



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160
Fone: 3350-9022
80.510.140
São Francisco
Curitiba - PR
www.curitiba.pr.gov.br

ANEXO III

DIRETRIZES BÁSICAS DO PROJETO

VOLUME IV - PROJETO DE ENGENHARIA E MATERIAL RODANTE

PROJETOS ARQUITETÔNICOS E DEMAIS PROJETOS TÉCNICOS PREDIAIS

PROJETO ESTRUTURAL



SUMÁRIO

3.2.6.4. Projeto Estrutural	3
a) Metodologia	3
b) Documentos de referência	4
c) Normas de referência	5
d) Critérios de projeto	5
3.2.6.4.1. Memória Descritiva	6
a) Elevado	6
b) Estação Terminal CIC-Sul.....	7
c) Estação profunda – executada pelo método cut and cover	8
d) Estação profunda – executada pelo método NATM	8
3.2.6.4.2. Análise das Soluções Propostas	9
a) Elevado	9
b) Estação Terminal CIC-Sul.....	30
3.2.6.4.3. Considerações Finais	31
3.2.6.4.4. Peças Gráficas	32



3.2.6.4. Projeto Estrutural

Este documento refere-se ao relatório de análise do projeto básico estrutural (meso e supraestrutura) do Elevado, da Estação Terminal CIC-Sul da Linha 1 do Metrô de Curitiba, bem como justifica as soluções adotadas para a elaboração do projeto básico das estações profundas (cut and cover e NATM).

A verificação dos projetos básicos terá por objetivo uma análise qualitativa e quantitativa do projeto, de maneira a dar suporte à modelagem do Projeto de Parceria Público-Privada do Metrô de Curitiba, ao contrário do breve memorial justificativo sobre o projeto básico das estações profundas, que descreve as soluções e métodos construtivos adotados.

a) Metodologia

Foi elaborado, para as estações profundas, um breve memorial descritivo para justificar a concepção estrutural do projeto básico dessas estações.

A análise se deu de forma qualitativa e quantitativa, conforme descrita a seguir.

a.1) Análise qualitativa

Foi feita a análise crítica das estruturas propostas, avaliando a pertinência dos sistemas estruturais e construtivos adotados, das cargas adotadas e das dimensões das peças, através do dimensionamento e verificação estrutural paralelos aos elaborados no projeto básico.

Foram propostas eventuais mudanças, a fim de gerar economia e agilidade construtiva, e/ou viabilizar trechos que eventualmente não atenderam às condições



de segurança e que poderiam gerar reflexos significativos nos quantitativos, após a transição para a fase de projeto executivo.

Não estão apresentadas as memórias de cálculo por não ser o intuito deste Relatório, porém, onde o dimensionamento/verificação das peças indicou a necessidade da adoção de dimensões diferentes das adotadas, a mesma está brevemente justificada.

a.2) Análise quantitativa

Com base na análise qualitativa, foi elaborada a planilha de quantitativos contemplando os principais materiais e serviços necessários para a construção do elevado.

A planilha está apresentada no formato padrão do projeto básico, porém, também de forma desdobrada em subitens de acordo com as etapas construtivas, de forma a dar melhor suporte ao planejamento e orçamento da obra.

a.3) Memorial descritivo de elaboração do projeto básico – estações profundas

Paralelamente à elaboração do projeto arquitetônico, foi desenvolvido um projeto básico para as estações profundas. As justificativas para as soluções adotadas estão apresentadas neste item.

b) Documentos de referência

Os seguintes documentos foram utilizados na análise do projeto:

- DE-101EL_BEC1-001-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-002-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-003-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-004-00 de JUL/2010;



- DE-101EL_BEC1-005-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-006-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-007-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC1-008-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC2-001-00 de JUL/2010;
- DE-101EL_BEC2-002-00 de JUL/2010;
- DE-101ES_BEC2-001-00 de JUL/2010;
- DE-101ES_BEC2-002-00 de JUL/2010;
- DE-101ES_BEC2-003-00 de JUL/2010;
- DE-101ES_BEC2-004-00 de JUL/2010;
- DE-101ES_BEC2-005-00 de JUL/2010;
- RELATORIO_1_345-MC-101EL-BEC2-001-00-ELEVADO-SUPER de 15/06/2010;
- RELATORIO_1_345-MC-101ES-BEC2-001-00-ESTACAO INFRA E SUPER de Maio de 2010.

c) Normas de referência

- NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto;
- NBR 6122 - Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 7187 - Projeto de pontes em concreto armado e protendido;
- NBR 7189 - Cargas móveis para projeto estrutural de obras ferroviárias;
- NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas.

d) Critérios de projeto

- Concreto estrutural
 - f_{ck} de acordo com o indicado no projeto básico;
 - Peso específico: 2,5 tf/m³.



- Armadura passiva
 - Aço CA-50 f_{yk} : 5 tf/cm².

- Armadura ativa (aderente)
 - Aço CP-190 RB f_{ptk} : 19 tf/cm² / f_{pyk} : 17,1 tf/cm².

- Trem-tipo
 - TB-170 kN da NBR 7189, conforme o indicado no projeto básico.

3.2.6.4.1. Memória Descritiva

a) Elevado

O Elevado terá extensão total de, aproximadamente, 2.160 m e será composto por 64 vãos, em geral modulados em 35 m de eixo a eixo de pilares, com exceção dos vãos entre P3 e P9, que serão de aproximadamente 24 m, devido à forte curvatura do traçado geométrico em planta, e dos vãos entre P36 e P38, que terão 30 m, possivelmente devido às interferências viárias.

Em planta, o traçado geométrico será composto por trechos em tangente e trechos em curva com raio, variando entre 115 e 1.999 m, e o greide terá um trecho inicial com rampa ascendente de 2,94% seguido de um trecho em nível, passando a um trecho em rampa descendente inicial de 1,48%, que logo passará a 4%.

O elevado acomodará duas linhas que distarão 4,25 de eixo a eixo, além de passagens de emergência, em ambas as extremidades, através de uma laje única com largura total de 9,75 m e 23 cm de espessura. As lajes se estenderão até a face das travessas, fazendo então duas juntas por apoio, estando o topo das lajes nivelado com o topo das travessas.



A superestrutura será estruturada através de duas vigas isostáticas com 2,20 m de altura e entreixo de 4,25 m, pré-moldadas em concreto protendido, com seção transversal tipo calha.

Além da laje, que está prevista para ser executada através de pré-lajes com a largura total da obra, as vigas serão ligadas em suas extremidades por transversinas com seção retangular de 0,85 m x 0,70 m.

As vigas terão suas extremidades recortadas, reduzindo sua altura para 1,0 m, formando um dente gerber que apoiará a viga sobre um console nas travessas em concreto armado, que por sua vez serão engastadas em pilares únicos, com seção circular com diâmetro de 2,0 m.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a mesoestrutura se dará através de aparelhos de apoio de neoprene fretado, com dimensões em planta de 70 por 40 cm e altura de 5,8 cm.

b) Estação Terminal CIC-Sul

A estação elevada, que fará a integração com o Terminal CIC-Sul, será composta de dois subsolos, um pavimento térreo, um mezanino, um pavimento de acesso à passarela e um pavimento para o embarque de passageiros, totalizando seis níveis estruturais. O piso do segundo subsolo estará 7,30 m abaixo do nível do terreno natural, e o nível da passarela de embarque estará 12,43 m acima.

O partido estrutural da estação será o de lajes que se apoiarão em vigas que, por sua vez, se apoiarão em pilares apoiados em blocos de fundação (estrutura convencional), formando uma estrutura monolítica com rigidez global suficiente para resistir aos esforços verticais e horizontais.



c) Estação profunda – executada pelo método cut and cover

A estação profunda, executada pelo método cut and cover, será composta de seis níveis estruturais: a plataforma de embarque de passageiros, um mezanino, três pavimentos de lojas, salas administrativas e estacionamento, e o pavimento superior, no nível da rua, o qual terá uma “laje dupla”, para a passagem das instalações.

Devido à simetria das estações e à quantidade delas, foi adotada a idéia de “industrialização” na execução e a utilização de peças pré-fabricadas, de forma a ganhar agilidade no processo e redução de custos de construção ao final.

As lajes alveolares pré-fabricadas se apoiarão nos pórticos em estrutura metálica, que, por sua vez, estarão apoiados na parede diafragma e na linha de pilares no centro da estação.

Os desenhos do projeto básico, que ilustram a estrutura em questão, foram enviados juntamente com o presente relatório.

d) Estação profunda – executada pelo método NATM

O subsolo da estação será escavado normalmente, e serão feitas paredes de contenção em todo seu entorno. A ligação desse nível com o nível de embarque será feita através de uma escavação similar a feita na estação construída pelo método em cut and cover, na qual será executada uma parede diafragma em forma de um anel, no centro da estação, até uma certa profundidade.

A partir dessa profundidade, o método de escavação será alterado para o método NATM, no qual se fará uma escavação parcial e, em seguida, será estabilizado o trecho de túnel recém-escavado com concreto projetado.



Esse processo será repetido, até que o túnel esteja completo. Além do concreto projetado, poderão ser utilizados tirantes para dar mais capacidade de sustentação à parede.

A laje de piso do subsolo será apoiada diretamente sobre o terreno, formando um grande “radier”, que também apoiará as paredes de contenção.

3.2.6.4.2. Análise das Soluções Propostas

a) Elevado

A solução em superestrutura pré-moldada é, de fato, a mais indicada, devido à extensão da obra e pela mesma ser situada em meio urbano, onde a moldagem da obra no local seria inviável.

A opção de pré-lajes com mesma largura formando um retângulo, no qual as curvas do traçado geométrico em planta serão inscritas também oferecerá maior agilidade durante a construção, já que as pré-lajes serão todas iguais e apenas os trechos de fechamento serão variáveis e moldados no local. Um aspecto observado que poderá ser revisto é o nivelamento do topo das travessas com o topo das lajes formando 2 juntas por linha de apoio.

Essa solução apresenta alguns aspectos negativos, sendo os principais os custos de instalação e manutenção das 2 juntas elásticas, que sempre são pontos de constante manutenção.

A má manutenção dessas juntas elásticas implicaria na constante infiltração da água das chuvas diretamente nos aparelhos de apoio, já que as juntas estão na face das travessas.



A solução mais adequada seria a redução da altura da travessa, avançando as lajes sobre a mesma em um pequeno balanço, fazendo-se, então, apenas uma junta.

Com a redução da altura da travessa, o topo da mesma poderá apresentar uma pequena declividade transversal para conduzir as águas das chuvas que eventualmente infiltrarem pela junta para as laterais da travessa, e não diretamente para os aparelhos de apoio, aumentando sua vida útil.

A opção por vigas com seção transversal tipo calha pode não ser a mais econômica, porém, por agregar valor arquitetônico a uma obra urbana e de grande impacto na paisagem, julgou-se acertada.

O mesmo poderá ser dito em relação ao recorte nas vigas para o encaixe nas travessas, mantendo a altura constante no vão (viga + laje) e no apoio (travessa + viga + laje).

