



Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios localizado na Covilhã

Natalino de Jesus da Veiga Fernandes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil Estruturas e Construção
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

junho de 2024

Declaração de Integridade

Eu, Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11936 do 2º ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharias, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 11 /06 /2024

Natalino de Jesus da Veiga Fernandes

Dedicatória

Dedico este projecto aos meus pais, António Lopes Fernandes e Maria Filomena Horta da Veiga.

“Assim como uma estrutura bem projetada, o amor e o apoio dos meus pais são os alicerces da minha jornada.”

Agradecimentos

Em primeiro lugar, desejo expressar minha sincera gratidão a Deus, cuja proteção e orientação foram luzes em cada passo na minha vida.

Ao meu orientador, professor Luís Filipe Almeida Bernardo, pela orientação dedicada, e pelo apoio inestimável ao longo deste processo.

A todos os professores e colegas da Universidade da Beira Interior que compartilharam seus conhecimentos e experiências. Minha mais sincera gratidão por cada discussão, cada troca de ideias para a concretização deste trabalho.

As figuras mais importantes em minha vida, meus pais, António Lopes Fernandes e Maria Filomena Horta da Veiga, transmito meu mais profundo agradecimento pelos valores e conhecimentos que me possibilitaram alcançar este feito.

Ao meu filho Nadyr Fernandes, a esposa Carlita Tavares e os meus irmãos. Sem vocês, nada disso seria possível.

Por fim, mas não menos importante, dedico este trabalho a todas as pessoas que acreditaram em mim e me incentivaram ao longo desta jornada académica.

Muito obrigado!

Resumo

Este projeto tem o intuito de conceber e projetar uma estrutura de betão armado para um edifício de escritórios localizado na Covilhã, baseando-se nos critérios estabelecidos pelos eurocódigos estruturais vigentes.

O trabalho abrange diversas etapas, desde a interpretação dos desenhos de arquitetura até a estimativa orçamental da obra.

A metodologia inclui a escolha justificada dos materiais e sistema estrutural, a conceção da estrutura e pré-dimensionamento dos elementos, a quantificação e combinações das ações relevantes, a modelação e cálculo estrutural utilizando um programa de cálculo específico, a interpretação crítica dos resultados obtidos, a execução dos desenhos técnicos e, por fim a estimativa dos custos envolvidos na construção.

O objetivo principal deste projeto é aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Civil, desenvolvendo uma metodologia de trabalho própria e típica de um engenheiro de estruturas.

Palavras-chave

Projeto de Estabilidade; Estrutura de betão armado; Sistema Estrutural; Pré-dimensionamento; Dimensionamento; Pormenorização.

Abstract

This project aims to conceive and design a reinforced concrete structure for an office building located in Covilhã, based on the criteria established by the current structural Eurocodes.

The work encompasses several stages, from the interpretation of architectural drawings to the cost estimation of the project.

The methodology includes the justified selection of materials and structural system, the conception of the structure and pre-design of structural members, the quantification and combinations of relevant actions, structural modeling and calculation using specific design software, critical interpretation of the results obtained, the execution of technical drawings, and finally the estimation of costs involved in construction.

The main objective of this project is to apply the knowledge acquired throughout the Civil Engineering course, developing a typical methodology of a structural engineer.

Keywords

Structural Project; Reinforced concrete structure; Structural system; Pre-design; Design; Detailing.

Índice

1.	Introdução	4
1.1	Enquadramento e Objetivo da Dissertação	4
1.2	Estrutura da Dissertação	4
2	Descrição Geral do Edifício	6
2.1	Projeto de Arquitetura	6
2.2	Solução Estrutural	8
3	Critérios Gerais de Dimensionamento	9
3.1	Regulamentação aplicável	9
3.2	Estados Limites Últimos	9
3.3	Estados Limites de Utilização ou Serviço	10
3.3.1	Controlo de tensões	10
3.3.2	Controlo de Fendilhação	11
3.3.3	Controlo da Deformação	12
3.4	Materiais	13
3.4.1	Betão	13
3.4.2	Aço	13
3.5	Recobrimento das Armaduras e Classe de Exposição	15
3.6	Condições Geotécnicas	16
4	Ações	17
4.1	Definição das Ações	17
4.1.1	Ações Permanentes	17
4.1.2	Ações Variáveis	21
4.2	Combinações de Ações	34
5	Cálculo Estrutural	36
5.1	Pré-dimensionamento	36
5.1.1	Lajes	36
5.1.2	Vigas	38
5.1.3	Pilares	38

5.1.4	Fundações	43
5.2	Dimensionamento	43
5.2.1	Disposições construtiva	44
5.2.2	Dimensionamento manual	48
5.2.3	Dimensionamento automático	64
5.3	Análise crítica dos resultados obtidos, incluindo a comparação entre o cálculo manual e automático.	65
6	Considerações finais	68
	Referências Bibliográficas	71
	Anexos.....	73

Lista de Figuras

Figura 1- Alçados	6
Figura 2 - Cortes	7
Figura 3 - Plantas de pisos.....	7
Figura 4 - Laje Térrea (CypeCad)	8
Figura 5 - Valores característicos da resistência à compressão.....	13
Figura 6 - cálculo do peso próprio	18
Figura 7 - Modelo de cálculo impulso de terra sobre muro (Ftool 2017).....	20
Figura 8 - coeficiente de forma para a carga da neve	23
Figura 9 - Mapa de zonamento do território, carga da neve ao nível do solo	24
Figura 10 - Tectónica de Placas, Portugal (Fonte: GEO-ELVAS).....	25
Figura 11 -Zonamento Sísmico de Portugal Continental (NA.I).....	28
Figura 12 - Espectro de resposta horizontal do EC8	32
Figura 13 - Espectro elástico de acelerações.....	34
Figura 14 - Ordem de transferência de cargas verticais nos edifícios	36
Figura 15 - Vão condicionante para pré-dimensionamento da laje.....	37
Figura 16 - Áreas de influência dos pilares.....	39
Figura 17 - Secção tipo de uma sapata Isolada	43
Figura 18 - Viga do Pórtico 4, piso 1 (25x60)	51
Figura 19 - Modelo de Cálculo da viga do pórtico 4, Piso 1	51
Figura 20 - Esforço Transverso do pórtico 4, Piso 1.....	52
Figura 21 - Momento fletor do pórtico 4, Piso 1	52
Figura 22 - Divisão das faixas do pórtico Equivalente na direção xx.....	54
Figura 23 - Diagrama do momento fletor do pórtico na direção XX (kNm/m).....	54
Figura 24 - Divisão das faixas do pórtico Equivalente na direção yy	56
Figura 25 - Diagrama do momento fletor do pórtico na direção YY (kNm/m).....	56
Figura 26 - Perímetro básico de controlo ui.....	59
Figura 27 - Distribuição de tensões tangenciais devidas a um momento não equilibrado na ligação entre uma laje e um pilar interior.....	60
Figura 28 - Aberturas junto da área carregada	61
Figura 29 - Esforço Transverso junto do Pilar P9 (piso 1)	62
Figura 30 - Momento Fletor Mx e My do pilar P9 (Piso 1).....	62
Figura 31 - Modelo de cálculo (CypeCad).....	64
Figura 32 - Deslocamentos (CypeCad)	65
Figura 33 - Quantidades: Armaduras Inferior, direção xx (cm ² /m)	66

Figura 34 - Quantidades: Armaduras Inferior, direção yy (cm ² /m)	66
Figura 35 - Quantidades: Armaduras Superior, direção xx (cm ² /m)	67
Figura 36 - Quantidades: Armaduras Superior, direção yy (cm ² /m)	67

Lista de Tabelas

Tabela 1- Limites para as tensões no betão e no aço	11
Tabela 2 - Valores recomendados de $w_{máx}$ (mm)	12
Tabela 3 - Classes de resistência e propriedades do betão e aço	14
Tabela 4 - Recobrimentos mínimos e nominais	15
Tabela 5 - Peso de parede	19
Tabela 6 - Revestimento de pavimentos e coberturas	19
Tabela 7 - Sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas	21
Tabela 8 - Valores recomendados para os coeficientes para edifícios.....	22
Tabela 9 - Categorias de coberturas	22
Tabela 10 - Classes de importância para edifícios	26
Tabela 11 - Coeficiente de importância (γ_I)	27
Tabela 12 - Valores da aceleração máxima para sismo tipo1 e 2 – Covilhã (NA.I)	28
Tabela 13 - Tipos de terreno	29
Tabela 14 - Valores dos parâmetros definidos do espectro de resposta elástico para ação sísmica Tipo 1.....	29
Tabela 15 - Valores dos parâmetros definidos do espectro de resposta elástico para ação sísmica Tipo 2	30
Tabela 16 - Valor básico do coeficiente de comportamento, q_0 , para sistemas regulares em altura.....	31
Tabela 17 - Secção dos pilares Piso Recuado (Pré-dimensionamento)	40
Tabela 18 - Secção dos pilares Piso Recuado (Piso 3)	40
Tabela 19 - Secção dos pilares piso 2 (Pré-dimensionamento)	41
Tabela 20 - Secção dos pilares piso 1 (Pré-dimensionamento)	41
Tabela 21 - Secção dos pilares piso 0 (Pré-dimensionamento)	42
Tabela 22 - Secção dos pilares Cave (Pré-dimensionamento).....	42
Tabela 23 - Diâmetro mínimo de dobragem a fim de evitar danificar a armadura	44
Tabela 24 - Diâmetro mínimo de dobragem de varões	44
Tabela 25 - Comprimento de amarração dos varões	47
Tabela 26 - Comprimento de emenda de armaduras	48
Tabela 27 - Armaduras de viga à flexão	52
Tabela 28 - Armaduras de viga ao Esforço Transverso	53
Tabela 29 - Distribuição dos momentos na laje segundo EC2	55
Tabela 30 - Armadura longitudinal na laje em duas direções (kNm/m)	57
Tabela 31 - Valores de k para áreas carregadas retangulares	60

Lista de Acrónimos

ELU	Estados Limites Últimos
ELS	Estados Limites de Serviço
ECo	EN 1990 Eurocódigo: Bases para o projeto de estruturas
EC1	EN 1991 Eurocódigo 1: Ações em estruturas
EC2	EN 1992 Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão
EC8	EN 1998 Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência sísmica
DCM	Classe de Ductilidade Média
DCH	Classe de Ductilidade Alta

Lista de Símbolos

l → Comprimento; vão

Ed → valor de cálculo do efeito das ações

Rd → valor de cálculo da resistência correspondente

K_0 → Coeficiente de impulso em repouso

K_w → coeficiente que reflete o modo de rotura

$l_{b,req}$ → Comprimento de amarração de referência

$l_{b,min}$ → Comprimento de amarração mínimo

l_b → Comprimento de amarração

h → Altura total de uma secção transversal

C_p → Cargas Permanentes

R_{cp} → Restantes Cargas Permanentes

P_{sd} → Valor de cálculo da carga atuante

M_{sd} → Momento fletor atuante máximo

μ → Momento reduzido do betão

b → Largura da secção

d → Altura útil da secção

FC → Faixa Central

FL → Faixa Lateral

γ_c → Coeficiente parcial de segurança relativo ao betão

ω → Percentagem mecânica das armaduras

A_c → Área da secção transversal do betão

A_{inf} → Área de influência do pilar

NSPT → Número de pancadas SPT

P_p → Peso Próprio

A_s → Área da secção de uma armadura para betão armado

$A_{s, cal}$ → Secção da armadura requerida pelo cálculo

$A_{s, ef}$ → Secção da armadura efetivamente adotada

$A_{s, min}$ → Área da secção mínima de armadura

A_{sw} → Área da secção da armadura de esforço transversal

α_{cw} → coeficiente que tem em conta o estado de tensão no banzo comprimido

$V_{Rd, max}$ → Valor de cálculo do esforço transversal resistente

B_w → Largura da alma da secção

f_{syd} → Tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão

S → Espaçamento longitudinal dos estribos

f_{bd} → Valor de cálculo da tensão de rotura de aderência
 γ_{solo} → Peso específica do solo
 f_{ctd} → Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à tração
 f_{cd} → Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão
 f_{ywd} → valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras de esforço transverso
 f_{ctm} → Tensão de rotura do betão à tração simples aos 28 dias de idade
 f_{ck} → Tensão de cedência à tração do aço e das armaduras ordinárias
 f_{yd} → Valor de cálculo da tensão de cedência à tração
 f_{yk} → Valor característico da tensão de cedência à tração do aço das armaduras
 ag → Valor de cálculo da aceleração à superfície para um terreno do tipo A
 agR → Valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A
 $S_d(T)$ → Espectro de cálculo de acelerações
 C_e → Coeficiente de exposição
 C_t → Coeficiente térmico
 C_z → Coeficiente dependente da zona
 T → Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante
 TC → Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante
 TD → Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante
 q → Coeficiente de comportamento
 q_0 → Valor básico do coeficiente de comportamento
 w_k → Abertura máxima de fendas
 $w_{máx}$ → Abertura da fenda do elemento
 γ_I → Coeficiente de importância
 μ → Coeficiente de forma para a carga da neve
 μ_i → Coeficiente de forma para a carga da neve
 σ_{adm} → Valor da tensão admissível do solo
 ϕ → Ângulo de atrito interno
 Ψ_0 → Coeficiente para a determinação do valor de combinação de uma ação variável
 Ψ_1 → Coeficiente para a determinação do valor frequente de uma ação variável
 Ψ_2 → Coeficiente para a determinação do valor quase-permanente de uma ação Variável
 $V_{Rd,c}$ → Valor resistente ao punçoamento de uma laje sem armadura de punçoamento
 u_i → Perímetro do perímetro de controlo
 u_1 → Perímetro do primeiro perímetro de controlo

1. Introdução

1.1 Enquadramento e Objetivo da Dissertação

A presente dissertação refere-se à elaboração de um projeto de estrutura de um edifício destinado aos escritórios, no âmbito do trabalho final de mestrado, com finalidade de obtenção do grau de mestre em engenharia civil, na área de especialização em Estruturas e Construção. O objetivo principal da realização deste trabalho é a aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do curso, com especial incidência para as disciplinas de Mecânica e Estruturas, em particular as unidades curriculares mais relacionadas com a prática de projeto. Pretende-se também ao longo da realização deste trabalho, adquirir uma metodologia de trabalho própria e típica de um engenheiro de Estruturas.

Esta dissertação passou por desenvolver uma solução estrutural para garantir a segurança relativamente às ações regulamentares. Foram aplicados os critérios gerais de dimensionamento da regulamentação europeia em vigor nomeadamente os eurocódigos estruturais. Apresenta várias fases diferentes de execução de um projeto de estruturas, começando pela sua conceção estrutural, pré-dimensionamento, até à fase final de dimensionamento, procurando sempre respeitar o máximo possível a arquitetura original do edifício o que implica obter uma boa relação de economia. Por fim apresentam-se as peças escritas e desenhadas necessárias à correta execução da referida estrutura.

O dimensionamento dos elementos estruturais é realizado com o auxílio do programa de cálculo automático “CypeCad 2025”, um software de engenharia civil concebido para realizar cálculo tridimensional de estruturas de betão armado e mistas de edifício, permitindo resultados rápidos e rigorosos.

1.2 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, com intuito de facilitar a total compreensão de todos os intervenientes na obra.

Neste capítulo, apresenta-se uma breve introdução do trabalho, os objetivos principais, enquadramento e a forma como a presente dissertação está estruturada.

No capítulo 2, descreve-se o projeto de arquitetura, fazendo uma pequena descrição do edifício, como a área e o local de implantação, tipo de uso, números de pisos e a solução estrutural adotada.

No capítulo 3, apresenta-se os critérios gerais da verificação de segurança e as normas consideradas no projeto. Também no mesmo capítulo apresentam-se as propriedades dos materiais, classe de exposição, as condições geotécnicas adotadas.

No capítulo 4, apresentam-se todas as ações e as combinações consideradas no cálculo de dimensionamento.

No capítulo 5, é feito o pré-dimensionamento dos elementos estruturais e dimensionamento manual de alguns elementos estruturais.

No último capítulo, são apresentadas as principais conclusões obtidas em relação ao estudo realizado sobre este projeto.

Em anexo encontram-se apresentados os cálculos justificativos da ação sísmica gerado pelo CypeCad, as peças desenhadas, medições e orçamento.

2 Descrição Geral do Edifício

2.1 Projeto de Arquitetura

O projeto arquitetônico do edifício em estudo adota uma configuração retangular e está situado em um lote com uma área de implantação de 237,5 m², localizado na Covilhã.

Projetado especificamente para abrigar escritórios, a estrutura se desenvolve em cinco pisos acima da cota da soleira e um piso abaixo, formando uma cave totalmente enterrada (Figura 1, 2 e 3).



Figura 1- Alçados

O piso recuado está destinado a fins diferentes, estando dividido em diferentes zonas, nomeadamente: cozinha, arrecadação, refeitório e uma sala de apoio técnico, atendendo às necessidades práticas e de conforto dos ocupantes.

A comunicação vertical entre os diferentes pisos é garantida por uma combinação de escadas e elevadores, proporcionando acessibilidade total e facilitando a integração entre os ocupantes. O edifício tem uma cobertura plana, acessível à circulação de pessoas.

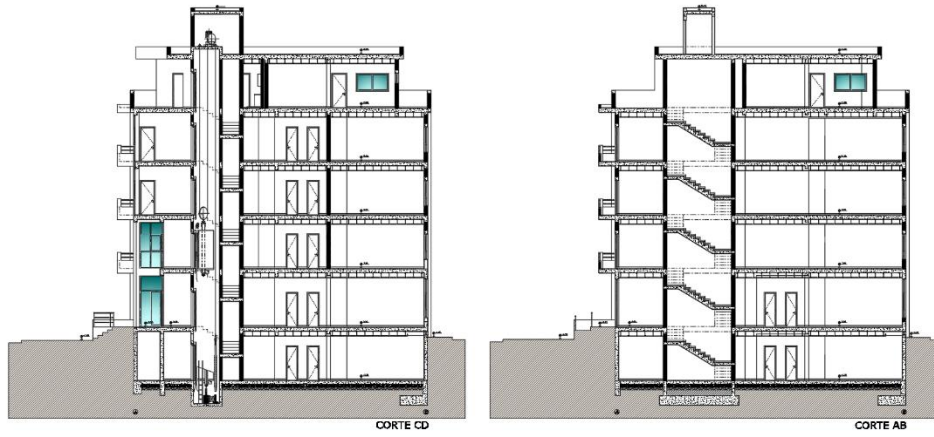


Figura 2 - Cortes

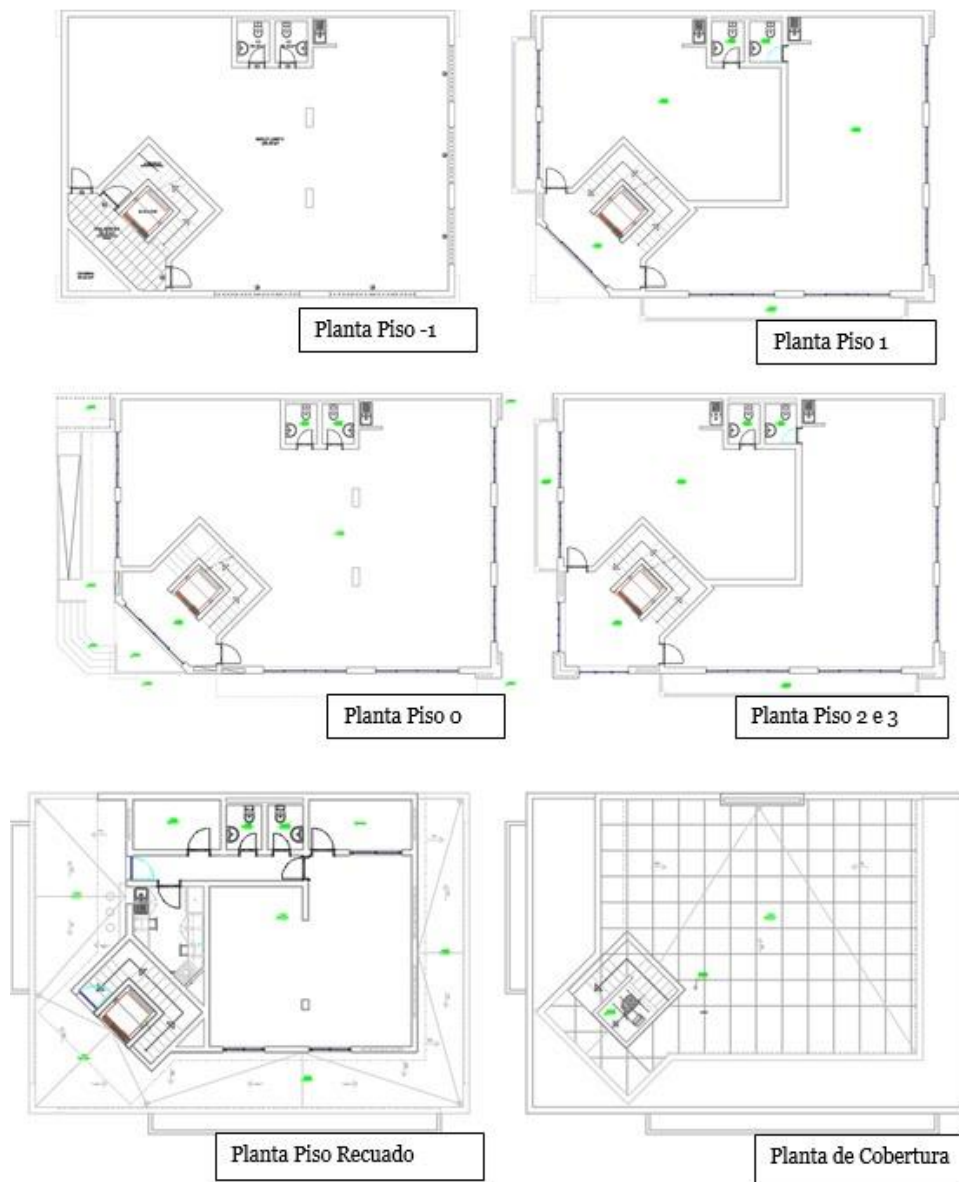


Figura 3 - Plantas de pisos

2.2 Solução Estrutural

No processo de conceção de um edifício, o primeiro passo é desenvolver uma solução que se alinhe à sua arquitetura. Por vezes, é condicionada, pelo carácter arquitetónico do edifício, já que a sua geometria limita a liberdade de escolha quanto ao posicionamento dos elementos estruturais, bem como as suas dimensões. Neste caso, o projeto apresenta uma geometria regular simples, o que possibilita que os pilares fiquem alinhados, criando assim uma malha regular possível.

Optou-se por uma estrutura de betão armado, constituída por lajes fungiformes maciças, pilares, muros de contenção, paredes resistentes e vigas de bordadura de reforço.

Ao nível da cave, considera-se uma Laje térrea ventilada de betão armado de 20+5 cm de altura, sobre cofragem perdida de peças de polipropileno reciclado, realizada com betão C25/30, XC2(p); S4, fabricado em central, e malha electrossoldada AR60 100X300 mm de aço A500 EL como armadura de distribuição, colocada sobre separadores homologados em camada de compressão de 5 cm de espessura, com juntas de retração de 5 mm de espessura, apoiada sobre base de betão de limpeza.

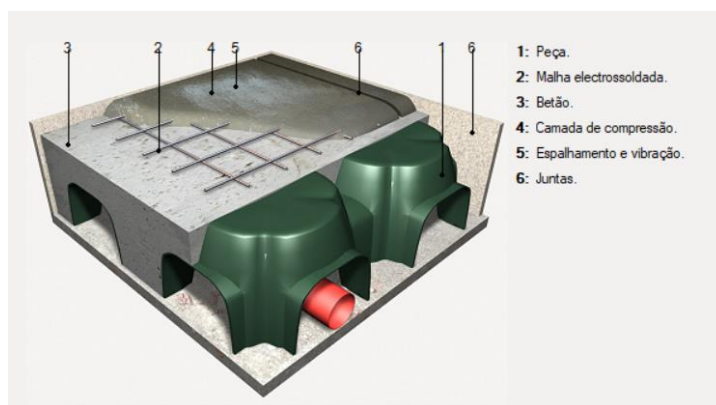


Figura 4 - Laje Térrea (CypeCad)

A solução estrutural adotada para este projeto é o resultado de um equilíbrio entre os requisitos técnicos, funcionais, estéticos e económicos, garantindo a segurança e o funcionamento adequado do edifício sem comprometer sua integridade arquitetónica.

3 Critérios Gerais de Dimensionamento

3.1 Regulamentação aplicável

Durante a fase de desenvolvimento deste projeto, foi essencial consultar uma diversidade de regulamentos, diretrizes e outros documentos, visando garantir a segurança estrutural do edifício. Entre estes regulamentos, destacam-se:

- EN 1990 Eurocódigo 0 – bases para o projeto de estrutura (ECO);
- EN 1991 Eurocódigo 1 – ações em estruturas (EC1);
- EN 1992 Eurocódigo 2 – projeto de estruturas de betão (EC2);
- EN 1998 Eurocódigo 8 – projeto de estrutura para resistência aos sismos (EC8);
- Tabelas Técnicas.

A avaliação da segurança das estruturas deve ser feita em relação a certos estados limites. O dimensionamento em relação aos estados limites para estruturas está definido na norma ECO. Nesta norma define-se que as estruturas devem ser projetadas e construídas de modo que, durante o seu período de vida previsto, possam suportar todas as ações e influências suscetível de ocorrer durante a sua execução e utilização.

Para a verificação da segurança em relação aos diferentes estados limites devem ser consideradas as combinações das ações cuja atuação simultânea seja provável e que produzam na estrutura os efeitos mais desfavoráveis.

3.2 Estados Limites Últimos

Os estados de limites últimos (ELU) são situações limite que não deverão ocorrer. As estruturas são assim dimensionadas para que a probabilidade de ocorrência destes estados limites seja praticamente nula. Podem ser verificados numa estrutura, isoladamente ou em simultâneo:

- a) perda de equilíbrio do conjunto ou parte da estrutura, considerada como corpo rígido.
- b) ruína por deformação excessiva, transformação do conjunto ou de parte da estrutura num mecanismo, rotura, perda de estabilidade da estrutura, incluindo apoios e fundações;
- c) rotura provocada por fadiga ou por outros efeitos dependentes do tempo.

A verificação de segurança a utilizar para os estados limites de rotura ou de deformação excessiva de uma secção, de um elemento ou de uma ligação é a seguinte:

$$Ed \leq Rd$$

3.1

Onde:

Ed valor de cálculo do efeito das ações;

Rd valor de cálculo da resistência correspondente.

3.3 Estados Limites de Utilização ou Serviço

Os estados de limites de serviços (ELS) podem ser definidos como aqueles de cuja ocorrência resultam prejuízos poucos severos, ao contrário dos estados limites últimos, de cuja ocorrência resultam grandes prejuízos.

Referem-se ao funcionamento da estrutura ou dos seus elementos estruturais em condições normais de utilização. Para estruturas de betão armado os estados limites a considerar são o controlo de tensões, estados limites de fendilhação e os estados limites de deformação.

O estado limite de serviço deverá basear-se em critérios relacionados com os seguintes problemas:

- a) deformações que afetam o aspeto, o conforto dos utentes ou funcionamento da estrutura;
- b) vibrações que causem desconforto às pessoas ou que limitem a eficiência funcional da estrutura;
- c) danos que possam afetar negativamente o aspeto, a durabilidade ou o funcionamento da estrutura, tal como como fendilhação excessiva.

3.3.1 Controlo de tensões

No que diz respeito à micro-fendilhação do betão, ela se manifesta quando a tensão atinge cerca de 70% da sua capacidade máxima de resistência à compressão. O código EC2 estabelece um limite para a tensão de compressão em $0,6 f_{ck}$ para as áreas expostas a ambientes das classes de exposição XD, XF e XS.

Outro motivo para limitar as tensões de compressão está relacionado ao fato de que o EC2 assume que as deformações de fluência são proporcionais às ações aplicadas e apresenta um modelo de cálculo baseado nessa hipótese. No entanto, quando as tensões de compressão excedem

aproximadamente 50% da resistência máxima do betão à compressão, a relação linear entre a fluência e as ações perde validade. Por essa razão, o EC2 impõe um limite máximo de $0,45 f_{ck}$ (t) para as tensões de compressão em situações de carga quase permanente. Caso a tensão no betão ultrapasse esse valor, é necessário considerar uma fluência não linear.

o EC2 considera que um nível de fendilhação ou de deformação inaceitável é evitado se, sob a combinação característica de ações, a tensão de tração na armadura não exceder $0,8 f_{yk}$, se a tensão for originada por ações, ou f_{yk} nos casos em que a tensão é devida a uma deformação imposta.

Tabela 1- Limites para as tensões no betão e no aço

Material	Descrição		Limite	Combinação de ações
Betão	Compressão máxima para betão nas classes de exposição XD, XF e XS		$\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$	Caraterística
	Limitação da fluência		$\sigma_c \leq 0,45 f_{ck}$	Quase-permanente
Aço	Deformações não elásticas	Ações	$\sigma_s \leq 0,8 f_{yk}$	Caraterística
		Deformação imposta	$\sigma_c \leq f_{yk}$	Caraterística

3.3.2 Controlo de Fendilhação

A fendilhação é normal em estruturas de betão armado. Ocorre sempre que as tensões de tração do betão ultrapassam a resistência do betão à tração. Pode ser provocada por esforços de tração, flexão, esforço transversal, torsão ou qualquer combinação destes esforços. Pode igualmente ser provocada pelo impedimento de deformações no betão originárias de fenómenos como a retração, as variações de temperatura ou assentamentos de apoio. Contudo, a fendilhação deverá ser limitada de forma a garantir que as fendas que se formam possuem uma abertura pequena de modo a garantir o seguinte:

- a) Evitar a corrosão das armaduras devido à penetração de agentes agressivos através das fendas até à armadura;
- b) Garantir a estanquidade a líquidos ou gases, que pode ser crítica especialmente no caso de reservatórios;
- c) Proporcionar aparência agradável;

Os valores limites recomendados para a abertura de fendas encontram-se definidos na NP EN 1992 de acordo com a classe de exposição a que a estrutura vai estar sujeita e com a combinação de serviço condicionante. Podendo, em cada caso, definir-se valores diferentes para a largura de fendas calculada, W_k , tendo em conta a função e a natureza da estrutura e os custos associados às medidas necessárias à limitação da fendilhação. Na tabela 2, apresenta-se os valores limite recomendados pelo EC2-Quadro 7.1N

Tabela 2 - Valores recomendados de $w_{máx}$ (mm)

Classe de Exposição	Elementos de betão armado e elementos de betão pré-esforçado com armaduras não aderentes	Elementos de betão pré-esforçado com armaduras aderentes
	Combinação de ações quase-permanente	Combinação de ações frequente
X0, XC1	0,4 (1)	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 (2)
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Descompressão
<p>NOTA 1: Para as classes de exposição X0 e XC1, a largura de fendas não tem influência sobre a durabilidade e este limite é estabelecido para dar em geral um aspecto aceitável. Na ausência de especificações no que respeita ao aspecto, este limite poderá ser reduzido.</p> <p>NOTA 2: Para estas classes de exposição deverá verificar-se, ainda, a descompressão para a combinação quase-permanente de ações.</p>		

3.3.3 Controlo da Deformação

As verificações necessárias para controlar as deformações podem incluir a limitação das flechas, rotação ou deslocamentos. Assim como a fendilhação excessiva, as deformações podem também ser causa de desconforto para os utilizadores.

Na impossibilidade de definir de maneira precisa estes estados limites, uma vez que dependerão do tipo de estrutura e de utilização, competirá ao projetista julgar e estabelecer as limitações adequadas a cada situação particular.

O EC2, estabelece os valores limites apropriados da deformação tendo em conta a natureza da estrutura, dos acabamentos, das divisórias e acessórios, e a função da estrutura. A flecha é calculada em relação aos apoios. As flechas inferiores a $vão/250$ não são, em geral, motivo de queixa pelos utilizadores, pelo que valores perto deste limite são comumente aceites como

razoáveis. No caso em que são suscetíveis de danificar elementos adjacentes à estrutura, as flechas deverão ser mais limitadas. Para as flechas que ocorram depois da construção, o limite de vão /500 (para as ações quase permanente), é normalmente aceitável.

3.4 Materiais

3.4.1 Betão

De acordo com o EC2 – 3.1, a tensão de rotura do betão à compressão é categorizada em classes de resistência do betão, as quais estão relacionadas com o valor característico (quantilho de 5%) da resistência à compressão, referido a provetes cilíndricos, f_{ck} , ou a provetes cúbicos, $f_{ck, cub}$, determinado aos 28 dias de acordo com a EN 206-1.

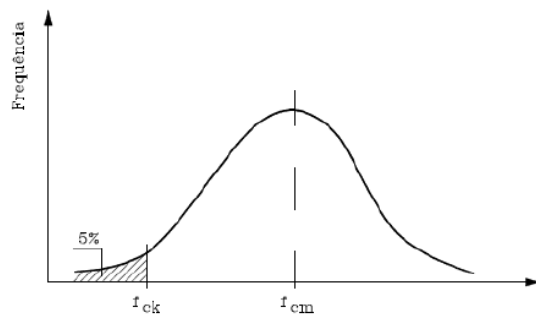


Figura 5 - Valores característicos da resistência à compressão

Os valores característicos da resistência f_{ck} e as correspondentes características mecânicas necessárias para o cálculo estão indicadas na tabela 3. As classes de resistência são, em termos de EC2, designadas através de:

C YY/CC

Em que:

C → betão

YY → valor característico da resistência em cilindros;

CC → valor característico da resistência em cubos.

No presente projeto, para todos os elementos estruturais, foi adotado um betão de classe C25/30.

3.4.2 Aço

O EC2 considera três classes de aços: A, B e C com características de ductilidade e relação entre a resistência à tração e tensão de cedência crescentes.

No âmbito do Anexo Nacional (NA.4.3), é especificado que as armaduras a serem utilizadas em Portugal devem pertencer às classes de resistência 400 ou 500. A designação do aço é da forma:

AYYY XZ SD

Em que:

A → aço;

YYY → tensão de cedência;

X → tipo de tratamento (N, normal; E endurecido);

Z → características da superfície (R, nervurado; L, liso);

SD → designação de ductilidade especial para os aços classe C.

Para este projeto específico, optou-se pelo uso do aço A500 NR SD. Esta escolha é motivada pela probabilidade de ocorrência de ação sísmica na estrutura. Nesse contexto, é crucial que a estrutura possua boa ductilidade para garantir a sua segurança. A obtenção dessa característica só é possível com materiais que permitam tal cenário, tornando necessário o uso de um aço com ductilidade especial.

Finalmente, de acordo com o Anexo Nacional da EN 1992-1-1 de 2010, é requisitado que o aço em questão pertença à classe C.

Para o cálculo dos estados limite últimos, foram empregues os coeficientes parciais de segurança relativos aos materiais γ , os quais estão definidos no ponto 2.4.2.4, especificados no Quadro 2.1N do mesmo regulamento. Poderão utilizar-se valores inferiores de γ , na condição de serem justificados por disposições que reduzam a incerteza da resistência calculada.

Para este projeto o coeficiente parcial de segurança efetivo do betão é de $\gamma_c = 1,5$ e para o aço $\gamma_s = 1,15$, para situações de projeto persistentes e transitórias.

Na Tabela 3, representam-se os valores característicos e de cálculo das tensões de rotura à compressão, bem como o valor da tensão de rotura e o modo de elasticidade dos materiais que serão utilizados no projeto.

Tabela 3 - Classes de resistência e propriedades do betão e aço

Materiais	Características	
Betão C25/30	f_{cd} (MPa)	16.7
	f_{ck} (MPa)	25
	$f_{ck\ cubo}$ (MPa)	30
	f_{cm} (MPa)	33
	f_{ctm} (MPa)	2.6
	$E_{C,28}$ (GPa)	31

	$f_{ctk, 0,05} (MPa)$	1.8
Aço A500 NR SD	$f_{yk} (MPa)$	500
	$f_{yd} (MPa)$	435
	$E_s (MPa)$	200
	ϵ_{yd}	2.175×10^{-3}

3.5 Recobrimento das Armaduras e Classe de Exposição

As armaduras usualmente utilizadas asseguram uma proteção suficiente contra a corrosão prematura, desde que sejam respeitados os requisitos de execução e de detalhe de armaduras propostos na regulamentação.

A espessura do recobrimento das armaduras, bem como a sua qualidade (aferida pela sua permeabilidade e alcalinidade) são fatores determinantes para evitar a penetração dos agentes agressivos, quer líquidos quer gasosos.

No Anexo Nacional (Quadro NA. II), resumem-se os valores de recobrimento das armaduras a adotar em Portugal, para períodos de vida das estruturas de 50 anos e de 100 anos. Os valores a adotar no cálculo deverão ser os correspondentes aos recobrimentos nominais.

No contexto deste projeto, de acordo com as condições ambientais presentes no local da implantação do edifício (classe de exposição com risco de corrosão induzida por carbonatação) foi considerado a classe XC2 (húmido, raramente seco).

Tabela 4 - Recobrimentos mínimos e nominais

		X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3
Tempo de vida útil de projeto de 50 anos (Classe Estrutural S4)	Recobrimento mínimo (mm)	10	15	25	30	35	40	45
	Recobrimento nominal (mm)	20	25	35	40	45	50	55

3.6 Condições Geotécnicas

O terreno de implantação do edifício é do tipo C, e com base no EC8 Quadro 3.1, este tipo de terreno é constituído por areia compacta ou mediamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros.

Neste projeto foi admitida um solo para fundação com as seguintes características:

- Areia compacta;
- $\gamma_{seco} = 18,6 \text{ KN/m}^3$ e $\gamma_{sat} = 21,6 \text{ KN/m}^3$;

A tensão admissível do solo foi adotada com base no resultado do ensaio de penetração padrão (SPT), um valor de $N_{spt} = 40$. Conforme prática comum na engenharia geotécnica, a tensão admissível do solo foi estimada multiplicando-se o valor de N_{spt} por um fator de correção, tipicamente situado na faixa de 12 a 14.

Assim, adotou-se um valor de tensão admissível do solo no local de implantação de 500 kPa.

É importante ressaltar que essa abordagem simplificada é frequentemente utilizada como uma estimativa inicial da capacidade de suporte do solo para o projeto de fundações. No entanto, projetos mais complexos podem demandar análises geotécnicas mais detalhadas e métodos de cálculo mais precisos.

4 Ações

4.1 Definição das Ações

As ações representam as forças externas que atuam sobre uma estrutura, e sua análise cuidadosa é essencial para garantir a segurança e funcionalidade da construção. De acordo com a sua variação no tempo, as ações devem ser classificadas em:

- Ações Permanentes (G);
- Ações Variáveis (Q);
- Ações de Acidente (A).

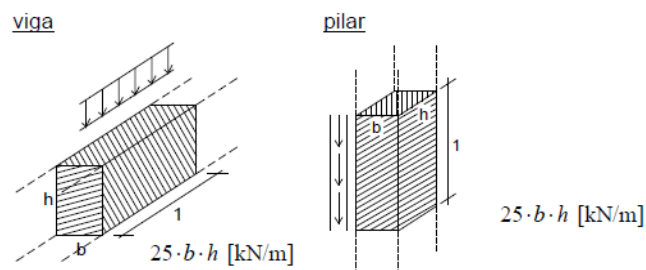
4.1.1 Ações Permanentes

As ações permanentes são aquelas que assumem valores constantes, ou com pequena variação em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida da estrutura.

Consideram-se como ações permanentes os pesos próprios dos elementos estruturais e não estruturais da construção, os pesos dos equipamentos fixos, os impulsos de terras, certos casos de pressões hidrostáticas, os pré-esforços e os efeitos da retração do betão e dos assentamentos de apoios.

4.1.1.1 Peso próprio

O peso próprio dos elementos estruturais calcula-se com recurso ao peso volúmico do betão γ_b , que toma o valor de 25,0 kN/m³. A carga quantifica-se através do produto do peso volúmico pela dimensão nominal de cada elemento. A Figura 6 ilustra o cálculo do peso próprio para vários elementos de betão armado.



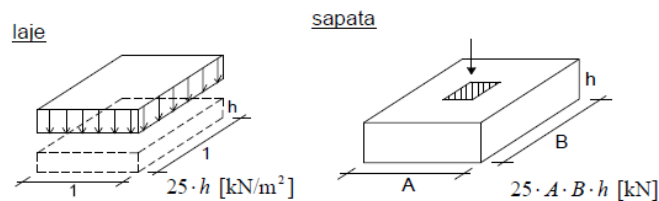


Figura 6 - cálculo do peso próprio

4.1.1.2 Restantes Cargas Permanentes

As restantes cargas permanentes são compostas pelos elementos não estruturais, nomeadamente revestimentos, paredes de alvenaria, coberturas, corrimãos, tetos falsos, isolamento térmico, equipamentos fixos, impulso de terra.

Para as restantes cargas permanentes consideradas no presente projecto foram utilizados valores tabelados e relativos a soluções construtivas correntes, como por exemplo as tabelas do IST.

4.1.1.2.1 Alvenarias

As alvenarias serão em tijolos furados de 30 x 20 x 22, espessura 0,24 m e peso de 2,50 KN/m². Para o cálculo da carga vertical da parede divisória sobre a laje foi utilizada a Equação 4.1.

$$Q = h \times g \times \frac{D}{A} \quad (\text{kN/m}^2) \quad 4.1$$

Sendo:

h – Altura da parede (m);

g – Peso próprio da parede de alvenaria por unidade de área (KN/m²);

D – Desenvolvimento em planta das paredes interiores (m);

A_p – Área do piso (m²).

A parede exterior em todos pisos foi contabilizada como cargas por metro linear. Para calcular a carga linear que a parede exerce sobre o piso, multiplica-se o peso da parede pela sua altura, conforme Equação 4.2.

$$Q = g \times h \quad (\text{kN/m}) \quad 4.2$$

Nas Tabelas 5 e 6, estão representadas as restantes cargas permanentes do projeto:

Tabela 5 - Peso de parede

Peso das paredes utilizados no projeto				
Parede	Espessura (m)	Altura (m)	Peso (KN/m ²)	Peso (KN/m)
Exterior (todos os pisos)	0.24	2.70	-----	6.8
Interior (Piso 0, 1, 2 e 3)	0.24	3.0	1.5	----
Interior (Piso recuado)	0.24	3.0	2.5	----

Tabela 6 - Revestimento de pavimentos e coberturas

Revestimento de pavimentos e cobertura		
Revestimento	Descrição	Peso (KN/m ²)
Pisos	Tacos, alcatifa ou mosaicos cerâmicos (incluindo até 5cm de camada de regularização e assentamento) e estuque ou teto falso na face inferior da laje.	1,5
Cobertura	Camada de forma de betão leve (até 8cm), telas de impermeabilização e proteção.	2,0

4.1.1.2 Impulso de Terras

Para calcular o impulso de terra (I) sobre as paredes da cave, foi utilizado a Equação 4.3:

$$I = K_0 \times h \times \gamma \quad 4.3$$

Sendo:

K_0 → Coeficiente de impulso em repouso;

h → Profundidade em relação à qual se pretende calcular o impulso (m);

$\gamma_{\text{solo}} \rightarrow$ Peso específica do solo (kN/m^3);

Para calcular o coeficiente de impulso em repouso dos solos coerentes foi recorrido a expressão semi-empírica de Jacky (1944), que é dada por:

$$K_o = 1 - \text{Sin } \Phi$$

Onde Φ é o ângulo de atrito interno. Esse ângulo foi estimado com base na expressão de f. Godoy (1983):

$$\Phi = 28^\circ + 0,4 \text{ NSPT} \quad 4.4$$

Então:

$$K_o = 1 - \text{Sin } 44^\circ = 0,305$$

$$\sigma_{h1} = K_o \times h \times \gamma_{\text{sat}} = 0,305 \times 3,30 \times 21,6 = 21,74 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{h2} = q_o \times K_o = 10 \times 0,305 = 3,05 \text{ kN/m}^2, \text{ considerando uma sobrecarga } q = 10 \text{ kN/m}^2$$

Para a verificação do momento reduzido (μ), foi majorado a resultante do diagrama triangular (impulso do solo) pelo coeficiente 1.35 e para resultante do diagrama retangular (sobrecarga) pelo coeficiente 1.5.

$$\sigma_{h1} = 29,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{h2} = 4,58 \text{ kN/m}^2$$

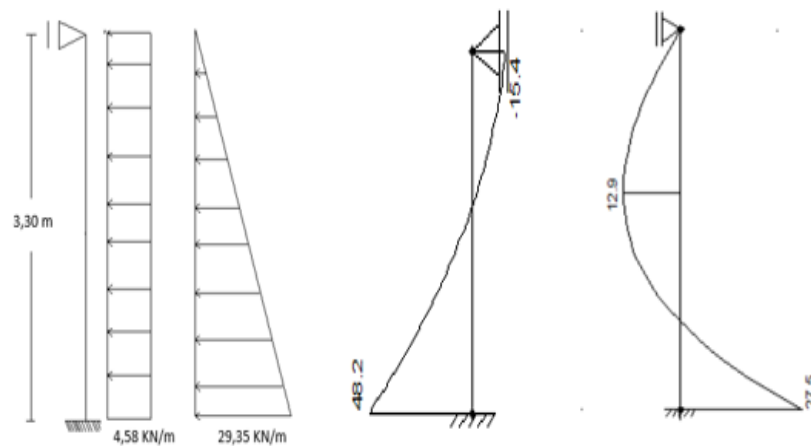


Figura 7 - Modelo de cálculo impulso de terra sobre muro (Ftool 2017)

Embora a verificação indicasse que a espessura menor seria eficiente, foi adotada a espessura de 25 cm para o muro por atender ao condicionante do projeto de arquitetura para garantir a coerência e uniformidade do design geral do edifício.

$$\mu = \frac{M_{sd}^-}{b \times d^2 \times f_{cd}} = \frac{27,5}{1 \times 0,22^2 \times 16,7 \times 10^3} = 0,034 \leq 0,18$$

$$\mu = \frac{M_{sd}^+}{b \times d^2 \times f_{cd}} = \frac{12,9}{1 \times 0,22^2 \times 16,7 \times 10^3} = 0,016 \leq 0,18$$

4.1.2 Ações Variáveis

As ações variáveis são aquelas que assumem valores com variação significativa em torno do seu valor médio durante a vida da estrutura. Consideram-se como ações variáveis as sobrecargas, as ações do vento, dos sismos, das variações de temperatura, da neve, dos atritos em aparelhos de apoio e, em geral, as pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas.

No presente trabalho considera-se como ações variáveis as sobrecargas de utilização, ação da neve, vento e ação sísmica.

4.1.2.1 Sobrecarga de utilização

Os valores para sobrecargas em pavimentos, varanda e escadas de edifícios estão divididos em categorias, de acordo com as suas utilizações específicas, indicadas na Tabela 6.2 do Anexo Nacional da NP EN 1991 do EC1. O presente projeto pertence a Categoria B.

Tabela 7 - Sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas

Sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas		
Zonas carregadas	qk(KN/m ²)	Qk (KN)
Pavimentos	3,0	4,0
Varandas	Ver a Nota 1	Ver a Nota 3
Escadas	Ver a Nota 2	Ver a Nota 3

Nota 1: Deve adotar-se uma sobrecarga uniformemente distribuída idêntica à do pavimento adjacente, com um mínimo de 5,0 KN/m² numa faixa de 1 m de largura adjacente ao parapeito.

Nota 2: Deve adotar-se uma sobrecarga uniformemente distribuída idêntica à do pavimento adjacente, com um mínimo de 3,0 KN/m².

Nota 3: Deve adotar-se uma sobrecarga concentrada idêntica à do pavimento adjacente.

Na Tabela 8 a seguir, indicam-se os coeficientes de combinação (Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2), adotados, definidos através do Quadro A1.1 do ECo.

Tabela 8 - Valores recomendados para os coeficientes para edifícios

Ação (Sobrecargas em edifícios)	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Categoria B: Zonas de Escritórios	0,7	0,5	0,3

Para a cobertura os valores da sobrecarga estão divididos em três categorias de acordo com a sua acessibilidade, como é possível observar em 6.3.4.1 [1], indicado no quadro 6.9 do EC1.

Tabela 9 - Categorias de coberturas

Categorias de coberturas	
Categoria	Utilização específica
H	Coberturas não acessíveis, exceto para operações de manutenção e reparação correntes
I	Coberturas acessíveis com utilização definidas nas categorias A a G
K	Coberturas acessíveis para utilizações especiais, tais como aterragem de helicópteros

O edifício em estudo tem uma cobertura acessível, o que permite concluir que pertence à categoria I, e o valor da sobrecarga para as coberturas dessa categoria estão indicadas na Tabela 9.

4.1.2.2 Ação da Neve

As características de uma cobertura e outros fatores podem causar diferentes distribuições das cargas (forma da cobertura, as suas propriedades térmicas, a rugosidade da sua superfície, proximidade de outros edifícios, o terreno adjacente, as condições meteorológicas locais).

Quanto às situações e disposições de cargas a utilizar em função das condições locais, o edifício em estudo está localizado numa zona de condição normal caso A (sem neve como ação de acidente). A carga da neve em cobertura foi determinada para as situações de projeto persistente/transitória (NP EN1991-1-3 [3]), onde calcula-se através da Equação 4.5.

$$S = \mu_i \times C_e \times C_t \times S_k \quad 4.5$$

Sendo:

μ_i - Coeficiente de forma para a carga da neve;

S_k - Valor característico da carga da neve ao nível do solo;

C_e - Coeficiente de exposição;

C_t - Coeficiente térmico.

O coeficiente de forma para carga de neve (μ_i), está representado nas Figuras 5.1 e 5.2 da mesma norma em [5.3.2].

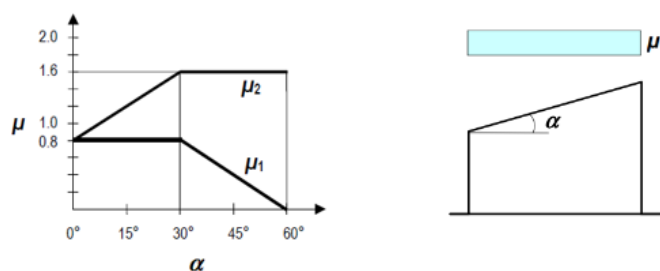


Figura 8 - coeficiente de forma para a carga da neve

Deste modo, pode-se concluir que para uma cobertura plana o valor do coeficiente de forma corresponde $\mu_i = 0,8$.

Os valores recomendados de coeficiente de exposição (C_e), para diferentes topografias estão definidos em 5.2 (7). Considerando a topografia normal, esse coeficiente toma o valor 1,0.

O coeficiente térmico (C_t), deverá ser utilizado para ter em conta a redução das cargas da neve em coberturas com elevada transmissão térmica, em particular no caso de certas coberturas envidraçadas, devido à fusão da neve provocada pelo fluxo de calor. Para todos os outros casos a norma recomenda usar o valor de $1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Para efeito da determinação dos valores das cargas devidas à neve, o território nacional é classificado em zonas (NA-4.1(1)), conforme ilustrado na Figura 9.

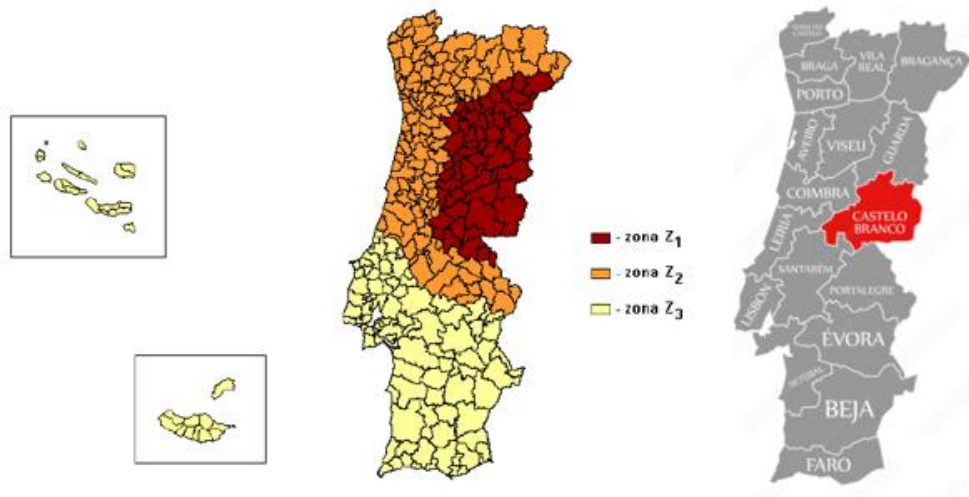


Figura 9 - Mapa de zonamento do território, carga da neve ao nível do solo

Os valores característicos da carga da neve ao nível do solo (S_k), expressos em KN/m^2 , são determinados por:

$$S_k = C_z \times [1 + (H/500)]^2 \quad 4.6$$

Em que:

C_z - Coeficiente dependente da zona, (igual a 0,3 para zona Z1, 0,20 para zona Z2 e 0,10 para a zona Z3);

H - Altitude do local, em metros.

O edifício será implantado no distrito de Castelo Branco - Covilhã, zona Z1 ($C_z = 0,3$) e está a uma altitude de 400 metros.

$$S_k = 0,3 \times [1 + (400/500)]^2 = 0,492 \text{ kN/m}^2$$

$$S = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

4.1.2.3 Temperatura

No presente projeto, o efeito da temperatura não foi levado em consideração, uma vez que pode ser dispensada nas estruturas de betão armado, cuja maior dimensão em planta não exceda os 30 metros (regra de projeto comumente utilizada na prática).

4.1.2.4 Ação Sísmica

Outra ação a ser considerado é a atividade sísmica, que em Portugal Continental tem uma relevância significativa devido à sua localização a norte da fronteira das placas tectônicas Africana e Euroasiática, como se pode ver na Figura 10. Além disso, há também a interseção dessas placas com a placa norte americana, aumentando o risco de ocorrências sísmicas. Por essas razões, é crucial levar em conta esse fenômeno em projeto.

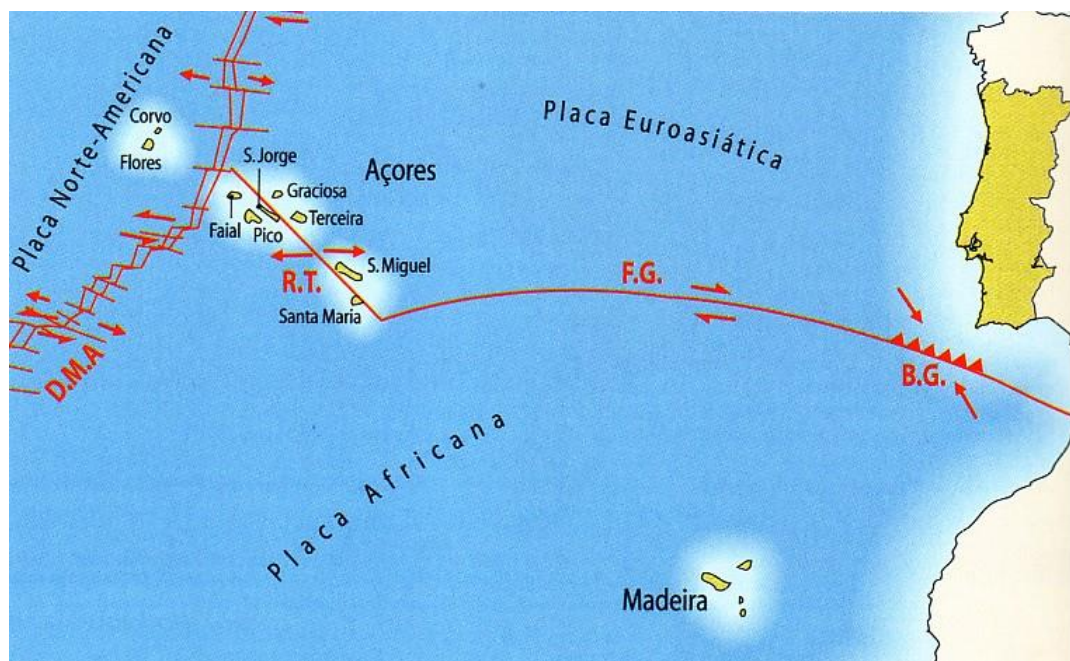


Figura 10 - Tectónica de Placas, Portugal (Fonte: GEO-ELVAS)

As estruturas nas regiões sísmicas devem ser projetadas e construídas de forma que sejam satisfeitos os seguintes requisitos, cada um com um grau adequado de fiabilidade. A norma NPEN 19989-1, 2010 estabelece essas diretrizes de forma a assegurar que, em caso de um sismo, sejam garantidos:

- Não ocorrência de colapso:

A estrutura deve ser projetada e construída de forma a resistir à ação sísmica sem colapso local ou global, mantendo assim a sua integridade estrutural e uma capacidade resistente residual depois do sismo, assegurando desta forma que vidas humanas sejam salvas.

De acordo com o ponto 2.1 do mesmo regulamento, a ação sísmica de cálculo é expressa a partir da ação sísmica de referência associada a uma probabilidade de excedência (PNCR), em 50 anos ou a um período de retorno de referência (TNCR) e em função do coeficiente de importância (γ_i).

- Limitação de danos:

O requisito de limitação de danos estabelece que, em caso de ocorrência de um sismo, com a probabilidade de ocorrência maior do que a ação sísmica de cálculo, a estrutura não sofra danos nem limitações de utilização. Assim, a ação sísmica de cálculo é expressa a partir da ação sísmica de referência associada a uma probabilidade de excedência (PDLR), em 10 anos.

4.1.2.4.1 Classes de Importância e coeficiente de importância

Os edifícios são classificados em 4 classes de importância em função das consequências do colapso em termos de vidas humanas, da sua importância para a segurança pública e para a proteção civil imediatamente após o sismo.

Tabela 10 - Classes de importância para edifícios

Classe de importância	Edifícios
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a proteção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais elétricas, etc.

Em Portugal, os coeficientes de importância a adotar são indicados na Tabela 11, retirado do Anexo Nacional (NA II).

Tabela 11 - Coeficiente de importância (γ_I)

Classe de importância	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
I	0,65	0,75	0,85
II	1,00	1,00	1,00
III	1,45	1,25	1,15
IV	1,95	1,50	1,35

4.1.2.4.2 Zonas sísmicas

Os territórios nacionais estão divididos em zonas sísmicas, dependendo da sismicidade local. De acordo com a alínea e) do Anexo nacional da (NPEN1998-1, 2010), em Portugal continental deve-se considerar os dois tipos de ação sísmica no dimensionamento das estruturas. Porém, para o arquipélago dos Açores só se deve considerar a Ação Sísmica do tipo II e na Madeira, a Ação Sísmica do tipo I.

De acordo com o ponto 3.2.1 [2] EN1998, a sismicidade de cada zona é descrita por um único parâmetro a_{gR} , isto é, o valor de referência da aceleração máxima na base num terreno do tipo A e é definido consoante o tipo de ação sísmica (Quadro 3.4). Salienta-se que segundo o mesmo ponto, este valor é referente ao período de retorno de referência (475 anos) para o requisito de não colapso, associado a um coeficiente de importância (γ_I), igual a 1,0.

Caso se pretenda obter o valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A, a_g , para outros períodos de retorno, deve-se multiplicar o valor do a_{gR} pelo coeficiente de comportamento (γ_I), do período de retorno pretendido.

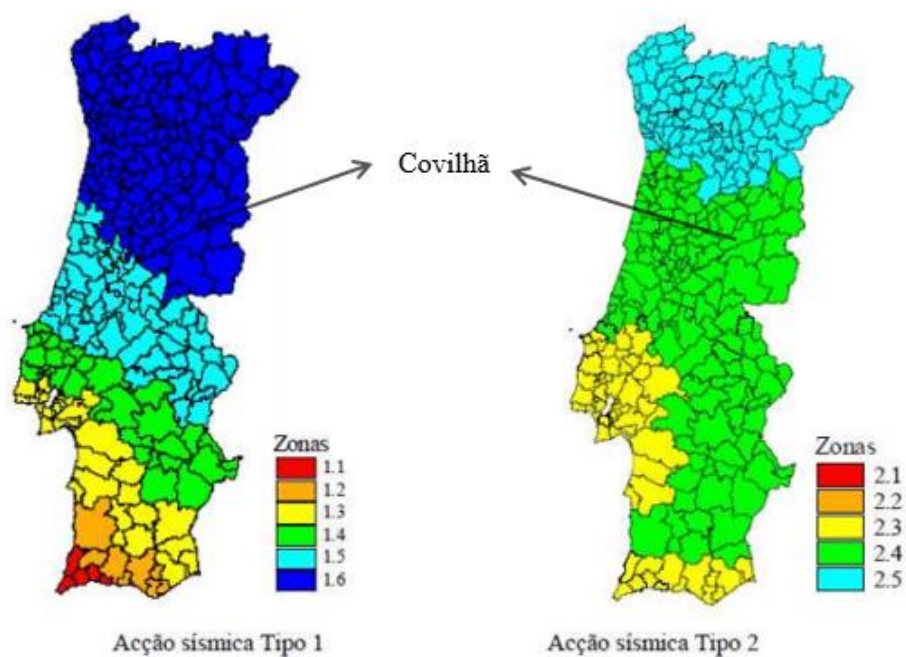


Figura 11 -Zonamento Sísmico de Portugal Continental (NA.I)

O local da construção edifício será na Covilhã, de acordo com Anexo Nacional (NA. I) o código de município da Covilhã é 0503. Na tabela 12 constam os valores da aceleração máxima da ação sísmica para o tipo I e tipo II.

Tabela 12 - Valores da aceleração máxima para sismo tipo1 e 2 – Covilhã (NA.I)

Portugal Continental		Ação sísmica			
Código do município	Designação	Tipo I		Tipo II	
		Zona sísmica	Aceleração a_{gR} (m/s ²)	Zona sísmica	Aceleração a_{gR} (m/s ²)
0503	Covilhã	1,6	0,35	2,4	1,1

4.1.2.4.3 Classe do solo

Para ter em conta a influência das condições locais do terreno na ação sísmica os terrenos podem ser classificados e descritos por perfis estratigráficos e pelos parâmetros apresentados no Quadro 3.1 da NPEN1998.

