

Projeto Estrutural de um Edifício em Betão

Armado

Luís Manuel Cardoso da Cruz

“Projeto apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto para
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no Ramo de Estruturas”

Orientadora

Eng^a Isabel Teles

Novembro 2013

Agradecimentos

Ao longo do ano letivo 2012/13, durante a realização da disciplina de DIPRE (Dissertação/ Projeto/ Estágio), foi-me possível contar com o incansável apoio de diversas pessoas, nomeadamente:

- Exma. Engenheira Isabel Teles, que no âmbito de minha orientadora, desempenhou um papel excecional, estando sempre disponível para dúvidas e conselhos acerca de decisões futuras;
- Exmo. Engenheiro Diogo Ribeiro, que se mostrou sempre disponível para ajudar e estabelecer contactos numa fase em que o projeto poderia ter tomado outro rumo;
- Gabinete de Arquitetura NSEO, mais propriamente ao Sr. Arquiteto Manuel Varela e a Sr^a. Arquiteta Sílvia Novo pela cedência do projeto de arquitetura;
- Pais, irmã e amigos por todo o apoio moral dado ao longo deste período.

Resumo

O presente projeto foi elaborado no âmbito da disciplina de DIPRE (Dissertação/ Projeto/ Estágio) referente ao Mestrado em Engenharia Civil do Ramo de Estruturas, no decorrer do ano letivo de 2012/13.

A elaboração do projeto teve início em Dezembro, uma vez que até lá foi necessário escolher orientador, tema e projeto de arquitetura. Inicialmente os avanços foram reduzidos dado que foi necessário aprender a metodologia de uso de um programa de cálculo de raiz. A escolha do uso do programa TRICALC foi aconselhado pela Engenheira Isabel Teles, conselho esse que foi aceite com todo o gosto.

Com o presente trabalho demonstram-se algumas etapas no desenvolvimento de um projeto de estabilidade de um edifício com 14 pisos, desde a análise de projeto de arquitetura que serviu de base, à fase final de produção de peças desenhadas, passando pelo moroso processo de dimensionamento e otimização de elementos estruturais.

Palavras-chave

Estabilidade; Programa TRICALC; Estruturas.

Abstract

The current project was developed in regard of the discipline DIPRE (Dissertation / Project / Internship) for the Master of Civil Engineering Structures Branch, during the academic year 2012/13.

The drafting of the project began in December, because there was the need to choose a tutor, theme, and architectural project.

Initially, there weren't many advances since it was necessary to learn the methodology of using a calculation program from scratch.

The final choice of using the TRICALC program was advised by Engineer Isabel Teles, which was accepted with great pleasure, since it was a privilege to have the opportunity of learning its operation with a person who has the complete mastery in the field.

The project shows some steps of a stability project of a 14 floors building, since the architectural project analysis to the final phase of drawn elements. The project also gone through the slow process of pre-sizing and optimizing structural elements.

Keywords

Stability; TRICALC Software; Structures

Índice

Índice de figuras.....	XI
Índice de tabelas	XV
Índice de anexos.....	XVII
1 Introdução	23
2 Apresentação do projeto de arquitetura	25
3 Soluções Estruturais.....	29
3.1 Introdução.....	29
3.2 Lajes.....	30
3.2.1 Lajes Fungiformes.....	30
3.2.2 Lajes aligeiradas de vigotas	36
3.2.3 Opções escolhidas	37
4 Ferramenta de cálculo.....	41
5 Metodologia de elaboração de um projeto estrutural	43
5.1 Especificidades do edifício	43
5.2 Regulamentação utilizada	46
5.3 Materiais a utilizar.....	47
5.4 Dimensionamento de elementos estruturais sem recurso ao programa TRICALC.....	48
5.4.1 Lajes Aligeiradas de vigotas.....	48
5.4.2 Lajes Maciças.....	54
5.4.3 Lajes de varanda.....	55
5.4.4 Lajes de Escadas	57
5.5 Pré-dimensionamento.....	66
5.5.1 Vigas	67
5.5.2 Pilares	71
5.5.3 Estrutura metálica	73
6 Dimensionamento com o programa TRICALC.....	83
6.1 Modelação da estrutura.....	83
6.2 Ações horizontais atuantes no edifício	86

6.2.1	Ação do vento	86
6.2.2	Ação Sísmica	89
6.2.3	Análise de estruturas de edifícios sob ações horizontais.....	92
6.2.4	Muro de cave.....	93
6.3	Mobilidade da estrutura	95
6.4	Análise de resultados	97
6.4.1	Rearranjo das armaduras	98
6.4.2	Ações atuantes	102
6.4.3	Deformações	105
6.4.4	Ação sísmica	109
6.4.5	Peças desenhadas	115
7	Conclusão.....	117

Índice de figuras

Figura 1 - Alçado lateral esquerdo do edifício	26
Figura 2 - Corte transversal onde é visível o meio de acesso entre pisos.....	27
Figura 3 - Planta da cobertura não acessível e localização do corte transversal.....	27
Figura 4 - Trajetória das cargas em lajes maciças [3]	32
Figura 5 - Laje fungiforme maciça [4].....	32
Figura 6 - Laje fungiforme maciça com capitéis [5].....	33
Figura 7 - Laje fungiforme aligeirada com blocos perdidos [6]	34
Figura 8 - Laje fungiforme aligeirada com blocos perdidos [7]	34
Figura 9 - Laje fungiforme aligeirada de blocos recuperáveis [8]	35
Figura 10 - Trajetória das cargas em Lajes fungiformes aligeiradas [3]	35
Figura 11 - Secção transversal da zona aligeirada de uma laje fungiforme [9].....	36
Figura 12 - Modelo tipo de laje de vigotas pré-esforçadas [10].....	37
Figura 13 - Descrição do produto Fungileca [11]	38
Figura 14 - Opção escolhida [11].....	38
Figura 15 - ~Corte longitudinal tipo de uma laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas FAPREL.....	39
Figura 16 - Vigota FAPREL [12]	39
Figura 17 - Bloco de cofragem FAPREL [12]	39
Figura 18 - Zona de enchimento com recurso a betão leve	44
Figura 19 - Pormenor que condiciona a altura da viga.....	44
Figura 20 - Parte da planta de arquitetura cave 1	45
Figura 21 - Alteração da arquitetura da cave 1 devido a parede estrutural representada a roxo	46

Figura 22 - Interface do programa de cálculo automático de lajes aligeiradas de vigotas - FAPREL.....	49
Figura 23 - Interface do programa de cálculo automático de lajes aligeiradas de vigotas - FAPREL.....	50
Figura 24 - Laje aligeirada de vigotas LA1 vista em planta.....	50
Figura 25 - Esquema laje adotada [12]	51
Figura 26 - Laje maciça LM1 vista em planta.....	54
Figura 27 - Disposição de cargas em lajes de varanda	56
Figura 28 - Esquema tipo das cargas atuantes	58
Figura 29 - Planta de arquitetura das escadas LE1 e LE2 e Planta estrutural	61
Figura 30- lanço de arranque LE1	61
Figura 31-Armadura na zona de arranque.....	62
Figura 32 - Planta de arquitetura e planta estrutural LE3 e LE4.....	63
Figura 33 - Armadura de suporte.....	63
Figura 34- Planta arquitetónica e estrutural LE7, LE8/LE12 e LE9	64
Figura 35 - Cargas atuantes em LE7 e respetivas reações	64
Figura 36 – Carga relativa a LE7 em LE8.....	64
Figura 37 - Carga relativa a LE7 em LE9 e LE12	65
Figura 38 - Condições de apoio mais económica tendo em conta a disposição das lajes	66
Figura 39 - Solução adotada.....	66
Figura 40 - Caso geral de descarga de lajes em vigas.....	68
Figura 41 - Caso geral de cálculo do esforço transversal.....	69
Figura 42 - Extrato da planta estrutural.....	69
Figura 43 - Esquema elucidativo das cargas provenientes das vigas para os pilares.....	71
Figura 44 - Disposição dos perfis metálicos na planta do piso recuado	73

Figura 45 - Comprimentos de encurvadura [13].....	76
Figura 46 - Figura 6.4 da NP EN 1993-1-1 referente a curvas de encurvadura	77
Figura 47 - Esquema de ligação do perfil metálico à viga (Hilti PROFIS Anchor 2.4.3) ...	81
Figura 48 - Ligador Hilti HST.....	82
Figura 49 – Planta de arquitetura em formato DWG associada ao programa.....	83
Figura 50 - Estrutura TRICALC	84
Figura 51 - Introdução de cargas em lajes aligeiradas.....	85
Figura 52 - Estrutura modelada.....	86
Figura 53 - valor característico da pressão dinâmica do vento (Art. 24º - RSA).....	87
Figura 54 - Coeficiente de pressões na direção XX e ZZ.....	88
Figura 55 - Esquema tridimensional da variação da ação do vento consoante a altura.....	88
Figura 56 - Ação do vento nas fachadas.....	89
Figura 57 - Espectros de resposta consoante o coeficiente de amortecimento.....	91
Figura 58 - Introdução de dados sobre o edifício relativo à ação sísmica	92
Figura 59 - Deslocamentos horizontais relativos entre pisos [14].....	92
Figura 60 - Esquema interação terreno/muro de cave	94
Figura 61 - Ação das cargas no muro.....	94
Figura 62 - Introdução de dados sobre o terreno atuante no muro de cave	95
Figura 63 - Mobilidade da estrutura.....	97
Figura 64 - Planta estrutural cave -3	98
Figura 65 - Pilar P19 armado pelo programa	99
Figura 66 - Coeficiente de aproveitamento do pilar P16 com armadura atribuída pelo programa.....	99
Figura 67 - Alteração da armadura do pilar P16.....	100
Figura 68 - Coeficiente de aproveitamento do pilar P16 pós rearranjo das armaduras....	100

Figura 69 - Planta do piso recuado	101
Figura 70 - Solução de armadura sugerida pelo programa	101
Figura 71 - Tramo 1 da viga do pórtico 4	102
Figura 72 - Planta do piso 9.....	103
Figura 73 - Diagrama dos momentos fletores – Cargas permanentes	103
Figura 74 - Diagrama dos momentos fletores – Sobrecarga	104
Figura 75 - Diagrama de momentos fletores – Vento.....	104
Figura 76 - Diagrama de momentos fletores – Sismo.....	104
Figura 77 - Diagrama de momentos - Envolvente de esforços.....	105
Figura 78 - Deformada global do edifício.....	106
Figura 79 - Zona de deslocamento máximo - cave -2.....	106
Figura 80 - Nervuras de reforço na zona de deformação máxima.....	107
Figura 81 - Deformada do piso recuado.....	108
Figura 82 - Deformada relativa	109
Figura 83 - Distância entre CM e CR	110
Figura 84 - Localização do CM e CR no plano da cobertura	110
Figura 85 - Deslocamentos rotacionais do plano da cobertura	111
Figura 86 - Localização do CM e CR no plano do piso recuado.....	111
Figura 87 - Deslocamentos rotacionais no plano do piso recuado.....	112
Figura 88 - Localização do CM e CR no plano do piso 9.....	112
Figura 89 - Deslocamentos rotacionais no plano do piso 9.....	113
Figura 90 - Nó em análise	113

Índice de tabelas

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens do aço como solução estrutural.....	30
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens de lajes fungiformes	31
Tabela 3-Lajes fungiformes - Relação entre vão e esbelteza [2]	31
Tabela 4 - Propriedades do betão C30/37	47
Tabela 5 - Características do aço S500.....	48
Tabela 6 - Características 2V5-BN40X24-28	52
Tabela 7 - Armaduras das lajes de escadas.....	60
Tabela 8 – Relação λ com ω	72
Tabela 9 - Esforços transmitidos aos pilares metálicos	74
Tabela 10 - Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1 "limites máximos das relações largura espessura para componentes comprimidos".....	75
Tabela 11- Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1.....	75
Tabela 12 - Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1.....	77
Tabela 13 - Quadro 6.2 da NP EN 1993-1-1 "Escolha da curva de encurvadura em função da secção transversal".....	78
Tabela 14 - Dados do fabricante (HILTI).....	81
Tabela 15 – Soluções de perfis e de ligadores.....	82
Tabela 16 - Valores das pressões do vento no edifício (kN/m^2)	89
Tabela 17 - Valores do coeficiente de sismicidade, α - Artigo 29º RSA.....	90
Tabela 18 - Zonamento sísmico do território nacional - RSA Anexo III -1	90
Tabela 19 - Deslocamentos modais (1º modo de vibração)	114
Tabela 20 - Percentagem de massa mobilizada nas direções X e Z para o 1º modo de vibração	114

Tabela 21 - Fórmulas de cálculo da frequência própria de um edifício segundo o RSA... 114	114
Tabela 22 - Valores obtidos através do programa TRICALC 115	115

Índice de anexos

A. Tabelas de cálculo

A. 1. Lajes aligeiradas de vigotas

A. 2. Lajes maciças

A. 3. Lajes de escadas

A. 4. Vigas

A. 5. Pilares

B. Projeto de Arquitetura

C. Peças desenhadas

Lista de Abreviaturas e Siglas

γ – Peso específico

f_{ck} – Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão

f_{cm} – Valor médio de resistência à compressão do betão

f_{ctm} – Valor médio de resistência à tração do betão

f_{ctk} – Valor característico de resistência à tração do betão

E_{cm} – Módulo de elasticidade do betão

ϵ_{cl} – Extensão de alongamento do betão

f_{cd} – Valor de calculo da tensão de rotura do betão à compressão

f_{yk} – Valor característico das tensões de cedência do aço das armaduras ordinárias

E_s – Módulo de elasticidade do aço

f_{yd} – Valor de calculo da tensão de cedência do aço das armaduras ordinárias

μ – Valor reduzido do momento fletor

M_{rd} – Valor de calculo do momento fletor resistente

M_{sd} – Valor de calculo do momento fletor atuante

V_{rd} – Valor de calculo do esforço transversal resistente

V_{sd} – Valor de calculo do esforço transversal atuante

M_{fctk} – Valor de calculo do momento de fendilhação resistente

γ_g – Coeficiente de majoração para ações gravíticas

γ_q – Coeficiente de majoração para sobrecargas

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 – Coeficiente de determinação dos valores reduzidos

S_f – Valor de cálculo do esforço atuante para o estado limite de serviço

S_d – Valor de cálculo do esforço atuante

M_{sf} – Momento atuante de fendilhação

C_r – Coeficiente de majoração para flecha a longo prazo

τ – Tensão relacionada com os valores de calculo do esforço transversal e do momento torsor resistente

b_w – Largura da alma de uma secção

d – Altura útil de uma secção

b – Largura de uma secção

ω – Percentagem mecânica de armadura

A_s – Área da secção da armadura

$A_{s_{dist}}$ – Área da secção da armadura de distribuição

$A_{s_{apoio}}$ – Área da secção da armadura de apoio

l_{bd} – Comprimento de amarração

l_i – Vão equivalente

λ - Esbelteza

i – Raio de giração

$N_{c,Rd}$ – Valor de calculo de esforço normal resistente à compressão de uma secção transversal

f_y – Tensão de cedência do aço

χ – coeficiente de redução associado ao modo de encurvadura associado

l_c – Comprimento de encurvadura

$\bar{\lambda}$ – Esbelteza normalizada

ϕ – Valor para determinar o coeficiente de redução χ

α - Fator de imperfeição para a encurvadura de elementos comprimidos

w_k – Valor característico da pressão dinâmica do vento

w_d – Valor de calculo da pressão dinâmica do vento

δ_{pe} – Coeficiente de pressão do vento

ζ – Coeficiente de amortecimento

k_o – Coeficiente de impulso em repouso

η - Coeficiente

f – Frequência própria

w – Frequência angular

N_{rum} – Resistência última média à tração

V_{rum} – Resistência última média ao corte

N_{rk} – Resistência característica à tração

V_{rk} – Resistência característica ao corte

N_{rec} – Cargas recomendadas à tração

V_{rec} – Cargas recomendadas ao corte

f_{uk} – Tensão de rotura nominal

f_{yk} – Tensão de cedência

$M_{rk,s}^0$ – Resistência característica à flexão

1 Introdução

O presente documento apresenta o projeto estrutural de um edifício de 14 pisos (11 acima da cota do solo e 3 enterrados) em betão armado e com parte do piso recuado dimensionado em estrutura metálica.

Trata-se de um edifício habitacional a ser construído em Leça da Palmeira – Matosinhos, projetado pelo Exmo. Sr. Arquiteto Manuel Varela – NSEO Gabinete de Arquitetura.

O dimensionamento foi feito no programa de cálculo automático TRICALC. A escolha deste programa, aconselhado pela Exma. Sr.^a Eng.^a Isabel Teles, foi um desafio uma vez que até à data de iniciação do referido projeto, os conhecimentos sobre o seu funcionamento eram nulos, o que permitiu expansão dos mesmos na área do cálculo automático. Nos dias de hoje, na prática do projeto estrutural de edifícios, os programas tridimensionais de elementos finitos são de extrema utilidade uma vez que permitem ao projetista uma maior rapidez de execução assim como uma melhor perceção de possíveis erros que possam vir a surgir.

Neste trabalho foram aplicados os conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso de Engenharia Civil no Instituto Superior de Engenharia do Porto, sendo o objetivo do mesmo uma melhor compreensão daquilo que servirá de base para o mercado de trabalho na vertente de projeto de estruturas. Os conhecimentos aplicados passam pela análise da arquitetura, encontrar uma solução estrutural viável, pré-dimensionamento e respetivo dimensionamento tendo em consideração os estados limites últimos e de serviço.

2 Apresentação do projeto de arquitetura

O projeto do edifício em estudo, cedido pelo Exmo. Sr. Arquiteto Manuel Varela – NSEO Gabinete de Arquitetura, caracteriza-se por uma configuração arquitetónica que se desenvolve maioritariamente em altura.

Trata-se de um edifício habitacional com 14 pisos, dos quais 2 são abaixo da cota do solo, com aproximadamente 36m de altura, 6m enterrados e uma área de Implantação de 810m².

As três caves existentes são destinadas a estacionamento automóvel, arrumos, sala de condomínio, cisterna e grupo de bombagem e um compartimento para resíduos sólidos urbanos e contam com um pé-direito que varia entre 2,5 a 4,05m.

Os restantes pisos são reservados a habitação, sendo do piso 0 ao 9 idênticos entre si caracterizados por habitações T2, T2+1 e T3, já o décimo piso, que se trata de um recuado, é constituído por um T4 e um T2, estando as áreas uteis das habitações compreendidas entre 89 e 253m² e contam com um pé-direito de 2,40m.

Este edifício é ainda dotado de uma zona ajardinada situada entre a cave 1 e o piso 0, sendo esta a razão para o desnível de pé-direito existente na cave 1.

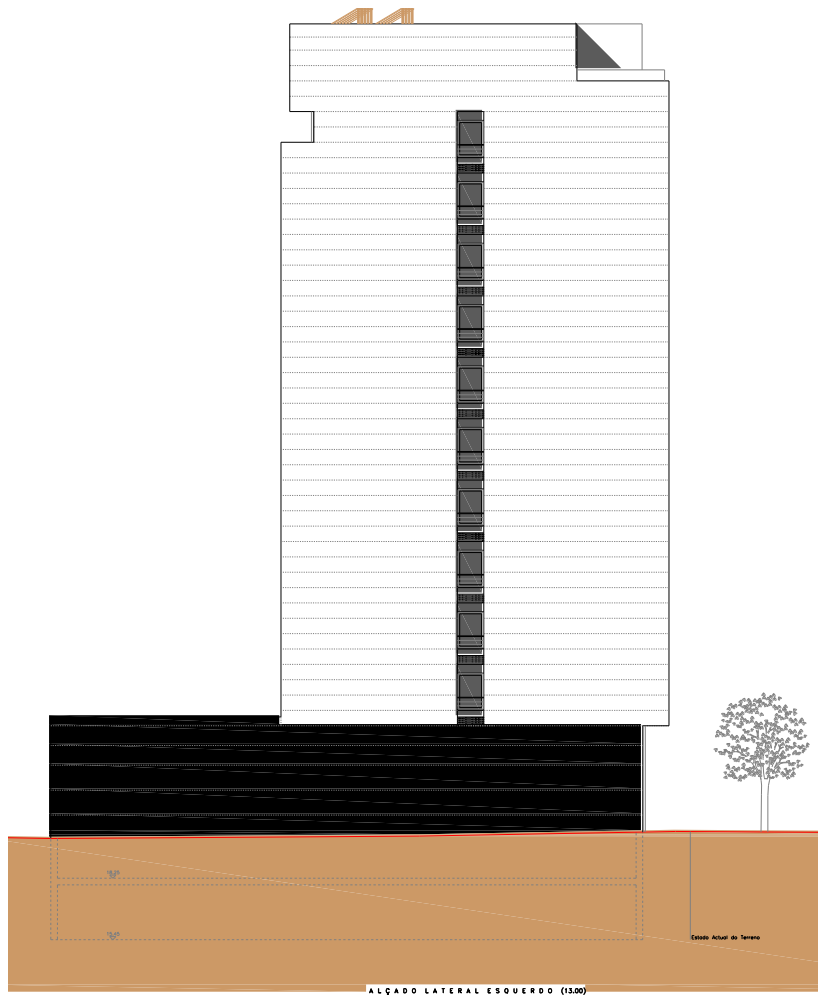


Figura 1 - Alçado lateral esquerdo do edifício

Os meios de acesso entre pisos são escadas ou elevadores, sendo as escadas situadas a norte, contínuas ao longo de todo o edifício e constituídas por dois lanços. As escadas localizadas a sul têm início na zona ajardinada e são compostas por 4 lanços. Por sua vez, a caixa de elevadores, situa-se numa zona central do edifício e tem capacidade para 6 e 13 pessoas.

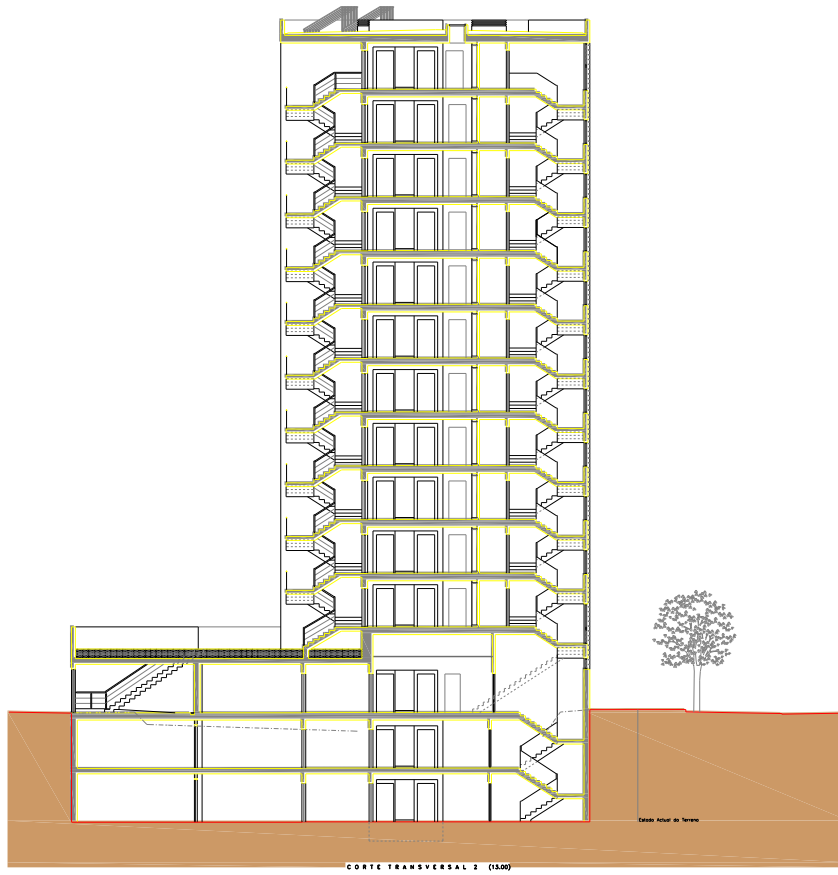


Figura 2 - Corte transversal onde é visível o meio de acesso entre pisos

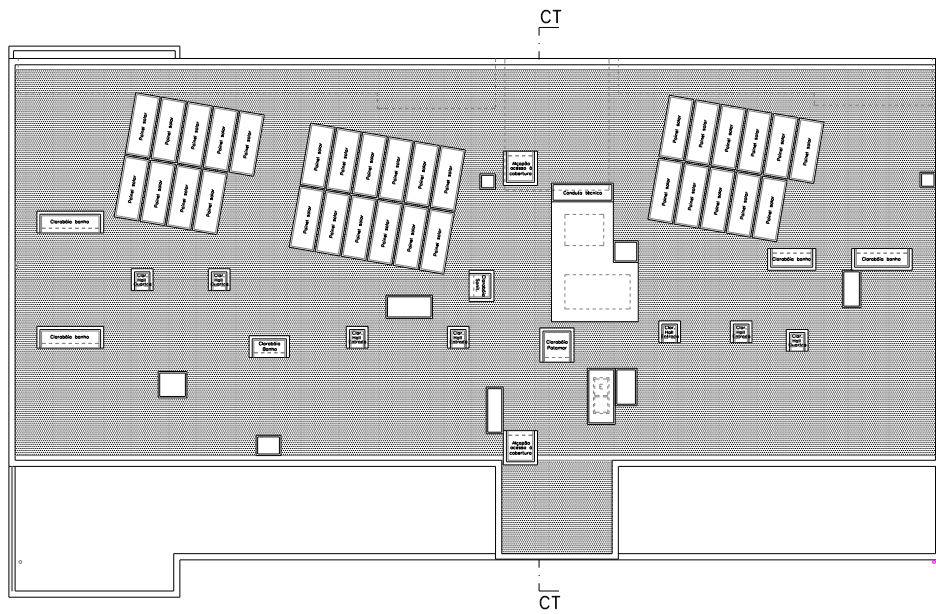


Figura 3 - Planta da cobertura não acessível e localização do corte transversal

3 Soluções Estruturais

3.1 Introdução

O betão armado começou a surgir como solução estrutural no nosso País em meados do século passado, sendo assim sucessor das estruturas de madeira e alvenaria (de tijolo ou pedra). Esta evolução deve-se não só aos cada vez mais exigentes requisitos arquitetónicos e de segurança mas também aos desastres naturais e guerras que obrigaram a reformular o património urbano anteriormente concebido.

Devido ao aumento da população e ao facto de haver uma maior afluência aos grandes centros urbanos, construir em altura foi a solução. Para que tal fosse exequível e com o progresso das exigências regulamentares face às ações sísmicas, foi necessária uma solução de elementos verticais resistentes com o objetivo de aumentar a rigidez da estrutura, onde uma vez mais o betão armado surge como um bom recurso. [1]

Este edifício foi projetado para ser construído em betão armado, seguindo assim a linha da maioria das construções em Portugal, que representa mais de 80% das edificações implementadas. Embora o dimensionamento na íntegra em estrutura metálica também fosse uma solução viável, esta só integra o projeto no piso recuado com o objetivo de haver um aligeiramento das cargas diretas em vigas, em casos de descontinuidade de pilares relativamente ao piso inferior. Apesar do seu peso específico ser superior ao do betão armado, os seus elementos estruturais apresentam um volume inferior.

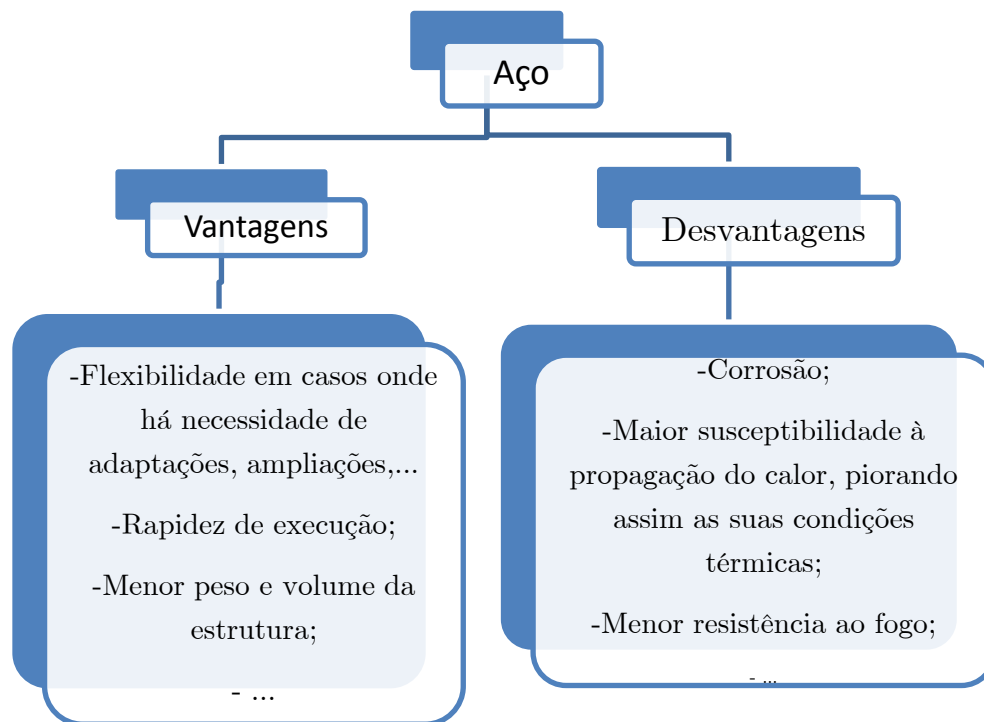


Tabela 1 - Vantagens e desvantagens do aço como solução estrutural

3.2 Lajes

3.2.1 Lajes Fungiformes

As lajes fungiformes são uma das opções de pavimento bastante utilizadas nos dias de hoje. Trata-se de uma opção competitiva para edifícios de médio ou grande porte, sendo lajes contínuas e apoiadas diretamente nos pilares ou em paredes de betão armado. A sua propagação de esforços é feita de modos diferentes dependendo do tipo de laje fungiforme tal com será abordado no seguimento deste documento. As tipologias de lajes fungiformes ponderadas para integrar o presente projeto foram as maciças, maciças com capitéis, aligeiradas com blocos perdidos, e aligeiradas com blocos recuperáveis.

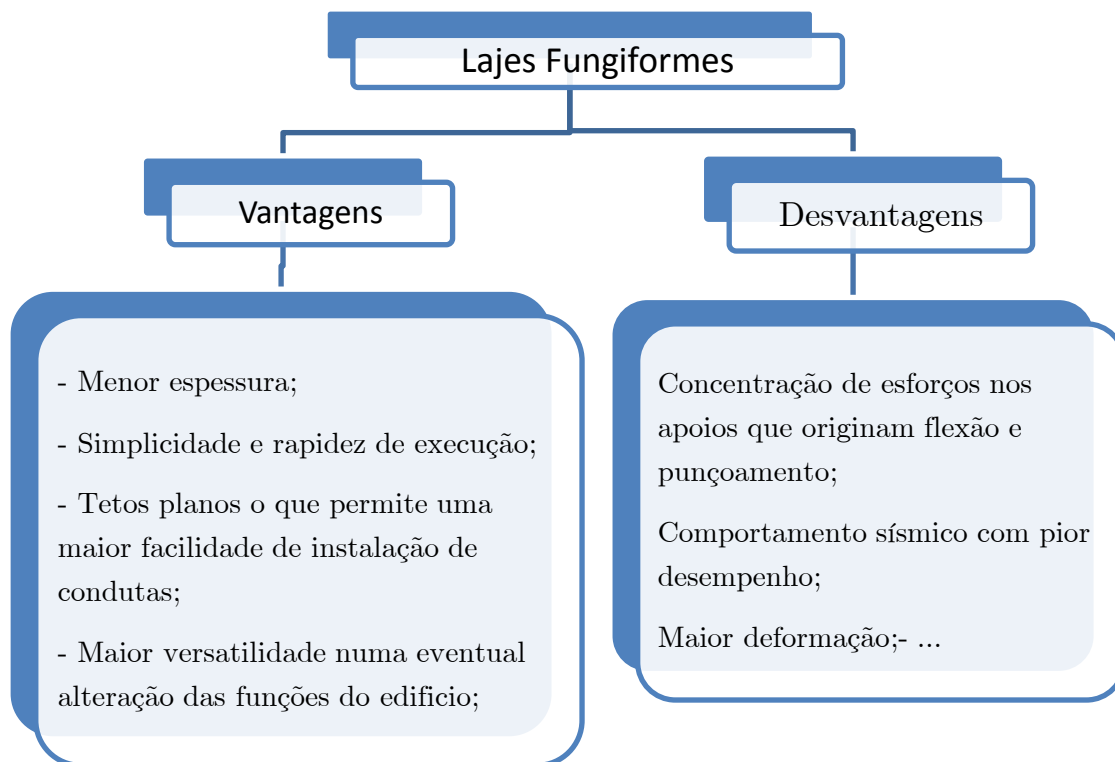


Tabela 2 - Vantagens e desvantagens de lajes fungiformes

A escolha da tipologia depende essencialmente do vão e da sua respetiva esbelteza como se pode verificar na tabela abaixo apresentada.

	Esbelteza l/h	l [m] - vão										
		4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	
Laje fungiforme maciça	30	0.15		0.20								
Laje fungiforme maciça com capitel	35	0.15		0.20								
Laje fungiforme aligeirada	30			0.25	0.30	0.35	0.45					
Laje fungiforme maciça pré-esforçada	40				0.20	0.25	0.30					
Laje fungiforme aligeirada pré-esforçada	35				0.225	0.25	0.30	0.35	0.45	0.60		

Tabela 3-Lajes fungiformes - Relação entre vão e esbelteza [2]

3.2.1.1 Laje fungiforme maciça

As lajes fungiformes maciças têm como vantagem permitir um teto liso, mas por outro lado, para que não seja necessário a utilização de pré-esforço os vãos deverão estar compreendidos entre os 4 e 7 metros como se pode verificar na tabela 3. Este tipo de laje é normalmente mais económica relativamente aos restantes modelos, uma vez que é de fácil execução e conseqüentemente necessita de menos mão-de-obra. As cargas a que esta se encontra sujeita propagam-se multidirecionalmente como se pode comprovar na imagem.

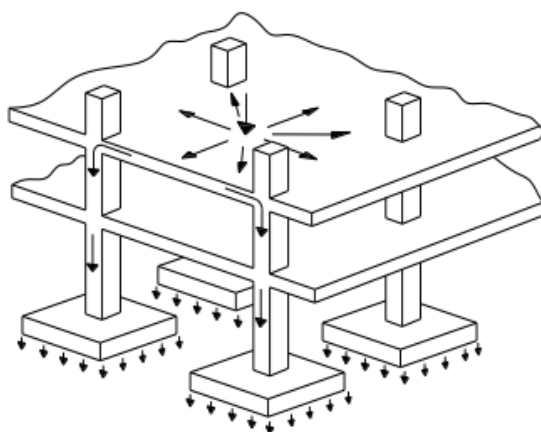


Figura 4 - Trajetória das cargas em lajes maciças [3]



Figura 5 - Laje fungiforme maciça [4]

Comparativamente com lajes fungiformes aligeiradas é mais pesada e mais deformável uma vez que para o mesmo vão necessita de menos espessura, logo é mais deformável.

3.2.1.2 Lajes fungiformes maciças com capitéis

As lajes fungiformes maciças com capitéis permitem vãos que podem atingir os 8 metros e cargas superiores comparativamente com a tipologia descrita no ponto anterior. Daí surgir a necessidade de uso de capitéis, que na prática são o alargamento da secção do pilar na zona superior de ligação com a laje ou o espessamento da laje na zona do pilar.



Figura 6 - Laje fungiforme maciça com capitéis [5]

3.2.1.3 Lajes fungiformes aligeiradas com blocos perdidos

As lajes fungiformes aligeiradas com blocos perdidos são lajes em betão armado e blocos de betão leve ou de poliestireno expandido, que funcionam como cofragem perdida. Têm como objetivo a redução do peso próprio e apresentam também bons resultados

relativamente ao isolamento térmico e acústico. Como principais vantagens apresentam um peso próprio baixo, vãos que podem atingir até 10 metros e um custo baixo comparativamente com lajes maciças.



Figura 7 - Laje fungiforme aligeirada com blocos perdidos [6]



Figura 8 - Laje fungiforme aligeirada com blocos perdidos [7]

3.2.1.4 Lajes fungiformes aligeiradas com blocos recuperáveis

As lajes fungiformes aligeiradas com blocos recuperáveis são lajes com uma crescente aceitação na sociedade, usadas por norma em zonas onde as exigências de arquitetura não são rigorosas, o que não obsta a sua aplicação em zonas onde é exigido um teto liso. Deste modo os blocos são usados para integração de iluminação e ventilação, uma vez que o seu conjunto constitui um padrão regular.

São lajes económicas, visto que a cofragem é retirada após o endurecimento do betão, estando assim aptos para serem reutilizadas. São aplicáveis a vãos compreendidos entre 6 e 12 metros.



Figura 9 - Laje fungiforme aligeirada de blocos recuperáveis [8]

Aquilo que as duas tipologias de lajes fungiformes aligeiradas têm em comum é a propagação das cargas, que ao contrário do que acontece com as maciças, estas desenvolvem-se em duas direções rectilíneas ortogonais, tal como apresenta a Figura 10.

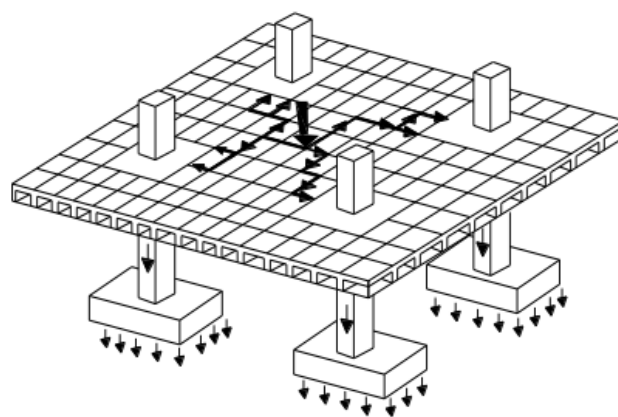


Figura 10 - Trajetória das cargas em Lajes fungiformes aligeiradas [3]

As características das lajes fungiformes aligeiradas são definidas pelos seguintes parâmetros como ilustra a Figura 11:

- Distância entre eixos das nervuras, e ;
- Base das nervuras, b ;
- Altura da laje, H ;
- Altura do bloco de aligeiramento, h ;
- Espessura da camada de compressão, c



Figura 11 - Secção transversal da zona aligeirada de uma laje fungiforme [9]

Na figura, o tipo de distribuição de armadura não é o comumente utilizado no nosso país. Em Portugal, a armadura de momentos negativos costuma ser colocada uniformemente distribuída na camada de compressão.

3.2.2 Lajes aligeiradas de vigotas

Como já foi anteriormente referido, a grande afluência populacional às grandes cidades originou que se começasse a construir em altura. Para que tal fosse viável foi necessário diminuir os esforços transmitidos aos pilares e vigas, surgindo assim as lajes aligeiradas.

São lajes essencialmente constituídas por vigotas de betão pré-esforçado, blocos de cofragem apoiados lateralmente sobre estas e posteriormente conjugados com uma camada

de betão aplicada em obra cuja função é solidarizar os restantes elementos e resistir a esforços de compressão.

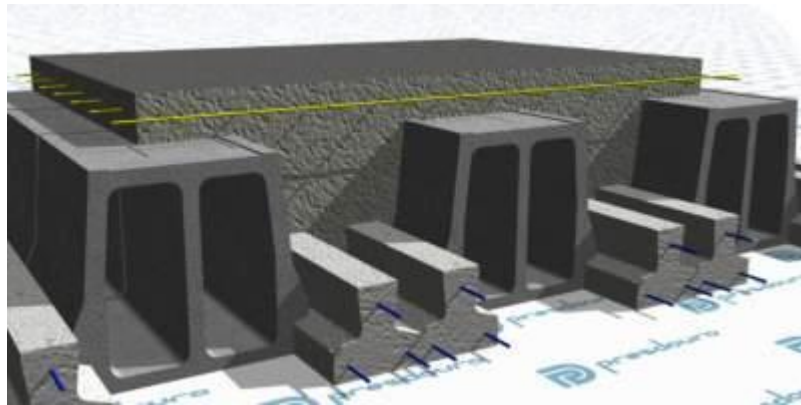


Figura 12 - Modelo tipo de laje de vigotas pré-esforçadas [10]

3.2.3 Opções escolhidas

Dada a análise das opções construtivas disponíveis, o uso de lajes fungiformes com blocos perdidos da marca Fungileca foi a opção escolhida para integrar o projeto nas caves e piso 0. Este tipo de laje apresenta boas características de isolamento térmico e acústico melhorando assim o conforto nos edifícios.

Seguidamente descrevem-se as características da opção escolhida retiradas do catálogo do fornecedor:

“DESCRIÇÃO DO PRODUTO:

Bloco de aligeiramento para lajes fungiformes, em betão ultraleve de agregados de argila expandida. Apresentam baixo peso, elevada resistência e robustez, elevada capacidade de isolamento e bom comportamento sísmico.

VANTAGENS:

- Elevado grau de aligeiramento;
- Reduzido consumo de betão;
- Elevada resistência, ao fogo, mecânica e ao choque;
- Reduzido consumo de armaduras;
- Elevada segurança e produtividade em obra;
- Facilidade no cálculo
- Economia financeira

UTILIZAÇÕES:

Destinado à execução de lajes de edifícios de habitação, comércio ou serviços, constitui uma excelente opção para vencer grandes vãos, permitindo maior distanciamento entre os elementos resistentes verticais, devido à sua leveza e ao seu excelente comportamento sísmico.”

Figura 13 - Descrição do produto Fungileca [11]



Figura 14 – Opção escolhida [11]

Tendo em conta as vantagens das lajes aligeiradas de vigotas referidas anteriormente, estas aplicam-se no projeto a partir do piso 1, sendo a FAPREL a marca escolhida.

São uma solução mais económica do que as lajes fungiformes e são usadas essencialmente em zonas habitacionais, uma vez que são zonas com bastantes compartimentos, torna-se mais fácil dispor vigas de modo impercetível. A cofragem de que necessitam também é mais simples e mais leve.

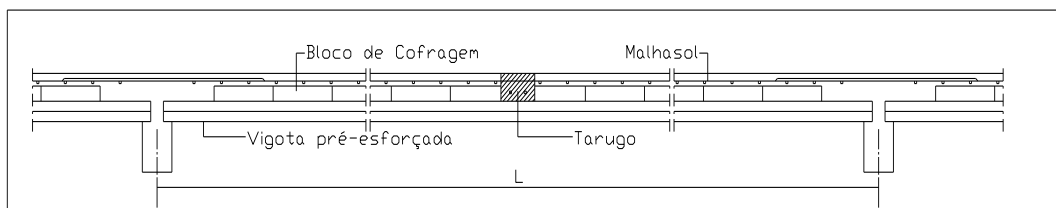


Figura 15 - --Corte longitudinal tipo de uma laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas FAPREL



Figura 16 - Vigota FAPREL [12]



Figura 17 - Bloco de cofragem FAPREL [12]

4 Ferramenta de cálculo

Tal como já foi referido, o programa de cálculo tridimensional usado foi o TRICALC, desenvolvido pela empresa ARKTEC. Trata-se de um programa complexo mas bastante intuitivo, usado diariamente em inúmeros gabinetes de projeto.

Este programa foi desenvolvido de acordo com o guia de estilo do Windows, utiliza multi-janelas, barras de ícones personalizáveis, caixas de diálogo com separadores, como já é habitual no Office, Ms Project e AutoCad. Para além de calcular estruturas metálicas, de betão e de qualquer material inclusive estruturas de betão com cobertura metálica, paredes resistentes ou estacas, sem necessidade de alternância de programa, o Tricalc também faz pré-dimensionamento propondo automaticamente a secção em função das ações, embora este comando não tenha sido usado na elaboração do projeto.

Com o objetivo de minimizar o risco de erro na definição geométrica da estrutura, permite a definição de planos horizontais (em planta), verticais (alçados ou corte) e planos inclinados, e associar-lhes ficheiros de formato DWG.

Possui uma ampla memória de cálculo que explica os métodos e coeficientes usados, não deixando assim oculto nem o processo nem as simplificações utilizadas. Esta memória de cálculo permite ao utilizador conhecer os cálculos intermédios concedendo assim ao utilizador múltiplas opções consoante as suas necessidades.

O programa encontra-se devidamente adaptado à regulamentação portuguesa RSA, REBAP e Eurocódigos.

5 Metodologia de elaboração de um projeto estrutural

5.1 Especificidades do edifício

Para a elaboração do projeto estrutural de um edifício é necessário proceder à análise do projeto de arquitetura, isto é, conhecer as suas especificidades, limitações e exigências. Por vezes há elementos estruturais que fisicamente cumprem os requisitos com uma determinada secção mas dadas as condicionantes arquitetónicas, como por exemplo, caixas de estores ou janelas, acaba por se considerar uma secção superior determinada através dos cortes. Um exemplo prático daquilo que foi explicado é o caso das vigas de fachada voltadas a sul.

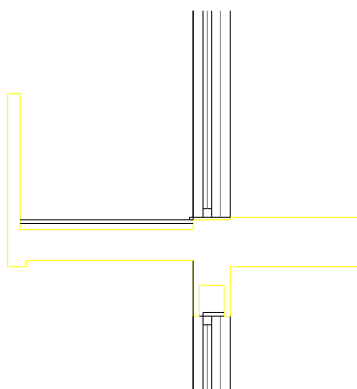


Figura 14 - Especificidade arquitetónica

É fundamental conhecer as cotas a que cada piso se encontra e os respetivos pés-direitos, uma vez que o edifício quando projetado é-lhe destinado uma determinada altura, que cujo incumprimento implica uma descoordenação com a arquitetura e com as demais especialidades.

Para além da distância entre pisos, também é necessário ver se há desníveis no mesmo piso, isto é, compartimentos a uma cota relativamente mais baixa. Isso ocorre na cave -1,

no compartimento de resíduos sólidos urbanos. O piso encontra-se todo à cota 21.15m à exceção do referido compartimento que se encontra à cota 20,59m. A solução encontrada foi a colocação de uma laje maciça limitada pelos pilares que lhe ficam mais próximos e o respetivo enchimento com betão leve, nas zonas que permanecem à cota de 21.15m.

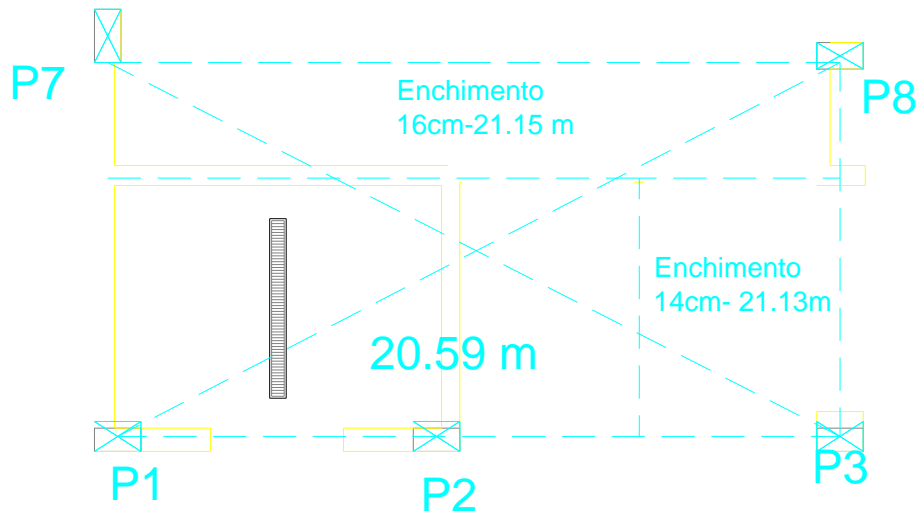


Figura 18 - Zona de enchimento com recurso a betão leve

Esta solução acabou por gerar outra condicionante relativamente à altura da viga que faz a junção da laje maciça com a laje fungiforme aligeirada. Isto é, a altura da viga terá de ser igual à soma da espessura da laje mais a espessura do enchimento.

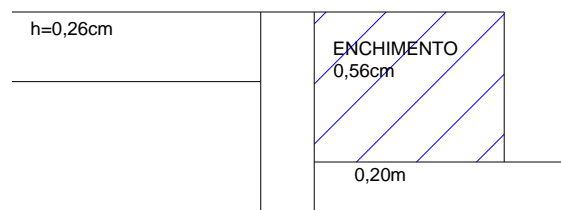


Figura 19 - Pormenor que condiciona a altura da viga

O mesmo ocorre na laje de patamar pertencente às rampas de garagem, sendo neste caso o enchimento usado para fazer o relevé da curva, assim como. na saída da garagem voltada a sul, para fazer a pequena rampa existente.

Uma vez atingido o grau de conhecimento necessário do campo arquitetônico, procede-se então à elaboração da planta estrutural e posteriormente ao pré-dimensionamento dos elementos estruturais do edifício que funciona como uma primeira aproximação do resultado final. Um problema corrente é a incompatibilidade das secções dos elementos com o espaço a que lhes é destinado ocupando assim área da habitação. Nesses casos deve-se tentar chegar a um acordo com o arquiteto. Para o caso em questão, uma vez que se trata de um projeto de estudo, a orientadora funcionou como tal. O caso mais relevante desta situação foi a necessidade de prolongar um pouco mais a parede estrutural situada a este, acabando por fugir de um modo irrelevante à arquitetura pré-definida.

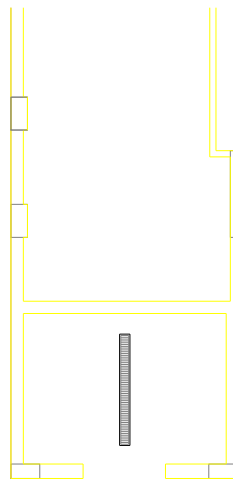


Figura 20 - Parte da planta de arquitetura cave 1

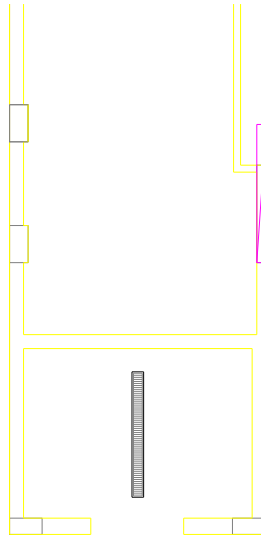


Figura 21 - Alteração da arquitetura da cave 1 devido a parede estrutural representada a roxo

Ao prolongar a parede estrutural consequentemente ter-se-á que aumentar ligeiramente a área da garagem individual da esquerda diminuindo a da direita.

5.2 Regulamentação utilizada

Uma vez que se vive numa época de transição dos regulamentos nacionais (RSA e REBAP) para as normas europeias devidamente adaptadas a Portugal pelo LNEC, este projeto foi elaborado essencialmente segundo:

- Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA);
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP);
- Eurocódigo 3 (EN 1993) – Projeto de estruturas de aço;
- Eurocódigo 4 (EN1994) – Projeto de estruturas mistas aço-betão

O RSA serviu de base para a quantificação de ações e pré-dimensionamento da estrutural, enquanto que o REBAP foi a base para o dimensionamento e verificação de segurança das secções de betão armado.

As normas europeias foram usadas para o cálculo dos pilares em estrutura metálica usados no piso recuado assim como os respetivos ligadores.

A junção das normas portuguesas com as normas europeias no mesmo projeto deve-se ao facto de esta ter sido prática usual no decorrer do curso de engenharia civil.

5.3 Materiais a utilizar

Os materiais relativos à componente em betão armado do edifício foram:

- Betão C30/37
- Aço S500
- Betão leve de enchimento – $\gamma=8\text{kN/m}^3$

O betão utilizado apresenta as seguintes propriedades:

Classes de Resistência		Expressão analítica
f_{ck} (MPa)	30	
$f_{ck, cubo}$ (MPa)	37	
f_{cm} (MPa)	38	$f_{cm} = f_{ck} + 8 [MPa]$
f_{ctm} (MPa)	2,9	$f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{\frac{2}{3}} \leq C50/60$
$f_{ctk 0,05}$ (MPa)	2,0	$f_{ctk0,05} = 0,7f_{ctm}$ Quantilho de 5%
$f_{ctk 0,95}$ (MPa)	3,8	$f_{ctk0,95} = 1,3f_{ctm}$ Quantilho de 95%
E_{cm} (GPa)	33	$E_{cm} = 22\left[\left(\frac{f_{cm}}{10}\right)\right]^{0,3}$ (f_{cm} em MPa)
ϵ_{cl} (‰)	2,2	$\epsilon_{cl} (\text{‰}) = 0,7f_{cm}^{0,31} < 2,8$

Tabela 4 - Propriedades do betão C30/37

$$f_{cd} = f_{ck}/1,5$$

Relativamente ao aço das armaduras ordinárias:

f_{yk} (MPa)	500
E_s (GPa)	200

Tabela 5 - Características do aço S500

$$f_{yd} = f_{yk}/1,15$$

5.4 Dimensionamento de elementos estruturais sem recurso ao programa TRICALC

Para elaborar o pré-dimensionamento estrutural de um edifício é necessário ter um ponto de partida relativamente às cargas que posteriormente serão transmitidas aos restantes elementos.

O ponto de partida que serve de base ao pré-dimensionamento das vigas e posteriormente dos pilares é o dimensionamento das lajes.

5.4.1 Lajes Aligeiradas de vigotas

Para a determinação da espessura de cada laje foi usado o programa de cálculo automático disponibilizado on-line pela FAPREL.

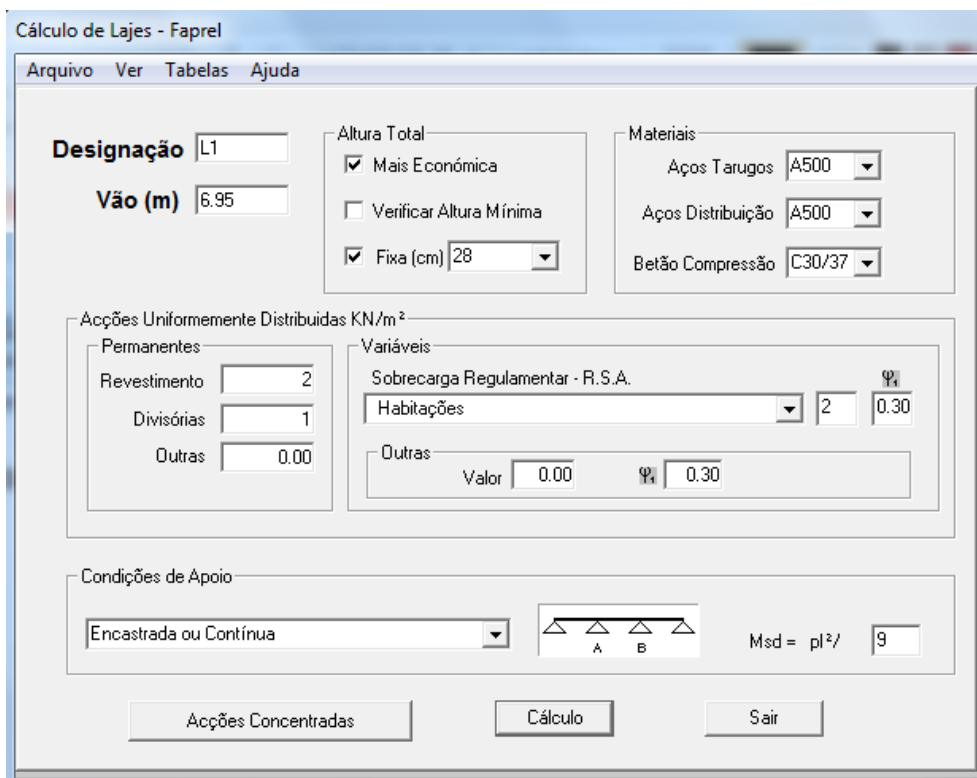


Figura 22 - Interface do programa de cálculo automático de lajes aligeiradas de vigotas - FAPREL

Foram considerados os esforços apresentados na Figura 22 e fixada uma espessura de 28cm, visto que se trata de uma altura ótima para a grande maioria das lajes aligeiradas de vigotas presentes no projeto.

O exemplo apresentado diz respeito à laje LA1, uma vez que é o caso mais gravoso, e o facto de lhe ser imposta a espessura indicada resultou numa solução de vigota dupla.

O programa disponibilizado pelo fabricante acaba por se revelar muito útil e prático uma vez que economiza tempo de cálculo analítico ou de elaboração de uma folha de cálculo construída de raiz.

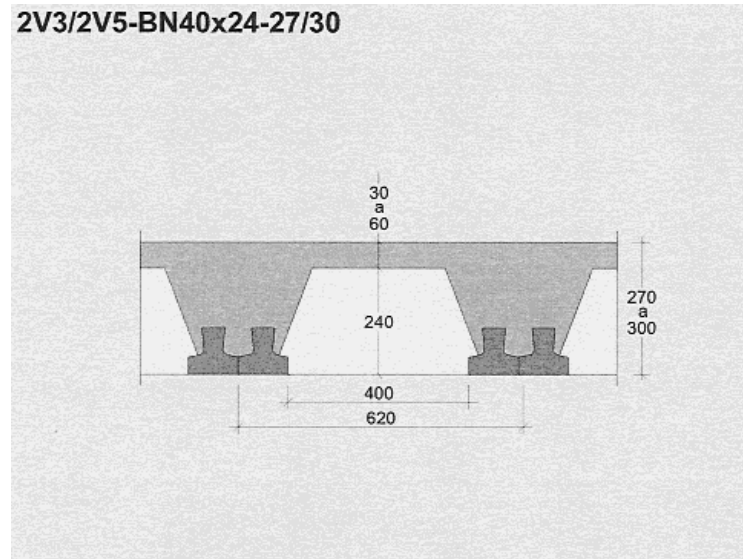


Figura 25 - Esquema laje adotada [12]

5.4.1.1 Cálculo analítico

Como já foi referido, a outra forma de obter os mesmos resultados seria a via analítica, tal como exemplificado imediatamente a baixo para a mesma laje.

Continuidade: continua para 1 apoio $\rightarrow \alpha=0,9$

$L=6,95m$

$\mu=0,80$

$$h_{min} \geq \frac{l \times \alpha}{30 \times \mu} \rightarrow h \geq 0,26m \rightarrow h = 0,28m$$

Tipo	Espessura (cm)		Vigota	Peso Próprio	Estados Limites			
	Total	acima do bloco			Ultimos		Serviço	
					Mrd (kNm/m)	Vrd (kN/m)	Mfctk (kNm/m)	EI(kNm ² /m)
2V5-BN40x24-28	28	4	V5	4,09	77	56,4	47,5	30359

Tabela 6 - Características 2V5-BN40X24-28

Considerando como cargas atuantes:

$$\text{Sobrecarga} = 2\text{kN/m}^2$$

$$\text{Revestimentos} = 2\text{kN/m}^2$$

$$\text{Paredes divisórias} = 1\text{kN/m}^2$$

$$Sd = \gamma_g \times G + \gamma_q \times Q$$

$$Sd = 1,35 \times (2 + 1 + 4,09) + 1,5 \times 2 = 12,57\text{kN/m}^2$$

$$sf = G + Q \times \Psi_0$$

$$sf = (2 + 1 + 4,09) + 2 \times 0,3 = 7,69\text{kN/m}^2$$

Verificação à flexão:

$$M_{sd} = \frac{sd \times L^2}{n} = \frac{12,57 \times 6,95^2}{9} = 67,47 \text{ kNm/m} < M_{rd}$$

O fator “n” depende das condições de apoio, sendo 9 quando a laje se encontra contínua apenas para um apoio.

Verificação ao corte:

$$V_{sd,ext} = \frac{Sd \times L}{n} \times k = \frac{12,57 \times 6,95}{2} \times 0,95 = 41,50 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd,ext} = \frac{Sd \times L}{n} \times k = \frac{12,57 \times 6,95}{2} \times 1,10 = 48,50 \text{ kN/m}$$

Uma vez que ambos são de valor inferior ao resistente ao corte da laje (V_{rd}) dado pelo fabricante, verifica segurança.

Verificação à fendilhação:

$$M_{sf} = \frac{Sf \times L^2}{n} = \frac{7,69 \times 6,95}{9} = 41,27 \text{ kNm/m} < M_{fctk}$$

Verificação da flecha:

$$F_{cp} = \frac{5 \times sf \times (L \times \alpha)^4}{384 \times EI} = \frac{5 \times 7,69 \times (6,95 \times 0,9)^4}{384 \times 30359} = 0,005m$$

$$C_r = \frac{2 \times G}{sf} + 1 = \frac{2 \times (4,09 + 2 + 1)}{7,69} + 1 = 2,84$$

$$F_{cp} \times C_r = 0,005 * 2,84 = 0,014m < 0,015m$$

5.4.1.2 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.1

5.4.2 Lajes Maciças

A laje escolhida para demonstrar detalhadamente o procedimento de cálculo foi a LM1.

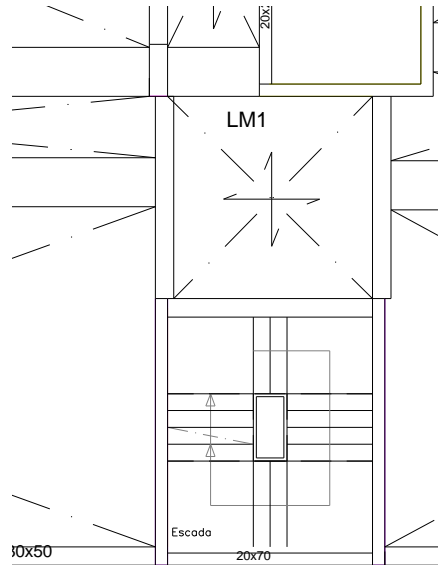


Figura 26 - Laje maciça LM1 vista em planta

5.4.2.1 Via analítica

Considerando como cargas atuantes:

$$\text{Sobrecarga} = 2\text{kN/m}^2$$

$$\text{Revestimentos} = 2\text{kN/m}^2$$

$$L=3,75\text{m}$$

Determinação da espessura mínima:

$$h_{min} = \frac{L}{25} = \frac{3,75}{25} = 0,15\text{m}$$

Sendo a espessura adotada de 0,20m

$$P.P. = b \times h \times \gamma_{bet\tilde{a}o} = 1,00 \times 0,20 \times 25 = 5\text{kN/m}^2$$

$$Sd = \gamma_g \times G + \gamma_q \times Q$$

$$Sd = 1,35 \times (2 + 5) + 1,5 \times 2 = 12,45\text{kN/m}^2$$

$$M_{sd} = \frac{sd \times L^2}{n}$$

Uma vez que a laje em questão é contínua para dois apoios,

$$n=10$$

$$M_{sd} = \frac{12,45 \times 3,75^2}{10} = 17,51 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{d^2 \times f_{cd}} = \frac{17,51}{0,16^2 \times 20E3} = 0,03$$

$$V_{sd} = Sd = 12,45 \text{ kN/m}$$

5.4.2.1.1 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.2.

5.4.3 Lajes de varanda

Segundo o artigo 36º do RSA, relativo a sobrecargas em varandas, “Os valores característicos das sobrecargas a considerar nas varandas, ou em locais que possam desempenhar funções análogas (por exemplo, certas galerias) são: numa faixa de 1m de largura adjacente ao parapeito, 5,0 kN/m² e, na restante superfície, um valor igual ao estabelecido para o compartimento contíguo de acordo com os artigos 35º e 37º”.

Segundo o artigo 39º do mesmo regulamento,

“Em guardas e parapeitos de edifícios deve considerar-se, aplicada na sua parte superior, uma força horizontal uniformemente distribuída com os valores característicos de 0,5 kN/m a 1,0 kN/m, respetivamente em locais privados e em locais públicos; os correspondentes valores reduzidos são nulos.”

Na figura abaixo encontra-se o esquema geral de disposição de cargas em lajes de varanda:

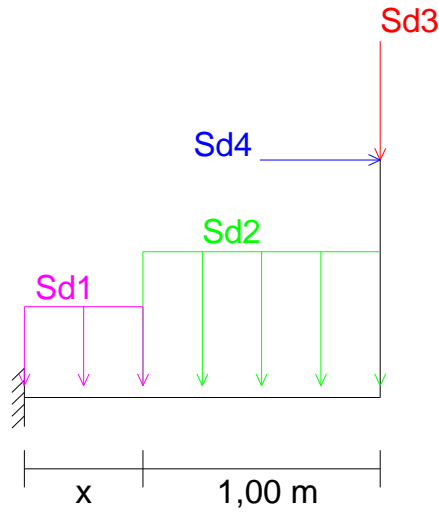


Figura 27 - Disposição de cargas em lajes de varanda

Sendo:

$$Sd_1 = 1,35 \times (\gamma_{bet\tilde{a}o} \times h + Rev.) + 1,5 \times Sob_1$$

$$Sd_2 = 1,35 \times (\gamma_{bet\tilde{a}o} \times h + Rev.) + 1,5 \times Sob_2$$

$$Sd_3 = 1,35 \times PP_{guarda} = 1,35 \times (esp. \times h \times \gamma_{material})$$

$$Sd_4 = 0,75 \text{ kN/m}$$

Onde, Sob_1 , Sob_2 e Sd_4 são traduzidos pelo referido nos artigos do RSA anteriormente mencionados.

Nas lajes de varanda LV2, LV3 e LV5, uma vez que o vão não é muito superior a 1,0m, por facilidade de cálculo foi considerada uma sobrecarga de 5kN/m^2 na totalidade da superfície.

5.4.3.1 Processo de cálculo

Uma vez adotada uma espessura de 0,20m para todas as lajes de varanda, passa-se ao cálculo das cargas atuantes (Sd) da forma mencionada no ponto anterior de acordo com a regulamentação.

Momento atuante:

$$Msd = Sd_1 \times \frac{x^2}{2} + Sd_2 \times 1 \times (y - 0,5) + Sd_3 \times y + Sd_4 \times h_{guarda}$$

Em que,

$$y = x + 1$$

$$\mu = \frac{Msd}{d^2 \times b \times fcd}$$

Esforço transversal atuante:

$$Vsd = Sd_1 + Sd_2 + Sd_3$$

Esforço transversal resistente:

$$Vrd = \tau_2 \times b_w \times d$$

Artigo 53.2 REBAP

Em que,

$$\tau_2 = 4 \text{ MPa}$$

Uma vez, $Vsd \leq Vrd$, encontra-se verificada a segurança.

5.4.3.1.1 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.2.

5.4.4 Lajes de Escadas

O dimensionamento das lajes de escadas requer uma análise bastante cuidada da arquitetura, uma vez que existem vários tipos de disposição que ficam ao critério do projetista desde que a escolha não entre em conflito com o disposto pelo arquiteto.

5.4.4.1 Processo de cálculo

No dimensionamento de cálculo de escadas tem que ser considerada a diferença de cotas entre lanços/pisos e número de degraus impostos pela arquitetura, para a determinação da dimensão do espelho. Sendo semelhante o procedimento para a determinação do patim, embora ao invés de se considerar a diferença de cotas, neste caso considera-se a extensão da escada em planta.

A diferença de cotas entre lanços é igualmente importante para a determinação do ângulo que a laje faz com a horizontal, e uma vez determinados estes três parâmetros pode ser dado início ao dimensionamento da escada.

No presente projeto foi considerada a mesma espessura de lajes tanto de patamar como de escadas para todos os casos, sendo de 0,20m.

Na Figura 28 é possível mostrar o esquema base da disposição das forças neste tipo de lajes.

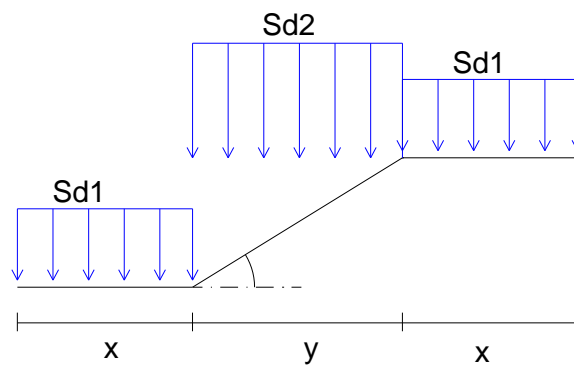


Figura 28 - Esquema tipo das cargas atuantes

$$Sd1 = \gamma_g \times G + \gamma_q \times Q$$

$$Sd2 = \frac{\gamma_g \times (PP_{lajeta} + Rev.)}{\cos\alpha} + \gamma_g \times \frac{h_{espelho} \times \gamma_{betão}}{2} + \gamma_q \times Q$$

Onde:

$$\gamma_g = 1,35$$

$$\gamma_q = 1,50$$

$$\text{Revestimentos} = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

O valor do momento (M_{sd}) e esforço transversal (V_{sd}) atuante foi determinado através do programa de cálculo FTOOL.

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}}$$

$$V_{rd} = \tau \times b \times d \times (0,6 \times (1,6 - d))$$

O presente documento apenas irá especificar o cálculo analítico detalhado referente aos casos em que exista apoio direto de lajes em lajes.

5.4.4.1.1 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.3.

5.4.4.2 Processo de cálculo de armaduras

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}}$$

Uma vez calculado μ , por interpolação determina-se ω com recurso ao livro “Tabelas e Ábacos de Dimensionamento de Secções de Betão Solicitadas à Flexão e a Esforços Axiais Segundo o Eurocódigo 2.

$$\omega = \frac{A_s \times f_{syd}}{b \times d \times f_{cd}} \rightarrow A_s = ..$$

Onde A_s , armadura principal da laje de escadas, é a base para o cálculo da armadura de distribuição e de construção, sendo estas por sua vez:

$$A_{s_{dist}} = 20\% \times A_s$$

$$A_{s_{apoio}} = 15\% \times A_s$$

A armadura principal tem de ser obrigatoriamente superior à armadura mínima que é dada por:

$$A_{s_{min}} > \begin{cases} 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d \\ 0,0013 \times b \times d \end{cases}$$

Espaçamento entre varões:

Zona de esforço máximo:

$$\begin{cases} 2h \\ 250mm \end{cases}$$

Restantes zonas:

$$\begin{cases} 3h \\ 400mm \end{cases}$$

Uma vez que nenhuma das lajes tem espessura igual ou superior a 25cm, o comprimento de amarração apenas é calculado para boas condições de aderência.

$$lbd = 35\emptyset$$

5.4.4.2.1 Resultados

		LE1	LE2	LE3	LE4	LE5	LE6	LE7	LE8	LE9	LE10	LE11	LE12	LE13	LE14
Armaduras	As,p	Ø16 //0, 20	Ø16 //0, 20	Ø20/ /0,12 5	Ø12 //0, 15	Ø16/ /0,17 5	As, mi n	As, mi n	Ø10/ /0,17 5	Ø10 //0, 15	Ø10 //0, 15	Ø10 //0, 15	Ø10 //0, 15	Ø10 //0, 15	Ø12/ /0,12 5
	As,dist	As, min	As, min	Ø10/ /0,15	As, min	As,m in			As,m in	As, min	As, min	As, min	As, min	As, min	As,m in
	As,apoio	As, min	As, min	Ø10/ /0,20											
	lbd (cm)	56	56	70	42	57	28	28	35	35	35	35	35	35	42
	Asmin	Ø8//0,175													
Espaçamento máximo	Zona esforço máximo (mm)	400													
	Zona Restante (mm)	600													

Tabela 7 - Armaduras das lajes de escadas

5.4.4.3 Esquemas estruturais

O presente subcapítulo destina-se a abordar os diferentes tipos de esquemas estruturais existentes neste projeto, isto é, lanço de arranque, lanços que servem de suporte a outros e escadas de 4 lanços entre pisos, assim como situações de cálculo que fujam ao convencional.

5.4.4.3.1 LE1 e LE2

As lajes LE1 e LE2 encontram-se na cave 3 e cave 2, em que no patamar entre pisos se encontram a descarregar no muro de contenção.

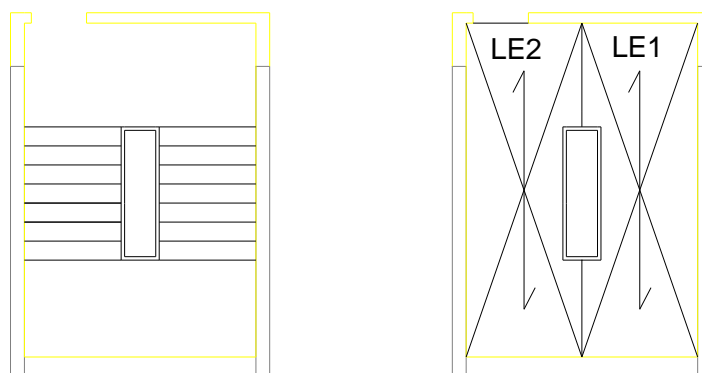


Figura 29 - Planta de arquitetura das escadas LE1 e LE2 e Planta estrutural

Na cave 3 para a laje LE1, uma vez que esta tem início no solo, foi necessário dimensionar um lanço de arranque tal como exemplificado:

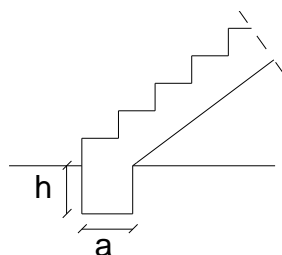


Figura 30- lanço de arranque LE1

A dimensão de “a” foi calculada com recurso à tensão admissível do solo e uma vez que o acesso ao estudo geotécnico do local não foi disponibilizado, foi usado um valor hipotético de 200kPa. Assim sendo,

$$\frac{R_a}{a} \leq 200kPa$$

Sendo R_a a reação de apoio da escada, cujo valor se encontra disposto na tabela do anexo A.3.

$$\frac{41,40}{a} \leq 200 \rightarrow a \geq 0,21m$$

Onde o valor considerado,

$$a = 0,30m$$

A dimensão “h” é de aproximadamente 2 vezes a dimensão do espelho.

