



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102015006518-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102015006518-3

(22) Data do Depósito: 24/03/2015

(43) Data da Publicação Nacional: 21/11/2017

(51) Classificação Internacional: E04C 5/06.

(52) Classificação CPC: E04C 5/0645.

(54) Título: ARMADURA DE CISALHAMENTO PARA LAJES DE CONCRETO ANCORADA INTERNAMENTE À ARMADURA DE FLEXÃO

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, Outros. CGC/CPF: 34621748000123. Endereço: Av. Augusto Correa n. 1 Cidade Universitaria José da Silveira Netto, Guamá, Belém, PA, BRASIL(BR), 66075-900

(72) Inventor: MAURÍCIO DE PINA FERREIRA; RAFAEL NASCIMENTO MAGALHÃES BARROS; MANOEL JOSÉ MANGABEIRA PEREIRA FILHO; AARÃO FERREIRA LIMA NETO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 24/03/2015, observadas as condições legais

Expedida em: 30/08/2022

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

ARMADURA DE CISALHAMENTO PARA LAJES DE CONCRETO ANCORADA INTERNAMENTE À ARMADURA DE FLEXÃO

001. Armaduras de cisalhamento são utilizadas em elementos estruturais de concreto com o objetivo de aumentar sua capacidade resistente às tensões tangenciais (esforço cortante) e melhorar seu desempenho, tanto em serviço quanto no estado limite último, atribuindo maior ductilidade e capacidade resistente. No caso de lajes, elas são normalmente utilizadas naquelas apoiadas diretamente sobre os pilares ou sob a ação de cargas pontuais, mas também podem ser necessárias em lajes suportadas em apoios contínuos.

002. No caso de lajes lisas, a elevada concentração de tensões na ligação entre a laje e o pilar, provocada tanto pela flexão quanto por cisalhamento, faz com que o dimensionamento das ligações seja um ponto crítico de projeto, principalmente do ponto de vista do cisalhamento, uma vez que esta região está sujeita a um tipo de ruptura localizado denominada de punção. A necessidade de aumentar a resistência à punção em lajes lisas fez com que durante as últimas décadas diversos tipos de armaduras de cisalhamento fossem desenvolvidos e patenteados.

003. Para o bom funcionamento destas armaduras no combate ao cisalhamento, é necessário que elas absorvam parte dos esforços em conjunto com o concreto e que atinjam a tensão de escoamento do aço antes da ruptura do elemento. Esta condição é satisfeita desde que não haja deslocamento relativo entre os segmentos verticais da armadura e o concreto (escorregamento), ou seja, que a armadura não perca sua capacidade resistente por problemas de ancoragem. Isso é feito tanto por mecanismos de aderência do aço no concreto ao longo do corpo da armadura, mas, fundamentalmente, por ancoragem mecânica em suas extremidades.

004. O primeiro mecanismo está diretamente relacionado com o comprimento das pernas da armadura. Como as lajes são elementos delgados, o que ocorre é que o desempenho destas armaduras é basicamente uma função da ancoragem das barras em suas extremidades. Por estas razões, a maioria das armaduras de cisalhamento são confeccionadas de modo a permitir que a ancoragem se dê externamente às camadas de armadura de flexão, uma vez que estas barras auxiliam significativamente no mecanismo de ancoragem.

005. Abaixo, são descritos alguns tipos de armadura de cisalhamento para lajes já patenteadas.

006. Patente US 4406103 A, publicada em 1983, inventada por Amin Ghali e Walter Dilger, consiste em dois tipos de armadura. A primeira, composta por fatias de perfis metálicos em I posicionadas na vertical, unidas por pelo menos uma barra horizontal e ancoragem promovida pelas abas da seção I localizadas externamente às camadas de armadura de flexão; e o segundo tipo, composto por pinos na vertical dispostos linearmente com espaçamento constante e ancoragem promovida por cabeças individuais com diâmetro superior ao diâmetro do pino, na face tracionada da laje e chapa contínua onde vários pinos são soldados nas posições específicas do projeto, na face comprimida da laje.