Tabela 13 - Tipos de terreno

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (palcadas/30 cm)	c_u (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	> 800	–	–
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com $v_s > 800$ m/s			
S_1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade ($PI > 40$) e um elevado teor de água	< 100 (indicativo)	–	10 - 20
S_2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S_1			

Também poderá ser tomada em conta a influência da geologia profunda na ação sísmica, estando especificado no Anexo Nacional (Quadro NA-3.2 e 3.3), incluindo os valores dos parâmetros S , TB , TC e TD que definem os espectros horizontais e verticais de resposta elástica.

Tabela 14 - Valores dos parâmetros definidos do espetro de resposta elástico para ação sísmica Tipo 1

Tipo de Terreno	S_{max}	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1,0	0,1	0,6	2,0
B	1,35	0,1	0,6	2,0
C	1,6	0,1	0,6	2,0
D	2,0	0,1	0,8	2,0
E	1,8	0,1	0,6	2,0

Tabela 15 - Valores dos parâmetros definidos do espectro de resposta elástico para ação sísmica Tipo 2

Tipo de Terreno	S_{max}	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1,0	0,1	0,25	2,0
B	1,35	0,1	0,25	2,0
C	1,6	0,1	0,25	2,0
D	2,0	0,1	0,3	2,0
E	1,8	0,1	0,25	2,0

4.1.2.4.4 Regularidade em altura

Um edifício classificado como regular em altura deve satisfazer as condições indicadas na NPEN1998 em 4.2.3.3.

Neste edifício todos os sistemas resistentes a ações laterais, tais como núcleos e pórticos, são contínuos desde a fundação até ao topo do edifício.

A rigidez lateral e a massa desde a base até ao topo do edifício permanecem praticamente constantes, embora existe uma redução no piso recuado, mas não superior a 50% da dimensão em planta do nível inferior. Com estas verificações pode se concluir que o edifício é regular em altura.

4.1.2.4.5 Coeficientes de comportamento para as ações sísmicas horizontais

A seguir, define-se o coeficiente de comportamento (q). A este coeficiente está associada uma redução das forças obtidas pela análise linear, a qual tem em consideração a resposta não linear da estrutura e é influenciada pelo material, pelo sistema estrutural e pelos procedimentos de projeto.

Após a caracterização do sistema estrutural, da escolha da classe de ductilidade (neste projeto será considerado média capacidade de dissipação de energia - DCM) e da regularidade em altura, calcula-se o coeficiente de comportamento da seguinte forma.

$$q = q_0 \times K_w \geq 1,5$$

4.7

Em que:

q_0 - valor básico do coeficiente de comportamento, função do sistema estrutural e da sua regularidade em altura;

K_w - coeficiente que reflete o modo de rotura.

Para edifícios regulares em altura, os valores básicos do coeficiente de comportamento, para vários tipos de estruturas são representados no quadro 5.1 do mesmo regulamento.

Tabela 16 - Valor básico do coeficiente de comportamento, q_0 , para sistemas regulares em altura

Tipo estrutural	DCM	DCH
Sistema porticado, sistema misto, sistema de paredes acopladas	3,0 $\alpha u / \alpha 1$	4,5 $\alpha u / \alpha 1$
Sistema de paredes não acopladas	3,0	4,0 $\alpha u / \alpha 1$
Sistema torsionalmente flexível	2,0	3,0
Sistema de pêndulo invertido	1,5	2,0

Nata tabela anterior,

$\alpha 1$ - valor pelo qual a ação sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para ser atingida pela primeira vez a resistência à flexão em qualquer elemento da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras ações de cálculo;

αu - valor pelo qual a ação sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para formar rótulas plásticas num número de seções suficiente para provocar a instabilidade global da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras ações de cálculo. O coeficiente αu poderá ser obtido a partir de uma análise estática não linear (pushover) global.

Neste projeto, o fator de majoração ($\alpha u / \alpha 1$) tem um valor de 1,3. Esse valor está associado a edifícios de vários pisos, pórticos ou sistemas mistos equivalentes a pórticos com vários tramos. Além disso, o coeficiente K_w assume valor unitário para sistemas porticados ou sistemas mistos

equivalentes a pórticos. Essas informações podem ser encontradas nos pontos 5 e 11 da cláusula 5.2.2.2 do mesmo regulamento. De onde resulta um valor do coeficiente de comportamento de:

$$q_0 = (3,0 \times 1,3) \times 1,0 = 3,9$$

4.1.2.4.6 Espectro de dimensionamento de acelerações

De acordo com art.º 3.2.2.1 (1) do Ec8 para a quantificação da ação sísmica num formato quantitativo passível de análise, são utilizados espectros de resposta elásticos de aceleração, que simulam o movimento sísmico num dado ponto da superfície do terreno.

Em termos concretos os espectros de resposta podem ser definidos como a representação gráfica do valor máximo da resposta (em termos de deslocamento, aceleração, esforços, etc.) de um determinado conjunto de osciladores de um grau de liberdade, quando solicitados por uma ação sísmica. Na Figura 12 encontra-se representado o espectro de cálculo horizontal para estruturas com coeficiente de amortecimento (q) de 5% (valor de referência para estruturas de betão armado) e as respetivas expressões associadas (art.º. 3.2.2.5 do EC8):

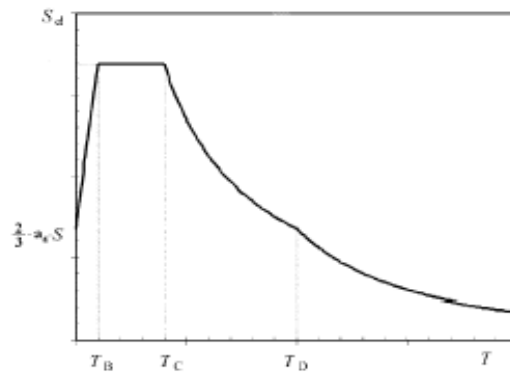


Figura 12 - Espectro de resposta horizontal do EC8

Com todos os elementos anteriormente mencionados, o Ec8 em 3.2.2.5[4], o espectro de dimensionamento sísmico obtém-se reduzindo o espectro elástico para cada um dos tipos de ação sísmica pelo fator de comportamento (q_0), conforme as Equações 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11.

$$0 \leq T \leq T_B \rightarrow S_d(T) = a_g \times S \times \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \times \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad 4.8$$

$$T_B \leq T \leq T_C \rightarrow S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \quad 4.9$$

$$T_C \leq T \leq T_D \rightarrow S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \times \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad 4.10$$

$$T_D \leq T \rightarrow S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \times \left[\frac{T_C \times T_D}{T^2} \right] \quad 4.11$$

Em que:

$S_d(T)$ - Espectro de cálculo;

q - Coeficiente de comportamento;

T - Período de vibração;

a_g - Valor de cálculo da aceleração à superfície;

T_B - Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante;

T_C - Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante;

T_D - Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante;

S - Coeficiente de solo;

β - Coeficiente correspondente ao limite inferior do espectro de cálculo horizontal.

Segundo o NA-3.2.2.2(2)P para a definição dos espectros de resposta elásticas em Portugal, o valor do parâmetro S deve ser determinado conforme as Equações.

$$\text{para } a_g \leq 1m/s^2 \rightarrow S = S_{\text{máx}} \quad 4.12$$

$$\text{para } 1m/s^2 < a_g < 4m/s^2 \rightarrow S = S_{\text{máx}} - \frac{S_{\text{máx}}-1}{3}(a_g - 1) \quad 4.13$$

$$\text{para } a_g \geq 4m/s^2 \rightarrow S = 1.0 \quad 4.14$$

Em que:

$ag = agR \times \gamma I$ – valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo B, em m/s^2 . O edifício em estudo é de escritórios, classificado por uma classe de importância II, levando que em ambos os tipos de sismo o coeficiente de importância, γI , tome o valor de 1,0.

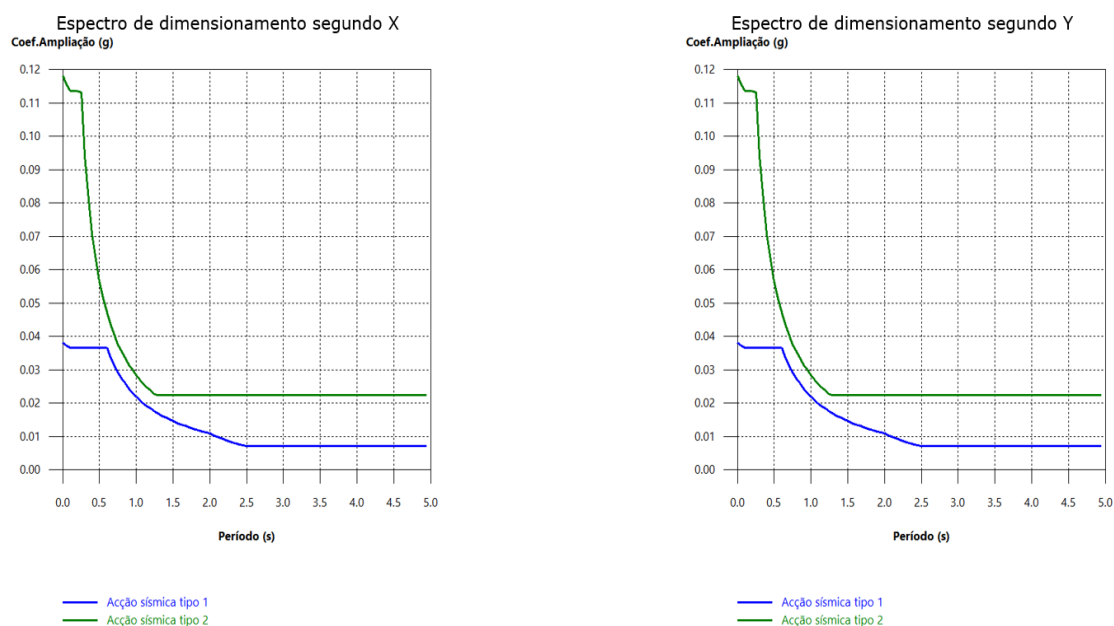


Figura 13 - Espectro elástico de acelerações

4.2 Combinações de Ações

Para o dimensionamento de um edifício o regulamento recomenda combinações de várias ações e é necessário ter em consideração que as ações não atuam isoladamente nem em simultâneo com os seus valores característicos, mas tendo em conta as probabilidades de ocorrência mediante coeficientes de combinações a utilizar em cada combinação como é definido no Quadro A1.1 do anexo A1 do ECo.

Para o dimensionamento da estrutura recorreu-se às combinações de ações preconizadas no mesmo regulamento:

- Estados Limites Últimos – Combinação Fundamental (art.º 6.4.3.2)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + Y_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} Y_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Estados Limites Últimos – Ação Sísmica (art.º 6.4.3.4)

$$E_d = G_{k,j} + A_{E,d} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Estados Limites de Serviço – Combinação Quase-Permanente (art.º 6.5.3 (c))

$$E_d = G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Sendo:

E_d - Valor de dimensionamento do efeito de uma ação;

γ_G - Coeficiente parcial relativo às ações permanentes, G;

γ_Q - Coeficiente parcial relativo às ações variável, Q;

ψ_0 - Coeficiente de combinação para as ações variáveis;

ψ_2 - Coeficiente de combinação quase-permanente para as ações variáveis;

G_K - Valor característico de uma ação permanente;

$Q_{K,i}$ - Valor característico de uma ação variável;

$Q_{K,1}$ - Valor característico de uma ação variável base;

$A_{E,d}$ - Valor de cálculo da ação sísmico ($A_{E,d} = Y_i \times A_{E,k}$)

Y_i - Coeficiente de importância

$A_{E,k}$ - Valor característico da ação sísmica para o período de retorno de referência.

É de referir também que os valores característicos, para cada uma das ações, devem ser convenientemente reduzidos de acordo com o definido no regulamento.

5 Cálculo Estrutural

Neste capítulo, após a definição da solução estrutural, procede-se ao pré-dimensionamento dos elementos estruturais com o objetivo de determinar as dimensões que satisfaçam as condições exigidas. Após essa análise inicial, são feitos os ajustes necessários, determinando a geometria da estrutura final, e conseqüentemente, as cargas reais que permitem o dimensionamento segundo a NP EN 1992-1-1.

5.1 Pré-dimensionamento

No processo de pré-dimensionamento utiliza-se uma combinação fundamental de ações, por ser a mais indicada para realizar uma verificação de segurança aos estados de limites últimos de segurança.

Naturalmente, por forma a respeitar a ordem de transferência de cargas verticais do edifício, foi estabelecida a seguinte ordem do pré-dimensionamento:

1. Lajes;
2. Vigas;
3. Pilares, paredes e muros;
4. Fundações.

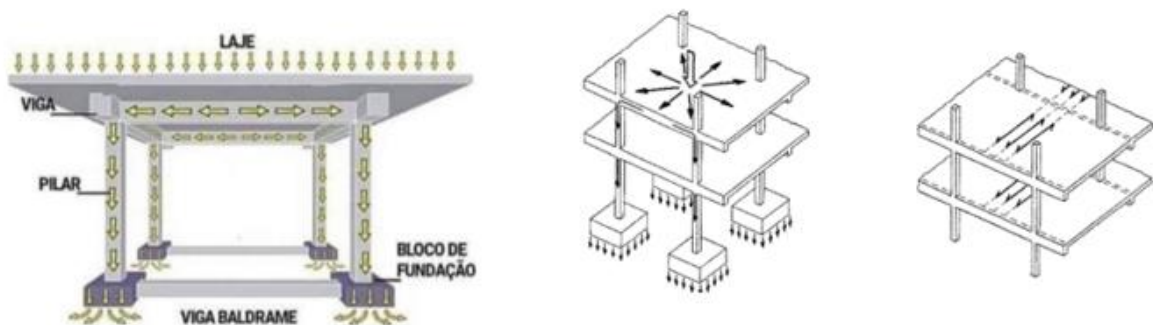


Figura 14 - Ordem de transferência de cargas verticais nos edifícios

5.1.1 Lajes

As lajes são elementos laminares planos com cargas geralmente distribuídas perpendiculares ao plano médio e trabalham essencialmente à flexão e ao esforço transverso. Todas as lajes foram

consideradas como lajes fungiformes, com exceção da laje do piso recuado, onde se optou por uma composição de laje fungiforme + laje vigada maciça na zona onde nascem os pilares. Embora haja dois tipos de lajes no piso recuado, para estimar a espessura optou-se por considerar como laje fungiforme (mais desfavorável em termos de deformação).

Levando em conta o controlo indireto da deformação e do nível de esforços (flexão e punçoamento), para sobrecargas correntes de edifícios, a altura destas lajes foi estimada usando a fórmula empírica conforme a Equação 5.1. Em geral, a espessura varia entre 12cm e os 30cm

$$h = \frac{L_{m\acute{a}x}}{25 \text{ a } 30} \quad 5.1$$

Onde:

h - Espessura da laje;

$l_{m\acute{a}x}$ – Máximo vo entre os pilares.

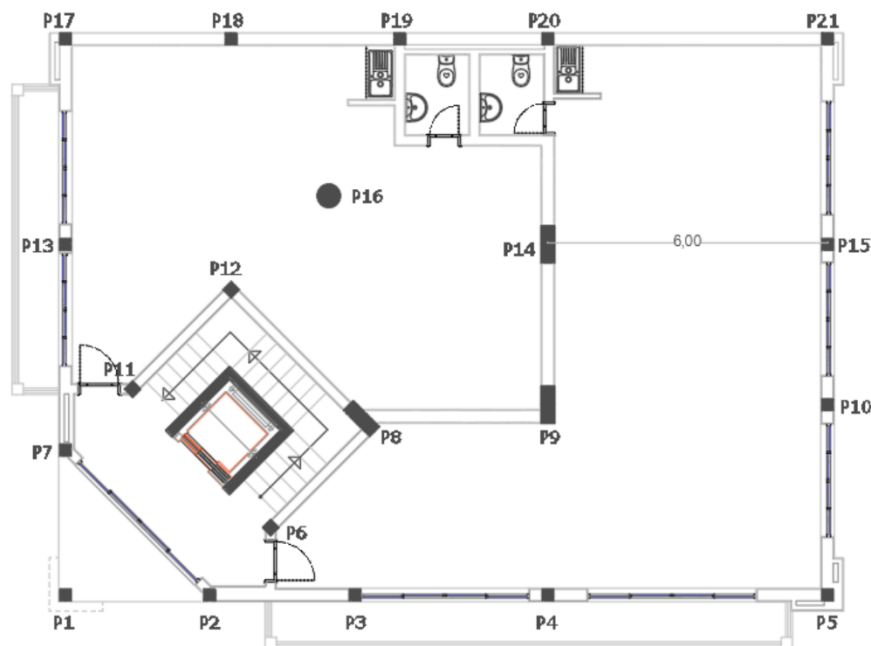


Figura 15 - Vo condicionante para pré-dimensionamento da laje

Na planta de distribuio ilustrada anteriormente, a distância máxima entre os pilares  de 6,0 metros. Tendo por base este valor, foi adotado uma espessura de 0,22 metros.

5.1.2 Vigas

No pré-dimensionamento das vigas, é importante considerar também os aspetos arquitetónicos na determinação da largura e altura. É preferível que a largura da viga seja igual à largura dos pilares.

Quanto às alturas, não há um limite máximo regulamentar. Elas estão condicionadas pelas aberturas existentes nas paredes, como janelas, portas, e pela presença de caixas de estores, entre outros fatores.

A expressão para o cálculo das alturas das vigas é a seguinte:

$$h = \frac{l}{10 a 12} \quad 5.2$$

Em que:

h - Altura da viga;

l – Vão máximo entre os pilares.

5.1.3 Pilares

Um pilar é um elemento cuja secção tem uma altura que não excede 4 vezes a sua largura e cuja altura é pelo menos 3 vezes a altura da secção. Caso contrário deve ser considerado como uma parede. (EC2-5.3.1 (7)).

Para estimar inicialmente a área mínima de secção de betão necessária, a prática mostra que, nos casos correntes, se pode considerar que a área total de armadura (A_s) representa cerca de 1% da área total de betão. O objetivo é ter tensões moderadas nos materiais em serviço.

A estrutura localizada em zona sísmica, é usual impor a seguinte condição para a área de betão:

$$Ac = \frac{Ned}{(0,4 \text{ a } 0,6) fcd}$$

5.3

A equação para determinar a carga de cálculo Nsd é dada por:

$$Ned = Psd \times K \times A_{inf.}$$

Onde:

$A_{inf.}$ é a área de influência de cada pilar, conforme a figura seguinte;

K é o fator corretivo, levando em conta o efeito hiperestático.

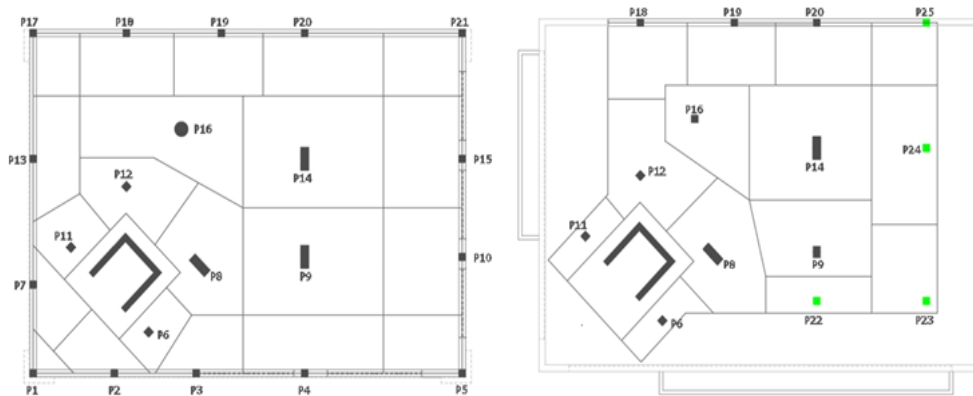


Figura 16 - Áreas de influência dos pilares

No intuito de considerar o peso próprio das vigas e dos pilares foi adicionado as ações verticais (Psd) mais 10% desse mesmo valor.

De acordo com a posição dos pilares na estrutura, eles são classificados como pilares internos, pilares de extremidade e pilares de canto. A seguir os valores de K para cada situação:

- $K=0.6$ para os pilares de canto;
- $K=0.75$ para os pilares de extremidade;
- $K=1.25$ para os pilares intermédios;
- $K=1$ para os pilares centrais.

Nas Tabelas 17, 18, 19, 20, 21 e 22, apresentam-se as secções dos pilares por pisos, obtidas a partir do pré-dimensionamento. Este pré-dimensionamento considera apenas as cargas verticais e o

coeficiente v foi estabelecido como 0,6. É de realçar que foi adotado as dimensões mínimas às seções dos pilares de 25x25 cm.

Tabela 17 - Secção dos pilares Piso Recuado (Pré-dimensionamento)

h cobertura (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.5
Rev. (Kn/m ²)	2.0
Parede divisória (kN/m ²)	0.0
Psd (Kn/m ²)	16.8
Fcd (Kpa)	16700

Piso Recuado									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P6	0.0	0.0	9.58	0.75	120.92	120.68	25	25	ok
P8	0.0	0.0	11.98	1.25	252.03	251.53	25	25	ok
P9	0.0	0.0	11.80	1.00	198.59	198.20	25	25	ok
P11	0.0	0.0	3.26	1.25	68.58	68.45	25	25	ok
P12	0.0	0.0	12.00	1.25	252.45	251.95	25	25	ok
P14	0.0	0.0	18.95	1.00	318.93	318.29	25	25	ok
P16	0.0	0.0	9.70	1.00	163.25	162.93	25	25	ok
P18	0.0	0.0	7.80	0.75	98.46	98.26	25	25	ok
P19	0.0	0.0	7.44	0.75	93.91	93.72	25	25	ok
P20	0.0	0.0	8.15	0.75	102.87	102.67	25	25	ok
P22	0.0	0.0	5.23	0.75	66.02	65.88	25	25	ok
P23	0.0	0.0	7.90	0.60	79.77	79.61	25	25	ok
P24	0.0	0.0	12.40	0.75	156.52	156.21	25	25	ok
P25	0.0	0.0	5.60	0.60	56.55	56.44	25	25	ok

Tabela 18 - Secção dos pilares Piso Recuado (Piso 3)

h Piso Recuado (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.50
Rev. (Kn/m ²)	1.5
Parede divisória (kN/m ²)	2.5
Psd (Kn/m ²)	20.1
Fcd (Kpa)	16700

Piso 3									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P2	6.8	3.11	4.40	0.75	87.58	87.40	25	25	ok
P3	6.8	3.35	5.40	0.75	104.31	104.10	25	25	ok
P4	6.8	5.35	19.90	0.75	369.83	369.09	25	25	ok
P5	6.8	5.00	6.50	0.60	152.39	152.09	25	25	ok
P6	0.0	0.00	4.00	1.25	221.57	221.13	25	25	ok
P7	6.8	2.92	4.40	0.75	86.29	86.11	25	25	ok
P8	0.0	0.00	11.30	1.25	536.37	535.29	25	25	ok
P9	0.0	0.00	20.00	1.00	634.20	632.94	25	30	ok
P10	6.8	3.75	11.60	0.75	240.52	240.04	25	25	ok
P11	6.8	0.90	4.96	1.25	199.51	199.11	25	25	ok
P12	0.0	0.00	8.80	1.25	473.88	472.93	25	25	ok
P13	6.8	4.40	6.70	0.75	131.07	130.81	25	25	ok
P14	0.0	0.00	20.95	1.00	740.65	739.17	25	30	ok
P15	6.8	3.90	11.80	0.75	361.19	360.47	25	25	ok
P16	0.0	0.00	16.44	1.00	494.19	493.20	25	25	ok
P17	6.8	3.98	4.00	0.60	75.38	75.23	25	25	ok
P18	6.8	3.60	8.00	0.75	243.72	243.23	25	25	ok
P19	6.8	3.40	7.48	0.75	229.96	229.50	25	25	ok
P20	6.8	4.60	10.00	0.75	285.13	284.56	25	25	ok
P21	6.8	5.00	6.34	0.60	167.12	166.79	25	25	ok

Tabela 19 - Secção dos pilares piso 2 (Pré-dimensionamento)

h Piso 3 (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.50
Rev. (Kn/m ²)	1.5
Parede divisória (kN/m ²)	1.5
Psd (Kn/m ²)	18.5
Fcd (Kpa)	16700

Piso 2									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P2	6.8	3.11	4.40	0.75	169.71	169.37	25	25	ok
P3	6.8	3.35	5.40	0.75	201.93	201.53	25	25	ok
P4	6.8	5.35	19.90	0.75	682.02	680.66	30	25	ok
P5	6.8	5.00	6.50	0.60	258.47	257.95	25	25	ok
P6	0.0	0.00	4.00	1.25	313.97	313.35	25	25	ok
P7	6.8	2.92	4.40	0.75	167.13	166.79	25	25	ok
P8	0.0	0.00	11.30	1.25	797.40	795.80	40	25	ok
P9	0.0	0.00	20.00	1.00	1003.80	1001.80	30	40	ok
P10	6.8	3.75	11.60	0.75	426.79	425.94	25	25	ok
P11	6.8	0.90	4.96	1.25	320.20	319.57	25	25	ok
P12	0.0	0.00	8.80	1.25	677.16	675.81	25	30	ok
P13	6.8	4.40	6.70	0.75	253.86	253.35	25	25	ok
P14	0.0	0.00	20.95	1.00	1127.81	1125.56	30	40	ok
P15	6.8	3.90	11.80	0.75	551.26	550.16	25	25	ok
P16	0.0	0.00	16.44	1.00	798.00	796.41	30	30	ok
P17	6.8	3.98	4.00	0.60	146.79	146.50	25	25	ok
P18	6.8	3.60	8.00	0.75	379.08	378.32	25	25	ok
P19	6.8	3.40	7.48	0.75	356.75	356.04	25	25	ok
P20	6.8	4.60	10.00	0.75	455.01	454.10	25	25	ok
P21	6.8	5.00	6.34	0.60	271.42	270.88	25	25	ok

Tabela 20 - Secção dos pilares piso 1 (Pré-dimensionamento)

h Piso 2 (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.50
Rev. (Kn/m ²)	1.5
Parede divisória (kN/m ²)	1.5
Psd (Kn/m ²)	18.5
Fcd (Kpa)	16700

Piso 1									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P2	6.8	3.11	4.40	0.75	251.84	251.34	25	25	ok
P3	6.8	3.35	5.40	0.75	299.55	298.96	25	25	ok
P4	6.8	5.35	19.90	0.75	994.22	992.23	40	25	ok
P5	6.8	5.00	6.50	0.60	364.54	363.81	25	25	ok
P6	0.0	0.00	4.00	1.25	406.37	405.56	25	25	ok
P7	6.8	2.92	4.40	0.75	247.97	247.47	25	25	ok
P8	0.0	0.00	11.30	1.25	1058.43	1056.31	40	30	ok
P9	0.0	0.00	20.00	1.00	1373.40	1370.66	30	50	ok
P10	6.8	3.75	11.60	0.75	613.07	611.85	25	25	ok
P11	6.8	0.90	4.96	1.25	440.90	440.02	25	25	ok
P12	0.0	0.00	8.80	1.25	880.44	878.68	25	40	ok
P13	6.8	4.40	6.70	0.75	376.64	375.89	25	25	ok
P14	0.0	0.00	20.95	1.00	1514.96	1511.94	30	60	ok
P15	6.8	3.90	11.80	0.75	741.33	739.85	25	30	ok
P16	0.0	0.00	16.44	1.00	1101.81	1099.61	35	35	ok
P17	6.8	3.98	4.00	0.60	218.21	217.77	25	25	ok
P18	6.8	3.60	8.00	0.75	514.44	513.41	25	25	ok
P19	6.8	3.40	7.48	0.75	483.55	482.58	25	25	ok
P20	6.8	4.60	10.00	0.75	624.89	623.64	25	25	ok
P21	6.8	5.00	6.34	0.60	375.72	374.97	25	25	ok

Tabela 21 - Secção dos pilares piso 0 (Pré-dimensionamento)

h Piso 1 (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.50
Rev. (Kn/m ²)	1.5
Parede divisória (kN/m ²)	1.5
Psd (Kn/m ²)	18.5
Fcd (Kpa)	16700

Piso 0									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P2	6.8	3.11	4.40	0.75	333.97	333.31	25	25	ok
P3	6.8	3.35	5.40	0.75	397.18	396.39	25	25	ok
P4	6.8	5.35	19.90	0.75	1306.41	1303.80	60	25	ok
P5	6.8	5.00	6.50	0.60	470.61	469.67	25	25	ok
P6	0.0	0.00	4.00	1.25	498.77	497.78	25	25	ok
P7	6.8	2.92	4.40	0.75	328.81	328.15	25	25	ok
P8	0.0	0.00	11.30	1.25	1319.46	1316.82	50	30	ok
P9	0.0	0.00	20.00	1.00	1743.00	1739.52	30	60	ok
P10	6.8	3.75	11.60	0.75	799.35	797.75	25	40	ok
P11	6.8	0.90	4.96	1.25	561.60	560.48	25	25	ok
P12	0.0	0.00	8.80	1.25	1083.72	1081.56	25	50	ok
P13	6.8	4.40	6.70	0.75	499.42	498.42	25	25	ok
P14	0.0	0.00	20.95	1.00	1902.12	1898.32	30	70	ok
P15	6.8	3.90	11.80	0.75	931.39	929.53	25	40	ok
P16	0.0	0.00	16.44	1.00	1405.62	1402.82	40	40	ok
P17	6.8	3.98	4.00	0.60	289.62	289.05	25	25	ok
P18	6.8	3.60	8.00	0.75	649.80	648.50	30	25	ok
P19	6.8	3.40	7.48	0.75	610.34	609.12	25	25	ok
P20	6.8	4.60	10.00	0.75	794.77	793.18	40	25	ok
P21	6.8	5.00	6.34	0.60	480.02	479.06	25	25	ok

Tabela 22 - Secção dos pilares Cave (Pré-dimensionamento)

h Piso 0 (m)	0.22
Sob (kN/m ²)	3.0
P.p (Kn/m ²)	5.50
Rev. (Kn/m ²)	1.5
Parede divisória (kN/m ²)	1.5
Psd (Kn/m ²)	18.5
Fcd (Kpa)	16700

Piso Cave									
PILAR	g(KN/m) parede ext.)	Linha inf.parede ext.(m)	Área infl. pilar (m ²)	k	Nsd (KN)	Ac (cm ²)	a (cm)	b (cm)	Verificação
P1	0	0	2.13	0.60	23.62	23.57	25	25	ok
P2	6.8	3.11	4.40	0.75	416.11	415.27	25	25	ok
P3	6.8	3.35	5.40	0.75	494.80	493.81	25	25	ok
P4	6.8	5.35	19.90	0.75	1618.60	1615.37	70	25	ok
P5	6.8	5.00	6.50	0.60	576.68	575.53	25	25	ok
P6	0.0	0.00	4.00	1.25	591.17	589.99	25	25	ok
P7	6.8	2.92	4.40	0.75	409.65	408.83	25	25	ok
P8	0.0	0.00	11.30	1.25	1580.49	1577.33	60	30	ok
P9	0.0	0.00	20.00	1.00	2112.60	2108.39	30	80	ok
P10	6.8	3.75	11.60	0.75	985.62	983.65	25	40	ok
P11	6.8	0.90	4.96	1.25	682.29	680.93	25	30	ok
P12	0.0	0.00	8.80	1.25	1287.00	1284.43	25	60	ok
P13	6.8	4.40	6.70	0.75	622.20	620.96	25	25	ok
P14	0.0	0.00	20.95	1.00	2289.28	2284.71	30	80	ok
P15	6.8	3.90	11.80	0.75	1121.46	1119.22	25	50	ok
P16	0.0	0.00	16.44	1.00	1709.43	1706.02	45	45	ok
P17	6.8	3.98	4.00	0.60	361.04	360.32	25	25	ok
P18	6.8	3.60	8.00	0.75	785.16	783.59	40	25	ok
P19	6.8	3.40	7.48	0.75	737.13	735.66	30	25	ok
P20	6.8	4.60	10.00	0.75	964.65	962.72	40	25	ok
P21	6.8	5.00	6.34	0.60	584.32	583.15	25	25	ok

5.1.4 Fundações

São elementos estruturais cuja função é transmitir ações atuantes nas estruturas à camada resistente do solo. Uma fundação deve transferir e distribuir de forma segura as ações da superestrutura ao solo, de modo que não cause assentamentos diferenciais prejudiciais ao sistema estruturais nem a própria rotura do solo.

Neste projecto optou-se por escolher uma fundação superficial por causa da boa característica de resistência do solo (SPT >50-60) assumida e que se encontra em geral até 1,5 m da superfície, considerando a tensão do solo de 0,5 MPa.

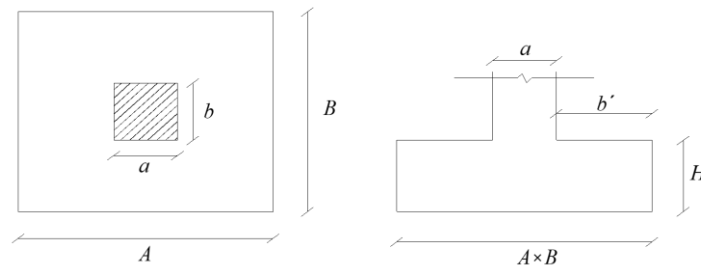


Figura 17 - Secção tipo de uma sapata Isolada

Para pré-dimensionamento, considerou-se a sapata como sendo rígida. No entanto, há um comportamento bidimensional e as tensões no solo são distribuídas.

Usando a condição de rigidez, procedeu-se com o pré-dimensionamento da respetiva altura, utilizando a seguinte relação:

$$\frac{A-a}{4} \leq H \leq \frac{A-a}{2}, \text{ com } H \geq 30 \text{ cm}$$

Para dimensões em planta considera-se N ; M_x e $M_y = 0$.

$$A \cdot B \geq \frac{1.1 N}{\sigma_{adm}}$$

5.2 Dimensionamento

O dimensionamento final dos elementos estruturais do presente projeto foi realizado de modo iterativo, utilizando o software CYPECAD. No entanto, foram dimensionados manualmente alguns elementos estruturais para comparar os resultados com os do programa automático.

5.2.1 Disposições construtiva

O eurocódigo dita regras construtivas de pormenorização, tais como:

- Diâmetro mínimo de dobragem dos varões;
- Comprimento de amarração dos varões;
- Comprimento de emenda de armaduras;
- Distância mínima entre varões.

5.2.1.1 Diâmetro mínimo de dobragem de varões

As armaduras devem possuir uma aptidão à dobragem e desdobragem adequada a fim de evitar danificar. o valor do diâmetro mínimo é obtido através do quadro 8.1N do eurocódigo 2.

Tabela 23 - Diâmetro mínimo de dobragem a fim de evitar danificar a armadura

Diâmetro do Varão	Diâmetro mínimo do mandril para cotovelos, ganchos e laços
$\Phi \leq 16\text{mm}$	4Φ
$\Phi > 16\text{mm}$	7Φ

Os valores dos diâmetros mínimos de dobragem para diferentes varões são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Diâmetro mínimo de dobragem de varões

Φ (mm)	$\Phi_{m, \text{min.}}$ (mm)
8	32
10	40
12	48
16	64
20	140
25	175

5.2.1.2 Comprimento de amarração dos varões

O comprimento de amarração dos varões tem por objetivo assegurar a transmissão das forças do varão para o betão através das forças de aderência. O comprimento de amarração (l_{bd}) é obtido através da aplicação das expressões (art.º 8.4.3 e art.º 8.4.4 do EC2). A amarração necessária deve ter em consideração o tipo de aço e as propriedades de aderência dos varões.

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,req} \geq l_{b,min}$$

$$l_{b,req} = \left(\frac{\phi}{4}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}\right)$$

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot f_{ctd}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \times f_{ck,0.05}}{\gamma_c}$$

$l_{b,min} = \max \{0,3 l_{b,req}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$ para amarrações de varões tracionados

$l_{b,min} = \max \{0,6 l_{b,req}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$ para amarrações de varões comprimidos

Onde:

α_1 – Coeficiente que tem em conta o efeito da forma dos varões;

α_2 – Coeficiente que tem em conta o efeito do recobrimento mínimo do betão;

α_3 – Coeficiente que tem em conta o efeito da cintagem das armaduras transversais;

α_4 – Coeficiente que tem em conta influência de um ou mais varões transversais soldados ao longo do comprimento de amarração;

α_5 – Coeficiente que tem em conta o efeito da pressão ortogonal ao plano de fendilhação ao longo do comprimento de amarração;

$l_{b,req}$ – Comprimento de amarração de referência;

$l_{b,min}$ – Comprimento de amarração mínimo;

l_b – Comprimento de amarração;

\emptyset – Diâmetro do varão;

σ_{sd} – Valor de cálculo da tensão na secção do varão a partir do qual é medido o comprimento de amarração;

f_{bd} – Tensão de aderência;

μ_1 – Coeficiente relacionado com as condições de aderência e com a posição do varão durante a betonagem:

$\mu_1 = 1.0$ Para condições de “boa” aderência;

$\mu_1 = 0.7$ Para todos os outros casos.

μ_2 – Coeficiente relacionado com o diâmetro do varão:

$\mu_2 = 1.0$ para $\emptyset \leq 32mm$

$\mu_2 = (132 - \emptyset)/100$ $\emptyset \geq 32mm$

f_{ctd} – Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à tração;

α_{ct} – Coeficiente que tem em conta os efeitos de longo prazo na resistência à tração e os efeitos desfavoráveis resultantes do modo como a carga é aplicada. Valor adotado 1,0.

γ_c – Coeficiente parcial de segurança relativo ao betão (adotado 1,5).

Exemplo do Comprimento de Amarração de Referência para $\emptyset 10mm$:

$$\checkmark f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \times f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1,0 \times 1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\checkmark f_{bd} = 2,25 \times \mu_1 \times \mu_2 \times f_{ctd} = 2,25 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$\checkmark l_{b,req} = \left(\frac{\emptyset}{4}\right) \times \left(\frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}\right) = \left(\frac{0,01}{4}\right) \times \left(\frac{435}{2,7}\right) = 0,403 \text{ m}$$

Cálculo de comprimento necessário

$$l_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times \alpha_6 \times l_{b,req} \geq l_{b,min}$$

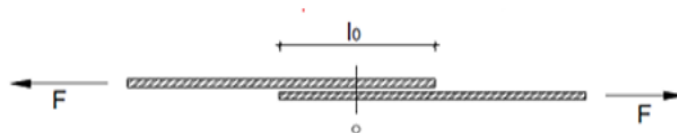
Admitindo de forma conservativa que todos os parâmetros ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$) são unitários, conclui-se que os valores: $l_{bd} = l_{b,req}$

Tabela 25 - Comprimento de amarração dos varões

Comprimento de amarração mínima							
\emptyset (mm)	fctd (Mpa)	fbd (Mpa)	l _{b,req} (mm)	l _{b,min.} Varões Tracionados (mm)	l _{b,min.} Varões Comprimidos (mm)		
8	1,2	2,7	322	100	193		
10			403	121	242		
12			483	145	290		
16			644	193	387		
20			806	242	483		
25			1007	302	604		

5.2.1.3 Comprimento de emenda de armaduras

A transmissão dos esforços de um varão para outro é realizada por sobreposição de varões. O comprimento de emenda (l_0), é determinado através da seguinte expressão (art.º 8.7.3 do EC2):



$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,req} \geq l_{0,min}$$

Onde:

$$l_{0,min} > \max\{0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,req}; 15\emptyset; 200mm\}$$

$$\alpha_6 = \left(\frac{\rho_1}{25}\right)^{0.5}$$

$$1 \leq \alpha_6 \leq 1,5$$

ρ_1 —é a percentagem de varões emendados a uma distância inferior a $0,65l_0$ da seção média da sobreposição.

Considerou-se novamente os parâmetros $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ e α_5 unitários e o parâmetro α_6 um valor de 1.5 (conservativo).

Tabela 26 - Comprimento de emenda de armaduras

\emptyset (mm)	$0,3\alpha_6 \cdot l_{b,req}$ (mm)	15 \emptyset (mm)	200 (mm)	$l_{o, \min.}$ (mm)	$l_{o, \text{cál.}}$ (mm)
8	145	120	200	200	483
10	181	150	200	200	604
12	218	180	200	218	725
16	290	240	200	290	967
20	363	300	200	363	1208
25	453	375	200	453	1510

5.2.2 Dimensionamento manual

5.2.2.1 Viga (ELU)

O dimensionamento de uma viga inicia-se pelo cálculo da armadura longitudinal, para os momentos positivos e negativos. O primeiro passo é calcular o momento reduzido, através da expressão:

$$\mu = \frac{Msd}{b \times d^2 \times fcd} \quad 5.4$$

Onde:

b – Largura da viga;

Msd – Momento fletor atuante máximo;

fcd – Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão.

Seguidamente calcula-se a percentagem mecânica de armadura e a armadura longitudinal através da expressão 5.5 e 5.6, respetivamente.

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \quad 5.5$$

$$A_s = \frac{\omega \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} \quad 5.6$$

Depois de calcular a armadura, é necessário que esta respeite os valores máximos e mínimos conforme o regulamento. A quantidade mínima de armadura a adotar numa viga, pode ser calculada através da seguinte equação:

$$A_{s,min} = 0.26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b_T \times d \geq 0.0013 \times b_T \times d \quad 5.7$$

Onde b_T representa a largura da alma e $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$. A quantidade máxima de armadura a adotar, fora das seções de emenda, é dada por:

$$A_{s,máx} = 0.04 \times A_c \quad 5.8$$

De seguida é efetuada a verificação ao esforço transversal, que se inicia com o cálculo do esforço transversal resistente. No caso de elementos com armaduras de esforço transversal constituída por estribos verticais, o valor de cálculo do esforço transversal resistente, V_{Rd} , pode ser obtido pelo menor de dois valores:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,max}; V_{Rd,s}) \quad 5.9$$

Em que:

$V_{Rd,max}$ é o valor de cálculo do esforço transversal resistente máximo resultante do esmagamento do betão nas bielas comprimidas.

$$V_{Rd,max} = \frac{a_{cw} \cdot bw \cdot z \cdot v \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} \quad 5.10$$

θ – ângulo formado pela escora comprimida de betão com eixo da viga, cujos limite recomendados são: $1 \leq \cot \theta \leq 2,5$;

z – é o braço binário das forças interiores, geralmente utiliza-se o valor aproximado de $z = 0,9d$;

v – coeficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal dado por:

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad 5.11$$

com f_{ck} em (MPa)

a_{cw} – coeficiente que tem em conta o estado de tensão no banzo comprimido, tem o valor de 1 para estruturas não pré-esforçadas.

Sendo as vigas elementos estruturais que requerem armadura de esforço transversal, a sua resistência é obtida por:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{S} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad 5.12$$

Onde:

A_{sw} – Área da secção transversal das armaduras de esforço transversal;

S – Espaçamento longitudinal dos estribos;

f_{ywd} – valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras de esforço transversal.

É importante garantir que o espaçamento dos estribos, s , é inferior ao desenvolvimento longitudinal das fissuras, ou seja, $S \leq 0,75d$.

No dimensionamento manual da viga do pórtico 4 – Piso 1, foi determinado os esforços máximos dos momentos flectores e esforços transversos resultantes da combinação fundamental, conforme as figuras que se seguem.

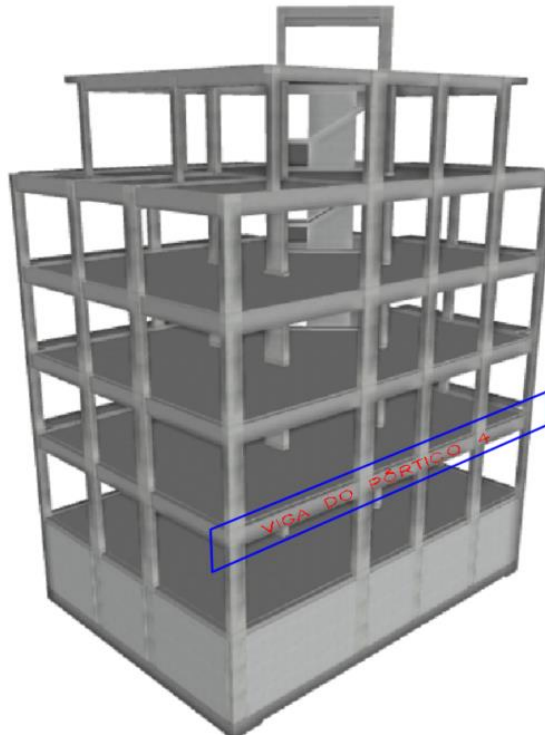


Figura 18 - Viga do Pórtico 4, piso 1 (25x60)

Ações atuantes na Viga Pórtico 4 piso 1 (25x60):

- ✓ Peso próprio da laje = $0,22 \times 25 = 5,50 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Peso próprio da viga = $0,25 \times 0,38 \times 25 = 2,38 \text{ kN/m}$
- ✓ Sobrecarga = $3,0 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Parede divisórias = $1,50 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Parede exterior = $6,80 \text{ kN/m}$
- ✓ Revestimento = $1,50 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Psd viga} = (1,35 \times (5,50 + 1,5 + 1,5) + 1,5 \times 3,0) \times 2,0 + 6,80 + 2,38 = 41,13 \text{ kN/m}$$

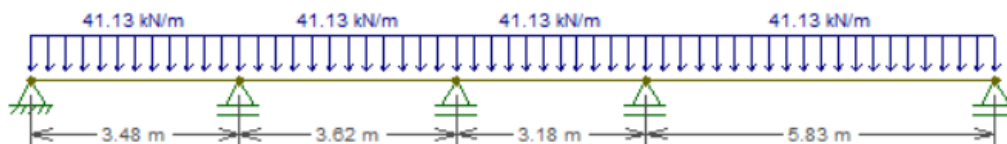


Figura 19 - Modelo de Cálculo da viga do pórtico 4, Piso 1

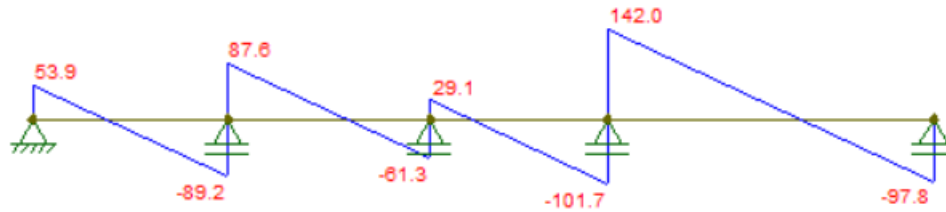


Figura 20 - Esforço Transverso do pórtico 4, Piso 1

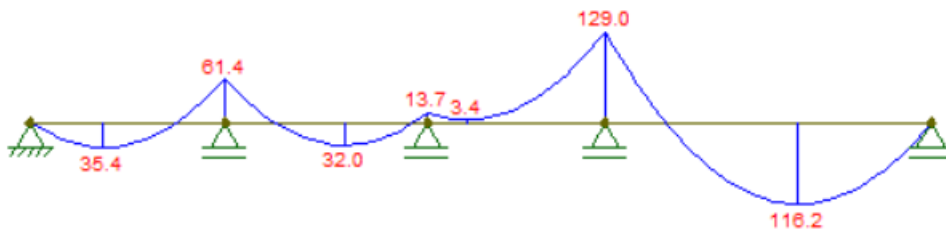


Figura 21 - Momento fletor do pórtico 4, Piso 1

Nas tabelas 27 e 28 apresentam-se os cálculos das armaduras longitudinal e transversal da viga em questão. A armadura longitudinal foi dimensionada para resistir aos momentos fletores máximos nas zonas mais críticas (apoio e meio vão). A armadura transversal, por sua vez, foi dimensionada para suportar os esforços cortantes máximo nos apoios.

Tabela 27 - Armaduras de viga à flexão

Cálculo das Armaduras de Flexão			
f_{cd} (Mpa)	f_{syd} (Mpa)	f_{ctm} (Mpa)	f_{yk} (Mpa)
16.7	435	2.6	500

Viga	Tramo	M_{sd} (KN.m)	b(m)	h(m)	d(m)	μ	w	A_s (cm ²)	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,adot}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	Armadura	$A_{s,ref}$ (cm ²)
PISO 1 - PÓRTICO 4	P17	0.0	0.25	0.60	0.55	-	0.0000	0.000	1.86	1.86	60	2ø12	2.26
	1/2 Vão	35.40	0.25	0.60	0.55	0.0281	0.0285	1.502	1.86	1.86	60	2ø12	2.26
	P18	61.40	0.25	0.60	0.55	0.0487	0.0500	2.633	1.86	2.63	60	2ø16	4.02
	1/2 Vão	32.00	0.25	0.60	0.55	0.0254	0.0257	1.356	1.86	1.86	60	2ø12	2.26
	P19	13.70	0.25	0.60	0.55	0.0109	0.0109	0.576	1.86	1.86	60	2ø12	2.26
	1/2 Vão	3.40	0.25	0.60	0.55	0.0027	0.0027	0.142	1.86	1.86	60	2ø12	2.26
	P20	129	0.25	0.60	0.55	0.1023	0.1082	5.703	1.86	5.70	60	3ø16	6.03
	1/2 Vão	116.2	0.25	0.60	0.55	0.0922	0.0969	5.107	1.86	5.11	60	3ø16	6.03
	P21	0.0	0.25	0.60	0.55	-	0.0000	0.000	1.86	1.86	60	2ø12	2.26

Tabela 28 - Armaduras de viga ao Esforço Transverso

Cálculo das Armaduras Esforço Transverso

f_{cd} (Mpa)	f_{ck} (Mpa)	f_{syd} (Mpa)	f_{yk} (Mpa)
16.7	25	435	500

Viga	Tramo	bw (m)	h(m)	d(m)	$X=Z \text{ Cotg}(\theta=30^\circ)$	Vsd (KN)	Vsd(X) (KN)	Asw/S (cm ² /m)	$\rho_{w,min}$ (cm ²)	Asw/s, min. (cm ² /m)	Asw/S, adot. (cm ² /m)	Estribos 2R	As _{ref} (cm ²)
PISO 1 - PÓRTICO 4	P17 Dir.	0.25	0.60	0.55	0.86	53.90	18.64	0.499952	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P18 Esq.	0.25	0.60	0.55	0.86	89.20	53.94	1.446923	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P18 Dir.	0.25	0.60	0.55	0.86	87.60	52.34	1.404001	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P19 Esq.	0.25	0.60	0.55	0.86	61.30	26.04	0.698467	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P19 Dir.	0.25	0.60	0.55	0.86	29.10	-6.16	-0.165342	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P20 Esq.	0.25	0.60	0.55	0.86	101.70	66.44	1.782252	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,25	4.02
	P20 Dir.	0.25	0.60	0.55	0.86	142.00	106.74	2.863355	0.0008	2.0	2.9	ø8//0,25	4.02
	P21 Esq.	0.25	0.60	0.55	0.86	97.80	62.54	1.677630	0.0008	2.0	2.0	ø8//0,20	4.02

5.2.2.2 Laje (ELU)

Antes de proceder ao dimensionamento da laje, é essencial realizar a verificação do pré-dimensionamento. Foi efetuada a verificação e o dimensionamento da laje de cave, com 0,22 metros de espessura. Neste projeto o dimensionamento da laje realiza-se através da garantia de segurança aos estados limites últimos (ELU) através da aplicação dos requisitos do EC2, onde se procura determinar quais as armaduras necessárias a colocar em toda a laje para que esta suporte os esforços a que está submetida.

Este procedimento serve como referência, uma vez que o mesmo processo pode ser aplicado às outras lajes do projeto.

Para a verificação, foi utilizado o método de pórtico equivalente, que é geralmente aplicado de acordo com o vão condicionante, ou seja, na direção do maior vão. No caso desta laje, o método foi aplicado na direção xx, conforme ilustrado na Figura 22.

Ações:

- ✓ Peso próprio da laje = 5,50 kN/m²
- ✓ Sobrecarga = 3,0 kN/m²
- ✓ Parede divisórias = 1,50 kN/m²
- ✓ Revestimento = 1,50 kN/m²

$$Psd = 1,35 \times CP + 1,5 \times Sob. = 15,53 \text{ kN/m}^2$$

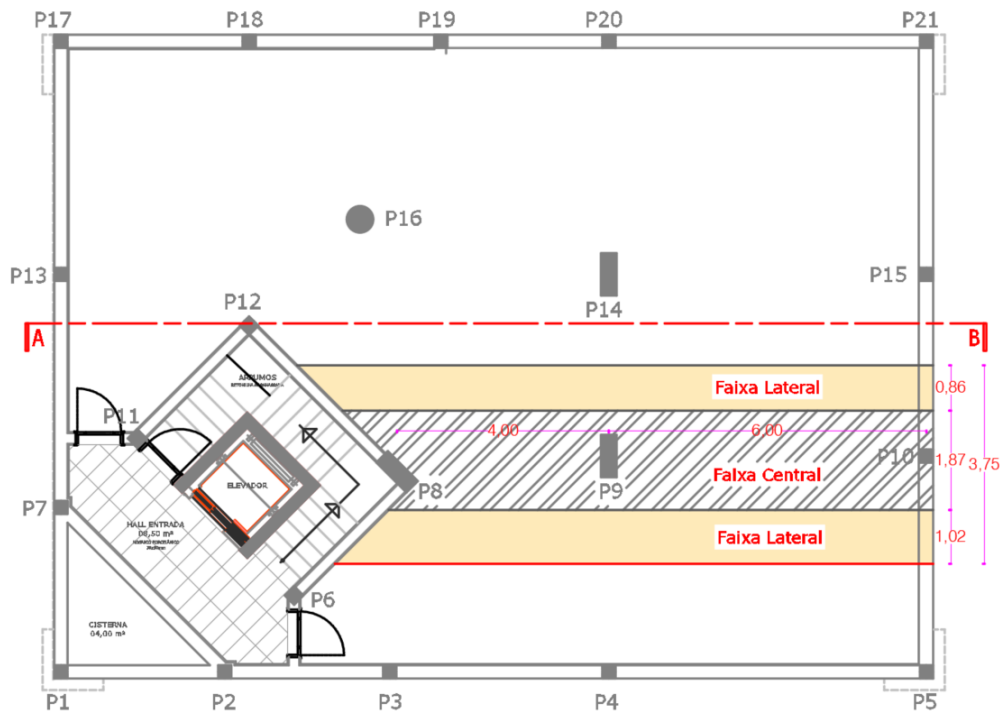


Figura 22 - Divisão das faixas do pórtico Equivalente na direção xx

O painel de laje é modelado através de elemento do tipo barra (elemento linear) equivalentes. Para obter a carga atuante na barra, será multiplicada pela largura na direção perpendicular ao pórtico, resultando em $Psd (XX) = 15,53 \times 3,75 = 58,24 \text{ kN/m}$.

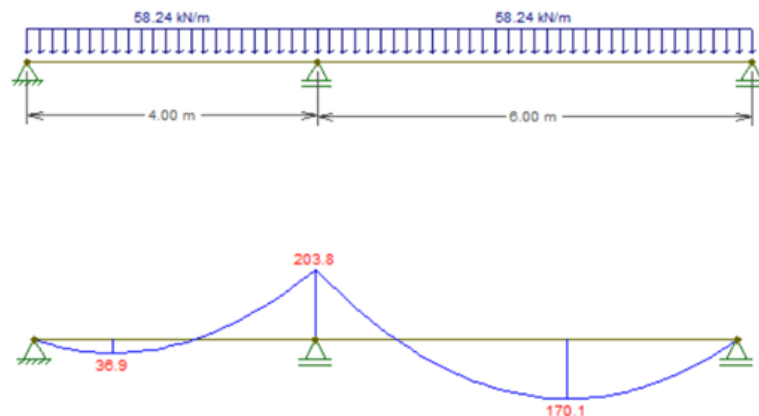


Figura 23 - Diagrama do momento fletor do pórtico na direção XX (kNm/m)

O eurocódigo recomenda uma distribuição simplificada de momentos de acordo com o seguinte quadro, com a condição adicional de que o total dos momentos negativos e positivos, aos quais devem resistir conjuntamente as faixas centrais e as faixas laterais, deve ser igual a 100%.

Tabela 29 - Distribuição dos momentos na laje segundo EC2

	Momentos negativos	Momentos positivos
Faixa Central	60 – 80% (75%)	50 – 70% (55%)
Faixa Lateral	40 – 20% (25%)	50 – 30% (45%)

Momentos fletores distribuídos na faixa central:

$$Msd (+) = \frac{0,55 \times Msd}{Largura FC} = 50,00 \text{ kN.m/m}$$

$$Msd (-) = \frac{0,75 \times Msd}{Largura FC} = 81,74 \text{ kN.m/m}$$

Momentos fletores distribuídos nas faixas Laterais

$$Msd (+) = \frac{0,45 \times Msd}{Largura FL} = 40,72 \text{ kN.m/m}$$

$$Msd (-) = \frac{0,25 \times Msd}{Largura FL} = 27,10 \text{ kN.m/m}$$

A verificação do pré-dimensionamento da laje fungiforme consiste em assegurar que o valor do momento reduzido respeite as seguintes condições:

$$\mu^+ = \frac{Msd^+}{b \times d^2 \times fcd} \leq 0.18$$

$$\mu^- = \frac{Msd^-}{b \times d^2 \times fcd} \leq 0.30$$

$$\mu(+)= \frac{M_{SD}}{b \times d^2 \times f_{cd}} = \frac{50,0}{1 \times 0,19^2 \times 16.7 \times 10^3} = 0,08 \text{ OK!}$$

$$\mu(-) = \frac{M_{SD}}{b \times d^2 \times f_{cd}} = \frac{81,74}{1 \times 0,19^2 \times 16,7 \times 10^3} = 0,13 \text{ OK!}$$

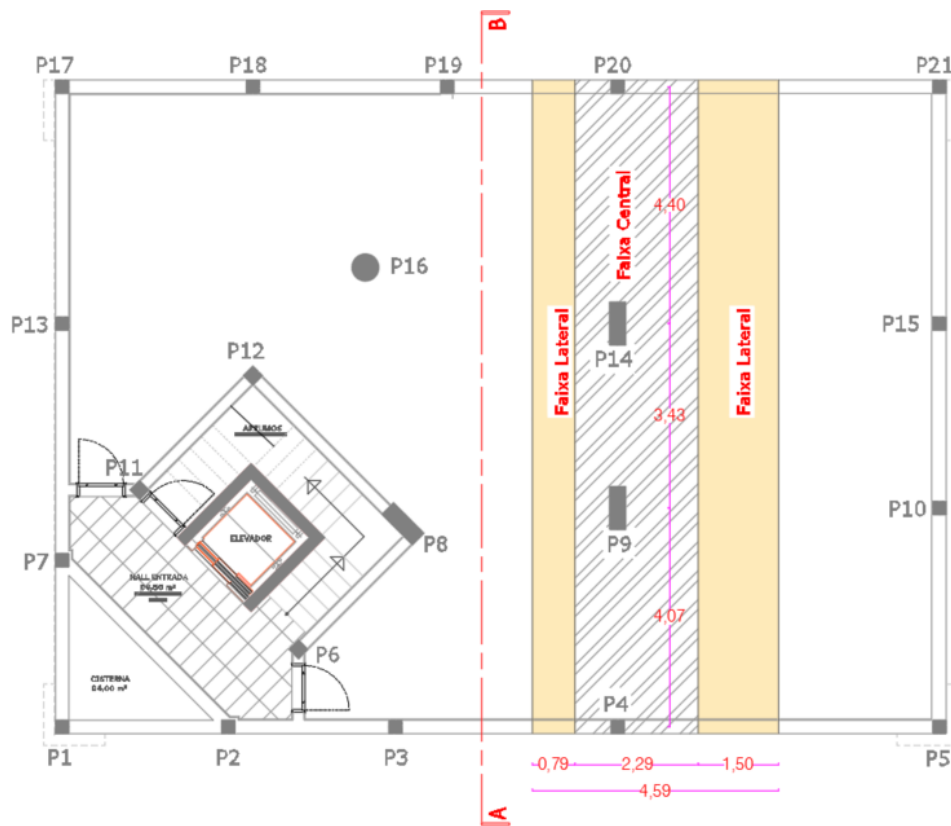


Figura 24 - Divisão das faixas do pórtico Equivalente na direção yy

Para a direção yy, P_{sd} (YY) = 15,53 x 4,59 = 71,28 kN/m.

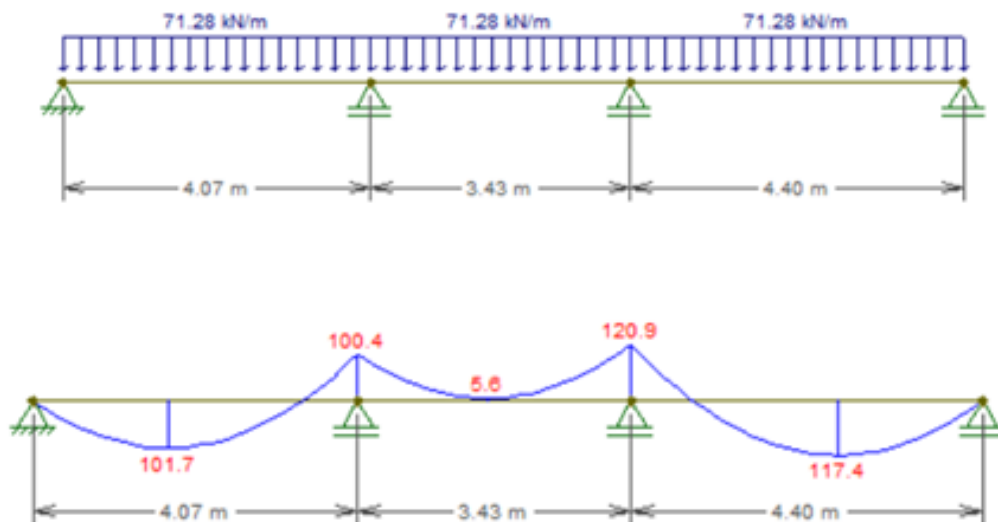


Figura 25 - Diagrama do momento fletor do pórtico na direção YY (kNm/m)

Momentos fletores distribuídos na faixa central:

$$Msd (+) = \frac{0,55 \times Msd}{Largura FC} = 28,20 \text{ kN.m/m}$$

$$Msd (-) = \frac{0,75 \times Msd}{Largura FC} = 39,60 \text{ kN.m/m}$$

Momentos fletores distribuídos nas faixas Laterais

$$Msd (+) = \frac{0,45 \times Msd}{Largura FL} = 23,10 \text{ kN.m/m}$$

$$Msd (-) = \frac{0,25 \times Msd}{Largura FL} = 13,20 \text{ kN.m/m}$$

O dimensionamento da armadura longitudinal da laje inicia-se da mesma forma que uma viga. É calculado o momento reduzido (μ) e a percentagem mecânica de armadura (ω) através das mesmas fórmulas, adotando uma largura (b) igual a 1m.

