

Monografia

" ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE UTILIZAÇÃO DE TELAS SOLDADAS EM LAJE MACIÇAS DE CONCRETO ARMADO"

Autor: David de Oliveira Ballesteros

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Maio/2013

DAVID DE OLIVEIRA BALLESTEROS

**" ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE UTILIZAÇÃO DE
TELAS SOLDADAS EM LAJE MACIÇAS DE CONCRETO ARAMADO"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2013

Aos meus pais, Santiago Ballesteros Ballesteros
(in memorian) e Dora de Oliveira Ballesteros
pelo carinho, amor, simplicidade e
principalmente pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por iluminar meu caminho, por me dar muita saúde e disposição e para alcançar meus objetivos.

A minha família que sempre esteve ao meu lado apoiando e incentivando, nunca deixando-me fraquejar, principalmente em momentos de dificuldades..

Aos professores e colegas do curso de Pós-graduação / Curso de Especialização em Construção Civil – UFMG pelos dias que passamos juntos e que tanto contribuíram para o minha formação nesta especialização.

Aos meus amigos e todos aqueles que de alguma forma me deram força para chegar até aqui.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. ARAMAÇÃO PARA CONCRETO ARMADO	14
2.1 <i>convencional – Vergalhões</i>	14
2.2 <i>Tela Soldada</i>	14
2.2.1 <i>Tela Soldada Padrão</i>	15
2.2.2 <i>Tela Soldada Especial</i>	16
3. Projetos	16
3.1 <i>Lajes maciças utilizando armação convencional (Vergalhões)</i>	16
3.2 <i>Lajes maciças utilizando telas soldadas</i>	23
4. RESULTADOS	36
4.1 <i>Comparativo de custo entre armação convencional X tela soldada – Corte de Tela Soldada na Obra</i>	36
4.2 <i>Comparativo de custo entre armação convencional X tela soldada – Corte de Tela Soldada pela Central de Corte e Dobra</i>	37
4.3 <i>Consumo de Tela Soldada para 1 Pavimento Tipo</i>	38
4.4 <i>Resumo de Aço Convencional substituído por Tela Soldada para um Pavimento Tipo</i>	39
4.5 <i>Índice montagem de tela obra Walk Vila Nova – São Paulo / SP</i>	40
4.6 <i>Índice geral montagem de tela – Várias Obras – Brasil</i>	41
4.7 <i>Fluxo de compra, produção e fornecimento</i>	42
4.7.1 <i>Fluxo de corte de telas soldadas na obra</i>	42
4.7.2 <i>Fluxo de corte de telas pelo fornecedor</i>	42
5. CONCLUSÃO	43
6. ANEXO 1	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: <i>Desenho esquemático da Tela Soldada</i>	14
Figura 02: <i>Desenho Projeto do Pavto tipo – Armação Positiva Convencional</i> ...	17
Figura 03: <i>Desenho Detalhe Projeto do Pavto tipo – Armação Positiva Convencional</i>	18
Figura 04: <i>Desenho Projeto do Pavto tipo – Armação Negativa Convencional</i>	20
Figura 05: <i>Desenho Detalhe Projeto do Pavto tipo – Armação Negativa Convencional</i>	21
Figura 06: <i>Desenho Projeto Pavto tipo Tela Soldada – Armação Positiva</i>	23
Figura 07: <i>Desenho Detalhe Pavto tipo Proj.Tela Soldada – Armação Positiva</i>	24
Figura 08: <i>Desenho Proj.Tela Soldada - Pavto tipo – Armação Negativa Vertical</i>	27
Figura 09: <i>Desenho Detalhe Proj.Tela Soldada - Pavto tipo – Armação Negativa Vertical</i>	28
Figura 10: <i>Desenho Proj.Tela Soldada - Pavto tipo – Armação Negativa Horizontal</i>	29
Figura 11: <i>Desenho Detalhe Proj.Tela Soldada - Pavto tipo – Armação Negativa Horizontal</i>	30
Figura 12: <i>Desenho Projeto do Esquema de Corte de Tela Sodada – Positiva e Negativa</i>	34
Figura 13: <i>Detalhe do Projeto do Esquema de Corte de Tela Sodada Positiva</i>	35
Figura 14: <i>Detalhe do Projeto do Esquema de Corte de Tela Sodada Negativa</i>	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: <i>Tabela de Telas Soldadas Padronizadas - IBTS</i>	15
Tabela 02: <i>Relação e Resumo (Consumo) de Aço Convencional do Pavto. tipo – Armação Positiva</i>	19
Tabela 03: <i>Relação e Resumo (Consumo) de Aço Convencional do Pavto. tipo – Armação Negativa</i>	22
Tabela 04: <i>Relação de Tela Soldada do Pavto. tipo – Armação Positiva</i>	25
Tabela 05 <i>Resumo total Tela Soldada - Armação Positiva</i> -.....	26
Tabela 06: <i>Relação de Tela Soldada do Pavto. tipo – Armação Negativa Vertical</i>	31
Tabela 07: <i>Relação de Tela Soldada do Pavto. tipo – Armação Negativa Horizontal</i>	32
Tabela 08: <i>Resumo total Tela Soldada - Armação Negativa</i>	33
Tabela 09: <i>Comparativo de Custo entre Armação Convencional X Tela Soldada – Corte de Tela Sodada na Obra</i>	36
Tabela 10: <i>Comparativo de Custo entre Armação Convencional X Tela Soldada – Corte de Tela Solda na Central de Corte e Dobra</i>	37
Tabela 11: <i>Consumo de Tela Soldada para 1 Pavimento Tipo</i>	38
Tabela 12: <i>Resumo de Aço Convencional substituído por Tela Soldada para 1 Pavimento Tipo</i>	39

LISTA DE GRÁFICOS, FLUXOGRAMAS

Gráfico 01: <i>Índice de Montagem de Tela Soldada – Obras Tecnisa diversas – Walk Vila Nova – São Paulo SP</i>	40
Gráfico 02: <i>Índice Geral de Montagem de Tela Soldada – Obras Diversas – Construtoras no Brasil</i>	51
Fluxograma 01: <i>Fluxograma de Compra, Produção e Fornecimento – Corte de Tela Soldada na Obra</i>	42
Fluxograma 02: <i>Fluxograma de Compra, Produção e Fornecimento – Corte de Tela Soldada na Obra</i>	42

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CA25- Aço para Concreto Armado com Resistência de Escoamento Característico de 25 kgf/mm²

CA50- Aço para Concreto Armado com Resistência de Escoamento Característico de 50 kgf/mm²

CA60-Aço para Concreto Armado com Resistência de Escoamento Característico de 60 kgf/mm²

IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto

IBTS - Instituto Brasileiro de Telas Soldadas

IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia

NBR - Norma Brasileira Regulamentada

TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

Pavto Tipo – Pavimento Tipo

RESUMO

Neste trabalho analiso uma das tendências de racionalização das armaduras em lajes maciças com telas soldadas e que identifica e comenta os principais fatores componentes nos projetos e da execução das mesmas.

Segundo GRIEZIC *et al.* (1994), o mercado de tela soldada no ano de 1989 correspondeu a 29% na França e 50% na Holanda. Estima-se que, no ano de 1999 o uso de tela soldada era responsável por 48% do mercado na Alemanha. Em contrapartida, hoje no Brasil, praticamente 14 anos após o estudo de GRIEZIC, estima-se algo em torno de 15% do mercado, um percentual muito baixo em relação aos países mais desenvolvidos.

Estudos realizados pelo IBTS (Instituto Brasileiro de Tela Soldada) juntamente com os fabricantes (Usinas Siderúrgicas) e clientes (Construtoras) mostram com clareza a realidade do custo da mão de obras com o uso das telas soldadas quando comparada com a armadura convencional.

Em relação à armadura convencional, as telas soldadas apresentam as seguintes vantagens, IBTS (1990):

- fornecimento em aço categoria CA-60 até a bitola de 9,0 mm, podendo gerar redução no consumo da ordem de 17%, por conta da resistência de escoamento dos fios;
- obtenção por encruamento, gerando fios com diâmetros corretos com os especificados;
- apresentação em painéis, eliminando perdas;
- eliminação de cortes, dobramentos, marcação na fôrma e amarração com arame recozido;
- redução dos comprimentos de ancoragem, por ação dos nós, IBTS (1996);
- aderência com o concreto pela superfície do fio e, principalmente, pelo nó soldado;

- manutenção de espaçamentos uniformes, pois os fios são soldados em todos os pontos de cruzamento, resultando armação de qualidade superior;
- facilidade de inspeção e conferência na obra.

Um outro aspecto analisado é o aspecto econômico relacionado a compra do produto de acordo com a necessidade do cliente (Construtora) e também a produção e logística do produto até o canteiro de obra, mostrando a dificuldade encontrada por cada participante do processo

Também apontam-se sugestões de caminhos e medidas a serem tomadas para a otimização do processo, através da diminuição dos custos e do tempo.

1. INTRODUÇÃO

Com o aquecimento do mercado imobiliário brasileiro nos últimos anos começamos a ter um grande aumento do custo da mão de obra especializada nos canteiros de obras. Muitas construtoras em alguns casos mais do que dobraram os salários de alguns profissionais para mantê-los. É conhecido que uma estrutura de concreto representa entre 18% e 25% do custo total de uma obra de edificação residencial ou comercial. Esforços tem sido dedicado nos últimos anos ao estudo do seu processo construtivo com o objetivo de reduzir o custo de execução das estruturas de concreto armado em função da representatividade deste item no custo das edificações.

Varias entidades como o IBTS, ABESC, ABCP através da “Comunidade da Construção” e construtoras vem desenvolvendo processos para otimizar o custo de uma estrutura de concreto através de novos processo e estudos comparando com a soluções já existentes. Até pouco tempo, os custos eram avaliados através da composição de materiais e mão de obra e separados, ou seja, avaliavam-se as formas, depois as armaduras e por ultimo o concreto. Hoje em dia estas entidades e construtoras e também com a ajuda de varias empresas fabricantes de produtos e prestadores de serviços vem otimizando a solução estrutural como um todo, ou seja, verificando todo os detalhes da estrutura em conjunto, como por exemplo a analise de lajes que podem ser vigadas ou planas, maciças ou nervuradas, concreto aramado ou protendido e também as próprias de estruturas como um todo, que podem ser de concreto ou metálicas, estruturas de alvenaria portante e também mistas, onde o objetivo principal é a redução do custos e agilidade do processo.

Com o crescimento de custo dos matérias e principalmente da mão de obra que acirra no mercado de construção civil é fundamental que sejam estudados todos os processos que podem intervir na produção das estruturas dado a representatividade no custo final de um empreendimento. Sem dúvida a armação é um grande fator importante na busca da redução de custo e aumento de produtividade na execução das estruturas.

Sem duvida toda a cadeia que envolve a construção de uma edificação,

Empreendedor, Projetista, Construtor, Fornecedor e o Empreiteiro são os grandes intervenientes nos processos de racionalizações.

