

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia de Civil**



**PROJECTO DE EXECUÇÃO DO CENTRO COMERCIAL  
MERCADO DA PRAIA – CIDADE DA PRAIA – CABO  
VERDE**

**Bruno José Santos Gomes**  
(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil  
(Versão Definitiva)

**Orientadores:**

Eng.<sup>a</sup> Cristina Ferreira Xavier Brito Machado ( Prof. Coordenadora do ISEL, Mestre)  
Eng.º Emanuel Celestino Barros Said ( SAIPROJ – Consultoria e Projectos, Lda, Licenciado)

**Júri:**

Presidente: Eng.º João Alfredo Santos (Prof. Coordenador do ISEL, Doutor)  
Arguente: Eng.º José Santos Viseu (Eq. Prof. Adjunto do ISEL, Licenciado)

**Julho de 2015**



## **INDÍCE GERAL**

**I. RESUMO/ABSTRACT**

**II. MEMÓRIA DESCRITIVA**

**III. MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

**IV. PEÇAS DESENHADAS**

## I. RESUMO

## I. RESUMO

O Centro Comercial Mercado da Praia (CCMP) adopta o conceito arquitectónico de “shopping Center” com várias valências e áreas de negócio.

Localizado na zona baixa da cidade da Praia – Ilha de Santiago em Cabo Verde, o CCMP será construído num lote de terreno com cerca de 9.300 m<sup>2</sup> e desenvolve-se em 5 níveis de piso sendo estes o Piso Térreo, onde localizam-se os estacionamento, 4 pisos elevados e respectivas coberturas, perfazendo uma área total de construção de aproximadamente 23.600 m<sup>2</sup>.

De acordo com a arquitectura proposta, o edifício será construído em betão armado moldado in-situ, definido por um conjunto de pilares sobre os quais se assentam as lajes, que serão do tipo fungiformes, vencendo vãos de 8.0m nas duas direcções principais. A estrutura da cobertura será definida por um conjunto de asnas metálicas com vãos variáveis, sobre as quais serão aplicados os revestimentos em chapa metálica do tipo "sandwich".

As lajes serão do tipo fungiformes nervuradas, conceito este ainda muito pouco utilizado em Cabo Verde, onde ainda predomina uma construção mais tradicional, através de estruturas em lajes maciças vigadas. Para o projecto em causa, optou-se pela solução do tipo lajes fungiforme nervuradas que permitirá uma maior economia no seu desenvolvimento, o que coaduna com os parâmetros de sustentabilidade do País.

### **Palavras-chave**

**Edifício, estrutura, betão armado, aligeirada, Eurocódigos.**

## **I. ABSTRACT**

The Centro Comercial Mercado da Praia (CCMP) adopts the architectural concept of "shopping mall" with various assets and business areas.

Located in the downtown area of Praia - Santiago Island in Cape Verde, the CCMP will be built on a plot of land of about 9,300 m<sup>2</sup> and develops in 5 floor levels these being the ground floor where are located the parking , 4 floors high and the coverage, for a total construction area of approximately 23,600 m<sup>2</sup>.

Under the proposed architecture, the building will be constructed of reinforced concrete cast in-situ, defined by a set of pillars on which sit the slabs, which will be the fungiform type, winning spans of 8.0m in two main directions. The roof structure is defined by a set of metal girders with variable span over which the coatings are applied to metal sheet such as "sandwich".

The slabs are the fungiform type ribbed, this concept still rarely used in Cape Verde, which still dominates a more traditional construction, through structures in solid slabs. For the project in question, we opted for the solution of the above type will enable greater economy in its development, which is consistent with the parameters of sustainability of the country

## **KEYWORDS**

**Building, structure, reinforced concrete, lighter, Eurocodes.**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço aos meus orientadores, Eng.<sup>a</sup> Cristina Machado e Eng.<sup>o</sup> Emanuel Said, pelos conhecimentos transmitidos e horas despendidas em torno deste projecto. Pela paciência e amizade, o meu muito obrigado.

Em segundo, agradeço aos meus Pais, que desde o início do curso, me apoiaram incondicionalmente e indicaram o caminho certo a seguir, exigindo quando tinham de exigir e compreendendo quando tinham de compreender, tendo sempre as palavras certas nos momentos certos.

À minha Esposa, companheira nesta longa mas saborosa jornada. Perdemos algumas batalhas, mas ganhámos a guerra.

A toda a minha família que com muito carinho sempre me soube motivar e compreender.

Aos meus colegas e amigos, que nunca deixaram de estar do meu lado, nas melhores e nas menos boas horas da vida. Que a distância nunca nos faça esquecer dos grandes momentos juntos e as amizades criadas.

Por fim ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e todos que o representam, por me acolher e me fazer sentir em casa durante estes longos anos, aproveitando ao mesmo tempo, para me transmitir a formação na área que sempre quis seguir.

## I. MEMÓRIA DESCRITIVA

## Índice

I. RESUMO .....	2
I. ABSTRACT .....	4
AGRADECIMENTOS.....	5
<b>I. MEMÓRIA DESCRITIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Solução Estrutural .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Superestrutura .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Fundações.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Cobertura Metálica.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Acções.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Acções Variáveis:.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Combinação de Acções.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Análise Estrutural. Critérios de Dimensionamento.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1. Análise Estrutural.....</b>	<b>18</b>
<b>5.2. Critérios de Modelação.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Dimensionamento .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1. Vigas .....</b>	<b>21</b>
<b>6.2. Pilares.....</b>	<b>22</b>
<b>6.3. Fundações.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Materiais .....</b>	<b>23</b>
<b>8. Regulamentação.....</b>	<b>25</b>

## 1. Introdução

A presente Memória Descritiva refere-se ao Projecto de Execução do edifício Centro Comercial Mercado da Praia, doravante mencionado por **Edifício**, a ser construído na Avenida Cidade de Lisboa situada na Cidade da Praia em Cabo Verde.

A presente Memória visa elucidar e clarificar alguns dos pressupostos de concepção, cálculo e dimensionamento de acordo com a arquitectura disponibilizada, que serviram de base à elaboração deste Projecto.

Ao processo de que esta memória Descritiva é parte integrante juntam-se ainda os Cálculos Justificativos e as Peças Desenhadas mais representativas.