Tabela 30 - Armadura longitudinal na laje em duas direções (kNm/m)

Direção XX										
Portico	Sinal	Faixa	Msdx(KNm/m)	μ	ω	As (cm ² /m)	As, mín. (cm ² /m)	As,adop (cm ² /m)	Solução	As, ef (cm ² /m)
P8-P9-P10	M+	Central	50	0.075	0.081	6.18	3.11	6.18	φ10//15	5.24
		Lateral	40.72	0.061	0.065	4.97	3.11	4.97	φ10//15	5.24
	M-	Central	81.74	0.123	0.138	10.55	3.11	10.55	φ16//17.5	11.49
		Lateral	27.1	0.041	0.042	3.24	3.11	3.24	φ10//20	3.93

Direção YY										
Portico	Sinal	Faixa	Msdx(KNm/m)	μ	ω	As (cm ² /m)	As, mín. (cm ² /m)	As,adop (cm ² /m)	Solução	As, ef (cm ² /m)
P4-P9-P14-P20	M+	Central	28.2	0.042	0.044	3.380	3.11	3.38	φ10//20	3.93
		Lateral	23.1	0.035	0.036	2.749	3.11	3.11	φ10//20	3.93
	M-	Central	39.6	0.059	0.063	4.824	3.11	4.82	φ10//15	5.24
		Lateral	13.2	0.020	0.020	1.548	3.11	3.11	φ10//20	3.93

5.2.2.2.1 Verificação da Segurança ao ELU de Punçoamento

O punçoamento é um modo de rotura em estruturas que pode resultar de uma carga concentrada ou de uma reação aplicada a uma área relativamente pequena, designada por área carregada, A_{load} , de uma laje ou de uma fundação (EC2 6.4 (2)). Geralmente ocorre de forma súbita e sem ductilidade, resultando uma rotura frágil. Embora seja uma falha localizada, pode desencadear uma rotura progressiva, levando ao colapso total da estrutura.

A verificação da segurança ao Estado Limite Último consiste em verificar que o valor de cálculo da tensão atuante não excede o valor de cálculo da tensão resistente.

$$V_{ED} < V_{Rd,c} \quad 5.13$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \times \sigma_{cp} \geq v_{min} + k_1 \times \sigma_{cp} \text{ (MPa)} \quad 5.14$$

Em que:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ d em mm} \quad 5.15$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \times \rho_{lz}} \leq 0,02 \quad 5.16$$

ρ_{ly} , ρ_{lz} referem-se às armaduras de tração aderentes nas direções y e z, respetivamente. Os valores ρ_{ly} , ρ_{lz} devem ser calculados como valores médios numa largura de laje igual à largura do pilar acrescida de 3d para cada lado;

$$V_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \quad 5.17$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} \quad 5.18$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2} \quad 5.19$$

σ_{cy}, σ_{cx} são tensões normais no betão na secção crítica nas direcções y e z (MPa, positivas se em compressão);

Sendo:

V_{Ed} , é o valor de cálculo do esforço de punçoamento atuante (responsável por tensões de corte na superfície de referência);

$V_{Rd,c}$, o valor de cálculo da resistência ao punçoamento de uma laje sem armadura de punçoamento, ao longo da secção de controlo considerado.

No caso de V_{Ed} exceder o valor $V_{Rd,c}$ para a secção de controlo considerada, deverá adotar-se uma armadura de punçoamento (EC2 6.4.3 (2)). Caso sejam adotadas armaduras, deve verificar-se a condição $V_{Ed} < V_{Rd, max}$ (considerando o perímetro do pilar ou o perímetro da área carregada).

No caso de reação de apoio ser excêntrica em relação ao perímetro de controlo, o esforço de corte atuante é determinado através da aplicação da Equação 6.38 do EC2, 6.4.3 (3).

$$v_{Ed} = \beta \times \frac{V_{Ed}}{u_i \times d} \quad 5.20$$

Em que:

d – Altura útil média da laje, que poderá ser considerada igual a $(d_y + d_z)/2$ em que: d_y, d_z são as alturas úteis da secção de controlo nas direcções y e z ;

u_i – Perímetro do perímetro de controlo considerado (é definido como sendo uma linha fechada que envolve a área carregada a uma distância não inferior a $2,0d$ e devendo o seu traçado corresponder ao comprimento mínimo);

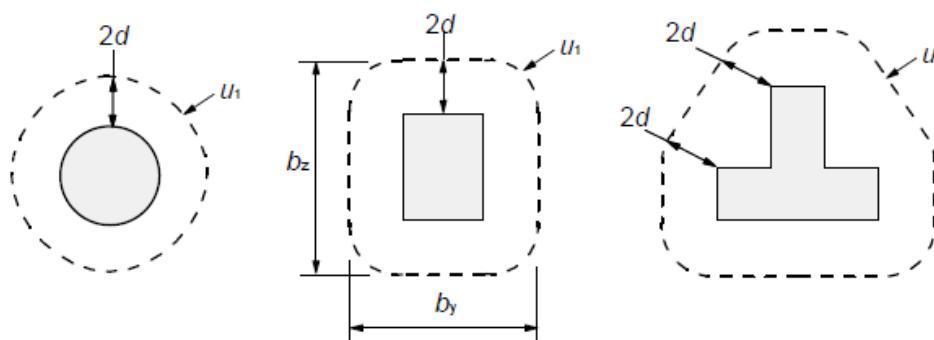


Figura 26 - Perímetro básico de controlo u_i

β – Obtido por:

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{w_1} \quad 5.21$$

Em que:

u_1 - perímetro do primeiro perímetro de controlo;

k - Coeficiente que depende da relação entre as dimensões do pilar c_1 e c_2 ; o seu valor é função da proporção do momento não equilibrado transmitido por forças de corte não uniformes e por flexão e torção (ver na Tabela 31).

Tabela 31 - Valores de k para áreas carregadas retangulares

c_1/c_2	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

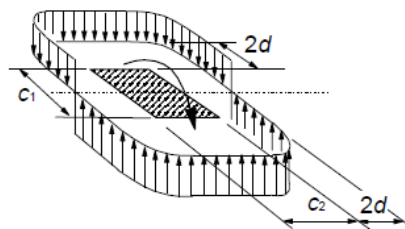


Figura 27 - Distribuição de tensões tangenciais devidas a um momento não equilibrado na ligação entre uma laje e um pilar interior

No caso de um pilar retangular interior em que a carga é excêntrica em relação aos dois eixos, poderá utilizar-se a Equação 5.17 aproximada para β .

$$\beta = 1 + 1,8 \times \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_z}\right)^2}$$

Em que:

e_y e e_z excentricidade M_{Ed}/V_{Ed} segundo os eixos y e z , respectivamente;

b_y e b_z dimensões do perímetro de controlo.

No caso de áreas carregadas junto de aberturas, se a distância entre o contorno da área carregada e o bordo da abertura não for superior a $6d$, não será necessário considerar o efeito da abertura para a verificação de segurança ao punçoamento.

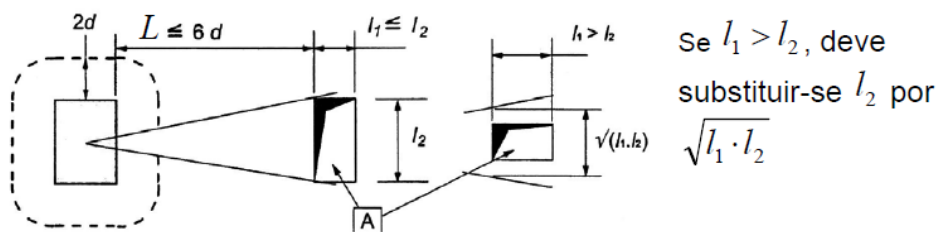


Figura 28 - Aberturas junto da área carregada

Exemplo:

Pilar P9, piso 1: Secção (0,3 x 0,70) m²

Altura útil da laje: 0,185 m

Armadura principal da laje na zona do pilar: $\phi 10 // 15$ cm

Esforços transmitidos pela laje ao pilar:

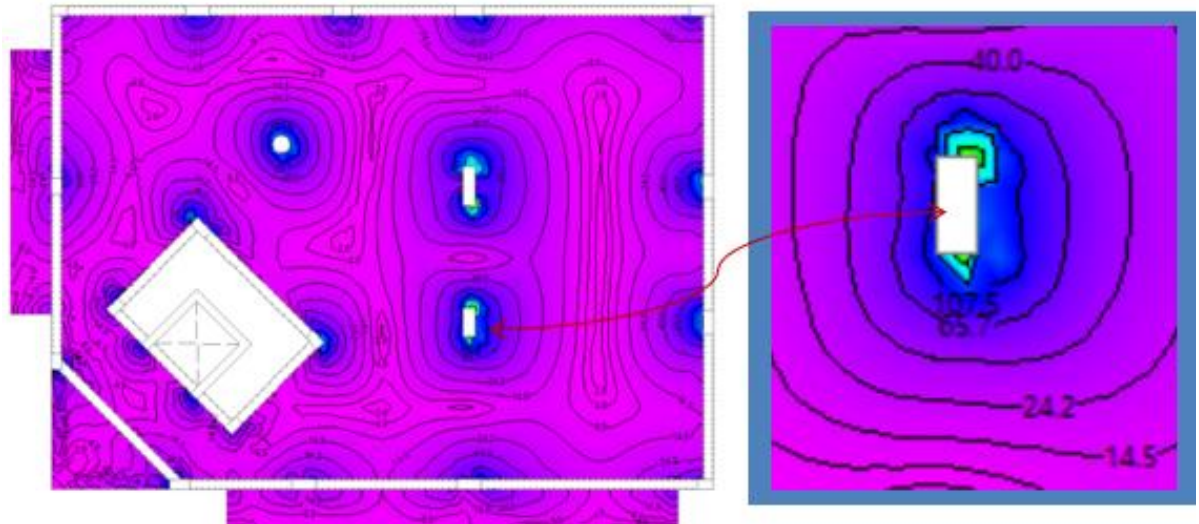


Figura 29 - Esforço Transverso junto do Pilar P9 (piso 1)

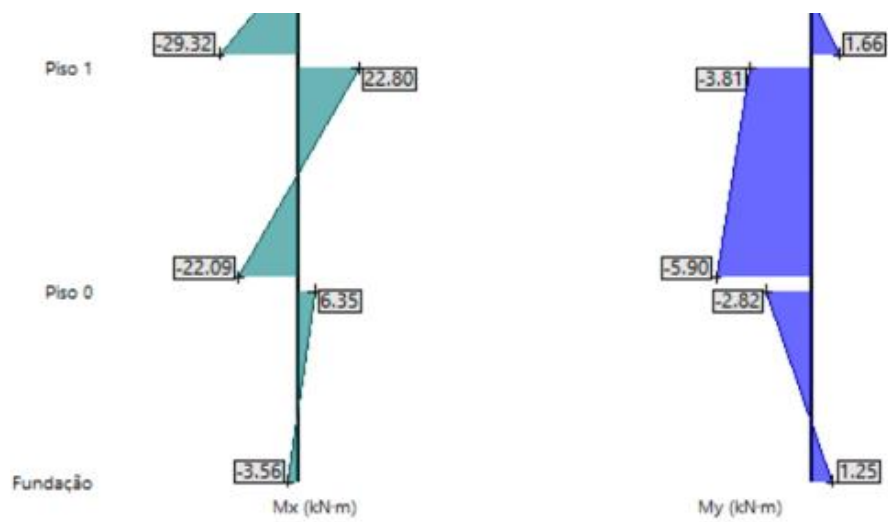
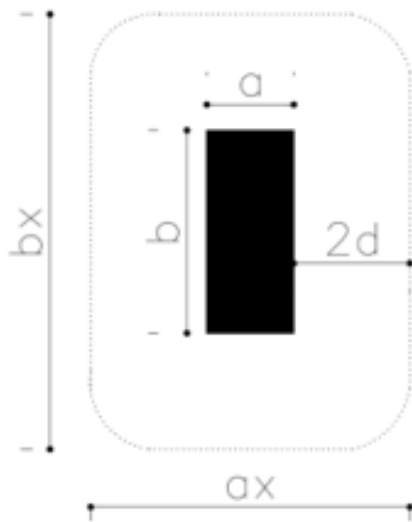


Figura 30 - Momento Fletor M_x e M_y do pilar P9 (Piso 1)

- $V_{Ed} = 107,50 \text{ kN}$;
- $M_{Ed,x} = 22,80 \text{ kNm}$;
- $M_{Ed,y} = 3,81 \text{ kNm}$.



$$a = 0,30 \text{ m}; \quad d = 0,185 \text{ m}$$

$$b = 0,70 \text{ m}$$

$$u_1 = 2a + 2b + 4\pi d = 4,32 \text{ m}$$

Resistência ao punçoamento da laje sem armadura de punçoamento

$$V_{rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \times \sigma_{cp} \geq v_{min} + k_1 \times \sigma_{cp} \text{ (MPa)}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \Leftrightarrow k = 1 + \sqrt{\frac{200}{185}} = 1,04 < 2$$

$$V_{rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{1y} \times \rho_{1z}} \quad \rho_{1y} = \rho_{1z} \quad \text{então: } \rho_l = \rho_{1y} = \rho_{1z}$$

$$\text{Então } \rho_l = \frac{5,24 \times 10^{-4}}{1 \times 0,185} = 0,0015 \leq 0,02$$

$$v_{min} = 0,035 \times 1,04^{3/2} \times 25^{1/2} = 0,185 \text{ MPa}$$

$$V_{rd,c} = 0,194 \text{ MPa} \geq 0,185 \text{ MPa} \quad \mathbf{OK!}$$

Cálculo de β

$$\beta = 1 + 1,8 \times \sqrt{\left(\frac{e_y}{a_x}\right)^2 + \left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2}$$

$$e_x = \frac{M_{Ed,x}}{V_{Ed}} = 0,21 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{Ed,y}}{V_{Ed}} = 0,035 \text{ m}$$

$$a_x = a + 4 \times d = 1,04 \text{ m} \quad b_x = b + 4 \times d = 1,44 \text{ m}$$

$$\beta = 1,27$$

$$v_{Ed} = \beta \times \frac{V_{Ed}}{\mu_1 \times d} = 0,170 \text{ MPa} \leq V_{rd,c} = 0,194 \text{ MPa} \quad \text{OK!}$$

5.2.3 Dimensionamento automático

O dimensionamento dos elementos estruturais inerentes ao projeto foi realizado de forma iterativa, com recurso ao programa CypeCad. A utilização deste software permitiu uma análise precisa e eficiente dos componentes estruturais, facilitando a obtenção de soluções otimizadas para os desafios apresentados ao longo do projeto.

O programa é baseado em normas e regulamentos internacionais e nacionais, o que garante os padrões de segurança e qualidade exigidos. Oferece ferramentas avançadas de modelagem e visualização, que permite criar modelos precisos e realistas das estruturas.

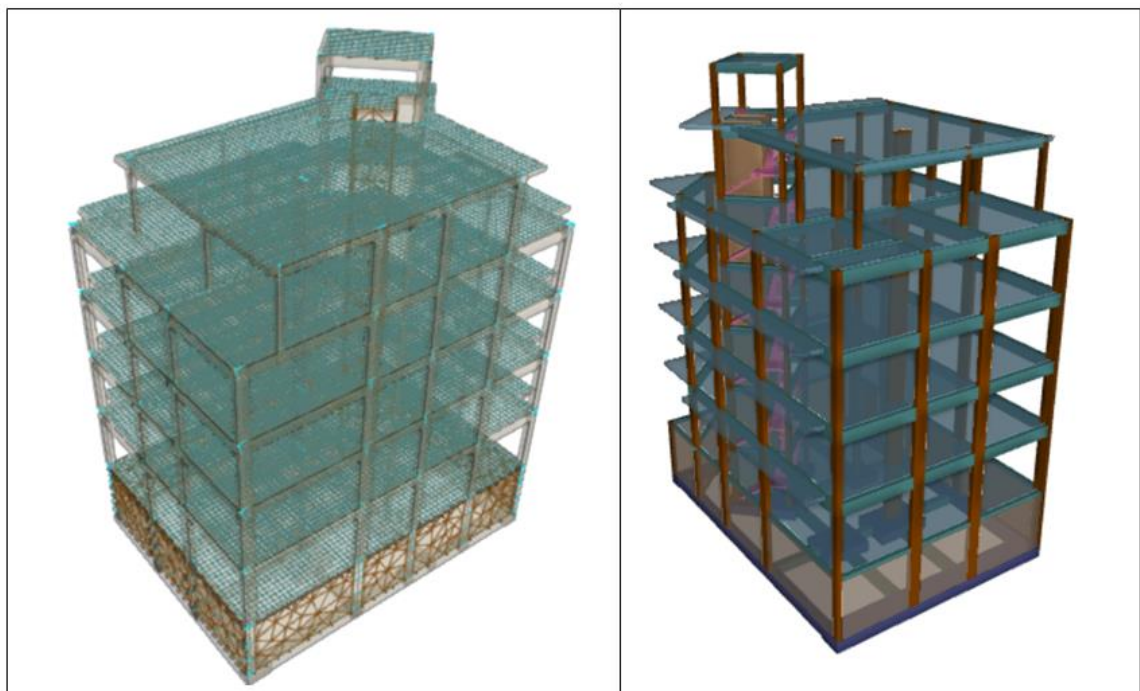


Figura 31 - Modelo de cálculo (CypeCad)

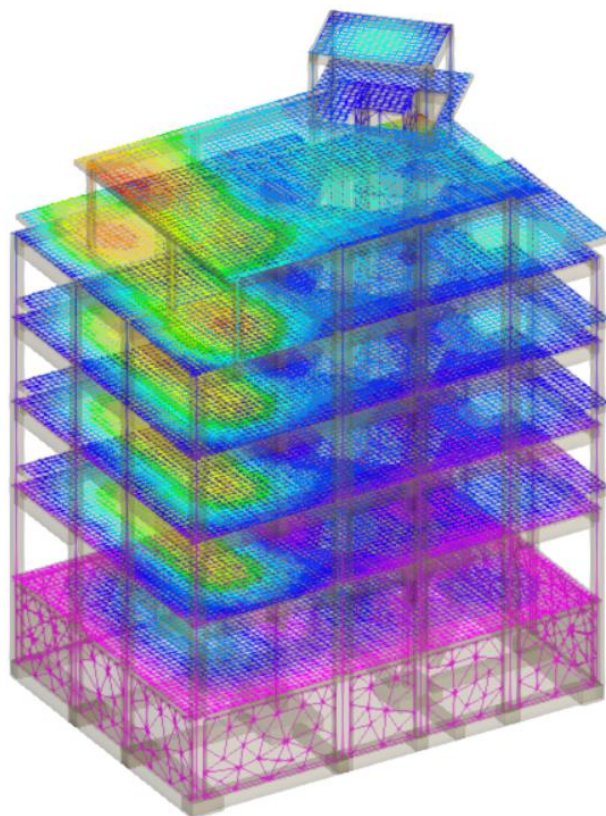


Figura 32 - Deslocamentos (CypeCad)

5.3 Análise crítica dos resultados obtidos, incluindo a comparação entre o cálculo manual e automático.

Neste projeto, alguns elementos foram dimensionados manualmente e através do programa de cálculo automático CypeCad.

Ao comparar os resultados obtidos, observou-se uma pequena diferença nas quantidades das armaduras. Essa discrepância pode ser explicada pelas diferenças na modelação da estrutura e nos pressupostos adotados nos cálculos manuais. As Figuras 33, 34, 35 e 36, mostram as armaduras geradas automaticas do CypeCad, que representam uma ligeira diferença em relação às armaduras calculadas anteriormente e listadas na Tabela 30.

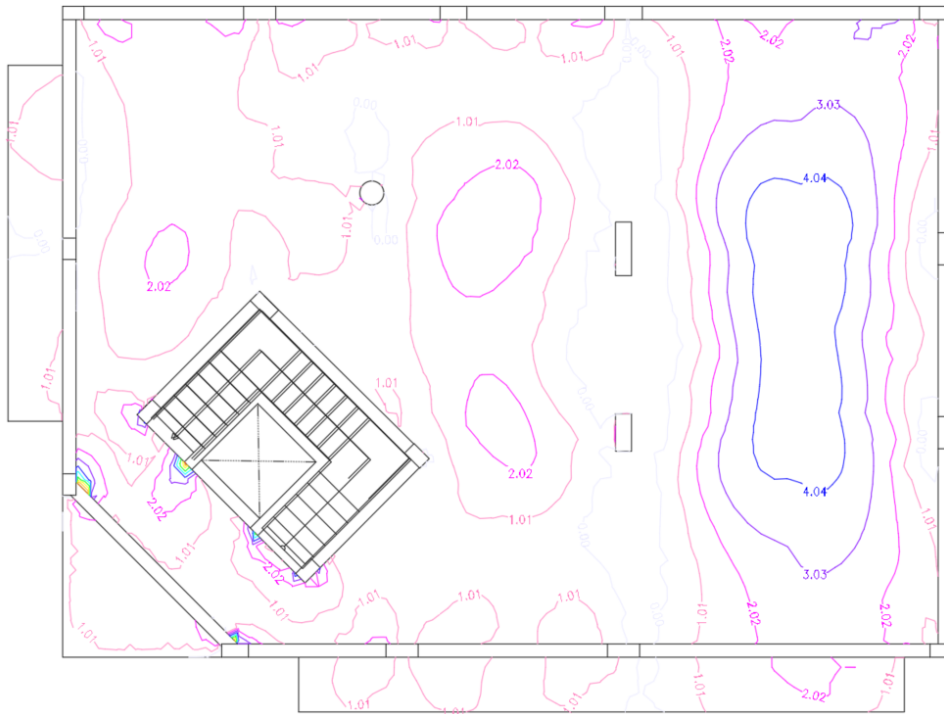


Figura 33 - Quantidades: Armaduras Inferior, direção xx (cm^2/m)

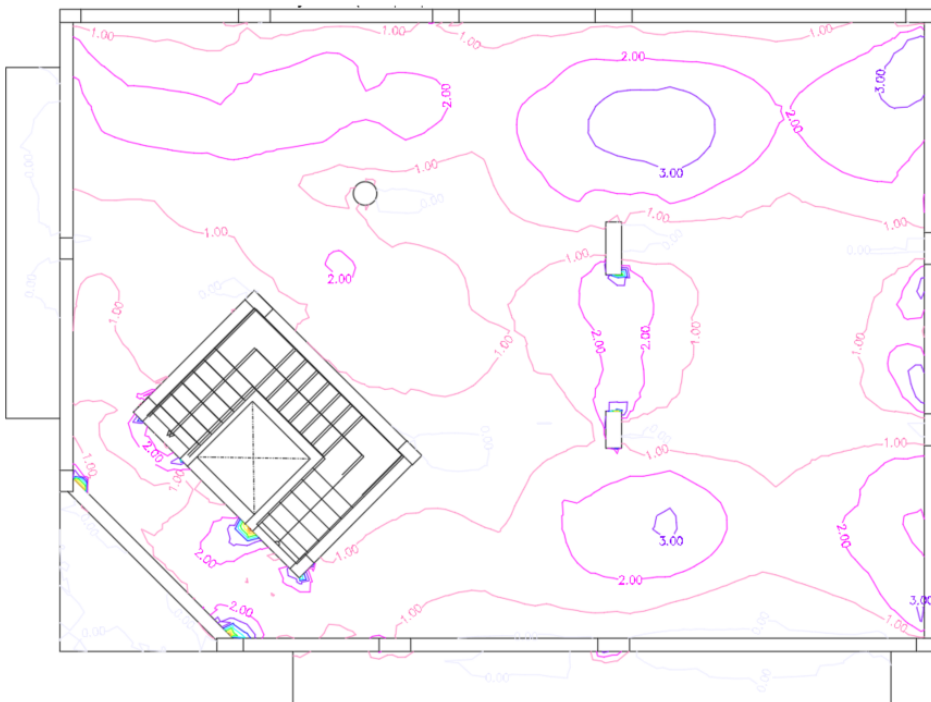


Figura 34 - Quantidades: Armaduras Inferior, direção yy (cm^2/m)

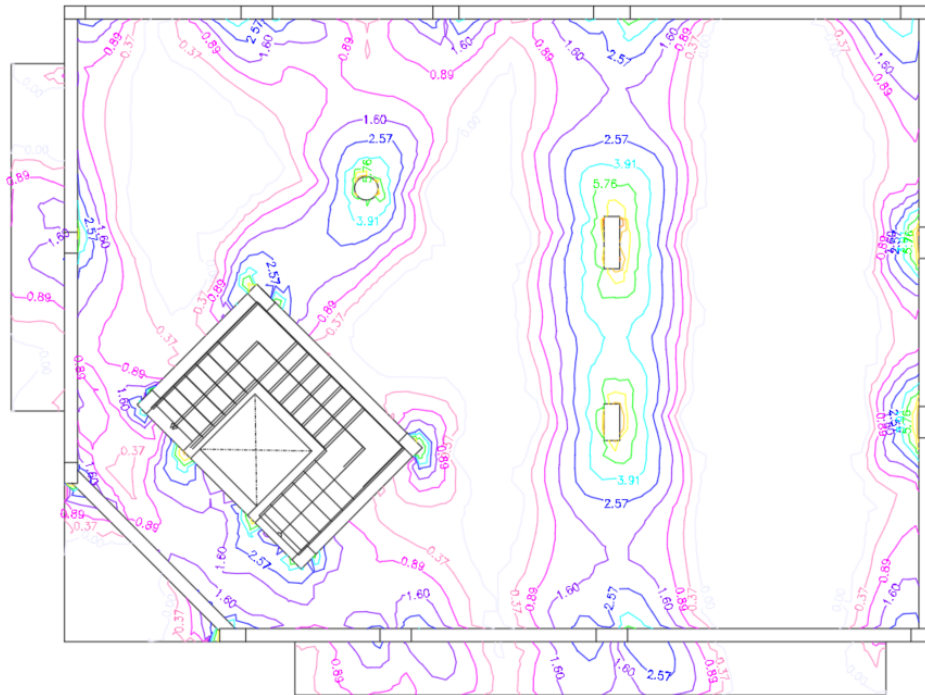


Figura 35 - Quantidades: Armaduras Superior, direção xx (cm^2/m)

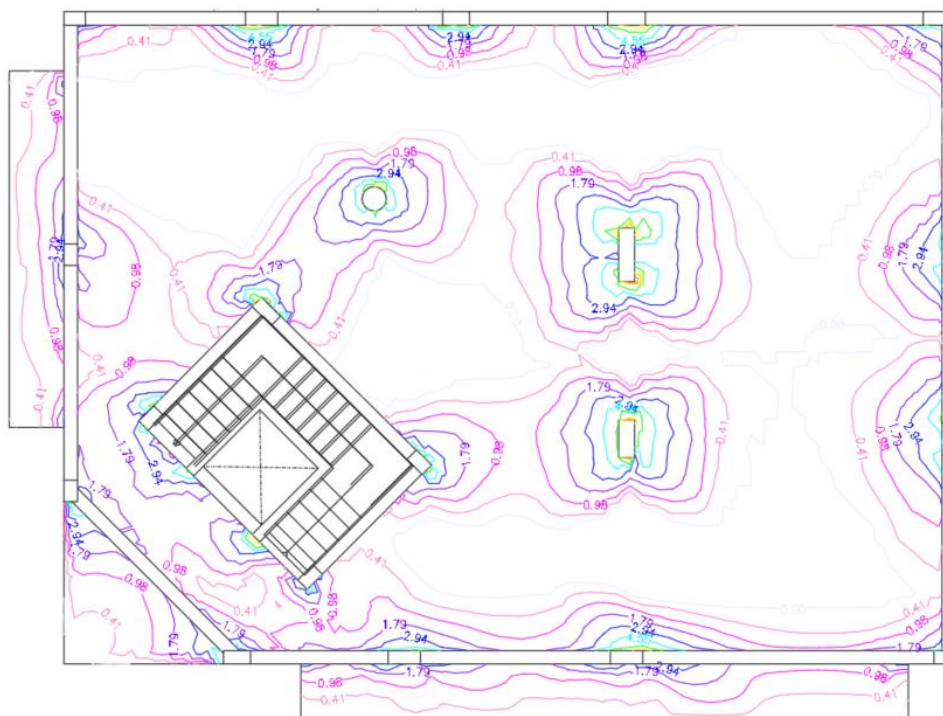


Figura 36 - Quantidades: Armaduras Superior, direção yy (cm^2/m)

Embora o dimensionamento manual permita um controle direto sobre o processo e maior flexibilidade para ajustes, o uso do software proporciona uma análise mais eficiente, precisa e confiável. A automação dos cálculos e a capacidade de considerar grande quantidades de variáveis contribui para uma análise mais confiável.

6 Considerações finais

Este projeto acadêmico representou uma oportunidade para aplicar e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Civil e permitiu uma boa dinâmica de identificação e resolução de problemas.

Todos os processos envolvidos na concretização deste projeto proporcionaram, entre outros, um ganho de maior experiência na interpretação dos Eurocódigos e na aplicação dos seus conteúdos.

A utilização do software de cálculo automático, CYPECAD, foi uma componente essencial deste projeto. Embora exigisse um investimento significativo na sua aprendizagem, revelou-se valioso para agilizar o processo de análise e dimensionamento da estrutura. É importante realçar que a utilização destes programas de cálculo automático deve ser sempre feita de forma cuidada e com julgamento atento, pois requerem uma certa experiência.

A incorporação dos Eurocódigos, especialmente o EC8, apresentou complicações na resolução estrutural, como por exemplo no cálculo de pilares que nascem sobre as vigas e nos espaçamentos de estribos das vigas, principalmente nas zonas de apoio.

A realização deste projeto de estabilidade evidenciou a importância de considerar a localização do núcleo do elevador no comportamento sísmico do edifício. A configuração assimétrica do núcleo, afastado do centro, apresentou desafios significativos, especialmente no que diz respeito ao desfasamento entre o centro de rigidez e o centro de massa, que pode provocar efeitos de torção indesejáveis durante um evento sísmico. Para mitigar esses problemas, foi necessário aumentar a secção de alguns pilares mais afastados, de forma a aproximar o centro de rigidez ao centro de massa. Esta solução mostrou-se eficaz na minimização dos efeitos de rotação induzidos pela excentricidade.

No entanto, essas dificuldades proporcionaram uma compreensão mais profunda dos desafios e complexidades envolvidos no dimensionamento e análise estrutural, preparando-nos para enfrentar problemas semelhantes na prática profissional.

Este trabalho também permitiu adquirir a competência de elaborar as peças desenhadas coconstituintes de um projeto de estabilidade.

Covilhã, junho de 2024

O Eng.º Civil;

Referências Bibliográficas

- [1] EN 1990 Eurocódigo 0 – bases para o projeto de estrutura;
- [2] EN 1991 Eurocódigo 1 – ações em estruturas;
- [3] EN 1992 Eurocódigo 2 – projeto de estruturas de betão – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- [4] EN 1998 Eurocódigo 8 – projeto de estrutura para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios;
- [5] Manual do utilizador CypeCad 2025;
- [6] Bernardo, L. F. A., UBI – DECA - Apontamentos de Betão Estrutural 1, 2021-2022;
- [7] Bernardo, L. F. A., UBI – DECA - Apontamentos de Betão Estrutural 2, 2023-2024;
- [8] Cachim, Paulo Barreto e Morais, Miguel Monteiro. Estruturas de Betão – Bases de Cálculo segundo o Eurocódigo 2, 2ª edição;
- [9] J. D`Arga e Lima, Vítor Monteiro e Mary Mun. Betão Armado, Esforços Normais e de Flexão (REBAP-83);
- [10] Filipe da Silva Henriques. Elaboração de um Projeto de Estabilidade para um Centro de Reabilitação para Atletas de Alto Rendimento. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior;
- [11] Tabelas Diversas, Grupo de Betão Armado e Pré-Esforçado, IST, Lisboa;
- [12] Júlio E., Cálculo de armaduras longitudinais de vigas retangulares de betão armado sujeitas a flexão simples plana de acordo com o EC2, Departamento de Engenharia Civil – FCTUC, Coimbra;
- [13] C; Marchão, **J. Appleton**; Módulo 2 – Verificação da segurança aos estados limite últimos de elementos com esfoço axial desprezável (vigas); Departamento de Engenharia Civil – IST, 2010.

Anexos

Anexo I – Verificação do Punçoamento;

Anexo II – Justificação da Ação Sísmica;

Anexo III – Orçamento;

Anexo IV – Peças Desenhadas Arquitetura;

Anexo V – Peças Desenhadas Estabilidade.

Anexo I
Verificação do Punçoamento

1. PUNÇOAMENTO/VERIFICAÇÕES

1.1. Piso 0

1.1.1. P9

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x70 cm

Perímetro de controlo: 4032 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.02 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.64 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.43 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica

1.1.2. P14

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x100 cm

Perímetro de controlo: 4922 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.26 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.80 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.44 \text{ MPa} \leq 0.51 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.28 \text{ MPa} \leq 0.51 \text{ MPa}$	Verifica

1.1.3. P16

Perímetro do pilar: 1408 mm

Dimensões do suporte: Diâmetro 45 cm

Perímetro de controlo: 3730 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$0.98 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.61 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.37 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.23 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica

1.2. Piso 1

1.2.1. P9

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x70 cm

Perímetro de controlo: 4032 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.23 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.81 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.52 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica

1.2.2. P14

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x100 cm

Perímetro de controlo: 4877 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.66 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$1.11 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.58 \text{ MPa} \leq 0.61 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.61 \text{ MPa}$	Verifica

1.2.3. P16

Perímetro do pilar: 1408 mm

Dimensões do suporte: Diâmetro 45 cm

Perímetro de controlo: 3730 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.05 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.71 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.40 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica

1.3. Piso 2

1.3.1. P9

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x70 cm

Perímetro de controlo: 4032 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.21 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.80 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.51 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica

1.3.2. P14

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x100 cm

Perímetro de controlo: 4922 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.64 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$1.11 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.57 \text{ MPa} \leq 0.61 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.61 \text{ MPa}$	Verifica

1.3.3. P16

Perímetro do pilar: 1408 mm

Dimensões do suporte: Diâmetro 45 cm

Perímetro de controlo: 3730 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.04 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.71 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.50 \text{ MPa}$	Verifica

1.4. Piso 3

1.4.1. P9

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x70 cm

Perímetro de controlo: 4032 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.25 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.84 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.53 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.36 \text{ MPa} \leq 0.56 \text{ MPa}$	Verifica

1.4.2. P14

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x100 cm

Perímetro de controlo: 4922 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.70 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$1.14 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.59 \text{ MPa} \leq 0.64 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.40 \text{ MPa} \leq 0.64 \text{ MPa}$	Verifica

1.4.3. P16

Perímetro do pilar: 1408 mm

Dimensões do suporte: Diâmetro 45 cm

Perímetro de controlo: 3730 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.06 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.72 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.40 \text{ MPa} \leq 0.51 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.51 \text{ MPa}$	Verifica

1.5. Piso Rec.**1.5.1. P16**

Perímetro do pilar: 1408 mm

Dimensões do suporte: Diâmetro 45 cm

Perímetro de controlo: 3730 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.03 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.69 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.26 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica

1.6. Cobertura**1.6.1. P9**

Perímetro do pilar: 1600 mm

Dimensões do suporte: 30x50 cm

Perímetro de controlo: 3922 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$0.83 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.54 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.22 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica

1.6.2. P14

Perímetro do pilar: 1710 mm

Dimensões do suporte: 30x80 cm

Perímetro de controlo: 4032 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.24 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.80 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.53 \text{ MPa} \leq 0.54 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.54 \text{ MPa}$	Verifica

1.6.3. P16

Perímetro do pilar: 1000 mm

Dimensões do suporte: 25x25 cm

Perímetro de controlo: 3322 mm

Altura útil da laje: 18.5 cm

Tipo	Verificação	Resultado	Estado
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações fundamentais)	$1.12 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro do pilar	Zona adjacente ao pilar ou carga (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.66 \text{ MPa} \leq 4.50 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações fundamentais)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica
Perímetro de controlo	Zona sem armadura de punçoamento (Combinações sísmicas e acidentais)	$0.20 \text{ MPa} \leq 0.49 \text{ MPa}$	Verifica

Anexo II
Justificação da Ação Sísmica

SISMO

Norma utilizada: NP EN 1998-1 (2010)

NP EN 1998-1 (2010)

Eurocódigo 8 - Projecto de estruturas para resistência aos sismos

Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios

Método de cálculo: Análise modal espectral (NP EN 1998-1 (2010), 4.3.3.3)

1.1. Dados gerais de sismo

Caracterização da localização

Zonamento sísmico (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1): Portugal Continental

Zona sísmica - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1): 1.6

Zona sísmica - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1): 2.4

Tipo de solo (NP EN 1998-1 (2010), 3.1.2): C

Sistema estrutural

Geometria em altura (NP EN 1998-1 (2010), 4.2.3.3): Regular

qx: Factor de comportamento (X) (NP EN 1998-1 (2010), 5.2.2.2)

qx : 3.90

qy: Factor de comportamento (Y) (NP EN 1998-1 (2010), 5.2.2.2)

qy : 3.90

Importância da obra (NP EN 1998-1 (2010), 4.2.5 e Tabela 4.3): Categoria II

Parâmetros de cálculo

Número de modos de vibração que intervêm na análise: Automático, até atingir uma percentagem exigida de massa deslocada (90 %)

Graus de liberdade que intervêm na análise: Não foram consideradas as plantas abaixo da rasante no modelo dinâmico

Fracção de sobrecarga

: 0.50

Fracção de sobrecarga de neve

: 0.50

Efeitos da componente sísmica vertical

Não se consideram

Não se realiza a análise dos efeitos de 2ª ordem

Critério de armadura a aplicar por ductilidade: Ductilidade média

Factores redutores de inércia (NP EN 1998-1 (2010), 4.3.1)

Vigas primárias face à acção sísmica: 0.5

Lajes primárias face à acção sísmica: 0.5

Pilares primários face à acção sísmica: 0.5

Paredes: 0.5

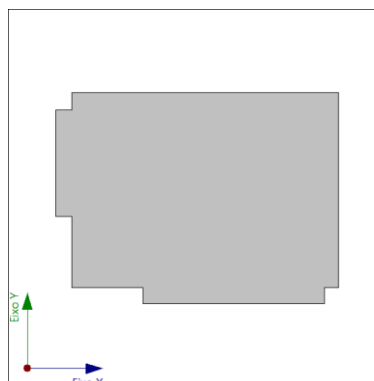
Muros: 0.5

Paredes resistentes de alvenaria: 0.5

Direcções de análise

Acção sísmica segundo X

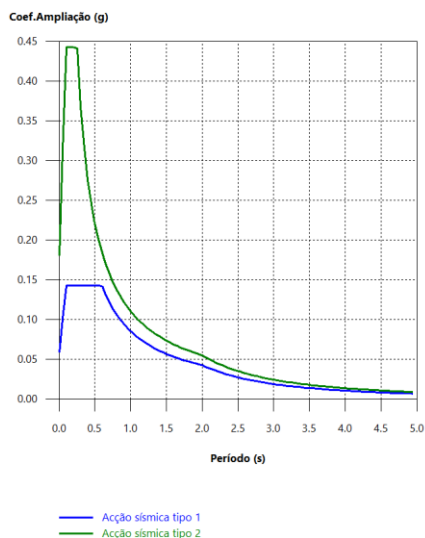
Acção sísmica segundo Y



Projecção em planta da obra

1.2. Espectro de cálculo

1.2.1. Espectro elástico de acelerações



Coef. Ampliação:

O valor máximo das ordenadas espectrais "Acção sísmica tipo 1" é 0.143 g.

O valor máximo das ordenadas espectrais "Acção sísmica tipo 2" é 0.443 g.

NP EN 1998-1 (2010) (3.2.2.2)

Parâmetros necessários para a definição do espectro

a_{gR1}: Aceleração pico de dimensionamento - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1) **a_{gR1}** : 0.35 m/s²
 Zonamento sísmico: Portugal Continental
 Zona sísmica - Acção sísmica tipo 1: 1.6

a_{gR2}: Aceleração pico de dimensionamento - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1) **a_{gR2}** : 1.10 m/s²
 Zonamento sísmico: Portugal Continental
 Zona sísmica - Acção sísmica tipo 2: 2.4

γ_{I1}: Factor de importância - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-4.2.5 e Tabela II) **γ_{I1}** : 1.00

γ_{I2}: Factor de importância - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-4.2.5 e Tabela II) **γ_{I2}** : 1.00

Zonamento sísmico (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1): Portugal Continental

Zona sísmica - Acção sísmica tipo 1: 1.6

Zona sísmica - Acção sísmica tipo 2: 2.4

Importância da obra (NP EN 1998-1 (2010), 4.2.5 e Tabela 4.3): Categoria II

S₁: Factor de solo - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.2.2) **S₁** : 1.60

S₂: Factor de solo - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.2.2) **S₂** : 1.58

a_{g1}: Aceleração de cálculo - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1 (3)) **a_{g1}** : 0.35 m/s²

a_{g2}: Aceleração de cálculo - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1 (3)) **a_{g2}** : 1.10 m/s²

a_{gR1}: Aceleração pico de dimensionamento - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1) **a_{gR1}** : 0.35 m/s²

a_{gR2}: Aceleração pico de dimensionamento - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1) **a_{gR2}** : 1.10 m/s²

γ_{I1}: Factor de importância - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-4.2.5 e Tabela II) **γ_{I1}** : 1.00

γ_{I2}: Factor de importância - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-4.2.5 e Tabela II) **γ_{I2}** : 1.00

S_{max1}: Parâmetro de solo - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.2) **S_{max1}** : 1.60

S_{max2}: Parâmetro de solo - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.3) **S_{max2}** : 1.60

Tipo de solo (NP EN 1998-1 (2010), 3.1.2): C

T_{B1}: Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.2) **T_{B1}** : 0.10 s

T_{C1}: Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.2) **T_{C1}** : 0.60 s

T_{D1}: Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante - Acção sísmica tipo 1 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.2) **T_{D1}** : 2.00 s

T_{B2}: Limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.3)

T_{B2} : 0.10 s

T_{C2}: Limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.3)

T_{C2} : 0.25 s

T_{D2}: Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante - Acção sísmica tipo 2 (NP EN 1998-1 (2010), NA-Tabela 3.3)

T_{D2} : 2.00 s

Zonamento sísmico (NP EN 1998-1 (2010), NA-3.2.1): Portugal Continental
 Zona sísmica - Acção sísmica tipo 1: 1.6
 Zona sísmica - Acção sísmica tipo 2: 2.4
 Tipo de solo (NP EN 1998-1 (2010), 3.1.2): C

1.2.2. Espectro de dimensionamento de acelerações

O espectro de dimensionamento sísmico obtém-se reduzindo o espectro elástico para cada um dos tipos de acção sísmica pelo factor de comportamento (q), segundo as seguintes expressões:

Factor redutor de comportamento

q_x: Factor de comportamento (X) (NP EN 1998-1 (2010), 5.2.2.2)

q_x : 3.90

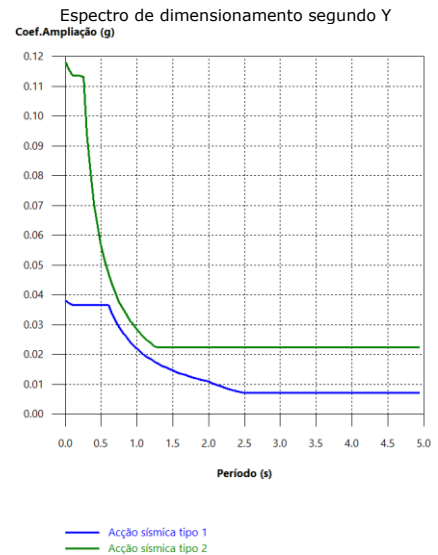
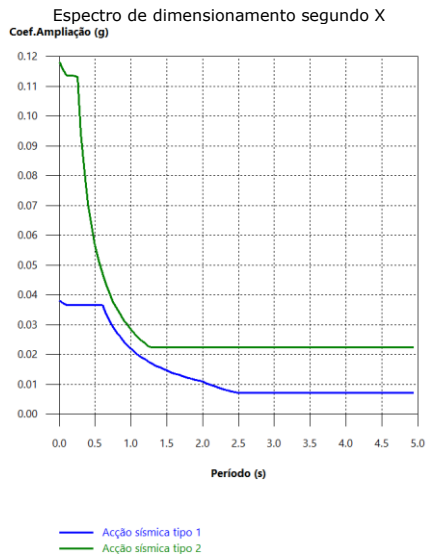
q_y: Factor de comportamento (Y) (NP EN 1998-1 (2010), 5.2.2.2)

q_y : 3.90

Geometria em altura (NP EN 1998-1 (2010), 4.2.3.3): Regular

A estrutura define-se como regular em altura, pelo que não é necessário reduzir o factor de comportamento considerado em cada direcção de análise (NP EN 1998-1 (2010), 4.2.3.1 (7))

NP EN 1998-1 (2010) (3.2.2.5)



1.3. Coeficientes de participação

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótese X(1)	Hipótese X(2)	Hipótese Y(1)	Hipótese Y(2)
Modo 1	0.820	0.0583	0.2626	0.9631	2.92 %	59.16 %	R = 3.9 A = 0.263 m/s ² D = 4.47695 mm	R = 3.9 A = 0.34 m/s ² D = 5.78939 mm	R = 3.9 A = 0.263 m/s ² D = 4.47695 mm	R = 3.9 A = 0.34 m/s ² D = 5.78939 mm
Modo 2	0.732	0.2189	0.0265	0.9754	54.39 %	0.8 %	R = 3.9 A = 0.295 m/s ² D = 3.99747 mm	R = 3.9 A = 0.381 m/s ² D = 5.16935 mm	R = 3.9 A = 0.295 m/s ² D = 3.99747 mm	R = 3.9 A = 0.381 m/s ² D = 5.16935 mm

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótese X(1)	Hipótese X(2)	Hipótese Y(1)	Hipótese Y(2)
Modo 3	0.672	0.1189	0.1125	0.9865	22.31 %	20 %	R = 3.9 A = 0.321 m/s ² D = 3.67092 mm	R = 3.9 A = 0.415 m/s ² D = 4.74706 mm	R = 3.9 A = 0.321 m/s ² D = 3.67092 mm	R = 3.9 A = 0.415 m/s ² D = 4.74706 mm
Modo 4	0.302	0.007	0.108	0.9941	0.01 %	2.99 %	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.83063 mm	R = 3.9 A = 0.922 m/s ² D = 2.13356 mm	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.83063 mm	R = 3.9 A = 0.922 m/s ² D = 2.13356 mm
Modo 5	0.217	0.4974	0.2727	0.8235	9.19 %	2.76 %	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.42757 mm	R = 3.9 A = 1.113 m/s ² D = 1.32533 mm	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.42757 mm	R = 3.9 A = 1.113 m/s ² D = 1.32533 mm
Modo 6	0.199	0.1448	0.3765	0.915	0.54 %	3.63 %	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.35922 mm	R = 3.9 A = 1.114 m/s ² D = 1.11487 mm	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.35922 mm	R = 3.9 A = 1.114 m/s ² D = 1.11487 mm
Modo 7	0.195	0.1136	0.1222	0.986	2.61 %	3.02 %	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.3448 mm	R = 3.9 A = 1.114 m/s ² D = 1.0701 mm	R = 3.9 A = 0.359 m/s ² D = 0.3448 mm	R = 3.9 A = 1.114 m/s ² D = 1.0701 mm
Total					91.97 %	92.36 %				

T: Período de vibração em segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participação normalizados em cada direcção da análise.

L_{gz}: Coeficiente de participação normalizado correspondente ao grau de liberdade rotacional.

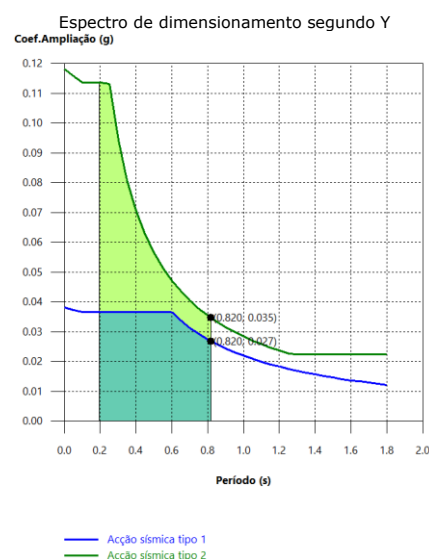
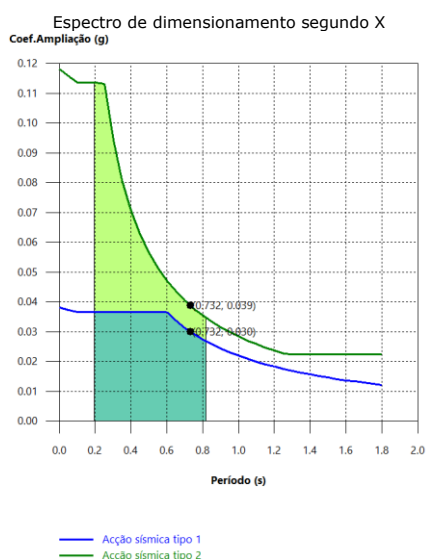
M_x, M_y: Percentagem de massa deslocada por cada modo em cada direcção da análise.

R: Relação entre a aceleração de cálculo usando a ductilidade atribuída à estrutura e à aceleração de cálculo obtida sem ductilidade.

A: Aceleração de cálculo, incluindo a ductilidade.

D: Coeficiente do modo. Equivale ao deslocamento máximo do grau de liberdade dinâmico.

Representação dos períodos modais



Representa-se o intervalo de períodos abarcado pelos modos estudados, com indicação dos modos nos que se desloca mais de 30% da massa:

Hipótese Sismo X1		
Acção modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.732	0.030

Hipótese Sismo Y1		
Acção modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.820	0.027

Hipótese Sismo X2		
Acção modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.732	0.039

Hipótese Sismo Y2		
Acção modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.820	0.035

1.4. Centro de massa, centro de rigidez e excentricidades de cada planta

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e _x (m)	e _y (m)
Cob. C.EL.	(1.84, 0.50)	(1.73, 1.33)	0.10	-0.84

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	ex (m)	ey (m)
Cobertura	(5.91, 2.96)	(2.80, 1.42)	3.10	1.54
Piso Rec.	(5.81, 2.15)	(3.38, 1.49)	2.43	0.66
Piso 3	(5.77, 2.17)	(3.91, 1.40)	1.85	0.77
Piso 2	(5.77, 2.16)	(4.15, 1.29)	1.62	0.87
Piso 1	(5.76, 2.16)	(4.19, 1.28)	1.57	0.88
Piso 0	(5.81, 2.31)	(5.25, 2.04)	0.56	0.27

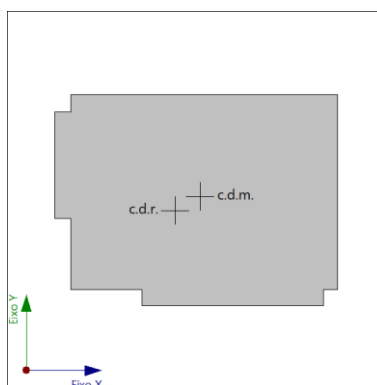
c.d.m.: Coordenadas do centro de massas da planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas do centro de rigidez da planta (X,Y)

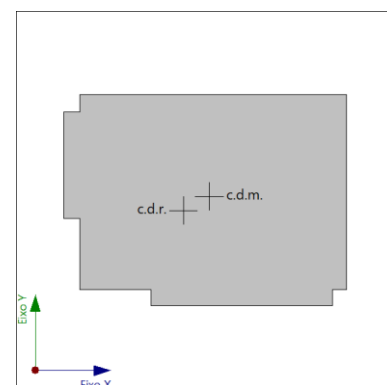
ex: Excentricidade do centro de massa em relação ao centro de rigidez (X)

ey: Excentricidade do centro de massa em relação ao centro de rigidez (Y)

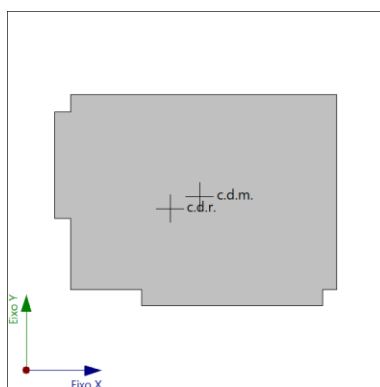
Representação gráfica do centro de massa e do centro de rigidez por planta



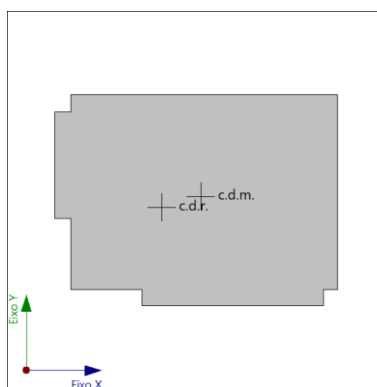
Piso 1



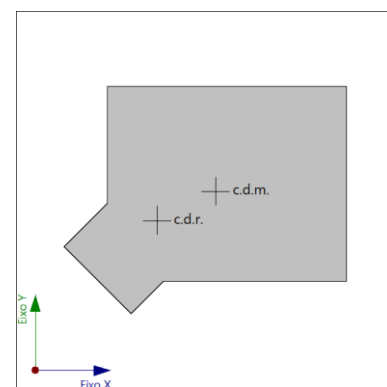
Piso 2



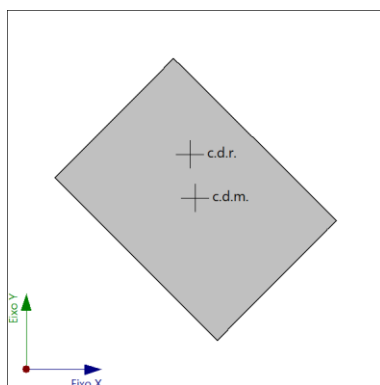
Piso 3



Piso Rec.



Cobertura



Cob. C.EL.

1.5. Esforço transversal sísmico combinado por planta

O valor máximo do esforço transversal por planta numa dada acção sísmica obtém-se através da Combinação Quadrática Completa (CQC) dos correspondentes esforços transversos modais.

Se a obra tem vigas com vinculação exterior ou estruturas 3D integradas, os esforços dos referidos elementos não serão mostrados na seguinte listagem.

1.5.1. Esforço transverso sísmico combinado e força sísmica equivalente por planta

Os valores que se mostram nas seguintes tabelas não estão ajustados pelo factor de modificação calculado no ponto 'Correcção por esforço transverso na base'.