Essa solução não é a mais econômica, devido à necessidade de armaduras especiais (dentes gerbers, console da travessa e armadura de suspensão na travessa) e a solução em dentes gerbers é sabidamente propícia a apresentar patologias ao longo da vida útil da obra.

No entanto, além do aspecto arquitetônico já mencionado, a manutenção da altura constante do elevado é interessante por diminuir o impacto nas vias inferiores, sendo possível respeitar gabaritos das vias transpostas com um greide mais baixo.

Caso seja possível trabalhar com uma altura maior no apoio, tanto do ponto de vista da economicidade como do funcionamento estrutural, seria interessante rever a opção do recorte nas vigas e travessas, fazendo os apoios diretamente sobre o topo das travessas.



As dimensões adotadas para a laje e para as vigas se mostraram suficientes e enxutas, conduzindo às armaduras dentro do padrões de consumo. O aumento da altura total da laje conduziria a uma economia em armadura passiva, porém, aumentaria significativamente o peso da mesma, afetando não só as vigas, como também a infraestrutura, já que a laje é bastante larga por acomodar duas linhas.

O aumento da altura das vigas também conduziria a uma redução de armadura ativa necessária, porém, seria necessária a elevação do greide para atender aos gabaritos das vias transpostas, o que aumentaria não só os pilares, mas também geraria reflexos na infraestrutura com o aumento das solicitações, portanto, por ora essa opção também foi descartada.

Um aspecto importante a ser observado no planejamento e orçamento da obra, é que em uma obra dessa extensão, a redução de etapas construtivas gerará grande economia e redução de prazos, portanto, a protensão das vigas inteiramente no canteiro será fundamental, evitando uma segunda etapa de protensão, após a concretagem da laje.

Com as dimensões e cablagem adotadas, a protensão de todos os cabos só poderá ser feita após, aproximadamente, 20 dias da concretagem, utilizando o cimento CP-II, ou aproximadamente 15 dias, se utilizado o CP-V ARI, para que não haja compressão e tração excessiva no concreto em idade onde o concreto não apresentará resistência suficiente. Dessa forma, os pátios de fabricação e estoque das vigas deverão ser dimensionados de forma a possibilitar o estoque das vigas por esse tempo.

A mesoestrutura em pilar único não é a solução mais econômica para obras em que a carga móvel tem peso significativo em relação à carga total e pode passar excêntrica ao eixo do pilar, como no caso em questão, onde podemos ter apenas uma das linhas carregada, além dos trechos em curva.



Porém, como o elevado está situado no canteiro central da BR-476, se fossem utilizados pórticos de apoio, os mesmos seriam muito grandes e, além de impactar muito mais na paisagem local, também seriam antieconômicos.

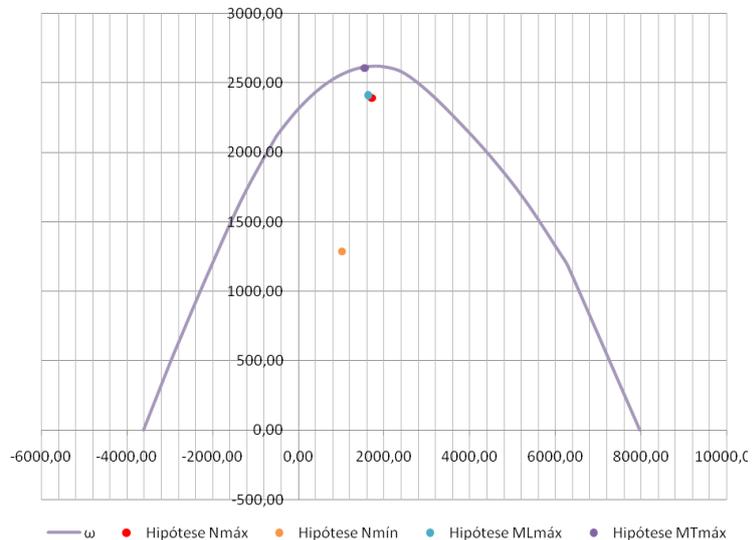
Portanto, a solução é adequada quanto à concepção. Quanto à dimensão adotada para os pilares, essa se mostrou incoerente com as solicitações atuantes. O levantamento e a combinação dos carregamentos atuantes conduziram às solicitações de dimensionamento, para as situações críticas de $N_{máx}$, $N_{mín}$, $M_{L,máx}$ e $M_{T,máx}$ ($M_{R,máx} = M_{T,máx}$), da ordem de:

	N_d (tf)	$M_{R,d}$ (tf.m)
$N_{máx}$	1750,0	2400,0
$N_{mín}$	1050,0	1300,0
$M_{L,máx}$	1650,0	2450,0
$M_{T,máx}$	1550,0	2650,0

Para resistir a essas solicitações, um pilar com 1,80 m de diâmetro deveria ser armado com 170 \varnothing 25 mm, conforme indica o ábaco de interação a seguir:



$$\begin{aligned}\varnothing(m) &= 1,80 \\ A_c (m^2) &= 2,54 \\ A_s (cm^2) &= 834,53 \\ f_{ck} (MPa) &= 30,00 \\ f_{yk} (tf/cm^2) &= 5,00 \\ \gamma_c &= 1,40 \\ \gamma_s &= 1,15\end{aligned}$$

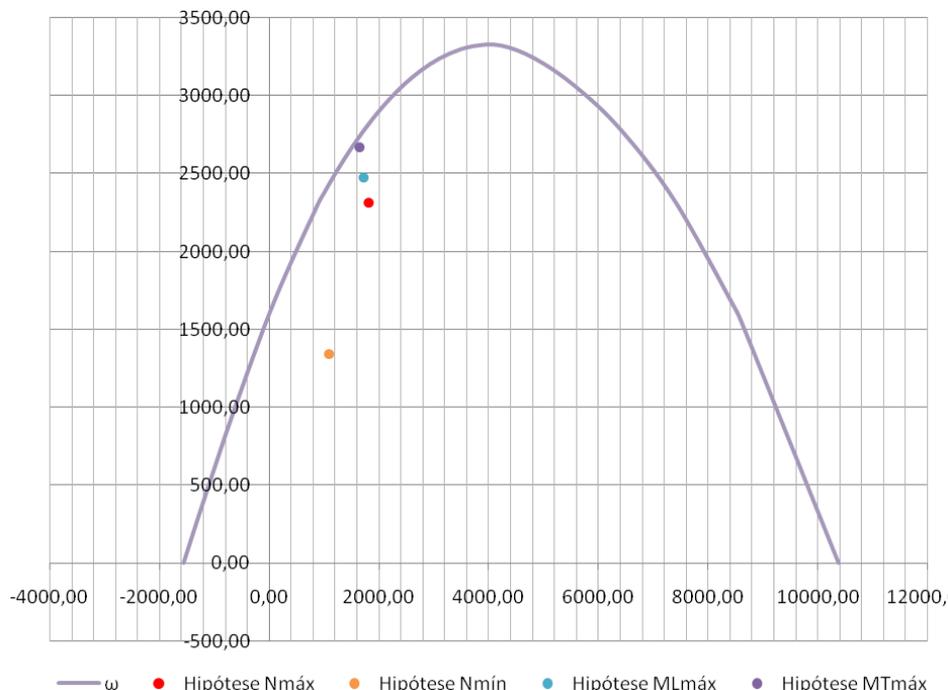


Essa quantidade de armadura será, aproximadamente, o equivalente a armar o pilar em 3 camadas de \varnothing 25 mm a cada 10 cm, o que além de antieconômico, é muito problemático, se não inviável, do ponto de vista executivo.

Para que o pilar seja armado com uma armadura coerente com sua dimensão, o diâmetro necessário seria de 2,50 m e sua armadura de 73 \varnothing 25 mm, o equivalente a uma camada com espaçamento de 10 cm entre barras, conforme indica o ábaco de interação a seguir:



$$\begin{aligned}\varnothing(m) &= 2,50 \\ A_c (m^2) &= 4,91 \\ A_s (cm^2) &= 358,36 \\ f_{ck} (MPa) &= 30,00 \\ f_{yk} (tf/cm^2) &= 5,00 \\ \gamma_c &= 1,40 \\ \gamma_s &= 1,15\end{aligned}$$



Como foram encontrados pontos onde o projeto mostrou-se insuficiente, foram levantados 3 cenários de quantitativos, a saber:

- Cenário 1: quantitativos do projeto como foi apresentado;
- Cenário 2: quantitativos com os ajustes propostos anteriormente e as fundações com estacas escavadas sem a presença de rocha;
- Cenário 3: quantitativos com os ajustes propostos anteriormente e as fundações com estacas escavadas com a presença de rocha.

a.1) Memória de cálculo dos quantitativos do Elevado – Projeto original – Cenário 1

- Mesoestrutura
Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar padrão (P3 a P5, P7 a P37 e P44 a P66):



$$V = \frac{\pi \times 2,0^2}{4} = 3,142 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P6:

$$V = \frac{\pi \times 1,7^2}{4} = 2,270 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P38, P40, P41 e P43:

$$V = \frac{\pi \times 2,0^2}{4} + 1,0 \times 2,0 = 5,142 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P39 e P42:

$$V = 2,60 \times 0,40 \times 2 + 1,75 \times 0,4 = 2,78 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar padrão (P3 a P5, P7 a P37 e P44 a P66):

$$A = \pi \times 2,0 = 6,283 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar P6:

$$A = \pi \times 1,7 = 5,341 \text{ m}^2/\text{m}$$



● Área de fôrma para um metro do pilar P38, P40, P41 e P43:

$$A = \pi \times 2,0 + 1,0 \times 2,0 = 8,283 \text{ m}^2/m$$

Área de fôrma para um metro do pilar P39 e P42:

$$A = 2,6 \times 2 + 2,2 \times 2 + 1,75 \times 2 + 0,4 \times 4 = 14,7 \text{ m}^2/m$$

Volume aproximado de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para uma travessa (o projeto não apresenta informações suficientes para a quantificação exata):

$$V \cong 47,3 \text{ m}^3$$

Área aproximada de fôrma para uma travessa (o projeto não apresenta informações suficientes para a quantificação exata):

$$A \cong 72,1 \text{ m}^2$$

Será considerado um acréscimo de 10% nas travessas dos trechos em curva, devido à pequena alteração na geometria, e um acréscimo de 40% nas travessas do trecho da estação, onde as mesmas serão estendidas para apoiar as vigas da plataforma de embarque.

As taxas de armadura utilizadas para os pilares serão referentes a 170 \varnothing 25 mm e estribos de 10 mm a cada 20 cm, conforme o dimensionamento indicou, já contando emendas. Para contabilizar a armadura de engastamento no bloco e na travessa, o aço foi calculado para uma estaca equivalente 3,40 m maior que o pilar projetado.

As tabelas, a seguir, quantificam o volume de concreto, a fôrma e a armadura para os pilares e travessas.



