,87	0,70	678,13	23,50	0,15
8	2,16	32,40	3,29	0,79	775,01	23,50	0,17
9	2,43	36,45	3,70	0,89	871,88	23	0,18
10	2,70	40,50	4,11	0,99	968,76	23	0,20
11	2,97	44,55	4,52	1,00	1065,64	23	0,20

TABELA 5.16 - FISSURAÇÃO SÉRIE: FII18T

ETAPA	FORÇA (kN)	M (kN.cm)	M/M <sub>r</sub>	M/M <sub>u</sub>	$\sigma_s$ (MPa)	S <sub>m</sub> (mm)	W <sub>m,exp.</sub> (mm)
4	1,00	15,00	1,22	0,37	405,90	37,75	0,10
5	1,25	18,75	1,52	0,47	507,38	32,25	0,12
6	1,50	22,50	1,83	0,56	608,85	31	0,14
7	1,75	26,25	2,13	0,65	710,33	28,50	0,17
8	2,00	30,00	2,44	0,75	811,80	28,50	0,19
9	2,25	33,75	2,74	0,84	913,28	26,50	0,22
10	2,50	37,50	3,05	0,93	1014,75	26,50	0,25
11	2,75	41,25	3,35	1,00	1116,23	26,50	0,25

Nas Tabelas 5.11 e 5.12, pode-se notar que no arranjo mais simples (Fig. 5.1), as aberturas de fissuras no modelo FI18L são 33% maiores que as do modelo FI14L; esta também é a relação entre as malhas das telas usadas.

Os espaçamentos em fissuração sistemática se mantiveram em torno de 20mm a 25mm nos casos de utilização da tela na disposição longitudinal. Nas situações de aplicação da tela na disposições transversal, o valor do espaçamento médio ficou em torno de 25mm a 30mm.

No modelo FI14L, para uma tensão de 377,78MPa calculada, resultou abertura de 0,12mm. Na ruptura, esse modelo, com uma tensão de 435,26MPa, apresentou abertura de 0,15mm; ambos os valores estão abaixo daqueles limites

indicados pelo projeto de norma <sup>(02)</sup>, para ambiente protegido.

Nos modelos referentes a arranjos do grupo II, (Fig. 5.2), com mesma área de seção transversal de armadura complementar, pode ser observada a contribuição da tela na distribuição das fissuras. Nos modelos onde foram empregadas as telas em disposição longitudinal, observou-se fissuras de menor abertura para mesmos níveis de tensão, quando comparadas com aquelas onde as telas estavam dispostas transversalmente.

Objetivando obter parâmetros de projeto, em termos de estado de fissuração inaceitável, foram calculadas as tensões no nível da armadura mais tracionada para cada arranjo, supondo as hipóteses do estágio II. Pode-se a partir deste indicativo estabelecer um valor de tensão na armadura que possa garantir aberturas de fissuras que não sejam nocivas à peça.

As aberturas de fissuras observadas durante o ensaio atingiram valores de no máximo 0,25mm, já nas proximidades da ruptura.

Nas peças armadas apenas com tela na disposição longitudinal, limitando-se a tensão nesta armadura, em torno de 250 a 350MPa, as aberturas de fissuras ficam no máximo da ordem de 0,10mm.

Nas situações de tela na disposição longitudinal, com armadura complementar tais níveis de abertura de fissuras (0,10mm), foram observados para tensões de 500MPa, na armadura complementar. Para casos de tela disposta transversalmente e presença de armadura complementar a tensão caiu para 400MPa.

Como era de se esperar, os modelos FII14T e FII18T (Tabelas 15.5 e 15.6) apresentam um combate a fissuração menos eficiente pois, a tela está posicionada na direção da expansão; observou-se que as aberturas de 0,10mm e 0,15mm, tomadas como referencial são alcançadas com tensões de 5% a 23% menores que aquelas observadas nos modelos armados com a tela na disposição longitudinal.

Em termos de resistência de escoamento da armadura complementar utilizada (aço CA-60  $\phi = 4,2\text{mm}$ ) pode-se relacionar as aberturas de fissuras em peças de argamassa armada, utilizando como armadura difusa tela de chapa de aço expandida, estabelecendo que, para tensões em torno de 50% da resistência de escoamento, a abertura fica da ordem de 0,10mm independentemente da disposição da tela.

Vale ressaltar que as tensões apresentadas, foram calculadas com as hipóteses do estágio II, no ponto que corresponde à fibra mais tracionada no modelo ensaiado. Para efeito de projeto, devem ser levados em consideração os critérios observados, quanto ao estado limite último, analisados no item 5.3.3 deste trabalho.

## CAPÍTULO 06 - ENSAIOS DE FLEXÃO DE PERFIS

### 6.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

#### 6.1.1 - INTRODUÇÃO

Como mencionado no capítulo 3, foram programados ensaios de perfis, para analisar o comportamento de perfis típicos de argamassa armada, com telas de chapa de aço expandida, quando solicitadas a esforços oriundos da flexão. Para isso foram executadas vigas com seção transversal duplo T, semelhantes às que vinham sendo analisadas em trabalho paralelo desenvolvido no Laboratório de Estruturas da EESC-USP por Giongo<sup>(22)</sup>.

Pretendia-se observar as relações entre forças aplicadas e deformações provocadas na argamassa comprimida e nas barras da armadura discreta junto à face tracionada, para se ter uma idéia da influência do tipo de tela na configuração de ruína, na fissuração (aberturas e espaçamento entre fissuras) e na deformabilidade da peça.

Os resultados experimentais obtidos deveriam ser comparados com os teóricos calculados com base nas recomendações do projeto de norma brasileira para argamassa armada e utilizando-se os dados obtidos nos ensaios de caracterização do material, descritos nos capítulos 4 e 5 deste trabalho.

Foi efetuado um acompanhamento do processo de fissuração, a partir do aparecimento da primeira fissura visível, quando foi obtido o momento fletor de fissuração a ser comparado com o teórico.

O valor dessa força foi determinado ao se perceber o aparecimento de fissura na mesa tracionada, e conferido ao se observar perda de rigidez no modelo, determinada por um acréscimo de deslocamento naquela etapa

de carga.

A medição das aberturas de fissuras foi feita a partir do aparecimento das primeiras fissuras e continuada em todas as etapas de carregamento. O espaçamento entre as fissuras foi medido depois do ensaio concluído.

Os deslocamentos transversais foram medidos desde o início de aplicação de força até uma etapa próxima à ruína, quando então eram retirados os comparadores (defletômetros mecânicos), para evitar danos aos aparelhos de medição de deslocamentos.

Em função do seu melhor desempenho, observado nos ensaios anteriores de tração e flexão, optou-se pela escolha da tela tipo II, descrita no capítulo 3, como armadura difusa para os perfis. Foram moldados dois modelos com a referida tela, disposta longitudinal e transversalmente. Estes resultados obtidos foram analisados e comparados com aqueles obtidos por GIONGO<sup>(22)</sup> que utilizou telas soldadas como BALARIN.<sup>(5)</sup>

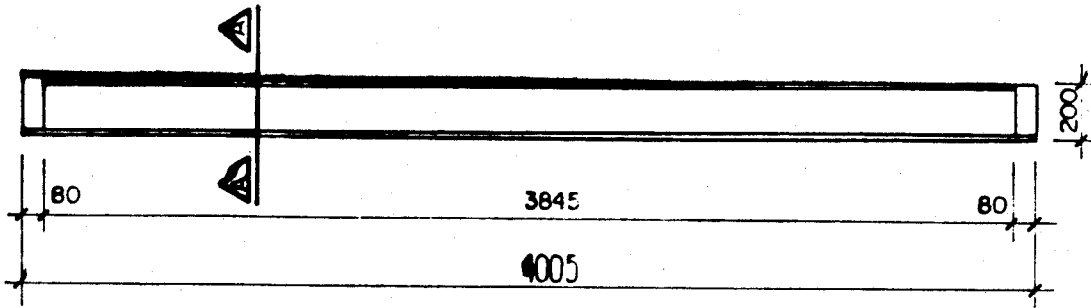
Ambos os modelos foram executados com argamassa de mesmo traço, e em condições idênticas de moldagem, cura e desmoldagem.

#### 6.1.2 - DIMENSÕES DOS PERFIS

Como pode ser observado na Figura 6.1, os modelos apresentavam um comprimento total de 4005mm, com distância de centro a centro dos apoios igual a 3925mm. A altura total das peças foi de 200mm, a seção duplo T escolhida apresentava uma mesa de compressão com 100mm ( $b_{fc}$ ) e mesa tracionada ( $b_{ft}$ ) de 325mm. As espessuras das mesas de compressão ( $h_{fc}$ ), de tração ( $h_{ft}$ ) e da alma ( $b_v$ ), foram adotadas iguais a 25mm.

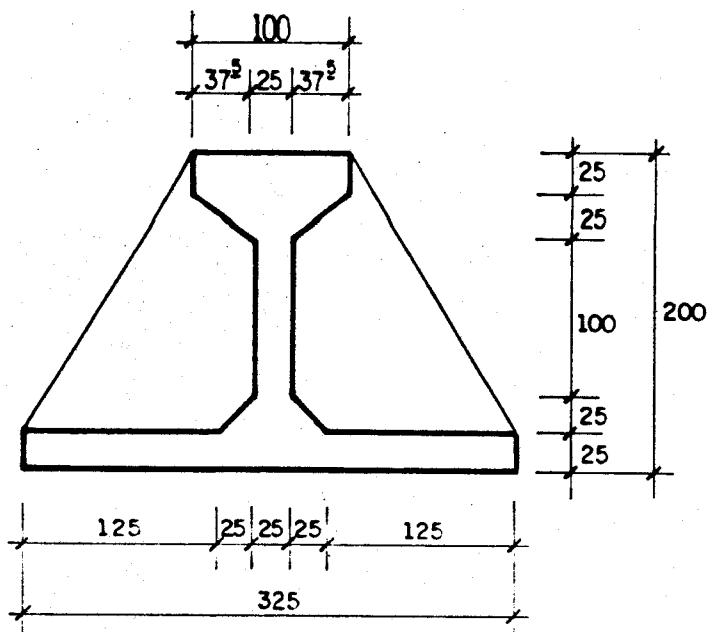
Nas extremidades das vigas foram incorporados diafragmas, com a finalidade de distribuir as reações nas seções transversais dos apoios. Para facilitar a operação de desforma das peças, foram projetadas mísulas junto as ligações das mesas com a alma da seção.

**FORMA**



**VISTA LATERAL**

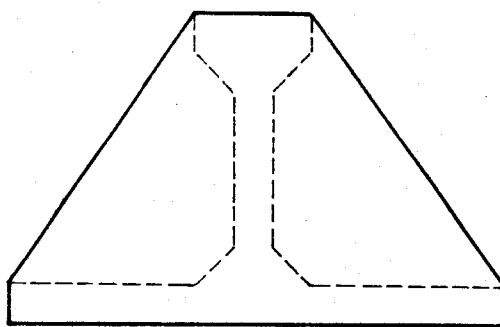
ESC. 1:30



**CORTE A-A**

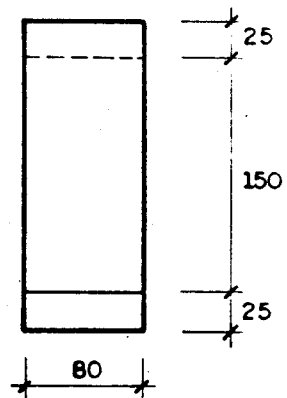
ESC. 1:5

**SEÇÕES DOS APOIOS**



**VISTA DE TOPO**

ESC. 1:5



**VISTA LATERAL**

ESC. 1:5

Fig. 6.1 - Dimensões dos modelos



### 6.1.3 - FÔRMA

Para a moldagem dos dois modelos ensaiados, foi utilizada a mesma fôrma projetada para os ensaios de GIONGO<sup>(22)</sup>, cujas faces laterais foram feitas com vigotas de madeira, medindo 60mm x 160mm, que convenientemente aparelhadas, ficavam nas dimensões exigidas para os modelos. A mesa tracionada que ocupava a posição superior durante a moldagem, era formada por táboas com 25mm de espessura, ligadas às vigotas e aos perfis metálicos que enrijeciam o conjunto. Esses conjuntos vigotas-táboas foram cortados segundo planos inclinados, em relação à seção transversal e longitudinal da fôrma, com a finalidade de facilitar a desforma. As ligações entre as peças que foram cortadas foram obtidas por meio de chapas de aço perfuradas e parafusadas.

Na Foto 6.1, pode ser observada a fôrma antes da colocação da armação e nas figuras 6.2 e 6.3 mostram-se as vistas superior e lateral da fôrma.

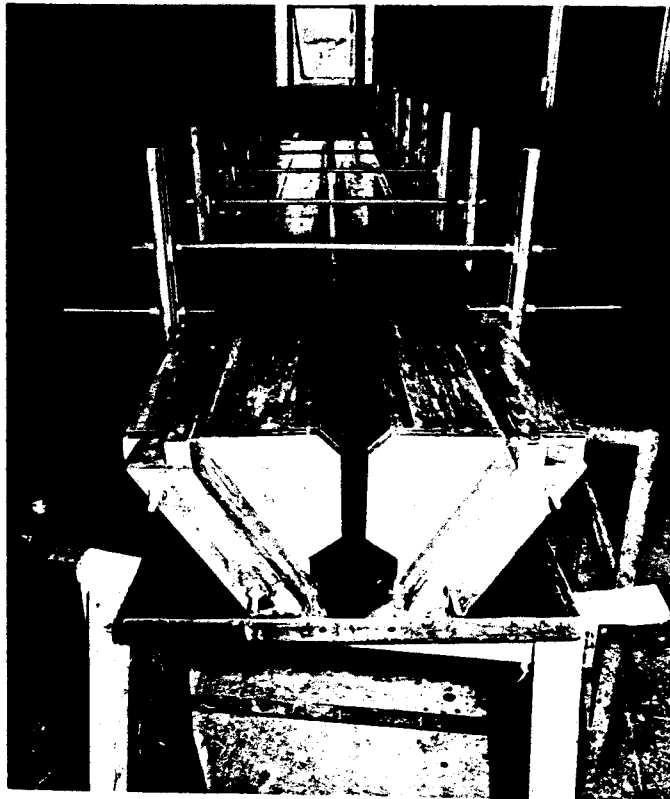


Foto 6.1 - Fôrma pronta para receber a armação

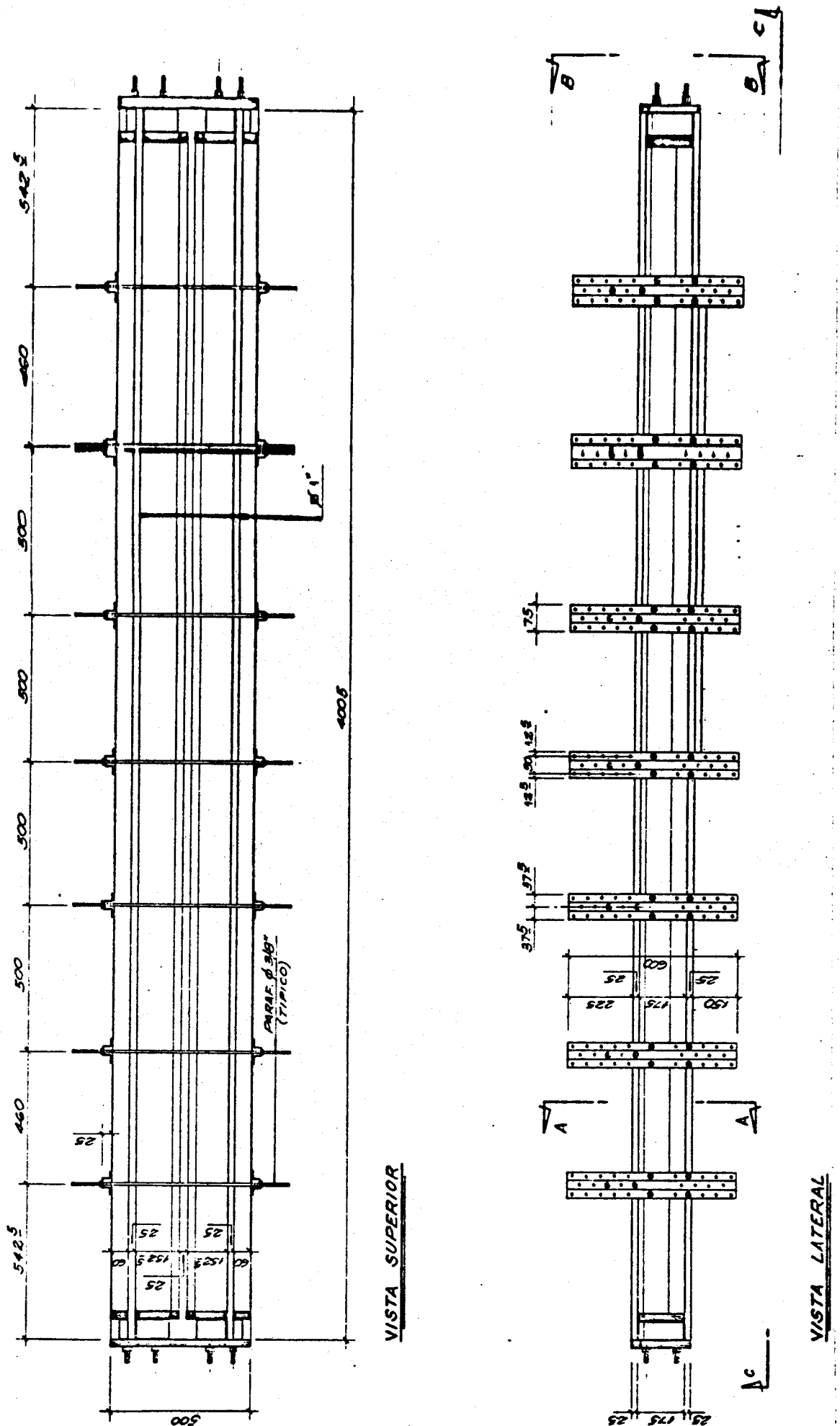


Fig. 6.2 - Fôrma usada para moldagem dos perfis

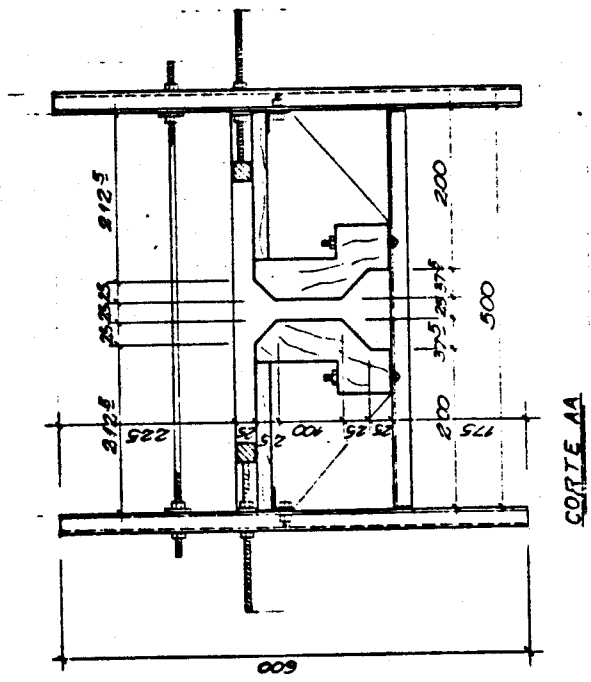
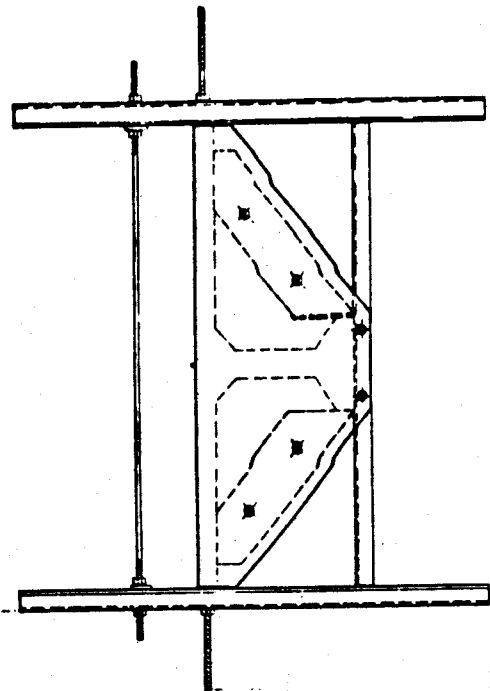
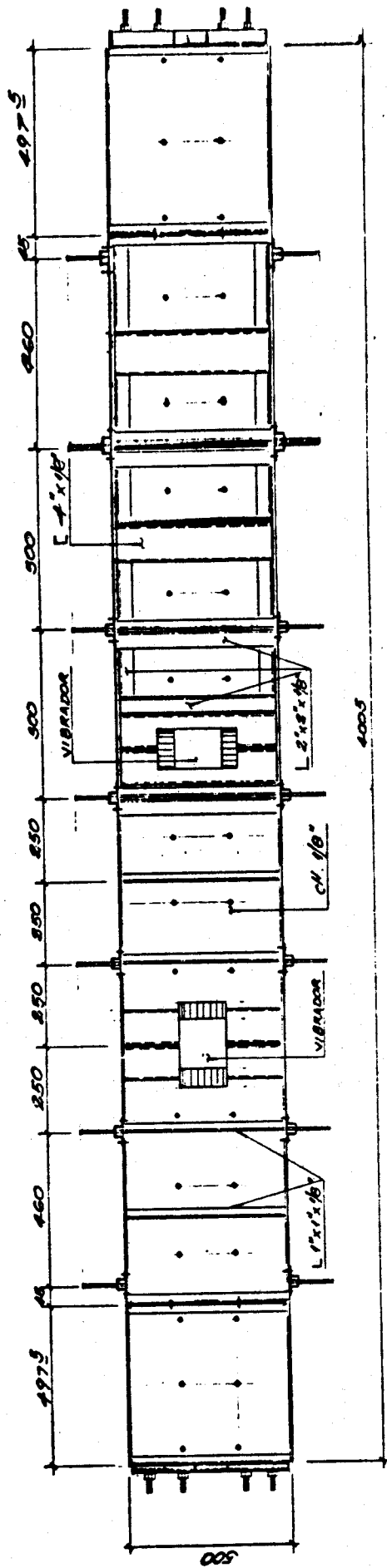


Fig. 6.3 - Detalhes da fôrma

### 6.1.4 - ARMAÇÃO DOS PERFIS

As Figuras 6.4 e 6.5 mostram o detalhamento das armaduras empregadas nos perfis. As emendas das telas no 1º perfil foram efetuadas por traspasse de 200mm. No 2º perfil, como a tela foi usada na direção da expansão, não foram necessárias emendas. Na Figura 6.6, observa-se a armação dos diafragmas moldados nas seções dos apoios.

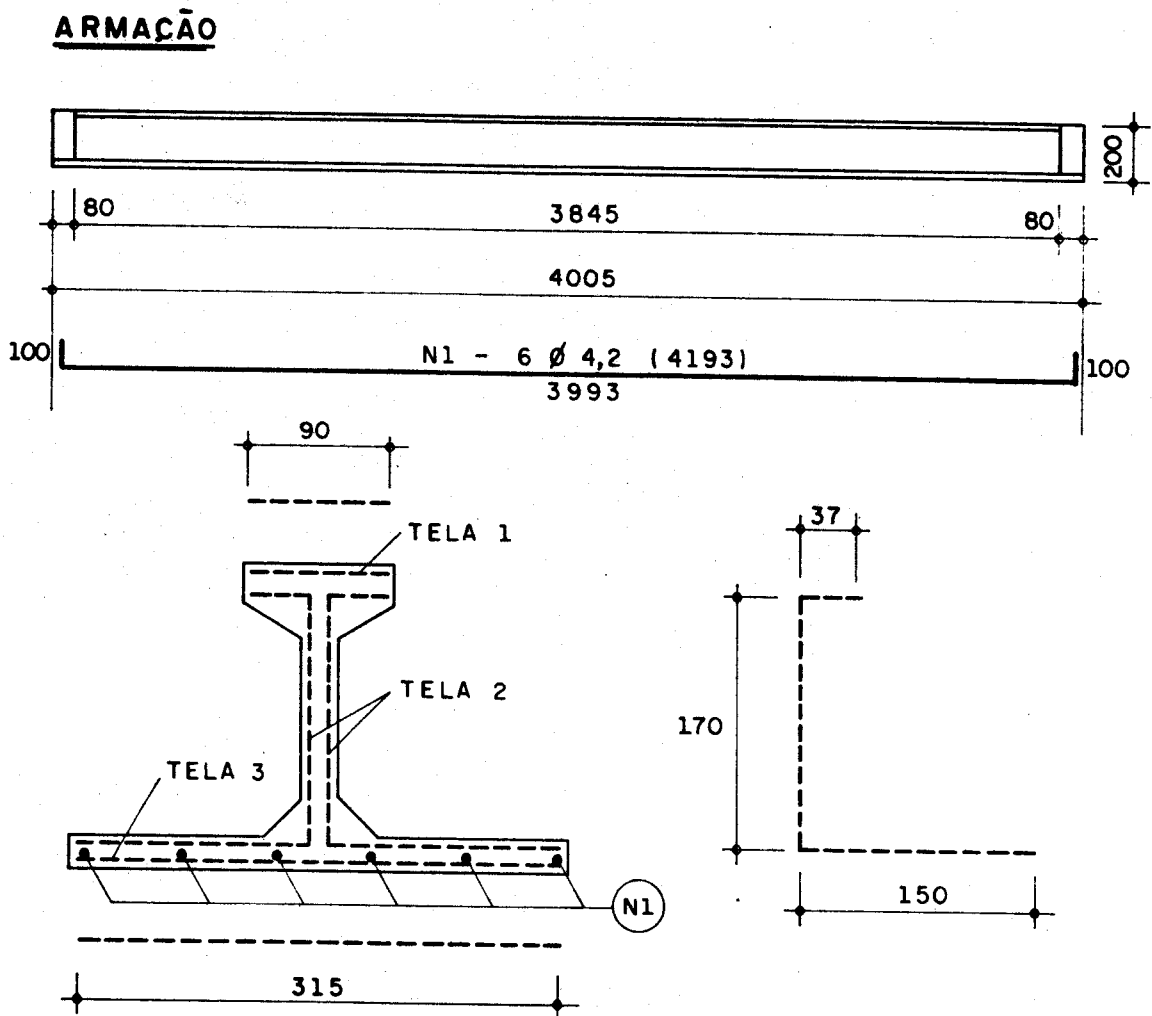


Fig. 6.4 - Armação do modelo FIII18L

Ambos os modelos foram armados com a tela tipo II, mudando apenas a disposição da tela ao longo do plano longitudinal do perfil. Como armadura complementar foram usadas barras de aço CA-60, de 4,2mm e 4,5mm de diâmetro, cujos diagramas tensão-deformação, obtidos em ensaio de tração de corpos-de-prova, foram apresentados no Cap. 3.

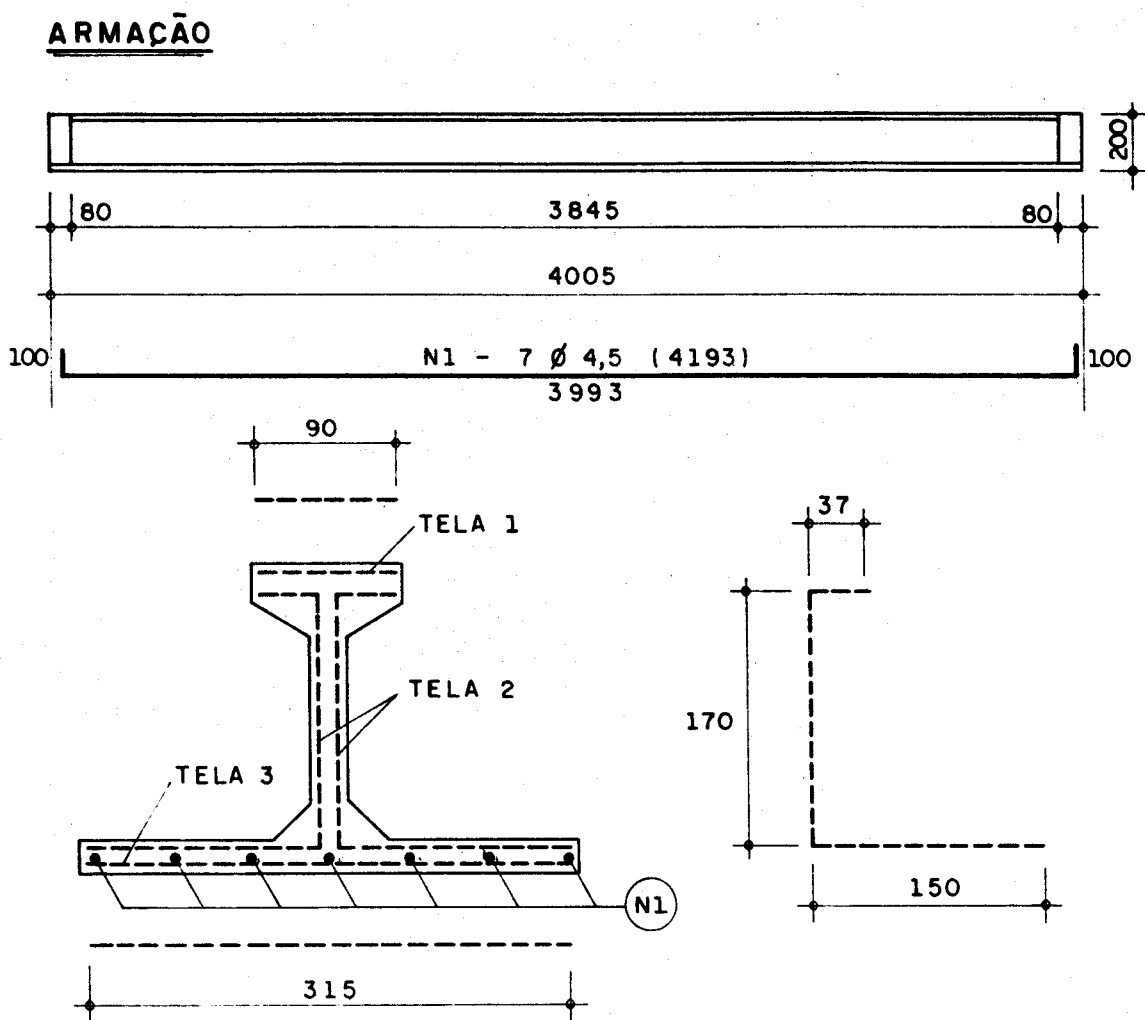


Fig. 6.5 - Armação do modelo FIII18T

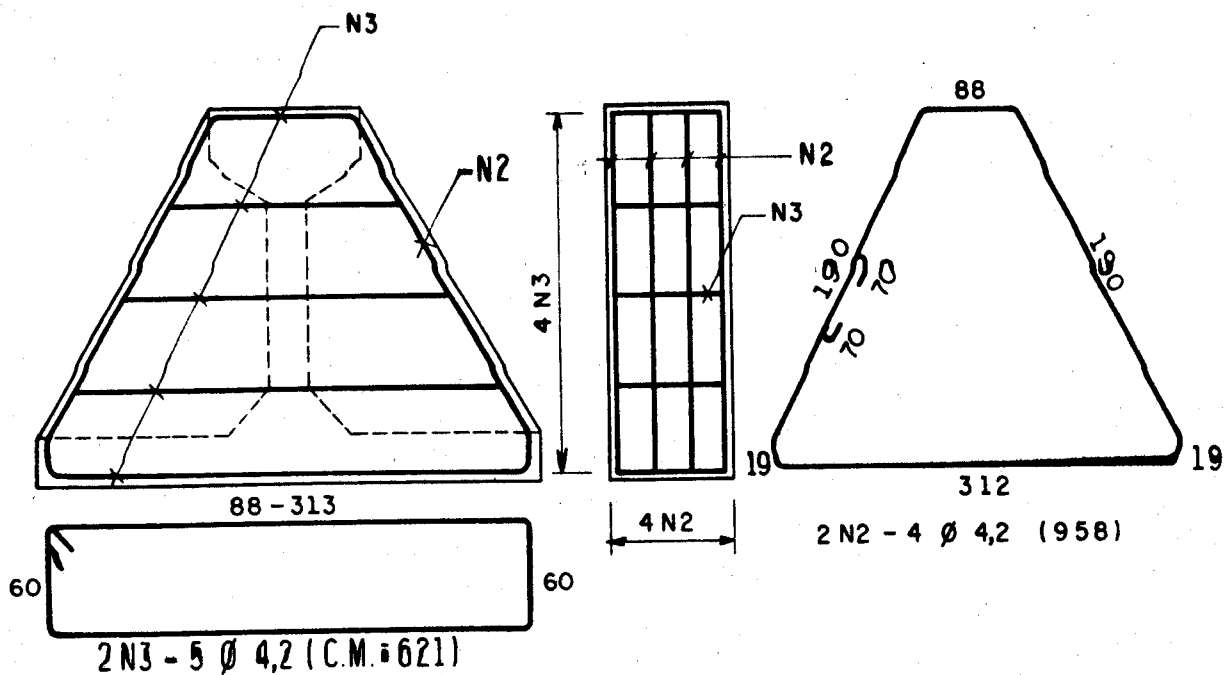


Fig. 6.6 - Armação dos diafragmas

#### 6.1.5 - ARGAMASSA

Para a execução dos perfis, visando a redução do consumo de cimento, baseado em estudos anteriores desenvolvidos por CUNHA & BATISTA<sup>(30)</sup>, que mostrava a viabilidade de se utilizar em peças de argamassa armada, uma argamassa constituída por mistura de cimento, areia e pedra britada. Foi utilizada pedra britada com dimensão nominal máxima de 4,8mm, em função da trabalhabilidade requerida para a moldagem dos modelos. O proporcionamento adotado foi de 1:2:1,3 em massa, com fator água-cimento de 0,55, obtendo-se um consumo de cimento da ordem de 470kg por metro cúbico de argamassa. A Tabela 6.1 apresenta o resultado da análise granulométrica da mistura empregada.

Utilizou-se o cimento Portland de alta resistência inicial, especificado pela NBR 5733/80<sup>(20)</sup>, fabricado pela CIMINAS, o que veio a possibilitar a desmoldagem dos modelos aos 2 dias de idade.

Tabela 6.1 - ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DOS AGREGADOS USADOS NAS ARGAMASSAGENS DOS PERFIS.

CARACTERÍSTICAS		% RET. CUMULADA	
GRANULOMETRIA	ABERTURA DAS MALHAS (mm)	AREIA	PEDRA BRITADA
		9,5	
	6,3		4
	4,8	1	60
	2,4	3	83
	1,2	10	100
	0,6	30	100
	0,3	67	100
	0,15	98	100
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA (mm)		2,4	4,8
MÓDULO DE FINURA		2,09	4,57
MASSA ESPECÍFICA REAL (g/cm) <sup>3</sup>		2,60	2,81
MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm) <sup>3</sup>		1,65	1,52

O controle da resistência da argamassa empregada foi efetuado através de ensaios de corpos-de-prova cilíndricos, descritos no Cap. 3 e ensaiados conforme as recomendações da NBR 7215/82<sup>(23)</sup>.

#### 6.1.6 - MOLDAGEM, ADENSAMENTO, CURA E DESMOLDAGEM

O cobrimento de 6mm foi garantido através do uso de espaçadores circulares de plástico, dispostos nas cruzetas das telas. O espaçamento entre as telas, na alma e nas mesas, foi garantido pela colocação de pequenos pedaços de fios de 6,3mm. Na Foto 6.3, pode ser observada a etapa de moldagem de um dos modelos.

O adensamento foi efetuado, usando-se 3 vibradores convenientemente acoplados na fôrma, como pode ser visto na Figura 6.3.

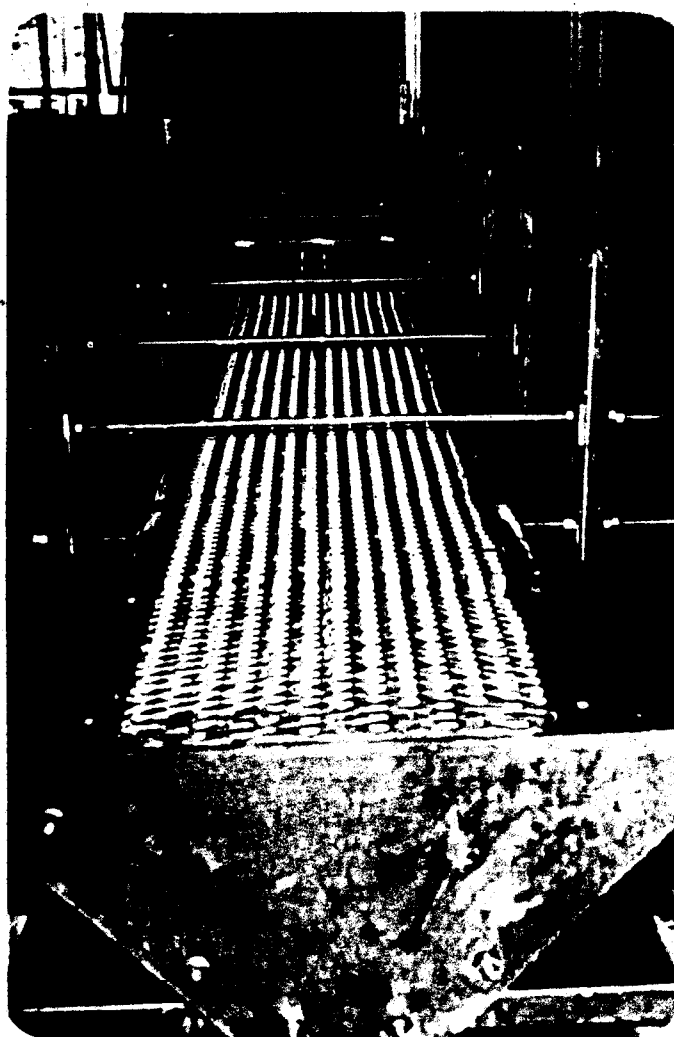


Foto 6.2 - Modelo FIII18T pronto para a moldagem

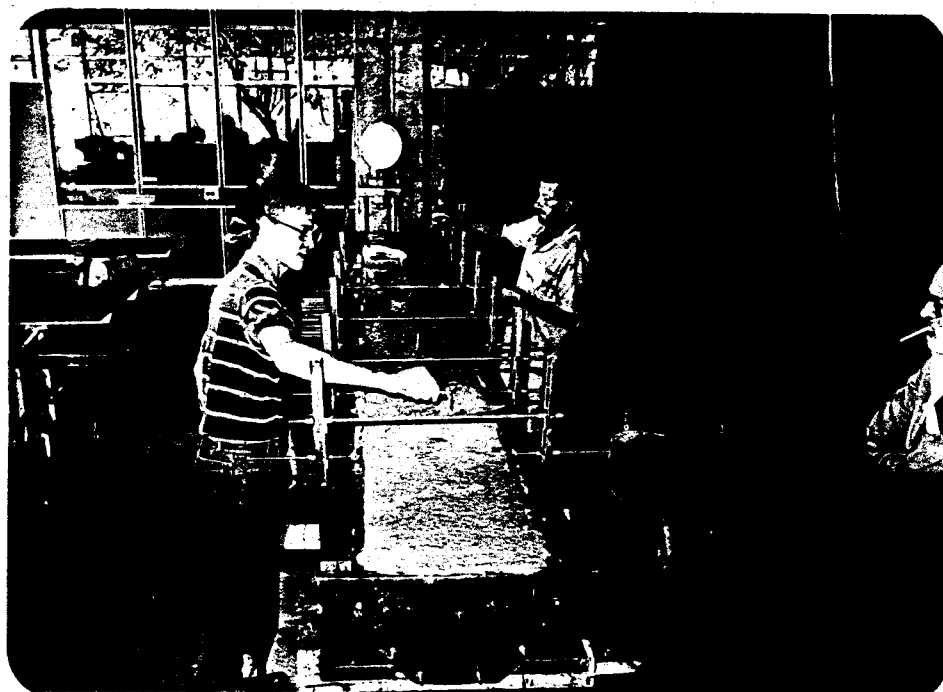


Foto 6.3 - Moldagem do modelo FIII18T



A cura dos modelos foi efetuada colocando-se sobre a mesa tracionada (superior durante a moldagem) uma manta de espuma de borracha permanentemente embebida em água, por 4 dias, mesmo após à desforma que era efetuada 2 dias depois da moldagem.

Durante as argamassagens foram moldados 24 corpos-de-prova que, foram ensaiados com 1, 3 e 7 dias, à compressão axial e diametral, em cada dia previsto.

#### 6.1.7 - ESQUEMA ESTÁTICO E DE CARREGAMENTO.

Foi utilizado nos ensaios dos perfis o esquema de viga bi-apoiada, submetida à ação de forças concentradas, como se mostra na Figura 6.8. O sistema de reação usado foi montado sobre a laje de reação do LE-EESC/USP.

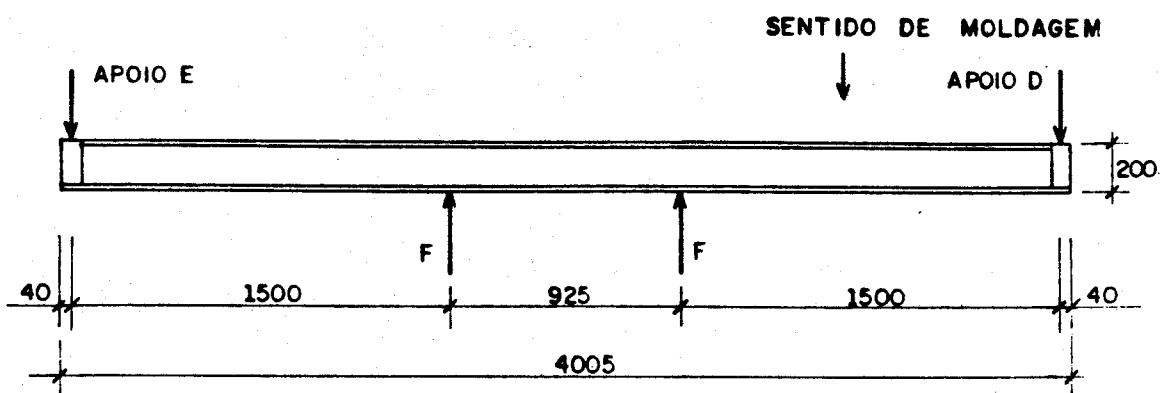


Fig. 6.8 - Esquema estático e de carregamento

Os apoios eram constituídos por dois pórticos metálicos que, ao se aplicarem as forças nos modelos, ficavam com suas barras atirantadas. Essas forças de tração eram transferidas para a laje de reação.

Da mesma forma que para os ensaios das placas (cap. 5), o carregamento foi aplicado de baixo para cima, para facilitar o acompanhamento do processo de fissuração; esse carregamento obedeceu ao mesmo critério de etapas de

carga já apresentado no item 5.1.6.

A célula de carga ficava em contato com a mesa comprimida, ficando a mesa tracionada (face superior), próxima do observador.

#### 6.1.8 - INSTRUMENTAÇÃO

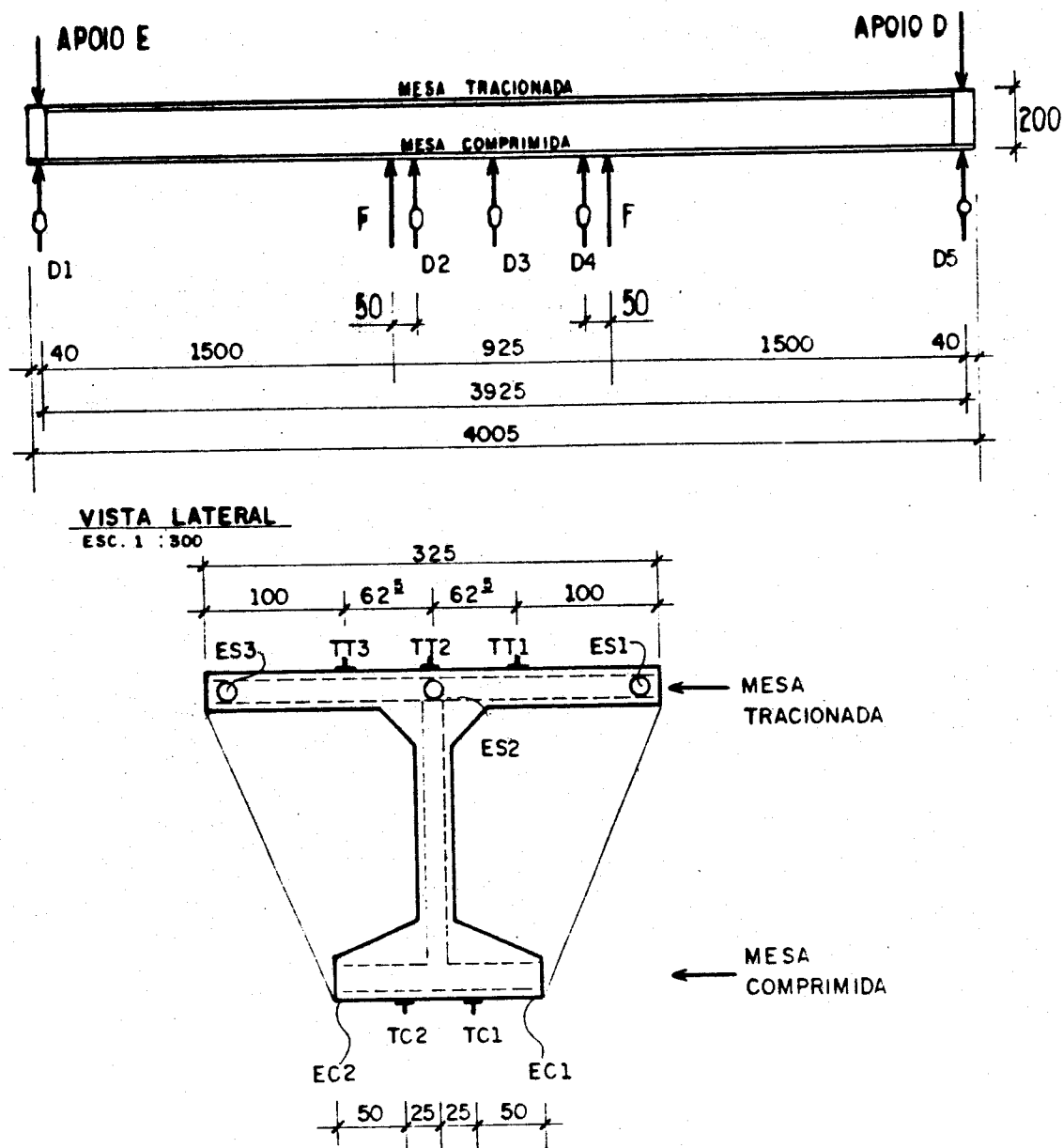
Medidas de deformações, efetuadas sempre na seção de meio de vão dos modelos, na armadura discreta e na argamassa, foram feitas, usando-se extensômetros elétricos KYOWA tipo KFC-5-C1-11 e KFC-10-C1-11, respectivamente. A argamassa foi instrumentada junto às bordas e no centro da mesa comprimida. No 1º modelo foram instrumentados 4 fios de aço, e no 2º, 3 fios da armadura discreta. O acompanhamento destas deformações foi efetuado através de um indicador de deformações marca TRANSDUTEC, com sensibilidade de  $1 \times 10^{-6}$ . O indicador era acoplado a uma caixa seletora marca HUGGENBERGER, modelo S12, com capacidade para 12 canais.

As deformações na argamassa, em pontos suplementares das mesas tracionada e comprimida, também foram medidas com extensômetros mecânicos marca HUGGENBERGER com sensibilidade de 0,001mm, sobre bases de 100mm convenientemente coladas nas mesas na seção de meio de vão dos modelos (Fig. 6.9 e Foto 6.4).

Foram efetuadas também medições de deslocamentos transversais, por intermédio de defletômetros, marca MITUTOYO, com sensibilidade 0,01mm e fundo de escala de 50mm, posicionados nos alinhamentos dos apoios (D1 e D5), a 50mm dos alinhamentos dos pontos de aplicação de força (D2 e D4) e no centro geométrico do eixo longitudinal dos modelos (D3).

As aberturas das fissuras foram medidas por comparação, usando-se uma lupa com retículo graduado até 0,16mm. A partir desse valor utilizou-se uma régua comparadora. Essas aberturas, em fissuras pré-escolhidas em

algumas regiões, foram medidas em cada etapa de aplicação de força, após o aparecimento da primeira fissura visível. Os demais equipamentos utilizados já foram apresentados nos cap. 4 e 5 deste trabalho.