É comum que várias empresas e engenheiros que executam as obras tendem a repetir processos que deram certo e assim resistem a modificações em suas rotinas de produção e controle já consolidadas. Mudanças nos processos trazem a necessidades de treinamento, implementação de novos padrões, testes e consumo de tempo.

Em um primeiro momento aparecem conflitos de interesses, pois, todo o processo de racionalização envolve uma composição, onde pode ocorrer aumento no consumo de materiais, porém, a redução da mão de obra pode ser um grande fator determinante juntamente a velocidade de execução, como por exemplo, diminuindo o ciclo de produção de um “pavimento tipo” de 9 dias para 7 ou 6 dias. O que devemos analisar é o ganho financeiro final através da redução da mão de obra, custo de materiais e tempo de execução.

Vale também salientar que outros custo acrescidos ao custo final, seja ele o custo planejamento, utilização de novos equipamentos e materiais devem ser positivos para o empreendimento.

O Objetivo deste estudo e mostrar a viabilidade técnica e financeira do sistema de industrialização através de armaduras com telas soldadas comparada às armaduras convencionais em vergalhões CA-50 e CA- 60 na utilização de lajes maciças de concreto armado.

2. ARMAÇÃO PARA CONCRETO ARMADO

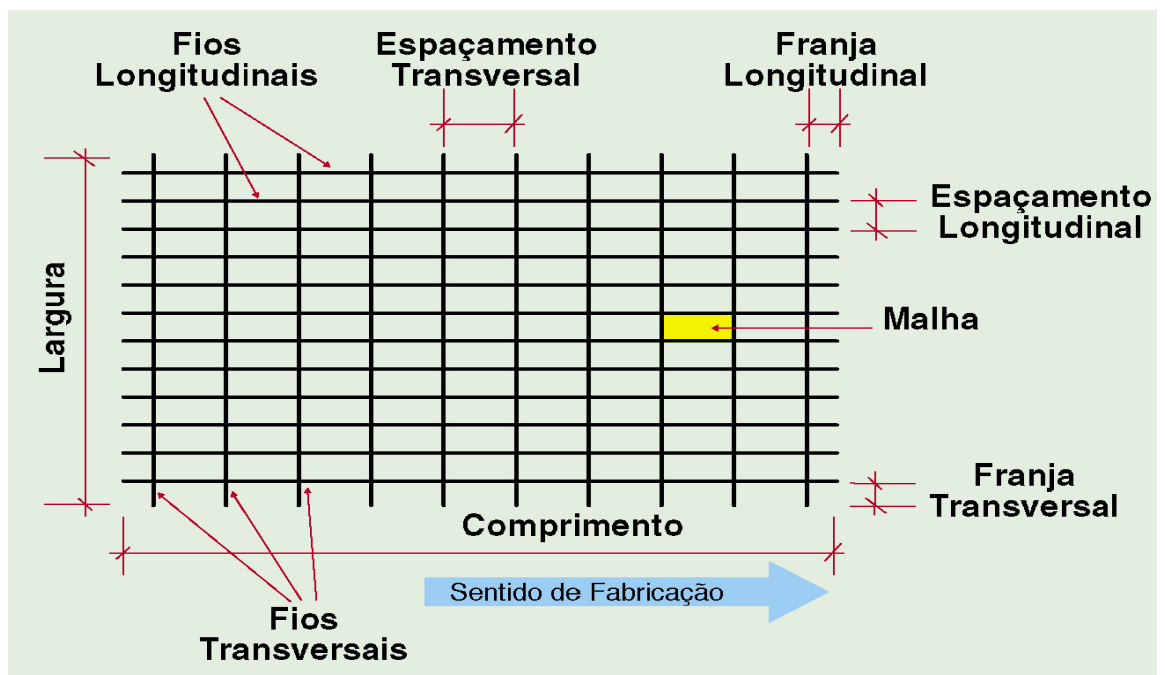
2.1 *Armação convencional – Vergalhões*

Entende-se por armação convencional, a preparação das barras (vergalhões) feita no próprio canteiro da obra através de corte e dobra de barras com 12 metros de comprimento e também o corte e dobra produzidas em uma unidade industrial. Estas barras após cortadas e dobradas são levadas ao canteiro da obra e amarradas com arame recozido para a armadura de lajes, vigas, pilares e outros elementos. As especificações das barras e fios para as armaduras de concreto devem estar de acordo com a ABNT – NBR 7480.

2.2 *Tela Soldada*

É uma armadura pré-fabricada a partir de barras ou fios de aço para estrutura de concreto de acordo NBR 7480 soldada em todos os pontos de cruzamento (Nós) através de corrente elétrica que chamamos de caldeamento e devem estar de acordo com a norma NBR 7481 – Tela Soldada – Armadura para Concreto.

A figur 01 abaixo mostra o desenho esquemático da tela soldada:



2.2.1 Telas Soldada Padrão

São telas padronizadas pelo IBTS – Instituto Brasileiro de Tela soldada, onde há uma padronização da largura, comprimento, bitola e espaçamento que consequentemente formam uma seção de aço por metro linear. Os designação da tela esta relacionada de acordo com o o tipo da tela (Q, R, M, L e T) e sua seção de aço por metro linear.

Abaixo tabela 01 de telas padronizadas:

Telas Soldadas Nervuradas Belgo para Estruturas de Concreto Armado											
Série	Aço CA 60 Designação	Espaçamento entre Ros (cm)		Diâmetro (mm)		Seções (cm ² /m)		Dimensões (m)		Peso	
		Long. X Transv.	Long. X Transv.	Long. X Transv.	Long. X Transv.	Long. X Transv.	Long. X Transv.	Long. X Comp.	kg/m ³	kg/Peça	
61	Q 61	15 x 15	3,4 x 3,4	0,61 x 0,61	PAINEL	2,45 x 6,00	0,97	14,3			
75	Q 75	15 x 15	3,8 x 3,8	0,75 x 0,75	PAINEL	2,45 x 6,00	1,21	17,8			
92	Q 92	15 x 15	4,2 x 4,2	0,92 x 0,92	PAINEL	2,45 x 6,00	1,48	21,8			
	T 92	30 x 15	4,2 x 4,2	0,46 x 0,92	PAINEL	2,45 x 6,00	1,12	16,5			
113	Q 113	10 x 10	3,8 x 3,8	1,13 x 1,13	PAINEL	2,45 x 6,00	1,80	26,5			
	L 113	10 x 30	3,8 x 3,8	1,13 x 0,38	PAINEL	2,45 x 6,00	1,21	17,8			
	T 113	30 x 10	3,8 x 3,8	0,38 x 1,13	PAINEL	2,45 x 6,00	1,22	17,9			
138	Q 138	10 x 10	4,2 x 4,2	1,38 x 1,38	PAINEL	2,45 x 6,00	2,20	32,3			
	R 138	10 x 15	4,2 x 4,2	1,38 x 0,92	PAINEL	2,45 x 6,00	1,83	26,9			
	M 138	10 x 20	4,2 x 4,2	1,38 x 0,69	PAINEL	2,45 x 6,00	1,65	24,3			
	L 138	10 x 30	4,2 x 4,2	1,38 x 0,46	PAINEL	2,45 x 6,00	1,47	21,6			
159	T 138	30 x 10	4,2 x 4,2	0,46 x 1,38	PAINEL	2,45 x 6,00	1,49	21,9			
	Q 159	10 x 10	4,5 x 4,5	1,59 x 1,59	PAINEL	2,45 x 6,00	2,52	37,0			
	R 159	10 x 15	4,5 x 4,5	1,59 x 1,06	PAINEL	2,45 x 6,00	2,11	31,0			
	M 159	10 x 20	4,5 x 4,5	1,59 x 0,79	PAINEL	2,45 x 6,00	1,90	27,9			
196	L 159	10 x 30	4,5 x 4,5	1,59 x 0,53	PAINEL	2,45 x 6,00	1,69	24,8			
	Q 196	10 x 10	5,0 x 5,0	1,96 x 1,96	PAINEL	2,45 x 6,00	3,11	45,7			
	R 196	10 x 15	5,0 x 5,0	1,96 x 1,30	PAINEL	2,45 x 6,00	2,60	38,2			
	M 196	10 x 20	5,0 x 5,0	1,96 x 0,98	PAINEL	2,45 x 6,00	2,34	34,4			
246	L 196	10 x 30	5,0 x 5,0	1,96 x 0,65	PAINEL	2,45 x 6,00	2,09	30,7			
	T 196	30 x 10	5,0 x 5,0	0,65 x 1,96	PAINEL	2,45 x 6,00	2,11	31,0			
	Q 246	10 x 10	5,6 x 5,6	2,46 x 2,46	PAINEL	2,45 x 6,00	3,91	57,5			
	R 246	10 x 15	5,6 x 5,6	2,46 x 1,64	PAINEL	2,45 x 6,00	3,26	47,9			
283	M 246	10 x 20	5,6 x 5,6	2,46 x 1,23	PAINEL	2,45 x 6,00	2,94	43,2			
	L 246	10 x 30	5,6 x 5,6	2,46 x 0,82	PAINEL	2,45 x 6,00	2,62	38,5			
	T 246	30 x 10	5,6 x 5,6	0,82 x 2,46	PAINEL	2,45 x 6,00	2,64	38,8			
	Q 283	10 x 10	6,0 x 6,0	2,83 x 2,83	PAINEL	2,45 x 6,00	4,48	65,9			
335	R 283	10 x 15	6,0 x 6,0	2,83 x 1,88	PAINEL	2,45 x 6,00	3,74	55,0			
	M 283	10 x 20	6,0 x 6,0	2,83 x 1,41	PAINEL	2,45 x 6,00	3,37	49,5			
	L 283	10 x 30	6,0 x 6,0	2,83 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	3,00	44,1			
	T 283	30 x 10	6,0 x 6,0	0,94 x 2,83	PAINEL	2,45 x 6,00	3,03	44,5			
396	Q 335	15 x 15	8,0 x 8,0	3,35 x 3,35	PAINEL	2,45 x 6,00	5,37	78,9			
	L 335	15 x 30	8,0 x 8,0	3,35 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	3,48	51,2			
	T 335	30 x 15	8,0 x 8,0	0,94 x 3,35	PAINEL	2,45 x 6,00	3,45	50,7			
503	Q 396	10 x 10	7,1 x 7,1	3,96 x 3,96	PAINEL	2,45 x 6,00	6,28	92,3			
	R 396	10 x 15	7,1 x 7,1	3,96 x 2,64	PAINEL	2,45 x 6,00	5,24	77,0			
	M 396	10 x 20	7,1 x 7,1	3,96 x 1,98	PAINEL	2,45 x 6,00	4,73	69,5			
	L 396	10 x 30	7,1 x 6,0	3,96 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	3,91	57,5			
636	T 396	30 x 10	6,0 x 7,1	0,94 x 3,96	PAINEL	2,45 x 6,00	3,92	57,6			
	Q 503	10 x 10	8,0 x 8,0	5,03 x 5,03	PAINEL	2,45 x 6,00	7,97	117,2			
	R 503	10 x 15	8,0 x 8,0	5,03 x 3,35	PAINEL	2,45 x 6,00	6,66	97,9			
	M 503	10 x 20	8,0 x 8,0	5,03 x 2,51	PAINEL	2,45 x 6,00	6,00	88,2			
785	L 503	10 x 30	8,0 x 6,0	5,03 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	4,77	70,1			
	T 503	30 x 10	6,0 x 8,0	0,94 x 5,03	PAINEL	2,45 x 6,00	4,76	70,0			
1131	Q 636	10 x 10	9,0 x 9,0	6,36 x 6,36	PAINEL	2,45 x 6,00	10,09	148,3			
	L 636	10 x 30	9,0 x 6,0	6,36 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	5,84	85,8			
1131	Q 785	10 x 10	10,0 x 10,0	7,85 x 7,85	PAINEL	2,45 x 6,00	12,46	183,2			
	L 785	10 x 30	10,0 x 6,0	7,85 x 0,94	PAINEL	2,45 x 6,00	7,03	103,3			
1131	L 1131	10 x 30	12,0 x 7,1	11,31 x 1,32	PAINEL	2,45 x 6,00	10,09	118,6			

Outras dimensões sob consulta.