Hipótese de acção sísmica: Sismo X1

Planta	Q _x (kN)	F _{eq,X} (kN)	Q _y (kN)	F _{eq,Y} (kN)
Cob. C.EL.	8.947	8.947	8.700	8.700
Cobertura	67.974	60.834	38.906	31.913
Piso Rec.	165.366	100.857	81.416	47.739
Piso 3	230.288	73.839	108.379	36.801
Piso 2	275.811	57.620	128.025	31.299
Piso 1	299.496	31.962	138.513	18.041
Piso 0	299.496	0.000	138.513	0.000

Hipótese de acção sísmica: Sismo X2

Planta	Q _x (kN)	F _{eq,X} (kN)	Q _y (kN)	F _{eq,Y} (kN)
Cob. C.EL.	23.909	23.909	23.399	23.399
Cobertura	121.863	102.923	82.615	64.832
Piso Rec.	234.798	131.031	123.809	66.438
Piso 3	298.551	122.373	140.838	75.158
Piso 2	366.910	128.582	178.500	83.251
Piso 1	417.447	81.039	211.515	51.444
Piso 0	417.447	0.000	211.515	0.000

Hipótese de acção sísmica: Sismo Y1

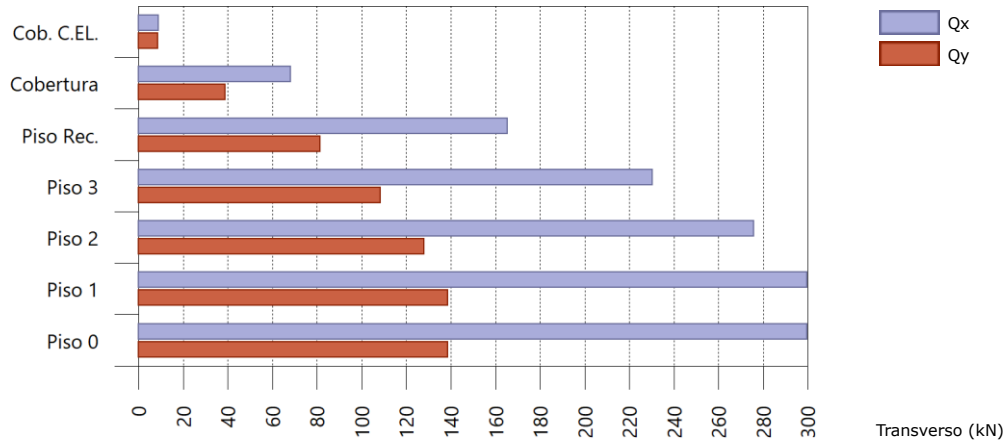
Planta	Q _x (kN)	F _{eq,X} (kN)	Q _y (kN)	F _{eq,Y} (kN)
Cob. C.EL.	7.018	7.018	8.468	8.468
Cobertura	32.728	28.435	55.840	51.482
Piso Rec.	77.598	47.892	139.642	87.261
Piso 3	104.785	36.375	195.424	61.805
Piso 2	125.803	33.599	233.915	49.106
Piso 1	138.523	20.877	254.437	28.601
Piso 0	138.523	0.000	254.437	0.000

Hipótese de acção sísmica: Sismo Y2

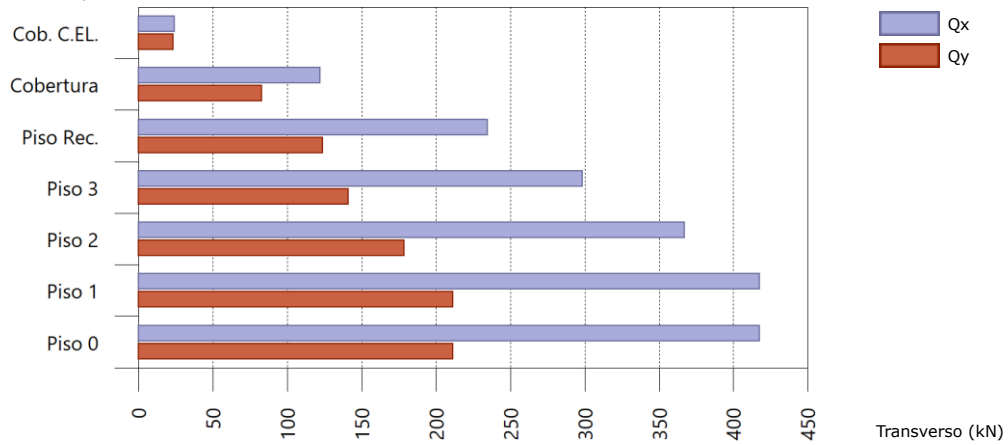
Planta	Q _x (kN)	F _{eq,X} (kN)	Q _y (kN)	F _{eq,Y} (kN)
Cob. C.EL.	19.787	19.787	23.448	23.448
Cobertura	70.620	60.477	94.419	86.152
Piso Rec.	123.004	63.771	196.263	121.934
Piso 3	137.072	70.006	254.695	95.812
Piso 2	173.267	88.311	309.100	106.750
Piso 1	211.534	59.878	352.034	72.062
Piso 0	211.534	0.000	352.034	0.000

Esforços transversos sísmicos máximos por planta

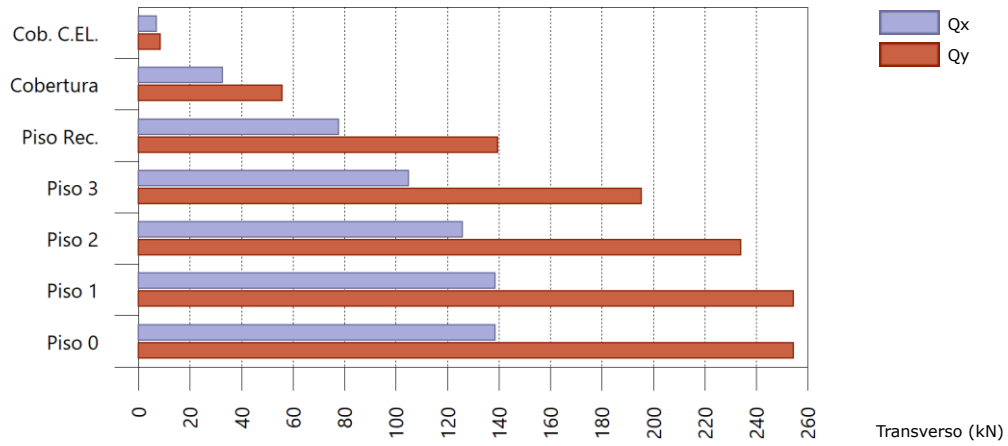
Hipótese de acção sísmica: Sismo X1



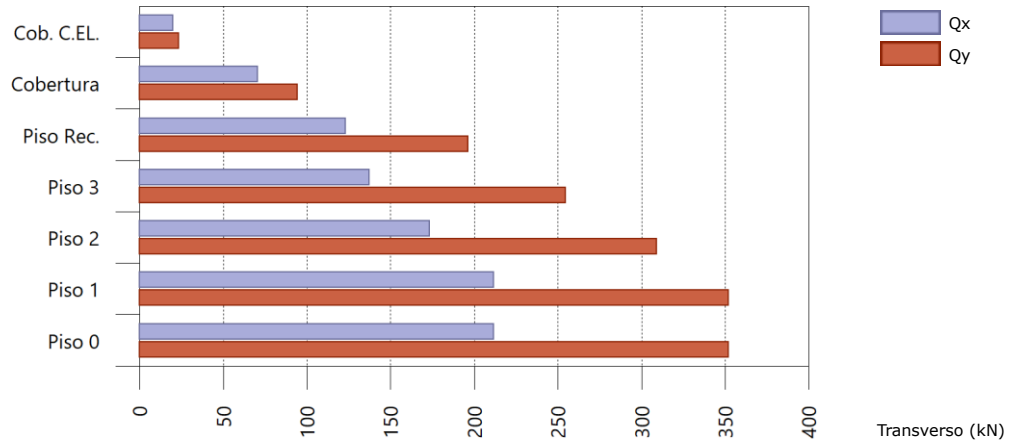
Hipótese de acção sísmica: Sismo X2



Hipótese de acção sísmica: Sismo Y1

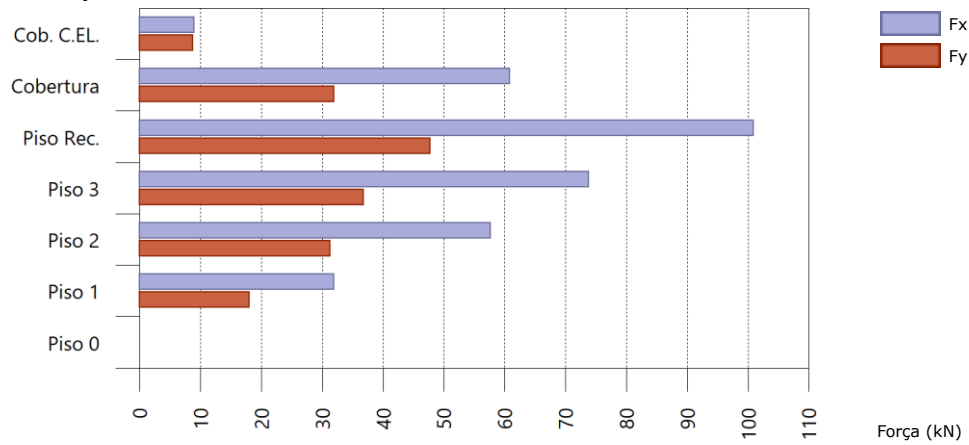


Hipótese de acção sísmica: Sismo Y2

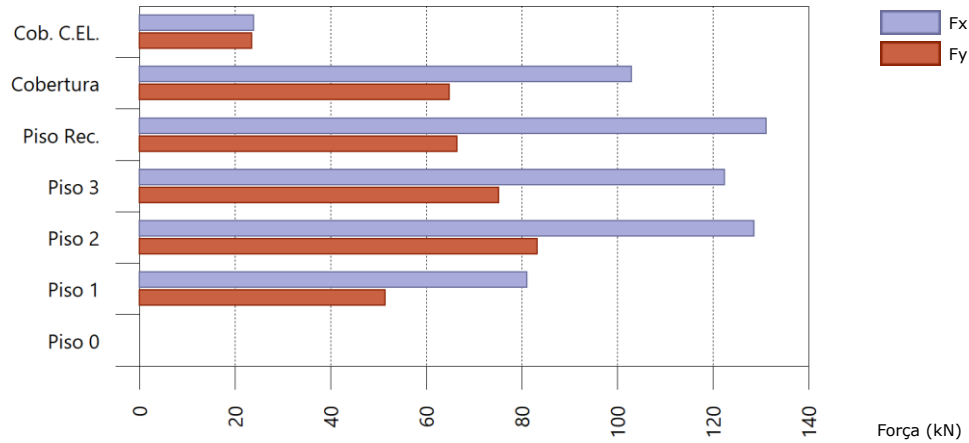


Forças sísmicas equivalentes por planta

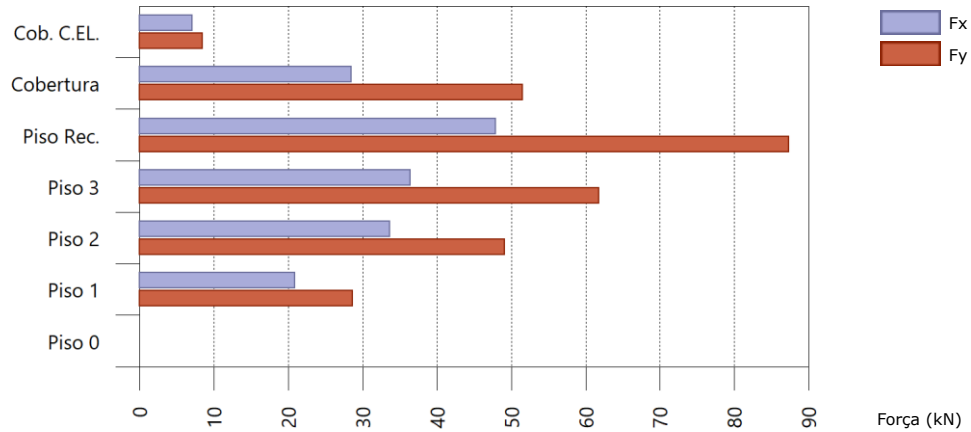
Hipótese de acção sísmica: Sismo X1



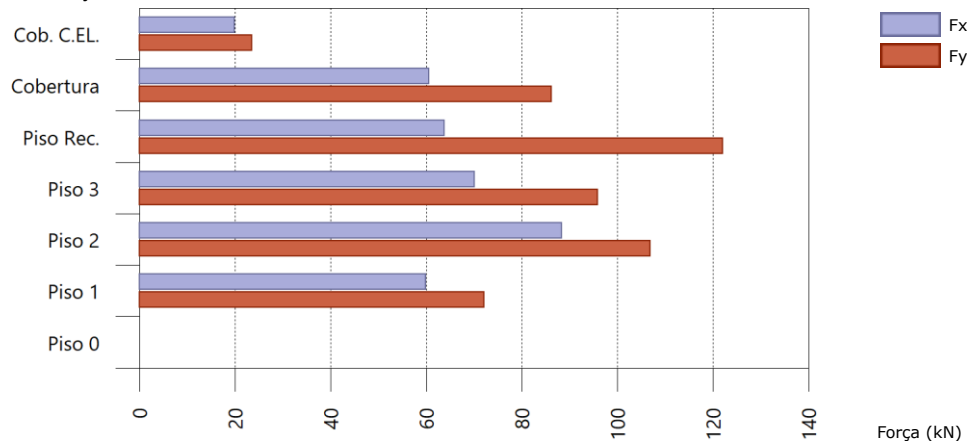
Hipótese de acção sísmica: Sismo X2



Hipótese de acção sísmica: Sismo Y1



Hipótese de acção sísmica: Sismo Y2



1.5.2. Percentagem de esforço transversal sísmico resistido por tipo de suporte e por planta

A percentagem de esforço transversal sísmico da coluna 'Muros' inclui o esforço transversal resistido por muros, paredes e elementos de contraventamento.

Hipótese de acção sísmica: Sismo X1

Planta	%Qx		%Qy	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
Cob. C.EL.	100.00	0.00	100.00	0.00
Cobertura	63.61	36.39	56.35	43.65
Piso Rec.	71.84	28.16	58.64	41.36
Piso 3	70.92	29.08	48.30	51.70
Piso 2	61.09	38.91	33.63	66.37
Piso 1	42.96	57.04	29.41	70.59
Piso 0	8.97	91.03	14.10	85.90

Hipótese de acção sísmica: Sismo X2

Planta	%Qx		%Qy	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
Cob. C.EL.	100.00	0.00	100.00	0.00
Cobertura	48.63	51.37	41.78	58.22
Piso Rec.	66.79	33.21	52.26	47.74
Piso 3	70.98	29.02	48.66	51.34
Piso 2	59.18	40.82	32.00	68.00
Piso 1	40.99	59.01	27.26	72.74
Piso 0	8.85	91.15	12.32	87.68

Hipótese de acção sísmica: Sismo Y1

Planta	%Q _x		%Q _y	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
Cob. C.EL.	100.00	0.00	100.00	0.00
Cobertura	47.90	52.10	70.47	29.53
Piso Rec.	55.26	44.74	72.19	27.81
Piso 3	69.99	30.01	63.35	36.65
Piso 2	54.78	45.22	55.56	44.44
Piso 1	31.39	68.61	47.53	52.47
Piso 0	10.61	89.39	6.23	93.77

Hipótese de acção sísmica: Sismo Y2

Planta	%Q _x		%Q _y	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
Cob. C.EL.	100.00	0.00	100.00	0.00
Cobertura	42.73	57.27	56.28	43.72
Piso Rec.	52.76	47.24	67.36	32.64
Piso 3	70.08	29.92	63.57	36.43
Piso 2	51.44	48.56	54.08	45.92
Piso 1	30.83	69.17	45.36	54.64
Piso 0	9.78	90.22	6.22	93.78

1.5.3. Percentagem de esforço sísmico resistido por tipo de suporte em arranques

A percentagem de esforço transversal sísmico da coluna 'Muros' inclui o esforço transversal resistido por muros, paredes e elementos de contraventamento.

Hipótese de acção sísmica	%Q _x		%Q _y	
	Pilares	Muros	Pilares	Muros
Sismo X1	8.97	91.03	14.10	85.90
Sismo X2	8.85	91.15	12.32	87.68
Sismo Y1	10.61	89.39	6.23	93.77
Sismo Y2	9.78	90.22	6.22	93.78

Anexo III
Orçamento

ORÇAMENTO					
REQUERENTE - Universidade da Beira Interior, UBI					
TIPO DE OBRA: Construção de um Edifício de Escritórios					
LOCAL DA OBRA - Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilha					
TOTAL ORÇAMENTO:					153 676.40 €
Cap.	Designação	Unid.	Quant.	Preço unitário	Preço parcial
I	Trabalhos Prévios				4 560.46 €
1.1	Aluguel mensal de grua torre para transporte de materiais de 25 m de lança, 750 Kg de carga máxima na ponta e 19 m de altura abaixo do gancho, incluindo manutenção e seguro de responsabilidade civil. O preço não inclui a fundação.	vg	1.00	1 196.09 ECV	1 196.09 €
1.2	Montagem e desmontagem de grua torre	vg	1.00	3 364.37 €	3 364.37 €
II	Movimento de Terras				9 439.90 €
2.1	Escavação de cave de mais de 2 m de profundidade, que fica abaixo da rasante em todo o seu desenvolvimento, em solo de argila simi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião. O preço não inclui o transporte dos materiais escavados.	m ³	1040.40	7.05 €	7 334.82 €
2.2	Execução do aterro para base, através do espalhamento em camadas de espessura não superior a 30cm de material da própria escavação, e posteriormente compactação com meios mecânicos até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor modificado, realizado segundo LNEC. O preço não inclui a realização do ensaio Proctor Modificado.	m ³	173.40	12.14 €	2 105.08 €
III	Betão				139 676.05 €
3.1	Fornecimento e aplicação de betão C12/15 (Xo(P); D12; S4; Cl 1,0) fabricado em central e betonagem desde camião, para formação de camada de betão de limpeza e nivelção da base da fundação, no fundo da escavação previamente realizada.	m ³	2.89	88.87 €	256.83 €
3.2	Execução de sapata, realizada com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 50 kg/m3, inclusive armaduras de arranque do pilar, arame de atar, separadores e a montagem de desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	44.91	204.35 €	9 177.36 €
3.3	Execução de vigas de fundação, realizada com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 60 kg/m3, inclusive arame de atar, separadores e a montagem de desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	5.37	221.52 €	1 189.56 €
3.4	Execução de muro de contenção em betão armado 2F, de entre 3 e 6 m de altura, espessura 25 cm, superfície plana, realizado com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com bomba, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 50 kg/m3, incluindo a montagem de desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	51.46	379.06 €	19 506.43 €
3.5	Execução da Laje de Escada de betão armado de 15 cm de espessura, com degraus de betão, realizada com betão C25/30 (XC2(P); D12, fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 18 Kg/m2, incluindo a montagem e desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	10.90	127.33 €	1 387.90 €
3.6	Execução de Pilares, realizado com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 120 Kg/m3, incluindo a montagem e desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	67.20	618.91 €	41 590.75 €
3.7	Execução das vigas, realizada com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 150 Kg/m3, incluindo a montagem e desmontagem do sistema de cofragem.	m ³	55.71	587.80 €	32 746.34 €
3.8	Execução da laje maciça de betão, horizontal, com altura livre de piso entre 3 e 4 m, altura 22 cm, realizada com betão C25/30 (XC2(P); D12; S4, fabricado em central, e betonagem com bomba, e aço A500 NR, com uma quantidade aproximada de 21 Kg/m2, incluindo a montagem e desmontagem de sistema de cofragem.	m ³	232.38	105.62 €	24 543.98 €
3.9	Laje térrea ventilada de betão armado de 20+5 cm de altura, sobre cofragem perdida de peças de polipropileno reciclado, realizada com betão C25/30 (XC2(p); S4, fabricado em central, e malha electrossoldada AR60 100X300 mm de aço A500 EL como armadura de distribuição, colocada sobre separadores homologados em camada de compressão de 5 cm de espessura, com juntas de retração de 5 mm de espessura, apoiada sobre base de betão de limpeza.	m ²	289.00	32.10 €	9 276.90 €
Valor total por Extenso: Cento e Cinquenta e três mil, seiscentos e setenta e seis euros e quarenta cêntimos.					
Mediu e Orçamentou: Eng.º. Natalino Fernandes					

O presente orçamento foi elaborado utilizando o software CypeCad. Ferramenta reconhecida no setor da construção civil pela sua precisão e eficiência no cálculo estrutural. A tabela a seguir

apresenta as quantidades detalhadas de cofragem, betão, e aço a serem utilizados na execução da obra. As quantidades de varões incluem as perdas previstas no projeto.

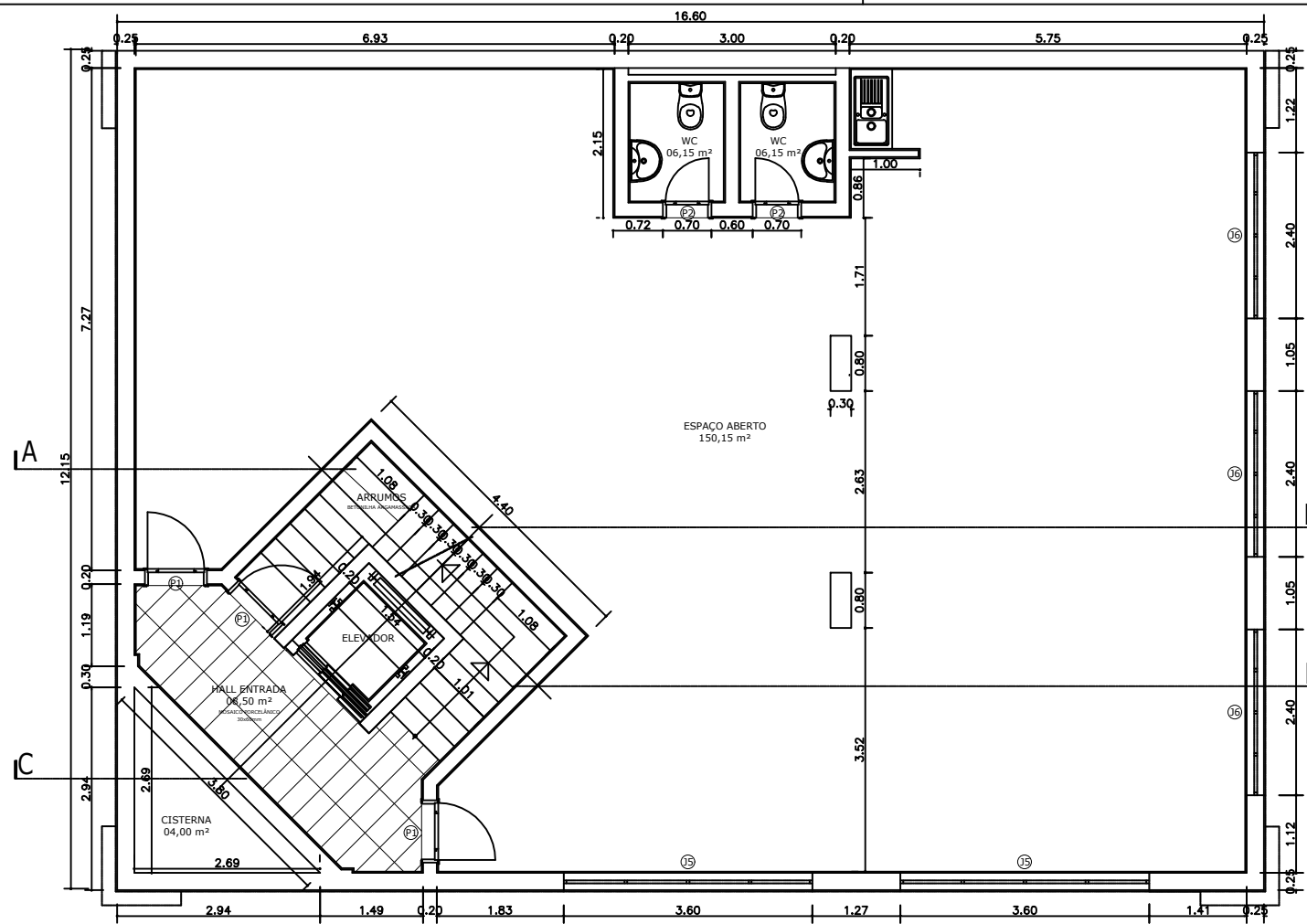
As quantidades foram valorizadas conforme o gerador de preços do CypeCad, que proporciona uma estimativa precisa dos custos envolvidos, ajustando-os às condições de mercado vigentes. Este procedimento permite obter um custo realista e atualizado do projeto.

Total obra

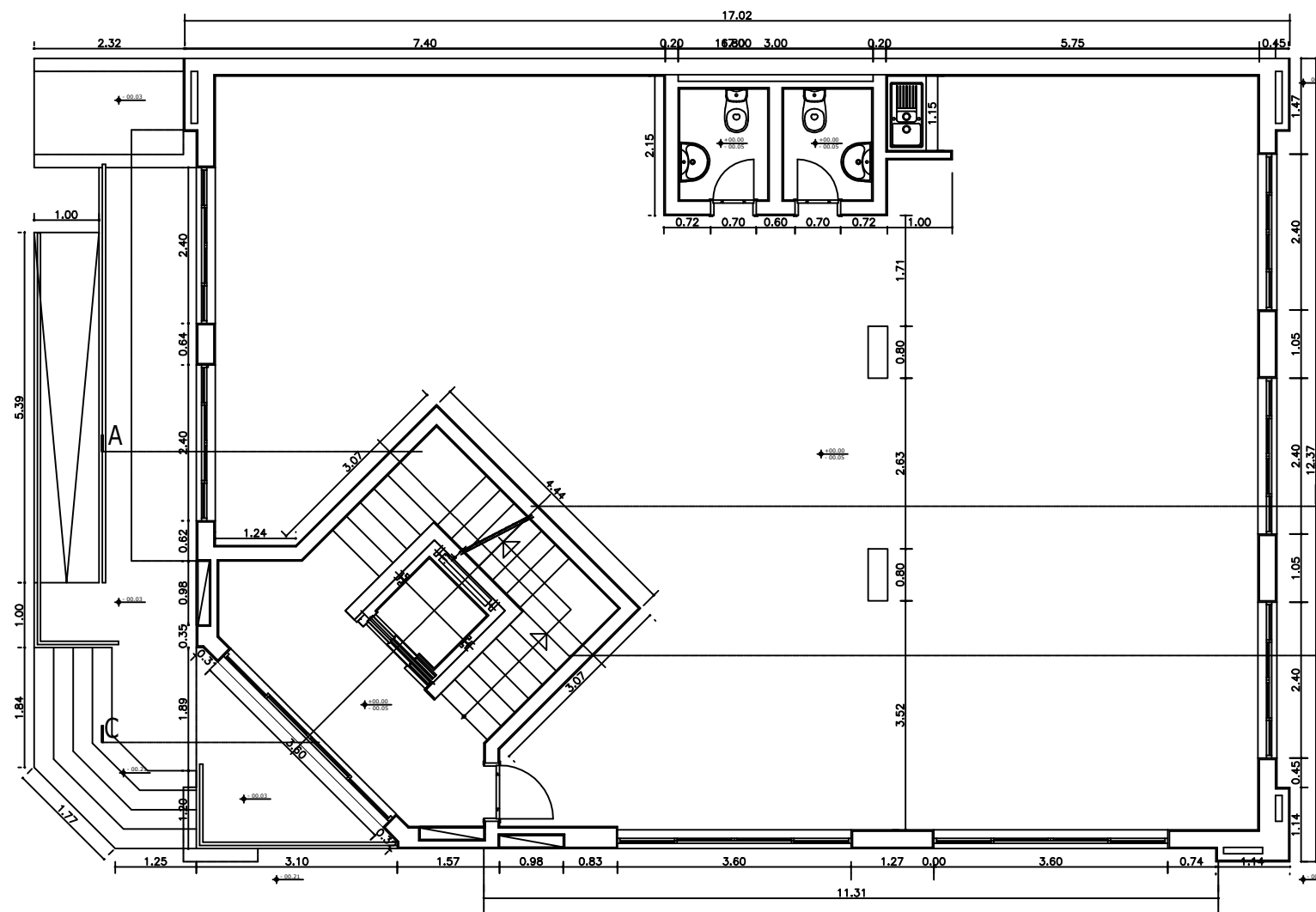
Elemento	Cofragem (m ²)	Volume (m ³)	Varões (kg)
Sapatas isoladas	22.60	19.230	1149
Sapatas contínuas	62.36	25.680	2212
Vigas de equilíbrio	26.84	5.370	1103
Total	-	50.280	4464

Elemento	Cofragem (m ²)	Superfície (m ²)	Volume (m ³)	Varões (kg)
Lajes maciças	-	1059.77	232.380	1366
Armadura base	-	-	-	20040
Vigas	370.63	143.32	55.710	6533
Muros de betão armado	-	411.68	51.460	4476
Pilares	746.01	-	67.200	12842
Escadas	-	69.01	10.900	1081
Total	-	1683.78	417.650	46338
Índices (por m²)	-	-	0.341	37.81
Superfície total: 1225.51 m²				

Anexo IV
Peças Desenhadas Arquitetura



PLANTA COTADA DO PISO -1

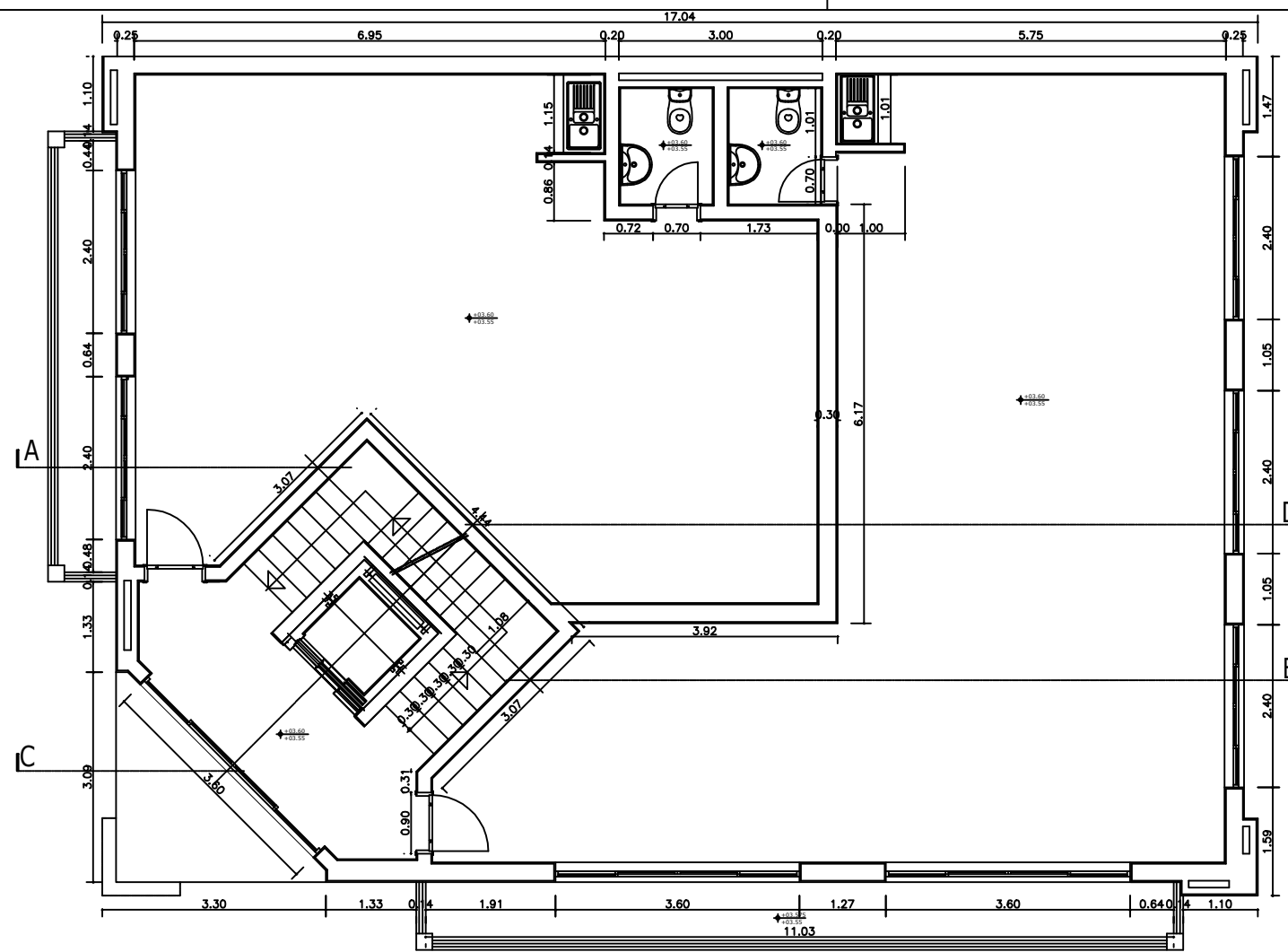


PLANTA COTADA DO PISO 0
cota acabado 0.00

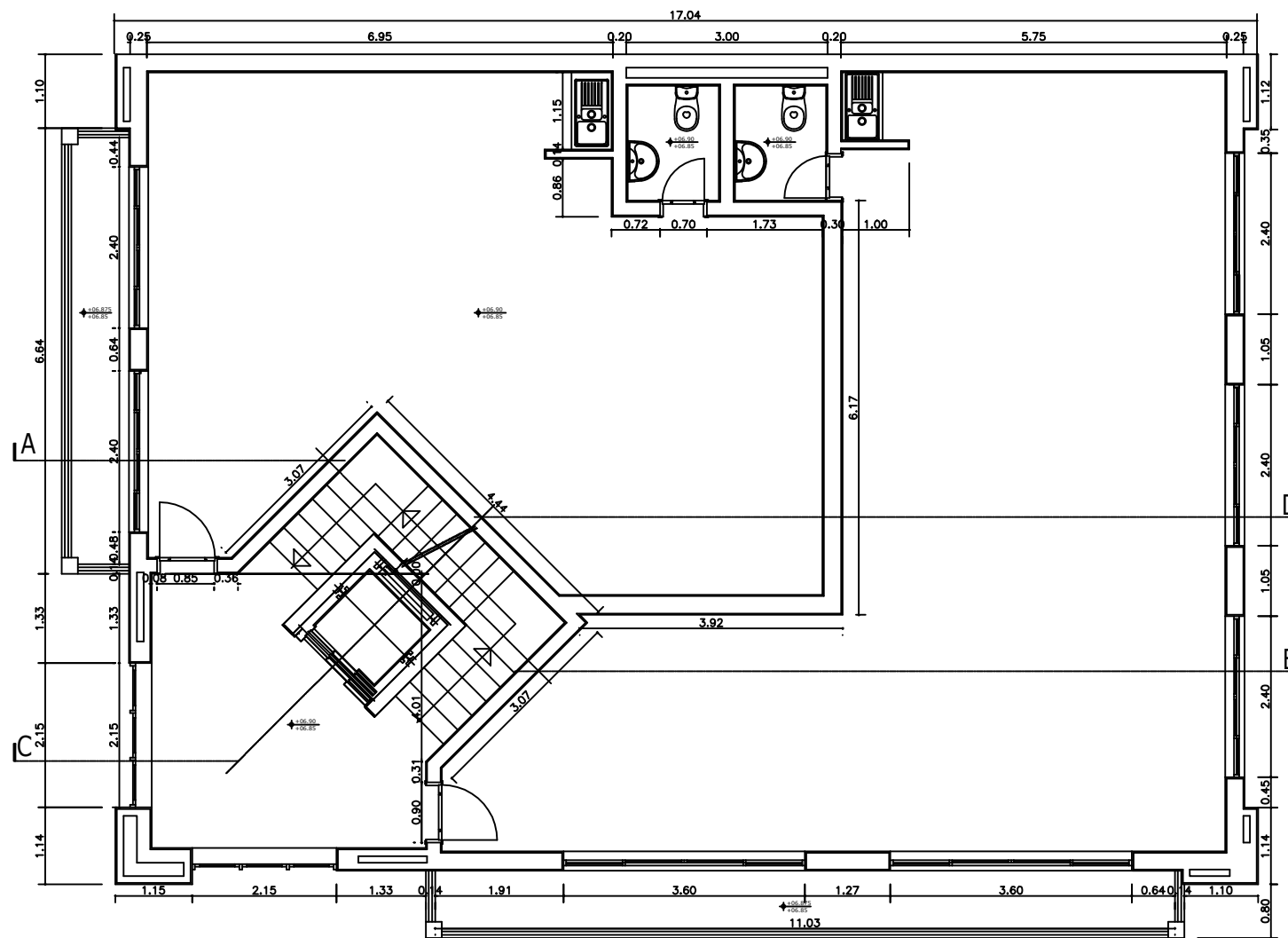


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação:	PLANTA COTADA DOS PISOS -1 e 0		
Especialidade:	Arquitetura		
Fase:	Execução		
Desenho nº.:	01	Data:	Junho 2024
		Formato:	A3
		Escala:	1/100
Nome do Projeto	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã		
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936		
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo		



PLANTA COTADA DO PISO 1
cota acabado +3.60

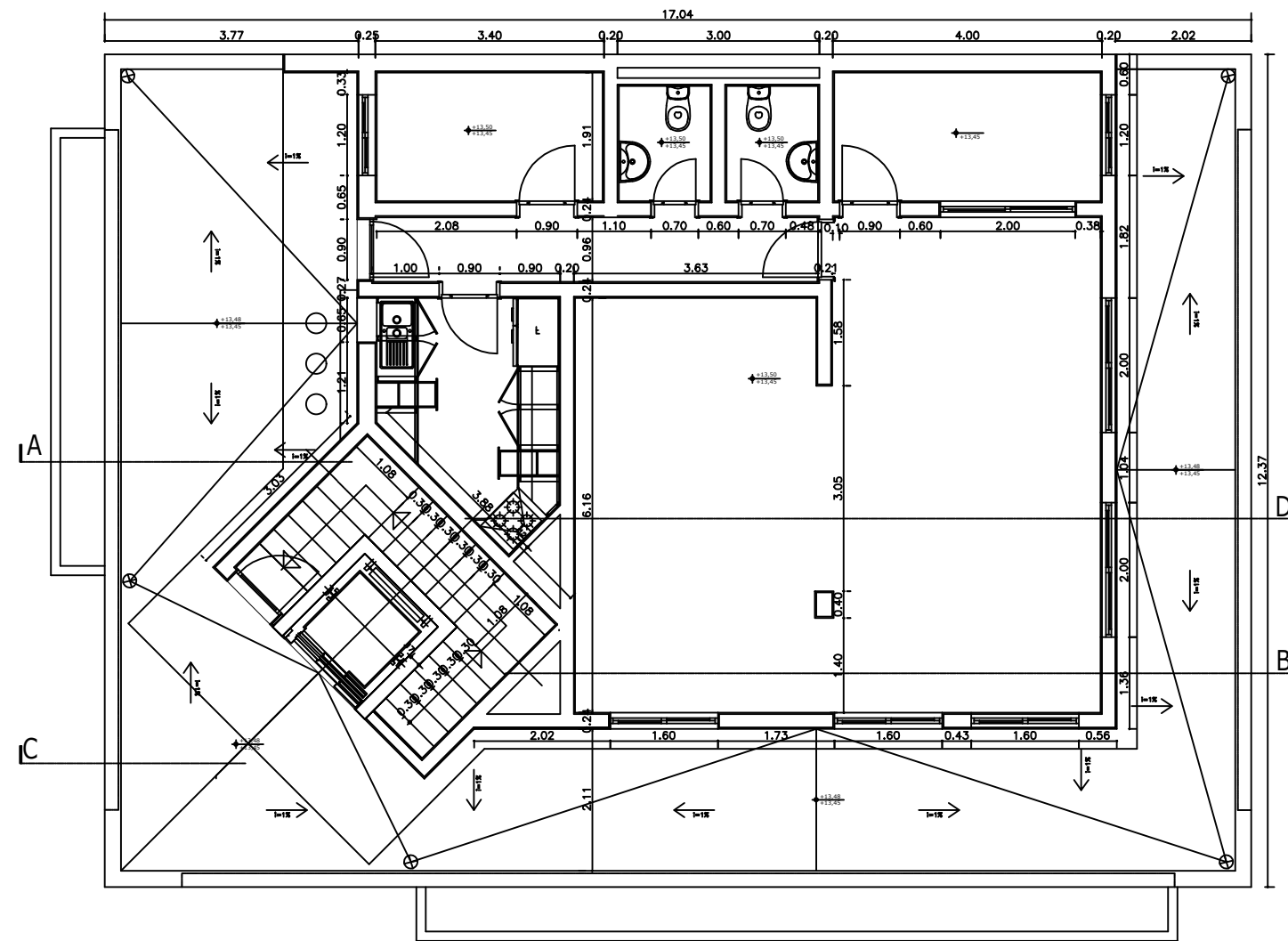


PLANTA COTADA DOS PISOS 2 e 3
cota acabado do piso 2 +6.90
cota acabado do piso 3 +10.20

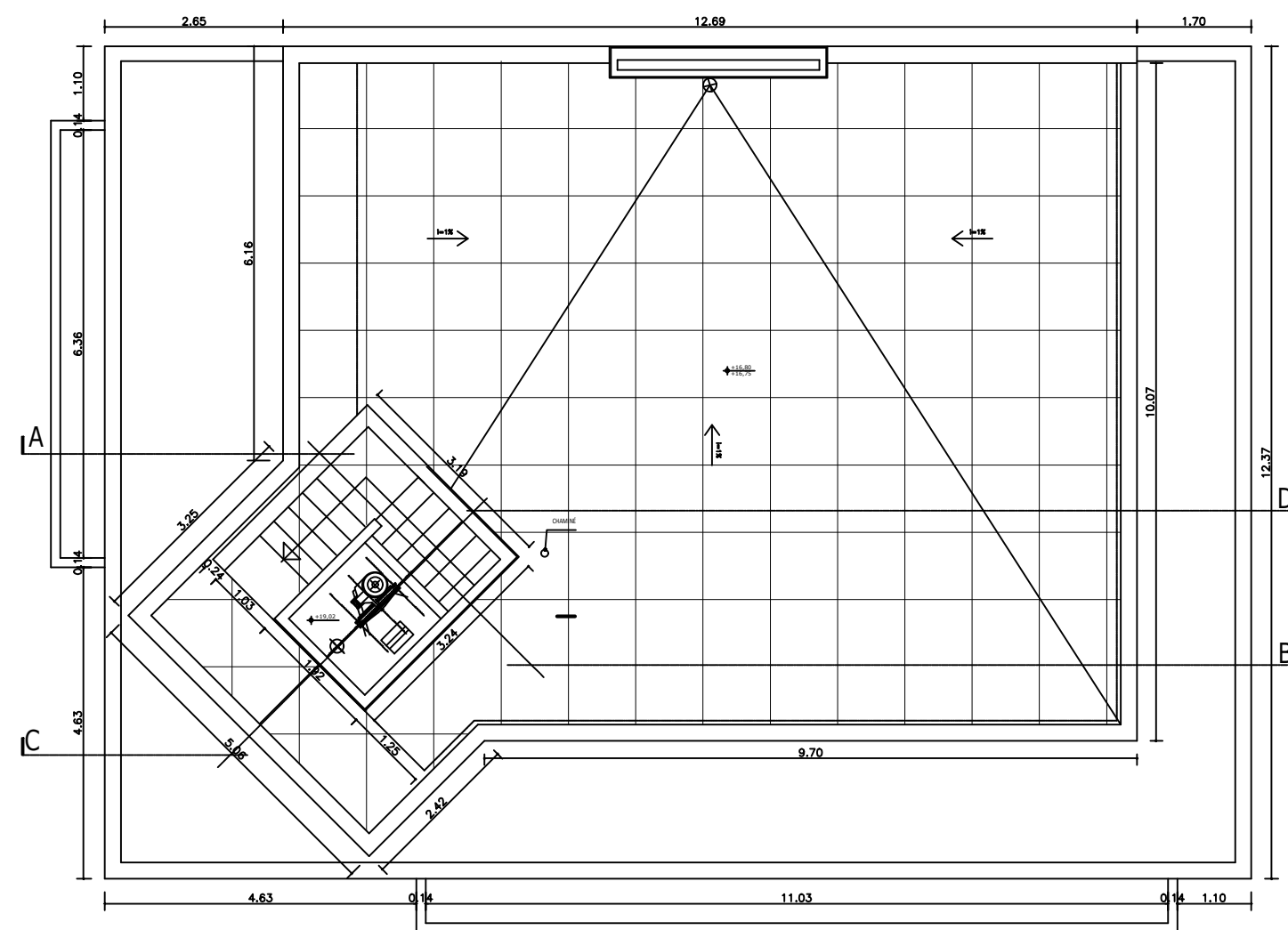


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação:	PLANTA COTADA DOS PISOS 1, 2 e 3
Especialidade:	Arquitetura
Fase:	Execução
Desenho n.º:	02
Data:	Junho 2024
Formato:	A3
Escala:	1/100
Nome do Projeto	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo



PLANTA COTADA DO PISO RECUADO
cota acabado +13.50



PLANTA COTADA DE COBERTURA
cota acabado +16.80

Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação: **PLANTA COTADA DO PISO RECUADO E COBERTURA**

Especialidade: **Arquitetura**

Fase: **Execução**

Desenho nº.: **03** Data: **Junho 2024**

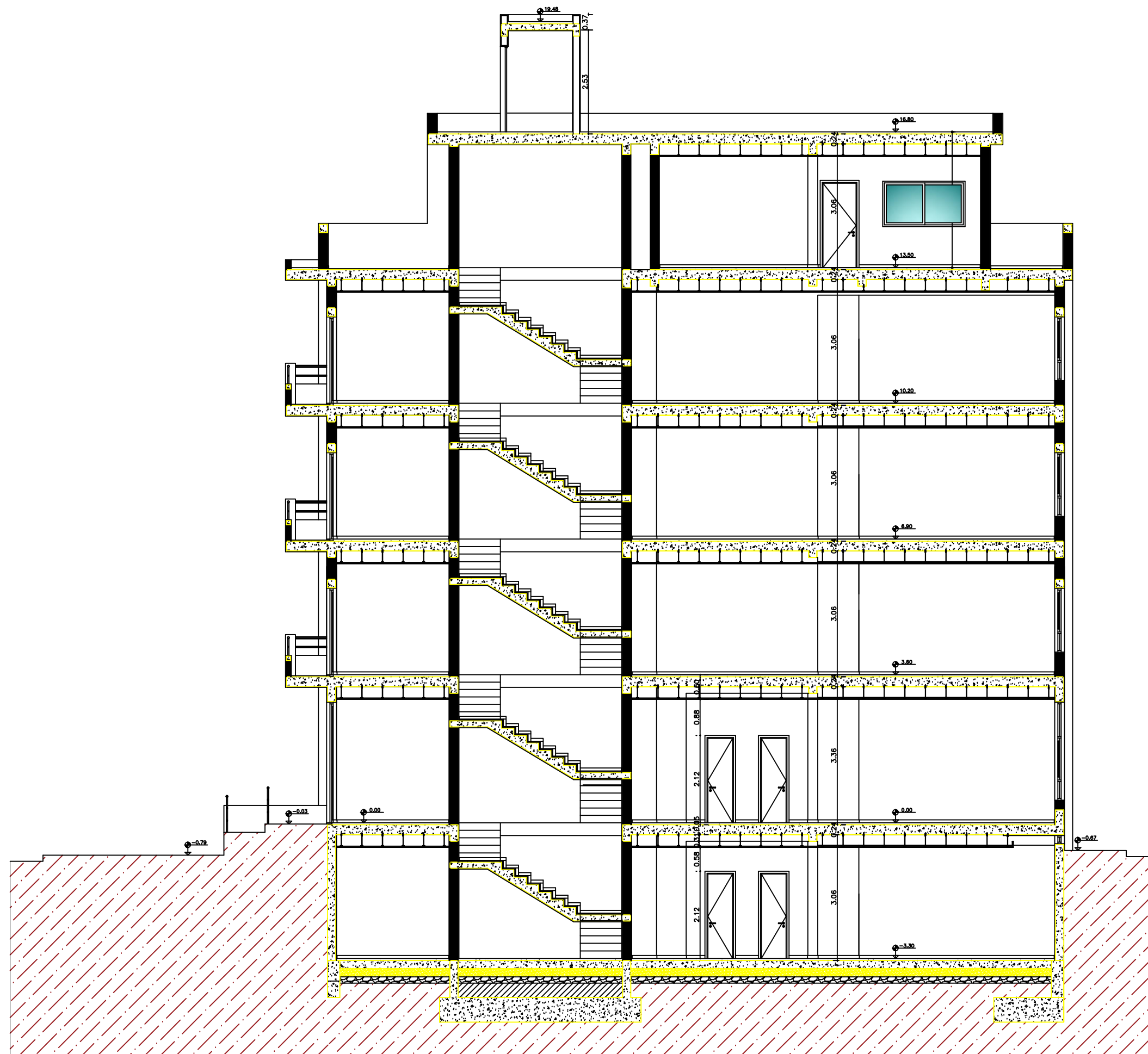
Formato: **A3**

Escala: **1/100**

Nome do Projeto: **Construção de um Edifício de Escritório**
Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**

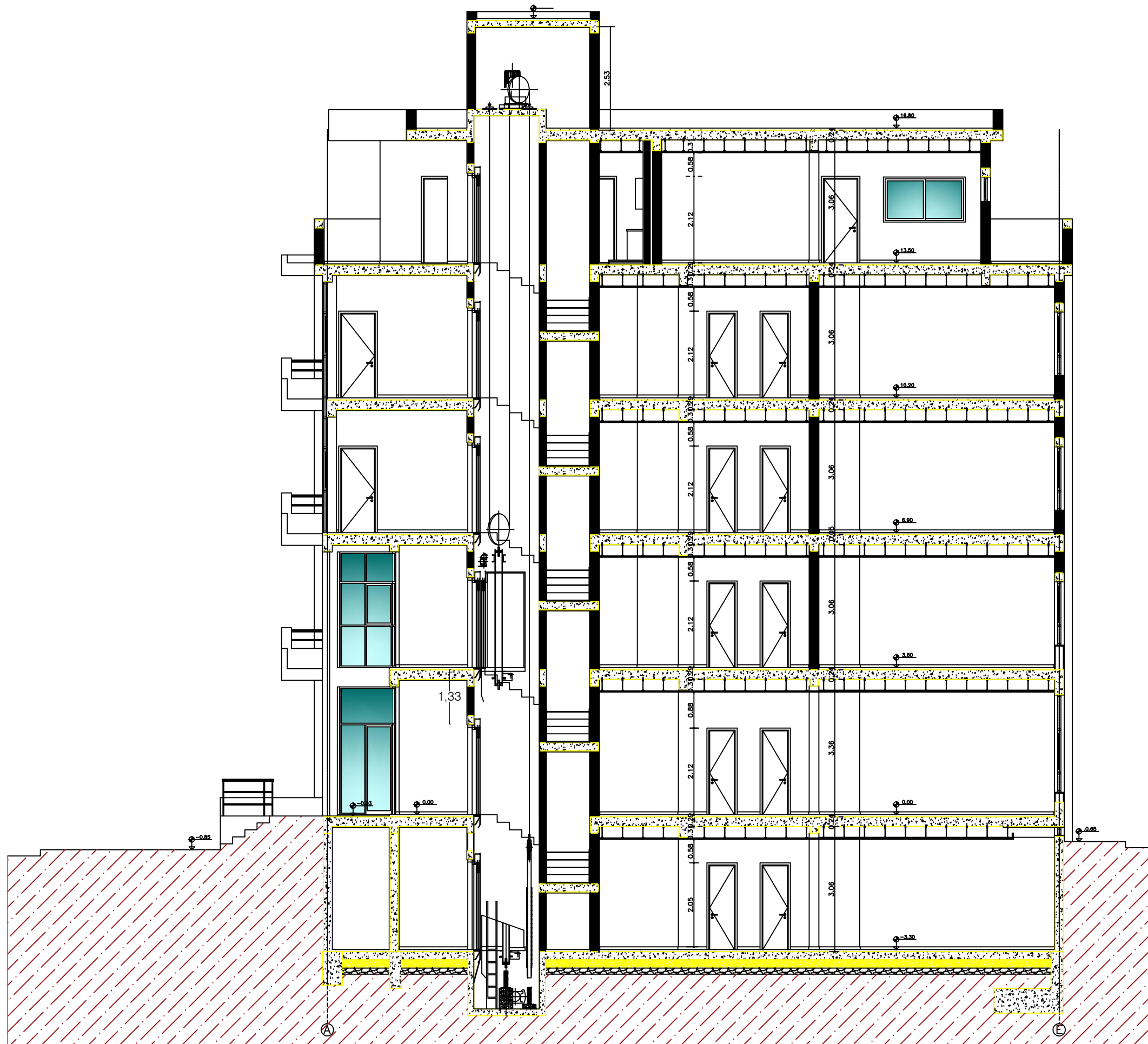


CORTE AB



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	CORTE A-B
Especialidade:	Arquitetura
Fase:	Execução
Desenho nº:	04
Data:	Junho 2024
Formato:	A3
Escala:	1/100
Nome do Projeto	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	CORTE C-D
Especialidade:	Arquitetura
Fase:	Execução
Desenho nº.:	05
Data:	Junho 2024
Formato:	A3
Escala:	1/100
Nome do Projeto	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	ALÇADO POSTERIOR
Especialidade:	Arquitetura
Fase:	Execução
Desenho nº.:	Junho 2024
06	Formato: A3
	Escala: 1/100
	Nome do Projeto
Estudante:	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Orientador:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936 Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação: **ALÇADO PRINCIPAL**

Especialidade: **Arquitetura**

Fase: **Execução**

Desenho nº.: **07** Data: **Junho 2024**

Formato: **A3**

Escala: **1/100**

Nome do Projeto: **Construção de um Edifício de Escritório**
 Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

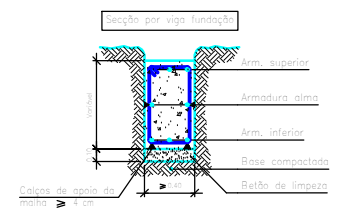
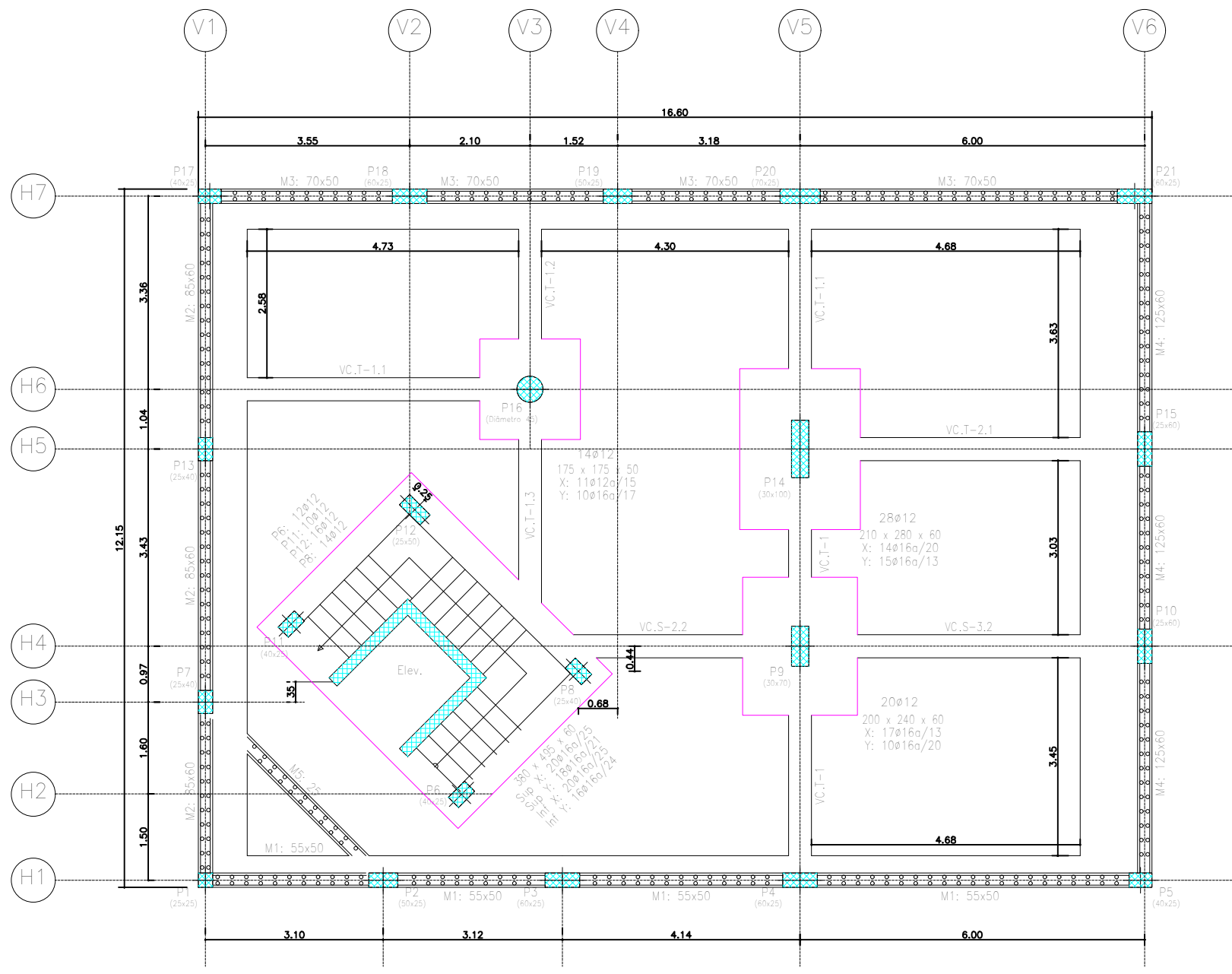
Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	ALÇADO LATERAL DIREITO
Especialidade:	Arquitetura
Fase:	Execução
Desenho nº.:	08
Data:	Junho 2024
Formato:	A3
Escala:	1/100
Nome do Projeto	Construção de um Edifício de Escritório Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

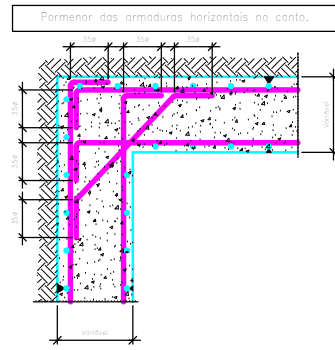
Anexo V
Peças Desenhadas Estabilidade



QUADRO DE ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO						
Referências	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Armadura inf. X	Armadura inf. Y	Armadura sup. X	Armadura sup. Y
P9	200x240	60	17ø16a/13	10ø16a/20		
P14	210x280	60	14ø16a/20	15ø16a/13		
P16	175x175	50	11ø12a/15	10ø16a/17		
P6-P11-P12-P8-Elev.	380x495	60	20ø16a/25	16ø16a/24	20ø16a/25	18ø16a/21

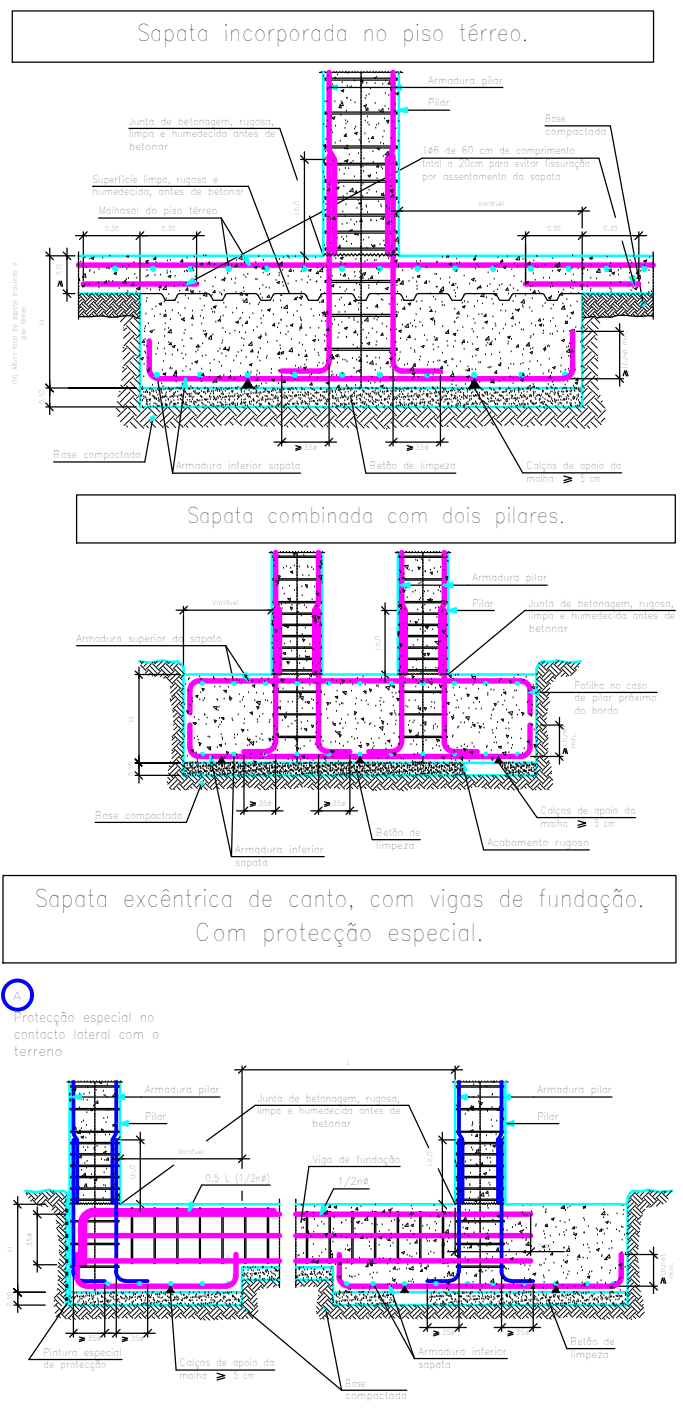
Tabela de vigas de equilíbrio

<p>VC.S-2.2 Arm. sup.: 4ø20 Arm. inf.: 4ø20 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø10a/20</p>	<p>VC.S-3.2 Arm. sup.: 5ø25 Arm. inf.: 5ø25 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø10a/20</p>	<p>VC.T-1 Arm. sup.: 4ø16 Arm. inf.: 3ø12 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø8a/30</p>	<p>VC.T-1.1 Arm. sup.: 4ø16 Arm. inf.: 3ø12 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø8a/20</p>
<p>VC.T-1.2 Arm. sup.: 4ø16 Arm. inf.: 3ø12 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø10a/20</p>	<p>VC.T-1.3 Arm. sup.: 4ø16 Arm. inf.: 3ø16 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø8a/20</p>	<p>VC.T-2.1 Arm. sup.: 4ø20 Arm. inf.: 3ø12 Arm. alma: 1x2ø12 Estribos: 1xø8a/20</p>	



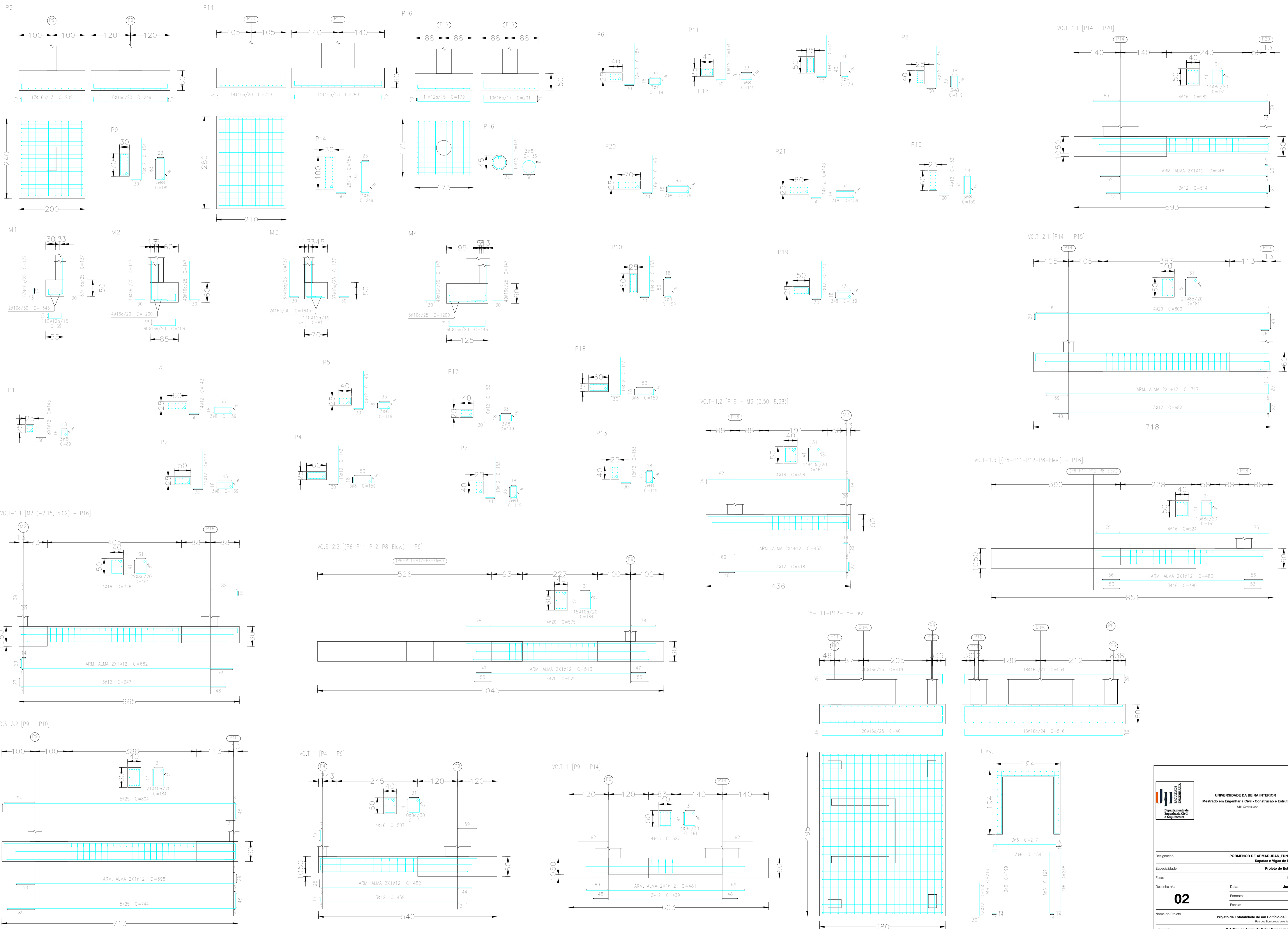
Fundação
Planta elementos estruturais
Betão: C25/30
Aços em fundações: S-500
Escala: 1:100

Fundação
Planta
Escala: 1:100



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação:	PLANTA DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS Fundação		
Especialidade:	Projeto de Estabilidade		
Fase:	Execução		
Desenho nº.:	01	Data:	Junho 2024
		Formato:	A3
		Escala:	1/100
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã		
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936		
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo		