SEÇÃO DO MEIO DO VÃO  
ESC. 1:500

LEGENDA

- ES - EXTENSÔMETRO ELÉTRICO NA ARMADURA TRACIONADA
- EC - EXTENSÔMETRO ELÉTRICO NA MESA COMPRIMIDA
- TT - EXTENSÔMETRO MECÂNICO INSTALADO NA MESA TRACIONADA
- TC - EXTENSÔMETRO MECÂNICO INSTALADO NA MESA COMPRIMIDA

Fig. 6.9 - Instrumentação dos modelos

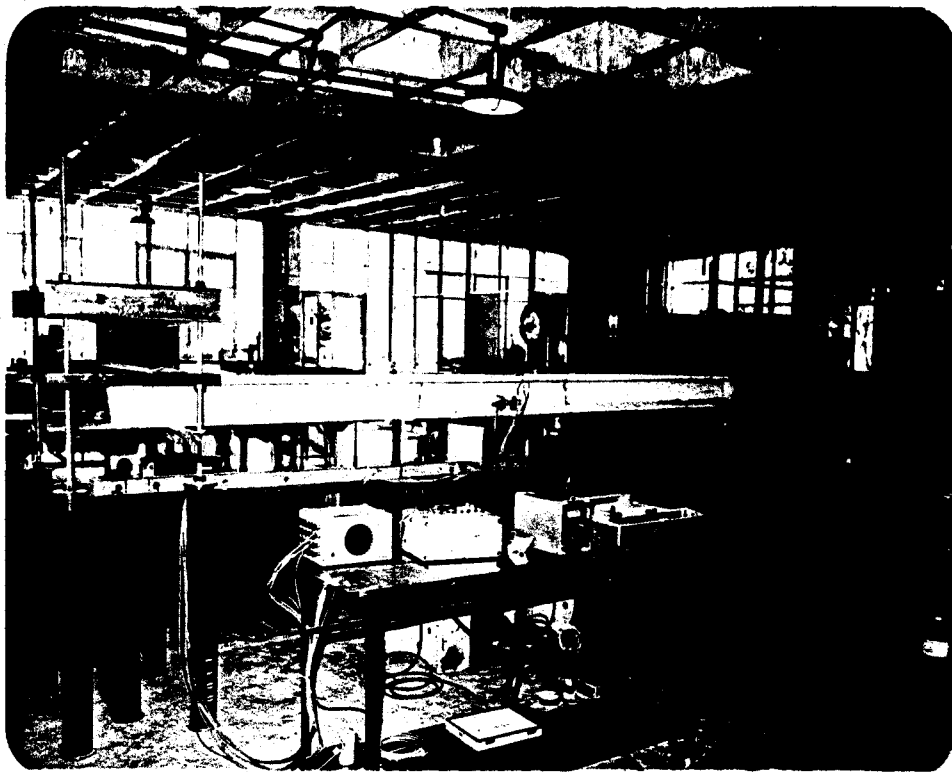


Foto 6.4 - Vista geral de um ensaio

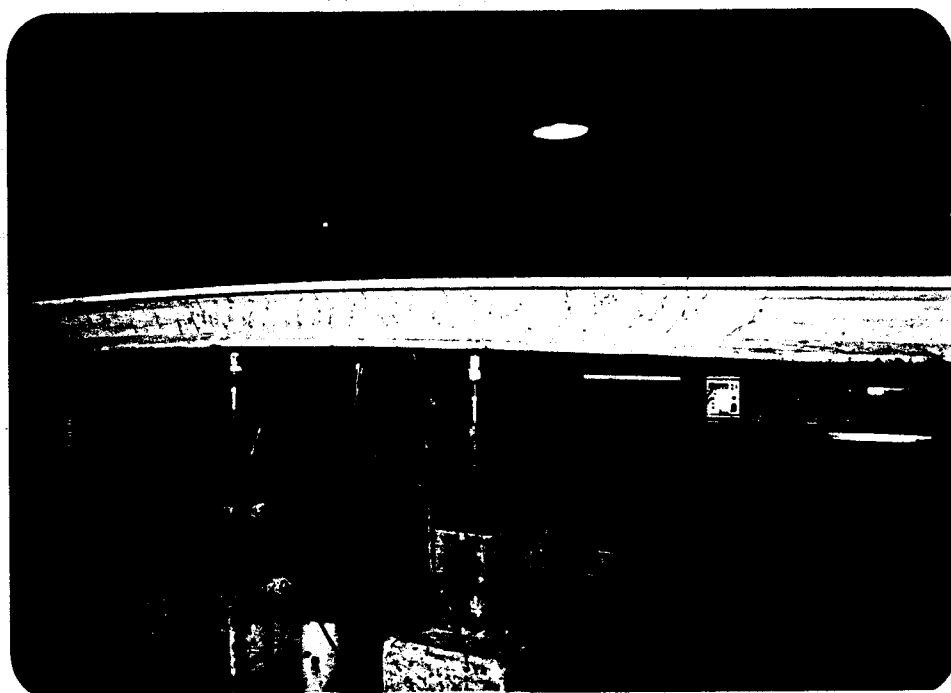


Foto 6.5 - Modelo FIII18L após a retirada dos comparadores próximo à ruína.

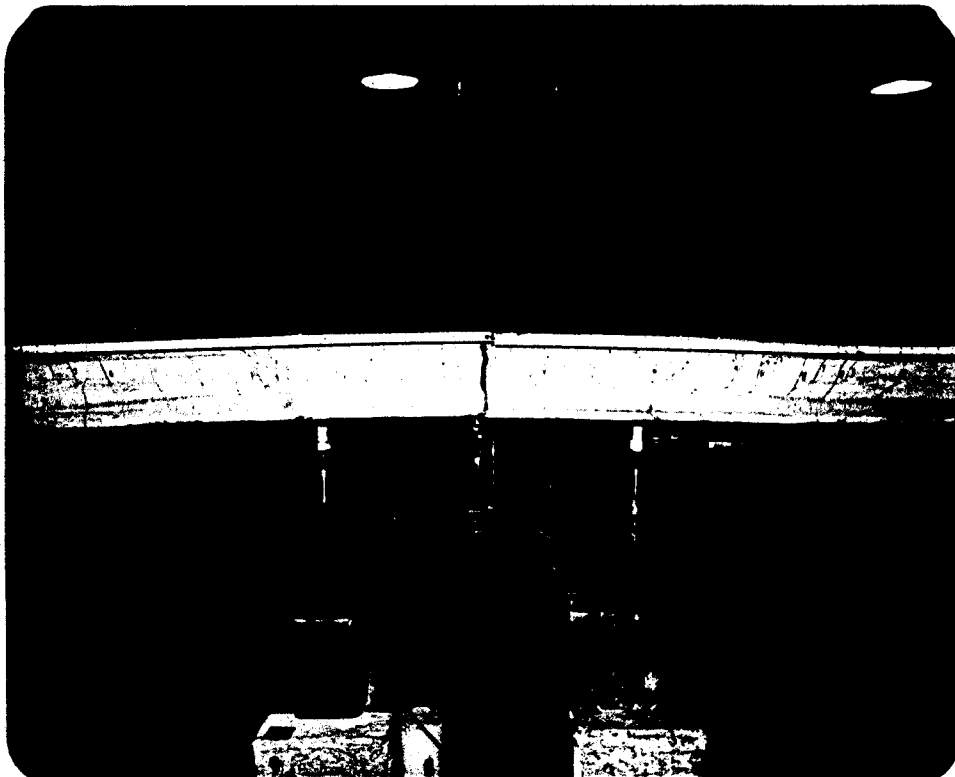


Foto 6.6 - Ruptura do modelo FIII18L

## 6.2 - RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados experimentais observados, estão apresentados no apêndice C, também em forma de planilhas, sendo que: na 1ª página apresentam-se os resultados do controle da resistência da argamassa, bem como o diagrama tensão-deformação dos corpos-de-prova, com respectivo módulo de deformação longitudinal tangente na origem, obtidos nos corpos-de-prova instrumentados.

Na página seguinte mostra-se uma tabela com os deslocamentos transversais absolutos e apresentam-se os respectivos diagramas força-deslocamento dos defletômetros D3, D4 e D5, devidamente corrigidos com os movimentos dos apoios registrados em D1 e D2.

A 3ª página mostra as deformações medidas com extensômetros elétricos, posicionados na argamassa, na borda comprimida, e na armadura complementar. Deformações de tração são convencionadas nos diagramas força-deformação

como sendo positivas.

As deformações da argamassa nas mesas tracionada e comprimida, medidas com extensômetros mecânicos, são apresentadas na 4ª página com respectivos diagramas força-deformação obtidos.

Finalizando mostram-se duas páginas com o desenvolvimento da fissuração observada durante o ensaio. Apresentando-se o valor das aberturas das fissuras e os espaçamentos, observados depois do ensaio concluído, medindo-se as distâncias entre as fissuras, nas regiões estabelecidas para observação (Fig. 6.10).

Nas Fotos 6.7 e 6.8 pode ser observada a configuração final de fissuras na mesa tracionada, dos modelos com tela de chapa de aço expandida, na disposição longitudinal e transversal respectivamente. Para efeito de comparação mostram-se nas Fotos 6.9 e 6.10, a configuração de fissuras de dois modelos ensaiados no trabalho de GIONGO<sup>(22)</sup>, armados com tela soldada.

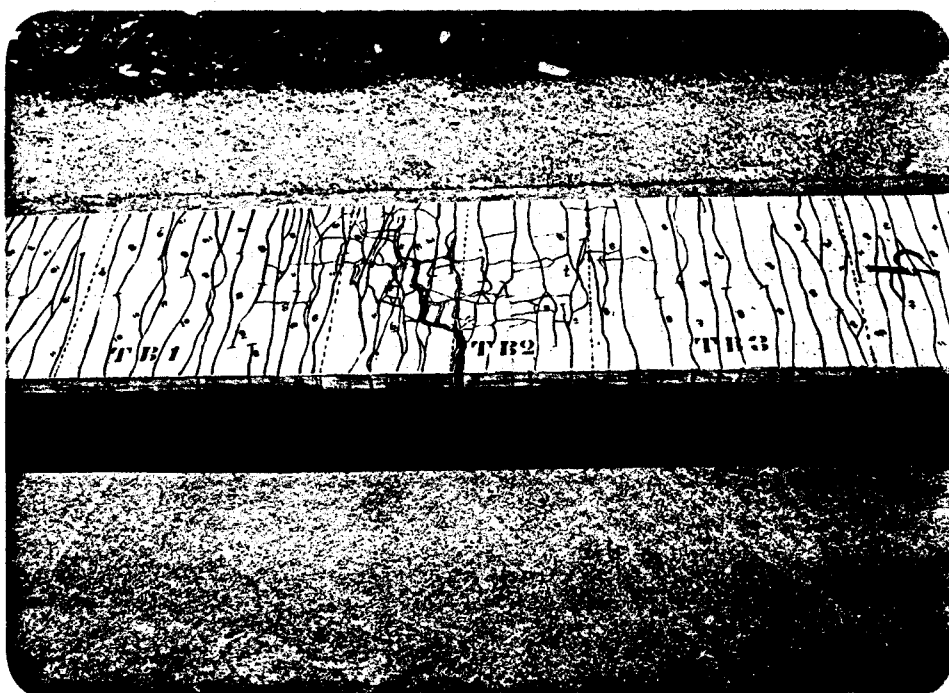
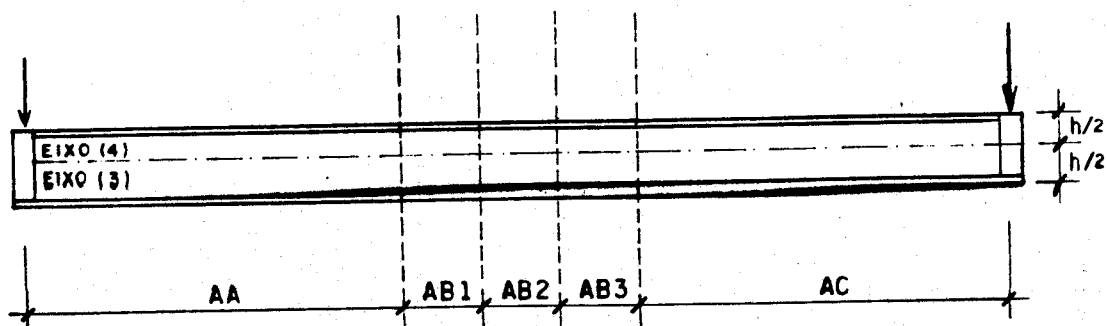
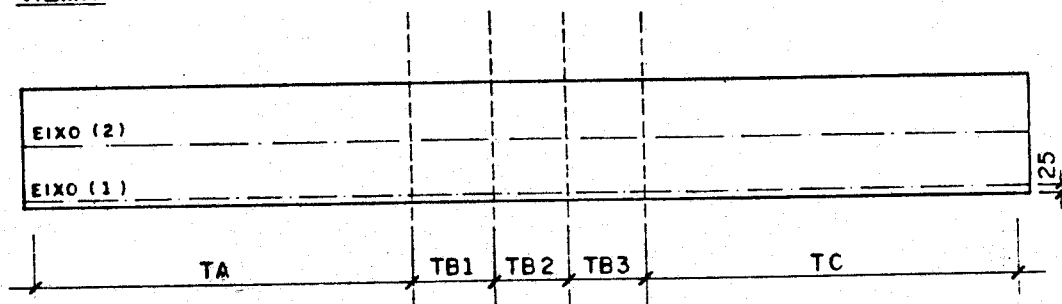


Foto 6.7 - Configuração de fissuras final do modelo FIII18L

POSIÇÃO DO MODELO NO ENSAIO



ALMA



MESA TRACIONADA

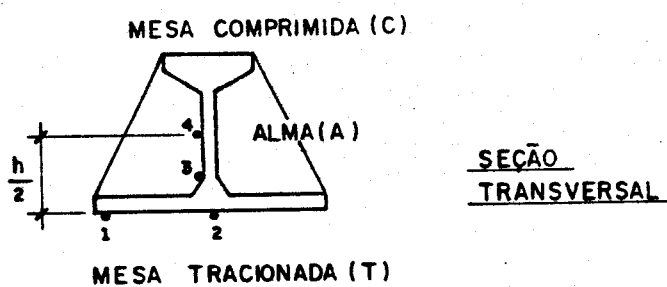


Fig. 6.10 - Regiões de observação de fissuras

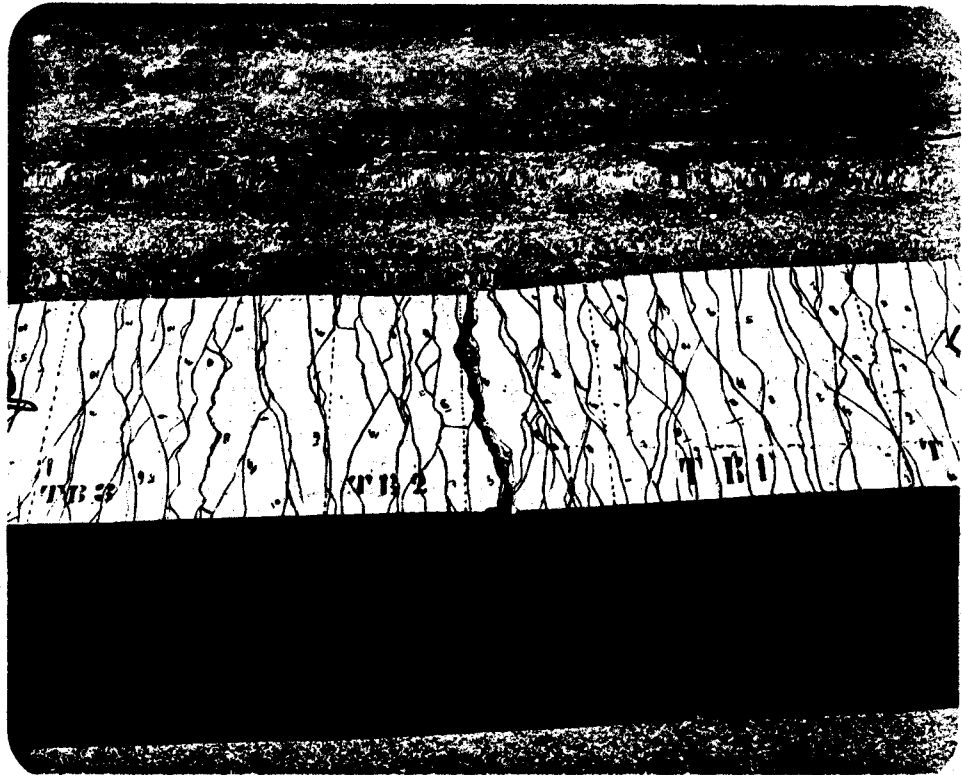


Foto 6.8 - Configuração de fissuras final do modelo FIII18T



Foto 6.8 - Configuração de fissuras final do modelo 2/2, armado com tela soldada ensaiado por Giongo<sup>(22)</sup>.



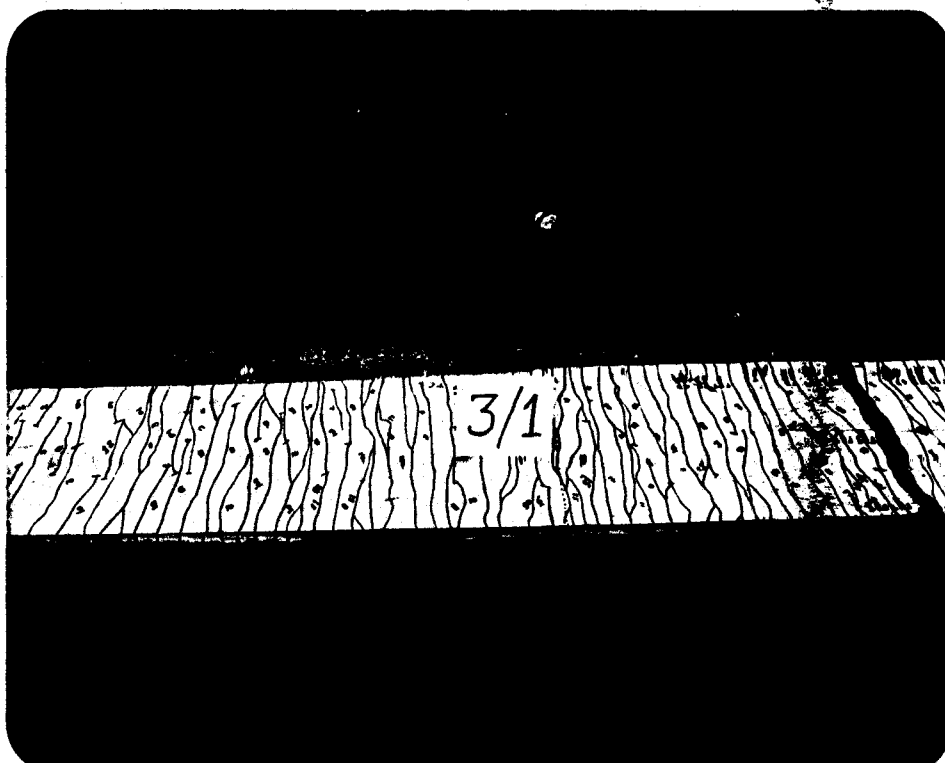


Foto 6.10 - Configuração de fissuras final do modelo 3/1, armado com tela soldada ensaiado por Giongo<sup>(22)</sup>.

### 6.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 6.3.1 - INTRODUÇÃO

A análise dos resultados obtidos nos ensaios dos perfis seguiu o mesmo roteiro desenvolvido no capítulo 5 (item 5.3.1), quando se apresentou o comportamento geral dos ensaios de flexão das placas.

#### 6.3.2 - MOMENTO FLETOR DE FISSURAÇÃO

O momento fletor de fissuração, foi calculado segundo as recomendações do projeto de norma brasileira

para argamassa armada.<sup>(6)</sup> As hipóteses de cálculo com as quais se elaboram equações no chamado Estádio Ib, estão apresentadas no item 5.3.2 (Fig. 5.12). Com estas hipóteses montam-se equações de equilíbrio para as forças normais e compatibilidade de deformações que, convenientemente desenvolvidas, fornecem a posição da linha neutra e o valor do momento fletor de fissuração.

Giongo<sup>(22)</sup> apresenta as deduções das equações que fornecem o valor do momento fletor de fissuração para seção duplo T ou a ela transformável, analisando os três casos possíveis para a posição da linha neutra: linha neutra posicionada na mesa comprimida, na alma e na mesa tracionada.

A posição da L. N. é determinada fazendo-se a soma das forças axiais que agem na seção transversal igual a zero e o momento fletor de fissuração é calculado, determinando-se o momento resultante das forças axiais, elegendo-se para polo um ponto conveniente da seção transversal.

Os valores teóricos do momento fletor de fissuração, foram calculados usando-se programa desenvolvido por Gil<sup>(26)</sup>, que utiliza as deduções de Giongo. O valor experimental desse momento fletor foi obtido como sendo o correspondente à força que provoca o aparecimento da 1ª fissura.

Na Tabela 6.2, apresenta-se uma comparação entre os valores obtidos experimentalmente e aqueles determinados teoricamente.

Tabela 6.2 - Comparação de valores experimentais e teóricos

MOMENTO FLETOR DE FISSURAÇÃO (kN.cm)			
SÉRIE	$M_{r,exp.}$	$M_{r,teo.}$	$M_{r,exp.}/M_{r,teo.}$
FIII18L	487,50	369,80	1,318
FIII18T	300,00	316,97	0,946

### 6.3.3 - RESISTÊNCIA NO ESTADO LIMITE ÚLTIMO

A verificação da segurança à ruptura dos perfis, que consiste na determinação de um momento fletor de ruptura, foi efetuada segundo as recomendações do projeto de norma<sup>(6)</sup> que adota as hipóteses prescritas pela NBR 6118/80, descritas no item 5.3.3 deste trabalho.

A partir das hipóteses de cálculo estabelecidas, montam-se equações de equilíbrio e de compatibilidade de deformações. Pode-se determinar o valor do momento fletor resistente de cálculo, sendo conhecidas as resistências dos materiais (armaduras e argamassa).

O momento fletor resistente de cálculo, foi determinado a partir de expressões deduzidas por Giongo, onde são consideradas as contribuições dos fios longitudinais das telas, posicionadas paralelamente ao eixo longitudinal da peça na alma, em diversos níveis pré-definidos. Na determinação de tais valores, foi utilizado o mesmo programa e foram feitas as mesmas adaptações apresentadas no item 5.3.3 para as placas submetidas a flexão.

A Tabela 6.3 apresenta os valores experimentais e teóricos obtidos, de onde se pode concluir que, como no caso das placas, obteve-se uma boa avaliação do momento fletor de ruptura através do programa. Deve-se ressaltar que nas situações de projeto, são utilizados valores característicos para as resistências das armaduras e argamassa, além de se trabalhar com coeficientes de minoração das resistências e majoração das solicitações, para se obter valores de cálculo. Portanto os valores obtidos nos ensaios de tração são aceitáveis, como indicativos para projeto.

Tabela 6.3 - Comparação de valores experimentais e teóricos

MOMENTO FLETOR DE RUPTURA (kN.cm)			
SÉRIE	$M_{u,exp.}$	$M_{u,teo.}$	$M_{u,exp.} / M_{u,teo.}$
FIII18L	2020,50	1988,37	1,016
FIII18T	1381,50	1470,20	0,940

#### 6.3.4 - ESTADOS DE UTILIZAÇÃO

As deformações obtidas na face comprimida da viga ( $\epsilon_{c,exp}$ ) e na armadura complementar ( $\epsilon_{s,exp}$ ) (Tabelas 6.4 e 6.5), representam as médias dos valores medidos com os extensômetros elétricos.

A linha neutra foi calculada seguindo-se a hipótese de que as seções planas permanecem planas após as deformações. Considerando-se a compatibilidade de deformações, para peças submetidas à flexão simples, com armadura simples pode-se escrever:

$$\frac{\epsilon_{c,exp}}{x} = \frac{\epsilon_{s,exp}}{d - x} \quad \dots (6.1)$$

O cálculo das taxas de armadura  $\rho_r$  foi efetuado com a seguinte expressão:

$$\rho_r = A_s / A_{cr} \quad \dots (6.2)$$

onde:

$A_s$  = área de armadura posicionada a baixo da linha neutra;

$A_{cr}$  = área de argamassa interessada na fissuração, tomada por hipótese como sendo:

$$A_{cr} = b_{fi} \cdot h_{fi} + b_v \cdot (h - x) \quad \dots (6.3)$$

As aberturas de fissuras foram acompanhadas para todas as etapas de carga, sendo escolhida uma fissura no trecho TB2 (Fig. 6.10). Para comparação, calcula-se o valor da abertura de fissuras com o programa já mencionado. Para o cálculo da abertura média experimental adotou-se o valor do espaçamento médio experimental do referido trecho de observação em cada um dos modelos.

O programa fornece também, os valores das deformações na borda comprimida e na armadura complementar posicionada na mesa tracionada, com as respectivas tensões. Nesses cálculos utilizaram-se as hipóteses de cálculo no Estádio II, que eram consideradas válidas, quando o momento fletor de serviço, fornecido como um dado ao programa, gerava tensão na borda comprimida menor que a tensão de serviço, isto é,  $\sigma_c < 0,95f_c$ .

Os valores dos deslocamentos transversais, foram calculados a partir da equação diferencial da elástica. Para vigas simplesmente apoiadas, submetidas a cargas concentradas equidistantes dos apoios, a eq. 6.4, conforme Pinheiro<sup>(31)</sup>, fornece o valor do deslocamento no meio do vão.

$$a = F.b.(3.l^2 - 4.b^2)/(24.E_c.I) \quad \dots (6.4)$$

onde:

- F = força aplicada;
- b = distância do centro dos apoios ao ponto de aplicação da força;
- l = vão livre;
- $E_c$  = módulo de deformação longitudinal da argamassa na origem;
- I = momento de inércia.

Analogamente ao que foi desenvolvido no cap. 5, para a avaliação teórica dos deslocamentos foi considerado um comportamento da viga no Estádio I, onde se adotou um momento de inércia de seção não-fissurada  $I = I_I$ , até a etapa cuja força é superior à força de fissuração,

passando-se então a utilizar uma inércia equivalente  $I = I_{eq}$ , calculada pela eq. 5.14.

Nas tabelas 6.4 e 6.5 são apresentados, para os modelos ensaiados, todos os valores teóricos e experimentais mencionados. Para efeito de comparação, apresentam-se também nas Figuras 6.11 e 6.12, os diagramas força-deslocamento central teórico e experimental de ambos os modelos ensaiados.

Ambos os modelos romperam por flexão; observou-se que o modelo FIII18L apresentou deformação na armadura mais tracionada bem próxima à deformação de escoamento ( $\epsilon_y$ ) do valor médio adotado (tabela 3.1) para os fios de aço da armadura complementar (aco CA - 60), que eram de 4,2mm. O modelo FIII18T apresentou valores acima dos apresentados na tabela 3.2, cujos fios eram de 4,5mm.

A viga armada com tela na disposição longitudinal apresentou um momento fletor de fissuração 60% maior que aquele com tela na disposição transversal. Deve-se ressaltar que o segundo modelo apresentou uma resistência à tração da argamassa, obtida nos ensaios dos corpos-de-prova, 16% menor que no primeiro.

As relações  $M_r/M_u$  obtidas foram 21,72% e 24,13% para os modelos FIII18T e FIII18L, respectivamente. O retardamento do aparecimento de fissuras visíveis observado no segundo modelo, está diretamente relacionado com uma maior taxa de armadura observada no modelo FIII18L, em função de se usar a tela na disposição longitudinal, que apresenta uma malha com menor espaçamento entre os supostos fios longitudinais da tela, favorecendo dessa forma, como mencionado no capítulo 1, o processo de microfissuração.

Como pode ser observado nas Tabelas 6.4 e 6.5, uma abertura de fissura da ordem de 0,10mm, foi verificada para tensões em torno de 300MPa. Para este nível de tensão o modelo FIII18L apresentou deformações na armadura complementar de 1,74%, enquanto no modelo FIII18T foi de 1,523%. Porém, o segundo modelo estava submetido a uma força da ordem de 3,5kN enquanto no primeiro era de 6,5kN.

TABELA 6.4 - ESTADO DE UTILIZAÇÃO (SÉRIE FIII18L)

F (kN)	M (kNm)	M/M <sub>u</sub> (%)	$\epsilon_{t,exp}$ (‰)	$\epsilon_{c,exp}$ (‰)	$\epsilon_{c,teo}$ (‰)	$\epsilon_{s,exp}$ (‰)	$\epsilon_{s,teo}$ (‰)	$\rho_{r,exp}$ (%)
0,50	0,75	3,71	0,023	0,055	0,061	0,027	0,112	
1,00	1,50	4,42	0,030	0,090	0,124	0,045	0,225	
1,50	2,25	11,14	0,066	0,130	0,189	0,062	0,337	
2,00	3,00	14,85	0,075	0,170	0,257	0,085	0,449	
2,50	3,75	18,56	0,165	0,225	0,328	0,125	0,561	
3,00	4,50	22,27	0,420	0,305	0,402	0,547	0,674	
3,50	5,25	25,98	0,603	0,375	0,479	0,702	0,786	1,657
5,00	7,50	37,12	1,076	0,625	0,739	1,232	1,123	1,649
6,50	9,75	48,25	1,383	0,865	1,069	1,740	1,459	1,641
8,00	12,00	59,39	1,886	1,155	1,623	2,325	1,796	1,640
9,50	14,25	70,53	2,440	1,490		2,957		1,639
11,00	16,50	81,66	3,000	1,925		3,807		1,639
11,50	17,25	85,37	3,276	2,145		4,245		1,640
12,50	18,75	92,79	4,483	2,660		6,065		1,629

F (kN)	$\sigma_{s,exp}$ (MPa)	$x_{teo}$ (mm)	$x_{exp}$ (mm)	$w_{exp}$ (mm)	$w_{m,exp}$ (mm)	$a_{exp}$ (mm)	$a_{teo}$ (mm)
0,50	5,786		127,27			0,60	0,59
1,00	9,643		126,50			1,02	1,17
1,50	13,286		128,47			1,50	1,76
2,00	18,214		126,50			1,99	2,34
2,50	26,786		121,98			2,62	3,01
3,00	117,214		69,93			3,51	4,90
3,50	150,429	62,57	66,07	0,05	0,02	4,62	7,00
5,00	264,000		63,86	0,09	0,03	11,62	13,31
6,50	372,857		63,01	0,10	0,05	17,35	19,11
8,00	498,214		62,98	0,12	0,07	24,28	24,51
9,50	678,000		63,57	0,13	0,08	31,38	
11,00	786,000		63,72	0,15	0,11	39,16	
11,50	825,000		63,69	0,16	0,12	42,22	
12,50	888,000		57,85	0,25	0,17		

$s_{exp} = 28mm$

TABELA 6.5 - ESTADO DE UTILIZAÇÃO (SÉRIE F11118T)

F (kN)	M (kNm)	M/M <sub>u</sub> (%)	$\epsilon_{l,exp}$ (‰)	$\epsilon_{c,exp}$ (‰)	$\epsilon_{c,teo}$ (‰)	$\epsilon_{s,exp}$ (‰)	$\epsilon_{s,teo}$ (‰)	$\rho_{r,exp}$ (%)
0,50	0,75	5,43	0,055	0,085	0,069	0,073	0,146	
1,00	1,50	10,86	0,065	0,120	0,141	0,090	0,293	
1,50	2,25	16,29	0,150	0,165	0,215	0,120	0,440	
2,00	3,00	21,72	0,190	0,255	0,374	0,483	0,587	1,316
2,50	3,75	27,14	0,320	0,380	0,459	0,817	0,733	1,366
3,00	4,50	32,57	0,470	0,510	0,551	1,153	0,880	1,368
3,50	5,25	38,00	0,555	0,615	0,866	1,523	1,026	1,373
5,00	7,50	54,29	0,840	0,915	1,312	2,180	1,466	1,378
6,50	9,75	70,58	1,225	1,330		3,100		1,382
8,00	12,00	86,86	1,880	2,050		5,550		1,374
8,50	14,25	92,29	2,245	2,445		7,337		1,371

F (kN)	$\sigma_{s,exp}$ (MPa)	$x_{teo}$ (mm)	$x_{exp}$ (mm)	$w_{exp}$ (mm)	$w_{m,exp}$ (mm)	$a_{exp}$ (mm)	$a_{teo}$ (mm)
0,50	14,428		102,08			0,92	0,62
1,00	17,788		108,43			1,36	1,25
1,50	23,717		109,85			1,88	1,87
2,00	95,462		65,56			3,30	2,50
2,50	161,475		60,24			6,40	4,30
3,00	227,884	57,31	58,19	0,08	0,03	10,36	6,80
3,50	301,012		54,58	0,09	0,04	13,21	9,48
5,00	511,390		56,09	0,13	0,05	22,61	17,30
6,50	612,660		56,98	0,14	0,07	31,89	24,39
8,00	688,610		51,18	0,20	0,13	50,39	
8,50	734,180		47,43			78,13	

$s_{exp} = 24mm$



DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

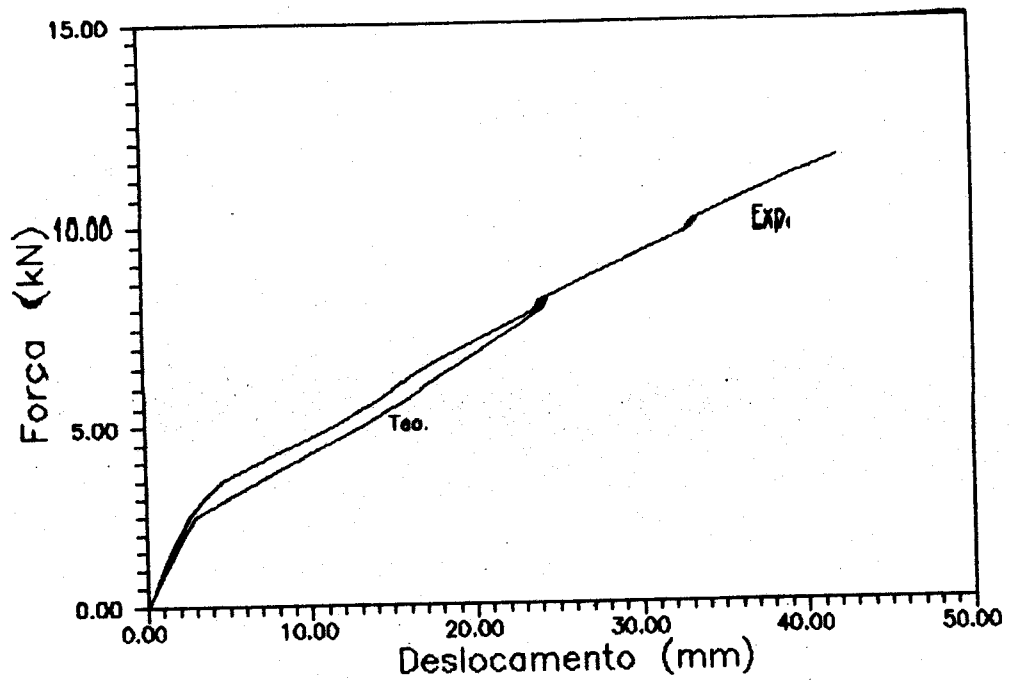


Fig. 6.11 - Modelo FIII18L

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL

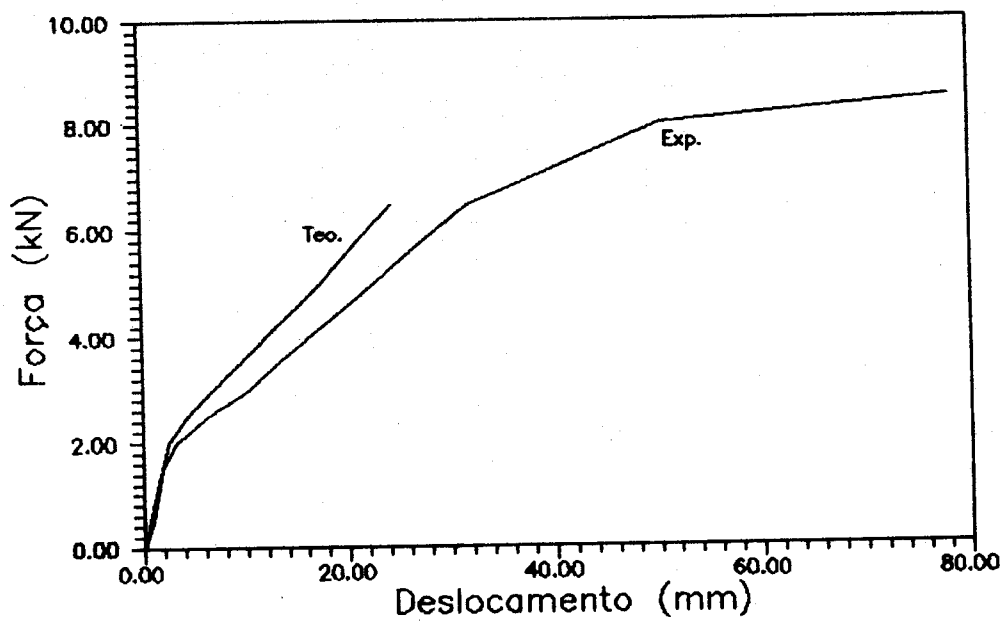


Fig. 6.12 - Modelo FIII18T

Com isso pode-se concluir que a tela usada na disposição transversal, não oferece mesmo desempenho, no tocante a controle de fissuração, talvez devido a tendência de rasgamento nas cruzetas da tela.

Como pode ser observado nas Tabelas 6.4 e 6.5, as aberturas médias de fissura ( $w_{m,exp}$ ), calculadas a partir dos valores dos espaçamentos médios ( $s_{exp.}$ ) e da deformação da armadura complementar ( $\epsilon_{s,exp.}$ ), medidos experimentalmente durante os ensaios, foram diferentes dos valores medidos ( $w_{exp.}$ ) nas diversas etapas de carregamento.

Em modelos ensaiados com telas soldadas (Giongo<sup>(22)</sup>), que apresentavam taxas de armaduras semelhantes as usadas neste trabalho, as fissuras com abertura de 0,10mm surgiram para relações  $M/M_u$  da ordem de 62% contra 48,25%, dos modelos armados com tela de chapa de aço expandida. Em ambas as situações, o espaçamento médio experimental entre fissuras observado foi de 28mm.

Nos deslocamentos transversais indicados nas Tabelas 6.3 e 6.4, e Figuras 6.11 e 6.12, pode-se ver que, para o modelo FIII18L, obtiveram-se bons resultados para os valores teóricos, calculados pelo programa quando comparados com os experimentais. Enquanto que no modelo FIII18T os resultados não foram bons, além do que este modelo apresentou-se mais deformável, em função de um menor módulo de deformação longitudinal, obtido nos ensaios dos corpos-de-prova instrumentados, como apresentado no apêndice 3. Outro fator foi a maior deformabilidade da tela na disposição transversal.

O fato dos deslocamentos teóricos no segundo modelo serem inferiores aos experimentais, pode ser explicado também em função das simplificações impostas (ver item 5.3.3), para determinação da relação constitutiva da tela, o que não foi possível determinar com precisão nos ensaios de tração realizados.

## CAPÍTULO 07 - CONCLUSÕES

O potencial de aplicação das telas de chapa de aço expandida em elementos de argamassa armada ficou aqui evidenciado. Tanto para a produção industrializada de pré-moldados leves, como na execução artesanal de diversos elementos, como pôde ser visto no capítulo 2. Deve ser registrado também que, além do processo produtivo de telas, já apresentado, existe um outro, utilizado no exterior, baseado na expansão lateral de chapas, após uma série de cortes iniciais. Este processo promove um substancial aumento na produtividade, sendo assim mais um fator para redução do custo final do produto, o que compactua com a necessidade de se produzir uma argamassa armada mais barata, mantendo-se o mesmo nível de desempenho no tocante às suas características principais de controle da fissuração e produção de peças com pequena espessura.

O estudo experimental efetuado possibilitou uma melhor compreensão do comportamento estrutural de elementos e permitiu o estabelecimento de critérios provisórios para especificação da tela expandida em projetos de componentes e obras de argamassa armada, explorando dessa forma o seu potencial de aplicação.

A partir desta análise experimental dos elementos armados com tela de chapa de aço expandida, pode-se concluir que:

- para a disposição longitudinal, as telas de chapa de aço expandida empregadas apresentaram resistência última na tração simples da ordem de 438MPa, enquanto que para a disposição transversal foi observada uma resistência última de 298MPa;

- a resistência última da tela na disposição transversal foi cerca de 65% da resistência última na disposição longitudinal. Essa relação foi maior que a indicada nas referências bibliográficas (10 a 20%), isso

pode estar relacionado com o tipo de material (aço) que é empregado no Brasil para a produção das telas, ou também, uma consequência direta do tipo de ensaio realizado.

- No que diz respeito à capacidade de suportar as solicitações, durante a vida útil do elemento, analisada no item 4.3.2, pode-se estabelecer um critério preliminar para dimensionamento. Adotando por exemplo o valor de 300MPa, como valor da resistência característica de escoamento na tração, para tela na disposição longitudinal e 150MPa para a disposição transversal. Não deve ser esquecido que, nas situações de projeto, como consequência da falta de conhecimento sobre as condições de controle de qualidade durante o processo construtivo e as reais condições de uso, este valor, admitido como característico, ainda sofrerá os efeitos da majoração das solicitações e da minoração da resistência dos materiais,  $\gamma_s$  (aço) e  $\gamma_c$  (concreto);

- as verificações teóricas de estado limite último para os ensaios de flexão de placas e perfis, apresentadas nos capítulos 5 e 6, efetuadas com os valores experimentais de resistência última determinadas nos ensaios de tração, comprovam a possibilidade de utilização do parâmetro de resistência de projeto estabelecido para a tela, sob tais condições de utilização;

- com respeito ao processo de fissuração, não foi possível estabelecer uma relação confiável entre abertura de fissuras e deformações na armadura complementar, uma vez que os valores observados nos ensaios das placas foram diferentes daqueles encontrados para os perfis. Pode-se, entretanto, estabelecer que, mantendo-se as tensões na armadura complementar em torno de 300MPa, obtêm-se aberturas de fissuras da ordem de 0,10mm, independentemente da disposição da tela;

- nos modelos armados apenas com tela, sem armadura complementar, a disposição longitudinal da tela apresentou melhor comportamento, obtendo-se um menor espaçamento entre fissuras, com menores aberturas para

mesmos níveis de tensão;

- a influência da disposição da tela, bem como do tipo de tela, são observadas nas Fotos 6.7 e 6.8; para a disposição transversal, notou-se uma tendência das fissuras acompanharem o desenho das malhas das telas, principalmente nas etapas finais de carregamento. Os modelos com telas soldadas apresentam uma distribuição de fissuras mais regular, porém com um espaçamento e abertura um pouco maiores (Fotos 6.9 e 6.10).

A utilização do cimento portland de alta resistência inicial, possibilitou desmoldagens com menores prazos, o que veio a agilizar a execução de todos os ensaios, sendo portanto, plenamente viável sua utilização em elementos de argamassa armada.

Dando continuidade ao estudo da argamassa armada com tela de chapa de aço expandida, pode-se partir para o estudo específico de componentes, por exemplo painéis de fechamento e outros elementos, armados com este tipo de tela, para que desta forma se possa ter uma idéia mais ampla do potencial de utilização do material. É necessário também, que se promova uma difusão do uso do material no mercado da Construção Civil, elaborando-se catálogos específicos, manuais, etc., e que se garanta a oferta, para que se possa utilizar este tipo de tela em outras aplicações, além das já conhecidas e apresentadas no capítulo 2.

Pode-se estudar novas formas de se efetuar ensaios de tração, talvez com um outro tipo de equipamento para aplicação de força, ou um meio que evite as tendências de fechamento dos cordões e corte das cruzetas quando da aplicação da força, para que se consiga estabelecer uma relação constitutiva para o material, facilitando sua utilização por meio de programas já elaborados.

Deve-se também estudar a associação da tela com outros tipos, como discutido por Hanai<sup>(10)</sup>, por exemplo uma tela soldada de maior abertura, formando compostos que

POSSAM PROMOVER um melhor controle da fissuração.

Também pode-se explorar mais a análise dos perfis, inclusive partindo para estudo da ruptura por cisalhamento e a possível melhoria que esta tela pode promover nestes casos.

Concluindo, espera-se que este trabalho tenha alcançado o objetivo maior de contribuir para o desenvolvimento da tecnologia da argamassa armada no Brasil, apresentando para isso uma alternativa de armadura difusa que demonstra um grande potencial, a ser melhor aproveitado. Entende-se que esta afirmativa não pode ser assumida simplesmente como uma proposta de substituição às telas soldadas, usualmente empregadas, pois existem situações em que estas prevalecem, por apresentarem outras características de resistência e trabalhabilidade.

O importante é que os aspectos fundamentais de um projeto (segurança e economia), estejam sempre presentes, considerando o atual estágio da argamassa armada e as suas reais possibilidades de adequação tecnológica.

CAPÍTULO 08 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E  
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

8.1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - HANAI, J. B. Argamassa armada: fundamentos tecnológicos para projeto e execução. São Carlos, EESC-USP, 1987. 261p. (Tese de livre-docência).
- 02 - HANAI, J. B. Construções em argamassa armada: situação, perspectivas e pesquisas. São Carlos, EESC-USP, 1981. 300p. (Tese de doutorado).
- 03 - PAUL, B. K. & PAMA, R. P. Ferrocement. Bangkok, Thailand, International Ferrocement Information Center, 1978. 149p.
- 04 - COMITE FEDERAL DO CONSELHO DE MINISTROS DA URSS PARA ASSUNTOS DE ESTRUTURA. Instruções para o projeto de estruturas de argamassa armada (ferro-cimento). s.n.t. 60p. (Trad. em espanhol do original russo) (SN 366-77).
- 05 - BALLARIN, A. W. Propriedades mecânicas da argamassa armada com telas soldadas. São Carlos, EESC-USP, 1989. 116p. (Dissertação de mestrado).
- 06 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de argamassa armada. São Paulo, ABNT, 1989. 19p. (Projeto CE-18:05.14-001/89).

- 07 - LIBÓRIO, J. B. L. Estudo patológico de construções de argamassa armada existentes no Brasil. São Carlos, EESC-USP, 1990. (Tese de doutorado).
- 08 - HANSON, J. M.; SHAH, S. P.; HARMON, J. D. Use of expanded metal as reinforcement in concrete slabs. ACI Journal, Proceedings, 73(2): 97-103, Fev. 1976.
- 09 - Contractor's rebar substitute saves time, money. Engineering News-record, 192(7): 17-18, Fev. 1974.
- 10 - COLLEN, L. D. G. apud IORNS, M. E. & WATSON, L. L. Ferrocement boats with expanded metal. Journal of Ferrocement, 7(1); 1-8, July, 1977.
- 11 - BYRNE, J. G. & WRIGHT, W. An investigation of ferro-cement using expanded metal. Constructional Engineering: 429, Dec. 1961.
- 12 - IORNS, M. E. & WATSON, L. L. Ferrocement boats with expanded metal. Journal of Ferrocement, 7(1): 1-8, July, 1977.
- 13 - JOHNSTON, C. D. & MOWAT, D. N. Ferrocement-material behavior in flexure. Journal of the Structural Division, ASCE: 2053-2069, Oct. 1974.
- 14 - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Committee 549. State-of-the-art report on ferrocement. Concrete International, 4(8): 13-88, Aug. 1982. (ACI 549R-82).
- 15 - JOHNSTON, C. D. & MATTAR, S. G. Ferrocement behavior in tension and compression. Journal of the Structural Division, ASCE, 102(5): 875-889, May, 1976.



- 16 - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Committee 549. Guide for the design, construction and repair of ferrocement. ACI Structural Journal, 85 (3): 325-351, May-June, 1988. (ACI 549.1R-88).
- 17 - NANNI, A. & HASHIM, S. Splicing of expanded metal mesh in ferrocement. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FERROCEMENT, 3rd., Roorkee, India, 8-10 Dec. 1988. Proceedings. p. 66-73.
- 18 - GIL, L. S. & GIONGO, J. S. Vigas de argamassa armada usando tela de chapa de aço expandida e tela soldada. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 7., São Carlos, SP, dez. 1988. Anais.
- 19 - CARNEIRO, F. A.; SANTOS, P. H. P. N.; ANDRADE FILHO, A. E. Instruções para construção de cisterna com ferrocimento artesanal. Fortaleza-CE, SETEC/NUTEC, 1987. 19p.
- 20 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, ABNT, 1980. 2p. (NBR 5733/80).
- 21 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, ABNT, 1987. 5p. (NBR 7217/87).
- 22 - GIONGO, J. S. Argamassa armada: dimensionamento de perfis submetidos à flexão - fundamentos e experimentação. São Carlos, EESC-USP, 1990. (Tese de doutorado).
- 23 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ensaio de cimento Portland. Rio de Janeiro, ABNT, 1982. 20p. (NBR 7215/82).

- 24 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, ABNT, 1980. 76p. (NBR 6118/80).
- 25 - LANGENDONCK, T. V. & MOLINARI, G. Resistência do concreto a tração na flexão. Engenharia, São Paulo, 4(43): 245-254, março 1946.
- 26 - GIL, L. S. Desenvolvimento de programas em microcomputador para sistematização do dimensionamento e análise dos resultados experimentais de elementos pré-moldados em argamassa armada. São Carlos, EESC-USP, 1989. (relatórios 1 e 2 - FAPESP 88/3634-7).
- 27 - SCHIEL, F. Introdução à resistência dos materiais. São Carlos, EESC-USP, 1983.
- 28 - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Committee 318 Building code requirements for reinforced concrete, Detroit, ACI, 1985, (ACI 318M-83).
- 29 - MOLLICA JUNIOR, S. O uso da tela soldada no combate à fissuração. São Paulo, IBTS, 1986. 76p.
- 30 - CUNHA, R. D. A. & BATISTA, A. P. C. Estudo de misturas de cimento, areia e pedrisco: microconcretos resistentes à tração. São Carlos, EESC-USP, 1988. 34p. (Trabalho apr. à disciplina "Seminários sobre Tecnologia da Argamassa Armada").
- 31 - PINHEIRO, L. M. Concreto armado: tabelas e ábacos. São Carlos, EESC-USP, 1986. 66p.

## 8.2 - BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- BALAGURU, P. N.; NAAMAN, A. E. ; SHAH, S. P. Analysis and behavior of ferrocement in flexure. Journal of the Structural Division, ASCE, 103 (ST10): 1937-51, Oct. 1977.
- DALLY, J. W. & RILEY, W. F. Experimental stress analysis. 2nd.ed. Tokyo, Mc Graw-Hill, 1987.
- EL DEBS, M. K. Contribuição ao projeto de galerias enterradas: alternativas em argamassa armada. São Carlos, EESC-USP, 1984. 303p. (Tese de doutorado).
- GIONGO, J. S. Exemplo prático de dimensionamento. São Paulo, ABCP, 1988. 34p.
- HANAI, J. B. Uma avaliação tecnológica da argamassa armada no Brasil. Trab. apres. ao II Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes da Construção Civil, Florianópolis, SC, 12-16 Set. 1989. 15p.
- IBRATEX PRODUTOS METÁLICOS E SINTÉTICOS LTDA. - Metal expandido: um desafio a sua imaginação (MEX-3188). Osasco, SP. s.d. (catálogo de produtos).
- IORNS, M. E. Mesh types commonly used in ferrocement. Journal of Ferrocement, 16(4): 451-455, Oct. 1986.
- MIGLIORE JUNIOR, A. R. Estruturas de contenção com elementos pré-moldados de argamassa armada. São Carlos, EESC-USP, 1987. 151p. (Dissertação de mestrado).
- NAAMAN, A. E. & RAMOS, C. Propriedades mecánicas del ferrocemento en traccio, flexion y compression. Boletín

IMME, 9(33/39): 3-50, Jun. 1971.

NAAMAN, A.E. Performance criteria for ferrocement.  
Journal of Ferrocement, 9(2): 75-92, April 1979.

OLIVEIRA JUNIOR, V & FERREIRA, O. P. Verificação da retração em concretos e argamassas de cimento. São Carlos, EESC-USP, 1988. 63p. (Trabalho apr. à disciplina "Seminários sobre tecnologia da Argamassa Armada").