Nas zonas de arranque, feitas as devidas amarrações, podem ser adotados vários esquemas de disposição de armadura, ficando ao critério do projetista a sua escolha. A opção usada é a representada na Figura 31.

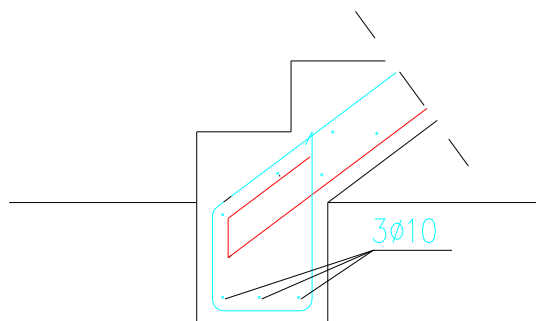


Figura 31-Armadura na zona de arranque

5.4.4.3.2 LE3 e LE4

As lajes LE3 e LE4 estão situadas a norte e dão acesso da cave 1 ao piso R/chão e servem de suporte a uma laje intermédia de 3 degraus.

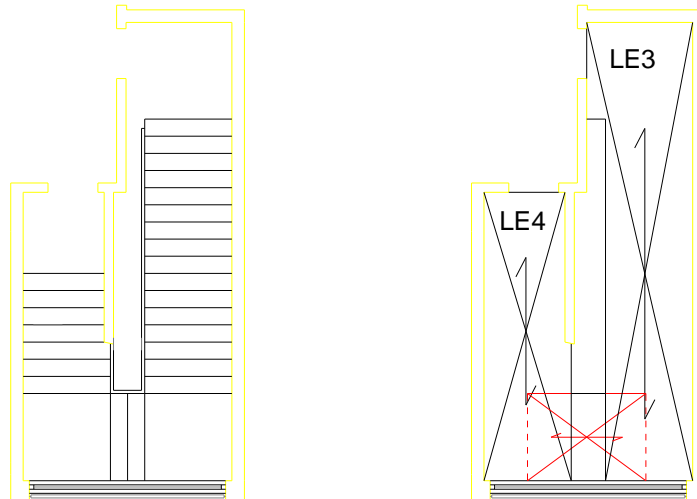


Figura 32 - Planta de arquitetura e planta estrutural LE3 e LE4

A laje intermédia, representada a vermelho, dispensa cálculo de armadura uma vez que a armadura que a constituirá será a das lajes LE3 e LE4 que lhe servem de suporte.

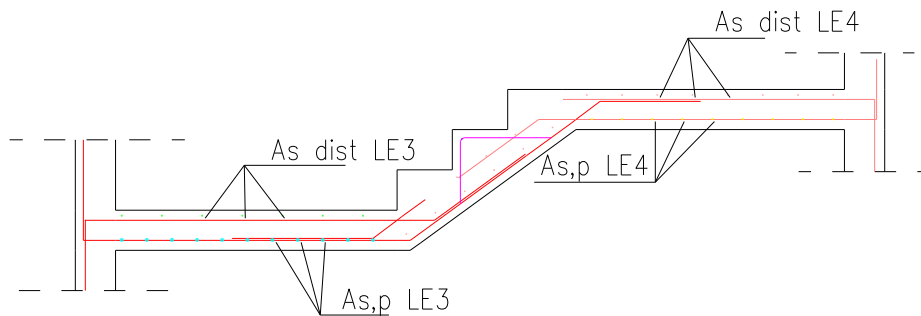


Figura 33 - Armadura de suporte

5.4.4.3.3 LE7, LE8, LE9 e LE12

Tal como referido anteriormente, este é o caso de 4 lanços de escadas entre pisos, situada a sul do edifício. A particularidade deste caso é a descarga de lajes de maior dimensão em lajes de tamanho inferior.

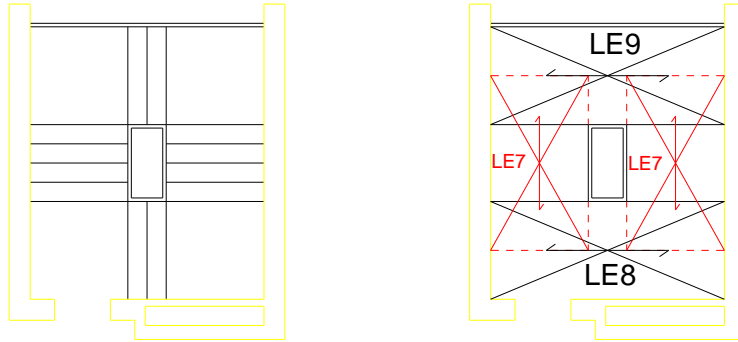


Figura 34- Planta arquitetônica e estrutural LE7, LE8/LE12 e LE9

Inicialmente foram calculadas as reações de LE7.

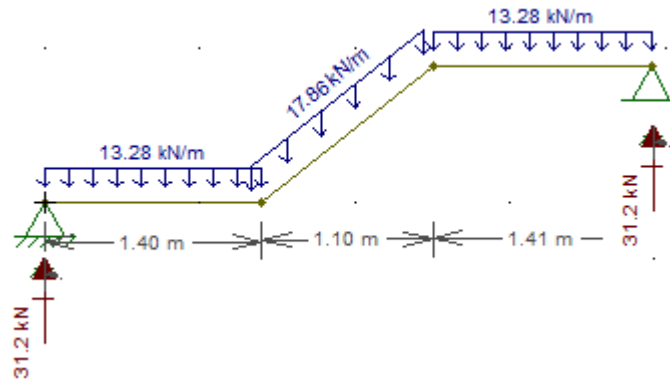


Figura 35 - Cargas atuantes em LE7 e respectivas reações

As cargas de LE7 atuam em LE8 e LE9 da seguinte forma:

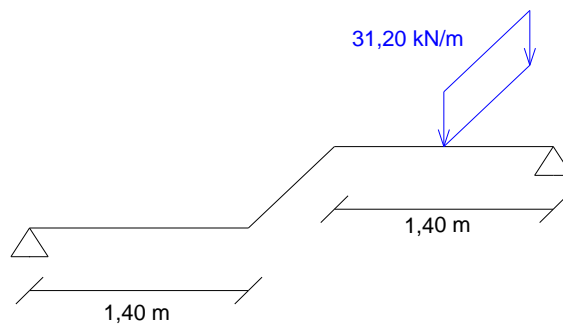


Figura 36 – Carga relativa a LE7 em LE8

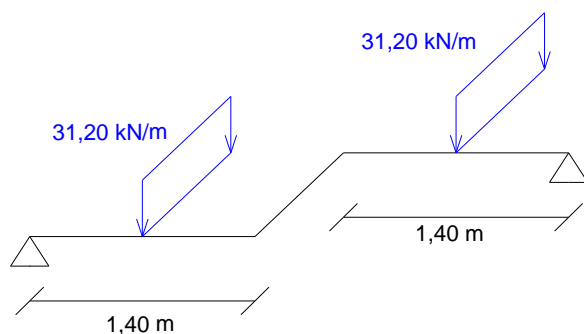


Figura 37 - Carga relativa a LE7 em LE9 e LE12

Sendo Sd_1 a carga distribuída atuante no patamar de cota inferior, Sd_2 a carga relativa ao lanço de escadas e Sd_3 a carga distribuída no patamar de cota superior temos que:

LE8:

$$Sd_1 = 13,28 \text{ kN/m}$$

$$Sd_2 = 18,74 \text{ kN/m}$$

$$Sd_3 = 13,28 + \frac{31,20}{1,40} = 35,57 \text{ kN/m}$$

LE9 e LE12:

$$Sd_1 = Sd_3 = 13,28 + \frac{31,20}{1,40} = 35,57 \text{ kN/m}$$

$$Sd_2 = 18,74 \text{ kN/m}$$

Para a carga respetiva às reações de apoio de LE7 passarem a carga distribuída linearmente no plano, como acima demonstrado, foi necessário dividir pelo comprimento do patamar de cada laje que lhe serve de apoio.

Posteriormente foi necessário encontrar uma solução de apoio estrutural e arquitetonicamente viável, assim como pouco suscetível a erros em obra, para tal em vez de:

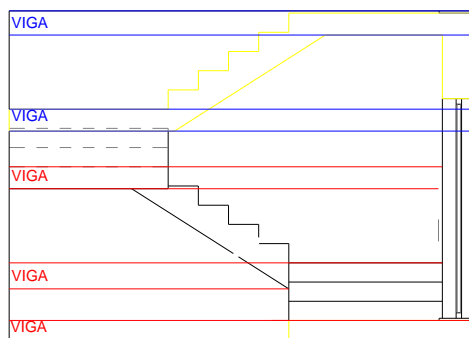


Figura 38 - Condições de apoio mais económica tendo em conta a disposição das lajes

Optou-se por:

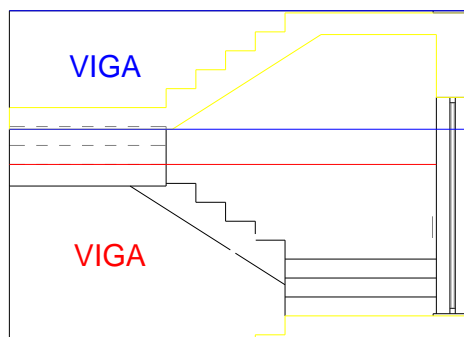


Figura 39 - Solução adotada

Onde as vigas representadas a azul são as situadas mais a Este e as a vermelho mais a Oeste.

5.5 Pré-dimensionamento

Uma vez obtido o ponto de partida relativo a cargas transmitidas a vigas e pilares, pode-se então proceder à primeira aproximação das suas dimensões.

5.5.1 Vigas

No presente subcapítulo, será abordada a metodologia geral de cálculo e respectiva verificação de segurança em vigas assim como um caso de especial relevância.

O caso de especial relevância, trata-se de um apoio indireto, ou seja, o apoio de uma viga noutra. Esta situação ocorre em circunstâncias em que não é possível a introdução de um pilar na interceção das duas vigas

5.5.1.1 Processo de cálculo

Determinado o vão da viga é necessário determinar o vão equivalente (l_i) que é dado pela formula:

$$l_i = l \times \eta$$

Em que:

$\eta=1$ em casos em que a viga se encontra simplesmente apoiada

$\eta=0,9$ em casos em que a viga seja continua apenas para um dos apoios

$\eta=0,8$ em casos em que a viga seja continua para ambos os apoios

Determinação da altura mínima da viga:

$$\frac{l_i}{h_{min}} \leq 20\eta$$

Após determinada a altura mínima admissível da viga, é então arbitrada uma altura igual ou superior à calculada tendo em conta as exigências arquitetónicas e não esquecendo que a situação ótima é tornar a viga impercetível.

Para a determinação dos esforços exercidos pela(s) laje(s) é necessário saber se a viga em questão é um apoio direto ou indireto da mesma.

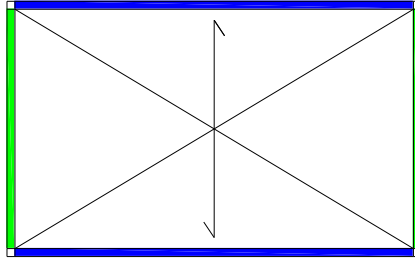


Figura 40 - Caso geral de descarga de lajes em vigas

As vigas representadas a azul, recebem a totalidade do valor de Vsd da laje enquanto que, por uma questão de segurança, as vigas representadas a verde recebem uma faixa de meio metro da laje. Matematicamente falando,

$$0,5 \times Carga$$

O valor total das cargas a atuar na viga é determinado pela expressão:

$$Sd = 1,35 \times (PP_{viga} + PP_{parede}) + Vsd_{laje}$$

$$PP_{parede} = 7,70 \text{ kN/m}^2$$

$$PP_{parede\ c/janela} = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

O momento atuante é traduzido por:

$$Msd = \frac{Sd \times l^2}{n}$$

Estando o valor de n , à semelhança do valor de η , dependente das condições de apoio da viga.

$n=10$ em casos em que a viga seja continua para ambos os apoios

$n=9$ em casos em que a viga seja continua apenas para um dos apoios

$n=8$ em casos em que a viga se encontra simplesmente apoiada

O cálculo do valor de μ , como já foi anteriormente referido, é calculado através da fórmula,

$$\mu = \frac{Msd}{b \times d^2 \times fcd}$$

Também o valor do esforço transversal atuante depende das condições de apoio, visto que,

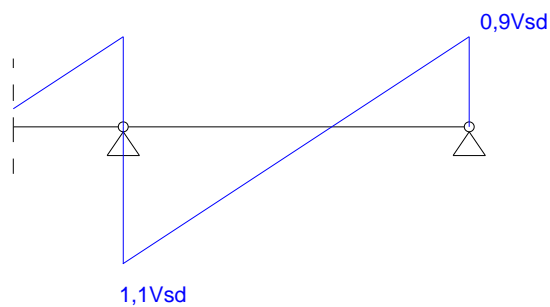


Figura 41 - Caso geral de cálculo do esforço transversal

Sendo,

$$Vsd = \frac{Sd \times l}{2}$$

Este valor terá de ser inferior ou igual ao resistente,

$$Vrd = \tau \times b \times d$$

5.5.1.2 Viga V23

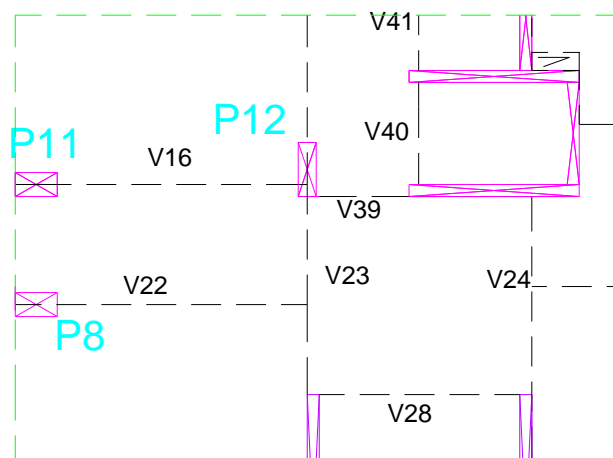


Figura 42 - Extrato da planta estrutural

$$L=3,30\text{m}$$

$$l_i = 3,30 \times 0,9 = 2,97\text{m}$$

$$\frac{l_i}{h_{min}} \leq 20 \times 0,90 \rightarrow h_{min} = 0,19\text{m}$$

Secção escolhida:

$$b=0,30\text{m}$$

$$h=0,28\text{m (espessura da laje LA4 e LA7)}$$

$$PP_{viga} = 25 \times 0,30 \times 0,28 = 2,10 \text{ kN/m}$$

$$Vsd_{lajes} = 0,5Vsd_{LA4} + 0,5Vsd_{LA7} + Vsd_{LM1} = 24,74 \text{ kN/m}$$

Uma vez que a viga V22 descarrega diretamente na viga V23, é necessário contabilizar com o seu esforço transversal.

$$Vsd_{V22} = 168,85 \text{ kN}$$

$$Sd = 1,35 \times 2,10 + 24,74 + \frac{168,85}{3,30} = 79,07 \text{ kN/m}$$

$$Msd = \frac{79,07 \times 3,30^2}{10} = 86,11 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = \frac{86,11}{1 \times 0,24^2 \times 20E3} = 0,25$$

$$Vsd_{int} = 1,10 \times \frac{79,07 \times 3,30}{2} = 150,03 \text{ kN}$$

$$Vsd_{ext} = 0,90 \times \frac{79,07 \times 3,30}{2} = 117,42 \text{ kN}$$

$$Vrd = 4,0E3 \times 0,30 \times 0,24 = 288 \text{ kN}$$

5.5.1.2.1 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.4

5.5.2 Pilares

O pré dimensionamento de pilares trata-se de um processo iterativo no sentido de arbitrar as suas dimensões e verificar se a escolha é segura e económica.

Numa primeira abordagem às dimensões a atribuir, é necessário determinar a carga que descarrega no pilar através de vigas.

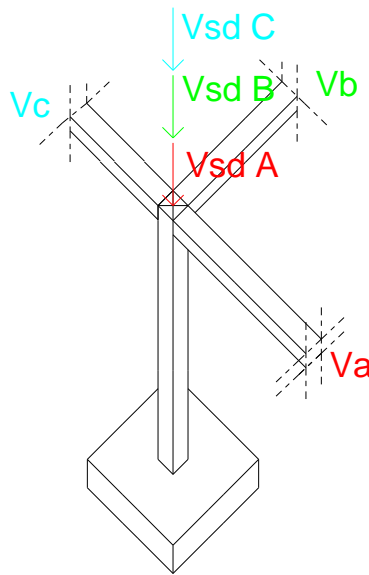


Figura 43 - Esquema elucidativo das cargas provenientes das vigas para os pilares

Analisando a figura, pode-se concluir que o esforço axial atuante no pilar é dado pelo somatório dos esforços transversos das vigas que nele descarregam, assim como o seu peso próprio.

$$Nsd = \sum Vsd_{vigas} + 1,50 \times b \times h \times h_{pilar} \times \gamma_{betão}$$

Numa primeira aproximação considerou-se o comprimento de encurvadura l_0 dado por:

$$l_0 = L \times 0,9$$
$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$
$$i = \frac{\text{menor dimensão}}{\sqrt{12}}$$

Obtido o valor da esbelteza do pilar, procede-se à determinação do valor de ω , através da seguinte tabela:

λ	ω
15	1
25	1,02
35	1,05
45	1,10
55	1,15
65	1,23
75	1,32

Tabela 8 – Relação λ com ω

$$Nrd = \frac{1}{\omega} [0,85 \times b \times h \times \gamma_{bet\tilde{a}o} \times h_{pilar}]$$

Na zona de lajes fungiformes o cálculo do esforço transversal transmitido ao pilar foi feito por área de influência piso a piso. Enquanto que na zona habitacional do edifício o esforço foi calculado agrupando 3 e 4 pisos.

5.5.2.1 Resultados

Os resultados encontram-se no anexo A.5

5.5.3 Estrutura metálica

Os perfis metálicos neste projeto surgem, como já foi anteriormente referido, como solução de aligeiramento de cargas concentradas transmitidas às vigas em situações de descontinuidade de pilares para o piso inferior.

Esta situação ocorre no piso recuado, onde foi necessário recorrer a sete perfis metálicos HEB, S275, estando três deles a descarregar diretamente em lajes maciças e os restantes 4 em vigas, dispostos da seguinte forma:

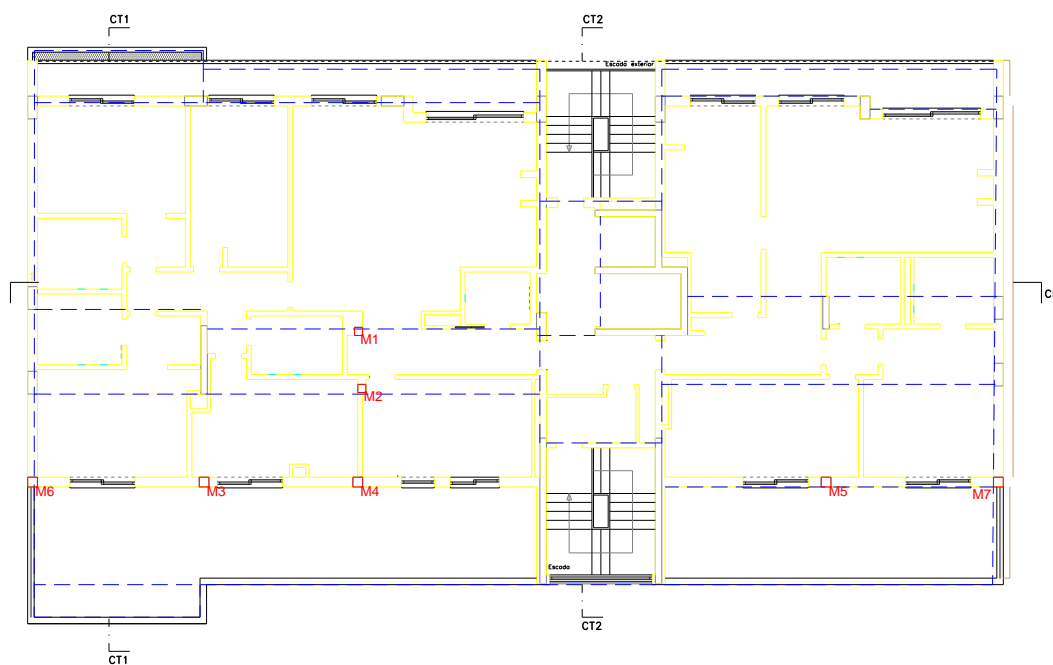


Figura 44 - Disposição dos perfis metálicos na planta do piso recuado

Para o seu pré-dimensionamento foi usado como regulamento o EC3-NP EN 1993 parte 1-

1.

5.5.3.1 Processo de cálculo

Para uma correta abordagem ao pré dimensionamento dos perfis metálicos é necessário proceder a uma quantificação de cargas às quais estes se encontram sujeitos. Este procedimento é semelhante ao realizado nos pilares em betão armado de onde se obteve:

	Ned (kN)
M1	375,00
M2	160,11
M3	88,89
M4	100,81
M5	115,29
M6	63,13
M7	75,65

Tabela 9 - Esforços transmitidos aos pilares metálicos

Como hipótese simplificadora considerou-se que os pilares apenas se encontram sujeitos à compressão, determinando-se de seguida a área mínima que este pode ter de modo a cumprir os requisitos de segurança.

Segundo o ponto 6.2.4 do EC3-NP EN 1993 parte 1-1, destinado à verificação à compressão é possível determinar a área mínima admissível do perfil.

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

Esta expressão é dedicada a secções transversais de Classe 1, 2 ou 3, uma vez que foi deste pressuposto que se partiu implicando a sua posterior confirmação.

Determinação da classe do perfil:

Distribuição das tensões nos componentes (compressão positiva)			
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396 \epsilon}{13 \alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36 \epsilon}{\alpha}$
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456 \epsilon}{13 \alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5 \epsilon}{\alpha}$
Distribuição das tensões nos componentes (compressão positiva)			
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	quando $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}$

Tabela 10 - Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1 "limites máximos das relações largura espessura para componentes comprimidos"

Onde "c" e "t":

Componentes internos comprimidos				
				Eixo de flexão
				Eixo de flexão

Tabela 11- Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1

Dada a análise e feitas as devidas consultas constata-se que todos os perfis escolhidos são de classe 1.

A verificação de segurança à encurvadura para elementos comprimidos é dada pelo ponto 6.3.1.1 do mesmo regulamento.

$$N_{b,Rd} = \frac{x \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Para a obtenção do valor de x é necessário saber o comprimento de encurvadura do pilar

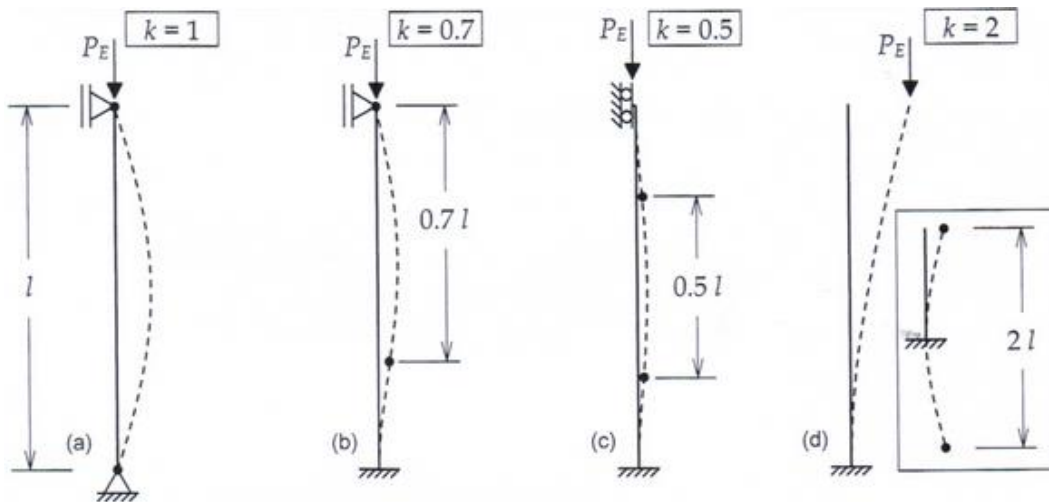


Figura 45 - Comprimentos de encurvadura [13]

No presente caso todos os pilares possuem o mesmo comprimento de encurvadura.

$$lc_{//} = lc_{\perp} = 2l$$

Plano paralelo:

$$i_{//} = \sqrt{\frac{I_{//}}{A}}$$

$$\lambda_{//} = \frac{lc_{//}}{i_{\perp}}$$

Plano perpendicular:

$$i_{\perp} = \sqrt{\frac{I_{\perp}}{A}}$$

$$\lambda_{\perp} = \frac{lc_{\perp}}{i_{//}}$$

Determinadas as esbeltezas em cada um dos planos, apenas é necessária a verificação do plano mais gravoso.

$$\bar{\lambda} = \frac{lc}{i} \frac{1}{\bar{\lambda}_1}$$

Onde,

$$\bar{\lambda}_1 = 93,9\varepsilon$$

Valor de ε é dado por:

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tabela 12 - Quadro 5.2 no NP EN 1993-1-1

O fator χ é determinado diretamente através do gráfico:

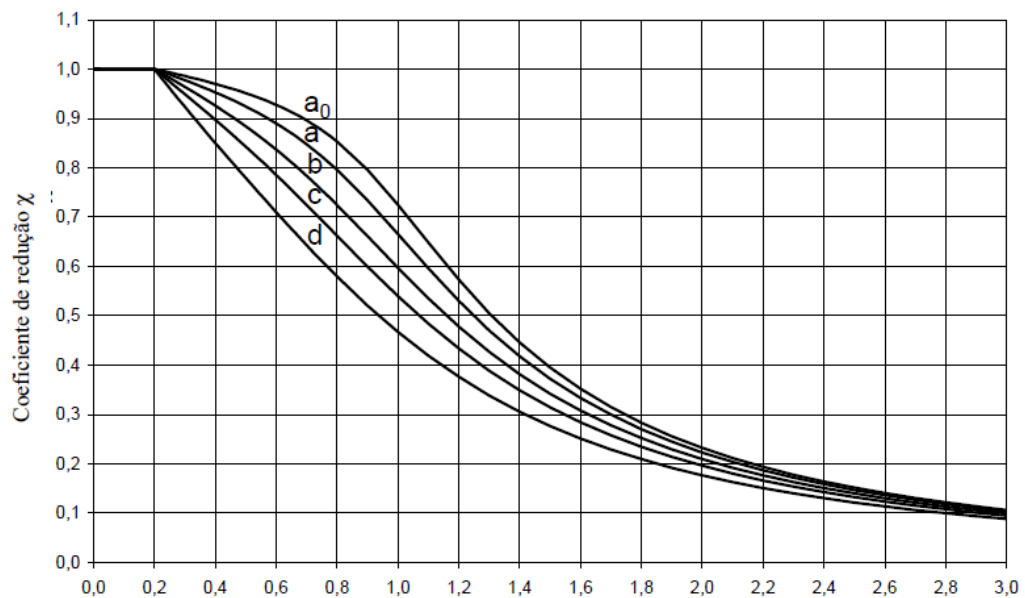


Figura 46 - Figura 6.4 da NP EN 1993-1-1 referente a curvas de encurvadura

Para a consulta do gráfico é necessário saber a que curva de encurvadura, onde é determinada através da tabela:

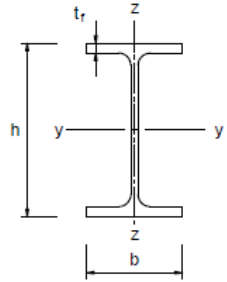
Secção transversal		Limites		Encurvadura em relação ao eixo	Curva de encurvadura	
					S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Perfis laminados		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y - y z - z	a b	a ₀ a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y - y z - z	b c	a a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y - y z - z	b c	a a
			$t_f > 100 \text{ mm}$	y - y z - z	d d	c c

Tabela 13 - Quadro 6.2 da NP EN 1993-1-1 "Escolha da curva de encurvadura em função da secção transversal"

Todas as escolhas recaíram sobre perfis do tipo HEB, logo a relação h/b é sempre 1 e a espessura de t_f é sempre inferior a 100mm, logo a curva será sempre b ou c dependendo do plano.

$$x = \frac{1}{\emptyset + \sqrt{\emptyset^2 - \bar{\lambda}^2}}, \text{ mas } x \leq 1,0$$

Em que:

$$\emptyset = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

Por fim é feita a verificação regulamentar,

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

5.5.3.2 Ligações aço-betão

Para o calculo das ligações de aço-betão foi usado o programa disponível on-line da HILTI, Hilti PROFIS Anchor 2.4.3. Trata-se de um programa que, um pouco à semelhança do

disponibilizado pela FAPREL, proporciona ao utilizador uma solução quase que instantânea.

É apenas necessário introduzir o perfil usado, a espessura da chapa de ligação aço-betão e as dimensões do elemento em betão destinado a receber a ligação.

O programa proporciona ainda vários tipos de solução e sugere a que matematicamente é ótima, cabendo ao projetista decidir se de facto tal se adequa ao efeito desejado.

Uma vez que as bases dos perfis metálicos são articuladas, não existirá momento na sua base. Assim sendo, para qualquer um dos casos presentes no projeto foram usados apenas 2 ligadores.

5.5.3.3 Pilar M2

Um exemplo, prático do projeto em questão do processo de cálculo no anterior subcapítulo descrito é o Pilar M2.

$$N_{ed} = 160,11 \text{ kN} \rightarrow A_{s_{min}} = 6,28 \text{ cm}^2 \rightarrow HE120B$$

Verificação à encurvadura:

$$l_{c_{//}} = 2l = 4,8 \text{ m}$$

$$l_{c_{\perp}} = 2l = 4,8 \text{ m}$$

$$i_{\perp} = \sqrt{\frac{317,5E - 8}{34,01E - 4}} = 0,0306$$

$$i_{//} = \sqrt{\frac{864,4E - 8}{34,01E - 4}} = 0,0504$$

$$\lambda_{\perp} = \frac{4,8}{0,0504} = 95,24$$

$$\lambda_{//} = \frac{4,8}{0,0306} = 156,86$$

Podemos então constatar que o plano mais suscetível a encurvar é o plano//.

$$\lambda_1 = 86,40$$
$$\lambda_{//} = \frac{4,8}{0,0306} \frac{1}{86,40} = 1,82$$

$$\emptyset = 0,5[1 + 0,34(1,82 - 0,2) - 1,82^2] = 2,43$$

$$x = \frac{1}{2,43 + \sqrt{2,43^2 - 1,82^2}} = 0,248$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,248 \times 34,01E - 4 \times 275E3}{1,25} = 185,6 \text{ kN} > Ned$$

Verifica segurança tanto à compressão como à encurvadura.

Cálculo da ligação aço-betão usando o programa Hilti PROFIS Anchor 2.4.3:

Dados:

- Secção da chapa de ligação → 300x300x10 (mm)
- Distância entre ligadores → 110 mm
- Altura da viga → 280 mm
- Esforço axial → 160,11 kN
- Perfil metálico → HEB120

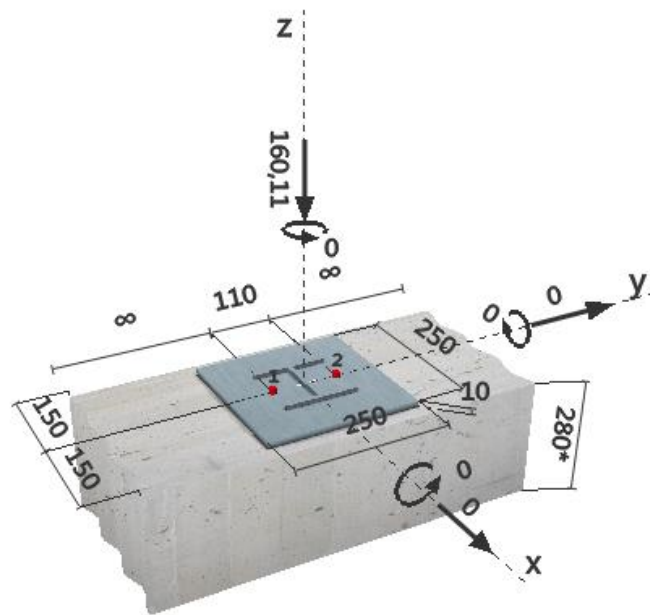


Figura 47 - Esquema de ligação do perfil metálico à viga (Hilti PROFIS Anchor 2.4.3)

Solução:

2 ligadores Hilti HST M10 em aço galvanizado com 69mm de profundidade de perfuração.

	M10
$N_{ru,m}$ [kN]	22,3
$V_{ru,m}$ [kN]	27,8
N_{rk} [kN]	16,0
V_{rk} [kN]	23,5
N_{rd} [kN]	10,7
V_{rd} [kN]	18,8
N_{rec} [kN]	7,6
V_{rec} [kN]	13,4
f_{uk} [N/mm ²]	800
f_{yk} [N/mm ²]	640
$M^0_{rk,s}$ [Nm]	60

Tabela 14 - Dados do fabricante (HILTI)



Figura 48 - Ligador Hilti HST

5.5.3.4 Resultados:

	Perfil	Secção da chapa (mm ³)	Número de ligadores	Espaçamento entre ligadores (mm)	Diâmetro do ligador	Profundidade de perfuração (mm)	Solução
M1	HE200B	300x300x10	2	270	10	69	HST
M2	HE120B	300x300x10	2	110	12	80	HST
M3	HE100B	300x300x10	2	110	12	80	HST
M4	HE120B	300x300x10	2	110	12	80	HST
M5	HE120B	300x300x10	2	110	12	80	HST
M6	HE100B	300x300x10	2	110	12	80	HST
M7	HE100B	300x300x10	2	110	12	80	HST

Tabela 15 – Soluções de perfis e de ligadores

6 Dimensionamento com o programa TRICALC

6.1 Modelação da estrutura

Como já foi referido, o programa permite a utilização de ficheiros em formato DWG o que facilita a modelação da estrutura evitando trabalhar por coordenadas.

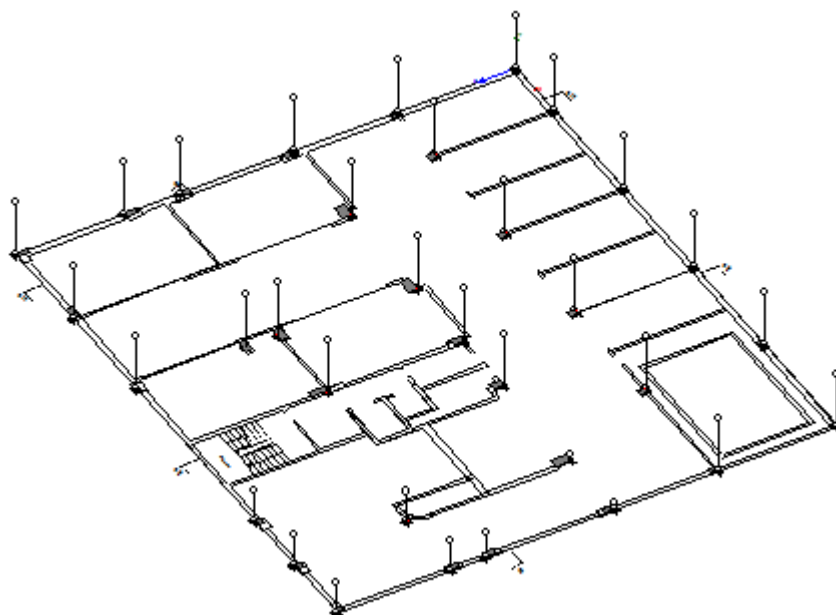


Figura 49 – Planta de arquitetura em formato DWG associada ao programa

Um comando também bastante usado em modelação de estruturas é a cópia de pisos, permitindo assim um avanço mais rápido, uma vez que apesar da sua planta arquitetónica ser diferente, a planta estrutural a nível de pilares e vigas é semelhante.

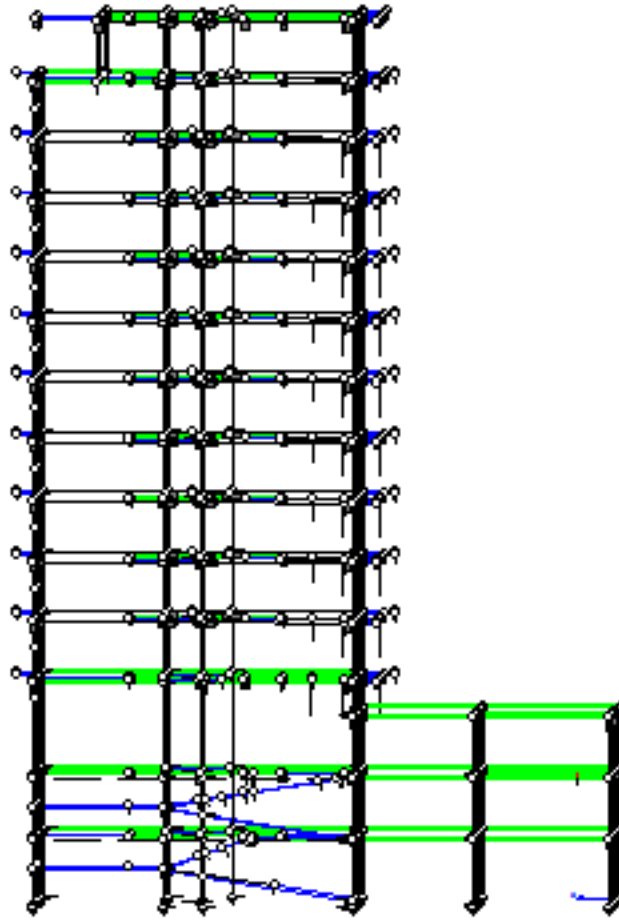


Figura 50 - Estrutura TRICALC

Uma vez montada a estrutura é então feita a atribuição de secções calculadas através do pré-dimensionamento.

O programa TRICALC apresenta uma extensa base de dados de lajes aligeiradas de vigotas, mas como não tem a marca FAPREL, optou-se por introduzir uma laje aligeirada da Pavileca com a mesma espessura, tendo o cuidado de introduzir o peso próprio correspondente às lajes da FAPREL.

Modificar laje aligeirada

Plano: 1335 Nome: LA1

Acção superficial
 Q(kN/m²): 7,5900 Hipótese: 0 G Permanente
 2,0000 1 Q1 Sobrecarga
 0,0000 0 G Permanente

Adicionar peso próprio na hipótese 0

Acção continua
 Q(kN/m): 0,0000 Hipótese: 0 G Permanente

Separação: 50
 Vector: 0,0000; -1,0000; 0,0000; Yg

Opções acções em barras...

Entrega em paredes de peças
 Valor por defeito
 Não considerar
 Distância (cm)
 % espessura parede 67

Acções Periféricas
 Aresta Q(kN/ml) Hip. Eliminar

Encastramentos
 Aresta Encastramento(%) Eliminar
 5 50

Arestas em Consola
 Eliminar

Arestas da bordadura (degrau)
 Eliminar

Acções Transversais
 Q(kN/ml) Hip. Eliminar

Aresta Entrega
 Eliminar

Ficha
 Série: PAVILECA.TR5
 Nome: 3825Bx28
 Procurar...

Situar a laje na face inferior das vigas
 Considerar o encastramento entre laje e paredes resistentes
 Indeformável no seu plano (ver Opções de Cálculo)

Guardar Cancelar

Figura 51 - Introdução de cargas em lajes aligeiradas

Já as lajes de escadas, que à semelhança das lajes aligeiradas de vigotas, também são dimensionadas sem recurso ao programa, não foram consideradas na modelação. As forças que estas transmitem às vigas que lhe servem de apoio, são colocadas como uma carga distribuída.

Após a modelação inicial da estrutura estar concluída é necessário fazer a sua verificação geométrica, visto que não são permitidos erros para dar início à fase seguinte.

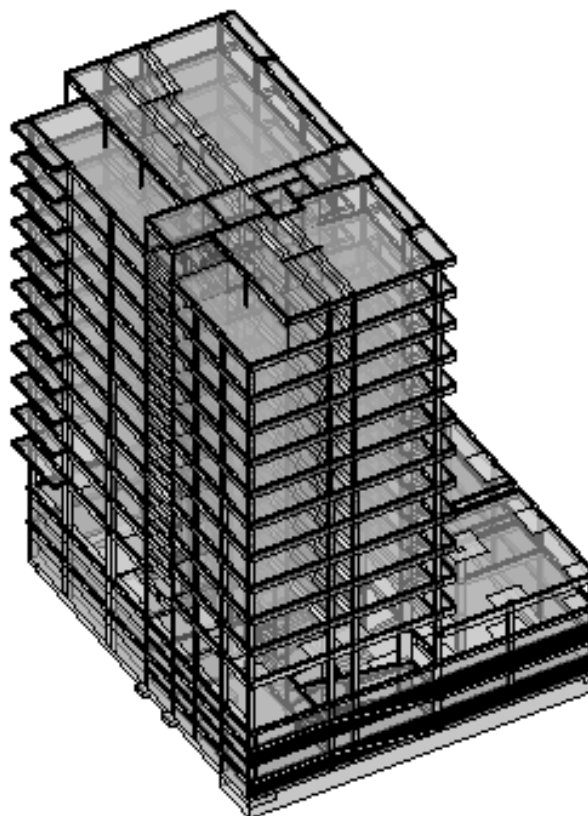


Figura 52 - Estrutura modelada

6.2 Ações horizontais atuantes no edifício

Com a estrutura sem erros, foi então dado início à introdução das ações horizontais às quais regulamentarmente o edifício se destina.

6.2.1 Ação do vento

A ação do vento foi determinada tendo em conta o “Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes”, REBAP.

Segundo o artigo 20º do referido regulamento, o edifício em questão encontra-se situado na Zona B, uma vez, que este está destinado a ser construído numa faixa costeira de largura inferior a 5 km.

De acordo com o artigo 21º, a variação da velocidade do vento com a altura depende fortemente da rugosidade aerodinâmica do solo, relacionada com as dimensões e a distribuição dos obstáculos nele existentes e que afetam o escoamento do ar na sua vizinhança.

Então, a rugosidade aerodinâmica do solo é do tipo I pois irá integrar numa zona urbana onde na qual predominam edifícios de médio e grande porte.

Como já foi referido trata-se de um edifício com 36m de altura acima do solo, segundo o artigo 24º

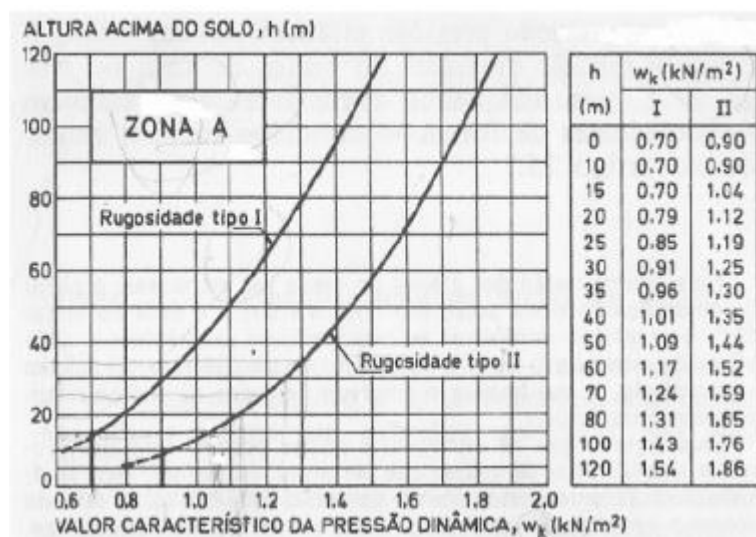


Figura 53 - valor característico da pressão dinâmica do vento (Art. 24º - RSA)

$$w_d = w_k \times \delta_{pe}$$

Sendo,

$$w_k^{Zona B} = w_k^{Zona A} \times 1,2$$

O valor de δ_{pe} é o coeficiente de pressão para paredes para as duas direções ortogonais.

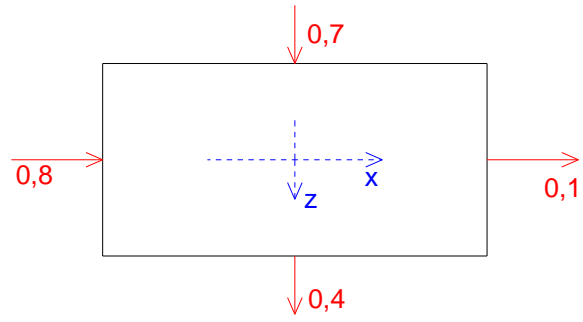


Figura 54 - Coeficiente de pressões na direção XX e ZZ

De onde se pode concluir que:

$$\delta_{pe}^x = 0,9$$

$$\delta_{pe}^y = 1,1$$

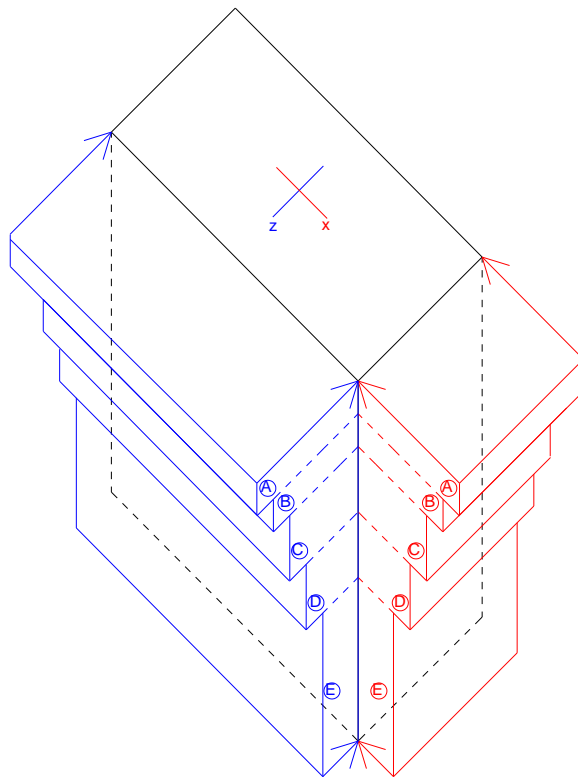


Figura 55 - Esquema tridimensional da variação da ação do vento consoante a altura

	w_d^x	w_d^z
A	1,04	1,27
B	0,98	1,2
C	0,92	1,12
D	0,85	1,04
E	0,76	0,92

Tabela 16 - Valores das pressões do vento no edifício (kN/m)

Obtidas as forças exercidas pela ação do vento nas fachadas do edifício, estas são introduzidas no programa de forma distribuídamente contínua tendo em conta as cotas dos diferentes níveis de pressão.

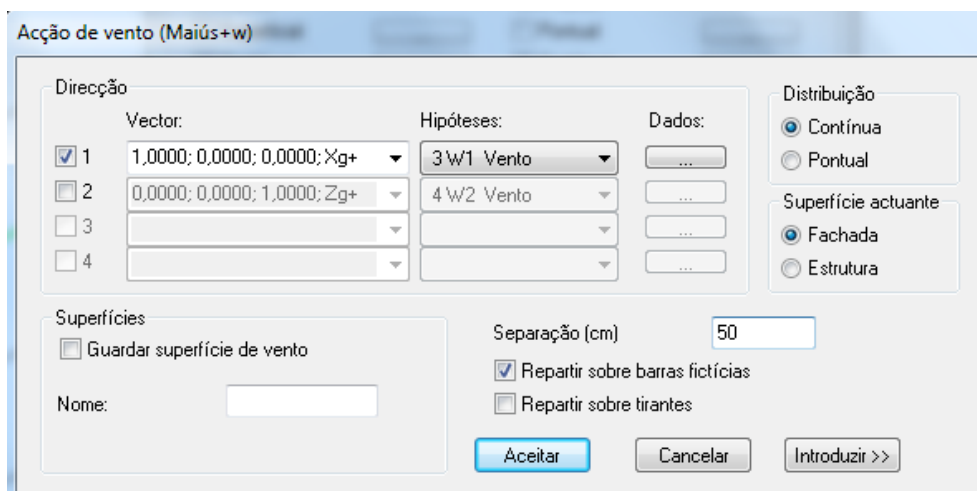


Figura 56 - Ação do vento nas fachadas

Em que a hipótese “3W1” corresponde ao vento que atua na direção XX e “4W2” na direção YY.

6.2.2 Ação Sísmica

A ação sísmica foi considerada segundo o Regulamento de Segurança a Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes.

Zona Sísmica	α
A	1,0
B	0,7
C	0,5
D	0,3

Tabela 17 - Valores do coeficiente de sismicidade, α - Artigo 29º RSA

Sendo Leça da Palmeira uma freguesia do concelho de Matosinhos, trata-se portanto da zona sísmica D



Tabela 18 - Zonamento sísmico do território nacional - RSA Anexo III -1

A natureza do terreno considerada foi do Tipo II, que segundo o Artigo 29º, do RSA, é referente a “solos coerentes muito duros, duros e de consistência média; solos incoerentes compactos”.

Sendo o edifício em questão uma estrutura porticada de ductilidade normal, que de acordo com o artigo 33º.2, para as direções horizontais o coeficiente de comportamento relativo a esforços (η) é de 2,5.

O coeficiente de amortecimento é outro parâmetro exigido pelo programa para o cálculo da ação sísmica.

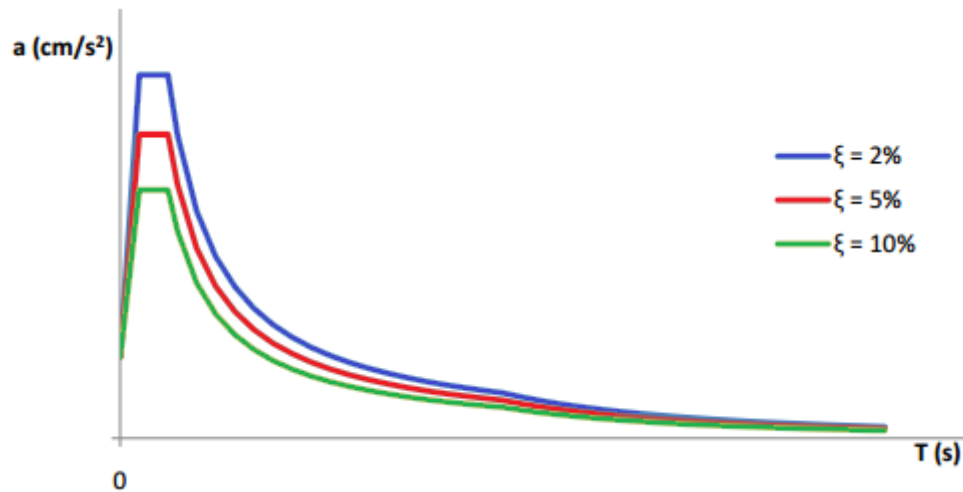


Figura 57 - Espectros de resposta consoante o coeficiente de amortecimento

Analisando a figura pode então concluir-se que quanto maior for o coeficiente de amortecimento, menor serão os seus deslocamentos provocados por oscilação. Assim sendo, foi atribuído à estrutura um coeficiente de amortecimento de 5%.

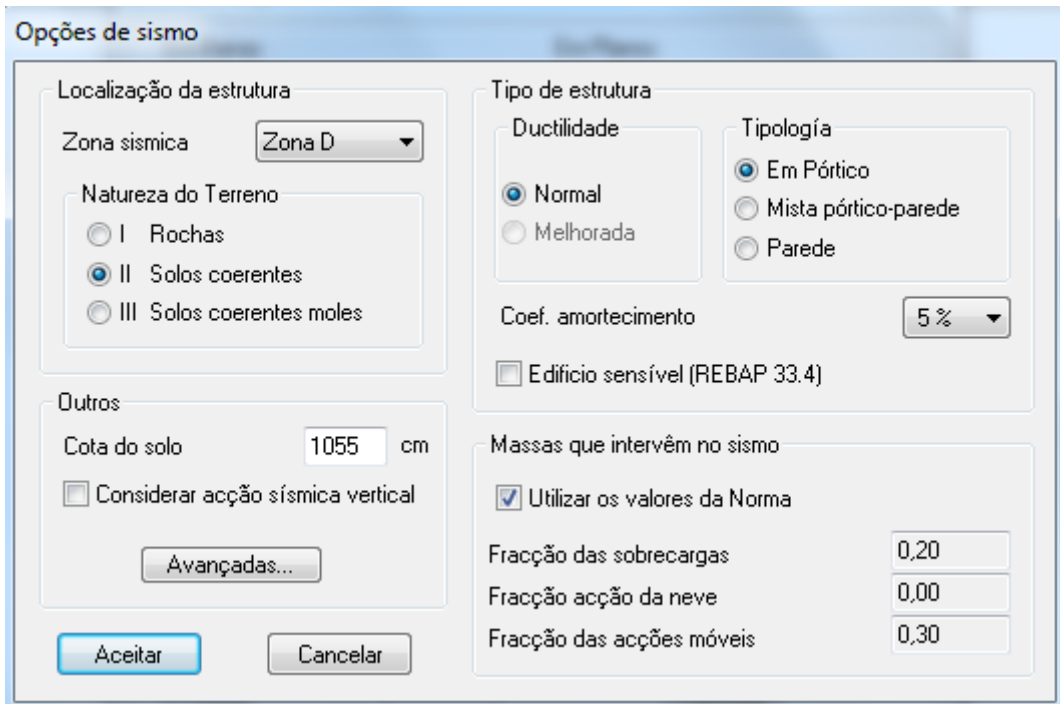


Figura 58 - Introdução de dados sobre o edifício relativo à acção sísmica

6.2.3 Análise de estruturas de edifícios sob acções horizontais

Tal como se poderá verificar na análise de resultados do projeto (Ponto 7.4.4) em edifícios de altura considerável, as acções horizontais, tais como o vento e acção sísmica, a partir de certo ponto tornam-se condicionantes em relação às acções gravíticas.

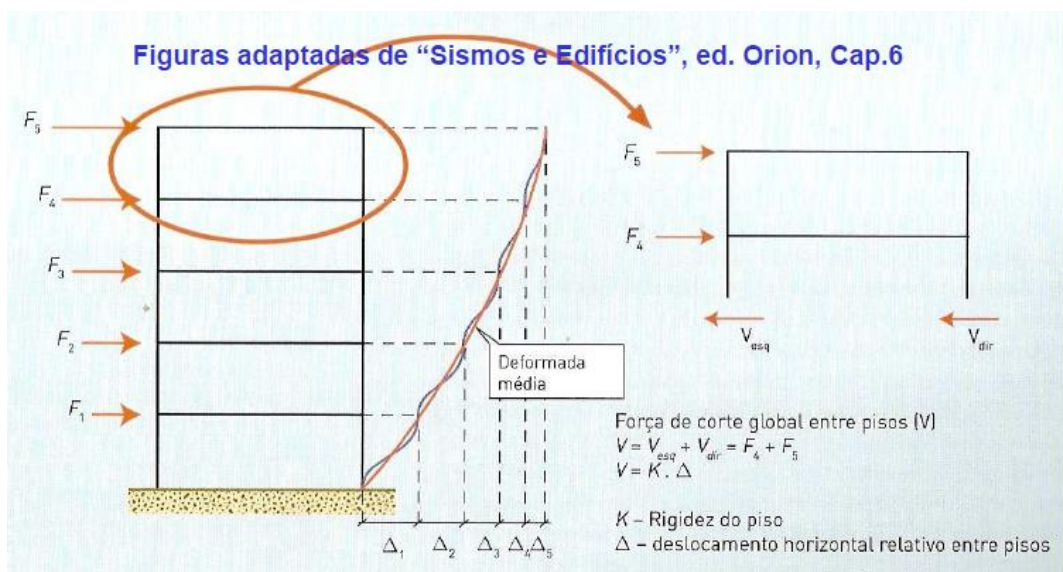


Figura 59 - Deslocamentos horizontais relativos entre pisos [14]

Tal como se pode verificar na figura, em estruturas tipo pórtico o deslocamento horizontal relativo entre pisos vai sendo menor consoante o desenvolvimento em altura do edifício. Sendo o deslocamento de cada piso a acumulação dos deslocamentos dos pisos inferiores, a curvatura típica da deformada média de um pórtico tende a reduzir em altura, apesar da força ser superior

6.2.4 Muro de cave

Como já foi anteriormente referido o edifício é dotado de 3 caves sendo duas delas abaixo do nível do solo. Para que não ocorram futuros problemas de fissuração ou desabamento devido à ação das terras, foi necessário introduzir um muro de cave a toda a volta do edifício.

Uma vez que não foi possibilitado o acesso ao estudo geotécnico do terreno foi considerado que:

Não existe nível freático

Ângulo de atrito (ϕ) de 30°

E um peso específico do terreno seco (γ_{terreno}) de 18kN/m^3

Sobrecarga da envolvente de 5kN/m^2

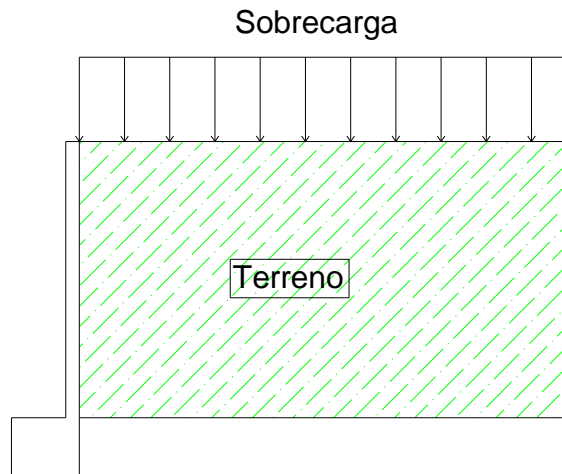


Figura 60 - Esquema interação terreno/muro de cave

As cargas transmitidas à estrutura têm o seguinte desenvolvimento:

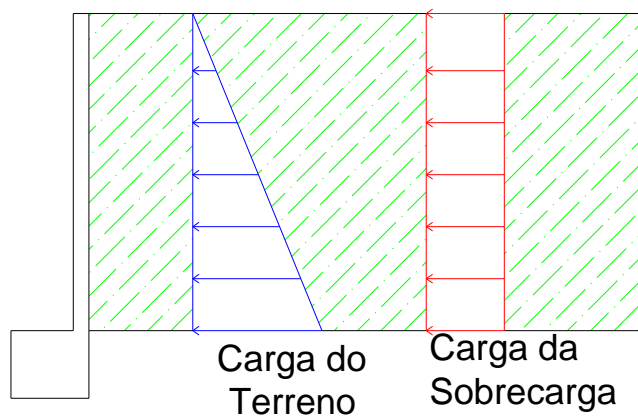


Figura 61 - Ação das cargas no muro

Sendo a força máxima exercida pelo terreno dada por:

$$\gamma_{terreno} \times k_0 \times h$$

Sendo a força transmitida pela sobrecarga dada por:

$$k_0 \times Q$$

Onde:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varnothing$$


h – profundidade do terreno

Editar terreno

Descrição:

Representação do terreno

Cor:

Padrão: 

Natureza

Terreno Rocha Impermeável

γ_d	Densidade seca (kN/m ³)	<input type="text" value="18,00"/>
γ_n	Densidade aparente (kN/m ³)	<input type="text" value="18,00"/>
γ_{sub}	Densidade submersa (kN/m ³)	<input type="text" value="10,98"/>
c'	Coesão aparente (kN/m ²)	<input type="text" value="0,00"/>
q_u	Resistência à compressão simples (kN/m ²)	<input type="text" value="120,00"/>
ϕ'	Ângulo de atrito interno (graus)	<input type="text" value="30,00"/>
δ'	Ângulo de atrito terreno-fundação (graus)	<input type="text" value="20,00"/>
	Coefficiente de atrito fundação-terreno	<input type="text" value="0,38"/>
	Coefficiente de balastro vertical placa 30x30 (MPa/m)	<input type="text" value="120,04"/>
	Coefficiente de balastro horizontal, impulso activo (MPa/m)	<input type="text" value="110,03"/>
	Coefficiente de balastro horizontal, impulso passivo (MPa/m)	<input type="text" value="100,03"/>
	Gradiente de K com a profundidade (MPa/m / m)	<input type="text" value="0,00"/>

Figura 62 - Introdução de dados sobre o terreno atuante no muro de cave

6.3 Mobilidade da estrutura

Segundo o artigo 58º do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, são consideradas estruturas de nós fixos aquela cujos nós, sob efeito dos valores de cálculo das ações, sofrem deslocamentos horizontais de valor desprezável. Caso isso não se verifique a estrutura é de nós móveis.

Para que uma estrutura seja de nós fixos, a seguinte condição terá de ser verificada:

$$h_{tot} \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} \leq \eta$$

Em que para um número superior a 4 andares:

$$\eta = 0.6$$

$$\sum N = \sum Q + \sum G = 18805.7 + 91540.36 = 110346 \text{ kN}$$

$$E = 33 \text{ GPa}$$

$$I_{xx} = 0.881 \text{ m}^4$$

$$I_{yy} = 3,69 \text{ m}^4$$

$$h_{tot} = 41.9 \text{ m}$$

Direção XX:

$$41.9 \sqrt{\frac{110346}{33E6 \times 0.881}} = 2.58 \rightarrow \text{Nós móveis}$$

Direção YY:

$$41.9 \sqrt{\frac{110346}{33E6 \times 3.69}} = 1.26 \rightarrow \text{Nós móveis}$$

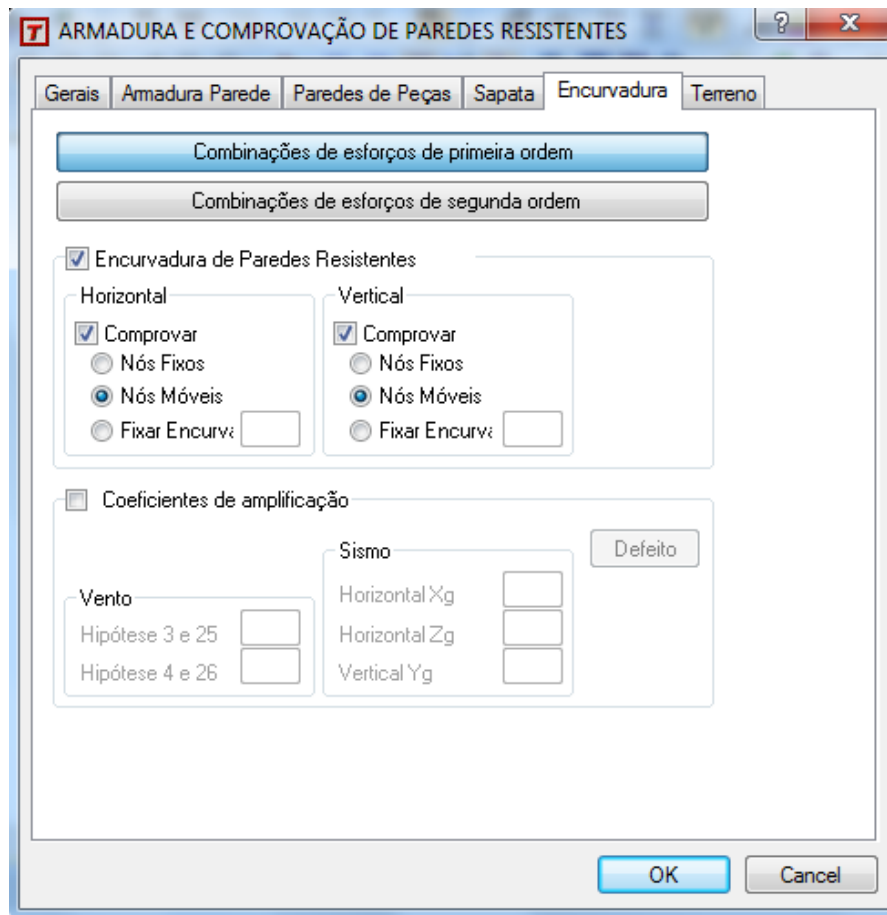


Figura 63 - Mobilidade da estrutura

6.4 Análise de resultados

Concluída a introdução de ações horizontais, foi então efetuado o cálculo automático da estrutura.

O programa TRICALC permite verificar erros de rotura de betão armado, flecha excessiva, punçoamento, assim como constatar quais os elementos sobredimensionados e calcular as armaduras dos elementos estruturais existentes.

A estrutura, é então mais uma vez otimizada de modo a não ter qualquer tipo de erro, para se proceder à normalização dos seus elementos.

A normalização dos elementos estruturais tem como objetivo tornar a relação custo final da obra/rapidez de execução, o mais eficiente possível. O critério de normalização depende

de projetista para projetista, tendo sido considerado neste caso, a mesma secção para elementos com diferença da relação esforço atuante/esforço resistente até 30%.

6.4.1 Rearranjo das armaduras

Obtidas as secções consideradas ótimas, passa-se então ao rearranjo das armaduras, dado que os programas disponíveis no mercado, e não sendo o TRICALC exceção, ainda propõe soluções que por vezes são de difícil execução.

Tal como na atribuição das secções, na análise das armaduras também foi efetuada uma normalização com o mesmo critério, ou seja, tendo a mesma secção e havendo uma diferença de até 30% entre o esforço atuante e o resistente, é usada a mesma armadura.

Referenciando como exemplo na armadura de pilares o pilar P16 (P19 é o número atribuído por defeito pelo programa), na cave -3.

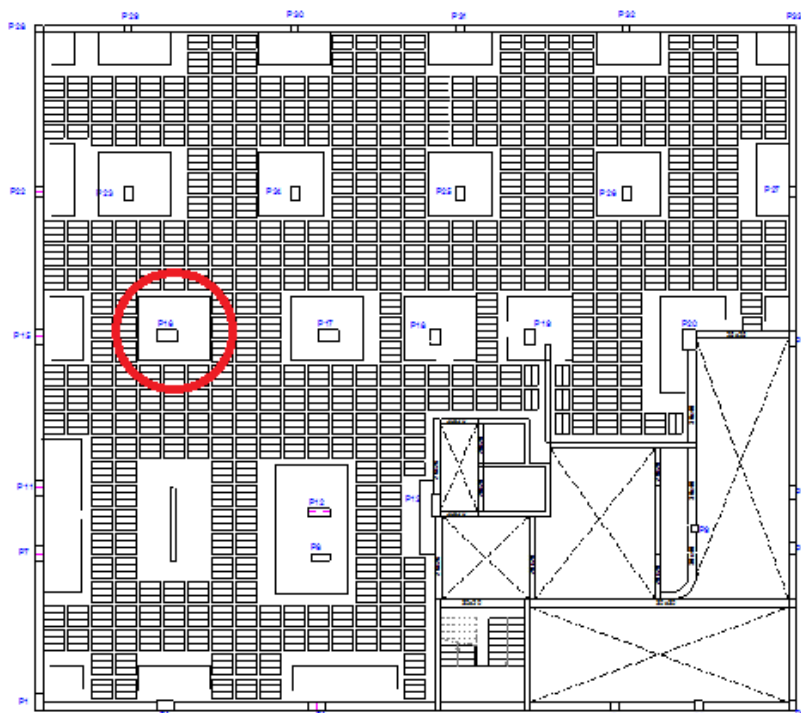


Figura 64 - Planta estrutural cave -3

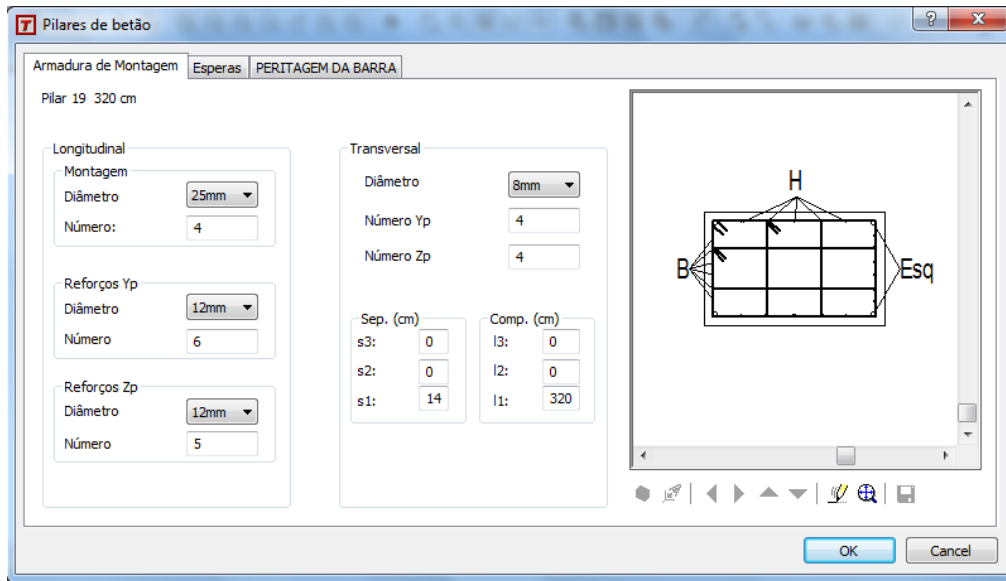


Figura 65 - Pilar P19 armado pelo programa

O programa armou o pilar conjugando ferros de 25mm com ferros de 12mm e usa um estribo de 8mm, o que resulta num coeficiente de aproveitamento de 99,95%.

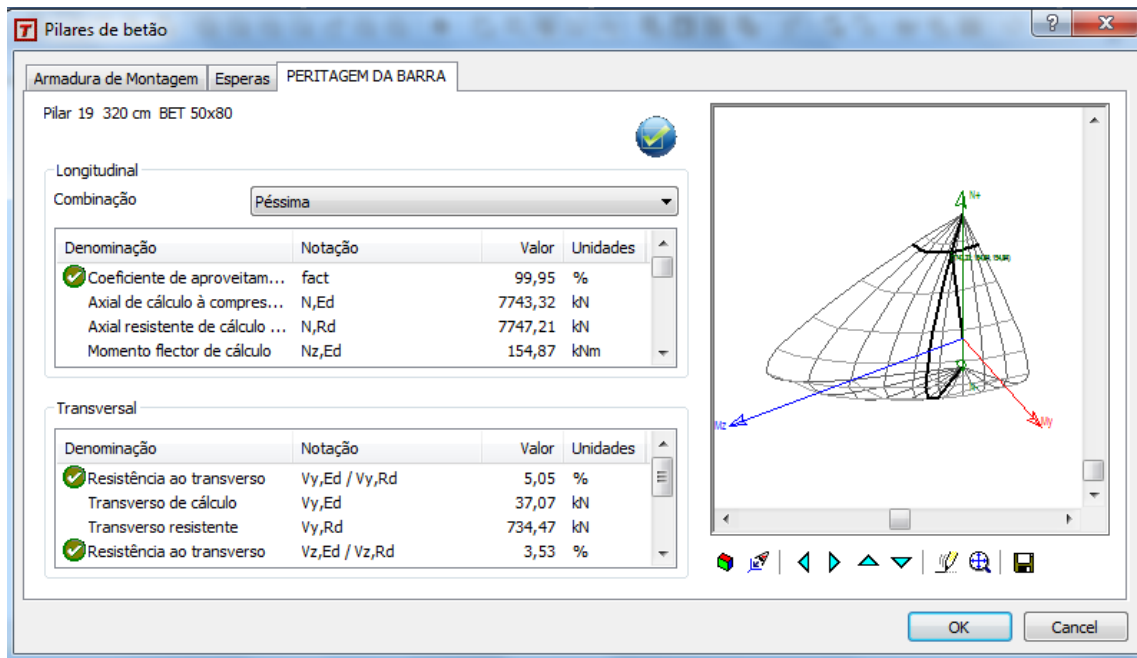


Figura 66 - Coeficiente de aproveitamento do pilar P16 com armadura atribuída pelo programa

Uma vez que não é usual combinar ferros que não sejam de diâmetros consecutivos, a alteração efetuada foi para o uso de ferros de 25mm com ferros de 20mm e o uso de um estribo de 8mm tal como indica a figura:

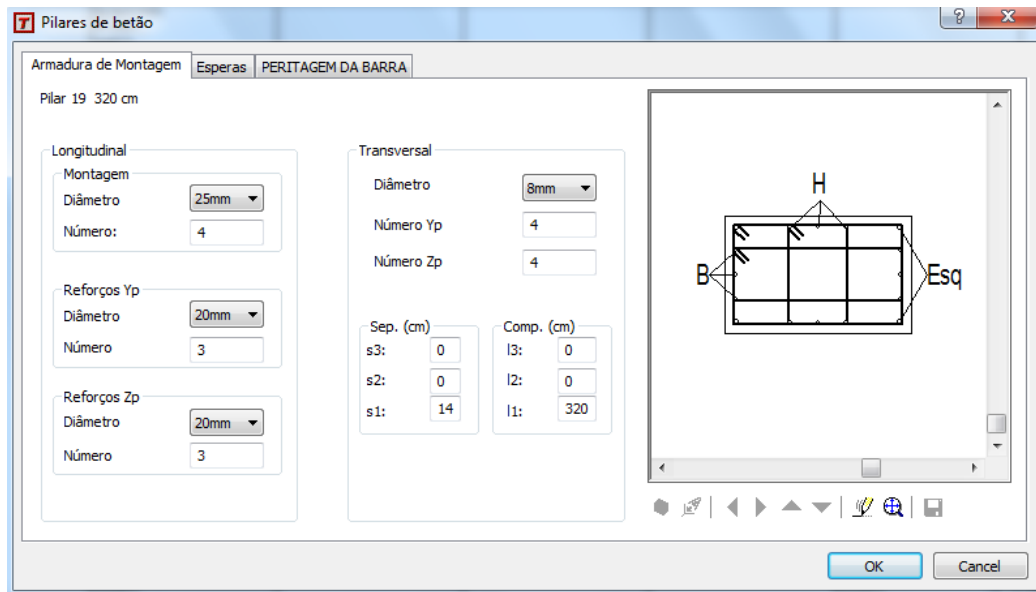


Figura 67 - Alteração da armadura do pilar P16

As alterações efetuadas nos elementos estruturais, são posteriormente sujeitas a verificação não só de segurança mas também se cumpre os requisitos de economia do projetista.