	H _{pilar} (m)	Pilar			Travessa			
		Concreto	Forma	Aço	Concreto	Forma	Escora- mento	Aço
P3	6,94	21,81	43,60	8531	52,00	79,30	180,00	7280
P4	7,32	23,00	45,99	8844	52,00	79,30	190,00	7280
P5	7,69	24,16	48,32	9149	52,00	79,30	200,00	7280
P6	8,32	37,77	88,87	9669	52,00	79,30	210,00	7280
P7	8,95	28,12	56,23	10189	52,00	79,30	230,00	7280
P8	8,84	27,78	55,54	10098	52,00	79,30	230,00	7280
P9	8,74	27,46	54,91	10016	52,00	79,30	220,00	7280
P10	8,88	27,90	55,79	10131	47,30	72,10	210,00	6622
P11	8,98	28,22	56,42	10214	47,30	72,10	210,00	6622
P12	8,78	27,59	55,16	10049	47,30	72,10	200,00	6622
P13	8,42	26,46	52,90	9752	47,30	72,10	200,00	6622
P14	7,82	24,57	49,13	9256	47,30	72,10	180,00	6622
P15	7,31	22,97	45,93	8836	47,30	72,10	170,00	6622
P16	7,04	22,12	44,23	8613	47,30	72,10	170,00	6622
P17	7,05	22,15	44,30	8621	47,30	72,10	170,00	6622
P18	7,24	22,75	45,49	8778	47,30	72,10	170,00	6622
P19	7,56	23,75	47,50	9042	47,30	72,10	180,00	6622
P20	7,97	25,04	50,08	9380	47,30	72,10	190,00	6622
P21	8,3	26,08	52,15	9652	52,00	79,30	210,00	7280
P22	8,54	26,83	53,66	9850	52,00	79,30	220,00	7280
P23	8,87	27,87	55,73	10123	52,00	79,30	230,00	7280
P24	9,12	28,66	57,30	10329	52,00	79,30	230,00	7280
P25	9,57	30,07	60,13	10700	52,00	79,30	240,00	7280
P26	10,02	31,48	62,96	11072	47,30	72,10	230,00	6622
P27	10,61	33,34	66,66	11558	47,30	72,10	250,00	6622
P28	11,11	34,91	69,80	11971	47,30	72,10	260,00	6622
P29	11,56	36,32	72,63	12342	47,30	72,10	270,00	6622
P30	11,86	37,26	74,52	12589	47,30	72,10	270,00	6622
P31	12,13	38,11	76,21	12812	47,30	72,10	280,00	6622
P32	12,13	38,11	76,21	12812	47,30	72,10	280,00	6622
P33	11,94	37,52	75,02	12656	47,30	72,10	280,00	6622
P34	11,3	35,50	71,00	12128	47,30	72,10	260,00	6622
P35	11,07	34,78	69,55	11938	52,00	79,30	280,00	7280
P36	10,53	33,09	66,16	11492	52,00	79,30	270,00	7280
P37	10,1	31,73	63,46	11137	52,00	79,30	260,00	7280
P38	10,03	51,57	83,08	11080	66,22	101,00	230,00	9271
P39	9,99	27,77	146,85	11047	66,22	101,00	230,00	9271
P40	9,87	50,75	81,75	10948	66,22	101,00	230,00	9271
P41	9,66	49,67	80,01	10775	66,22	101,00	220,00	9271
P42	9,5	26,41	139,65	10643	66,22	101,00	220,00	9271
P43	9,32	47,92	77,20	10494	72,80	111,10	240,00	10192
P44	9,03	28,37	56,74	10255	52,00	79,30	230,00	7280
P45	8,73	27,43	54,85	10007	52,00	79,30	220,00	7280
P46	8,48	26,64	53,28	9801	52,00	79,30	220,00	7280
P47	8,25	25,92	51,83	9611	52,00	79,30	210,00	7280
P48	8,07	25,36	50,70	9463	52,00	79,30	210,00	7280



P49	7,95	24,98	49,95	9364	52,00	79,30	200,00	7280
P50	7,82	24,57	49,13	9256	47,30	72,10	180,00	6622
P51	7,74	24,32	48,63	9191	47,30	72,10	180,00	6622
P52	7,58	23,82	47,63	9058	52,00	79,30	190,00	7280
P53	7,37	23,16	46,31	8885	52,00	79,30	190,00	7280
P54	7,56	23,75	47,50	9042	52,00	79,30	190,00	7280
P55	8,05	25,29	50,58	9446	52,00	79,30	210,00	7280
P56	8,44	26,52	53,03	9768	52,00	79,30	220,00	7280
P57	8,75	27,49	54,98	10024	52,00	79,30	220,00	7280
P58	8,6	27,02	54,03	9900	52,00	79,30	220,00	7280
P59	8,81	27,68	55,35	10073	52,00	79,30	230,00	7280
P60	8,28	26,02	52,02	9636	52,00	79,30	210,00	7280
P61	7,72	24,26	48,50	9174	52,00	79,30	200,00	7280
P62	7,61	23,91	47,81	9083	47,30	72,10	180,00	6622
P63	6,844	21,50	43,00	8451	47,30	72,10	160,00	6622
P64	5,4	16,97	33,93	7260	52,00	79,30	140,00	7280
P65	4,08	12,82	25,63	6171	52,00	79,30	110,00	7280
P66	4,2	13,20	26,39	6270	52,00	79,30	110,00	7280
Encontro	2,01							
		1.830	3.774	638.504	3.307	5.043	13.630	462.994

- Superestrutura - vigas

Como o projeto não detalha as vigas, foi observado que, em geral, as vigas terão o comprimento dos vãos subtraídos de 1,30 m. Desse comprimento total, terá 1,0 m de cada extremidade com seção do apoio e 1,9 m com a seção alargada. No comprimento restante, a viga se apresentará com sua seção corrente.

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 40$ MPa para um metro de viga - seção corrente:

$$V = 1,185 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 40$ MPa para um metro de viga - seção alargada:

$$V = 2,370 \text{ m}^3/\text{m}$$



- Volume de concreto $f_{ck} \geq 40$ MPa para um metro de viga - seção do apoio:

$$V = 1,139 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro de viga - seção corrente:

$$A = 9,428 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro de viga - seção alargada:

$$A = 5,402 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro de viga - seção do apoio:

$$A = 3,067 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para uma extremidade da viga - externa:

$$A = 2,370 \text{ m}^2$$

- Área de fôrma para uma extremidade da viga - interna:

$$A = 2,370 - 1,185 = 1,185 \text{ m}^2$$

A taxa de armadura passiva foi obtida através de um croqui detalhado da armadura calculada, já prevendo as armaduras principais e construtivas.

A quantidade de armadura ativa foi calculada em função da quantidade de cabos necessária, obtida no dimensionamento.



- Aço CP-190 RB

$$P = (4 \times 12 + 4 \times 9) \times 1,24 = 104,16 \text{ kg/m de viga para os vãos de 35 m}$$

$$P = (2 \times 12 + 2 \times 9) \times 1,24 = 52,08 \text{ kg/m de viga para os vãos de 24 m}$$

- Ancoragens 9 \varnothing 15,2 mm:

$$n = [(4 \times 2) \times 58 + (4 \times 2) \times 6] \times 2 = 1.024 \text{ unidades}$$

- Ancoragens 12 \varnothing 15,2 mm:

$$n = [(4 \times 2) \times 58 + (4 \times 2) \times 6] \times 2 = 1.024 \text{ unidades}$$

- Lançamento de vigas pré-moldadas de até 115 toneladas:

$$n = 64 \times 2 = 128 \text{ unidades}$$

- Superestrutura - lajes

Volume de concreto $f_{ck} \geq 35$ MPa por metro de laje:

$$V \cong 0,23 \times 9,75 = 2,243 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Área de fôrma por metro de laje:

$$A \cong 0,23 \times 2 + 9,75 - 0,35 \times 4 = 8,81 \text{ m}^2/\text{m}$$

A taxa de armadura foi obtida através de um croqui detalhado da armadura calculada, já prevendo as armaduras principais e construtivas.

- Lançamento de pré-lajes de aproximadamente 5,5 toneladas:



$$n = 6 \times 14 + 2 \times 18 + 56 \times 21 = 1.296 \text{ unidades}$$

- Superestrutura - transversinas

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para uma transversina:

$$V = 3,85 \times 0,7 \times 0,85 = 2,29 \text{ m}^3$$

- Área de fôrma para uma transversina:

$$A = 3,85 \times (0,7 + 0,85 \times 2) = 9,24 \text{ m}^2$$

A taxa de armadura foi obtida através de um croqui detalhado da armadura calculada, já prevendo as armaduras principais e construtivas.

- Superestrutura – passagem de emergência

Como o projeto não detalha a passagem de emergência, foi quantificada em função das dimensões apresentadas na memória de cálculo do elevador, que são bastante razoáveis.

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa por metro de passagem de emergência (para uma passagem):

$$V = 2,15 \times 0,08 + 1,1 \times 0,07 + 2 \times (1,10 \times 0,175 \times 0,15 + 0,6 \times 0,175 \times 0,15) \\ = 0,338 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Área de fôrma por metro de passagem de emergência (para uma passagem):

$$A = 2 \times 2,15 + 0,08 + 2 \times 0,07 + 1,1 + (1,1 \times (0,175 \times 2 + 0,15) + 0,6 \times 0,175 \times 2) \\ \times 2 = 7,14 \text{ m}^2/\text{m}$$



Lançamento de elementos pré-moldados de aproximadamente 1,3 toneladas – Apesar de não estarem detalhadas no projeto, aparentemente as passagens de emergência serão pré-moldadas, considerando painéis de 1,5 m de largura, acompanhando as pré-lajes, e um trecho de ajuste moldado no local, como nas lajes, teremos:

$$n = (6 \times 14 + 2 \times 18 + 56 \times 21) \times 2 = 2.592 \text{ unidades}$$

As tabelas, a seguir, quantificam o volume de concreto, área de fôrma, peso de armaduras para as vigas e lajes.



	Vigas				Laje		
	Concreto	Forma	Aço doce	Aço duro	Concreto	Forma	Aço
P3							
P4	60,48	362,92	7258	2291	52,02	208,76	8.843
P5	61,15	368,28	7338	2321	52,66	211,26	8.952
P6	61,17	368,41	7340	2322	52,67	211,32	8.954
P7	61,17	368,39	7340	2321	52,67	211,31	8.954
P8	61,15	368,26	7338	2321	52,65	211,25	8.951
P9	60,37	362,08	7245	2287	51,92	208,36	8.826
P10	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P11	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P12	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P13	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P14	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P15	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P16	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P17	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P18	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P19	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P20	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P21	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P22	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P23	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P24	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P25	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P26	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P27	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P28	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P29	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P30	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P31	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P32	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P33	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P34	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P35	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P36	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P37	76,60	491,20	9192	6000	67,28	268,67	11.437
P38	76,60	491,20	9192	6000	67,28	268,67	11.437



P39	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P40	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P41	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P42	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P43	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P44	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P45	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P46	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P47	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P48	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P49	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P50	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P51	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P52	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P53	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P54	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P55	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P56	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P57	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P58	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P59	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P60	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P61	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P62	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P63	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P64	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P65	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
P66	88,45	585,48	10614	7041	78,49	312,70	13.343
Encontro	84,79	584,30	10174,76	6801,6	75,91	302,57	12.904
	5.468	35.967	656.216	419.930	4.842	19.300	823.116

As tabelas, a seguir, quantificam o volume de concreto, área de fôrma, peso de armaduras para as transversinas e passagens de emergência.