007. Patente US 6003281 A, publicada em 1999, inventada por Kypros Pilakoutas, consiste em chapas retas contínuas dobradas e ancoradas alternadamente às camadas de armadura de flexão tracionada e comprimida.

008. Patente US 6385930 B1, publicada em 2002, inventada por Carl-Erik Broms, consiste em estribos verticais abertos ligados por barras horizontais e ancorados externamente à camada de armadura de flexão na face tracionada da laje e extremidade aberta na face comprimida, associados a barras dobradas contínuas com trechos em direções horizontal e diagonal, sendo os trechos horizontais localizados em posições alternadas entre as faces tracionada e comprimida da laje e os trechos diagonais localizados de forma a cruzar a superfície de ruptura por punção na região de ligação laje-pilar.

009. Patente US 8220219 B2, publicada em 2012, inventada por Richard Martter: consiste em estribos abertos com inclinação média de 45° , podendo variar em até 15° para mais ou para menos, unidos por barra horizontal e ancoragem promovida por dobras nas extremidades, sendo a extremidade aberta localizada na face comprimida da laje.

010. A ancoragem externa das armaduras de cisalhamento gera interferências significativas com as armaduras de flexão, limitando a definição do arranjo destas armaduras e gerando dificuldades construtivas. Esta desvantagem é amplificada a medida que aumentam as taxas de armadura de flexão e de cisalhamento necessárias para o dimensionamento das ligações laje-pilar, podendo ser um limitante na fase de projeto.

011. A presente invenção consiste em uma armadura de cisalhamento que pode ser usada tanto em elementos lineares quanto em elementos planos de concreto. Esta armadura é ancorada internamente à armadura de flexão, sendo composta por barras de aço dobradas em “zig-zag”. Estas podem ser instaladas em camadas sucessivas, atuando em superfícies perpendiculares ou inclinadas em relação ao plano do elemento de concreto, sendo ligadas entre si por barras longitudinais. Este novo tipo de armadura eliminaria as interferências com as armaduras de flexão, podendo servir ainda como dispositivo para garantia da altura útil do elemento estrutural de concreto. Além disso, como a armadura pode ser fabricada em um processo industrial, fora do canteiro de obras, isto pode simplificar e agilizar o processo construtivo.

012. A contribuição da presente armadura à resistência ao cisalhamento é devida à absorção de tensão e ao confinamento gerado no concreto devido ao fato da armadura ser contínua e ter o arranjo em “zig-zag”. Ambos os mecanismos dificultam a abertura de fissuras diagonais, em regiões próximas à ligação laje-pilar. Para evitar a delaminação das camadas de concreto, que é um modo de ruptura que pode ocorrer em elementos de concreto com armaduras de cisalhamento ancoradas internamente às armaduras de flexão, uma armadura complementar deve ser utilizada, de forma a costurar o núcleo da laje com a região de ancoragem das armaduras de flexão superiores e inferiores.

013. Estudos experimentais em faixas de laje submetidas à ruptura por cisalhamento plano desenvolvidos no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará permitem comparar o acréscimo de resistência conferido pela presente armadura em comparação com estribos fechados convencionais. Os parâmetros envolvidos foram espaçamento entre camadas de armadura ao longo do vão submetido ao cisalhamento, comprimento do vão de cisalhamento e inclinação das pernas da armadura em relação ao plano da laje. Os resultados mostraram que a adição da armadura proposta pode dobrar a resistência ao cisalhamento e proporcionar resistências superiores às de elementos armados com armaduras convencionais.

014. Diferentes arranjos podem ser obtidos conforme as necessidades de projeto. São apresentados neste relatório quatro arranjos, sendo eles: arranjo unidirecional contínuo, arranjo bidirecional cruciforme, arranjo bidirecional

contínuo, arranjo circunferencial. Estes arranjos estão ilustrados nos desenhos em anexo.