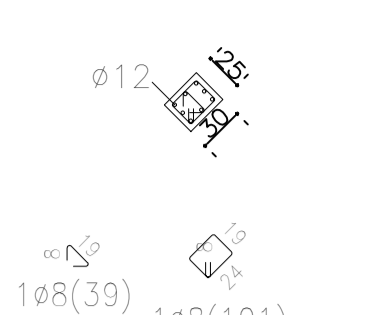
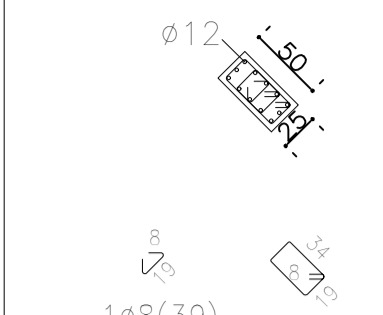
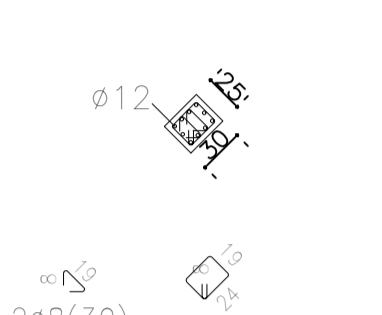
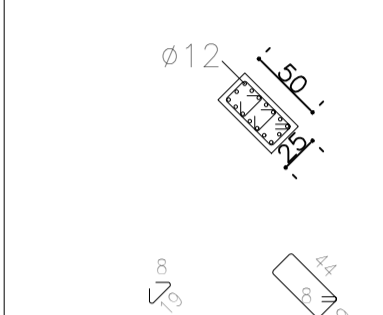
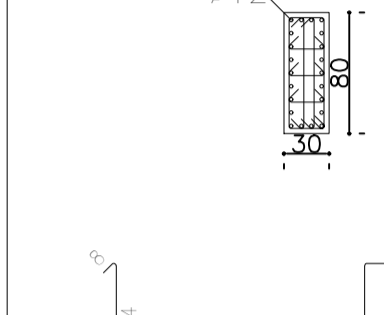
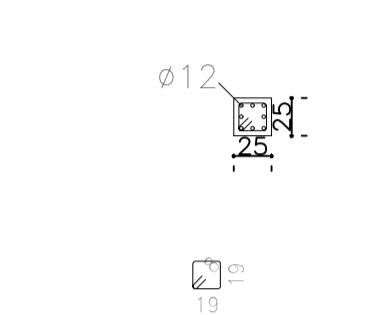
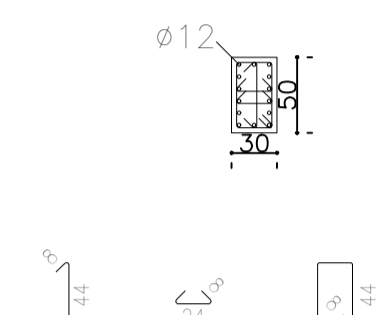
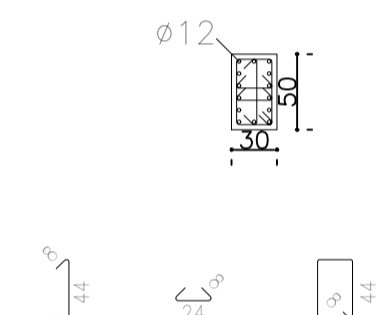
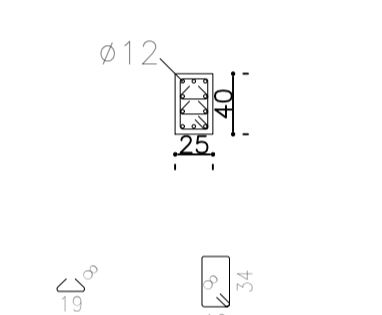
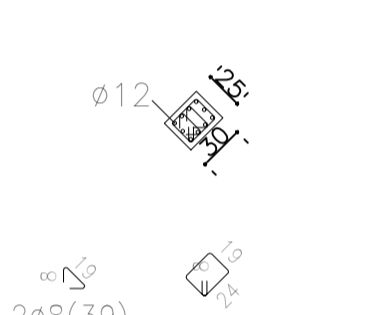
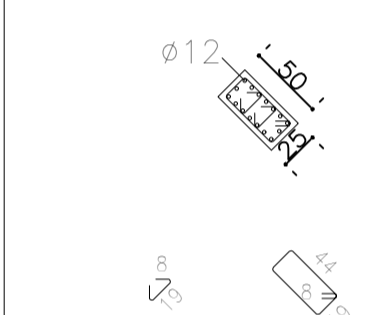
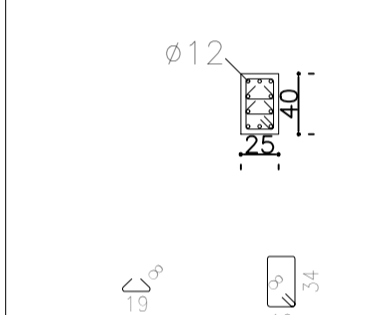
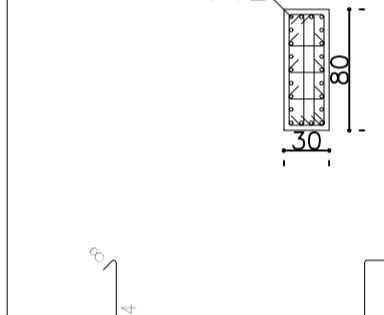
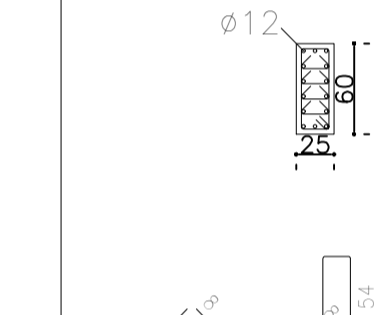
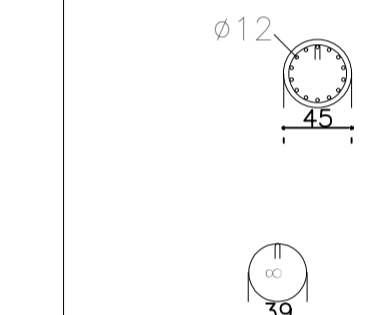
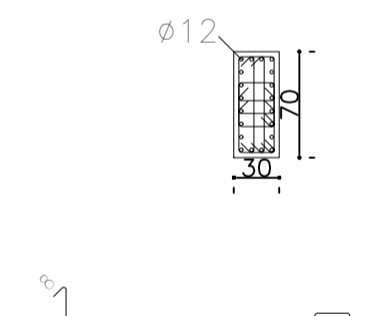
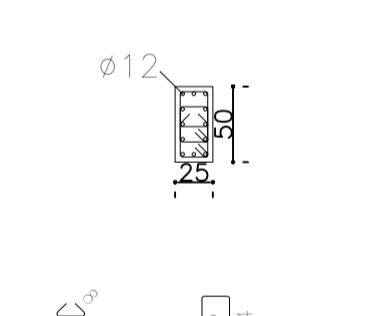
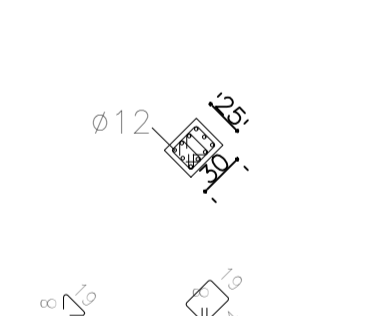
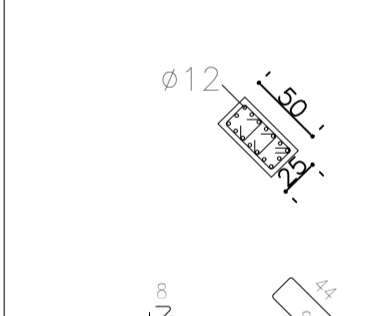
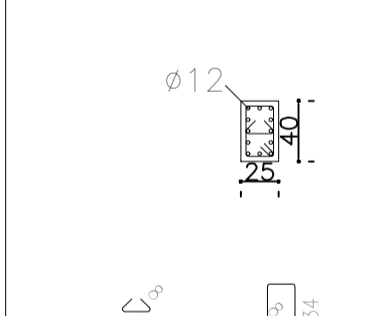
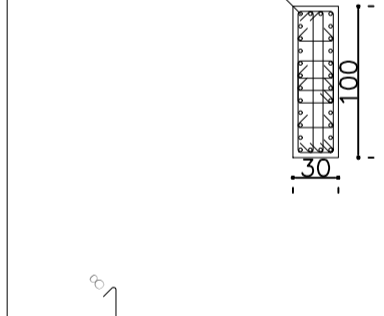
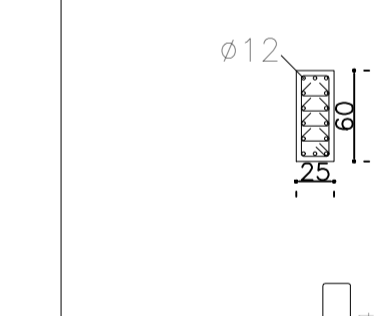
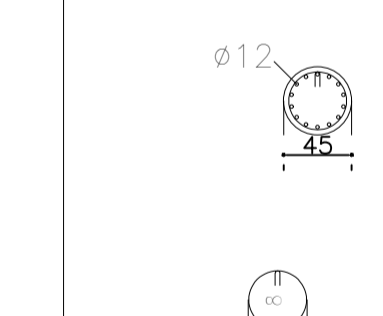

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestre em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBE, Covilhã, 2024

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS, FUNDAÇÕES**
 Especialidade: **Sapatas e Vigas de Equilíbrio**
 Projeto de Estabilidade

Fase: **Execução**

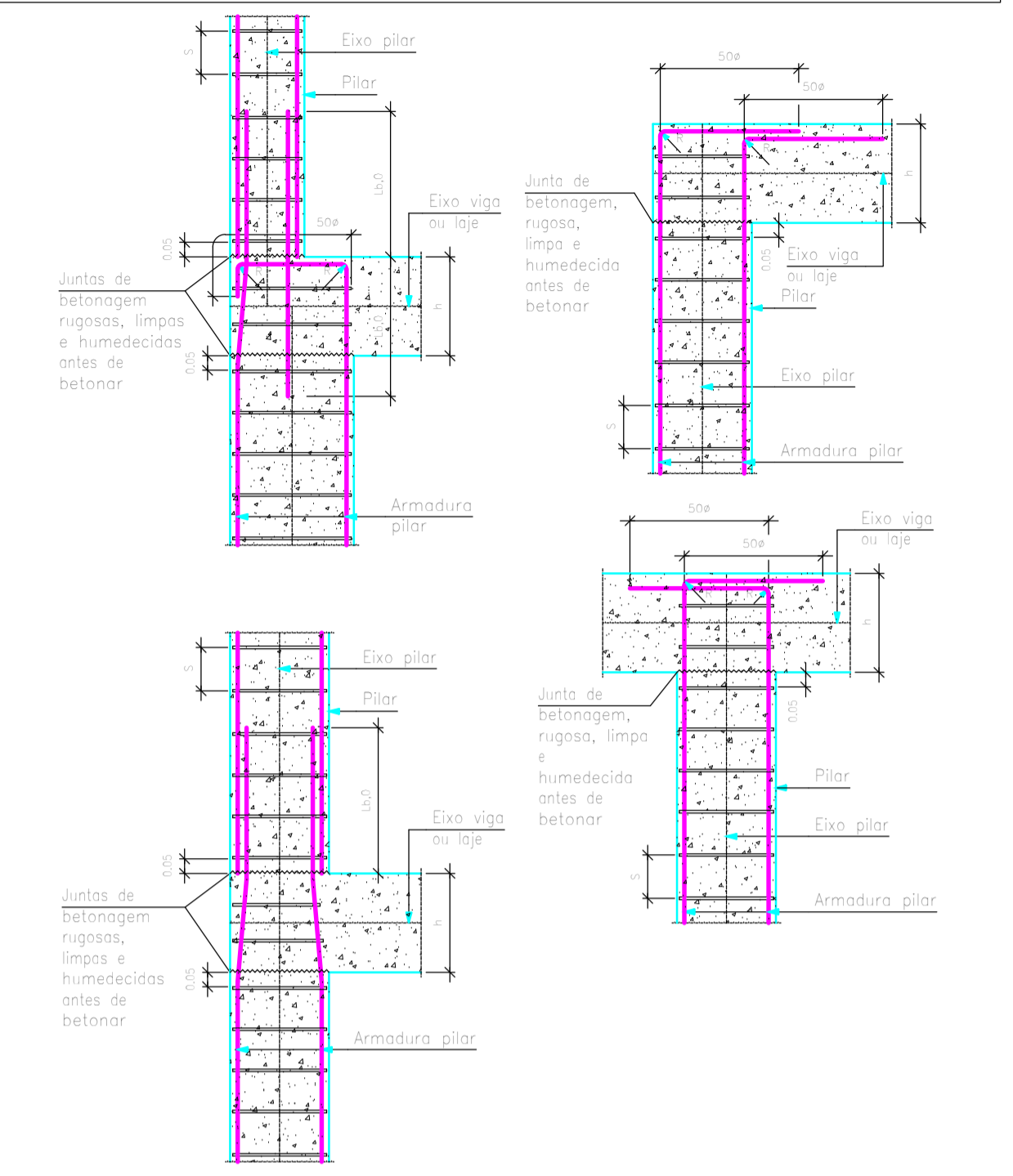
Desenho nº: **02**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
 Aluno: **Bernardo Fernandes, Covilhã**
 Estudante: **Natário de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**
 Orientador: **Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo**

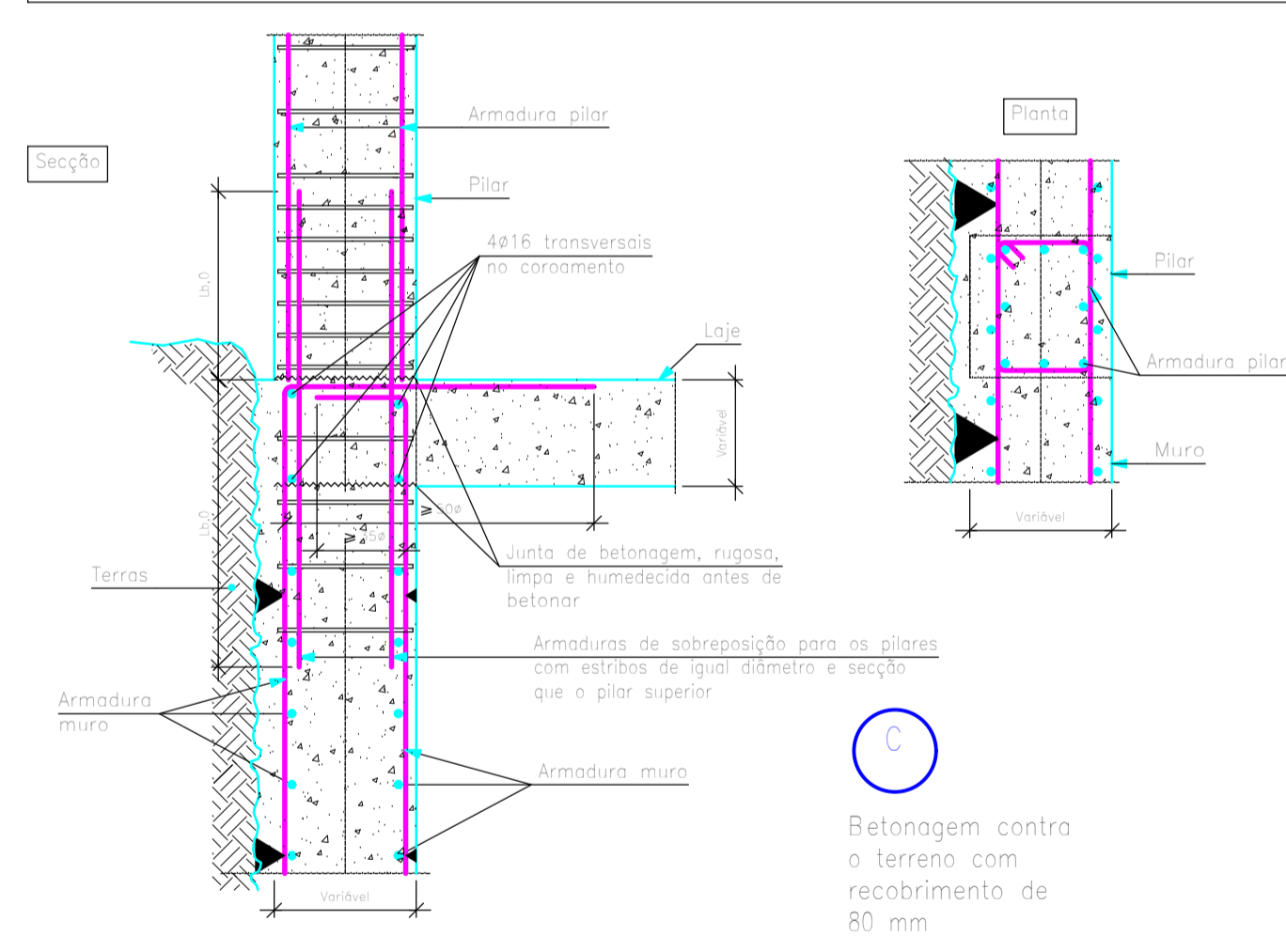
P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16																																																																																																																																																
		 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 8Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>183 a 268</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 183</td><td>10</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 8Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	183 a 268	11	8	45 a 183	10	15	0 a 45	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>178 a 268</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 178</td><td>13</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	178 a 268	11	8	50 a 178	13	10	0 a 50	6	8																																																																																																																
Arm. Long.: 8Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
183 a 268	11	8																																																																																																																																																					
45 a 183	10	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 12Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
178 a 268	11	8																																																																																																																																																					
50 a 178	13	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
		 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8		 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 22Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>228 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>80 a 228</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>10</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 22Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	228 a 330	13	8	80 a 228	15	10	0 a 80	10	8		 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 8Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 8Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8																																																																								
Arm. Long.: 10Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 16Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
220 a 330	14	8																																																																																																																																																					
50 a 220	17	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 22Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
228 a 330	13	8																																																																																																																																																					
80 a 228	15	10																																																																																																																																																					
0 a 80	10	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 8Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8																																																																																																																																					
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 210</td><td>16</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	50 a 210	16	10	0 a 50	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>215 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 215</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	215 a 330	14	8	45 a 215	12	15	0 a 45	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 240</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 330	11	8	50 a 240	19	10	0 a 50	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 22Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>180 a 330</td><td>19</td><td>8</td></tr> <tr><td>80 a 180</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>10</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 22Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	180 a 330	19	8	80 a 180	10	10	0 a 80	10	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>200 a 330</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 200</td><td>14</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	200 a 330	16	8	60 a 200	14	10	0 a 60	7	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
210 a 330	15	8																																																																																																																																																					
50 a 210	16	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 10Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
215 a 330	14	8																																																																																																																																																					
45 a 215	12	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 10Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 16Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
240 a 330	11	8																																																																																																																																																					
50 a 240	19	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 10Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
225 a 330	13	8																																																																																																																																																					
45 a 225	12	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 22Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
180 a 330	19	8																																																																																																																																																					
80 a 180	10	10																																																																																																																																																					
0 a 80	10	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
200 a 330	16	8																																																																																																																																																					
60 a 200	14	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 20Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>238 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 238</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 20Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	238 a 330	11	8	70 a 238	17	10	0 a 70	9	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 240</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 330	11	8	50 a 240	19	10	0 a 50	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 28Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>208 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>100 a 208</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 100</td><td>12</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 28Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	208 a 330	15	8	100 a 208	11	10	0 a 100	12	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	 <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14Ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14Ø12			Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8
Arm. Long.: 20Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
238 a 330	11	8																																																																																																																																																					
70 a 238	17	10																																																																																																																																																					
0 a 70	9	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 12Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
220 a 330	14	8																																																																																																																																																					
50 a 220	17	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 10Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 16Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
240 a 330	11	8																																																																																																																																																					
50 a 240	19	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 12Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
225 a 330	13	8																																																																																																																																																					
45 a 225	12	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 28Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
208 a 330	15	8																																																																																																																																																					
100 a 208	11	10																																																																																																																																																					
0 a 100	12	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
210 a 330	15	8																																																																																																																																																					
60 a 210	15	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Arm. Long.: 14Ø12																																																																																																																																																							
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					

Cob. C.EL.
Cobertura
Piso Rec.
Piso 3

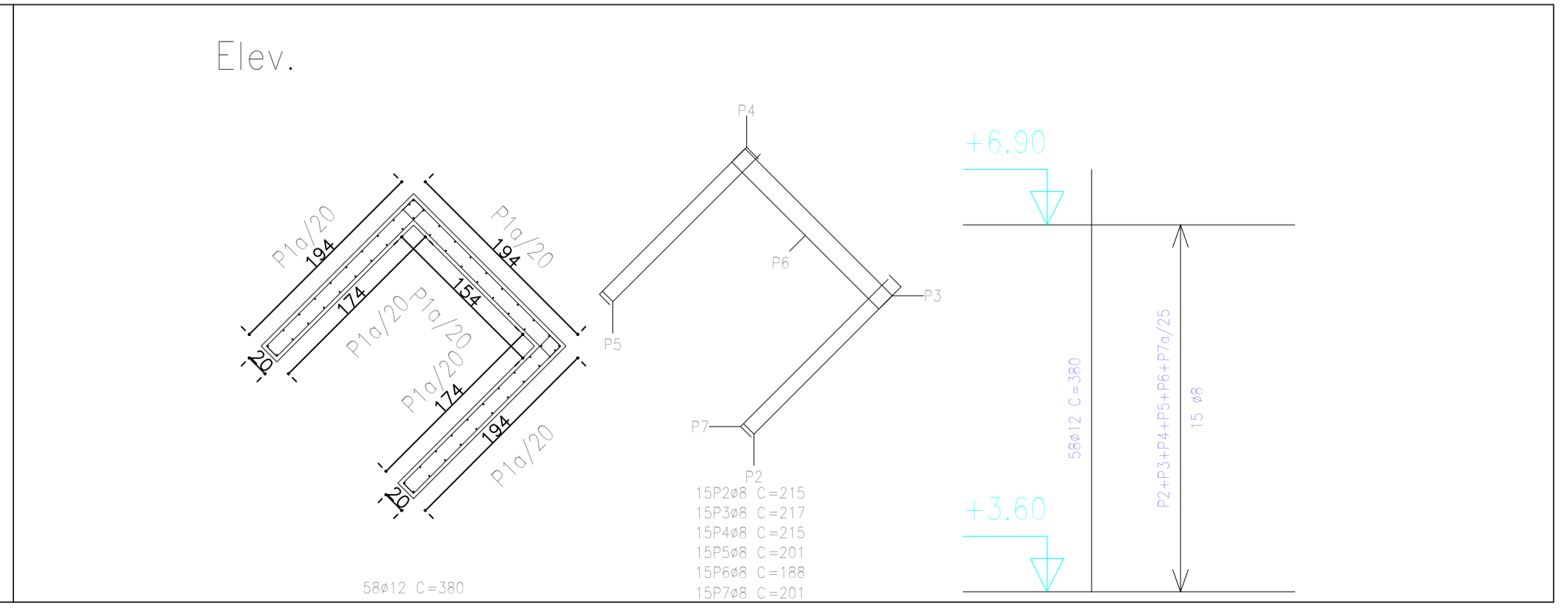
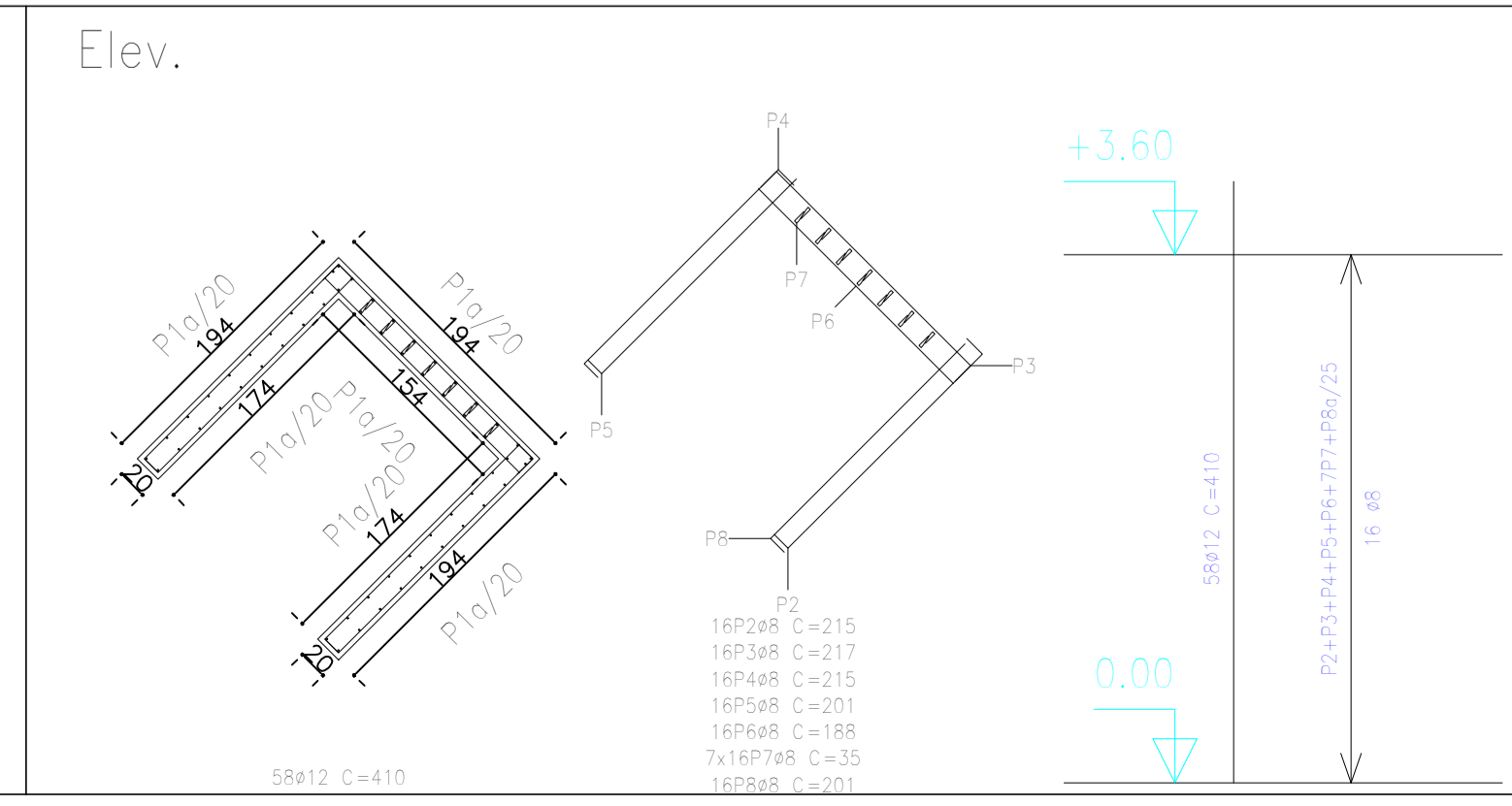
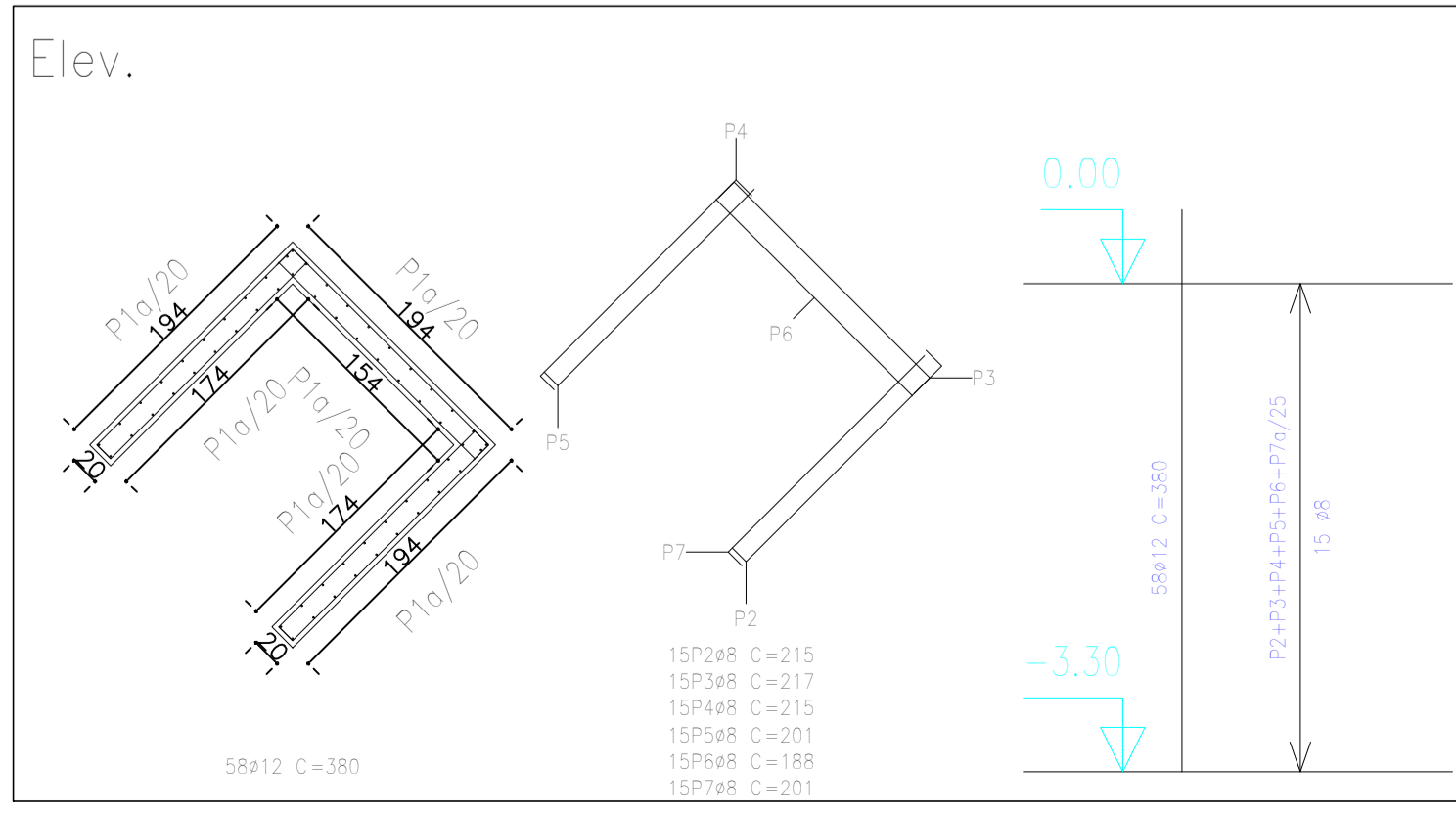
Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



Pilar embebido no muro de igual espessura. Betonagem contra o terreno.



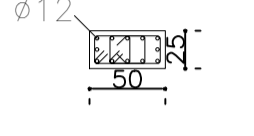
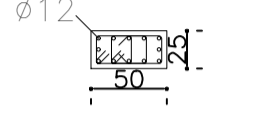
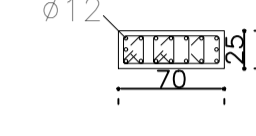

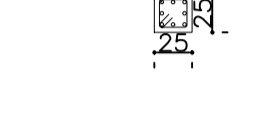
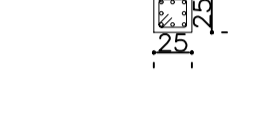
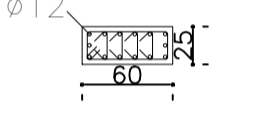
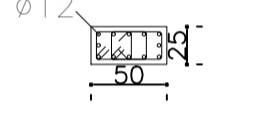
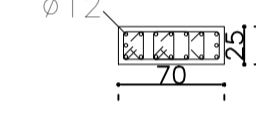
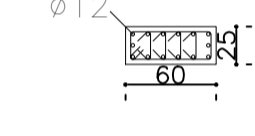
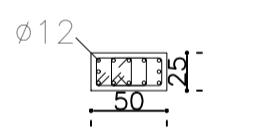
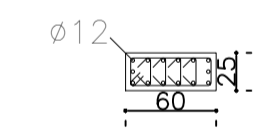
Quadro de pilares
Escala 1:50
Betão: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
Lisboa, Outubro 2024

Designação: **QUADRO DE PILARES**
Especialidade: **Projeto de Estabilidade**
Fase: **Execução**
Desenho nº: **03**
Data: **Junho 2024**
Formato: **A1**
Escala: **1/50**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
Estudante: **Natário de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**
Orientador: **Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo**

P18	P19	P20	P21	P22=P23	P24	P25																																																																																																																				
 <p>1ø8(39) 2ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 <p>1ø8(39) 2ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 240</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 330	11	8	50 a 240	19	10	0 a 50	6	8	 <p>3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 220</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	70 a 220	15	10	0 a 70	9	8	 <p>1ø8(91)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 8ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 8ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>235 a 330</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>47 a 235</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 47</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 8ø12			Arranque: 8ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	235 a 330	12	8	47 a 235	13	15	0 a 47	6	8	Arranque	3	-	 <p>1ø8(91)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 8ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 8ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>235 a 330</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>47 a 235</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 47</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 8ø12			Arranque: 8ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	235 a 330	12	8	47 a 235	13	15	0 a 47	6	8	Arranque	3	-	 <p>1ø8(39) 1ø8(101)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 8ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 8ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>235 a 330</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>47 a 235</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 47</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 8ø12			Arranque: 8ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	235 a 330	12	8	47 a 235	13	15	0 a 47	6	8	Arranque	3	-
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
220 a 330	14	8																																																																																																																								
50 a 220	17	10																																																																																																																								
0 a 50	6	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
240 a 330	11	8																																																																																																																								
50 a 240	19	10																																																																																																																								
0 a 50	6	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
220 a 330	14	8																																																																																																																								
70 a 220	15	10																																																																																																																								
0 a 70	9	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 8ø12																																																																																																																										
Arranque: 8ø12																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
235 a 330	12	8																																																																																																																								
47 a 235	13	15																																																																																																																								
0 a 47	6	8																																																																																																																								
Arranque	3	-																																																																																																																								
Arm. Long.: 8ø12																																																																																																																										
Arranque: 8ø12																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
235 a 330	12	8																																																																																																																								
47 a 235	13	15																																																																																																																								
0 a 47	6	8																																																																																																																								
Arranque	3	-																																																																																																																								
Arm. Long.: 8ø12																																																																																																																										
Arranque: 8ø12																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
235 a 330	12	8																																																																																																																								
47 a 235	13	15																																																																																																																								
0 a 47	6	8																																																																																																																								
Arranque	3	-																																																																																																																								
 <p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	 <p>1ø8(39) 2ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 <p>3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>200 a 330</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 200</td><td>13</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	200 a 330	16	8	70 a 200	13	10	0 a 70	9	8	 <p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8																																															
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
210 a 330	15	8																																																																																																																								
60 a 210	15	10																																																																																																																								
0 a 60	7	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
220 a 330	14	8																																																																																																																								
50 a 220	17	10																																																																																																																								
0 a 50	6	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
200 a 330	16	8																																																																																																																								
70 a 200	13	10																																																																																																																								
0 a 70	9	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
210 a 330	15	8																																																																																																																								
60 a 210	15	10																																																																																																																								
0 a 60	7	8																																																																																																																								
 <p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	 <p>1ø8(39) 2ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 <p>3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>200 a 330</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 200</td><td>13</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	200 a 330	16	8	70 a 200	13	10	0 a 70	9	8	 <p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8																																															
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
210 a 330	15	8																																																																																																																								
60 a 210	15	10																																																																																																																								
0 a 60	7	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
220 a 330	14	8																																																																																																																								
50 a 220	17	10																																																																																																																								
0 a 50	6	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
200 a 330	16	8																																																																																																																								
70 a 200	13	10																																																																																																																								
0 a 70	9	8																																																																																																																								
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																										
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																										
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																								
210 a 330	15	8																																																																																																																								
60 a 210	15	10																																																																																																																								
0 a 60	7	8																																																																																																																								

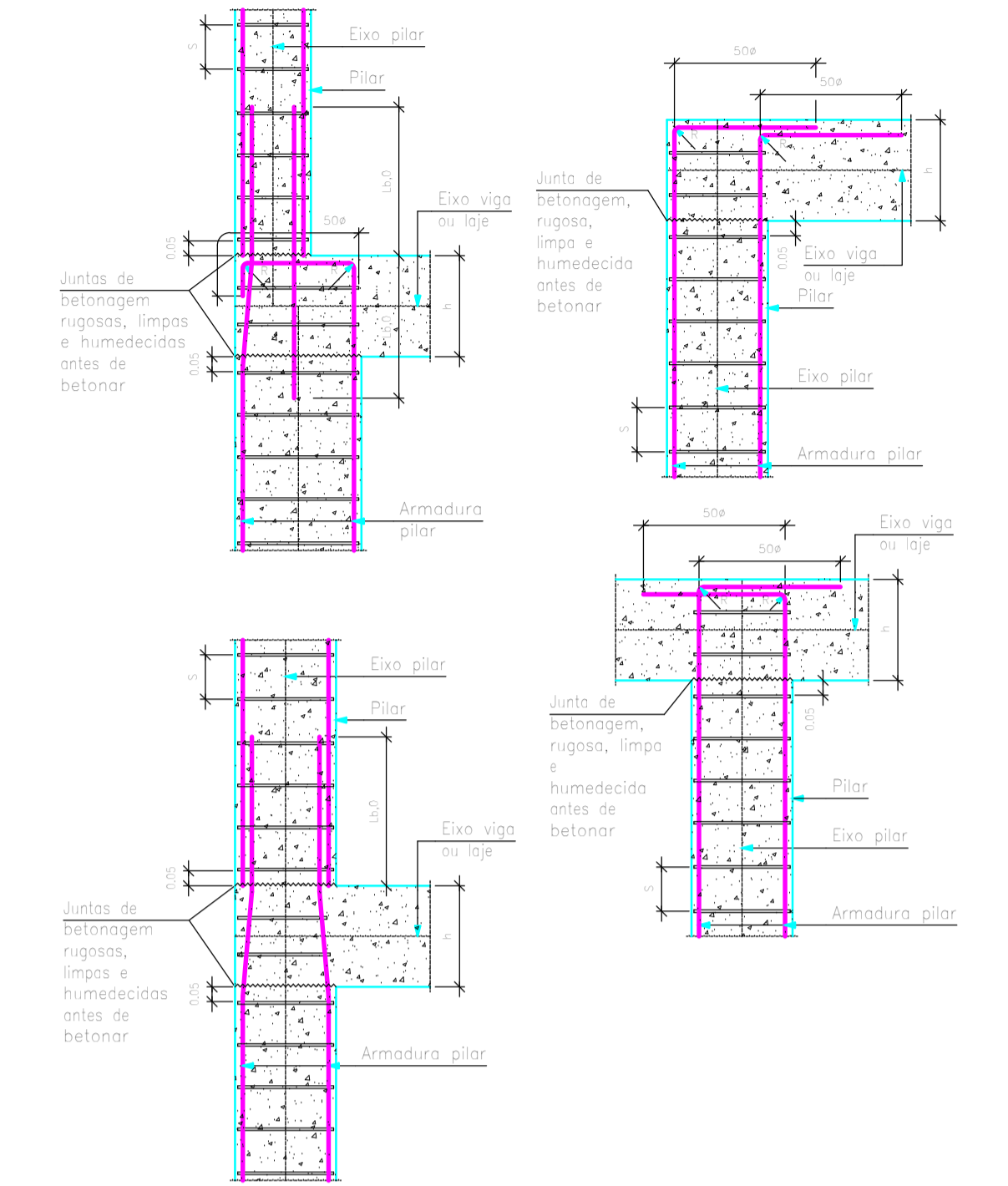
Cob. C.E.L.

Cobertura

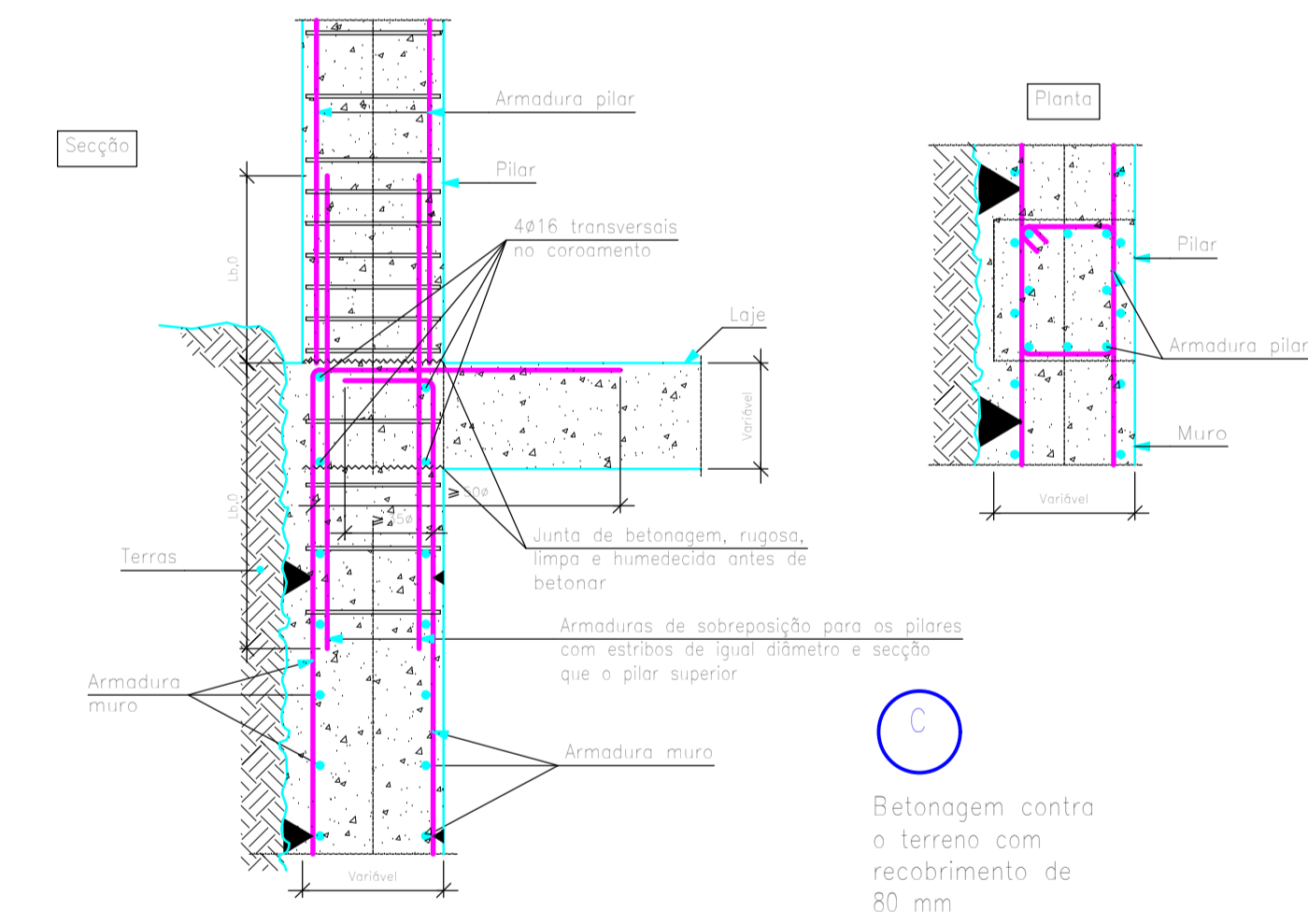
Piso Rec.

Piso 3

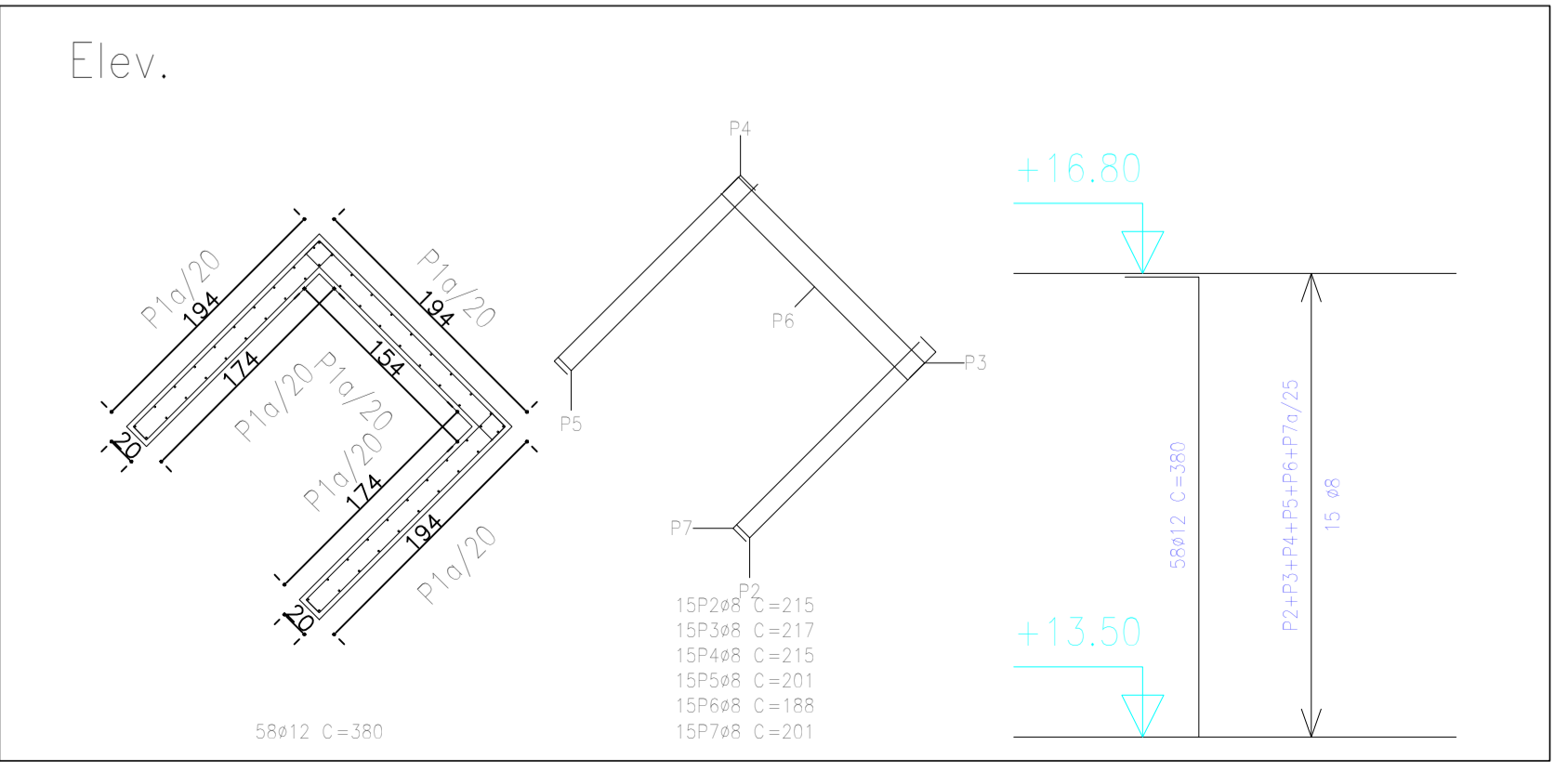
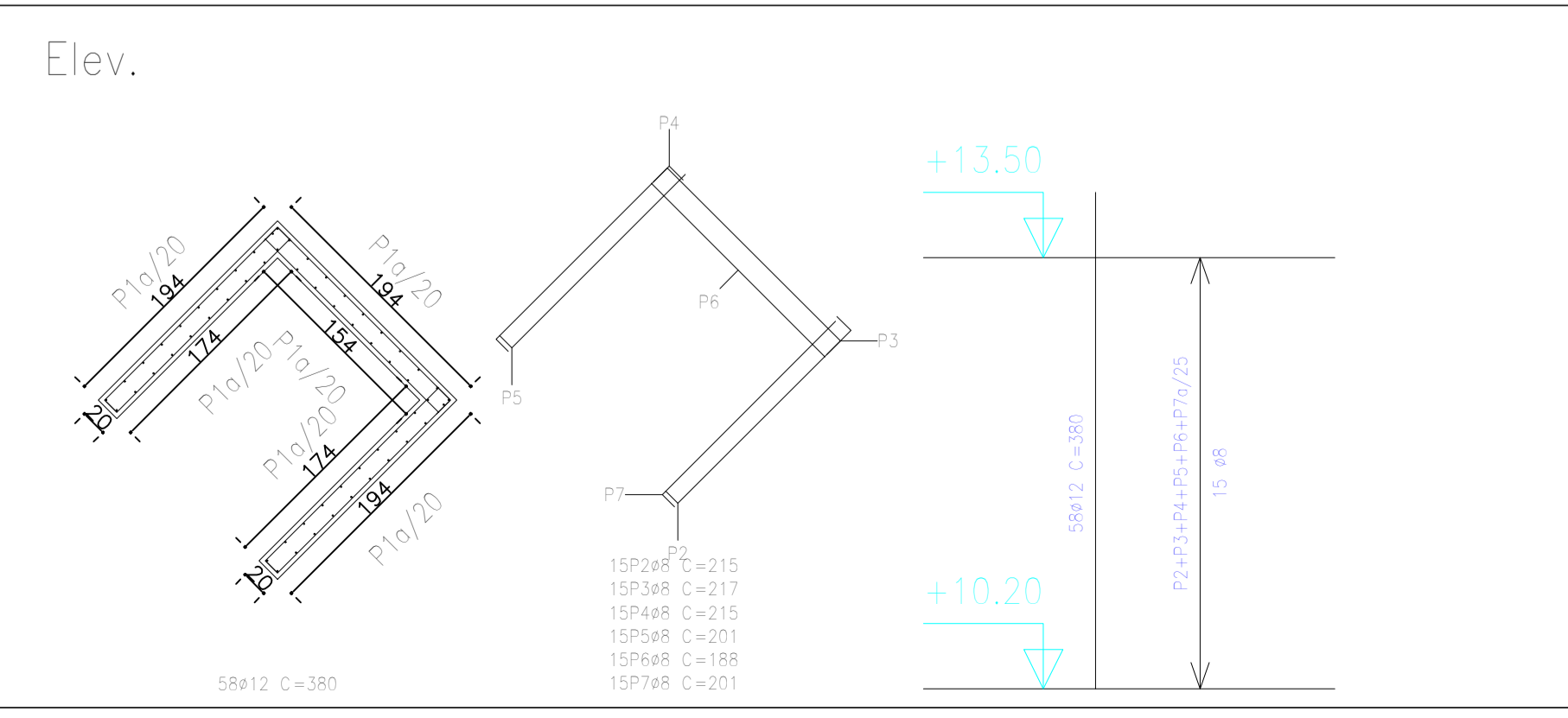
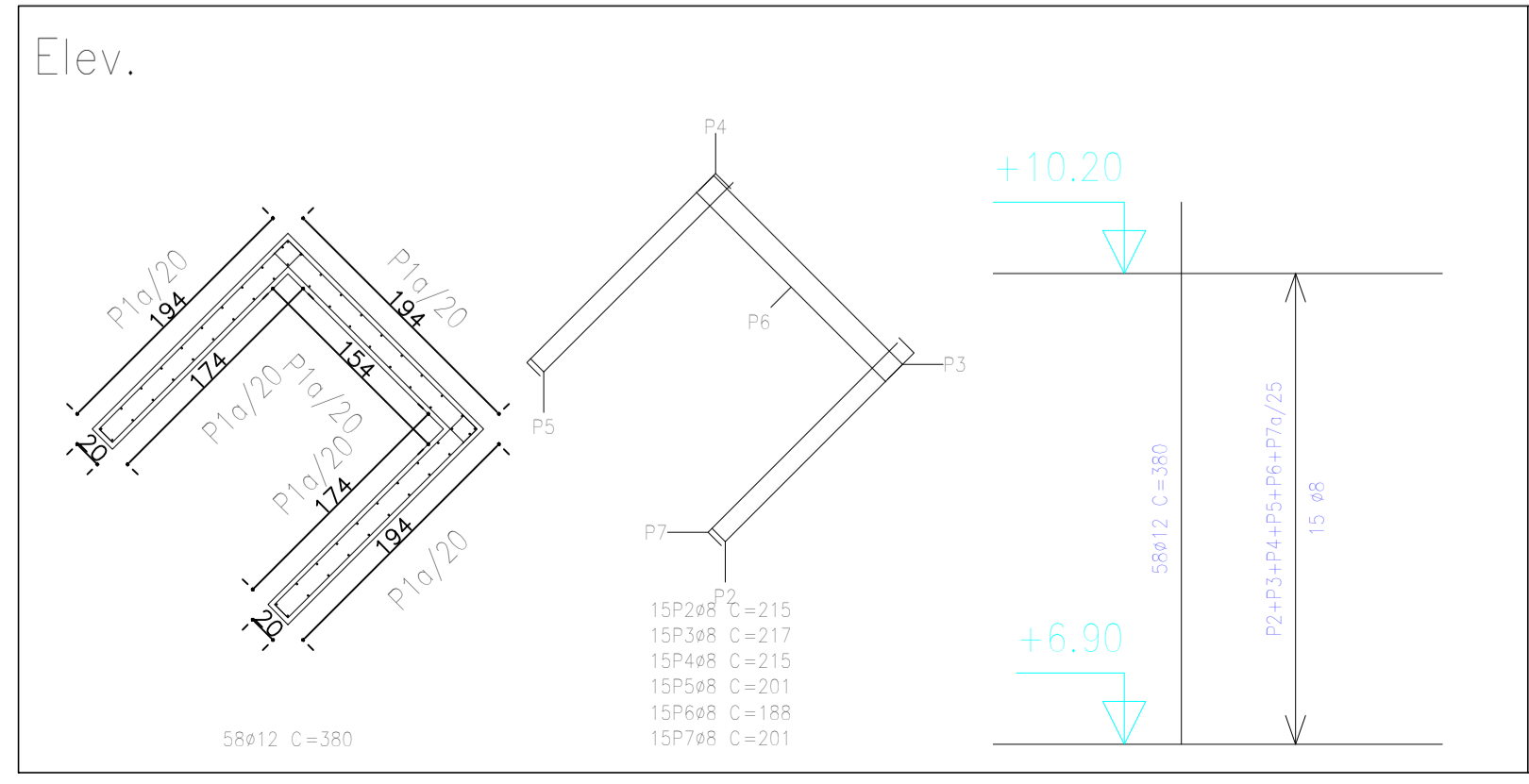
Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



Pilar embebido no muro de igual espessura. Betonagem contra o terreno.



Quadro de pilares
Escala 1:50
Bêto: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500

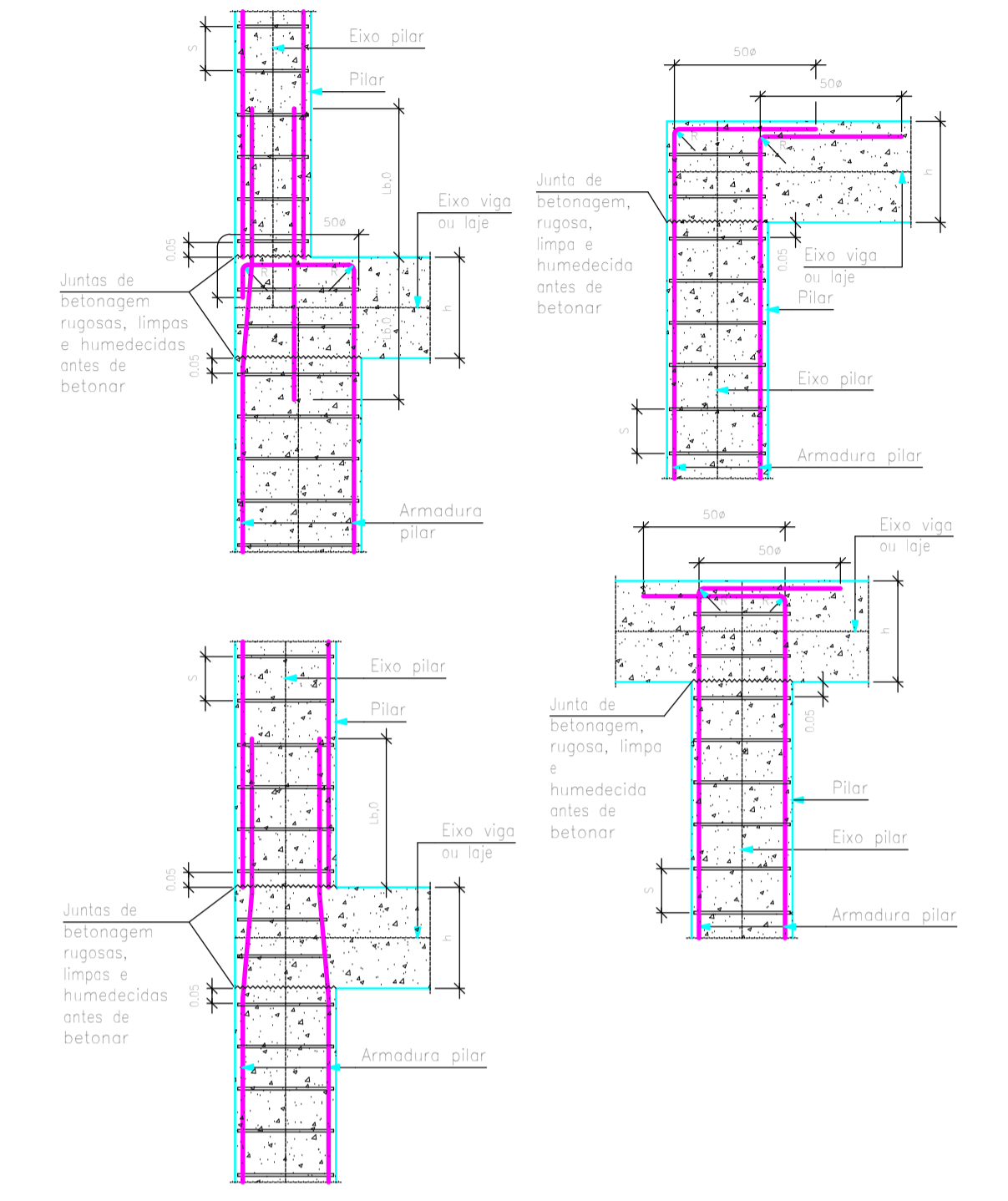


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UEB, Covilhã, 2024

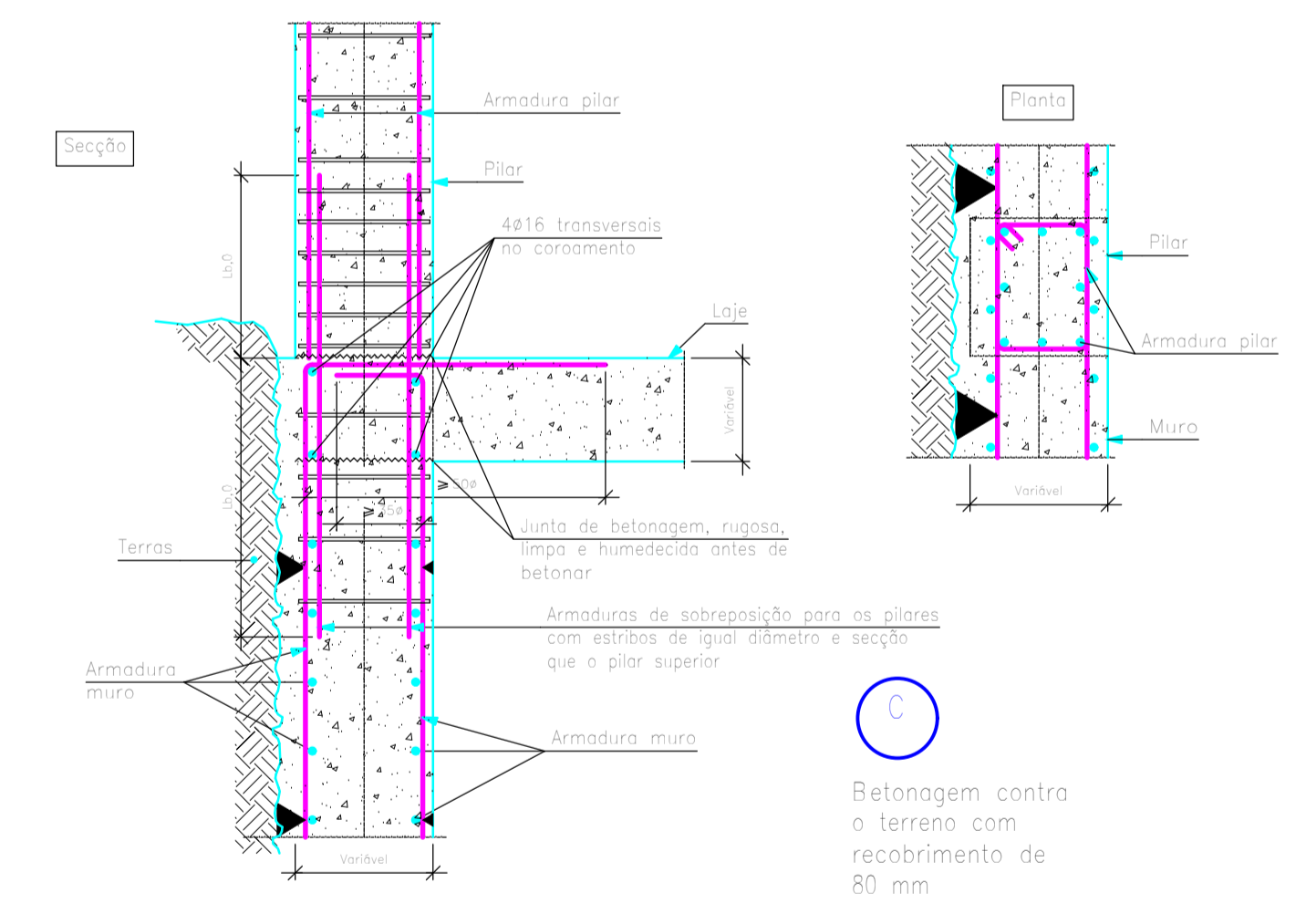
Designação: QUADRO DE PILARES
Especialidade: Projeto de Estabilidade
Fase: Execução
Desenho nº: 04
Data: Junho 2024
Formato: A1
Escala: 1/50

Nome do Projeto: Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios
Estudante: Natálio de Jesus da Veiga Fernandes, M11934
Orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



Pilar embebido no muro de igual espessura. Betonagem contra o terreno.