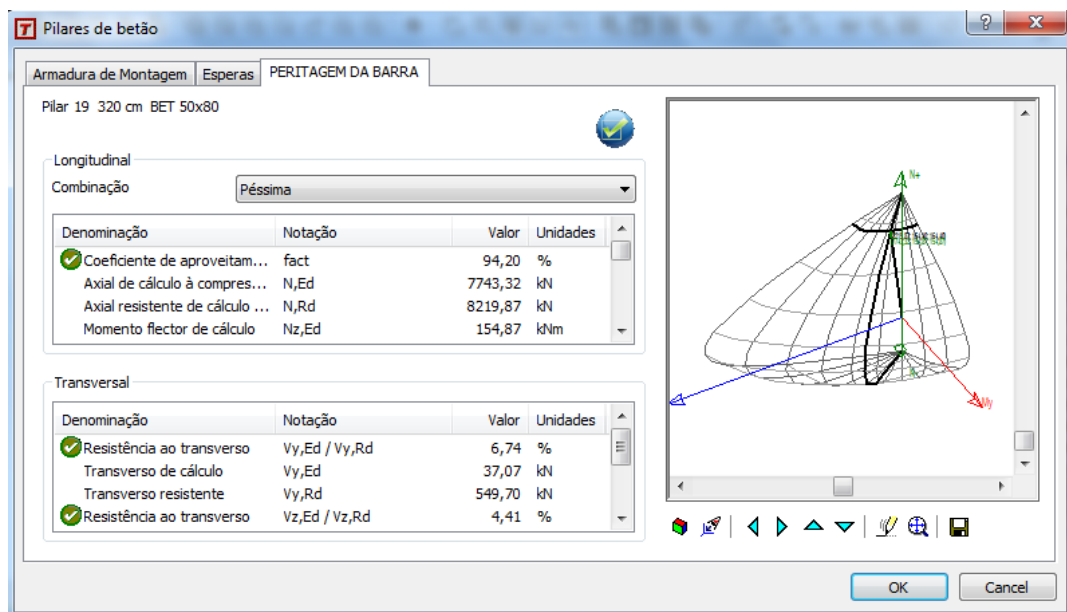


Figura 68 - Coeficiente de aproveitamento do pilar P16 pós rearranjo das armaduras

Pode então concluir-se que a sugestão de alteração de armadura cumpre os requisitos de economia anteriormente referidos, tendo aproximadamente uma diferença de 5%.

O mesmo processo é efetuado em vigas, onde por defeito o programa atribui uma armadura que apenas faz sentido relativamente à área de aço necessária.

Usando como exemplo, a viga do último piso (visto que é a mais esforçada) do pórtico 4 (fachada frontal do edifício) no primeiro tramo (representada a azul):

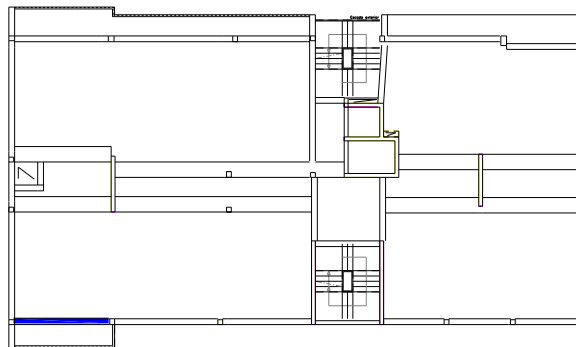


Figura 69 - Planta do piso recuado

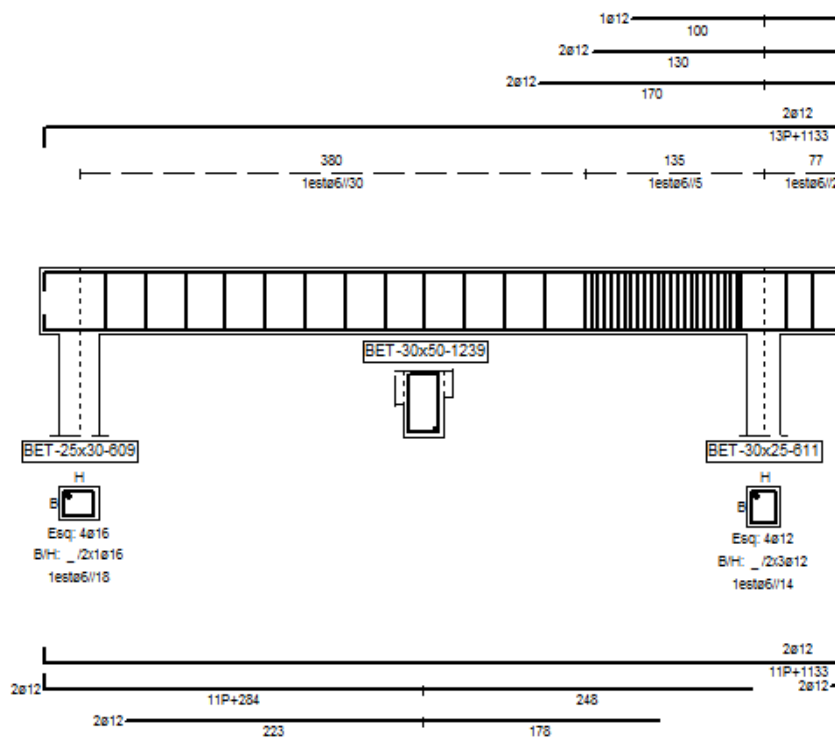


Figura 70 - Solução de armadura sugerida pelo programa

De forma a evitar a excesso de armadura longitudinal definida por defeito (zona do apoio central tinha 7 ferros de 12mm num espaço de 30cm) foi alterado para uma armadura principal de 20mm e retirados 2 ferros de 12mm.

O estribo de seleção automática era de 6mm de diâmetro mas uma vez que apenas permitia um espaçamento de 5cm, a totalidade do tramo foi alterada para estribo de 8mm espaçado a 10cm. A armadura principal inferior também foi substituída por ferros de 20mm permitindo assim a dispensa de 2 ferros de 12mm.

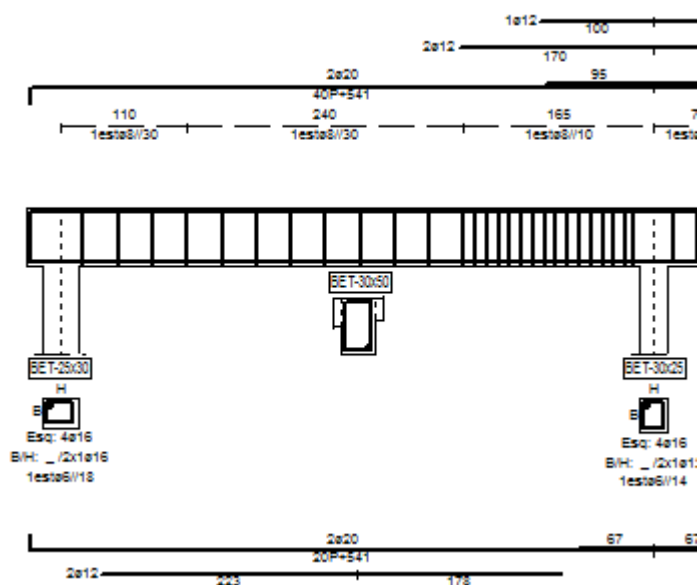


Figura 71 - Tramo 1 da viga do pórtico 4

6.4.2 Ações atuantes

Como referido no ponto 7.2.4, em edifícios altos, as forças horizontais aumentam com a altura. Na prática, a envolvente de esforços deste edifício tem uma forma diferente da envolvente dos edifícios de pequeno/médio porte.

Analisando o diagrama de momentos provocados pelas cargas permanentes, sobrecarga, vento e sismo individualmente na fachada lateral esquerda segundo a direção que lhe é perpendicular (tramo assinalado a azul) verifica-se:

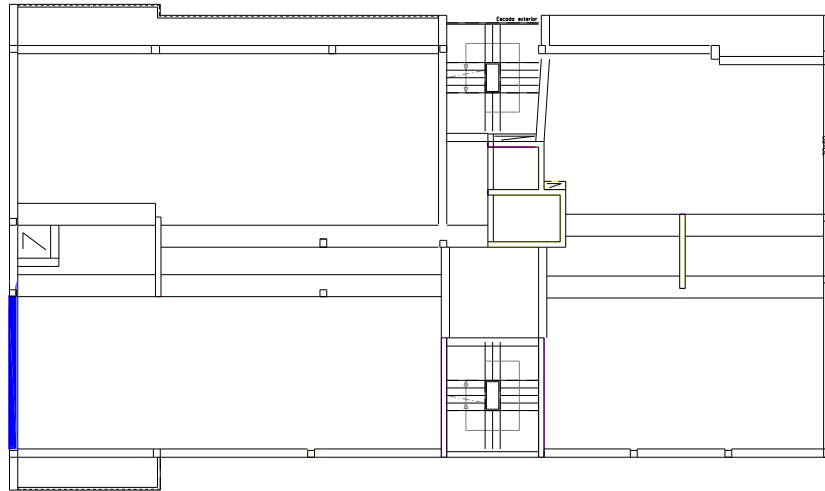


Figura 72 - Planta do piso 9

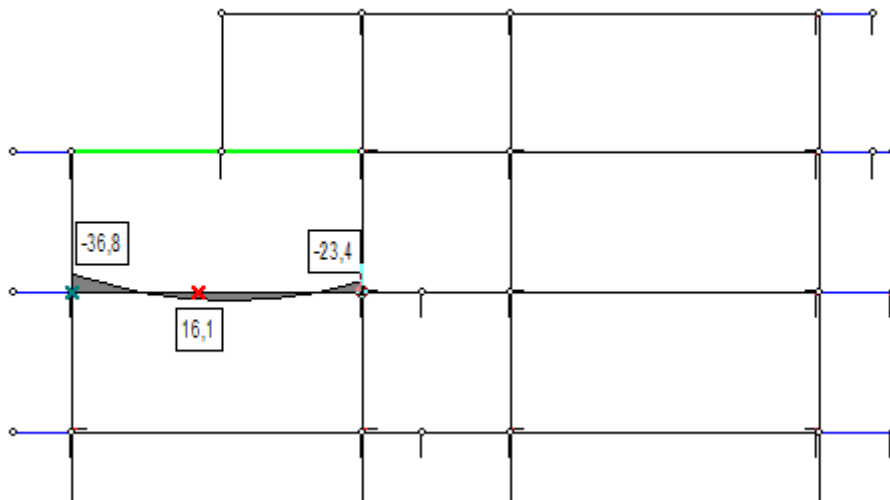


Figura 73 - Diagrama dos momentos fletores – Cargas permanentes

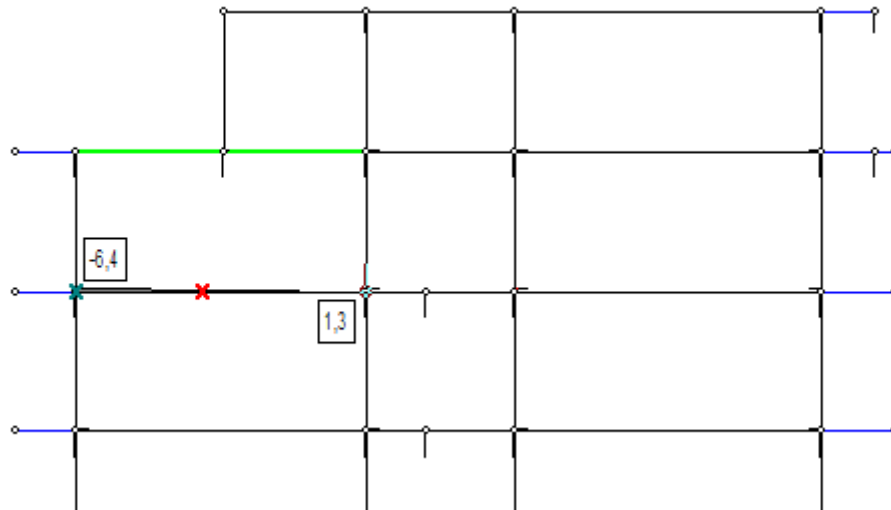


Figura 74 - Diagrama dos momentos fletores – Sobrecarga

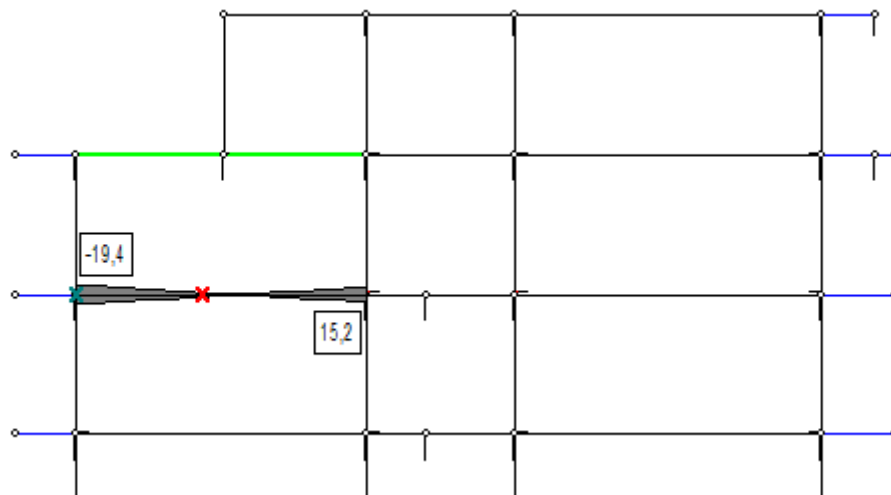


Figura 75 - Diagrama de momentos fletores – Vento

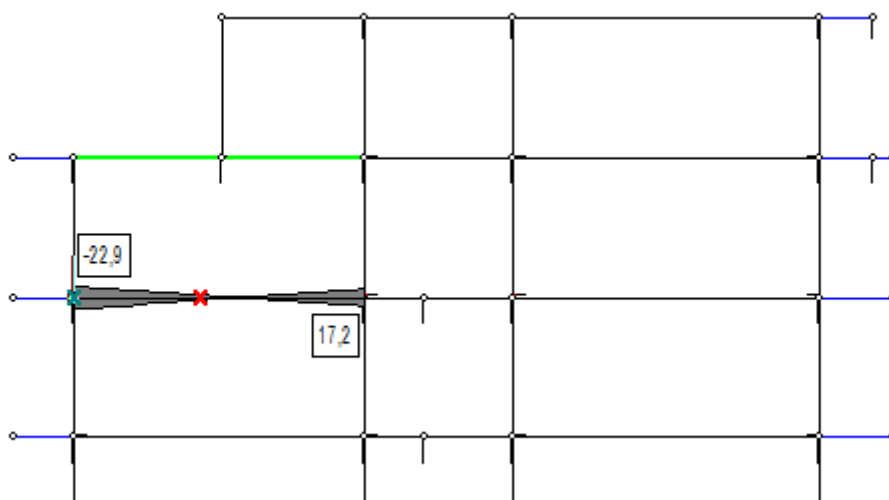


Figura 76 - Diagrama de momentos fletores – Sismo

Note-se que neste tipo de edifícios os valores máximos e mínimos das ações horizontais atingem a mesma ordem de grandeza dos esforços provocados pelas cargas permanentes.

A causa da sua envolvente de esforços ter uma forma diferente dos edifícios de pequeno/médio porte, como referido, é o facto das ações horizontais provocarem momentos positivos nos apoios de uma forma significativa.

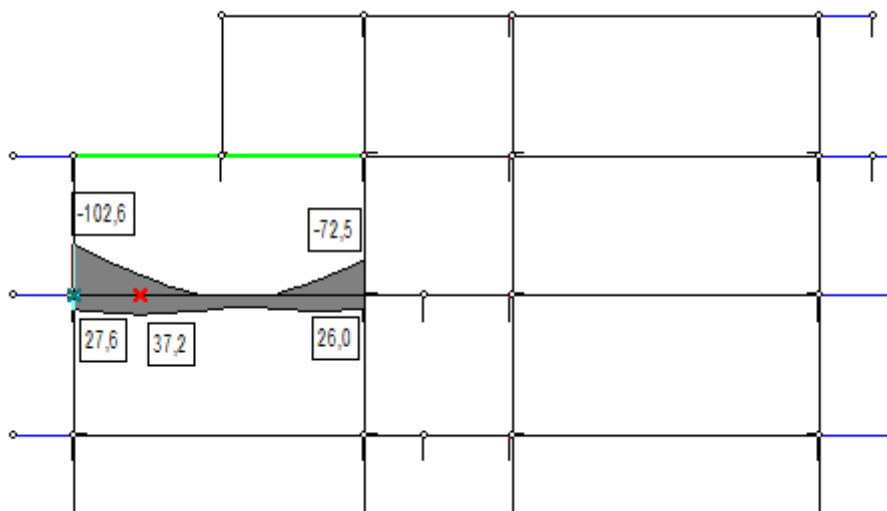


Figura 77 - Diagrama de momentos - Envolvente de esforços

Se o edifício fosse situado na zona de sismicidade máxima do país, esta forma seria usual em edifícios de 3 ou 4 pisos. No presente caso, tal só ocorre dado seu relevante desenvolvimento em altura.

6.4.3 Deformações

A partir do menu “gráficos de isovalores” disponível no programa, é possível de um modo bastante perceptível saber quais as zonas mais esforçadas e as que sofrem maiores deformações.

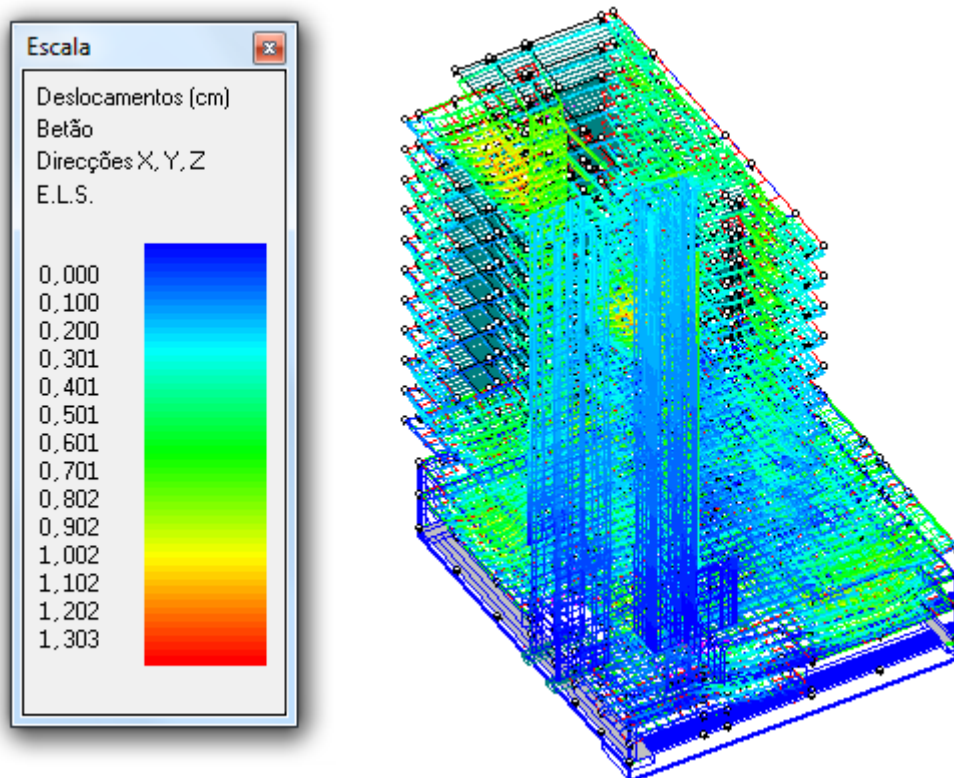


Figura 78 - Deformada global do edifício

Através da análise da deformada global do edifício é possível concluir que o deslocamento máximo será de 1,303cm. É um valor relativamente alto, mas uma vez que se trata de um caso pontual, e sendo o máximo regulamentar 15mm, acaba por ser um valor aceitável.

O deslocamento máximo ocorre na cave -2, onde foram usadas lajes fungiformes aligeiradas, tal como anteriormente referido.

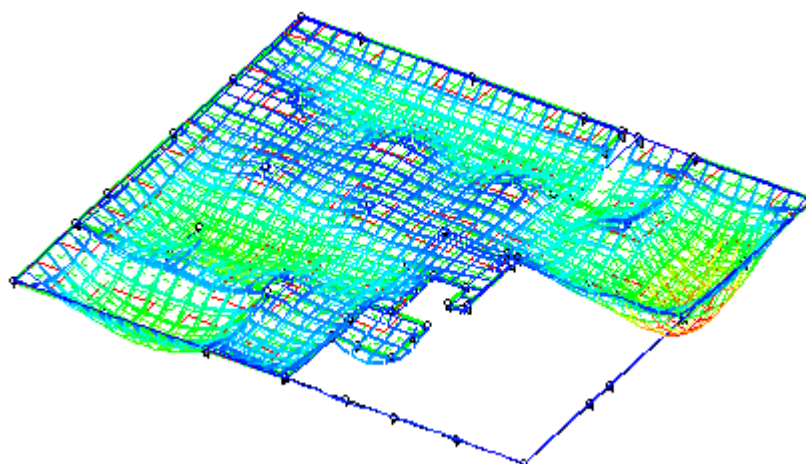


Figura 79 - Zona de deslocamento máximo - cave -2

Neste caso deveria ser analisado com o dono de obra se tais deslocamentos seriam aceitáveis.

Foram analisados os esforços nas zonas de deformações máximas, apresentando a Figura 80 os reforços de armaduras calculados pelo programa.

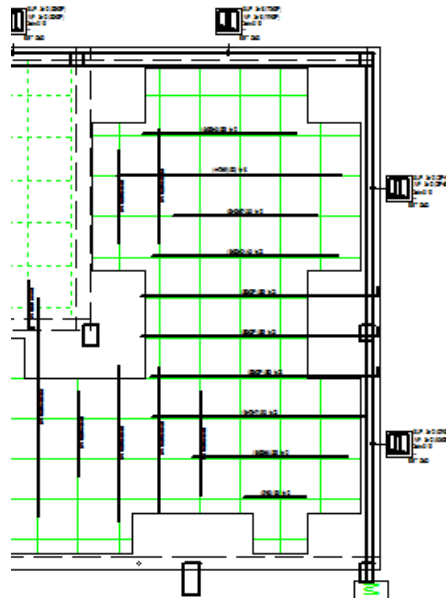


Figura 80 - Nervuras de reforço na zona de deformação máxima

Outra zona de especial relevância é o apoio direto de perfis metálicos em vigas e lajes maciças, sem continuidade para os pisos inferiores, em que existem também deformações superiores à média do edifício

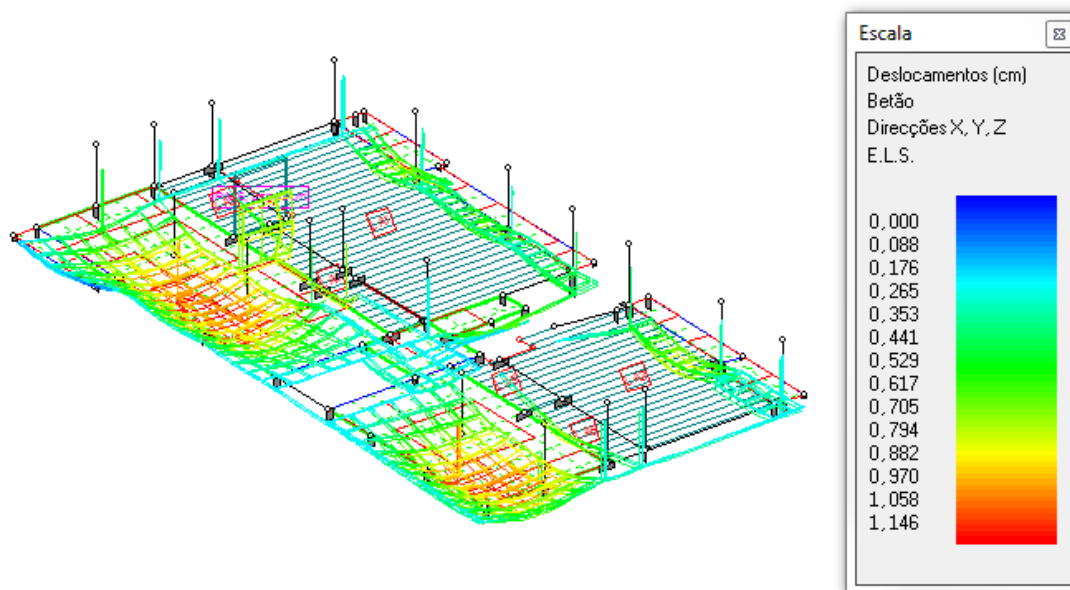


Figura 81 - Deformada do piso recuado

A deformada apresentada pelo TRICALC é 1.146cm. Se esta deformada correspondesse à realidade, ter-se-ia que considerar outro tipo de solução estrutural, nomeadamente o uso de pré-esforço ou a introdução de uma viga que pudesse limitar a deformação da laje.

Depois de uma análise mais cuidada sobre as metodologias do programa, foi possível concluir que o valor dado não corresponde à realidade. Aquilo que é considerado pelo programa é a deformada para o caso de o edifício “aparecer feito”, isto é, os acertos de assentamento piso a piso não são feitos.

O programa TRICALC permite analisar a deformação relativa de um alinhamento entre dois pontos, tal como demonstrado na Figura 82.

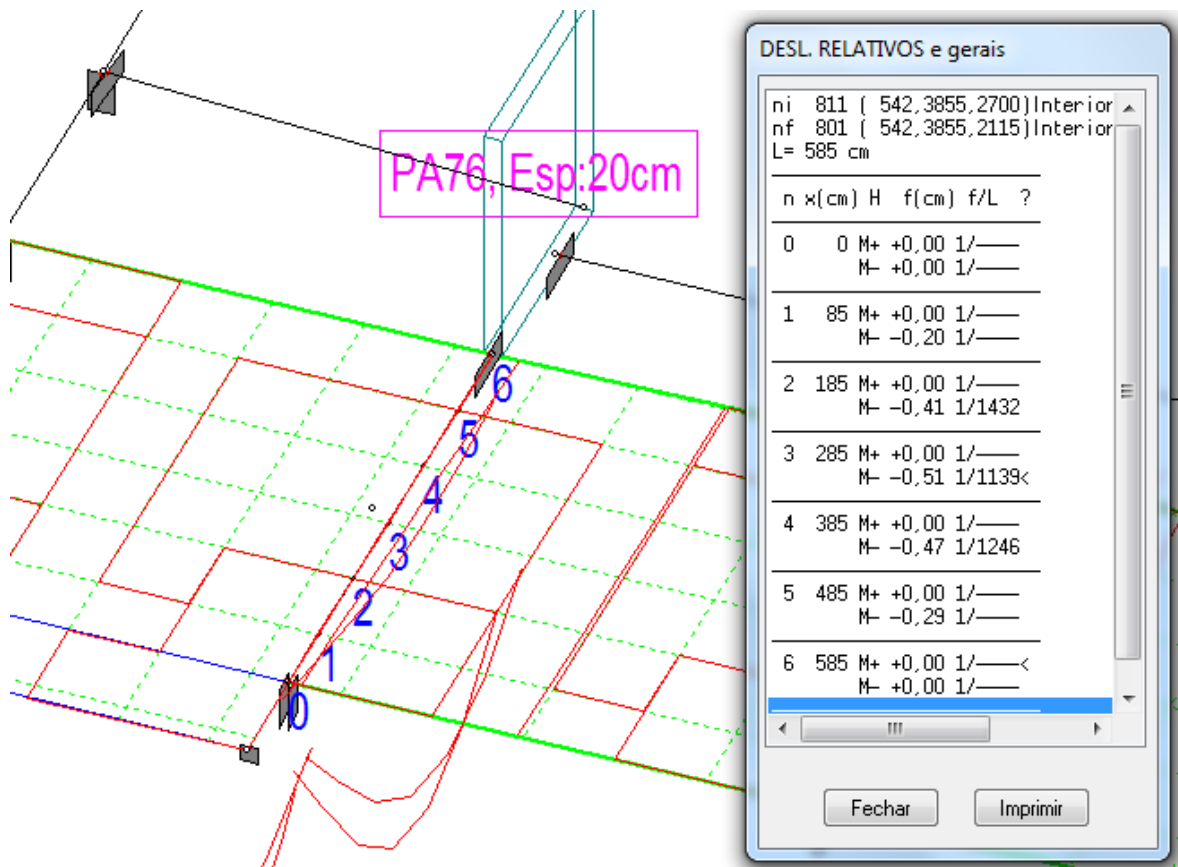


Figura 82 - Deformada relativa

O assentamento relativo do piso em questão é perfeitamente admissível, uma vez que a meio vão o deslocamento é de 0,51cm.

6.4.4 Ação sísmica

Para que um edifício não sofra uma rotação muito acentuada devido à ação sísmica é necessário que a distância entre o centro de massa (CM) e o centro de rigidez (CR) seja igual ou inferior a 15% da dimensão do desenvolvimento da estrutura.

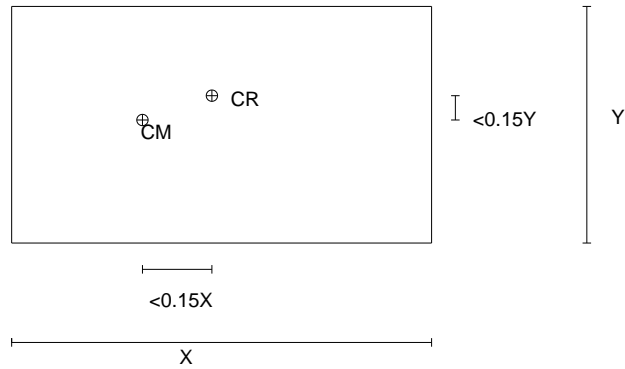


Figura 83 - Distância entre CM e CR

O centro de rigidez, é por definição, o ponto no qual a aplicação de uma força horizontal, apenas provoca translação na direção da força.

Pode então concluir-se que quanto menor for a distância entre o CM e o CR, menor serão as rotações provocadas pela ação sísmica.

Mostrando alguns casos como exemplo:

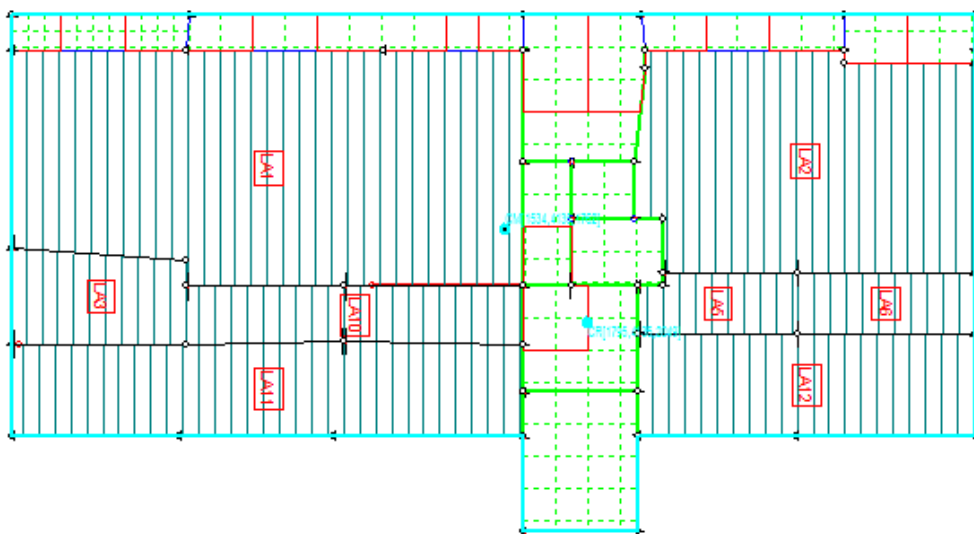


Figura 84 - Localização do CM e CR no plano da cobertura

Coordenadas (cm):

CM (1534; 4135; 1702)

CR (1795; 4135; 2049)

Distância em XX = 2,61m

Distância em ZZ = 3,47m

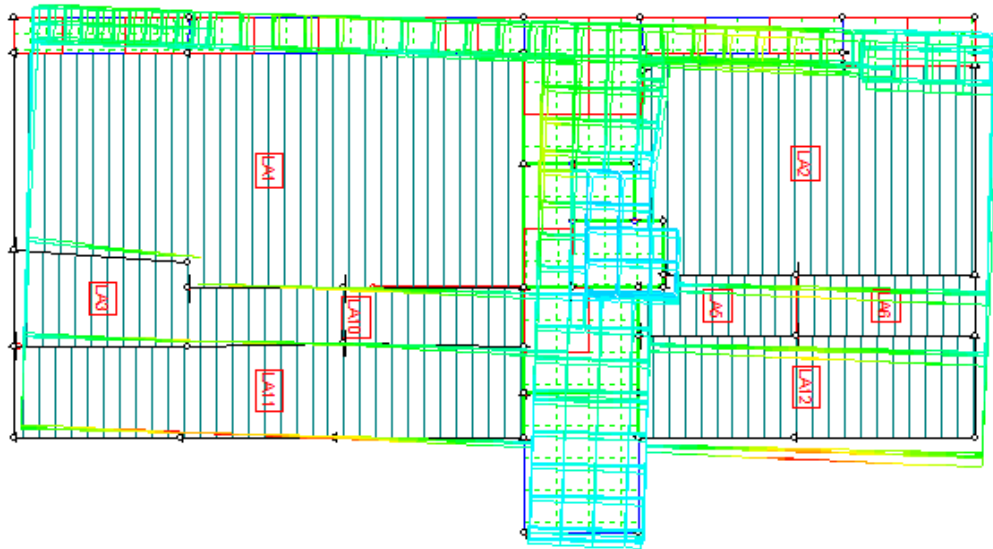


Figura 85 - Deslocamentos rotacionais do plano da cobertura

Piso recuado:

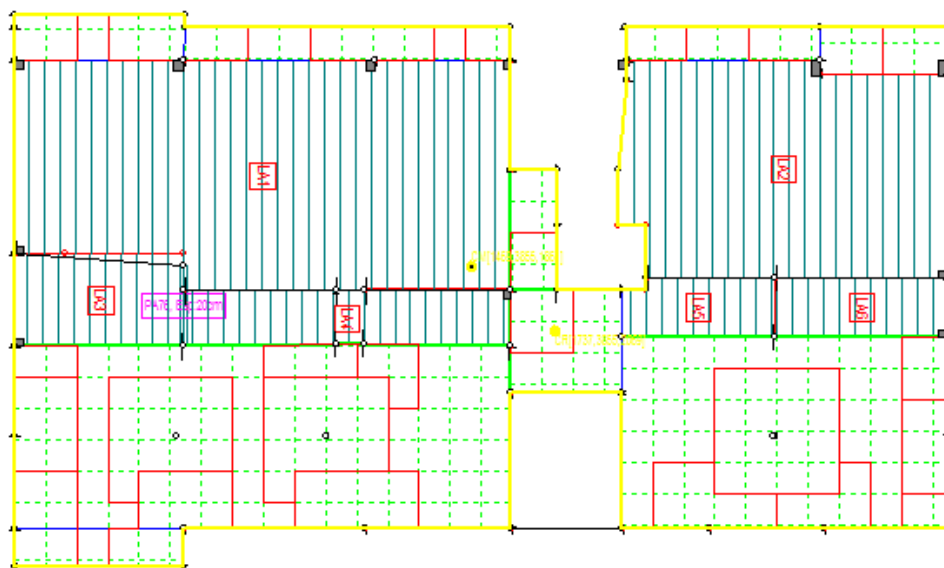


Figura 86 - Localização do CM e CR no plano do piso recuado

Coordenadas (cm):

CM (1469; 3855; 1861)

CR (1737; 3855; 2069)

Distância em XX = 2,68m

Distância em ZZ = 2,08m

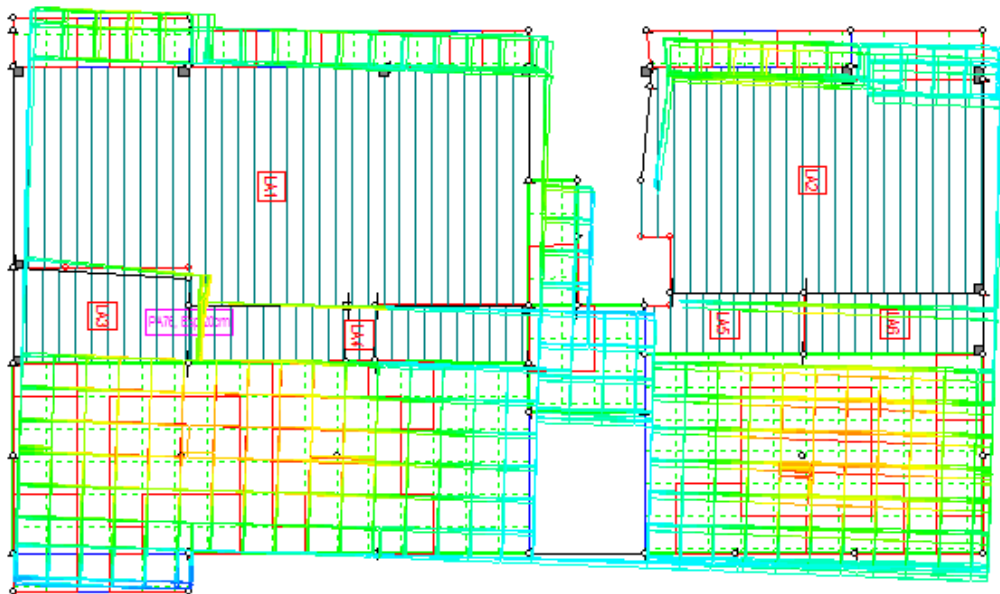


Figura 87 - Deslocamentos rotacionais no plano do piso recuado

Piso 9:

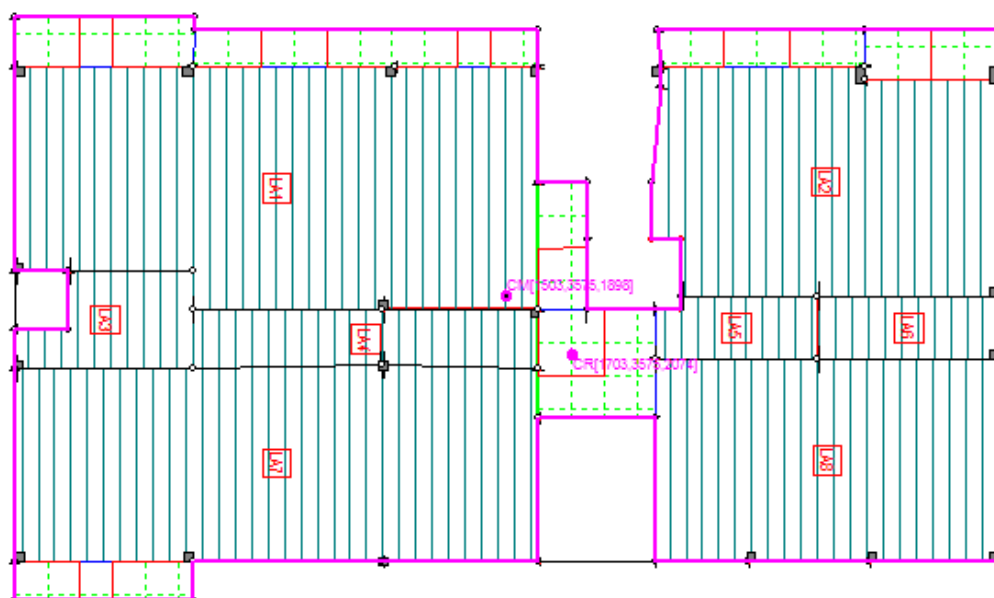


Figura 88 - Localização do CM e CR no plano do piso 9

Coordenadas (cm):

CM (1503; 3575; 1898)

CR (1703; 3575; 2074)

Distância em XX = 2,00m

Distância em ZZ = 1,76m

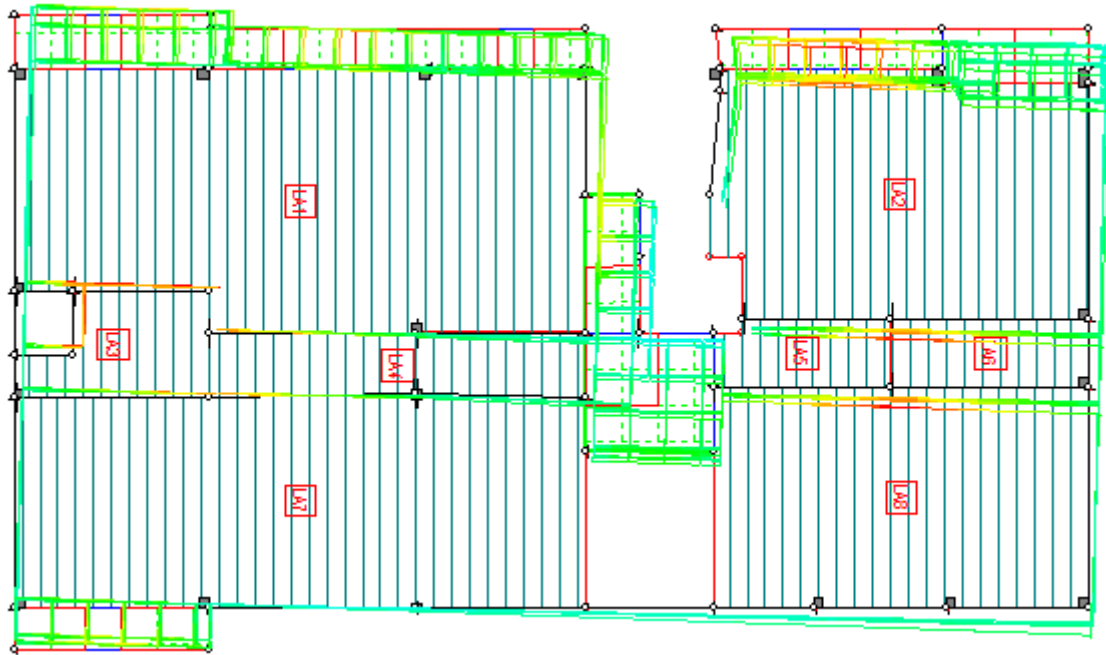


Figura 89 - Deslocamentos rotacionais no plano do piso 9

Antes de ser efetuada a consulta de deslocamentos modais é possível afirmar de ante-mão que se trata de um edifício não suscetível a grandes rotações.

Escolhendo um ponto comum a todos os pisos, situado numa das suas extremidades (Figura 89), é possível efectuar uma breve verificação relativamente aos seus deslocamentos modais

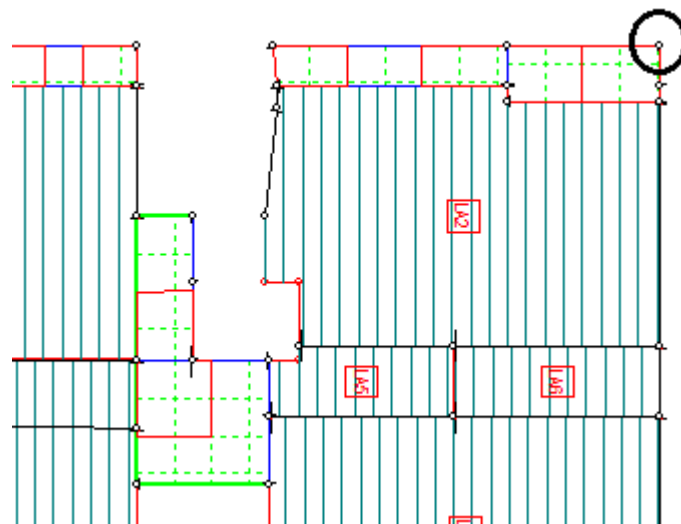


Figura 90 - Nó em análise

Plano	Dx (cm)	Dz (cm)
Cobertura	0,353	0,058
Recuado	0,325	0,05
Piso 9	0,295	0,042

Tabela 19 - Deslocamentos modais (1º modo de vibração)

Apesar da análise sísmica na íntegra não ser o âmbito deste projeto, a razão pela qual foi considerado o 1º dos 10 modos de vibração em análise foi o facto de este apresentar uma percentagem de massa mobilizada considerável nas duas direções.

Direção	% Massa mobilizada
X	46,97
Z	20,70

Tabela 20 - Percentagem de massa mobilizada nas direções X e Z para o 1º modo de vibração

Segundo o artigo 31º.2 do RSA, para a determinação estimada da frequência própria da estrutura devem ser usadas as seguintes expressões:

Estruturas em Pórtico	$f = \frac{12}{n}$
Estruturas mistas pórtico-parede	$f = \frac{16}{n}$
Estruturas-parede	$f = \frac{6b}{h}$

Tabela 21 - Fórmulas de cálculo da frequência própria de um edifício segundo o RSA

Em que n é o número de pisos acima do nível do terreno, h é a altura do edifício considerada a partir do mesmo nível, b é a dimensão em planta do edifício segundo a direção considerada e f é a frequência própria do edifício.

No presente caso trata-se de uma estrutura em pórtico:

$$f = \frac{12}{n}$$

O número de pisos acima da cota do terreno é 12, logo,

$$f = 1 \text{ Hz}$$

Comparando com os valores calculados pelo programa, respeitantes ao 1º modo de vibração:

Direção	W (rad/s)	T (s)	f (Hz)
X	2,132	2,947	0,339

Tabela 22 - Valores obtidos através do programa TRICALC

Pode então concluir-se que a frequência própria calculada através do RSA, se trata de uma forma bastante grosseira de o fazer, uma vez que os valores são bastante díspares.

6.4.5 Peças desenhadas

Tal como já foi anteriormente referido, foram produzidas peças desenhadas que se anexam. Estas peças desenhadas foram realizadas a partir de bases produzidas pelo TRICALC a que foram introduzidas alterações/normalizações também já anteriormente mencionadas.

7 Conclusão

No presente projeto, foram postos em prática não só os conhecimentos adquiridos durante o Mestrado em Engenharia Civil no ramo de Estruturas no Instituto Superior de Engenharia do Porto, mas também expandi-los numa área mais informatizada.

A tecnologia mundial encontra-se em constante evolução e a área da engenharia civil não é exceção. Os projetos estruturais nos dias de hoje, já não são elaborados da mesma maneira que eram há algumas décadas atrás, o que não invalida de modo algum que o conhecimento do projetista sobre o tema seja mais reduzido. Esta nova realidade veio revolucionar o mundo da construção tornando-o mais cómodo, mais rápido e menos suscetível a erros de projeto, num mercado cada vez mais competitivo e exigente.

Durante a elaboração de um projeto estrutural usando um programa de cálculo automático é necessário que o projetista conheça as metodologias de cálculo usadas, assim como as suas lacunas. Daí a necessidade de se ir questionando resultados e fazendo algumas verificações de forma analítica.

Como já foi referido até a data de iniciação deste projeto estrutural, o conhecimento sobre o programa TRICALC era nulo. Foi necessário algum tempo até começar a revelar alguma autonomia enquanto projetista, uma vez que existem inúmeras especificidades do programa relativamente a situações, tais como o cálculo de sapatas de paredes resistentes, introdução de cargas em muros de caves, translação de pisos, entre outras. Especificidades estas, que contribuíram para que muitas vezes fosse necessário refazer aquilo que já tinha sido dado como concluído.

A opção da elaboração de um projeto estrutural, para obtenção de grau Mestre, foi movida pela razão que me fez escolher a vertente da Engenharia Civil como profissão futura. Este desafio permitiu-me evoluir enquanto engenheiro, expandindo conhecimentos no universo

do cálculo automático, consolidar técnicas e superar adversidades que até à data desconhecia a sua existência.

Muito mais havia a explorar uma vez que o programa TRICALC é dotado de uma infinidade de opções e certamente que me será, num futuro próximo, possível fazê-lo a nível profissional.

Bibliografia

- [1] - http://www-ext.lnec.pt/LNEC/lnec_new_first_page/
- [2] - Figueiras, Joaquim A. – Análise e Dimensionamento de Lajes Fungiformes, Apontamentos, 1998.
- [3] - Trindade, M. d. O. (2009). "Estudo da Configuração Económica de Lajes Fungiformes em Função da sua Geometria e Materiais." Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [4] - Ramos, A. P. (2006). "7 - Lajes Fungiformes - Introdução - Estruturas de Betão Armado II " Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa.
- [5] – <http://www.projest-engenharia.com>
- [6] – <http://www.previcon.pt>
- [7] – <http://www.previcon.pt>
- [8] – <http://www.fercanorte.com.pt>
- [9] - Tesoro, F. R. (1991). "Los Forjados Reticulares. Manual Práctico." CYPE Ingenieros.
- [10] – <http://www.presdourp.pt>
- [11] - Artebel – artefactos de betão S.A. – Ficha técnica do produto
- [12] – <http://www.faprel.pt>
- [13] – <http://www.csiportugal.com>
- [14] - Sebenta Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica FEUP

Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

Eurocódigo 3 (EN 1993) – Projeto de estruturas de aço

Eurocódigo 4 (EN1994) – Projeto de estruturas mistas aço-betão

Guia de Início Tricalc 8.0 – Cálculo Espacial de Estruturas Tridimensionais

ANEXOS

ANEXO A

Tabelas de cálculo

A.1

Lajes aligeiradas de vigotas

	Características Geométricas e de Apoio								Ações					Est. Lim. Ultimos						Est. Lim. Utilização					
	Nome:	Vão - l (m)	Condições de apoio	Vão equiv. Li (m)	h_{min} (m)	H	Tipo Faprel	EI	P. P. Laje	Revest. Superiores	Revest. Inferiores	Divisórias	Sobrecarga	S_{d1} (kN/m)	M_{sd}	M_{RD}	V_{sd} min (ext)	V_{sd} max (Int)	V_{RD}	Sf	M_{sf}	M_{fctk}	F_{cp} (cm)	CR	F_{ip} (cm)
Piso 0 - 10	LA1	6,95	C. 1 A.	6,26	0,26	0,28	2V5-BN40x24-28	30359	4,09	2,00		1,00	2,00	12,57	67,47	77,00	41,50	48,05	56,40	7,69	41,27	47,50	0,50	2,84	1,44
	LA2	6,15	C. 1 A.	5,54	0,23	0,28	V5-BN32x24-28	24526	3,77	2,00		1,00	2,00	12,14	51,02	56,40	35,46	41,06	34,20	7,37	30,97	30,97	0,37	2,84	1,04
	LA3	2,60	C. 2 A.	2,08	0,09	0,28	V3-BN40x24-28	21734	3,48	2,00		1,00	2,00	11,75	7,94	31,90	15,27	15,27	28,80	7,08	4,79	21,60	0,01	2,83	0,02
	LA4	2,00	C. 2 A.	1,60	0,07	0,28	V3-BN40x24-28	21734	3,48	2,00		1,00	2,00	11,75	4,70	31,90	11,75	11,75	28,80	7,08	2,83	21,60	0,00	2,83	0,01
	LA5	2,70	C. 2 A.	2,16	0,09	0,28	V3-BN40x24-28	21734	3,48	2,00		1,00	2,00	11,75	8,56	31,90	15,86	15,86	28,80	7,08	5,16	21,60	0,01	2,83	0,03
	LA6	2,70	C. 2 A.	2,16	0,09	0,28	V3-BN40x24-28	21734	3,48	2,00		1,00	2,00	11,75	8,56	31,90	15,86	15,86	28,80	7,08	5,16	21,60	0,01	2,83	0,03
	LA7	5,85	C. 1 A.	5,27	0,22	0,28	V4-BN24X24-28	27941	4,29	2,00		1,00	2,00	12,84	48,83	57,00	35,68	41,32	42,00	7,89	30,00	31,90	0,28	2,85	0,80
	LA8	6,15	C. 1 A.	5,54	0,23	0,28	V5-BN24X24-28	28078	4,29	2,00		1,00	2,00	12,84	53,97	68,60	37,51	43,44	42,00	7,89	33,16	35,26	0,34	2,85	0,98
Cobertura	LA9	3,75	C. 2 A.	3,00	0,13	0,25	V3-BN40X20-25	15864	3,20	2,00		-	1,00	8,52	11,98	27,9	15,98	15,98	25,5	5,50	7,73	18,20	0,04	2,89	0,11
	LA10	3,75	2 S.	3,75	0,16	0,25	V3-BN40X20-25	15864	3,20	2,00		-	1,00	8,52	14,98	27,9	15,98	15,98	25,5	5,50	9,67	18,20	0,09	2,89	0,26

A.2

Lajes maciças

	Nome:	Vão - l (m)	Condições de apoio	Vão equiv. Li (m)	h_{min} (m)	H	P. P. Laje	Revest. Superiores	Revest. Inferiores	Sobrecarga	Sd1	Sd2	Guarda	F horiz	Msd	μ	Vsd	Vrd
PISO 1 - 10	LV1	1,70	varanda	4,08	0,20	0,20	5,00	3,00	-	5,00 2,00	18,30	13,80	4,13	0,75	33,19	0,06	36,23	89,86
	LV2	1,30	varanda	3,12	0,20	0,20	5,00	3,00	-	5,00 2,00	18,30	13,80	4,13	0,75	21,46	0,04	36,23	89,86
	LV3	1,30	varanda	3,12	0,20	0,20	5,00	3,00	-	5,00 2,00	18,30	13,80	4,13	0,75	21,46	0,04	36,23	89,86
	LV4	1,5	varanda	3,60	0,20	0,20	5	3,00	-	5,00 2,00	18,30	13,80	4,13	0,75	27,05	0,05	36,23	89,86
	LV5	1,2	varanda	2,88	0,20	0,20	5,00	3,00	-	5,00 2,00	18,30	13,80	4,13	0,75	18,87	0,04	36,23	89,86
	LM1	3,75	C. 2. A.	-	0,15	0,20	5,00	2,00	-	2,00	12,45	-	-	-	17,51	0,03	12,45	89,86
	LM2	1,90	C. 1. A.	-	0,08	0,20	5,00	2,00	-	2,00	12,45	-	-	-	4,99	0,01	12,45	89,86
PISO REC	LM3	3,45	C.1.A.	5,90	0,14	0,25	6,25	2,00	-	2,00	14,14	-	-	-	18,70	0,02	14,14	113,84
	LM4	1,60	C.1.A.	6,15	0,06	0,25	6,25	2,00	-	2,00	14,14	-	-	-	4,02	0,00	14,14	113,84
	LM5	2,45	C.1.A.	5,90	0,10	0,25	6,25	2,00	-	2,00	14,14	-	-	-	9,43	0,01	14,14	113,84
	LM6	3,35	C.1.A.	6,15	0,13	0,25	6,25	2,00	-	2,00	14,14	-	-	-	17,63	0,02	14,14	113,84

A.3

Lajes de escadas

		Laje de Escadas																		
		Nome	a (espelho)	g (patim)	Sobrecarga	Revestimentos	α	h (Patamar)	h (escada)	Vão Sd1 (Patamar)	Vão Sd2	Sd1	Sd2	Sd med	Msd	μ	Vsd	Vrd	Ra	Rb
NORTE	CAVE -3	LE1	0,18	0,24	3,00	1,50	36,00	0,20	0,20	2,90	1,92	13,28	18,30	15,28	55,80	0,11	41,40	89,86	41,40	40,50
	CAVE -2	LE2	0,18	0,24	3,00	1,50	37,00	0,20	0,20	2,90	2,00	13,28	18,52	15,42	59,20	0,12	42,90	89,86	42,90	42,00
CAVE -1 NORTE	lanço 1	LE3	0,17	0,26	3,00	1,50	32,90	0,20	0,20	2,95	4,40	13,28	17,82	15,99	134,80	0,26	77,90	89,86	54,70	77,90
	lanço 2	LE4	0,12	0,24	3,00	1,50	24,00	0,20	0,20	2,70	1,92	13,28	16,13	14,46	43,40	0,08	38,20	89,86	31,60	38,20
CAVE -1 S	lanço 1	LE5	0,18	0,28	3,00	1,50	32,90	0,00	0,20	0,00	5,15	0,00	17,99	17,99	71,70	0,14	48,40	89,86	48,40	48,40
PISO 0,5 S	lanço 1	LE6	0,16	0,24	3,00	1,50	34,40	0,20	0,20	1,40	1,65	13,28	17,83	15,74	5,70	0,01	17,60	89,86	11,90	5,20
PISO 0 S	lanço inter	LE7	0,18	0,28	3,00	1,50	32,50	0,20	0,20	1,40	1,10	13,28	17,86	15,29	12,00	0,02	12,20	89,86	18,70	19,20
PISO 0 S	lanço 1	LE8	0,18	0,28	3,00	1,50	39,00	0,20	0,20	2,80	0,55	13,28	18,74	14,17	28,60	0,06	34,10	89,86	29,70	34,10
PISO 0 S	lanço 2	LE9	0,18	0,28	3,00	1,50	39,00	0,20	0,20	2,80	0,55	13,28	18,74	14,17	32,70	0,06	39,00	89,86	39,00	38,50
PISO 0 N ARRANQUE		LE14	0,18	0,22	3,00	1,50	44,00	0,20	0,20	2,80	0,55	13,28	19,73	20,99	33,00	0,06	37,50	89,86	37,50	37,50
Piso 0 N - 10	lanço 1	LE10	0,18	0,22	3,00	1,50	38,00	0,20	0,20	2,80	1,10	13,28	18,59	14,77	34,70	0,07	31,90	89,86	31,20	31,90
Piso 0 N - 10	lanço 2	LE11	0,18	0,22	3,00	1,50	38,00	0,20	0,20	2,80	1,10	13,28	18,59	14,77	34,70	0,07	31,90	89,86	31,20	31,90
Piso 1 S - 10	lanço 1	LE12	0,18	0,22	3,00	1,50	38,00	0,20	0,20	2,80	0,55	13,28	18,59	14,15	32,50	0,06	38,90	89,86	38,40	38,90
Piso 1 S - 10	lanço 2	LE13	0,18	0,22	3,00	1,50	38,00	0,20	0,20	2,80	0,55	13,28	18,59	14,15	32,50	0,06	38,90	89,86	38,40	38,90

A.4

Vigas

Vigas																	
Características Geométricas								Acções					Esforços				
Vigas	Tramo	l (vão)	Condições de apoio	li (vão equivalente)	h (min)	H	b	P.P.	Vsd laje (kN/m)	Cargas concentradas	Parede Exterior (kN/m)	Sd1 (kN/m)	Msd	μ	Vsd max (int)	Vsd min (ext)	Vrd
PISO 1 - 9	V1	1,60	C. 1 A.	1,44	0,09	0,40	0,30	3,00	9,15	0,00	7,70	21,35	5,47	0,01	19,64	15,37	432,00
	V2	4,95	C. 1 A.	4,46	0,28	0,50	0,30	3,75	84,28	0,00	6,00	95,91	235,00	0,19	272,98	213,64	552,00
	V3	6,05	C. 2 A.	4,84	0,30	0,50	0,30	3,75	84,28	0,00	6,00	95,91	292,54	0,23	290,13	290,13	552,00
	V4	4,50	C. 1 A.	4,05	0,25	0,50	0,30	3,75	84,28	0,00	6,00	95,91	194,22	0,15	248,17	194,22	552,00
	V5	1,00	C. 1 A.	0,90	0,06	0,90	0,25	5,63	9,15	0,00	62,80	80,39	8,04	0,00	46,22	36,17	860,00
	V6	0,80	C. 1 A.	0,72	0,05	1,45	0,30	10,88	9,15	0,00	62,80	88,26	5,65	0,00	40,60	31,77	1692,00
	V7	1,85	2 S.	1,85	0,12	0,30	0,30	2,25	12,45	0,00	0,00	15,83	4,51	0,01	14,64	14,64	312,00
	V8	3,20	C. 1 A.	2,88	0,18	1,45	0,30	10,88	6,07	14,64	62,80	89,76	91,91	0,01	165,15	129,25	1692,00
	V9	6,20	2 S.	6,20	0,39	0,50	0,30	3,75	77,29	0,00	6,00	88,92	284,83	0,22	275,64	275,64	552,00
	V10	4,10	2 S.	4,10	0,26	0,50	0,30	3,75	77,29	0,00	6,00	88,92	124,56	0,10	182,28	182,28	552,00
	V11	6,35	C. 2 A.	5,08	0,32	0,40	0,30	3,00	6,29	0,00	7,70	18,49	62,12	0,08	58,69	58,69	432,00
	V12	6,25	C. 2 A.	5,00	0,31	0,40	0,30	3,00	18,74	14,64	7,70	33,28	108,33	0,14	103,99	103,99	432,00
	V13	5,75	C. 2 A.	4,60	0,29	0,40	0,30	3,00	6,07	0,00	7,70	18,27	50,34	0,06	52,53	52,53	432,00
	V14	5,10	2 S.	5,10	0,32	0,28	0,70	4,90	63,33	0,00	0,00	70,68	153,19	0,19	180,23	180,23	672,00
	V15	5,70	C. 1 A.	5,13	0,32	0,40	0,30	3,00	59,80	0,00	7,70	72,00	233,94	0,30	235,99	184,69	432,00
	V16	4,50	C. 1 A.	4,05	0,25	0,40	0,30	3,00	59,80	0,00	7,70	72,00	145,81	0,19	186,31	145,81	432,00
	V17	4,15	C. 1 A.	3,74	0,23	0,28	0,30	2,10	56,92	0,00	0,00	60,07	103,46	0,30	143,35	112,18	288,00
	V18	5,15	C. 1 A.	4,64	0,29	0,28	0,30	2,10	56,92	0,00	0,00	60,07	159,33	0,46	177,89	139,22	288,00
	V19	2,70	C. 2 A.	2,16	0,14	0,40	0,30	3,00	5,87	0,00	7,70	18,07	10,98	0,01	24,40	24,40	432,00
	V20	5,10	C. 1 A.	4,59	0,29	0,28	0,30	2,10	56,59	0,00	0,00	59,74	155,38	0,45	175,19	137,10	288,00
	V21	5,70	C. 1 A.	5,13	0,32	0,40	0,30	3,00	53,07	0,00	7,70	65,27	212,05	0,27	213,91	167,41	432,00
	V22	4,50	C. 1 A.	4,05	0,25	0,40	0,30	3,00	53,07	0,00	7,70	65,27	132,16	0,17	168,87	132,16	432,00
	V23	3,30	C. 1 A.	2,97	0,19	0,28	0,30	2,10	24,74	168,87	0,00	79,07	86,11	0,25	150,03	117,42	288,00
	V24	3,30	2 S.	3,30	0,21	0,28	0,30	2,10	24,74	177,74	7,70	89,45	81,18	0,23	147,60	147,60	288,00
	V25	4,95	C. 1 A.	4,46	0,28	0,28	0,30	2,10	59,30	0,00	0,00	62,45	153,01	0,44	177,74	139,10	288,00
	V26	5,15	C. 1 A.	4,64	0,29	0,28	0,30	2,10	59,30	0,00	0,00	62,45	165,62	0,48	184,92	144,72	288,00
	V27	5,85	C. 2 A.	4,68	0,29	0,40	0,30	3,00	6,42	0,00	7,70	18,62	53,10	0,07	54,47	54,47	432,00
	V28	3,35	2 S.	3,35	0,21	0,20	0,30	1,50	12,45	0,00	0,00	14,70	13,75	0,09	24,62	24,62	192,00
	V29	5,85	C. 1 A.	5,27	0,33	0,40	0,30	3,00	6,42	0,00	7,70	18,62	63,72	0,08	62,64	49,02	432,00
	V30	4,80	C. 1 A.	4,32	0,27	0,50	0,30	3,75	71,91	0,00	6,00	83,54	192,47	0,15	230,57	180,44	552,00
	V31	5,40	C. 2 A.	4,32	0,27	0,50	0,30	3,75	41,32	0,00	6,00	52,94	128,65	0,10	142,94	142,94	552,00
	V32	4,20	C. 2 A.	3,36	0,21	0,50	0,30	3,75	41,32	0,00	6,00	52,94	77,83	0,06	111,18	111,18	552,00
	V33	3,35	C. 2 A.	2,68	0,17	0,70	0,20	3,50	0,00	0,00	6,00	11,25	10,52	0,01	18,84	18,84	528,00
	V34	2,80	C. 2 A.	2,24	0,14	0,50	0,30	3,75	43,44	0,00	6,00	55,06	35,97	0,03	77,09	77,09	552,00
V35	3,00	C. 2 A.	2,40	0,15	0,50	0,30	3,75	43,44	0,00	6,00	55,06	41,30	0,03	82,59	82,59	552,00	
V36	2,60	C. 1 A.	2,34	0,15	0,50	0,30	3,75	43,44	0,00	6,00	55,06	37,22	0,03	82,32	64,42	552,00	
V37	1,20	C. 1 A.	1,08	0,07	0,40	0,30	3,00	9,15	0,00	7,70	21,35	3,07	0,00	14,73	11,53	432,00	
V38	2,60	C. 2 A.	2,08	0,13	0,40	0,25	2,50	5,87	0,00	0,00	9,62	5,42	0,01	12,51	12,51	360,00	
V39	1,90	C. 1 A.	1,71	0,11	0,20	0,20	1,00	12,45	0,00	0,00	13,95	5,04	0,05	15,24	11,93	128,00	
V40	1,90	2 S.	1,90	0,12	0,20	0,20	1,00	12,45	0,00	0,00	13,95	4,20	0,04	13,25	13,25	128,00	
V41	1,55	2 S.	1,55	0,10	0,20	0,20	1,00	12,45	0,00	0,00	13,95	2,79	0,03	10,81	10,81	128,00	
V42	1,25	C. 1 A.	1,13	0,07	0,40	0,30	3,00	9,15	0,00	7,70	21,35	3,34	0,00	15,35	12,01	432,00	
V43	1,20	2 S.	1,20	0,08	0,28	0,30	2,10	7,64	0,00	0,00	10,79	1,29	0,00	6,47	6,47	288,00	
V44	1,30	2 S.	1,30	0,08	0,28	0,30	2,10	15,27	0,00	0,00	18,42	2,59	0,01	11,97	11,97	288,00	
PISO 10	V45	2,85	C. 2 A.	2,28	0,14	0,25	0,40	2,50	7,07	0,00	6,00	16,82	11,38	0,03	23,97	23,97	336,00
	V46	3,00	C. 1 A.	2,70	0,17	0,25	0,40	2,50	7,07	0,00	6,00	16,82	15,14	0,04	29,01	22,71	336,00
	V47	2,55	C. 2 A.	2,04	0,13	0,25	0,40	2,50	7,07	0,00	6,00	16,82	9,11	0,03	21,44	21,44	336,00
	V48	3,00	C. 1 A.	2,70	0,17	0,25	0,40	2,50	7,07	0,00	6,00	16,82	15,14	0,04	29,01	22,71	336,00

A.5

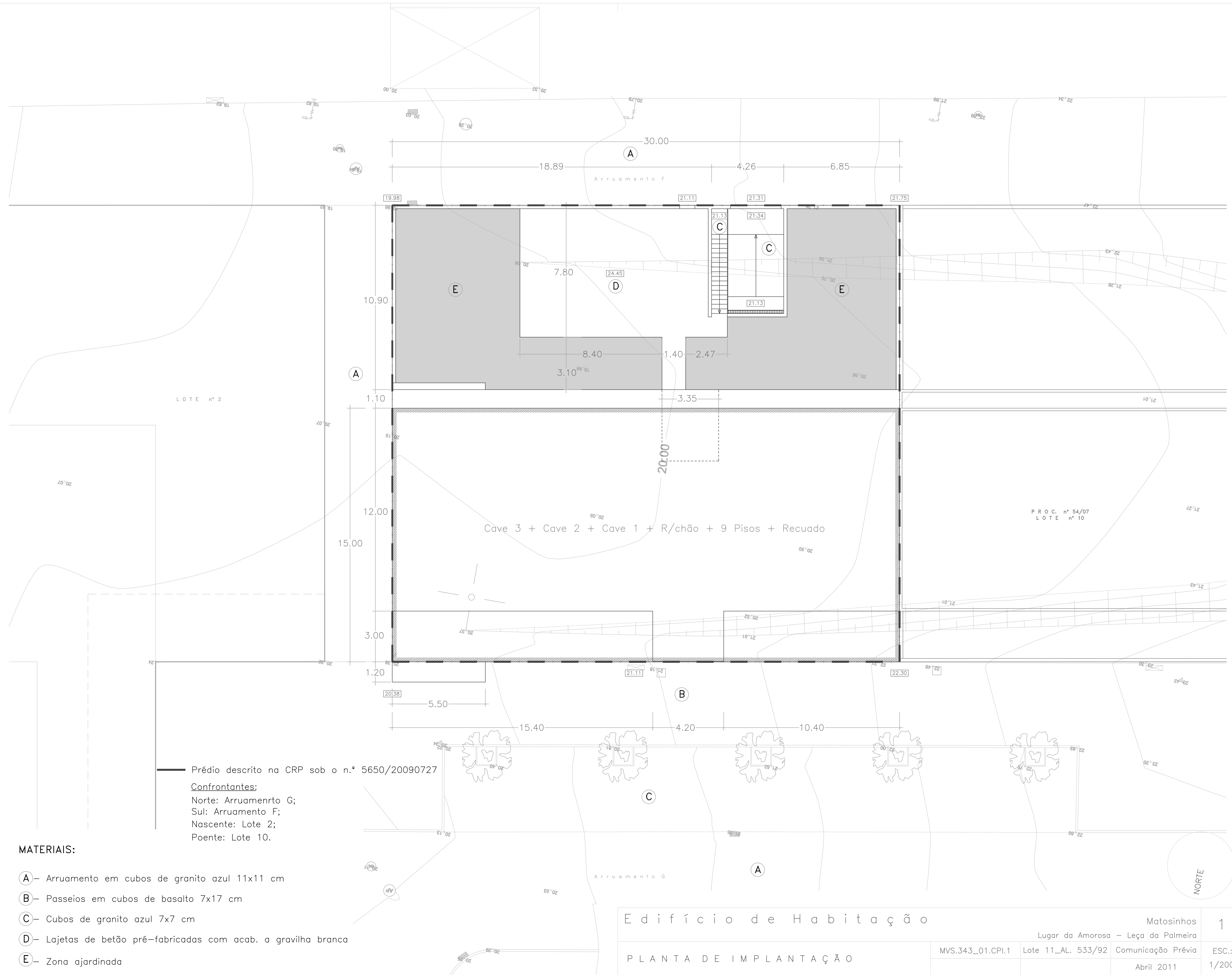
Pilares

	Pilares	l	lo	h	b	i	λ	ω	Cargas	Nsd (kN)	Nrd	Secção Pilar
PISO 10-7	P1	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	299,76	1230,55	1525,00	750,00
	P2	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	373,51	1525,54	1525,00	750,00
	P3	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	254,12	1048,00	1525,00	750,00
	P4	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	159,68	670,21	1525,00	750,00
	P5	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	154,17	648,19	1525,00	750,00
	P6	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	118,89	507,05	1525,00	750,00
	P7	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	247,42	1021,18	1525,00	750,00
	P8	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	332,85	1362,92	1525,00	750,00
	P9	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	223,58	925,84	1525,00	750,00
	P10	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	215,38	893,04	1525,00	750,00
	P11	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	367,21	1500,35	1525,00	750,00
	P12	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	396,46	1623,65	1830,00	900,00
	P13	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	216,14	896,07	1525,00	750,00
	P14	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	287,70	1182,31	1525,00	750,00
	P15	2,80	2,52	0,30	0,40	0,09	29,10	1,05	527,50	2160,41	2440,00	1200,00
	P16	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	505,92	2061,49	1830,00	900,00
	P17	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	140,17	592,17	1525,00	750,00
	P18	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	175,39	733,04	1525,00	750,00
	P19	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	440,59	1800,18	1830,00	900,00
	P20	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	228,59	945,85	1525,00	750,00
PISO 6-4	P1	2,80	2,52	0,40	0,30	0,09	29,10	1,05	299,76	2167,64	2440,00	1200,00
	P2	2,80	2,52	0,30	0,45	0,09	29,10	1,05	373,51	2688,60	2745,00	1350,00
	P3	2,80	2,52	0,30	0,35	0,09	29,10	1,05	254,12	1843,44	2135,00	1050,00
	P4	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	159,68	1172,87	1525,00	750,00
	P5	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	154,17	1134,33	1525,00	750,00
	P6	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	118,89	887,34	1525,00	750,00
	P7	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	247,42	1791,79	1830,00	900,00
	P8	2,80	2,52	0,30	0,45	0,09	29,10	1,05	332,85	2404,00	2745,00	1350,00
	P9	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	223,58	1624,94	1830,00	900,00
	P10	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	215,38	1567,54	1830,00	900,00
	P11	2,80	2,52	0,30	0,45	0,09	29,10	1,05	367,21	2644,52	2745,00	1350,00
	P12	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	396,46	2860,29	3050,00	1500,00
	P13	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	216,14	1572,84	1830,00	900,00
	P14	2,80	2,52	0,35	0,30	0,09	29,10	1,05	287,70	2078,49	2135,00	1050,00
	P15	2,80	2,52	0,30	0,70	0,09	29,10	1,05	527,50	3809,07	4270,00	2100,00
	P16	2,80	2,52	0,30	0,65	0,09	29,10	1,05	505,92	3640,69	3965,00	1950,00
	P17	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	140,17	1036,30	1525,00	750,00
	P18	2,80	2,52	0,25	0,30	0,07	34,92	1,05	175,39	1282,82	1525,00	750,00
	P19	2,80	2,52	0,30	0,55	0,09	29,10	1,05	440,59	3173,93	3355,00	1650,00
	P20	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	228,59	1659,96	1830,00	900,00
PISO 3-0	P1	2,80	2,52	0,40	0,30	0,09	29,10	1,05	247,72	3208,91	2440,00	1200,00
	P2	2,80	2,52	0,30	0,70	0,09	29,10	1,05	343,44	4150,55	4270,00	2100,00
	P3	2,80	2,52	0,30	0,55	0,09	29,10	1,05	254,12	2929,24	3355,00	1650,00
	P4	2,80	2,52	0,30	0,35	0,09	29,10	1,05	159,68	1855,68	2135,00	1050,00
	P5	2,80	2,52	0,30	0,35	0,09	29,10	1,05	154,17	1795,12	2135,00	1050,00
	P6	2,80	2,52	0,30	0,25	0,07	34,92	1,05	118,89	1394,39	1525,00	750,00
	P7	2,80	2,52	0,55	0,30	0,09	29,10	1,05	247,42	2850,77	3355,00	1650,00
	P8	2,80	2,52	0,30	0,70	0,09	29,10	1,05	332,85	3823,62	4270,00	2100,00
	P9	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	223,58	2582,28	3050,00	1500,00
	P10	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	215,38	2492,08	3050,00	1500,00
	P11	2,80	2,52	0,30	0,80	0,09	29,10	1,05	367,21	4214,17	4880,00	2400,00
	P12	2,80	2,52	0,85	0,30	0,09	29,10	1,05	396,46	4553,24	5185,00	2550,00
	P13	2,80	2,52	0,45	0,30	0,09	29,10	1,05	216,14	2494,11	2745,00	1350,00
	P14	2,80	2,52	0,60	0,30	0,09	29,10	1,05	287,70	3304,91	3660,00	1800,00
	P15	2,80	2,52	0,45	0,70	0,13	19,40	1,02	527,50	6051,38	6593,38	3150,00
	P16	2,80	2,52	0,40	0,75	0,12	21,82	1,02	505,92	5790,38	6279,41	3000,00
	P17	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	140,17	1634,77	1830,00	900,00
	P18	2,80	2,52	0,35	0,30	0,09	29,10	1,05	175,39	2028,46	2135,00	1050,00
	P19	2,80	2,52	0,35	0,75	0,10	24,94	1,02	440,59	5046,56	5494,49	2625,00
	P20	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	228,59	2637,30	3050,00	1500,00