	Transversinas			Passagem de emergência		
	Concreto	Forma	Aço	Concreto	Forma	Aço
P3						
P4	4,58	18,48	550	15,69	331,25	942
P5	4,58	18,48	550	15,88	335,31	953
P6	4,58	18,48	550	15,89	335,41	953
P7	4,58	18,48	550	15,89	335,39	953
P8	4,58	18,48	550	15,88	335,29	953
P9	4,58	18,48	550	15,66	330,61	940
P10	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P11	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P12	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P13	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P14	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P15	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P16	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P17	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P18	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P19	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P20	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P21	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P22	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P23	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P24	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P25	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P26	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P27	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P28	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P29	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P30	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P31	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P32	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P33	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P34	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P35	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P36	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P37	4,58	18,48	550	20,30	428,40	1218
P38	4,58	18,48	550	-	-	-
P39	4,58	18,48	550	-	-	-
P40	4,58	18,48	550	-	-	-
P41	4,58	18,48	550	-	-	-
P42	4,58	18,48	550	-	-	-
P43	4,58	18,48	550	-	-	-
P44	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P45	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P46	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P47	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P48	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P49	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P50	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P51	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P52	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P53	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P54	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P55	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421



P56	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P57	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P58	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P59	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P60	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P61	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P62	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P63	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P64	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P65	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
P66	4,58	18,48	550	23,68	499,80	1421
Encontro	4,58	18,48	458	22,90	483,38	1374
	293	1.183	35.094	1.322	27.905	79.318

- Serviços complementares

- Aparelhos de apoio de neoprene fretado:

$$V = (4 \times 7 \times 0,58) \times 4 \times 64 \text{ vãos} = 4157,44 \text{ dm}^3$$

- Junta elástica tipo Jeene JJ3540 VV ou similar:

$$L = 9,75 \times 2 \times 64 = 1248 \text{ m}$$

- Guarda-corpo metálico:

$$L = 2.160 \times 2 = 4.320 \text{ m}$$

a.2) Memória de cálculo dos quantitativos do Elevado – Projeto ajustado – Cenário 2

Para o Cenário 2 serão ajustados os quantitativos relativos às estacas escavadas e aos pilares, onde foram previstas quantidades insuficientes.

Nesse cenário, será considerado que não há rocha imediatamente abaixo da cota de paralisação das sondagens à percussão, ou seja, os comprimentos das estacas serão estimados para mobilizar a carga atuante totalmente em solo, extrapolando as características das camadas de solo apresentadas nas sondagens.



Será ainda ajustada a quantidade de juntas elásticas, considerando que as mesmas serão entre balanços de lajes que avançarão sobre as travessas, e não posicionadas entre as lajes e as faces das travessas.

- Mesoestrutura

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar padrão (P3 a P5, P7 a P37 e P44 a P66):

$$V = \frac{\pi \times 2,5^2}{4} = 4,909 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P6:

$$V = \frac{\pi \times 1,7^2}{4} = 2,270 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P38, P40, P41 e P43:

$$V = \frac{\pi \times 2,5^2}{4} + 1,0 \times 2,5 = 7,409 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume de concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa para um metro do pilar P39 e P42:

$$V = 2,60 \times 0,40 \times 2 + 1,75 \times 0,4 = 2,78 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar padrão (P3 a P5, P7 a P37 e P44 a P66):

$$A = \pi \times 2,5 = 7,854 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar P6:



$$A = \pi \times 1,7 = 5,341 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar P38, P40, P41 e P43:

$$A = \pi \times 2,5 + 1,0 \times 2 = 9,854 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Área de fôrma para um metro do pilar P39 e P42:

$$A = 2,6 \times 2 + 2,2 \times 2 + 1,75 \times 2 + 0,4 \times 4 = 14,7 \text{ m}^2/\text{m}$$

As taxas de armadura utilizadas para os pilares serão referentes a 73 \varnothing 25 mm, equivalente a \varnothing 25 a cada 10 cm, e estribos de 10 mm a cada 20 cm, conforme o dimensionamento indicou, já contando emendas.

Para contabilizar a armadura de engastamento no bloco e na travessa, o aço foi calculado para uma estaca equivalente 3,40 m maior que o pilar projetado.

As tabelas, a seguir, quantificam o volume de concreto, a fôrma e a armadura para os pilares.



	H _{pilar} (m)	Pilar							
		Concreto	Forma	Aço					
P3	6,94	34,07	54,51	3878	P36	10,53	51,69	82,70	5224
P4	7,32	35,93	57,49	4020	P37	10,1	49,58	79,33	5062
P5	7,69	37,75	60,40	4159	P38	10,03	74,31	98,84	5036
P6	8,32	37,77	88,87	4395	P39	9,99	27,77	146,85	5021
P7	8,95	43,94	70,29	4631	P40	9,87	73,13	97,26	4976
P8	8,84	43,40	69,43	4590	P41	9,66	71,57	95,19	4897
P9	8,74	42,90	68,64	4553	P42	9,5	26,41	139,65	4838
P10	8,88	43,59	69,74	4605	P43	9,32	69,05	91,84	4770
P11	8,98	44,08	70,53	4643	P44	9,03	44,33	66,90	4661
P12	8,78	43,10	68,96	4567	P45	8,73	42,86	64,68	4549
P13	8,42	41,33	66,13	4433	P46	8,48	41,63	62,83	4455
P14	7,82	38,39	61,42	4207	P47	8,25	40,50	61,12	4369
P15	7,31	35,88	57,41	4016	P48	8,07	39,62	59,79	4301
P16	7,04	34,56	55,29	3915	P49	7,95	39,03	58,90	4256
P17	7,05	34,61	55,37	3919	P50	7,82	38,39	57,94	4207
P18	7,24	35,54	56,86	3990	P51	7,74	38,00	57,35	4178
P19	7,56	37,11	59,38	4110	P52	7,58	37,21	56,16	4117
P20	7,97	39,12	62,60	4264	P53	7,37	36,18	54,60	4039
P21	8,3	40,74	65,19	4387	P54	7,56	37,11	56,01	4110
P22	8,54	41,92	67,07	4477	P55	8,05	39,52	59,64	4294
P23	8,87	43,54	69,66	4601	P56	8,44	41,43	62,53	4440
P24	9,12	44,77	71,63	4695	P57	8,75	42,95	64,83	4556
P25	9,57	46,98	75,16	4864	P58	8,6	42,22	63,72	4500
P26	10,02	49,19	78,70	5032	P59	8,81	43,25	65,27	4579
P27	10,61	52,08	83,33	5254	P60	8,28	40,65	61,35	4380
P28	11,11	54,54	87,26	5441	P61	7,72	37,90	57,20	4170
P29	11,56	56,75	90,79	5610	P62	7,61	37,36	56,38	4129
P30	11,86	58,22	93,15	5722	P63	6,844	33,60	50,71	3842
P31	12,13	59,55	95,27	5824	P64	5,4	26,51	40,01	3300
P32	12,13	59,55	95,27	5824	P65	4,08	20,03	30,23	2805
P33	11,94	58,61	93,78	5752	P66	4,2	20,62	31,12	2850
P34	11,3	55,47	88,75	5512	Encontro	2,01			
P35	11,07	54,34	86,94	5426			2.784	4.526	290.229

- Serviços complementares

- Junta elástica tipo Jeene JJ3540 VV ou similar:

$$L = 9,75 \times (64 + 1) = 634 \text{ m}$$



a.3) Memória de cálculo dos quantitativos do Elevado – Projeto ajustado – Cenário 3

O Cenário 3 será semelhante ao Cenário 2, no entanto, considerando que logo abaixo da camada onde as sondagens à percussão foram interrompidas, haverá rocha. Tal consideração diz respeito apenas ao dimensionamento das fundações, e não influenciará diretamente no dimensionamento da superestrutura.

b) Estação Terminal CIC-Sul

A solução em estrutura convencional não é a mais indicada para os grandes vãos explorados pelo projeto arquitetônico, tanto por conta do gasto de materiais, quanto por conta da estética do ambiente, já que implicará em vigas muito altas.

Por conta dos trechos curvos da edificação, foi estudada uma concepção mista, com trechos em estrutura convencional, e trechos com “lajes cogumelo”, ou seja, laje maciça plana apoiada em capitéis, que por sua vez, se apoiam nos pilares. Os pilares foram mantidos na mesma posição, apenas sendo redimensionados, de forma a atender ao projeto arquitetônico com um consumo de materiais mais eficiente.

A solução em lajes cogumelo permitirá um ganho arquitetônico muito grande e permitirá à arquitetura, uma boa liberdade para a criação, já que é uma solução sem vigas.

Financeiramente falando, ela se mostrará competitiva com a estrutura convencional, para vãos do porte dos presentes nessa estação, e dará uma agilidade muito grande na montagem das fôrmas e das armaduras. Portanto, buscou-se utilizar essa concepção na maior parte do projeto da estação, deixando vigas apenas onde houvesse uma concentração de cargas, como elevadores e escadas.



Os pilares foram redimensionados, de forma a haver uma homogeneização das tensões atuantes em cada um deles, mitigando, assim, os efeitos da redistribuição de cargas por conta do processo construtivo.

O redimensionamento também serviu para que tivessem uma resistência mais eficiente, com o menor gasto de material.

Os desenhos apresentados adiante no item 3.2.6.4.4 - Peças Gráficas, ilustram as alterações sugeridas.

3.2.6.4.3. Considerações Finais

Com exceção da seção dos pilares, que deverão ser redimensionados, o projeto básico do Elevado apresenta soluções com peças de dimensões compatíveis às solicitações a que estarão sujeitas e adequadas.

No entanto, a análise das planilhas de quantitativos indicam que o levantamento inicial havia sido insuficiente em diversos itens, desde as fundações, até à armadura ativa das vigas, onde foi indicada na memória de cálculo uma quantidade correta de cordoalhas e foi levantado um quantitativo diferente na planilha, assim como as ancoragens.

O projeto básico da Estação do Terminal CIC-Sul também apresenta soluções coerentes que garantem a estabilidade da estrutura. Contudo, o redimensionamento dos pilares e da fundação e a utilização de vigas e lajes mais coerentes com o tipo de estrutura otimizaram o gasto de materiais na planilha de quantidades.

A utilização de lajes cogumelo, nos trechos com estrutura modular e grandes vãos, também influenciou na redução dos gastos de materiais, e principalmente no custos com mão-de-obra e na redução do tempo de obra.



A solução para a fundação NATM não permitirá muitas variações em sua concepção, já que é composta, em sua maioria, por trechos de escavações, interligados uns com os outros.