## **2. Vantagens e Inconvenientes das Lajes Fungiformes Nervuradas.**

No âmbito deste projecto está prevista a utilização de Lajes fungiformes nervuradas, tecnologia esta ainda muito pouco aplicada em Cabo Verde, por razões fundamentalmente tradicionais. Nesta conformidade, entendeu-se fundamental, tendo em conta a dimensão e tipologia do Edifício, uma breve descrição de algumas vantagens e inconvenientes da utilização deste tipo de pavimentos:

### **Vantagens**

1. Funcionalidade – Esta é porventura a principal característica que motivou a aposta neste tipo de pavimentos, sendo esta uma característica das lajes fungiformes em geral. A inexistência de vigas interiores no pavimento permite que o pavimento na sua totalidade possua uma espessura uniforme, conferindo uma maior facilidade nas instalações das diversas especialidades (Tubagens de AVAC, Hidrosanitárias, electricidade, iluminação, etc.), sem condicionar em demasia a altura livre dos pisos. Esta vantagem ganha ainda mais preponderância dada a especificidade do Edifício estudado.
2. Aligeiramento da Estrutura – o Sistema proposto, permite um aligeiramento global bastante significativo da estrutura, baixando o peso próprio dos pavimentos estimado em cerca de 30%.
3. Economia – numa relação directa com o ponto anterior, existe uma economia em percentagem semelhante relativamente ao betão, dados os vazios que caracterizam o pavimento. Ainda como ponto positivo é a simplicidade de execução do sistema.

### **Inconvenientes**

1. Concentração de esforços de flexão e punçoamento nas zonas dos apoios.
2. Concentração de deformações nos apoios e na generalidade da estrutura.
3. Maior flexibilidade as acções horizontais, combinando num pior comportamento Sísmico e relação às lajes vigadas.

Finalizando, é de notar as mais-valias que a utilização deste tipo de laje para o Edifício em estudo representam, em comparação com quaisquer outras soluções vigadas que também poderiam ser tidas em conta na elaboração deste projecto.



Figura 1 – Lajes Fungiformes Nervuradas - Cofragem



Figura 2 – Lajes Fungiformes Nervuradas - Acabamento

### 3. Descrição geral da Estrutura

O Edifício é constituído por quatro corpos independentes, cada um constituído por quatro pisos com espaços destinados essencialmente ao comércio, mas também a exposições, actividades culturais e outras actividades a definir posteriormente.

Assim ter-se-á:

- **Piso 0**

O Piso 0, ou Piso Térreo é destinado a zona de estacionamento de veículos e acesso de mercadorias, à cota +20.35, com um pé direito livre de 3.55 e uma área em planta de cerca de 6160 m<sup>2</sup>, com uma zona com estacionamento

coberto e uma a céu aberto. O acesso ao Piso Superior para os peões é feito por escadas, elevadores e por uma rampa.

- **Piso 1**

O Piso 1 destina-se a uma zona comercial bem como a uma zona de serviços que incluirá um Posto da Policia, um jardim infantil e uma zona de Exposições. O pé direito livre é de +4.60 m.

- **Pisos 2, 3 e 4**

Os Pisos 2, 3 e 4, destinam-se a zonas comerciais e de restaurantes. Estes pisos têm um pé direito de +4.60 m e desenvolvem-se às cotas, +28.9m, +33.9m e +38.9m, respectivamente. Estes pisos dispõem todos de uma abertura central (bomba) que serve de entrada de luz natural e comunicam entre si através de núcleos de elevador e caixas de escadas, assim como rampas que cruzam a zona interior nas zonas livres dos pisos.

- **Cobertura**

A cobertura prevista para este Projecto é em estrutura metálica, constituída por três “águas” individuais conforme os desenhos de arquitectura. A Cobertura desenvolve-se a partir da cota +43.9m e tem uma altura máxima de 3.5m.

## **4. Solução Estrutural**

Tendo em vista a funcionalidade do Edifício e a sua especificidade, desenvolveu-se um modelo estrutural adaptado às condições impostas pela arquitectura, tendo especial atenção ao facto de ser um edifício Público, com probabilidade de acesso de muitas centenas de pessoas diariamente. De modo a permitir um melhor comportamento da estrutura e a simplificação do cálculo, foram previstas juntas de dilatação que dividem o edifício em 5 (cinco) corpos distintos, a saber: Corpos A, B, C, D e bem com uma Zona Administrativa, adjacente ao Corpo A, composta por 2 pisos apenas.

#### **4.1. Superestrutura**

A estrutura elevada do edifício é composta por um conjunto de elementos em Betão Armado, formado por lajes fungiformes nervuradas, pilares e vigas constituindo pórticos que se desenvolvem nas duas direcções principais do edifício.

As Lajes serão de duas tipologias sendo as predominantes, que definem o pavimento dos pisos, fungiformes nervuradas com recurso a moldes tipo "FERCA FG900" com uma espessura de 0.40 m, com zonas maciçadas nos capitéis dos pilares e bandas maciçadas entre pilares. Utilizaram-se também lajes maciças nas zonas em que não se justifique a utilização de lajes nervuradas por razões fundamentalmente funcionais.

As lajes além da sua função de suportar todas as acções, funcionam como diafragmas rígidos.

A solução estrutural optada, dada a especificidade do edifício, facilitou condições a nível de ventilação, redes hidrosanitárias e de incêndio.

Com já se referiu, a estrutura de suporte das lajes é formada por um reticulado de pilares e vigas periféricas em cada um dos Corpos que formam o conjunto da malha espacial ortogonal.

As vigas, encontram-se localizadas nos alinhamentos das juntas de dilatação e na periferia da abertura central comum em todos os pisos. O objectivo principal destes elementos é o de melhorar o comportamento global da estrutura do edifício quando sujeito a acções horizontais, assim como minorar o efeito do punçoamento nos pilares periféricos e mais desfavoráveis. Por uma questão de uniformização arquitectónica e facilidade construtiva, optaram-se por alturas de 0.70 m e larguras de 0,40 m.

Os pilares, integrando-se na arquitectura proposta, foram dimensionados para resistir às combinações mais desfavoráveis dos esforços e a sua geometria está indicada nas plantas e quadros de pilares constantes nas peças desenhadas que acompanham esta Memória.

## **4.2. Fundações**

Dadas as boas características do terreno e o nível freático baixo, bem como a inexistência de pisos enterrados não se prevê qualquer tipo de fundação especial ou muro de suporte. Assim sendo as fundações previstas para este Projecto serão todas constituídas por sapatas calculadas para resistirem aos esforços actuantes de cálculo.

## **4.3. Cobertura Metálica**

A Cobertura, cujo projecto não se inclui, é formada por uma estrutura metálica constituída por perfis metálicos laminados, em estrutura treliçada, onde apoiam as chapas de cobertura constituídas por painéis tipo “Sandwich” com uma espessura de 80mm (para um melhor comportamento térmico). Esta Estrutura descarrega directamente em vigas de betão armado.

## 5. Acções

As acções consideradas no cálculo dos elementos estruturais do edifício são as preconizadas pelo Regulamento de Segurança e Acções (R.S.A), tendo-se também recorrido aos Eurocódigos Estruturais.