PERMETAL S.A. - Metais Perfurados. Metal expandido Permetal. Guarulhos, SP. s.d (catálogo de produtos).

PINHEIRO, L.M. & GIONGO, J. S. Concreto armado: propriedades dos materiais. São Carlos, EESC-USP, 1986. 79p.

SANTOS, L. M. Cálculo de concreto armado. São Paulo, Edgard Blucher; LMS, 1977/81. v.1.

SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 1.: Argamassa armada, São Paulo, SP, 02-03 jun, 1986. Anais. São Paulo, EPUSP, 1986. 138p.

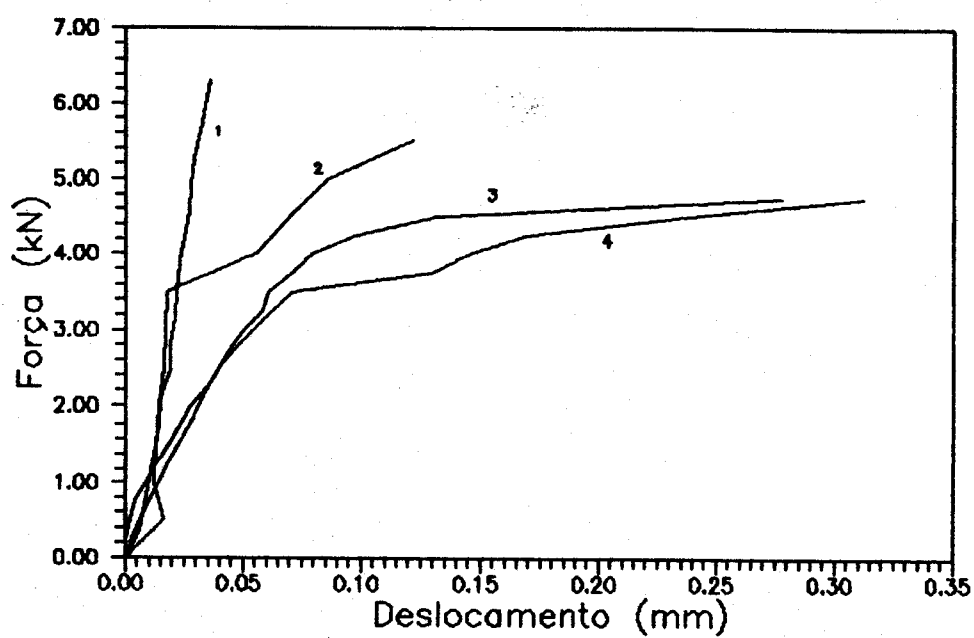
TAKEYA, T. Introdução a análise experimental de estruturas. São Carlos, EESC-USP, 1990, 27p.

**APÊNDICE 1**

**ENSAIOS DE TRAÇÃO**

# SÉRIE TL14

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaadas	Força de Ruptura (kN)
TL14 - 1c	5,65
TL14 - 2c	4,85
TL14 - 3	4,90
TL14 - 4	4,95

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 01

SÉRIE CORRESPONDENTE: TL14

MOLDAGEM - 29/08/89

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
01	3	AXIAL	81,25	41,38
02	3	AXIAL	86,25	43,93
03	3	AXIAL	85,00	43,29
04	7	DIAMETRAL	101,00	51,43
05	7	AXIAL	101,25	51,56
06	7	AXIAL	26,50	2,87
07	7	DIAMETRAL	96,25	49,02
08	7	AXIAL	100,00	50,93
09	7	AXIAL	21,50	2,33
10	7	DIAMETRAL	101,50	51,69
11	7	AXIAL	95,50	48,64
12	7	AXIAL	22,50	2,43

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c3} = 42,86$      $f_{c7} = 50,54$      $f_{t7} = 2,54$

ARGAMASSAGEM: 03

SÉRIE CORRESPONDENTE: TL14 complementar

MOLDAGEM - 13/09/89

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
25	7	AXIAL	85,00	43,29
26	7	DIAMETRAL	22,50	2,43
27	7	AXIAL	80,00	40,74
28	7	DIAMETRAL	21,25	2,29
29	7	AXIAL	81,25	41,38
30	7	DIAMETRAL	26,25	2,84

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c7} = 41,80$      $f_{t7} = 2,52$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL14-1

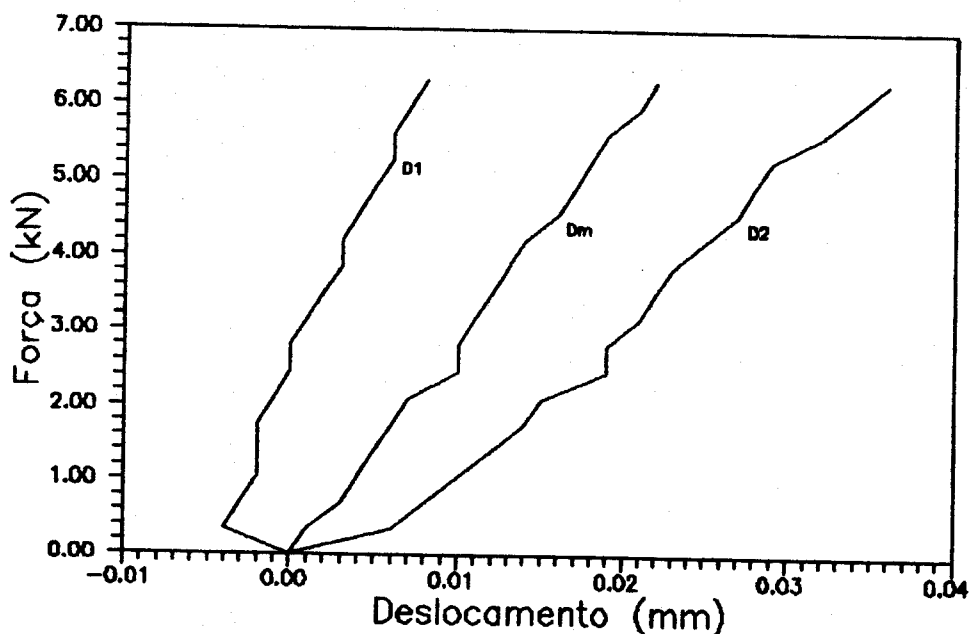
MOLDAGEM - 29/08/89

ENSAIO - 05/09/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	15h05	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h12	0,35	-0,004	0,006	0,001
2	15h14	0,70	-0,003	0,008	0,003
3	15h15	1,05	-0,002	0,010	0,004
4	15h16	1,40	-0,002	0,012	0,005
5	15h18	1,75	-0,002	0,014	0,006
6	15h19	2,10	-0,001	0,015	0,007
7	15h20	2,45	0,000	0,019	0,010
8	15h21	2,80	0,000	0,019	0,010
9	15h22	3,16	0,001	0,021	0,011
10	15h23	3,51	0,002	0,022	0,012
11	15h24	3,86	0,003	0,023	0,013
12	15h25	4,21	0,003	0,025	0,014
13	15h26	4,56	0,004	0,027	0,016
14	15h26	4,91	0,005	0,028	0,017
15	15h27	5,26	0,006	0,029	0,018
16	15h28	5,61	0,006	0,032	0,019
17	15h29	5,96	0,007	0,034	0,021
18	15h30	6,31	0,008	0,036	0,022

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL

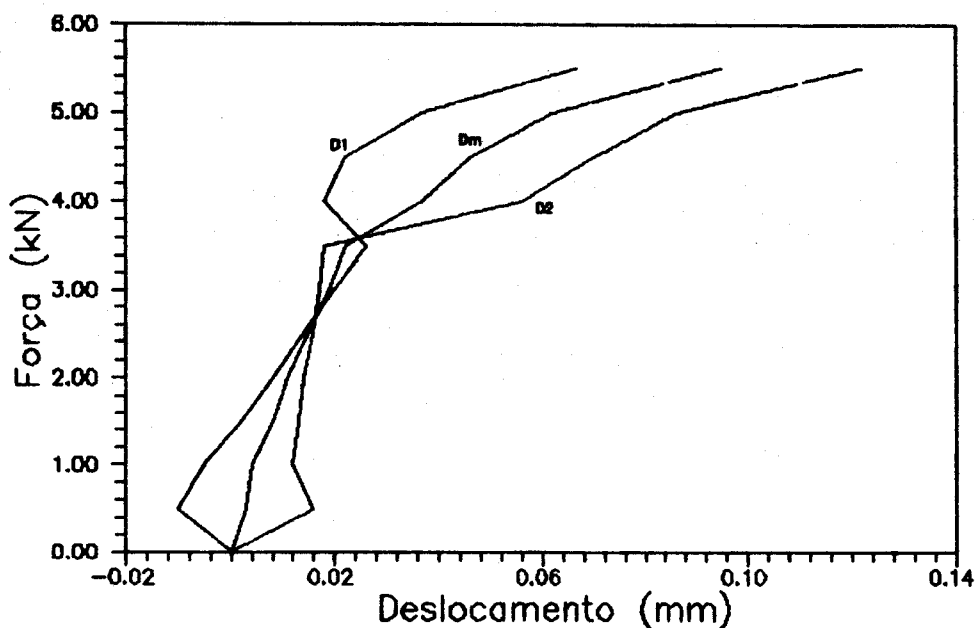




ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - TL14-2  
MOLDAGEM - 29/08/89 ENSAIO - 06/09/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h30	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h37	0,50	-0,010	0,016	0,003
2	08h39	1,00	-0,005	0,012	0,004
3	08h40	1,50	0,002	0,013	0,008
4	08h41	2,00	0,008	0,014	0,011
5	08h42	2,50	0,014	0,016	0,015
6	08h43	3,00	0,020	0,017	0,019
7	08h44	3,50	0,026	0,018	0,022
8	08h46	4,00	0,018	0,056	0,037
9	08h48	4,50	0,022	0,070	0,046
10	08h49	5,00	0,037	0,086	0,062
11	08h50	5,50	0,067	0,122	0,095

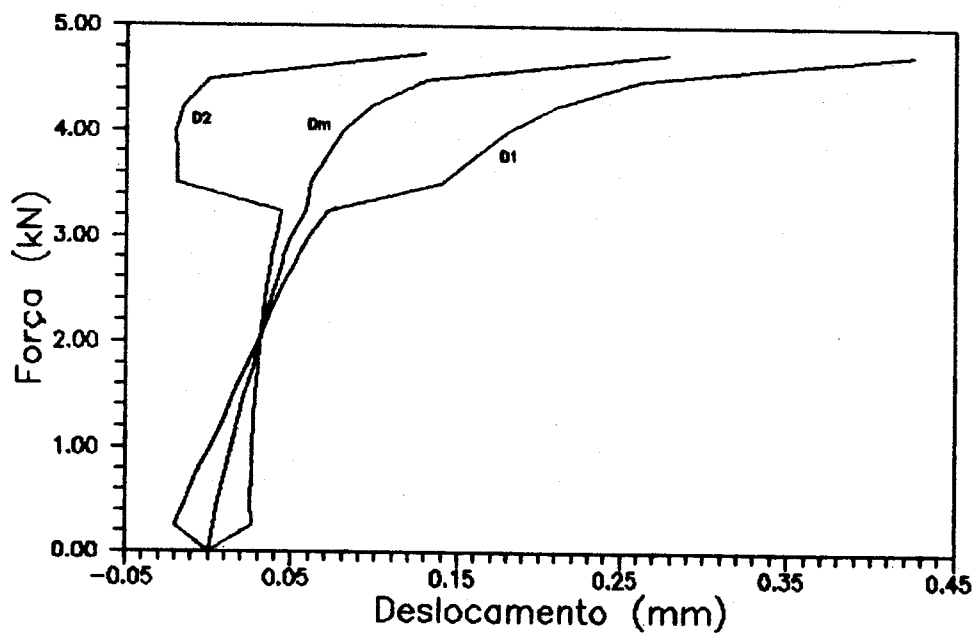
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - TL14-1c  
MOLDAGEM - 13/09/89 ENSAIO - 21/09/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h20	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h23	0,25	-0,020	0,028	0,003
2	14h24	0,50	-0,013	0,025	0,006
3	14h25	0,75	-0,007	0,026	0,010
4	14h26	1,00	0,001	0,026	0,014
5	14h27	1,25	0,008	0,027	0,018
6	14h28	1,50	0,015	0,028	0,022
7	14h29	1,75	0,023	0,030	0,027
8	14h30	2,00	0,030	0,031	0,031
9	14h30	2,25	0,037	0,033	0,035
10	14h31	2,50	0,044	0,035	0,040
11	14h32	2,75	0,052	0,038	0,045
12	14h33	3,00	0,060	0,041	0,050
13	14h34	3,25	0,072	0,044	0,058
14	14h35	3,50	0,140	-0,019	0,061
15	14h35	3,75	0,160	-0,019	0,071
16	14h36	4,00	0,180	-0,020	0,080
17	14h36	4,25	0,210	-0,015	0,098
18	14h37	4,50	0,262	0,000	0,131
19	14h38	4,75	0,425	0,130	0,278

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL14-2c

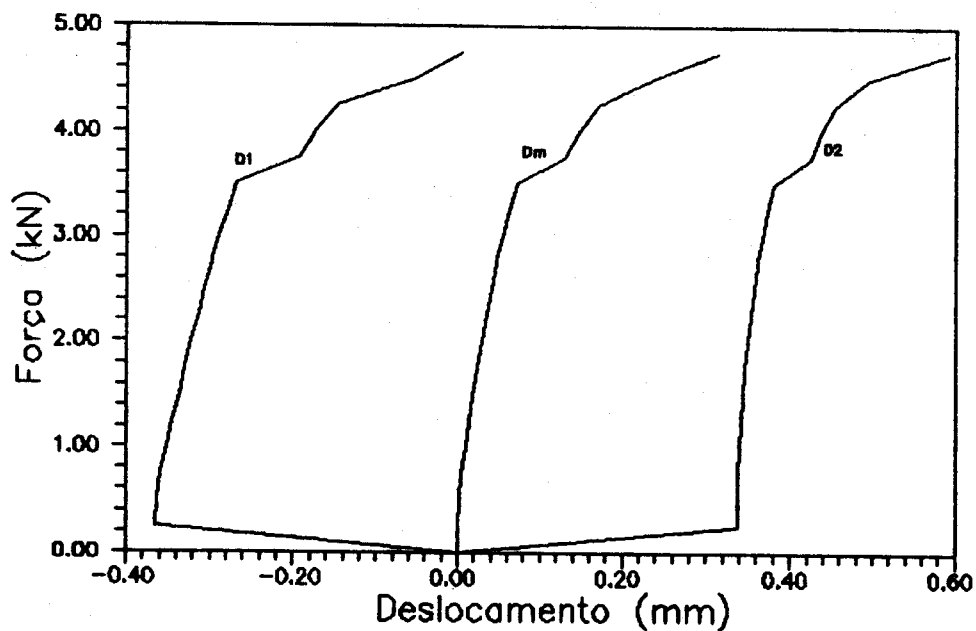
MOLDAGEM - 13/09/89

ENSAIO - 21/09/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

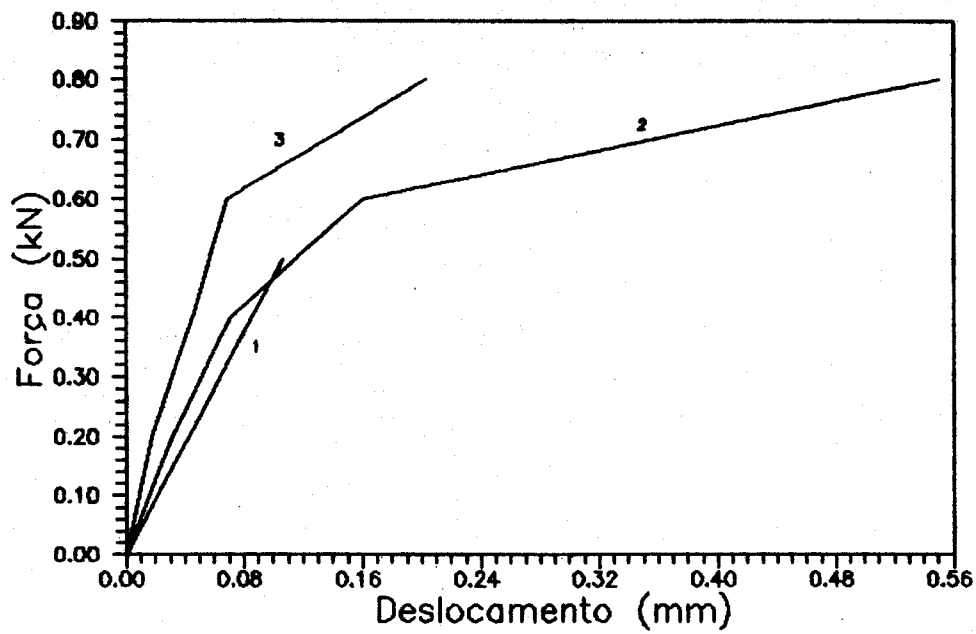
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm	Dm*
0	15h01	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	15h54	0,25	-0,368	0,337	-0,015	0,000
2	15h55	0,50	-0,363	0,337	-0,013	0,002
3	15h56	0,75	-0,359	0,338	-0,011	0,004
4	15h56	1,00	-0,351	0,339	-0,006	0,009
5	15h57	1,25	-0,345	0,341	-0,002	0,013
6	15h57	1,50	-0,337	0,343	0,003	0,018
7	15h57	1,75	-0,330	0,346	0,008	0,023
8	15h58	2,00	-0,322	0,349	0,013	0,028
9	15h58	2,25	-0,313	0,353	0,020	0,035
10	15h59	2,50	-0,307	0,357	0,025	0,040
11	15h59	2,75	-0,298	0,362	0,032	0,047
12	16h00	3,00	-0,289	0,367	0,039	0,054
13	16h00	3,25	-0,279	0,373	0,047	0,062
14	16h01	3,50	-0,268	0,380	0,056	0,071
15	16h01	3,75	-0,194	0,425	0,115	0,130
16	16h01	4,00	-0,174	0,436	0,131	0,146
17	16h02	4,25	-0,146	0,453	0,153	0,189
18	16h02	4,50	-0,053	0,495	0,221	0,236
19	16h03	4,75	0,004	0,590	0,297	0,312

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE TT14

## DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaadas	Força de Ruptura (kN)
TT14 - 1	0,75
TT14 - 2	0,80
TT14 - 3	0,87

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 02  
MOLDAGEM - 05/09/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: TT14

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
13	3	AXIAL	83,00	42,27
14	3	AXIAL	84,00	42,78
15	3	AXIAL	82,50	42,02
16	7	DIAMETRAL	86,65	43,93
17	7	AXIAL	83,75	42,65
18	7	AXIAL	38,00	4,11
19	7	DIAMETRAL	81,25	41,38
20	7	AXIAL	80,00	40,74
21	7	AXIAL	28,75	3,11
22	7	DIAMETRAL	87,50	44,56
23	7	AXIAL	81,25	41,38
24	7	AXIAL	35,00	3,79

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 42,36$        $f_{c7} = 42,44$        $f_{t7} = 3,67$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

MOLDAGEM - 05/09/89

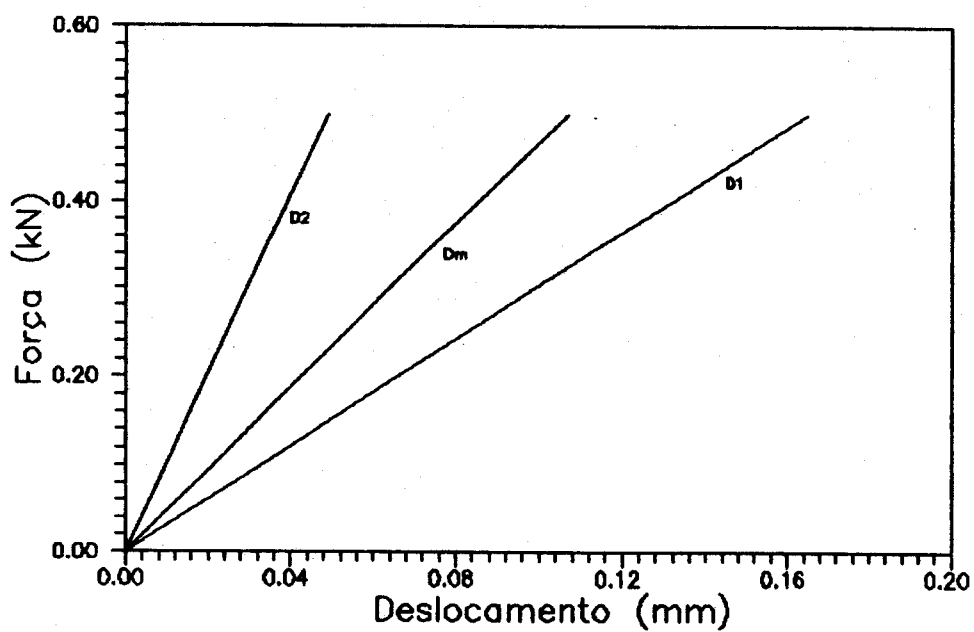
EXEMPLAR - TT14-1

ENSAIO - 12/09/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h55	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h58	0,50	0,165	0,049	0,107

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TT14-2

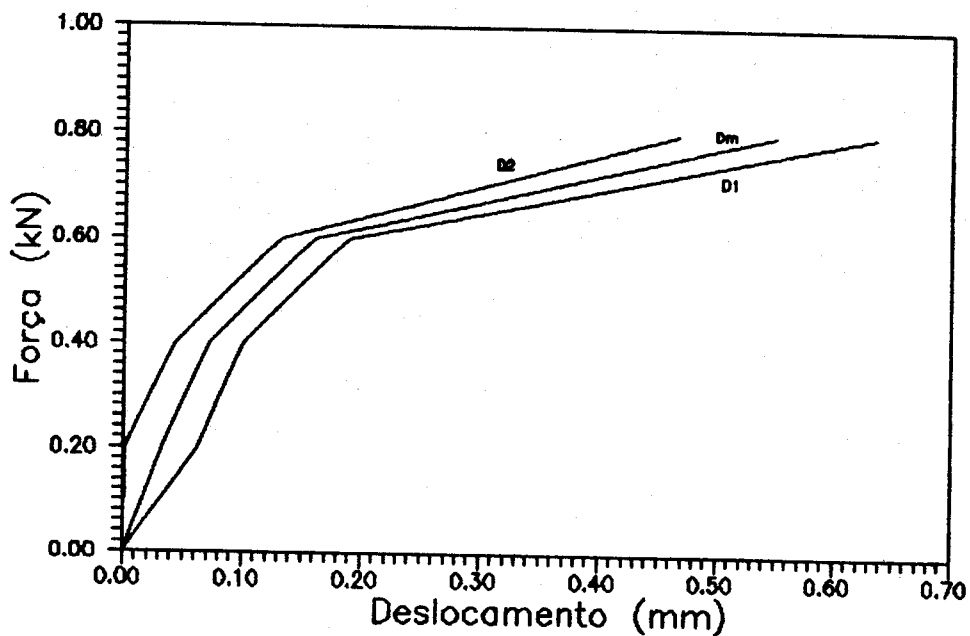
MOLDAGEM - 05/09/89

ENSAIO - 12/09/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h29	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h31	0,20	0,062	0,002	0,032
2	10h32	0,40	0,100	0,043	0,072
3	10h33	0,60	0,190	0,132	0,161
4	10h34	0,80	0,635	0,467	0,551

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TT14-3

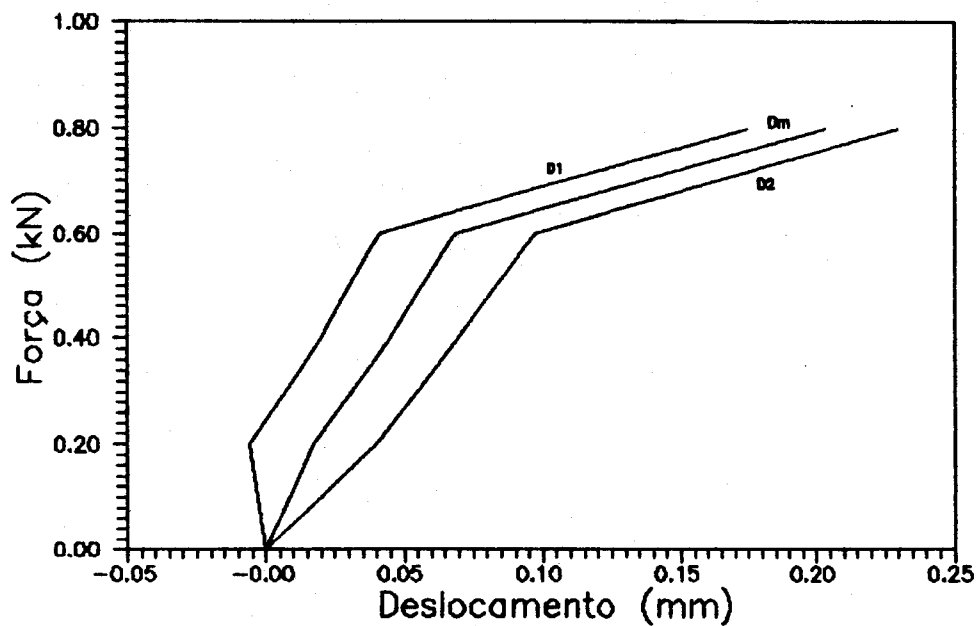
MOLDAGEM - 05/09/89

ENSAIO - 12/09/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	11h15	0,00	0,000	0,000	0,000
1	11h16	0,20	-0,006	0,040	0,017
2	11h17	0,40	0,020	0,070	0,045
3	11h18	0,60	0,041	0,097	0,069
4	11h19	0,80	0,175	0,230	0,203

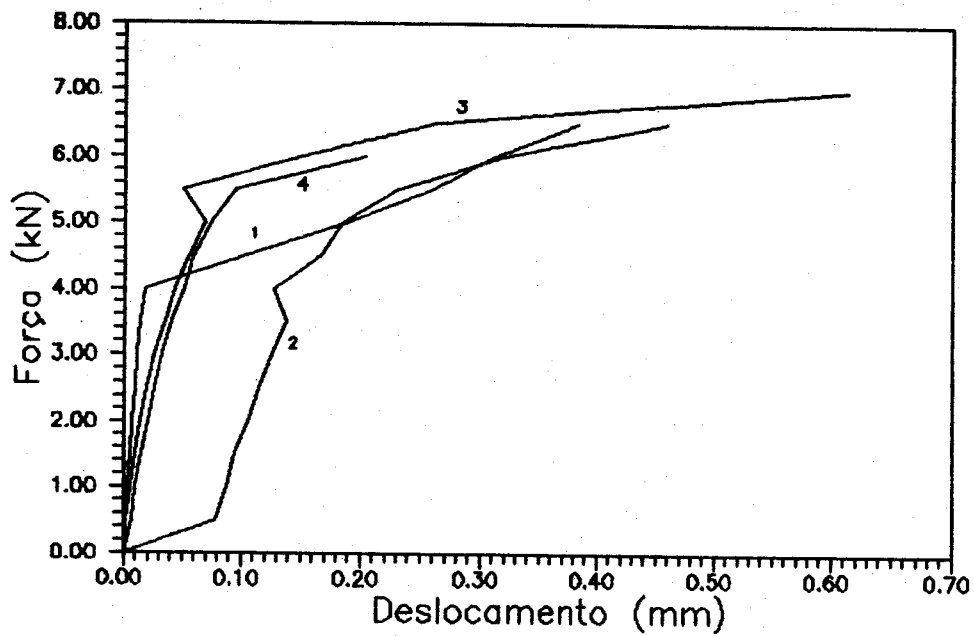
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL





# SÉRIE TL18

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Ruptura (kN)
TL18 - 1	6,75
TL18 - 2	6,65
TL18 - 3	7,20
TL18 - 4	6,32

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 04  
MOLDAGEM - 26/09/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: TL18

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
31	3	AXIAL	32,50	16,55
32	3	AXIAL	31,25	15,91
33	3	AXIA	35,00	17,82
34	7	DIAMETRAL	17,75	2,03
35	7	AXIAL	50,00	25,46
36	7	AXIAL	42,50	21,64
37	7	DIAMETRAL	19,00	2,05
38	7	AXIAL	51,25	26,10
39	7	AXIAL	49,75	25,34
40	7	DIAMETRAL	19,00	2,05
41	7	AXIAL	48,00	24,45
42	7	AXIAL	50,00	25,46

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 16,76$        $f_{c7} = 24,74$        $f_{t7} = 2,04$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela e deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-1

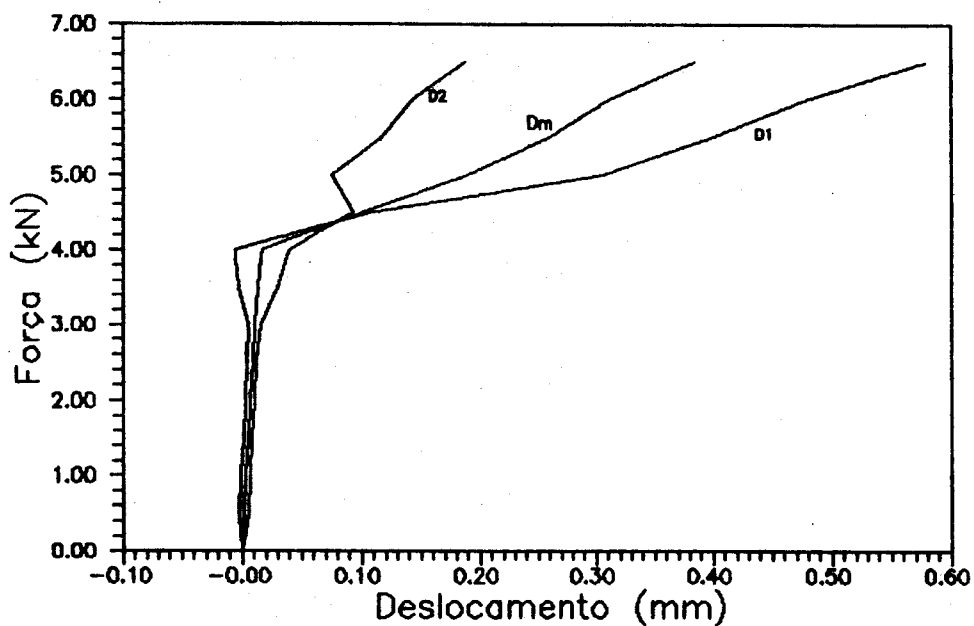
MOLDAGEM - 26/09/89

ENSAIO - 03/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h42	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h44	0,50	-0,003	0,005	0,001
2	08h45	1,00	-0,001	0,007	0,003
3	08h46	1,50	0,001	0,008	0,005
4	08h47	2,00	0,003	0,011	0,007
5	08h47	2,50	0,004	0,013	0,009
6	08h48	3,00	0,008	0,016	0,011
7	08h49	3,50	-0,003	0,030	0,014
8	08h49	4,00	-0,005	0,041	0,018
9	08h50	4,50	0,109	0,093	0,101
10	08h50	5,00	0,304	0,076	0,190
11	08h51	5,50	0,399	0,118	0,259
12	08h51	6,00	0,479	0,143	0,311
13	08h51	6,50	0,579	0,188	0,384

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-2

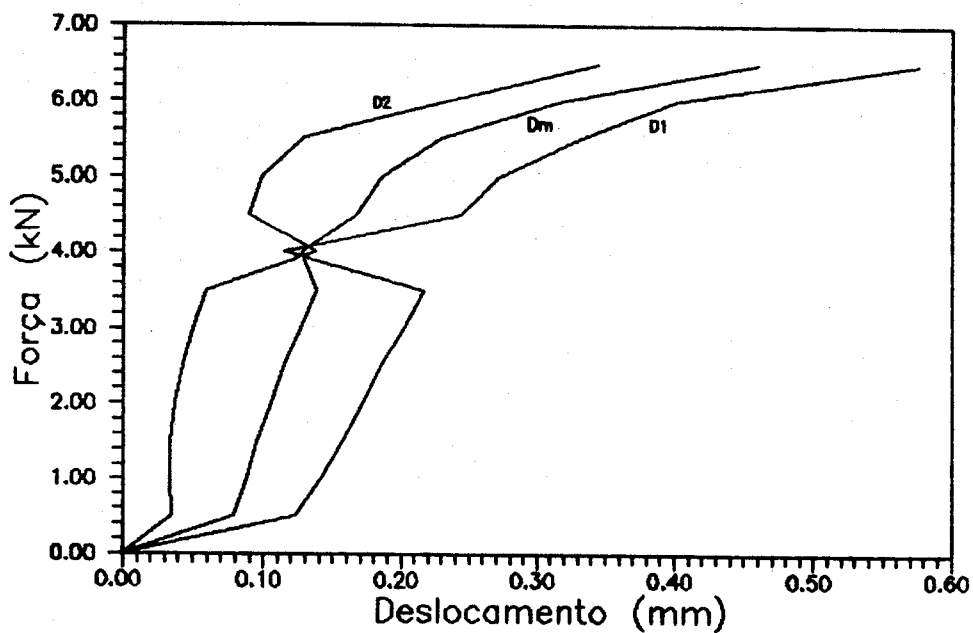
MOLDAGEM - 26/09/89

ENSAIO - 03/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h10	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h11	0,50	0,123	0,035	0,079
2	10h12	1,00	0,141	0,034	0,088
3	10h12	1,50	0,156	0,034	0,085
4	10h13	2,00	0,172	0,037	0,105
5	10h14	2,50	0,186	0,043	0,115
6	10h15	3,00	0,202	0,050	0,126
7	10h15	3,50	0,217	0,059	0,138
8	10h16	4,00	0,115	0,138	0,127
9	10h17	4,50	0,244	0,089	0,167
10	10h17	5,00	0,271	0,099	0,185
11	10h18	5,50	0,331	0,129	0,230
12	10h18	6,00	0,401	0,234	0,318
13	10h19	6,50	0,576	0,344	0,480

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-3

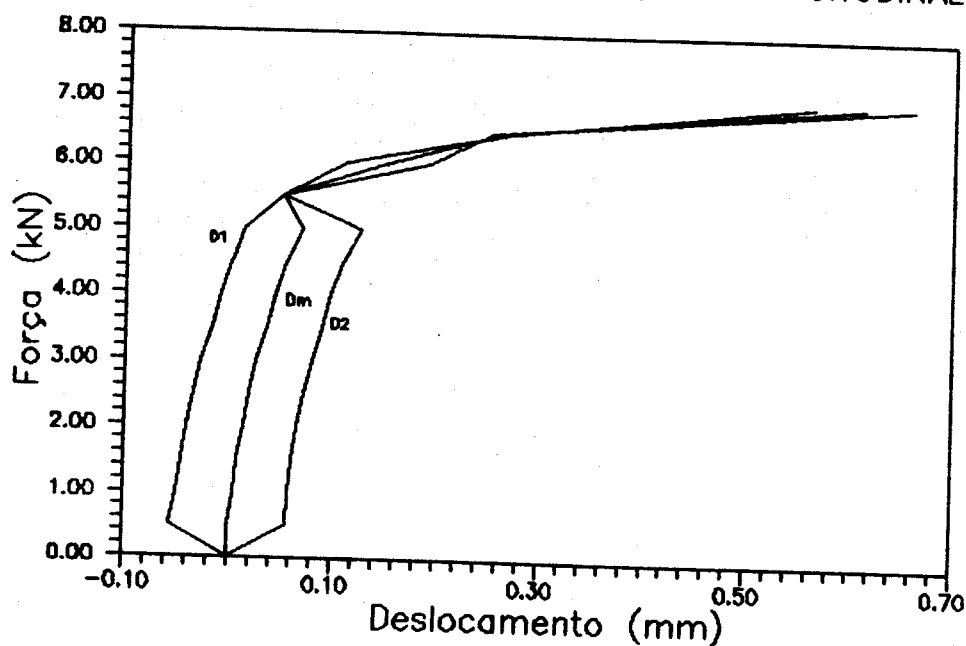
MOLDAGEM - 26/09/89

ENSAIO - 04/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h36	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h37	0,50	-0,055	0,056	0,001
2	08h38	1,00	-0,049	0,058	0,005
3	08h39	1,50	-0,044	0,061	0,009
4	08h40	2,00	-0,039	0,066	0,014
5	08h41	2,50	-0,034	0,072	0,019
6	08h42	3,00	-0,027	0,079	0,026
7	08h42	3,50	-0,017	0,088	0,036
8	08h43	4,00	-0,009	0,097	0,044
9	08h43	4,50	0,002	0,108	0,055
10	08h44	5,00	0,013	0,125	0,069
11	08h45	5,50	0,050	0,050	0,050
12	08h45	6,00	0,110	0,192	0,151
13	08h46	6,50	0,273	0,252	0,263
14	08h47	7,00	0,565	0,662	0,614

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-4

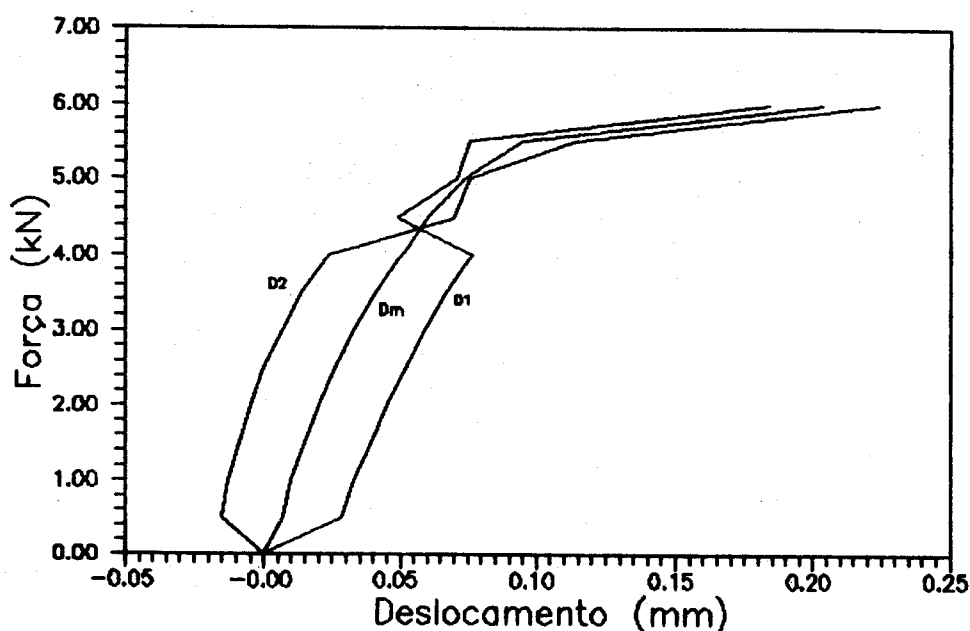
MOLDAGEM - 26/09/89

ENSAIO - 04/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

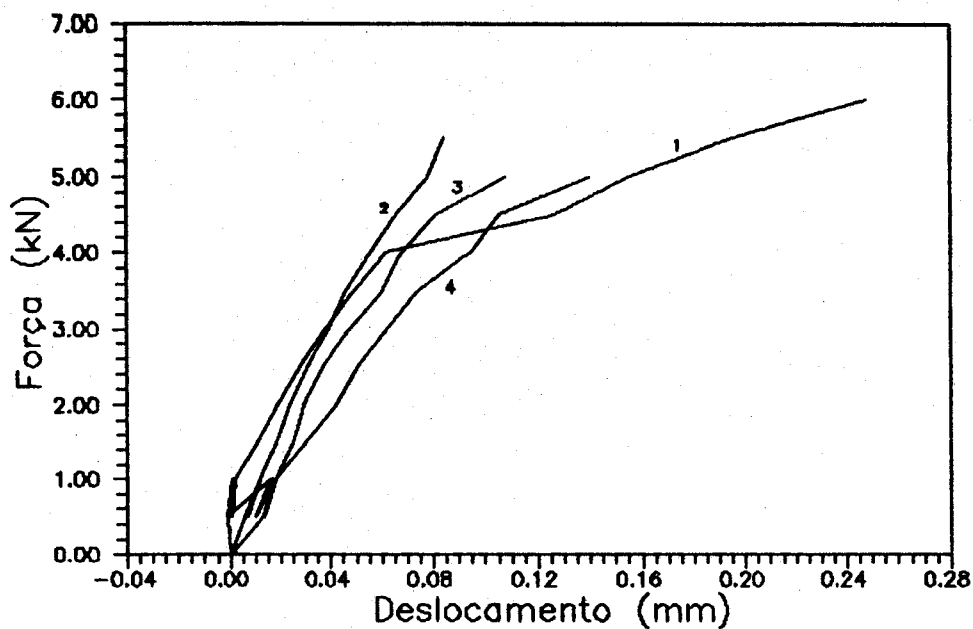
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h07	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h08	0,50	0,028	-0,015	0,007
2	10h09	1,00	0,033	-0,013	0,010
3	10h10	1,50	0,039	-0,009	0,015
4	10h11	2,00	0,045	-0,005	0,020
5	10h11	2,50	0,052	0,000	0,026
6	10h12	3,00	0,059	0,007	0,033
7	10h13	3,50	0,067	0,014	0,041
8	10h14	4,00	0,077	0,024	0,051
9	10h15	4,50	0,049	0,070	0,060
10	10h15	5,00	0,071	0,076	0,074
11	10h16	5,50	0,076	0,114	0,095
12	10h17	6,00	0,184	0,224	0,204

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE TL18C

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Ruptura (kN)
TL18 - 1c	6,46
TL18 - 2c	6,50
TL18 - 3c	5,78
TL18 - 4c	6,64

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 12 SÉRIE CORRESPONDENTE: TT14complementar  
MOLDAGEM - 26/03/90

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
127	3	AXIAL	73,75	37,56
128	3	AXIAL	66,25	33,74
129	3	AXIAL	66,25	33,74
130	7	DIAMETRAL	28,75	3,11
131	7	AXIAL	72,50	36,92
132	7	AXIAL	80,50	40,99
133	7	DIAMETRAL	23,75	2,57
134	7	AXIAL	81,25	41,38
135	7	AXIAL	77,75	39,59
136	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
137	7	AXIAL	82,50	42,02
138	7	AXIAL	80,00	40,74

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c3} = 35,01$	$f_{c7} = 40,27$	$f_{t7} = 3,02$
------------------	------------------	-----------------

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRACÇÃO

EXEMPLAR - TL18-1c

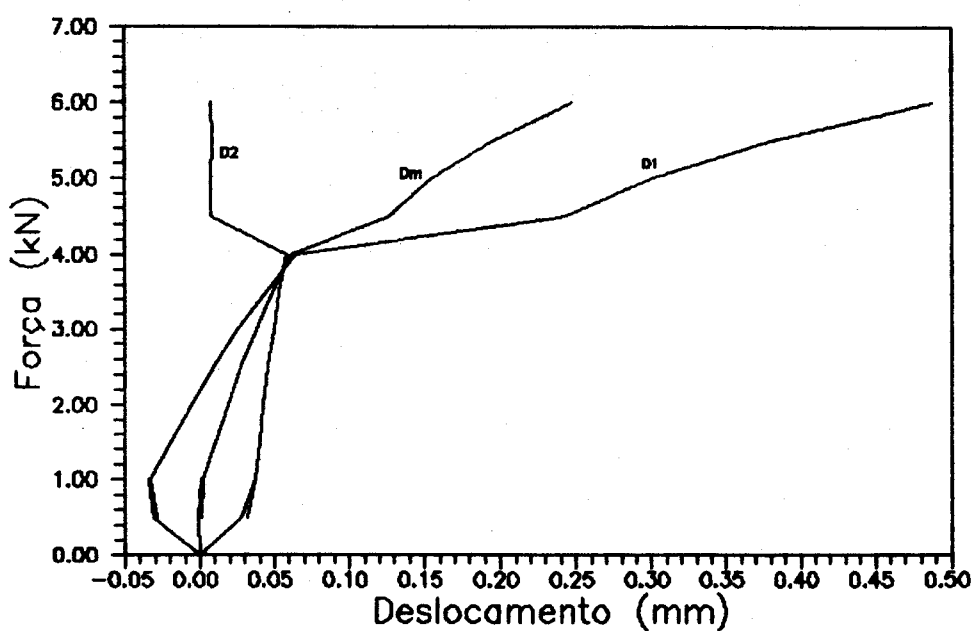
MOLDAGEM - 26/03/90

ENSAIO - 02/04/90

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h53	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h56	0,50	-0,031	0,028	-0,001
2	15h00	1,00	-0,034	0,037	0,001
1	15h01	0,50	-0,028	0,032	0,001
2	15h03	1,00	-0,033	0,037	0,002
3	15h05	1,50	-0,019	0,040	0,011
4	15h06	2,00	-0,005	0,043	0,019
5	15h08	2,50	0,010	0,046	0,028
6	15h10	3,00	0,026	0,050	0,038
7	15h12	3,50	0,045	0,053	0,049
8	15h14	4,00	0,065	0,058	0,062
9	15h15	4,50	0,243	0,008	0,126
10	15h16	5,00	0,301	0,008	0,155
11	15h19	5,50	0,380	0,009	0,195
12	15h20	6,00	0,487	0,008	0,248

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-2c

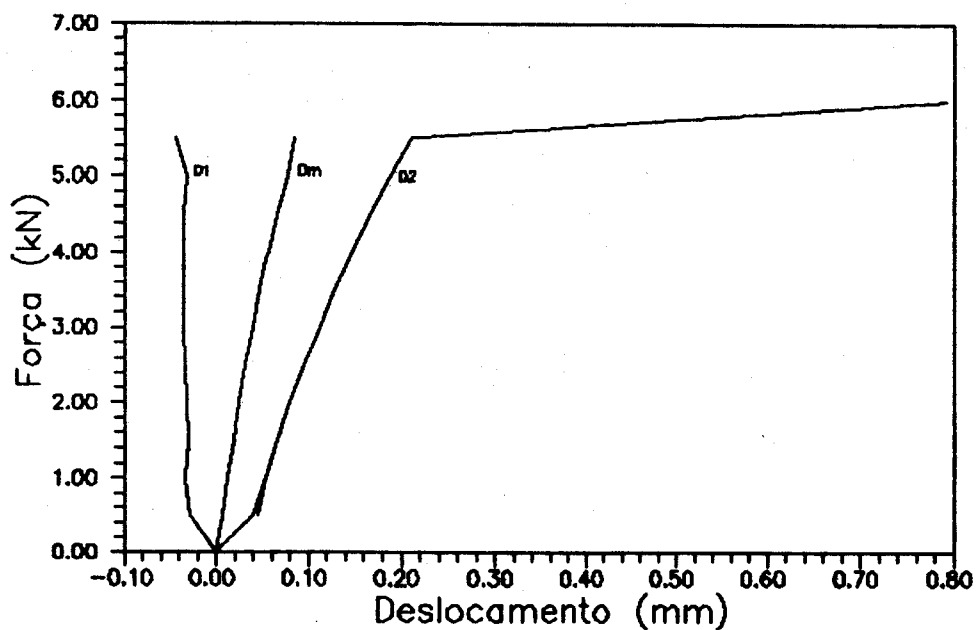
MOLDAGEM - 26/03/90

ENSAIO - 02/04/90

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	16h02	0,00	0,000	0,000	0,000
1	16h05	0,50	-0,029	0,040	0,006
2	16h06	1,00	-0,030	0,053	0,012
1	16h08	0,50	-0,031	0,045	0,007
2	16h11	1,00	-0,030	0,053	0,012
3	16h12	1,50	-0,031	0,066	0,018
4	16h15	2,00	-0,032	0,080	0,024
5	16h16	2,50	-0,033	0,095	0,031
6	16h17	3,00	-0,035	0,112	0,039
7	16h18	3,50	-0,035	0,127	0,046
8	16h19	4,00	-0,035	0,147	0,056
9	16h20	4,50	-0,035	0,166	0,066
10	16h21	5,00	-0,032	0,188	0,078
11	16h22	5,50	-0,044	0,212	0,084
12	16h23	6,00	***	0,792	***

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-3c

MOLDAGEM - 26/03/90

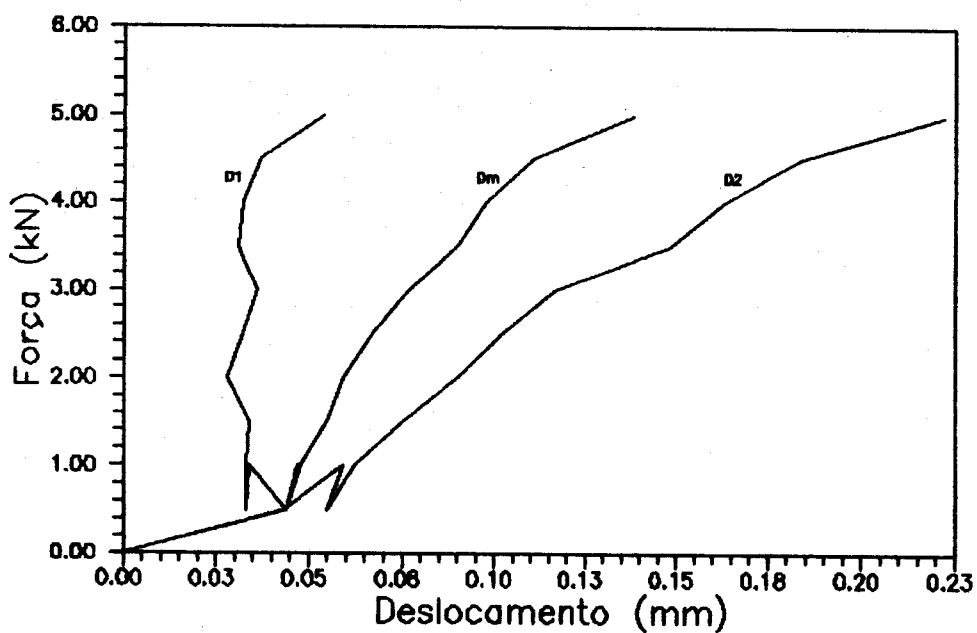
ENSAIO - 03/04/90

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm	Dm*
0	09h10	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	09h11	0,50	0,044	0,043	0,044	0,013
2	09h12	1,00	0,034	0,059	0,047	0,017
1	09h13	0,50	0,033	0,055	0,044	0,014
2	09h14	1,00	0,033	0,062	0,048	0,018
3	09h15	1,50	0,034	0,075	0,055	0,025
4	09h16	2,00	0,028	0,090	0,059	0,029
5	09h17	2,50	0,032	0,102	0,067	0,037
6	09h18	3,00	0,036	0,117	0,077	0,047
7	09h19	3,50	0,031	0,148	0,090	0,060
8	09h20	4,00	0,032	0,163	0,098	0,068
9	09h21	4,50	0,037	0,184	0,111	0,081
10	09h22	5,00	0,054	0,222	0,138	0,108