2.2.2 Telas Especial

São todas as telas que são produzidas fora das especificações das telas padronizadas pelo IBTS - Instituto Brasileiro de Tela soldada (Tab.01), seja espaçamento, bitola, comprimento e largura.

A designação das telas especiais inicia-se pela letra "E" de Especial.

Exemplo:

Uma tela com bitola no sentido longitudinal de 9,0mm com espaçamento das barras a cada 10 cm, no sentido transversal 8,0mm com espaçamento das barras a cada 15 cm, largura de 2,35m e comprimento de 6,0m, teremos:

A área da seção longitudinal (A_{sl}) será de 6,36 cm²/m

A área da seção transversal (A_{st}) será de 3,35 cm²/m

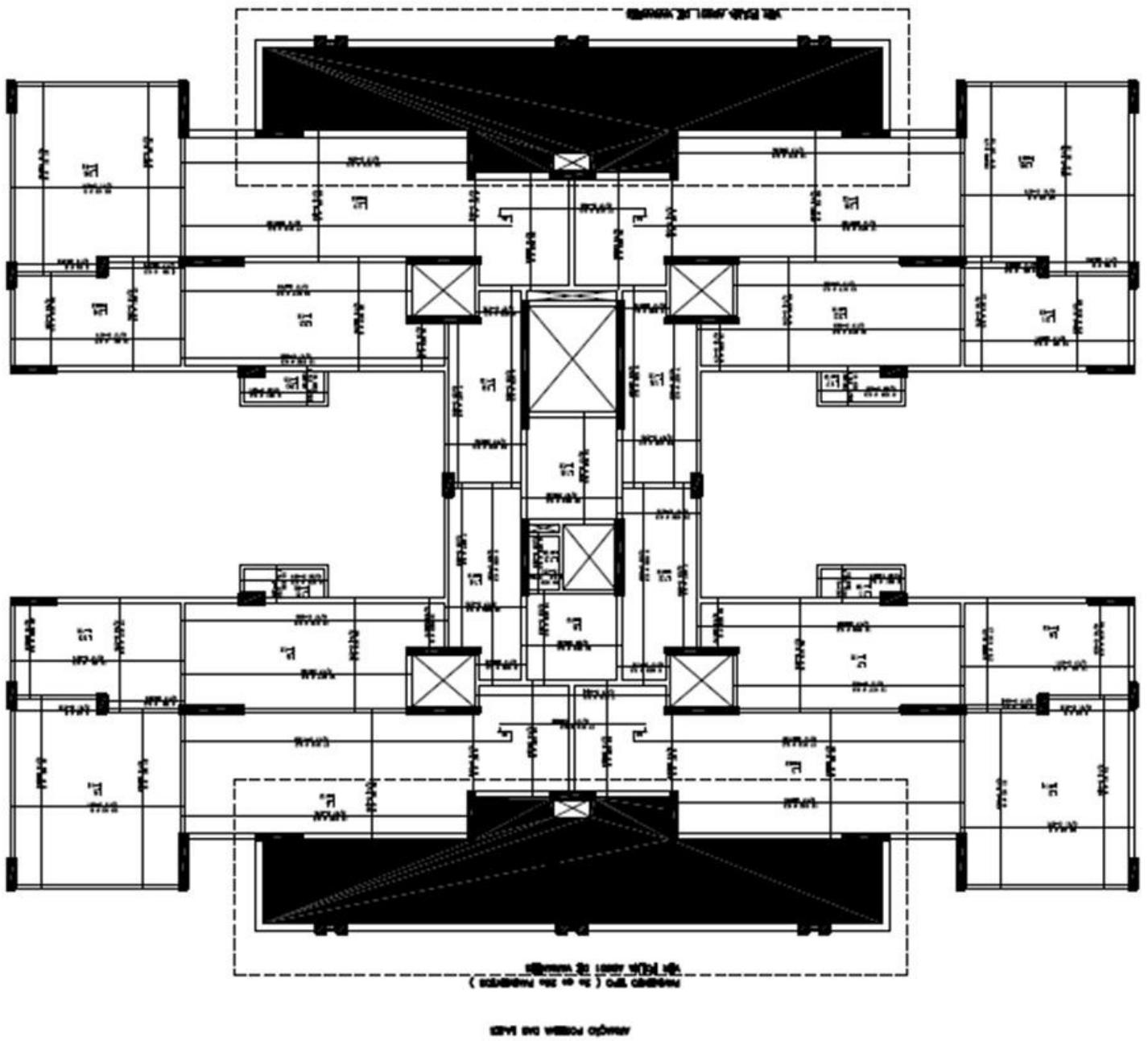
Como esta tela não se encontra na tabela de telas padrões a designação dela será: EL 636/335 – 2,35 X 6,00m.

3. PROJETOS

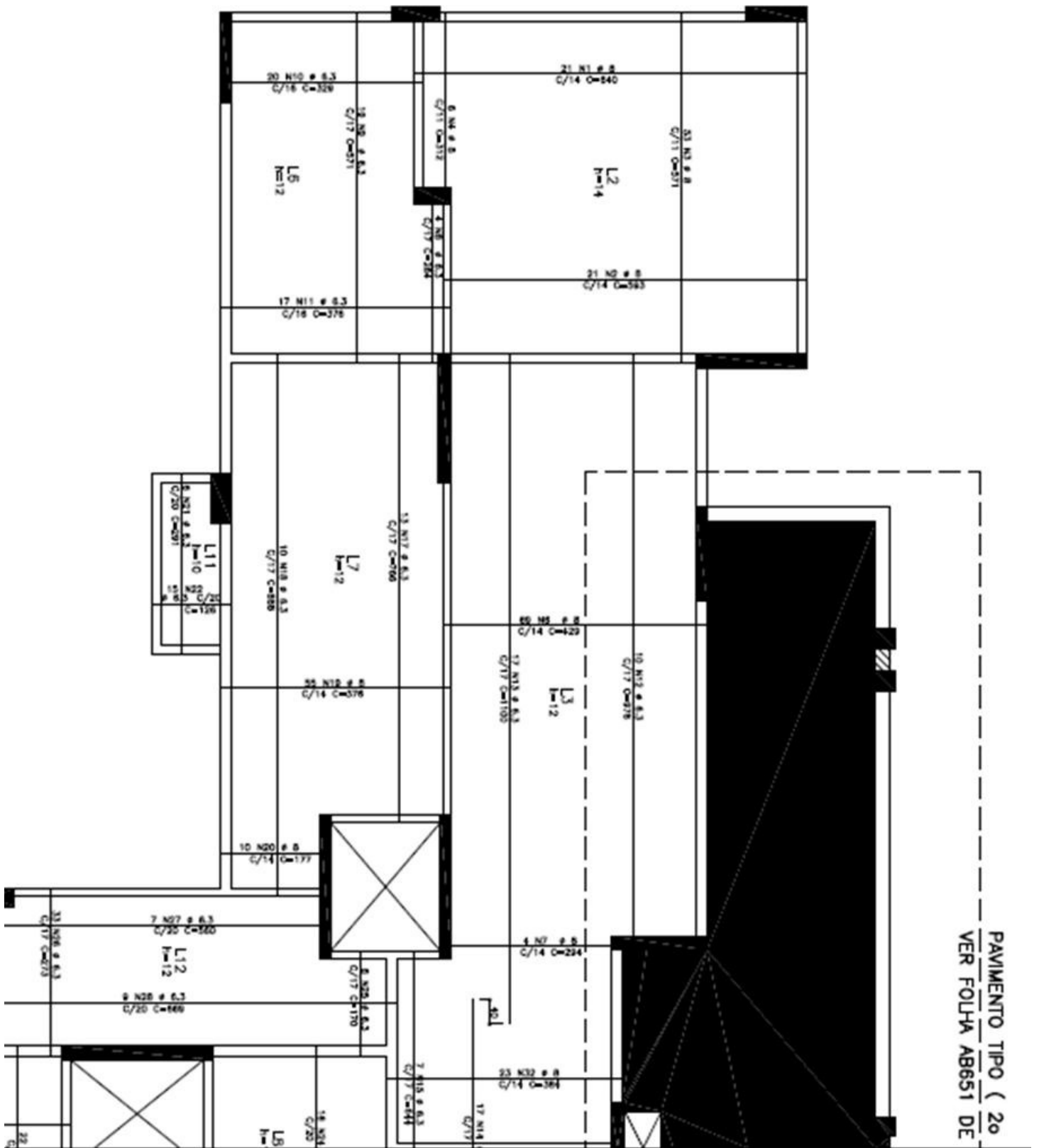
Abaixo mostrarei projetos, o primeiro projeto concebido em lajes maciças utilizando armação convencional (Vergalhões) e o segundo a partir do primeiro projeto concebido armação em telas soldadas.