015. Para um melhor entendimento da constituição e processo de fabricação da armadura proposta e dos resultados de experimentos realizados até o presente momento, são apresentados os seguintes desenhos:

016. Figura 1 - Detalhe esquemático do posicionamento das armaduras na ligação laje-pilar: pilar (1), laje (2), armadura de flexão tracionada (3), armadura complementar (4), barra de ligação entre os estribos (5), estribo (6), armadura de flexão comprimida (7);

017. Figura 2 - Vista tridimensional das armaduras de flexão e de cisalhamento;

018. Figura 3 - Vista tridimensional da armadura complementar;

019. Figura 4 - Detalhes das armaduras complementares contra a delaminação: armadura complementar (1), armadura de flexão tracionada (2), fôrma para moldagem (3), armadura de flexão comprimida (4), espaçador (5);

020. Figura 5 - Arranjo unidirecional contínuo;

021. Figura 6 - Arranjo bidirecional cruciforme;

022. Figura 7 - Arranjo bidirecional contínuo;

023. Figura 8 - Arranjo circunferencial;

024. Figura 9 - 1ª série de experimentos em faixas de lajes – Dimensões e modo de carregamento dos elementos ensaiados;

025. Figura 10 - 1ª série de experimentos em faixas de lajes – Seção transversal do elemento ensaiado com armadura de cisalhamento convencional: estribo (1), armadura de flexão tracionada (2);

026. Figura 11 - 1ª série de experimentos em faixas de lajes – Seção transversal do elemento ensaiado com a armadura proposta: estribo (1), armadura de flexão tracionada (2);

027. Figura 12 - 2ª série de experimentos em faixas de lajes – Dimensões e modo de carregamento dos elementos ensaiados;

028. Figura 13 - 2ª série de experimentos em faixas de lajes – Seção transversal do elemento ensaiado com armadura convencional: estribo (1), armadura de flexão tracionada (2);

029. Figura 14 - 2ª série de experimentos em faixas de lajes – Seção transversal do elemento ensaiado com a armadura proposta: estribo (1), armadura de flexão tracionada (2);

030. Figura 15 - 3ª série de experimentos em faixas de lajes – dimensões e modo de carregamento do elemento ensaiado;

031. Figura 16 - Cargas de ruptura de todos os elementos ensaiados comparadas às previsões do modelo de cálculo II da norma brasileira ABNT NBR 6118 (2014).

REIVINDICAÇÕES

ARMADURA DE CISALHAMENTO PARA LAJES DE CONCRETO ANCORADA INTERNAMENTE À ARMADURA DE FLEXÃO

1. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão para aumento da resistência ao cisalhamento transversal de lajes de concreto, dita estribo W, composta por barras contínuas dobradas em “zig-zag” dispostas em superfícies transversais ou inclinadas em relação ao plano da laje e ligadas entre si por meio de barras retas paralelas ao plano da laje, caracterizada pelo fato de que as barras que resistem ao cisalhamento são posicionadas entre as camadas de armadura de flexão da laje;
2. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as barras que resistem ao cisalhamento possuem seção transversal circular ou retangular;
3. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizada pelo fato de que as ligações entre os componentes da armadura devem ser feitas por meio de amarração ou solda;
4. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que as superfícies nas quais são dispostas as barras que resistem ao cisalhamento são planos paralelos, distribuídos ao longo de uma única direção;
5. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que as superfícies nas quais são dispostas as barras que resistem ao cisalhamento são planos paralelos bidirecionais;

6. Armadura de cisalhamento para lajes de concreto ancorada internamente à armadura de flexão de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que as superfícies nas quais são dispostas as barras que resistem ao cisalhamento contornam pontos de apoio ou aplicação de carga concentrada na laje em arranjos circunferenciais;
7. Armadura complementar, caracterizada por possuir formato "U" e ser ancorada na armadura de flexão, com a função de evitar a delaminação de camadas externas à armadura de cisalhamento;
8. Armadura complementar de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que a sua ligação com a armadura de flexão é feita por meio de amarração ou solda.