Dm\* - Deslocamento médio corrigido

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TL18-4c

MOLDAGEM - 26/03/90

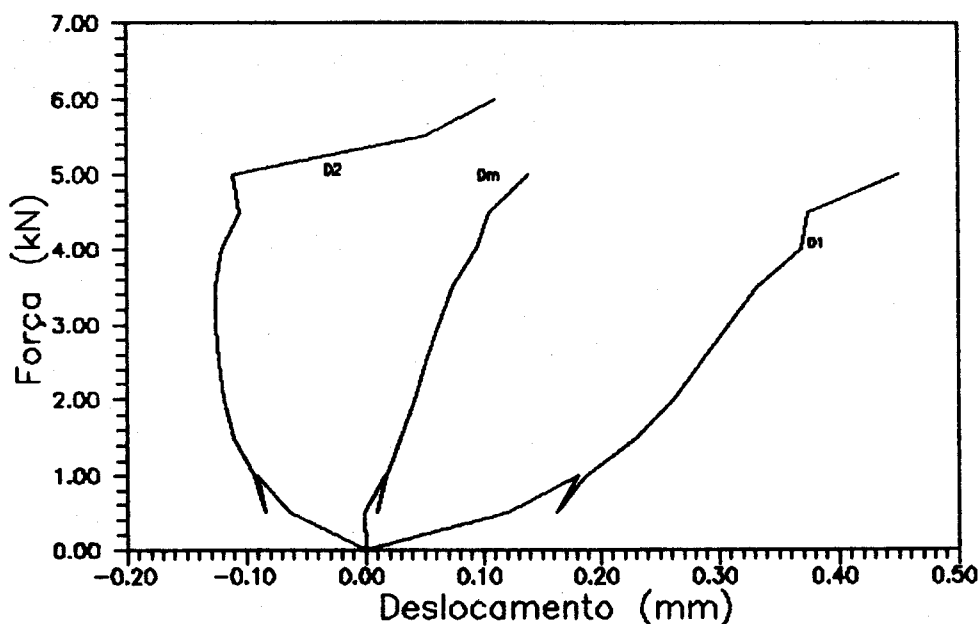
ENSAIO - 03/04/90

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm	Dm*
0	10h08	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	10h10	0,50	0,121	-0,063	0,029	-0,001
2	10h11	1,00	0,181	-0,090	0,048	0,018
1	10h12	0,50	0,162	-0,083	0,040	0,010
2	10h13	1,00	0,188	-0,093	0,048	0,018
3	10h14	1,50	0,230	-0,110	0,060	0,030
4	10h15	2,00	0,262	-0,119	0,072	0,042
5	10h16	2,50	0,285	-0,123	0,081	0,051
6	10h17	3,00	0,308	-0,125	0,092	0,062
7	10h18	3,50	0,333	-0,125	0,104	0,074
8	10h19	4,00	0,369	-0,120	0,125	0,095
9	10h20	4,50	0,374	-0,105	0,135	0,105
10	10h21	5,00	0,450	-0,110	0,170	0,140
11	10h22	5,50	***	0,052	***	***
12	10h23	6,00	***	0,111	***	***

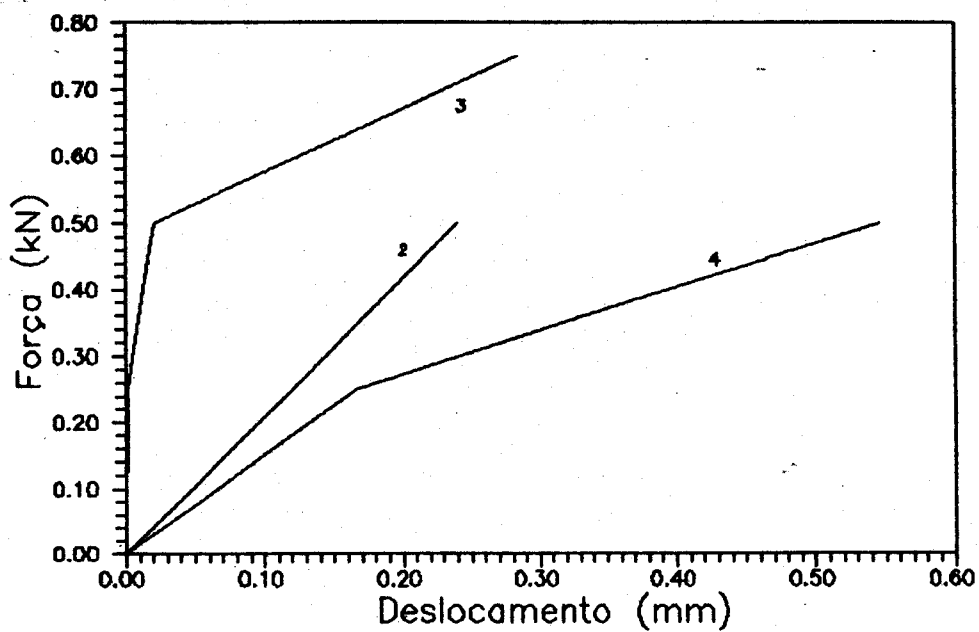
Dm\* - Deslocamento médio corrigido

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE TT18

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Ruptura (kN)
TT18 - 1	0,50
TT18 - 2	0,75
TT18 - 3	0,65

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 05  
MOLDAGEM - 04/10/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: TT18

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
43	3	AXIAL	58,75	29,92
44	3	AXIAL	62,50	31,83
45	3	AXIAL	60,00	30,56
46	7	DIAMETRAL	32,20	3,48
47	7	AXIAL	71,25	36,28
48	7	AXIAL	76,25	38,83
49	7	DIAMETRAL	28,75	3,11
50	7	AXIAL	71,25	36,28
51	7	AXIAL	72,50	36,92
52	7	DIAMETRAL	29,75	3,22
53	7	AXIAL	80,00	40,74
54	7	AXIAL	78,00	39,72

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 30,77$        $f_{c7} = 38,13$        $f_{t7} = 3,27$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA OS EXEMPLARES ENSAIADOS:

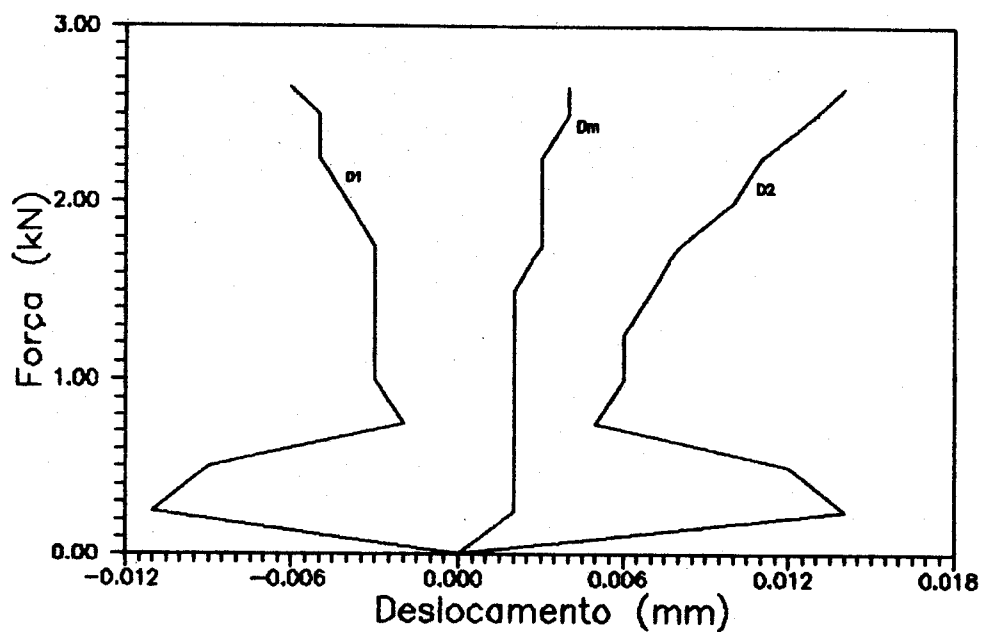
- Tabela de deslocamento longitudinal
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - TT18-1  
MOLDAGEM - 04/10/89 ENSAIO - 11/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	13h22	0,00	0,000	0,000	0,000
1	13h34	0,25	-0,011	0,014	0,002
2	13h35	0,50	-0,009	0,012	0,002
3	13h35	0,75	-0,002	0,005	0,002
4	13h36	1,00	-0,003	0,006	0,002
5	13h36	1,25	-0,003	0,006	0,002
6	13h37	1,50	-0,003	0,007	0,002
7	13h37	1,75	-0,003	0,008	0,003
8	13h38	2,00	-0,004	0,010	0,003
9	13h39	2,25	-0,005	0,011	0,003
10	13h40	2,50	-0,005	0,013	0,004
11	13h40	2,65	-0,006	0,014	0,004

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL

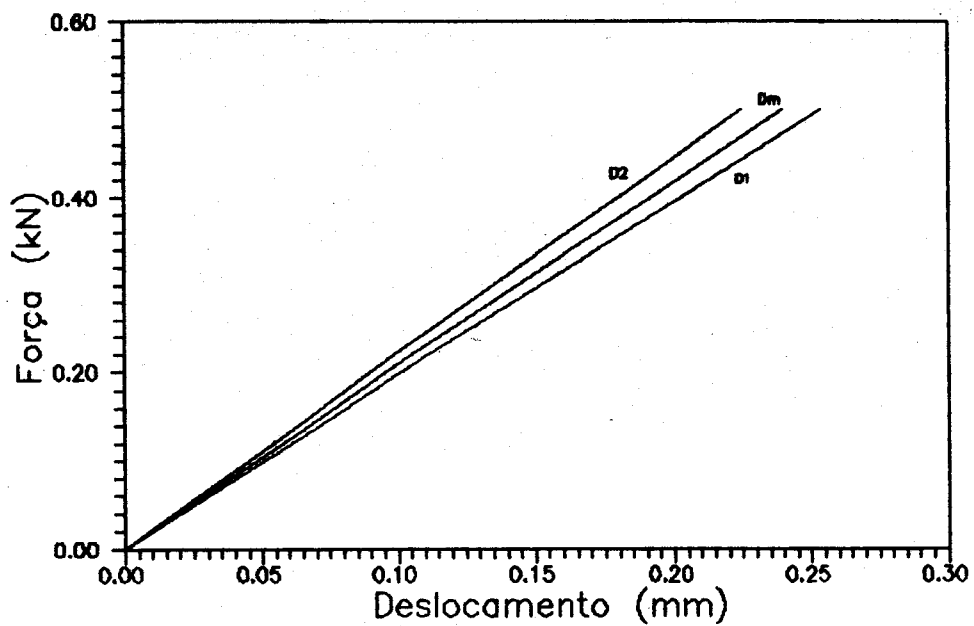


ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - TT18-2  
MOLDAGEM - 04/10/89 ENSAIO - 11/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h18	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h20	0,50	0,254	0,225	0,240

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL





ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TT18-3

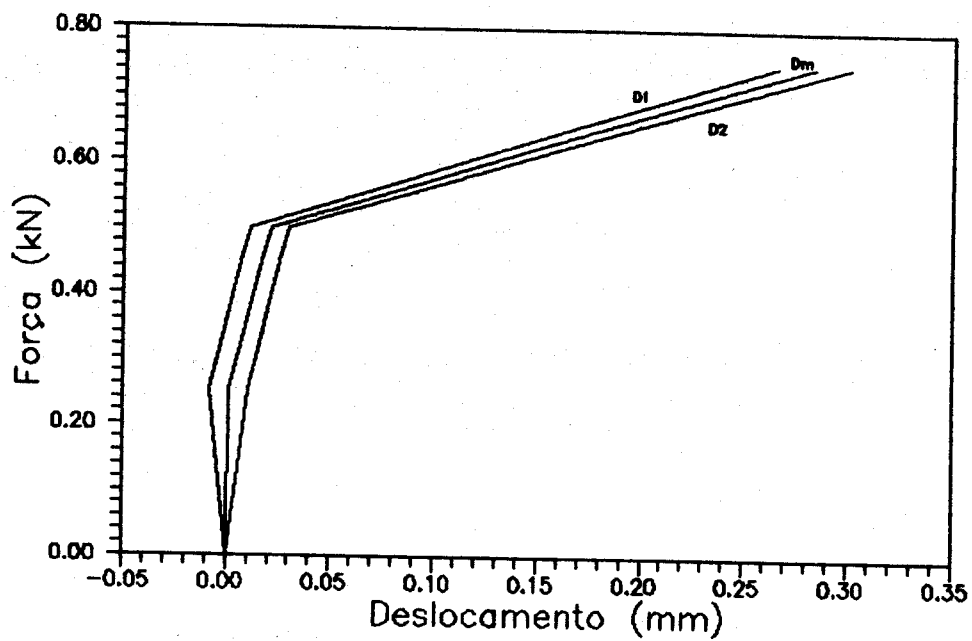
MOLDAGEM - 04/10/89

ENSAIO - 11/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h46	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h47	0,25	-0,008	0,010	0,001
2	14h48	0,50	0,011	0,030	0,021
3	14h49	0,75	0,266	0,301	0,284

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - TT18-4

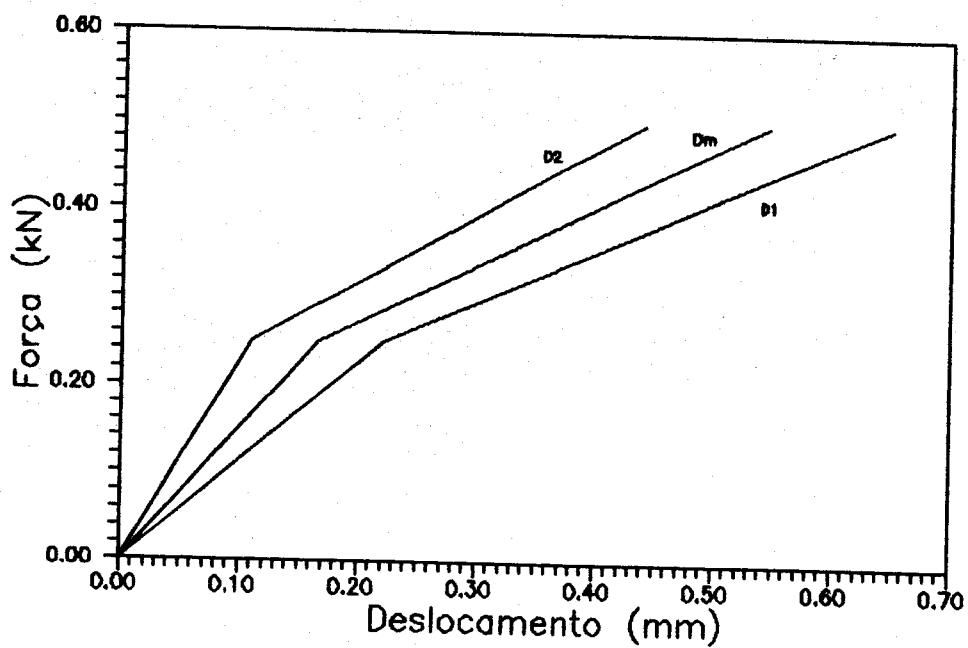
MOLDAGEM - 04/10/89

ENSAIO - 11/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

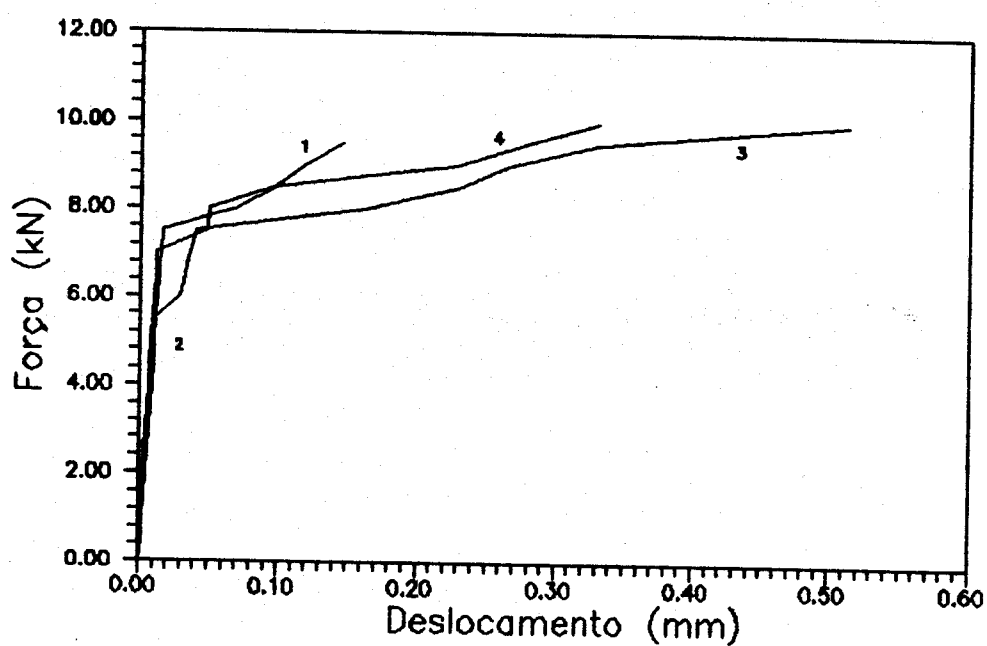
ETAPA	HORA	FORÇA (kN)	D1	D2	Dm
0	15h47	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h48	0,25	0,221	0,110	0,166
2	15h49	0,50	0,651	0,441	0,546

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE T2L14

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Ruptura (kN)
T2L14 - 1	9,83
T2L14 - 2	10,25
T2L14 - 3	10,25
T2L14 - 4	10,00

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 06  
MOLDAGEM - 12/10/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2L14

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
55	4	AXIAL	83,90	42,73
56	4	AXIAL	83,20	42,37
57	4	AXIAL	81,00	41,25
58	7	DIAMETRAL	32,55	3,53
59	7	AXIAL	87,00	44,31
60	7	AXIAL	87,50	44,56
61	7	DIAMETRAL	28,00	3,03
62	7	AXIAL	86,00	43,80
63	7	AXIAL	94,60	48,18
64	7	DIAMETRAL	34,60	3,74
65	7	AXIAL	87,00	44,31
66	7	AXIAL	94,00	47,87
VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)				
$f_{c4} = 42,12$ $f_{c7} = 45,5$ $f_{t7} = 3,43$				

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

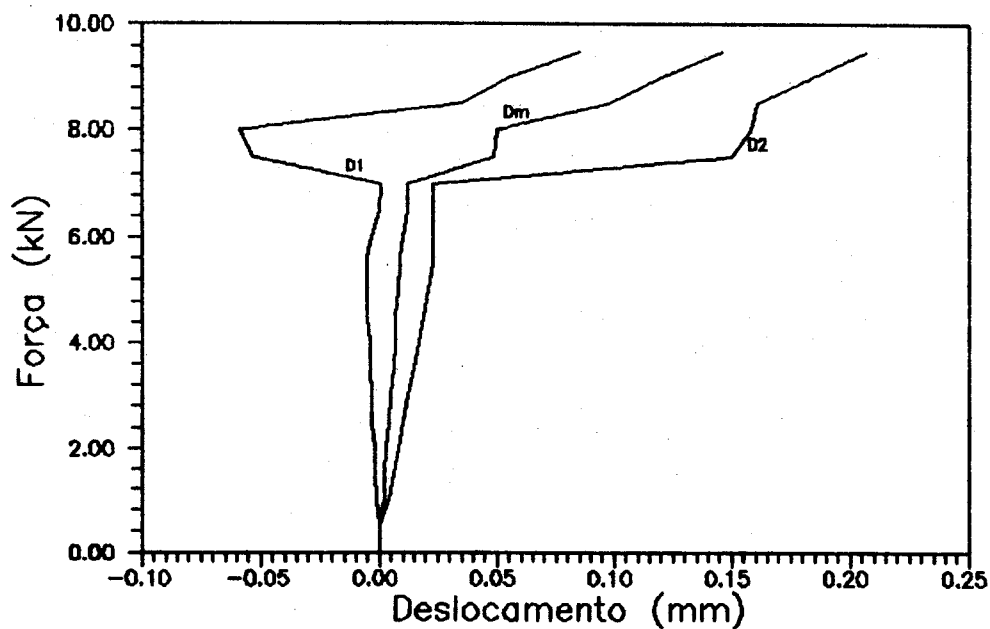
ENSAIO DE TRAÇÃO  
MOLDAGEM - 12/10/89

EXEMPLAR - T2L14-1  
ENSAIO - 19/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h25	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h28	0,50	0,000	0,000	0,000
2	10h29	1,00	-0,001	0,004	0,002
3	10h30	1,50	-0,002	0,006	0,002
4	10h31	2,00	-0,002	0,008	0,003
5	10h32	2,50	-0,003	0,010	0,004
6	10h32	3,00	-0,003	0,012	0,005
7	10h33	3,50	-0,004	0,015	0,006
8	10h34	4,00	-0,004	0,017	0,007
9	10h34	4,50	-0,005	0,019	0,007
10	10h35	5,00	-0,005	0,021	0,008
11	10h35	5,50	-0,005	0,023	0,009
12	10h36	6,00	-0,003	0,023	0,010
13	10h36	6,50	0,000	0,023	0,012
14	10h37	7,00	0,001	0,023	0,012
15	10h38	7,50	-0,053	0,150	0,049
16	10h39	8,00	-0,059	0,158	0,050
17	10h40	8,50	0,035	0,161	0,098
18	10h40	9,00	0,055	0,184	0,120
19	10h41	9,50	0,085	0,207	0,146

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

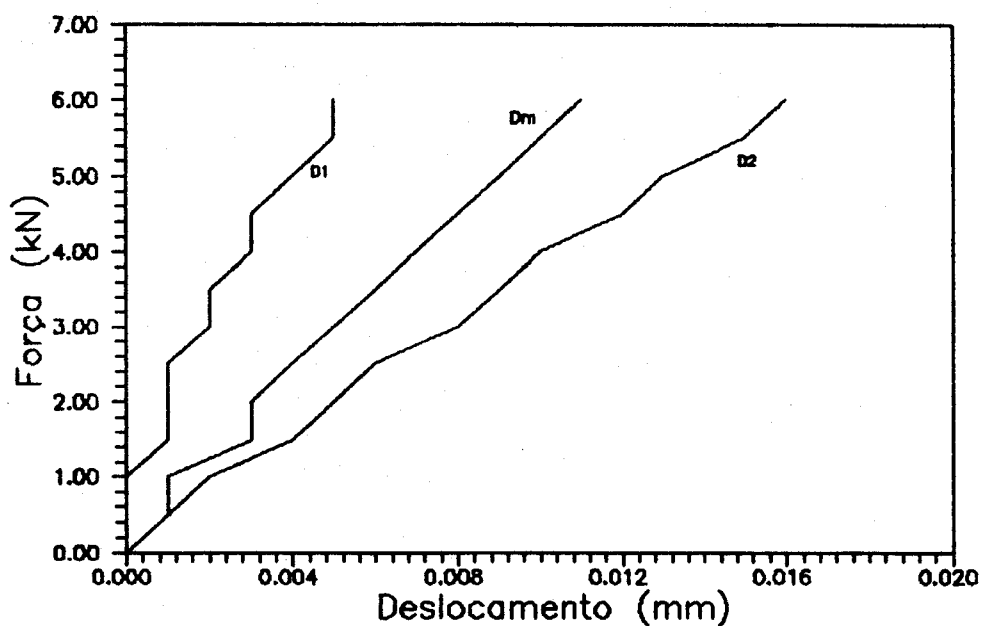
ENSAIO DE TRAÇÃO  
MOLDAGEM - 12/10/89

EXEMPLAR - T2L14-2  
ENSAIO - 19/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h10	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h10	0,50	0,000	0,001	0,001
2	14h10	1,00	0,000	0,002	0,001
3	14h11	1,50	0,001	0,004	0,003
4	14h12	2,00	0,001	0,005	0,003
5	14h12	2,50	0,001	0,006	0,004
6	14h13	3,00	0,002	0,008	0,005
7	14h13	3,50	0,002	0,009	0,006
8	14h14	4,00	0,003	0,010	0,007
9	14h14	4,50	0,003	0,012	0,008
10	14h15	5,00	0,004	0,013	0,009
11	14h15	5,50	0,005	0,015	0,010
12	14h16	6,00	0,005	0,016	0,011
13	14h16	6,50	-0,657	***	***
14	14h17	7,00	-0,601	***	***
15	14h17	7,50	-0,540	***	***
16	14h18	8,00	-0,601	***	***
17	14h18	8,50	-0,608	***	***
18	14h19	9,00	-0,590	***	***
19	14h19	9,50	-0,561	***	***
20	14h20	10,00	-0,526	***	***

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

MOLDAGEM - 12/10/89

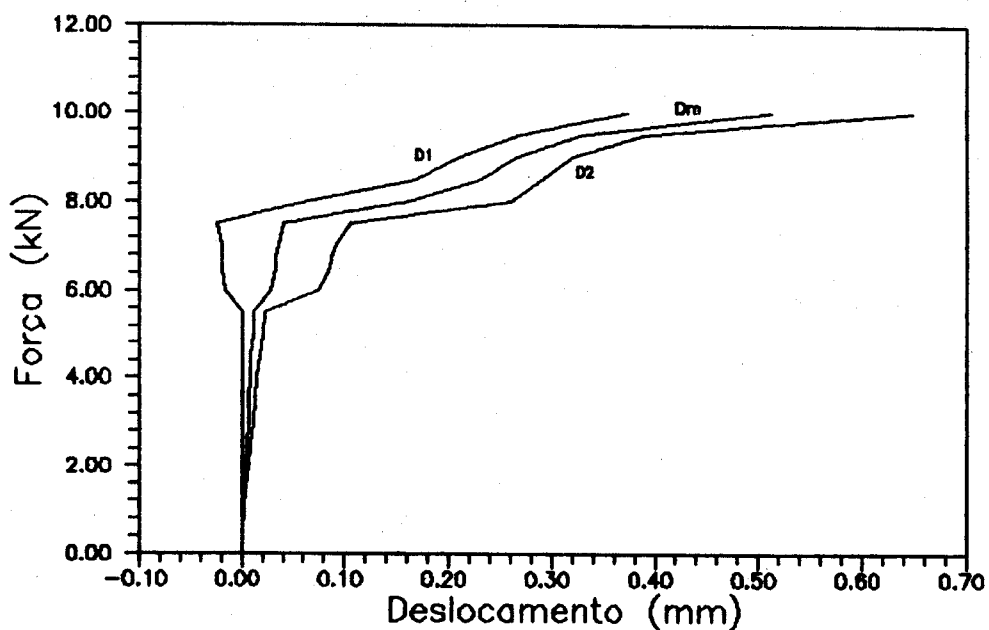
EXEMPLAR - T2L14-3

ENSAIO - 19/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h10	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h55	0,50	0,001	0,001	0,001
2	14h55	1,00	0,001	0,002	0,002
3	14h56	1,50	0,001	0,004	0,003
4	14h57	2,00	0,001	0,006	0,004
5	14h57	2,50	0,001	0,009	0,005
6	14h58	3,00	0,001	0,011	0,006
7	14h59	3,50	0,001	0,013	0,007
8	14h59	4,00	0,001	0,015	0,008
9	14h59	4,50	0,001	0,017	0,009
10	15h00	5,00	0,001	0,020	0,011
11	15h00	5,50	0,001	0,022	0,012
12	15h01	6,00	-0,016	0,074	0,029
13	15h01	6,50	-0,019	0,085	0,033
14	15h02	7,00	-0,020	0,092	0,036
15	15h02	7,50	-0,024	0,105	0,041
16	15h03	8,00	0,064	0,260	0,162
17	15h04	8,50	0,168	0,290	0,229
18	15h05	9,00	0,210	0,321	0,266
19	15h05	9,50	0,270	0,390	0,330
20	15h06	10,00	0,375	0,650	0,513

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

MOLDAGEM - 12/10/89

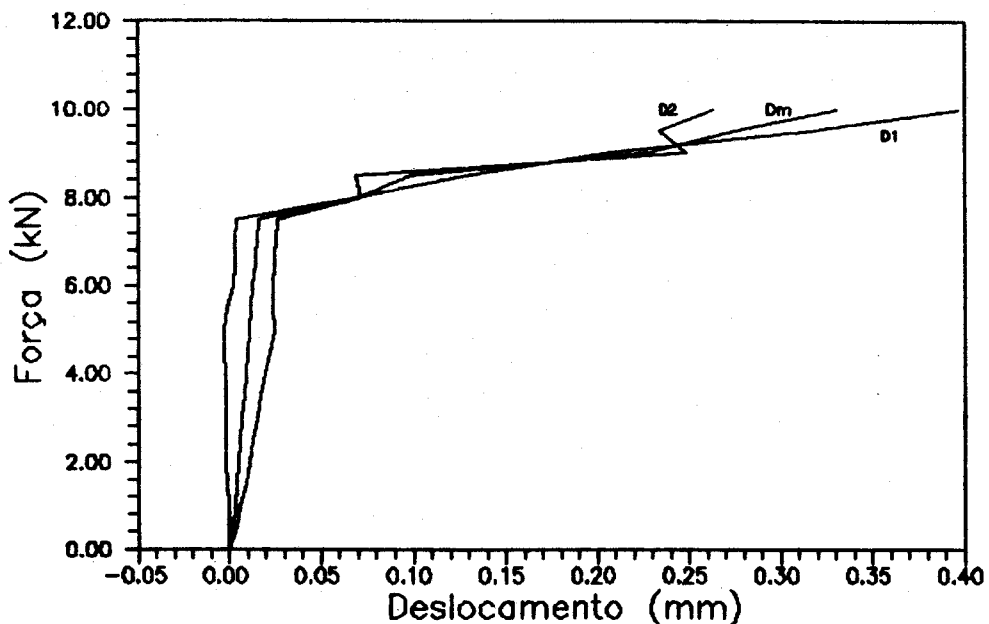
EXEMPLAR - T2L14-4

ENSAIO - 19/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h54	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h55	0,50	0,000	0,004	0,002
2	14h55	1,00	0,000	0,006	0,003
3	14h56	1,50	-0,001	0,009	0,004
4	14h57	2,00	-0,002	0,011	0,005
5	14h57	2,50	-0,002	0,013	0,006
6	14h58	3,00	-0,002	0,015	0,007
7	14h59	3,50	-0,002	0,017	0,008
8	14h59	4,00	-0,002	0,020	0,009
9	14h59	4,50	-0,003	0,022	0,010
10	15h00	5,00	-0,003	0,025	0,011
11	15h00	5,50	-0,001	0,024	0,012
12	15h01	6,00	0,002	0,024	0,013
13	15h01	6,50	0,003	0,025	0,014
14	15h02	7,00	0,003	0,026	0,015
15	15h02	7,50	0,004	0,027	0,016
16	15h03	8,00	0,068	0,072	0,070
17	15h04	8,50	0,129	0,069	0,099
18	15h05	9,00	0,207	0,249	0,228
19	15h05	9,50	0,317	0,234	0,276
20	15h06	10,00	0,397	0,264	0,331

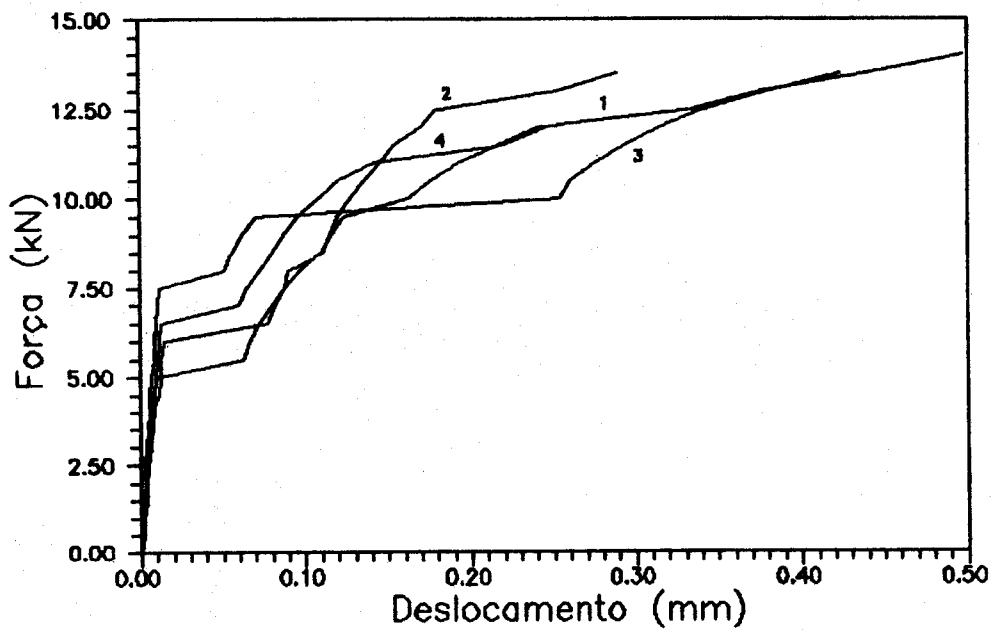
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL





# SÉRIE T2L18

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaadas	Força de Ruptura (kN)
T2L18 - 1	13,66
T2L18 - 2	13,85
T2L18 - 3	14,12
T2L18 - 4	13,66

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 07  
MOLDAGEM - 05/09/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2L18

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
67	3	AXIAL	66,00	33,61
68	3	AXIAL	71,00	36,16
69	3	AXIAL	66,60	33,92
70	7	DIAMETRAL	31,50	3,41
71	7	AXIAL	77,00	39,25
72	7	AXIAL	72,50	36,92
73	7	DIAMETRAL	28,80	3,01
74	7	AXIAL	73,50	37,43
75	7	AXIAL	85,00	43,29
76	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
77	7	AXIAL	82,00	41,76
78	7	AXIAL	89,50	45,58

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 34,56$      $f_{c7} = 40,71$      $f_{t7} = 3,13$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L18-1

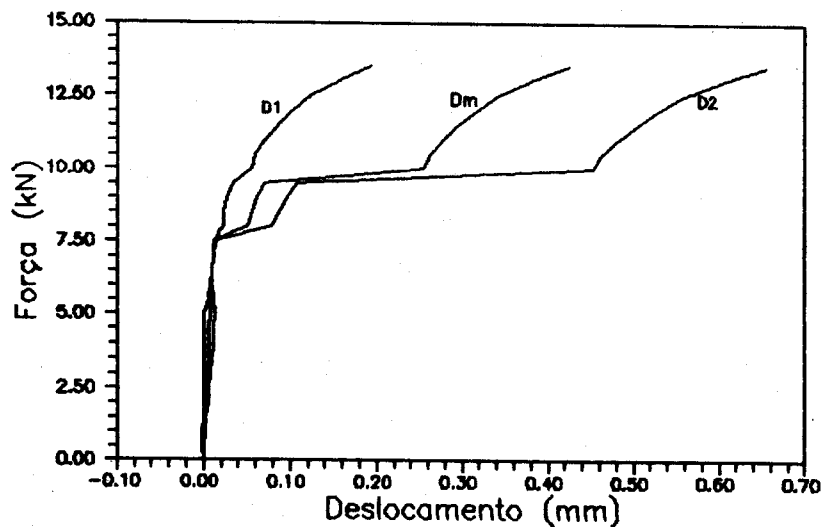
MOLDAGEM - 17/10/89

ENSAIO - 24/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h08	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h10	0,50	-0,001	0,001	0,000
2	14h11	1,00	-0,001	0,002	0,001
3	14h13	1,50	0,000	0,003	0,002
4	14h14	2,00	0,000	0,005	0,003
5	14h15	2,50	0,000	0,006	0,003
6	14h16	3,00	0,000	0,007	0,004
7	14h17	3,50	0,000	0,009	0,005
8	14h18	4,00	0,000	0,011	0,006
9	14h19	4,50	0,000	0,012	0,006
10	14h20	5,00	0,000	0,014	0,007
11	14h21	5,50	0,005	0,012	0,009
12	14h22	6,00	0,008	0,010	0,009
13	14h24	6,50	0,010	0,010	0,010
14	14h25	7,00	0,011	0,011	0,011
15	14h26	7,50	0,013	0,011	0,012
16	14h27	8,00	0,022	0,079	0,051
17	14h28	8,50	0,023	0,088	0,056
18	14h29	9,00	0,027	0,097	0,062
19	14h30	9,50	0,034	0,107	0,071
20	14h34	10,00	0,056	0,452	0,254
21	14h35	10,50	0,060	0,462	0,261
22	14h36	11,00	0,071	0,480	0,276
23	14h37	11,50	0,085	0,502	0,294
24	14h38	12,00	0,103	0,527	0,315
25	14h39	12,50	0,124	0,558	0,341
26	14h40	13,00	0,157	0,604	0,381
27	14h41	13,50	0,193	0,654	0,424

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L18-2

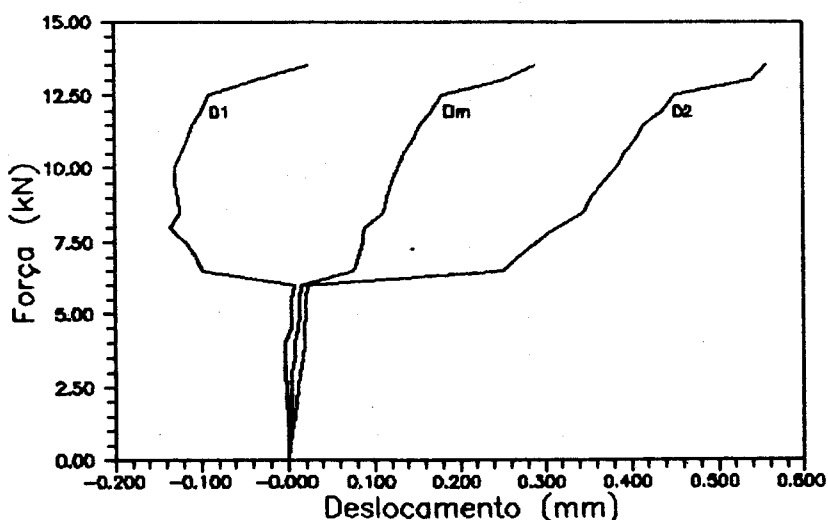
MOLDAGEM - 17/10/89

ENSAIO - 24/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	15h55	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h56	0,50	0,000	0,003	0,002
2	15h57	1,00	0,000	0,004	0,002
3	15h58	1,50	0,000	0,007	0,004
4	15h59	2,00	-0,002	0,009	0,004
5	16h00	2,50	-0,002	0,011	0,005
6	16h01	3,00	-0,004	0,014	0,005
7	16h01	3,50	-0,004	0,017	0,007
8	16h02	4,00	-0,004	0,018	0,007
9	16h02	4,50	0,004	0,019	0,012
10	16h03	5,00	0,004	0,021	0,013
11	16h03	5,50	0,005	0,021	0,013
12	16h04	6,00	0,007	0,022	0,015
13	16h04	6,50	-0,097	0,250	0,077
14	16h05	7,00	-0,106	0,270	0,082
15	16h06	7,50	-0,117	0,292	0,088
16	16h06	8,00	-0,135	0,315	0,090
17	16h11	8,50	-0,123	0,345	0,111
18	16h12	9,00	-0,125	0,354	0,115
19	16h13	9,50	-0,129	0,368	0,120
20	16h14	10,00	-0,129	0,384	0,128
21	16h15	10,50	-0,122	0,393	0,136
22	16h15	11,00	-0,115	0,406	0,146
23	16h16	11,50	-0,109	0,416	0,154
24	16h17	12,00	-0,098	0,438	0,170
25	16h18	12,50	-0,090	0,450	0,180
26	16h19	13,00	-0,037	0,540	0,252
27	16h20	13,50	0,024	0,556	0,290

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L18-3

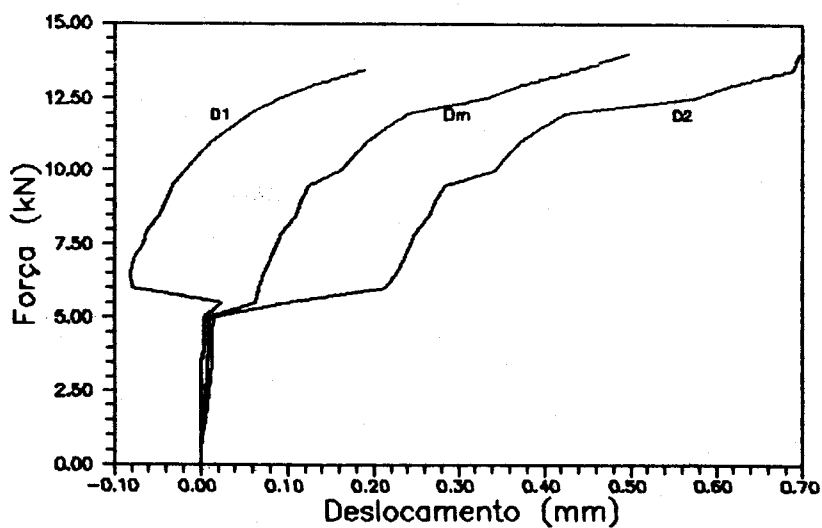
MOLDAGEM - 17/10/89

ENSAIO - 24/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA (kN)	D1	D2	Dm
0	16h50	0,00	0,000	0,000	0,000
1	16h51	0,50	0,001	0,001	0,001
2	16h52	1,00	0,001	0,003	0,002
3	16h52	1,50	0,001	0,005	0,003
4	16h53	2,00	0,001	0,007	0,004
5	16h54	2,50	0,001	0,009	0,005
6	16h54	3,00	0,001	0,012	0,007
7	16h55	3,50	0,001	0,013	0,007
8	16h55	4,00	0,004	0,013	0,009
9	16h56	4,50	0,004	0,014	0,009
10	16h56	5,00	0,004	0,015	0,010
11	16h57	5,50	0,025	0,100	0,063
12	16h57	6,00	-0,080	0,213	0,067
13	16h58	6,50	-0,081	0,226	0,073
14	16h58	7,00	-0,077	0,236	0,080
15	16h59	7,50	-0,067	0,243	0,088
16	16h59	8,00	-0,060	0,253	0,097
17	17h00	8,50	-0,047	0,266	0,110
18	17h01	9,00	-0,041	0,273	0,116
19	17h01	9,50	-0,034	0,283	0,124
20	17h02	10,00	-0,019	0,343	0,162
21	17h02	10,50	-0,003	0,356	0,177
22	17h03	11,00	0,013	0,373	0,193
23	17h03	11,50	0,035	0,397	0,216
24	17h04	12,00	0,057	0,424	0,241
25	17h04	12,50	0,092	0,573	0,333
26	17h05	13,00	0,133	0,621	0,377
27	17h05	13,50	0,189	0,688	0,439
28	17h06	14,00	0,299	0,695	0,497

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L18-4

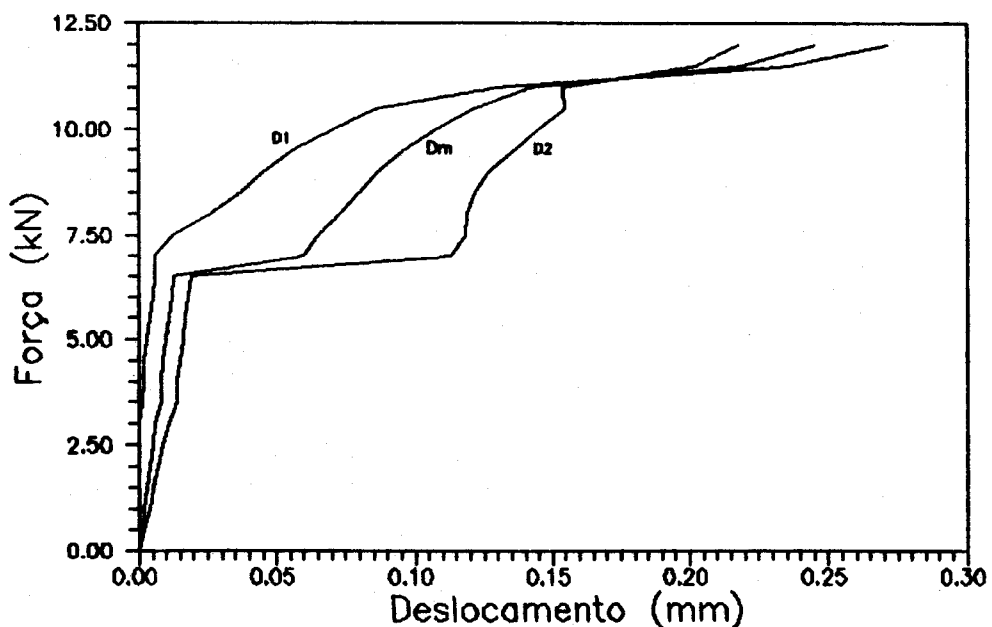
MOLDAGEM - 17/10/89

ENSAIO - 25/10/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

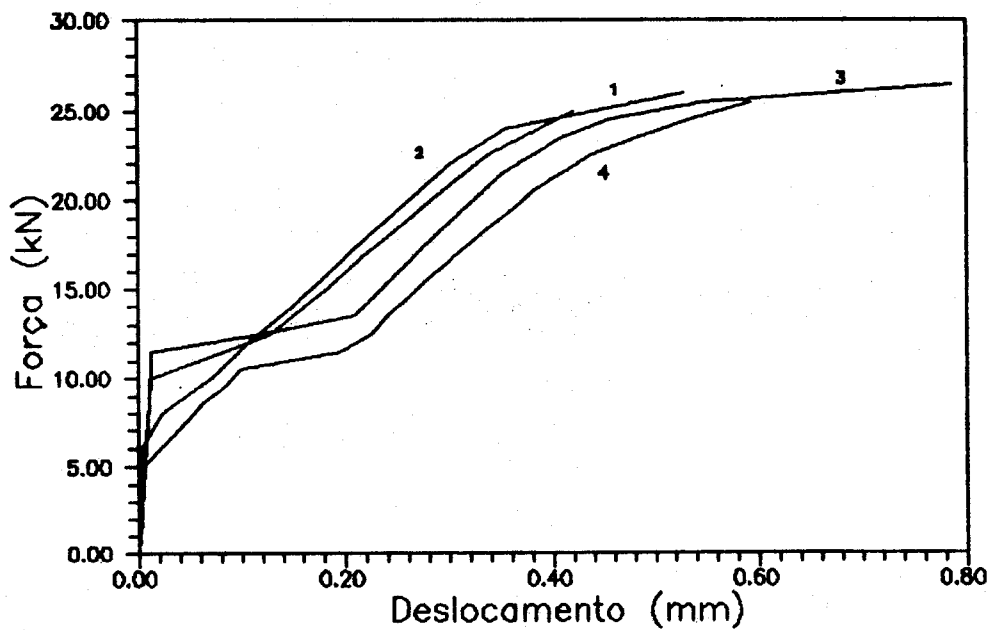
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	09h53	0,00	0,000	0,000	0,000
1	09h54	0,50	0,000	0,002	0,001
2	09h55	1,00	0,000	0,004	0,002
3	09h56	1,50	0,000	0,005	0,003
4	09h57	2,00	0,000	0,007	0,004
5	09h58	2,50	0,000	0,009	0,005
6	09h59	3,00	0,000	0,011	0,006
7	10h00	3,50	0,001	0,014	0,008
8	10h01	4,00	0,002	0,014	0,008
9	10h03	4,50	0,002	0,015	0,009
10	10h04	5,00	0,003	0,016	0,010
11	10h06	5,50	0,004	0,017	0,011
12	10h07	6,00	0,005	0,018	0,012
13	10h08	6,50	0,006	0,019	0,013
14	10h09	7,00	0,006	0,113	0,060
15	10h10	7,50	0,012	0,118	0,065
16	10h11	8,00	0,026	0,119	0,073
17	10h12	8,50	0,037	0,122	0,080
18	10h13	9,00	0,046	0,127	0,087
19	10h14	9,50	0,056	0,136	0,096
20	10h15	10,00	0,071	0,145	0,108
21	10h16	10,50	0,086	0,155	0,121
22	10h17	11,00	0,130	0,154	0,142
23	10h18	11,50	0,236	0,202	0,219
24	10h19	12,00	0,271	0,218	0,245

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE T2T14/4,2

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaaiadas	Força de Ruptura (kN)
T2T14/4,2 - 1	27,80
T2T14/4,2 - 2	27,50
T2T14/4,2 - 3	27,20
T2T14/4,2 - 4	25,70

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 08  
MOLDAGEM - 01/11/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2T14/4,2

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
79	3	AXIAL	80,00	40,74
80	3	AXIAL	75,65	38,53
81	3	AXIAL	75,00	38,20
82	7	DIAMETRAL	25,00	2,71
83	7	AXIAL	81,25	41,38
84	7	AXIAL	75,65	38,53
85	7	DIAMETRAL	22,50	2,43
86	7	AXIAL	76,50	38,96
87	7	AXIAL	76,50	38,96
88	7	DIAMETRAL	22,50	2,43
89	7	AXIAL	81,25	41,38
90	7	AXIAL	77,50	39,47

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c3} = 39,16$      $f_{c7} = 39,78$      $f_{t7} = 2,52$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRACÇÃO

EXEMPLAR - T2T14/4,2-1

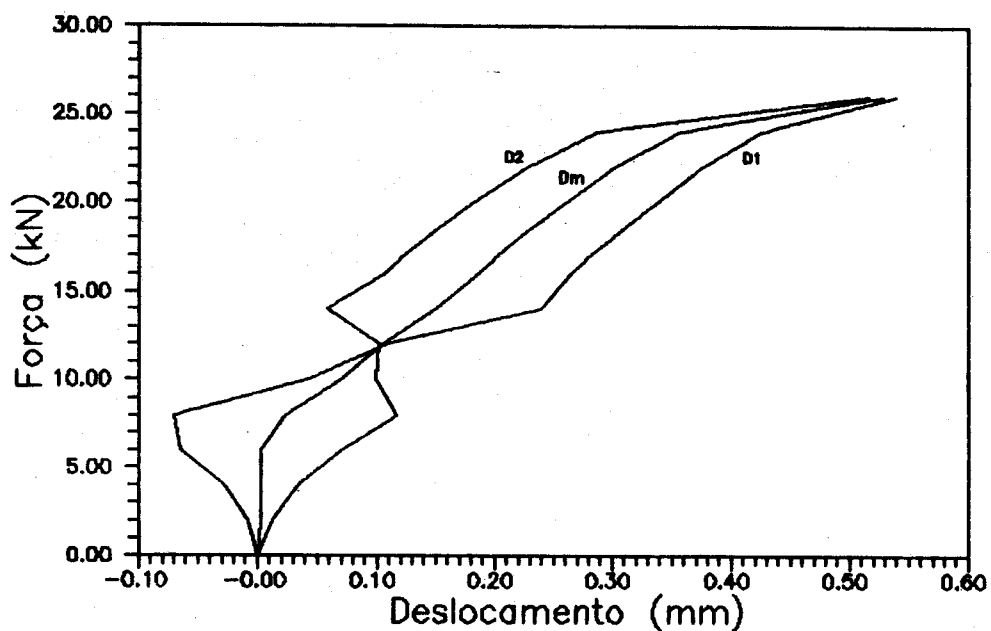
MOLDAGEM - 01/11/89

ENSAIO - 08/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h53	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h54	2,00	-0,008	0,013	0,003
2	14h56	4,00	-0,028	0,034	0,003
3	14h58	6,00	-0,065	0,070	0,003
4	15h00	8,00	-0,070	0,116	0,023
5	15h03	10,00	0,043	0,099	0,071
6	15h07	12,00	0,109	0,102	0,106
7	15h12	14,00	0,240	0,059	0,150
8	15h15	16,00	0,264	0,105	0,185
9	15h19	18,00	0,300	0,142	0,221
10	15h23	20,00	0,338	0,183	0,261
11	15h35	22,00	0,374	0,227	0,301
12	15h40	24,00	0,424	0,287	0,356
13	15h47	26,00	0,540	0,517	0,529

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL

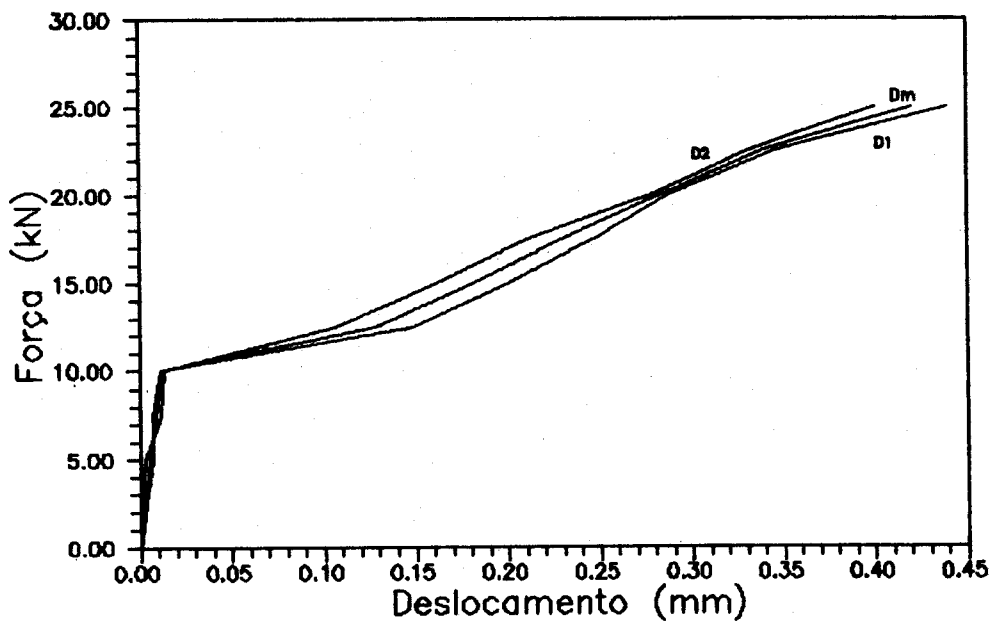


ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2T14/4,2-2  
MOLDAGEM - 01/11/89 ENSAIO - 09/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h30	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h31	2,50	0,001	0,004	0,003
2	08h32	5,00	0,003	0,007	0,005
3	08h33	7,50	0,011	0,007	0,009
4	08h34	10,00	0,013	0,011	0,012
5	08h36	12,50	0,106	0,149	0,128
6	08h38	15,00	0,162	0,201	0,182
7	08h40	17,50	0,213	0,249	0,231
8	08h42	20,00	0,278	0,288	0,283
9	08h43	22,50	0,331	0,346	0,339
10	08h44	25,00	0,401	0,440	0,421

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2T14/4,2-3

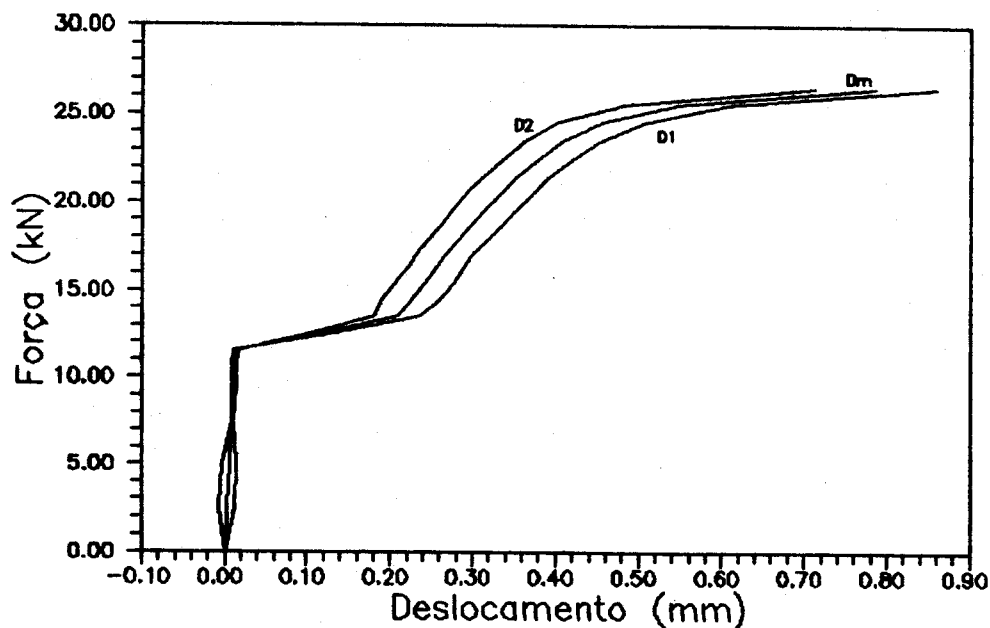
MOLDAGEM - 01/11/89

ENSAIO - 09/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h47	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h49	2,50	-0,008	0,013	0,003
2	10h50	5,00	-0,003	0,015	0,006
3	10h51	7,50	0,008	0,010	0,009
4	10h51	8,50	0,008	0,013	0,011
5	10h52	9,50	0,008	0,014	0,011
6	10h53	10,50	0,009	0,015	0,012
7	10h54	11,50	0,010	0,016	0,013
8	10h55	12,50	0,131	0,105	0,118
9	10h56	13,50	0,236	0,181	0,209
10	10h57	14,50	0,261	0,190	0,226
11	10h58	15,50	0,278	0,208	0,243
12	10h59	16,50	0,293	0,224	0,259
13	11h00	17,50	0,311	0,240	0,276
14	11h01	18,50	0,332	0,260	0,296
15	11h01	19,50	0,352	0,274	0,313
16	11h02	20,50	0,374	0,293	0,334
17	11h03	21,50	0,393	0,313	0,353
18	11h04	22,50	0,422	0,339	0,381
19	11h05	23,50	0,454	0,364	0,409
20	11h05	24,50	0,509	0,403	0,456
21	11h06	25,50	0,609	0,484	0,547
22	11h07	26,50	0,859	0,714	0,787

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2T14/4,2-4

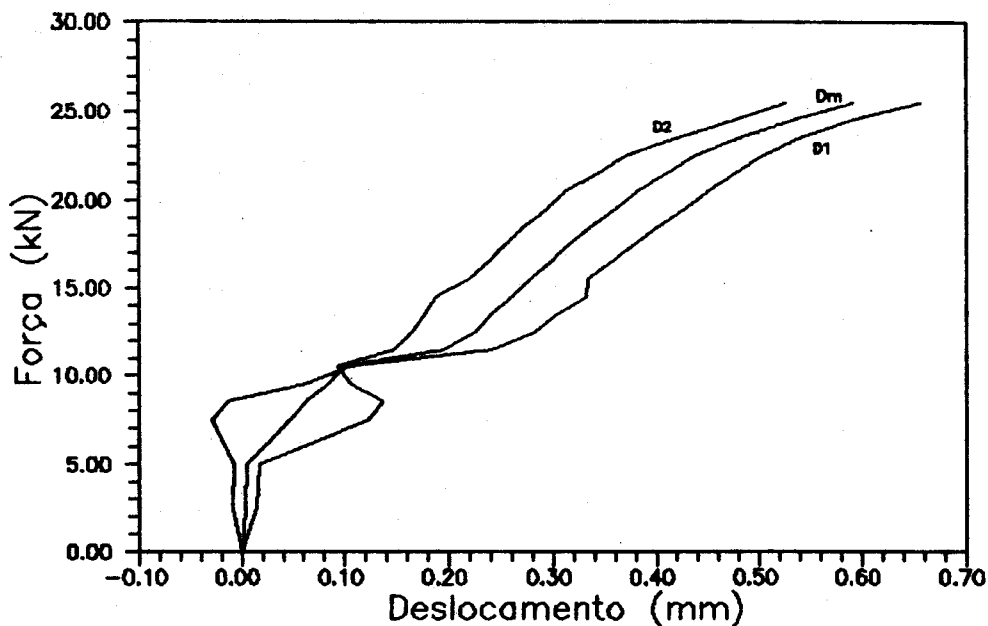
MOLDAGEM - 01/11/89

ENSAIO - 09/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

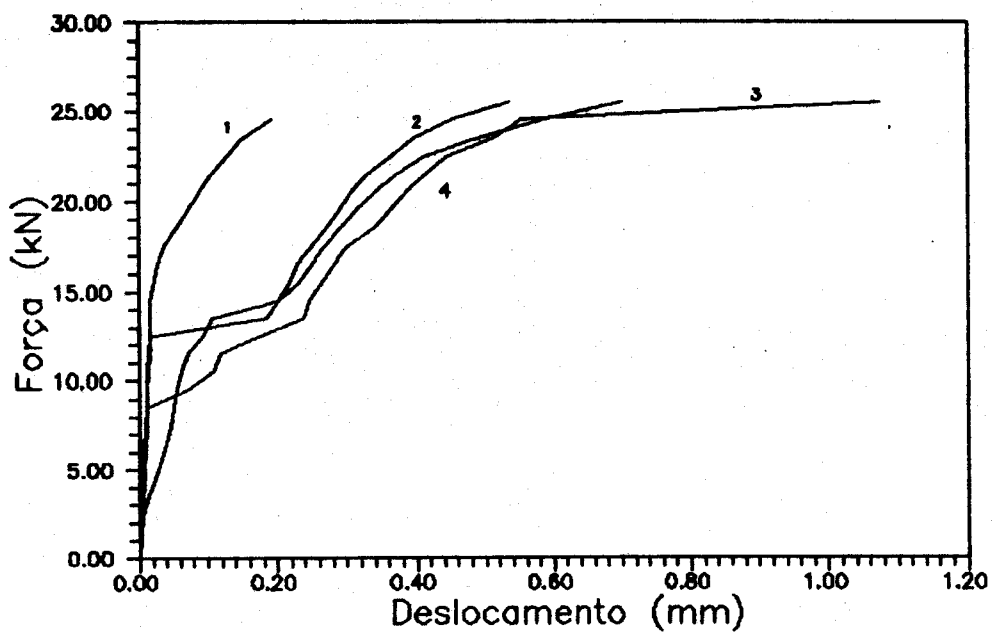
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	15h00	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h01	2,50	-0,009	0,015	0,003
2	15h02	5,00	-0,007	0,017	0,005
3	15h03	7,50	-0,029	0,123	0,047
4	15h04	8,50	-0,013	0,136	0,062
5	15h05	9,50	0,062	0,106	0,084
6	15h06	10,50	0,105	0,093	0,099
7	15h07	11,50	0,242	0,148	0,195
8	15h08	12,50	0,282	0,165	0,224
9	15h09	13,50	0,304	0,176	0,240
10	15h10	14,50	0,332	0,188	0,260
11	15h10	15,50	0,335	0,220	0,278
12	15h11	16,50	0,358	0,238	0,298
13	15h12	17,50	0,380	0,255	0,318
14	15h13	18,50	0,402	0,273	0,338
15	15h14	19,50	0,427	0,294	0,361
16	15h15	20,50	0,450	0,313	0,382
17	15h15	21,50	0,476	0,343	0,410
18	15h16	22,50	0,505	0,373	0,439
19	15h16	23,50	0,542	0,423	0,483
20	15h17	24,50	0,592	0,478	0,535
21	15h18	25,50	0,657	0,528	0,583

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE T2T18/4,2

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Ruptura (kN)
T2T18/4,2 - 1	25,40
T2T18/4,2 - 2	26,50
T2T18/4,2 - 3	26,50
T2T18/4,2 - 4	26,60

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 09  
MOLDAGEM - 14/11/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2T18/4,2

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
79	3	AXIAL	80,00	40,74
91	3	AXIAL	73,75	37,56
92	3	AXIAL	72,50	36,92
93	3	AXIAL	75,00	38,20
94	7	DIAMETRAL	33,75	3,65
95	7	AXIAL	84,00	42,78
96	7	AXIAL	80,00	40,74
97	7	DIAMETRAL	33,75	3,65
98	7	AXIAL	86,25	43,93
99	7	AXIAL	87,00	44,31
100	7	DIAMETRAL	33,75	3,65
101	7	AXIAL	83,00	42,27
102	7	AXIAL	82,50	42,02

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 37,56$      $f_{c7} = 42,67$      $f_{t7} = 3,65$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

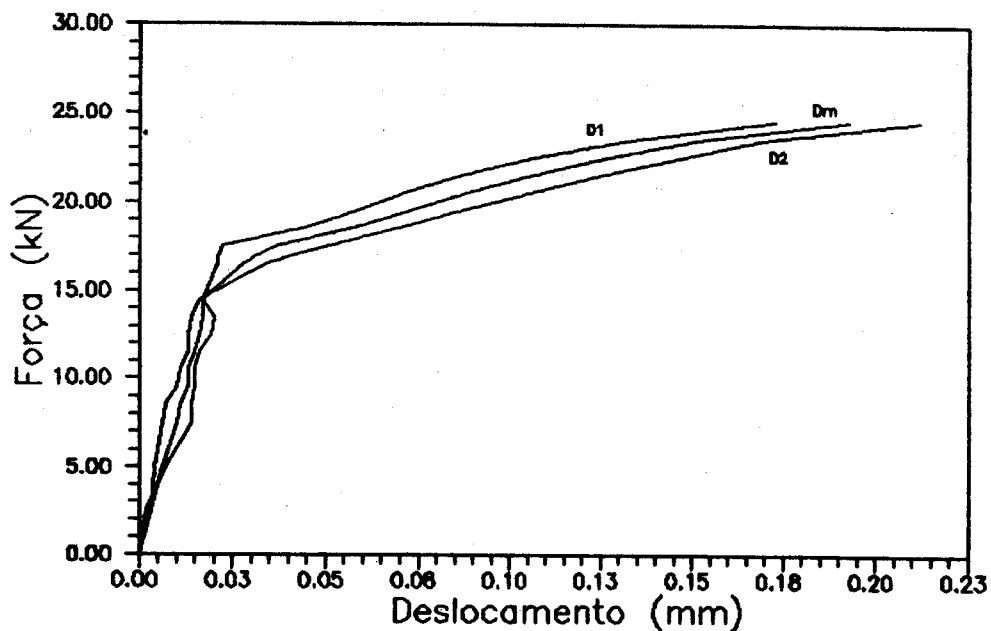
- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2T18/4,2-1  
MOLDAGEM - 14/11/89 ENSAIO - 21/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h38	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h39	2,50	0,002	0,003	0,003
2	08h40	5,00	0,007	0,004	0,006
3	08h41	7,50	0,014	0,006	0,010
4	08h42	8,50	0,014	0,007	0,011
5	08h43	9,50	0,015	0,010	0,013
6	08h44	10,50	0,015	0,011	0,013
7	08h45	11,50	0,016	0,013	0,015
8	08h45	12,50	0,019	0,013	0,016
9	08h45	13,50	0,020	0,014	0,017
10	08h46	14,50	0,017	0,016	0,017
11	08h50	16,50	0,021	0,034	0,028
12	08h51	17,50	0,022	0,051	0,037
13	08h52	18,50	0,044	0,069	0,057
14	08h53	19,50	0,058	0,086	0,072
15	08h54	20,50	0,071	0,105	0,088
16	08h55	21,50	0,086	0,124	0,105
17	08h56	22,50	0,107	0,147	0,127
18	08h57	23,50	0,134	0,170	0,152
19	08h58	24,50	0,173	0,212	0,193

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2T18/4,2-2

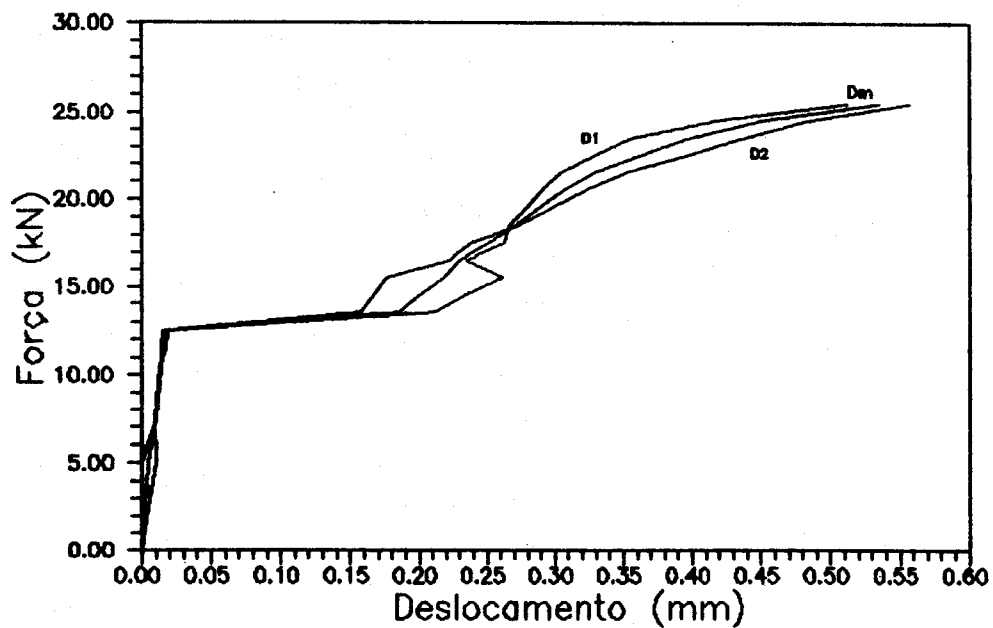
MOLDAGEM - 14/11/89

ENSAIO - 21/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h15	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h16	2,50	0,000	0,005	0,003
2	10h17	5,00	0,000	0,010	0,005
3	10h18	7,50	0,011	0,009	0,010
4	10h19	8,50	0,012	0,010	0,011
5	10h20	9,50	0,013	0,012	0,013
6	10h21	10,50	0,014	0,013	0,014
7	10h22	11,50	0,014	0,017	0,016
8	10h23	12,50	0,015	0,019	0,017
9	10h24	13,50	0,158	0,212	0,185
10	10h25	14,50	0,167	0,234	0,201
11	10h26	15,50	0,176	0,262	0,219
12	10h27	16,50	0,223	0,235	0,229
13	10h28	17,50	0,239	0,263	0,251
14	10h29	18,50	0,274	0,267	0,271
15	10h30	19,50	0,298	0,279	0,289
16	10h31	20,50	0,323	0,291	0,307
17	10h32	21,50	0,352	0,305	0,329
18	10h33	22,50	0,397	0,330	0,364
19	10h34	23,50	0,437	0,356	0,397
20	10h35	24,50	0,484	0,417	0,451
21	10h36	25,50	0,557	0,512	0,535

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL





ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2T18/4,2-3

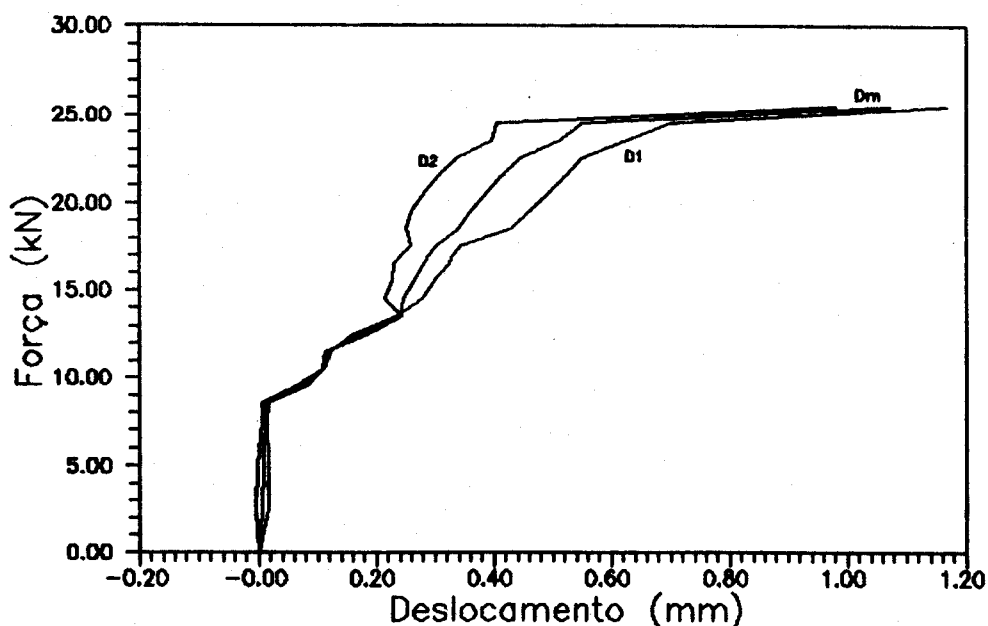
MOLDAGEM - 14/11/89

ENSAIO - 21/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	13h56	0,00	0,000	0,000	0,000
1	13h58	2,50	-0,005	0,016	0,006
2	14h00	5,00	-0,001	0,017	0,008
3	14h02	7,50	0,006	0,015	0,011
4	14h04	8,50	0,007	0,016	0,012
5	14h05	9,50	0,062	0,081	0,072
6	14h06	10,50	0,110	0,109	0,110
7	14h08	11,50	0,122	0,115	0,119
8	14h10	12,50	0,161	0,184	0,173
9	14h11	13,50	0,235	0,244	0,240
10	14h12	14,50	0,279	0,214	0,247
11	14h13	15,50	0,300	0,228	0,264
12	14h14	16,50	0,325	0,231	0,278
13	14h15	17,50	0,345	0,259	0,302
14	14h15	18,50	0,430	0,251	0,341
15	14h16	19,50	0,460	0,261	0,361
16	14h16	20,50	0,491	0,281	0,386
17	14h17	21,50	0,521	0,305	0,413
18	14h18	22,50	0,553	0,338	0,446
19	14h18	23,50	0,625	0,398	0,512
20	14h20	24,50	0,700	0,406	0,553
21	14h21	25,50	1,169	0,981	1,075

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2T18/4,2-4

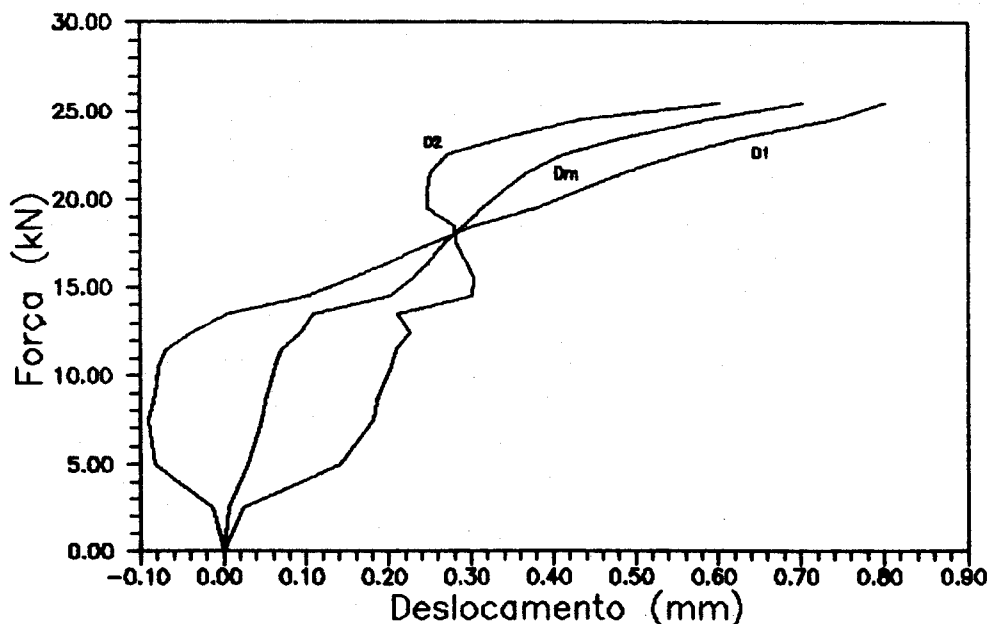
MOLDAGEM - 14/11/89

ENSAIO - 21/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

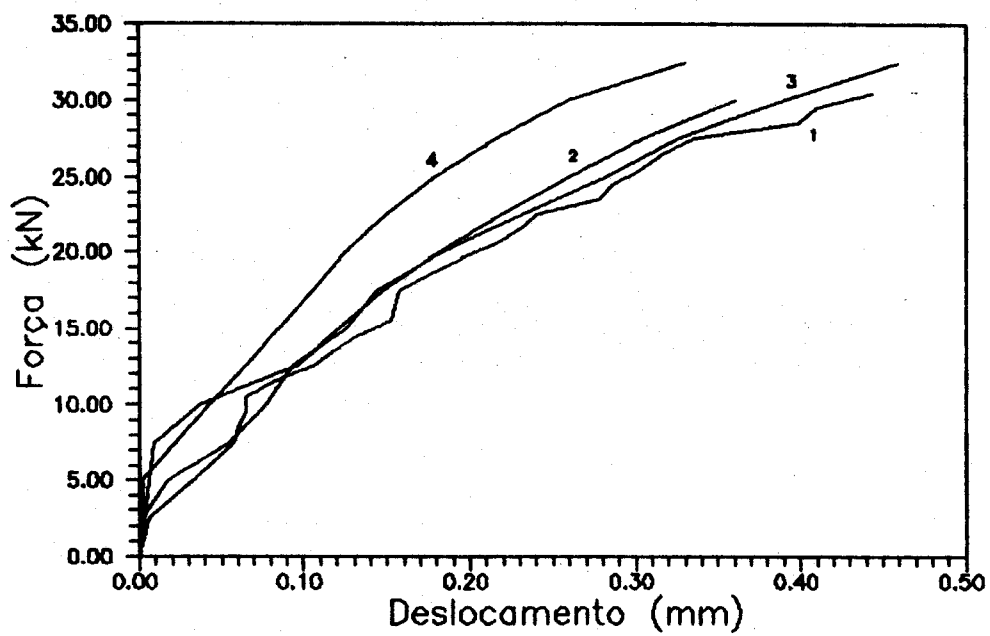
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	16h05	0,00	0,000	0,000	0,000
1	16h07	2,50	-0,012	0,023	0,006
2	16h10	5,00	-0,083	0,141	0,029
3	16h13	7,50	-0,080	0,183	0,047
4	16h15	8,50	-0,085	0,187	0,051
5	16h16	9,50	-0,080	0,193	0,057
6	16h17	10,50	-0,078	0,204	0,063
7	16h18	11,50	-0,068	0,209	0,071
8	16h19	12,50	-0,038	0,226	0,094
9	16h20	13,50	0,004	0,211	0,108
10	16h21	14,50	0,101	0,301	0,201
11	16h22	15,50	0,157	0,304	0,231
12	16h23	16,50	0,207	0,294	0,251
13	16h24	17,50	0,255	0,283	0,269
14	16h25	18,50	0,304	0,280	0,292
15	16h26	19,50	0,380	0,247	0,314
16	16h26	20,50	0,434	0,247	0,341
17	16h27	21,50	0,488	0,252	0,370
18	16h28	22,50	0,554	0,272	0,413
19	16h29	23,50	0,632	0,345	0,489
20	16h30	24,50	0,740	0,436	0,588
21	16h31	25,50	0,802	0,603	0,703

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



# SÉRIE T2L14/4,2

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaaiadas	Força de Ruptura (kN)
T2L14/4,2 - 1	30,80
T2L14/4,2 - 2	30,00
T2L14/4,2 - 3	33,20
T2L14/4,2 - 4	34,10

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 10  
MOLDAGEM - 21/11/89

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2L14/4,2

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
103	3	AXIAL	75,00	38,20
104	3	AXIAL	76,25	38,83
105	3	AXIAL	75,00	38,20
106	7	DIAMETRAL	26,50	2,87
107	7	AXIAL	87,50	44,56
108	7	AXIAL	85,00	43,29
109	7	DIAMETRAL	30,00	3,25
110	7	AXIAL	96,25	49,02
111	7	AXIAL	92,50	47,11
112	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
113	7	AXIAL	87,50	44,56
114	7	AXIAL	96,50	49,15

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$$f_{c3} = 38,41 \quad f_{c7} = 46,28 \quad f_{t7} = 3,17$$

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L14/4,2-1

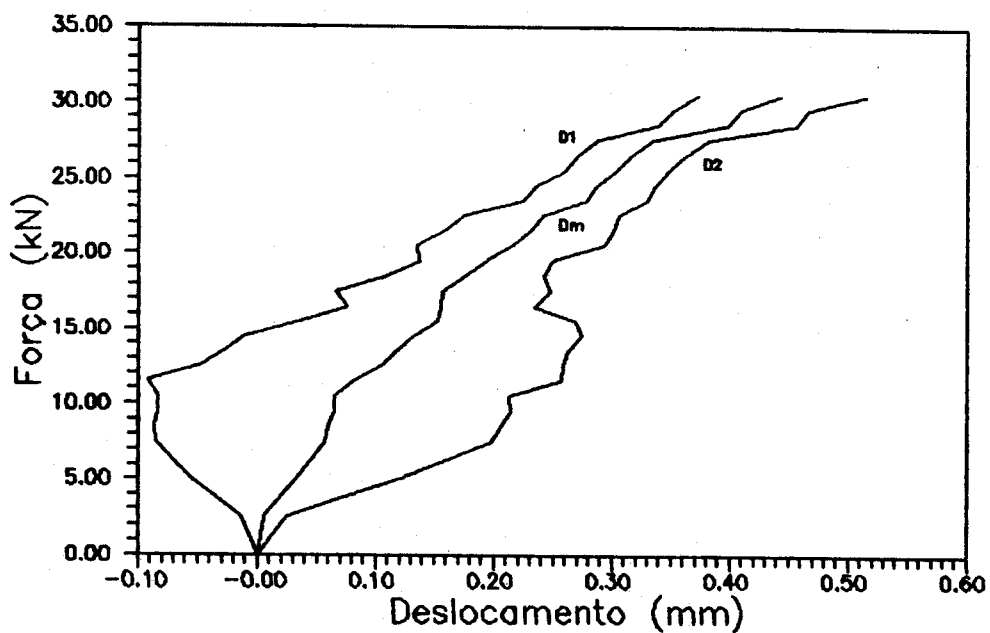
MOLDAGEM - 21/11/89

ENSAIO - 28/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h17	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h20	2,50	-0,013	0,024	0,006
2	08h21	5,00	-0,055	0,120	0,033
3	08h23	7,50	-0,085	0,198	0,057
4	08h24	8,50	-0,086	0,206	0,060
5	08h25	9,50	-0,084	0,214	0,065
6	08h26	10,50	-0,084	0,213	0,065
7	08h27	11,50	-0,092	0,257	0,083
8	08h28	12,50	-0,047	0,258	0,106
9	08h29	13,50	-0,028	0,263	0,118
10	08h30	14,50	-0,011	0,275	0,132
11	08h31	15,50	0,036	0,269	0,153
12	08h32	16,50	0,076	0,234	0,155
13	08h33	17,50	0,066	0,248	0,157
14	08h34	18,50	0,109	0,242	0,176
15	08h35	19,50	0,138	0,249	0,194
16	08h37	20,50	0,136	0,293	0,215
17	08h39	21,50	0,160	0,302	0,231
18	08h41	22,50	0,175	0,306	0,241
19	08h43	23,50	0,225	0,330	0,278
20	08h46	24,50	0,236	0,337	0,287
21	08h49	25,50	0,259	0,347	0,303
22	08h50	26,50	0,270	0,363	0,317
23	08h51	27,50	0,288	0,383	0,336
24	08h53	28,50	0,340	0,457	0,399
25	08h54	29,50	0,353	0,466	0,410
26	08h57	30,50	0,373	0,515	0,444

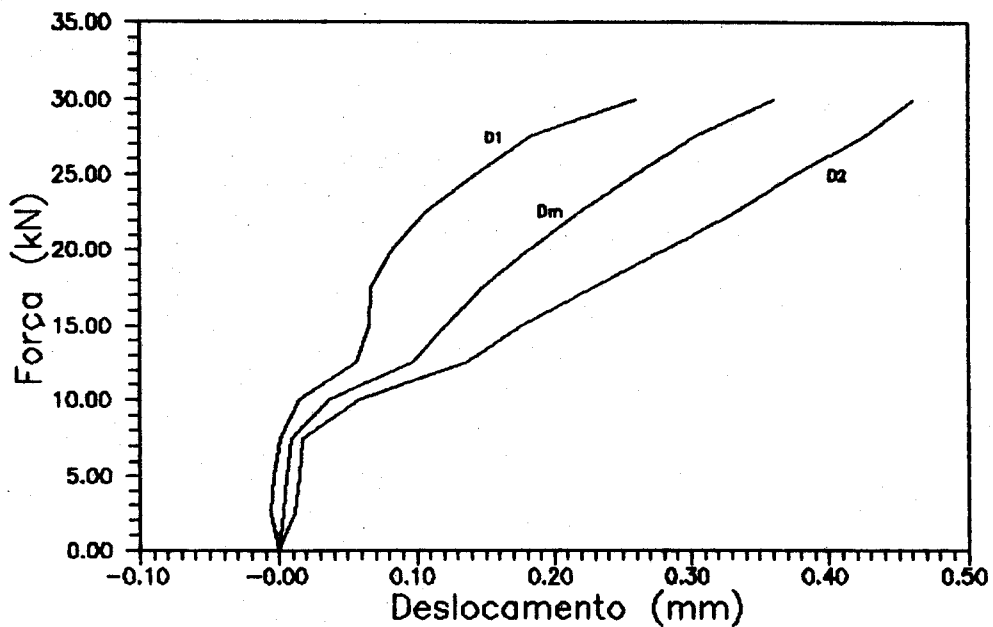
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2L14/4,2-2  
MOLDAGEM - 21/11/89 ENSAIO - 28/11/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	15h14	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h15	2,50	-0,006	0,011	0,003
2	15h16	5,00	-0,004	0,015	0,006
3	15h17	7,50	0,001	0,017	0,009
4	15h19	10,00	0,015	0,059	0,037
5	15h22	12,50	0,057	0,136	0,097
6	15h24	15,00	0,066	0,176	0,121
7	15h26	17,50	0,067	0,229	0,148
8	15h29	20,00	0,083	0,282	0,183
9	15h30	22,50	0,106	0,332	0,219
10	15h32	25,00	0,144	0,376	0,260
11	15h34	27,50	0,184	0,426	0,305
12	15h35	30,00	0,261	0,461	0,361

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L14/4,2-3

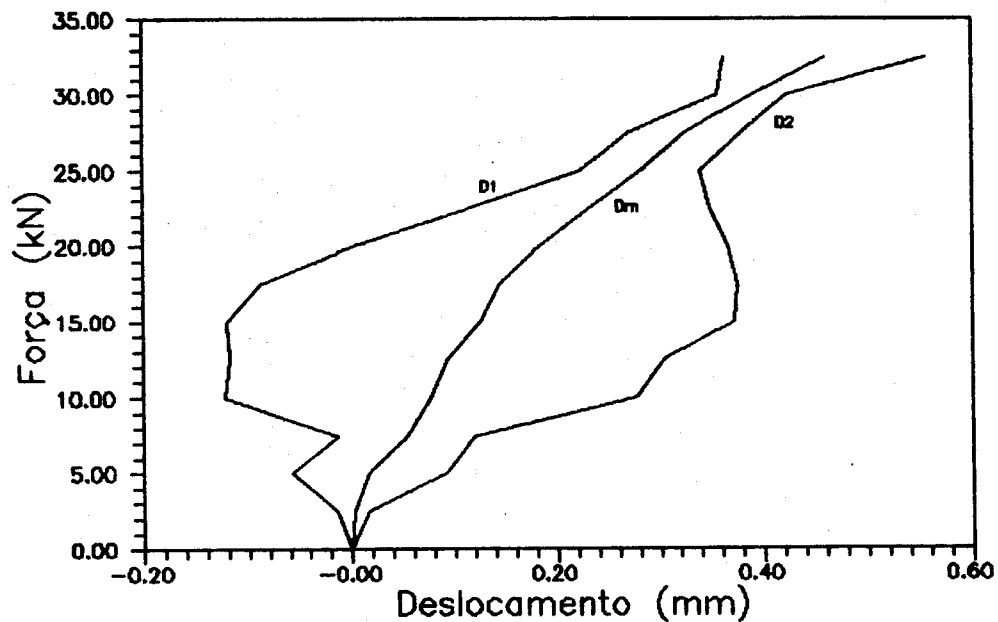
MOLDAGEM - 21/11/89

ENSAIO - 29/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	09h15	0,00	0,000	0,000	0,000
1	09h16	2,50	-0,014	0,017	0,002
2	09h18	5,00	-0,058	0,092	0,017
3	09h20	7,50	-0,013	0,120	0,054
4	09h21	10,00	-0,123	0,277	0,077
5	09h23	12,50	-0,118	0,306	0,094
6	09h25	15,00	-0,121	0,372	0,126
7	09h27	17,50	-0,088	0,375	0,144
8	09h29	20,00	0,004	0,365	0,185
9	09h30	22,50	0,115	0,349	0,232
10	09h31	25,00	0,223	0,340	0,282
11	09h32	27,50	0,272	0,379	0,326
12	09h33	30,00	0,357	0,423	0,390
13	09h34	32,50	0,362	0,557	0,460

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE TRAÇÃO

EXEMPLAR - T2L14/4,2-4

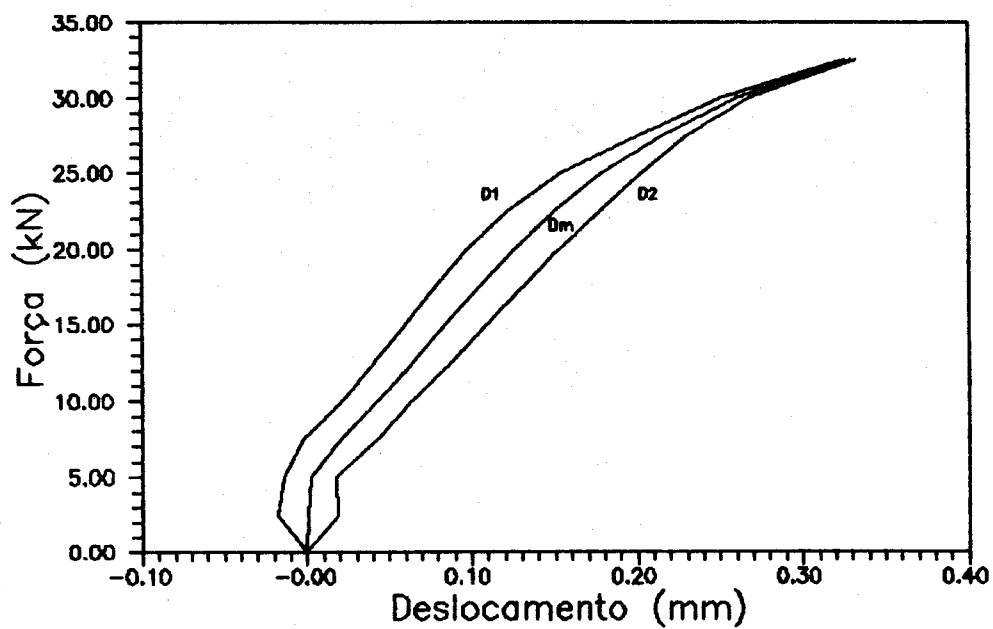
MOLDAGEM - 21/11/89

ENSAIO - 29/11/89

DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	14h10	0,00	0,000	0,000	0,000
1	14h11	2,50	-0,018	0,019	0,001
2	14h13	5,00	-0,014	0,018	0,002
3	14h14	7,50	-0,002	0,043	0,021
4	14h15	10,00	0,022	0,064	0,043
5	14h15	12,50	0,041	0,088	0,065
6	14h16	15,00	0,060	0,110	0,085
7	14h17	17,50	0,079	0,131	0,105
8	14h17	20,00	0,098	0,153	0,126
9	14h18	22,50	0,122	0,178	0,150
10	14h19	25,00	0,154	0,203	0,179
11	14h20	27,50	0,201	0,230	0,216
12	14h21	30,00	0,251	0,268	0,260
13	14h22	32,50	0,326	0,333	0,330

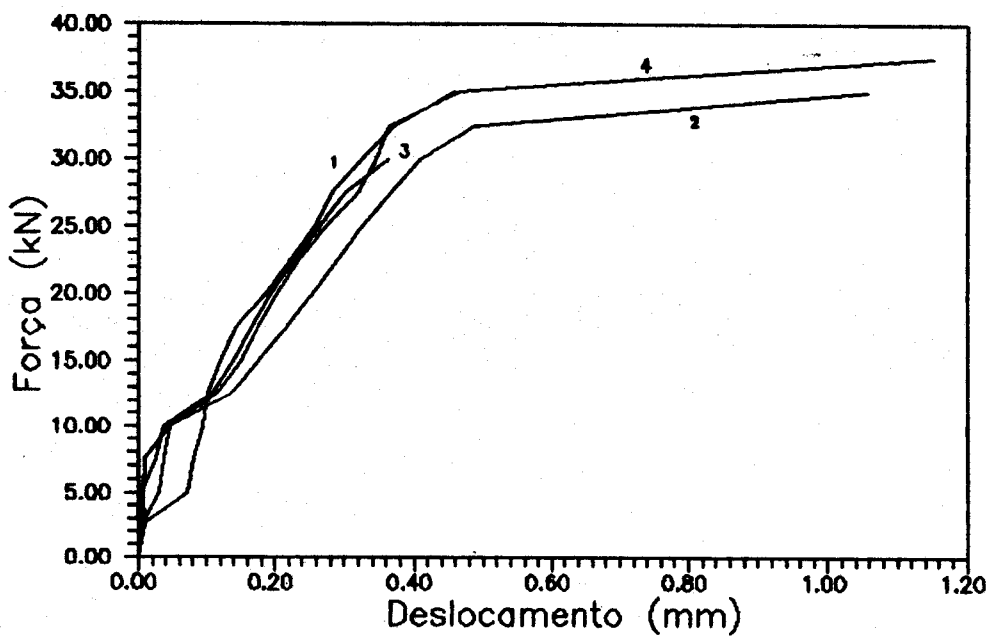
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL





# SÉRIE T2L18/4,2

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO MÉDIO DAS PEÇAS



Peças Ensaaiadas	Força de Ruptura (kN)
T2L08/4,2 - 1	37,50
T2L18/4,2 - 2	37,20
T2L18/4,2 - 3	32,30
T2L18/4,2 - 4	37,80

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 11

SÉRIE CORRESPONDENTE: T2L18/4,2

MOLDAGEM - 28/11/89

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
115	3	AXIAL	70,00	35,85
116	3	AXIAL	76,50	38,96
117	3	AXIAL	76,25	38,83
118	7	DIAMETRAL	22,50	2,43
119	7	AXIAL	86,25	43,93
120	7	AXIAL	87,00	44,31
121	7	DIAMETRAL	26,25	2,84
122	7	AXIAL	86,25	43,93
123	7	AXIAL	92,50	47,12
124	7	DIAMETRAL	30,00	3,24
125	7	AXIAL	86,25	43,93
126	7	AXIAL	86,25	43,93

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{cs} = 37,81$        $f_{c7} = 44,52$        $f_{t7} = 2,84$

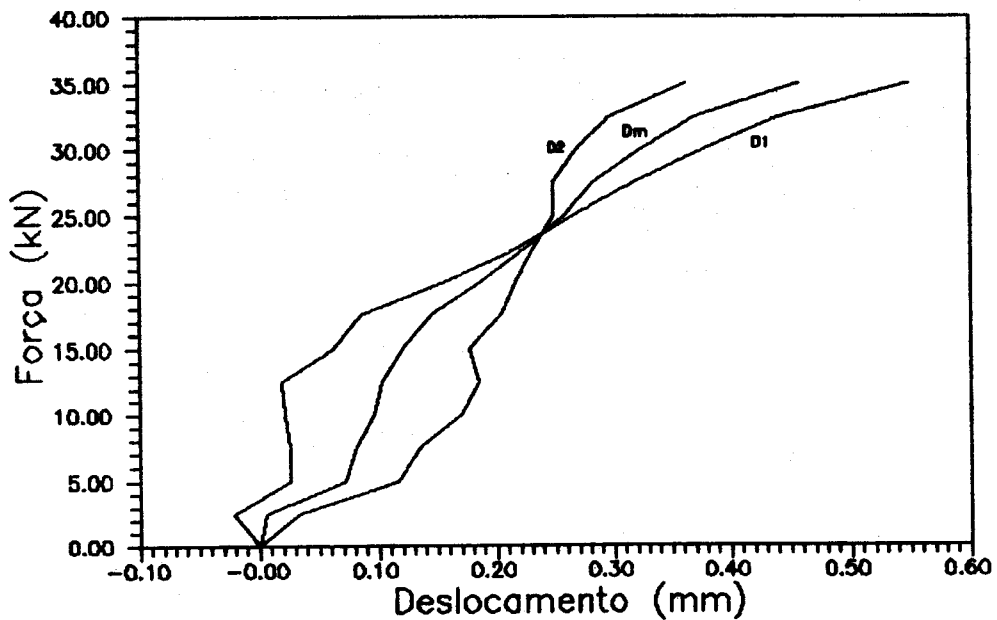
RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS  
PARA CADA EXEMPLAR ENSAIADO:

- Tabela de deslocamentos longitudinais
- Diagramas força-deslocamento longitudinal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2L18/4,2-1  
MOLDAGEM - 28/11/89 ENSAIO - 05/12/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	08h25	0,00	0,000	0,000	0,000
1	08h29	2,50	-0,021	0,032	0,006
2	08h31	5,00	0,026	0,117	0,072
3	08h32	7,50	0,026	0,135	0,081
4	08h35	10,00	0,022	0,170	0,096
5	08h39	12,50	0,019	0,186	0,103
6	08h41	15,00	0,062	0,177	0,120
7	08h45	17,50	0,086	0,204	0,145
8	08h50	20,00	0,156	0,217	0,187
9	08h54	22,50	0,215	0,231	0,223
10	08h56	25,00	0,266	0,249	0,258
11	08h58	27,50	0,319	0,249	0,284
12	09h01	30,00	0,378	0,289	0,324
13	09h02	32,50	0,441	0,298	0,370
14	09h04	35,00	0,551	0,364	0,458

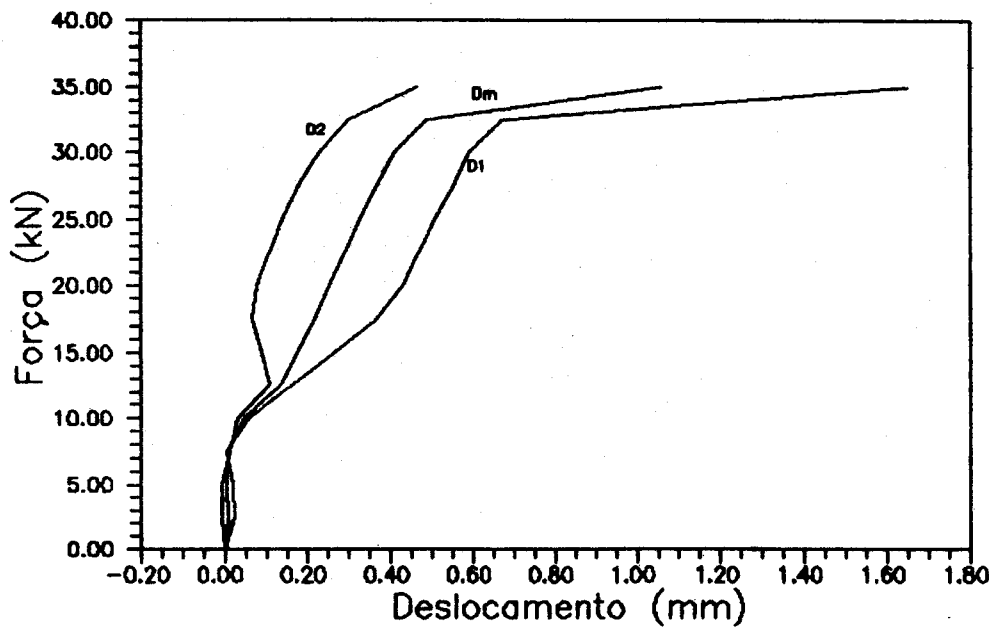
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2L18/4,2-2  
MOLDAGEM - 28/11/89 ENSAIO - 05/12/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	13h27	0,00	0,000	0,000	0,000
1	13h30	2,50	0,026	-0,008	0,009
2	13h31	5,00	0,019	-0,005	0,007
3	13h32	7,50	0,006	0,014	0,010
4	13h34	10,00	0,061	0,031	0,046
5	13h35	12,50	0,163	0,110	0,137
6	13h37	15,00	0,263	0,090	0,177
7	13h39	17,50	0,368	0,067	0,218
8	13h41	20,00	0,428	0,080	0,254
9	13h42	22,50	0,470	0,109	0,290
10	13h43	25,00	0,507	0,142	0,325
11	13h44	27,50	0,555	0,178	0,367
12	13h45	30,00	0,593	0,229	0,411
13	13h45	32,50	0,675	0,299	0,487
14	13h46	35,00	1,652	0,464	1,058