### 5.1. Acções Permanentes e Restantes Acções Permanentes:

Pesos Próprios (PP) – Incluem-se os pesos próprios dos materiais como: Betão Armado, paredes divisórias interiores e exteriores, revestimentos, coberturas, equipamentos fixos, etc.

- Peso específico do betão Armado.....25 KN/m<sup>2</sup>;
- Peso das estruturas metálicas.....78.5 KN/m<sup>2</sup>;
- Revestimentos..... 1.00kN/m<sup>2</sup>;
- Peso das paredes exteriores.....2.5 KN/m<sup>2</sup>;
- Peso das paredes interiores.....1.0 KN/m<sup>2</sup>;

### 5.2. Acções Variáveis:

a) **Sobrecargas (SC)** – As Sobrecargas consideradas são as que constam no R.S.A.

- Sobrecargas em Pavimentos (art.º 35 – 35.1.1d). .... 5.00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas em varandas (art.º 36)..... 5.00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas em rampas e escadas de acesso (art.º 37)..... 6.00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas em coberturas inclinadas não acessíveis..... 0.3 kN/m<sup>2</sup>

b) **Variação uniforme da Temperatura ( $\Delta T$ )** – Dado o facto das dimensões ortogonais em planta dos Corpos A, B, C e D serem na sua generalidade superiores a 30 m, embora por valores pouco expressivos, optou-se por não se considerar nos modelos de cálculo analisados.

c) **Sismo (E)** – Dado não existirem estudos/registos Sísmicos em Cabo Verde, não foram tidas em conta estas acções.

### 5.3. Combinação de Acções

#### 5.3.1. Estados Limites Últimos

Para a verificação dos estados limites últimos de resistência foram consideradas combinações fundamentais de acções, de acordo com os critérios enunciados no EC0 e no R.S.A, utilizando, para as acções variáveis, os coeficientes de redução apresentados nos mesmos documentos e considerando os seguintes coeficientes de segurança:

Peso próprio dos elementos estruturais	1.35
Restantes cargas permanentes	1.35
Sobrecargas	1.50
Vento	1.50
Temperatura	1.50

Combinação fundamental:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[ S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qjk} \right]$$

### 5.3.2. Estados Limites de Utilização

Na verificação dos Estados Limite de Utilização foram tidas em conta as recomendações preconizadas pelo Eurocódigos, de modo a garantir as condições óptimas de durabilidade e conforto de serviço.

Combinação frequente:

$$S_d = \sum_{i=1}^m G_{m,j} + \psi_1 Q_{k,1} + \sum_{i>1}^m \psi_{1,i} Q_{k,i}$$

## **6. Análise Estrutural. Critérios de Dimensionamento**

### **6.1. Análise Estrutural**

Na análise estrutural do edifício, foi utilizado o programa de cálculo automático SAP2000 V15.

O modelo tridimensional de cálculo elaborado e sua discretização foi feito de modo a serem utilizados os valores de cálculo obtidos através do SAP2000, complementando com folhas de cálculo elaboradas exclusivamente para este Projecto. Na execução do modelo foram utilizados elementos “FRAME” para a representação de vigas e pilares, e elementos “SHELL” para a simulação de lajes e paredes.

Feita a discretização da estrutura no modelo e considerando todas as acções anteriormente definidas, foram as mesmas combinadas de acordo com os critérios regulamentares tendo-se obtido para a estrutura, os esforços, deslocamentos e reacções de apoio necessários para a verificação dos Estados Limite Últimos (ELU) e de Utilização (ELUtil), necessários ao dimensionamento das diferentes peças estruturais.

## 6.2. Critérios de Modelação

### a) Modelação de Lajes

Como já referido, as lajes predominantes são do tipo Fungiforme Nervuradas. Neste tipo de laje, cada painel tipo será constituído por uma banda maciçada de betão armado no seu bordo com uma largura “tipo” de 0.40m, e uma zona maciça sobre os pilares com dimensões na ordem dos 1.30m. Toda a restante área de cada painel é preenchida por nervuras modeladas a partir do sistema “**FERCA**” (ver ficha técnica em anexo).

Este Sistema colocou alguns obstáculos na modelação no programa SAP2000, devido á dificuldade em modelar geometricamente a zona de betão aligeirada. Para ultrapassar esse obstáculo foi introduzido o conceito de “laje fictícia”. Este conceito consiste na criação de uma laje do tipo “Shell”, com todas as propriedades Mecânicas do Betão utilizado, mas com a particularidade de ter massa nula, permitindo assim, aplicar sobre a “laje fictícia” as cargas uniformemente distribuídas com base nos valores definidos no catálogo “FERCA”.

Representa-se de seguida o modelo tipo de painel de laje, assim como a malha de elementos finitos utilizada.

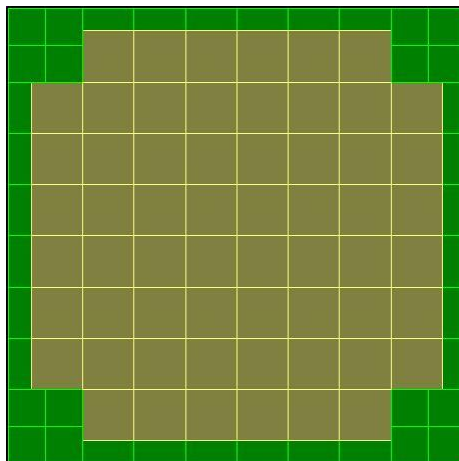


Fig. 3 – Painel tipo da Laje Nervurada (SAP2000)

De realçar ainda que se fez questão que cada elemento finito da malha não ultrapassasse a dimensão máxima das nervuras, de 0.90 m, de modo a obter-se o refinamento suficiente, necessário a uma análise satisfatória.

### **b) Modelação de Pilares e Vigas**

Como já anteriormente referido, os pilares e vigas são simulados por elementos tipo “FRAME”, com uma discretização em elementos barra suficiente representativa para que os esforços actuantes nas lajes sejam transmitidos de forma satisfatória para os pilares e vigas.