Figura 1

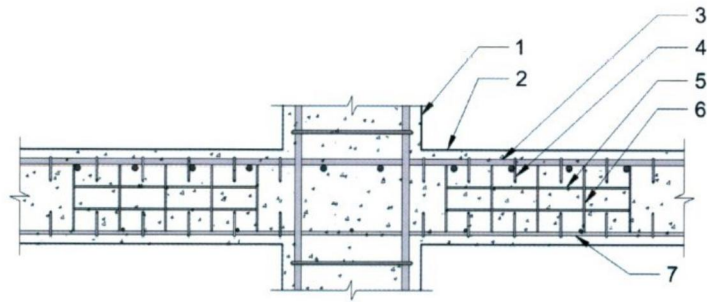


Figura 2

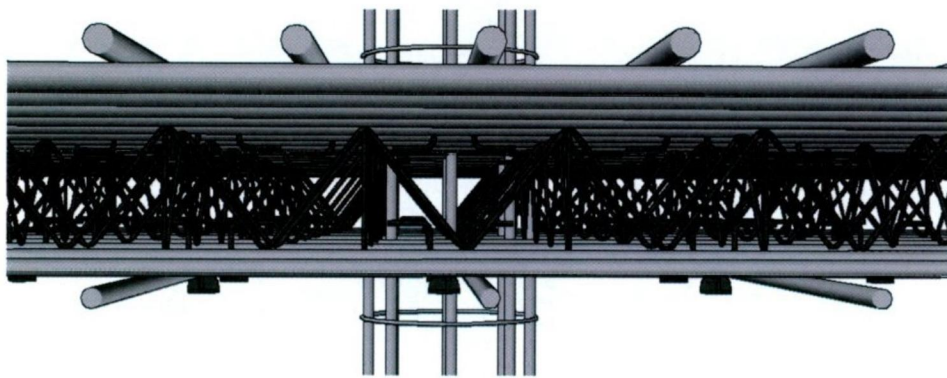


Figura 3



Figura 4

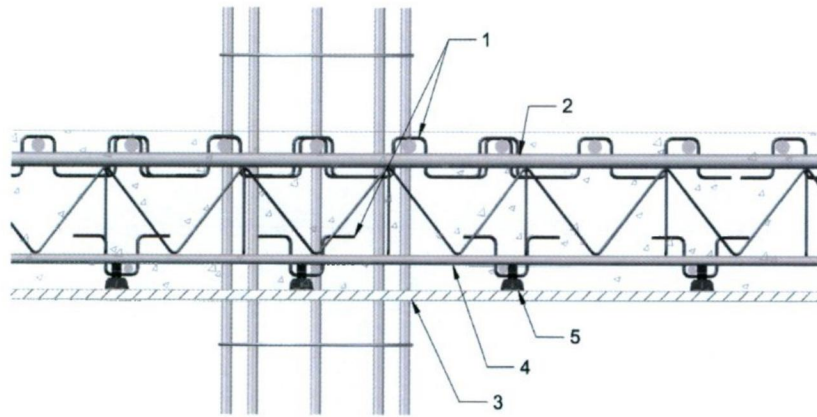


Figura 5



Figura 6

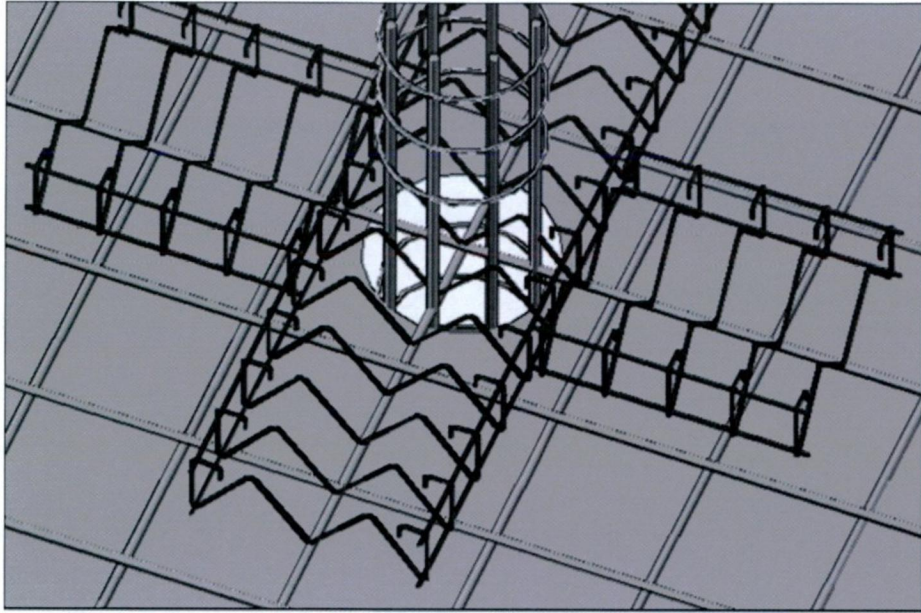


Figura 7