PISO -0,5	P14	1,65	1,49	0,60	0,30	0,09	17,15	1,02	85,45	3401,49	3767,65	1800,00	2036,73	
	P15	1,65	1,49	0,45	0,75	0,13	11,43	1,00	187,89	6260,16	7205,63	3375,00	3674,92	
	P16	1,65	1,49	0,45	0,75	0,13	11,43	1,00	202,04	6013,30	7205,63	3375,00	3530,01	
	P17	1,65	1,49	0,35	0,30	0,09	17,15	1,02	174,82	1816,09	2197,79	1050,00	1087,43	
	P18	1,65	1,49	0,35	0,30	0,09	17,15	1,02	155,69	2190,65	2197,79	1050,00	1311,70	
	P19	1,65	1,49	0,40	0,75	0,12	12,86	1,00	192,17	5257,29	6405,00	3000,00	3086,21	
	P20	1,65	1,49	0,50	0,30	0,09	17,15	1,02	115,87	2762,46	3139,71	1500,00	1654,09	
	PISO -1	P1	4,45	4,01	0,40	0,30	0,09	46,25	1,15	89,85	3318,79	2227,83	1200,00	2240,47
		P2	4,45	4,01	0,30	0,70	0,09	46,25	1,15	176,48	4362,07	3898,70	2100,00	2944,79
		P3	4,45	4,01	0,30	0,55	0,09	46,25	1,15	181,60	3138,37	3063,26	1650,00	2118,68
		P4	4,45	4,01	0,30	0,35	0,09	46,25	1,15	120,03	1993,24	1949,35	1050,00	1345,61
		P5	4,45	4,01	0,30	0,35	0,09	46,25	1,15	95,43	1908,07	1949,35	1050,00	1288,12
		P6	4,45	4,01	0,30	0,25	0,07	55,49	1,23	90,32	1497,23	1301,83	750,00	1081,07
		P7	4,45	4,01	0,55	0,30	0,09	46,25	1,15	127,76	3006,06	3063,26	1650,00	2029,36
		P8	4,45	4,01	0,30	0,70	0,09	46,25	1,15	228,90	4087,56	3898,70	2100,00	2759,47
		P9	4,45	4,01	0,50	0,30	0,09	46,25	1,15	131,09	2738,40	2784,78	1500,00	1848,66
		P10	4,45	4,01	0,50	0,30	0,09	46,25	1,15	124,07	2641,18	2784,78	1500,00	1783,03
		P11	4,45	4,01	0,30	0,80	0,09	46,25	1,15	269,78	4524,00	4455,65	2400,00	3054,10
		P12	4,45	4,01	0,85	0,30	0,09	46,25	1,15	191,70	4787,49	4734,13	2550,00	3231,98
		P13	4,45	4,01	0,45	0,30	0,09	46,25	1,15	130,97	2647,60	2506,30	1350,00	1787,37
P14		2,80	2,52	0,60	0,30	0,09	29,10	1,05	149,16	3569,55	3660,00	1800,00	2200,22	
P15		2,80	2,52	0,45	0,75	0,13	19,40	1,02	321,91	6617,51	7064,34	3375,00	3962,39	
P16		2,80	2,52	0,45	0,75	0,13	19,40	1,02	308,82	6357,56	7064,34	3375,00	3806,74	
P17		2,80	2,52	0,35	0,30	0,09	29,10	1,05	241,19	2068,30	2135,00	1050,00	1274,87	
P18		2,80	2,52	0,35	0,30	0,09	29,10	1,05	290,18	2491,85	2135,00	1050,00	1535,94	
P19		2,80	2,52	0,40	0,75	0,12	21,82	1,02	301,88	5590,67	6279,41	3000,00	3347,55	
P20		2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	118,41	2896,62	3050,00	1500,00	1785,43	
P21		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	210,84	220,29	1830,00	900,00	135,78	
P22		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	605,55	615,00	1830,00	900,00	379,08	
P23		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	789,41	798,86	1830,00	900,00	492,41	
P24		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	716,22	725,67	1830,00	900,00	447,29	
P25		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	579,76	589,21	1830,00	900,00	363,18	
P26		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	196,56	206,01	1830,00	900,00	126,98	
P27		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	111,87	121,32	1830,00	900,00	74,78	
P28		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	321,52	330,97	1830,00	900,00	204,00	
P29		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	418,90	428,35	1830,00	900,00	264,03	
P30		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	346,11	355,56	1830,00	900,00	219,16	
P31		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	209,45	218,90	1830,00	900,00	134,93	
P32		2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	209,06	218,51	1830,00	900,00	134,68	
PISO -2	P1	2,90	2,61	0,60	0,30	0,09	30,14	1,05	0,00	3338,36	3660,00	1800,00	2057,72	
	P2	2,90	2,61	0,35	0,70	0,10	25,83	1,05	0,00	4388,72	4981,67	2450,00	2705,14	
	P3	2,90	2,61	0,30	0,60	0,09	30,14	1,05	82,72	3240,66	3660,00	1800,00	1997,50	
	P4	2,90	2,61	0,30	0,40	0,09	30,14	1,05	0,00	2006,29	2440,00	1200,00	1236,65	
	P5	2,90	2,61	0,30	0,35	0,09	30,14	1,05	0,00	1919,49	2135,00	1050,00	1183,14	
	P6	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	0,00	1507,01	1830,00	900,00	928,90	
	P7	2,90	2,61	0,55	0,30	0,09	30,14	1,05	56,88	3080,89	3355,00	1650,00	1899,01	
	P8	2,90	2,61	0,35	0,70	0,10	25,83	1,05	156,60	4270,80	4981,67	2450,00	2632,46	
	P9	2,90	2,61	0,50	0,30	0,09	30,14	1,05	0,00	2754,71	3050,00	1500,00	1697,96	
	P10	2,90	2,61	0,55	0,30	0,09	30,14	1,05	139,73	2798,86	3355,00	1650,00	1725,18	
	P11	2,90	2,61	0,35	0,80	0,10	25,83	1,05	305,17	4859,61	5693,33	2800,00	2995,39	
	P12	2,90	2,61	0,85	0,35	0,10	25,83	1,05	215,89	5035,73	6049,17	2975,00	3103,95	
	P13	2,90	2,61	0,50	0,30	0,09	30,14	1,05	0,00	2663,91	3050,00	1500,00	1642,00	
	P14	2,90	2,61	0,60	0,35	0,10	25,83	1,05	196,89	3789,27	4270,00	2100,00	2335,65	
	P15	2,90	2,61	0,50	0,75	0,14	18,08	1,02	428,84	7087,13	7849,26	3750,00	4243,59	
	P16	2,90	2,61	0,50	0,75	0,14	18,08	1,02	437,00	6835,34	7849,26	3750,00	4092,83	
	P17	2,90	2,61	0,45	0,30	0,09	30,14	1,05	320,96	2403,94	2745,00	1350,00	1481,75	
	P18	2,90	2,61	0,45	0,30	0,09	30,14	1,05	250,29	2756,82	2745,00	1350,00	1699,26	
	P19	2,90	2,61	0,40	0,80	0,12	22,60	1,02	202,91	5828,38	6698,04	3200,00	3489,89	
	P20	2,90	2,61	0,55	0,30	0,09	30,14	1,05	78,97	2993,53	3355,00	1650,00	1845,17	
	P21	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	142,28	372,36	1830,00	900,00	229,51	
	P22	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	408,63	1033,41	1830,00	900,00	636,98	
	P23	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	532,70	1341,35	1830,00	900,00	826,79	
	P24	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	483,31	1218,78	1830,00	900,00	751,24	
	P25	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	391,23	990,23	1830,00	900,00	610,36	
	P26	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	264,21	480,01	1830,00	900,00	295,87	
	P27	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	75,49	206,59	1830,00	900,00	127,34	
	P28	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	216,96	557,72	1830,00	900,00	343,77	
	P29	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	282,68	720,82	1830,00	900,00	444,30	
	P30	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	233,43	598,78	1830,00	900,00	369,08	
	P31	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	141,34	370,03	1830,00	900,00	228,08	
	P32	2,90	2,61	0,30	0,30	0,09	30,14	1,05	141,07	369,37	1830,00	900,00	227,67	
PISO -3	P1	2,80	2,52	0,65	0,30	0,09	29,10	1,05	101,19	3460,02	3965,00	1950,00	2132,71	
	P2	2,80	2,52	0,35	0,70	0,10	24,94	1,02	198,76	4613,20	5128,19	2450,00	2762,27	
	P3	2,80	2,52	0,30	0,65	0,09	29,10	1,05	204,52	3465,65	3965,00	1950,00	2136,18	
	P4	2,80	2,52	0,30	0,40	0,09	29,10	1,05	0,00	2018,89	2440,00	1200,00	1244,41	
	P5	2,80	2,52	0,30	0,35	0,09	29,10	1,05	0,00	1930,51	2135,00	1050,00	1189,94	
	P6	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	0,00	1516,46	1830,00	900,00	934,73	
	P7	2,80	2,52	0,60	0,30	0,09	29,10	1,05	143,88	3243,67	3660,00	1800,00	1999,35	
	P8	2,80	2,52	0,35	0,70	0,10	24,94	1,02	257,79	4554,31	5128,19	2450,00	2727,01	
	P9	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	0,00	2770,46	3050,00	1500,00	1707,67	
	P10	2,80	2,52	0,55	0,30	0,09	29,10	1,05	139,73	2955,92	3355,00	1650,00	1821,99	
	P11	2,80	2,52	0,35	0,80	0,10	24,94	1,02	303,83	5192,84	5860,78	2800,00	3109,34	
	P12	2,80	2,52	0,85	0,35	0,10	24,94	1,02	216,03	5283,00	6227,08	2975,00	3163,32	
	P13	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	0,00	2679,66	3050,00	1500,00	1651,71	
	P14	2,80	2,52	0,60	0,35	0,10	24,94	1,02	196,75	4008,07	4395,59	2100,00	2399,93	
	P15	2,80	2,52	0,50	0,80	0,14	17,46	1,02	428,84	7557,97	8372,55	4000,00	4525,52	
	P16	2,80	2,52	0,50	0,80	0,14	17,46	1,02	436,33	7313,68	8372,55	4000,00	4379,24	
	P17	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	320,56	2740,25	3050,00	1500,00	1689,05	
	P18	2,80	2,52	0,50	0,30	0,09	29,10	1,05	248,42	3020,99	3050,00	1500,00	1862,09	
	P19	2,80	2,52	0,40	0,80	0,12	21,82	1,02	202,91	6064,89	6698,04	3200,00	3631,50	
	P20	2,80	2,52	0,55	0,30	0,09	29,10	1,05	79,50	3090,36	3355,00	1650,00	1904,85	
	P21	2,80	2,52	0,30	0,30	0,09	29,10	1,05	142,28	524,08	1830,00	900,00	323,04	
	P22													

ANEXO B

Projeto de Arquitetura



Prédio descrito na CRP sob o n.º 5650/20090727
 Confrontantes:
 Norte: Arruamento G;
 Sul: Arruamento F;
 Nascente: Lote 2;
 Poente: Lote 10.

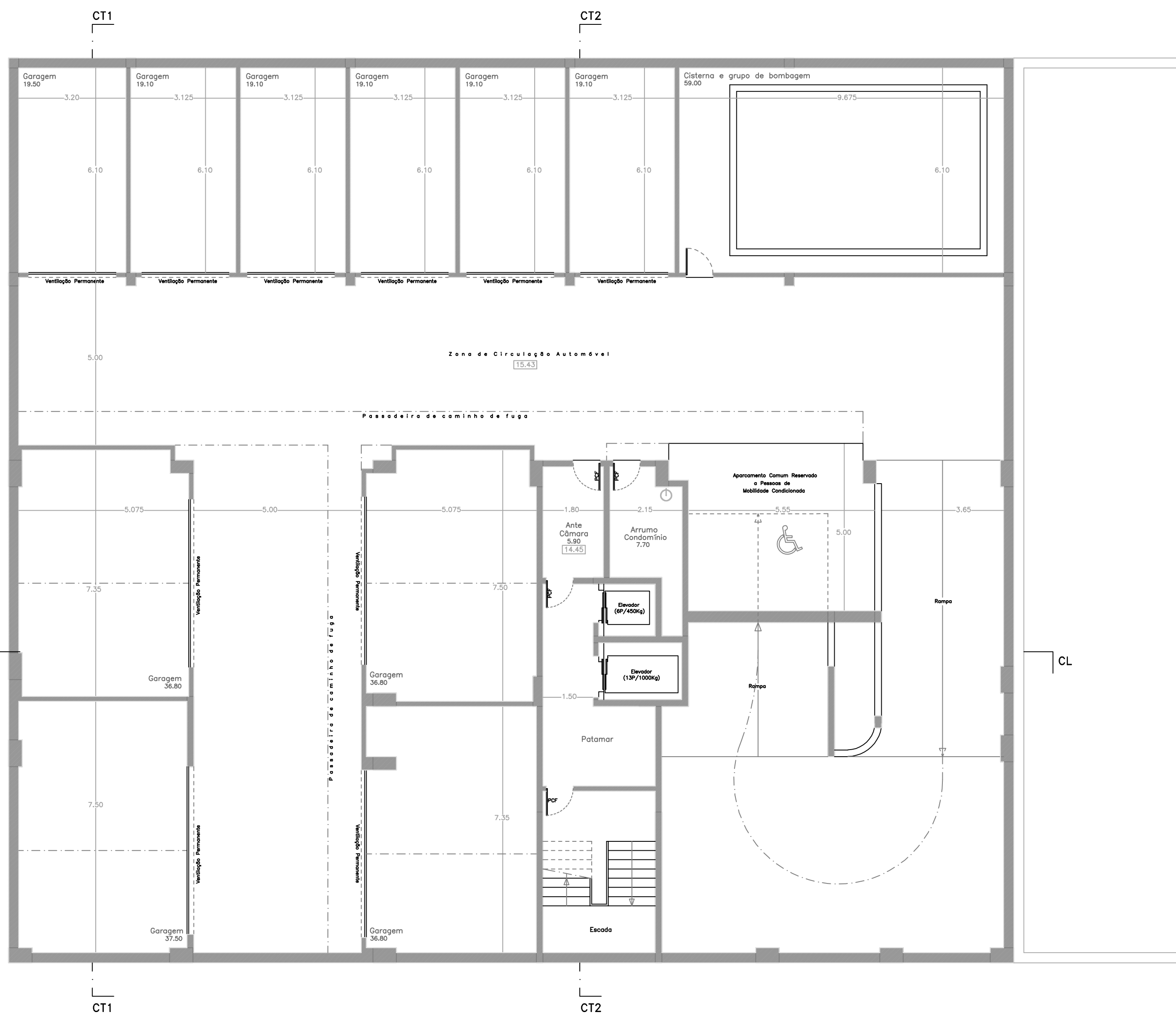
MATERIAIS:

- Ⓐ - Arruamento em cubos de granito azul 11x11 cm
- Ⓑ - Passeios em cubos de basalto 7x17 cm
- Ⓒ - Cubos de granito azul 7x7 cm
- Ⓓ - Lajetas de betão pré-fabricadas com acab. a gravilha branca
- Ⓔ - Zona ajardinada

Área total do lote - 810,00m²

Edifício de Habitação			Matosinhos	1
			Lugar da Amorosa - Leça da Palmeira	
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO	MVS.343_01.CPI.1	Lote 11_AL. 533/92	Comunicação Prévia	ESC.: 1/200
			Abril 2011	
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura			Tel. / Fax: 22 7729381	M.: 96 2739000
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia			Email: nseo.ga@gmail.com	

Representação total ou parcial reservada. É vedada a reprodução total ou parcial sem a autorização expressa do autor. O autor não se responsabiliza por danos materiais ou morais decorrentes do uso indevido das informações aqui contidas.



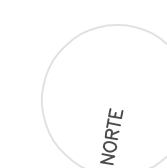
PLANTA DA CAVE 3

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10



PLANTA DA CAVE 2

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10



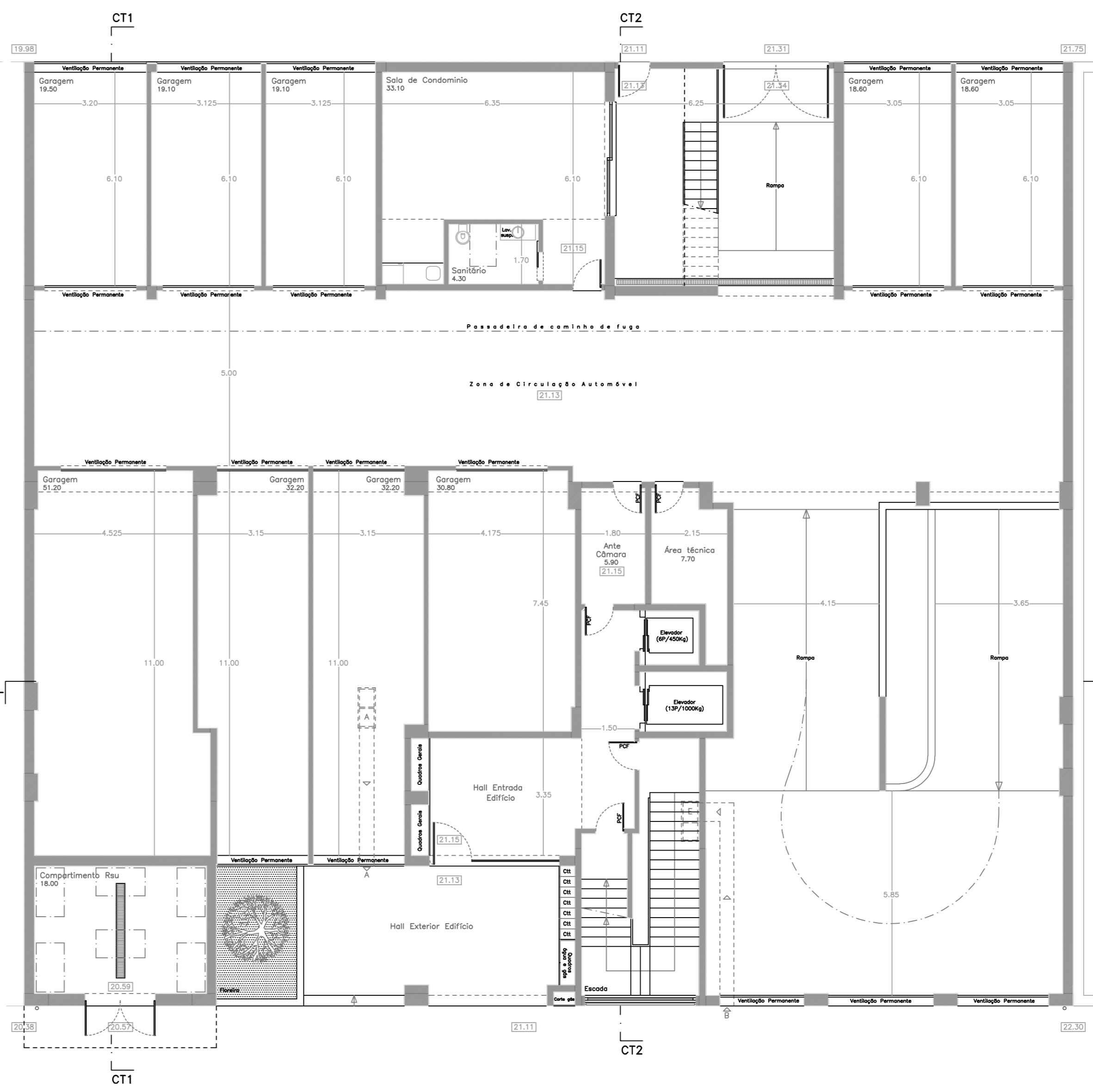
Edifício de Habitação		Matosinhos	2
Lugar da Amoreira - Leça da Palmeira		MVS.343_01.CPI.2	Lote 11_AL. 533/92
PLANTAS CAVE 2 e CAVE 3		Comunicação Prévia	
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Abril 2011	
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Tel. / Fax: 22 7729381 M: 96 2739000	
		Email: nseo.ga@gmail.com	



Arruamento F

LOTE nº 2

PRO C. nº 54/07
LOTE nº 10

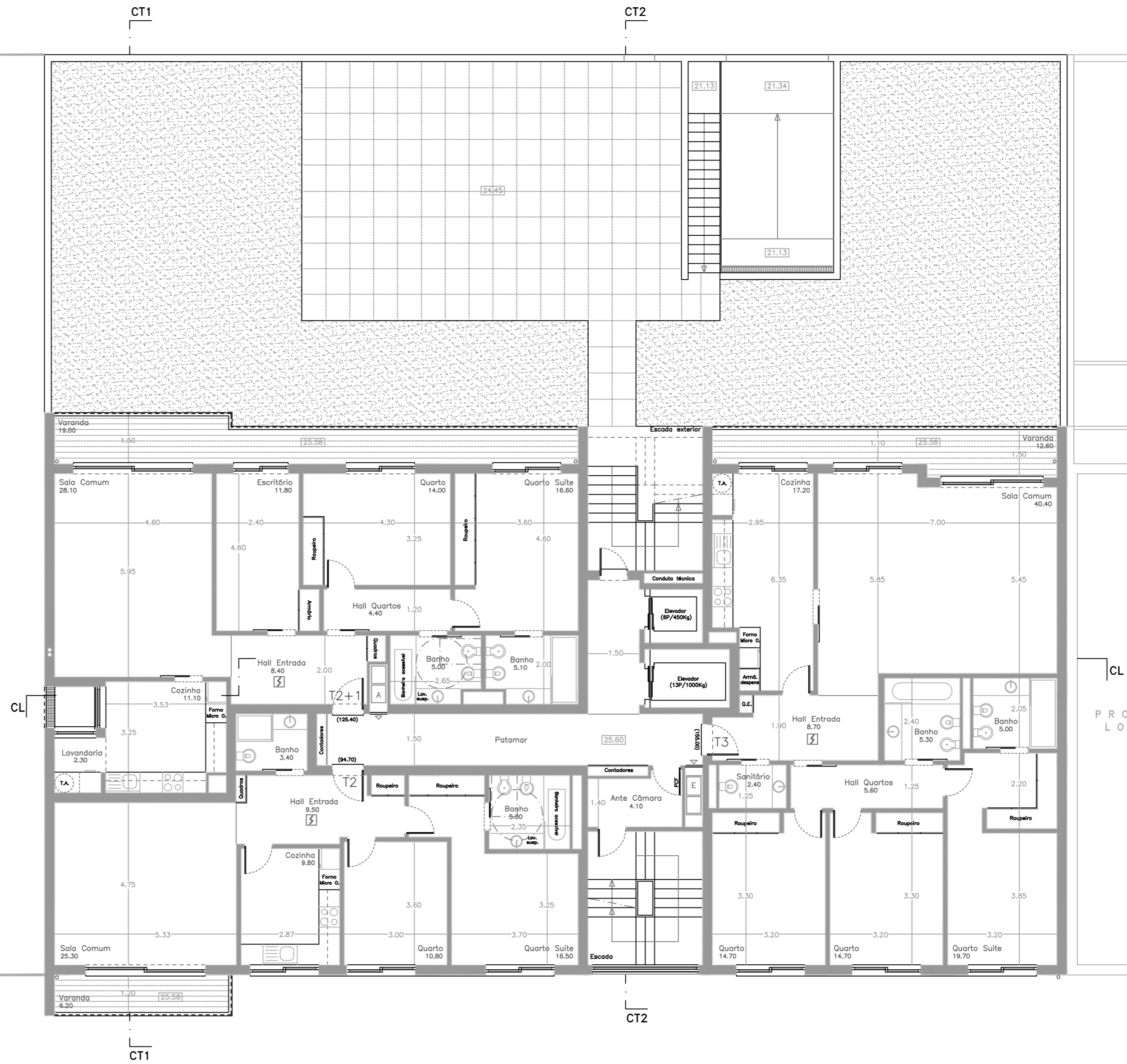


Arruamento G



Edifício de Habitação		Matosinhos	3
Lugar da Amorosa - Leça da Palmeira		MVS.343_01.CPI.3	Lote 11_AL. 533/92
PLANTA CAVE 1		Comunicação Prévia	
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Abril 2011	
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Tel. / Fax: 22 7729381 M.: 96 2739000	
		Email: nseo.ga@gmail.com	

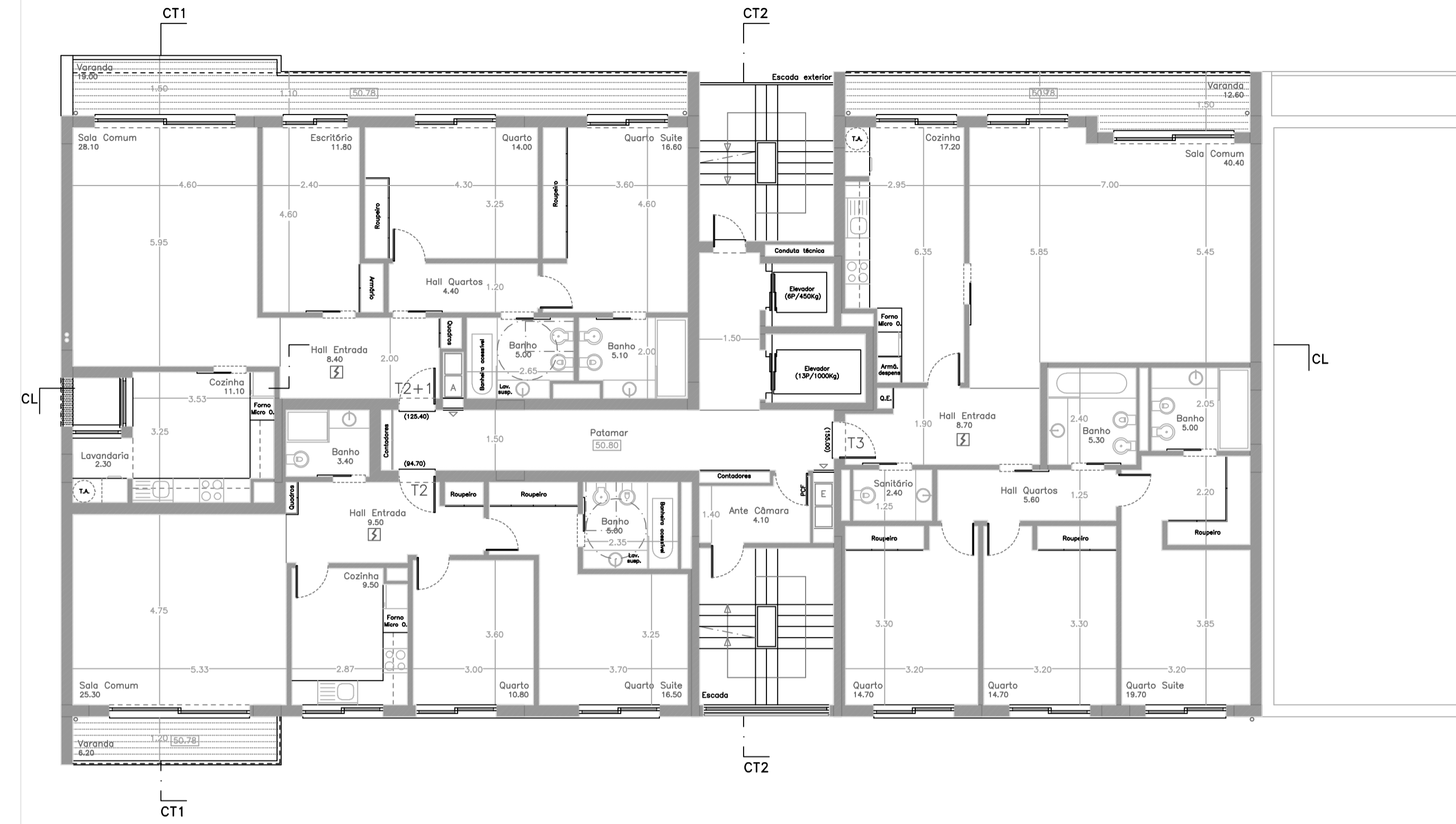
LOTE nº 2



PRO C. nº 54/07
LOTE nº 10

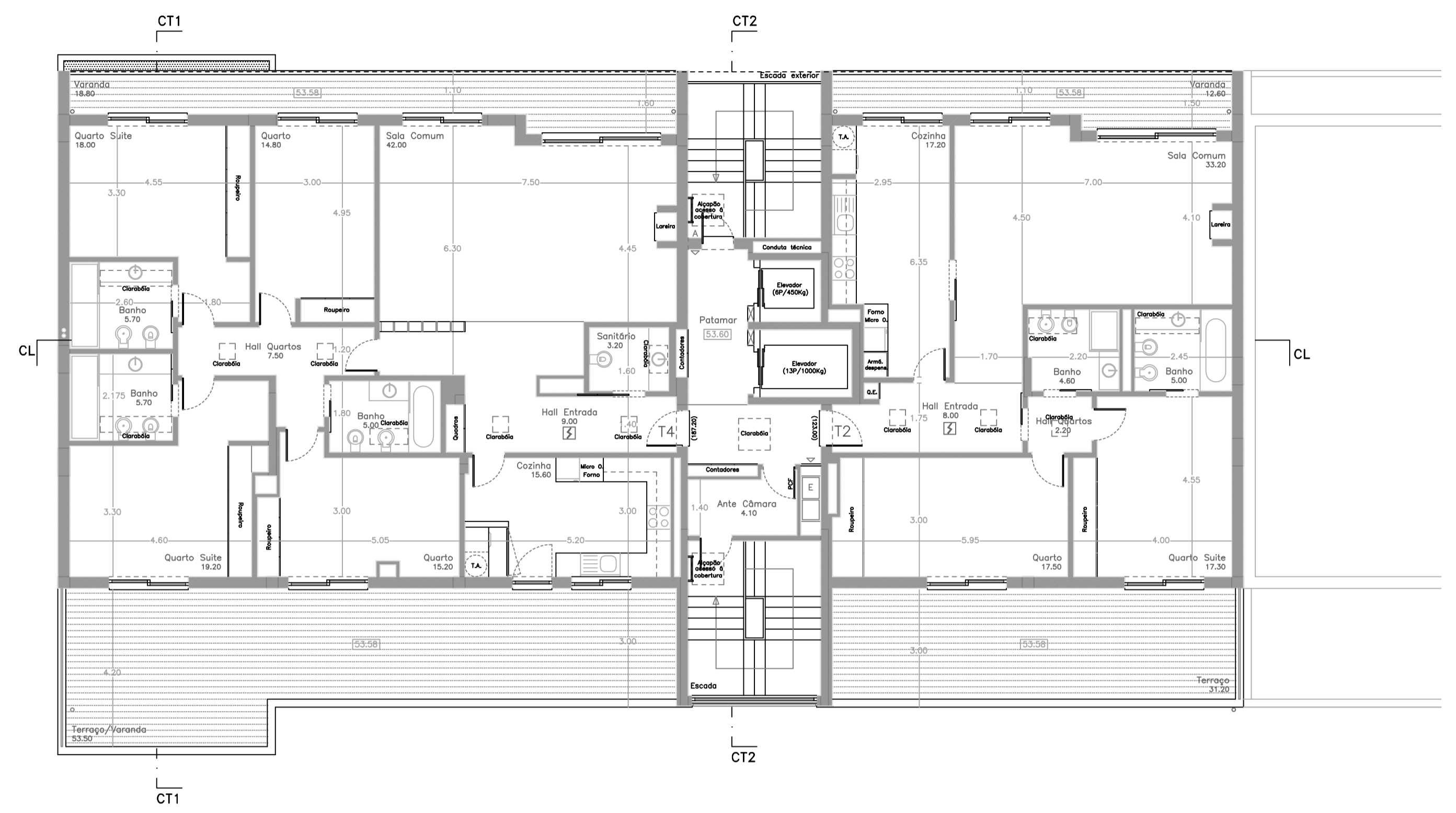


Edifício de Habitação		Matosinhos	4
Lugar da Amorosa - Leça da Palmeira		MVS.343_01.CPI.4	Lote 11_AL. 533/92
PLANTA R/CHÃO		Comunicação Prévia	
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Abril 2011	
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Tel. / Fax: 22 7729381 M.: 96 2739000	
Email: nseo.g.a@gmail.com		ESC.: 1/100	



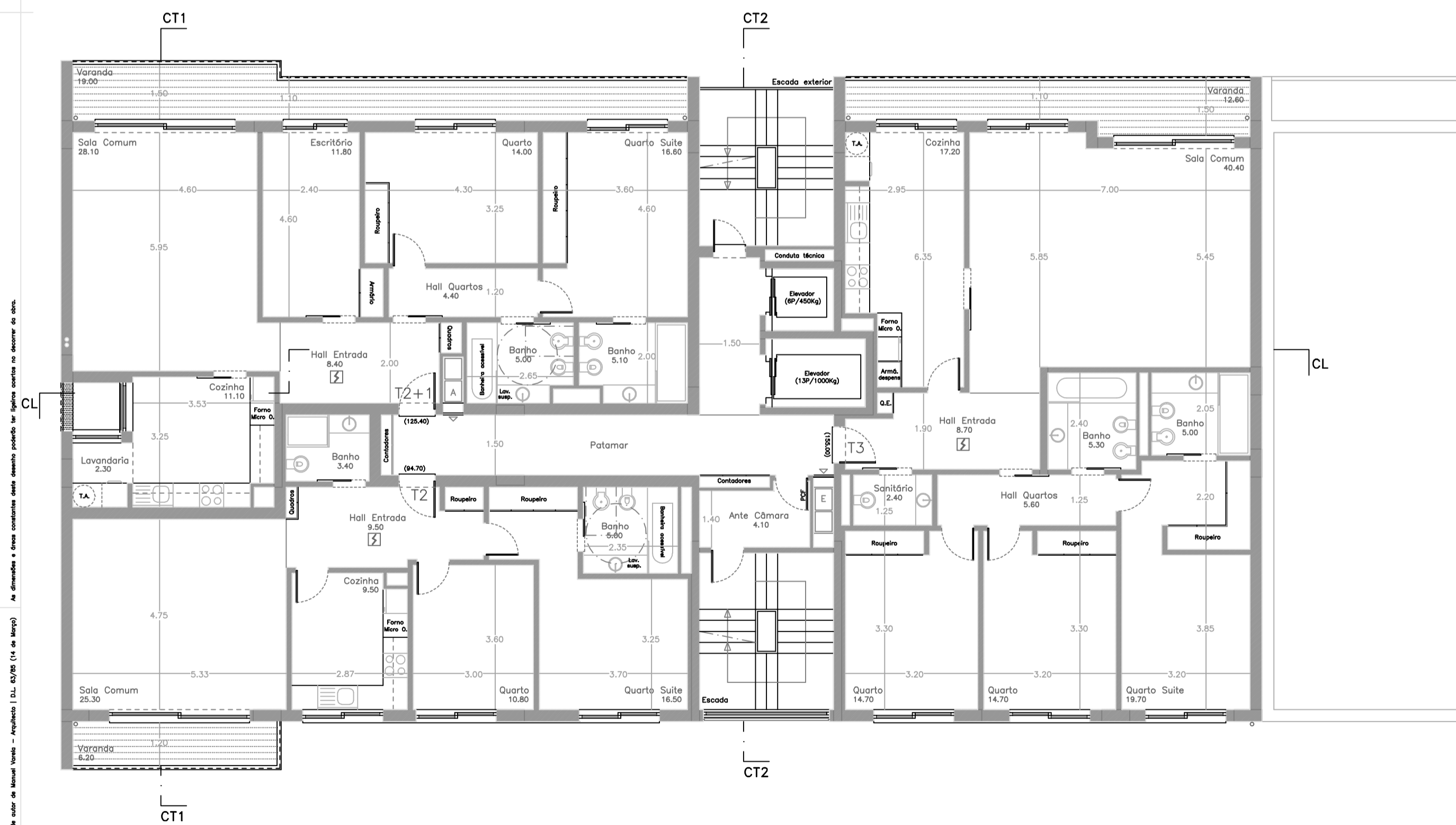
PLANTA DO PISO 9

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10



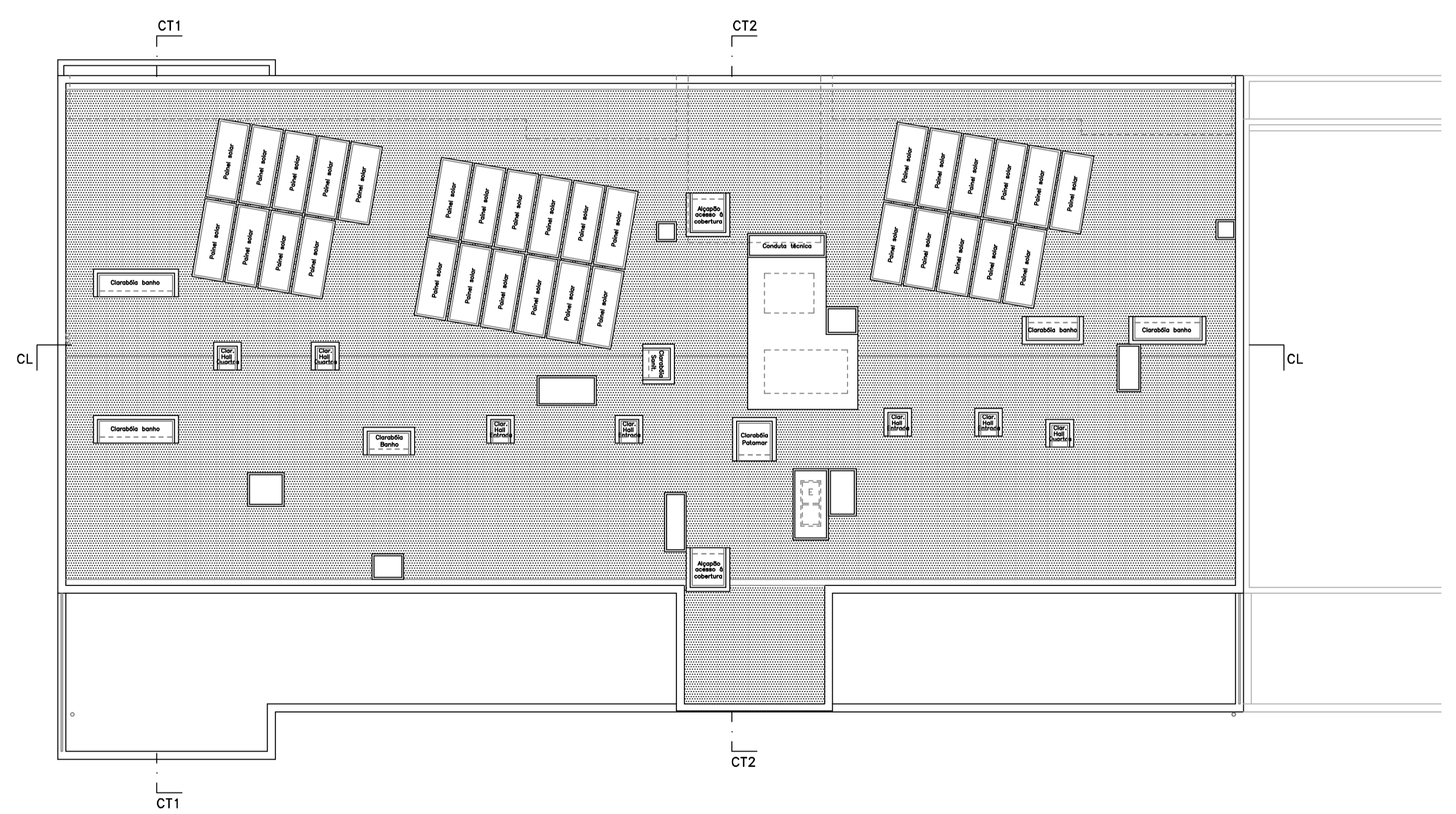
PLANTA DO PISO RECUADO

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10



PLANTA DOS PISOS 1 a 8

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10



PLANTA DA COBERTURA

PROJ. n.º 54/07
LOTE n.º 10

Aprovação para a prática reservada à utilização exclusiva do usuário licenciado. Proibida a reprodução ou a distribuição sem a autorização expressa da Autodesk. A Autodesk e o logótipo são marcas registadas da Autodesk Inc. nos Estados Unidos e em outros países. O logótipo "Autodesk" é uma marca registada da Autodesk Inc. nos Estados Unidos e em outros países. O logótipo "Autodesk" é uma marca registada da Autodesk Inc. nos Estados Unidos e em outros países.



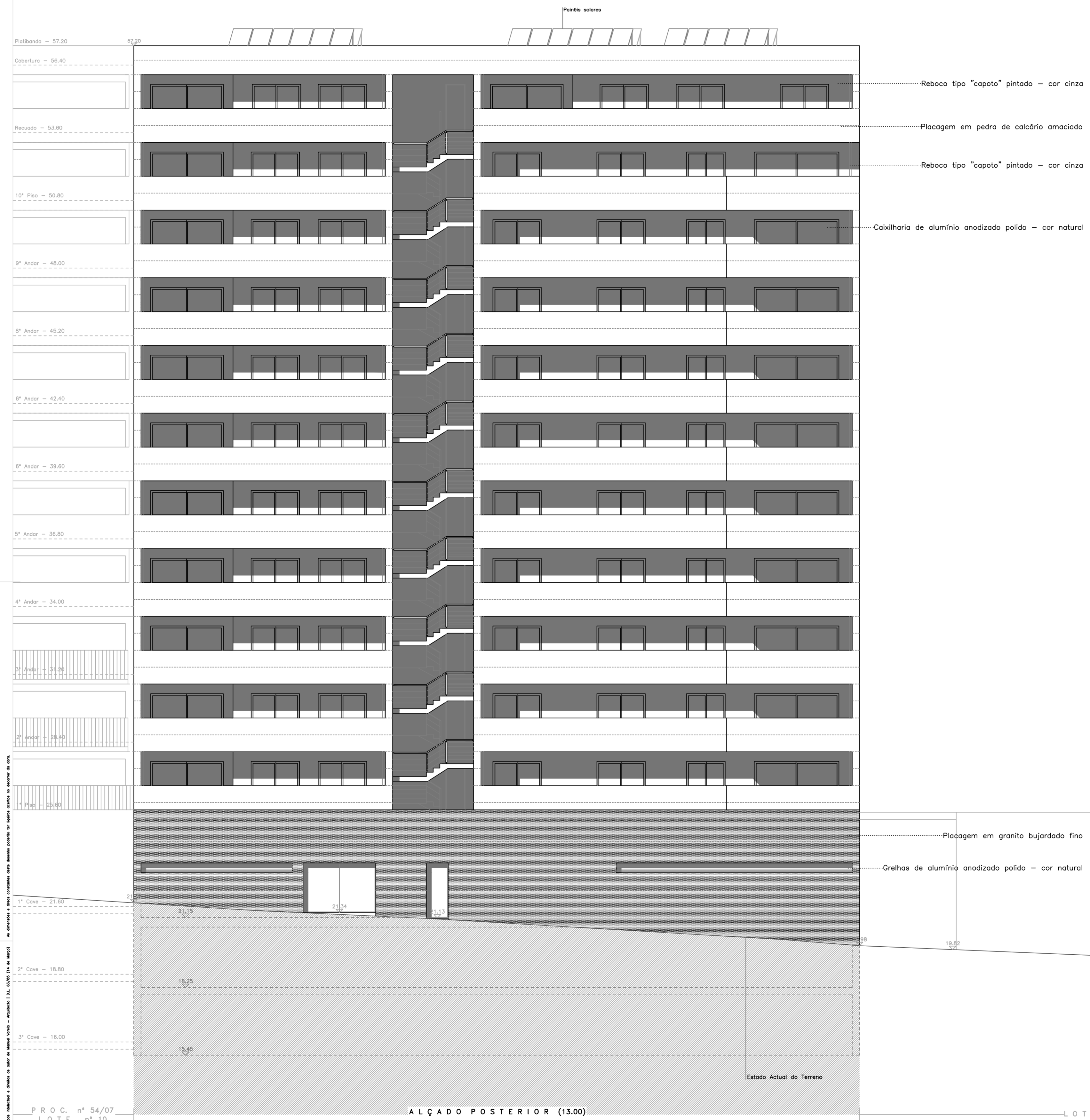


LOTE n° 2

ALÇADO FRENTE (13.00)

PROC. n° 54/07
LOTE n° 10

Edifício de Habitação		Matosinhos	6
Lugar da Amorosa - Lega da Palmeira		MVS.343_01.CPI.6	Lot. 11_AL. 533/92
ALÇADO DA FRENTE		Comunicação Prévia	Abri 2011
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Tel. / Fax: 22 7729381	M: 96 2739000
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Email: nseo.ga@gmail.com	

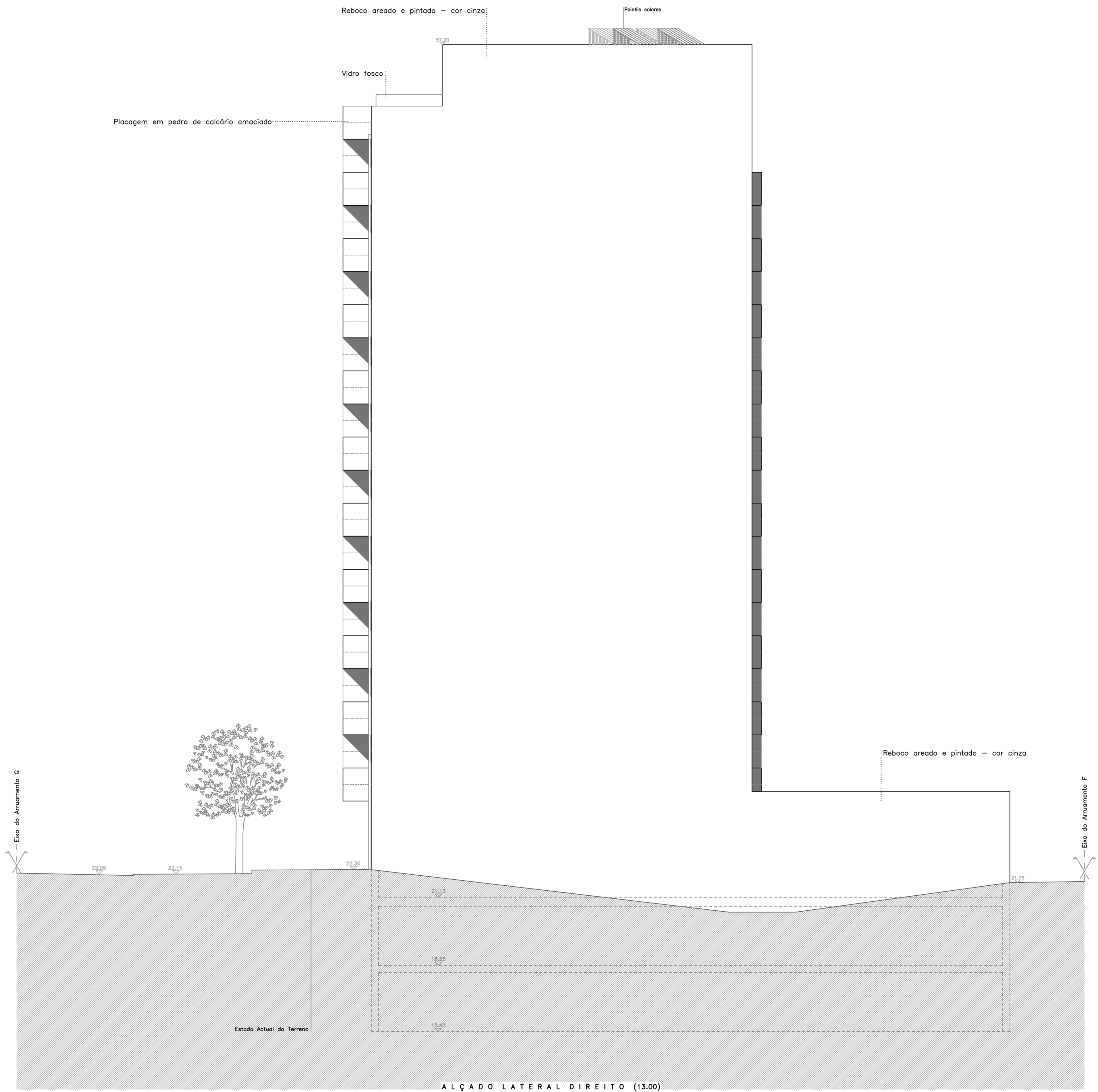


Representação total ou parcial reservada à entidade promotora para fins promocionais. Proibição total ou parcial de reprodução, distribuição, venda ou utilização sem a autorização expressa da entidade promotora.

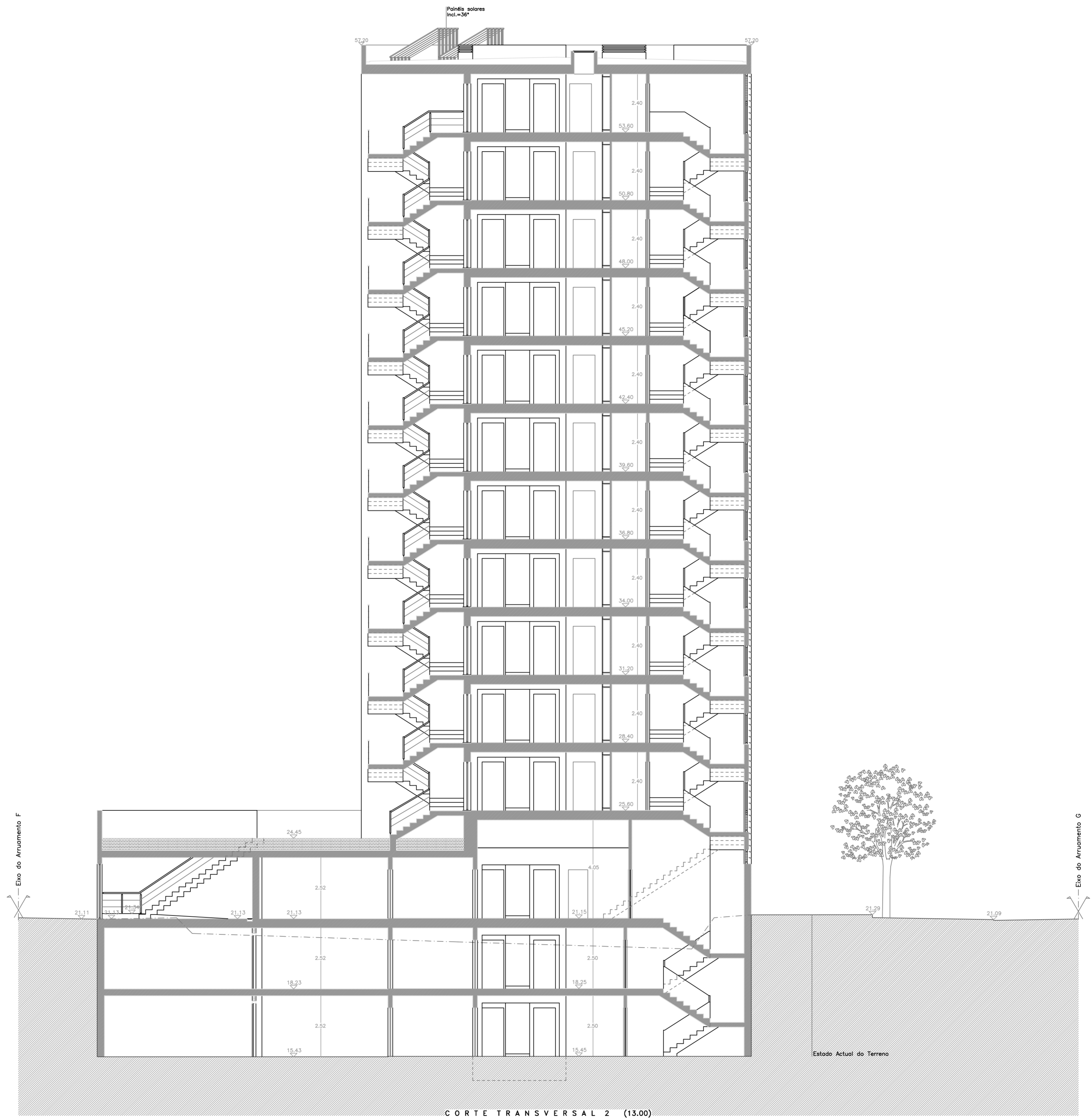
Edifício de Habitação		Matosinhos	7
Lugar da Amorosa - Lega da Palmeira		MVS.343_01.CPI.7	1/100
ALÇADO POSTERIOR		Lote 11_AL_533/92	Comunicação Prévia
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Tel. / Fax: 22 7729381	M: 96 2739000
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Email: nseo.g@gmail.com	

As dimensões e áreas constantes neste documento poderão ser ligeiramente superiores ao decorrer do tempo.

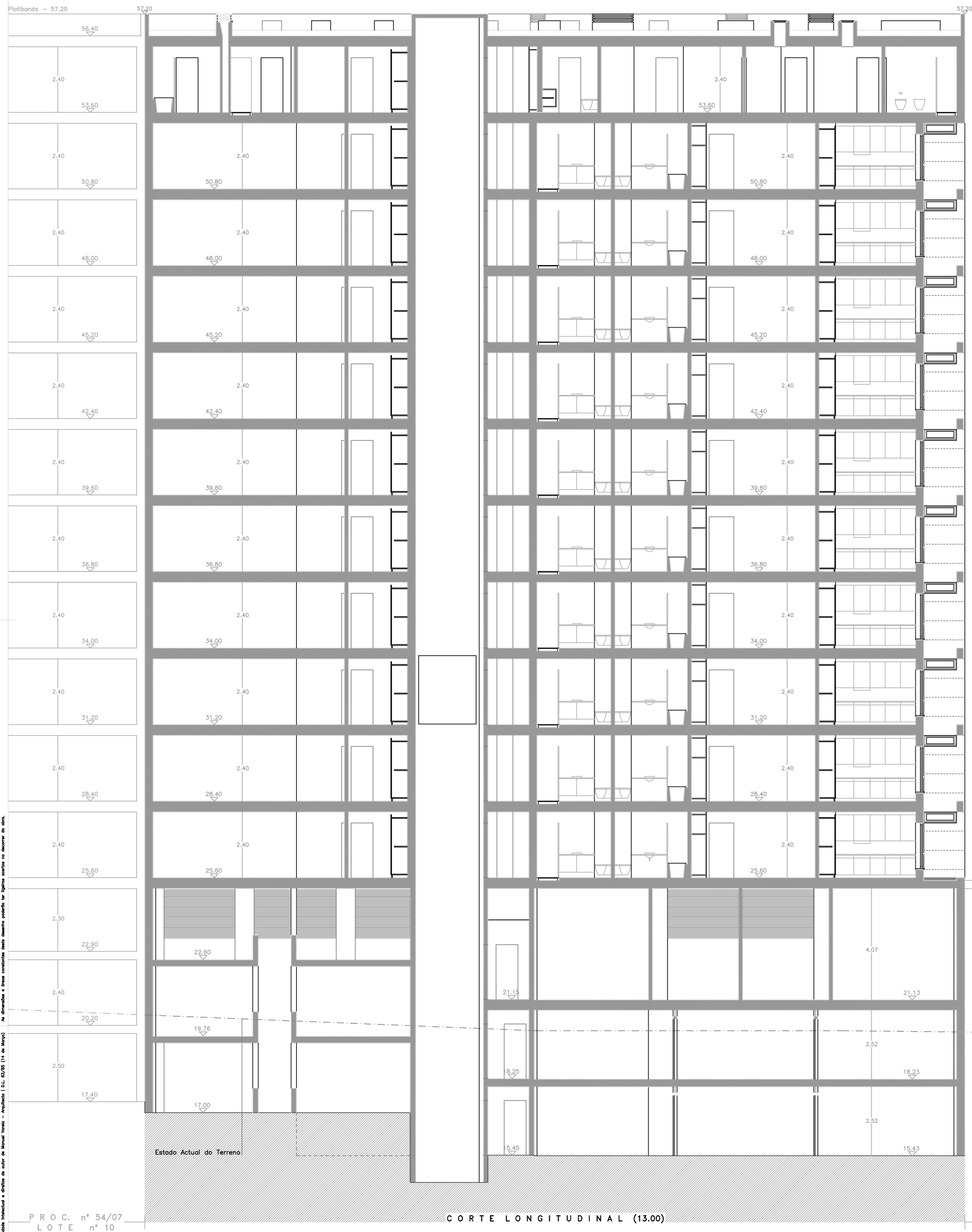
Representação total ou parcial reservada. A utilização para fins promocionais, propagandas, publicações, ilustrações e outros de natureza comercial, sem autorização prévia do autor, é proibida. (DL 57/2011 de Março)



Edifício de Habitação		Matosinhos		9
Lugar da Amoraosa - Leça da Palmeira				
ALÇADO LATERAL DIREITO	MVS.343_01.CPI.9	Lote 11_AL. 533/92	Comunicação Prévia	ESC.: 1/100
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Tel. / Fax: 22 7729381 M: 96 2739000		
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Email: nseo.ga@gmail.com		



Edifício de Habitação		Matosinhos	11
		Lugar da Amorosa - Lega da Palmeira	
CORTE TRANSVERSAL 2	MVS.343_01.CPL.11	Lote 11_AL. 533/92	Comunicação Prévia
NSEO.GA - Gabinete de Arquitectura		Tel. / Fax: 22 7729381	M: 96 2739000
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Email: nseo.ga@gmail.com	
		Abril 2011	ESC.: 1/100



PRO C. n° 54/07
LOTE n° 10

CORTE LONGITUDINAL (13.00)

LOTE n° 2

Representação total do projeto elaborado à escala gráfica, a menos que se especifique o contrário. A responsabilidade pela veracidade das informações é do autor. Não se responsabiliza a NSE.O.G.A. pela utilização indevida ou não autorizada do projeto.

Edifício de Habitação		Matosinhos	12
		Lugar da Amadora - Lega da Palmeira	
CORTE LONGITUDINAL	MVS.343_01.CPI.12	Lote 11_AL_533/92	Comunicação Prévia
		Abril 2011	ESC.: 1/100
NSE.O.G.A. - Gabinete de Arquitectura		Tel. / Fax: 22 7729381	M.: 96 2739000
Av. Professor Orlando Ribeiro, 397-A, 4400-438 Vila Nova de Gaia		Email: nse.o.g.a@gmail.com	

ANEXO C

Peças desenhadas

EST 01 EXE 0 – Planta estrutural cave -3 e cave -2

EST 02 EXE 0 – Planta estrutural Piso 0 até Piso 7

EST 03 EXE 0 – Planta estrutural Piso 8; Piso 9; Cave -1

EST 04 EXE 0 – Planta de implantação

EST 05 EXE 0 – Quadro de sapatas

EST 06 EXE 0 – Quadro de pilares (1/2)

EST 07 EXE 0 – Quadro de pilares (2/2)

Quadro de lajes aligeiradas

EST 08 EXE 0 – Armadura do teto cave -3

EST 09 EXE 0 – Armadura do teto cave -2

EST 10 EXE 0 – Armadura do teto cave -1

EST 11 EXE 0 – Armadura de lajes maciças (1/2)

EST 12 EXE 0 – Armadura de lajes maciças (2/2)

EST 13 EXE 0 – Armadura lajes de escadas Norte

EST 14 EXE 0 – Armadura lajes de escadas Sul

Armadura cisterna e grupo de bombagem

EST 15 EXE 0 – Armadura de paredes resistentes

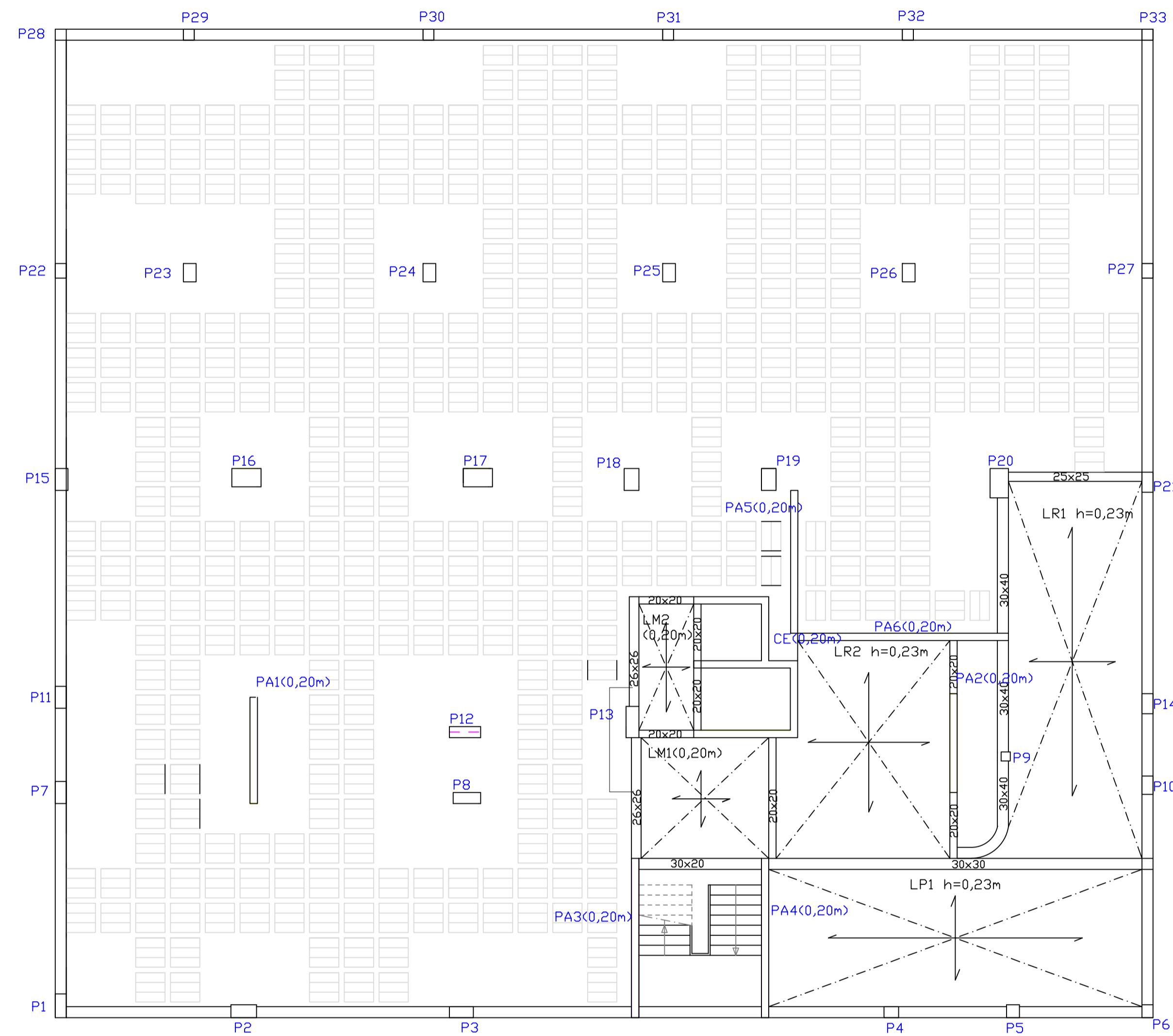
Armadura da caixa de elevadores

EST 16 EXE 0 – Armaduras pórticos (1/4)

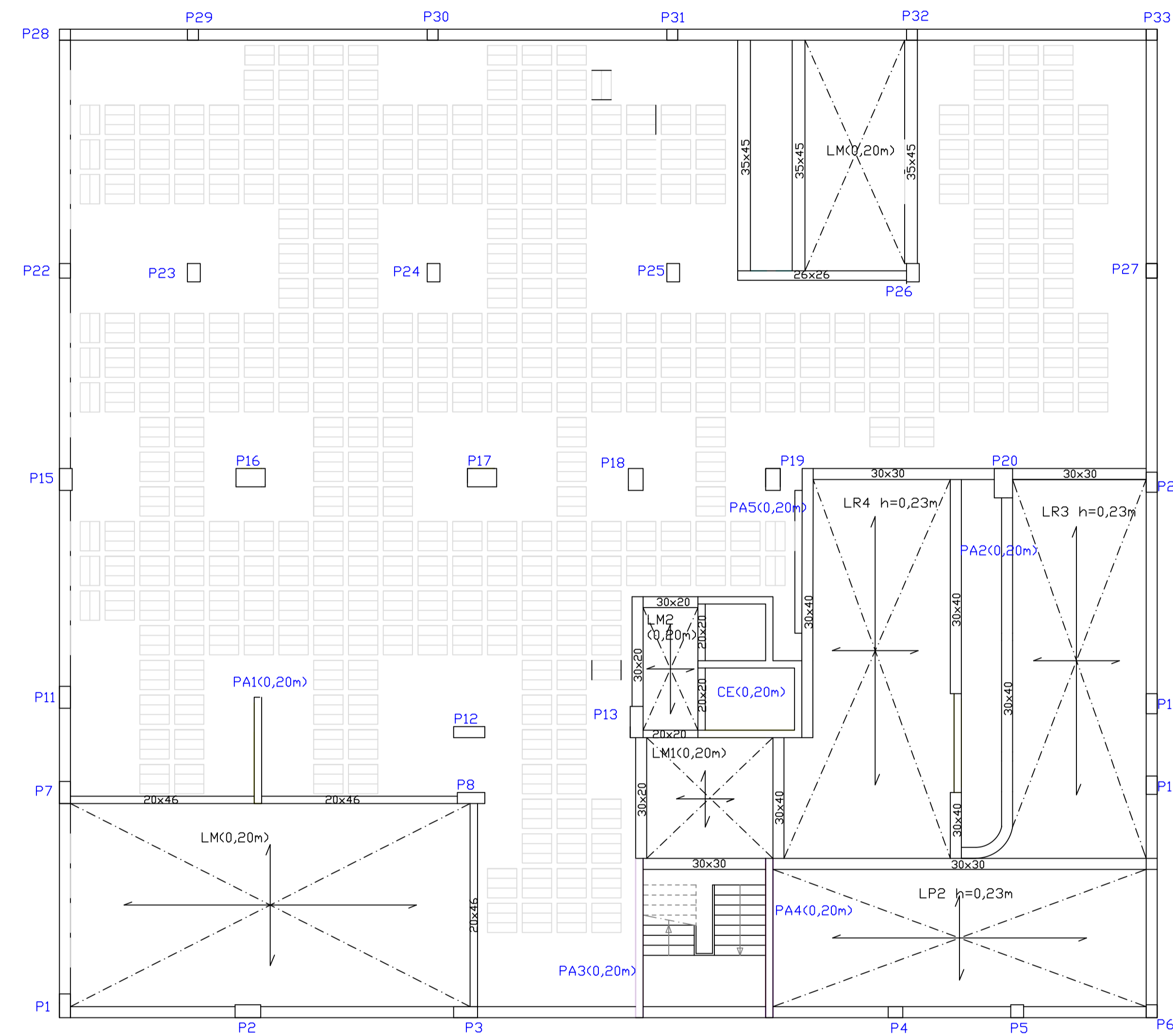
EST 17 EXE 0 – Armaduras pórticos (2/4)

EST 18 EXE 0 – Armaduras pórticos (3/4)

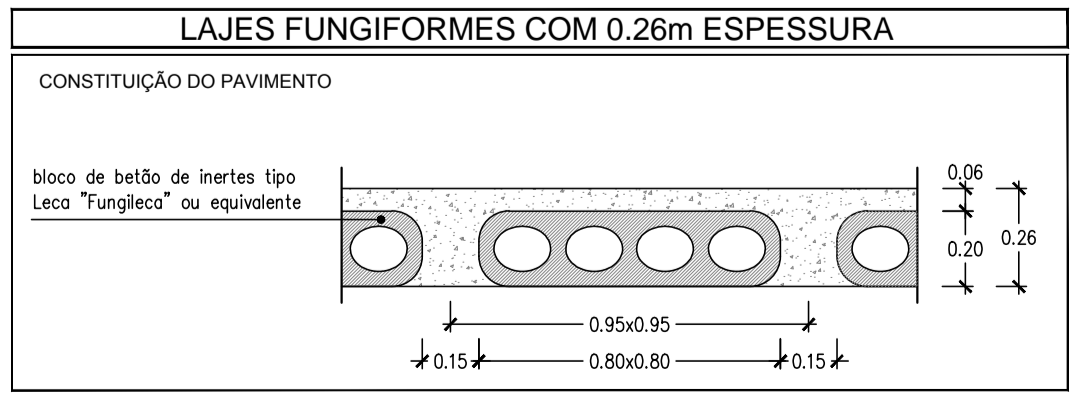
EST 19 EXE 0 – Armaduras pórticos (4/4)