3.1 Projeto de lajes maciças utilizando armação convencional – Vergalhões

- Projeto do Pavimento tipo – Armação Positiva – Des. 02:



- *Detalhe do Pavimento Tipo – Armação Positiva Convencional – Des.03:*



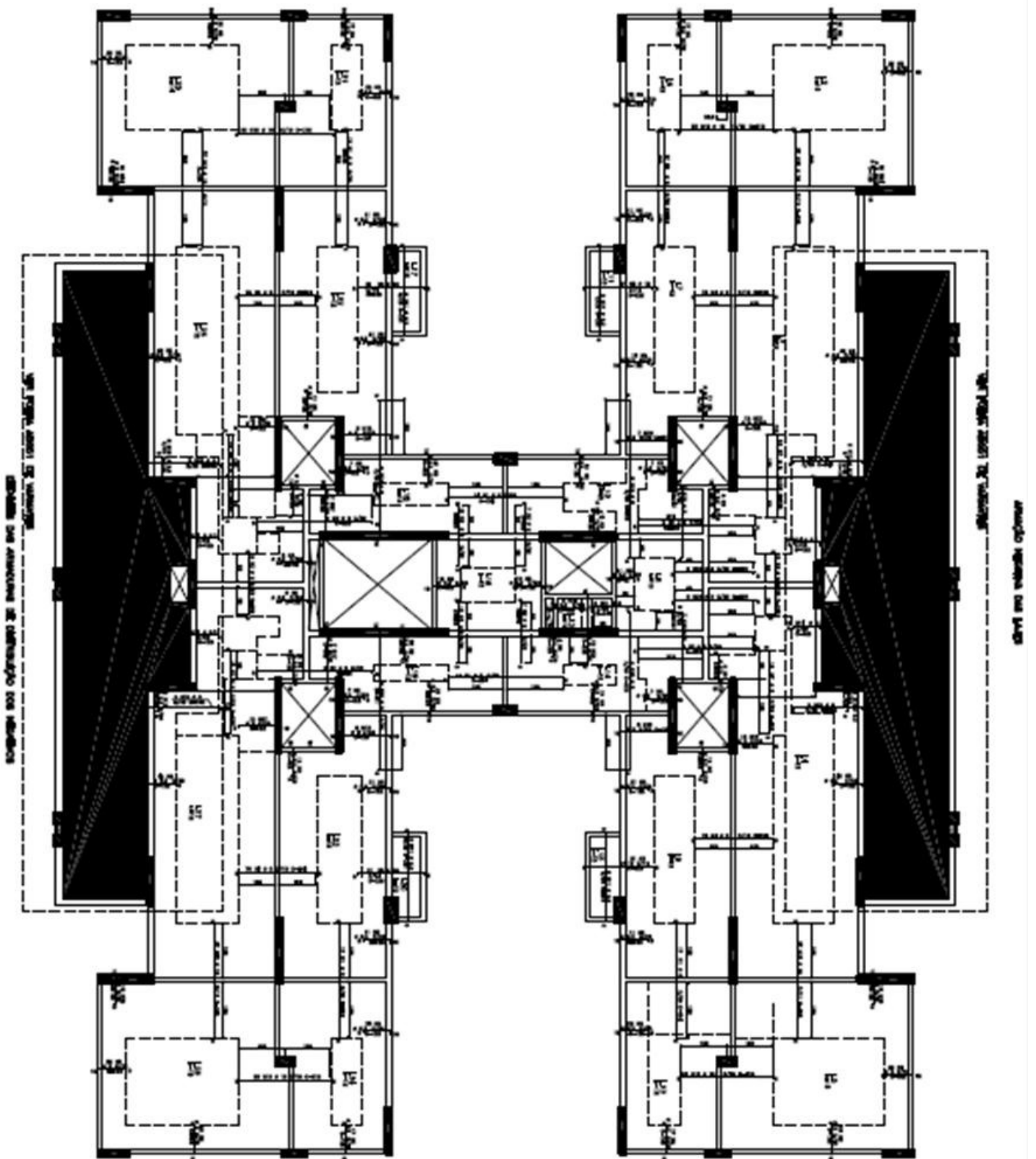
- *Relação e Resumo (Consumo) de Aço Convencional do Pavto. tipo – Armação Positiva – Tab. 02:*

Lista armação positiva

ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO		
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)	
ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES						
50A	1	8	63	640	40320	
50A	2	8	84	593	49812	
50A	3	8	212	571	121052	
50A	4	8	24	312	7488	
50A	5	8	21	640	13440	
50A	6	8	276	429	118404	
50A	7	8	16	294	4704	
50A	8	6.3	16	284	4544	
50A	9	6.3	76	571	43396	
50A	10	6.3	80	329	26320	
50A	11	6.3	68	376	25568	
50A	12	6.3	40	976	39040	
50A	13	6.3	34	1100	37400	
50A	14	6.3	34	488	16592	
50A	15	6.3	7	644	4508	
50A	16	6.3	34	1100	37400	
50A	17	6.3	52	766	39832	
50A	18	6.3	40	888	35520	
50A	19	8	220	376	82720	
50A	20	8	40	177	7080	
50A	21	6.3	24	291	6984	
50A	22	6.3	60	126	7560	
50A	23	6.3	16	313	5008	
50A	24	6.3	38	332	12616	
50A	25	6.3	32	170	5440	
50A	26	6.3	132	273	36036	
50A	27	6.3	28	560	15680	
50A	28	6.3	36	669	24084	
50A	29	6.3	6	203	1218	
50A	30	6.3	10	131	1310	
50A	31	6.3	19	366	6954	
50A	32	8	92	384	35328	

RESUMO AÇO CA 50-60				
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)	
			(1x)	(49x)
50A	6.3	4330	1083	53067
50A	8	4803	1921	94129
Peso Total 50A =			3004 kg	147196 kg

- Projeto do Pavimento tipo – Armação Negativa Convencional – Des. 04:



- *Relação e Resumo (Consumo) de Aço Convencional Pavto. tipo – Armação Negativa – Tab. 03 :*

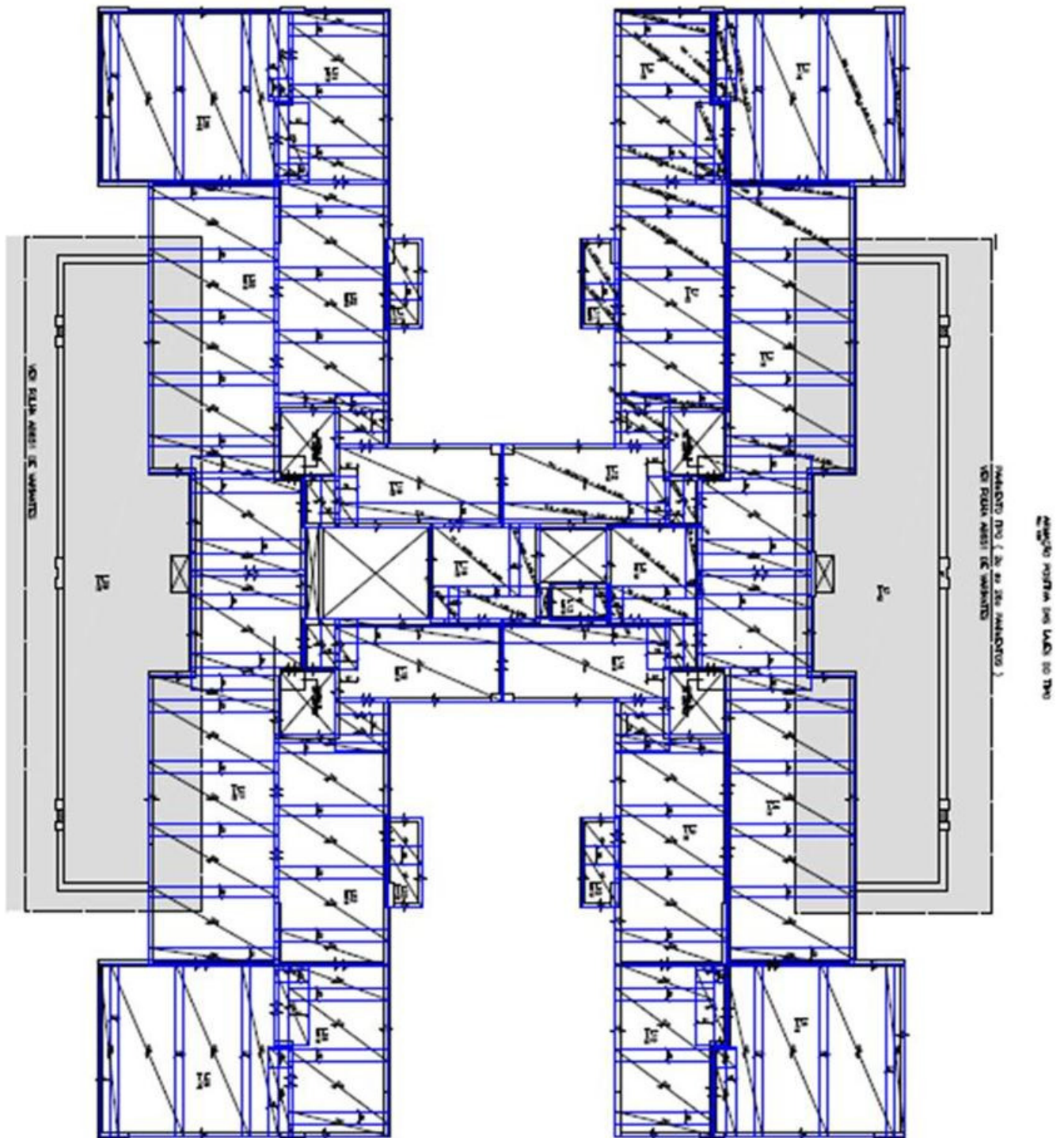
Lista armação negativa

ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO		
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)	
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES						
50A	1	8	96	384	36864	
50A	2	8	36	389	14004	
50A	3	8	78	209	16302	
50A	4	8	304	264	80256	
50A	5	10	84	229	19236	
50A	6	6.3	438	105	45990	
50A	7	8	56	280	15680	
50A	8	8	244	105	25620	
50A	9	6.3	318	105	33390	
50A	10	10	224	310	69440	
50A	11	6.3	24	301	7224	
50A	12	10	148	384	56832	
50A	13	6.3	32	105	3360	
50A	14	6.3	72	105	7560	
50A	15	8	18	528	9504	
50A	16	8	18	471	8478	
50A	17	8	14	190	2660	
50A	18	8	14	243	3402	
50A	19	8	31	197	6107	
50A	20	8	10	239	2390	
50A	21	8	6	144	864	
50A	22	6.3	11	87	957	
50A	23	6.3	6	105	630	
50A	24	8	40	105	4200	
50A	25	8	20	240	4800	
50A	26	8	16	269	4304	
50A	27	8	52	152	7904	
60B	28	5	2	—CORR—	46000	
60B	29	5	8	—CORR—	12800	
60B	30	5	14	—CORR—	42000	
60B	31	5	10	—CORR—	31000	
60B	32	5	6	—CORR—	900	
60B	33	5	11	—CORR—	12650	
60B	34	5	10	—CORR—	3500	
60B	35	5	12	—CORR—	30000	

RESUMO AÇO CA 50-60				
AÇO	BIT	COMPR	PESO (kg)	
	(mm)	(m)	(1x)	(49x)
60B	5	1789	286	14014
50A	6.3	991	248	12152
50A	8	2433	973	47677
50A	10	1455	917	44933
Peso Total		60B =	286 kg	14014 kg
Peso Total		50A =	2138 kg	104762 kg

3.2 Projeto de Lajes Maciças Utilizando Telas Soldadas

- Projeto do Pavimento Tipo - Tela Soldada – Armação Positiva – Des. 06:



- *Relação de Tela Soldada do Pavto. tipo – Armação Positiva- Tab. 04:*

RELAÇÃO TELAS SOLDADAS

POS.	TELA	QTD.	DIMENSÕES (m)	PESO/UN. (kgf/peça)	PESO TOT. (kgf)
1	Q138	1	2.45 x 3.00	16.17	16.17
2	"	1	2.45 x 0.50	2.70	2.70
3	"	1	1.22 x 3.00	8.05	8.05
4	"	5	1.22 x 2.00	5.37	26.84
5	"	4	1.22 x 1.50	4.03	16.10
6	"	2	1.22 x 0.50	1.34	2.68
7	Q159	1	2.45 x 3.00	18.52	18.52
8	"	1	2.45 x 1.00	6.17	6.17
9	"	1	1.22 x 3.00	9.22	9.22
10	"	1	1.22 x 1.00	3.07	3.07
* 11	ET154/130	4	2.45 x 5.60	29.55	118.18
12	"	8	1.22 x 1.71	4.49	35.94
13	"	4	0.81 x 5.60	9.77	39.07
* 14	EL164/154	8	2.45 x 3.29	19.80	158.37
15	"	4	2.45 x 1.09	6.56	26.23
16	"	4	1.22 x 3.29	9.86	39.43
17	"	4	0.81 x 3.29	6.54	26.18
18	"	4	0.61 x 1.09	1.63	6.53
* 19	EL304/154B	16	2.45 x 3.76	32.60	521.55
20	"	12	1.22 x 3.76	16.23	194.78
21	"	8	1.22 x 1.78	7.68	61.47
22	"	4	0.61 x 3.76	8.12	32.46
* 23	EL304/154A	16	2.45 x 4.29	37.14	594.29
24	"	4	1.22 x 4.29	18.50	73.98
25	"	4	0.61 x 4.29	9.25	36.99
* 26	EL387/304	8	2.45 x 5.71	74.72	597.79
27	"	4	1.22 x 5.71	37.21	148.84
28	"	4	0.81 x 2.85	12.33	49.32
29	"	4	0.81 x 0.71	3.07	12.29
30	"	4	0.61 x 5.71	18.60	74.42

PESO TOTAL P/ 1 PAVIMENTO 2958 kg

* Painéis Inteiros

- *Resumo Total – Tela Soldada – Armação Positiva – Tab.05:*

CONSUMO TELAS SOLDADAS

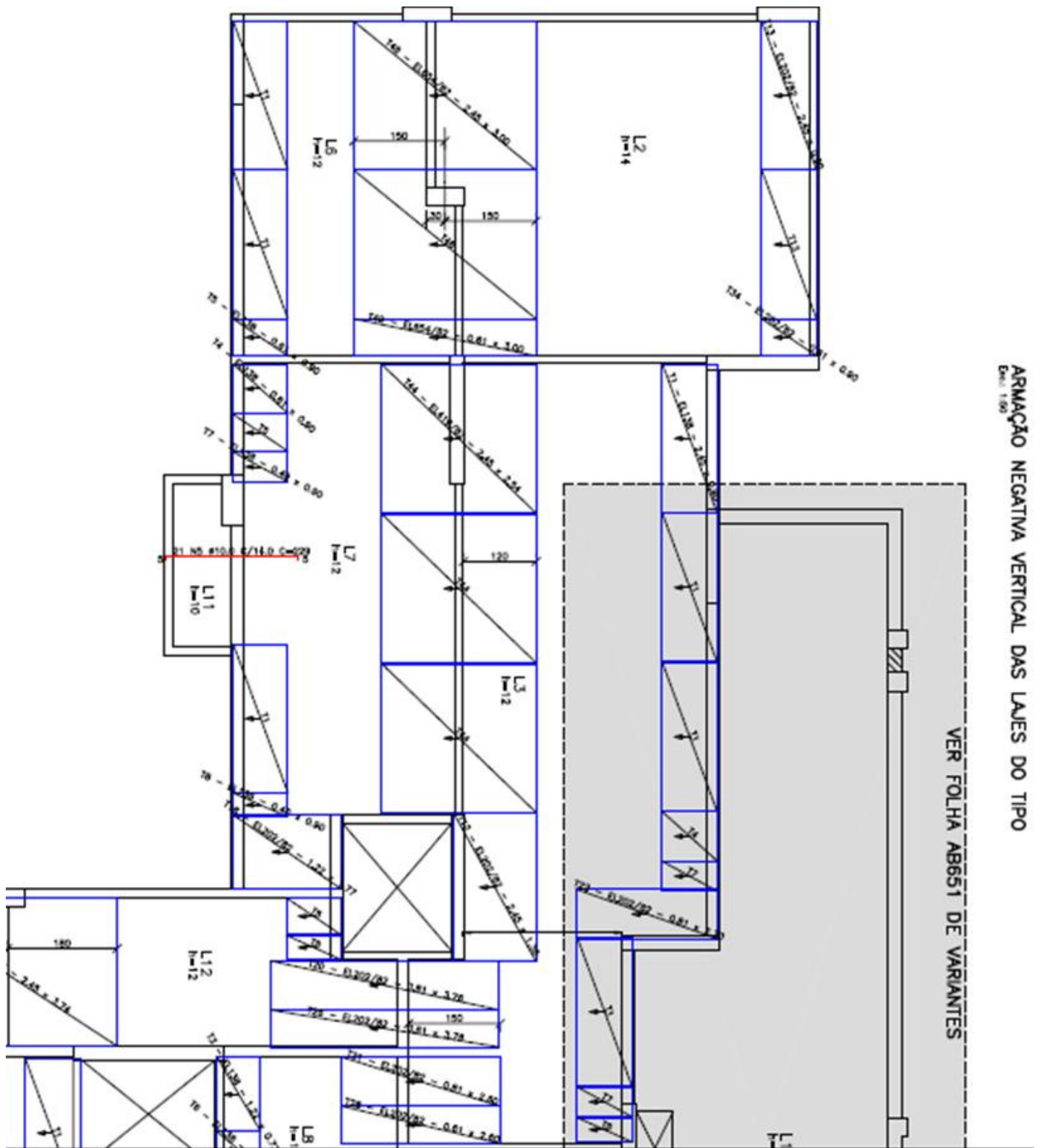
DESIGNAÇÃO DA TELA	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS(cm)		FRANJAS (cm)		DIÂMETRO (mm)		PESO KG/PEÇA	DIMENSÕES (m) LARG. X COMPR.	QUANT.
	LONG.	TRANSV.	TRANSV.	LONG.	LONG.	TRANSV.			
Q138	10	10	2.5	5.0	4.2	4.2	32.34	2.45 x 6.00	2.250
			2.5	5.0					
Q159	10	10	2.5	5.0	4.5	4.5	37.04	2.45 x 6.00	1.000
			2.5	5.0					
ET154/130	19	16	18.0	8.0	5.6	5.6	29.55	2.45 x 5.60	6.666
			18.0	8.0					
EL164/154	15	16	2.5	20.5	5.6	5.6	19.80	2.45 x 3.29	12.999
			2.5	20.5					
EL304/154B	13	16	5.5	20.0	7.1	5.6	32.60	2.45 x 3.76	25.000
			5.5	20.0					
EL304/154A	13	16	5.5	22.5	7.1	5.6	37.14	2.45 x 4.29	19.000
			5.5	22.5					
EL387/304	13	13	5.5	19.0	8.0	7.1	74.72	2.45 x 5.71	11.834
			5.5	19.0					

PESO TOTAL P/ 1 PAVIMENTO(S) 2969 kg

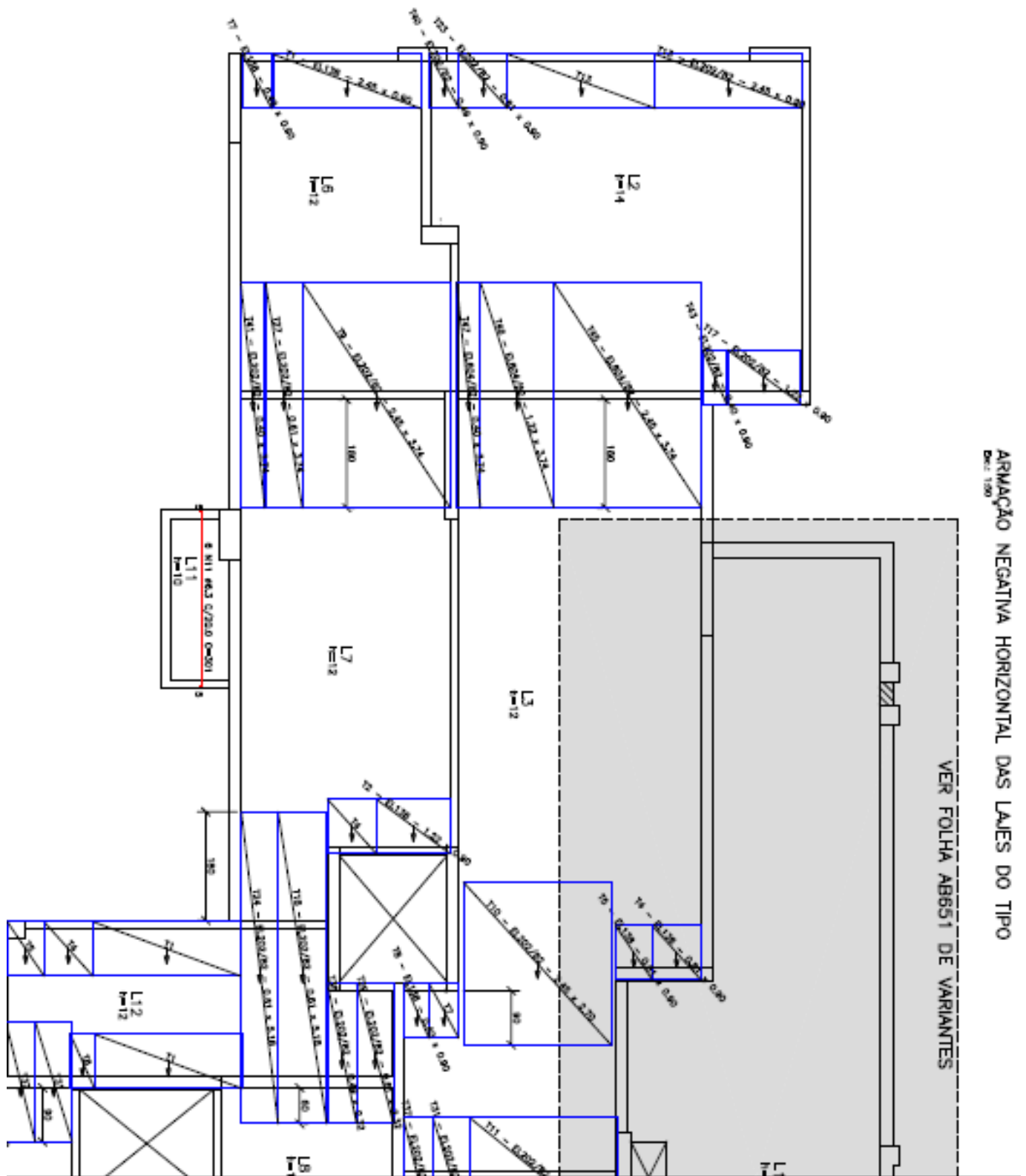
** As telas especiais requerem quantidade mínima de produção / comercialização.
Consulte o fabricante ou o IBTS.