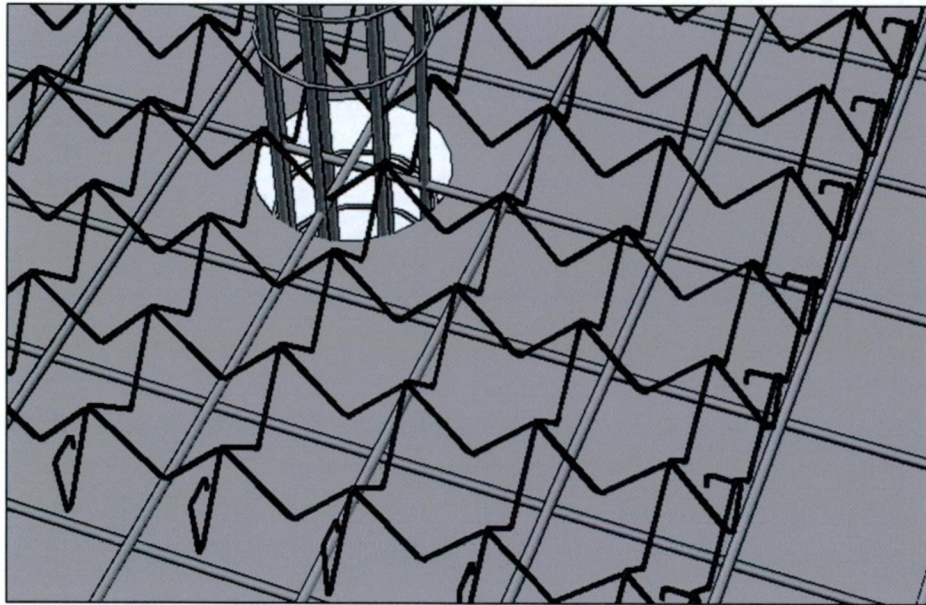


Figura 8

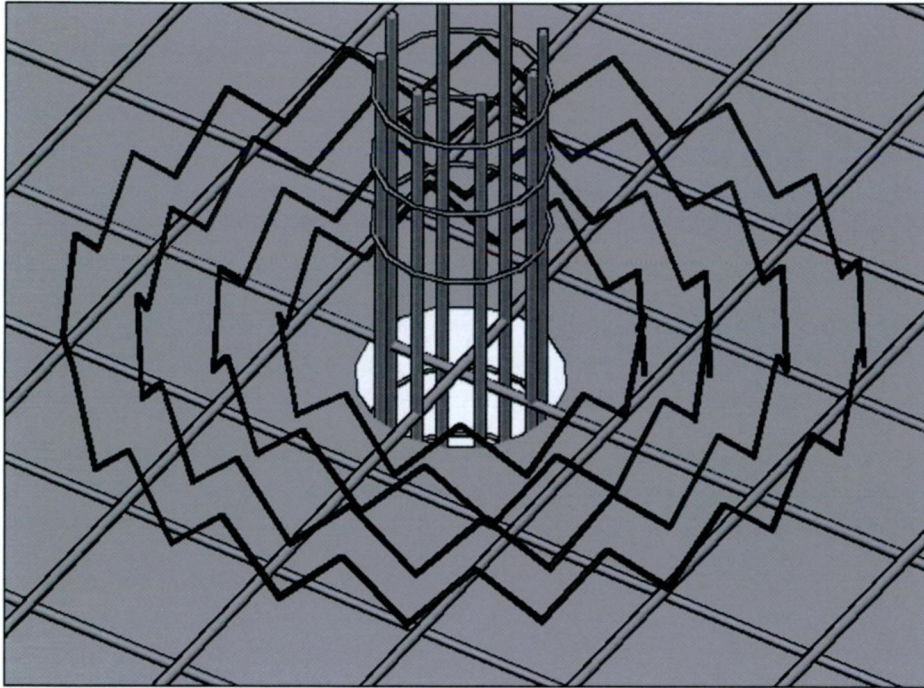


Figura 9

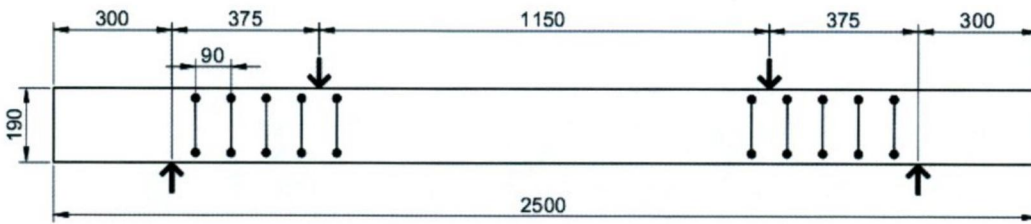


Figura 10

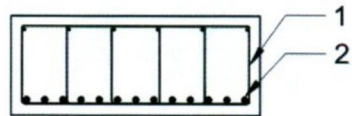


Figura 11

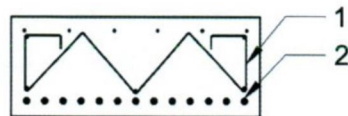