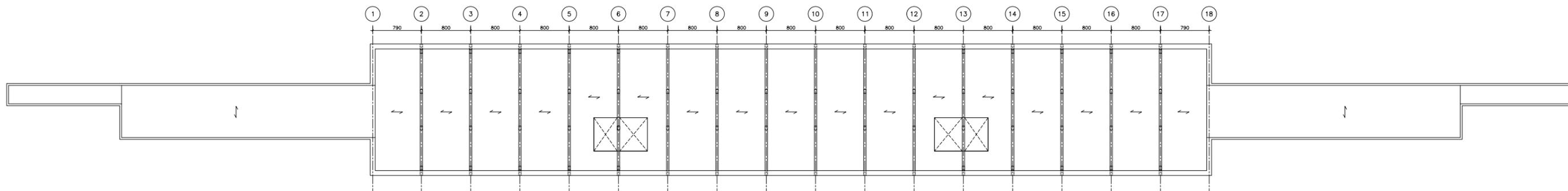
Contudo, nas estações executadas pelo processo cut and cover, também estudamos a alteração do tipo de laje utilizada: ao invés da utilização de lajes pré-fabricadas, podemos utilizar lajes planas protendidas com cordoalhas engraxadas.

Tais lajes se mostram bastante eficientes e econômicas para os vãos e simetria do projeto arquitetônico, embora não apresentem as caráter de produção em massa.

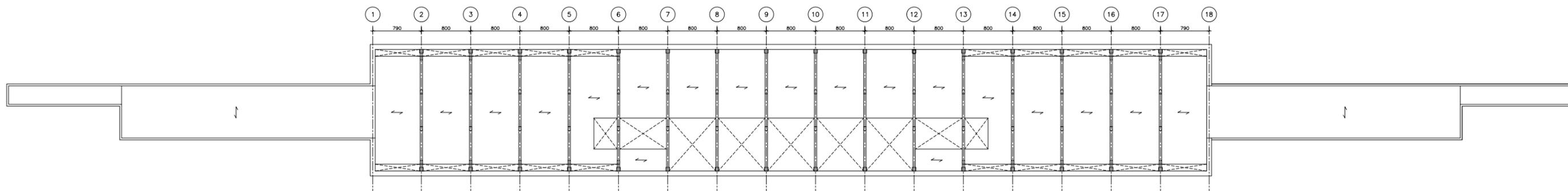
3.2.6.4.4. Peças Gráficas

A seguir, estão apresentadas as Peças Gráficas elaboradas.

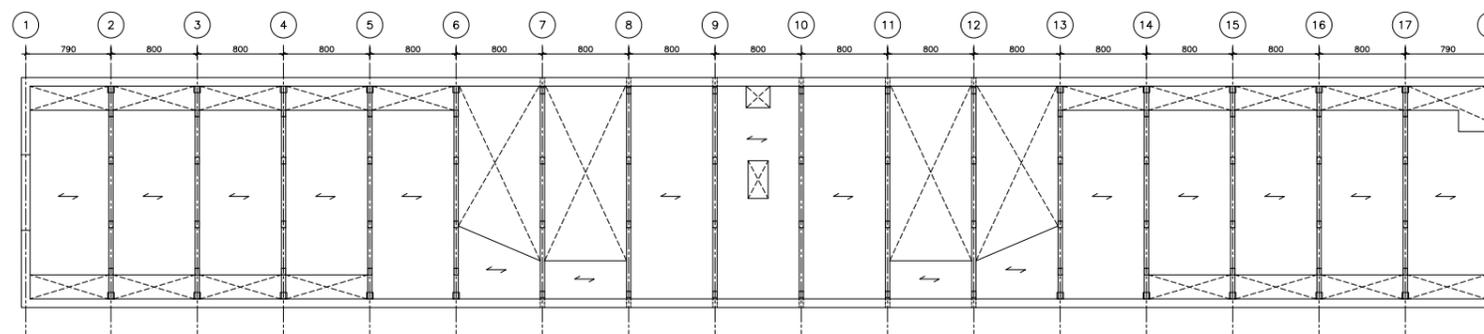
TETO DO 1° SUBSOLO
ESCALA=1:200



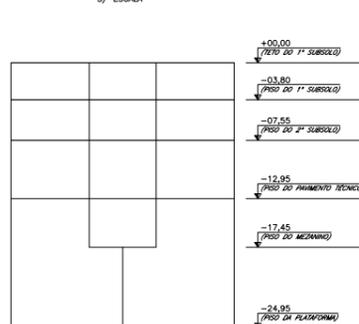
PISO DO 1° SUBSOLO
ESCALA=1:200



PISO DO 2° SUBSOLO
ESCALA=1:200



CORTE ESQUEMÁTICO
S/ ESCALA

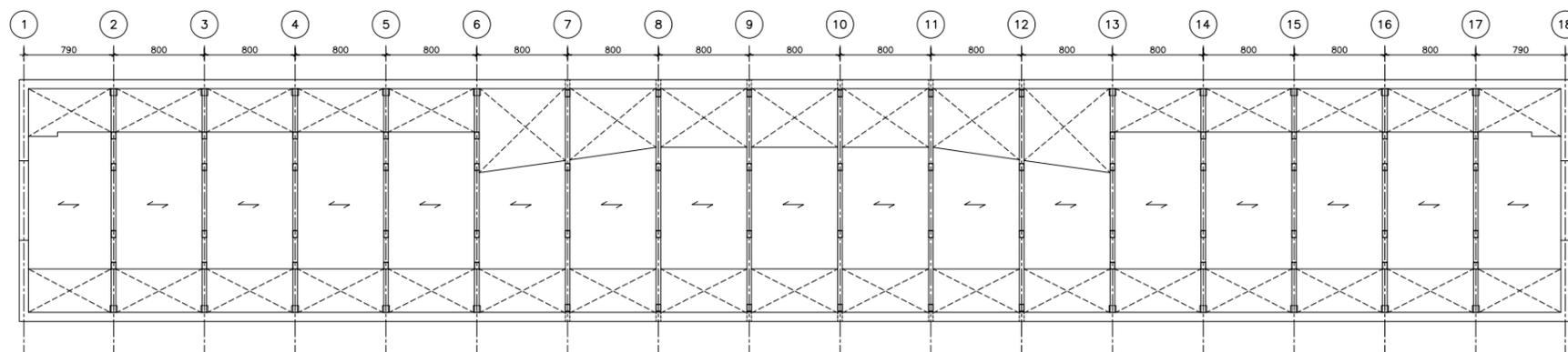


- NOTAS:
1. DIMENSÕES EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO (CONFERIR MEDIDAS NO LOCAL)
 2. RESISTÊNCIA DO CONCRETO E FATOR AGUA/CEMENTO
 3. ESTRUTURAL: $f_{ck} 30MPa$ - FATOR A/C < 0,55
 4. SIMPLES: $f_{ck} 15MPa$ - FATOR A/C < 0,50
 5. CLASSE DE AGRESSIVIDADE - II (MODERADA)
 6. ARMADURA PARA CONCRETO: AÇO CA-50
 7. ESTRUTURA METÁLICA: AÇO ASTM A-36
 8. CORTEAMENTO DAS ARMADURAS:
 - VIAS C=4,0m
 - PLARES C=4,0m
 - LAJES INFERIOR C=4,0m
 - LAJES SUPERIOR C=2,0m
 9. TODOS OS ENCONTROS VIGA/PILAR NÃO COTADOS SÃO DE FACE OU DE EIXO
 10. SOBRECARGA PREVISTA:
 - SOBRECARGA PERMANENTE = 100 kgf/m²
 - SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO = 500 kgf/m²
 11. LAJES PRE-FABRICADAS DO TIPO ALVEOLAR COM ALTURA TOTAL DE 20cm PARA A CARGA PREVISTA

REV.	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	ES	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
PRJ. OS-VEGA		ENR DELFIN VASQUES F. FILHO CREA-PR Nº 5383/D			
APROV. EDUARDO SEMAS					
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA					
TÍTULO: FÔRMA DA ESTAÇÃO PROFUNDA - CUT AND COVER					
PROJETO BÁSICO					
PISO E TETO DO 1° SUBSOLO E PISO DO 2° SUBSOLO					
PRJ.	OS-VEGA	EXEC.	ENR	VERIF.	FOLHA:
APROV.	EDUARDO SEMAS	ESCALA	1:200	DATA	26/07/2013
					01_00

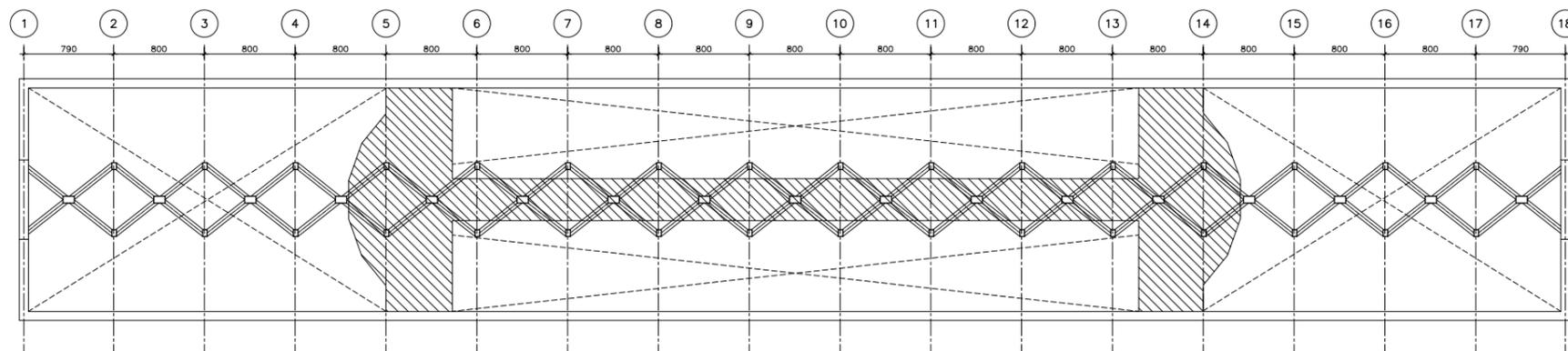
PISO DO PAVIMENTO TÉCNICO

ESCALA=1:200



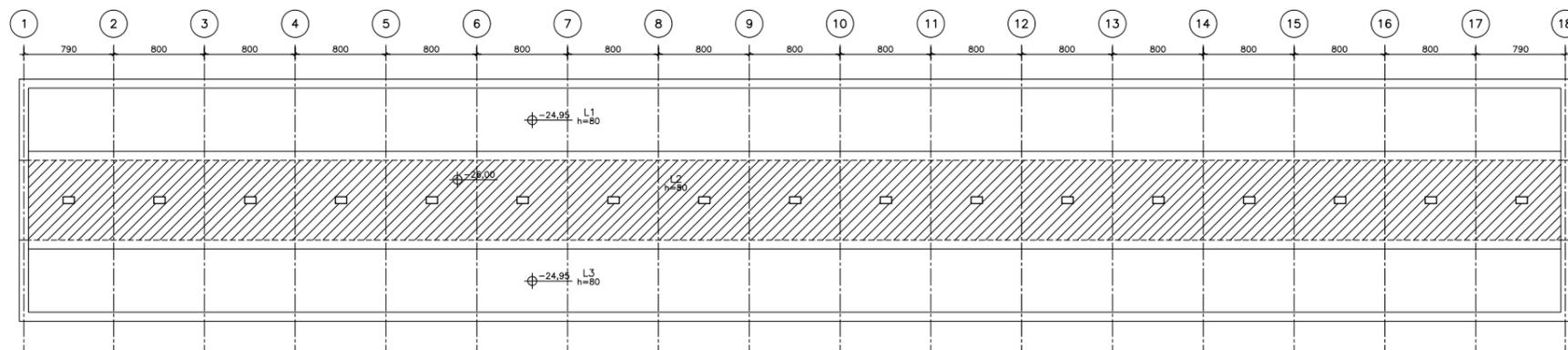
PISO DO MEZANINO

ESCALA=1:200



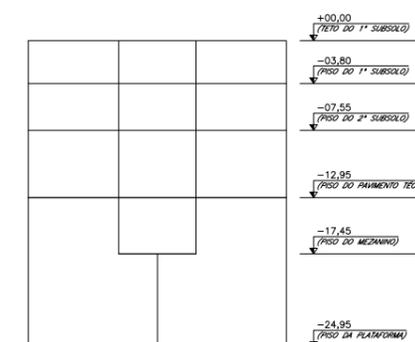
PISO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE

ESCALA=1:200



CORTE ESQUEMÁTICO

5/ ESCALA



NOTAS :

- 1_ DIMENSÕES EM CENTÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO (CONFERIR MEDIDAS NO LOCAL)
- 2_ RESISTÊNCIA DO CONCRETO E FATOR AGUA/CEMENTO
 { ESTRUTURAL: $f_{cd} \geq 30MPa$ - FATOR A/C < 0,35
 { SIMPLIS: $f_{cd} \geq 15MPa$ - FATOR A/C < 0,60
- 3_ CLASSE DE AGRESSIVIDADE = II (MODERADA)
- 4_ ARMADURA PARA CONCRETO: AÇO CA-50
- 5_ ESTRUTURA METÁLICA: AÇO ASTM A-36
- 6_ COBRIMENTO DAS ARMADURAS:
 { VIGAS C=4,0cm
 { PILARES C=4,0cm
 { LAJES INFERIOR C=4,0cm
 { LAJES SUPERIOR C=2,0cm
- 7_ TODOS OS ENCONTROS VIGA/PILAR NÃO COTADOS SÃO DE FACE OU DE EIXO
- 8_ SOBRECARGA PREVISTA:
 { SOBRECARGA PERMANENTE = 100 kgf/m²
 { SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO = 500 kgf/m²
- 9_ LAJES PRÉ-FABRICADAS DO TIPO ALVEDLAR COM ALTURA TOTAL DE 20cm PARA A CARGA PREVISTA

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMIÇÃO INICIAL	26/07	RGE	ES	ES

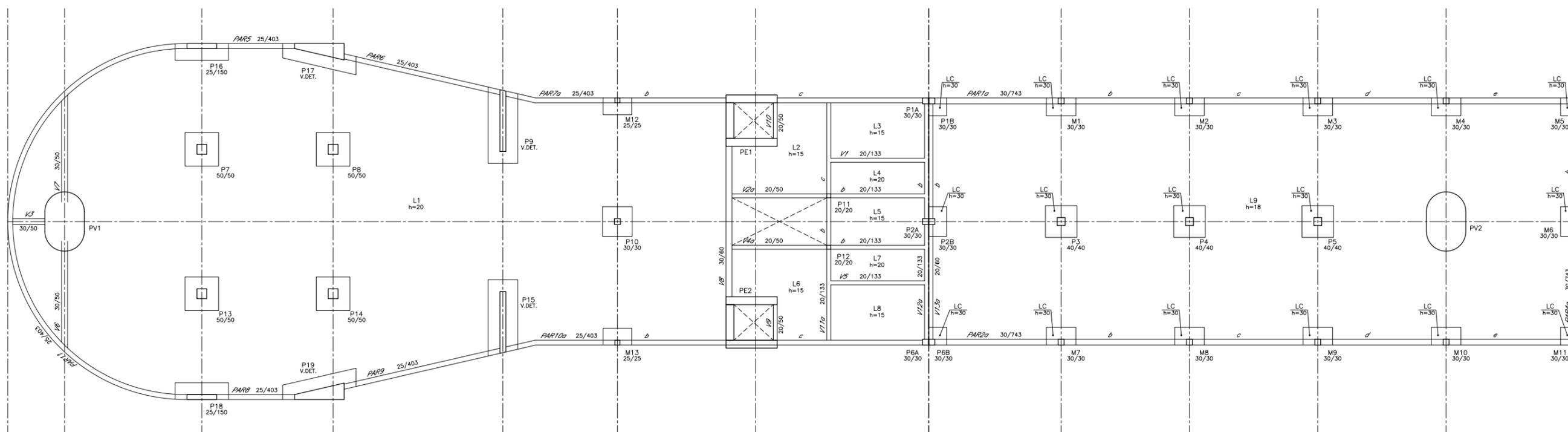
Nº VISA: _____
 CONTRATO: _____
 ENGRº DELFIN VASQUES F. FILHO
 CREA-PR Nº 5383/D



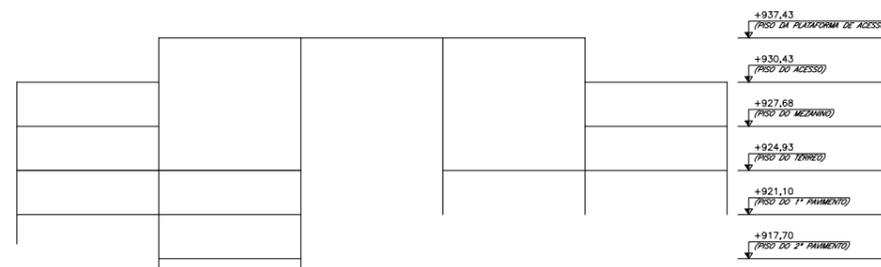
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA

TÍTULO: FÔRMA DA ESTAÇÃO PROFUNDA - CUT AND COVER
 PROJETO BÁSICO
 PISO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE PISO DO MEZANINO E PISO DO PAV. TÉCNICO

PROJ.	EGS-VEGA	EXEL.	RGE ENGENHARIA	VERIF.	EDUARDO SEXAS	FOLHA:	02_00
APROV.	EDUARDO SEXAS	ESCALA	1:200	DATA	26/07/2013		



CORTE ESQUEMÁTICO
ESCALA=1:75



REV.	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
0	DESCRITÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

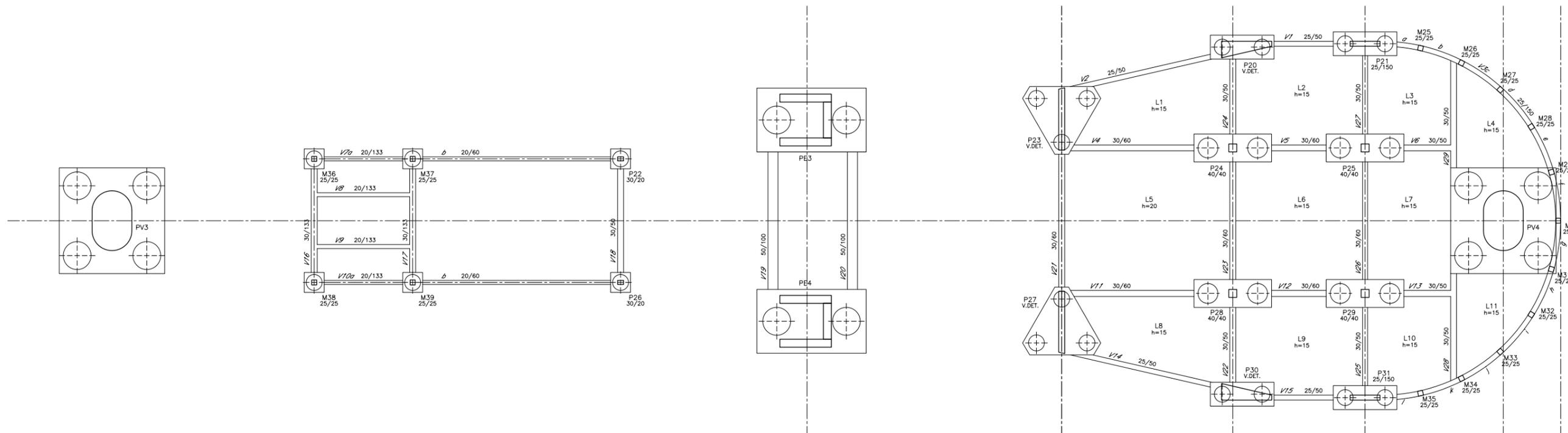
N.º VEGA: EN.º OLÍM VASQUES F. FILHO
CONTRATO: CREA-PR Nº 5383/D

egis vega
ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.

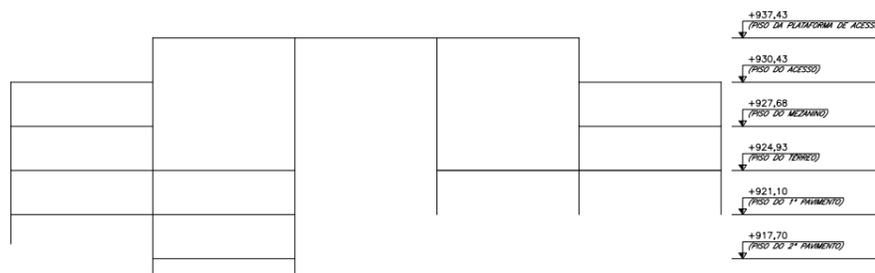
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA

TÍTULO: FÓRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL
PROJETO BÁSICO
FÓRMA DO NÍVEL +924.93 - FOLHA 12

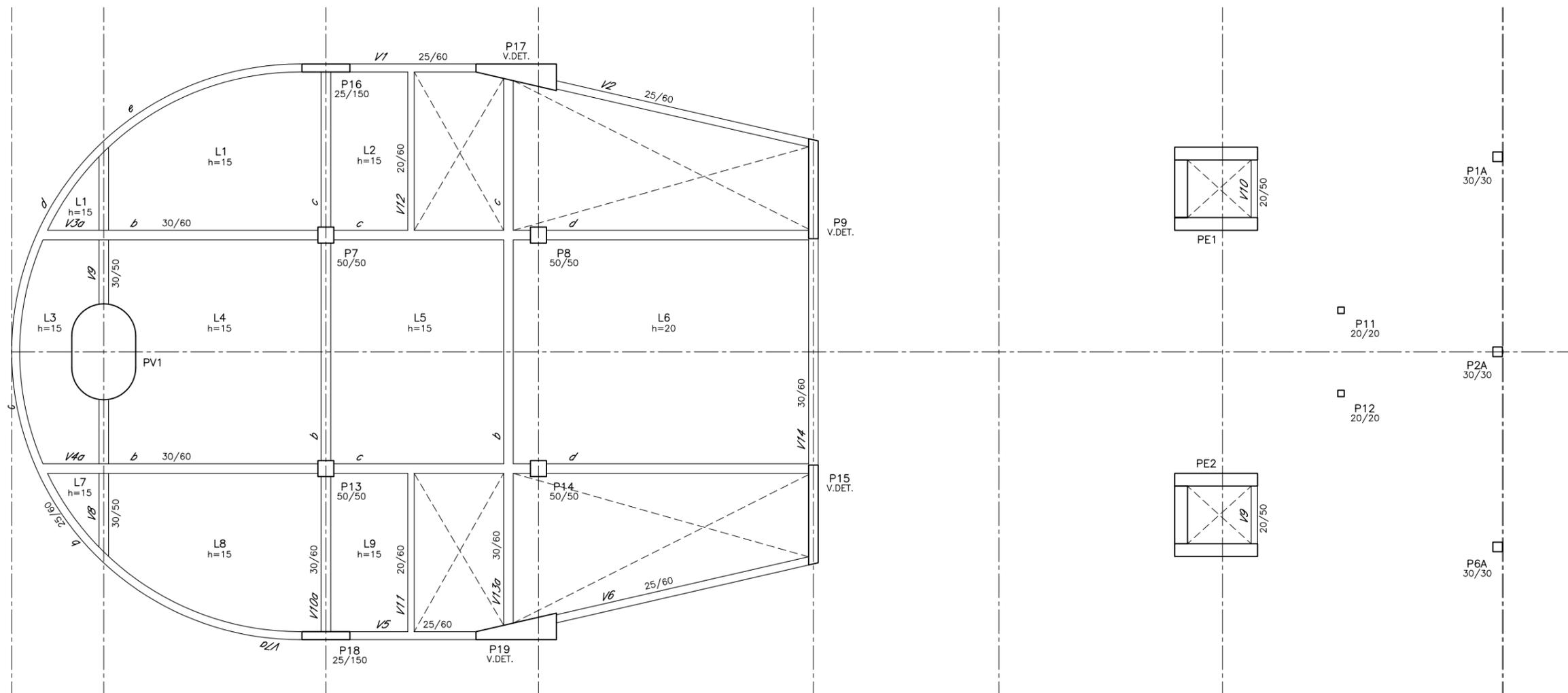
PROJ. EGIS-VEGA	EXEC. BGE ENGENHARIA	VERIF. GUSTAVO FONTES	FOLHA: 03_00
APROV. EDUARDO SEIXAS	ESCALA 1:75	DATA 26/07/2013	



CORTE ESQUEMÁTICO
ESCALA=1:75

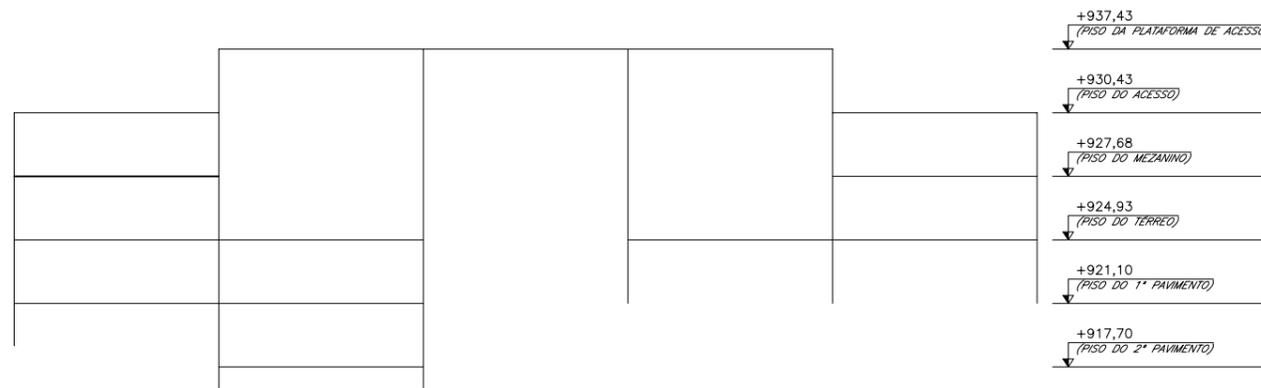


REV.	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
0	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
Nº VEGA	ENR OSELM VASQUES F. FILHO				
CONTRATO:	CREA-PR Nº 5383/D				
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA PROJETO BÁSICO FÓRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL FÓRMA DO NÍVEL +924.93 - FOLHA 2/2					
PROJ.	EGIS-VEGA	EXEC.	BGE ENGENHARIA	VERIF.	GUSTAVO FONTES
APROV.	EDUARDO SEIXAS	ESCALA	1:75	DATA	26/07/2013
FOLHA:	04_00				

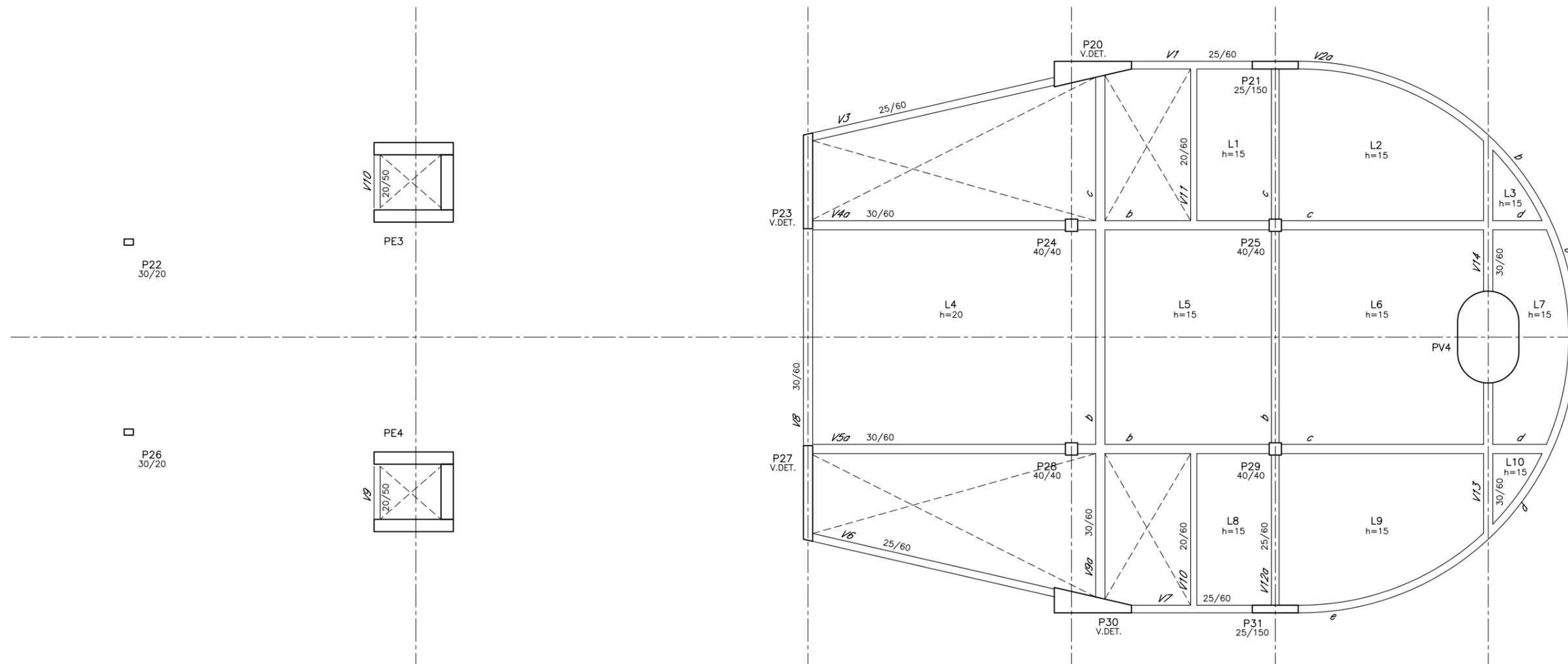


CORTE ESQUEMÁTICO

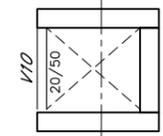
ESCALA=1:75



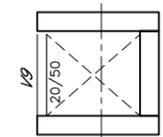
00	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
Nº VEGA: CONTRATO:		ENQº DELFIM VASQUES F. FILHO CREA-PR Nº 5383/D			
					
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA					
TÍTULO: FÔRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL PROJETO BÁSICO FÔRMA DO NÍVEL +927,68 - FOLHA 1/2					
PROJ. EGIS-VEGA	EXEC. BGE ENGENHARIA	VERIF. GUSTAVO FONTES	FOLHA: 05_00		
APROV. EDUARDO SEIXAS	ESCALA 1/75	DATA 26/07/13			