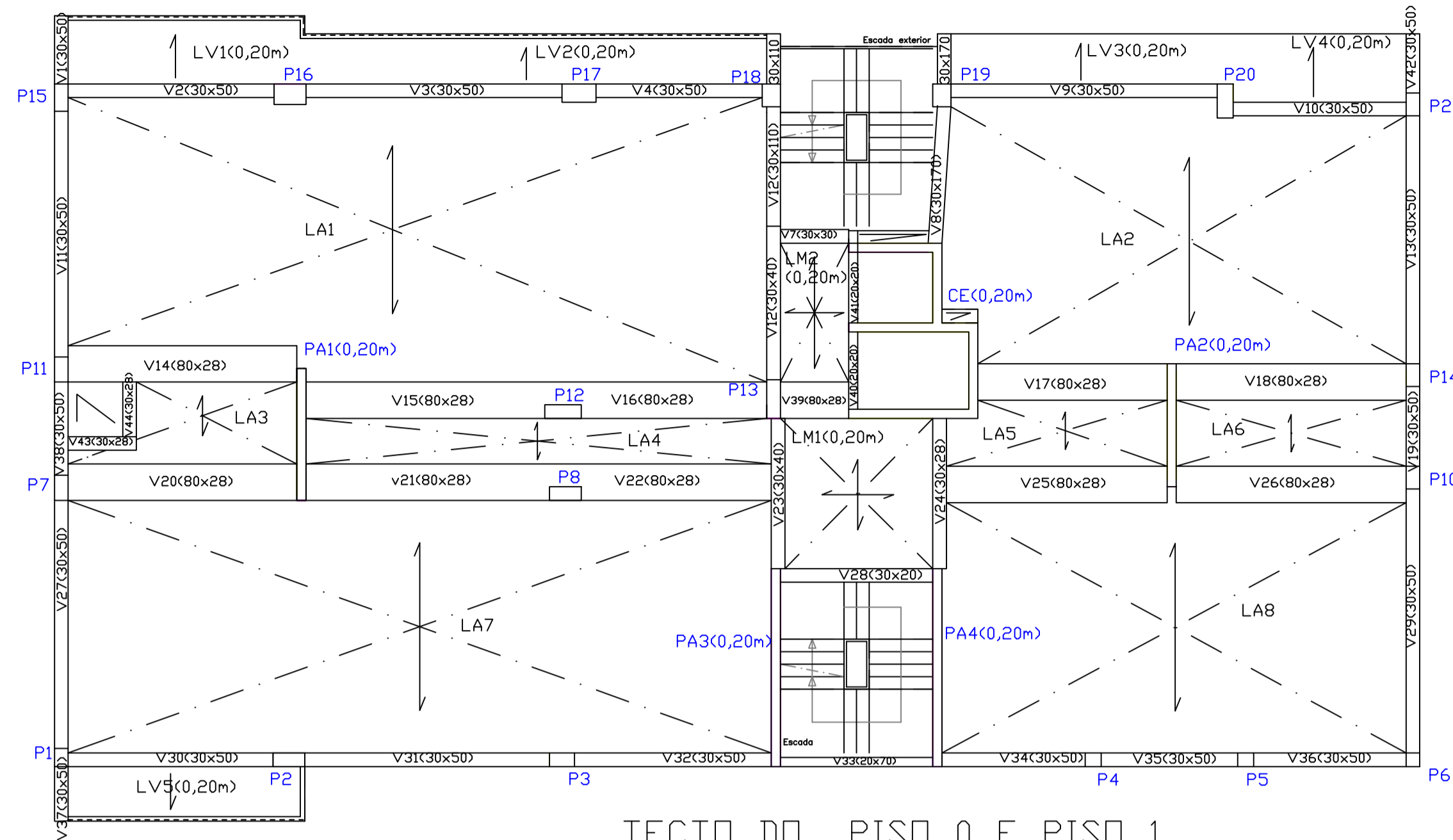
TETO DA CAVE -3
Laje com h=0,26m



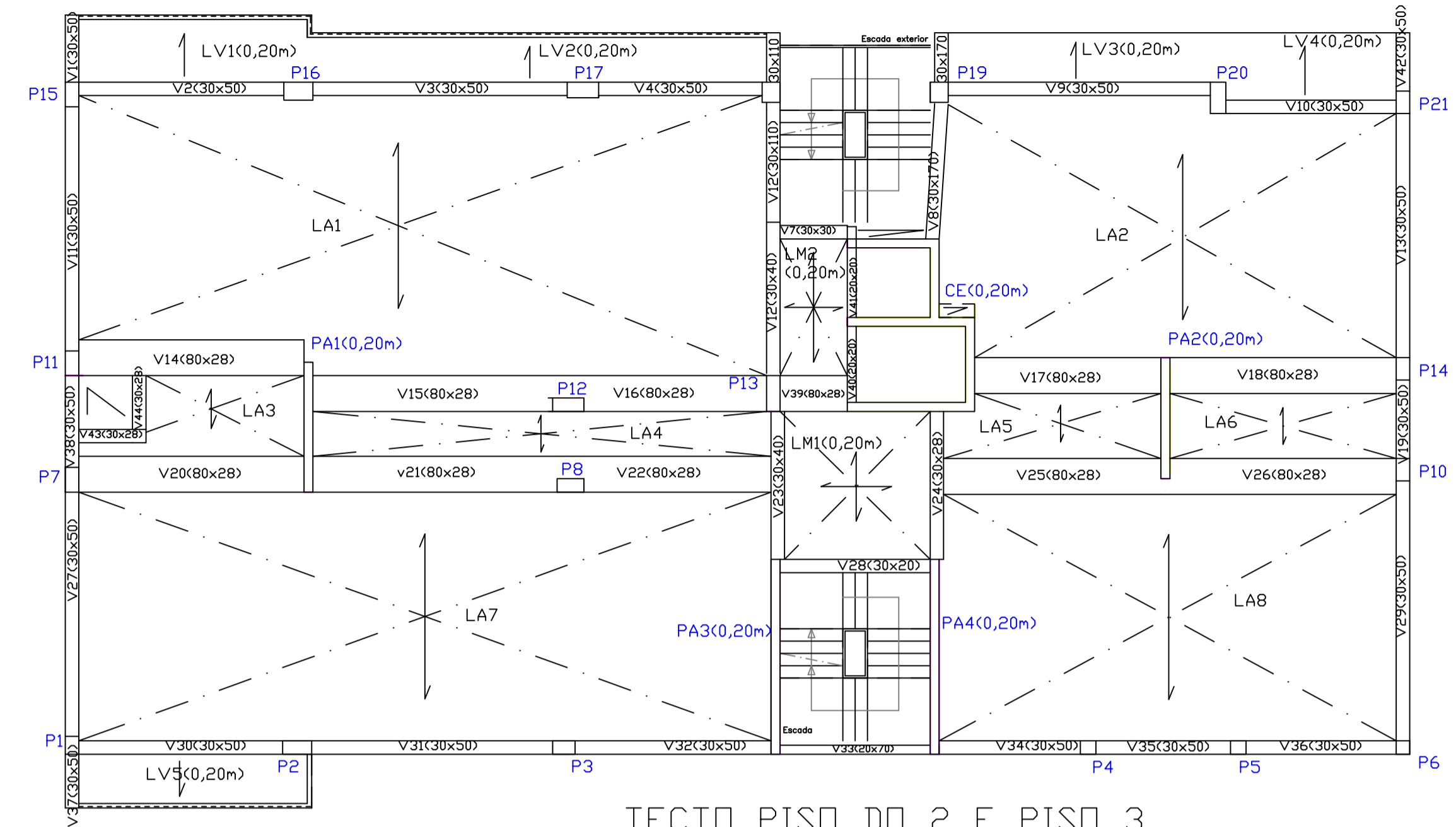
TETO DA CAVE -2
Laje com h=0,26m



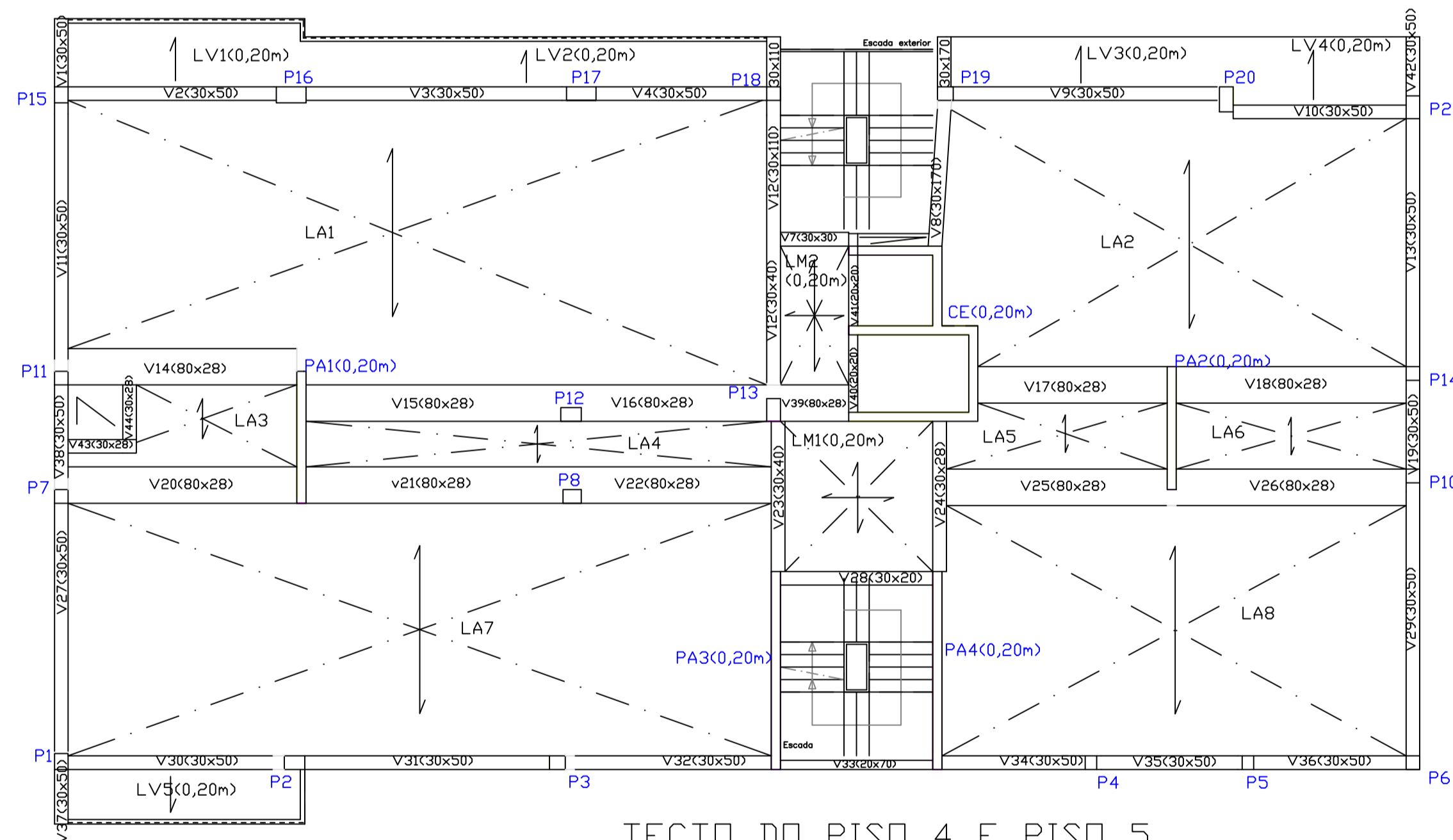
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
PLANTA ESTRUTURAL CAVE -3 E CAVE -2					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 01 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



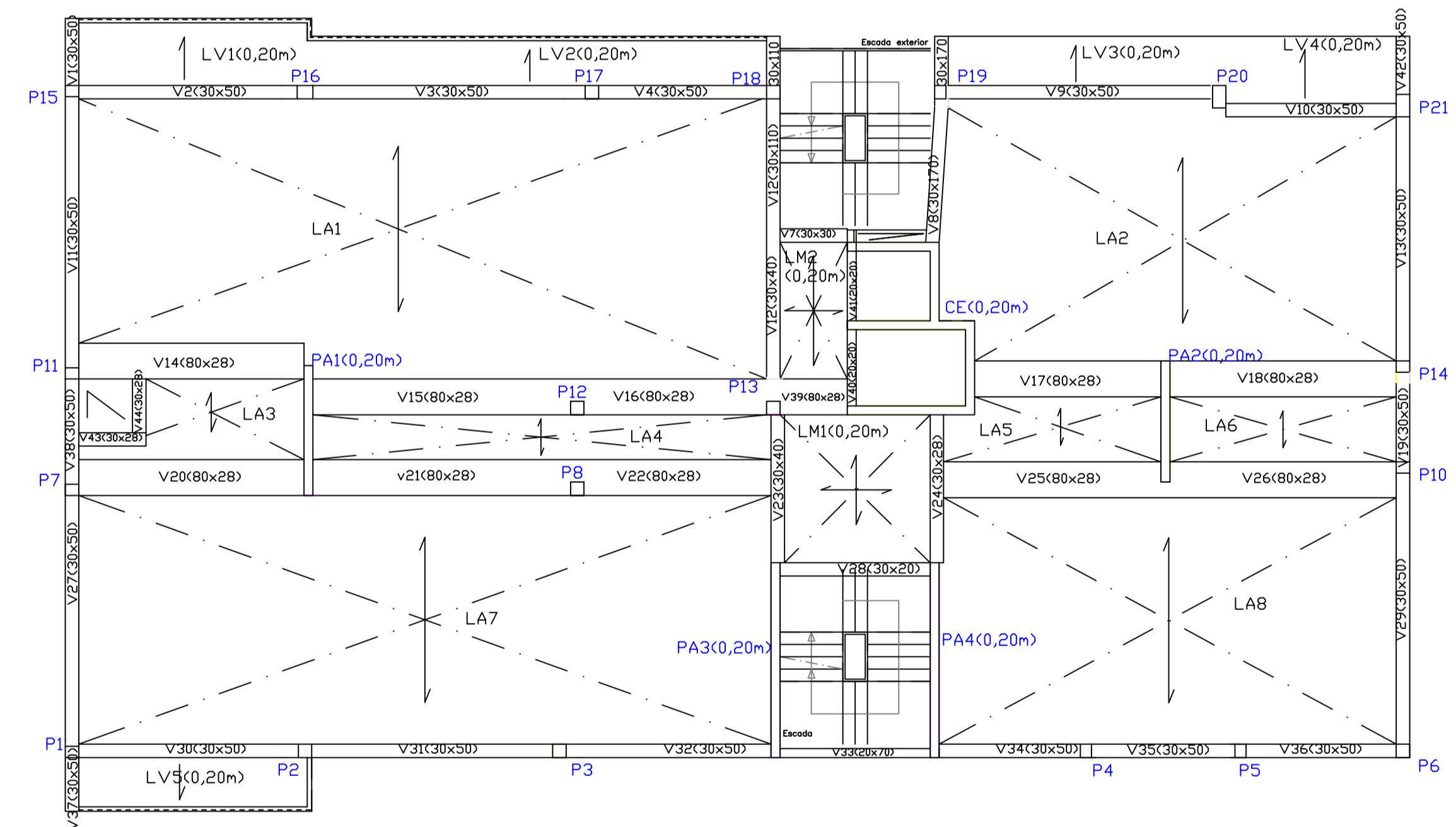
TECTO DO PISO 0 E PISO 1



TECTO PISO DO 2 E PISO 3



TECTO DO PISO 4 E PISO 5

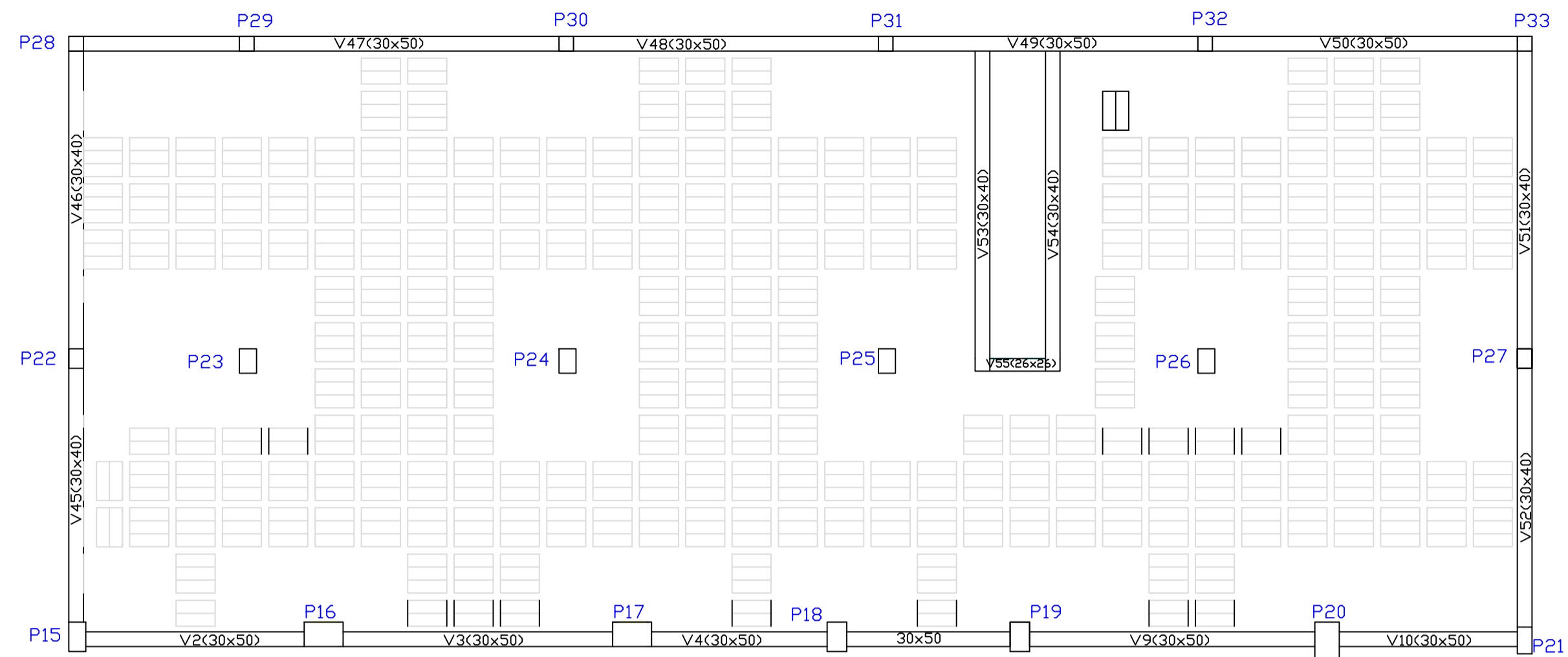


TECTO DO PISO 6 E PISO 7

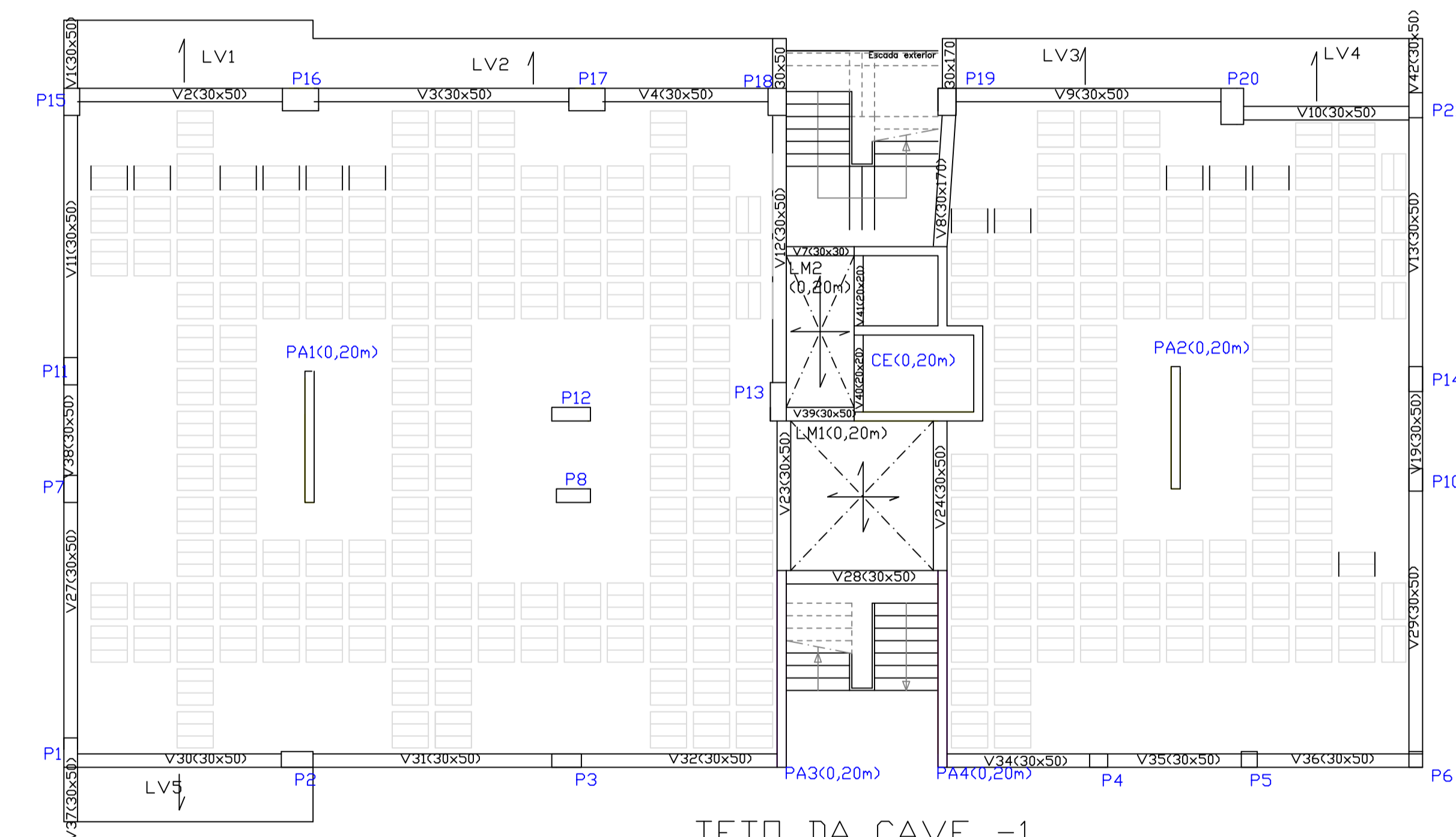
MATERIAIS

Betão:	Classe de Exposição Ambiental:	Dimensão Máxima dos Agregados:
Betão de limpeza - C 12/15	- XC2 (P) em fundações	- 45mm em fundações
	- XC3 (P) na superestrutura em geral	- 16mm na superestrutura em geral
		Máximo teor de cloretos - Cl 0,40
		Classe de consistência - S3
Aço:		
Armadura ordinária, ferros e chumbadouros - S500 (A500NR)		
Redes electrossoldadas - S500 (A500EL)		
Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430)		
Parafusos e porcas - Classe 8.8		

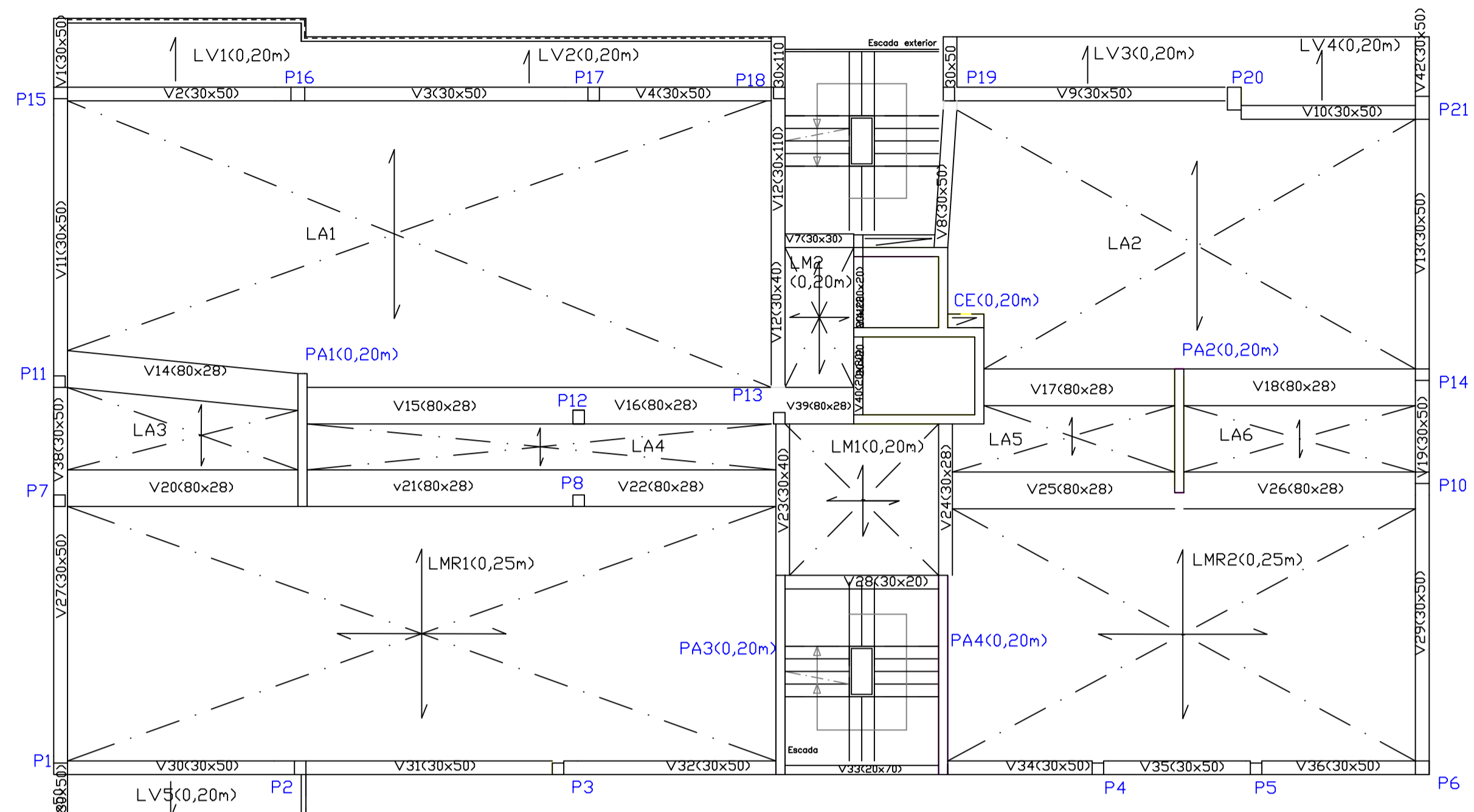
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
PLANTA ESTRUTURAL PISO 0 ATÉ PISO 7					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 02 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



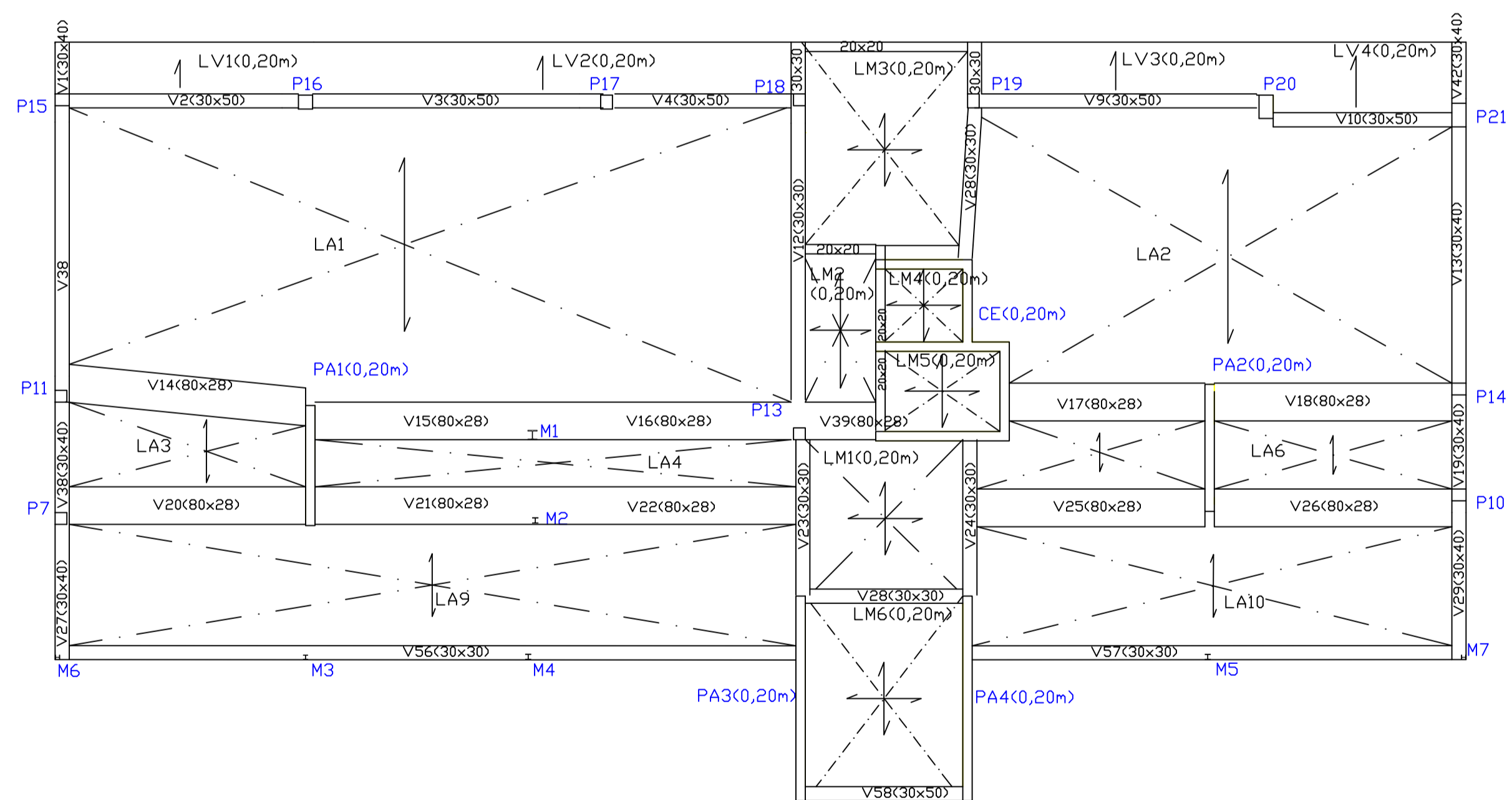
TETO DA CAVE -1
Laje com h=0,30m



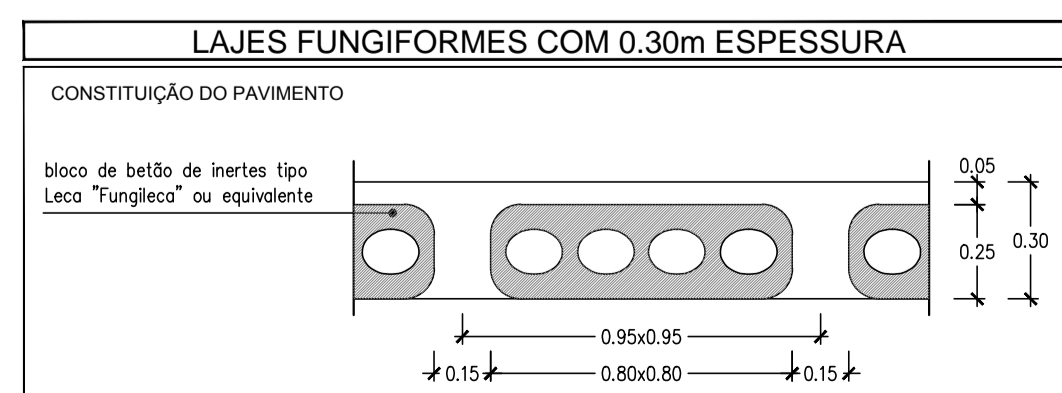
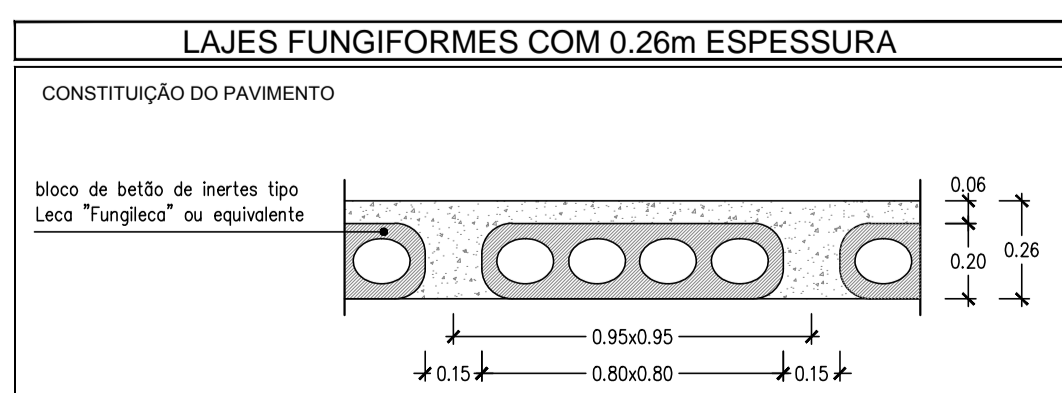
TETO DA CAVE -1
Laje com h=0,26m



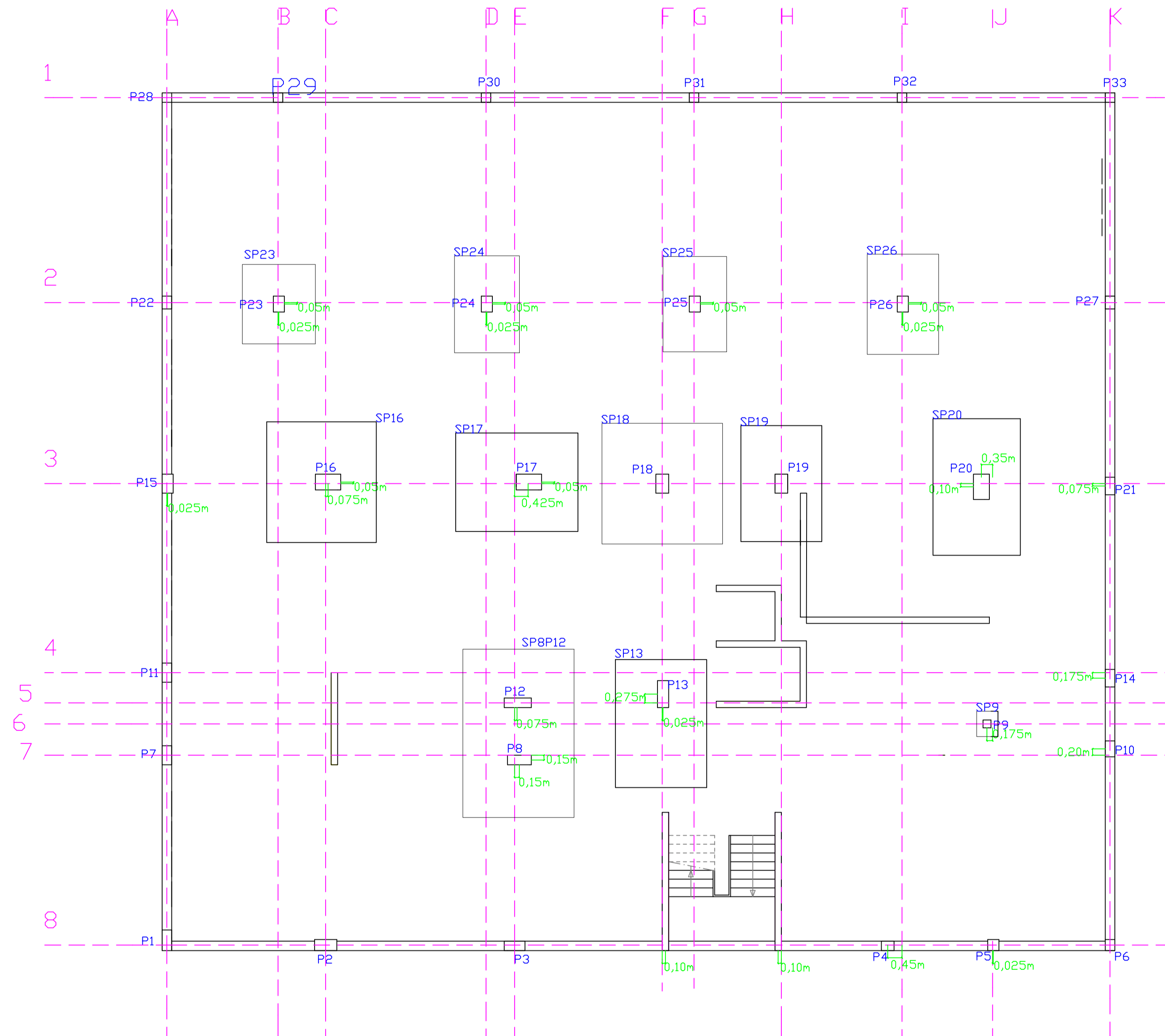
TETO DO PISO 8



TETO DO PISO 9



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE Mestrado					
EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
PLANTA ESTRUTURAL PISO 8; PISO 9; CAVE -1					
FASE					ESCALA
PROJECTO DE EXECUÇÃO					1/50
Nº DESENHO					
EST 03		EXE 0			
ESPECIALIDADE		Nº ORDEM		FASE	

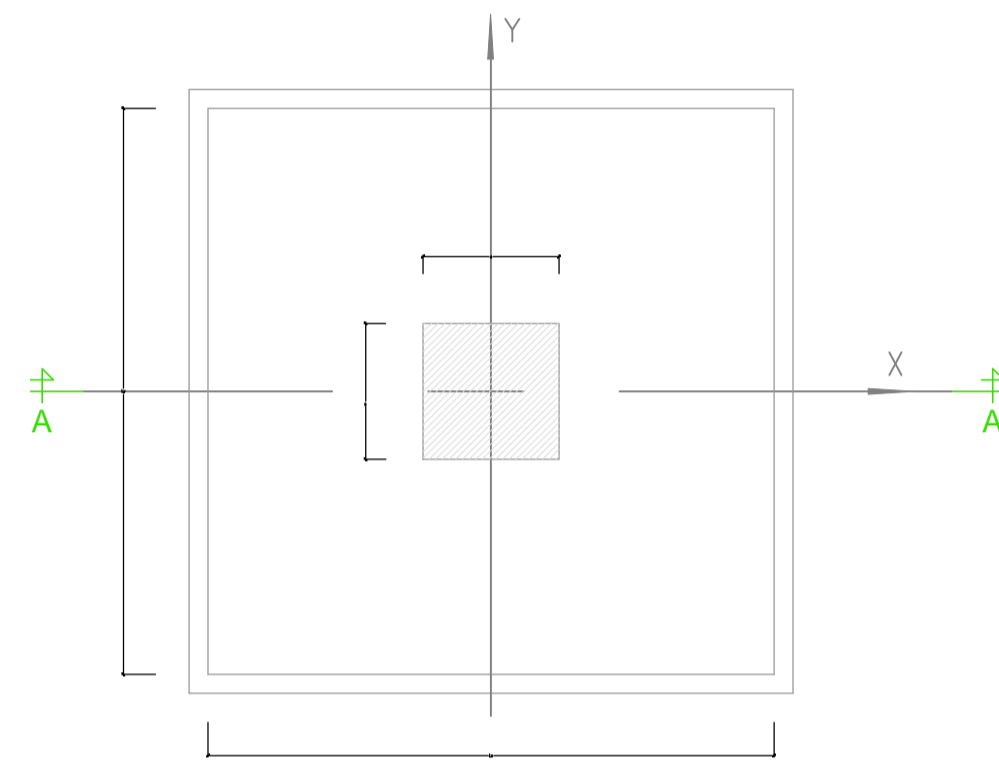


MATERIAIS		
Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * * Hidroligado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: XC2 (P) em fundações XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl 0,40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferros e chumbadouros - S500 (A500NR) Redes electrossoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		

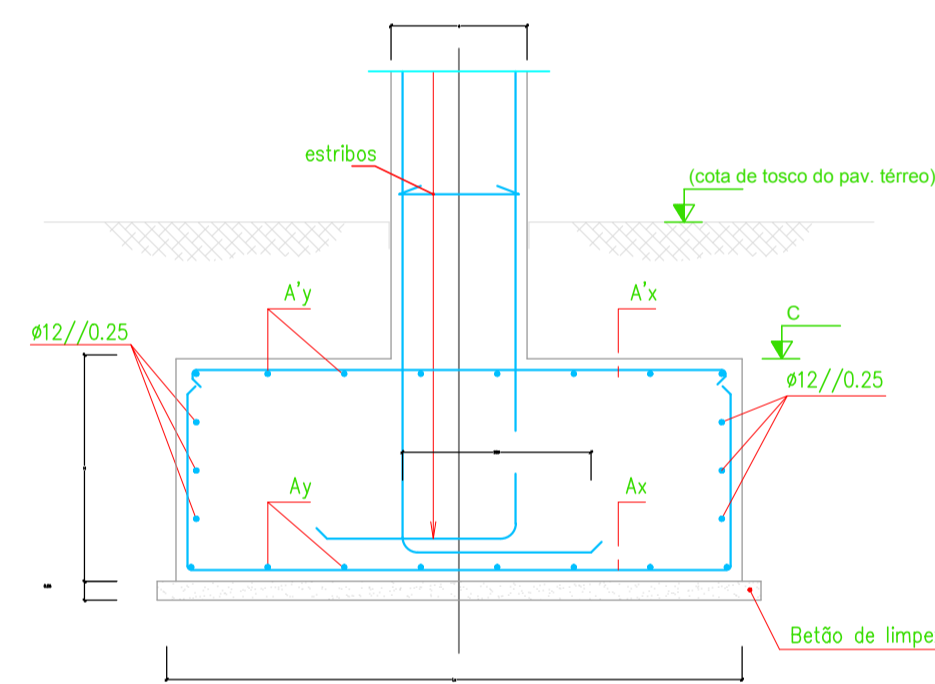
ESTRIBOS E CINTAS		
Os estribos e os cintas devem envolver as armaduras ser fechados (excepto os estribos de 1 ramo) e terminar em ganchos ou cotovelos (apenas para varões rugosos) segundo o esquema:		

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS		
AMBIENTE	Recobrimento C (cm) e C x #	
	Correntes	Lojes

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE ESTRUTURAS					
TÍTULO					
FASE PROJECTO DE EXECUÇÃO					ESCALA 1/100
Nº DESENHO EST 04 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					

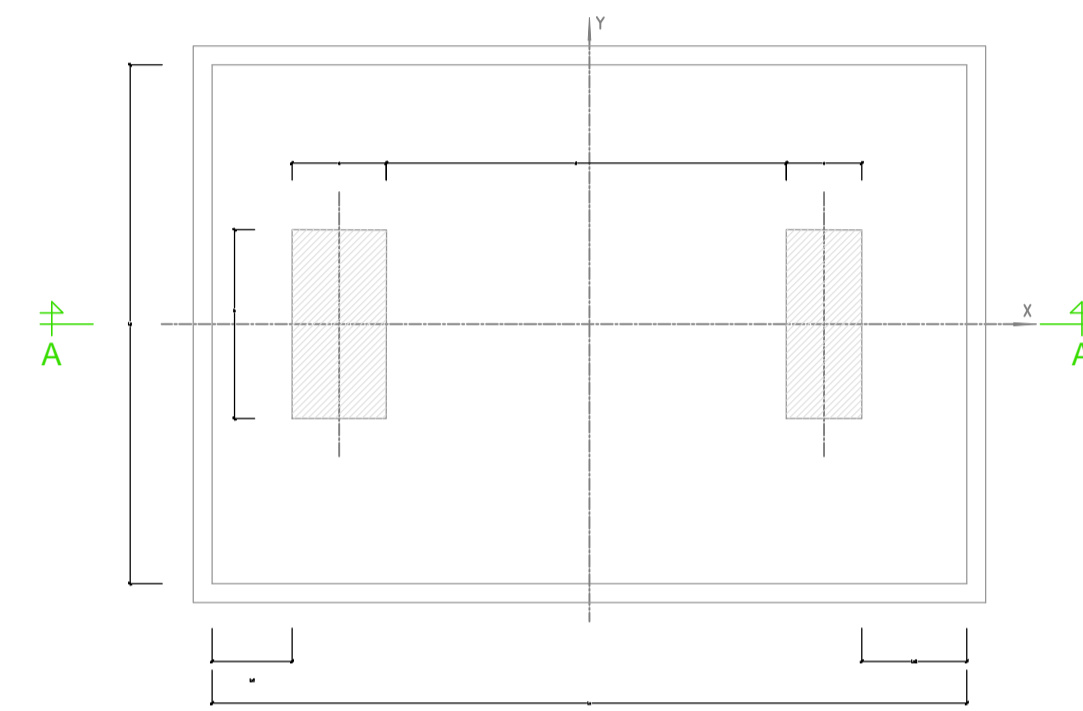


Planta Tipo

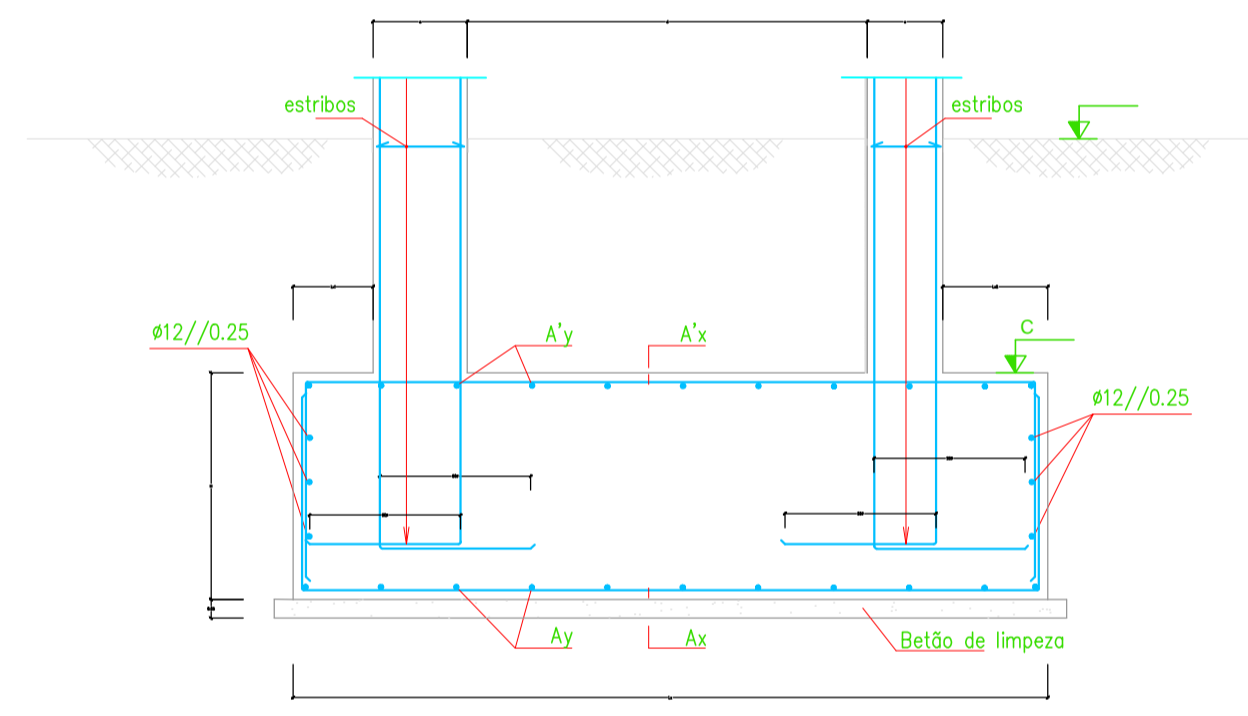


Corte A-A

SAPATAS ISOLADAS CORPO CARLOS ALBERTO * QUADRO RESUMO										
Sapata	Lx	Ly	H	a	b	C	A'x	A'y	A'x	A'y
SP9	0.80	0.80	0.30	ver planta	ver planta	ver planta	ø16/0.10	ø16/0.10	ø8/0.20	ø5/0.20
SP13	3.10	4.25	1.35	ver planta	ver planta	ver planta	ø25/0.10	ø25/0.15	ø8/0.20	ø5/0.20
SP16	3.80	4.15	1.40	ver planta	ver planta	ver planta	ø25/0.10	ø25/0.15	ø8/0.20	ø5/0.20
SP17	4.20	3.45	1.35	ver planta	ver planta	ver planta	ø25/0.15	ø25/0.10	ø8/0.20	ø5/0.20
SP18	3.35	3.40	1.20	ver planta	ver planta	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.10	ø8/0.20	ø5/0.20
SP19	2.90	4.00	1.30	ver planta	ver planta	ver planta	ø25/0.10	ø25/0.20	ø8/0.20	ø5/0.20
SP20	4.65	3.10	1.40	ver planta	ver planta	ver planta	ø25/0.20	ø25/0.10	ø8/0.20	ø5/0.20
SP23	2.05	2.30	0.75	ver planta	ver planta	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.10	ø8/0.20	ø5/0.20
SP24	1.85	2.75	0.85	ver planta	ver planta	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.15	ø8/0.20	ø5/0.20
SP25	1.85	2.75	0.85	ver planta	ver planta	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.15	ø8/0.20	ø5/0.20
SP26	2.00	2.90	0.90	ver planta	ver planta	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.15	ø8/0.20	ø5/0.20



Planta Tipo



Corte A-A

SAPATAS CONJUNTAS * QUADRO RESUMO														
Sapata	Lx	Ly	Lx1	Lx2	H	a	b	c	d	C	A'x	A'y	A'x	A'y
SP12P8	4.90	3.10	1.40	1.40	1.05	0.35	ver planta	0.35	2.10	ver planta	ø20/0.10	ø20/0.10	ø20/0.20	ø20/0.10

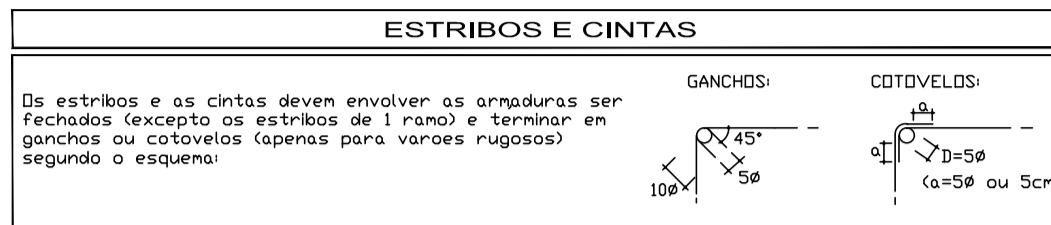
MATERIAIS		
Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * * Hidrotulado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl.0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferros e chumbadouros - S500 (A500NR) Redes electrosoldadas - S500 (A500EL) Apo em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		

ESTRIBOS E CINTAS		
Os estribos e as cintas devem envolver as armaduras ser fechados (excepto os estribos de 1 ramo) e terminar em ganchos ou cotovelos (apenas para varões rugosos) segundo o esquema.	GANCHOS: 	COTVELOIS:

RECOBRIMENTO DAS ARMATURAS PRINCIPAIS		
AMBIENTE	Recobrimento C, Col e C. 3.ª	
	Elementos	Lajes
	Correntes	

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE ESTRUTURAS					
TÍTULO QUADRO DE SAPATAS					
FASE PROJECTO DE EXECUÇÃO					ESCALA
Nº DESENHO EST 05 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					

MATERIAIS		
Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * * Hierologado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl.0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária: ferroalhos e chumbadores - S500 (A500NR) Redes electrossoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		



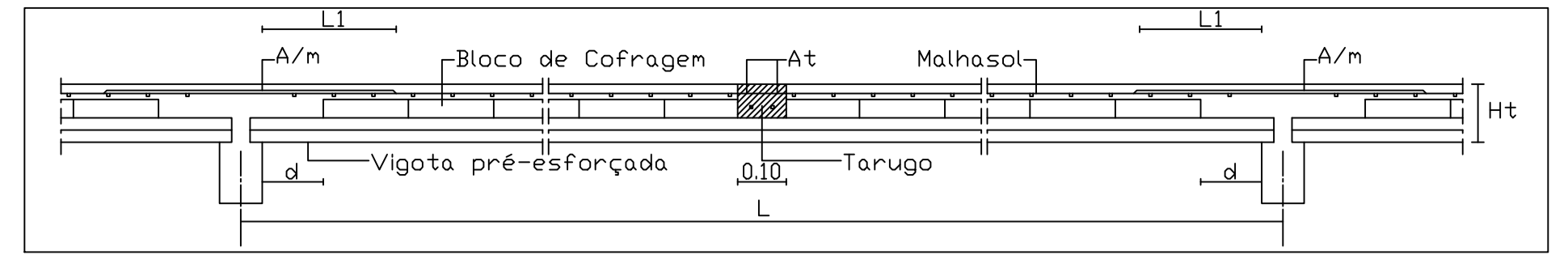
RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS

AMBIENTE	Recobrimento (cm) e (x) e (y)	
	Correntes	Lojes
- Pouco agressivo	2.0	1.5
- Enterrado ou moderadamente agressivo	3.0	2.5
- Muito agressivo	4.0	3.5

Ø - diâmetro das armaduras ou diâmetro equivalente dos seus agrupamentos

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
RECUADO	---	---	---	---	---	---	L=280 ↑	---	---	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
PISO 9	L=280 ↑	BET 30x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/18 testa6/24	BET 25x25 L=280 Esq: 4e12 B/H: 2x1e12/18 testa6/18	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/24 testa6/24	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/24 testa6/24	L=280 ↑	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/18 testa6/18	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/24 testa6/24	---	L=280 ↑	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/24 testa6/24	BET 25x25 L=280 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 25x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	---	L=280 ↑	BET 30x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	BET 30x25 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/24
PISO 8	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
PISO 7	BET 25x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e12 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	BET 30x30 L=280 Esq: 4e12 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 25x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	---	BET 25x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 25x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	BET 25x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 25x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/24	BET 30x35 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24
PISO 6	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
PISO 5	BET 35x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x45 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	BET 30x35 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x25 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/30	BET 30x25 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/30	L=280 ↑	BET 30x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x40 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x2e12/2x2e12 testa6/18	---	BET 30x30 L=280 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x45 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 2testa6/18	BET 30x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 35x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 35x65 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 1+testa6/18	BET 30x65 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24
PISO 4	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
PISO 3	L=280 ↑	BET 30x65 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	BET 30x50 L=280 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 30x60 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 1+testa6/18	---	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 30x70 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	BET 30x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/2x1e16 2testa6/18	L=280 ↑	BET 35x30 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e16/2x1e16 testa6/24	BET 40x65 L=280 Esq: 4e16 B/H: 2x1e12/2x1e12 1+testa6/18	BET 35x70 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24
PISO 2	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
PISO 1	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 30x35 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	BET 30x30 L=280 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 testa6/30	L=280 ↑	BET 30x70 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	---	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 30x90 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	BET 35x30 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 1+testa6/24	L=280 ↑	L=280 ↑	BET 45x70 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 2+testa6/24	BET 40x75 L=280 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 2+testa6/24
R/ CHÃO	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	---	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑	L=280 ↑
CAVE -1	BET 40x30 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2testa6/30	BET 30x70 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	BET 30x55 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	BET 30x35 L=445 Esq: 4e20 B/H: 2x2e20/2x2e20 testa6/30	L=445 ↑	L=445 ↑	BET 55x30 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x1e20 2testa6/30	L=445 ↑	---	L=445 ↑	BET 50x30 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x1e20 2testa6/30	L=445 ↑	L=445 ↑	BET 45x30 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2testa6/30	BET 60x30 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2testa6/30	BET 45x75 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2+testa6/30	BET 45x75 L=445 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2+testa6/30
CAVE -2	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	---	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑	L=290 ↑
CAVE -3	BET 65x30 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x1e20 2testa6/30	BET 35x70 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	BET 30x65 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	BET 30x40 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 1+testa6/30	BET 35x35 L=320 Esq: 4e20 B/H: 2x2e20/2x2e20 testa6/30	BET 30x35 L=320 Esq: 4e20 B/H: 2x2e20/2x2e20 testa6/30	BET 60x30 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x1e20 2testa6/30	BET 35x70 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x1e20/2x1e20 1+testa6/30	BET 25x25 L=180 Esq: 4e12 B/H: 2x1e12/2x1e12 testa6/18	BET 50x30 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2testa6/30	BET 55x30 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x1e20 2testa6/30	BET 35x80 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x3e20 1+testa6/30	BET 35x35 L=320 Esq: 4e20 B/H: 2x1e16/2x1e16 2testa6/24	BET 50x30 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x2e20/2x2e20 2testa6/30	BET 60x35 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x2e20 2testa6/30	BET 50x80 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x3e20 2+testa6/30	BET 50x80 L=320 Esq: 4e25 B/H: 2x3e20/2x3e20 2+testa6/30

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO					
EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
QUADRO DE PILARES (1/2)					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 06 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



Quadro Resumo de lajes aligeiradas FAPREL

NDM LAJE	Voo L (m)	Altura Ht (m)	Aço Características (KN/m²)										EL.Ultimo		Estado Limite de Utilização		Armaduras					LAJE FAPREL		
			Permanentes, Gk	Var. Gk	F.Concentradas	Resistência	EL.Fend.	EL.Deformação	Distrib.	Apelos	Nº	At	d	Z.Meq										
L1	6.95	0.28	4.09	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	67.47	43.69	47.50	30359	0.017	AR46	0.70	1.53	3	2	10	0.00	ZV5-BN40x24-28
L2	6.15	0.28	3.77	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	51.02	37.33	35.40	24526	0.015	AR38	0.61	1.10	2	2	10	0.26	V5-BN32x24-28
L3	2.60	0.28	3.48	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	7.94	15.27	21.60	21734	0.007	AR30	0.26	0.62	1	2	6	0.00	V3-BN40x24-28
L4	2.00	0.28	3.48	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	4.70	11.75	21.60	21734	0.005	AR30	0.20	0.62	0	2	6	0.00	V3-BN40x24-28
L5	2.70	0.28	3.48	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	8.56	15.86	21.60	21734	0.007	AR30	0.27	0.62	1	2	6	0.00	V3-BN40x24-28
L6	2.70	0.28	3.48	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	8.56	15.86	21.60	21734	0.007	AR30	0.27	0.62	1	2	6	0.00	V3-BN40x24-28
L7	5.85	0.28	4.29	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	48.83	37.56	35.20	27941	0.015	AR42	0.58	1.13	2	2	8	0.00	V4-BN24x24-28
L8	6.15	0.28	4.29	2.00	1.00	0.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	53.97	39.49	42.60	28078	0.015	AR42	0.61	1.36	2	2	10	0.00	V5-BN24x24-28
L9	3.75	0.25	3.20	2.00	0.00	0.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	17.77	21.32	18.20	15864	0.009	AR30	0.38	0.62	1	2	6	0.00	V3-BN40x20-28
L10	3.75	0.25	3.20	2.00	0.00	0.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	19.99	21.32	18.20	15864	0.009	AR30	0.38	0.62	1	2	6	0.00	V3-BN40x20-28

MATERIAIS

Betão:
 Betão de limpeza - C 12/15
 Fundações - C 30/37 *
 * Hidroligado em Elementos Enterrados

Classe de Exposição Ambiental:
 - XC2 (P) em fundações
 - XC3 (P) na superestrutura em geral

Dimensão Máxima dos Agregados:
 - 45mm em fundações
 - 16mm na superestrutura em geral
 Máximo teor de cloretos - Cl 0.40
 Classe de consistência - S3

Aço:
 Armadura ordinária, ferrolhos e chumbadouros - S500 (A500NR)
 Redes electrossoldadas - S500 (A500EL)
 Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430)
 Parafusos e porcas - Classe 8.8

ESTRIBOS E CINTAS

Os estribos e as cintas devem envolver as armaduras ser fechados (exceto os estribos de 1 ramo) e terminar em ganchos ou cotovelos (apenas para varões rugosos) segundo o esquema:

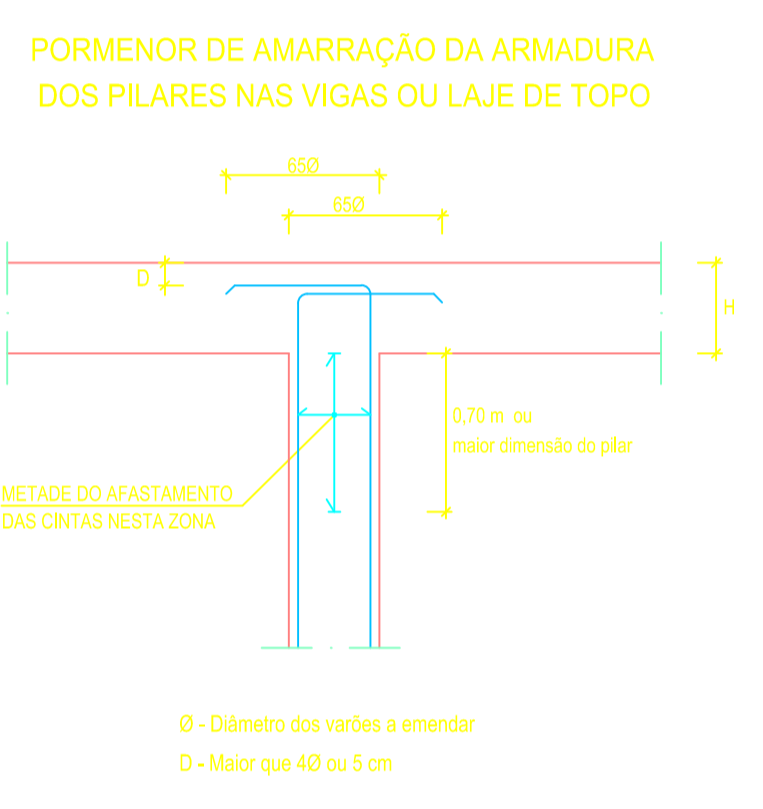
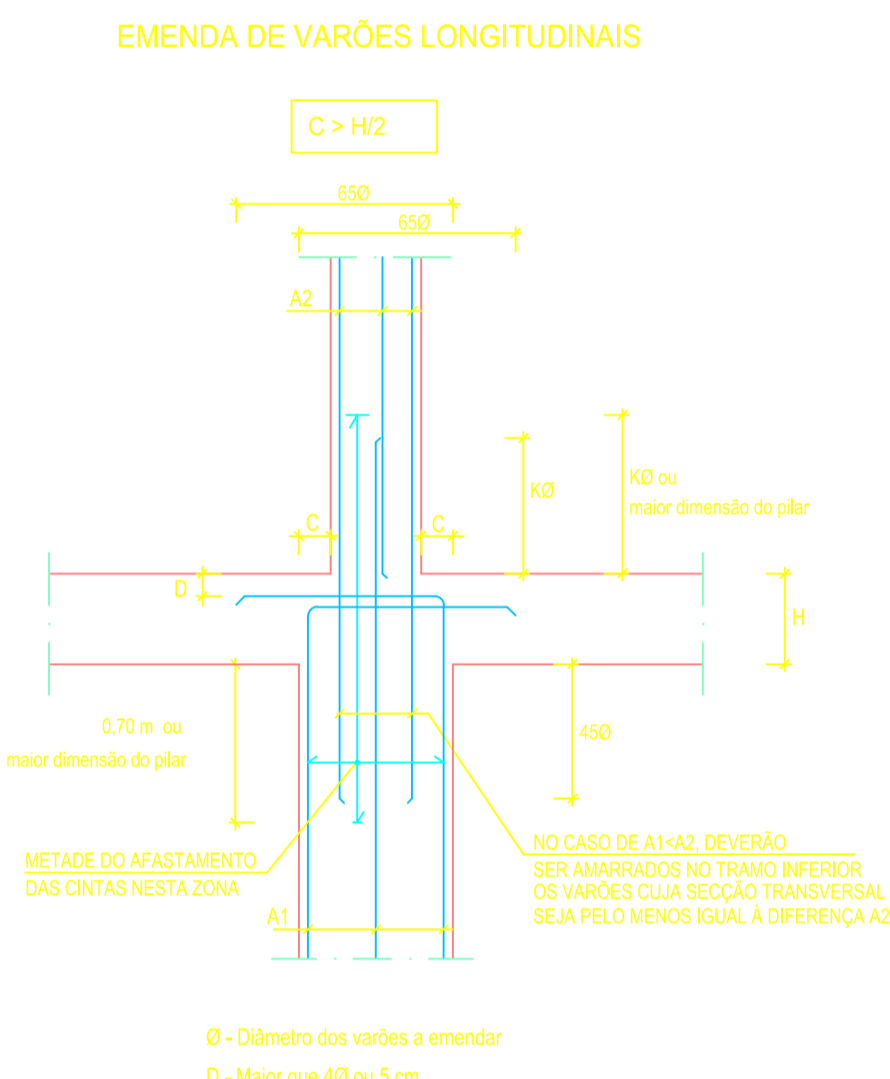
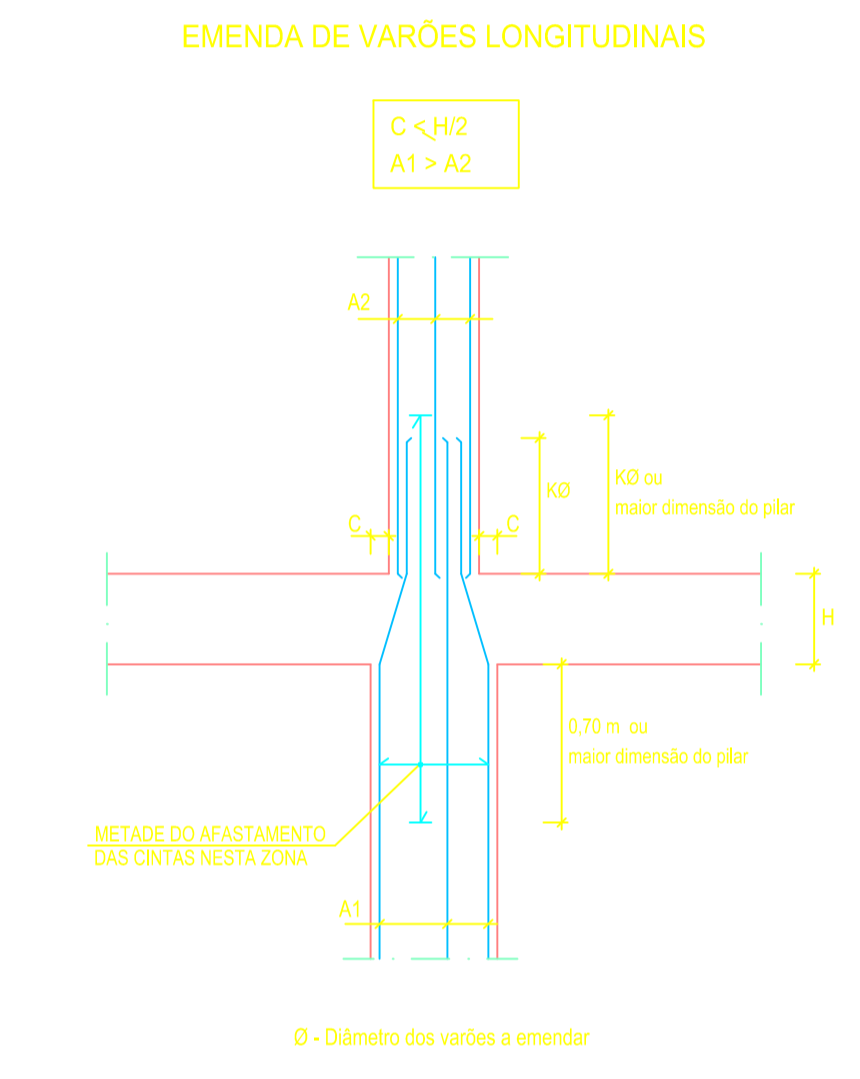
RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS

AMBIENTE	Recobrimento E (cm) e C (cm)	
	Correntes	Lojes
- Pouco agressivo	2.0	1.5
- Enterrado ou moderadamente agressivo	3.0	2.5
- Muito agressivo	4.0	3.5

Ø - diâmetro das armaduras ou diâmetro equivalente dos seus agrupamentos

	P18	P19	P20	P21
RECUADO	L=280	L=280	L=280	L=280
PISO 9	BET 25x25 L=280 Esq: 4x16 2estab/24	L=280	L=280	L=280
PISO 8	L=280	L=280	L=280	L=280
PISO 7	L=280	BET 25x30 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x1x20/2x1x20 2estab/30	BET 50x30 L=280 Esq: 4x16 BH: 2x1x16/2x1x16 2estab/24	L=280
PISO 6	L=280	L=280	L=280	L=280
PISO 5	BET 30x30 L=280 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 35x30 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 30x55 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x1x16/2x1x16 1estab/24	L=280
PISO 4	L=280	L=280	L=280	L=280
PISO 3	BET 45x40 L=280 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 45x40 L=280 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 70x35 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x1x16/2x1x16 2estab/24	BET 50x30 L=280 Esq: 4x16 BH: 2x2x16/2x1x16 2estab/24
PISO 2	L=280	L=280	L=280	L=280
PISO 1	BET 50x40 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 50x40 L=280 Esq: 4x20 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 55x75 L=280 Esq: 4x25 BH: 2x1x20/2x2x20 1estab/30	L=280
R/ CHÃO	L=280	L=280	L=280	L=280
CAVE -1	L=445	L=445	BET 40x75 L=445 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/30	BET 50x30 L=445 Esq: 4x20 BH: 2x2x20/2x1x20 2estab/30
CAVE -2	L=280	L=280	L=280	L=280
CAVE -3	BET 60x40 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x4x20/2x4x20 2estab/30	BET 60x40 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x4x20/2x4x20 2estab/30	BET 80x50 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x3x20/2x3x20 2estab/30	BET 55x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x3x20/2x1x20 2estab/30

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
HEB 200 L=280	HEB 120 L=280	HEB 100 L=280	HEB 120 L=280	HEB 120 L=280	HEB 100 L=280	HEB 100 L=280
I	I	I	I	I	H	H



EMENDAS POR SOBREPOSIÇÃO EM PILARES

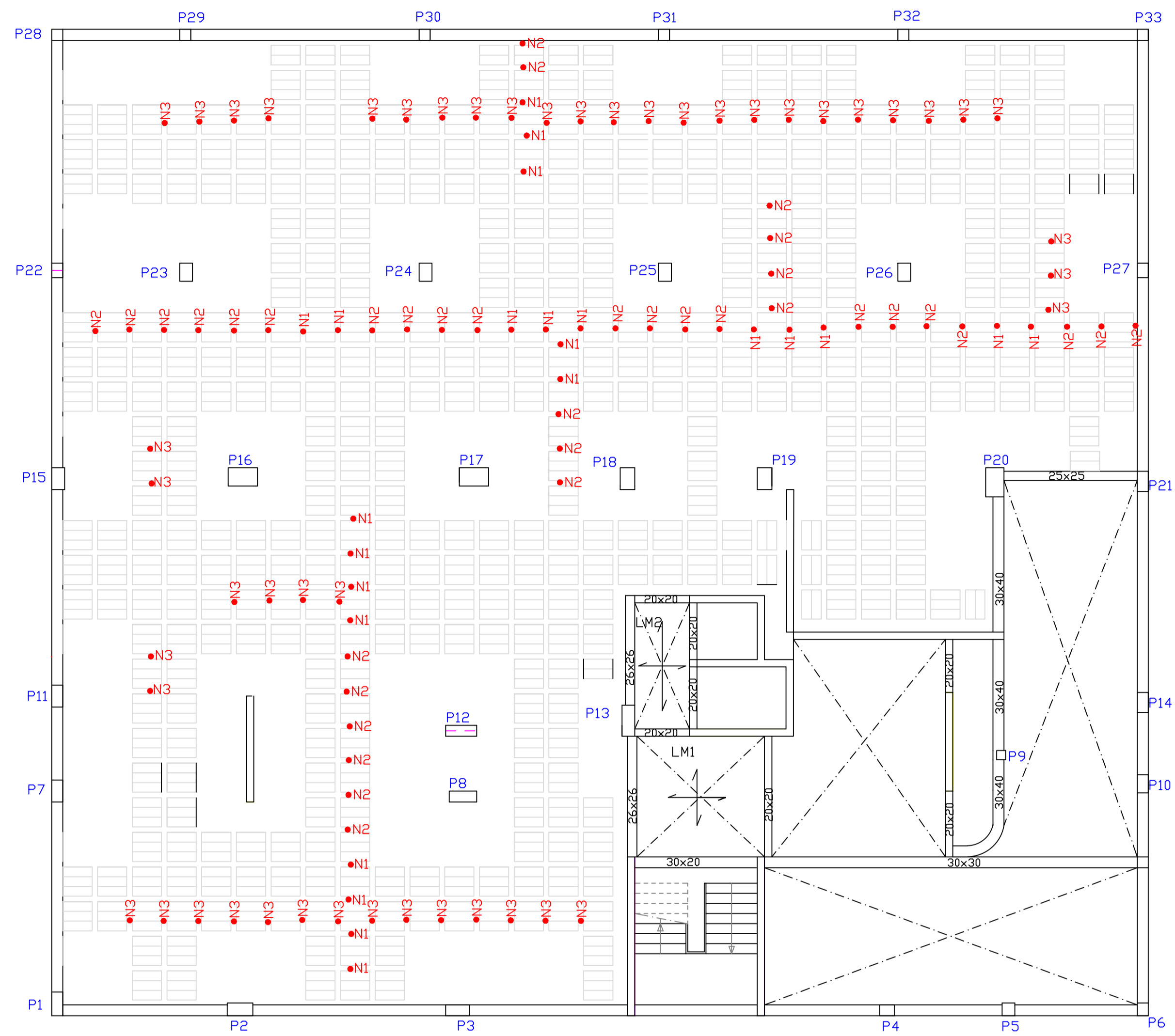
- Os varões verticais devem ser emendados o menos possível e as amarrações devem ser rectas - $l_0 = K\phi$
- A distância entre os dois varões que se pretendem emendar não pode exceder 4ϕ
- A secção dos varões emendados numa mesma secção não pode exceder 1/2 da totalidade da armadura ($\eta < 50\%$). Para que não estejam na mesma secção, as emendas devem distar no mínimo de $1,5K\phi$
- As emendas de agrupamentos de varões devem ser feitas varão a varão, distando entre si no mínimo de $1,3K\phi$