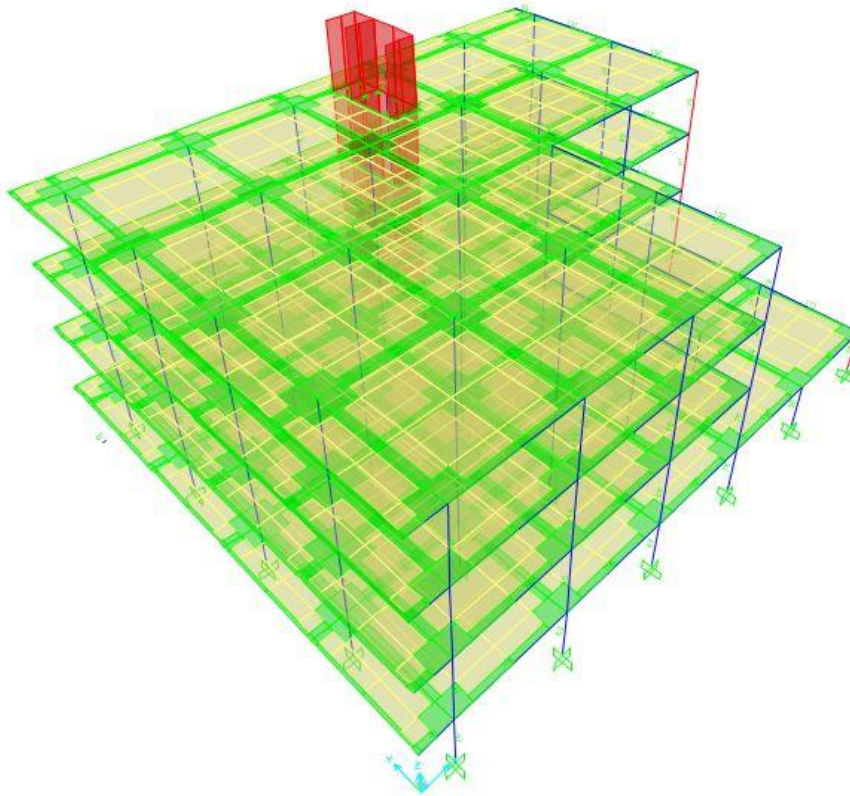


Fig. 2 – Vista 3D - Unifilar

## **7. Dimensionamento**

O dimensionamento de todos os elementos estruturais tais como pilares, vigas, lajes e fundações, foi realizado com base na regulação actualmente em vigor.

Todos os elementos estruturais foram verificados para os Estados Limite Últimos e de Utilização.

### **7.1. Lajes e Escadas**

Em Relação aos E.L. últimos os esforços de flexão e de esforço transversal obtidos do cálculo automático, com base nos modelos de elementos finitos desenvolvidos, foram comparados com os valores de pre-dimensionamento tendo em conta a orientação do EC2 Método dos Pórticos Equivalentes (MPE) para este tipo de pavimentos.

Os esforços de punção foram igualmente retirados dos modelos de cálculo estudados, sendo a respectiva verificação efectuada de acordo com o EC2.

### **7.2. Vigas**

As Vigas foram dimensionadas a partir da análise directa dos esforços obtidos dos modelos estudados, sendo as armaduras (flexão e corte) calculadas a partir de uma folha de cálculo em Excel desenvolvida no âmbito deste Projecto.

Outras verificações regulamentares foram observadas tais como: alturas mínima, dispensas de armadura, armaduras longitudinais e transversais máximas e mínimas, etc...

No que diz respeito aos E.L. de Utilização, foram efectuadas as verificações ao E.L. de Deformação e de Fendilhação através do método indirecto baseado no espaçamento máximo entre armaduras.

### **7.3. Pilares**

Os Pilares foram dimensionados a partir da análise directa dos esforços obtidos do cálculo automático utilizando também uma folha de cálculo em Excel desenvolvida para este Projecto. Esta folha de cálculo dimensiona os Pilares da estrutura formulada no SAP2000, calculando as armaduras das secções das peças sujeitas á Flexão Composta Desviada tendo em conta os Efeitos de 2ª Ordem.

Outras verificações regulamentares serão observadas tais como: as percentagens máximas e mínimas de armadura, espaçamento se varões e cintas, diâmetro mínimo de armaduras.

### **7.4. Fundações**

Dadas as condições bastante satisfatórias do terreno de fundação, por análise empírica mas fiável das construções periféricas adjacentes, arbitrou-se no âmbito deste Projecto, uma capacidade resistente do solo de  $4\text{Kg/cm}^2$ .

## **8. Materiais**

Os Materiais Estruturais considerados no dimensionamento são os seguintes:

- Em Fundações e Superestrutura:

**Betões:** C25/30.S3.D20 (NP EN 206-1);

Durabilidade - classe 5b

Em provetes cilíndricos:

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 2,50 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$

Outras características mecânicas:

Peso volúmico = 25 kN/m<sup>3</sup>

Massa volúmica = 2.50 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Elasticidade - E = 30.5GPa

Coefficiente de Poisson -  $\nu = 0,2$

Diâmetro Máximo dos inertes: 20 mm

Classe de Exposição: XC1 (pt)

Recobrimentos – conforme peças desenhadas.

**Aços** (armaduras ordinárias): A400 NR SD

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

$$f_{suk} = 450 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 10.3 \text{ MPa}$$

Outras características mecânicas:

Laminagem a Quente

Superfície: Rugosa

Aderência: Alta

Ductilidade Especial

- Estruturas Metálicas

**Aço Estrutural** (perfis, chapas e tubos): Aço S235

$$\sigma_e = 235 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Outras características mecânicas:

$$\text{Peso volúmico} = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Massa volúmica} = 7.85 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Módulo de Elasticidade} - E = 210 \text{ GPa}$$

$$\text{Módulo de Distorção} - G = 81 \text{ GPa}$$

$$\text{Coeficiente de Poisson} - \nu = 0,3$$

$$\text{Coeficiente de dilatação térmica} - \alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

## **9. Regulamentação**

Na elaboração do projecto tiveram-se em consideração os diversos regulamentos, normas e especificações relativas ao projecto de estruturas de betão armado e metálicas, assim são:

- *NP EN-1990 – Eurocódigo 0 – Bases para o projecto de estruturas.*
- *NP EN-1991-1-2 – Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas.*
- *NP EN1992-1-1 - Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão*
- *NP EN-1993-1-1 e 8 – Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas metálicas.*
- *NP EN-1997-1 – Eurocódigo 7 – Projecto Geotécnico.*
- *R.E.B.A.P. - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado*
- *R.S.A. - Regulamento de Segurança e Acções para Edifícios e Pontes*

### **III – CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

# ÍNDICE

## CORPO A

- 1. Modelo Geral de Cálculo**
- 2. Lajes**
- 3. Vigas**
- 4. Pilares**
- 5. Fundações**
- 6. Cobertura**