*** Telas especiais com espaçamentos entre fios variáveis. Ver detalhe da tela.

- *Detalhe do Pavimento Tipo – Tela Soldada – Armação Negativa Vertical*
Des.09:



- *Detalhe Pavimento Tipo – Tela Soldada – Armação Negativa Horizontal*
Des. 11:



- *Relação do Pavto. Tipo – Tela Soldada – Armação Negativa – Tab.06:*

RELAÇÃO TELAS SOLDADAS
NEGATIVA VERTICAL

POS.	TELA	QTD.	DIMENSÕES (m)	PESO/UN. (kgf/peça)	PESO TOT. (kgf)
1	EL13B	30	2.45 x 0.90	3.24	97.31
3	"	1	1.22 x 0.72	1.29	1.29
4	"	10	0.81 x 0.90	1.07	10.72
5	"	15	0.61 x 0.90	0.81	12.11
6	"	1	0.61 x 0.72	0.65	0.65
7	"	14	0.49 x 0.90	0.65	9.08
8	"	13	0.40 x 0.90	0.53	6.88
9	EL202/82	2	2.45 x 3.74	20.00	40.00
12	"	4	2.45 x 1.36	7.27	29.09
13	"	8	2.45 x 0.90	4.81	38.50
16	"	4	1.22 x 1.77	4.71	18.85
20	"	4	0.81 x 3.76	6.65	26.59
21	"	2	0.81 x 2.60	4.60	9.19
22	"	4	0.81 x 2.30	4.07	16.27
26	"	4	0.61 x 3.76	5.01	20.02
28	"	2	0.61 x 2.60	3.46	6.92
33	"	1	0.61 x 1.34	1.78	1.78
34	"	4	0.61 x 0.90	1.20	4.79
39	"	1	0.49 x 1.34	1.43	1.43
44	EL419/82	12	2.45 x 2.54	24.05	288.60
48	EL654/82	8	2.45 x 3.00	41.69	333.54
49	"	4	0.61 x 3.00	10.38	41.52

PESO TOTAL P/ 1 PAVIMENTO 1016 kg

- *Relação do Pavto. Tipo – Tela Soldada – Armação Horizontal – Tab.07:*

RELAÇÃO TELAS SOLDADAS NÉGATIVA HORIZONTAL					
POS.	TELA	QTD.	DIMENSÕES (m)	PESO/UN. (kgf/peça)	PESO TOT. (kgf)
1	EL138	9	2.45 x 0.90	3.24	29.19
2	..	6	1.22 x 0.90	1.62	9.69
4	..	12	0.81 x 0.90	1.07	12.87
5	..	8	0.61 x 0.90	0.81	6.46
7	..	8	0.49 x 0.90	0.65	5.19
8	..	8	0.40 x 0.90	0.53	4.24
9	EL202/82	4	2.45 x 3.74	20.00	80.00
10	..	4	2.45 x 2.70	14.44	57.75
11	..	2	2.45 x 1.99	10.64	21.28
13	..	8	2.45 x 0.90	4.81	38.50
14	..	1	1.22 x 2.24	5.96	5.96
15	..	2	1.22 x 1.99	5.30	10.60
17	..	4	1.22 x 0.90	2.40	9.59
18	..	2	0.81 x 5.18	9.16	18.32
19	..	2	0.81 x 4.55	8.04	16.09
23	..	4	0.81 x 0.90	1.59	6.36
24	..	2	0.61 x 5.18	6.90	13.79
25	..	2	0.61 x 4.55	6.06	12.12
27	..	4	0.61 x 3.74	4.98	19.92
29	..	2	0.61 x 2.32	3.09	6.18
30	..	1	0.61 x 2.24	2.98	2.98
31	..	6	0.61 x 1.99	2.65	15.90
32	..	2	0.61 x 1.70	2.26	4.53
35	..	2	0.49 x 2.32	2.48	4.96
36	..	1	0.49 x 2.24	2.40	2.40
37	..	4	0.49 x 1.99	2.13	8.51
38	..	2	0.49 x 1.70	1.82	3.64
40	..	4	0.49 x 0.90	0.96	3.85
41	..	4	0.40 x 3.74	3.27	13.06
42	..	2	0.40 x 1.99	1.74	3.47
43	..	4	0.40 x 0.90	0.79	3.14
45	EL604/82	4	2.45 x 3.74	47.39	189.54
46	..	4	1.22 x 3.74	23.60	94.38
47	..	4	0.40 x 3.74	7.74	30.95
PESO TOTAL P/ 1 PAVIMENTO					766 kg

- *Resumo Total – Tela Soldada – Armação Negativa – Tabela 08:*

RESUMO TELAS SOLDADAS

DESIGNAÇÃO DA TELA	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS(cm)		FRANJAS (cm)		DIÂMETRO (mm)		PESO	DIMENSÕES (m)	QUANT.
	LONG.	TRANSV.	TRANSV.	LONG.	LONG.	TRANSV.	KG/PEÇA	LARG. X COMPR.	
EL138 (**)	10	30	2.5	15.0	4.2	4.2	19.46	2.45 x 5.40	11
			2.5	15.0					
EL202/82 (**)	14	30	10.5	15.0	6.0	5.6	40.11	2.45 x 7.50	16
			10.5	15.0					
EL419/82 (**)	12	30	8.5	14.0	8.0	5.6	48.10	2.45 x 5.08	6
			8.5	14.0					
EL604/82 (**)	13	30	12.0	14.0	10.0	5.6	94.77	2.45 x 7.48	4
			12.0	14.0					
EL654/82 (**)	12	30	8.5	15.0	10.0	5.6	83.39	2.45 x 6.00	5
			8.5	15.0					

PESO TOTAL P/ 1 PAVIMENTO(S) 1940 kg

** As telas especiais requerem quantidade mínima de produção / comercialização.
Consulte o fabricante ou o IBTS.

*** Telas especiais com espaçamentos entre fios variáveis. Ver detalhe da tela.

- *Detalhe Projeto de Esquema de Corte de Tela Sodada – Positiva*
Des. 13:

ESQUEMA DE CORTE DAS TELAS POSITIVAS

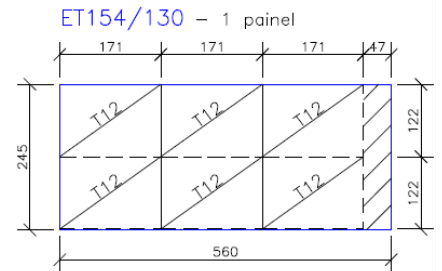
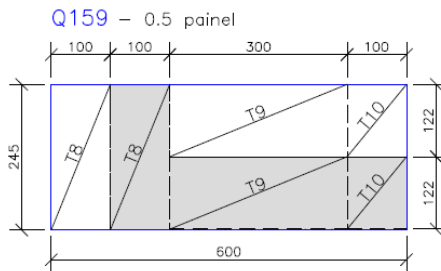
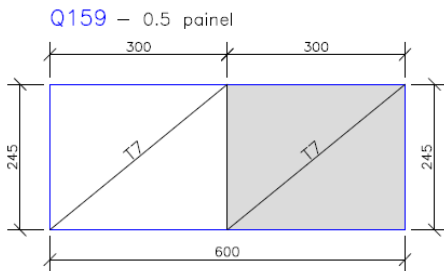
ESCALA 1:75

P/ 1 PAVIMENTO

----- LINHA DE CORTE DAS TELAS

■ POSIÇÕES A SEREM UTILIZADAS NO PRÓXIMO PAVIMENTO

▨ SOBRA SEM UTILIZAÇÃO



- *Detalhe Projeto de Esquema de Corte de Tela Sodada – Negativa*
Des. 14:

ESQUEMA DE CORTE DAS TELAS NEGATIVAS

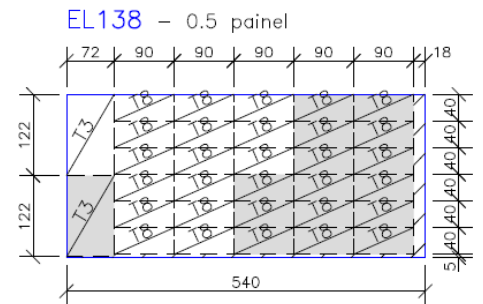
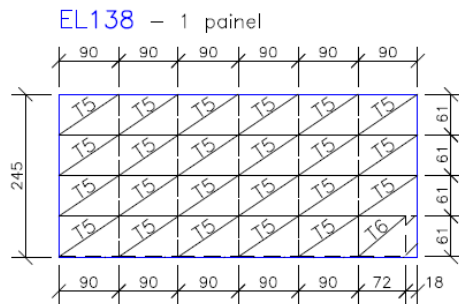
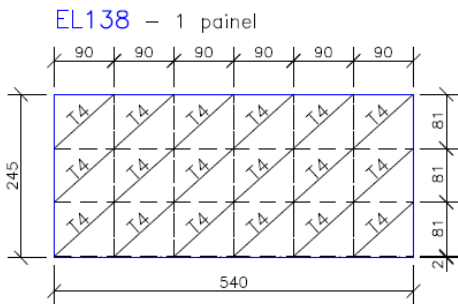
ESCALA 1:75

P/ 1 PAVIMENTO

----- LINHA DE CORTE DAS TELAS


■ POSIÇÕES A SEREM UTILIZADAS NO PRÓXIMO PAVIMENTO

▨ SOBRA SEM UTILIZAÇÃO



4. RESULTADOS

4.1 Comparativo de custo entre armação convencional X tela soldada Corte Obra - Tab. 09:

 ArcelorMittal				
CLIENTE:	TECNISA ENG. E CONST. LTDA			
OBRA:	JARDINS DAS PERDIZES - TORRES A E B - W193AB			
REFERÊNCIA:	ARMAÇÃO DAS LAJES DO TIPO			
PROJETO:	BMP02309			
Comparativo de custos - Telas Belgo x Corte e Dobra x Armação Convencional				
	Telas	Corte e Dobra	Barras	
			Peso Bruto	Desperdício 10 %
Materiais				
Consumo	4,78 ton	5,29 ton	5,29 ton	5,82 ton
Diferença (%) Ton	-17,9%	-9,1%	0,0%	
Preço Bruto c/ IPI	3.722,73 R\$/ton	2.715,52 R\$/ton	2.715,52 R\$/ton	
Subtotal (Material)	17.784,81 R\$	14.360,49 R\$	15.796,54 R\$	
Diferença (%) R\$	12,6%	-9,1%	0,0%	
Corte e Dobra (mão de obra)				
Corte e Identificação das TELAS	0,00 R\$/ton	-	-	
Custo da mão de obra	14,00 R\$/hh	370,00 R\$/ton	14,00 R\$/hh	
Produtividade do corte e dobra	20 hh/ton		80 hh/ton	
Subtotal (Mão de obra de corte e dobra)	1.337,66 R\$	1.956,67 R\$	5.922,89 R\$	
Montagem e posicionamento na forma (mão de obra)				
Produtividade da montagem	20,0 hh/ton	80,0 hh/ton	80,0 hh/ton	
Subtotal (Mão de obra de montagem)	1.337,66 R\$	5.922,89 R\$	5.922,89 R\$	
Diferença (%) R\$	-77,4%	0,0%	0,0%	
Subtotal (mão de obra)				
Subtotal (mão de obra)	2.675,32 R\$	7.879,56 R\$	11.845,78 R\$	
Diferença (%) R\$ (mão de obra global)	-77,4%	-33,5%	0,0%	
Arame recozido				
Consumo de Arame necessário p/ amarração	0,00 ton	0,11 ton	0,11 ton	
Preço do Arame Recozido c/ IPI	3.617,61 R\$/ton	3.617,61 R\$/ton	3.617,61 R\$/ton	
Subtotal (Arame Recozido)	0,00 R\$	382,62 R\$	382,62 R\$	
Diferença (%) R\$ (somente Arame)	-100,0%	0,0%	0,0%	
Total				
Total	20.460,13 R\$	22.622,67 R\$	28.024,94 R\$	
Diferença (%) R\$	-27,0%	-19,3%	0,0%	