Figura 12

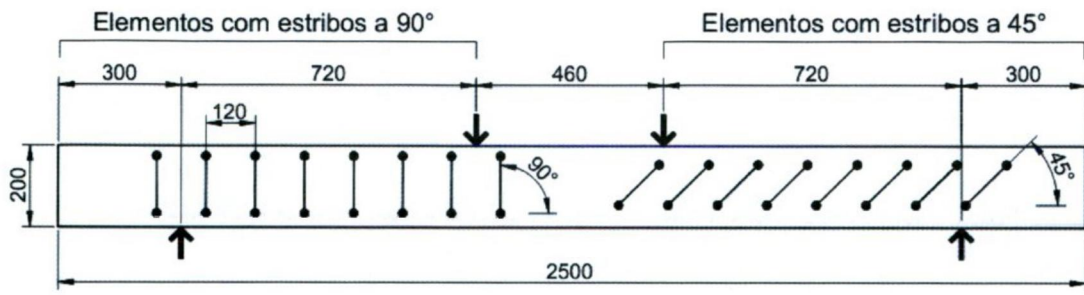


Figura 13

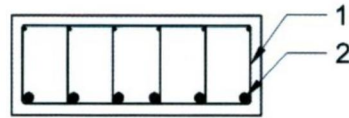


Figura 14

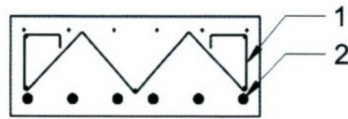


Figura 15

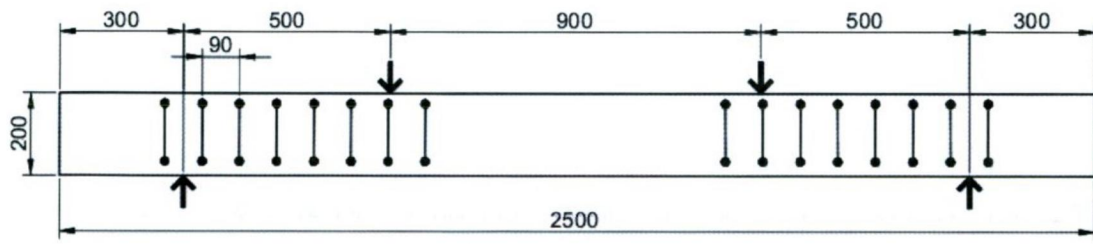


Figura 16