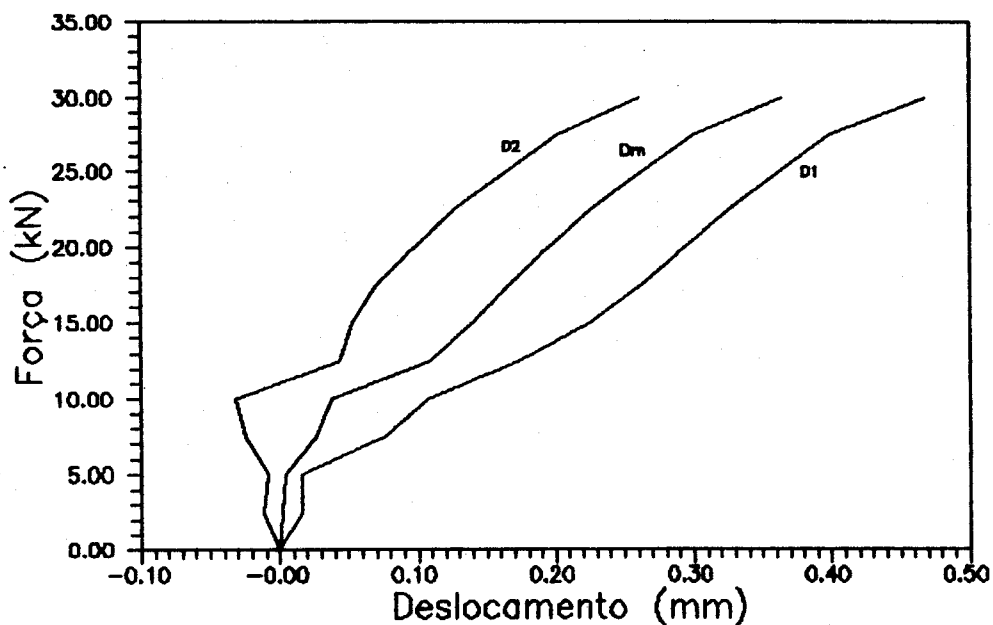
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2L18/4,2-3  
MOLDAGEM - 28/11/89 ENSAIO - 05/12/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	15h49	0,00	0,000	0,000	0,000
1	15h51	2,50	0,016	-0,012	0,002
2	15h52	5,00	0,016	-0,008	0,004
3	15h53	7,50	0,076	-0,024	0,026
4	15h55	10,00	0,107	-0,031	0,038
5	15h57	12,50	0,173	0,044	0,109
6	15h58	15,00	0,226	0,053	0,140
7	16h00	17,50	0,263	0,071	0,167
8	16h02	20,00	0,294	0,098	0,196
9	16h04	22,50	0,327	0,127	0,227
10	16h06	25,00	0,363	0,165	0,264
11	16h07	27,50	0,399	0,202	0,301
12	16h09	30,00	0,468	0,262	0,365

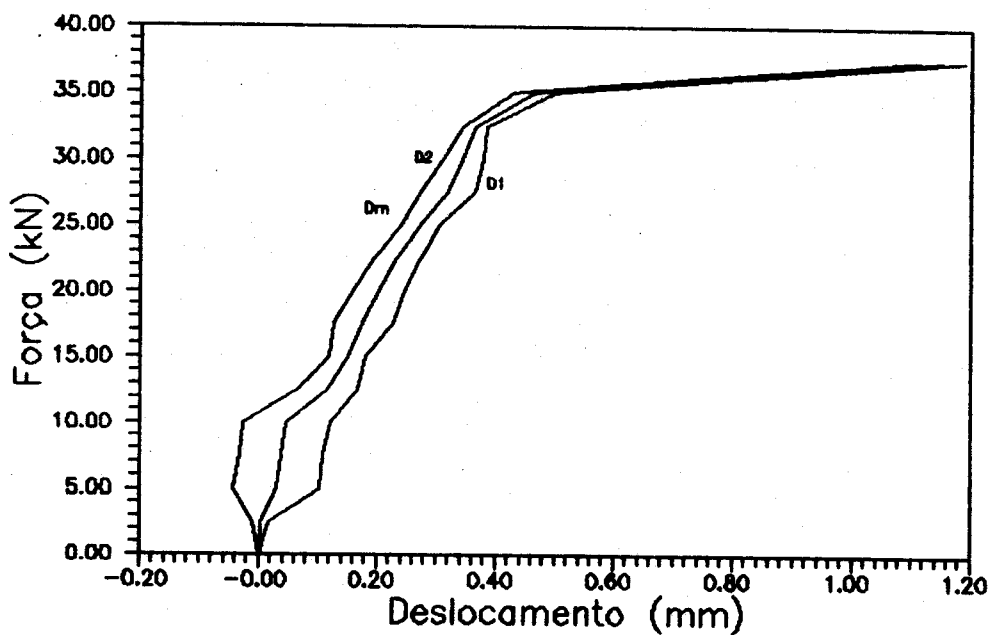
DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE TRAÇÃO EXEMPLAR - T2L18/4,2-4  
MOLDAGEM - 28/11/89 ENSAIO - 06/12/89  
DESLOCAMENTOS LONGITUDINAIS OBTIDOS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	Dm
0	10h00	0,00	0,000	0,000	0,000
1	10h01	2,50	0,017	-0,010	0,004
2	10h05	5,00	0,102	-0,043	0,030
3	10h06	7,50	0,109	-0,033	0,038
4	10h07	10,00	0,121	-0,028	0,047
5	10h08	12,50	0,168	0,066	0,117
6	10h10	15,00	0,182	0,119	0,151
7	10h12	17,50	0,227	0,127	0,177
8	10h14	20,00	0,247	0,160	0,204
9	10h15	22,50	0,273	0,195	0,234
10	10h16	25,00	0,305	0,240	0,273
11	10h17	27,50	0,364	0,274	0,319
12	10h20	30,00	0,379	0,311	0,345
13	10h21	32,50	0,384	0,344	0,364
14	10h22	35,00	0,501	0,429	0,465
15	10h23	37,50	1,191	1,114	1,153

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO LONGITUDINAL

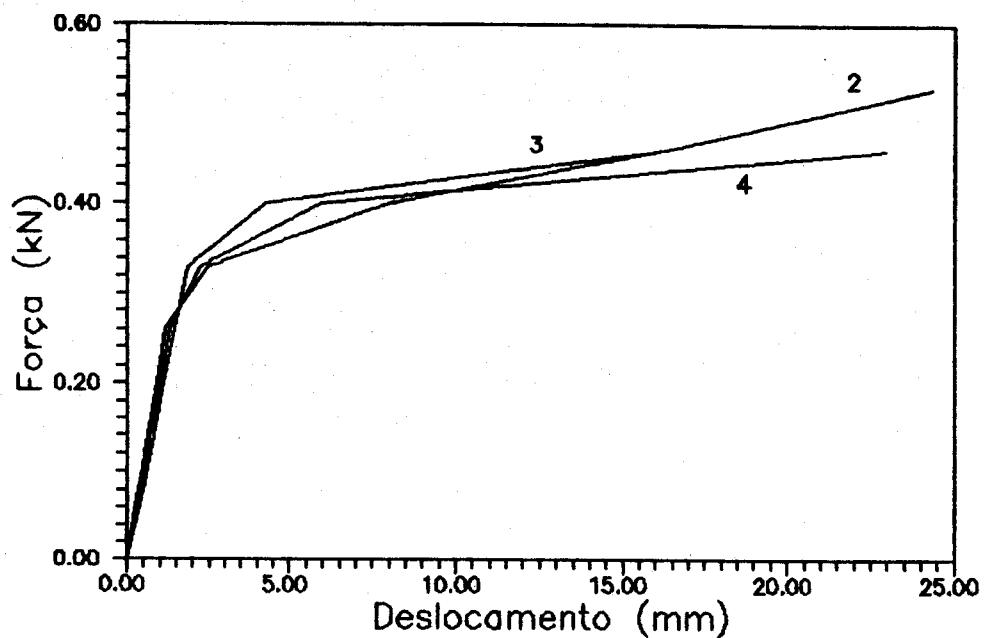


**APÊNDICE 2**

**ENSAIOS DE FLEXÃO DE PLACAS**

# SÉRIE FI14L

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaaiadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FI14L - 1	—	—
FI14L - 2	0,33	0,53
FI14L - 3	0,38	0,57
FI14L - 4	0,33	0,47



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 01  
MOLDAGEM - 06/02/90

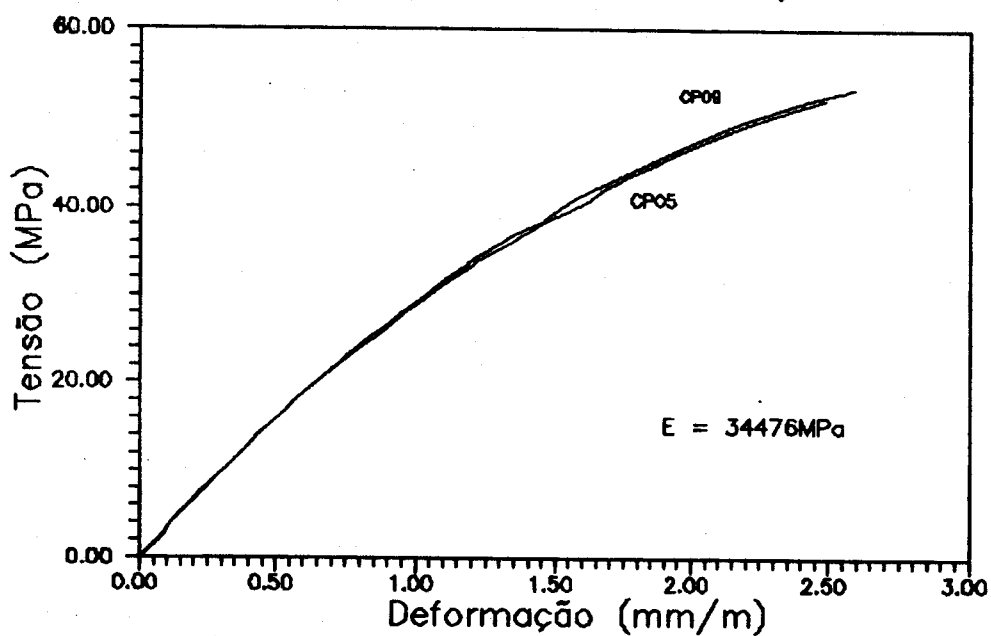
SÉRIE CORRESPONDENTE: FI14L

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
01	3	AXIAL	87,00	44,31
02	3	AXIAL	91,25	46,47
03	3	AXIAL	85,00	43,29
04	7	DIAMETRAL	38,75	4,19
05	7	AXIAL INSTR.	103,25	52,58
06	7	AXIAL	97,50	49,66
07	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
08	7	AXIAL	107,50	54,75
09	7	AXIAL INSTR.	105,75	53,86
10	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
11	7	AXIAL	93,75	47,75
12	7	AXIAL	106,25	54,11

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$$f_{c3} = 44,69 \quad f_{c7} = 52,11 \quad f_{t7} = 3,65$$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI14L-2

MOLDAGEM - 06/02/90

ENSAIO - 14/02/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,330

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,530

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
5	0,330	1,00	0,62	---	0,04	---	0,04	***	3	140
6	0,400	1,21	0,75	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	4	93
7	0,460	1,39	0,87	0,10	0,15	0,10	0,15	0,13	12	25

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI14L-2

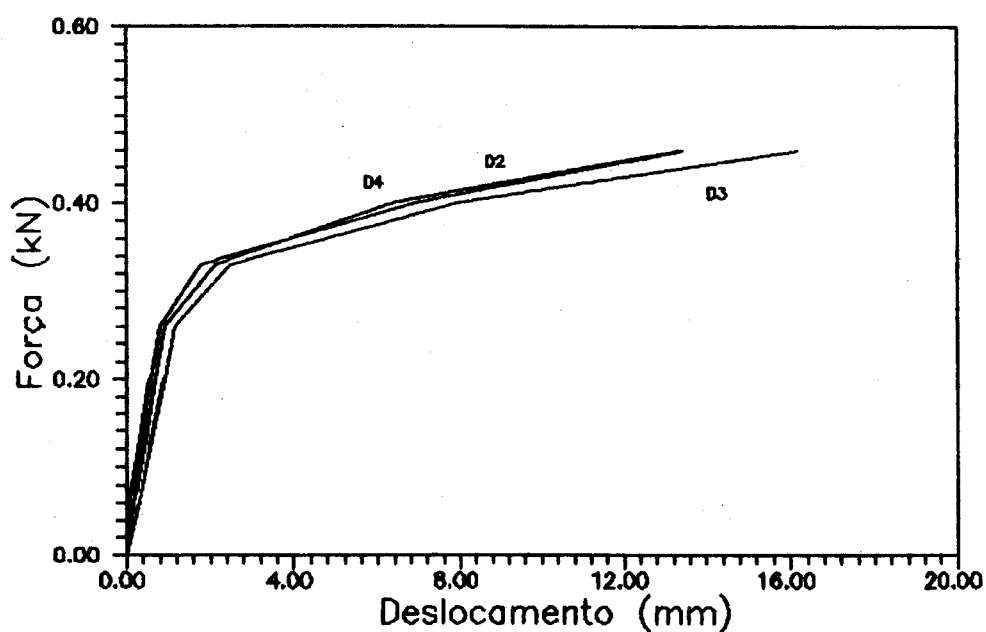
MOLDAGEM - 06/02/90

ENSAIO - 14/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	14h29	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	14h31	0,070	0,00	0,34	0,39	0,31	0,09
2	14h33	0,130	0,02	0,56	0,64	0,55	0,10
3	14h35	0,200	0,02	0,85	0,97	0,86	0,11
2	14h36	0,130	0,03	0,58	0,67	0,60	0,11
1	14h39	0,070	0,03	0,35	0,41	0,37	0,10
2	14h40	0,130	0,03	0,60	0,69	0,59	0,10
3	14h42	0,200	0,03	0,87	0,99	0,85	0,11
4	14h44	0,260	0,03	1,10	1,24	1,07	0,11
5	14h45	0,330	0,05	2,05	2,54	2,27	0,12
6	14h52	0,400	0,05	7,20	8,04	6,52	0,11
7	14h57	0,460	0,05	13,78	16,29	13,51	0,14
8	15h00	0,530	0,05	***	***	***	0,14

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI14L-3

MOLDAGEM - 06/02/90

ENSAIO - 14/02/90

---

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0.380

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0.570

---

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

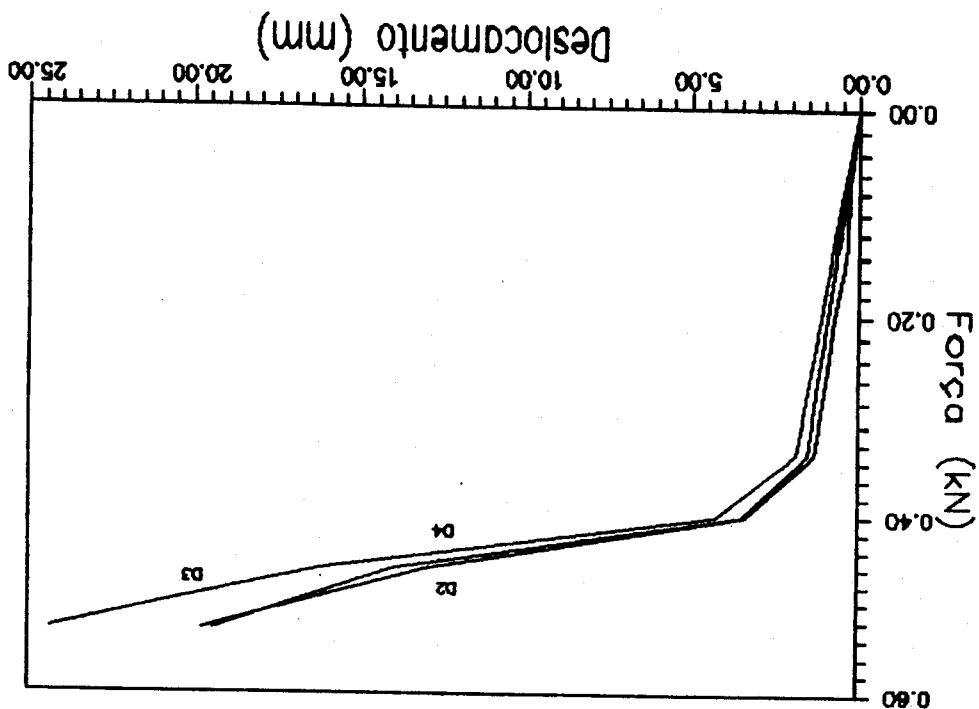
---

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
6	0,400	1,05	0,70	0,05	0,05	---	---	***	10	31
7	0,460	1,21	0,81	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	16	19
8	0,530	1,39	0,93	0,10	0,15	0,15	0,08	0,12	16	19

---

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	15h37	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15h44	0,070	0,44	0,84	0,89	0,90	0,48
2	15h46	0,130	0,47	1,13	1,25	1,21	0,57
1	15h48	0,070	0,46	0,85	0,92	0,91	0,46
2	15h50	0,130	0,46	1,15	1,30	1,23	0,57
3	15h55	0,200	0,48	1,49	1,64	1,57	0,58
4	15h56	0,260	0,49	1,77	1,97	1,85	0,59
5	15h57	0,330	0,50	2,10	2,37	2,17	0,60
6	16h00	0,400	0,50	4,19	4,80	4,12	0,60
7	16h02	0,460	0,44	13,91	16,76	14,72	0,59
8	16h06	0,530	0,40	20,63	24,83	20,07	0,56

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
 ENSAIO DE FLEXÃO EXEMPLAR: F114L-3  
 MOLDAGEM - 06/02/90  
 ENSAIO - 14/02/90

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI14L-4

MOLDAGEM - 06/02/90

ENSAIO - 14/02/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,330

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,470

## DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
6	0,400	1,21	0,85	0,08	0,09	0,11	---	***	6	58
7	0,460	1,36	0,98	0,20	0,35	0,15	0,08	0,19	14	22

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI14L-2

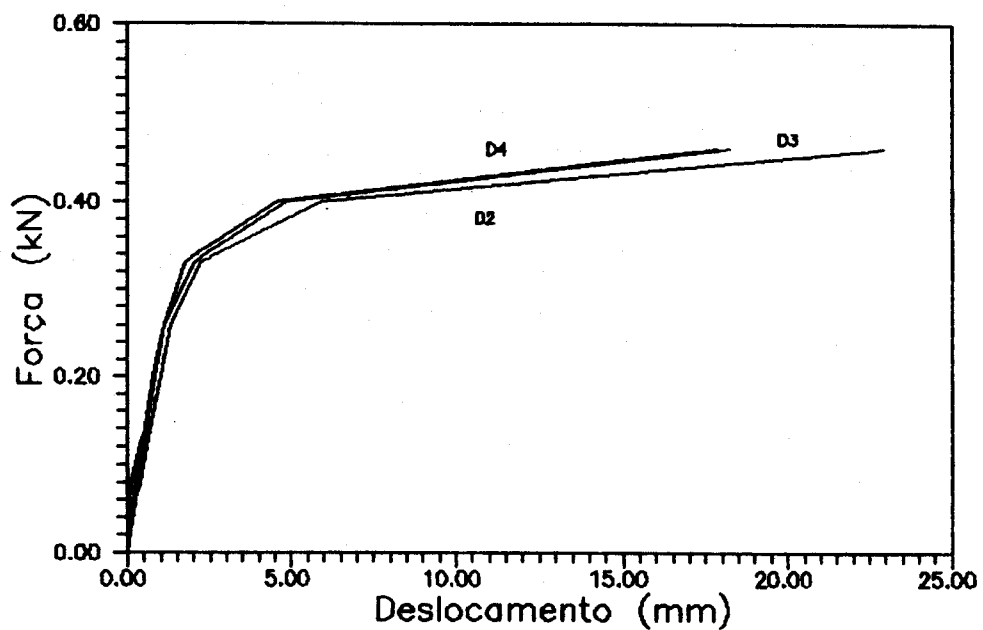
MOLDAGEM - 06/02/90

ENSAIO - 14/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

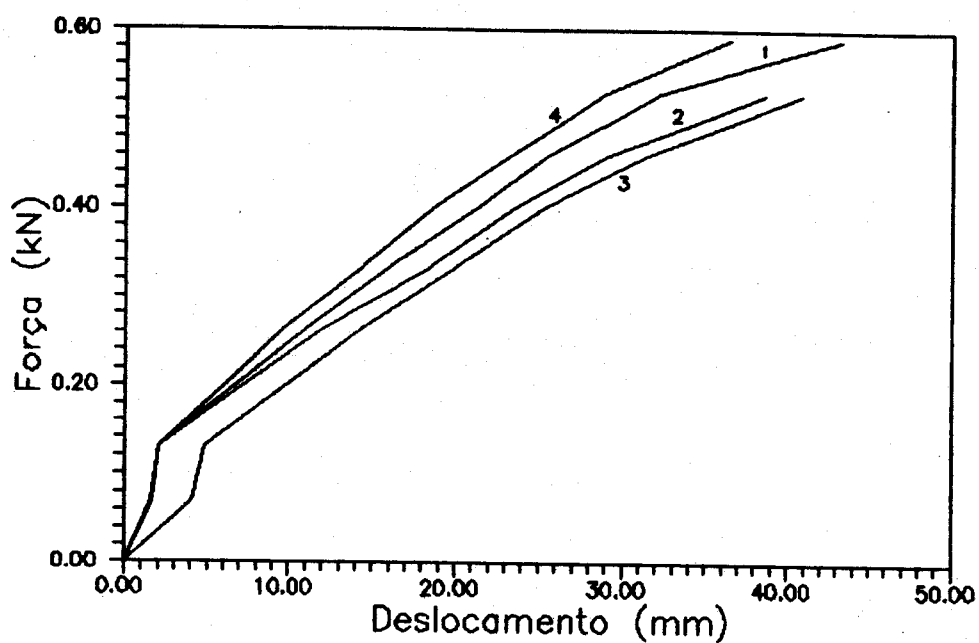
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	16h30	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	16h32	0,070	0,72	0,59	0,63	0,61	0,63
2	16h35	0,130	0,37	0,96	1,02	0,95	0,42
1	16h37	0,070	0,33	0,67	0,67	0,65	0,35
2	16h39	0,130	0,38	0,98	1,04	0,97	0,42
3	16h40	0,200	0,40	1,33	1,42	1,31	0,45
4	16h41	0,260	0,41	1,63	1,74	1,58	0,45
5	16h43	0,330	0,41	2,58	2,64	2,24	0,46
6	16h46	0,400	0,41	5,38	6,36	5,06	0,44
7	16h50	0,460	0,22	18,88	23,22	18,27	0,35

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



# SÉRIE FI18L

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FI18L - 1	0,22	3,30
FI18L - 2	0,20	3,00
FI18L - 3	0,23	3,45
FI18L - 4	0,20	3,00



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 02  
MOLDAGEM - 16/02/90

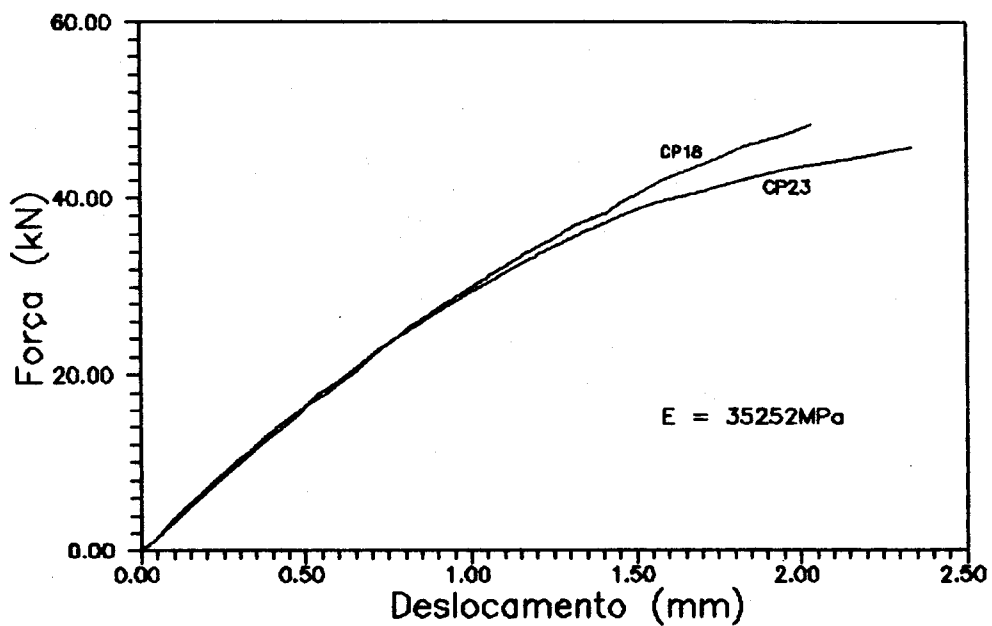
SÉRIE CORRESPONDENTE: FI18L

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
13	3	AXIAL	80,00	40,74
14	3	AXIAL	86,25	43,93
15	3	AXIAL	85,00	43,29
16	7	DIAMETRAL	35,00	3,79
17	7	AXIAL	98,75	50,29
18	7	AXIAL INST.	97,50	49,66
19	7	DIAMETRAL	38,75	4,19
20	7	AXIAL	94,75	48,26
21	7	AXIAL	87,50	44,56
22	7	DIAMETRAL	28,75	3,11
23	7	AXIAL INSTR.	91,25	46,47
24	7	AXIAL	90,00	45,84

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$$f_{c3} = 42,65 \quad f_{c7} = 47,51 \quad f_{t7} = 3,70$$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-1

MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

---

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,220

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,650

---

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

---

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
5	0,330	1,50	0,51	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	9	36
6	0,400	1,82	0,62	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	12	26
7	0,460	2,09	0,71	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	15	21
8	0,530	2,41	0,82	0,15	0,25	0,15	0,20	0,19	18	17

---

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-1

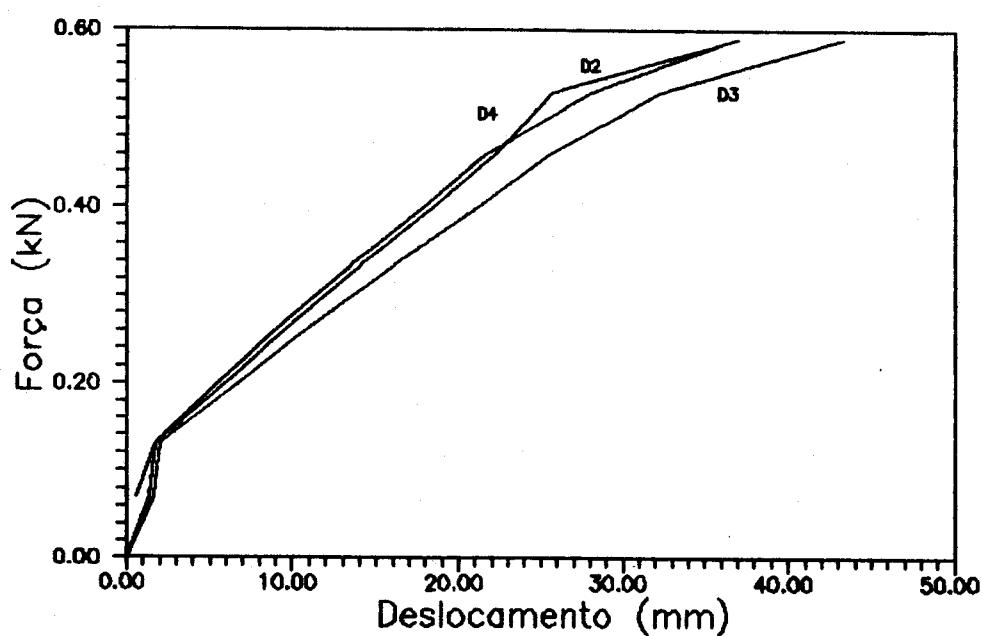
MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	10h03	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	10h07	0,070	0,01	0,58	0,65	0,57	0,00
2	10h10	0,130	0,01	1,62	1,90	1,59	0,00
1	10h13	0,070	0,01	1,34	1,62	1,32	0,00
2	10h15	0,130	0,01	1,76	2,08	1,74	0,00
3	10h17	0,200	-0,01	5,92	6,71	5,51	-0,02
4	10h20	0,260	-0,02	9,49	10,81	8,97	-0,04
5	10h22	0,330	-0,06	13,68	15,70	13,19	-0,07
6	10h31	0,400	-0,12	18,46	21,12	17,88	-0,11
7	10h34	0,460	-0,17	22,14	25,36	21,48	-0,14
8	10h38	0,530	-0,31	25,68	31,88	27,86	-0,21
9	10h42	0,590	-0,57	37,09	42,80	36,63	-0,34

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-2

MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,200

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,600

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
3	0,200	1,00	0,33	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	6	44
4	0,260	1,30	0,43	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	8	40
5	0,330	1,65	0,55	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	11	29
6	0,400	2,00	0,67	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11	12	26
7	0,460	2,30	0,77	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	13	24
8	0,530	2,65	0,88	0,20	0,18	0,20	0,20	0,20	14	22
9	0,590	2,95	0,98	0,25	0,25	0,35	0,35	0,29	16	19

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-2

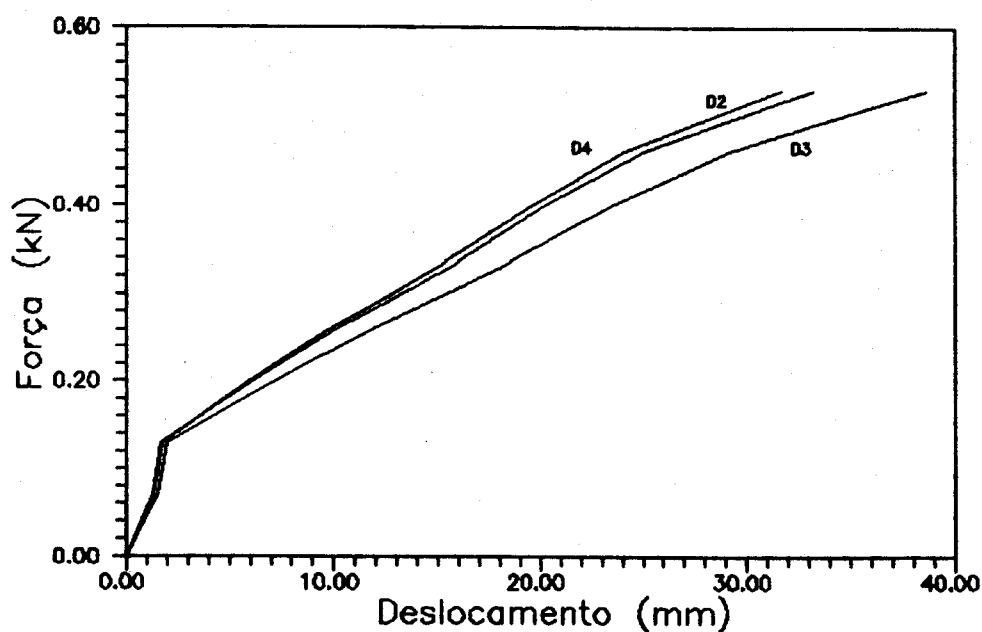
MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	13h40	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	13h45	0,070	0,02	0,67	0,77	0,67	0,02
2	13h47	0,130	0,02	1,52	1,77	1,51	0,02
1	13h48	0,070	0,02	1,34	1,57	1,32	0,02
2	13h49	0,130	0,03	1,76	2,03	1,71	0,02
3	13h51	0,200	0,03	6,02	7,32	6,21	0,02
4	13h54	0,260	0,02	9,76	11,81	10,13	0,00
5	13h57	0,330	-0,03	15,01	18,10	15,62	-0,03
6	14h02	0,400	-0,07	19,62	23,45	20,18	-0,05
7	14h06	0,460	-0,13	24,09	28,95	24,93	-0,07
8	14h10	0,530	-0,27	31,72	38,40	33,09	-0,16
9	14h15	0,590	-0,27	***	***	***	-0,16

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-3

MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

---

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,230

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,570

---

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

---

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
4	0,260	1,13	0,46	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	13	26
5	0,330	1,43	0,58	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	14	24
6	0,400	1,74	0,70	0,12	0,09	0,09	0,10	0,10	14	24
7	0,460	2,00	0,81	0,15	0,11	0,11	0,12	0,12	15	22
8	0,530	2,30	0,93	0,20	0,14	0,15	0,15	0,16	16	20

---

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-3

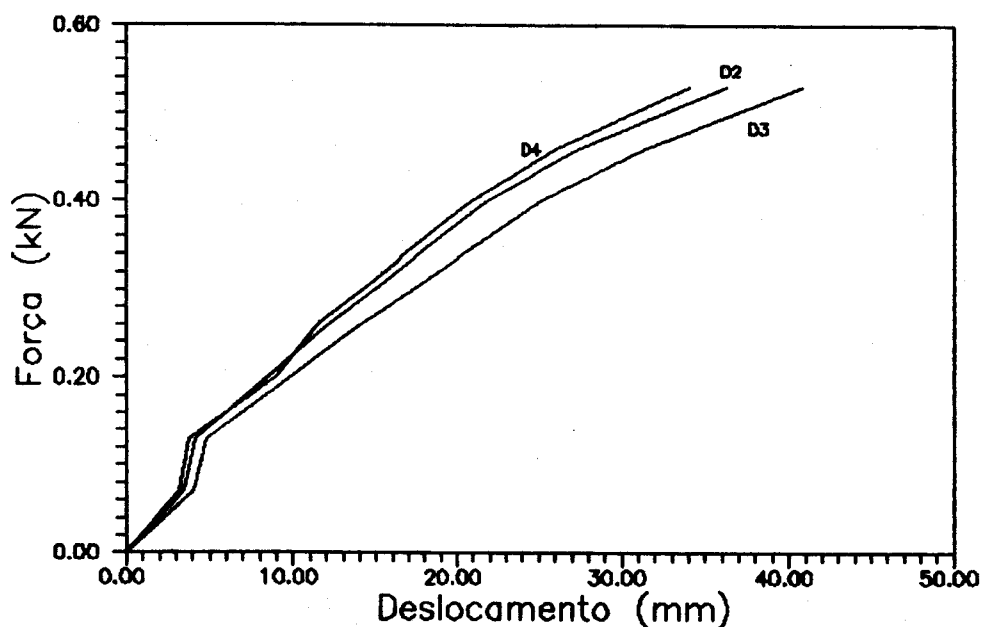
MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	14h45	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	14h47	0,070	0,01	0,96	1,10	0,93	0,01
2	14h48	0,130	0,02	3,78	4,37	3,53	0,04
1	14h50	0,070	0,02	3,57	4,13	3,26	0,04
2	14h52	0,130	0,03	4,21	4,83	3,86	0,04
3	14h54	0,200	0,03	8,58	9,87	9,03	0,05
4	14h56	0,260	0,01	12,30	14,14	11,58	0,06
5	15h00	0,330	0,01	17,21	19,74	16,32	0,08
6	15h06	0,400	0,02	22,14	25,31	21,06	0,10
7	15h09	0,460	0,04	27,63	31,50	26,22	0,09
8	15h15	0,530	0,09	36,36	40,94	34,15	0,09

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-4

MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,200

FORÇA DE RUPTURA(kN): 0,660

## DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
4	0,260	1,30	0,39	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	5	72
5	0,330	1,65	0,50	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	9	36
6	0,400	2,00	0,61	0,10	0,12	0,12	0,11	0,11	13	24
7	0,460	2,30	0,70	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	15	21
8	0,530	2,65	0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	15	21
9	0,590	2,95	0,89	0,25	0,20	0,20	0,20	0,21	15	21

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FI18L-4

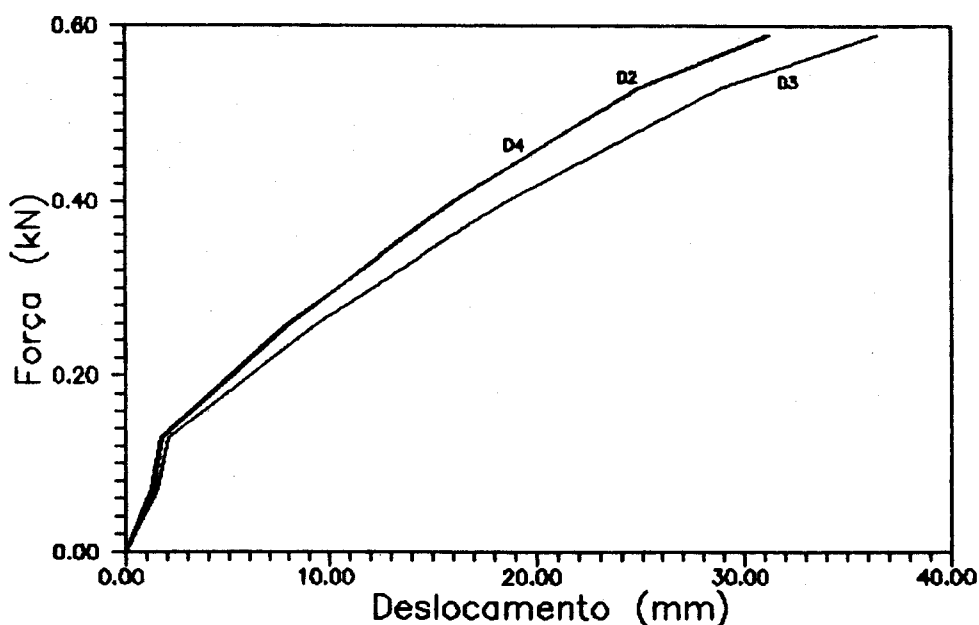
MOLDAGEM - 16/02/90

ENSAIO - 22/02/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

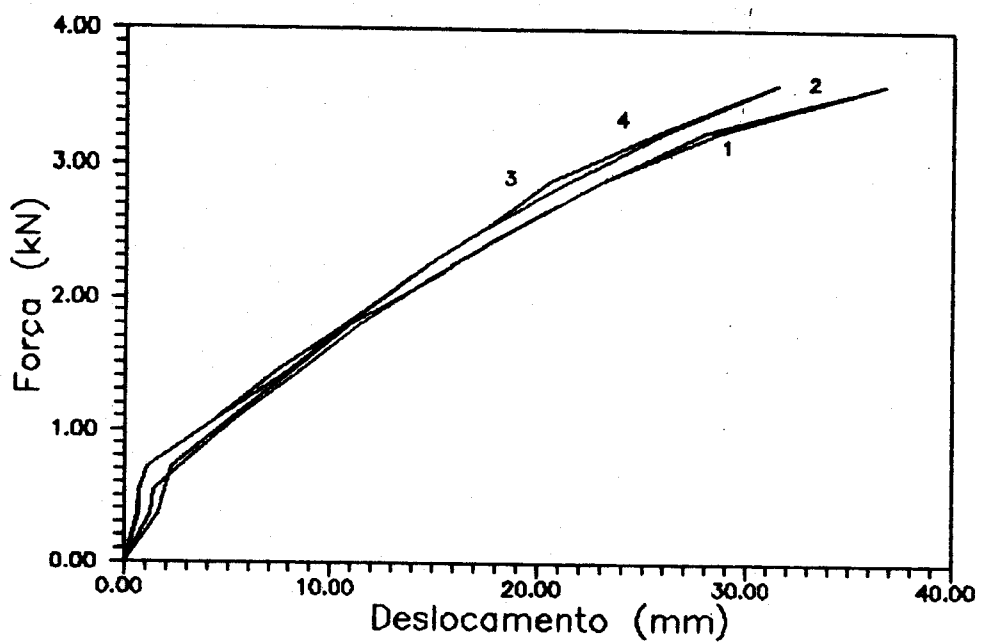
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	15h35	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15h36	0,070	0,02	0,60	0,72	0,62	0,01
2	15h37	0,130	0,03	1,48	1,78	1,64	0,02
1	15h40	0,070	0,03	1,27	1,57	1,35	0,02
2	15h42	0,130	0,03	1,73	2,10	1,81	0,02
3	15h45	0,200	0,06	4,97	6,11	5,22	0,00
4	15h47	0,260	0,08	7,78	9,46	8,06	-0,01
5	15h49	0,330	0,10	11,89	14,20	12,07	-0,03
6	15h51	0,400	0,11	15,68	18,67	15,89	-0,05
7	15h53	0,460	0,11	19,64	23,29	19,90	-0,09
8	15h57	0,530	0,10	24,34	28,86	24,61	-0,13
9	16h01	0,590	0,13	30,41	36,45	30,79	-0,20

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



# SÉRIE FII14L

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FII14L - 1	0,735	4,00
FII14L - 2	0,730	3,89
FII14L - 3	0,816	4,08
FII14L - 4	0,776	4,12

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 03  
MOLDAGEM - 01/03/90

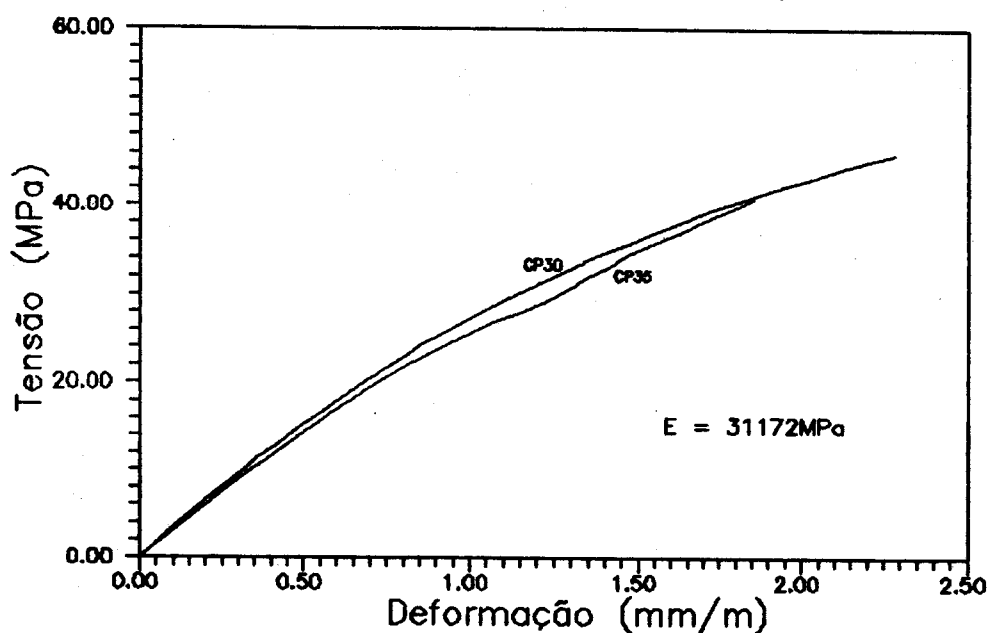
SÉRIE CORRESPONDENTE: FII14L

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
25	3	AXIAL	81,25	41,38
26	3	AXIAL	80,00	40,74
27	3	AXIAL	85,00	43,29
28	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
29	7	AXIAL	86,25	43,93
30	7	AXIAL INSTR.	91,25	46,47
31	7	DIAMETRAL	26,25	2,84
32	7	AXIAL	92,50	47,11
33	7	AXIAL	95,00	48,38
33	7	DIAMETRAL	23,75	2,57
35	7	AXIAL INSTR.	83,50	42,53
36	7	AXIAL	95,00	46,47

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c3} = 41,80$      $f_{c7} = 45,82$      $f_{t7} = 2,80$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-1

MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,735

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,000

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	1,080	1,47	0,27	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	1	--
4	1,440	1,96	0,36	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	8	36
5	1,800	2,45	0,45	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	13	25
6	2,160	2,94	0,54	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	14	23
7	2,520	3,43	0,63	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	15	21
8	2,880	3,92	0,72	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	15	21
9	3,240	4,41	0,81	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	15	21
10	3,600	4,90	0,90	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	15	21
11	3,960	5,39	0,99	0,40	0,35	0,30	0,40	0,36	15	21

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-1

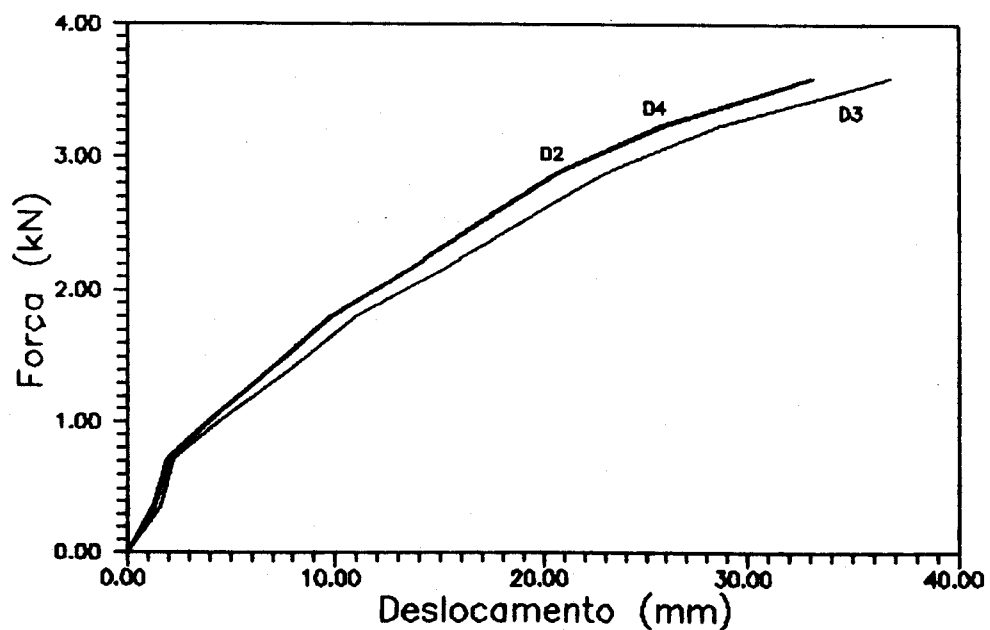
MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	14h11	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	14h13	0,360	0,08	0,47	0,55	0,45	0,07
2	14h15	0,720	0,15	1,86	2,15	1,79	0,07
1	14h16	0,360	0,11	1,34	1,71	1,28	0,07
2	14h20	0,720	0,15	2,00	2,32	1,95	0,07
3	14h22	1,080	0,21	4,41	5,28	4,52	0,09
4	14h27	1,440	0,27	7,04	8,32	7,15	0,12
5	14h31	1,800	0,32	9,62	11,22	9,76	0,13
6	14h34	2,160	0,40	13,21	15,39	13,48	0,13
7	14h40	2,520	0,46	16,54	19,28	16,88	0,13
8	14h42	2,880	0,54	20,03	23,36	20,50	0,10
9	14h46	3,240	0,63	24,82	28,92	25,39	0,05
10	14h52	3,600	0,72	31,74	37,17	32,70	0,02
11	14h54	3,960	0,72	***	***	***	0,02

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-2

MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,730

FORÇA DE RUPTURA(kN): 3,890

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
A	B	C	D							
4	1,080	1,48	0,28	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	13	25
5	1,440	1,97	0,37	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	14	23
6	1,800	2,47	0,46	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	15	21
7	2,160	2,96	0,56	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	15	21
8	2,520	3,45	0,65	0,12	0,10	0,10	0,10	0,11	15	21
9	2,880	3,95	0,74	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	15	21
10	3,240	4,44	0,83	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	15	21
11	3,600	4,93	0,93	0,25	0,20	0,20	0,18	0,21	15	21

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-2

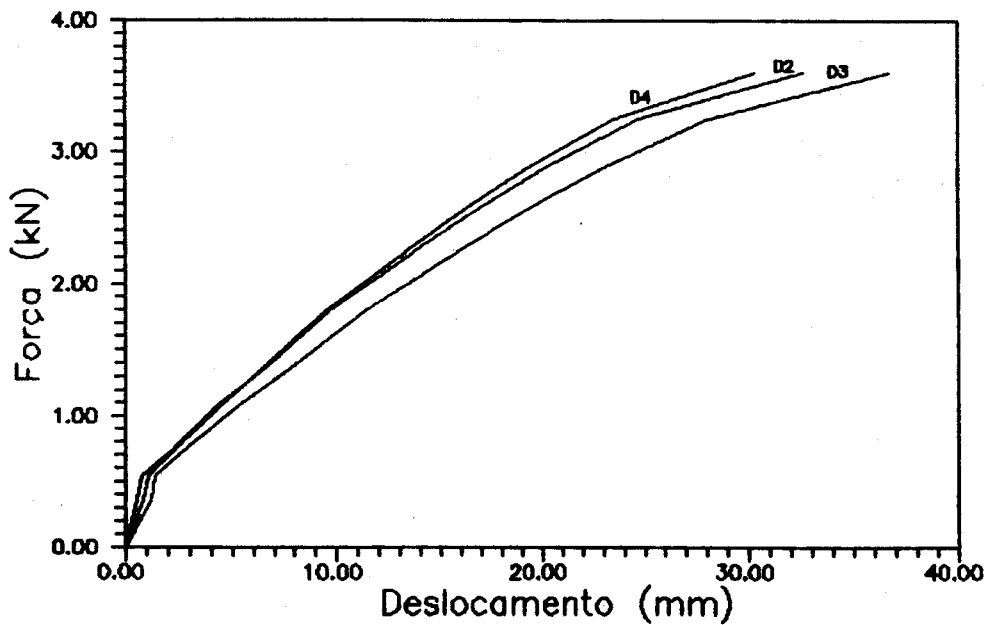
MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	15h55	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15h56	0,360	0,01	0,37	0,53	0,50	0,08
2	15h58	0,540	0,03	0,98	1,28	1,13	0,11
1	16h00	0,360	0,02	0,82	1,30	0,99	0,10
2	16h01	0,540	0,03	1,11	1,48	1,28	0,12
3	16h03	0,720	0,06	2,31	2,71	2,32	0,12
4	16h06	1,080	0,10	4,65	5,44	4,65	0,16
5	16h09	1,440	0,12	7,53	8,65	7,29	0,20
6	16h13	1,800	0,15	10,17	11,65	9,90	0,24
7	16h16	2,160	0,18	13,36	15,20	12,86	0,24
8	16h20	2,520	0,20	16,84	19,14	16,15	0,24
9	16h23	2,880	0,20	20,51	23,28	19,61	0,24
10	16h25	3,240	0,20	24,85	28,13	23,65	0,23
11	16h29	3,600	0,14	32,95	36,88	30,50	0,20