$\eta = 50\%$	$K=80$
$20\% < \eta < 50\%$	$K=70$
$\eta < 20\%$	$K=65$

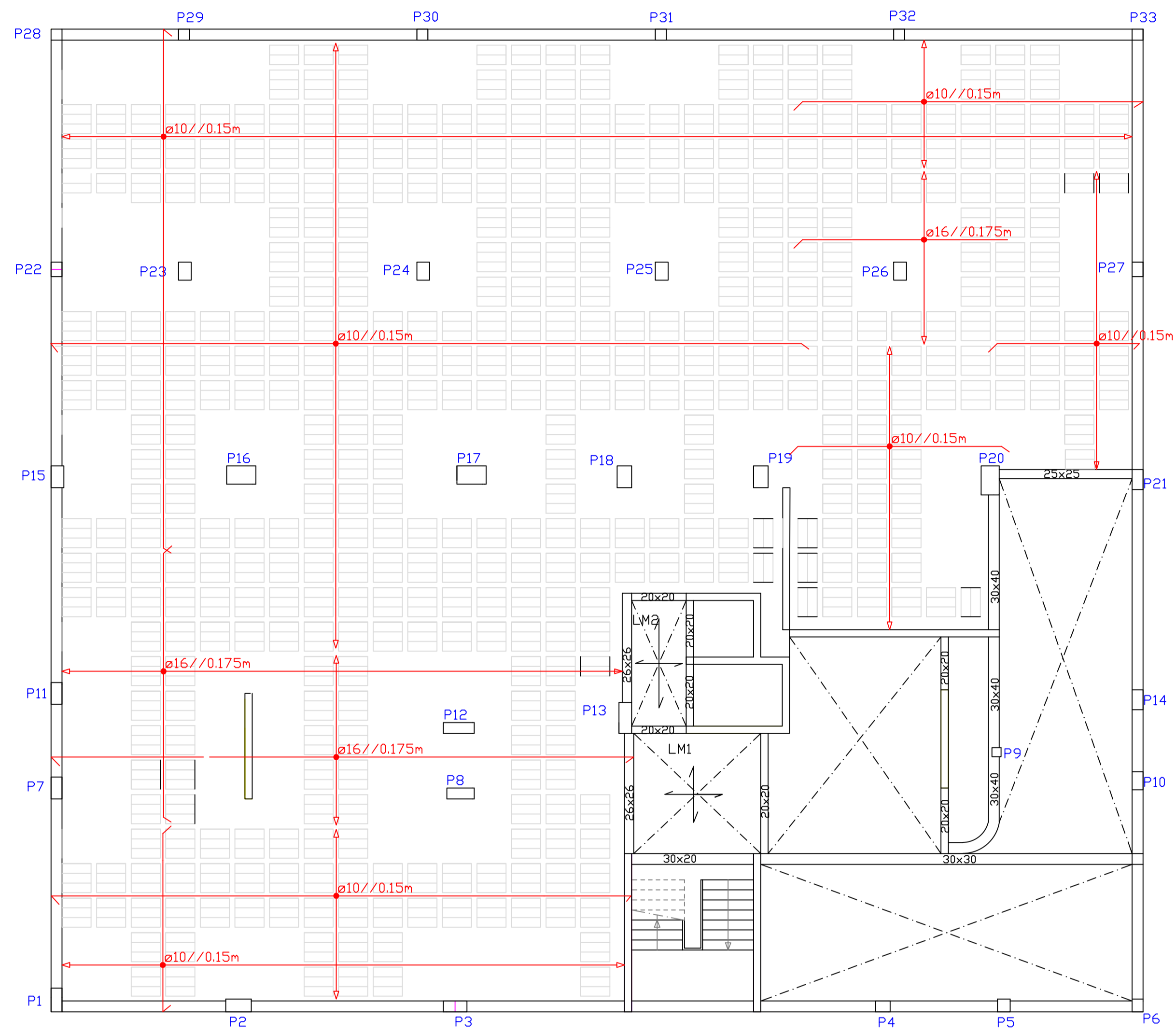
η - percentagem de varões amarrados na mesma secção

	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	
CAVE -1	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	
CAVE -2	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	L=280	
CAVE -3	BET 40x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/16	BET 50x35 L=320 Esq: 4x12 BH: 2x1x12/2x2x12 2estab/14	BET 50x35 L=320 Esq: 4x12 BH: 2x1x12/2x2x12 2estab/14	BET 50x35 L=320 Esq: 4x12 BH: 2x1x12/2x2x12 2estab/14	BET 50x35 L=320 Esq: 4x12 BH: 2x1x12/2x2x12 2estab/14	BET 40x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/16	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14	BET 30x30 L=320 Esq: 4x25 BH: 2x2x20/2x2x20 2estab/14

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
QUADRO DE PILARES (2/2) QUADRO DE LAJES ALIGEIRADAS					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 07 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					

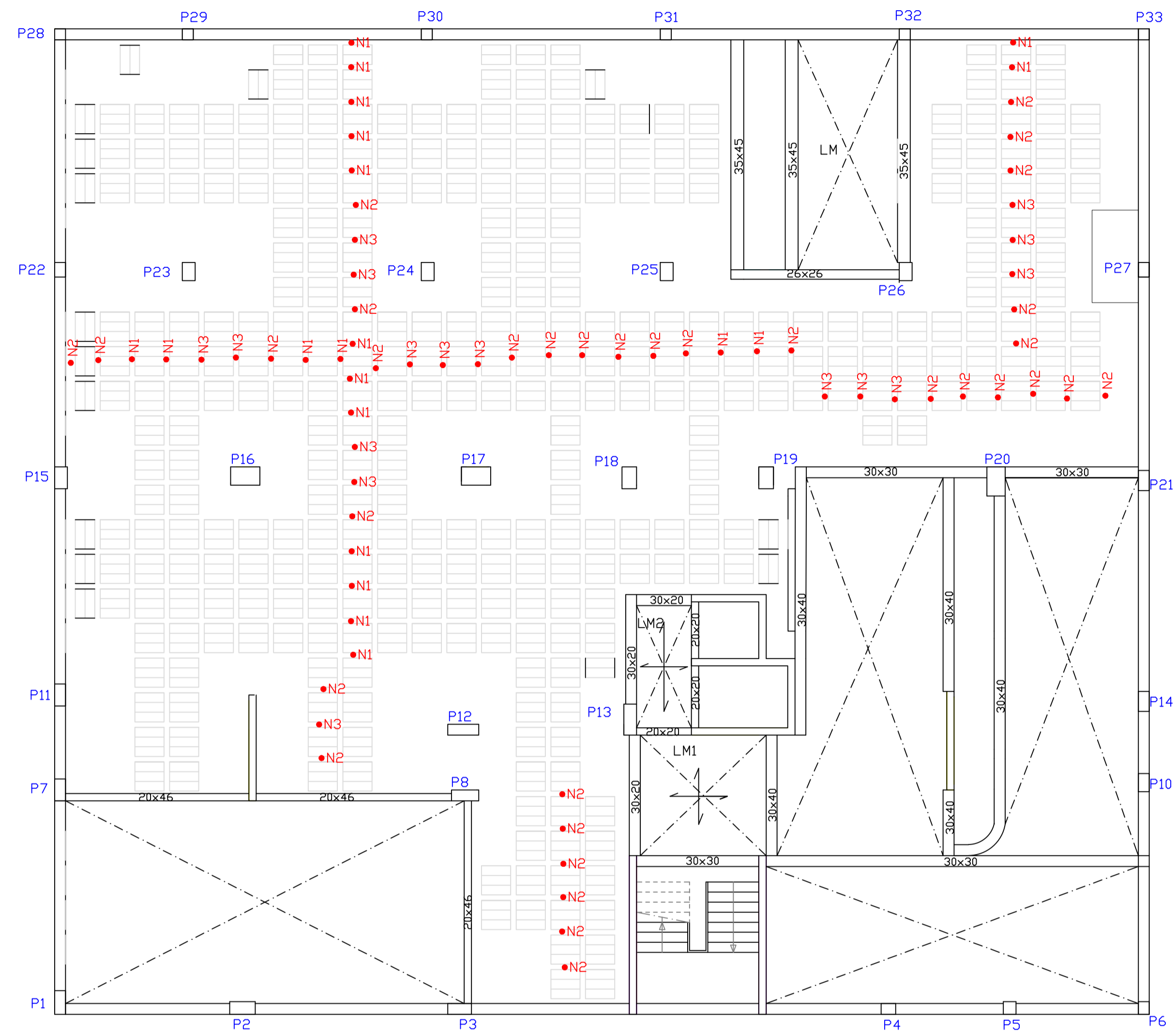


TETO DA CAVE -3 - Armadura Inferior

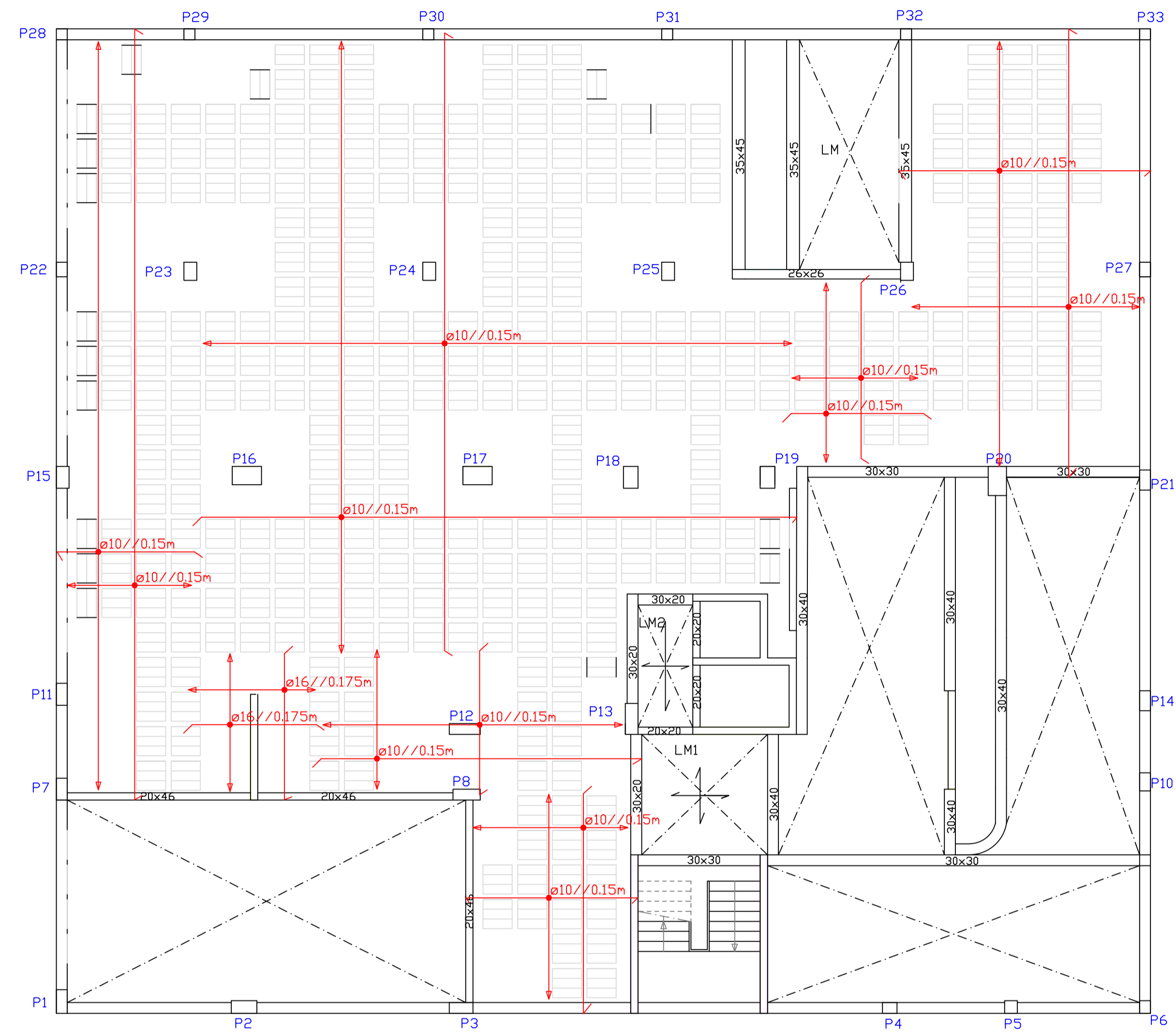


TETO DA CAVE -3 - Armadura Superior

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE Mestrado EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURA DO TETO DA CAVE -3					
FASE					ESCALA
PROJECTO DE EXECUÇÃO					1/100
Nº DESENHO					
EST 08		EXE 0			
ESPECIALIDADE		Nº ORDEM		FASE / REVISÃO	



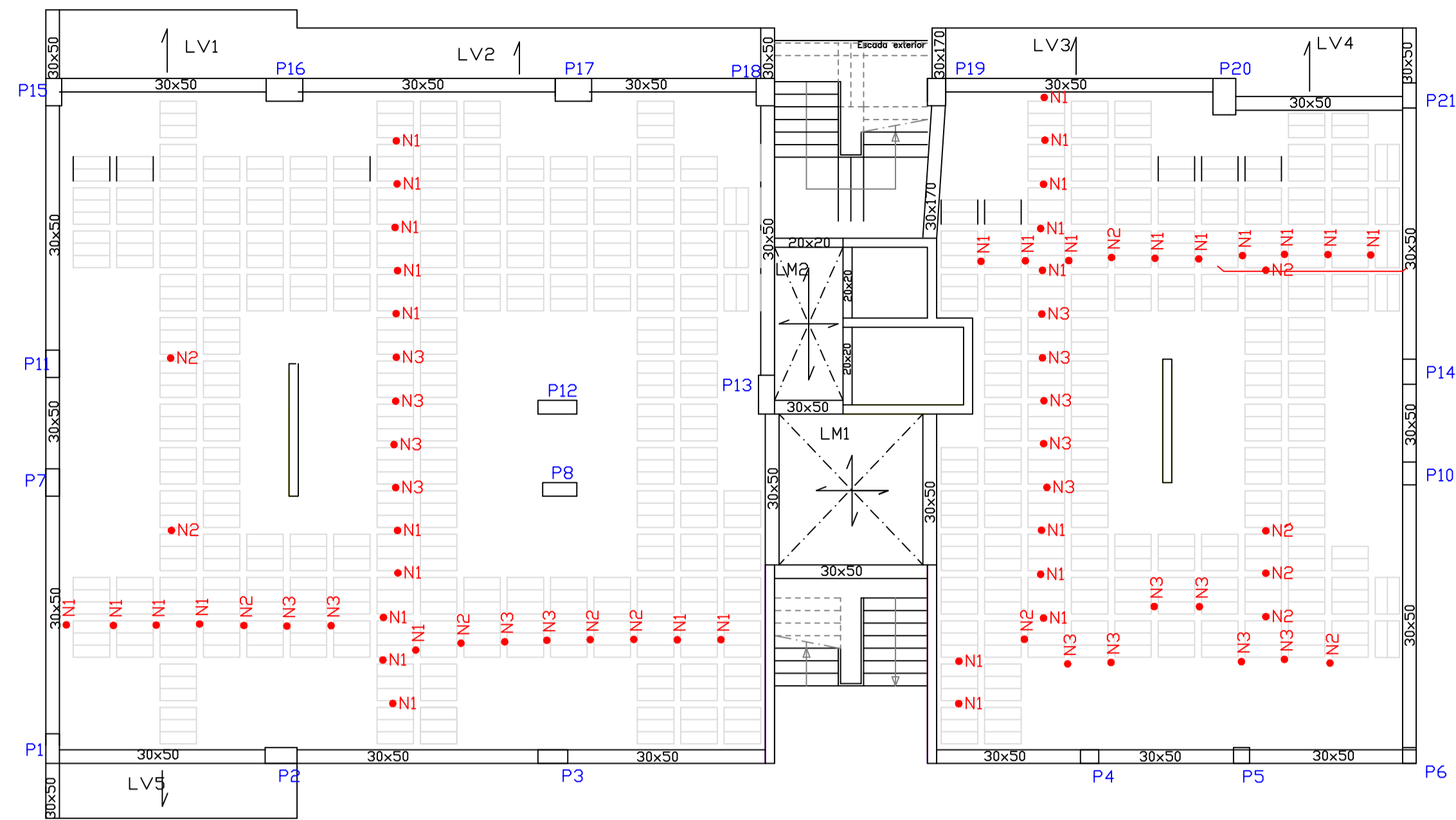
TETO DA CAVE -2 - Armadura Inferior



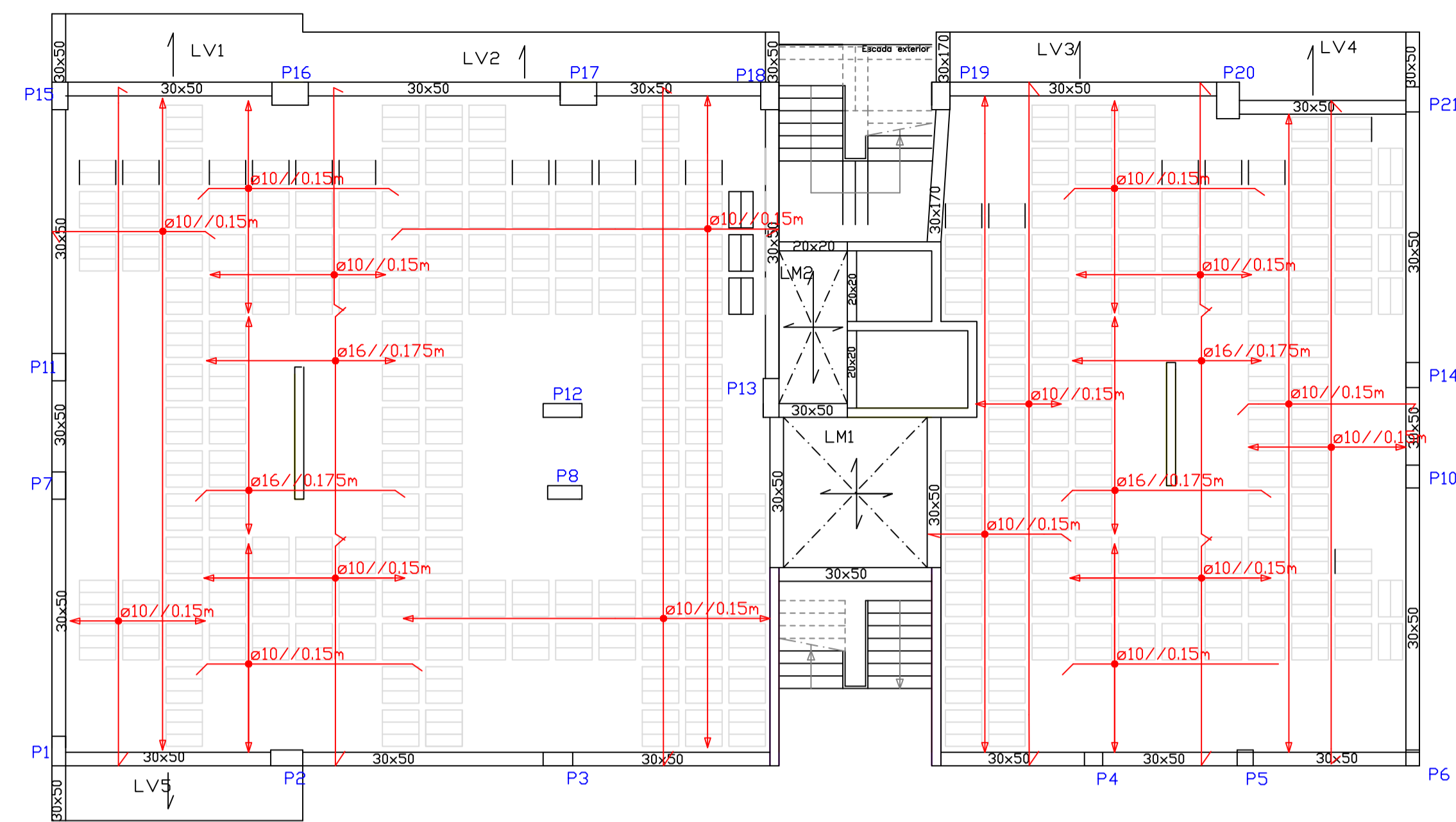
TETO DA CAVE -2 - Armadura Superior

MATERIAIS		
Betão:		
Betão de limpeza - C 12/15	Classe de Exposição Ambiental:	Dimensão Máxima dos Agregados:
Fundações - C 30/37	- XC2 (P) em fundações	- 45mm em fundações
* Hidroligado em Elementos Enterrados	- XC3 (P) na superestrutura em geral	- 15mm na superestrutura em geral
		Máximo teor de cloretos - Cl.0.40
		Classe de consistência - S3
Aço:		
Armadura ordinária, ferrolhos e chumbadouros - S500 (A500NR)		
Redes electrossoldadas - S500 (A500EL)		
Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430)		
Parafusos e porcas - Classe 8.8		

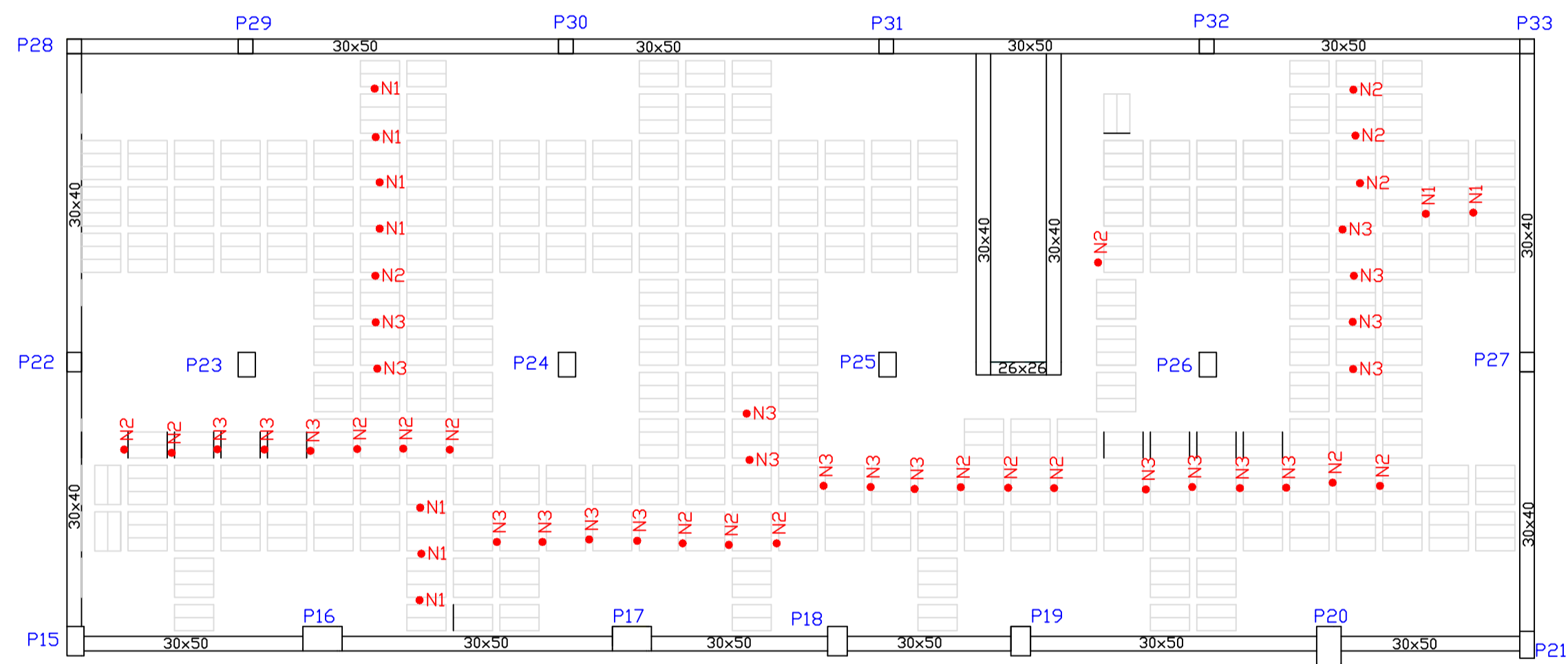
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO					
EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURA DO TETO DA CAVE -2					
FASE					ESCALA
PROJECTO DE EXECUÇÃO					1/100
Nº DESENHO					
EST	09	EXE	0		
ESPECIALIDADE	Nº ORDEM	FASE	REVISÃO		



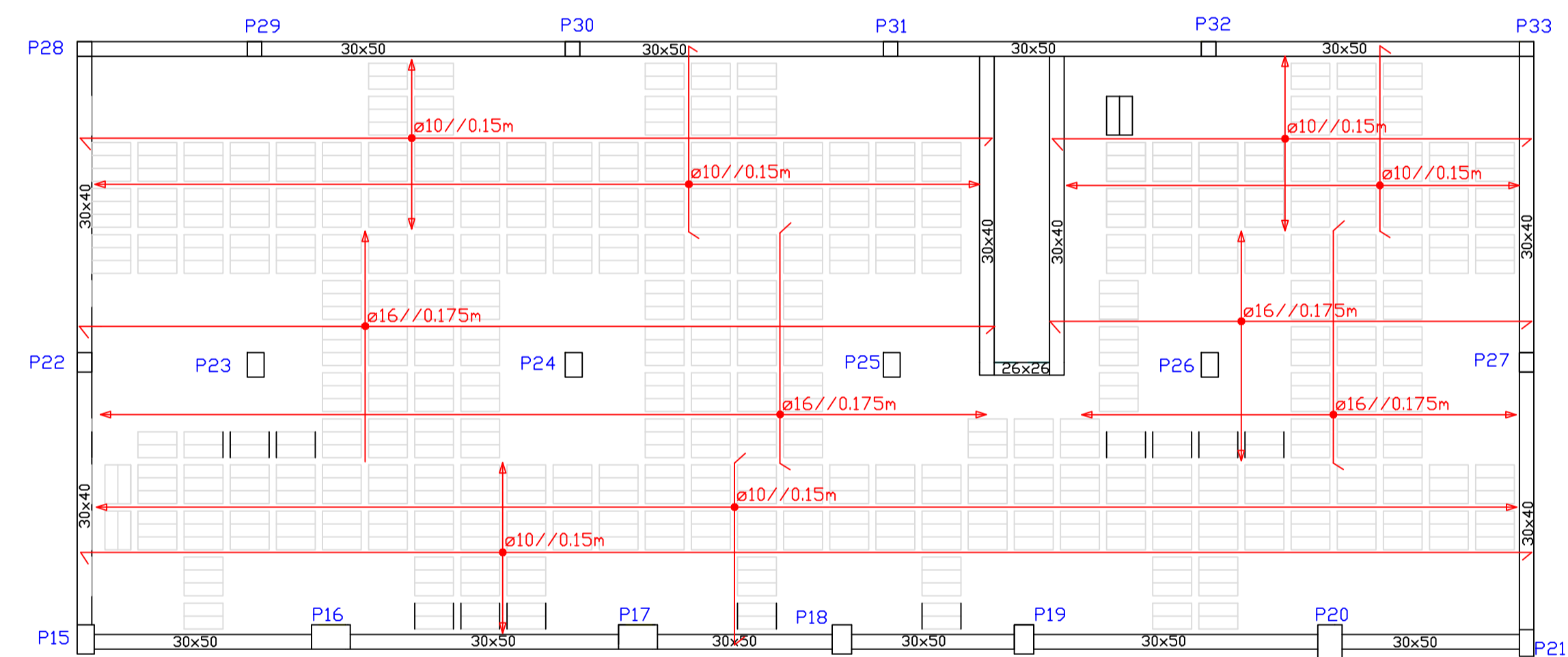
TETO DA CAVE -1 - Armadura Inferior



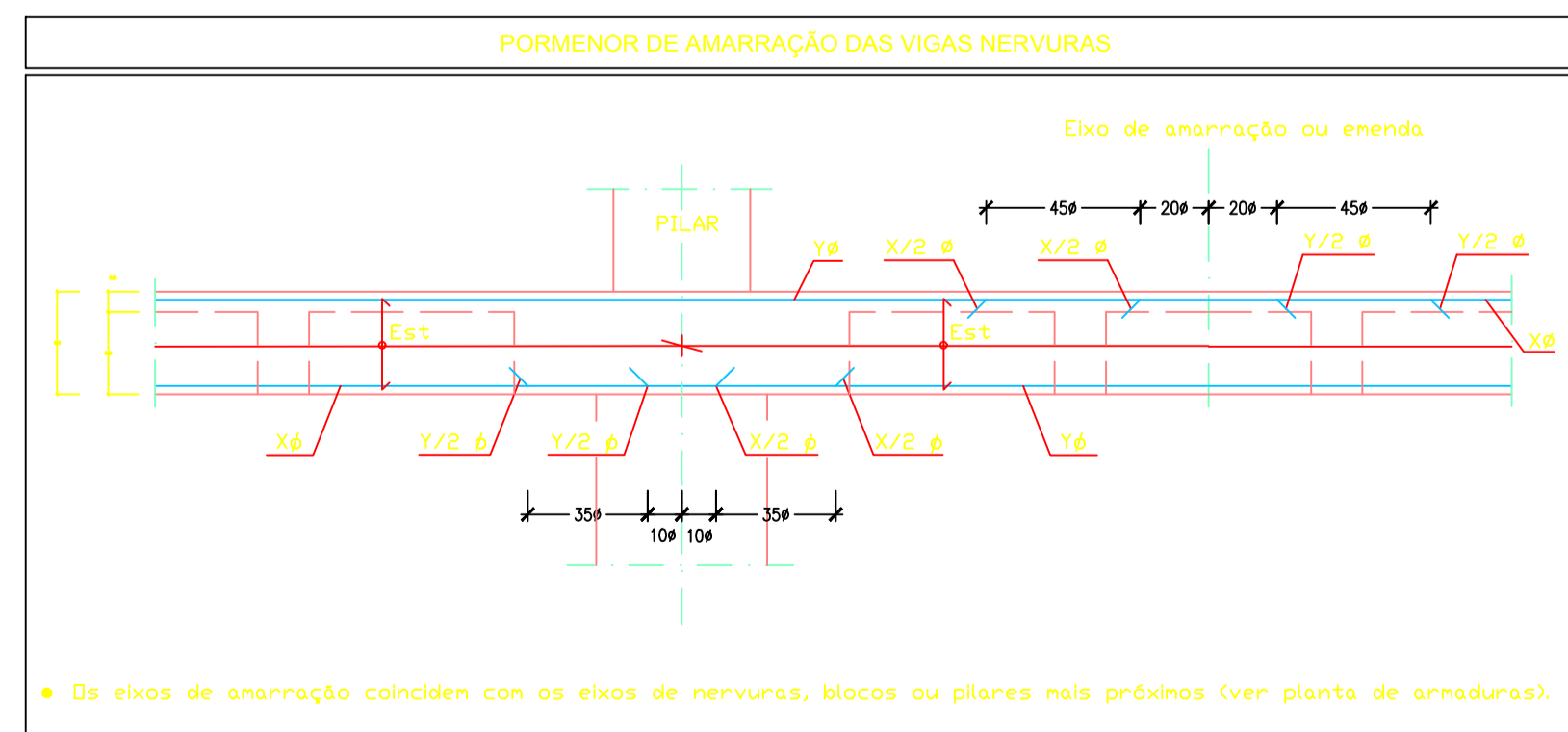
TETO DA CAVE -1 - Armadura Superior



TETO DA CAVE -1 - Armadura Inferior



TETO DA CAVE -1 - Armadura superior

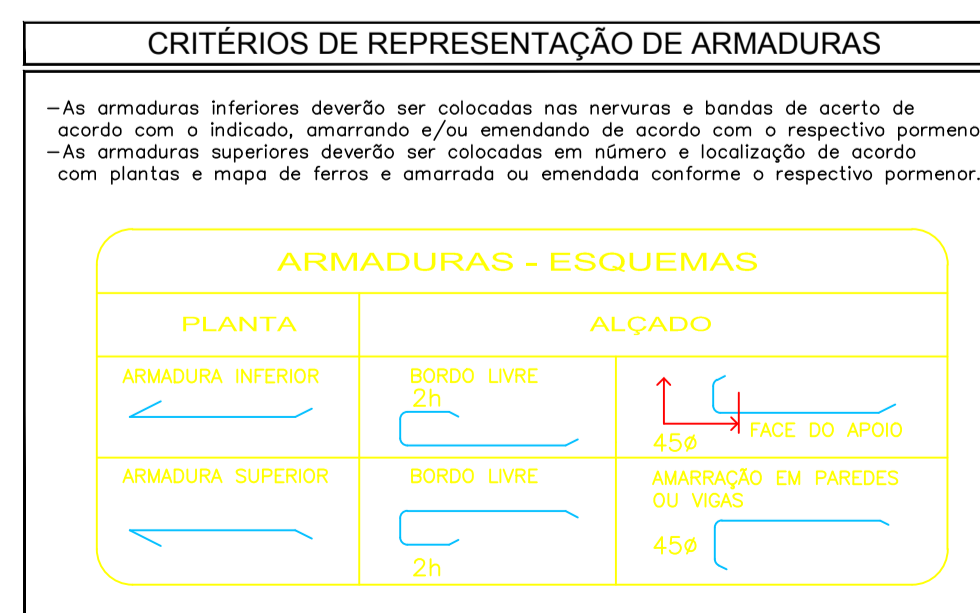
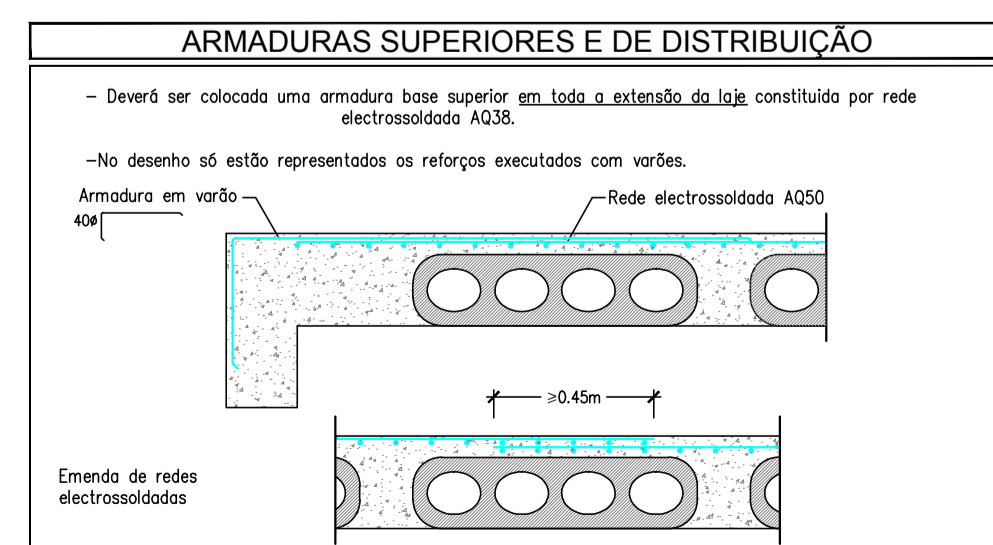


• Os eixos de anarração coincidem com os eixos de nervuras, blocos ou pilares mais próximos (ver planta de armaduras).

ARMADURAS INFERIORES E ESTRIBOS

QUADRO DE NERVURAS		N1	N2	N3
NERVURA	ARMADURA	2#12	2#16	2#20
AS1				
Estribo	Zona Geral	#6 / 0.15	#6 / 0.15	#6 / 0.15
	Z. Reforçadas	#8 / 0.15	#8 / 0.15	#8 / 0.15

Nas zonas moções onde não esteja indicada armadura inferior deverá colocar-se #10/0.125 nas duas direcções. São zonas reforçadas de estribo os primeiros tramos de nervuras junto de capitéis e zonas moções.



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU

PROJECTO

TESE DE MESTRADO
EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA

ESPECIALIDADE

ESTRUTURAS

TÍTULO

ARMADURA DO TETO DA CAVE -1

FASE

PROJECTO DE EXECUÇÃO

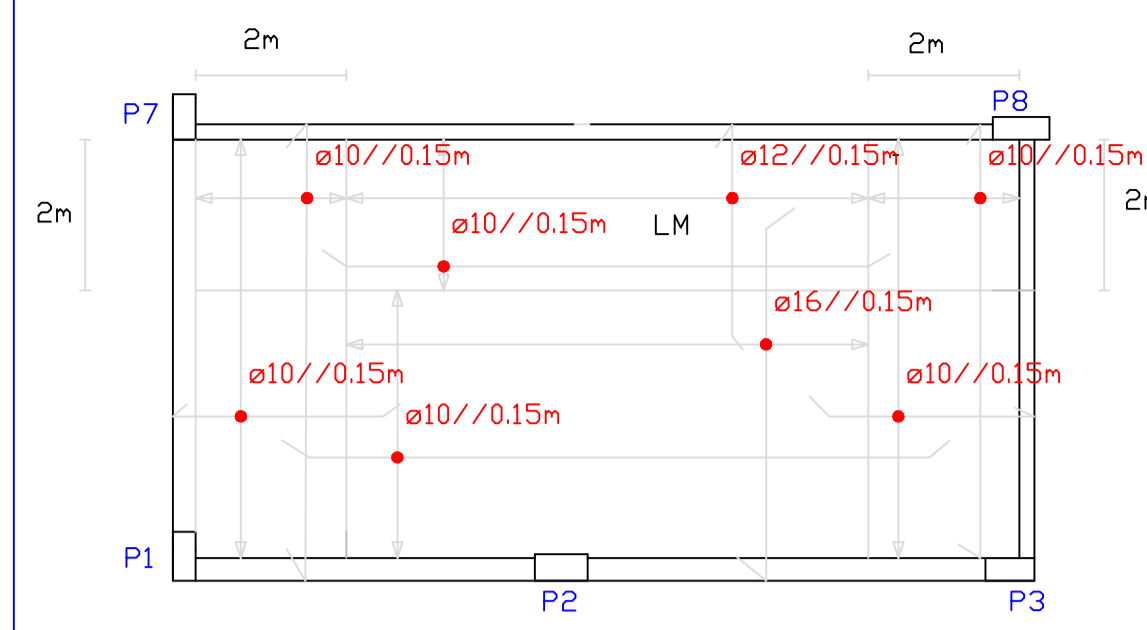
ESCALA

1/100

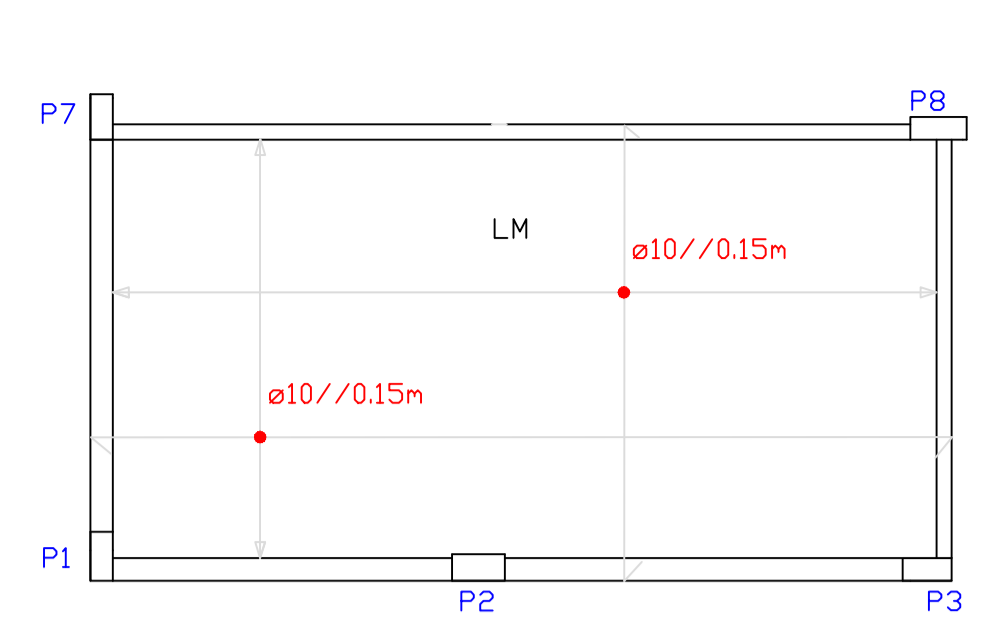
Nº DESENHO

EST 10 EXE 0

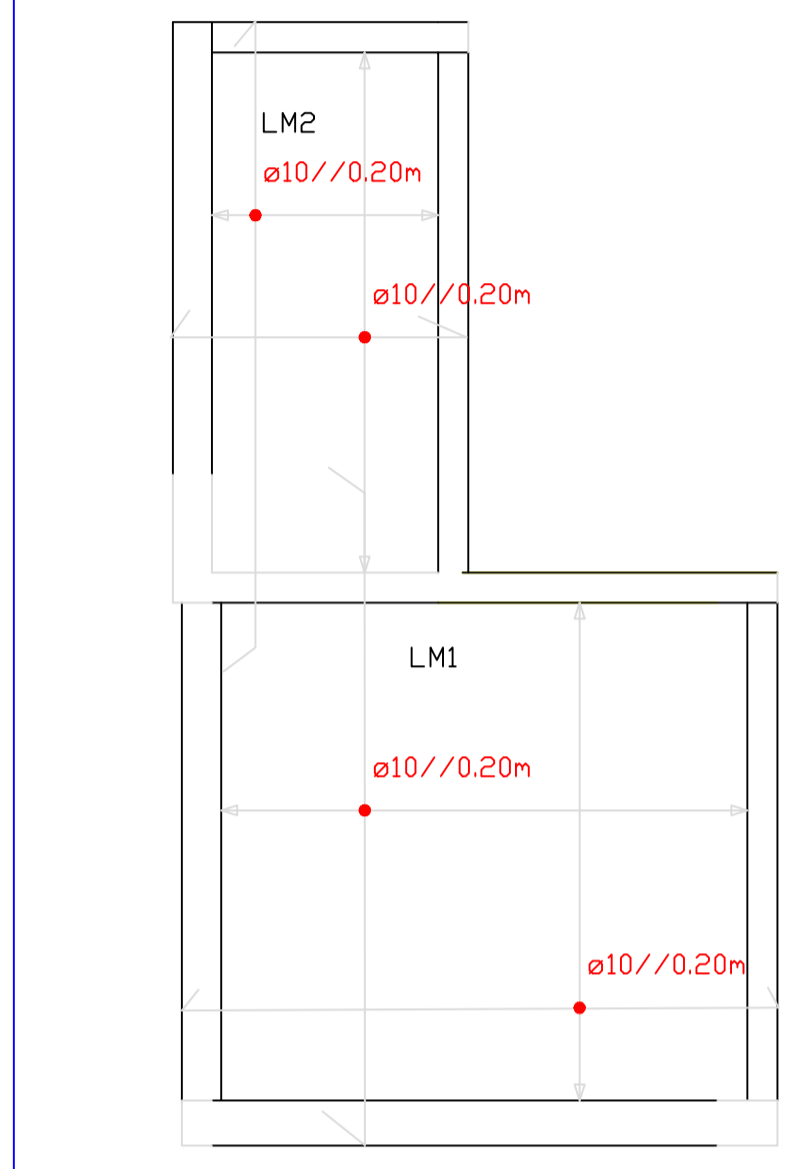
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO



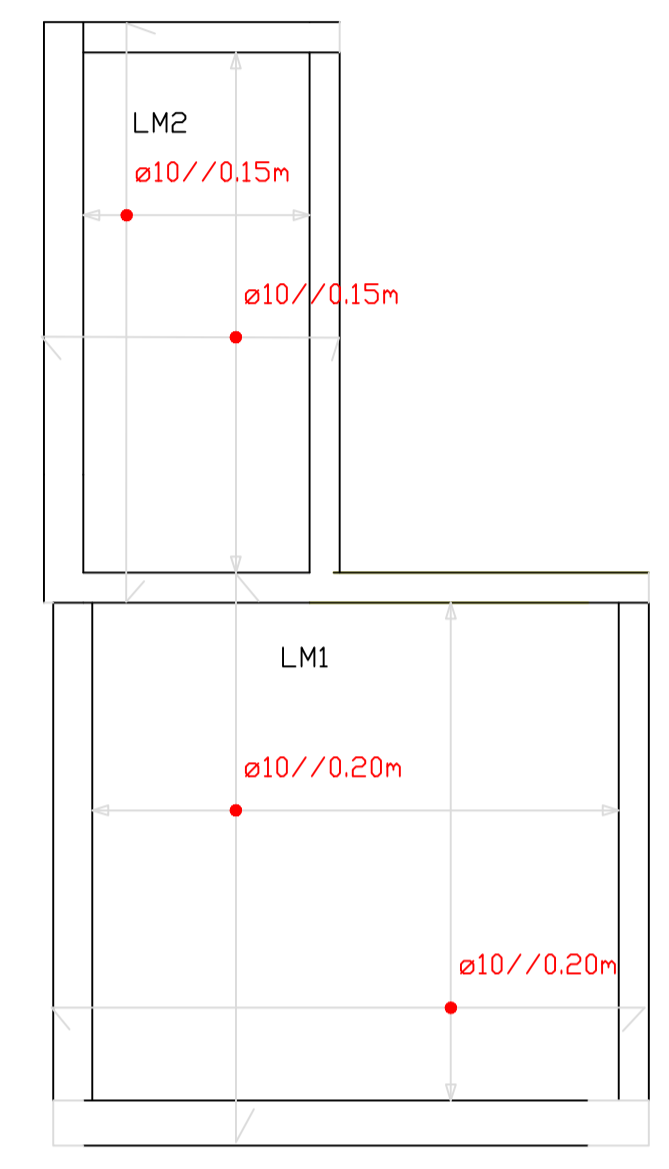
ARMADURA INFERIOR
ESCALA 1:100



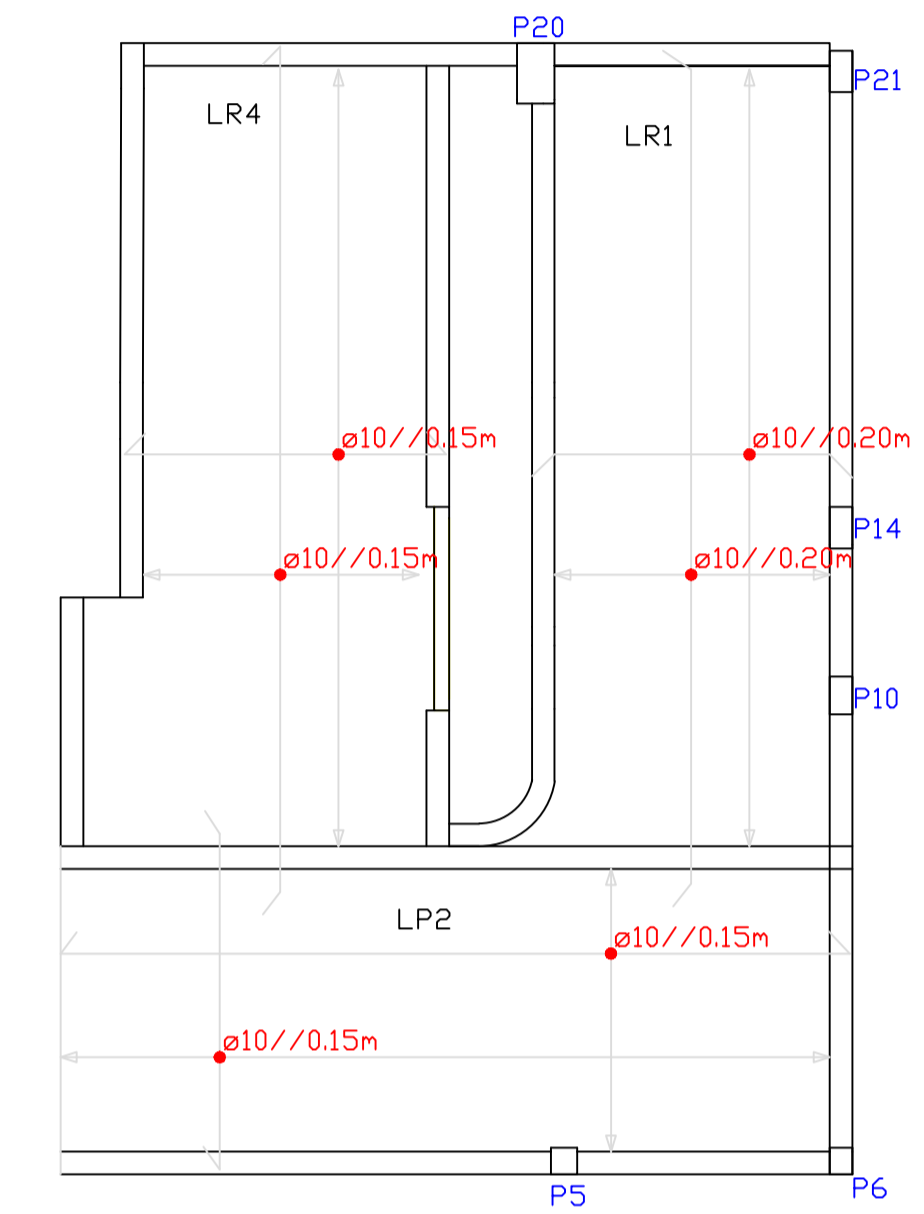
ARMADURA SUPERIOR
ESCALA 1:100



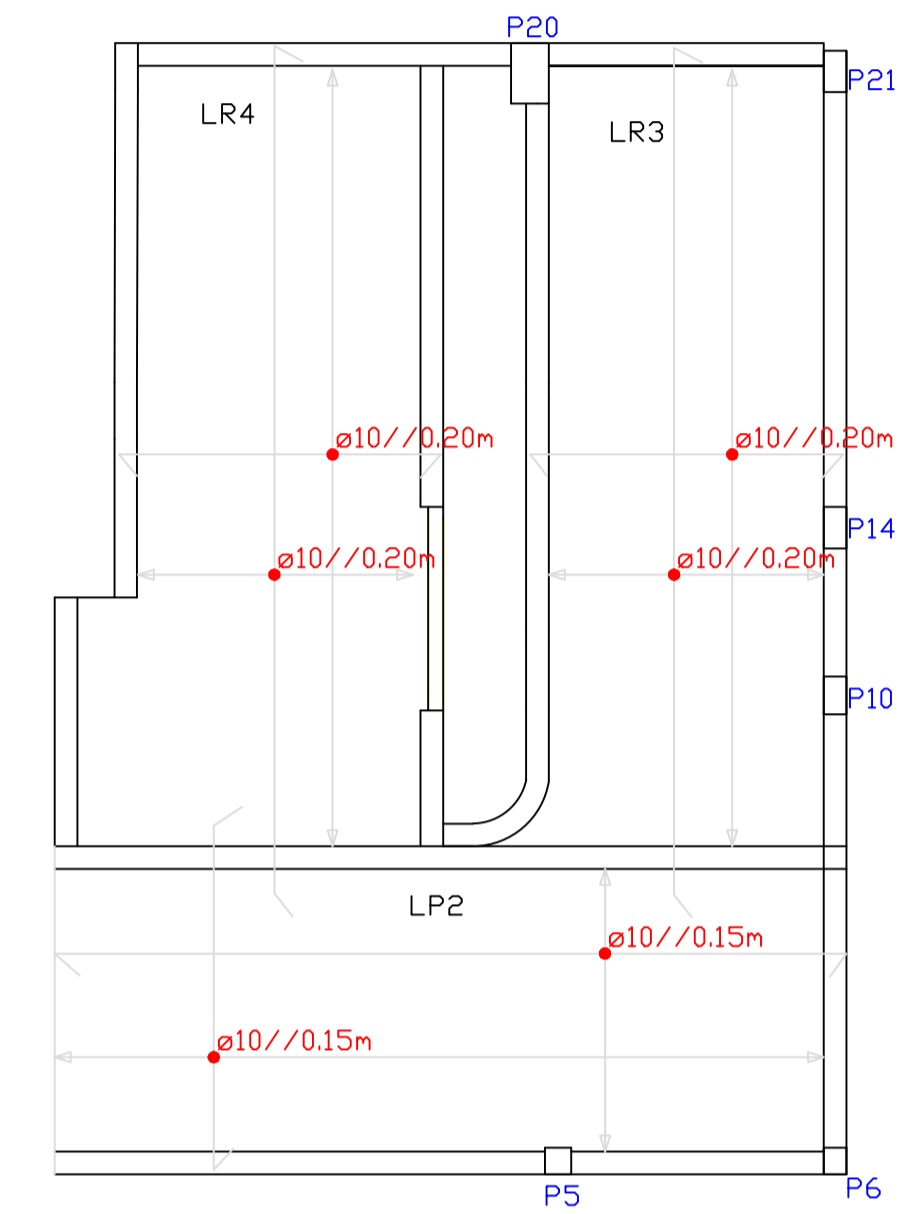
ARMADURA INFERIOR
ESCALA 1:50



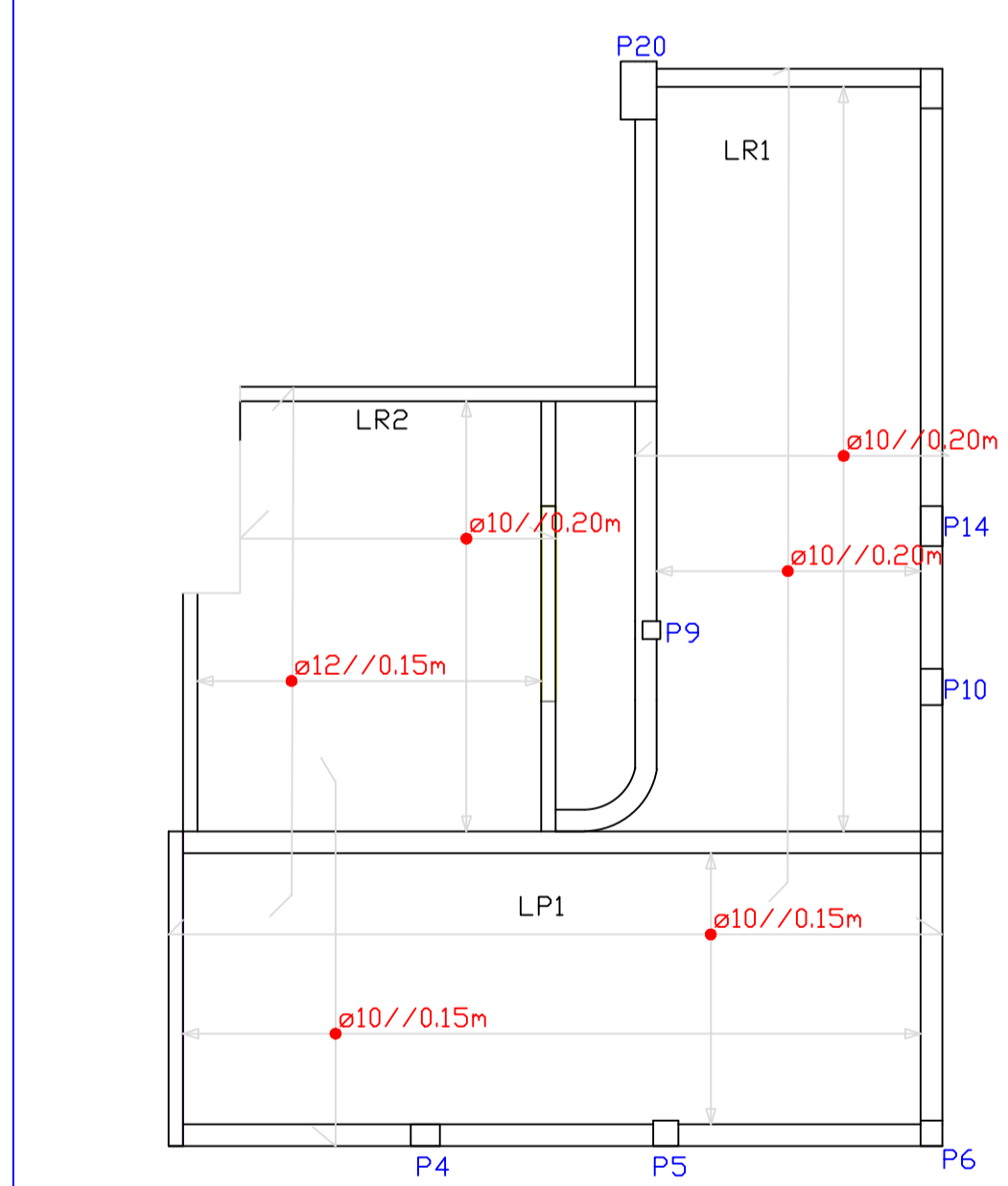
ARMADURA SUPERIOR
ESCALA 1:50



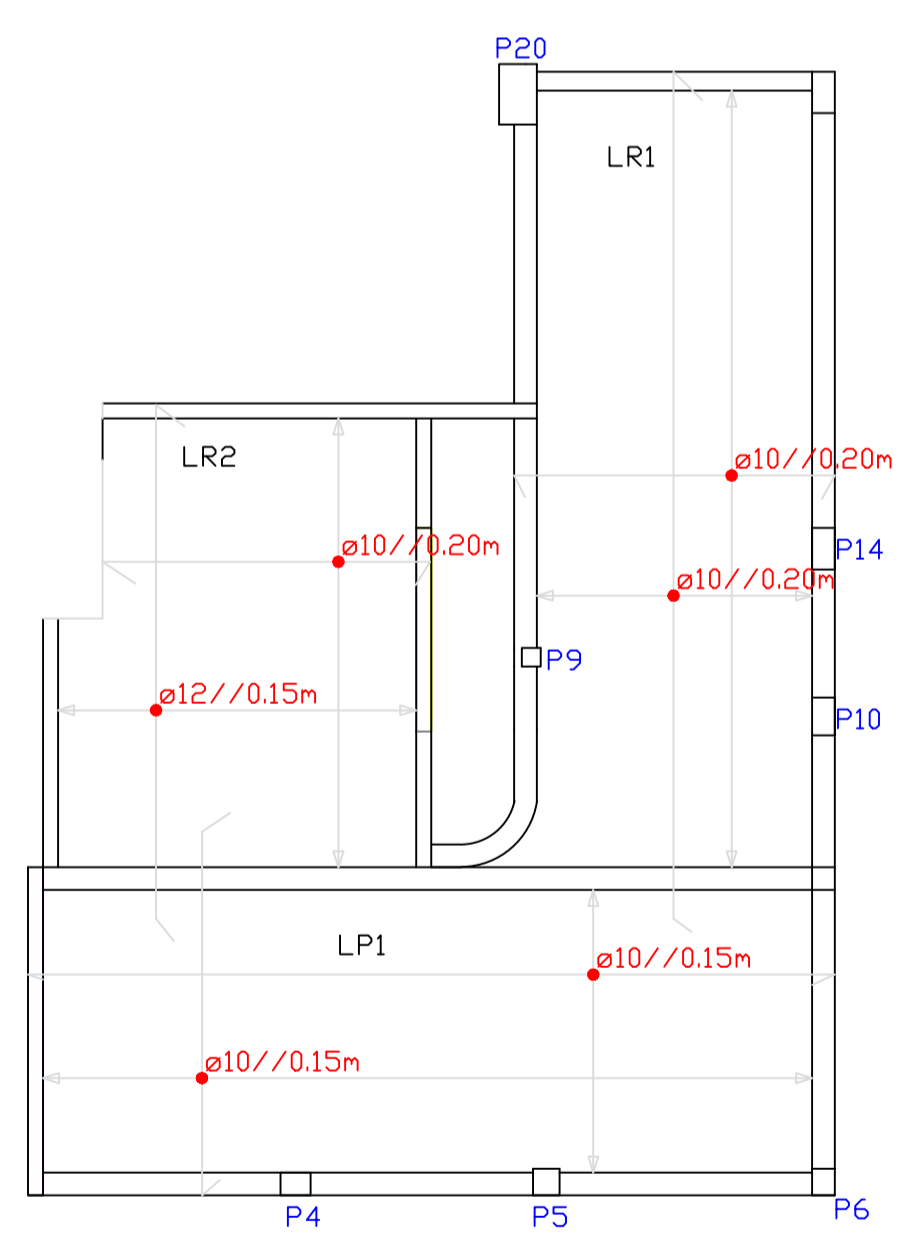
ARMADURA INFERIOR
ESCALA 1:100



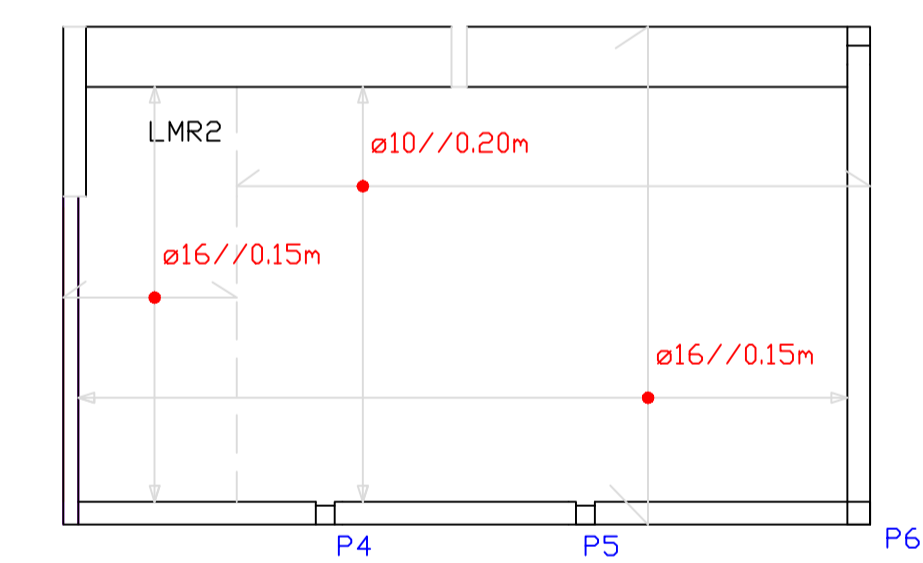
ARMADURA SUPERIOR
ESCALA 1:100



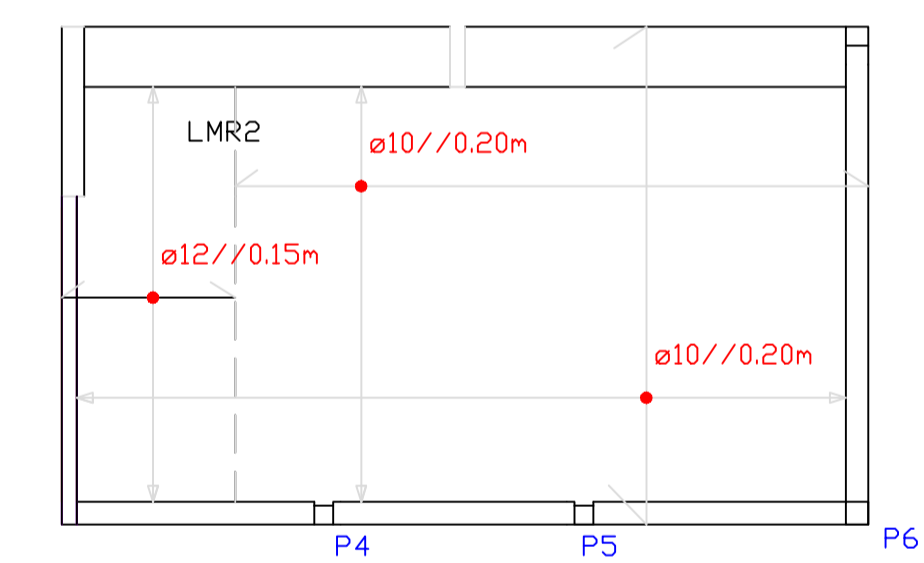
ARMADURA INFERIOR



ARMADURA SUPERIOR



ARMADURA INFERIOR
ESCALA 1:100



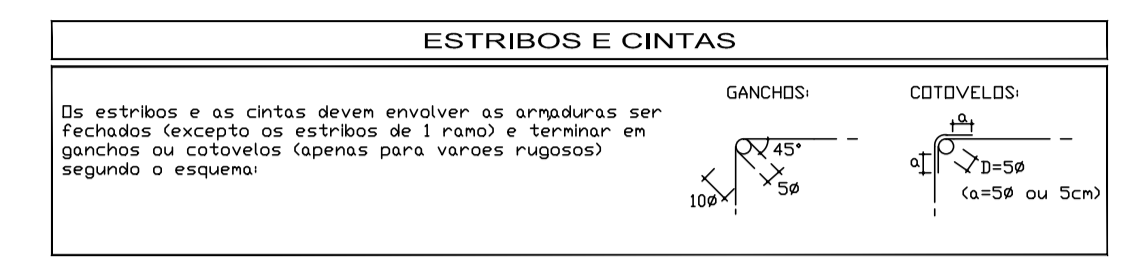
ARMADURA SUPERIOR
ESCALA 1:100

CRITÉRIOS DE REPRESENTAÇÃO DE ARMADURAS

-As armaduras inferiores deverão ser colocadas nas nervuras e bandas de acerto de acordo com o indicado, amarrando e/ou emendando de acordo com o respectivo pormenor.
-As armaduras superiores deverão ser colocadas em número e localização de acordo com plantas e mapa de ferros e amarrada ou emendada conforme o respectivo pormenor.