P1	P2	P3	P4	P5=P17	P6	P7	P8																																																																																																																																																
<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 2Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	<p>Ø12</p> <p>4Ø8(39) 1Ø8(161)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(161) 1Ø8(94)</p> <p>Arm. Long.: 16Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8																																								
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
220 a 330	14	8																																																																																																																																																					
50 a 220	17	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
210 a 330	15	8																																																																																																																																																					
60 a 210	15	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
210 a 330	15	8																																																																																																																																																					
60 a 210	15	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
225 a 330	13	8																																																																																																																																																					
45 a 225	12	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
225 a 330	13	8																																																																																																																																																					
45 a 225	12	15																																																																																																																																																					
0 a 45	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 2Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>250 a 360</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 250</td><td>20</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	250 a 360	14	8	50 a 250	20	10	0 a 50	6	8	<p>Ø12</p> <p>4Ø8(39) 1Ø8(161)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(161) 1Ø8(94)</p> <p>Arm. Long.: 16Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>250 a 360</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 250</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	250 a 360	14	8	50 a 250	14	15	0 a 50	6	8	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>267 a 360</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>53 a 267</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 53</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	267 a 360	12	8	53 a 267	15	15	0 a 53	7	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>250 a 360</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 250</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	250 a 360	14	8	50 a 250	14	15	0 a 50	6	8	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>267 a 360</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>53 a 267</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 53</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	267 a 360	12	8	53 a 267	15	15	0 a 53	7	8																																								
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
250 a 360	14	8																																																																																																																																																					
50 a 250	20	10																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
240 a 360	15	8																																																																																																																																																					
60 a 240	18	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
240 a 360	15	8																																																																																																																																																					
60 a 240	18	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
250 a 360	14	8																																																																																																																																																					
50 a 250	14	15																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
267 a 360	12	8																																																																																																																																																					
53 a 267	15	15																																																																																																																																																					
0 a 53	7	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
250 a 360	14	8																																																																																																																																																					
50 a 250	14	15																																																																																																																																																					
0 a 50	6	8																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
267 a 360	12	8																																																																																																																																																					
53 a 267	15	15																																																																																																																																																					
0 a 53	7	8																																																																																																																																																					
<p>Ø12</p> <p>1Ø8(91)</p> <p>Arm. Long.: 8Ø12</p> <p>Arranque: 8Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 2Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <p>Arranque: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>4Ø8(39) 1Ø8(161)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <p>Arranque: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(161) 1Ø8(94)</p> <p>Arm. Long.: 16Ø12</p> <p>Arranque: 16Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <p>Arranque: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>1Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 12Ø12</p> <p>Arranque: 12Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø12</p> <p>Arranque: 10Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	<p>Ø12</p> <p>2Ø8(39) 1Ø8(121)</p> <p>Arm. Long.: 14Ø12</p> <p>Arranque: 14Ø12</p> <table border="1"> <tr><th colspan="3">Armaduras transversais: Ø8</th></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Armaduras transversais: Ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	Arranque	3	-
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
248 a 330	10	8																																																																																																																																																					
60 a 248	19	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
248 a 330	10	8																																																																																																																																																					
60 a 248	19	10																																																																																																																																																					
0 a 60	7	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
257 a 330	9	8																																																																																																																																																					
51 a 257	14	15																																																																																																																																																					
0 a 51	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					
Armaduras transversais: Ø8																																																																																																																																																							
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																					
242 a 330	11	8																																																																																																																																																					
48 a 242	13	15																																																																																																																																																					
0 a 48	6	8																																																																																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																																																																																					

Piso 2

Piso 1

Piso 0

Fundação

Quadro de pilares
Escala: 1:50
Betão: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
URB. Covilhã 2024

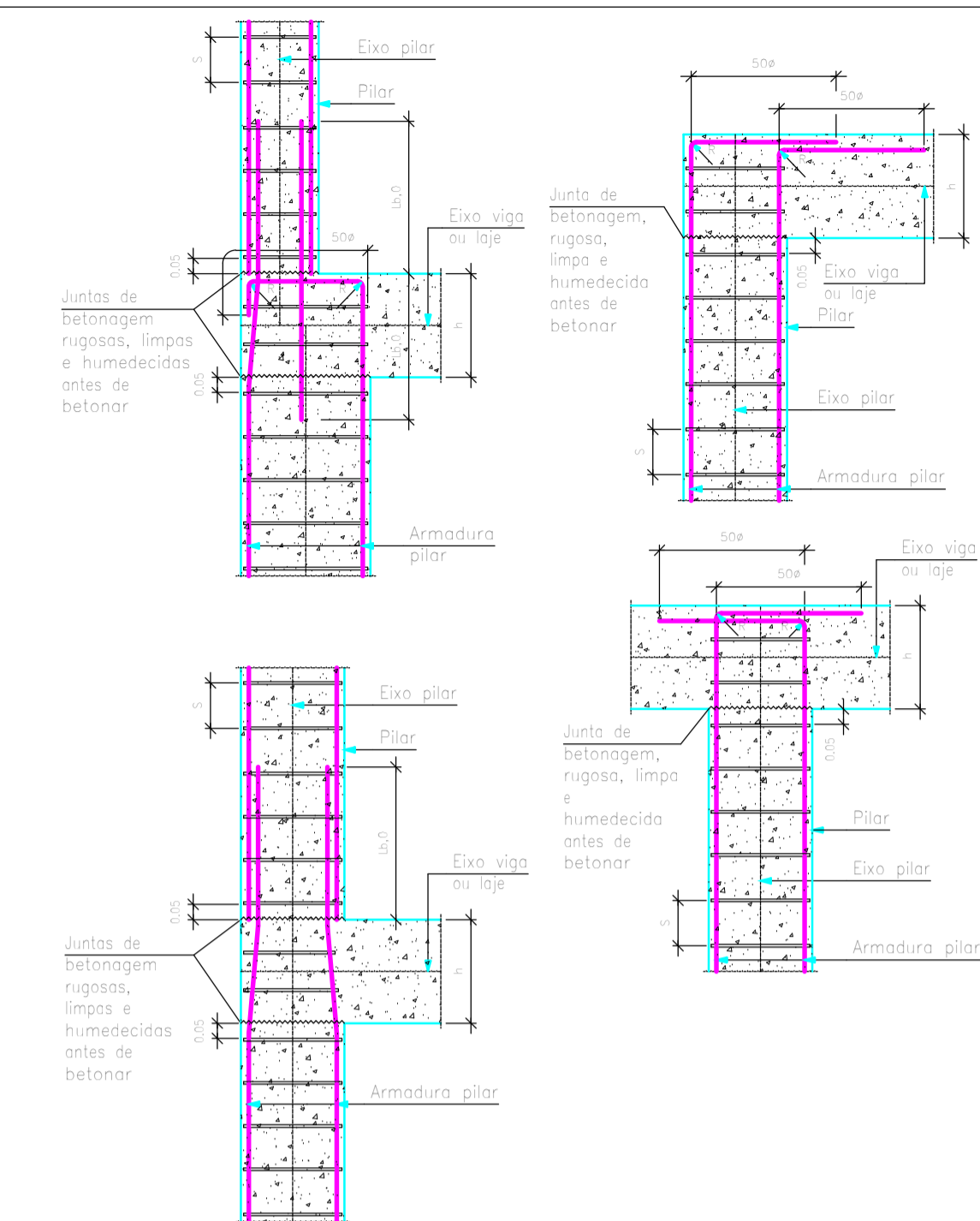
Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura

Designação: QUADRO DE PILARES
Especialidade: Projeto de Estabilidade
Fase: Execução
Desenho nº: 05
Data: Junho 2024
Formato: A1
Escala: 1/50

Nome do Projeto: Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios
Rua do Bom Pastor, Vila Verde, Covilhã

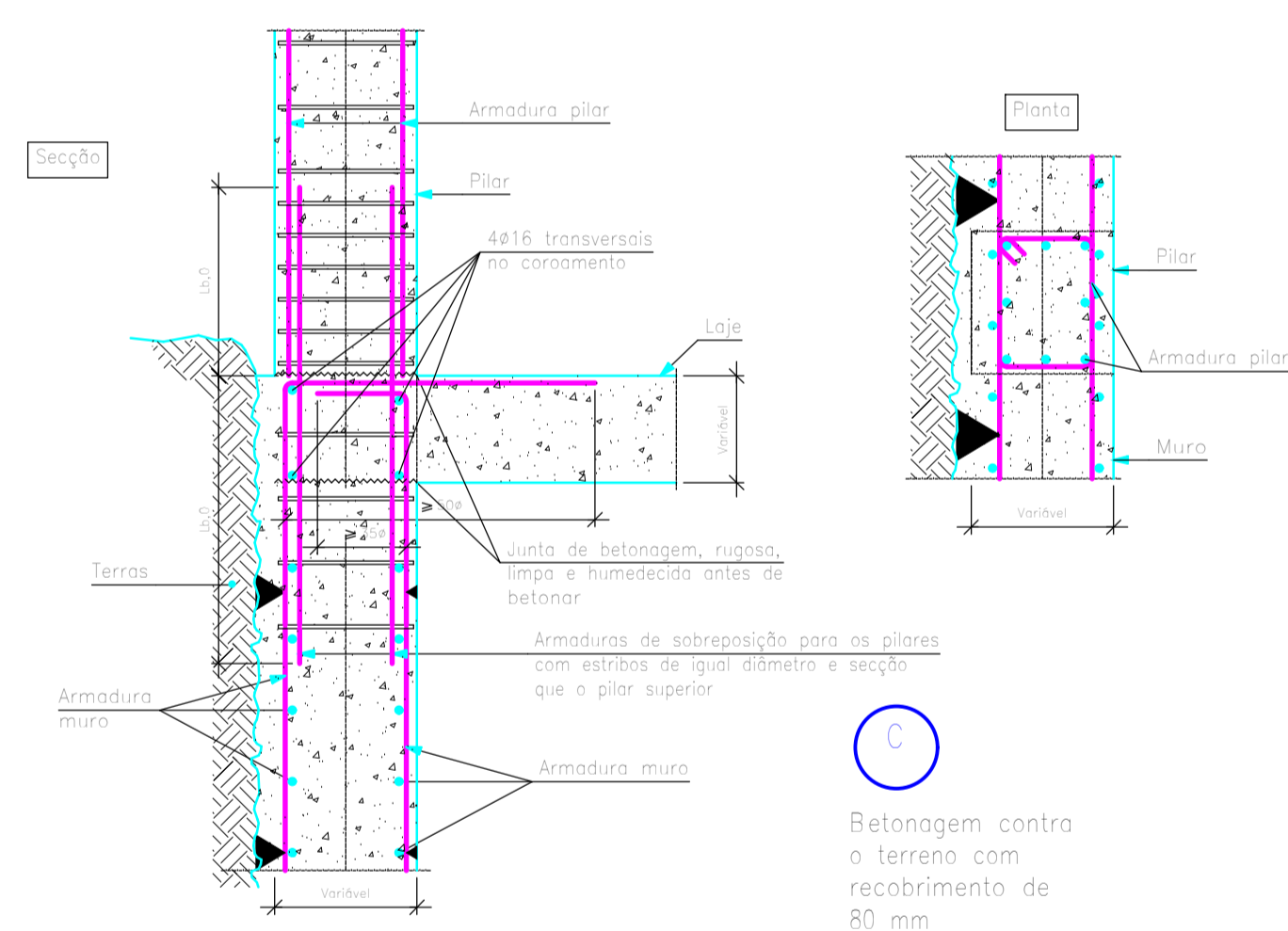
Estudante: Natálio de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



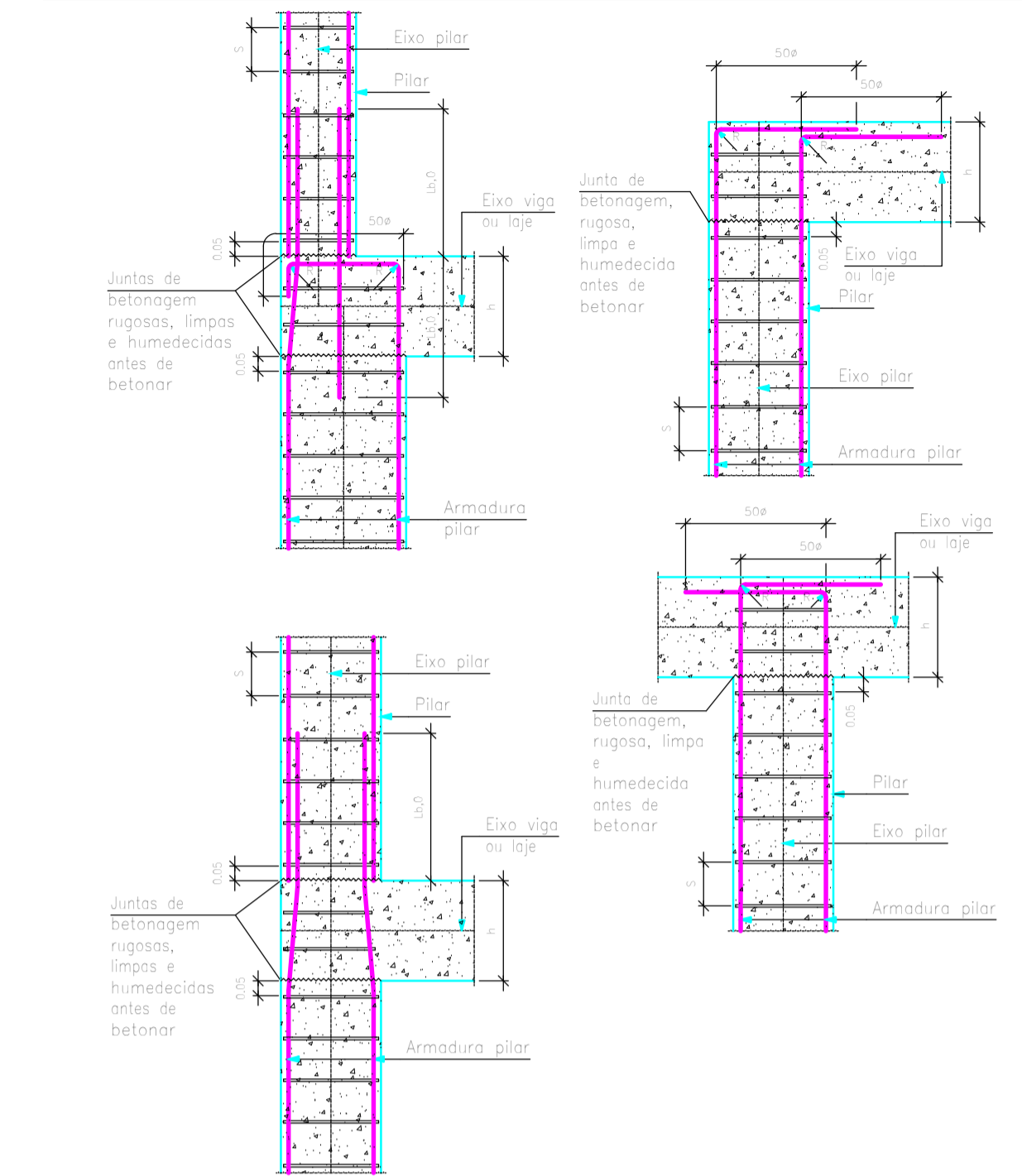
P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16																																																																																																																																																																								
<p>2ø8(84) 2ø8(44) 2ø8(157)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 20ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>238 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 238</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 20ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	238 a 330	11	8	70 a 238	17	10	0 a 70	9	8	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	<p>2ø8(39) 1ø8(101)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	<p>2ø8(39) 1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 240</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 330	11	8	50 a 240	19	10	0 a 50	6	8	<p>1ø8(39) 1ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	<p>2ø8(114) 4ø8(44) 2ø8(186)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 28ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>208 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>100 a 208</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 100</td><td>12</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 28ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	208 a 330	15	8	100 a 208	11	10	0 a 100	12	8	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	<p>1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8																								
Arm. Long.: 20ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
238 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
70 a 238	17	10																																																																																																																																																																													
0 a 70	9	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
210 a 330	15	8																																																																																																																																																																													
60 a 210	15	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 10ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
242 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
48 a 242	13	15																																																																																																																																																																													
0 a 48	6	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
240 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
50 a 240	19	10																																																																																																																																																																													
0 a 50	6	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
225 a 330	13	8																																																																																																																																																																													
45 a 225	12	15																																																																																																																																																																													
0 a 45	6	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 28ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
208 a 330	15	8																																																																																																																																																																													
100 a 208	11	10																																																																																																																																																																													
0 a 100	12	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
210 a 330	15	8																																																																																																																																																																													
60 a 210	15	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
257 a 330	9	8																																																																																																																																																																													
51 a 257	14	15																																																																																																																																																																													
0 a 51	6	8																																																																																																																																																																													
<p>2ø8(84) 2ø8(44) 2ø8(157)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 20ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>268 a 360</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 268</td><td>20</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 20ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	268 a 360	11	8	70 a 268	20	10	0 a 70	9	8	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8	<p>2ø8(39) 1ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>267 a 360</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>53 a 267</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 53</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	267 a 360	12	8	53 a 267	15	15	0 a 53	7	8	<p>2ø8(39) 1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>267 a 360</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>53 a 267</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 53</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	267 a 360	12	8	53 a 267	15	15	0 a 53	7	8	<p>1ø8(39) 1ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>250 a 360</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 250</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	250 a 360	14	8	50 a 250	14	15	0 a 50	6	8	<p>2ø8(114) 4ø8(44) 2ø8(186)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 28ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>238 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>100 a 238</td><td>14</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 100</td><td>12</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 28ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	238 a 360	15	8	100 a 238	14	10	0 a 100	12	8	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8	<p>1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Armaduras transversais: ø8</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>282 a 360</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>56 a 282</td><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 56</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Armaduras transversais: ø8			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	282 a 360	10	8	56 a 282	16	15	0 a 56	7	8																								
Arm. Long.: 20ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
268 a 360	11	8																																																																																																																																																																													
70 a 268	20	10																																																																																																																																																																													
0 a 70	9	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
240 a 360	15	8																																																																																																																																																																													
60 a 240	18	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 10ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
267 a 360	12	8																																																																																																																																																																													
53 a 267	15	15																																																																																																																																																																													
0 a 53	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
267 a 360	12	8																																																																																																																																																																													
53 a 267	15	15																																																																																																																																																																													
0 a 53	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
250 a 360	14	8																																																																																																																																																																													
50 a 250	14	15																																																																																																																																																																													
0 a 50	6	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 28ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
238 a 360	15	8																																																																																																																																																																													
100 a 238	14	10																																																																																																																																																																													
0 a 100	12	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
240 a 360	15	8																																																																																																																																																																													
60 a 240	18	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Armaduras transversais: ø8																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
282 a 360	10	8																																																																																																																																																																													
56 a 282	16	15																																																																																																																																																																													
0 a 56	7	8																																																																																																																																																																													
<p>2ø8(84) 2ø8(44) 2ø8(157)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 20ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 20ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>238 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 238</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 20ø12			Arranque: 20ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	238 a 330	11	8	70 a 238	17	10	0 a 70	9	8	Arranque	3	-	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 14ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Arranque: 14ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-	<p>2ø8(39) 1ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 10ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 10ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 10ø12			Arranque: 10ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	Arranque	3	-	<p>2ø8(39) 1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 16ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 16ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 240</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 16ø12			Arranque: 16ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 330	11	8	50 a 240	19	10	0 a 50	6	8	Arranque	3	-	<p>1ø8(39) 1ø8(121)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 12ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 12ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 12ø12			Arranque: 12ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	<p>2ø8(114) 4ø8(44) 2ø8(186)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 28ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 28ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>208 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>100 a 208</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 100</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 28ø12			Arranque: 28ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	208 a 330	15	8	100 a 208	11	10	0 a 100	12	8	Arranque	3	-	<p>4ø8(39) 1ø8(161)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 14ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Arranque: 14ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-	<p>1ø8(141)</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 14ø12</td></tr> <tr><td colspan="3">Arranque: 14ø12</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>8</td><td>6</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Arm. Long.: 14ø12			Arranque: 14ø12			Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	12	6	51 a 257	14	15	0 a 51	8	6	Arranque	3	-
Arm. Long.: 20ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 20ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
238 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
70 a 238	17	10																																																																																																																																																																													
0 a 70	9	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 14ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
248 a 330	10	8																																																																																																																																																																													
60 a 248	19	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 10ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 10ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
242 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
48 a 242	13	15																																																																																																																																																																													
0 a 48	6	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 16ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 16ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
240 a 330	11	8																																																																																																																																																																													
50 a 240	19	10																																																																																																																																																																													
0 a 50	6	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 12ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 12ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
257 a 330	9	8																																																																																																																																																																													
51 a 257	14	15																																																																																																																																																																													
0 a 51	6	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 28ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 28ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
208 a 330	15	8																																																																																																																																																																													
100 a 208	11	10																																																																																																																																																																													
0 a 100	12	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 14ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
248 a 330	10	8																																																																																																																																																																													
60 a 248	19	10																																																																																																																																																																													
0 a 60	7	8																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													
Arm. Long.: 14ø12																																																																																																																																																																															
Arranque: 14ø12																																																																																																																																																																															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																																																																																																																													
257 a 330	12	6																																																																																																																																																																													
51 a 257	14	15																																																																																																																																																																													
0 a 51	8	6																																																																																																																																																																													
Arranque	3	-																																																																																																																																																																													

Pilar embestado no muro de igual espessura. Betonagem contra o terreno.

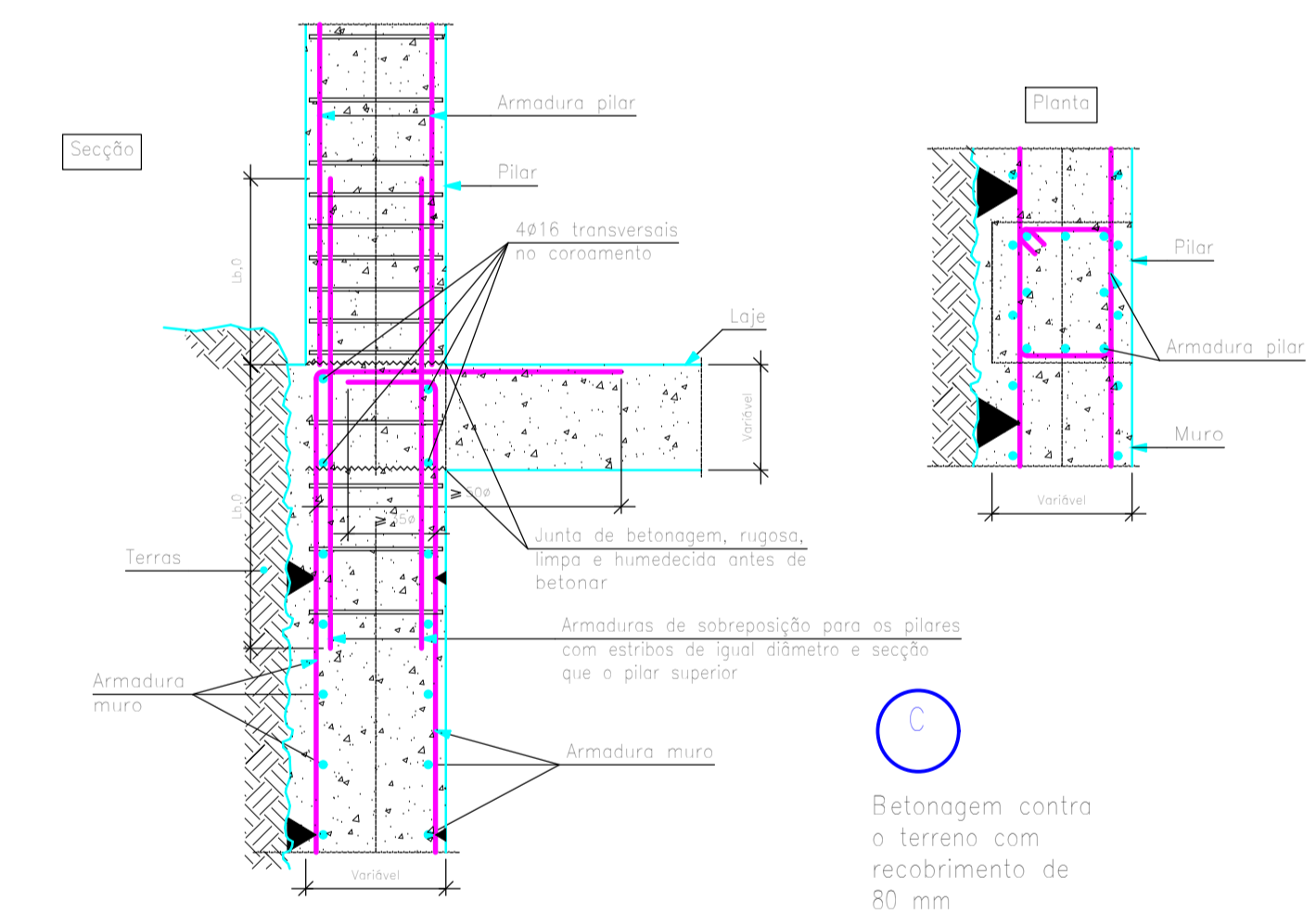


Quadro de pilares
Escala: 1:50
Betão: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500

Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



Pilar embebido no muro de igual espessura.
Betonagem contra o terreno.



Quadro de pilares
Escala: 1:50
Betão: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500

P18	P19	P20	P21	P22=P23	P24	P25																																																												
 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	 1ø8(39) 2ø8(121) Arm. Long.: 12ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101) Arm. Long.: 16ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>200 a 330</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 200</td><td>13</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	200 a 330	16	8	70 a 200	13	10	0 a 70	9	8	 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
210 a 330	15	8																																																																
60 a 210	15	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
220 a 330	14	8																																																																
50 a 220	17	10																																																																
0 a 50	6	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
200 a 330	16	8																																																																
70 a 200	13	10																																																																
0 a 70	9	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
210 a 330	15	8																																																																
60 a 210	15	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8	 1ø8(39) 2ø8(121) Arm. Long.: 12ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>250 a 360</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 250</td><td>20</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	250 a 360	14	8	50 a 250	20	10	0 a 50	6	8	 3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101) Arm. Long.: 16ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>230 a 360</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 230</td><td>16</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	230 a 360	16	8	70 a 230	16	10	0 a 70	9	8	 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>240 a 360</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 240</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	240 a 360	15	8	60 a 240	18	10	0 a 60	7	8															
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
240 a 360	15	8																																																																
60 a 240	18	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
250 a 360	14	8																																																																
50 a 250	20	10																																																																
0 a 50	6	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
230 a 360	16	8																																																																
70 a 230	16	10																																																																
0 a 70	9	8																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
240 a 360	15	8																																																																
60 a 240	18	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Arranque: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-	 1ø8(39) 2ø8(121) Arm. Long.: 12ø12 Arranque: 12ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>257 a 330</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>51 a 257</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 51</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	257 a 330	9	8	51 a 257	14	15	0 a 51	6	8	Arranque	3	-	 3ø8(39) 1ø8(181) 1ø8(101) Arm. Long.: 16ø12 Arranque: 16ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>238 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>70 a 238</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 70</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	238 a 330	11	8	70 a 238	17	10	0 a 70	9	8	Arranque	3	-	 4ø8(39) 1ø8(161) Arm. Long.: 14ø12 Arranque: 14ø12 Armaduras transversais: ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>248 a 330</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 248</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	248 a 330	10	8	60 a 248	19	10	0 a 60	7	8	Arranque	3	-			
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
248 a 330	10	8																																																																
60 a 248	19	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
Arranque	3	-																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
257 a 330	9	8																																																																
51 a 257	14	15																																																																
0 a 51	6	8																																																																
Arranque	3	-																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
238 a 330	11	8																																																																
70 a 238	17	10																																																																
0 a 70	9	8																																																																
Arranque	3	-																																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																
248 a 330	10	8																																																																
60 a 248	19	10																																																																
0 a 60	7	8																																																																
Arranque	3	-																																																																

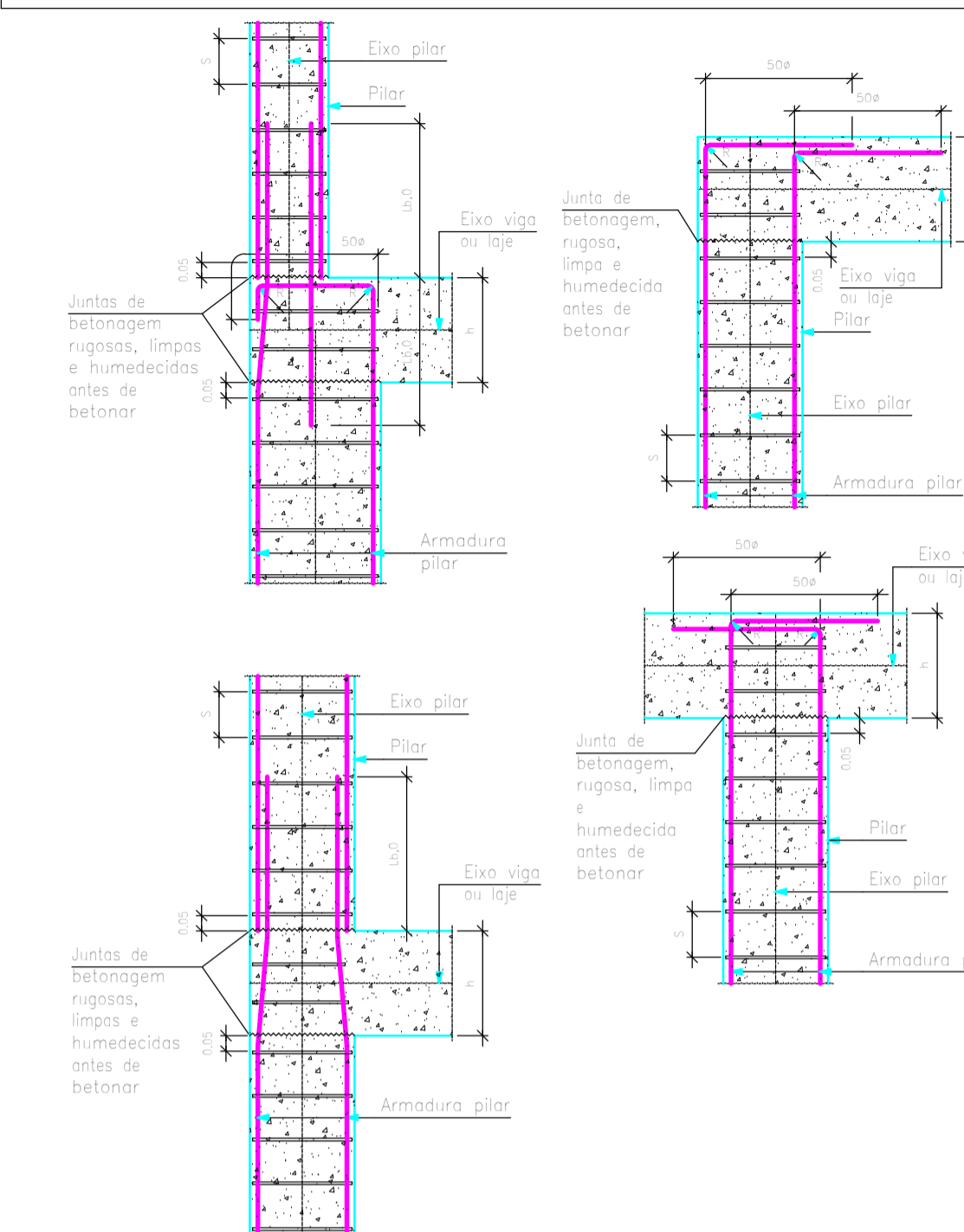
Piso 2
Piso 1
Piso 0
Fundação

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
ISE, Covilhã 2024

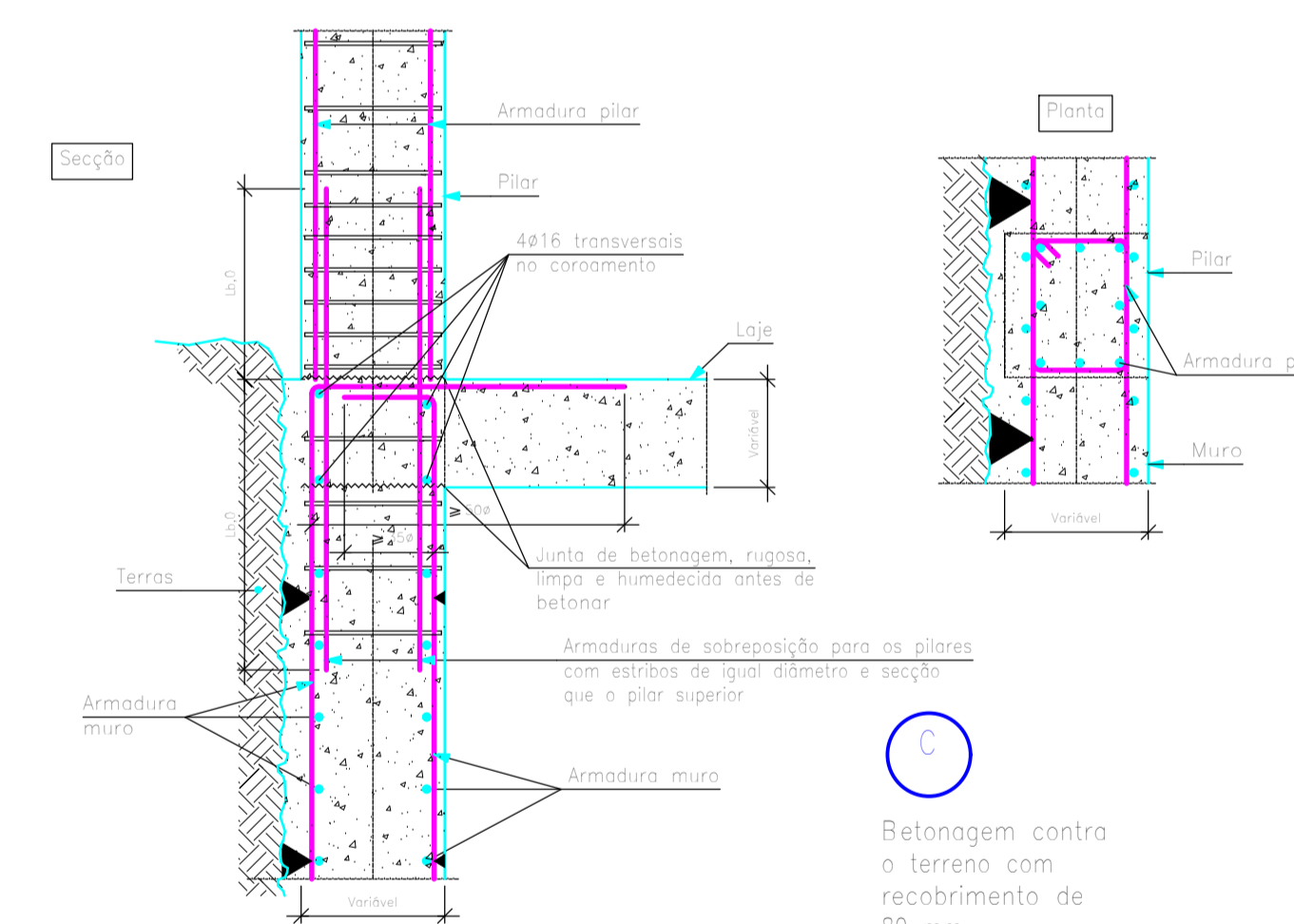
Designação: QUADRO DE PILARES
Especialidade: Projeto de Estabilidade
Fase: Execução
Desenho nº: 07
Data: Junho 2024
Formato: A1
Escala: 1/50

Nome do Projeto: Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios
Estruturas: Natálio de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

Esquema de armadura dos pilares em uniões com vigas e lajes.



Pilar embestado no muro de igual espessura. Betonagem contra o terreno.



Quadro de pilares
Escala 1:50
Betão: C25/30
Aço em varões: S-500
Aço em estribos: S-500

P1	P2	P3	P4	P5=P17	P6	P7	P8																																																																								
					 Arm. Long.: 8Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>183 a 268</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 183</td><td>10</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	183 a 268	11	8	45 a 183	10	15	0 a 45	6	8		 Arm. Long.: 8Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>183 a 268</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 183</td><td>10</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	183 a 268	11	8	45 a 183	10	15	0 a 45	6	8																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
183 a 268	11	8																																																																													
45 a 183	10	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
183 a 268	11	8																																																																													
45 a 183	10	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
					 Arm. Long.: 12Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8		 Arm. Long.: 14Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8																																																
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
	 Arm. Long.: 10Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 Arm. Long.: 10Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 Arm. Long.: 12Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8		 Arm. Long.: 12Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	 Arm. Long.: 10Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 Arm. Long.: 14Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
220 a 330	14	8																																																																													
50 a 220	17	10																																																																													
0 a 50	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
242 a 330	11	8																																																																													
48 a 242	13	15																																																																													
0 a 48	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
242 a 330	11	8																																																																													
48 a 242	13	15																																																																													
0 a 48	6	8																																																																													
	 Arm. Long.: 14Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8	 Arm. Long.: 16Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>210 a 330</td><td>15</td><td>8</td></tr> <tr><td>60 a 210</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 60</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	210 a 330	15	8	60 a 210	15	10	0 a 60	7	8	 Arm. Long.: 16Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>220 a 330</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>50 a 220</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>0 a 50</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	220 a 330	14	8	50 a 220	17	10	0 a 50	6	8		 Arm. Long.: 12Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8	 Arm. Long.: 10Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>225 a 330</td><td>13</td><td>8</td></tr> <tr><td>45 a 225</td><td>12</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 45</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	225 a 330	13	8	45 a 225	12	15	0 a 45	6	8	 Arm. Long.: 14Ø12 Armaduras transversais: Ø8 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Núm.</th><th>Separação (cm)</th></tr> <tr><td>242 a 330</td><td>11</td><td>8</td></tr> <tr><td>48 a 242</td><td>13</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 48</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)	242 a 330	11	8	48 a 242	13	15	0 a 48	6	8
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
220 a 330	14	8																																																																													
50 a 220	17	10																																																																													
0 a 50	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
210 a 330	15	8																																																																													
60 a 210	15	10																																																																													
0 a 60	7	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
220 a 330	14	8																																																																													
50 a 220	17	10																																																																													
0 a 50	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
242 a 330	11	8																																																																													
48 a 242	13	15																																																																													
0 a 48	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
225 a 330	13	8																																																																													
45 a 225	12	15																																																																													
0 a 45	6	8																																																																													
Intervalo (cm)	Núm.	Separação (cm)																																																																													
242 a 330	11	8																																																																													
48 a 242	13	15																																																																													
0 a 48	6	8																																																																													

Cob. C.E.L.

Cobertura

Piso Rec.

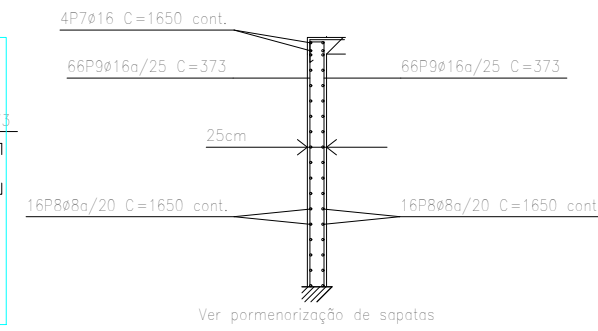
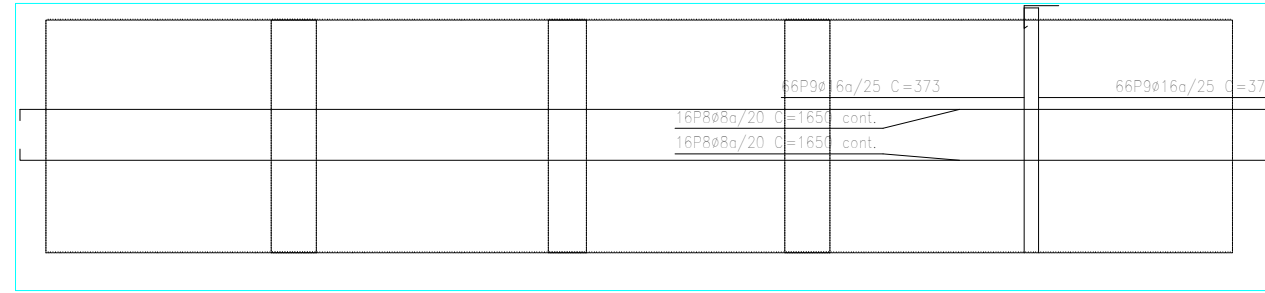
Piso 3



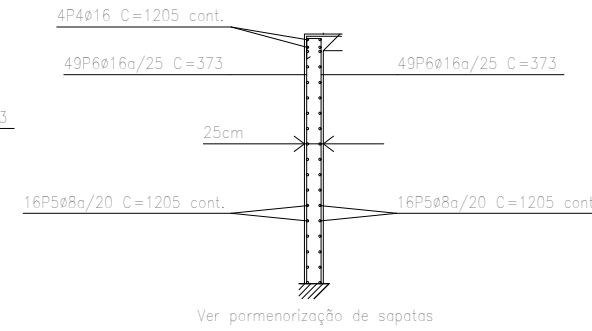
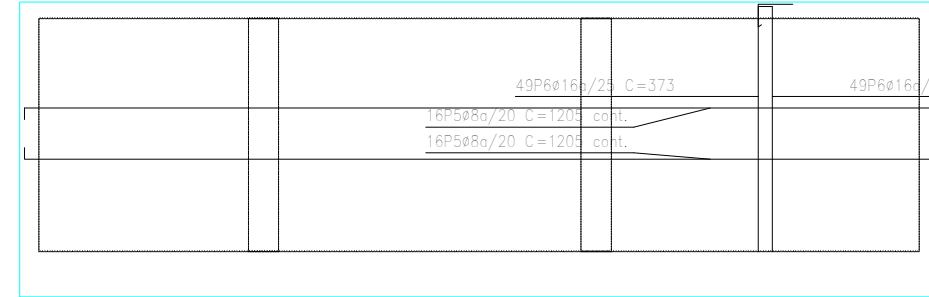
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
Lisboa, Outubro 2024

Designação:	QUADRO DE PILARES
Especialidade:	Projeto de Estabilidade
Fase:	Execução
Desenho nº:	08
Data:	Junho 2024
Formato:	A1
Escala:	1/50
Nome do Projeto:	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo

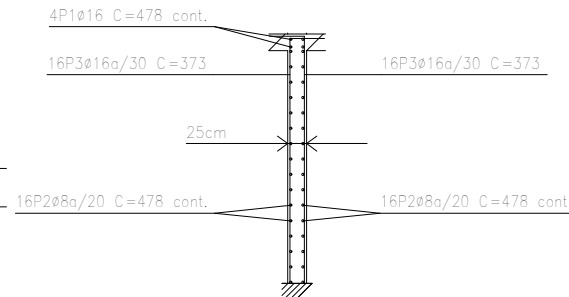
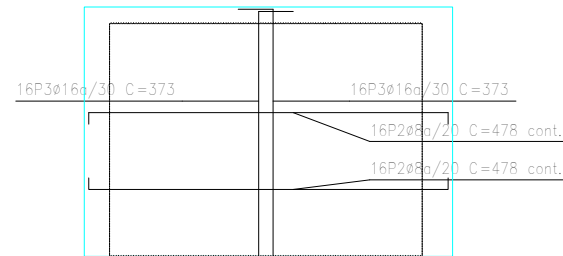
M3: Planta 1



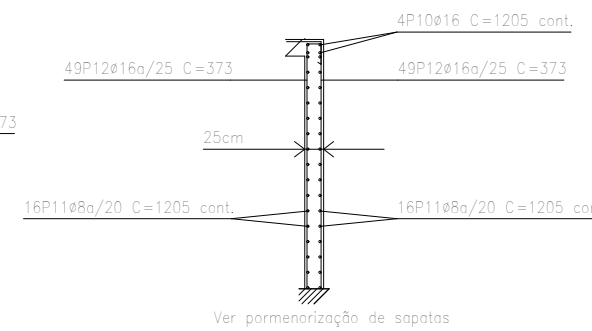
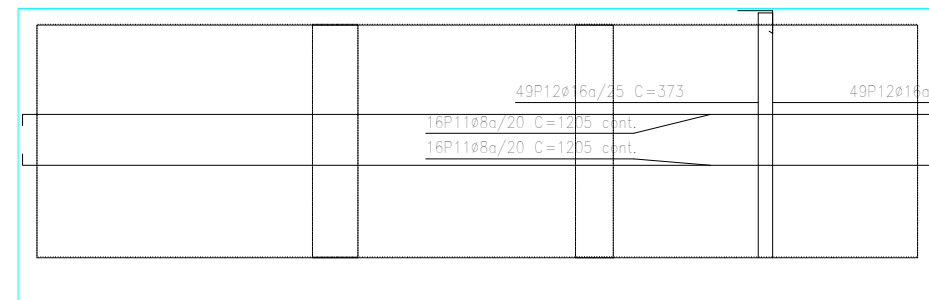
M2: Planta 1



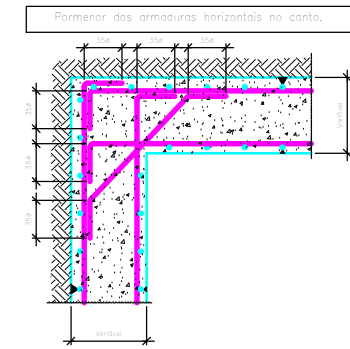
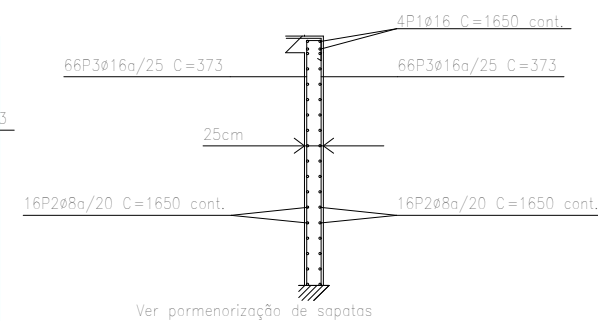
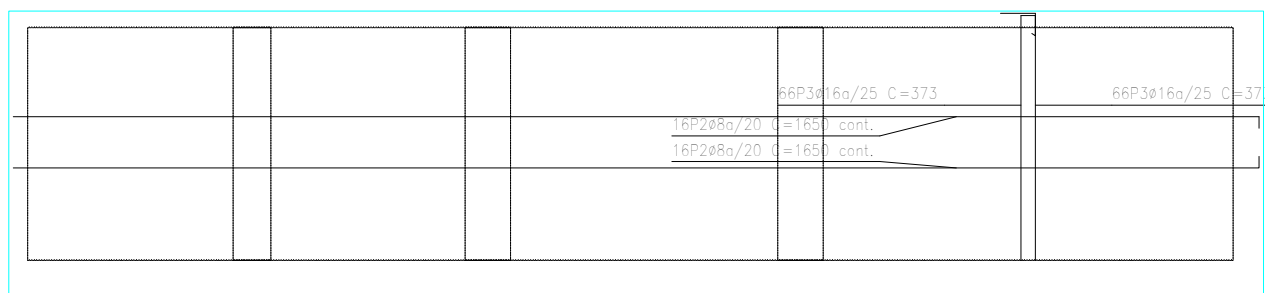
M5: Planta 1



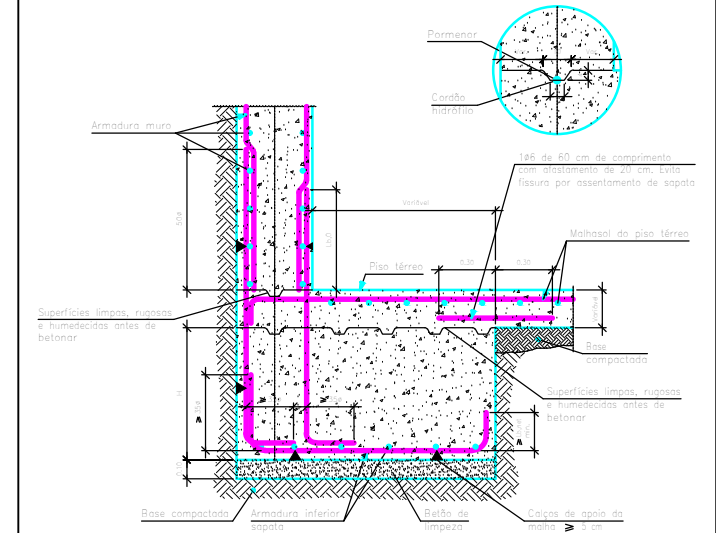
M4: Planta 1



M1: Planta 1



Arranque do muro em sapata excêntrica com piso térreo.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS_MUROS DE BETÃO ARMADO**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº.: **09** Data: **Junho 2024**

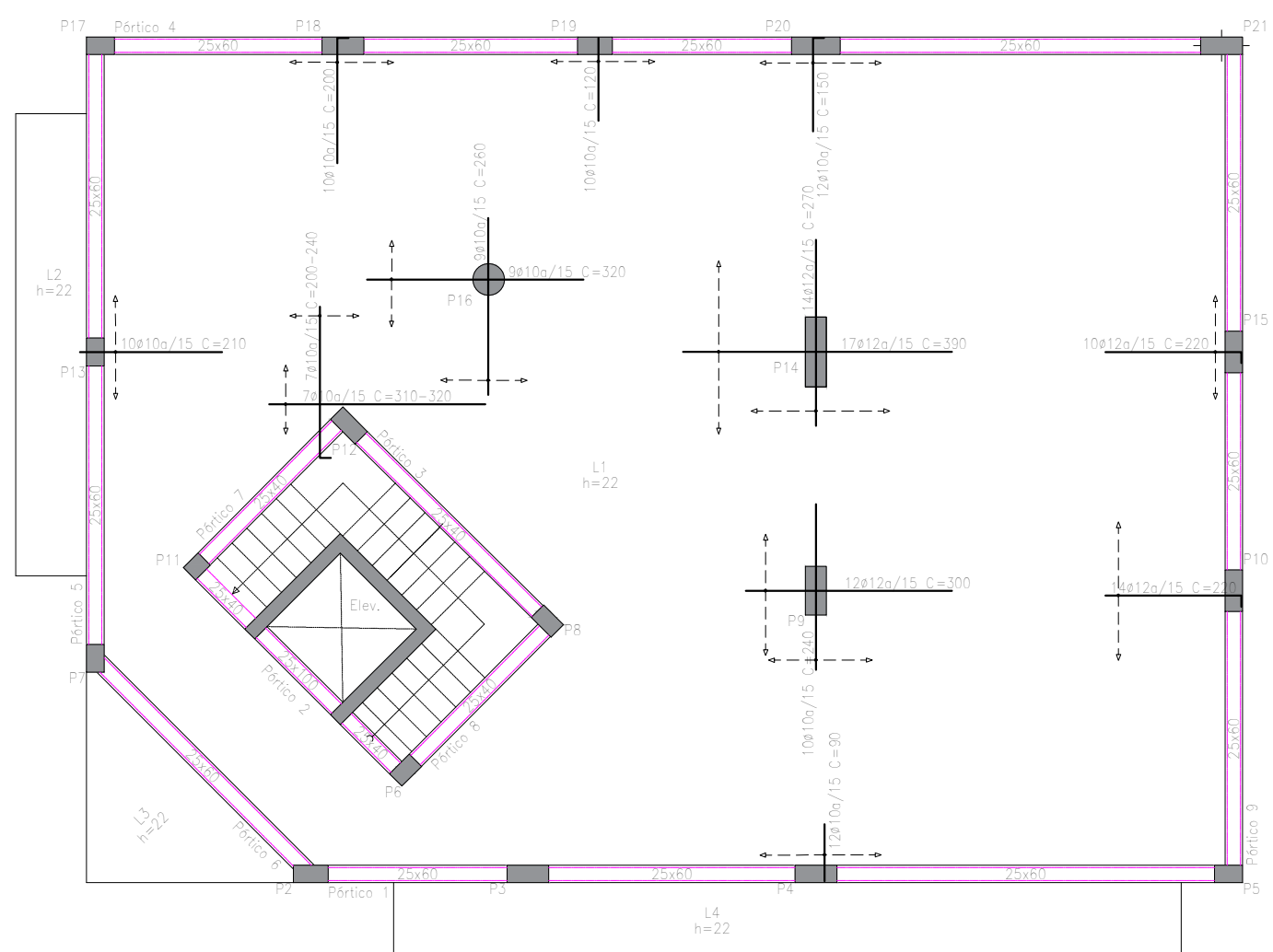
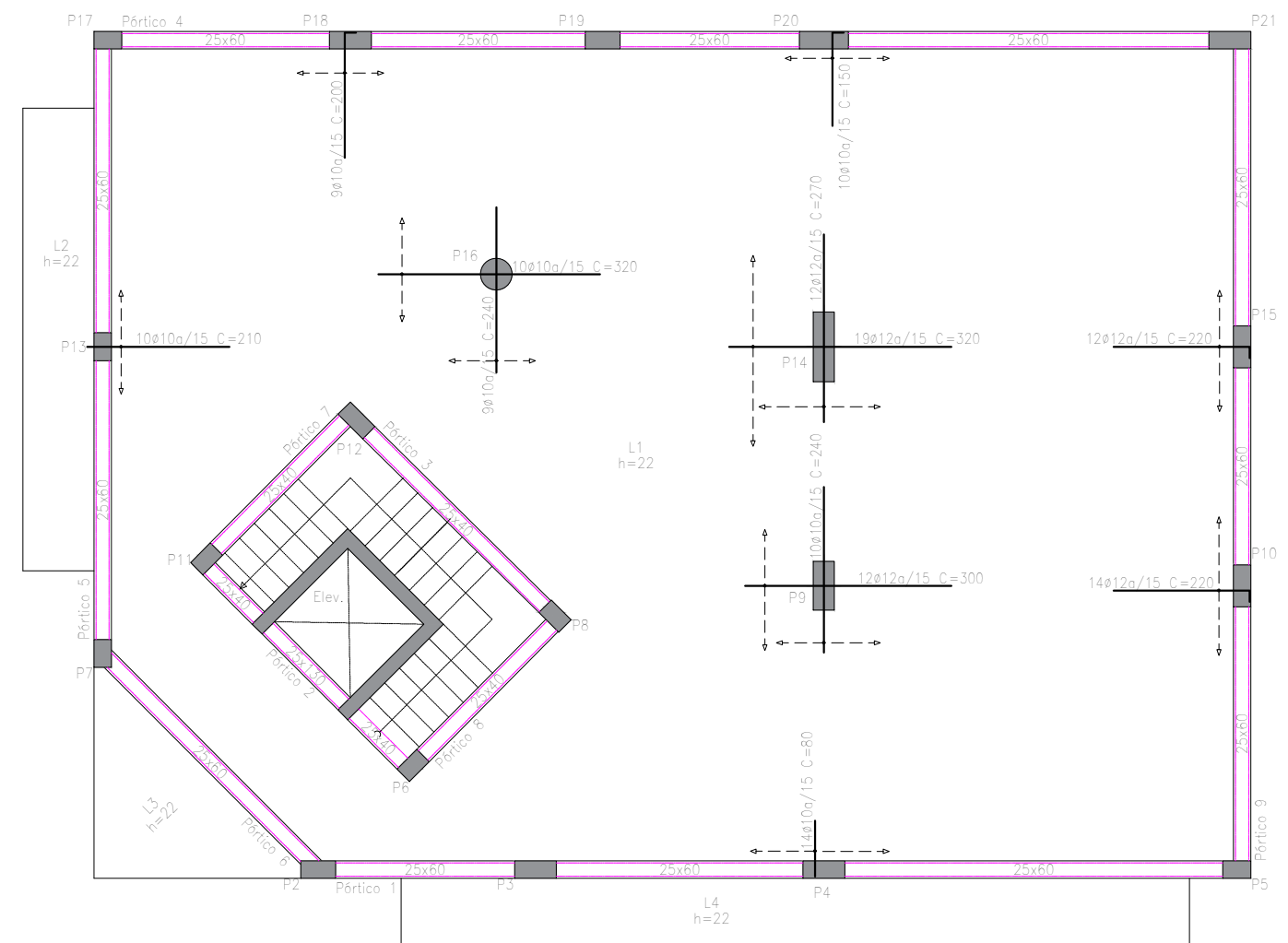
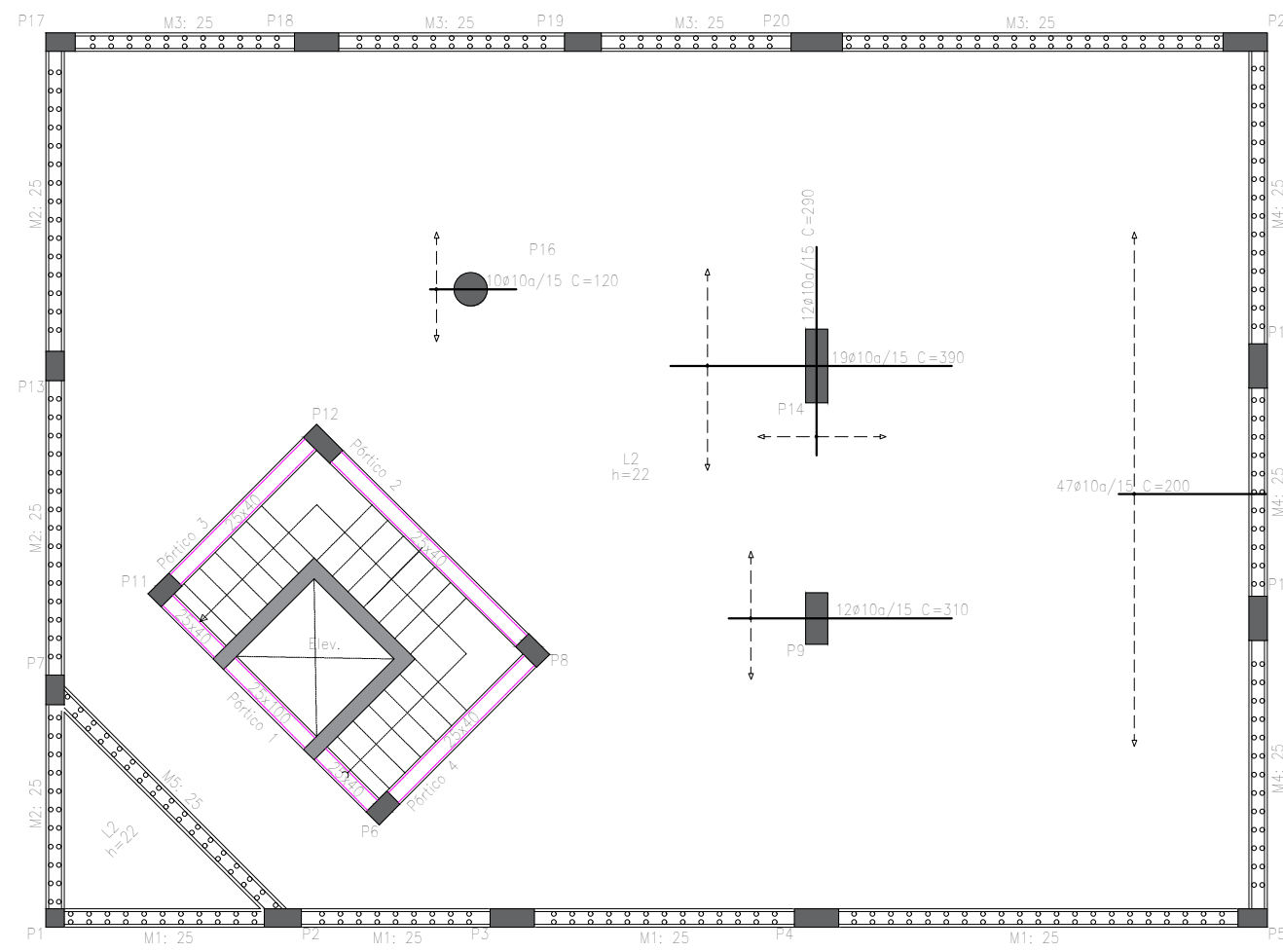
Formato: **A3**