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-3

MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,816

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,082

## DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
4	1,080	1,32	0,26	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	12	26
5	1,440	1,76	0,35	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	13	24
6	1,800	2,21	0,44	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	15	20
7	2,160	2,65	0,53	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	18	18
8	2,520	3,09	0,62	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	18	17
9	2,880	3,53	0,71	0,11	0,13	0,10	0,11	0,11	18	17
10	3,240	3,97	0,79	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	18	17
11	3,600	4,41	0,88	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	18	17
12	3,960	4,85	0,97	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	18	17

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-3

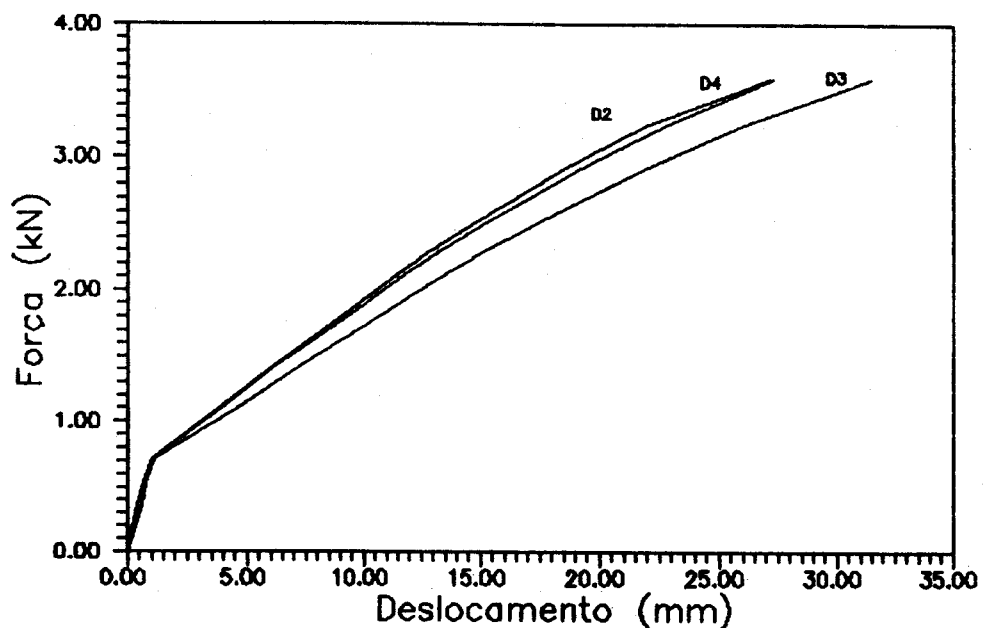
MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 09/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	08h43	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08h45	0,360	0,08	0,49	0,51	0,48	0,07
2	08h46	0,540	0,11	0,73	0,78	0,72	0,10
1	08h47	0,360	0,09	0,53	0,72	0,53	0,09
2	08h49	0,540	0,11	0,76	0,82	0,75	0,10
3	08h50	0,720	0,13	1,15	1,21	1,12	0,12
4	08h53	1,080	0,19	4,09	4,64	3,97	0,22
5	08h57	1,440	0,26	6,60	7,61	6,47	0,27
6	09h01	1,800	0,28	9,66	11,01	9,38	0,30
7	09h04	2,160	0,31	12,44	14,25	12,11	0,30
8	09h07	2,520	0,32	15,69	17,86	15,18	0,33
9	09h10	2,880	0,34	19,21	21,84	18,56	0,35
10	09h14	3,240	0,35	23,16	26,36	22,32	0,36
11	09h17	3,600	0,32	27,79	31,84	27,57	0,38

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-4

MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 08/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,776

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,122

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
4	1,080	1,39	0,26	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	10	32
5	1,440	1,86	0,35	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	13	24
6	1,800	2,32	0,44	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	14	20
7	2,160	2,78	0,52	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	18	17
8	2,520	3,25	0,61	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07	18	17
9	2,880	3,71	0,70	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	18	17
10	3,240	4,18	0,79	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	18	17
11	3,600	4,64	0,87	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	18	17
12	3,960	5,10	0,96	0,16	0,18	0,16	0,16	0,17	18	17

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14L-4

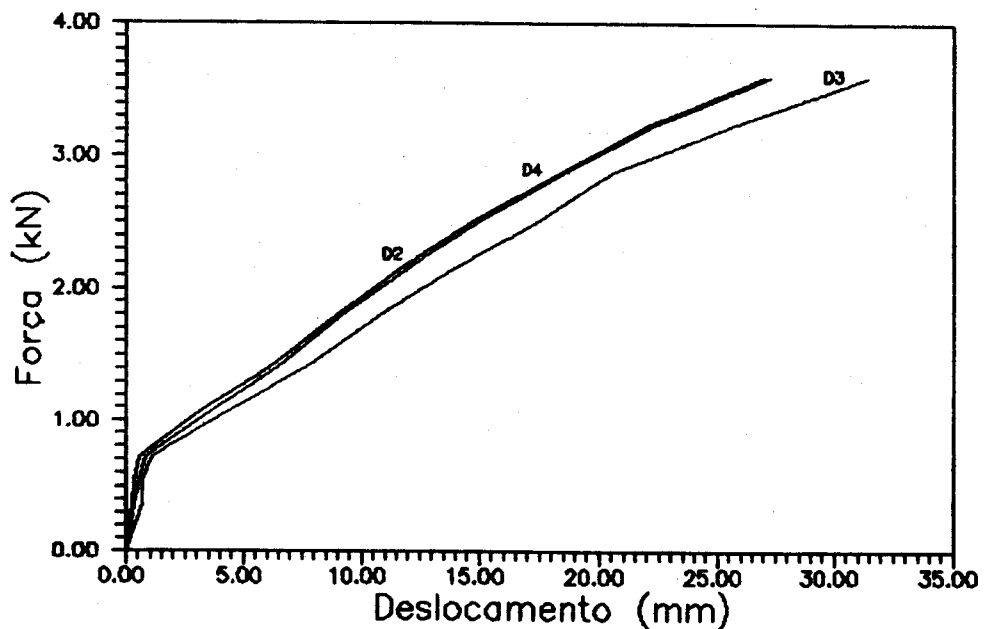
MOLDAGEM - 01/03/90

ENSAIO - 09/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

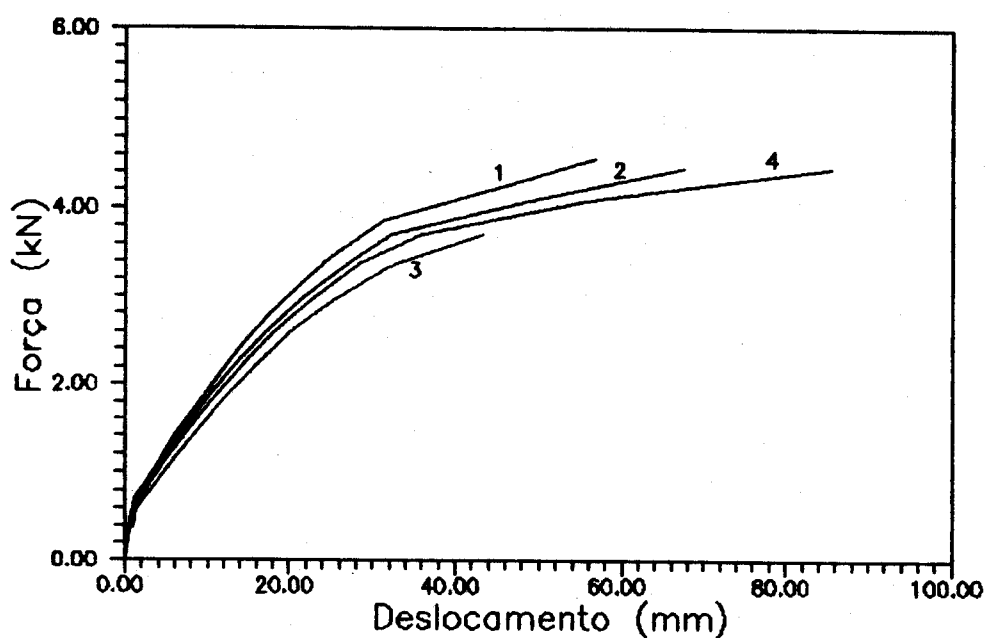
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	10h12	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	10h15	0,360	0,04	0,50	0,57	0,51	0,10
2	10h17	0,540	0,04	0,74	0,86	0,77	0,17
1	10h22	0,360	0,02	0,55	0,77	0,57	0,16
2	10h23	0,540	0,05	0,76	0,82	0,78	0,18
3	10h25	0,720	0,06	1,06	1,23	1,08	0,21
4	10h27	1,080	0,11	3,95	4,65	4,15	0,30
5	10h31	1,440	0,17	7,12	8,21	7,16	0,37
6	10h34	1,800	0,19	9,70	11,13	9,69	0,37
7	10h39	2,160	0,20	12,42	14,30	12,47	0,37
8	10h41	2,520	0,21	15,55	17,86	15,60	0,36
9	10h45	2,880	0,21	19,09	20,87	19,09	0,35
10	10h48	3,240	0,21	22,65	25,97	22,69	0,34
11	10h51	3,600	0,18	27,62	31,65	27,67	0,31

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



# SÉRIE FII18L

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FII18L - 1	0,83	4,75
FII18L - 2	0,76	4,62
FII18L - 3	0,73	4,10
FII18L - 4	0,76	4,57

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 04  
MOLDAGEM - 20/03/90

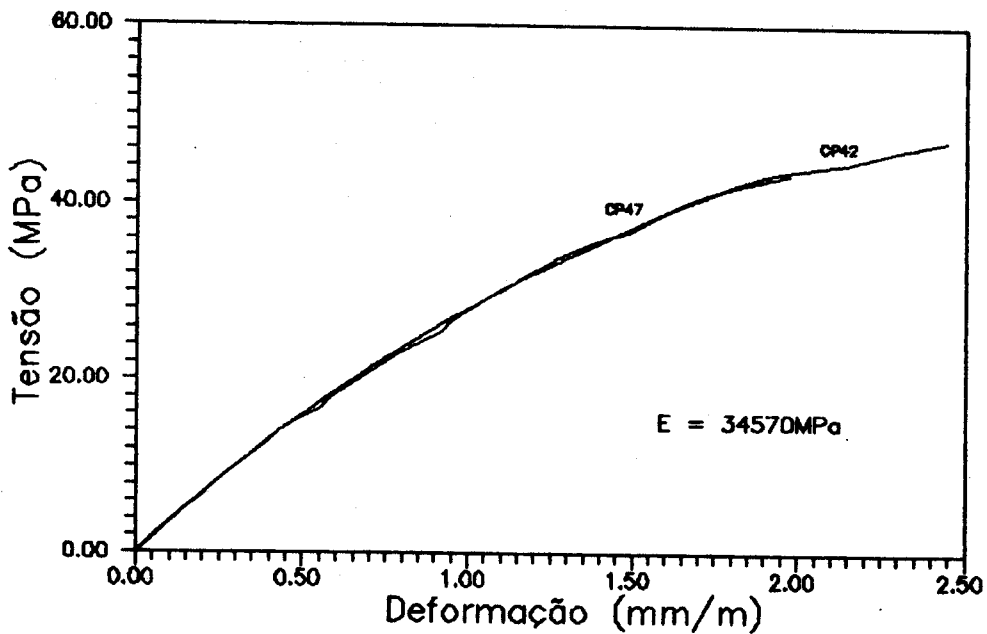
SÉRIE CORRESPONDENTE: FII18L

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
37	3	AXIAL	86,25	43,93
38	3	AXIAL	75,00	38,20
39	3	AXIAL	83,75	42,65
40	7	DIAMETRAL	30,00	3,25
41	7	AXIAL	91,25	46,47
42	7	AXIAL INSTR.	92,50	47,11
43	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
44	7	AXIAL	96,25	49,20
45	7	AXIAL	87,50	44,56
46	7	DIAMETRAL	25,00	3,38
47	7	AXIAL INSTR.	85,00	43,29
48	7	AXIAL	96,25	49,02

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{ca} = 41,59$      $f_{c7} = 46,61$      $f_{t7} = 3,34$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-1

MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,830

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,750

## DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
6	1,750	2,11	0,37	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	10	28
7	2,100	2,53	0,44	0,06	0,07	0,05	0,08	0,07	13	21
8	2,450	2,95	0,52	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08	14	21
9	2,800	3,37	0,59	0,10	0,09	0,09	0,11	0,10	15	21
10	3,150	3,80	0,66	0,12	0,11	0,10	0,12	0,11	15	21
11	3,500	4,22	0,74	0,15	0,13	0,13	0,14	0,14	16	20
12	3,850	4,64	0,81	0,16	0,15	0,14	0,18	0,16	16	20
13	4,200	5,06	0,88	0,20	0,18	0,16	0,20	0,19	16	20
14	4,550	5,48	0,96	0,25	0,20	0,20	0,25	0,23	16	20

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-1

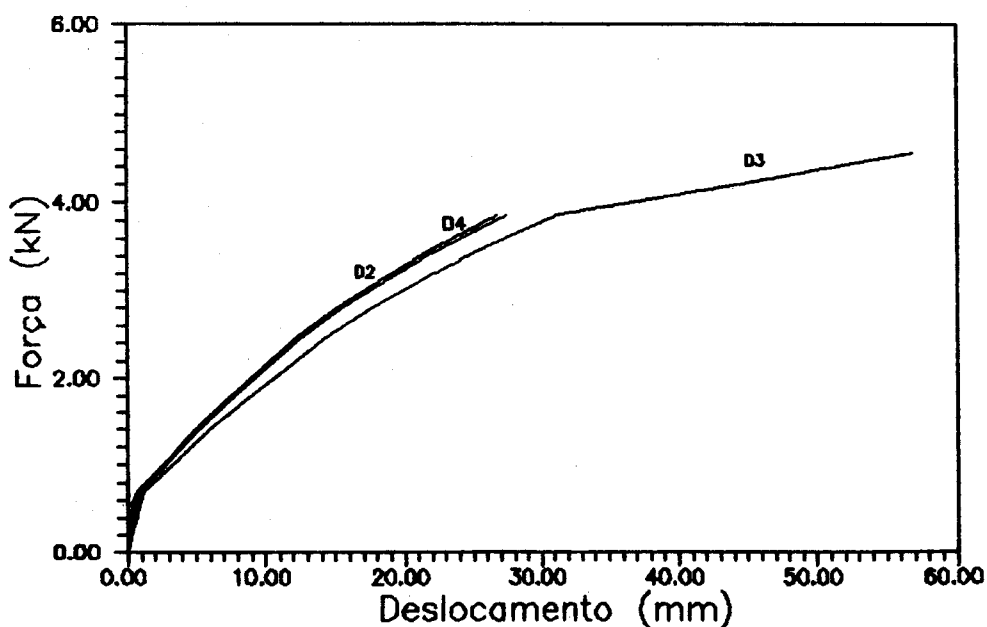
MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	08h47	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08h48	0,350	0,06	0,48	0,55	0,50	0,14
2	08h50	0,540	0,09	0,74	0,85	0,78	0,18
1	08h51	0,350	0,05	0,54	0,76	0,58	0,18
2	08h56	0,540	0,04	0,76	0,90	0,81	0,19
3	09h00	0,700	0,07	1,15	1,35	1,18	0,20
4	09h05	1,050	0,16	3,29	3,86	3,36	0,25
5	09h10	1,400	0,19	5,43	6,30	5,55	0,27
6	09h15	1,750	0,23	7,72	8,94	7,85	0,29
7	09h20	2,100	0,26	10,11	11,75	10,34	0,30
8	09h25	2,450	0,30	12,56	14,61	12,89	0,31
9	09h30	2,800	0,34	15,51	18,05	15,90	0,33
10	09h35	3,150	0,36	18,91	22,00	19,39	0,33
11	09h40	3,500	0,39	22,61	26,30	23,27	0,33
12	09h45	3,850	0,40	27,01	31,57	27,78	0,33
13	09h50	4,200	0,39	***	45,00	***	0,25
14	09h52	4,550	0,22	***	57,00	***	0,08

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-2

MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,760

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,620

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
4	1,480	1,95	0,32	--	--	0,03	0,05	--	11	29
5	1,850	2,43	0,40	0,03	0,03	0,06	0,06	0,05	12	26
6	2,220	2,92	0,48	0,06	0,05	0,07	0,09	0,07	14	22
7	2,590	3,41	0,56	0,07	0,07	0,09	0,10	0,08	14	22
8	2,960	3,89	0,64	0,09	0,09	0,13	0,13	0,11	15	21
9	3,330	4,38	0,72	0,11	0,10	0,15	0,15	0,13	15	21
10	3,700	4,87	0,80	0,12	0,11	0,16	0,16	0,14	15	21
11	4,070	5,36	0,88	0,14	0,15	0,20	0,20	0,17	15	21
12	4,440	5,84	0,96	0,16	0,18	0,25	0,30	0,22	15	21

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-2

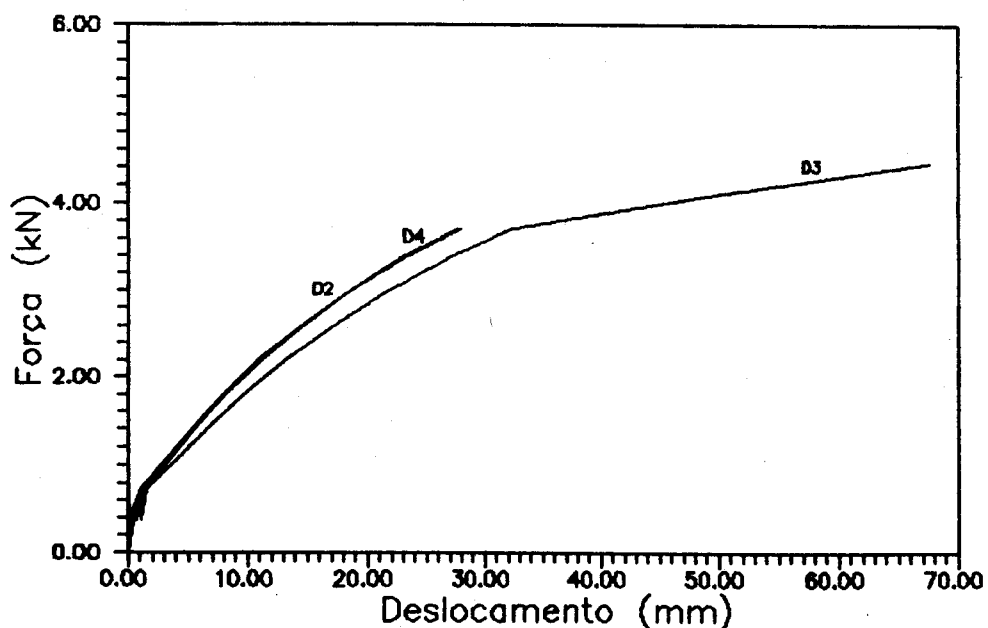
MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	11h00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	11h02	0,370	0,09	0,55	0,62	0,57	0,18
2	11h04	0,740	0,12	1,43	1,63	1,37	0,21
1	11h05	0,370	0,10	0,97	1,23	0,94	0,20
2	11h08	0,740	0,12	1,53	1,73	1,47	0,21
3	11h10	1,110	0,14	3,86	4,56	3,94	0,25
4	11h13	1,480	0,20	6,34	7,41	6,35	0,29
5	11h15	1,850	0,21	8,94	10,36	8,94	0,32
6	11h18	2,220	0,24	11,78	13,65	11,80	0,37
7	11h20	2,590	0,30	15,10	17,48	15,08	0,40
8	11h23	2,960	0,34	18,83	21,80	18,75	0,40
9	11h25	3,330	0,38	23,13	26,85	22,92	0,41
10	11h27	3,700	0,46	28,34	32,71	28,07	0,40
11	11h30	4,070	0,51	***	49,00	***	0,24
12	11h35	4,440	0,56	***	68,00	***	0,11

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-3

MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

---

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,730

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,100

---

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

---

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
5	1,480	2,03	0,36	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	11	28
6	1,850	2,53	0,45	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	13	23
7	2,220	3,04	0,54	0,10	0,08	0,07	0,08	0,08	14	22
8	2,590	3,55	0,63	0,13	0,12	0,10	0,10	0,11	15	20
9	2,960	4,05	0,72	0,15	0,15	0,12	0,11	0,13	15	20
10	3,330	4,56	0,81	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16	15	20
11	3,700	5,07	0,90	0,20	0,200	0,18	0,18	0,18	15	20

---

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-3

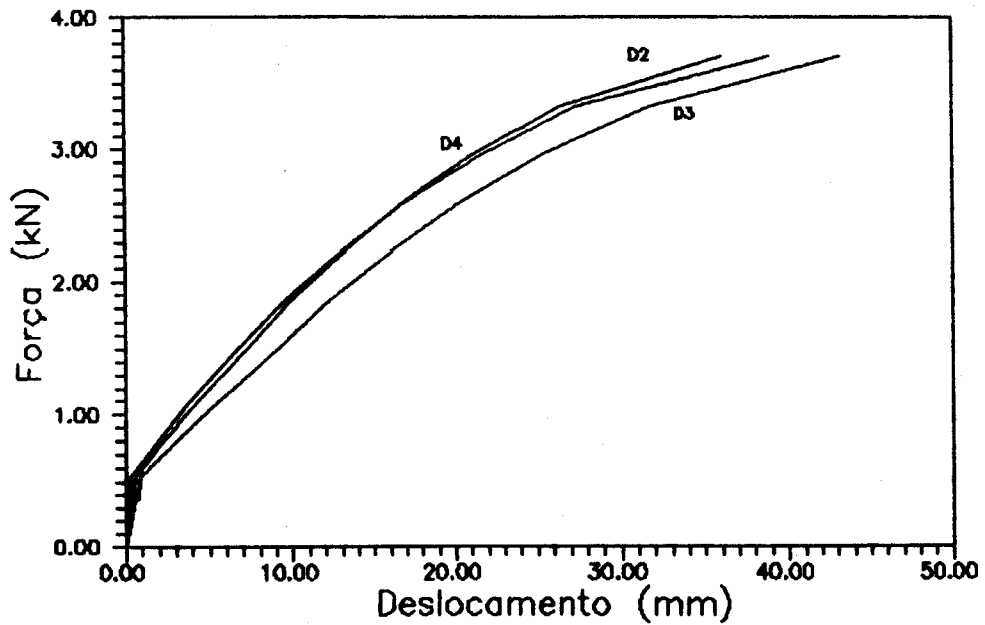
MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	15h10	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15h12	0,370	0,06	0,57	0,64	0,57	0,12
2	15h14	0,540	0,06	0,86	1,00	0,89	0,24
1	15h16	0,370	0,05	0,66	0,92	0,69	0,22
2	15h18	0,540	0,06	0,89	1,05	0,92	0,25
3	15h21	0,740	0,09	2,31	2,73	2,29	0,32
4	15h23	1,110	0,12	5,00	5,92	5,00	0,45
5	15h26	1,480	0,15	7,88	9,23	7,86	0,57
6	15h32	1,850	0,22	10,86	12,60	10,69	0,60
7	15h36	2,220	0,27	14,20	16,42	13,87	0,60
8	15h39	2,590	0,34	17,89	20,63	17,44	0,58
9	15h42	2,960	0,41	22,47	25,89	21,75	0,53
10	15h44	3,330	0,47	27,95	32,27	26,97	0,48
11	15h47	3,700	0,56	38,62	43,60	36,15	0,26

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-4

MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,760

FORÇA DE RUPTURA(kN): 4,570

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
5	1,480	1,95	0,32	0,05	0,04	0,04	--	--	10	24
6	1,850	2,43	0,40	0,07	0,06	0,07	0,02	0,06	13	25
7	2,220	2,92	0,49	0,09	0,08	0,09	0,06	0,08	14	23
8	2,590	3,41	0,57	0,11	0,10	0,11	0,09	0,10	16	20
9	2,960	3,89	0,65	0,15	0,14	0,14	0,12	0,14	16	20
10	3,330	4,38	0,73	0,16	0,15	0,16	0,14	0,15	16	20
11	3,700	4,87	0,81	0,18	0,18	0,20	0,16	0,18	16	20
12	4,070	5,36	0,89	0,30	0,20	0,20	0,20	0,23	16	20
13	4,440	5,84	0,97	0,65	0,50	0,55	0,45	0,54	17	19

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18L-4

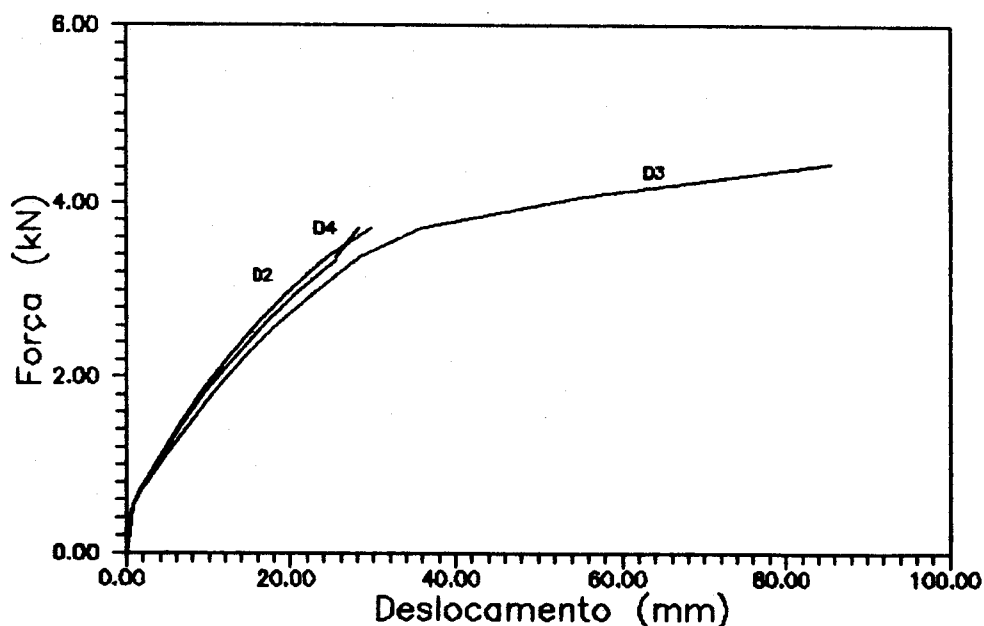
MOLDAGEM - 12/03/90

ENSAIO - 20/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

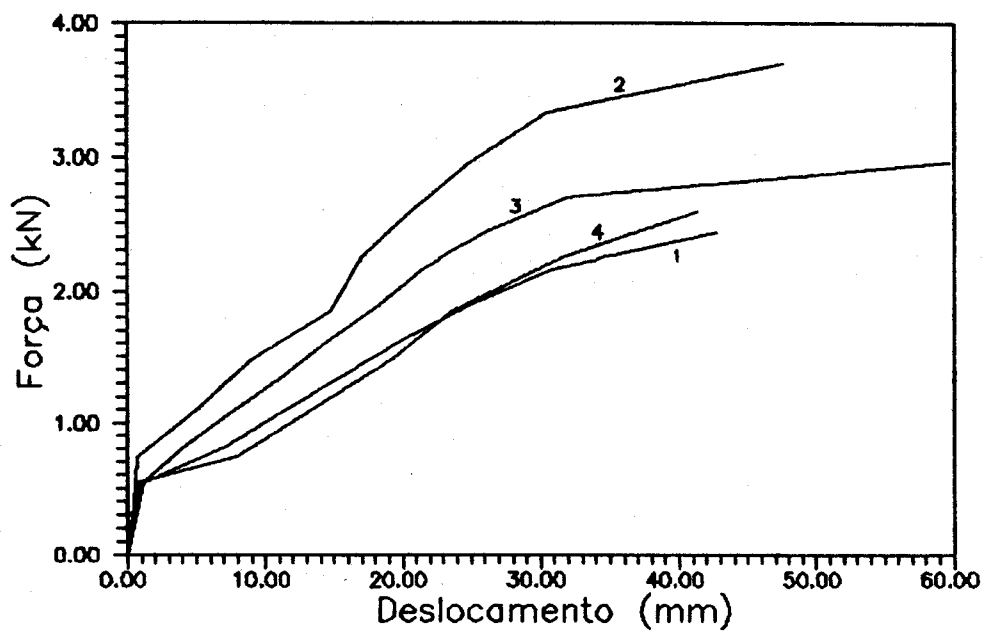
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	16h06	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	16h08	0,370	0,17	0,61	0,56	0,56	0,14
2	16h10	0,540	0,19	0,89	0,89	0,87	0,16
1	16h11	0,370	0,18	0,71	0,82	0,69	0,17
2	16h12	0,540	0,20	0,94	0,93	0,90	0,17
3	16h14	0,740	0,23	1,95	2,14	1,88	0,21
4	16h18	1,110	0,26	4,34	4,89	4,20	0,23
5	16h20	1,480	0,31	7,05	7,94	6,83	0,27
6	16h26	1,850	0,32	9,85	11,16	9,52	0,26
7	16h31	2,220	0,42	13,01	14,73	12,55	0,26
8	16h36	2,590	0,47	16,38	18,56	15,81	0,26
9	16h39	2,960	0,53	20,38	23,10	19,63	0,24
10	16h42	3,330	0,61	24,79	28,14	23,85	0,18
11	16h47	3,700	0,71	26,91	36,27	29,53	0,07
12	16h51	4,070	0,79	***	56,00	***	-0,21
13	16h54	4,440	0,66	***	85,00	***	-1,59

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



# SÉRIE FII14T

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FII14T - 1	0,62	2,61
FII14T - 2	0,67	2,88
FII14T - 3	0,66	3,07
FII14T - 4	0,68	2,31

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 05

SÉRIE CORRESPONDENTE: FII14T

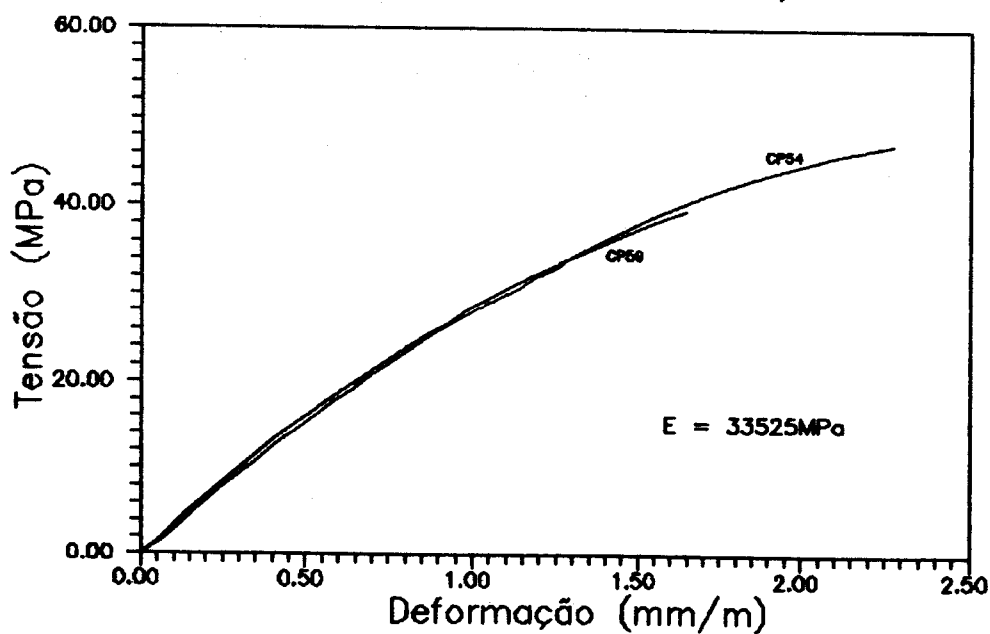
MOLDAGEM - 14/03/90

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
49	3	AXIAL	73,25	37,31
50	3	AXIAL	77,00	39,22
51	3	AXIAL	82,00	41,76
52	7	DIAMETRAL	36,25	3,92
53	7	AXIAL	96,25	49,02
54	7	AXIAL INSTR.	92,75	47,24
55	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
56	7	AXIAL	85,00	43,29
57	7	AXIAL	88,75	45,20
58	7	DIAMETRAL	21,25	2,30
59	7	AXIAL INSTR.	79,50	40,49
60	7	AXIAL	88,75	45,20

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$f_{c3} = 39,43$      $f_{c7} = 45,07$      $f_{t7} = 3,06$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-1

MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,620

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,610

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	0,810	1,31	0,31	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06	10	32
4	1,080	1,74	0,41	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	10	32
5	1,350	2,18	0,52	0,13	0,12	0,13	0,11	0,12	11	29
6	1,620	2,61	0,62	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	13	24
7	1,890	3,05	0,72	0,18	0,18	0,18	0,16	0,18	13	24
8	2,160	3,48	0,83	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20	13	24
9	2,430	3,92	0,93	0,25	0,23	0,25	0,23	0,24	13	24

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-1

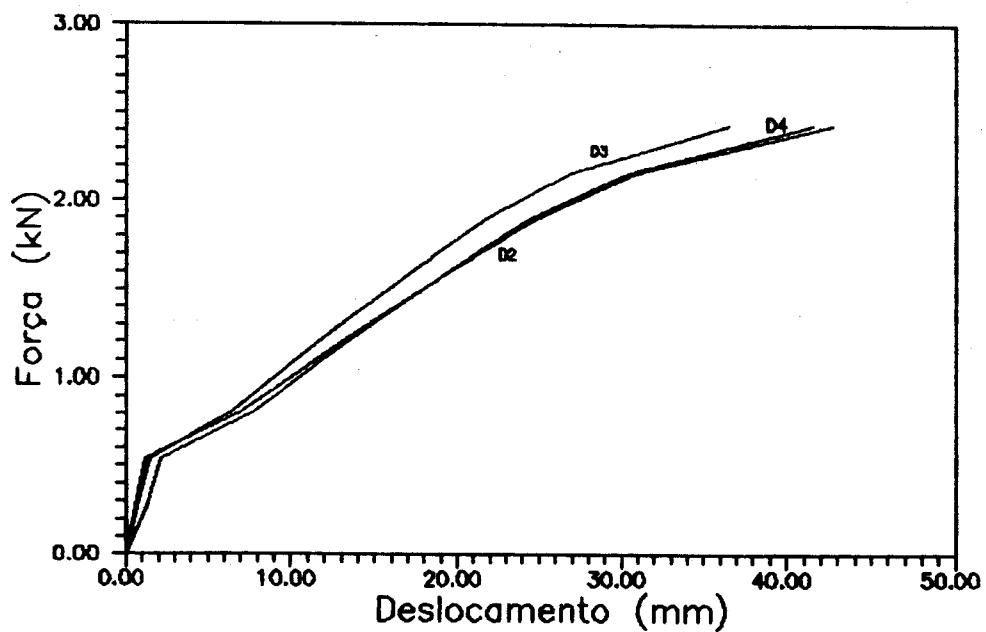
MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	08h06	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08h08	0,270	0,32	0,55	0,63	0,43	0,02
2	08h10	0,540	0,43	0,97	0,99	0,83	0,02
1	08h12	0,270	0,36	0,64	0,75	0,52	0,02
2	08h14	0,540	0,45	1,32	1,40	1,22	0,02
3	08h18	0,810	0,73	6,59	7,50	6,20	0,07
4	08h23	1,080	0,80	10,21	11,62	9,75	0,06
5	08h29	1,350	0,86	14,02	15,95	13,29	0,03
6	08h35	1,620	0,92	17,95	20,36	17,09	0,00
7	08h39	1,890	1,00	22,31	25,27	21,20	-0,04
8	08h42	2,160	1,14	27,82	31,38	26,18	-0,12
9	08h45	2,430	1,19	38,37	43,18	35,51	-0,26

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-2

MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,670

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,880

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	0,810	1,21	0,28	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	7	33
4	1,080	1,61	0,38	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	9	25
5	1,350	2,01	0,47	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08	12	24
6	1,620	2,42	0,56	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	12	24
7	1,890	2,82	0,66	0,12	0,12	0,10	0,11	0,11	12	24
8	2,160	3,22	0,75	0,15	0,15	0,12	0,15	0,14	12	24
9	2,430	3,63	0,84	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	12	24
10	2,700	4,03	0,94	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	12	24

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-2

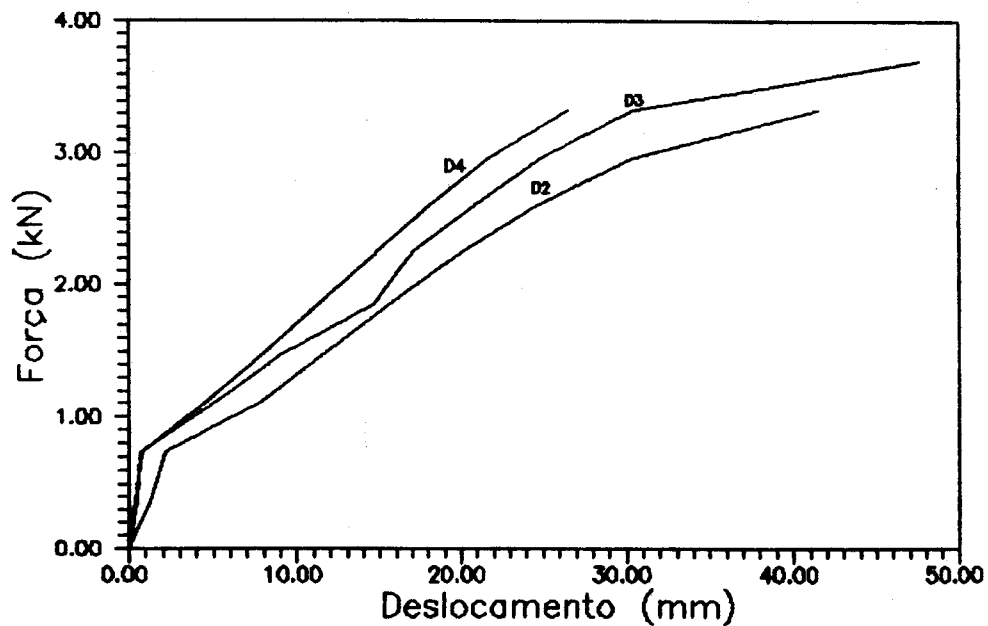
MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	09h09	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	09h11	0,270	0,22	0,57	0,56	0,54	0,16
2	09h13	0,500	0,25	0,90	0,94	0,86	0,18
1	09h14	0,270	0,25	0,61	0,71	0,58	0,18
2	09h16	0,500	0,28	0,92	0,95	0,87	0,18
3	09h20	0,810	0,40	4,72	5,45	4,68	0,23
4	09h24	1,080	0,40	8,04	9,40	8,08	0,24
5	09h28	1,350	0,45	11,47	15,05	11,42	0,25
6	09h32	1,620	0,50	14,87	17,23	14,81	0,25
7	09h36	1,890	0,54	18,20	21,06	18,11	0,25
8	09h40	2,160	0,57	21,97	25,35	21,80	0,23
9	09h44	2,430	0,65	26,70	30,88	26,46	0,18
10	09h48	2,700	0,72	***	48,00	***	-0,01

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-3

MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,660

FORÇA DE RUPTURA(kN): 3,070

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	0,810	1,23	0,26	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	8	38
4	1,080	1,64	0,35	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	11	28
5	1,350	2,05	0,44	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	12	26
6	1,620	2,45	0,53	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	13	24
7	1,890	2,86	0,62	0,10	0,12	0,12	0,11	0,11	14	21
8	2,160	3,05	0,66	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14	14	21
9	2,430	3,68	0,79	0,14	0,16	0,16	0,15	0,15	14	21
10	2,700	4,09	0,88	0,15	0,18	0,18	0,18	0,17	14	21
11	2,970	4,50	0,97	0,20	0,35	0,20	0,20	0,18	14	21

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-3

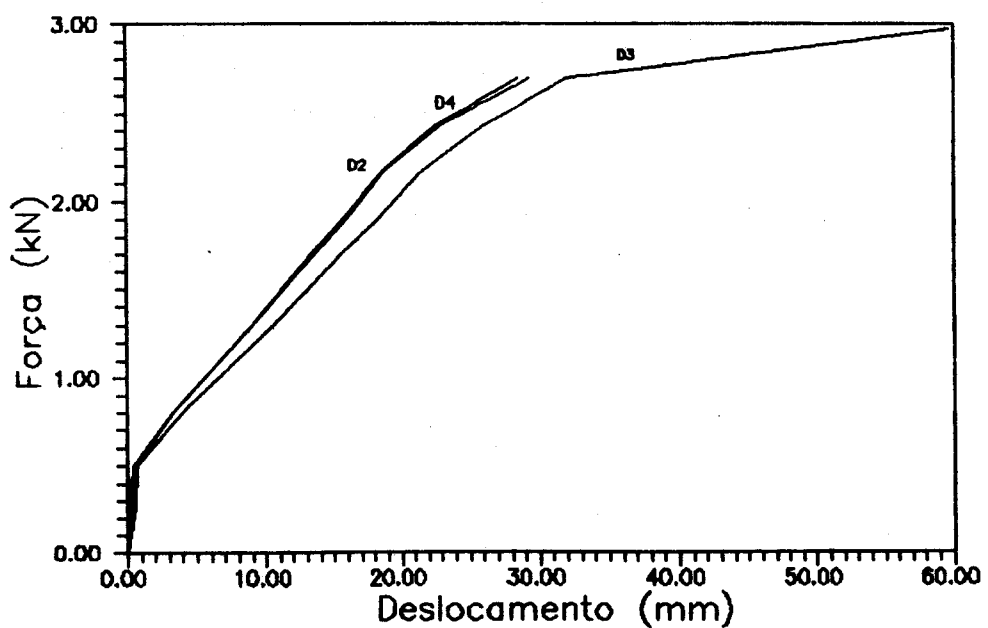
MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	10h04	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	10h10	0,270	0,26	0,66	0,72	0,65	0,32
2	10h12	0,500	0,28	0,96	1,08	0,96	0,34
1	10h13	0,270	0,28	0,68	0,88	0,70	0,34
2	10h14	0,500	0,28	0,97	1,06	0,97	0,34
3	10h18	0,810	0,33	3,86	4,45	3,82	0,38
4	10h22	1,080	0,36	6,90	7,95	6,79	0,40
5	10h25	1,350	0,38	10,11	11,66	10,05	0,40
6	10h30	1,620	0,40	13,04	15,02	12,98	0,40
7	10h35	1,890	0,41	16,19	18,58	16,06	0,39
8	10h38	2,160	0,42	19,02	21,85	18,91	0,38
9	10h44	2,430	0,44	23,09	26,45	22,85	0,34
10	10h49	2,700	0,48	29,09	32,36	28,64	0,25
11	10h53	2,970	0,41	***	60,00	***	0,25

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-4

MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,680

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,310

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	0,810	1,19	0,35	0,07	0,06	0,07	0,09	0,07	9	35
4	1,080	1,59	0,47	0,10	0,09	0,09	0,12	0,10	11	28
5	1,350	1,99	0,58	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	11	28
6	1,620	2,38	0,70	0,15	0,15	0,14	0,18	0,16	11	28
7	1,890	2,78	0,82	0,16	0,16	0,16	0,25	0,18	12	25
8	2,160	3,18	0,94	0,20	0,20	0,20	0,45	0,26	12	25

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII14T-4

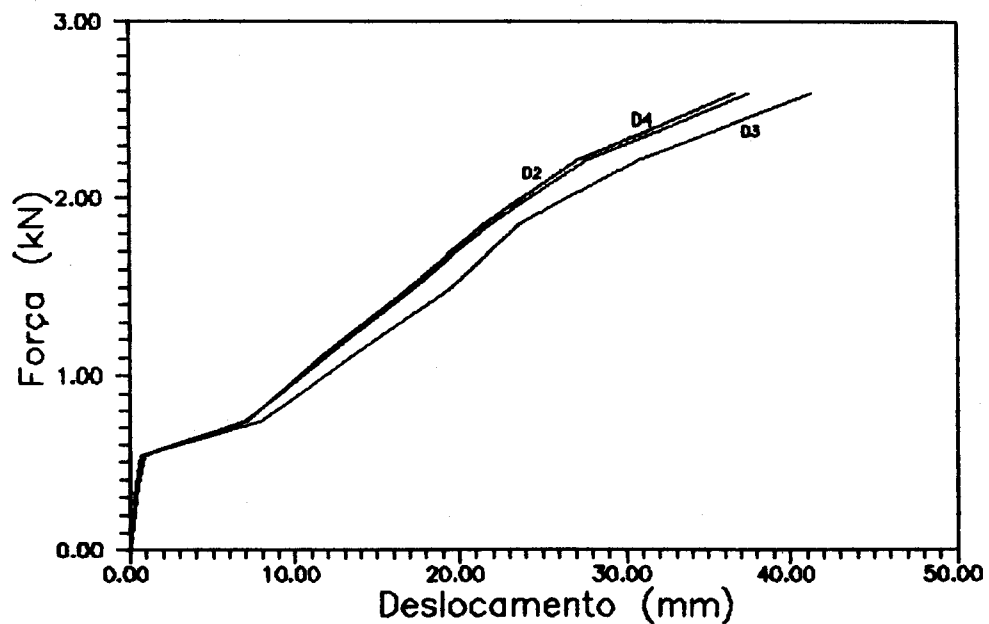
MOLDAGEM - 14/03/90

ENSAIO - 21/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

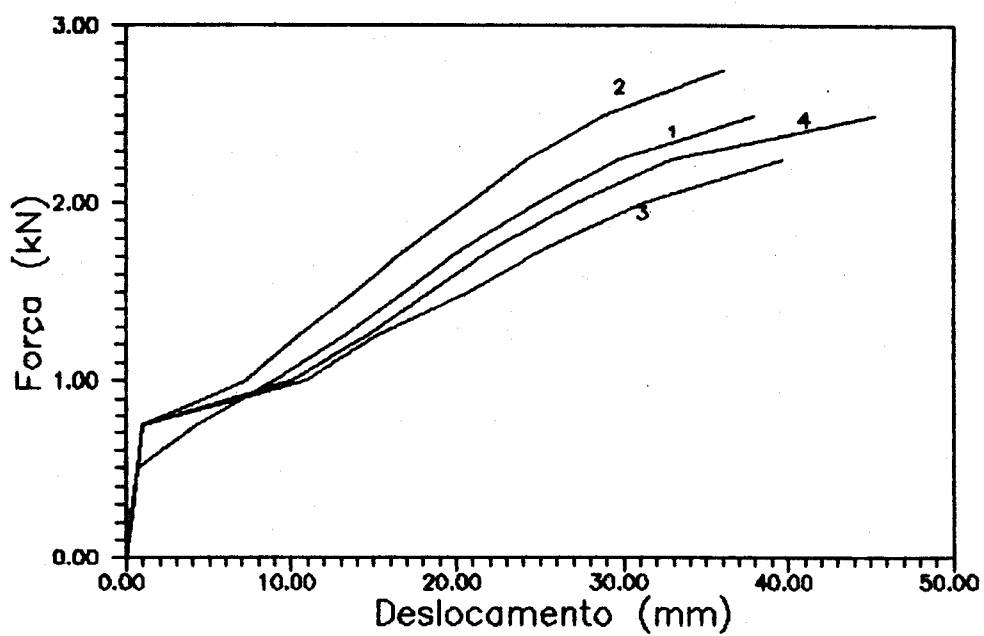
ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	16h06	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	16h08	0,370	0,30	0,66	0,66	0,63	0,27
2	16h10	0,540	0,34	0,97	1,00	0,92	0,28
1	16h11	0,370	0,34	0,68	0,82	0,65	0,28
2	16h12	0,540	0,35	0,98	1,02	0,92	0,28
3	16h14	0,740	0,47	7,10	8,34	7,27	0,34
4	16h18	1,110	0,51	11,79	13,94	12,23	0,36
5	16h20	1,480	0,54	16,86	19,73	17,39	0,37
6	16h26	1,850	0,59	21,50	24,10	22,17	0,37
7	16h31	2,220	0,70	26,86	31,46	27,91	0,33
8	16h36	2,590	0,82	35,48	41,82	37,35	0,13

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



# SÉRIE FII18T

DIAGRAMAS FORÇA-DESLOCAMENTO CENTRAL DAS PEÇAS



Peças Ensaçadas	Força de Fis-suração (kN)	Força de Ruptura (kN)
FII18T - 1	0,75	2,70
FII18T - 2	0,95	2,50
FII18T - 3	0,77	2,68
FII18T - 4	0,81	2,98



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

ARGAMASSAGEM: 06  
MOLDAGEM - 20/03/90

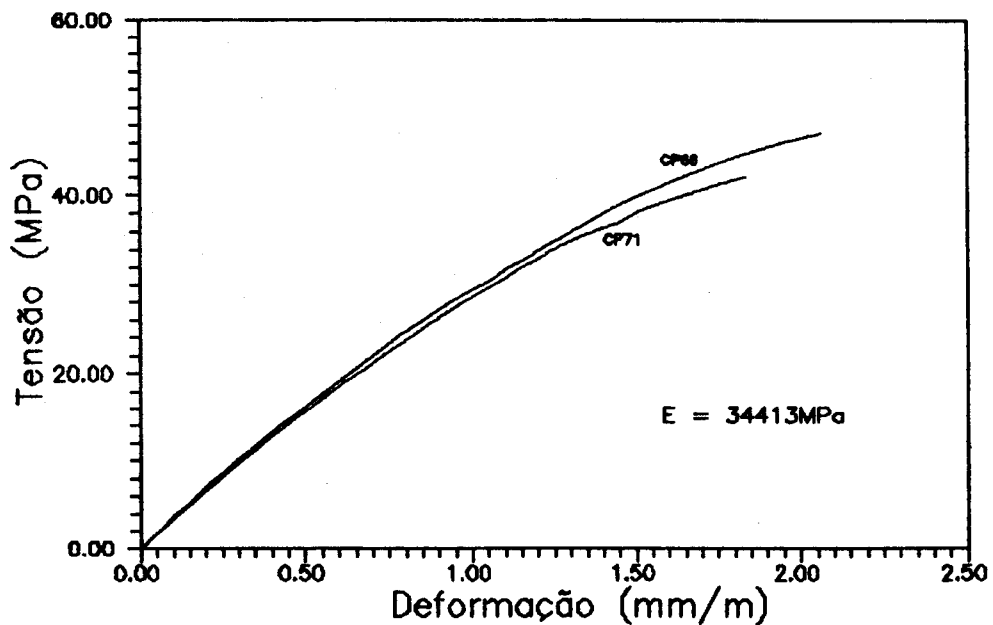
SÉRIE CORRESPONDENTE: FII18T

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
61	3	AXIAL	81,25	41,38
62	3	AXIAL	76,25	38,83
63	3	AXIAL	76,25	38,83
64	7	DIAMETRAL	32,50	3,52
65	7	AXIAL	88,75	45,20
66	7	AXIAL INSTR.	93,75	47,75
67	7	DIAMETRAL	25,00	2,70
68	7	AXIAL	93,75	47,75
69	7	AXIAL	83,75	42,65
70	7	DIAMETRAL	31,25	3,38
71	7	AXIAL INSTR.	83,75	42,65
72	7	AXIAL	85,00	43,29