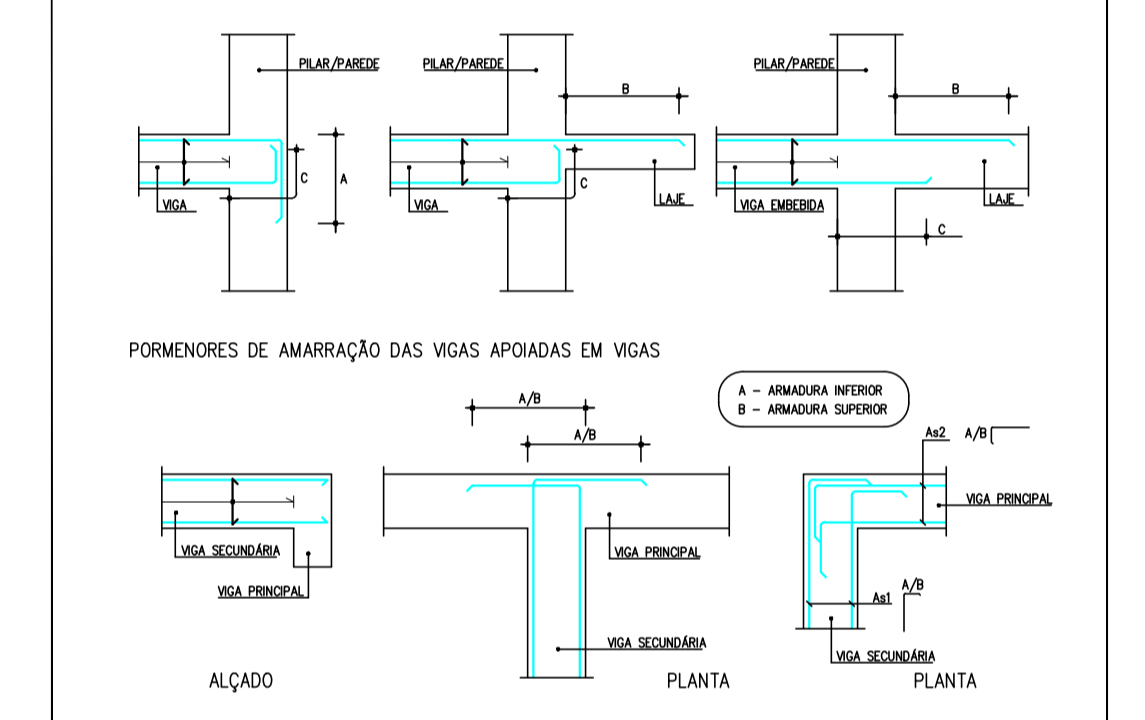
ARMADURAS - ESQUEMAS		
PLANTA	ALÇADO	
ARMADURA INFERIOR	BORDO LIVRE 2h	45° FACE DO APOIO
ARMADURA SUPERIOR	BORDO LIVRE 2h	AMARRAÇÃO EM PAREDES OU VIGAS 45°

MATERIAIS		
Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * Hidrologado em Elementos Externados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl.0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferros e chumbadouros - S500 (A500NR) Redes electrosoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		



RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS		
AMBIENTE	Recobrimento C (cm) e L (m)	
	Correntes	Lojes

PORMENORES DE AMARRAÇÃO TIPO A EXECUTAR QUANDO OUTRA NÃO FOR DEFINIDA



Valores de A, B e C (função de "ø" - diâmetro do varão ou diâmetro equivalente do agrupamento)

		C20/25 (B25)	C25/30 (B30)	C30/37 (B35)
		S400 (A400 NR)	A	35ø
	B	50ø	45ø	40ø
	C	30ø	25ø	25ø
S500 (A500 NR)	A	45ø	40ø	35ø
	B	65ø	60ø	50ø
	C	40ø	35ø	30ø

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO

PROJECTO
TESE DE MESTRADO
EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA

ESPECIALIDADE
ESTRUTURAS

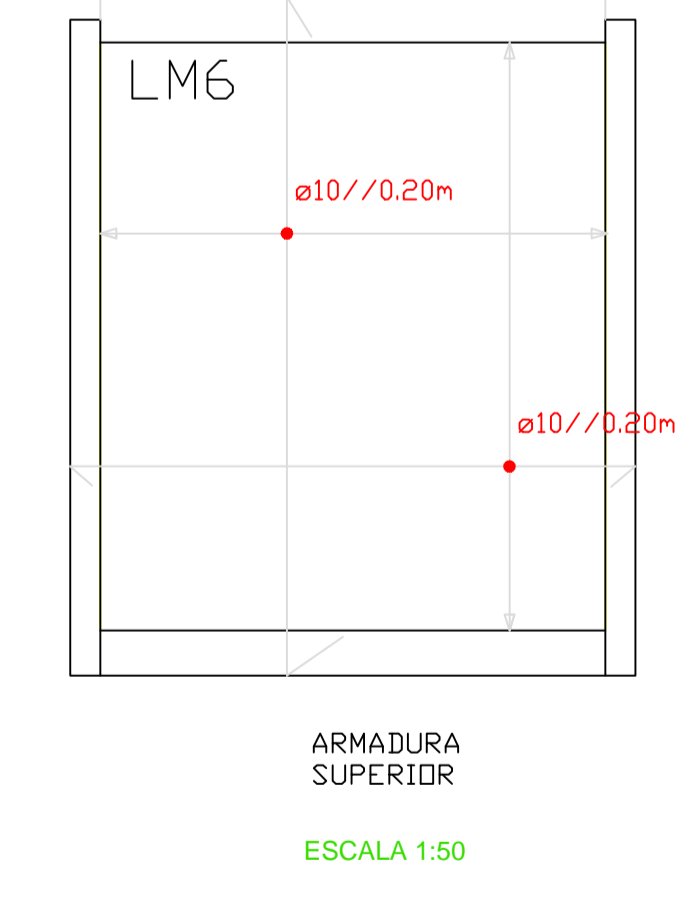
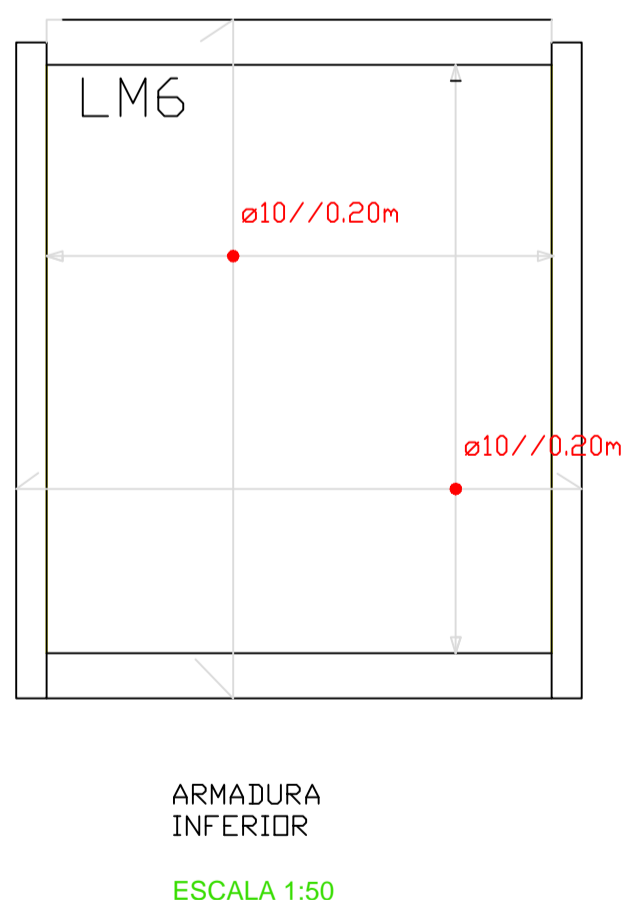
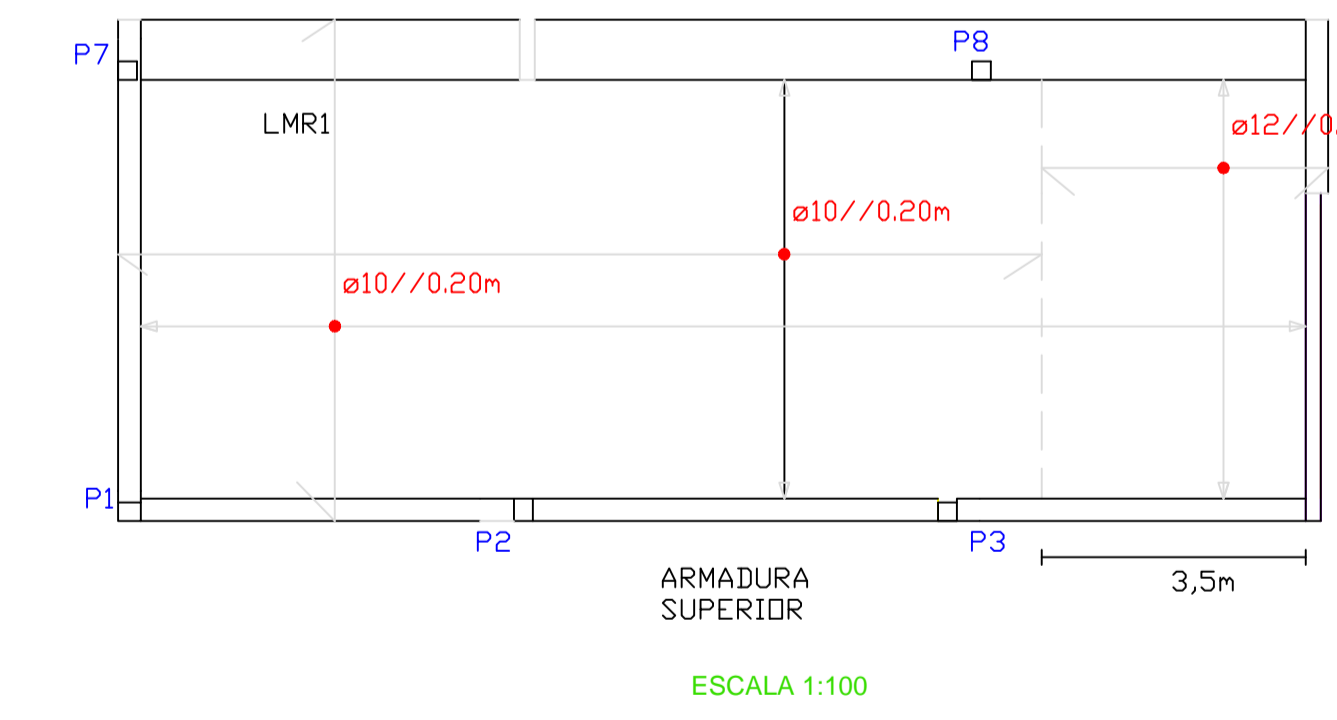
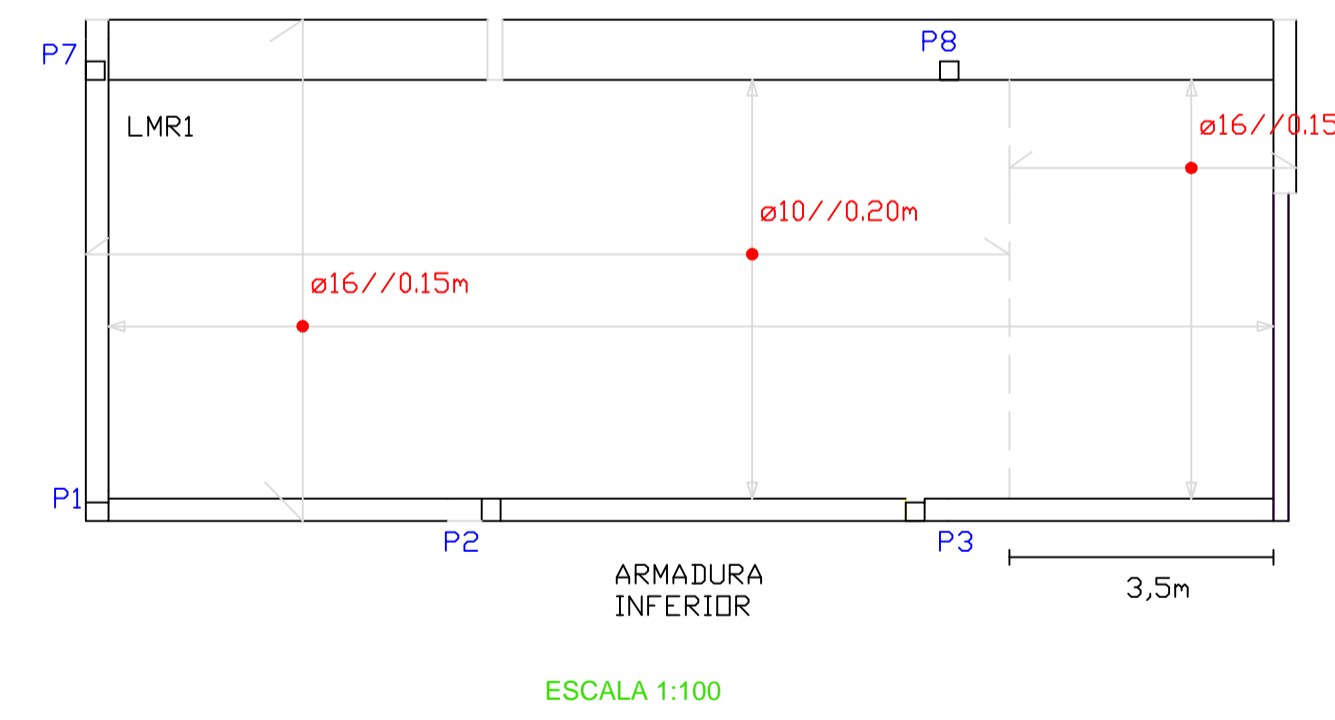
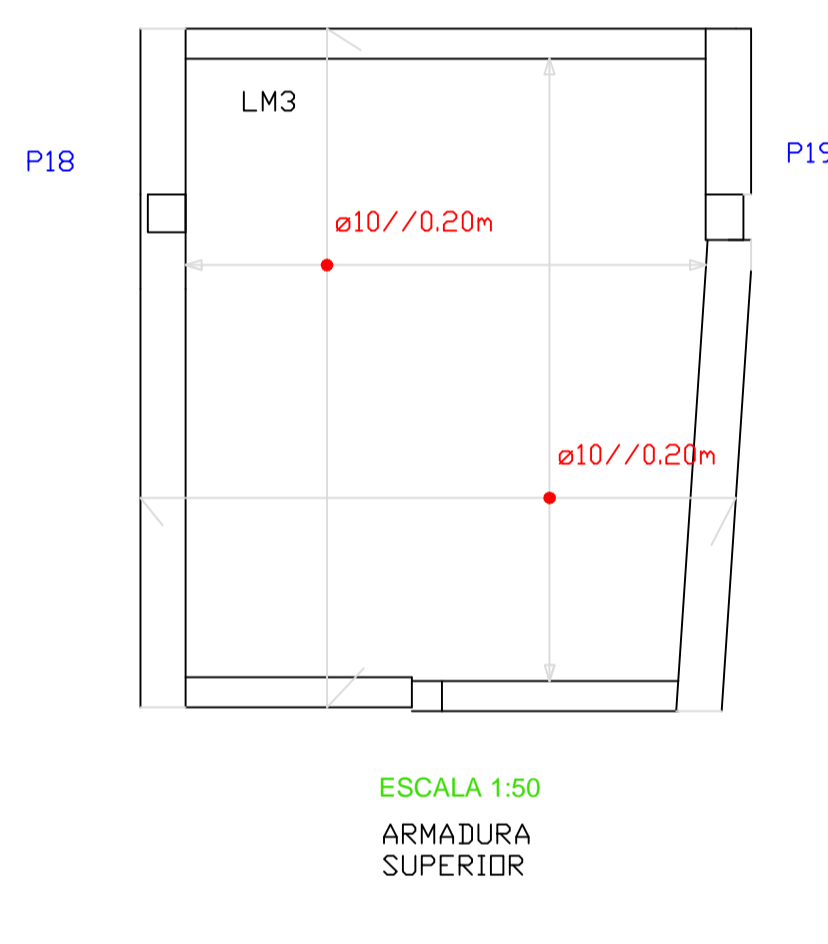
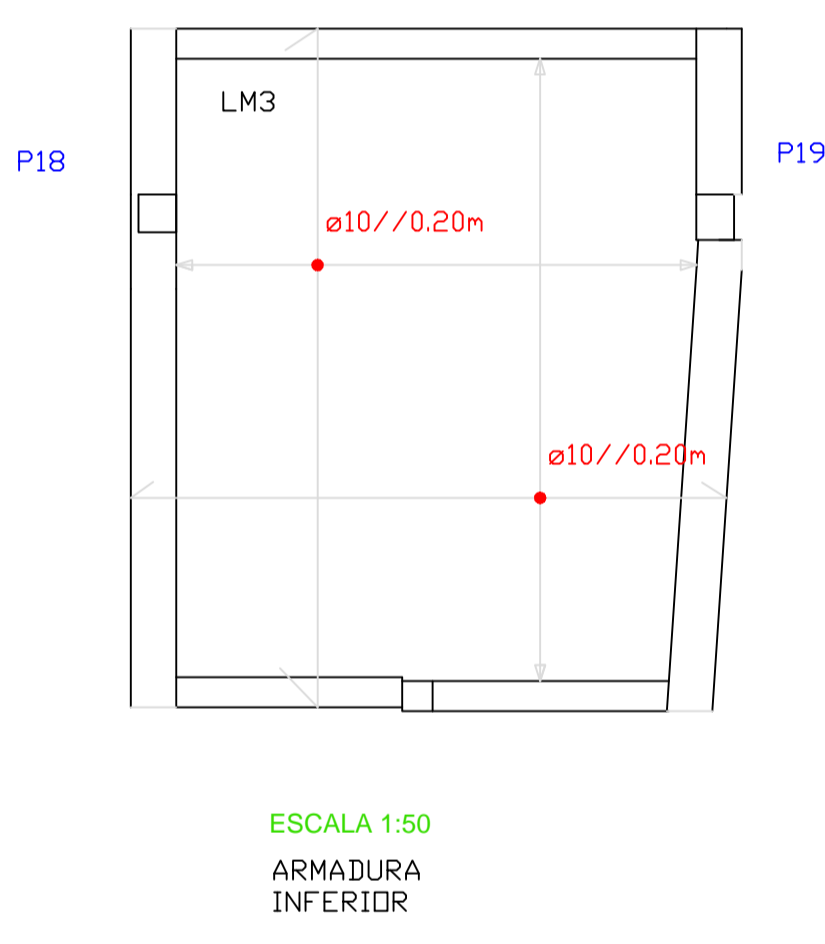
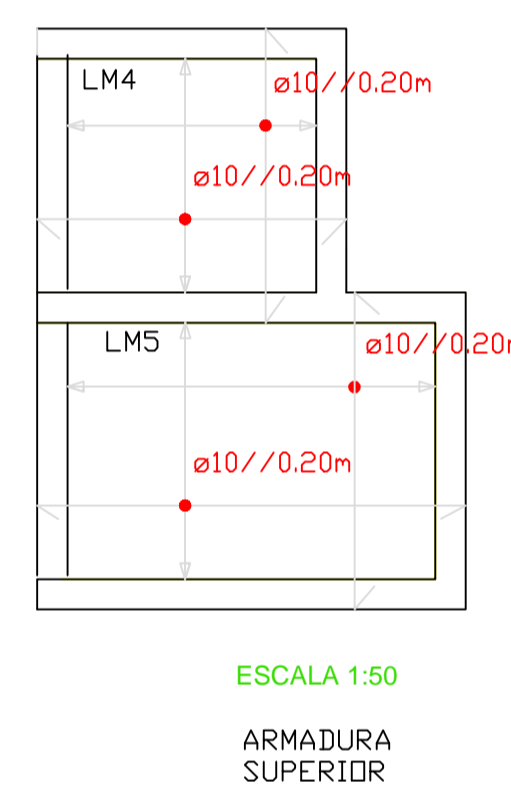
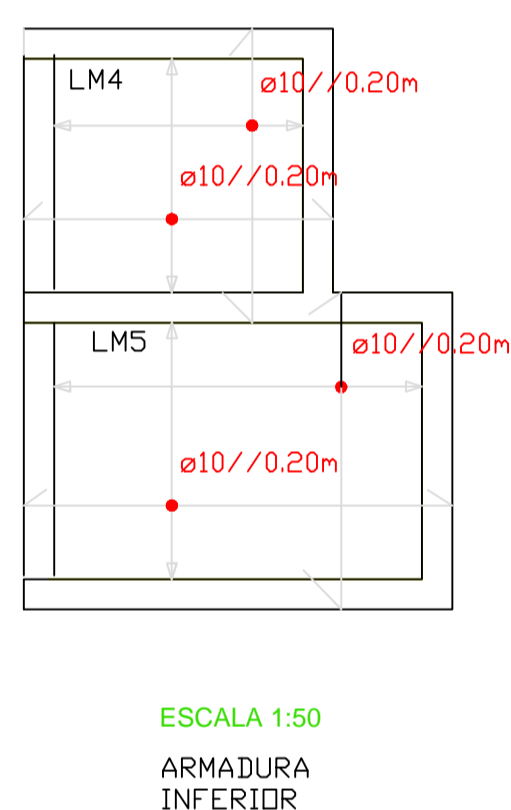
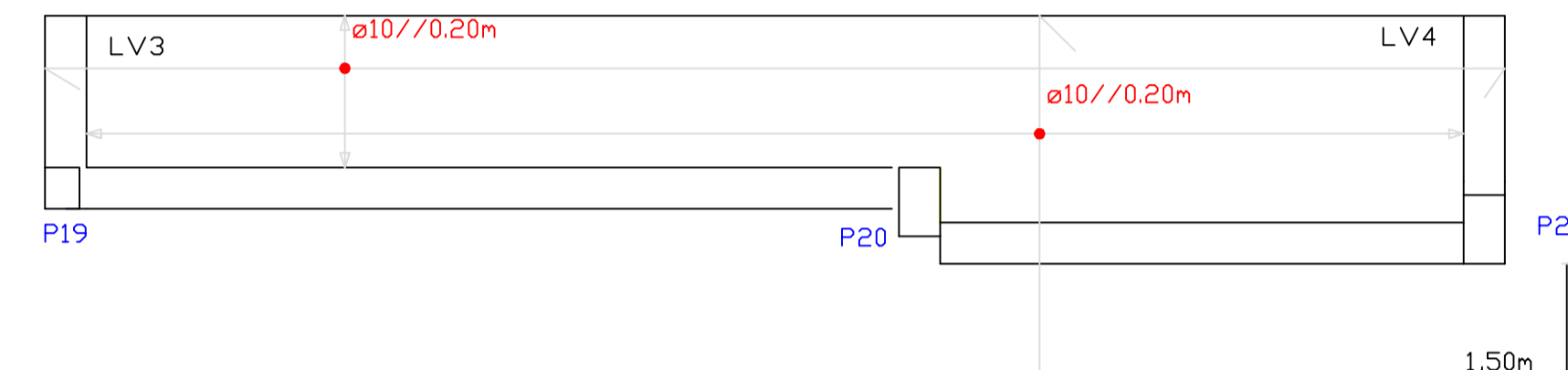
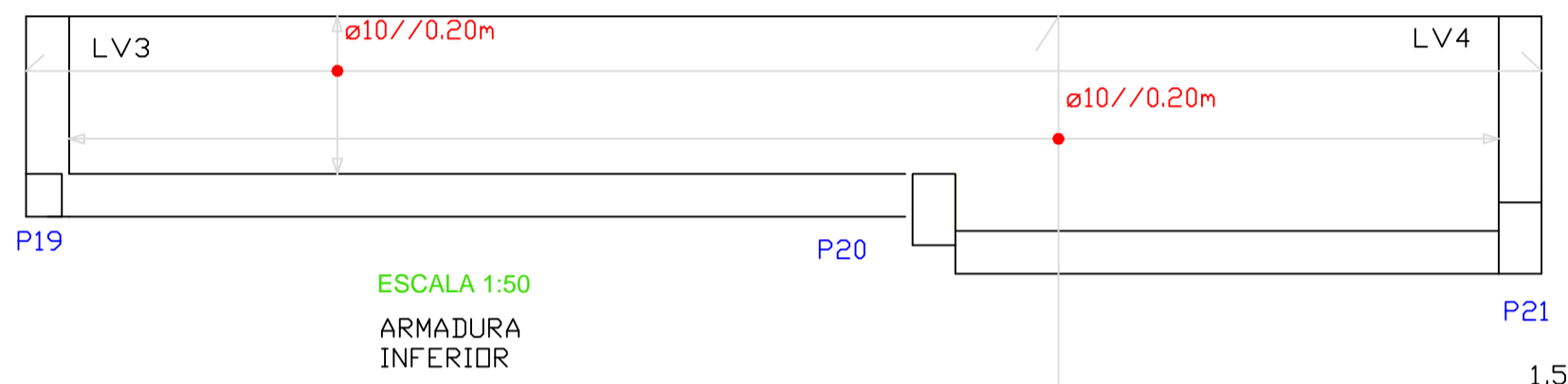
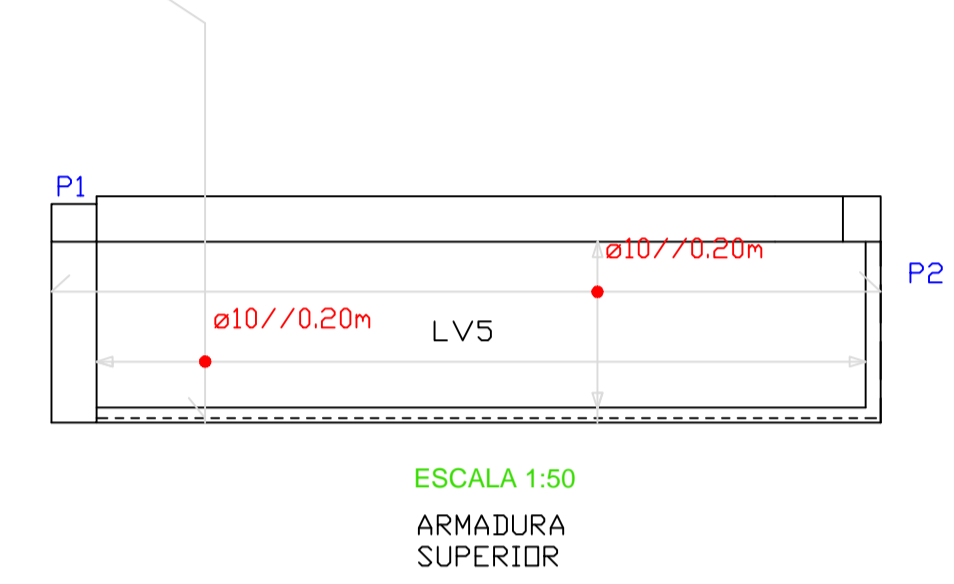
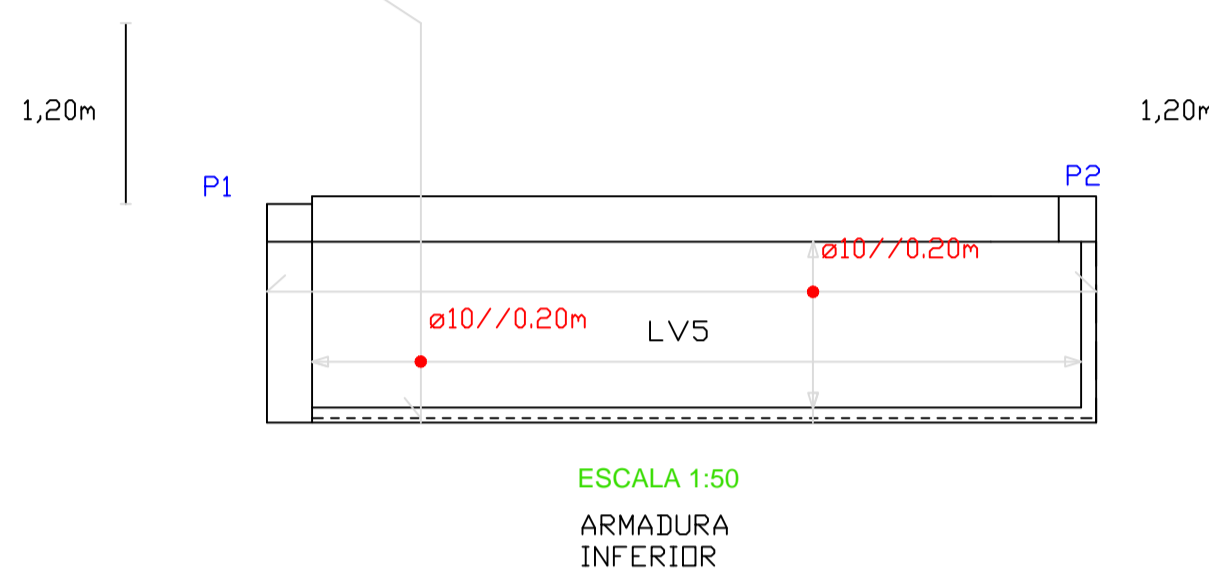
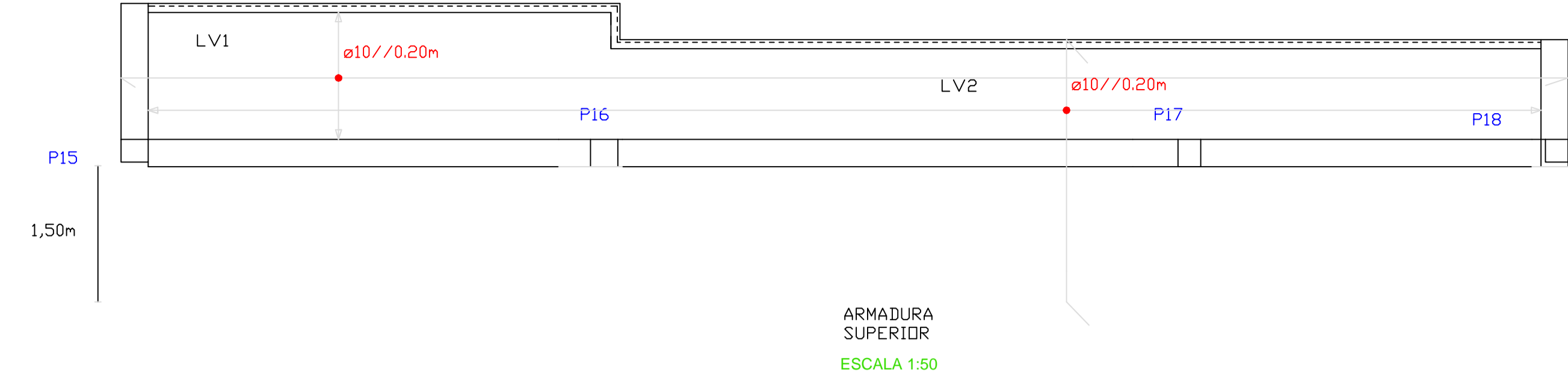
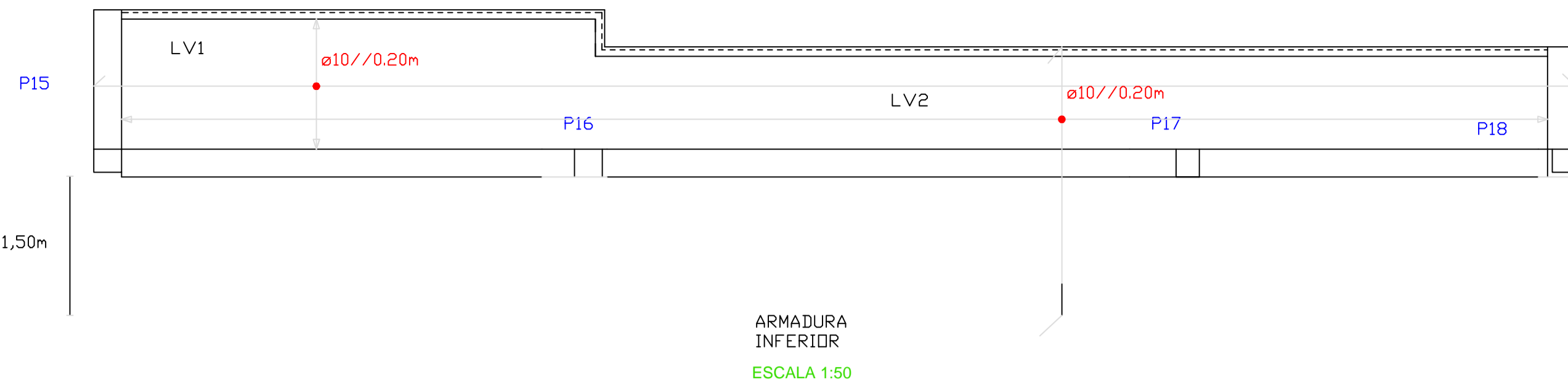
TÍTULO
ARMADURA DE LAJES MACIÇAS (1/2)

FASE
PROJECTO DE EXECUÇÃO

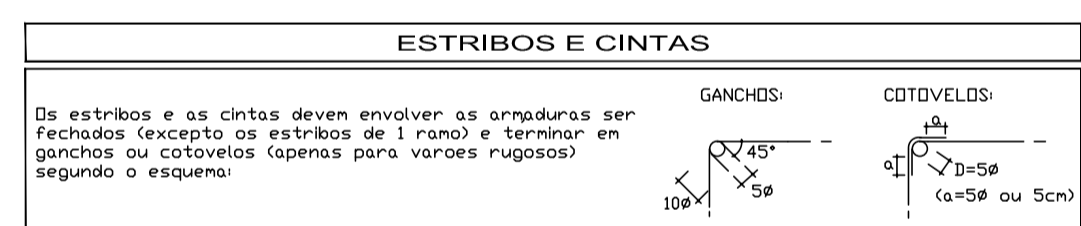
ESCALA
1/50 1/100

Nº DESENHO
EST 11 EXE 0

ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO



MATERIAIS		
Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * Hidrotugado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl.0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferros e chumbadouros - S500 (A500NR) Redes electrossoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		



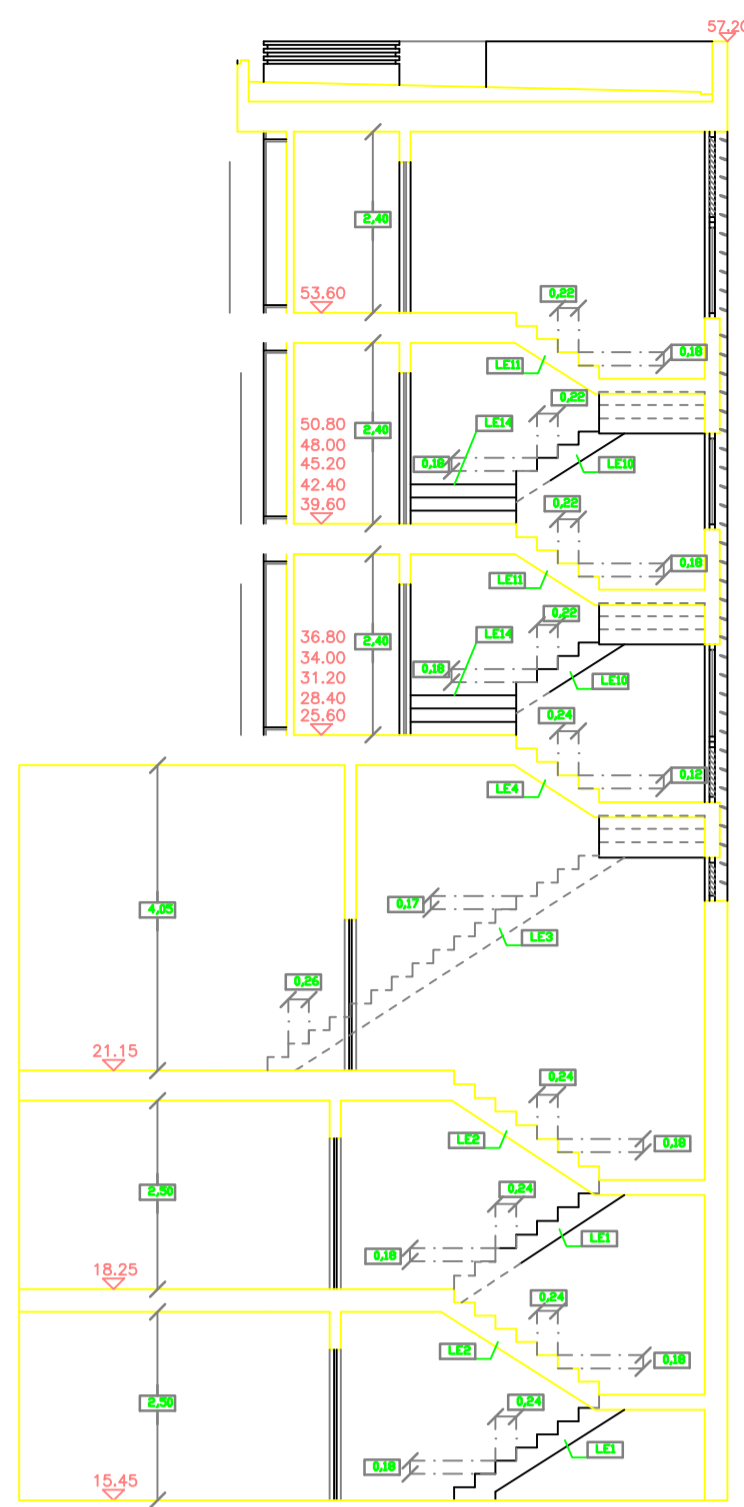
RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS		
AMBIENTE	Recobrimento (C (cm) e C x #)	
	Elementos	Lojes
	Correntes	

CRITÉRIOS DE REPRESENTAÇÃO DE ARMADURAS

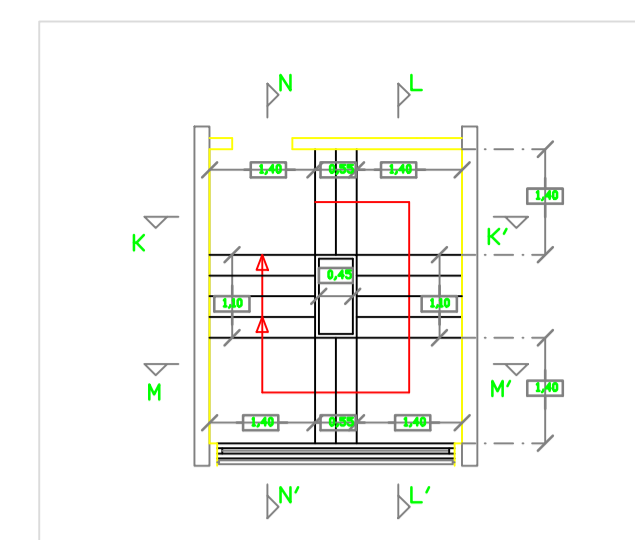
-As armaduras inferiores deverão ser colocadas nas nervuras e bandas de acerto de acordo com o indicado, amarrando e/ou emendando de acordo com o respectivo pormenor.
-As armaduras superiores deverão ser colocadas em número e localização de acordo com plantas e mapa de ferros e amarrada ou emendada conforme o respectivo pormenor.

ARMADURAS - ESQUEMAS		
PLANTA	ALÇADO	
ARMADURA INFERIOR	BORDO LIVRE 2h	45° FACE DO APOIO
ARMADURA SUPERIOR	BORDO LIVRE 2h	AMARRAÇÃO EM PAREDES OU VICIÁS 45°

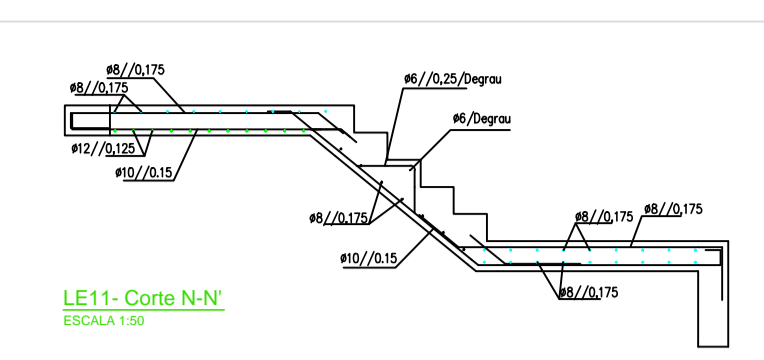
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURA DE LAJES MACIÇAS (2/2)					
FASE					ESCALA
PROJECTO DE EXECUÇÃO					1/50
Nº DESENHO					
EST		12		EXE 0	
ESPECIALIDADE		Nº ORDEM		FASE REVISÃO	



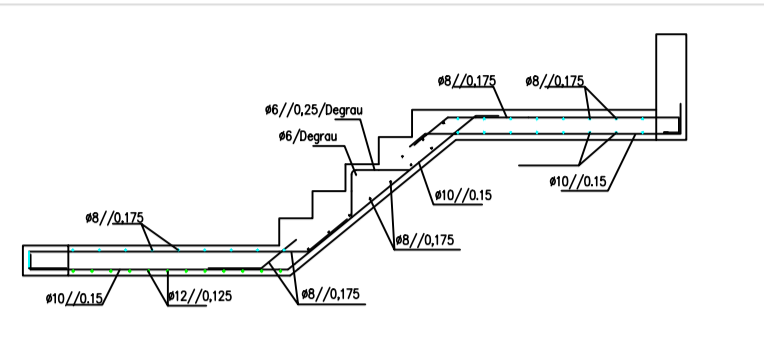
CAIXA DE ESCADAS - CORTE TRANSVERSAL 2
ESCALA 1:100



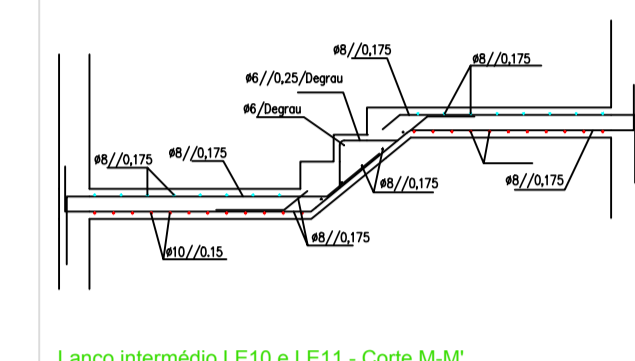
CAIXA DE ESCADAS - PISO 0 até 11
ESCALA 1:100



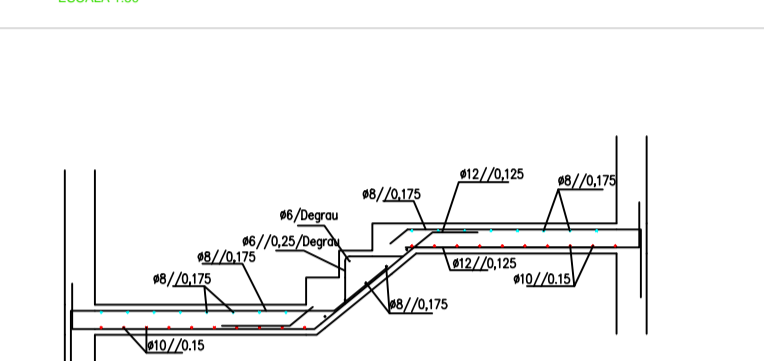
LE11 - Corte N-N'
ESCALA 1:50



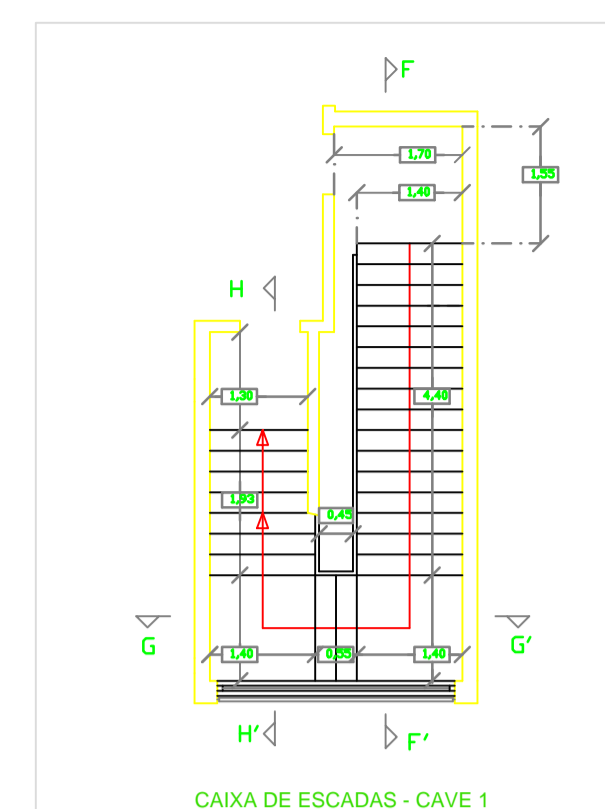
LE10 - Corte L-L'
ESCALA 1:50



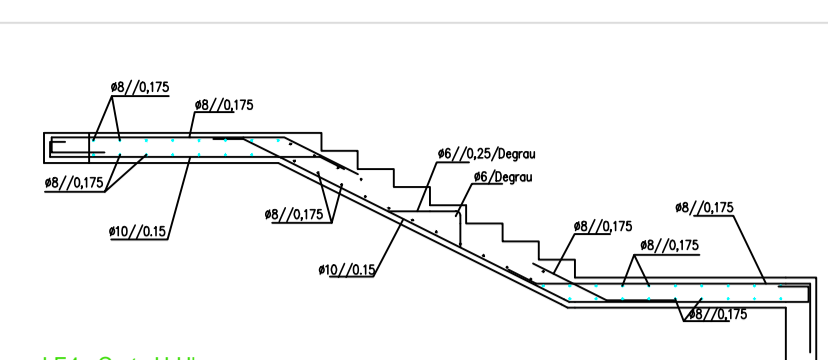
Lanço intermédio LE10 e LE11 - Corte M-M'
ESCALA 1:50



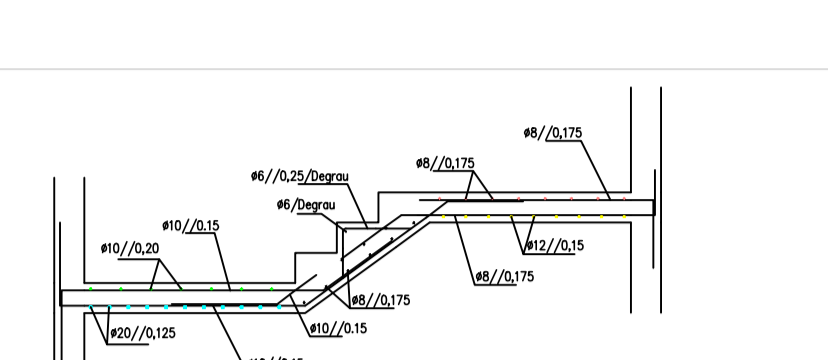
LE14 - Corte K-K'
ESCALA 1:50



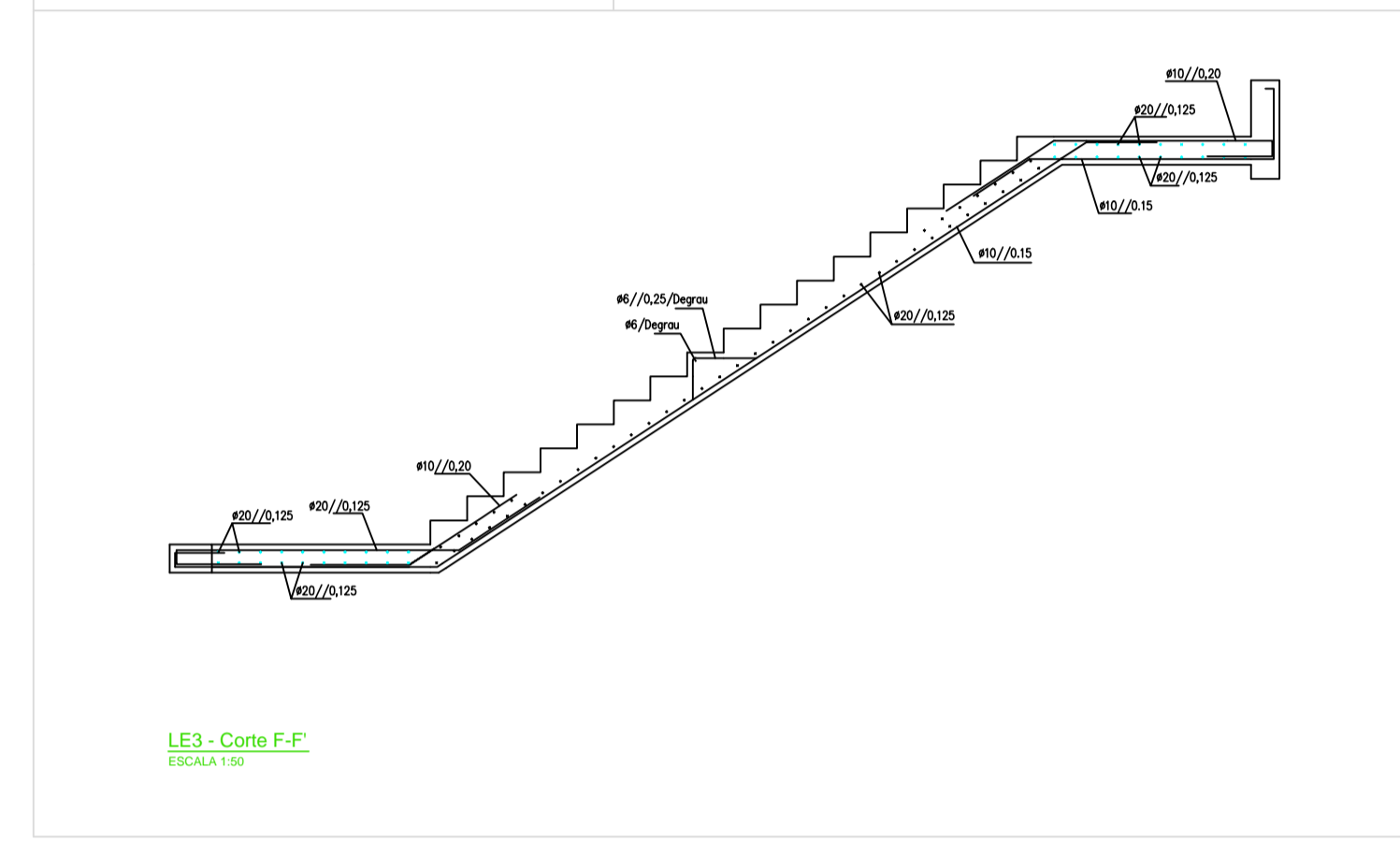
CAIXA DE ESCADAS - CAVE 1
ESCALA 1:100



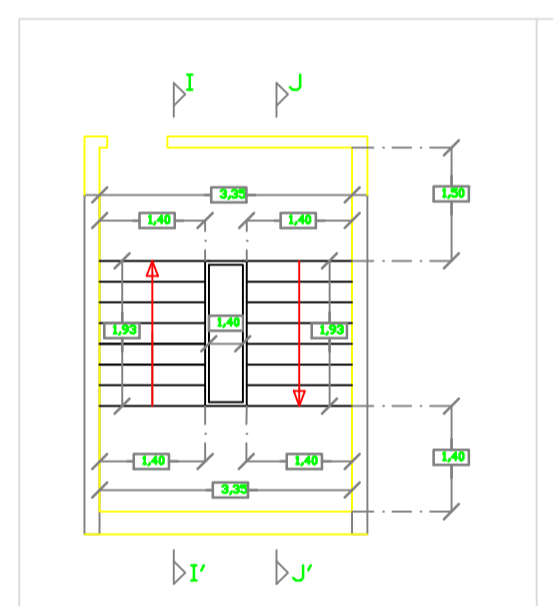
LE4 - Corte H-H'
ESCALA 1:50



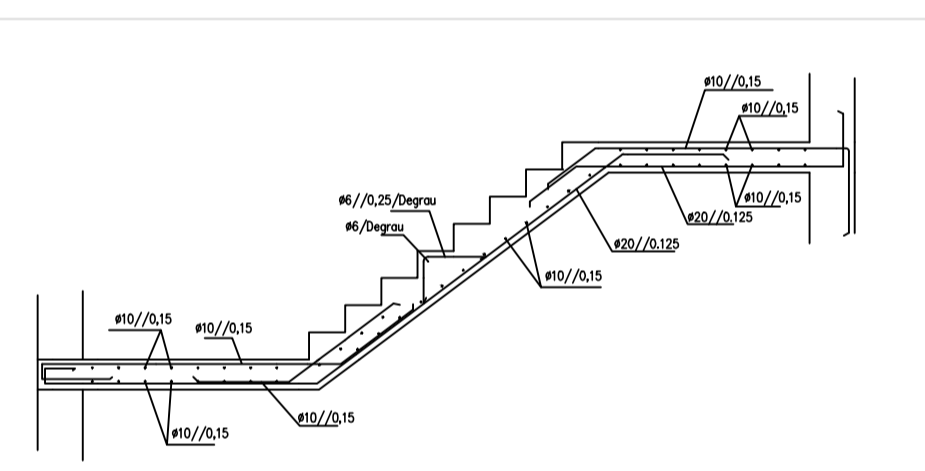
Lanço intermédio LE3 e LE4 - Corte G-G'
ESCALA 1:50



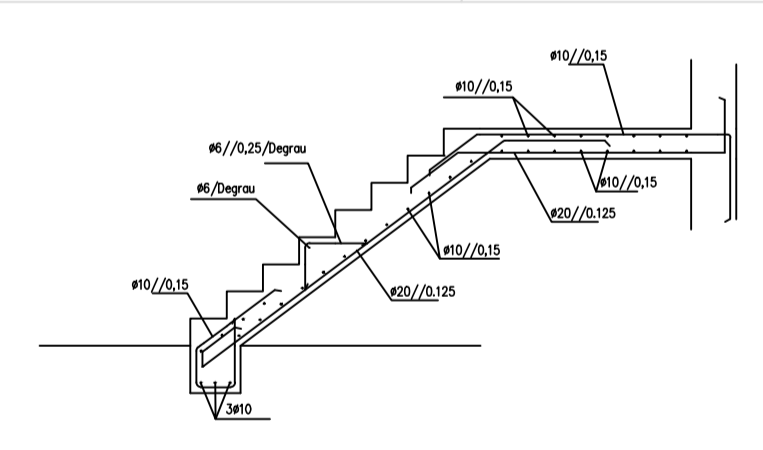
LE3 - Corte F-F'
ESCALA 1:50



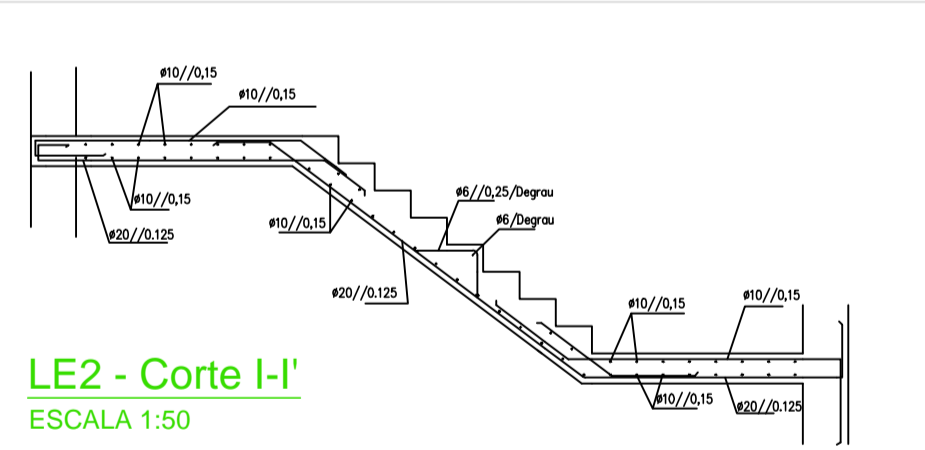
CAIXA DE ESCADAS - CAVE 2 e 3
ESCALA 1:100



LE1 - Corte J-J'
ESCALA 1:50



LE1 DE ARRANQUE - Corte J-J'
ESCALA 1:50



LE2 - Corte I-I'
ESCALA 1:50

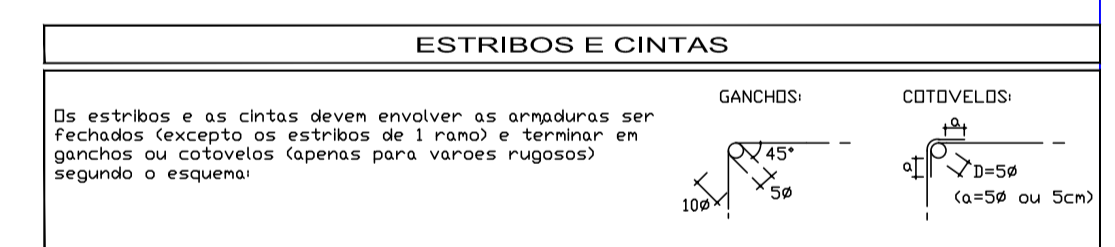
CRITÉRIOS DE REPRESENTAÇÃO DE ARMADURAS

-As armaduras inferiores deverão ser colocadas nas nervuras e bandas de acerto de acordo com o indicado, amarrando e/ou emendando de acordo com o respectivo pormenor.
-As armaduras superiores deverão ser colocadas em número e localização de acordo com plantas e mapa de ferros e amarrada ou emendada conforme o respectivo pormenor.

ARMADURAS - ESQUEMAS		
PLANTA	ALÇADO	
ARMADURA INFERIOR	BORDO LIVRE 2h	45° FACE DO APOIO
ARMADURA SUPERIOR	BORDO LIVRE 2h	AMARRAÇÃO EM PAREDES OU VIGAS

MATERIAIS

Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * * Hidratado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 16mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl 0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferrolhos e chumbadouros - S500 (A500NR) Redes electrossoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		



RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS

AMBIENTE	Recobrimento C (cm) e C ₁ (mm)	
	Elementos	Lojes
	Correntes	

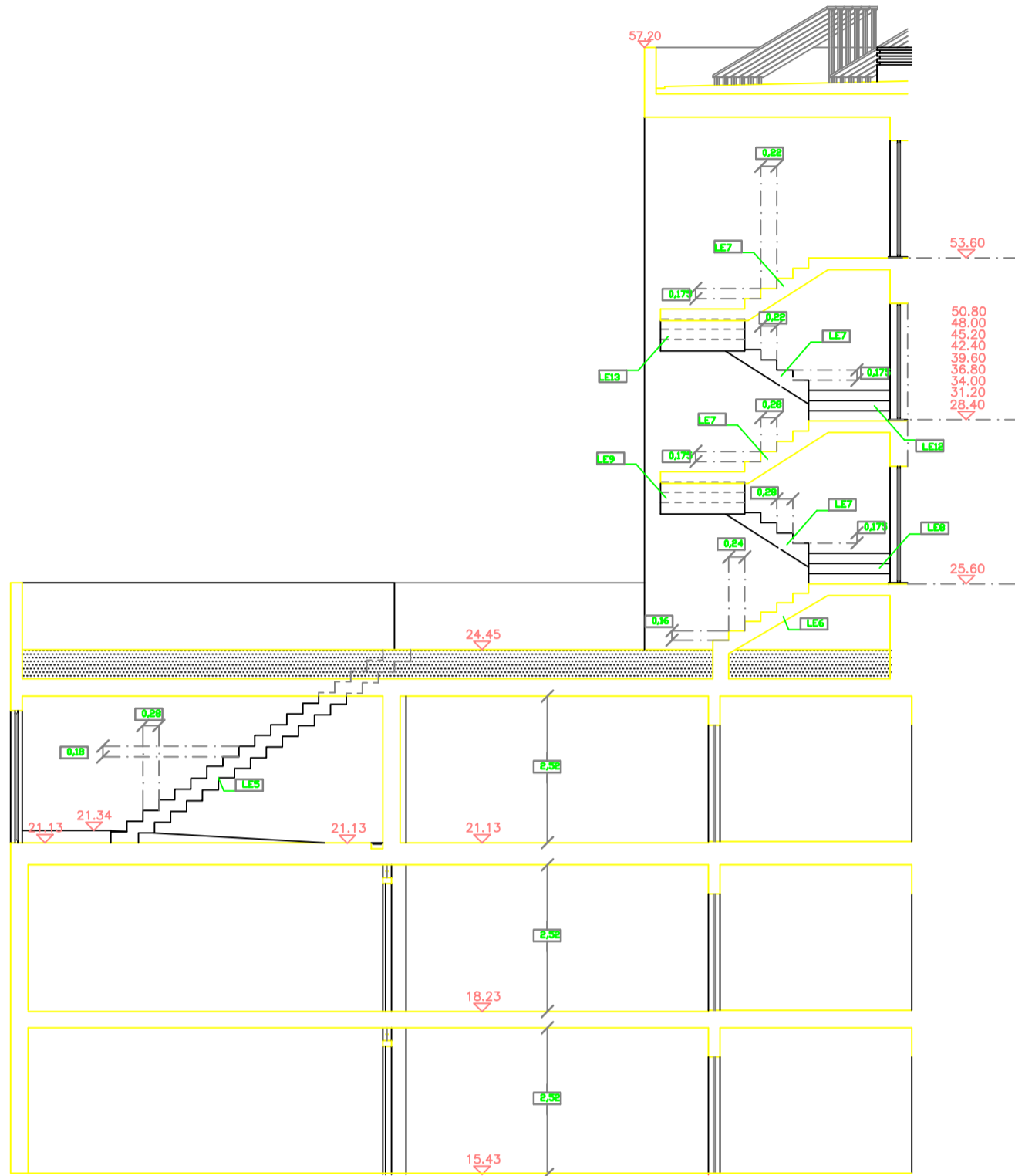
PORMENORES DE AMARRAÇÃO TIPO A EXECUTAR QUANDO OUTRA NÃO FOR DEFINIDA

PORMENORES DE AMARRAÇÃO DAS VIGAS APOIADAS EM VIGAS

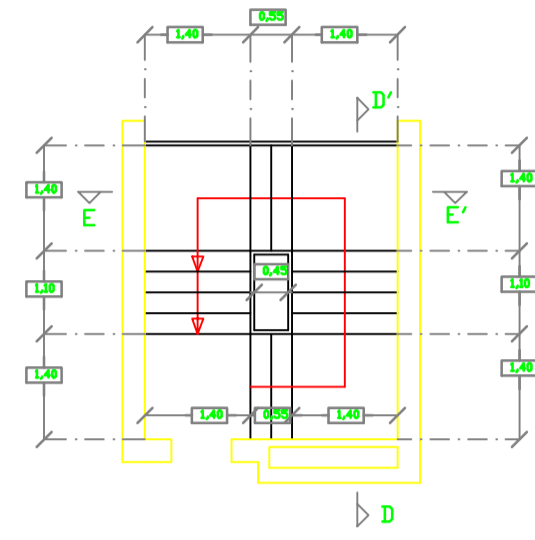
Valores de A, B e C (função de "ø" - diâmetro do varão ou diâmetro equivalente do agrupamento)

	C20/25 (B25)	C25/30 (B30)	C30/37 (B35)
S400 (A400 NR)	A	35ø	30ø
	B	50ø	45ø
	C	30ø	25ø
S500 (A500 NR)	A	45ø	40ø
	B	65ø	60ø
	C	40ø	35ø

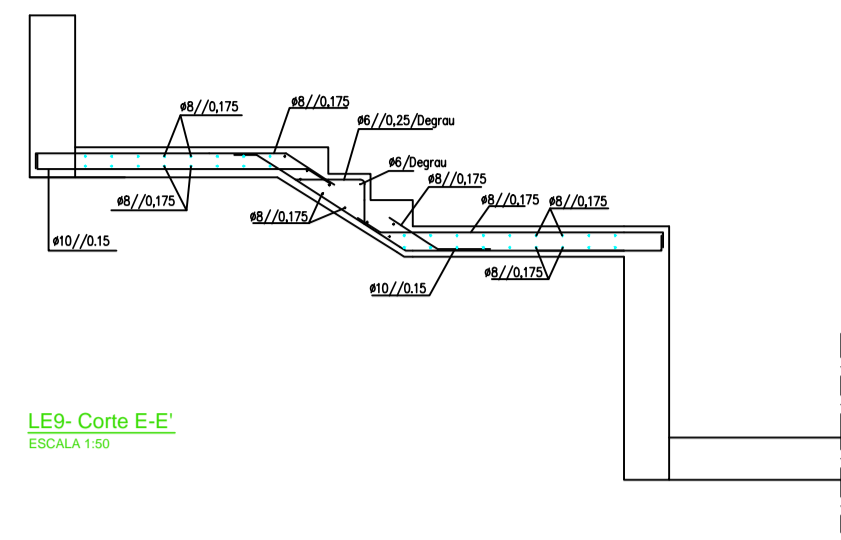
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE Mestrado EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE ESTRUTURAS					
TÍTULO ARMADURA ESCADAS NORTE					
FASE PROJECTO DE EXECUÇÃO					ESCALA 1/50 1/100
Nº DESENHO EST 13 EXE 0 ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



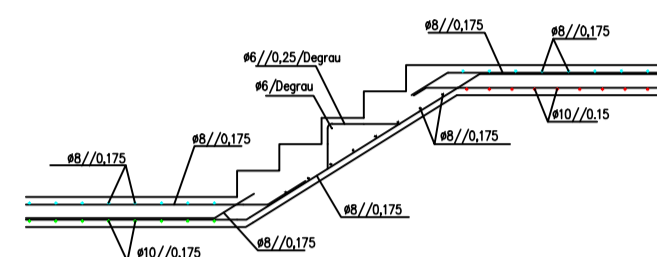
CAIXA DE ESCADAS - CORTE TRANSVERSAL 2
ESCALA 1:100



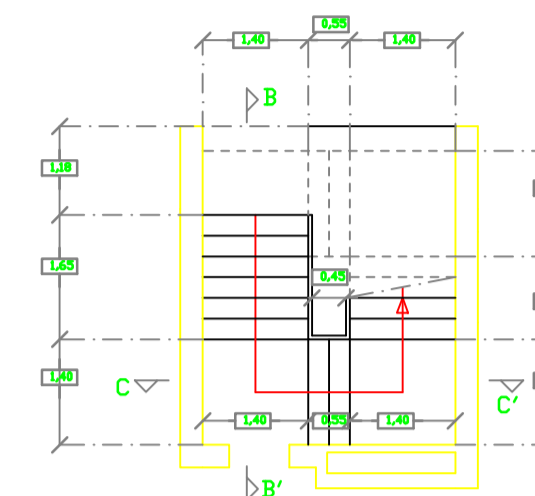
CAIXA DE ESCADAS - PISO 1 até 11
ESCALA 1:100



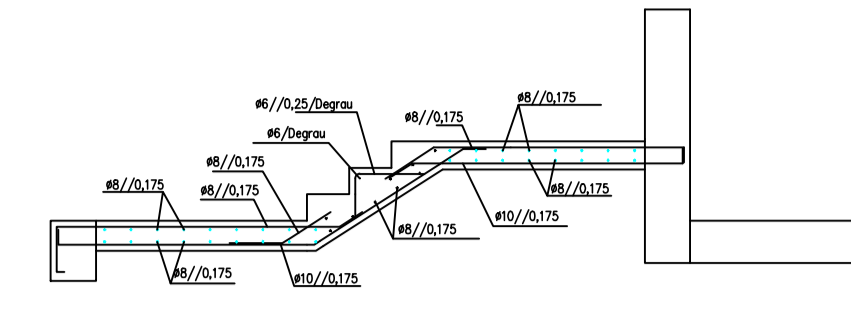
LE9- Corte E-E
ESCALA 1:50



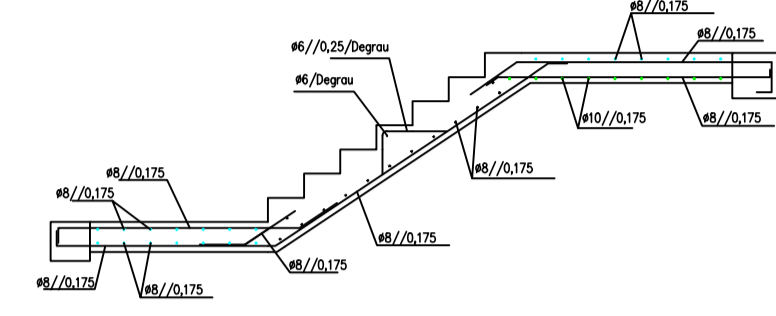
LE7- Corte D-D
ESCALA 1:50



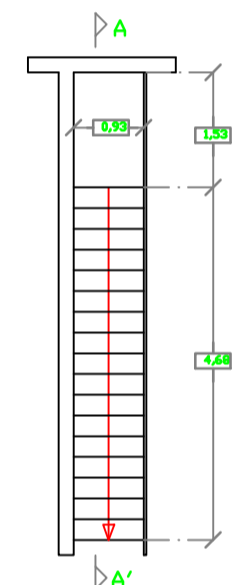
CAIXA DE ESCADAS - R / CHÃO
ESCALA 1:100



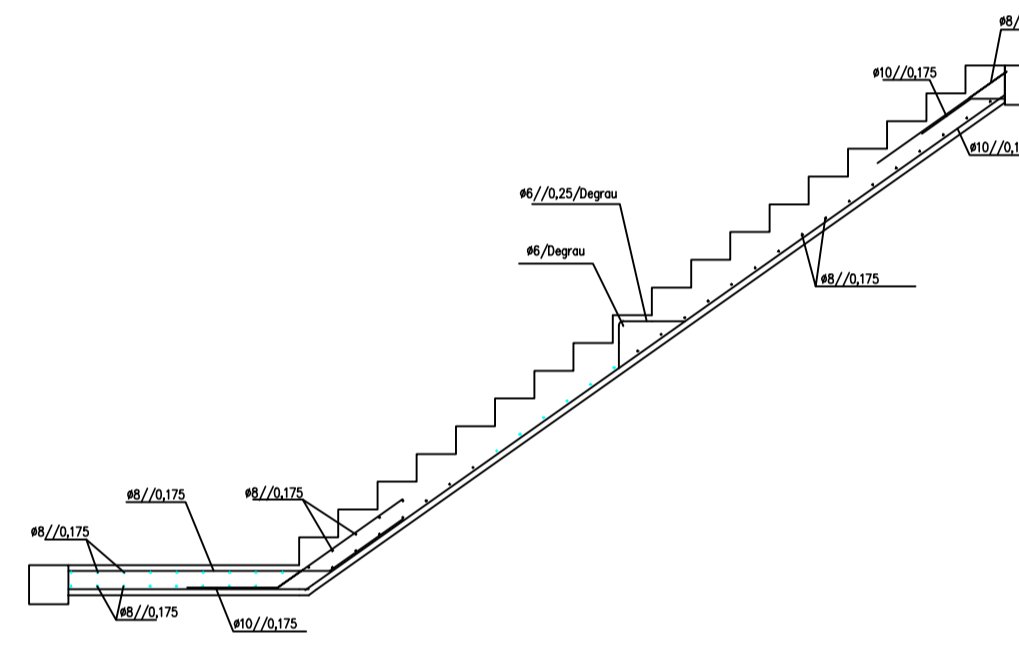
LE8- Corte C-C
ESCALA 1:100



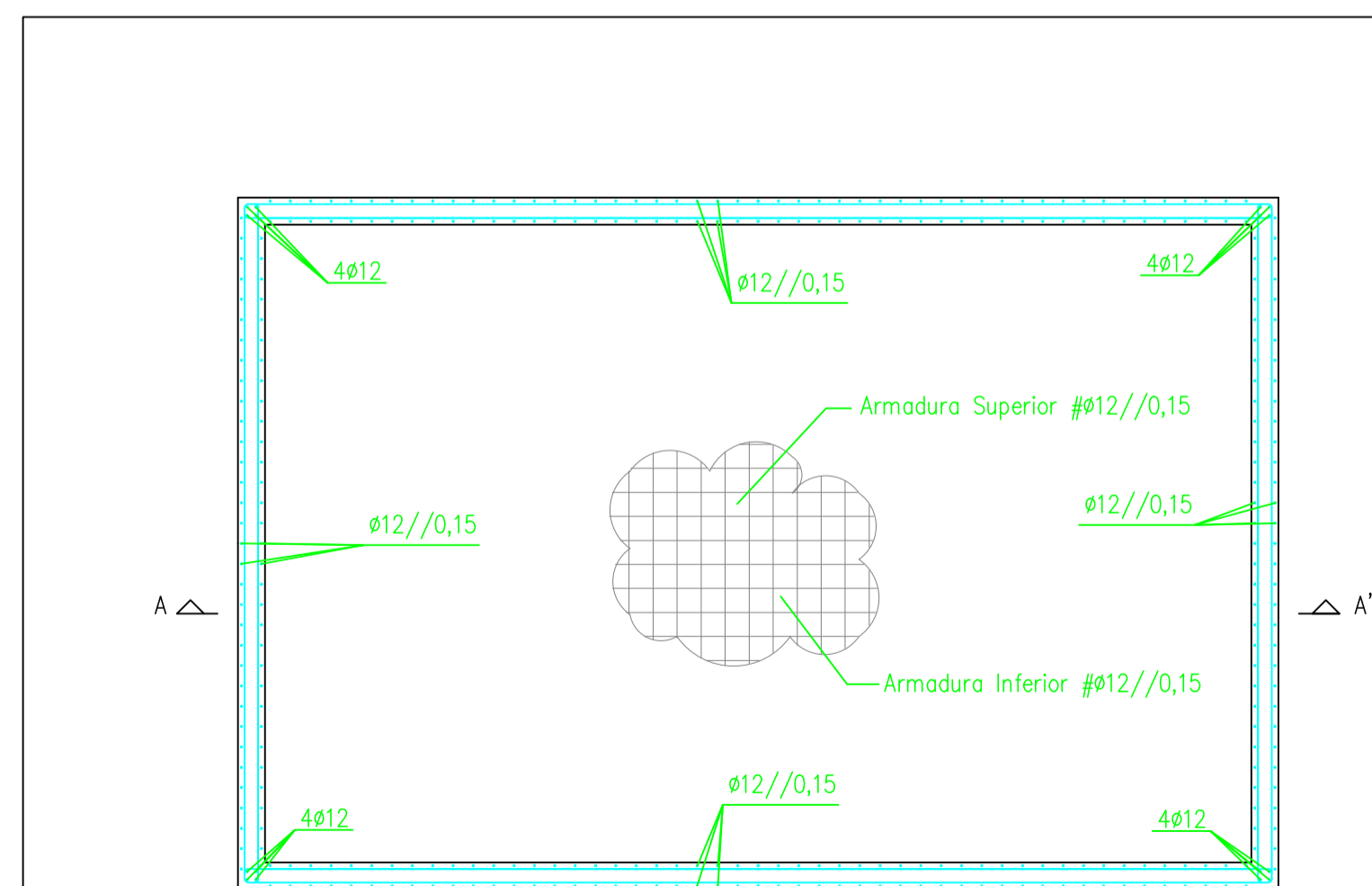
LE6- Corte B-B
ESCALA 1:50



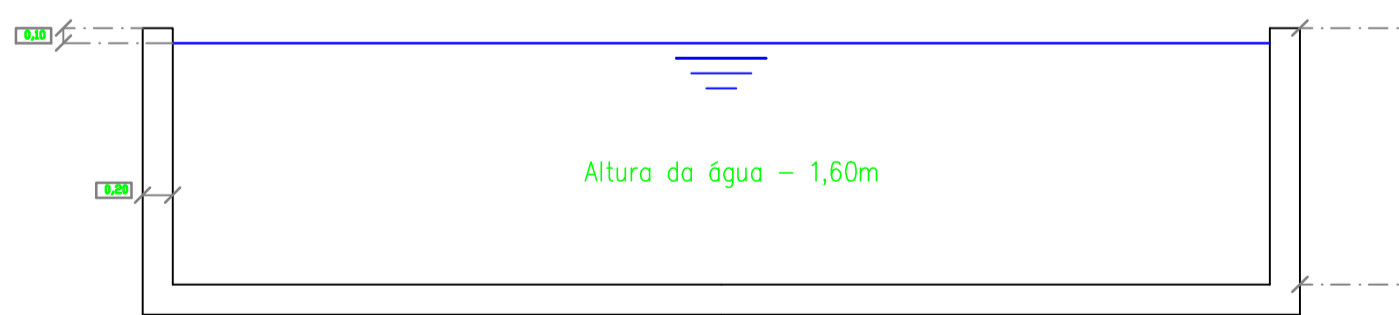
CAIXA DE ESCADAS - CAVE 1
ESCALA 1:100



LE5- Corte A-A
ESCALA 1:50



CAIXA DE ESCADAS - CORTE TRANSVERSAL 2
ESCALA 1:50



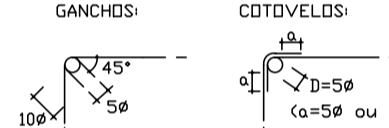
CORTE A-A
ESCALA 1:50

MATERIAIS

Betão:		
Betão de limpeza - C 12/15	Classe de Exposição Ambiental:	Dimensão Máxima dos Agregados:
Fundações - C 30/37 *	- XC2 (P) em fundações	- 45mm em fundações
* Hidroligado em Elementos Enterrados	- XC3 (P) na superestrutura em geral	- 16mm na superestrutura em geral
		Máximo teor de cloretos - Cl 0.40
		Classe de consistência - S3
Aço:		
Armadura ordinária, ferrochos e chumbadouros - S500 (A500NR)		
Redes electrossoldadas - S500 (A500EL)		
Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe 430)		
Parafusos e porcas - Classe 8.8		

ESTRIBOS E CINTAS

Os estribos e as cintas devem envolver as armaduras ser fechados (excepto os estribos de 1 ramo) e terminar em ganchos ou cotovelos (apenas para varões rugosos) segundo o esquema:



RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS

AMBIENTE	Recobrimento C (cm) e J (mm)	
	Correntes	Lajes

CRITÉRIOS DE REPRESENTAÇÃO DE ARMADURAS

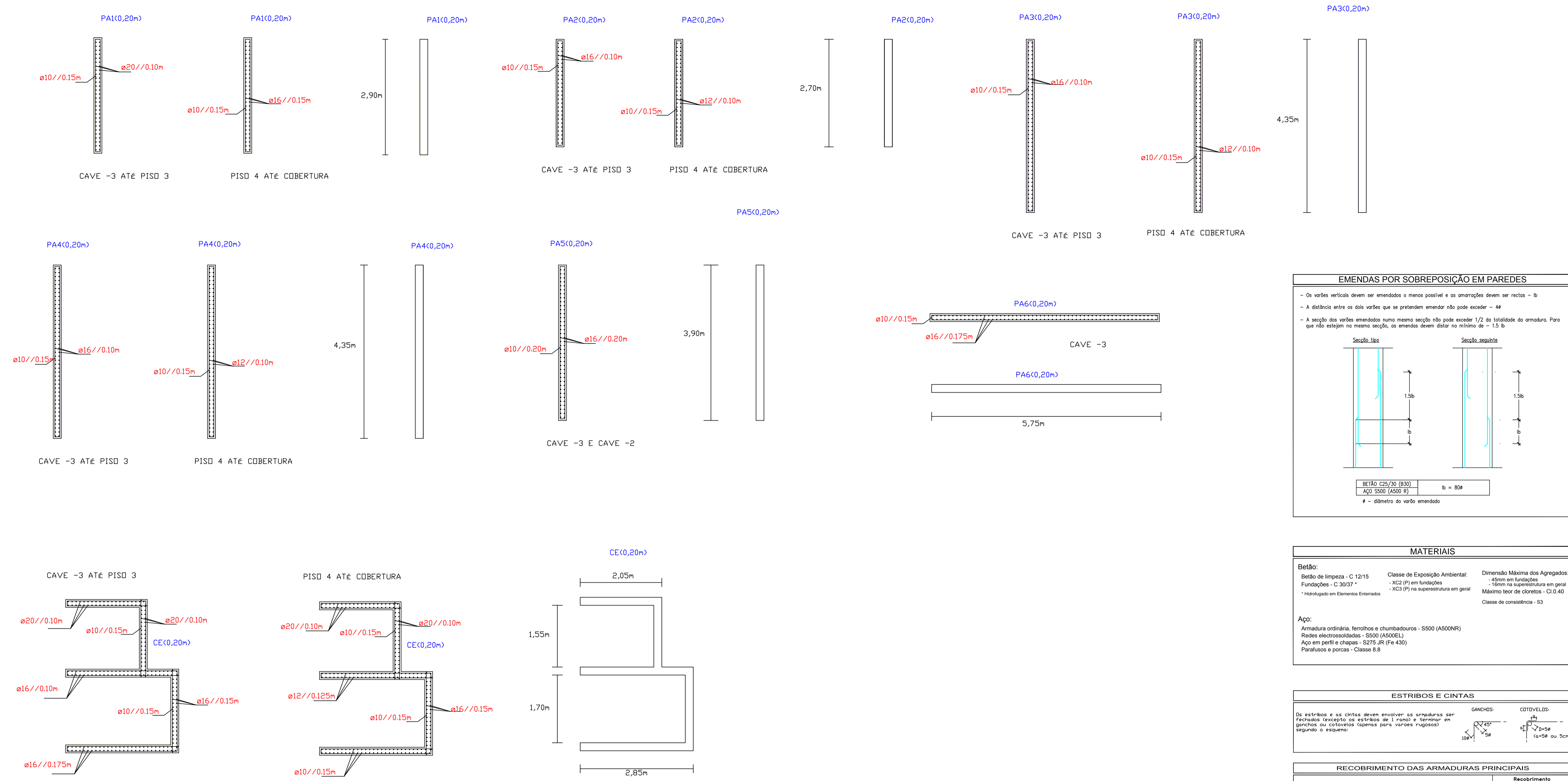
-As armaduras inferiores deverão ser colocadas nas nervuras e bandas de acerto de acordo com o indicado, amarrando e/ou emendando de acordo com o respectivo pormenor.
-As armaduras superiores deverão ser colocadas em número e localização de acordo com plantas e mapa de ferros e amarrada ou emendada conforme o respectivo pormenor.