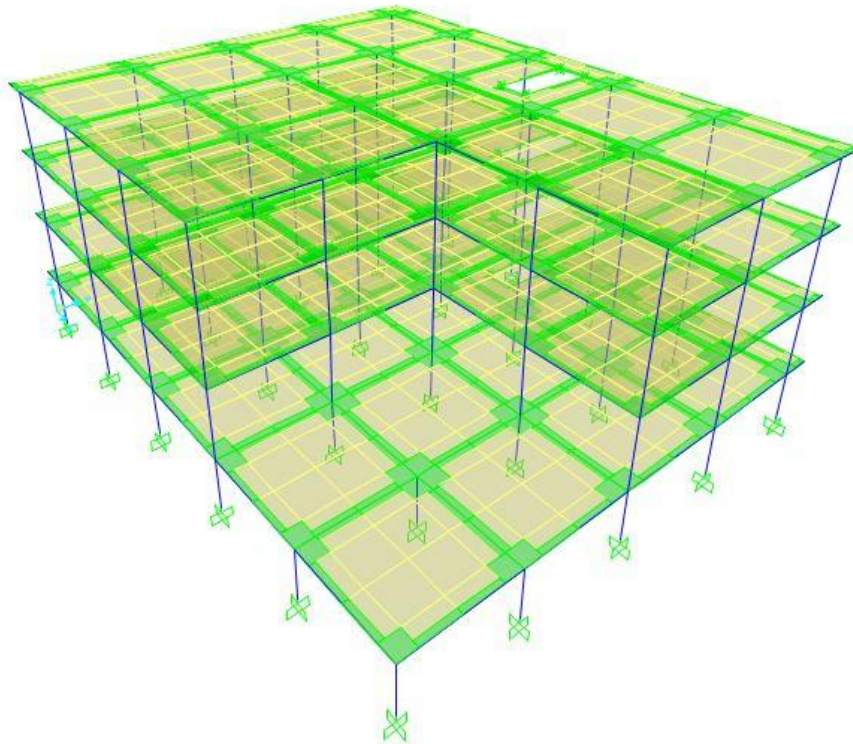
## **Nota Prévia**

Neste capítulo são apresentados todos os esforços gerados através da modelação do Edifício no programa de Cálculo **SAP2000**, assim como as áreas de armaduras que advém desse cálculo e suas respectivas pormenorizações, que acompanham as peças desenhadas deste projecto. São ainda apresentados os principais pressupostos assumidos como base na elaboração do cálculo de cada elemento construtivo constante neste projecto.

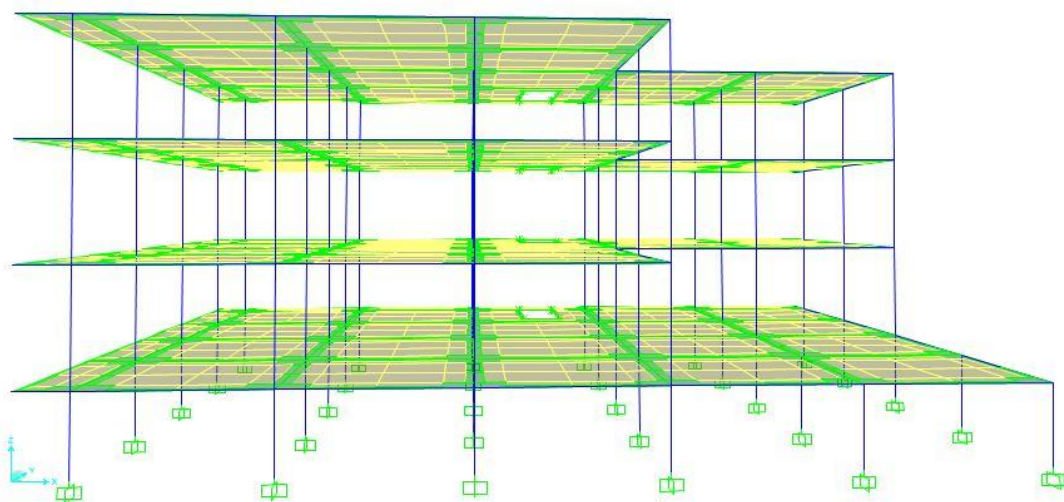
De modo a não sobrecarregar demasiado o projecto realizado, na presente memória foram incluídos apenas os cálculos efectuados para o Corpo A e atendendo também à simetria com os restantes Corpos, sendo que todas as listagens de cálculo acompanham a versão digital deste projecto.