4.2 **Comparativo de custo entre armação convencional X tela soldada**
Corte Central Corte e Dobra - Tab. 10:



ArcelorMittal

CLIENTE: TECNISA ENG. E CONST. LTDA
OBRA: JARDINS DAS PERDIZES - TORRES A E B - W193AB
REFERÊNCIA: ARMAÇÃO DAS LAJES DO TIPO
PROJETO: BMP02309

Comparativo de custos - Telas Belgo x Corte e Dobra x Armação Convencional

	Telas	Corte e Dobra	Barras	
			Peso	Desperdício
			Bruto	10 %
Materiais				
Consumo	4,78 ton	5,29 ton	5,29 ton	5,82 ton
Diferença (%) Ton	-17,9%	-9,1%	0,0%	
Preço Bruto c/ IPI	3.722,73 R\$/ton	2.715,52 R\$/ton	2.715,52 R\$/ton	
Subtotal (Material)	17.784,81 R\$	14.360,49 R\$	15.796,54 R\$	
Diferença (%) R\$	12,6%	-9,1%	0,0%	
Corte e Dobra (mão de obra)				
Corte e Identificação das TELAS	0,00 R\$/ton	-	-	
Custo da mão de obra	370,00 R\$/hh	370,00 R\$/ton	14,00 R\$/hh	
Produtividade do corte e dobra			80 hh/ton	
Subtotal (Mão de obra de corte e dobra)	1.767,62 R\$	1.956,67 R\$	5.922,89 R\$	
Montagem e posicionamento na forma (mão de obra)				
Produtividade da montagem	20,0 hh/ton	80,0 hh/ton	80,0 hh/ton	
Subtotal (Mão de obra de montagem)	1.337,66 R\$	5.922,89 R\$	5.922,89 R\$	
Diferença (%) R\$	-77,4%	0,0%	0,0%	
Subtotal (mão de obra)				
Subtotal (mão de obra)	3.105,28 R\$	7.879,56 R\$	11.845,78 R\$	
Diferença (%) R\$ (mão de obra global)	-73,8%	-33,5%	0,0%	
Arame recozido				
Consumo de Arame necessário p/ amarração	0,00 ton	0,11 ton	0,11 ton	
Preço do Arame Recozido c/ IPI	3.617,61 R\$/ton	3.617,61 R\$/ton	3.617,61 R\$/ton	
Subtotal (Arame Recozido)	0,00 R\$	382,62 R\$	382,62 R\$	
Diferença (%) R\$ (somente Arame)	-100,0%	0,0%	0,0%	
Total				
Total	20.890,10 R\$	22.622,67 R\$	28.024,94 R\$	
Diferença (%) R\$	-25,5%	-19,3%	0,0%	

4.3 Consumo de Tela Soldada para 1 Pavimento Tipo – Tab. 11:



ArcelorMittal

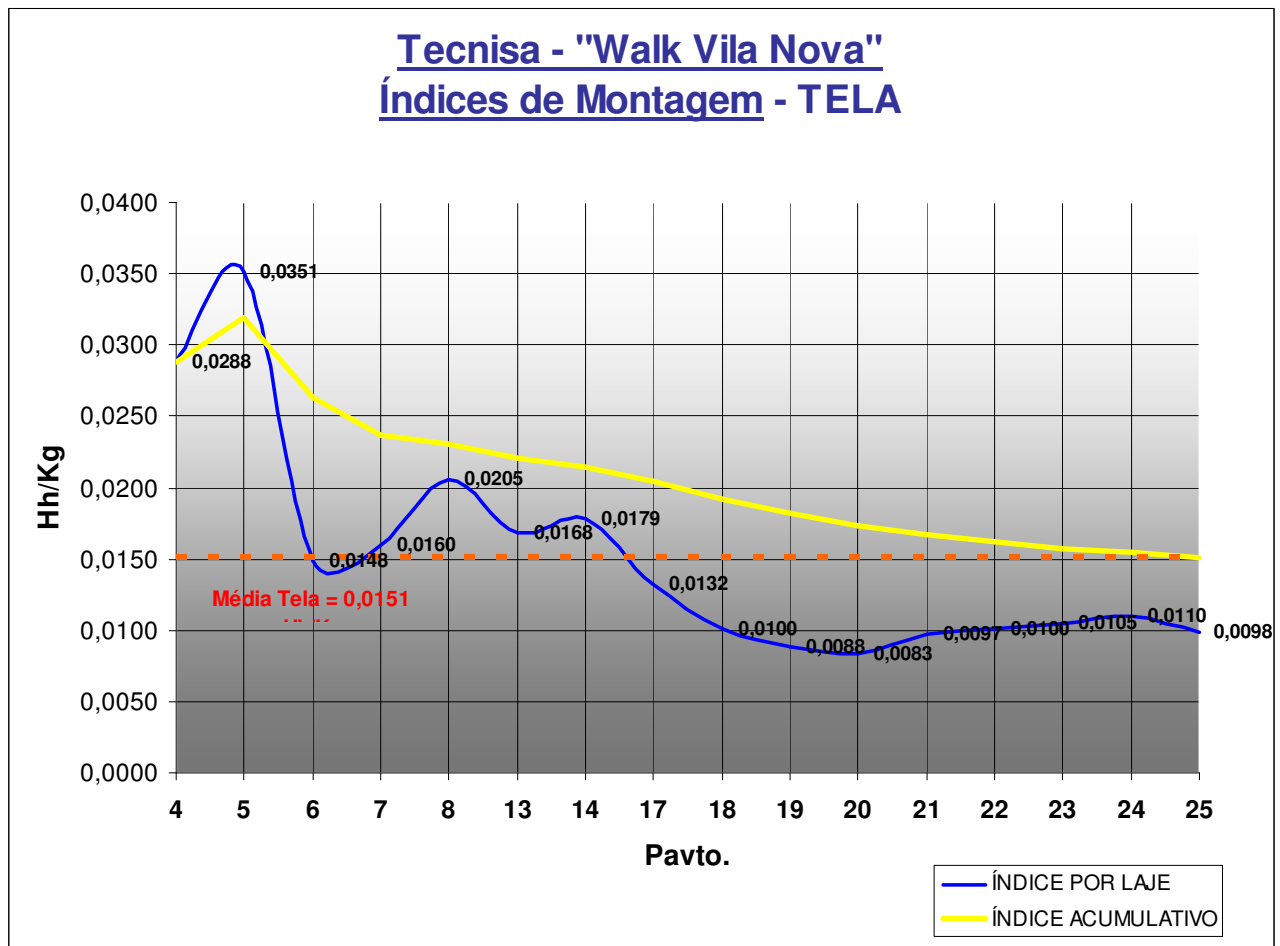
CLIENTE: TECNISA ENG. E CONST. LTDA
OBRA: JARDINS DAS PERDIZES - TORRES A E B - W193AB
REFERÊNCIA: ARMAÇÃO DAS LAJES DO TIPO
PROJETO: BMP02309 **49 PAV.**

RESUMO DAS TELAS BELGO

Nº	Categoria do Aço	Designação da tela	Quant.	Tipo PN / RL	Dimensões (m)		Peso (kg / pç)	Peso total (kg)
					Largura	Comprimento		
Armação Positiva								
1	CA60	Q138	111	PAINÉIS	2,45	6,00	32,34	3.590
2	CA60	Q159	49	PAINÉIS	2,45	6,00	37,04	1.815
3	CA60	ET154/130	327	PAINÉIS	2,45	5,60	30,16	9.861
4	CA60	EL164/154	637	PAINÉIS	2,45	3,29	19,80	12.611
5	CA60	EL304/154B	1225	PAINÉIS	2,45	3,76	32,60	39.930
6	CA60	EL304/154A	931	PAINÉIS	2,45	4,29	37,14	34.580
7	CA60	EL387/304	580	PAINÉIS	2,45	5,71	74,72	43.340
8	CA60							
9	CA60							
10	CA60							
11	CA60							
12	CA60							
13	CA60							
14	CA60							
							Subtotal	145.727
Armação Negativa								
15	CA60	EL138	521	PAINÉIS	2,45	5,40	19,46	10.139
16	CA60	EL202/82	755	PAINÉIS	2,45	7,50	40,11	30.280
17	CA60	EL419/82	294	PAINÉIS	2,45	5,08	48,10	14.142
18	CA60	EL604/82	164	PAINÉIS	2,45	7,48	94,77	15.542
19	CA60	EL654/82	221	PAINÉIS	2,45	6,00	83,39	18.428
20	CA60							
21	CA60							
22	CA60							
23	CA60							
24	CA60							
25	CA60							
26	CA60							
27	CA60							
28	CA60							
							Subtotal	88.532
							PESO TOTAL (kg)	234.259