VALORES MÉDIOS FINAIS DA ARGAMASSAGEM (MPa)

$$f_{cs} = 39,68 \quad f_{c7} = 44,88 \quad f_{t7} = 3,20$$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-1

MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 27/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,750

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,700

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
3	0,750	1,00	0,28	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	5	56
4	1,000	1,33	0,37	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	8	41
5	1,250	1,67	0,46	0,12	0,09	0,08	0,09	0,10	10	32
6	1,500	2,00	0,56	0,16	0,12	0,10	0,11	0,12	10	32
7	1,750	2,33	0,65	0,18	0,13	0,12	0,12	0,14	11	29
8	2,000	2,67	0,74	0,20	0,16	0,20	0,14	0,18	11	29
9	2,250	3,00	0,83	0,25	0,25	0,20	0,18	0,22	12	24
10	2,500	3,33	0,93	0,40	0,30	0,25	0,25	0,30	12	24

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-1

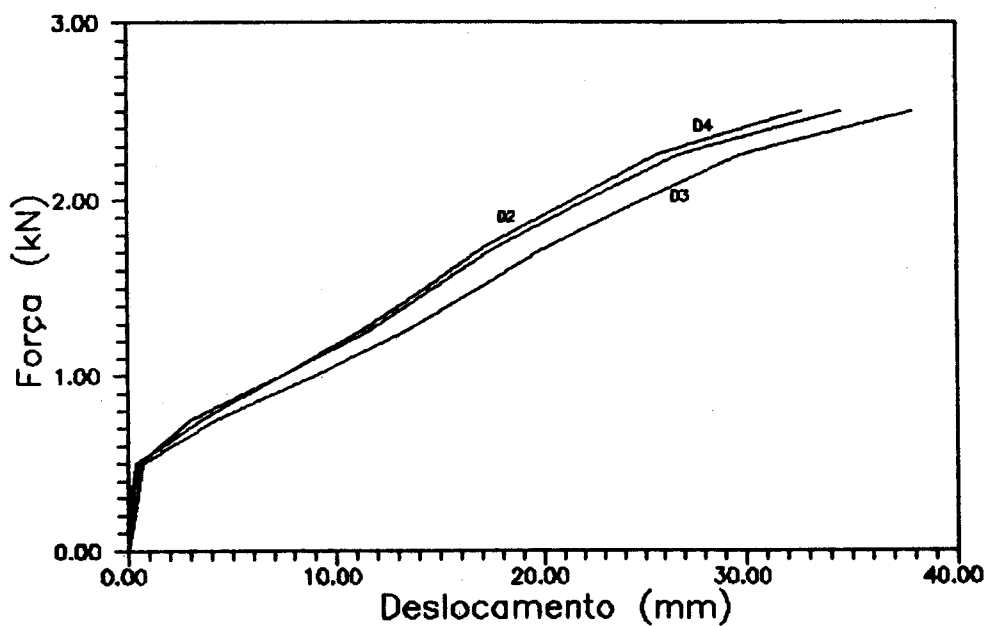
MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 27/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	14h45	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	14h47	0,250	0,03	0,35	0,40	0,34	0,08
2	14h50	0,500	0,05	0,65	0,77	0,67	0,10
1	14h52	0,250	0,04	0,38	0,44	0,51	0,09
2	14h55	0,500	0,05	0,66	0,80	0,69	0,11
3	14h57	0,750	0,07	3,90	4,38	3,25	0,16
4	15h01	1,000	0,09	7,82	9,15	7,68	0,19
5	15h05	1,250	0,15	11,75	13,42	11,30	0,21
6	15h10	1,500	0,17	15,09	17,10	14,60	0,21
7	15h14	1,750	0,19	18,47	20,80	17,81	0,22
8	15h20	2,000	0,23	22,34	25,15	21,68	0,20
9	15h22	2,250	0,26	26,75	30,00	25,82	0,18
10	15h27	2,500	0,29	34,28	38,15	32,68	0,10

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-2

MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,950

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,500

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
4	1,000	1,05	0,40	0,15	0,14	0,12	0,15	0,14	8	40
5	1,250	1,32	0,50	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	9	35
6	1,500	1,58	0,60	0,20	0,20	0,18	0,20	0,20	11	30
7	1,750	1,84	0,70	0,25	0,23	0,23	0,25	0,24	11	30
8	2,000	2,11	0,80	0,27	0,25	0,25	0,27	0,26	11	30
9	2,250	2,37	0,90	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	12	27

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-2

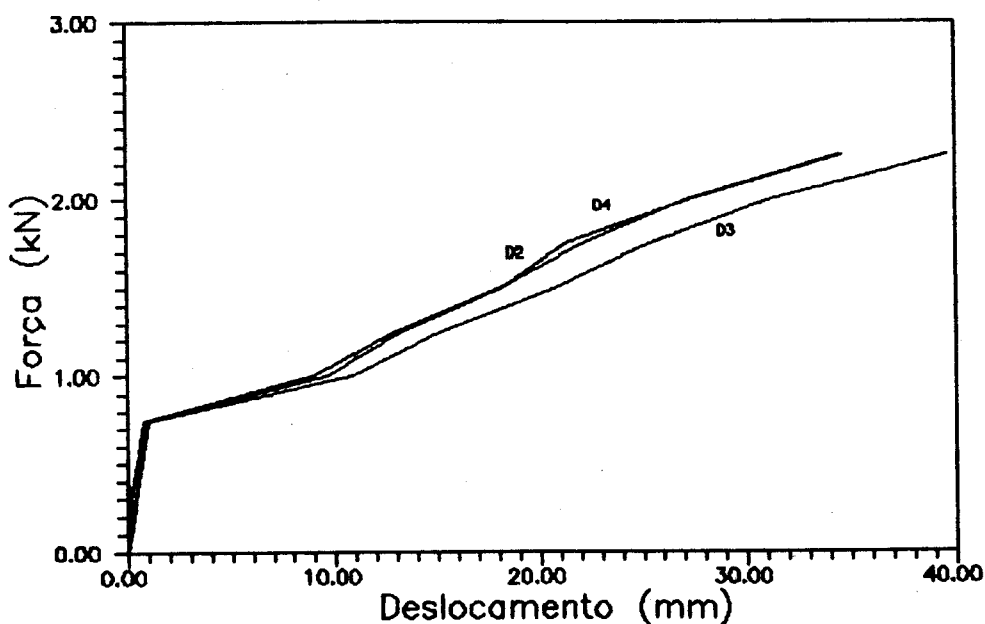
MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	07h49	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	07h51	0,250	0,11	0,38	0,46	0,43	0,15
2	07h52	0,500	0,14	0,75	0,79	0,75	0,19
1	07h53	0,250	0,10	0,43	0,49	0,59	0,18
2	07h54	0,500	0,14	0,76	0,85	0,76	0,20
3	07h57	0,750	0,18	1,08	1,22	1,10	0,23
4	08h00	1,000	0,38	9,14	11,24	9,94	0,32
5	08h04	1,250	0,38	13,13	15,51	13,54	0,33
6	08h09	1,500	0,39	18,29	21,13	18,43	0,33
7	08h13	1,750	0,40	22,48	25,87	21,67	0,33
8	08h16	2,000	0,38	27,36	31,59	27,59	0,31
9	08h19	2,250	0,32	34,65	39,95	34,85	0,28

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-3

MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,770

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,680

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)				MÉDIA		
				A	B	C	D			
4	1,000	1,30	0,37	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	9	36
5	1,250	1,62	0,47	0,12	0,10	0,12	0,13	0,12	10	32
6	1,500	1,95	0,56	0,14	0,13	0,15	0,15	0,14	10	32
7	1,750	2,27	0,65	0,16	0,15	0,16	0,18	0,16	11	29
8	2,000	2,60	0,75	0,18	0,16	0,17	0,20	0,18	11	29
9	2,250	2,92	0,84	0,20	0,20	0,20	0,25	0,21	11	29
10	2,500	3,25	0,93	0,25	0,25	0,30	0,30	0,28	11	29

RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-3

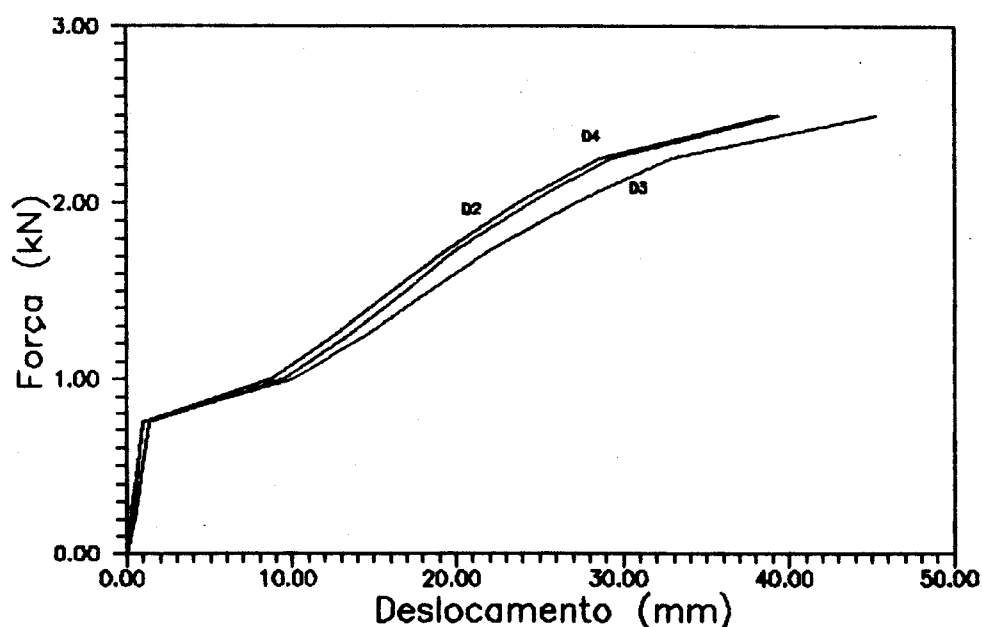
MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	08h39	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08h40	0,250	0,29	0,54	0,55	0,46	0,14
2	08h42	0,500	0,34	0,81	0,91	0,77	0,18
1	08h43	0,250	0,30	0,54	0,58	0,62	0,17
2	08h44	0,500	0,34	0,85	0,93	0,80	0,18
3	08h45	0,750	0,37	1,18	1,28	1,10	0,19
4	08h49	1,000	0,64	9,13	10,53	8,82	0,31
5	08h56	1,250	0,69	13,22	15,11	12,88	0,36
6	09h00	1,500	0,75	16,63	18,99	16,36	0,39
7	09h03	1,750	0,79	20,07	23,02	19,92	0,44
8	09h07	2,000	0,80	24,36	27,84	24,07	0,48
9	09h11	2,250	0,80	29,34	33,62	29,07	0,54
10	09h15	2,500	0,72	39,74	45,91	39,49	0,59

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-4

MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

FORÇA DE FISSURAÇÃO(kN): 0,810

FORÇA DE RUPTURA(kN): 2,980

### DESENVOLVIMENTO DA FISSURAÇÃO

ETAPA	FORÇA (kN)	F/F <sub>r</sub>	F/F <sub>u</sub>	FISSURAÇÃO					Nº	ESPAÇA. MÉDIO (mm)
				ABERTURAS (mm)						
				A	B	C	D	MÉDIA		
4	1,000	1,23	0,34	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	9	34
5	1,250	1,54	0,42	0,10	0,07	0,07	0,09	0,08	10	30
6	1,500	1,85	0,50	0,13	0,09	0,08	0,12	0,11	10	30
7	1,750	2,16	0,59	0,15	0,11	0,10	0,13	0,12	12	26
8	2,000	2,47	0,67	0,17	0,14	0,12	0,14	0,14	12	26
9	2,250	2,78	0,76	0,18	0,15	0,14	0,15	0,16	12	26
10	2,500	3,09	0,84	0,20	0,16	0,15	0,16	0,17	12	26
11	2,750	3,40	0,82	0,25	0,18	0,18	0,20	0,20	12	26

#### RESULTADOS COMPLEMENTARES APRESENTADOS:

- Tabela de deslocamentos transversais
- Diagramas força-deslocamento transversal



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA  
ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FII18T-4

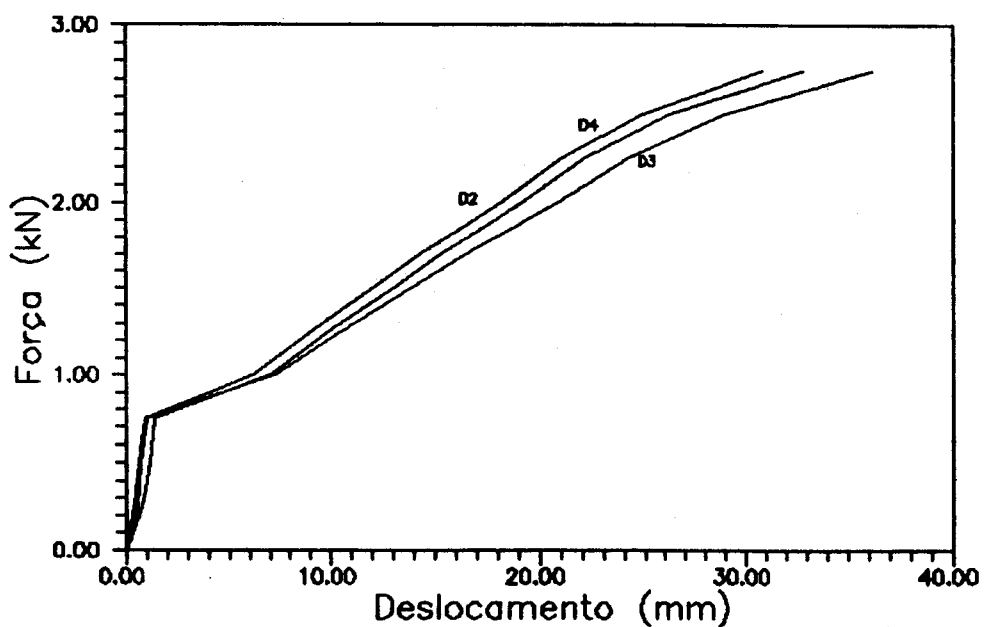
MOLDAGEM - 20/03/90

ENSAIO - 28/03/90

DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	09h37	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	09h39	0,250	0,46	0,67	0,70	0,60	0,27
2	09h40	0,500	0,50	0,99	1,04	0,89	0,29
1	09h41	0,250	0,47	0,70	0,74	0,77	0,29
2	09h42	0,500	0,51	0,99	1,05	0,90	0,29
3	09h44	0,750	0,52	1,27	1,38	1,20	0,31
4	09h46	1,000	0,65	6,82	7,77	6,43	0,36
5	09h49	1,250	0,67	9,65	10,98	9,21	0,39
6	09h52	1,500	0,71	12,81	14,49	12,30	0,39
7	09h54	1,750	0,74	15,67	17,78	15,23	0,39
8	09h57	2,000	0,76	18,92	21,46	18,39	0,43
9	10h00	2,250	0,76	22,00	24,88	21,35	0,44
10	10h05	2,500	0,74	26,10	29,48	25,22	0,46
11	10h07	2,750	0,75	32,75	36,78	31,19	0,48

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



**APÉNDICE 3**

**ENSAIOS DE FLEXÃO DE PERFIS**

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

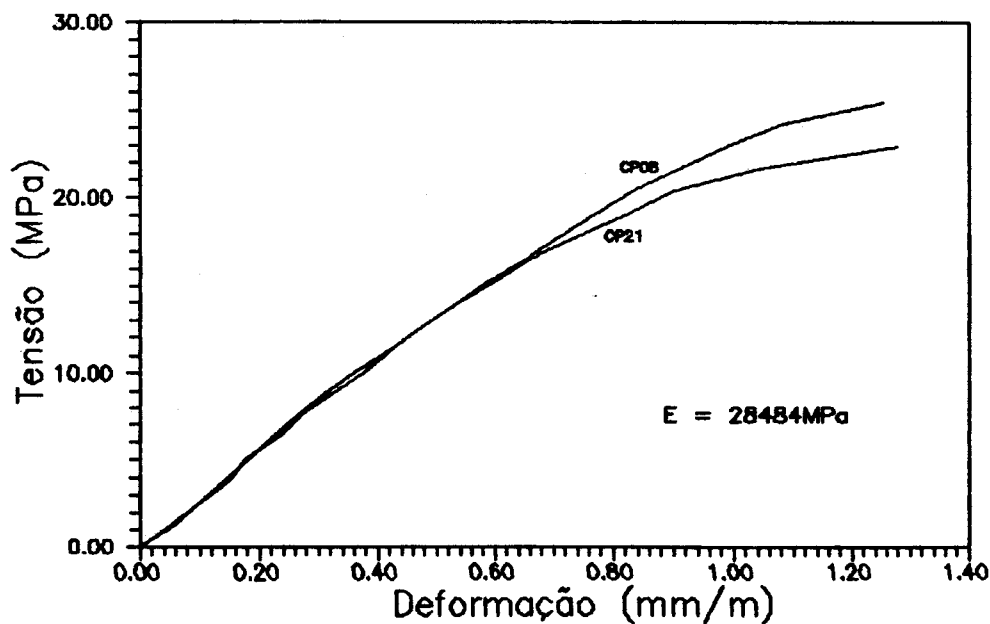
ARGAMASSAGEM: 01

MOLDAGEM: 09/04/90

SÉRIE CORRESPONDENTE: FII18L

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
01	1	AXIAL	28,75	14,64
02	3	AXIAL	44,50	22,66
03	3	DIAMETRAL	16,00	1,73
04	1	DIAMETRAL	13,75	1,49
05	7	AXIAL	52,50	26,74
06	3	AXIAL	46,75	23,81
07	3	DIAMETRAL	16,00	1,73
08	7	AXIAL INSTR.	51,25	26,10
09	1	DIAMETRAL	13,80	1,49
10	1	AXIAL	28,75	14,64
11	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
12	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
13	3	AXIAL	45,25	23,05
14	1	DIAMETRAL	13,75	1,49
15	7	AXIAL	52,50	26,73
16	7	DIAMETRAL	27,50	2,98
17	1	AXIAL	29,25	14,90
18	3	AXIAL	44,00	22,41
19	3	DIAMETRAL	19,50	2,11
20	7	DIAMETRAL	26,25	2,84
21	7	AXIAL INSTR.	48,75	24,83
22	1	AXIAL	28,75	14,64
23	1	DIAMETRAL	13,75	1,49
24	3	DIAMETRAL	18,75	2,03
VALORES MÉDIOS		$f_{c1} = 14,64$	$f_{c3} = 22,98$	$f_{c7} = 26,1$
FINAIS (MPa)		$f_{t1} = 1,49$	$f_{t3} = 1,9$	$f_{t7} = 2,94$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 09/04/90

EXEMPLAR: FIII18L  
ENSAIO - 16/04/90

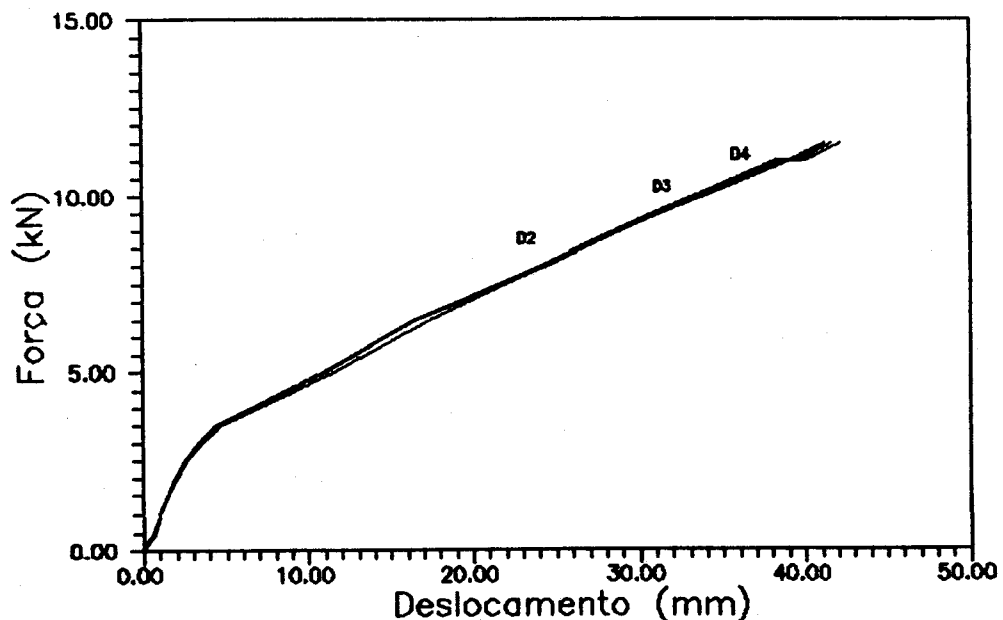
DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	14h22	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	14h27	0,500	0,34	0,78	0,81	0,81	0,37
2	14h29	1,000	0,44	1,35	1,39	1,37	0,48
3	14h32	1,500	0,52	1,92	1,98	1,92	0,54
2	14h34	1,000	0,48	1,50	1,53	1,62	0,51
1	14h37	0,500	0,40	1,00	1,03	1,12	0,46
2	14h40	1,000	0,47	1,47	1,51	1,47	0,51
3	14h42	1,500	0,52	1,95	2,03	1,96	0,54
4	14h45	2,000	0,58	2,48	2,57	2,48	0,58
5	14h49	2,500	0,65	3,12	3,25	3,13	0,61
6	14h53	3,000	0,70	3,99	4,18	3,99	0,64
7	14h58	3,500	0,76	5,04	5,32	5,14	0,65
8	15h12	5,000	0,90	11,72	12,41	11,81	0,69
9	15h23	6,500	0,98	17,31	18,20	17,30	0,72
10	15h42	8,000	1,04	25,10	25,17	25,42	0,74
11	15h57	9,500	1,10	31,92	32,30	32,14	0,75
12	16h11	11,000	1,14	39,28	40,10	39,65	0,75
12a	16h17	11,000	1,15	40,14	41,01	40,46	0,73
13	16h22	11,500	1,18	42,21	43,17	42,52	0,73

FORÇA DE FISSURAÇÃO: 3,25kN

FORÇA DE RUPTURA: 13,47kN

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

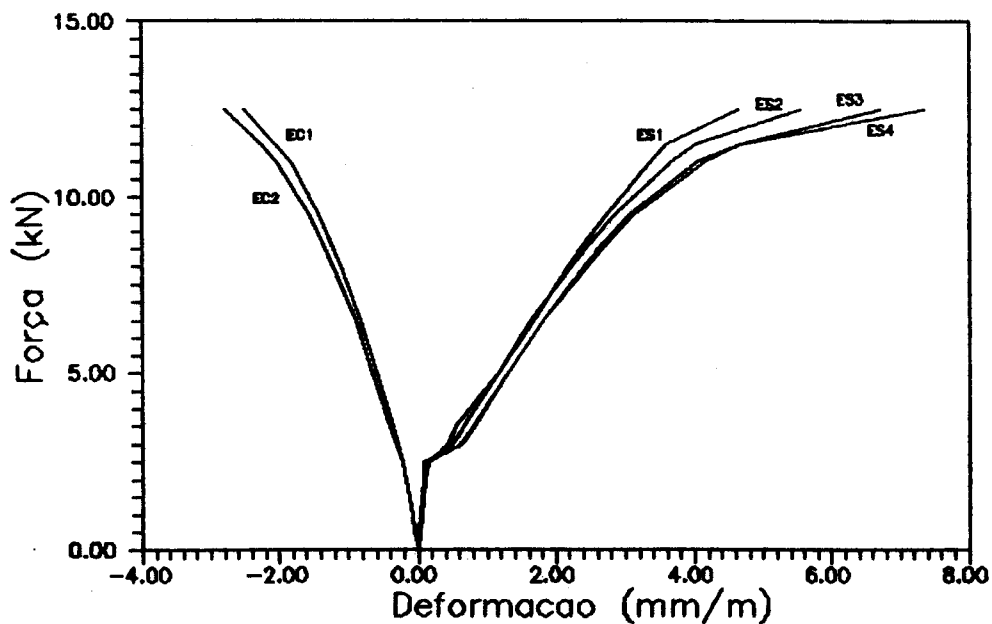
ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 09/04/90

EXEMPLAR: FIII18L  
ENSAIO - 16/04/90

DEFORMAÇÕES MEDIDAS COM EXTENSÔMETROS ELÉTRICOS (mm/m)

ETAPA	FORÇA(kN)	EC1	EC2	ES1	ES2	ES3	ES4
0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,500	-0,04	-0,04	0,01	0,02	0,03	0,02
2	1,000	-0,08	-0,08	0,03	0,04	0,04	0,04
3	1,500	-0,12	-0,12	0,07	0,06	0,06	0,05
2	1,000	-0,09	-0,09	0,05	0,04	0,05	0,04
1	0,500	-0,06	-0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
2	1,000	-0,09	-0,09	0,05	0,04	0,05	0,04
3	1,500	-0,13	-0,13	0,07	0,06	0,06	0,06
4	2,000	-0,17	-0,17	0,10	0,08	0,09	0,07
5	2,500	-0,22	-0,23	0,14	0,13	0,16	0,07
6	3,000	-0,29	-0,32	0,43	0,50	0,62	0,64
7	3,500	-0,35	-0,40	0,55	0,65	0,79	0,82
8	5,000	-0,59	-0,66	1,16	1,16	1,30	1,31
9	6,500	-0,83	-0,90	1,69	1,64	1,82	1,81
10	8,000	-1,10	-1,21	2,18	2,23	2,47	2,42
11	9,500	-1,42	-1,56	2,74	2,86	3,15	3,08
12	11,000	-1,83	-2,02	3,36	3,67	4,15	4,05
13	11,500	-2,04	-2,25	3,61	4,02	4,68	4,67
14	12,500	-2,52	-2,80	4,65	5,55	6,70	7,36

DIAGRAMAS FORÇA - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

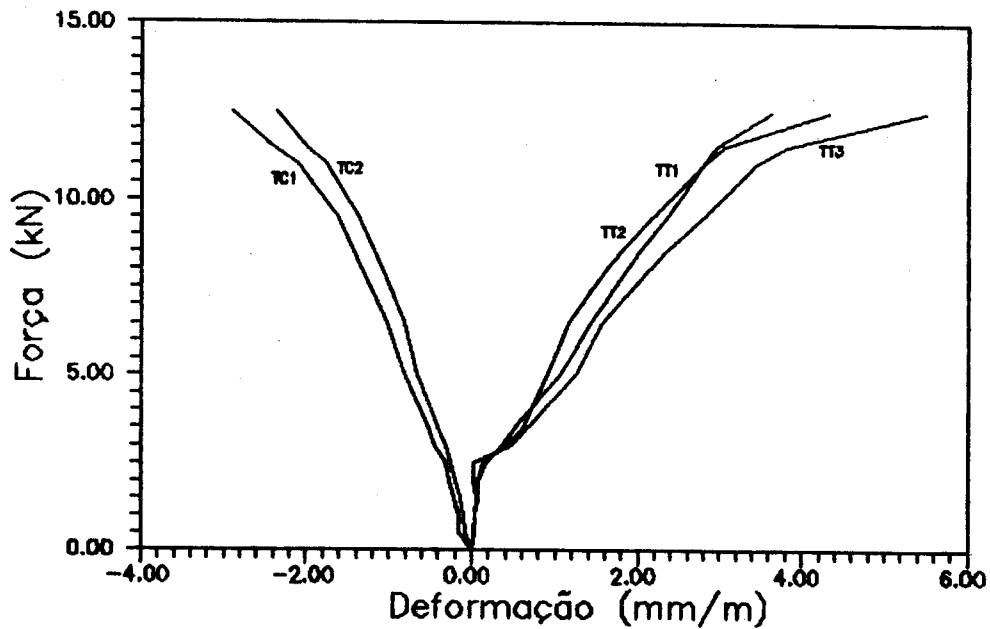
ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 09/04/90

EXEMPLAR: FIII18L  
ENSAIO - 16/04/90

DEFORMAÇÕES MEDIDAS COM EXTENSÔMETROS MECÂNICOS (mm/m)

ETAPA	FORÇA(kN)	TEMP. (°C)	TC1	TC2	TT1	TT2	TT3
0	0,000	28,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,500	28,0	-0,12	-0,06	0,01	0,04	0,02
2	1,000	28,0	-0,10	-0,08	0,05	0,06	0,05
3	1,500	28,0	-0,22	-0,16	0,06	0,07	0,06
2	1,000	28,0	-0,16	-0,10	0,04	0,05	0,04
1	0,500	28,0	-0,15	-0,07	0,02	0,04	0,01
2	1,000	28,0	-0,15	-0,09	0,03	0,03	0,03
3	1,500	28,0	-0,21	-0,14	0,07	0,07	0,06
4	2,000	28,0	-0,28	-0,20	0,08	0,07	0,02
5	2,500	28,0	-0,31	-0,25	0,17	0,14	0,02
6	3,000	28,0	-0,45	-0,31	0,36	0,43	0,47
7	3,500	28,0	-0,52	-0,41	0,52	0,61	0,68
8	5,000	28,0	-0,81	-0,65	1,07	0,91	1,25
9	6,500	28,0	-1,02	-0,82	1,43	1,15	1,57
10	8,000	28,0	-1,33	-1,08	1,88	1,63	2,15
11	9,500	28,0	-1,63	-1,37	2,35	2,18	2,79
12	11,000	28,0	-2,11	-1,76	2,79	2,79	3,44
13	11,500	28,0	-2,41	-2,01	2,96	3,06	3,81
14	12,500	28,0	-2,89	-2,35	3,63	4,32	5,50

DIAGRAMAS FORÇA - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18L

MOLDAGEM - 09/04/90

ENSAIO - 16/04/90

VALOR DAS ABERTURAS DAS FISSURAS (mm)

ETAPA	FORÇA (kN)	REGIÕES DE OBSERVAÇÃO									
		TA	TB1	TB2	TB3	TC	AA	AB1	AB2	AB3	AC
7	3,50	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05					
8	5,00	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
9	6,50	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08
10	8,00	0,09	0,10	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
11	9,50	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,11
12	11,00	0,13	0,14	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,10	0,12
13	11,50	0,13	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14	0,12	0,13
14	12,50	0,15	0,20	0,25	0,20	0,20	0,15	0,13	0,15	0,14	0,15

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18L

MOLDAGEM - 09/04/90

ENSAIO - 16/04/90

ESPAÇAMENTO ENTRE FISSURAS (mm)

FISSURAS NA ALMA JUNTO A MESA

FISSURAS NA ALMA EM H/2

	REGIÕES DE OBSERVAÇÃO					REGIÕES DE OBSERVAÇÃO				
	AA	AB1	AB2	AB3	AC	AA	AB1	AB2	AB3	AC
	67	55	45	50	40	70	117	35	50	57
	52	65	25	30	56	55	22	40	28	60
	35	21	10	50	40	50	56	70	45	80
	60	30	45	58	38	51	45	60	47	55
	35	20		55	15	65		58		55
	45	42			20	70				65
	73				30	85				71
	46				37	61				63
	45				60					55
	40				15					
	37				63					
					30					
					42					
					50					
					48					
MÉDIA	40	39	31	49	40	63	60	53	42	62

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18L

MOLDAGEM - 09/04/90

ENSAIO - 16/04/90

ESPAÇAMENTO ENTRE FISSURAS (mm)

FISSURAS NO CENTRO DA MESA TRACIONADA					FISSURAS NA BORDA ESQUERDA DA MESA TRAIONADA					
REGIÕES DE OBSERVAÇÃO					REGIÕES DE OBSERVAÇÃO					
TA	TB1	TB2	TB3	TC	TA	TB1	TB2	TB3	TC	
27	20	19	15	22	58	33	23	35	26	
50	45	32	17	17	21	29	33	30	25	
37	12	12	43	10	43	27	28	33	20	
135	38	20	32	20	62	32	35	28	45	
82	25	20	40	22	85	23	26	28	25	
31	25	20	20	24	55	20	32	36	20	
45	25	30	30	20	40	44	20	17	40	
22	20	36	32	27	35	19	50	33	40	
28	28	36	23	45	35	17		28	25	
45	22	45	30	29	21	20		20	25	
39	8	38	25	26	40	25			26	
35	20			36	35				40	
30				23	42				32	
13				10	35				32	
35				50	30				35	
25				35	33				33	
14				45	40				37	
30				34	25				58	
35				45	37				37	
13				45	43				30	
32				40	20				72	
38				10	32				50	
10				50	17				86	
30				38	18				17	
10				57	10				55	
31				61	30					
13				66	30					
15				55						
MÉDIA	34	28	28	28	34	36	26	31	29	37



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

CONTROLE DA RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA

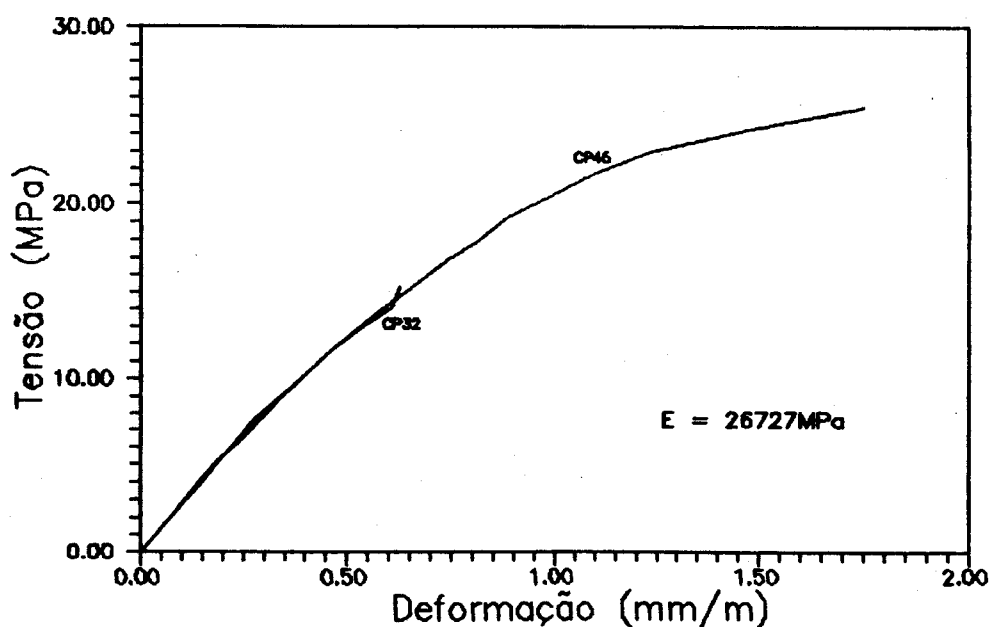
ARGAMASSAGEM: 02

MOLDAGEM: 24/04/90

SÉRIE CORRESPONDENTE: FII18T

C.P.	IDADE (DIAS)	TIPO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	FORÇA DE RUPTURA (kN)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
25	1	AXIAL	22,50	11,46
26	3	AXIAL	40,00	20,37
27	3	DIAMETRAL	23,75	2,57
28	1	DIAMETRAL	16,75	1,81
29	7	AXIAL	47,50	24,19
30	3	AXIAL	42,50	21,64
31	3	DIAMETRAL	20,00	2,16
32	7	AXIAL INSTR.	30,00	15,28
33	1	DIAMETRAL	17,75	1,92
34	1	AXIAL	26,50	13,50
35	7	DIAMETRAL	23,75	2,57
36	7	DIAMETRAL	23,75	2,57
37	3	AXIAL	45,00	22,92
38	1	DIAMETRAL	16,75	1,81
39	7	AXIAL	47,50	24,19
40	7	DIAMETRAL	25,75	2,79
41	1	AXIAL	25,50	12,99
42	3	AXIAL	45,00	22,92
43	3	DIAMETRAL	21,25	2,30
44	7	DIAMETRAL	20,00	2,16
45	7	AXIAL INSTR.	51,25	26,10
46	1	AXIAL	26,50	13,50
47	1	DIAMETRAL	16,50	1,79
48	3	DIAMETRAL	25,00	2,71
VALORES MÉDIOS		$f_{c1} = 12,86$	$f_{c3} = 22,98$	$f_{c7} = 24,83$
FINAIS (MPa)		$f_{t1} = 1,83$	$f_{t3} = 2,43$	$f_{t7} = 2,52$

DIAGRAMAS TENSÃO - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 24/04/90

EXEMPLAR: FIII18T  
ENSAIO - 03/05/90

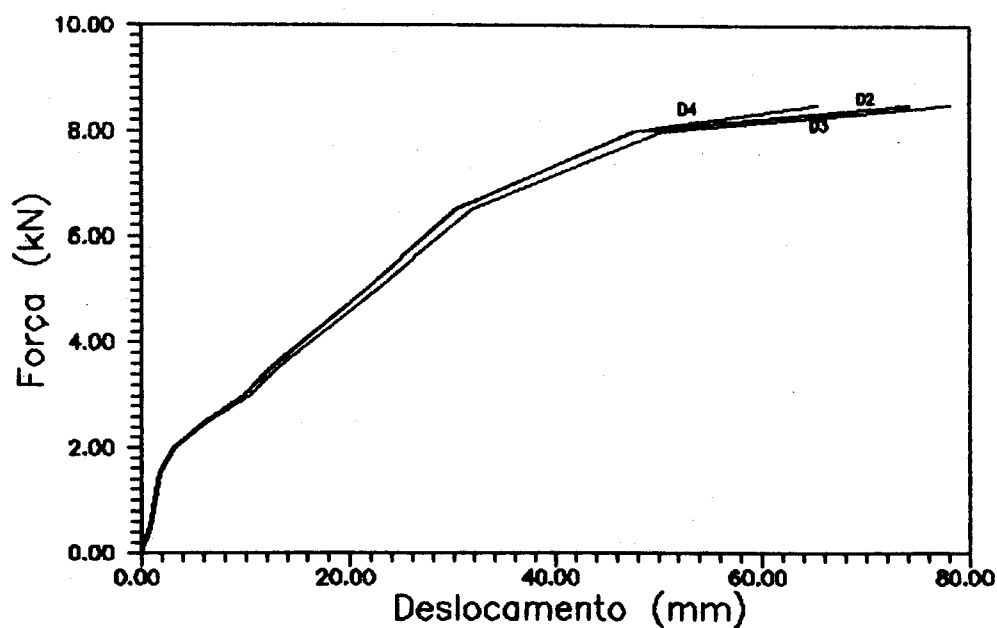
DESLOCAMENTOS TRANSVERSAIS (mm)

ETAPA	HORA	FORÇA(kN)	D1	D2	D3	D4	D5
0	08h37	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08h40	0,500	0,37	0,76	0,74	0,71	0,18
2	08h43	1,000	0,64	1,47	1,48	1,42	0,33
3	08h46	1,500	0,85	2,32	2,40	2,28	0,46
2	08h48	1,000	0,73	1,91	1,93	1,84	0,41
1	08h49	0,500	0,50	1,27	1,29	1,23	0,25
2	08h53	1,000	0,73	1,86	1,91	1,81	0,38
3	08h55	1,500	0,87	2,47	2,55	2,46	0,48
4	08h58	2,000	1,00	3,89	4,09	3,88	0,58
5	09h07	2,500	1,12	7,03	7,27	6,81	0,62
6	09h25	3,000	1,22	10,76	11,29	10,66	0,65
7	09h34	3,500	1,29	13,49	14,19	13,38	0,68
8	09h50	5,000	1,45	22,63	23,69	22,44	0,71
9	10h04	6,500	1,56	31,59	33,04	31,23	0,74
10	10h24	8,000	1,62	48,85	51,54	48,82	0,69
11	10h31	8,500	1,60	75,43	79,24	66,39	0,63

FORÇA DE FISSURAÇÃO: 2,00kN

FORÇA DE RUPTURA: 9,21kN

DIAGRAMAS FORÇA - DESLOCAMENTO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

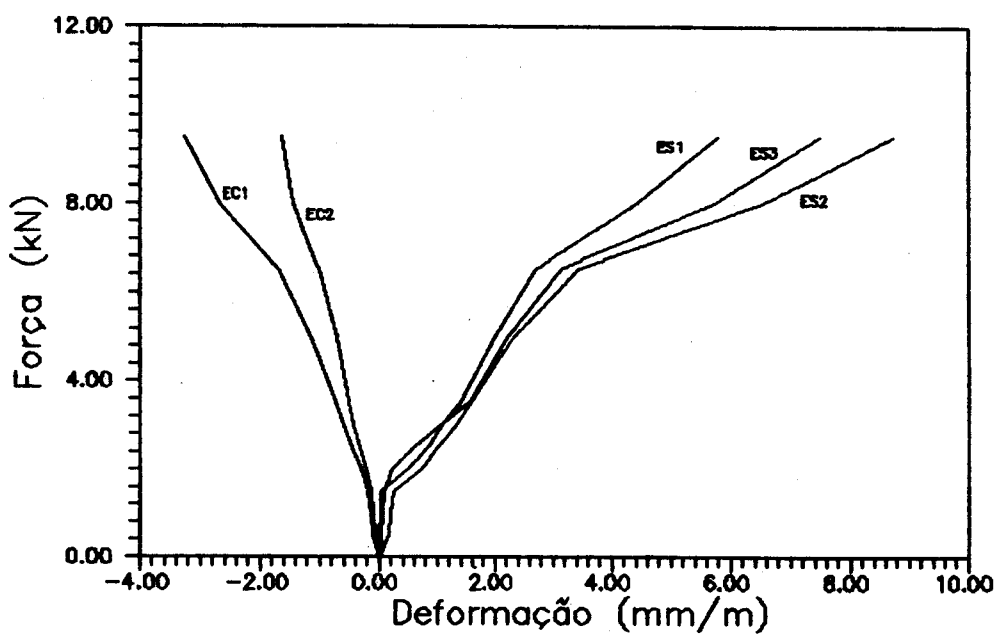
ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 24/04/90

EXEMPLAR: FIII18T  
ENSAIO - 03/05/90

DEFORMAÇÕES MEDIDAS COM EXTENSÔMETROS ELÉTRICOS (mm/m)

ETAPA	FORÇA(kN)	EC1	EC2	ES1	ES2	ES3
0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,500	-0,05	-0,04	0,02	0,02	0,01
2	1,000	-0,11	-0,08	0,03	0,04	0,04
3	1,500	-0,18	-0,13	0,04	0,08	0,13
2	1,000	-0,14	-0,10	0,02	0,06	0,19
1	0,500	-0,10	-0,07	0,01	0,04	0,17
2	1,000	-0,14	-0,10	0,02	0,06	0,19
3	1,500	-0,19	-0,14	0,04	0,08	0,24
4	2,000	-0,30	-0,21	0,48	0,23	0,74
5	2,500	-0,45	-0,31	0,83	0,61	1,01
6	3,000	-0,60	-0,42	1,08	1,05	1,33
7	3,500	-0,73	-0,50	1,42	1,56	1,59
8	5,000	-1,12	-0,71	2,01	2,21	2,32
9	6,500	-1,66	-1,00	2,72	3,13	3,45
10	8,000	-2,68	-1,42	4,42	5,71	6,52
11	9,500	-3,26	-1,63	5,78	7,49	8,74

DIAGRAMAS FORÇA - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

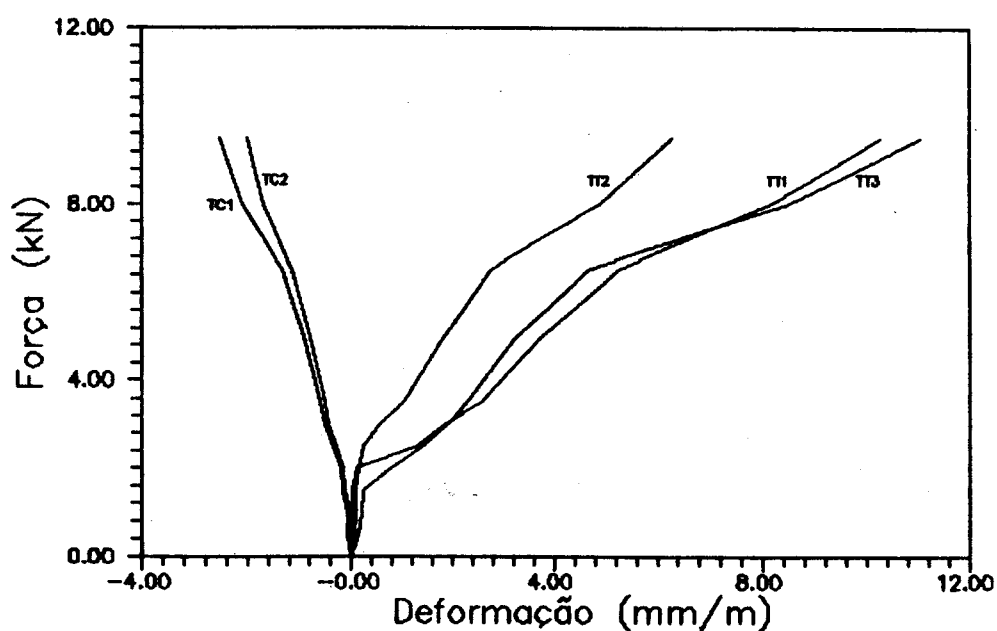
ENSAIO DE FLEXÃO  
MOLDAGEM - 24/04/90

EXEMPLAR: FIII18T  
ENSAIO - 03/05/90

DEFORMAÇÕES MEDIDAS COM EXTENSÔMETROS MECÂNICOS (mm/m)

ETAPA	FORÇA(kN)	TEMP. (° C)	TC1	TC2	TT1	TT2	TT3
0	0,000	28,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,000	28,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,500	28,0	-0,02	-0,01	0,03	0,06	0,07
2	1,000	28,0	-0,07	-0,07	0,05	0,08	0,09
3	1,500	28,0	-0,14	-0,15	0,04	0,11	0,21
2	1,000	28,0	-0,08	-0,06	0,04	0,09	0,20
1	0,500	28,0	-0,06	-0,05	0,01	0,04	0,14
2	1,000	28,0	-0,08	-0,05	0,03	0,09	0,22
3	1,500	28,0	-0,16	-0,14	0,01	0,09	0,24
4	2,000	28,0	-0,21	-0,17	0,12	0,14	0,78
5	2,500	28,0	-0,35	-0,29	1,28	0,24	1,41
6	3,000	28,0	-0,50	-0,44	1,84	0,55	1,90
7	3,500	28,0	-0,61	-0,50	2,57	1,04	2,31
8	5,000	28,0	-0,90	-0,78	3,75	1,84	3,26
9	6,500	28,0	-1,32	-1,13	5,27	2,77	4,67
10	8,000	28,0	-2,07	-1,69	8,15	4,91	8,50
11	9,500	28,0	-2,50	-1,99	10,29	6,28	11,04

DIAGRAMAS FORÇA - DEFORMAÇÃO



ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18T

MOLDAGEM - 24/04/90

ENSAIO - 03/05/90

VALOR DAS ABERTURAS DAS FISSURAS (mm)

ETAPA	FORÇA (kN)	REGIÕES DE OBSERVAÇÃO									
		TA	TB1	TB2	TB3	TC	AA	AB1	AB2	AB3	AC
4	2,00	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05					
5	2,50	0,07	0,09	0,10	0,09	0,10	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06
6	3,00	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08
7	3,50	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09
8	5,00	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
9	6,50	0,15	0,14	0,15	0,14	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13
10	8,00	0,20	0,20	0,25	0,20	0,25	0,25	0,20	0,20	0,20	0,15

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18T

MOLDAGEM - 24/04/90

ENSAIO - 03/05/90

ESPAÇAMENTO ENTRE FISSURAS (mm)

FISSURAS NA ALMA JUNTO A MESA

FISSURAS NA ALMA EM H/2

	REGIÕES DE OBSERVAÇÃO						REGIÕES DE OBSERVAÇÃO				
	AA	AB1	AB2	AB3	AC		AA	AB1	AB2	AB3	AC
145	50	10	15	55		160	70	68	15	55	
50	35	45	43	35		35	70	10	35	30	
60	50	20	10	20		65	75	34	58	50	
53	40	50	65	25		45	15	10	45	75	
20	33	45	25	25		125	75	60	68	100	
70	68	30	50	65		65		10	25	45	
15		45	30	105		100		65		85	
43			50	54		90				135	
65			10	65		50				95	
15				30		55				55	
33				105							
78				20							
80				35							
				44							
MÉDIA	55	46	35	33	49	79	61	37	41	72	

ARGAMASSA ARMADA COM TELA DE CHAPA DE AÇO EXPANDIDA

ENSAIO DE FLEXÃO

EXEMPLAR: FIII18T

MOLDAGEM - 24/04/90

ENSAIO - 03/05/90

ESPAÇAMENTO ENTRE FISSURAS (mm)

FISSURAS NO CENTRO DA  
MESA TRACIONADA

FISSURAS NA BORDA ESQUERDA  
DA MESA TRAIONADA

REGIÕES DE OBSERVAÇÃO					REGIÕES DE OBSERVAÇÃO					
TA	TB1	TB2	TB3	TC	TA	TB1	TB2	TB3	TC	
75	18	15	12	10	48	85	25	35	30	
46	23	45	50	20	55	8	10	35	32	
46	32	10	10	57	40	30	23	12	20	
102	10	50	55	35	50	27	25	10	15	
67	40	45	20	38	40	35	35	8	37	
45	50	28	37	34	73	12	20	20	50	
39	45	7	12	65	70	35	15	13	20	
30	22	15	10	17	40	28	30	38	18	
50	32	10	50	37	38	35	30	33	27	
40	15	20		35	37	35	23	27	30	
35				18	57	26	40	25	15	
20				40	28		30	10	60	
45				85	32			10	80	
65				25	35				20	
15				80	27				55	
72				25	37				34	
22				60	40				30	
10				27	48				53	
55				58	25				28	
17				45	14				32	
35				38	16				35	
					20				63	
					25				45	
					42				30	
					24					
MÉDIA	44	29	24	28	40	38	32	25	21	36