ARMADURAS - ESQUEMAS

PLANTA	ALÇADO	
ARMADURA INFERIOR	BORDO LIVRE 2h	FACE DO APOIO 45°
ARMADURA SUPERIOR	BORDO LIVRE 2h	AMARRAÇÃO EM PAREDES OU VICAS 45°

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO

PROJECTO	TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA
ESPECIALIDADE	ESTRUTURAS
TÍTULO	ARMADURA ESCADAS SUL ARMADURA CISTERNA E GRUPO DE BOMBAGEM
FASE	PROJECTO DE EXECUÇÃO
Nº DESENHO	ESCALA 1/50 1/100
EST 14 EXE 0	ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO



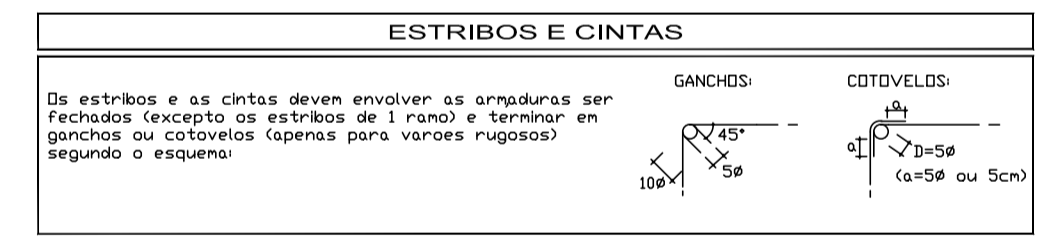
EMENDAS POR SOBREPÓSICÃO EM PAREDES

- Os varões verticais devem ser emendados o menos possível e as amarrações devem ser rectas - lb
- A distância entre os dois varões que se pretendem emendar não pode exceder - 4ø
- A secção dos varões emendados numa mesma secção não pode exceder 1/2 da totalidade da armadura. Para que não estejam na mesma secção, os emendos devem distar no mínimo de - 1,5 lb.

BETAO C25/30 (R30)
 AÇO S500 (A500 n)
 lb = 80ø
 ø = diâmetro do varão emendado

MATERIAIS

Betão: Betão de limpeza - C 12/15 Fundações - C 30/37 * * Homologado em Elementos Enterrados	Classe de Exposição Ambiental: - XC2 (P) em fundações - XC3 (P) na superestrutura em geral	Dimensão Máxima dos Agregados: - 45mm em fundações - 15mm na superestrutura em geral Máximo teor de cloretos - Cl.0.40 Classe de consistência - S3
Aço: Armadura ordinária, ferrolhos e chumbadores - S500 (A500NR) Redes electrossoldadas - S500 (A500EL) Aço em perfil e chapas - S275 JR (Fe-430) Parafusos e porcas - Classe 8.8		



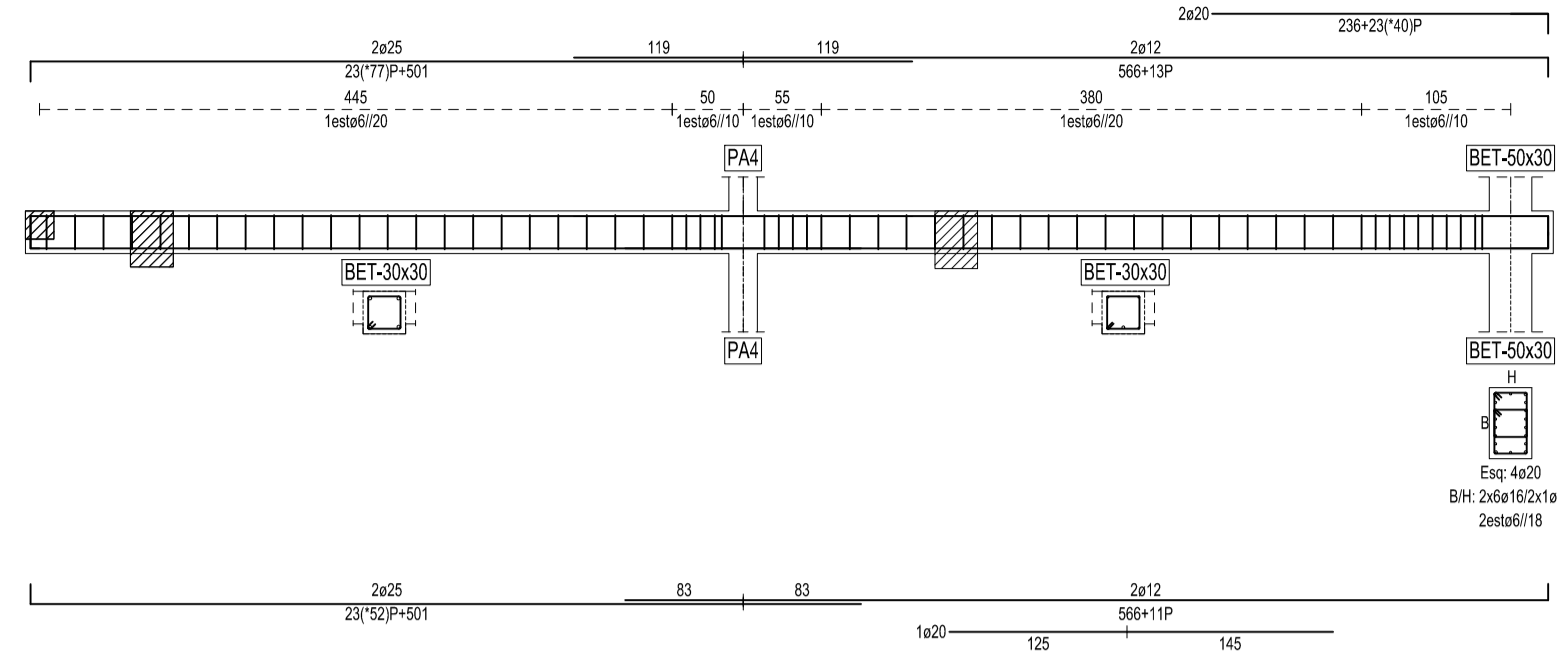
RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS PRINCIPAIS

AMBIENTE	Recobrimento C (col) e C ₁ (ø)	
	Correntes	Lojes

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU

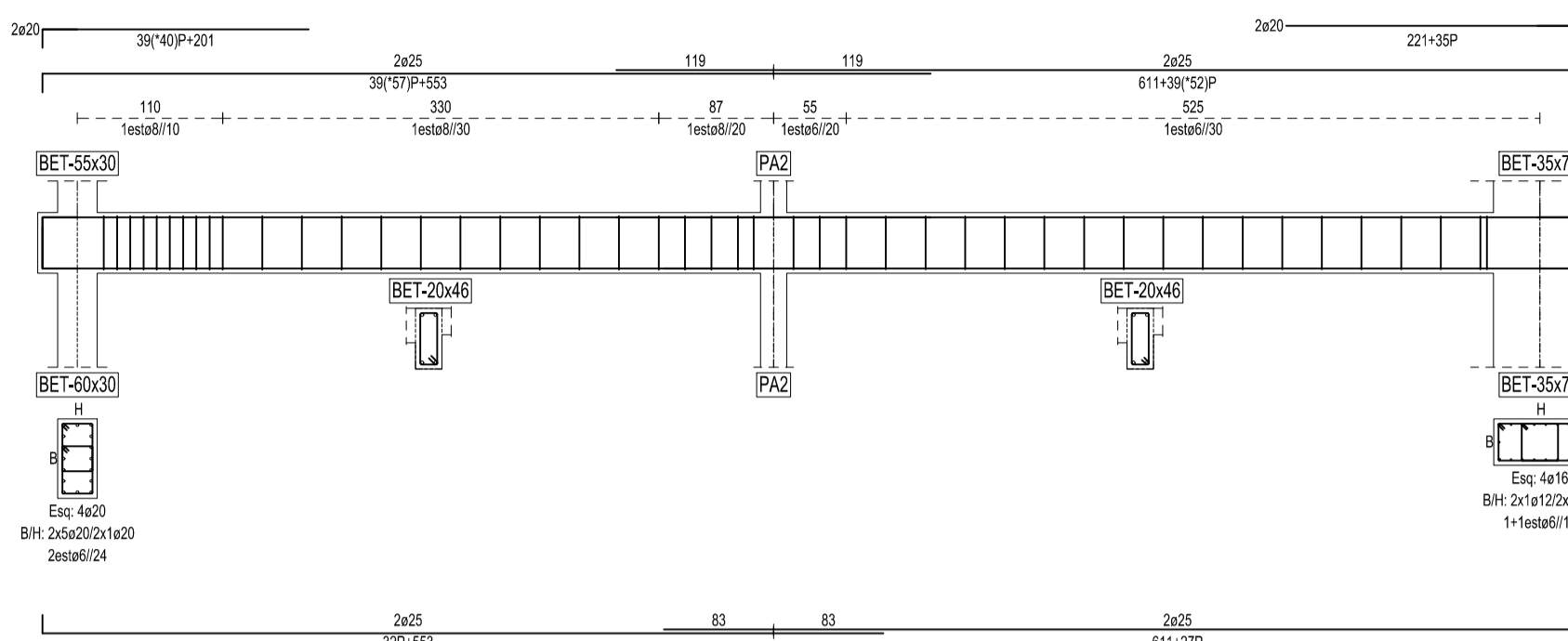
PROJECTO: TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA
 ESPECIALIDADE: ESTRUTURAS
 TÍTULO: ARMADURA DAS PAREDES RESISTENTES ARMADURA DA CAIXA DE ELEVADORES
 FASE: PROJECTO DE EXECUÇÃO
 ESCALA: 1/50
 Nº DESENHO: EST 15 EXE 0
 ESPECIALIDADE Nº.Ordem FASE REVISÃO

VGA LR2
COTA 465



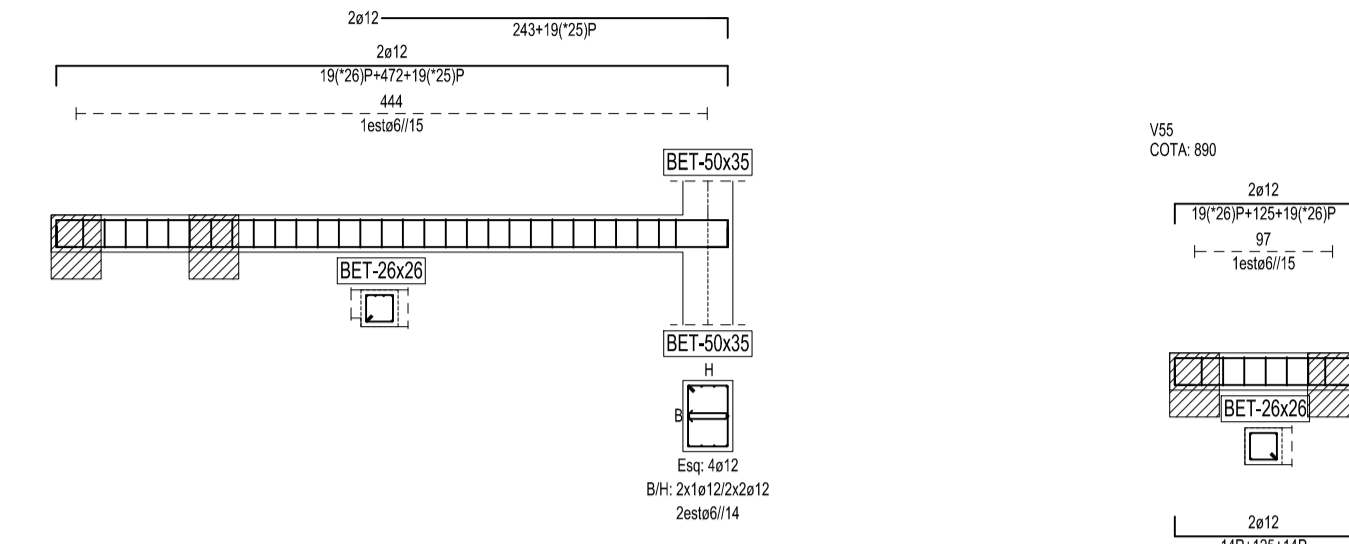
Escala: 1/50, cotas em cm.

VGA LM (CAVE-2)
COTA 610



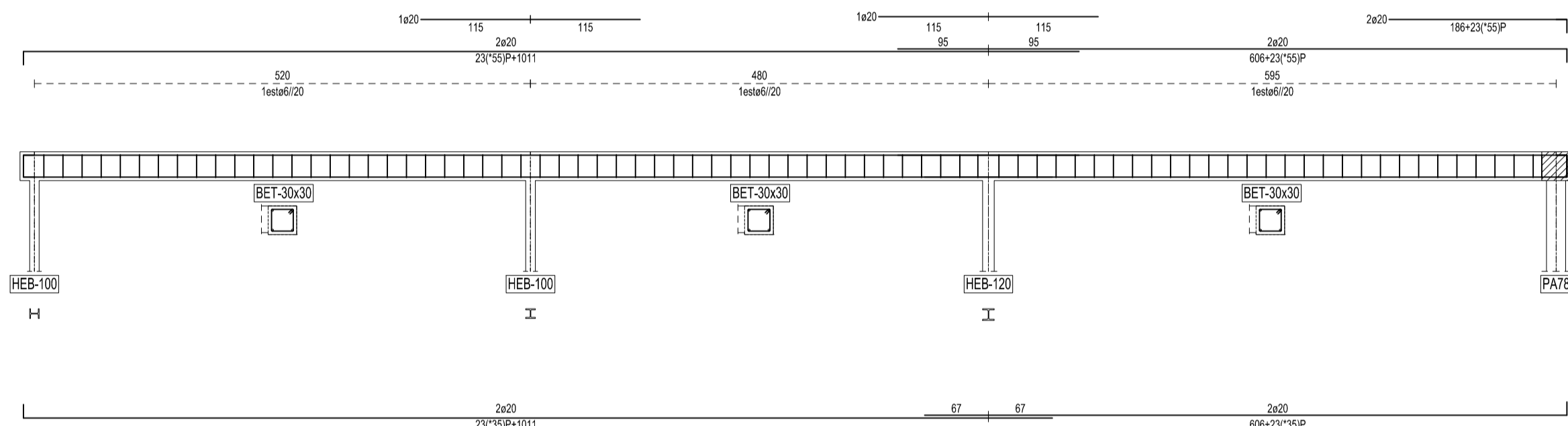
Escala: 1/50, cotas em cm.

PÓRTICO P27
COTA 610



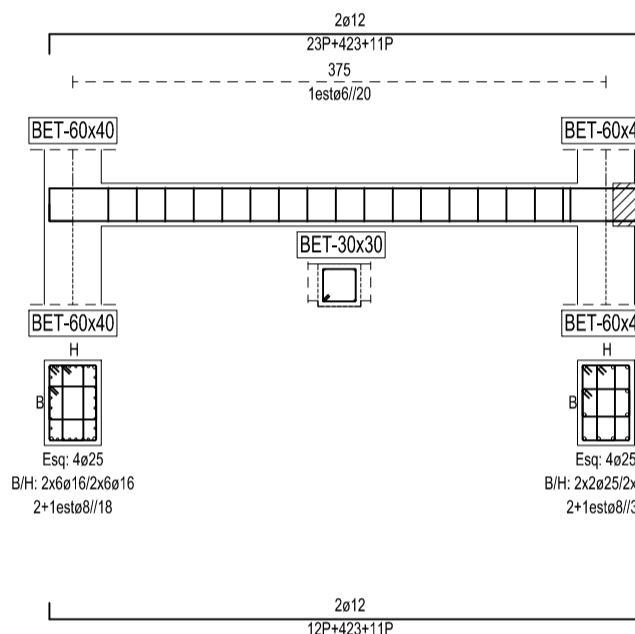
Escala: 1/50, cotas em cm.

V56-V57
COTA 4135



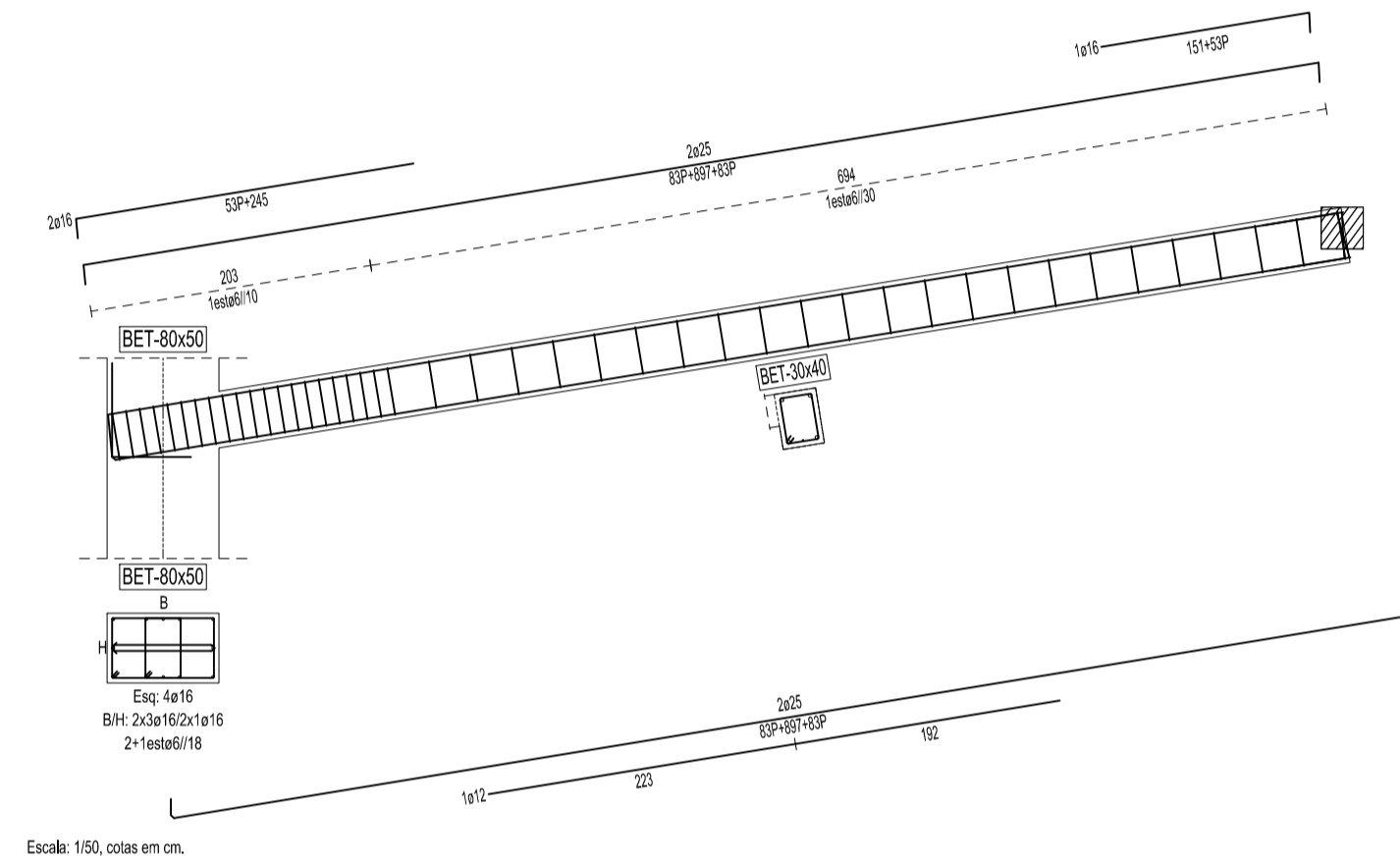
Escala: 1/50, cotas em cm.

VIGA APOIO SUPERIOR LR2
COTA 320



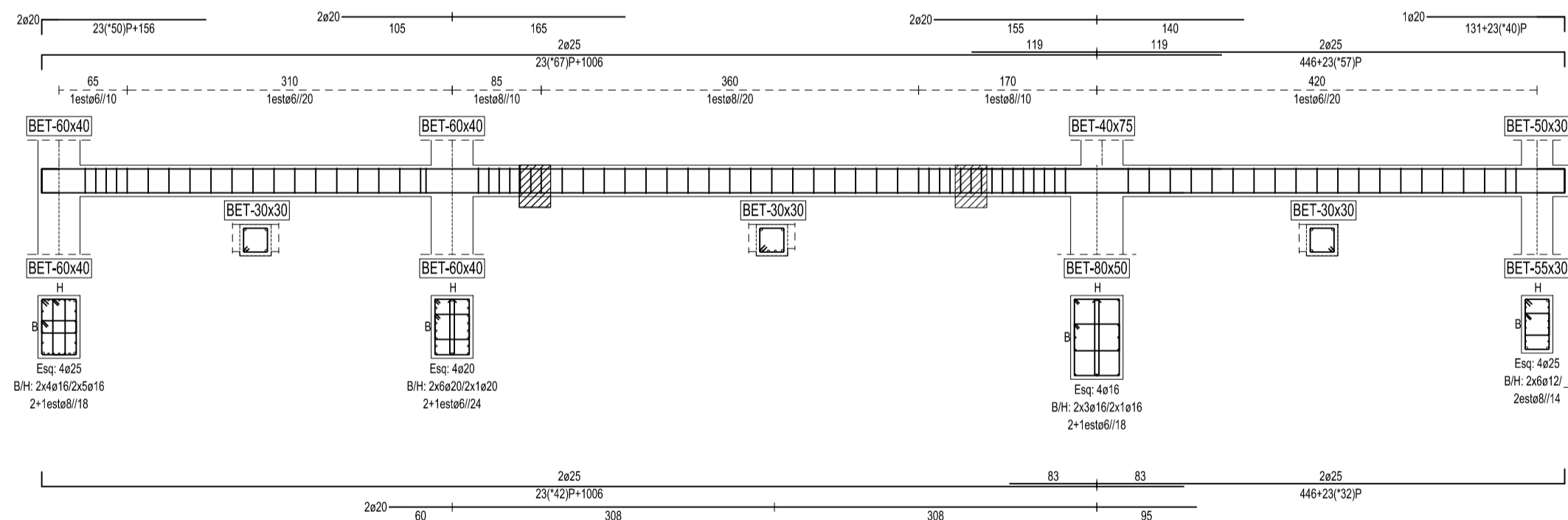
Escala: 1/50, cotas em cm.

VIGA LATERAL LR3
COTA 320



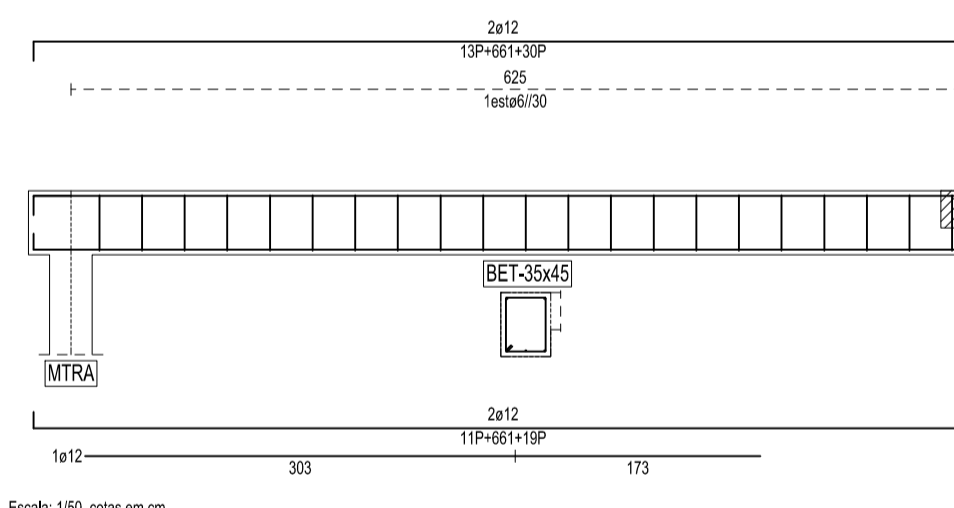
Escala: 1/50, cotas em cm.

VIGA DE APOIO SUPERIOR LRA
COTA 610



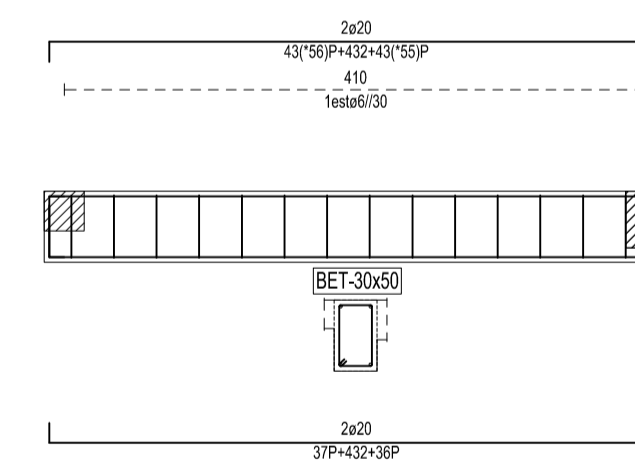
Escala: 1/30, cotas em cm.

PÓRTICO P26
COTA 610



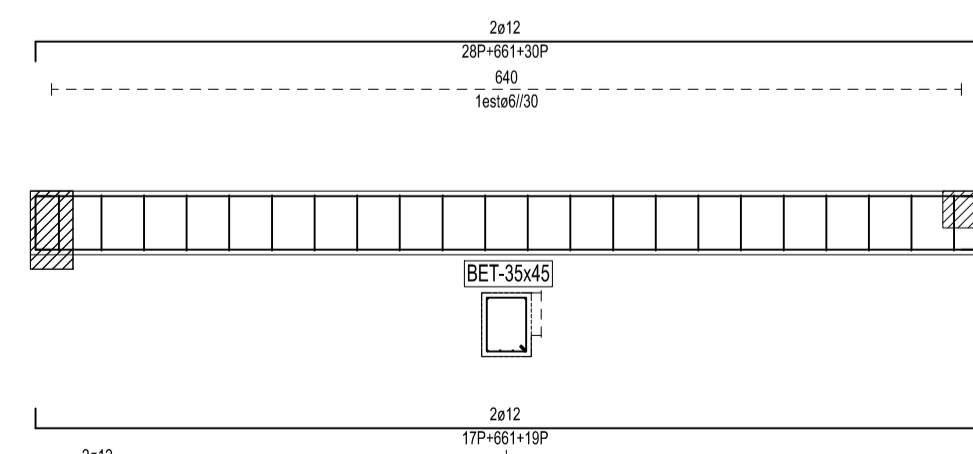
Escala: 1/50, cotas em cm.

V10
COTA 4135



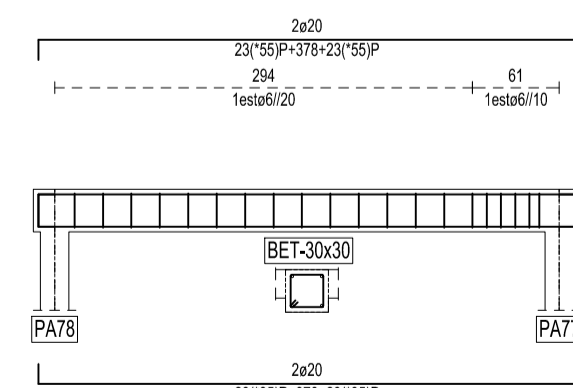
Escala: 1/50, cotas em cm.

V54
COTA 890



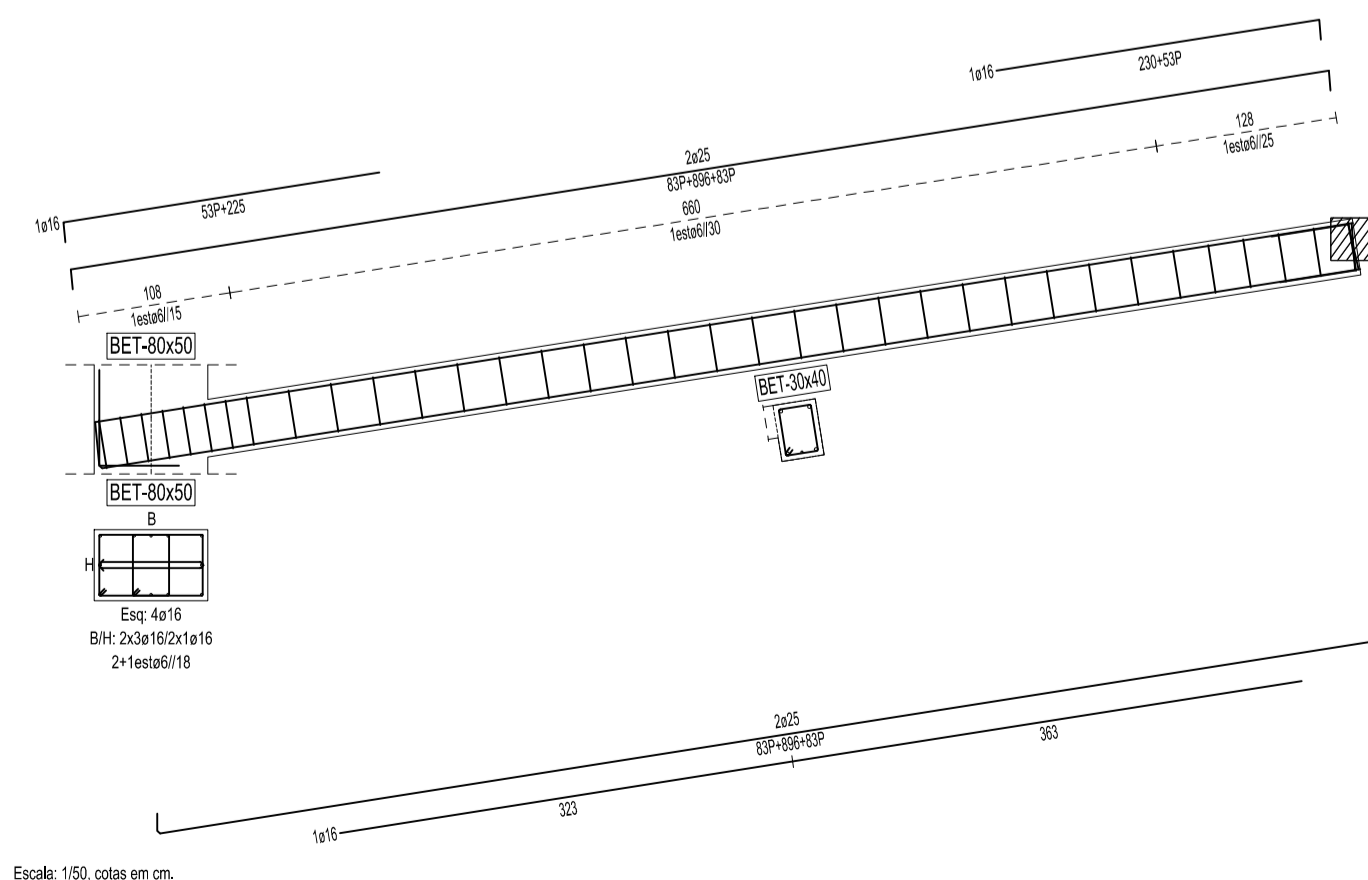
Escala: 1/50, cotas em cm.

V58
COTA 4135



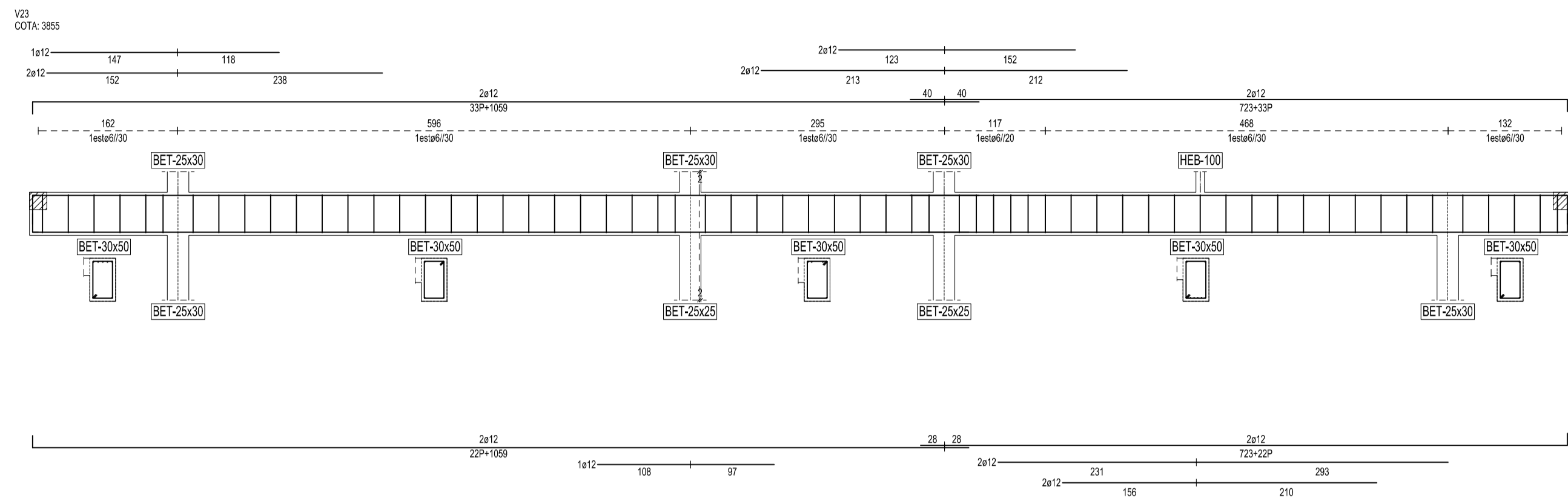
Escala: 1/50, cotas em cm.

VIGA LATERAL LR1
COTA 40

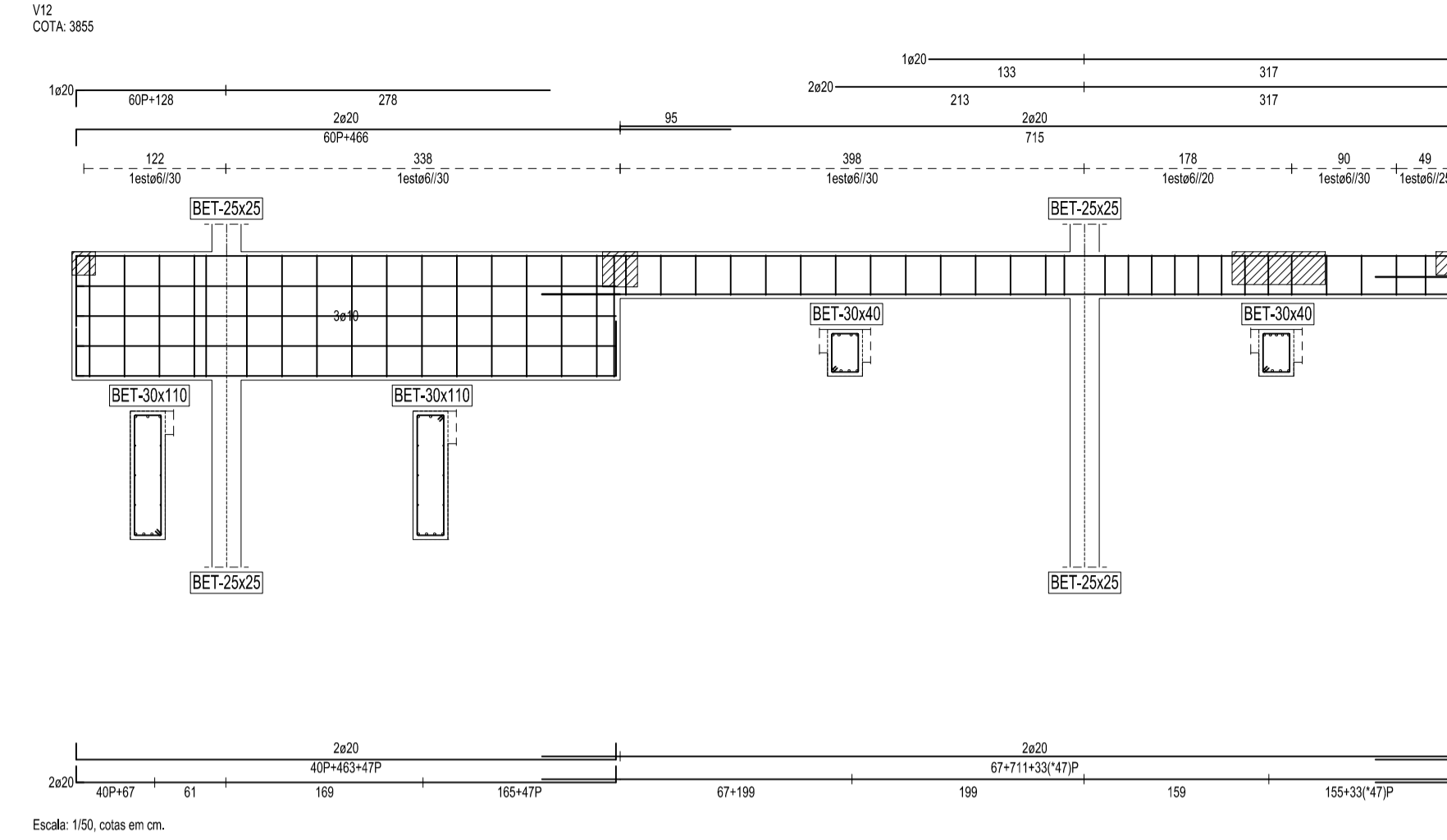


Escala: 1/50, cotas em cm.

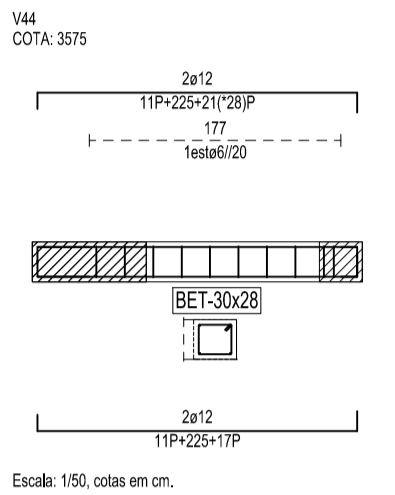
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURAS PÓRTICOS (1/4)					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 16 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



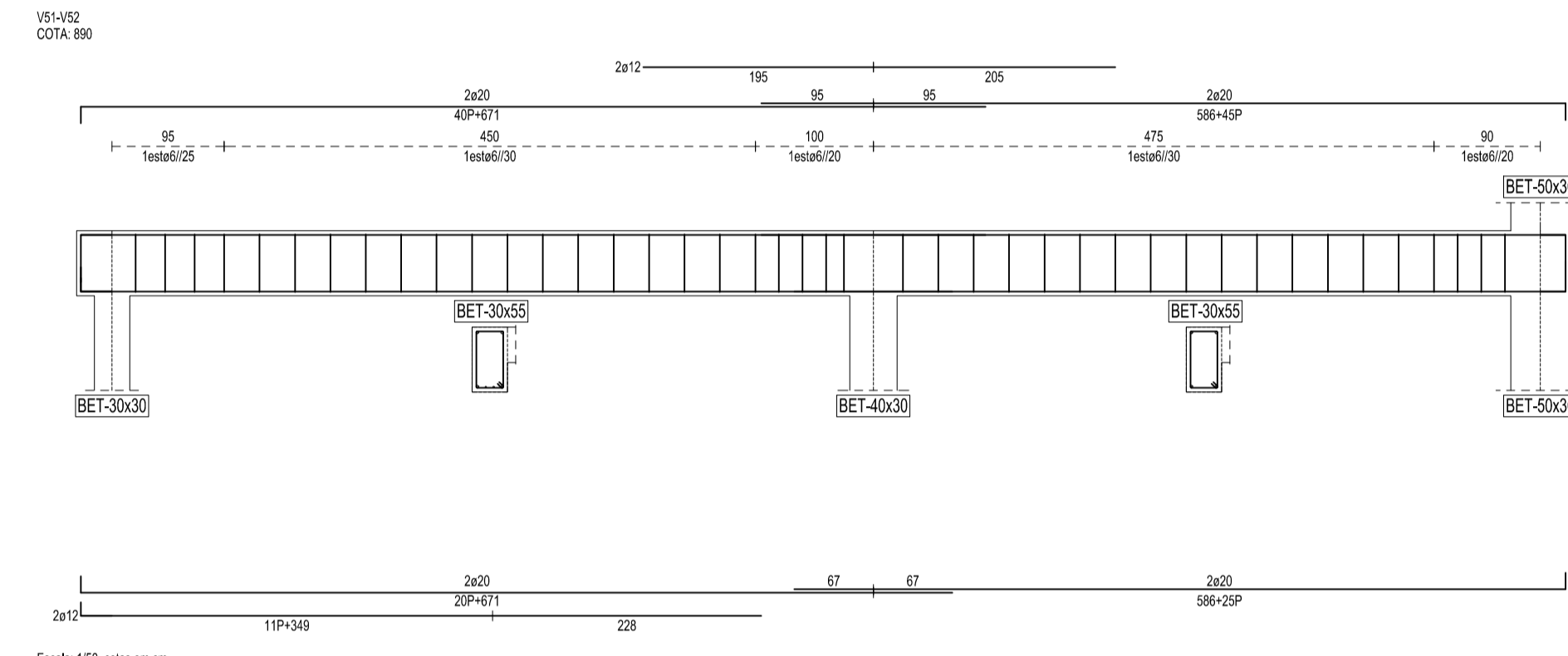
Escala: 1/50, cotas em cm.



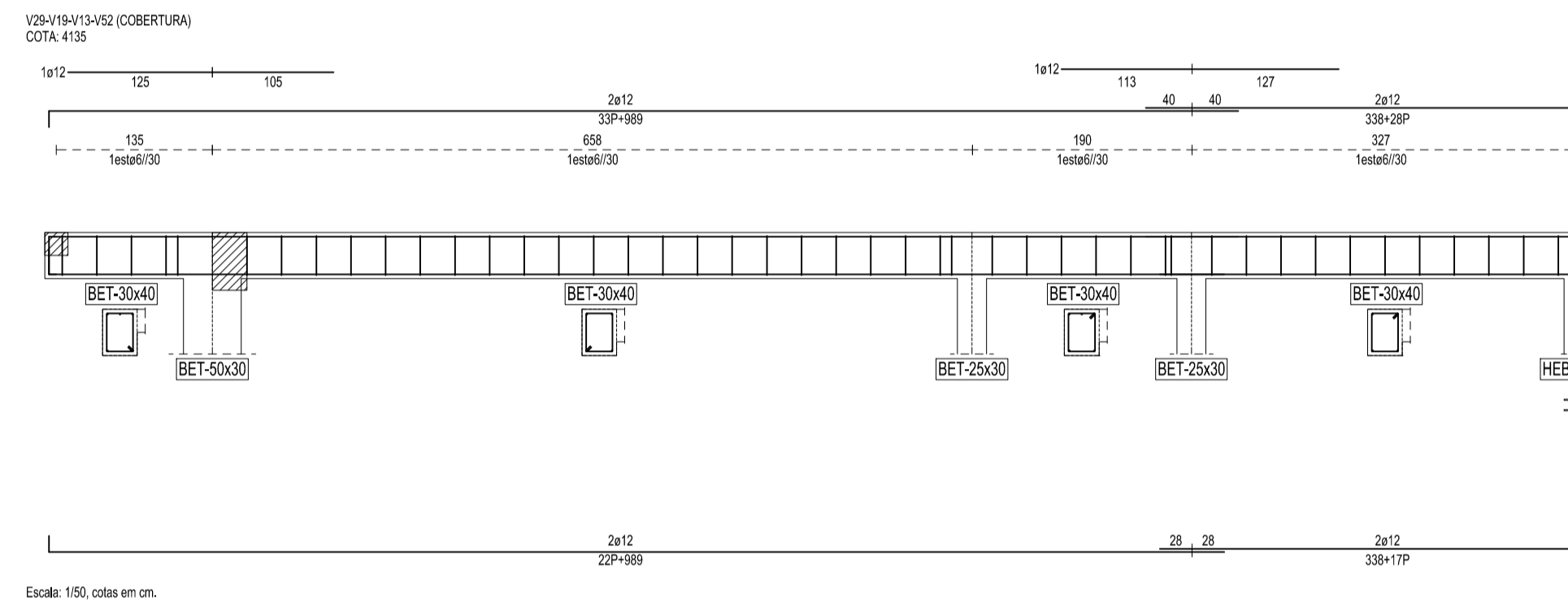
Escala: 1/50, cotas em cm.



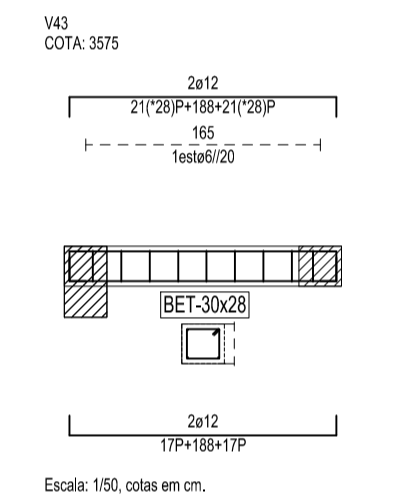
Escala: 1/50, cotas em cm.



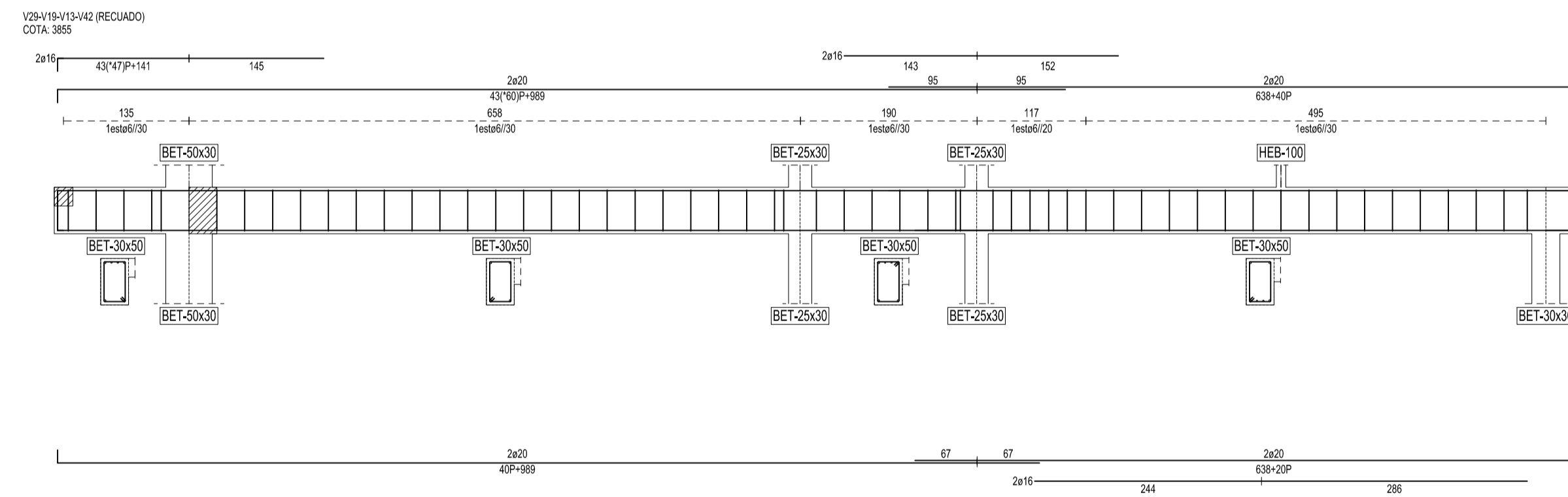
Escala: 1/50, cotas em cm.



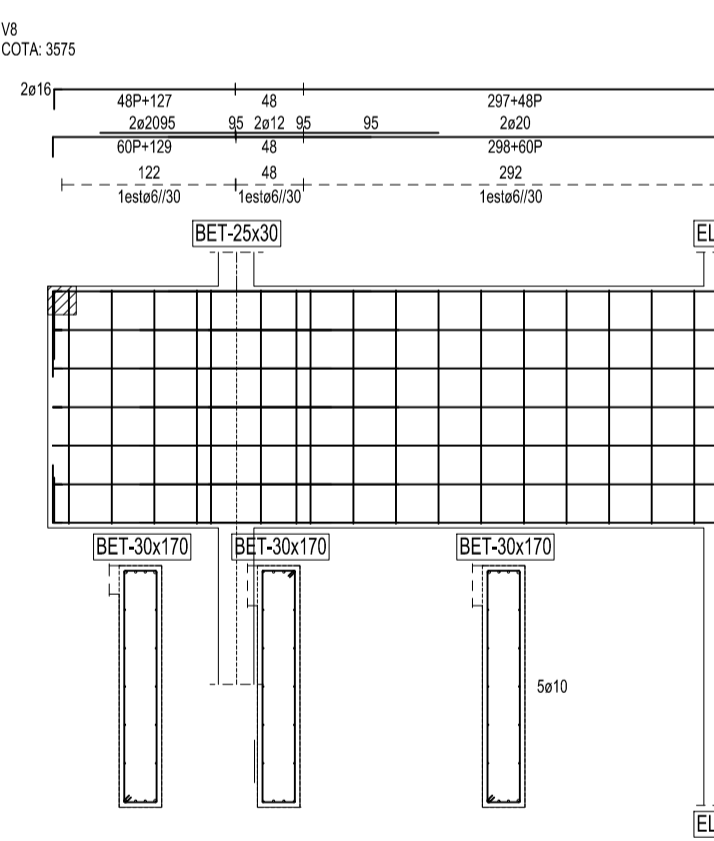
Escala: 1/50, cotas em cm.



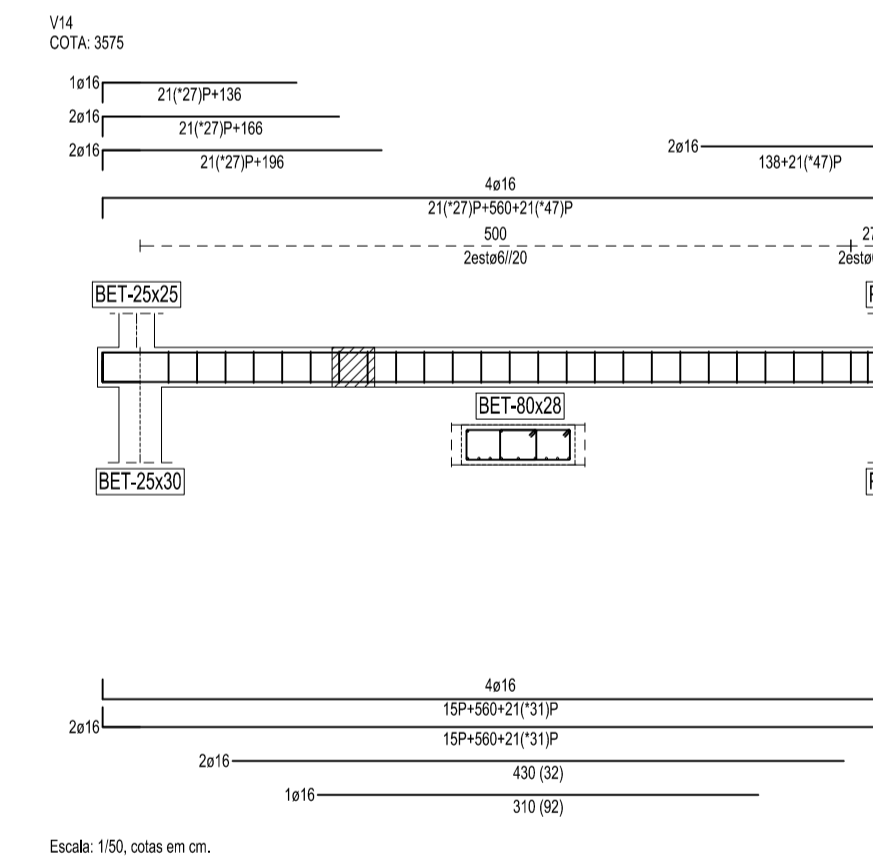
Escala: 1/50, cotas em cm.



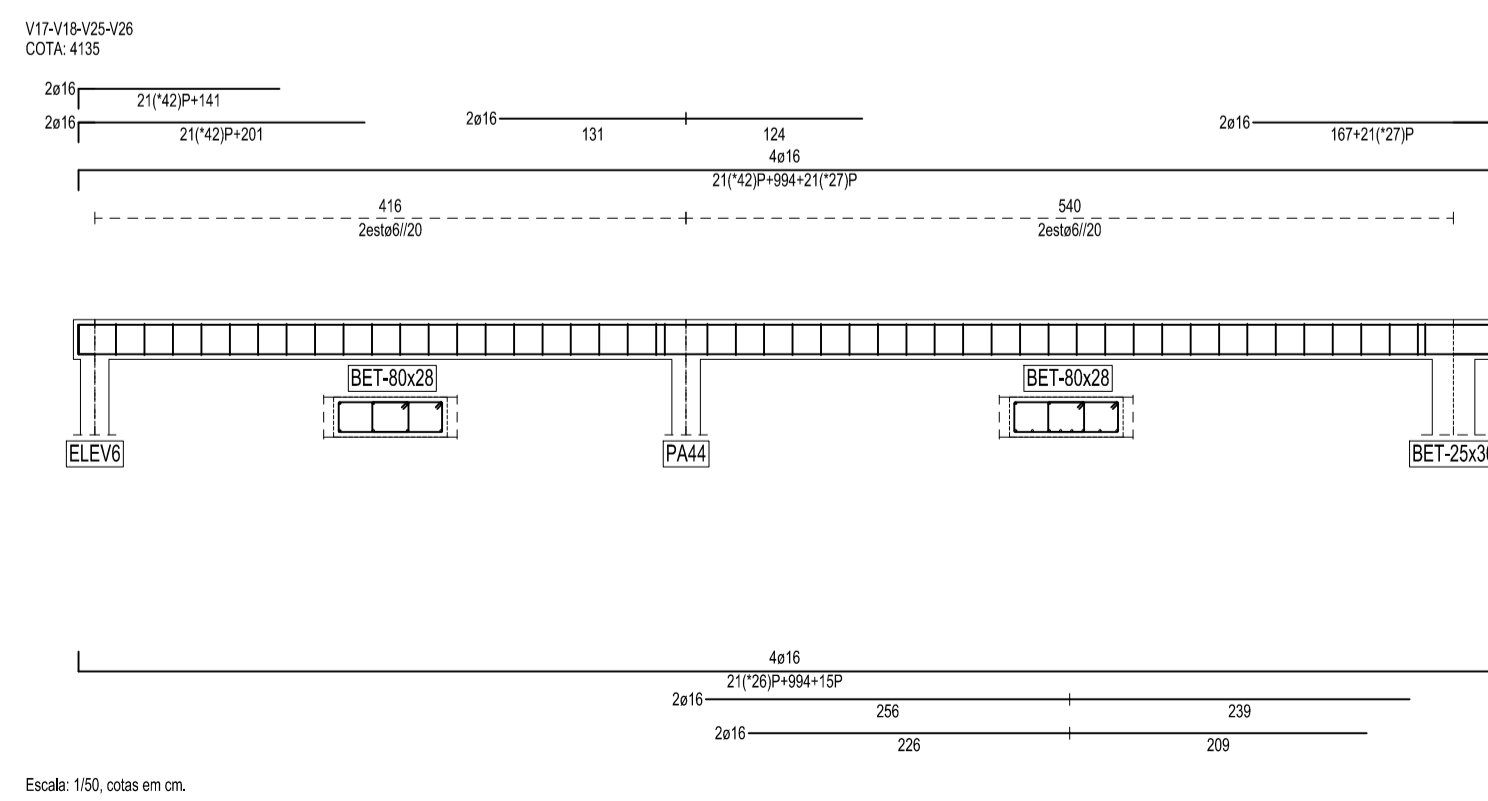
Escala: 1/50, cotas em cm.



Escala: 1/50, cotas em cm.

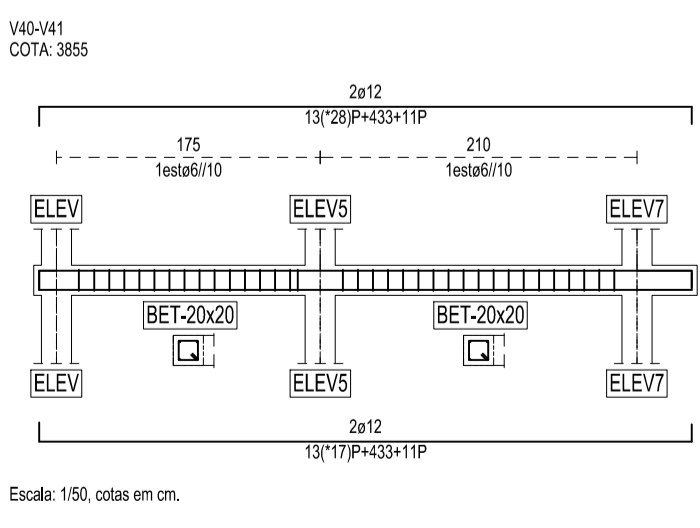
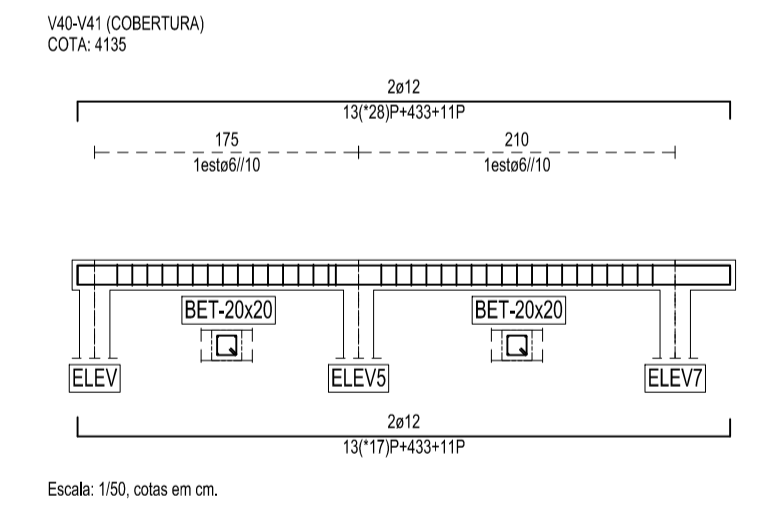
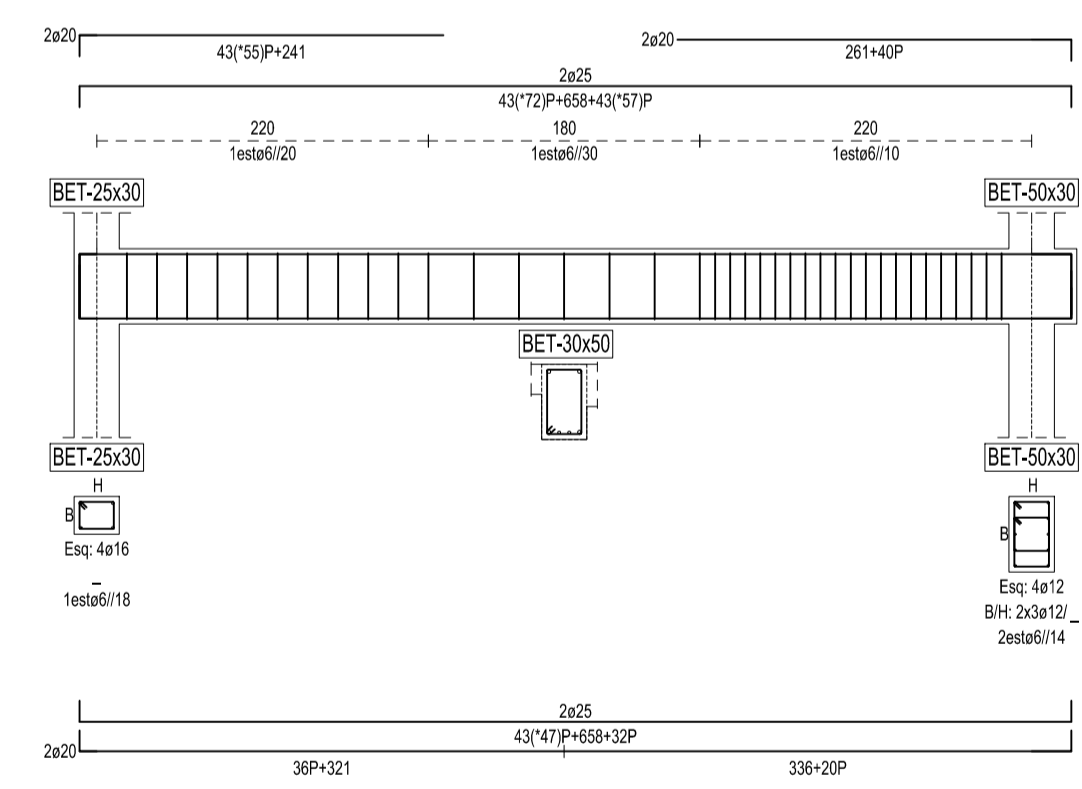
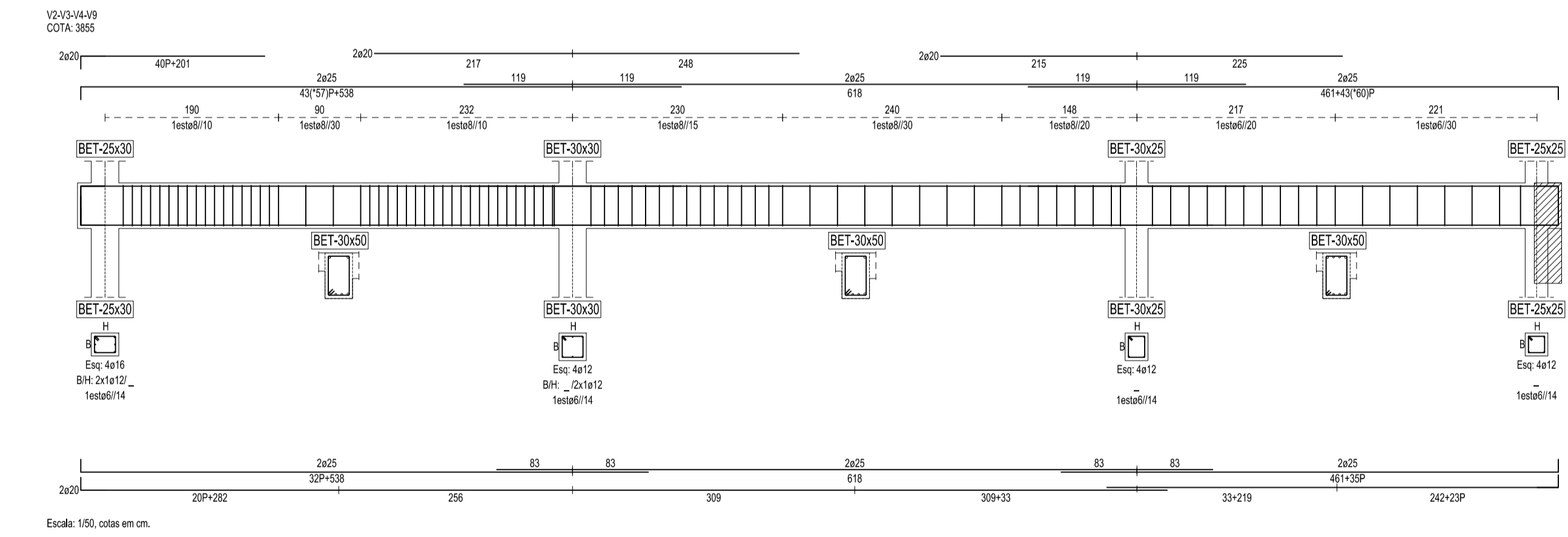
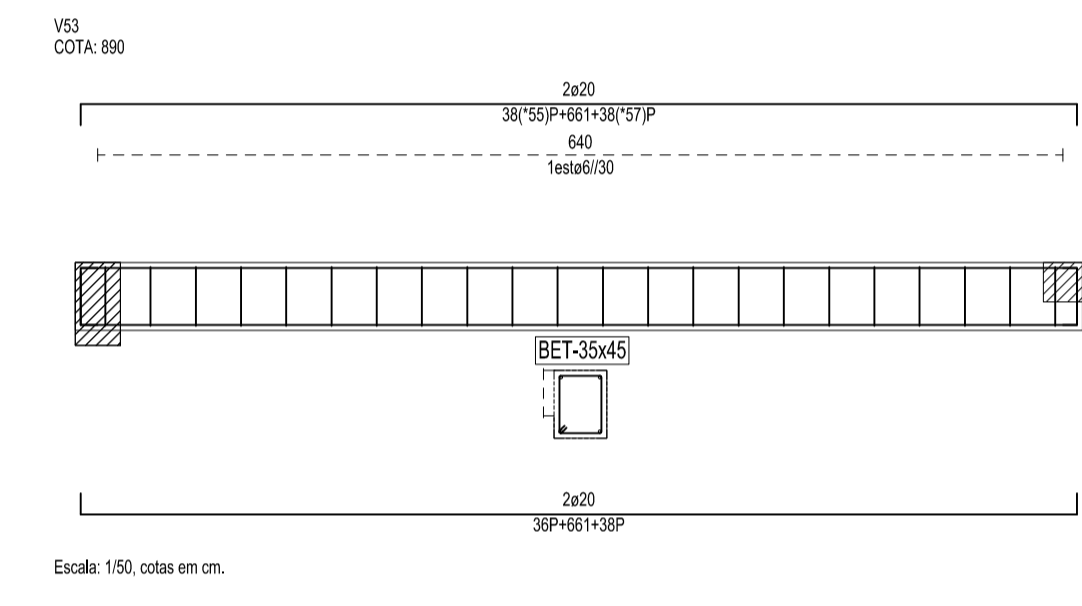
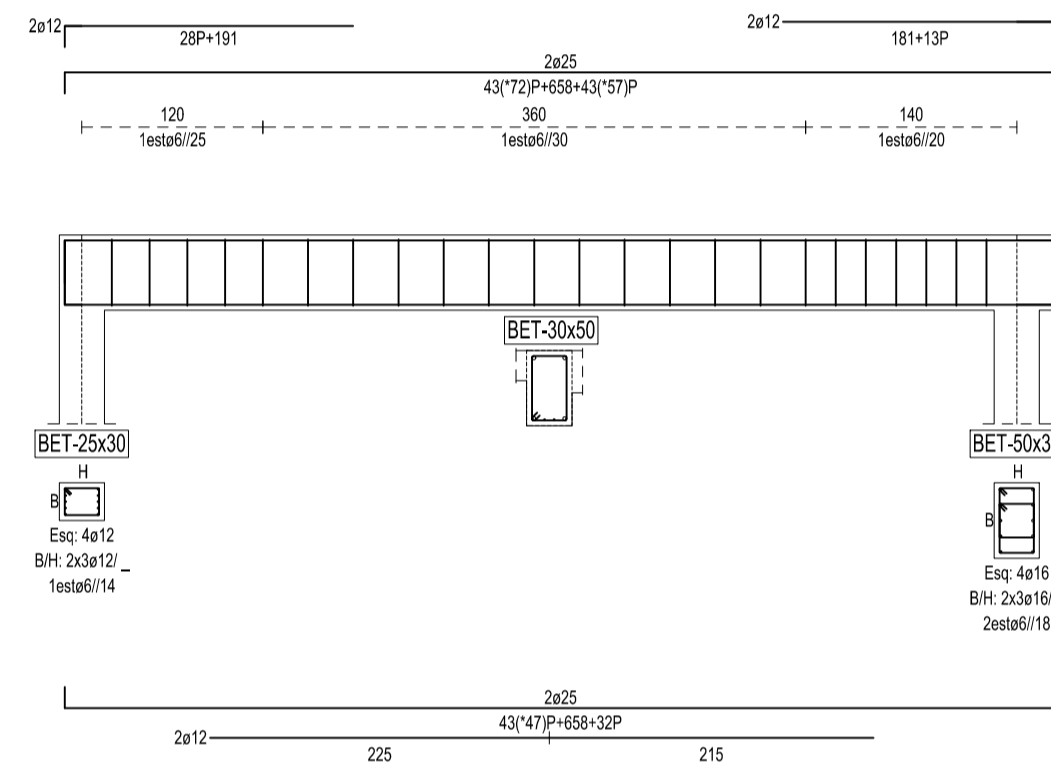
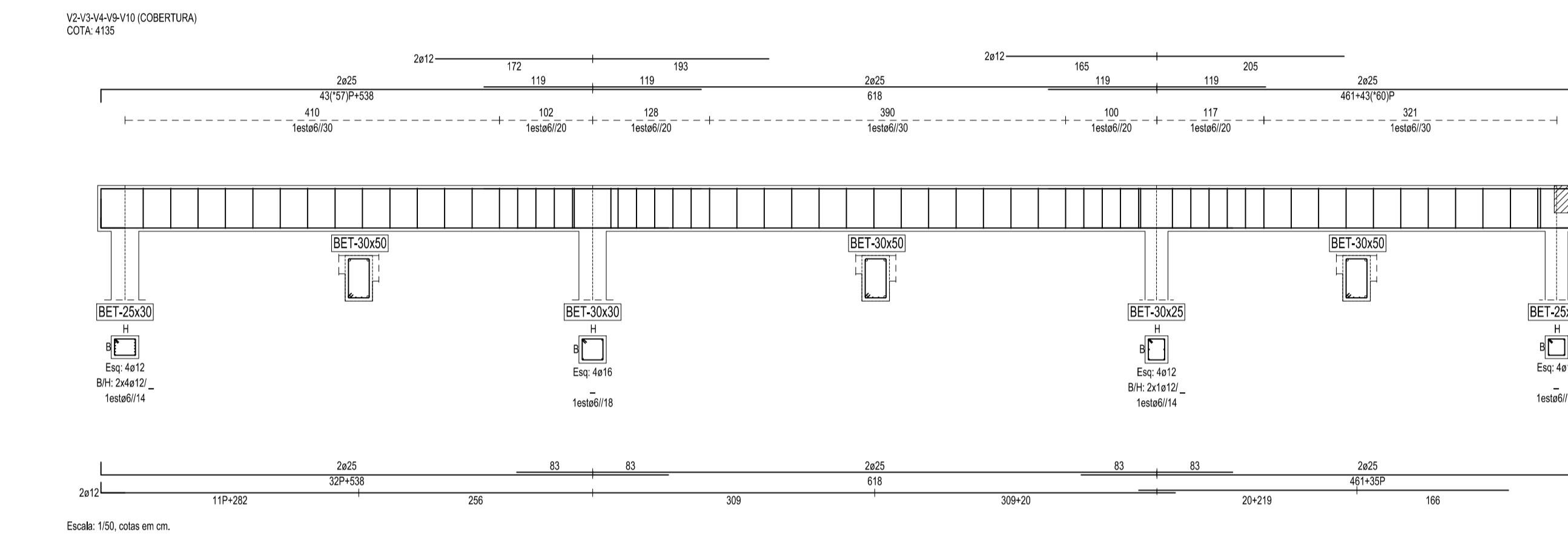
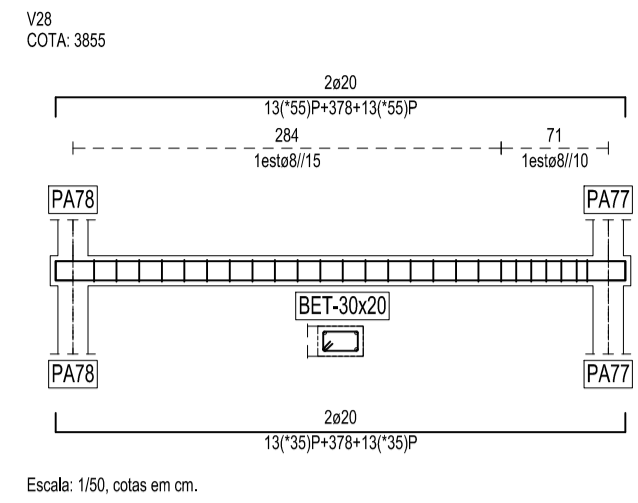
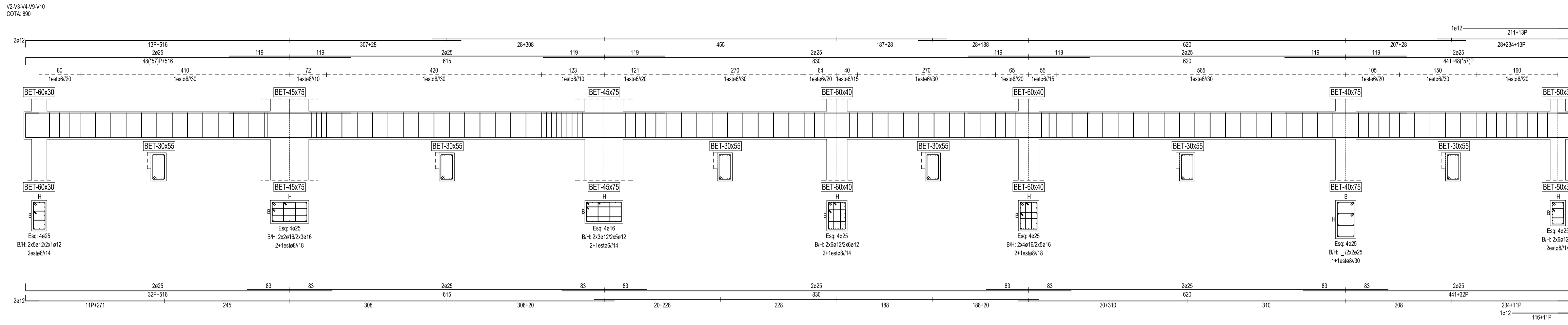


Escala: 1/50, cotas em cm.



Escala: 1/50, cotas em cm.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTOU	DESENHOU	APROVOU
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURAS PÓRTICOS (3/4)					
FASE					
PROJECTO DE EXECUÇÃO					
ESCALA					
1/50					
Nº DESENHO					
EST 18 EXE 0					
ESPECIALIDADE Nº ORDEM FASE REVISÃO					



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	PROJECTO	DESENHO	APROVADO
PROJECTO					
TESE DE MESTRADO EDIFÍCIO LEÇA DA PALMEIRA					
ESPECIALIDADE					
ESTRUTURAS					
TÍTULO					
ARMADURAS PÓRTICOS (4/4)					
FASE					ESCALA
PROJECTO DE EXECUÇÃO					1/50
Nº DESENHO					
EST 19		EXE 0			
ESPECIALIDADE		Nº ORDEM		FASE REVISÃO	