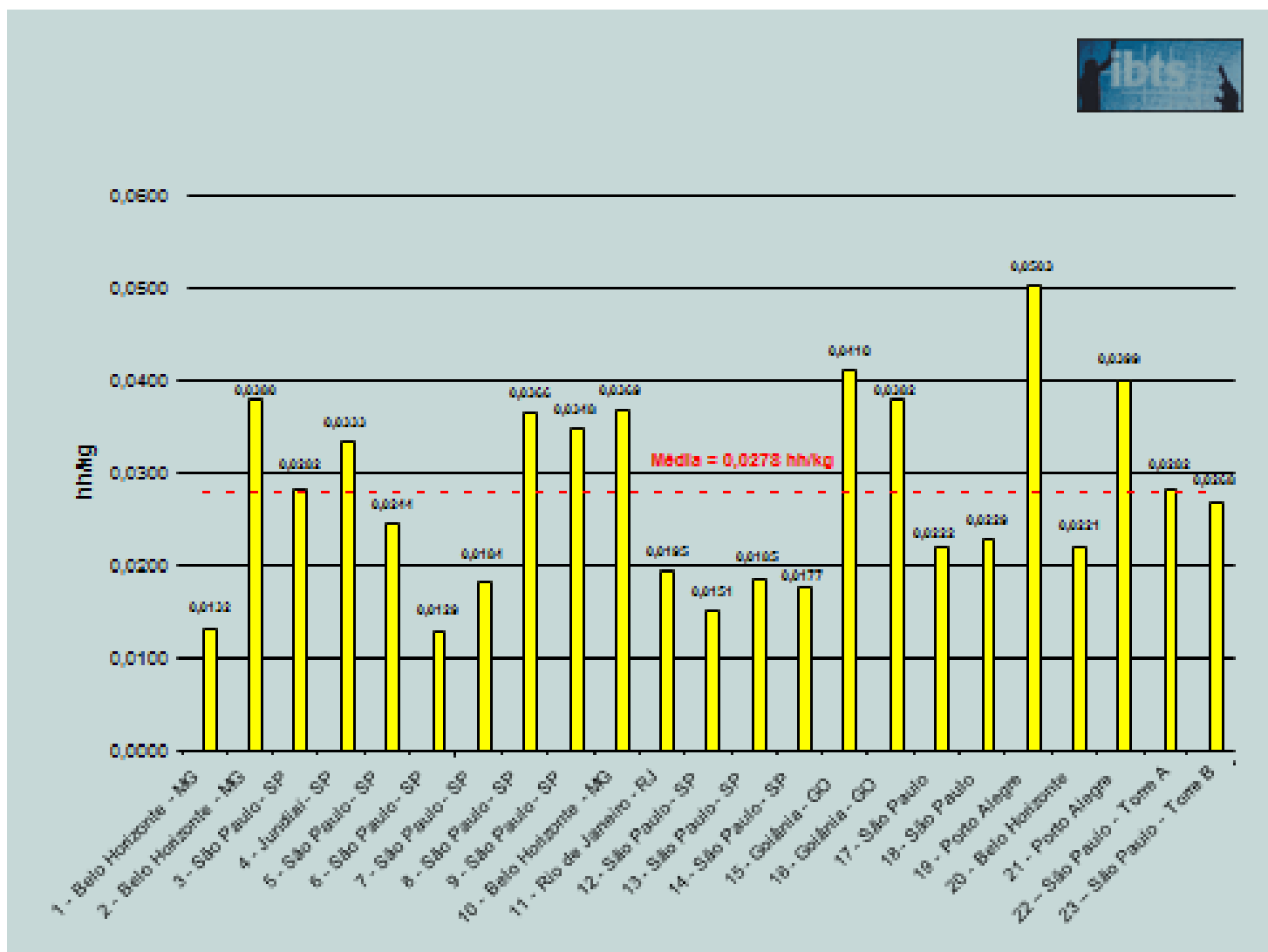
4.5 Índice de na montagem de Tela Soldada levantado em uma outra obra da Tecnisa, Wlak Vila Nova, São Paulo, SP - Grafico 01.

Estes índices foram levantados pelo IBTS juntamente com a Empresa GMO que atua no segmento de levantamentos de índices e produtividade no mercado de Civil



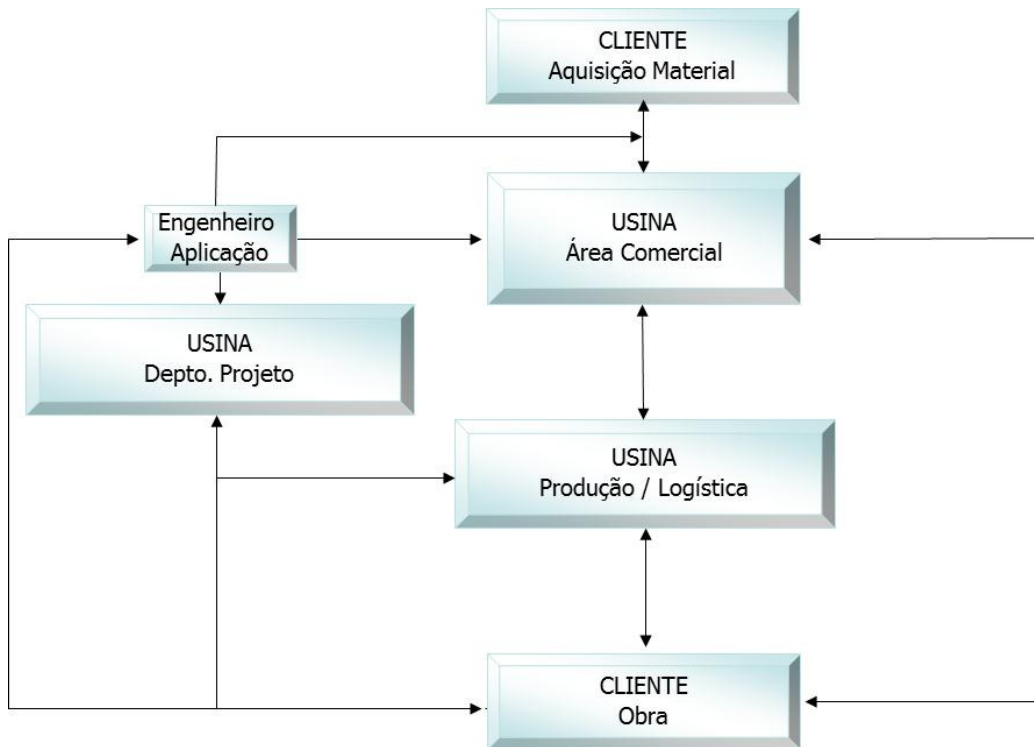
4.6 Índice Geral de na montagem de Tela Soldada levantado em várias obras de diversas construtoras no Brasil – Grafico 02:

- Estes índices foram levantados pelo IBTS juntamente com a Empresa GMO que atua no segmento de levantamentos de índices e produtividade no mercado de Civil

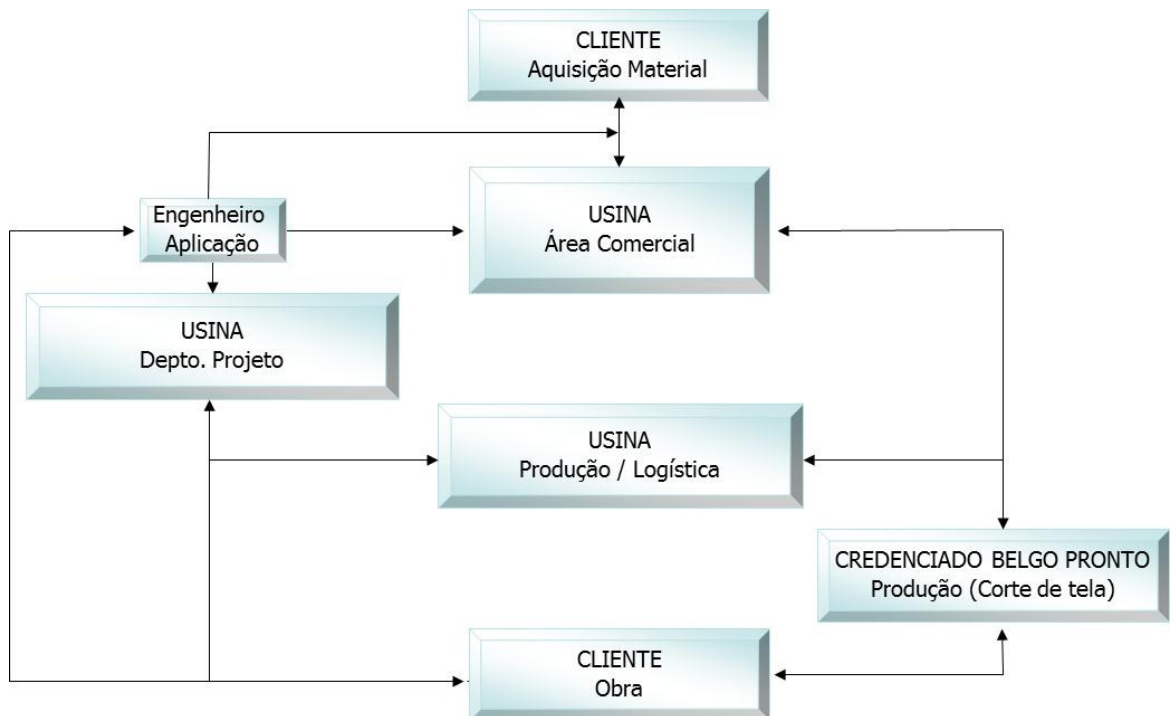


4.7 Fluxo de compra, produção e fornecimento

4.7.1 Corte de tela soldada na obra – Fluxog. 01:



4.7.2 Corte de tela soldada pelo Fornecedor (Usina / Credenciado Belgo Pronto) – Fluxo 02:



5. CONCLUSÃO

A industrialização das armaduras torna-se muito importante dentro do contexto de industrialização da construção. Com a racionalização do uso de fôrmas e o maior consumo de concreto usinado, o tempo necessário para a montagem e colocação da armadura pronta torna-se um fator limitante na agilização do processo construtivo.

Com o aumento ao longo do tempo do custo da mão-de-obra em relação ao custo do material, a redução efetiva do custo total é obtida principalmente pelo menor custo de fabricação. Algumas recomendações práticas para redução do consumo de mão-de-obra podem até conduzir a um pequeno aumento no peso total da armação; entretanto, o custo total será reduzido.

Em resumo, pode-se afirmar que as alternativas mais viáveis na racionalização da produção de armaduras são a utilização de armaduras pré-prontas fabricadas em centrais de armação e também o uso intenso de telas soldadas.

A construção de edifícios em terrenos com áreas limitadas, principalmente nas regiões centrais de grandes cidades e a falta de uma lei de zoneamento que obrigue a adoção de afastamentos determinados para esses prédios costumam criar dificuldades para os construtores, pois não há espaço disponível para o armazenamento adequado das barras de aço e para a preparação das armaduras fazendo com que o transporte interno das barras de 12 metros fique praticamente inviável

Algumas Usinas Siderúrgicas no processo de desenvolvimento de seus produtos, além de dar o apoio técnico aos seus clientes, ainda oferecem produtos prontos para serem utilizados, como o caso da tela soldada cortada preparada através de centrais de corte e dobra. O material é entregue de acordo com a necessidade do cliente, ou seja, o cliente (construtora) solicita aquilo que será usado, não necessitando ter estoque no canteiro de obra, melhorando o

fluxo de caixa e da obra e também minimizando a mão de obra.

O índice utilizado de mão de obra da Armação Convencional que consta na tabela 09 do Comparativo de Custo entre a Armação Convencional X Tela Soldada foi retirado da TCPO / PINI, já o índice utilizado para a Mão de Obra de Tela Soldada foi obtida pelo histórico de várias obras levantadas pelo IBTS e suas empresas associadas.

6. ANEXO

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7480: Barras e fio de aço destinados a armadura de concreto armado. Rio de Janeiro, 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7481: Tela de aço soldada - Armadura para concreto. Rio de Janeiro, 1990

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Telas soldadas Ancoragem. São Paulo. 1990. (Boletim T)

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Telas soldadas Emendas. Informações técnicas. São Paulo. 1990. (Boletim Técnico n.1)

FUSCO, Péricles Brasiliense. Técnica de armar as estruturas de concreto. 1. ed. São Paulo: PINI, 1995.

FUSCO, P; CHOLFE, L. (1989). Lajes projetos com tela soldada. Editora Pini, São Paulo.