Escala: **1/100**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**



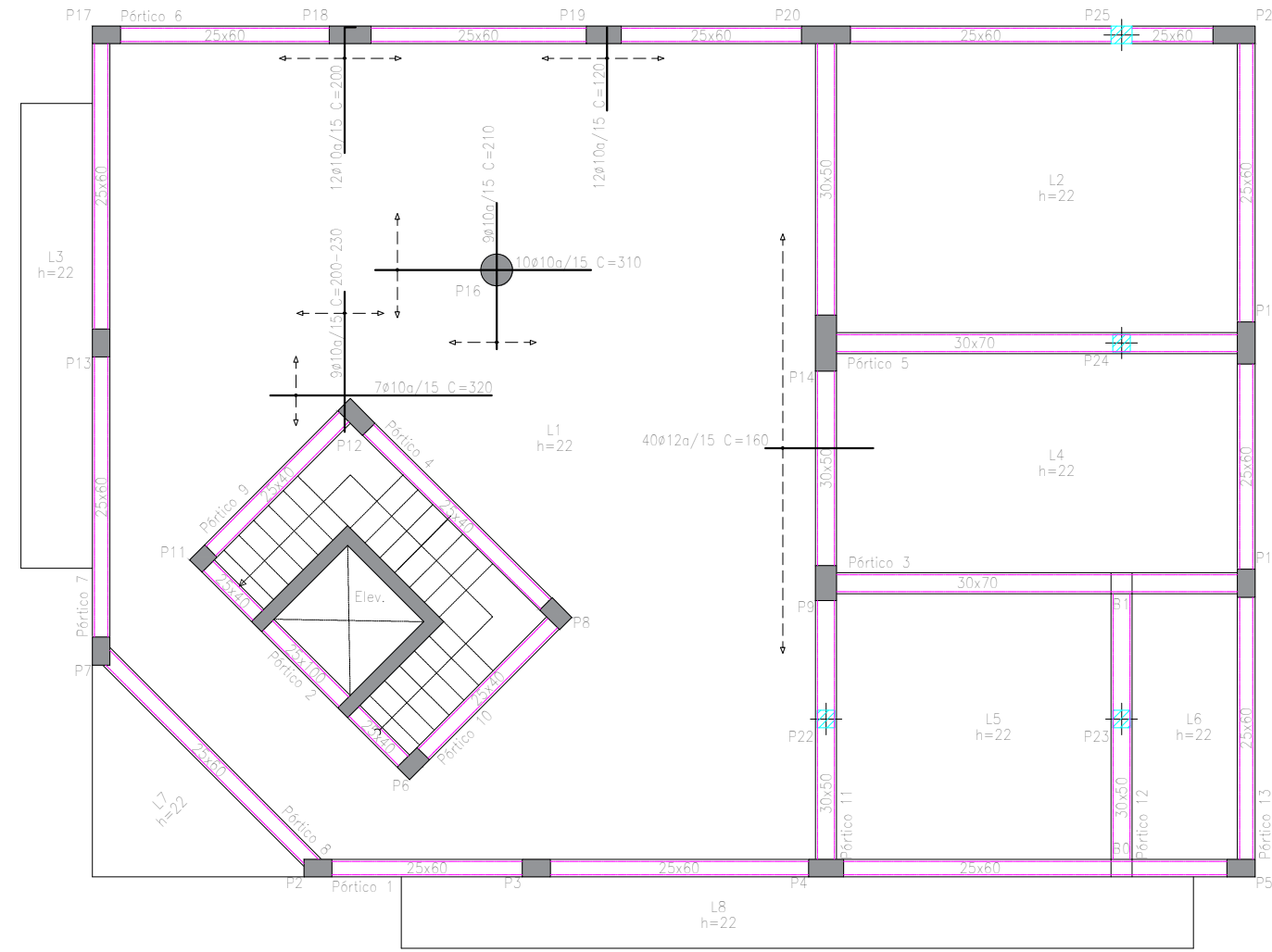
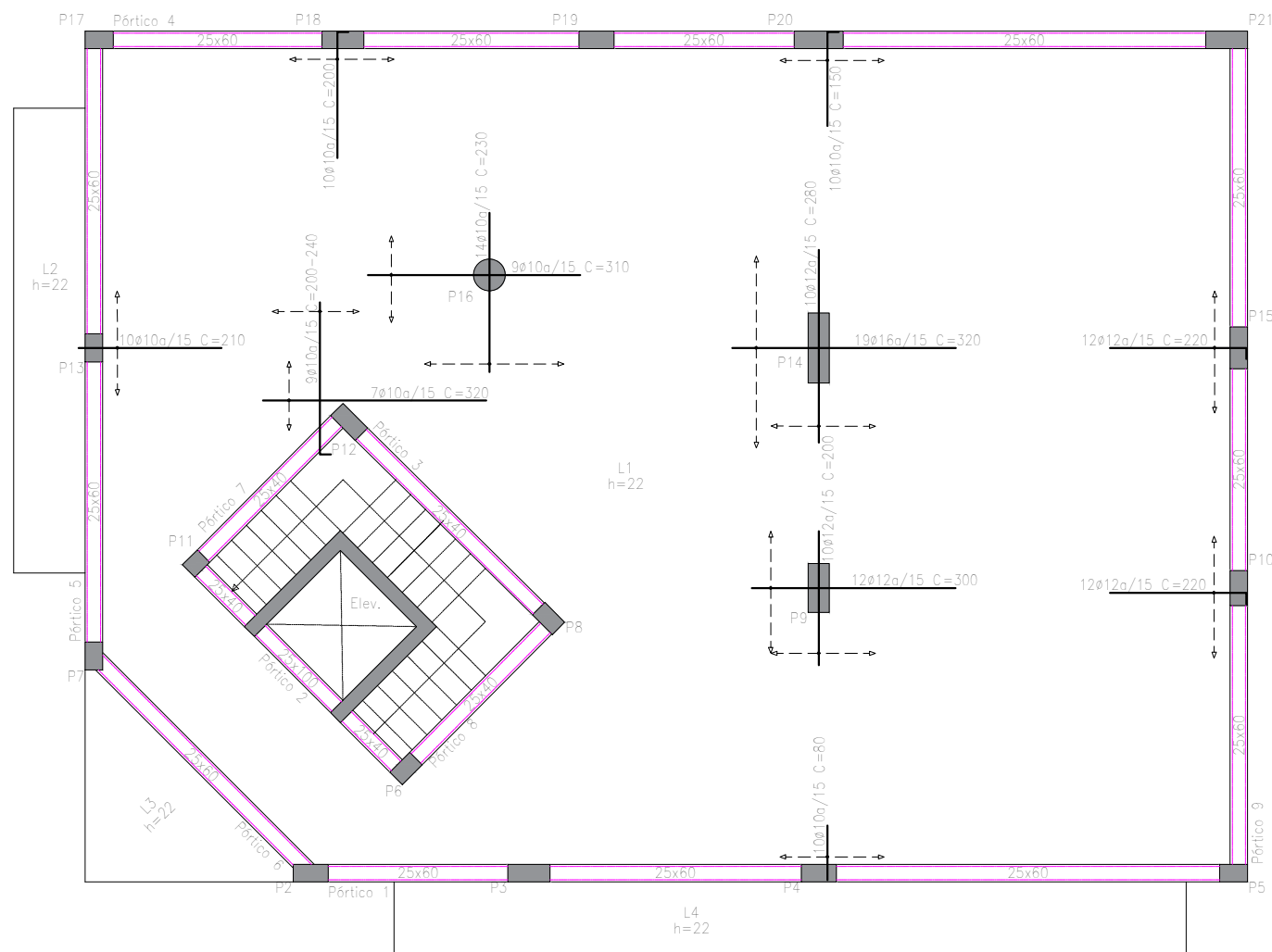
- | | | | |
|---|--|---|--|
| Piso 0
Armadura longitudinal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 | Piso 0
Armadura transversal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 | Piso 1
Armadura longitudinal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 | Piso 1
Armadura transversal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 |
| Piso 0
Planta elementos estruturais
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Armadura base em lajes maciças
Superior: ø10 sep. 15 cm inferior: ø10 sep. 15 cm | | | |
| Piso 1
Planta elementos estruturais
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Armadura base em lajes maciças
Superior: ø10 sep. 15 cm inferior: ø10 sep. 15 cm | | | |

- | | |
|---|--|
| Piso 2
Armadura longitudinal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 | Piso 2
Armadura transversal superior
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Escala: 1:100 |
| Piso 2
Planta elementos estruturais
Betão: C25/30
Aços em lajes: S-500
Armadura base em lajes maciças
Superior: ø10 sep. 15 cm inferior: ø10 sep. 15 cm | |



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	PLANTA DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS E ARMADURAS NAS LAJES Armadura base e Reforço		
Especialidade:	Projeto de Estabilidade		
Fase:	Execução		
Desenho nº.:	Data:	Junho 2024	
10	Formato:	A3	
	Escala:	1/100	
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã		
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936		
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo		



Piso 3
 Armadura longitudinal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

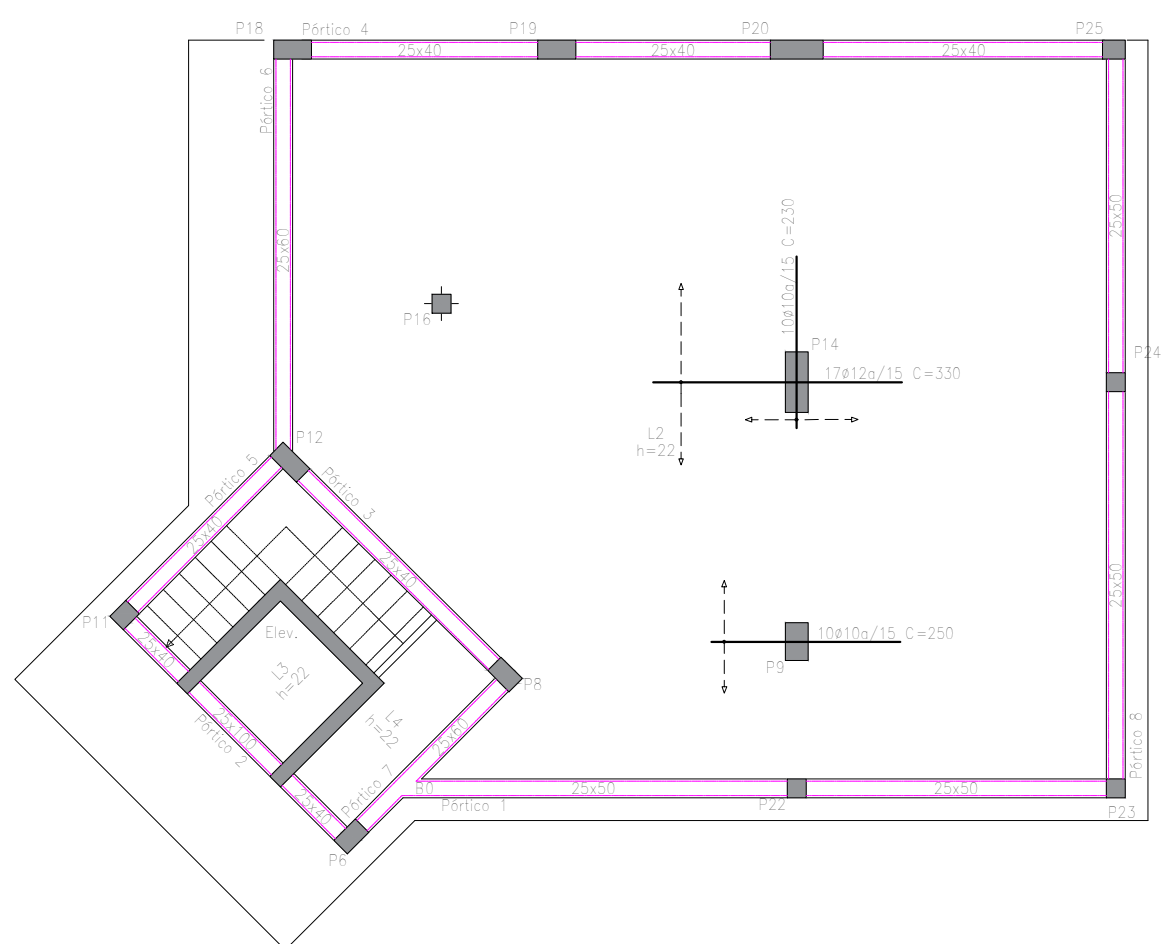
Piso 3
 Armadura transversal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

Piso 3
 Planta elementos estruturais
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Armadura base em lajes maciças
 Superior: #10 sep. 15 cm inferior: #10 sep. 15 cm

Piso Rec.
 Armadura longitudinal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

Piso Rec.
 Armadura transversal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

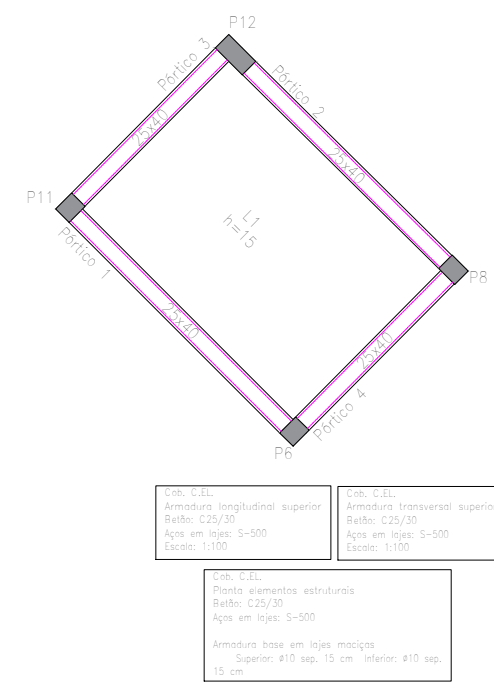
Piso Rec.
 Planta elementos estruturais
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Armadura base em lajes maciças
 Superior: #10 sep. 15 cm inferior: #10 sep. 15 cm



Cobertura
 Armadura longitudinal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

Cobertura
 Armadura transversal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

Cobertura
 Planta elementos estruturais
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Armadura base em lajes maciças
 Superior: #10 sep. 15 cm inferior: #10 sep. 15 cm



Cob. C.E.L.
 Armadura longitudinal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

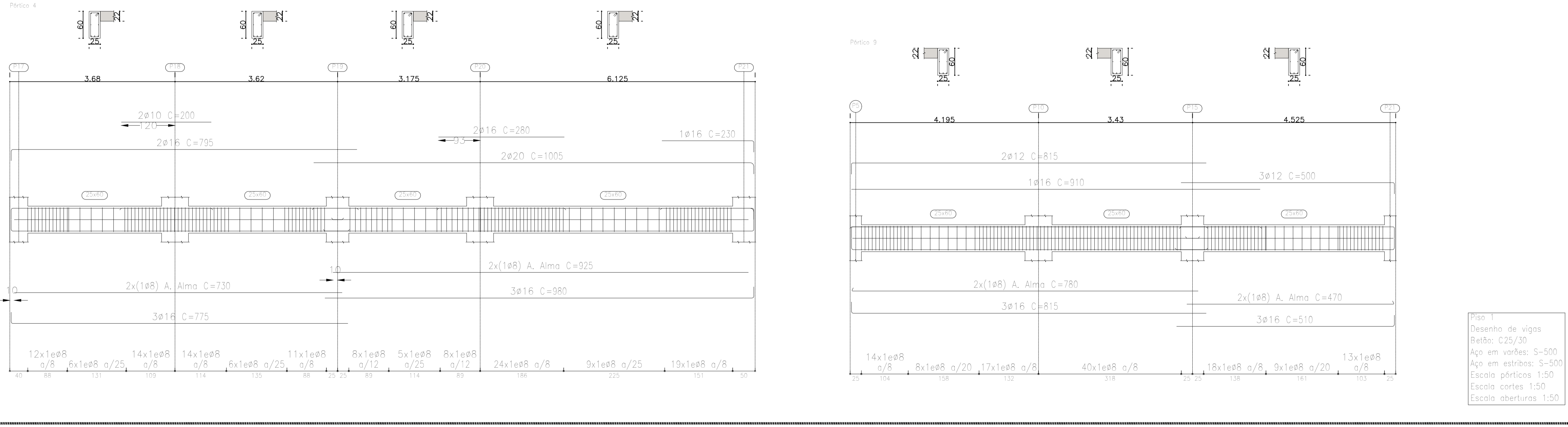
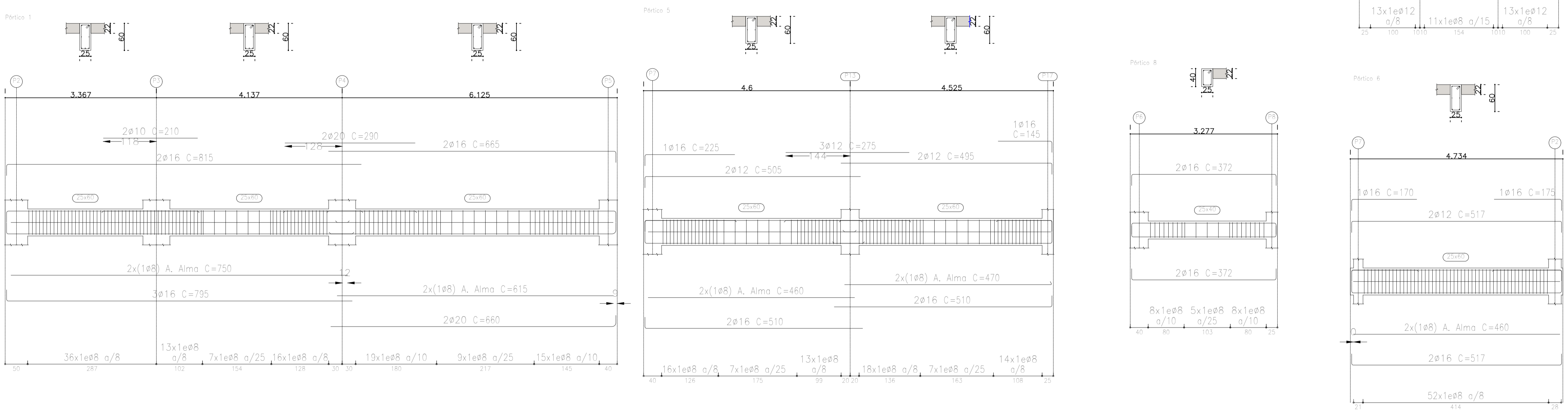
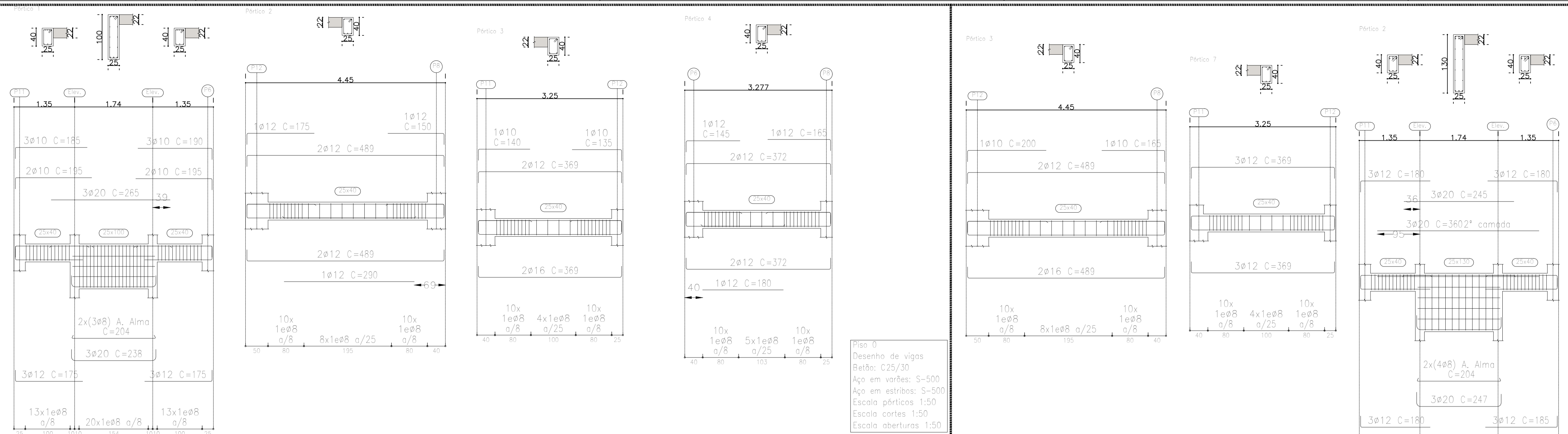
Cob. C.E.L.
 Armadura transversal superior
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Escala: 1:100

Cob. C.E.L.
 Planta elementos estruturais
 Ref: C25/30
 Aço em lajes: S-500
 Armadura base em lajes maciças
 Superior: #10 sep. 15 cm inferior: #10 sep. 15 cm



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	PLANTA DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS E ARMADURAS NAS LAJES Armadura base e Reforço
Especialidade:	Projeto de Estabilidade
Fase:	Execução
Desenho nº.:	11
Data:	Junho 2024
Formato:	A3
Escala:	1/100
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº: **12**

Data: **Junho 2024**

Formato: **A1**

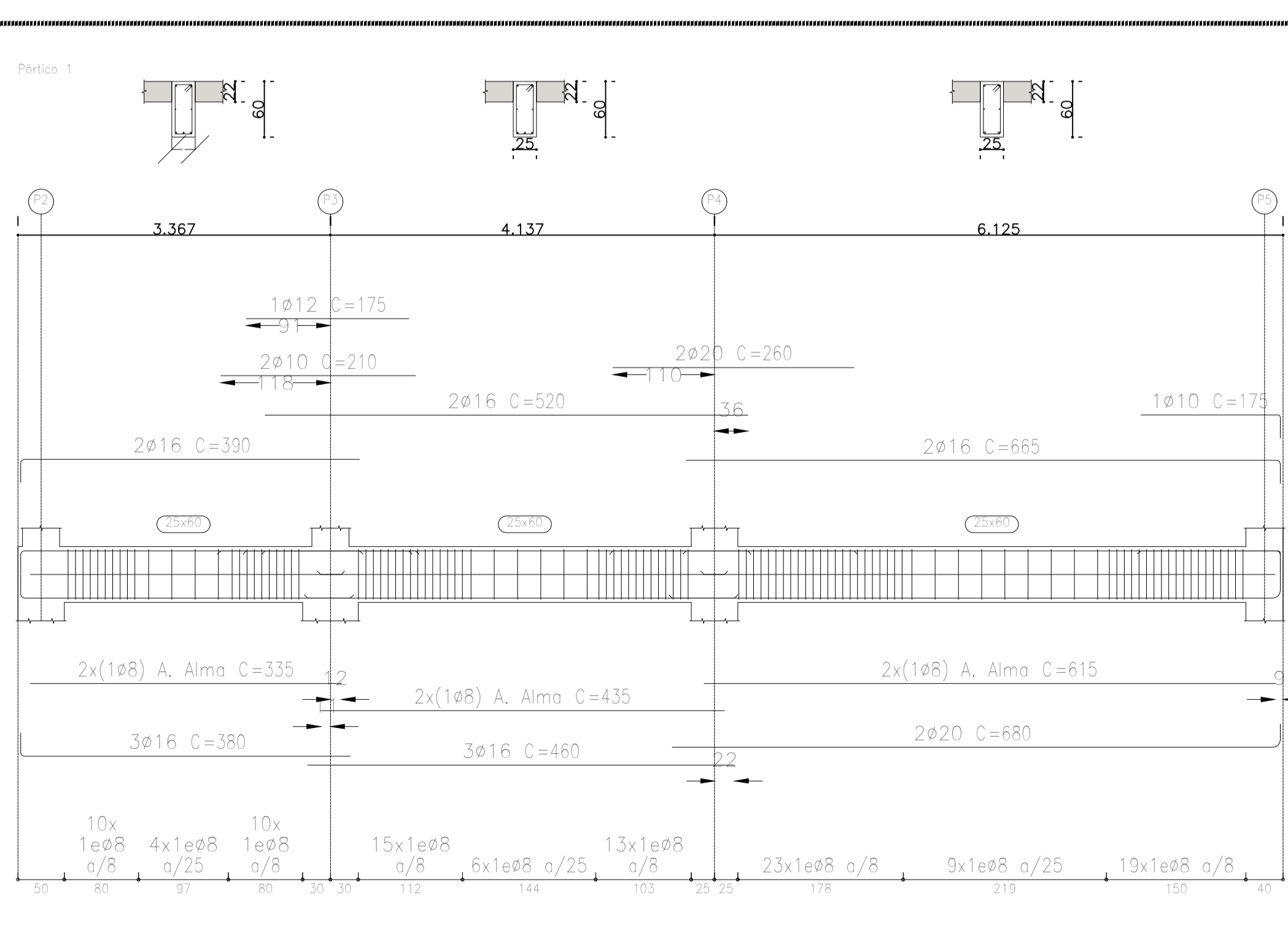
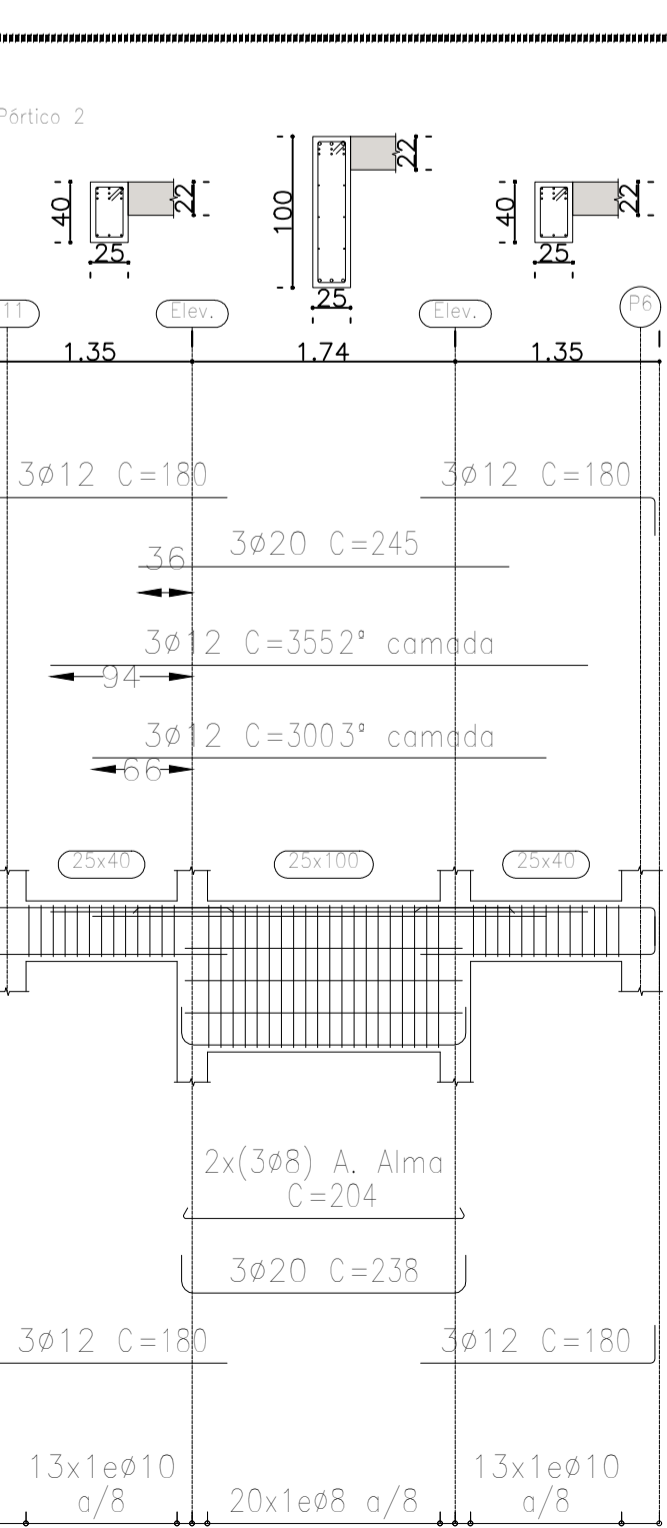
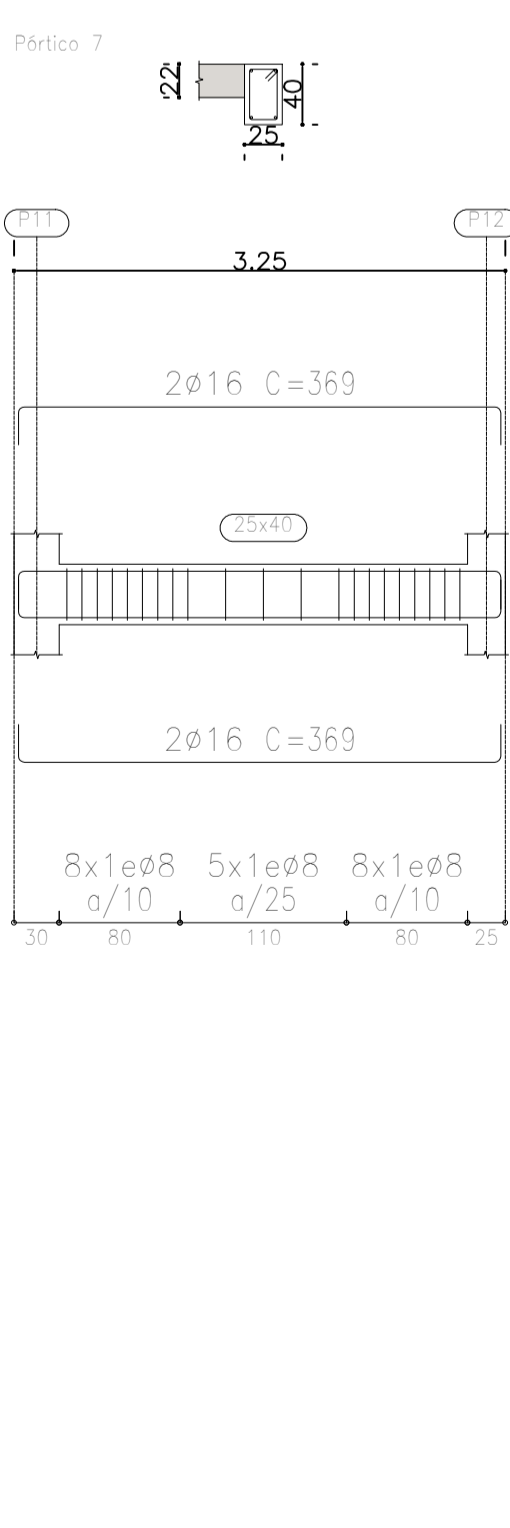
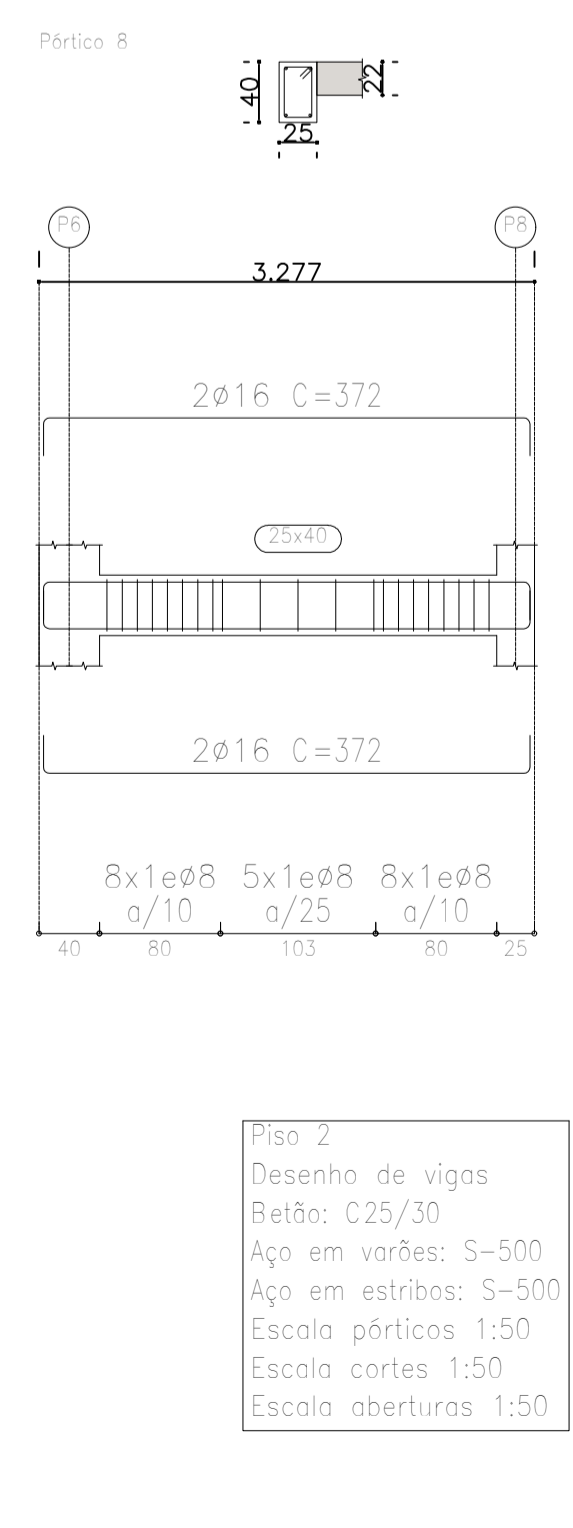
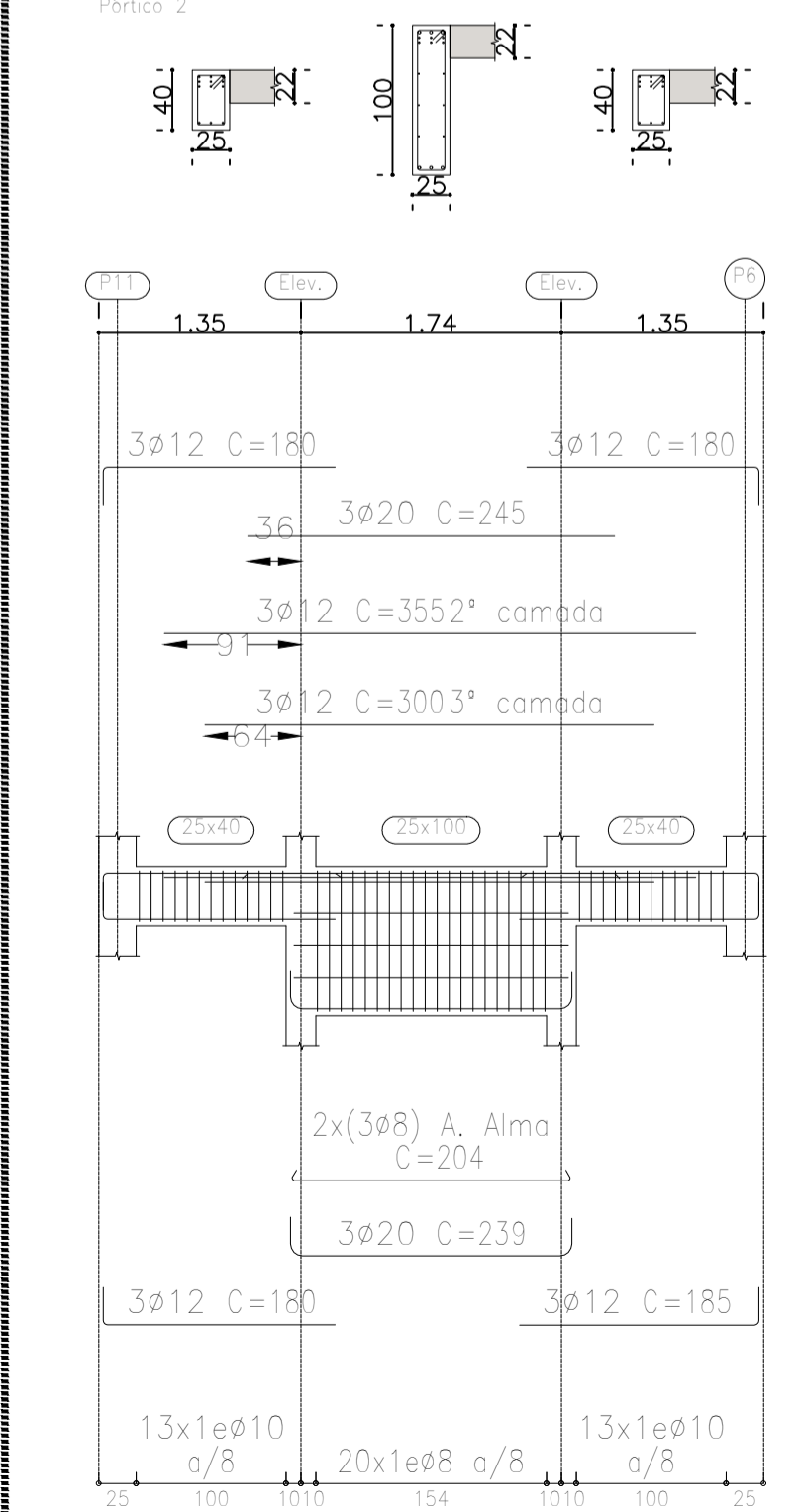
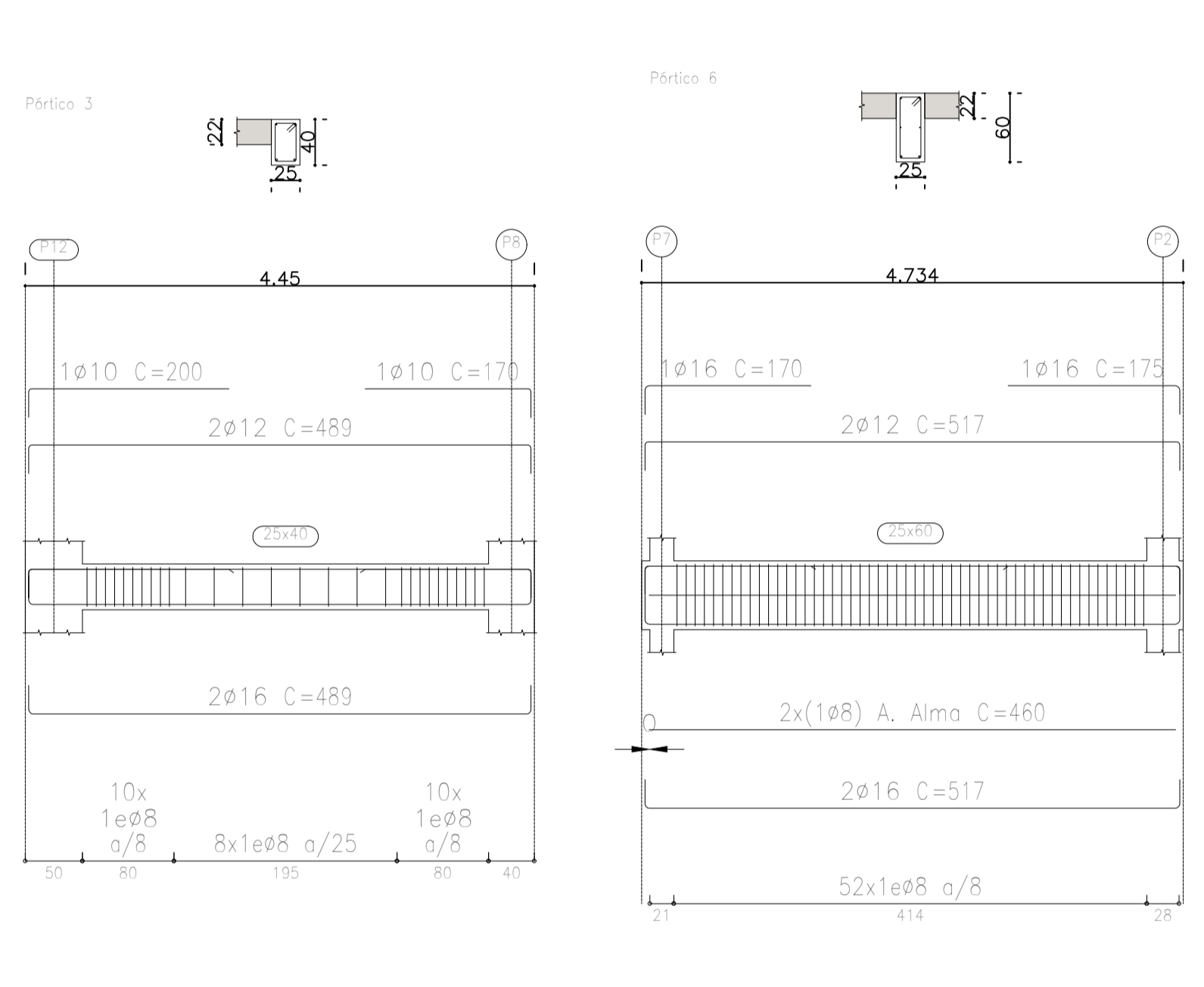
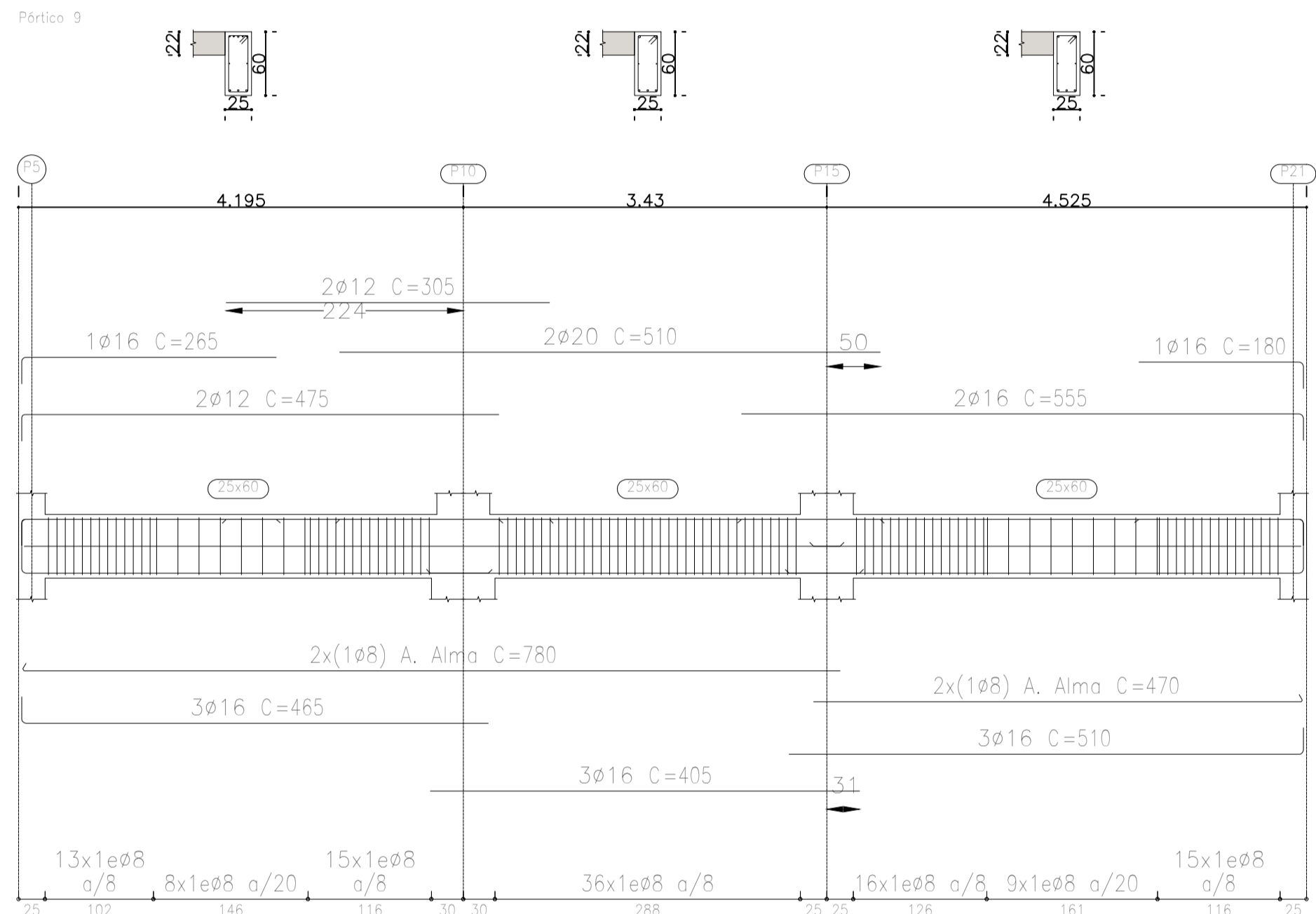
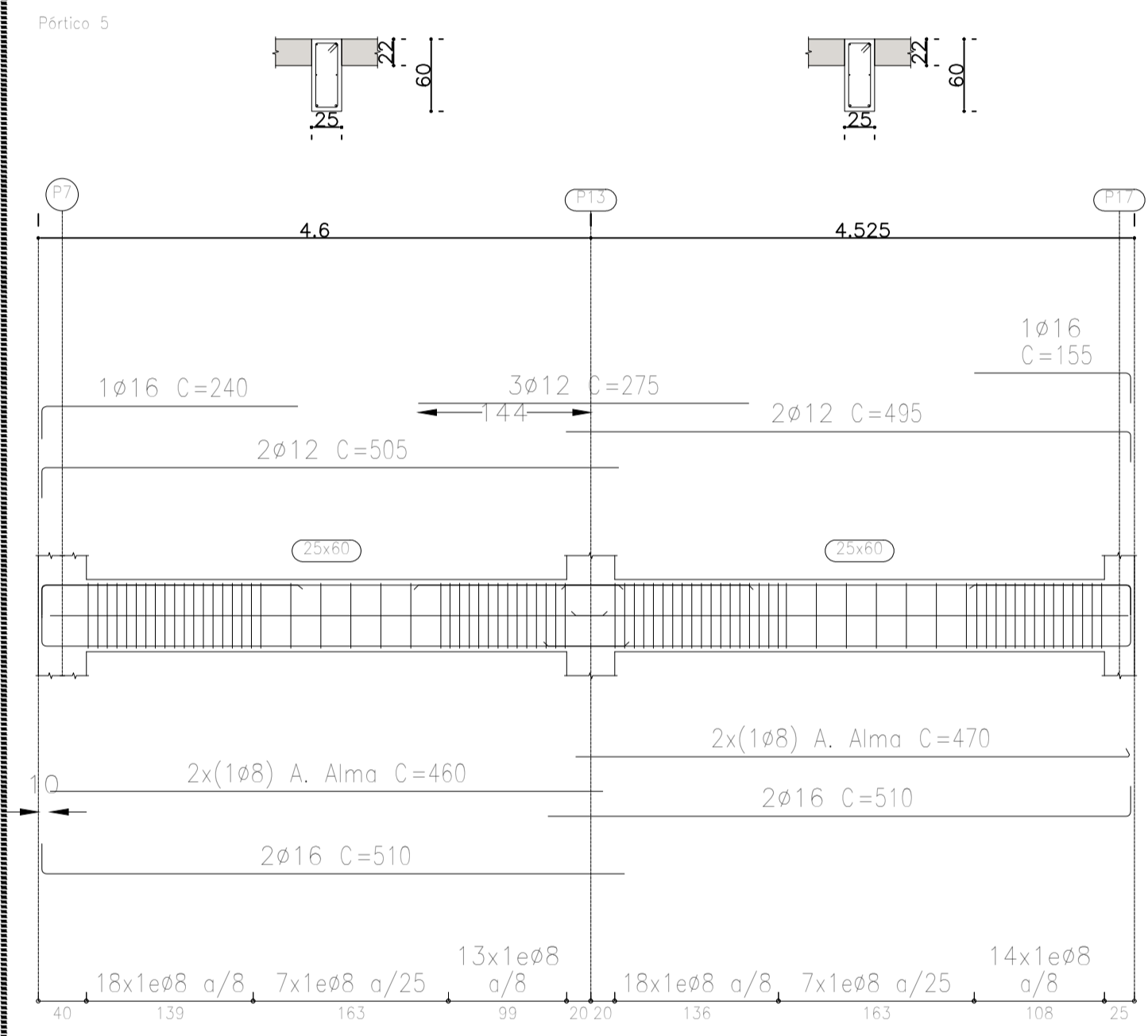
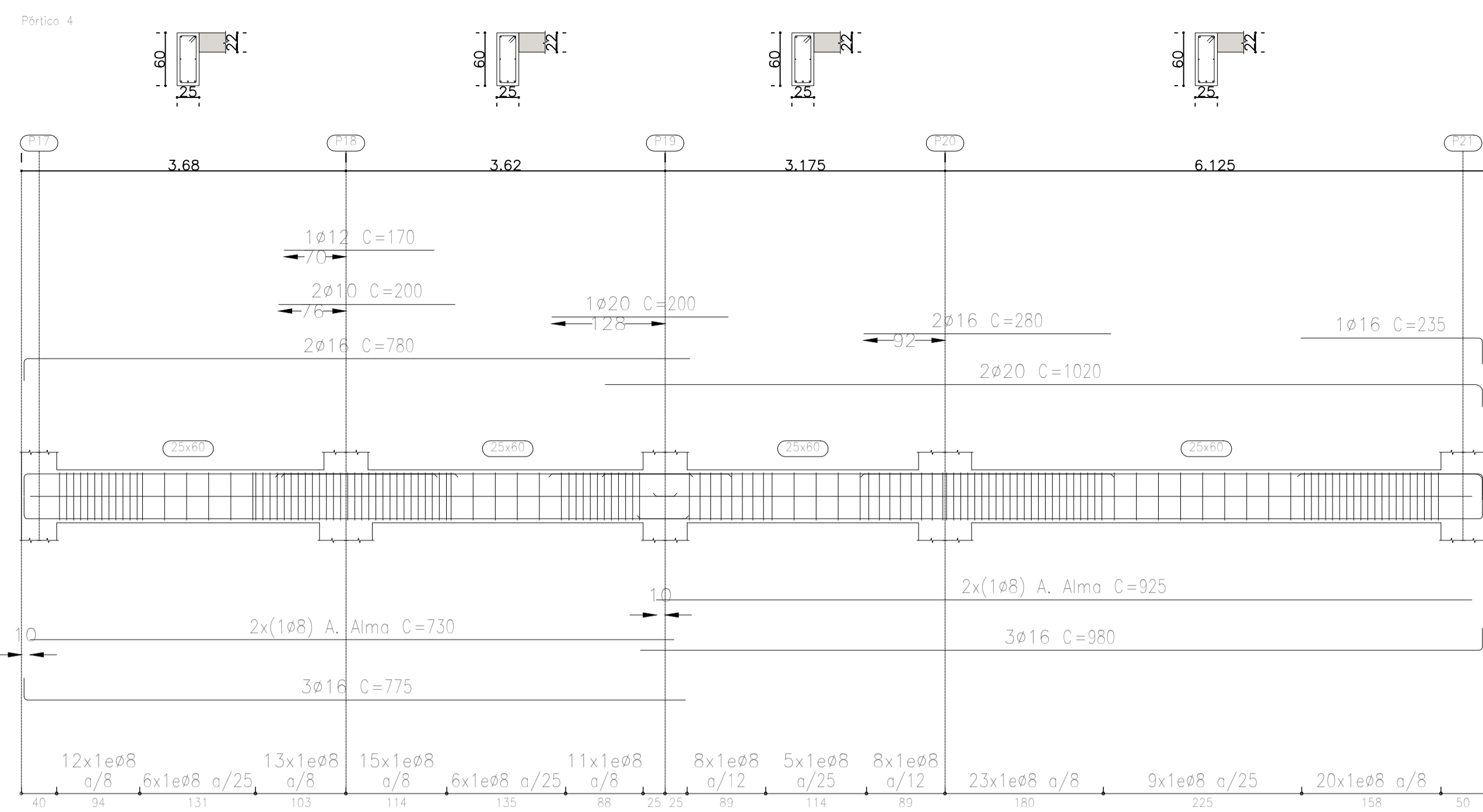
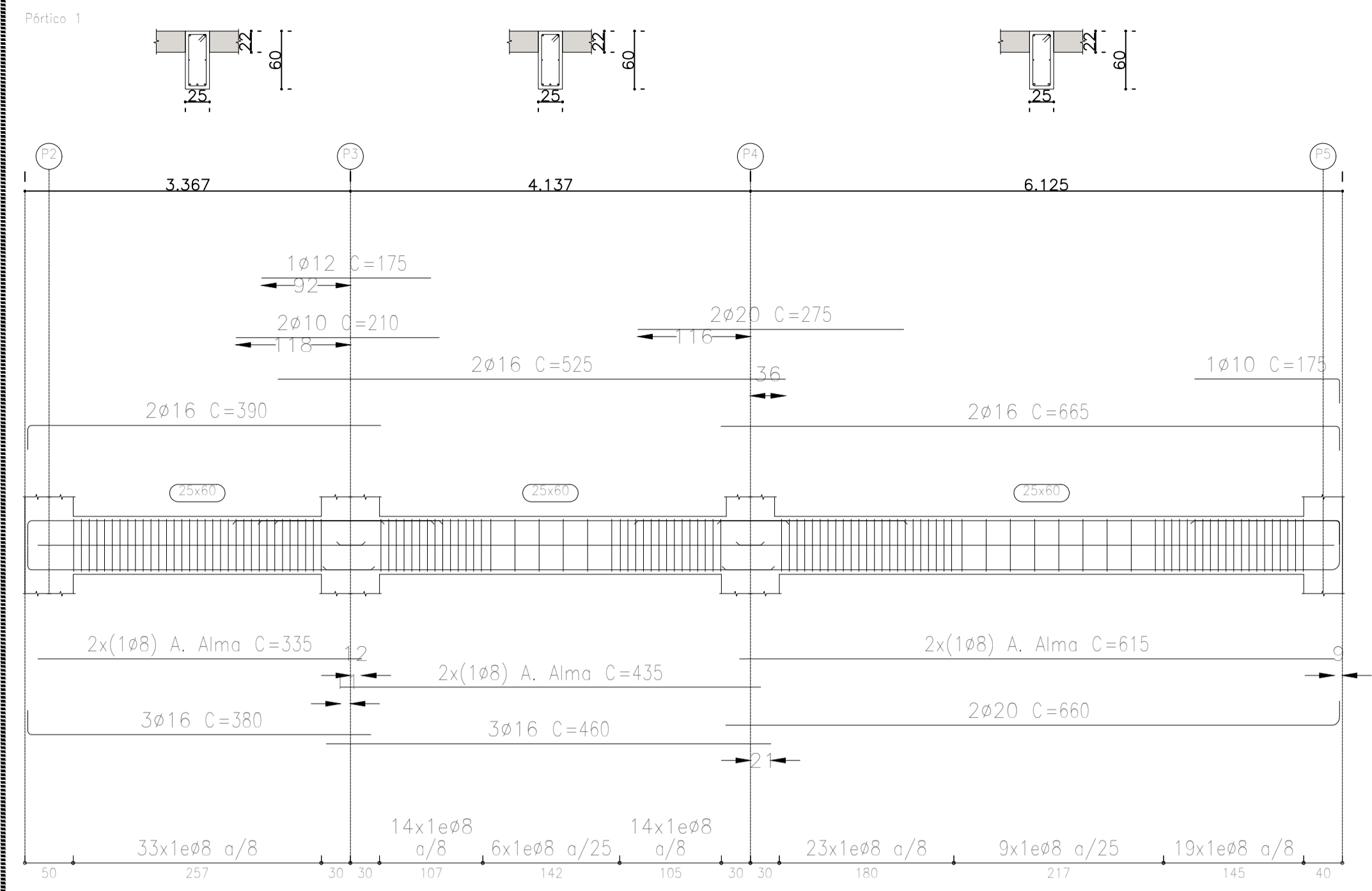
Escala: **1/60**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
 Alvaro Bernardino Pinheiro, Covilhã

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo**

Piso 1
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pórticos 1:50
 Escala cortes 1:50
 Escala aberturas 1:50

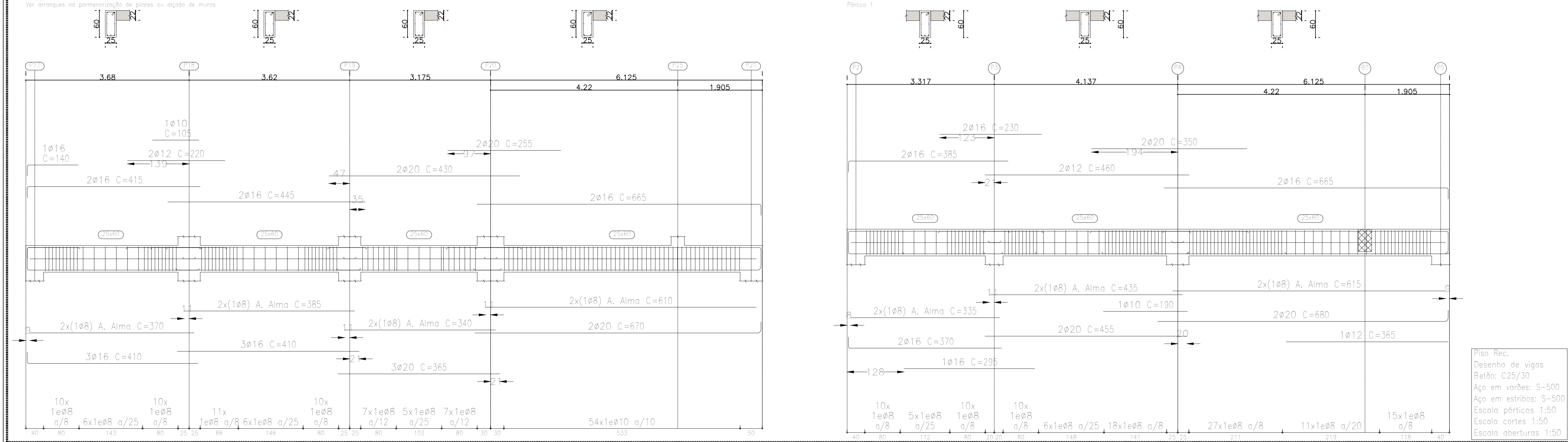
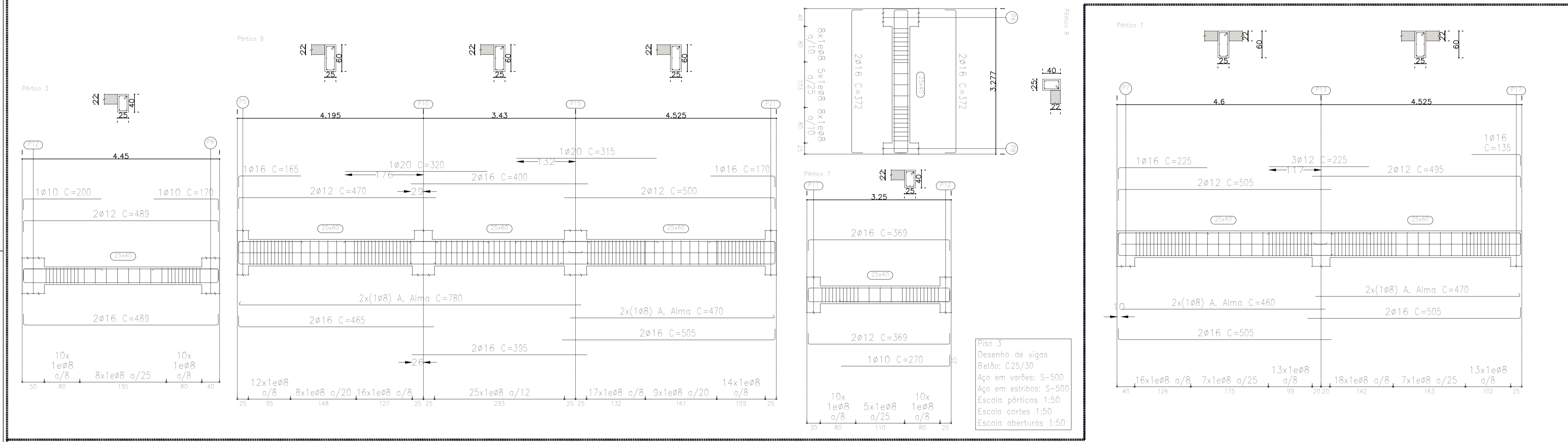
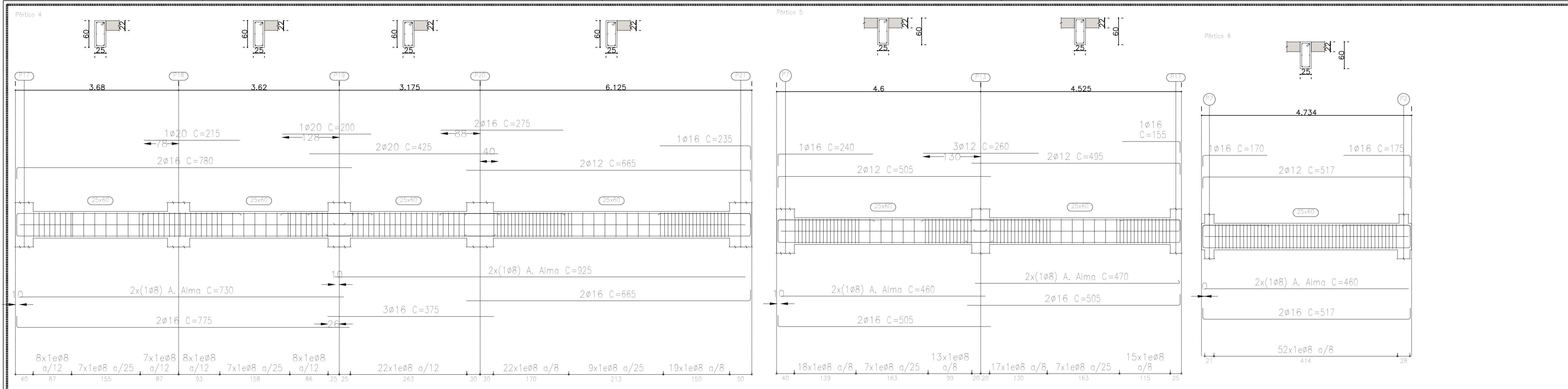


Piso 3
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pátios: 1:50
 Escala cortes: 1:50
 Escala aberturas: 1:50



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBE, Covilhã, 2024

Designação:	PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS	
Especialidade:	Projeto de Estabilidade	
Fase:	Execução	
Desenho nº:	13	Junho 2024
Formato:	A1	
Escala:	1:50	
Nome do Projeto:	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios	
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936	
Orientador:	Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo	



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
ISE, Covilhã 2024

Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº: **14**

Data: **Junho 2024**

Formato: **A1**

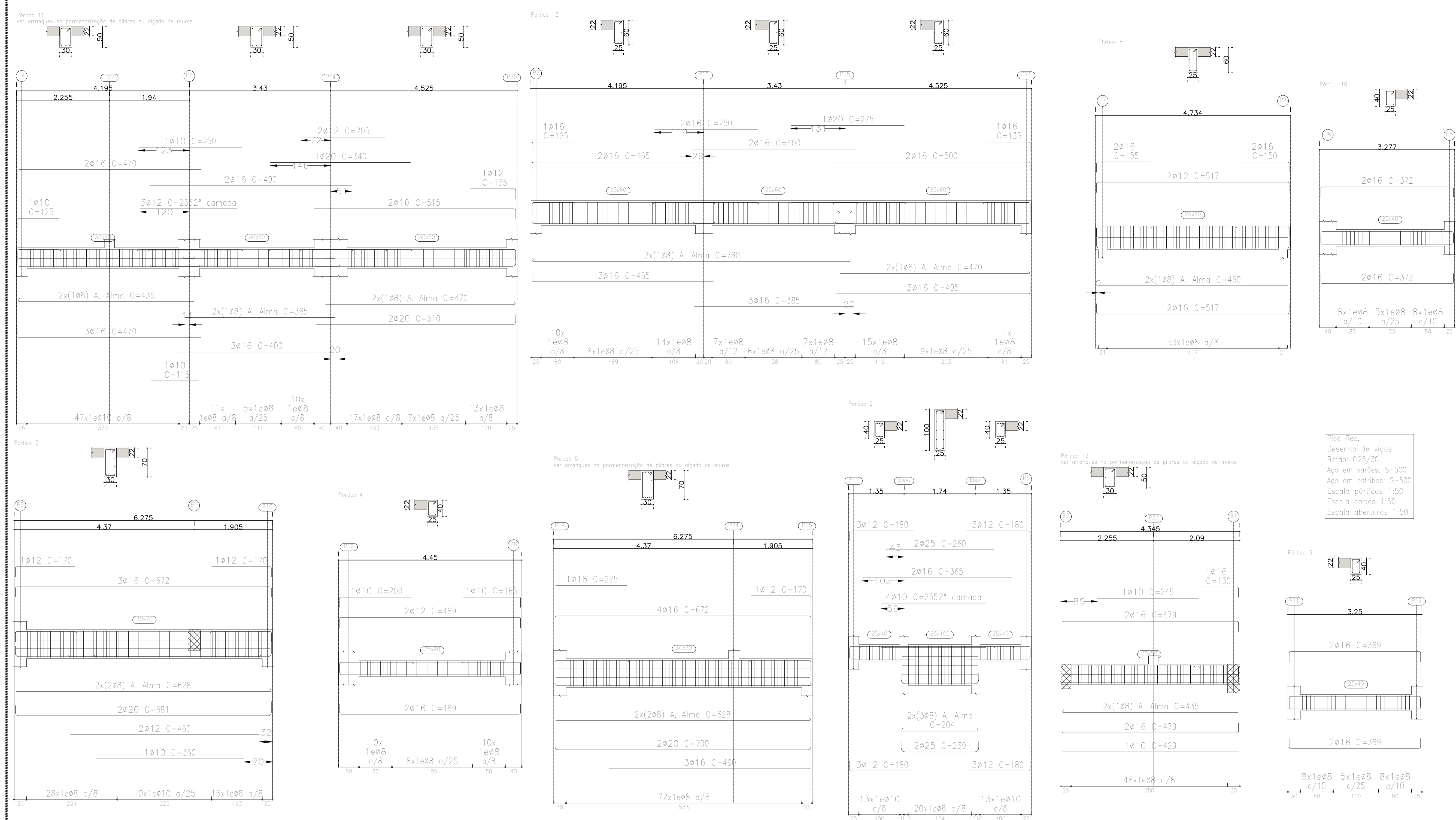
Escala: **1/60**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**