P22
30/20

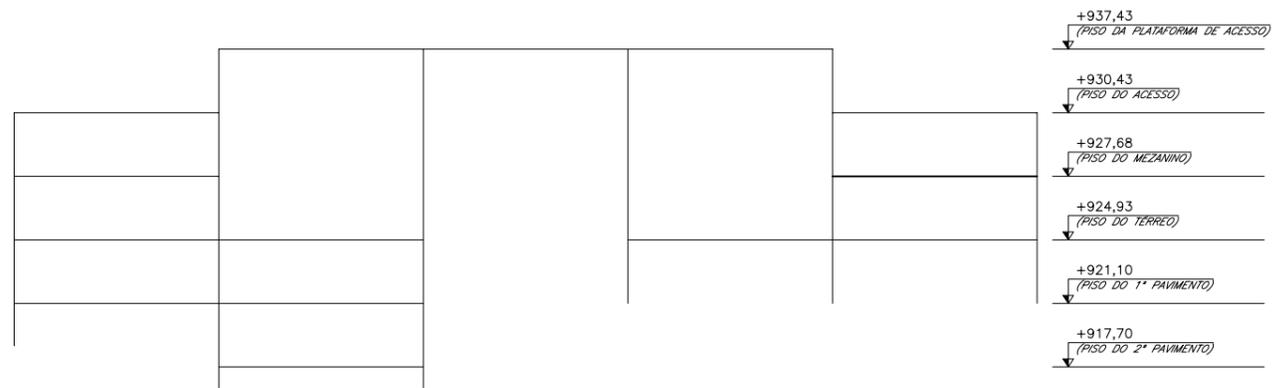


P26
30/20

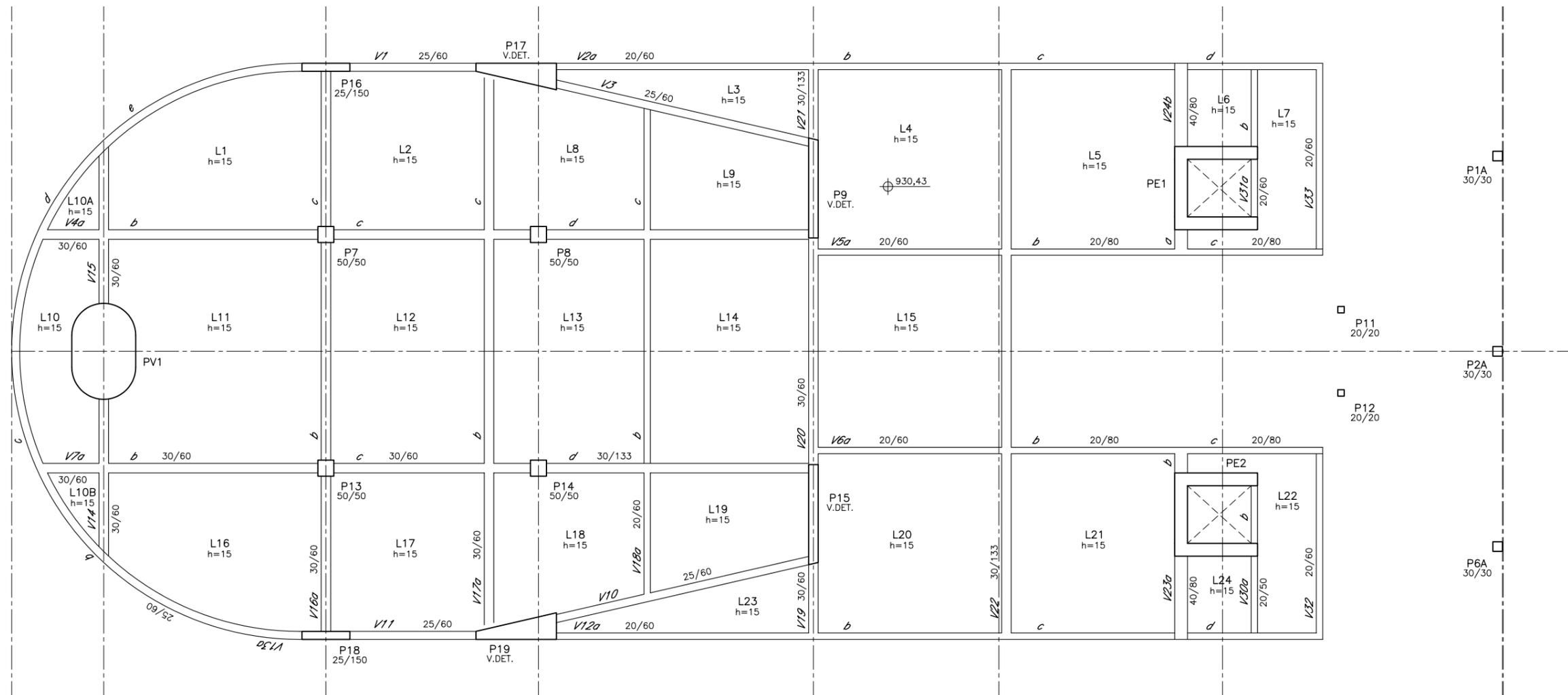


CORTE ESQUEMÁTICO

ESCALA=1:75

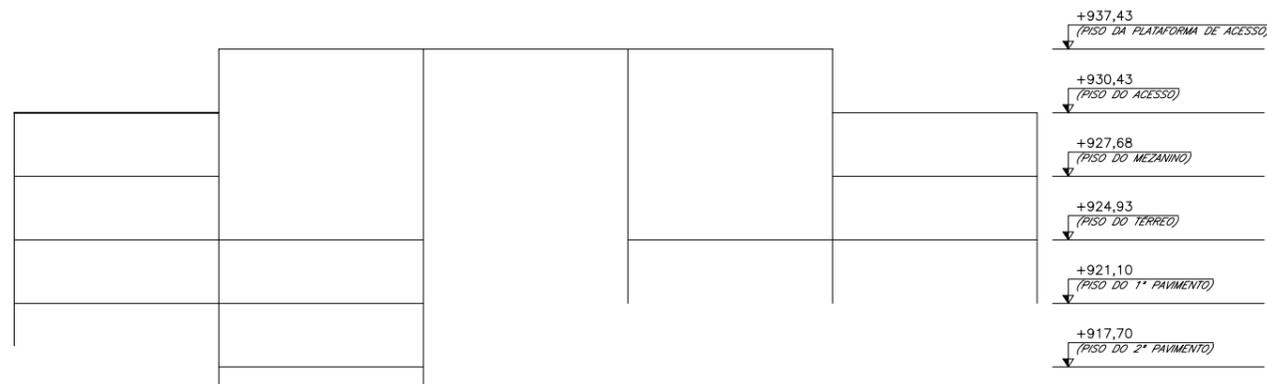


00	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
Nº VEGA:		ENQ. DELFIM VASQUES F. FILHO			
CONTRATO:		CREA-PR Nº 5383/D			
READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA					
TÍTULO: FÔRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL PROJETO BÁSICO FÔRMA DO NÍVEL +927,68 - FOLHA 2/2					
PROJ.	EGIS-VEGA	EXEC.	BGE ENGENHARIA	VERIF.	GUSTAVO FONTES
APROV.	EDUARDO SEIXAS	ESCALA	1/75	DATA	26/07/13
					FOLHA:
					06_00



CORTE ESQUEMÁTICO

ESCALA=1:75



00	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

Nº VEGA: _____
 CONTRATO: _____

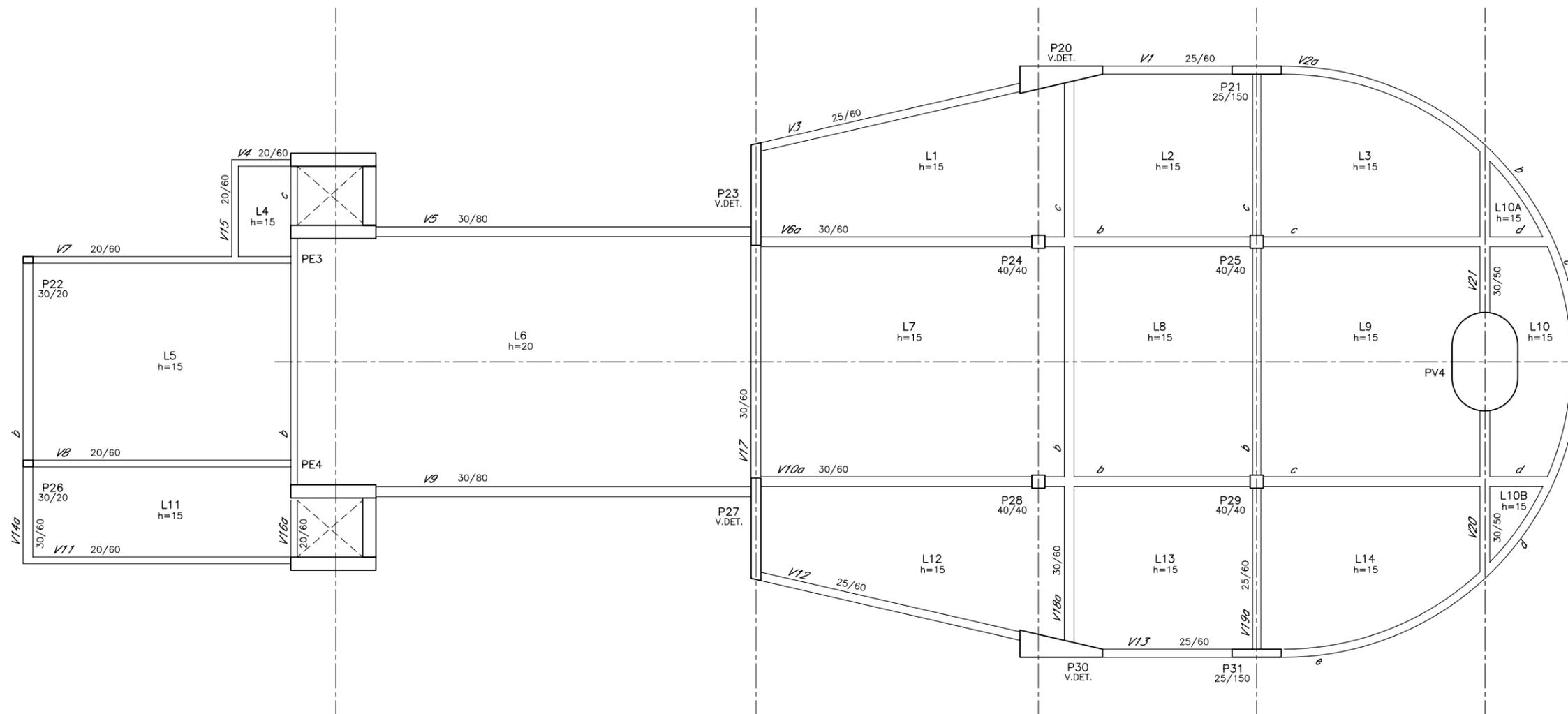
ENQº DELFIM VASQUES F. FILHO
 CREA-PR Nº 5383/D



READEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA

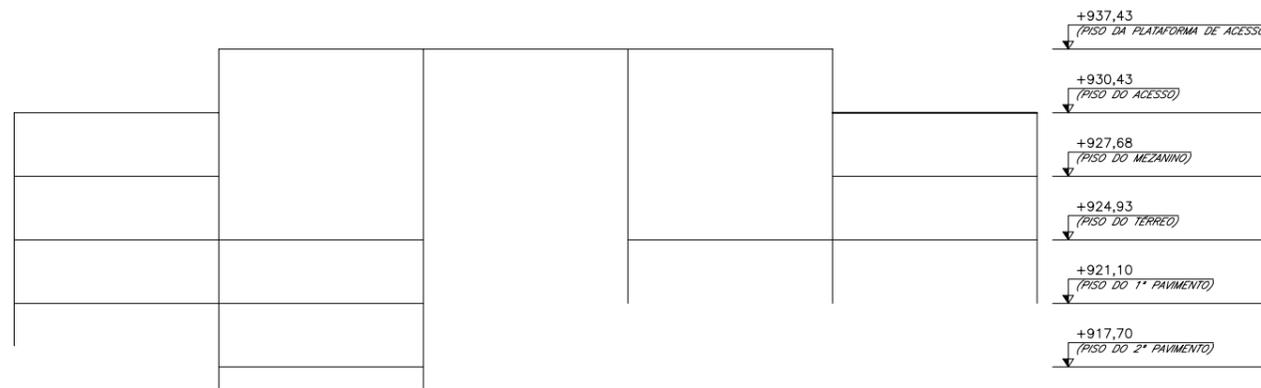
TÍTULO:
FÔRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL
 PROJETO BÁSICO
 FÔRMA DO NÍVEL +930,43 - FOLHA 1/2

PROJ. EGIS-VEGA	EXEC. BGE ENGENHARIA	VERIF. GUSTAVO FONTES	FOLHA: 07_00
APROV. EDUARDO SEIXAS	ESCALA 1/75	DATA 26/07/13	



CORTE ESQUEMÁTICO

ESCALA=1:75



00	EMISSÃO INICIAL	26/07	BGE	GF	ES
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
Nº VEGA: CONTRATO:		ENQº DELFIM VASQUES F. FILHO CREA-PR Nº 5383/D			
 		ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.			
RADEQUAÇÃO DO PROJETO DA LINHA AZUL DO METRÔ DE CURITIBA					
TÍTULO: FÔRMA DA ESTAÇÃO DO TERMINAL CIC-SUL PROJETO BÁSICO FÔRMA DO NÍVEL +930,43 - FOLHA 2/2					
PROJ. EGIS-VEGA	EXEC. BGE ENGENHARIA	VERIF. GUSTAVO FONTES	FOLHA: 08_00		
APROV. EDUARDO SEIXAS	ESCALA 1/75	DATA 26/07/13			