Aluno: **Bernardo Fernandes, Covilhã**

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luis Filipe Almeida Bernardo**



Piso Rec.
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pórfticos 1:50
 Escala cortes 1:50
 Escala aberturas 1:50

Cobertura
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pórfticos 1:50
 Escala cortes 1:50
 Escala aberturas 1:50

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBE, Covilhã 2024

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº: **15**

Data: **Junho 2024**

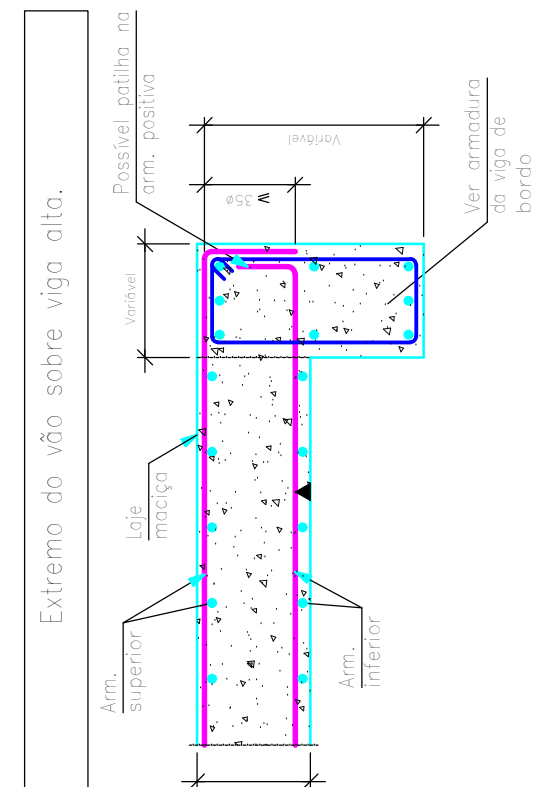
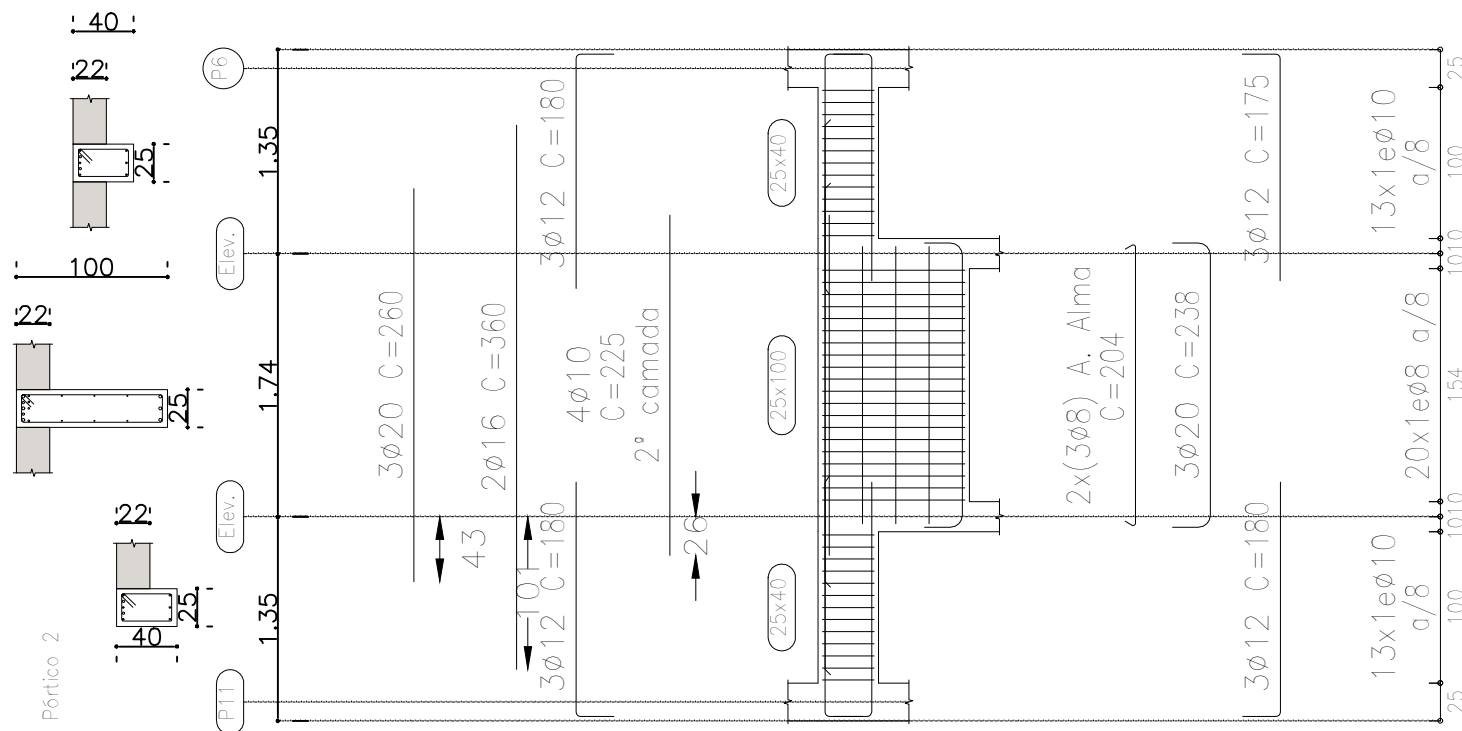
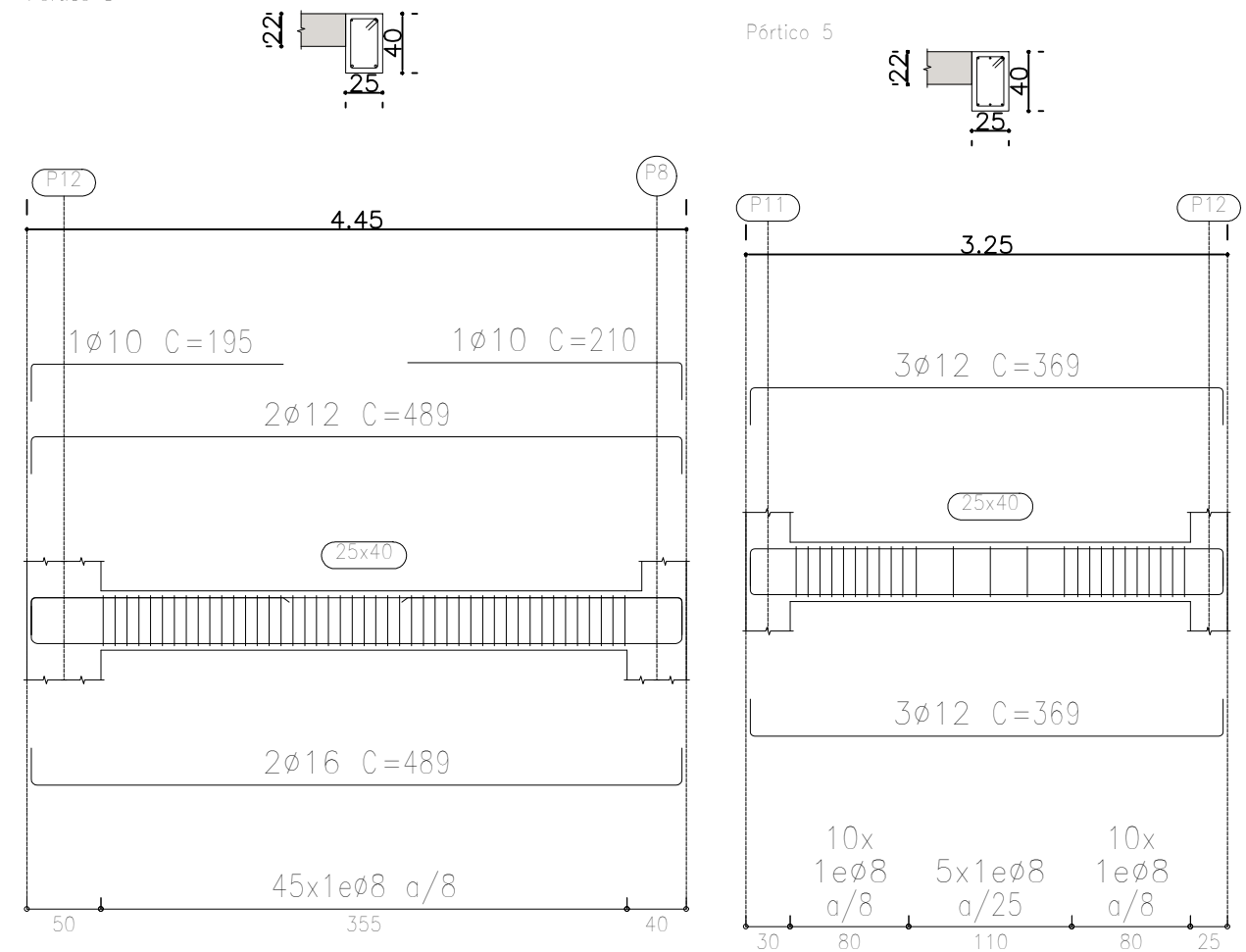
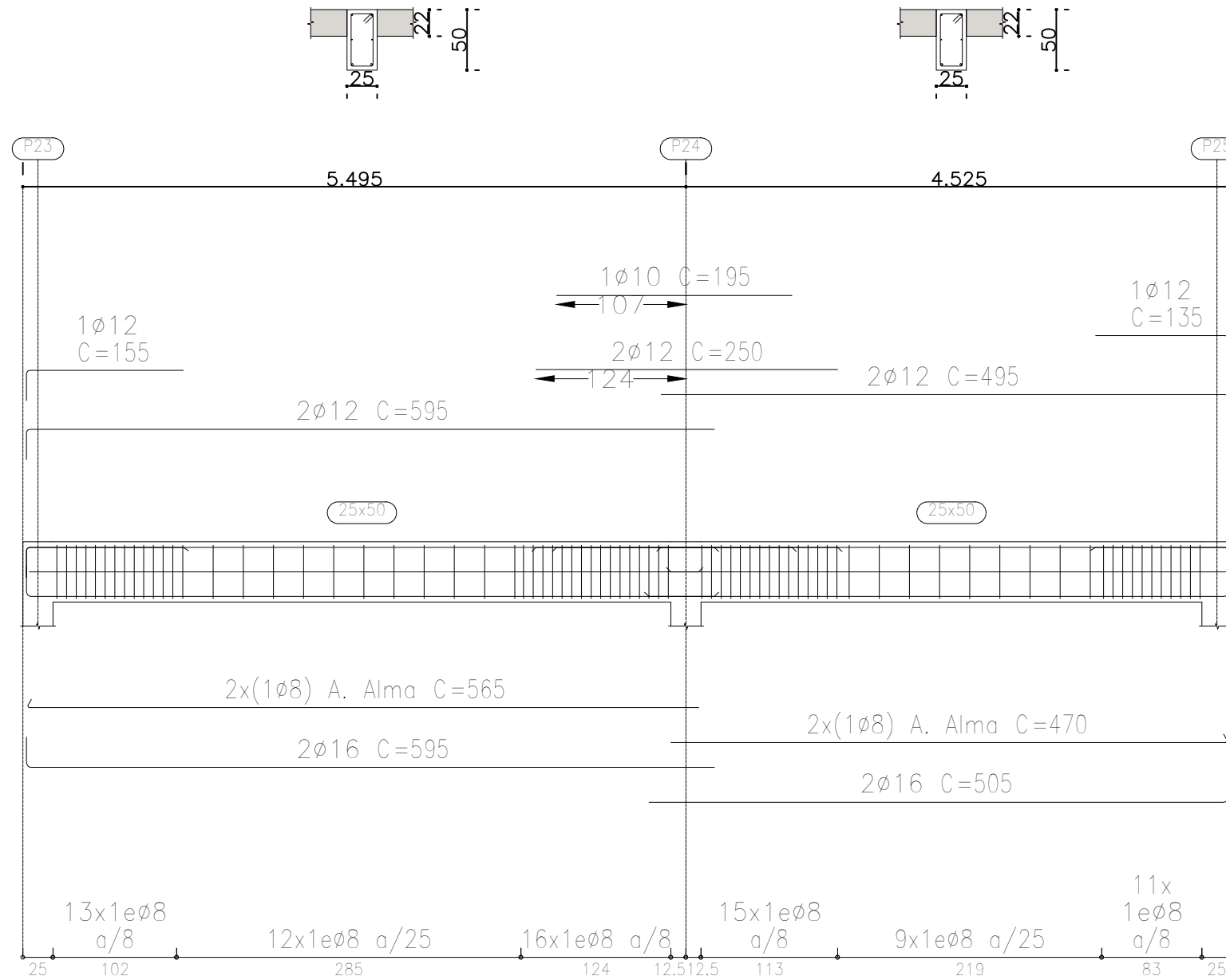
Formato: **A1**

Escala: **1/50**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
 Alameda Bernardino Fialho, Covilhã

Estudante: **Natário de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**



Cobertura
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pórticos 1:50
 Escala cortes 1:50
 Escala aberturas 1:50

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº.: **16** Data: **Junho 2024**

Formato: **A3**

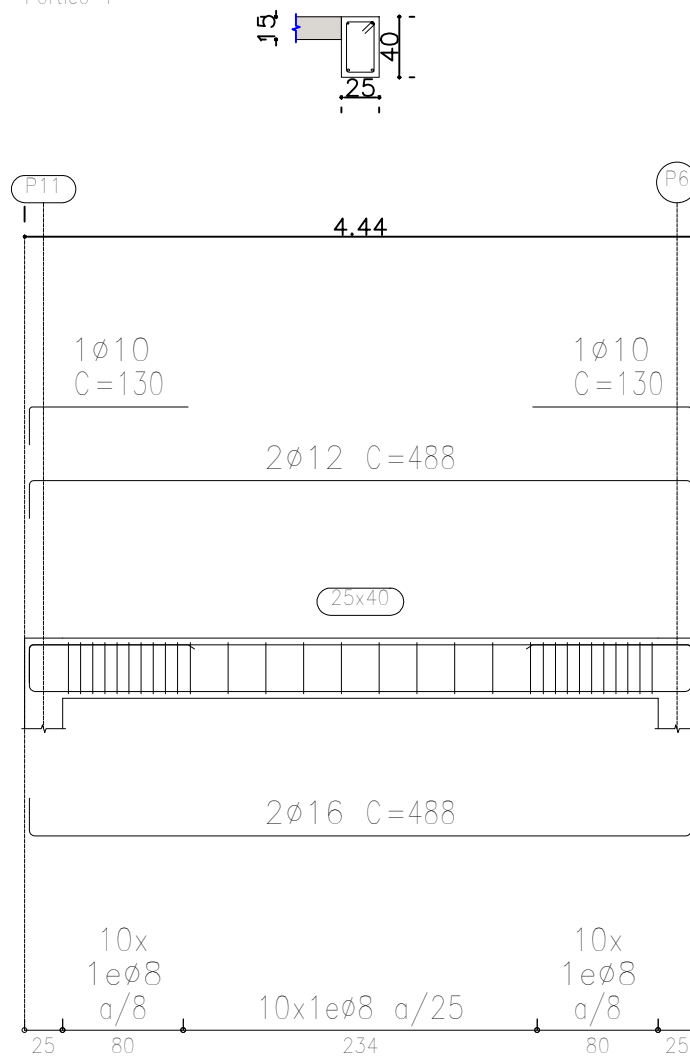
Escala: **1/50**

Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã

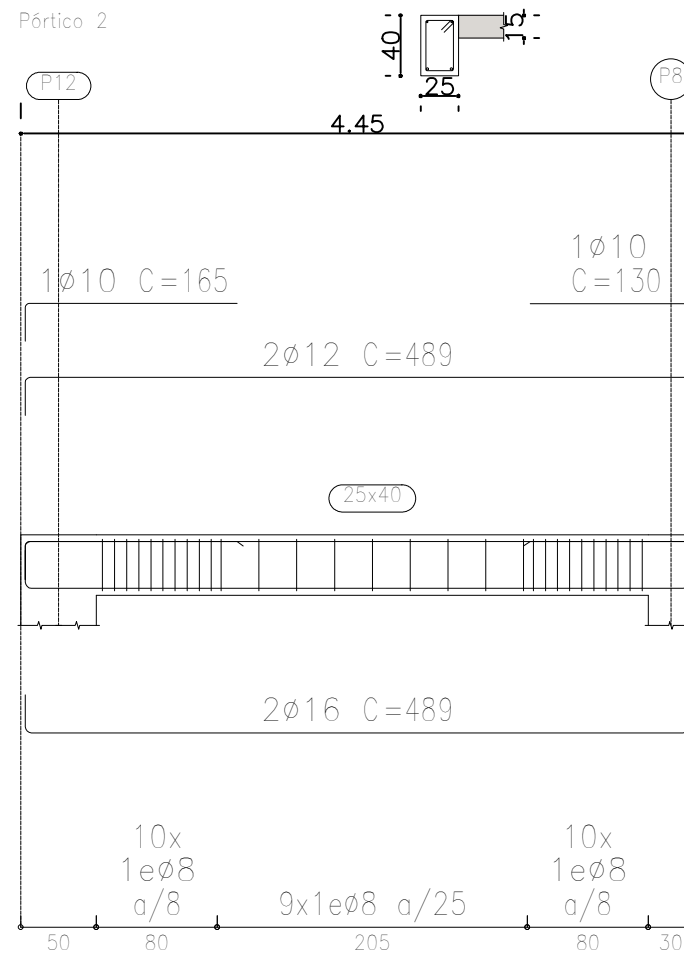
Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**

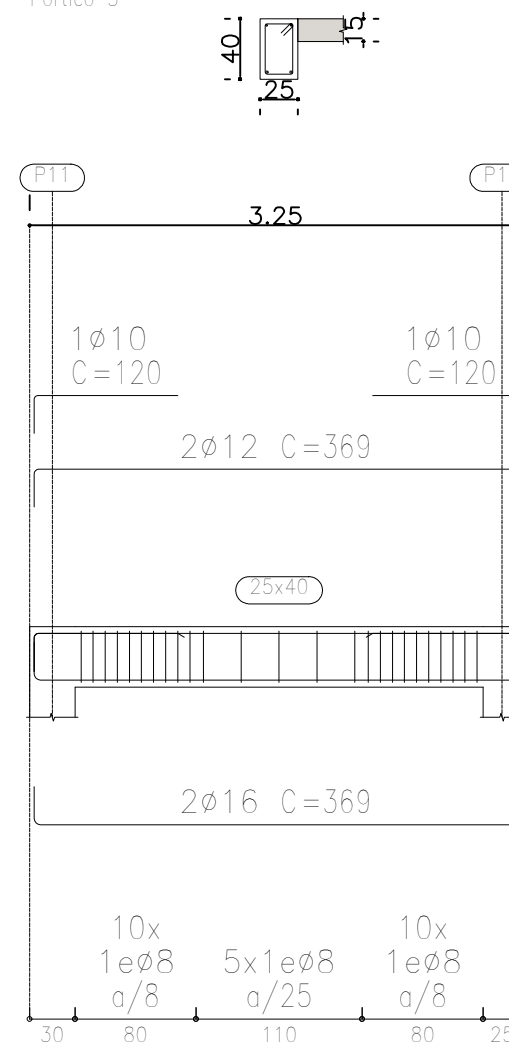
Pórtico 1



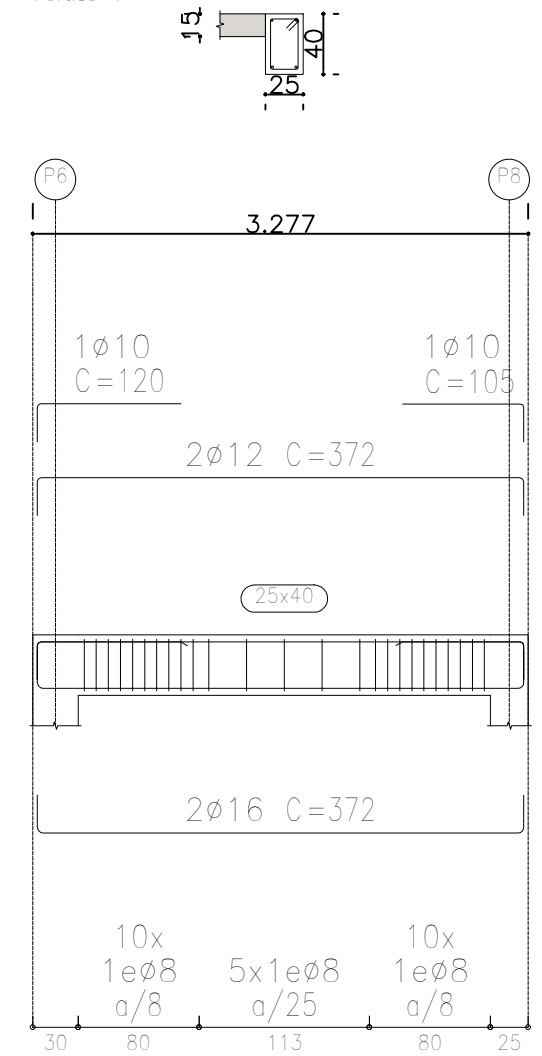
Pórtico 2



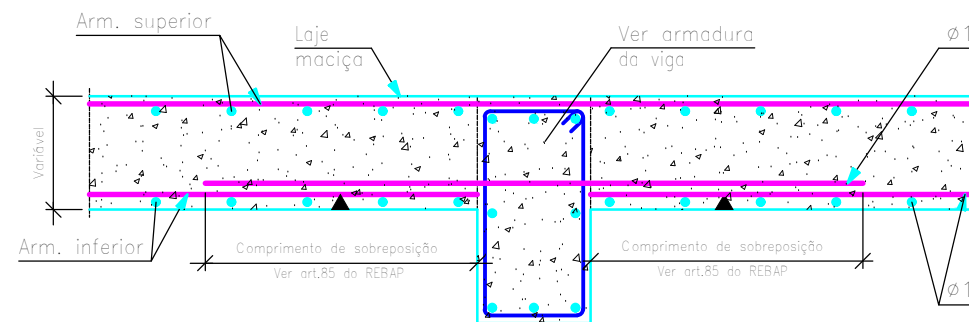
Pórtico 3



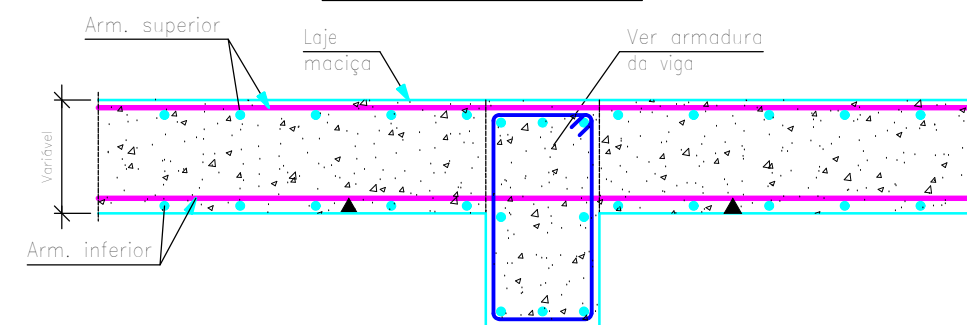
Pórtico 4



Variante malha pré-fabricada

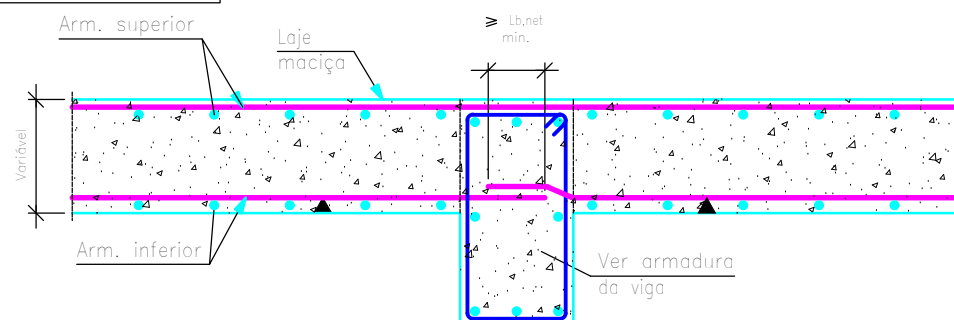


Armaduras positivas contínuas



Viga alta.

Armaduras positivas interrompidas



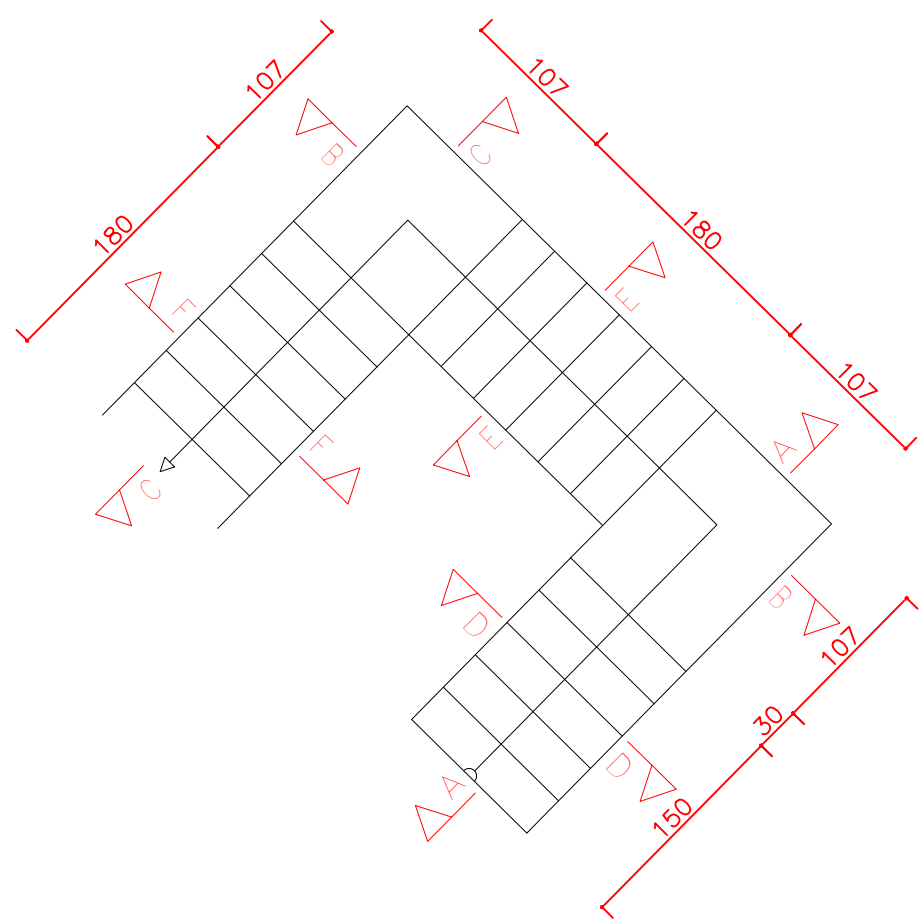
Cob. C.E.L.
 Desenho de vigas
 Betão: C25/30
 Aço em varões: S-500
 Aço em estribos: S-500
 Escala pórticos 1:50
 Escala cortes 1:50
 Escala aberturas 1:50



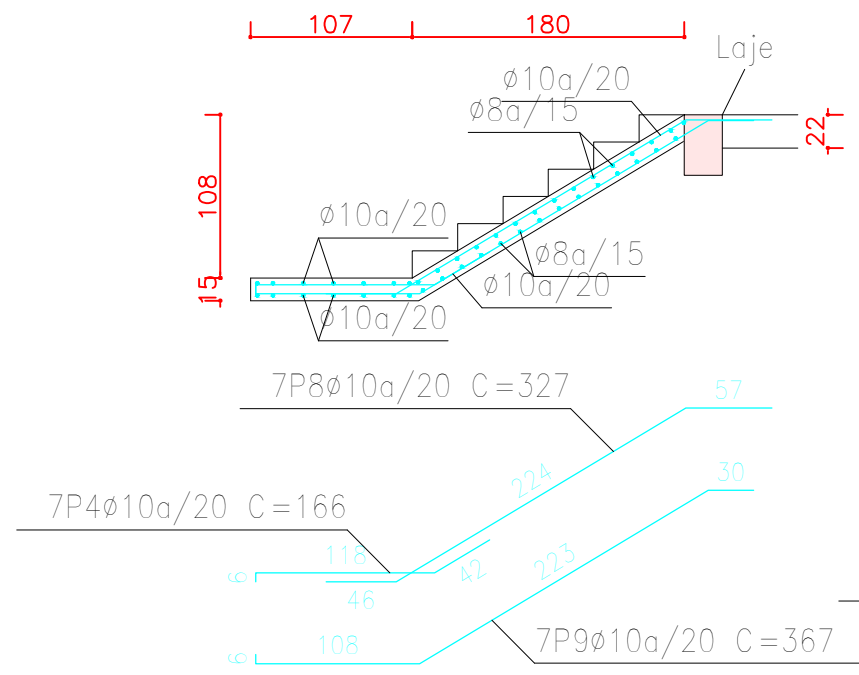
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
 UBI, Covilhã 2024

Designação:	PORMENOR DE ARMADURAS DAS VIGAS		
Especialidade:	Projeto de Estabilidade		
Fase:	Execução		
Desenho nº.:	17	Data:	Junho 2024
		Formato:	A3
		Escala:	1/50
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã		
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936		
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo		

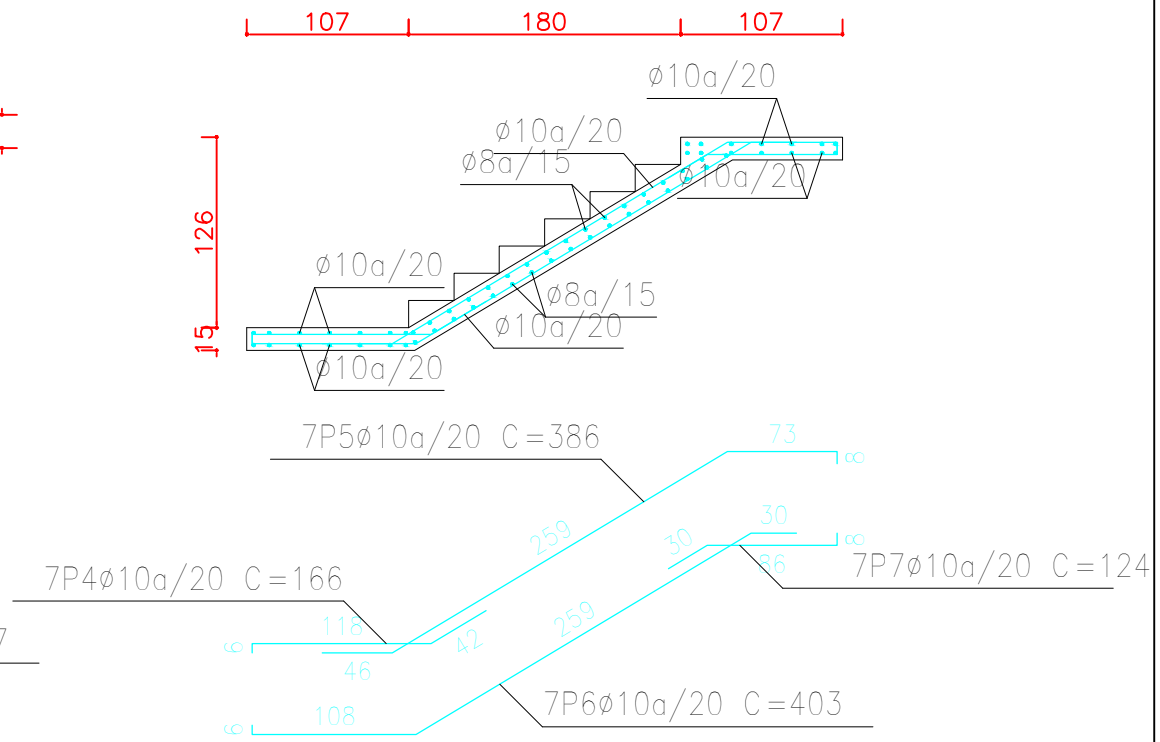
Lanço 1		
Geometria	Largura	1.070 m
	Espessura	0.15 m
	Cobertor	0.300 m
	Espelho	0.180 m
	Desnível que vence	3.42 m
	Nº de degraus	19
	Planta final	Piso 0
	Planta inicial	Fundação
Cargas	Peso próprio	3.68 kN/m ²
	Degraus (Betonado com a laje)	1.89 kN/m ²
	Revestimento	1.50 kN/m ²
	Guardas	0.20 kN/m
Sobrecarga	3.00 kN/m ²	
Materiais	Betão	C25/30
	Aço	S-500
	Rec. geométrico	3.0 cm



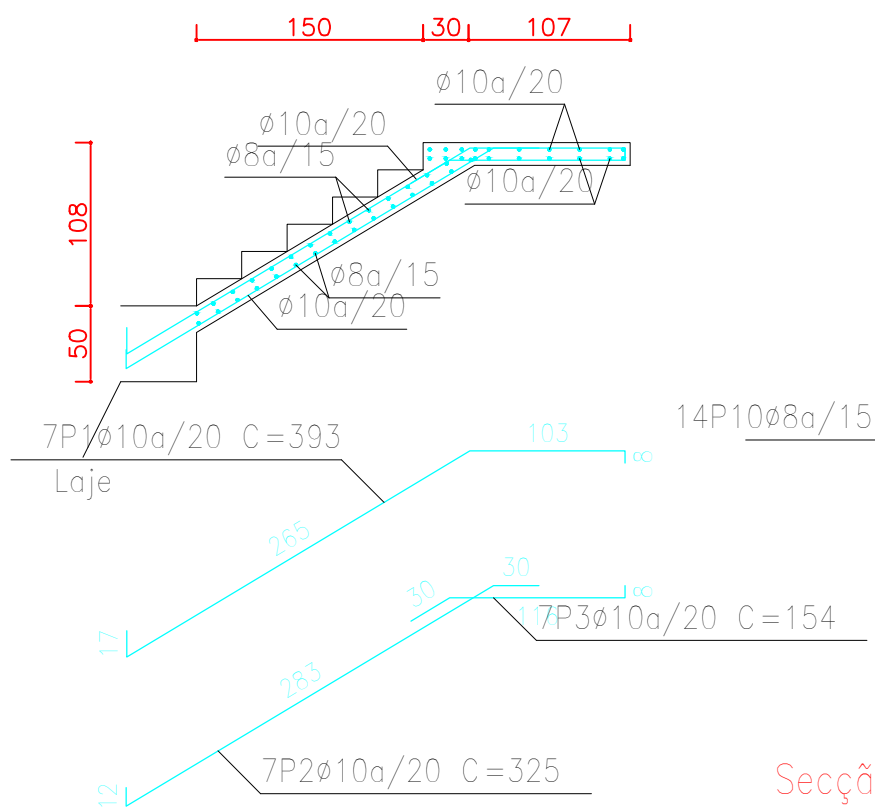
Secção C-C



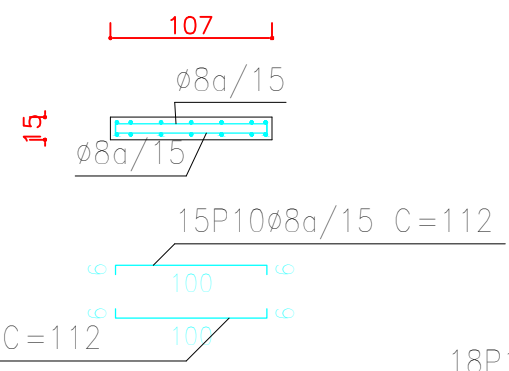
Secção B-B



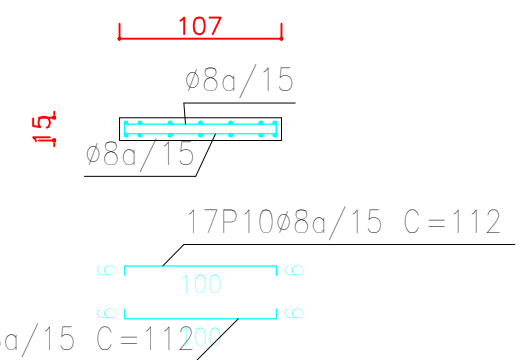
Secção A-A



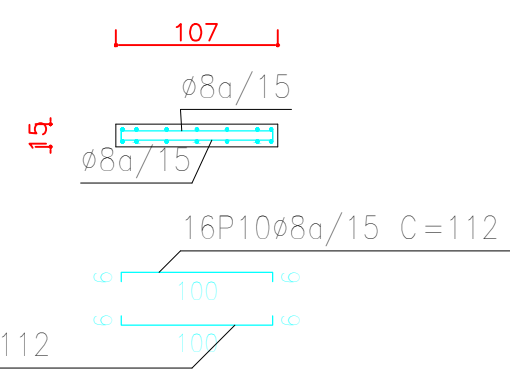
Secção F-F



Secção D-D



Secção E-E



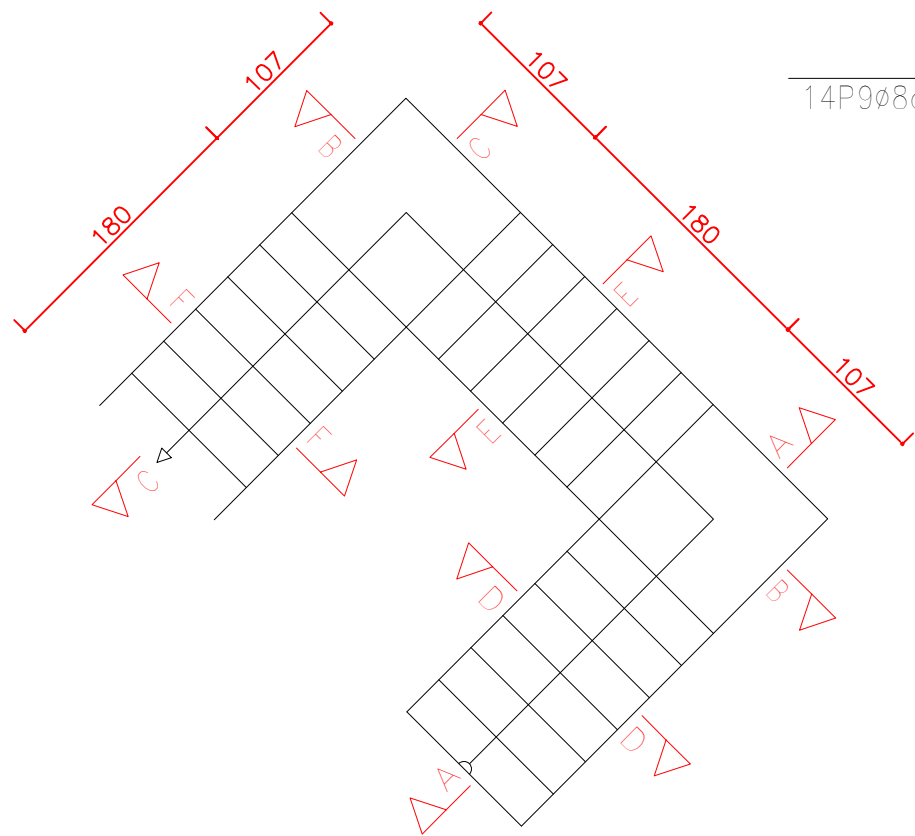
17P10 ϕ 8_a/15 C=112

Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

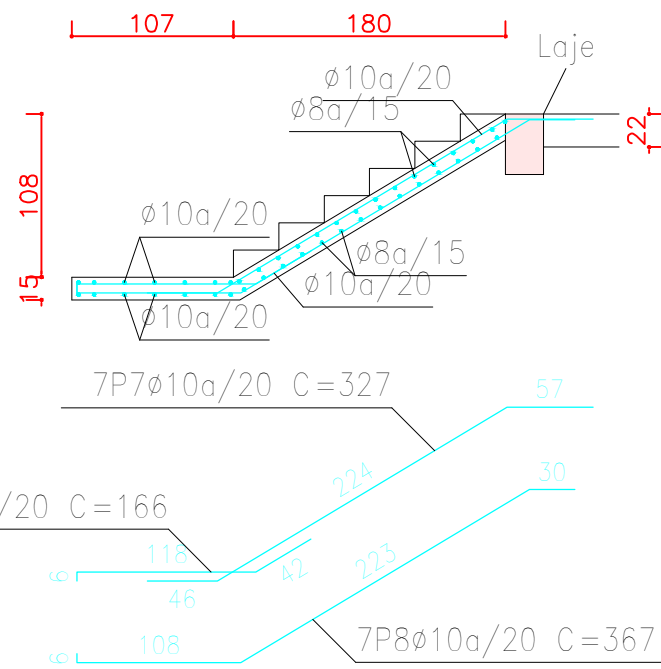
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação:	PORMENOR DE ARMADURAS DA ESCADA Cave		
Especialidade:	Projeto de Estabilidade		
Fase:	Execução		
Desenho nº.:	Data:	Junho 2024	
18	Formato:	A3	
	Escala:	1/50	
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã		
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936		
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo		

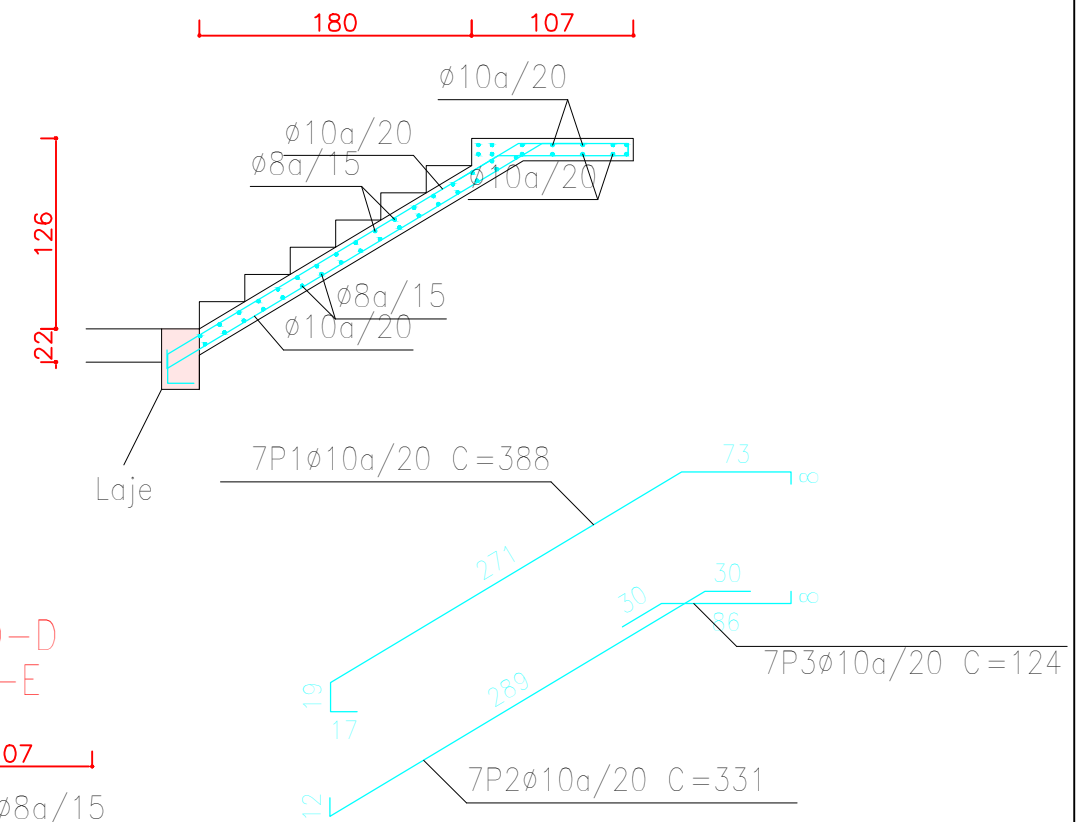
Lanço 1		
Geometria	Largura	1.070 m
	Espessura	0.15 m
	Cobertor	0.300 m
	Espelho	0.180 m
	Desnível que vence	3.60 m
	Nº de degraus	20
	Planta final	Piso 1
	Planta inicial	Piso 0
Cargas	Peso próprio	3.68 kN/m ²
	Degraus (Betonado com a laje)	1.89 kN/m ²
	Revestimento	1.50 kN/m ²
	Guardas	0.20 kN/m
	Sobrecarga	3.00 kN/m ²
Materiais	Betão	C25/30
	Aço	S-500
	Rec. geométrico	3.0 cm



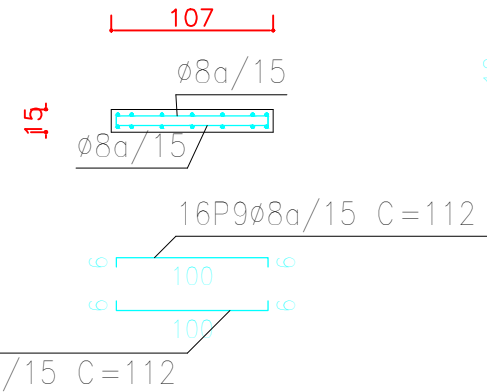
Secção C-C



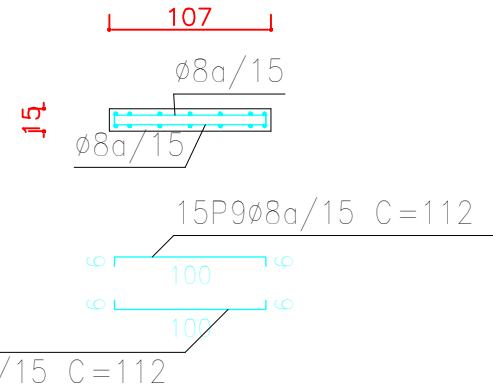
Secção A-A



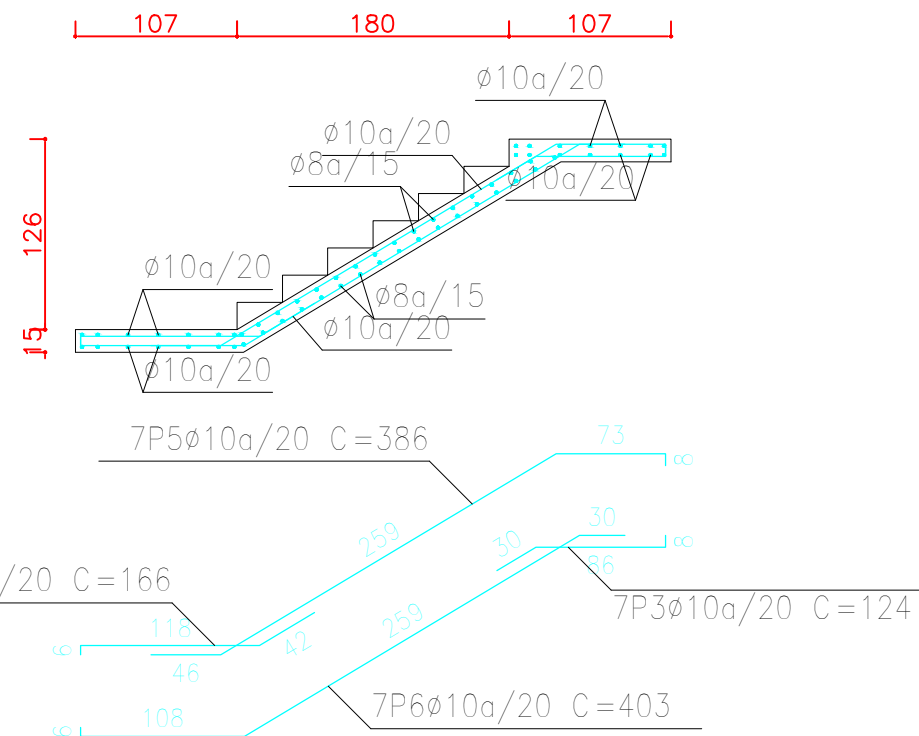
Secção D-D Secção E-E



Secção F-F



Secção B-B





Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação: **PORMENOR DE ARMADURAS DA ESCADA Rés/Chão**

Especialidade: **Projeto de Estabilidade**

Fase: **Execução**

Desenho nº.: **19** Data: **Junho 2024**

Formato: **A3**

Escala: **1/50**

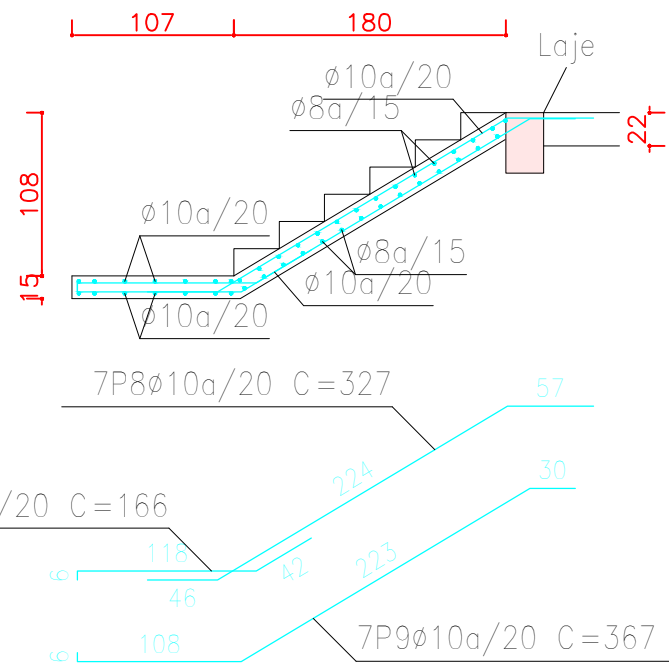
Nome do Projeto: **Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios**
Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã

Estudante: **Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936**

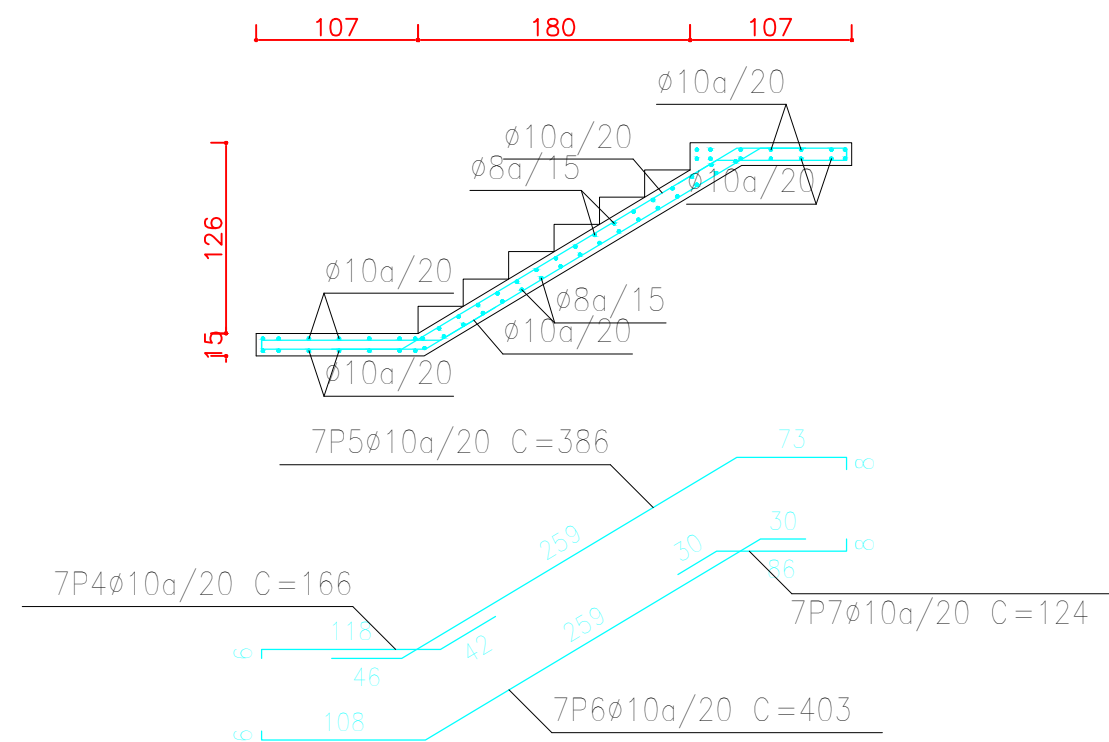
Orientador: **Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo**

Lanço 1		
Geometria	Largura	1.070 m
	Espessura	0.15 m
	Cobertor	0.300 m
	Espelho	0.180 m
	Desnível que vence	3.42 m
	Nº de degraus	19
	Lanços iguais consecutivos	4
Cargas	Planta final	Cobertura
	Planta inicial	Piso 1
	Peso próprio	3.68 kN/m ²
	Degraus (Betonado com a laje)	1.89 kN/m ²
Materiais	Revestimento	1.50 kN/m ²
	Guardas	0.20 kN/m
	Sobrecarga	3.00 kN/m ²
Materiais	Betão	C25/30
	Aço	S-500
	Rec. geométrico	3.0 cm

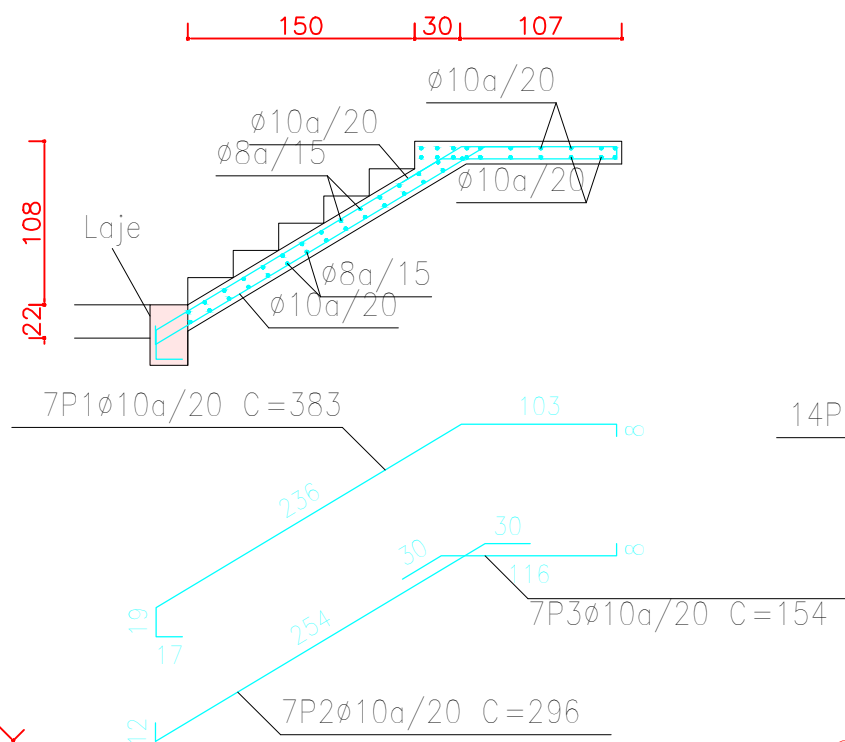
Secção C-C



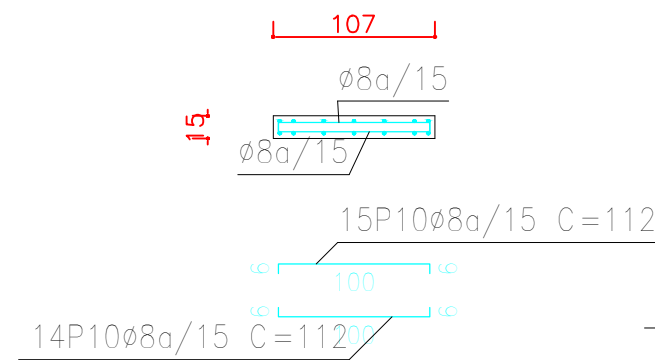
Secção B-B



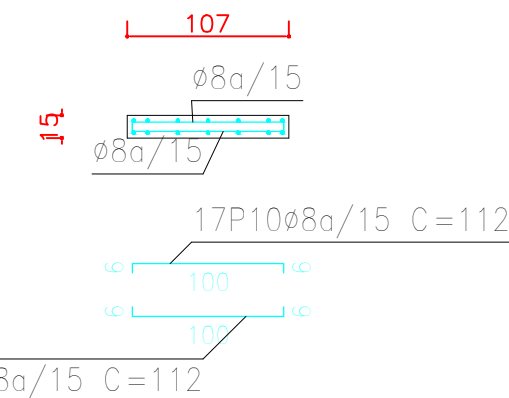
Secção A-A



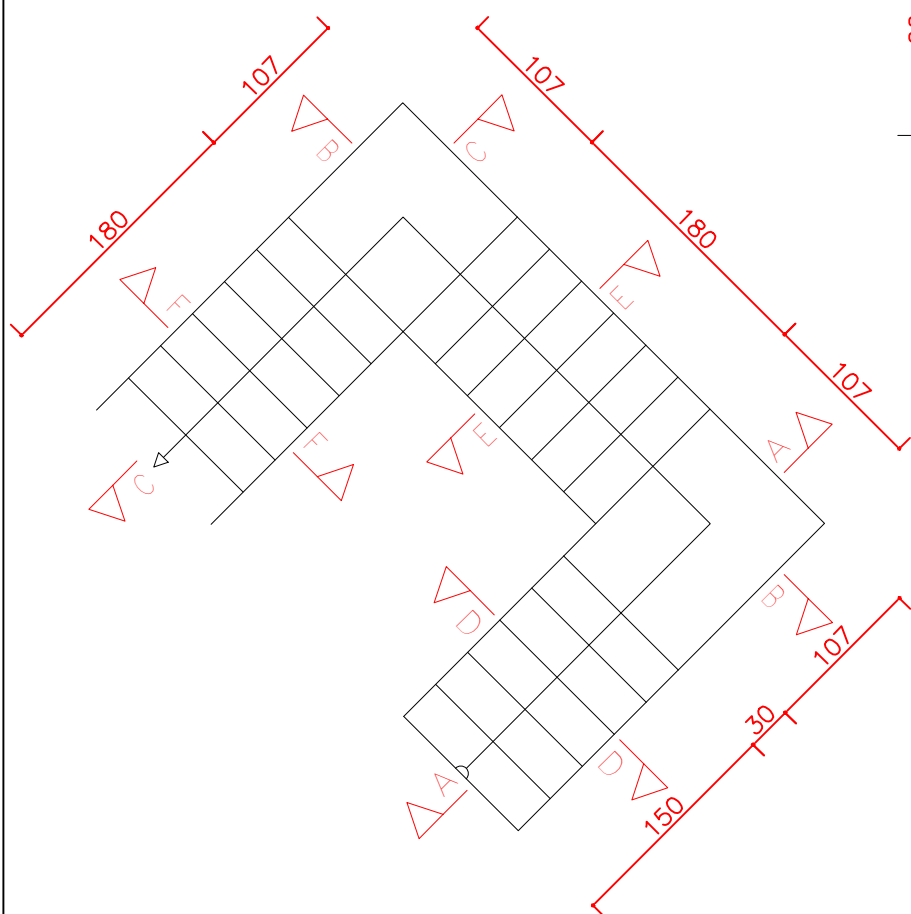
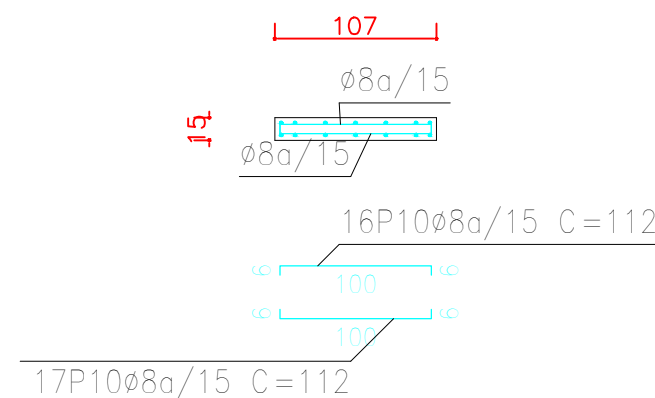
Secção F-F



Secção D-D



Secção E-E



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Mestrado em Engenharia Civil - Construção e Estruturas
UBI, Covilhã 2024

Designação:	PORMENOR DE ARMADURAS DA ESCADA Piso 1, 2, 3 e Recuado	
Especialidade:	Projeto de Estabilidade	
Fase:	Execução	
Desenho nº.:	Data:	Junho 2024
	Formato:	A3
	Escala:	1/50
Nome do Projeto	Projeto de Estabilidade de um Edifício de Escritórios Rua dos Bombeiros Voluntários, Covilhã	
Estudante:	Natalino de Jesus da Veiga Fernandes, M11936	
Orientador:	Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo	

20