# **CORPO A**

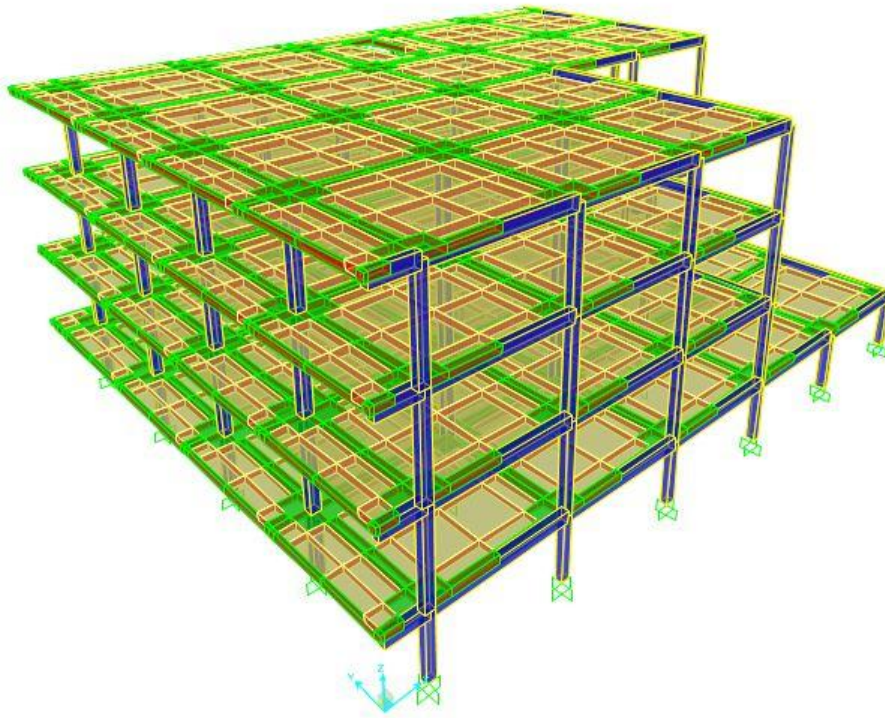
## 1. Modelo Geral de Cálculo



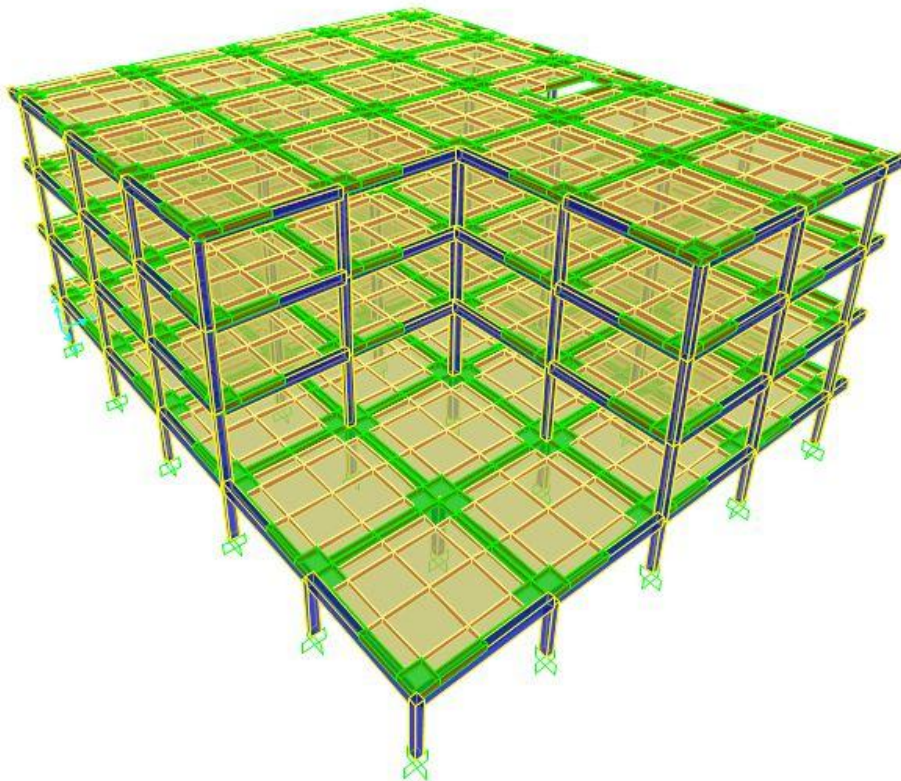
**Fig. 1 – Vista Geral 3D - Esquema Unifilar**



**Fig. 2 - Vista Geral 3D - Esquema Unifilar (Vista Alçado)**



**Fig. 3 - Vista Geral 3D - Esquema Estrudido**

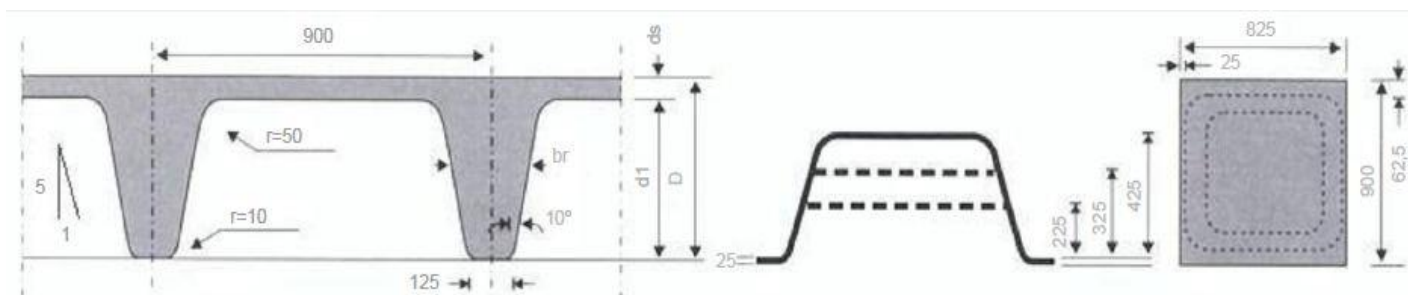


**Fig. 4 - Vista Geral 3D - Esquema Estrudido (Vista Alternativa)**

## 2. Lajes em Betão Armado

As Lajes como já citado, são lajes nervuradas fungiformes, realizadas a partir de “cocos” normalizados pelo "Sistema Ferca, FG 900" com 900mm de espaçamento entre eixos.

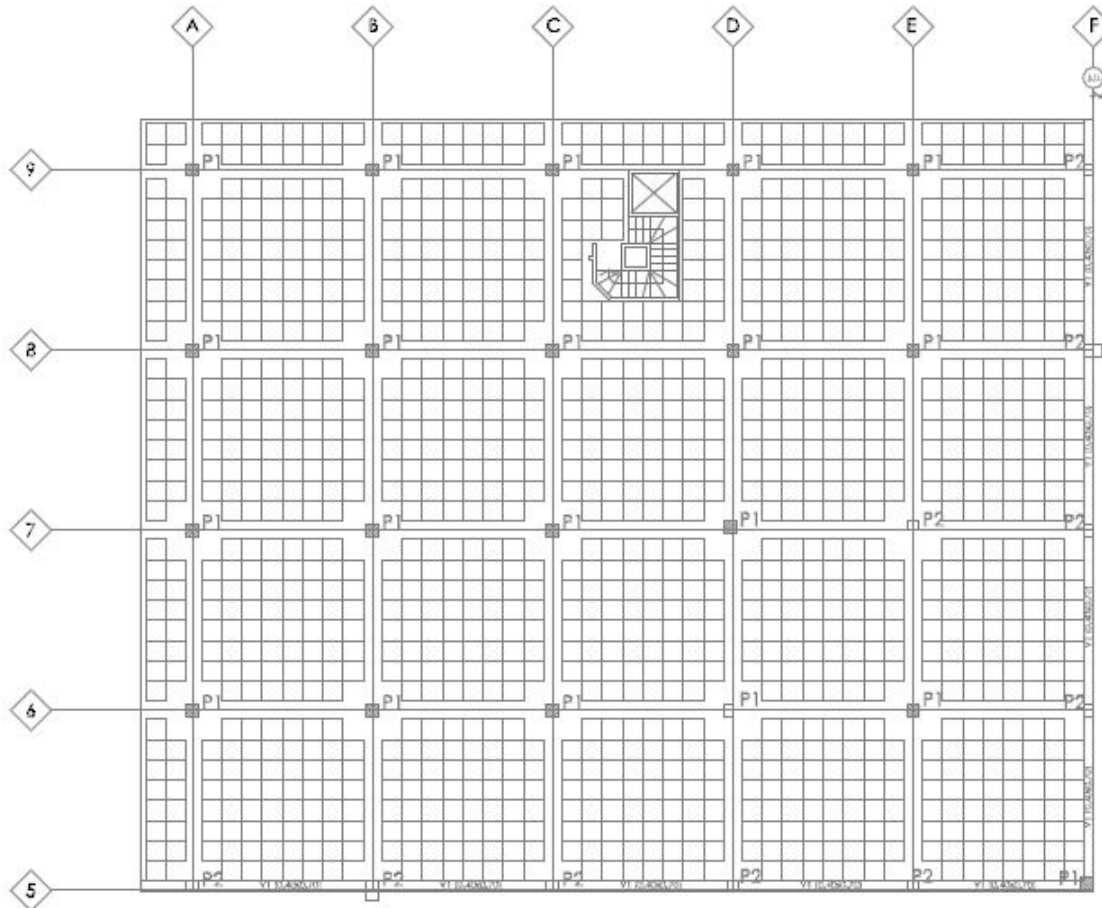
As lajes escolhidas advêm do pré-dimensionamento realizado, tendo-se optado por uma espessura de 400mm, dos quais 325mm correspondem á altura dos “cocos” e 75mm correspondem á lâmina de compressão, conforme a Tabela seguinte:



Altura do Molde mm	Espessura da Lâmina mm	Altura Total mm	Largura Média da Nervura mm	Área da Seccção cm <sup>2</sup>	Distância ao C.G da		Inércia cm <sup>4</sup>	Módulo de Flexão		Volume do Vazio		Peso Próprio KN/m <sup>2</sup>	Volume de Betão m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
					Face Superior mm	Face Inferior mm		Ws cm <sup>3</sup>	Wi cm <sup>3</sup>	Molde	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		
225	50	275	172	816	83	192	49561	5971	2581	0,113	0,139	3,45	0,136
	75	300	176	1040	87	213	65670	7548	3083			4,05	0,161
	100	325	180	1266	95	230	84158	8858	3659			4,65	0,186
325	50	375	192	1043	122	253	125718	10304	4969	0,156	0,192	4,60	0,183
	75	400	197	1268	123	277	159245	12947	5749			5,20	0,208
	100	425	203	1493	128	297	194449	15191	6547			5,85	0,233
425	50	475	207	1310	165	310	255029	15456	8226	0,197	0,242	5,85	0,233
	75	500	212	1536	163	337	314390	19347	9315			6,45	0,258
	100	525	217	1761	165	360	374573	22701	10450			7,10	0,283
d1	ds	D	br	A	rs	ri	I	Ws	Wi	Vv		Betão 25 KN/m <sup>3</sup>	

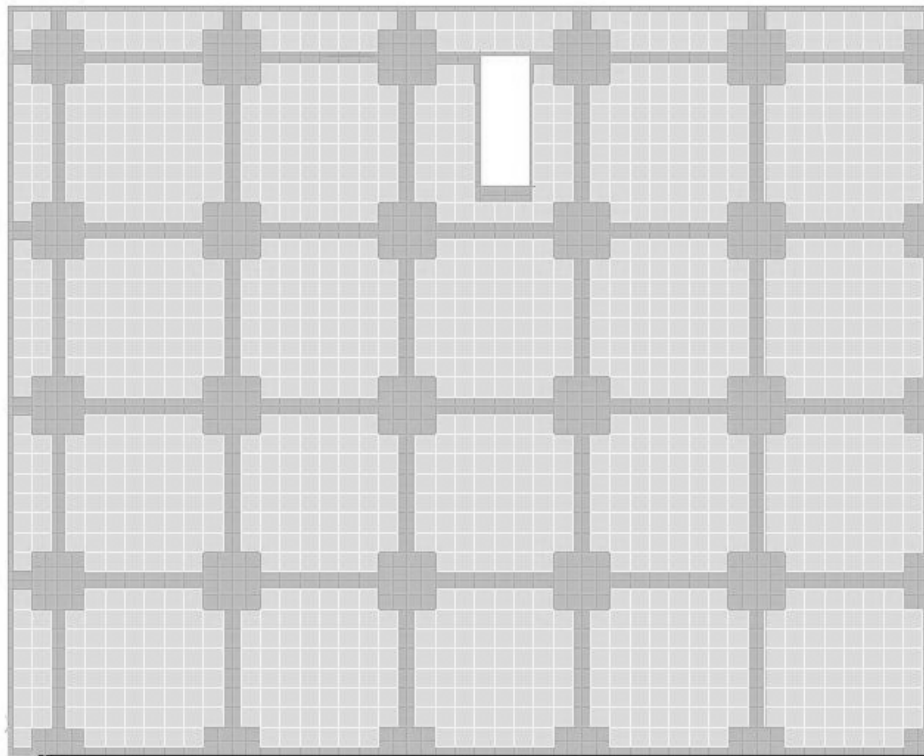
Fig. 5 – Tabela de Pré dimensionamento FERCA

Com vista a uma análise eficaz das lajes do Corpo A, os alinhamentos principais podem ser consultados na figura seguinte:

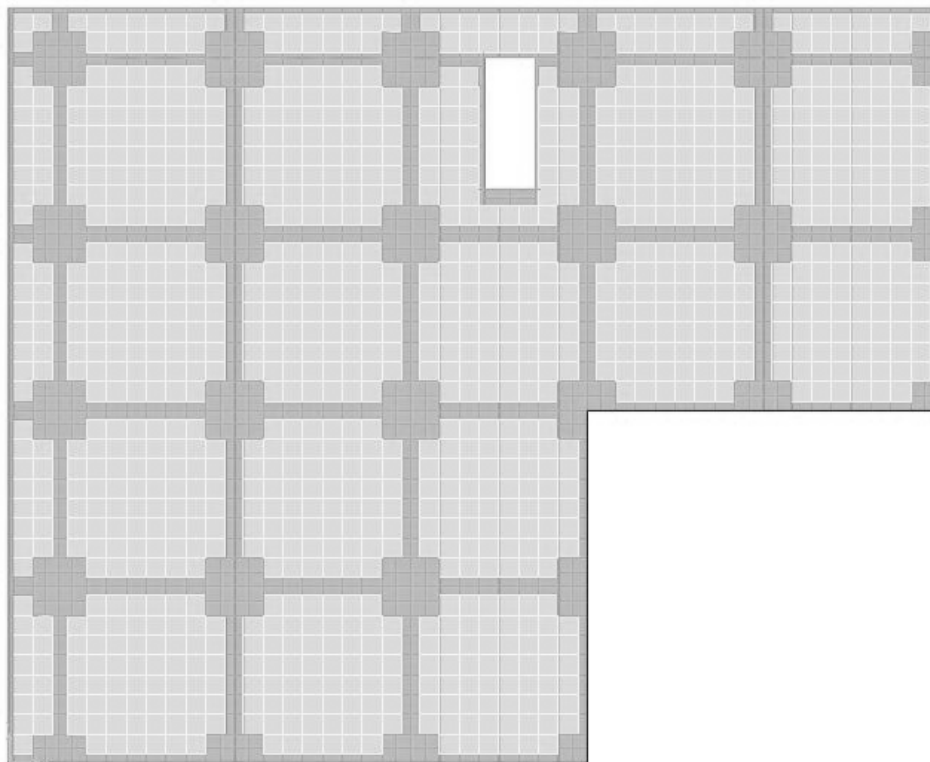


**Fig. 6 – Alinhamentos Lajes Corpo A**

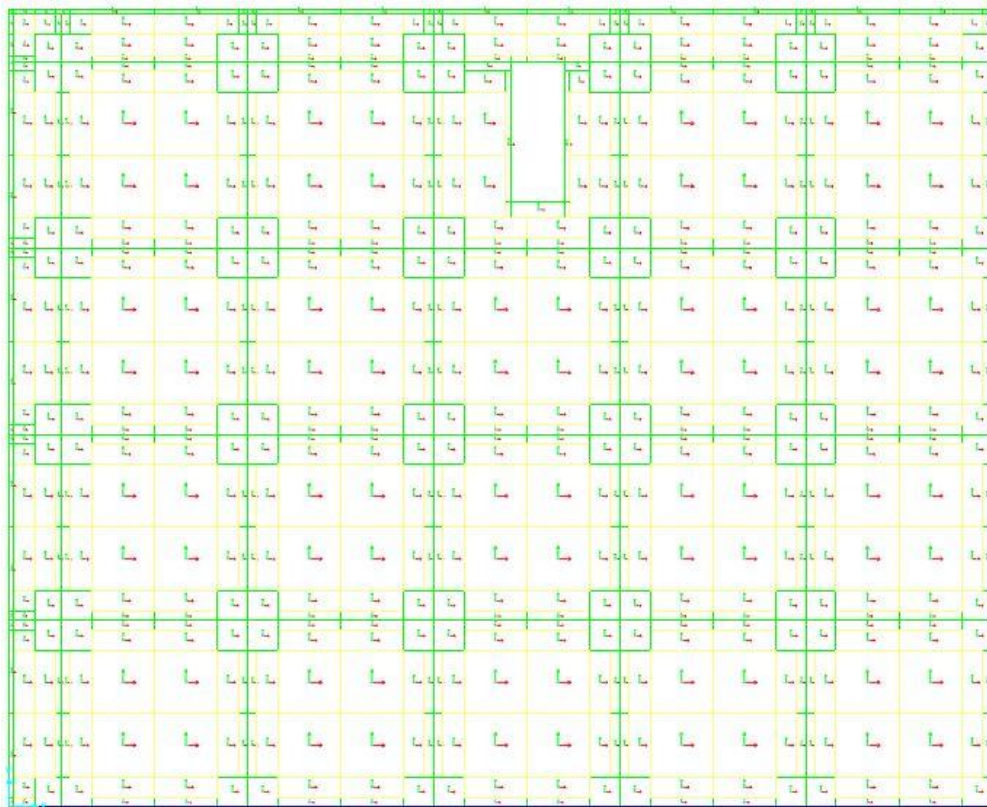
## 2.1. Discretização em Elementos Finitos e Eixos Locais



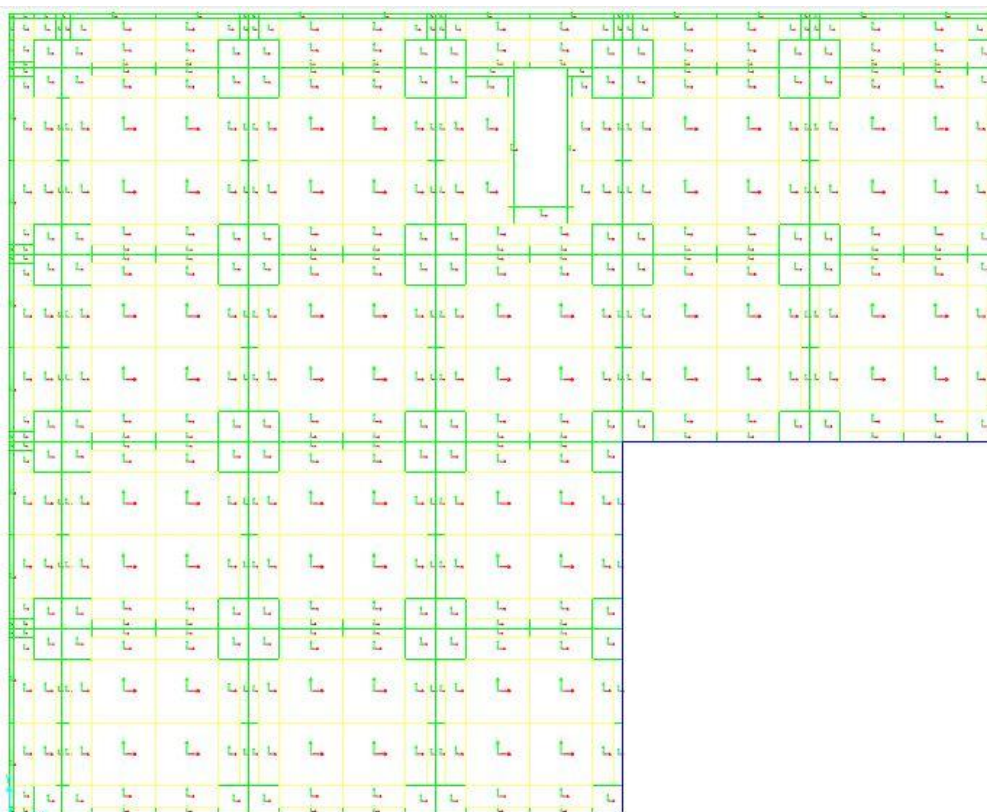
**Fig. 7 – Discretização em Elementos Finitos – Piso 1**



**Fig. 8 - Discretização em Elementos Finitos – Pisos 2, 3 e 4**



**Fig. 9 – Eixos Locais – Piso 1**



**Fig. 10 – Eixos Locais – Piso 2, 3 e 4**

## **2.2. Esforços de Cálculo**

Como já anteriormente referido os Esforços das Lajes foram inicialmente predimensionados calculados recorrendo ao Método dos Pórticos Equivalentes (MPE), segundo as duas direcções ortogonais e comparados com os Esforços máximos foram retirados do Programa de Cálculo.

Distribuição de Momentos Segundo o EC2 (fase de pré dimensionamento):

	M-	M+
Faixa Central	75%	55%
Faixa lateral	25%	45%

Relativamente às armaduras, para as positivas (Nervuras), procedeu-se á quantificação de varões por nervura, num comprimento de 0,9 m o que corresponde ao espaçamento dos eixos entre moldes ATEX 900. Para as negativas fez-se a distribuição por unidade de comprimento.

De modo a facilitar a leitura dos quadros, os pórticos evoluem da esquerda para a direita e de baixo para cima.

### 2.2.1. Envolventes Máximas de Momentos de Cálculo

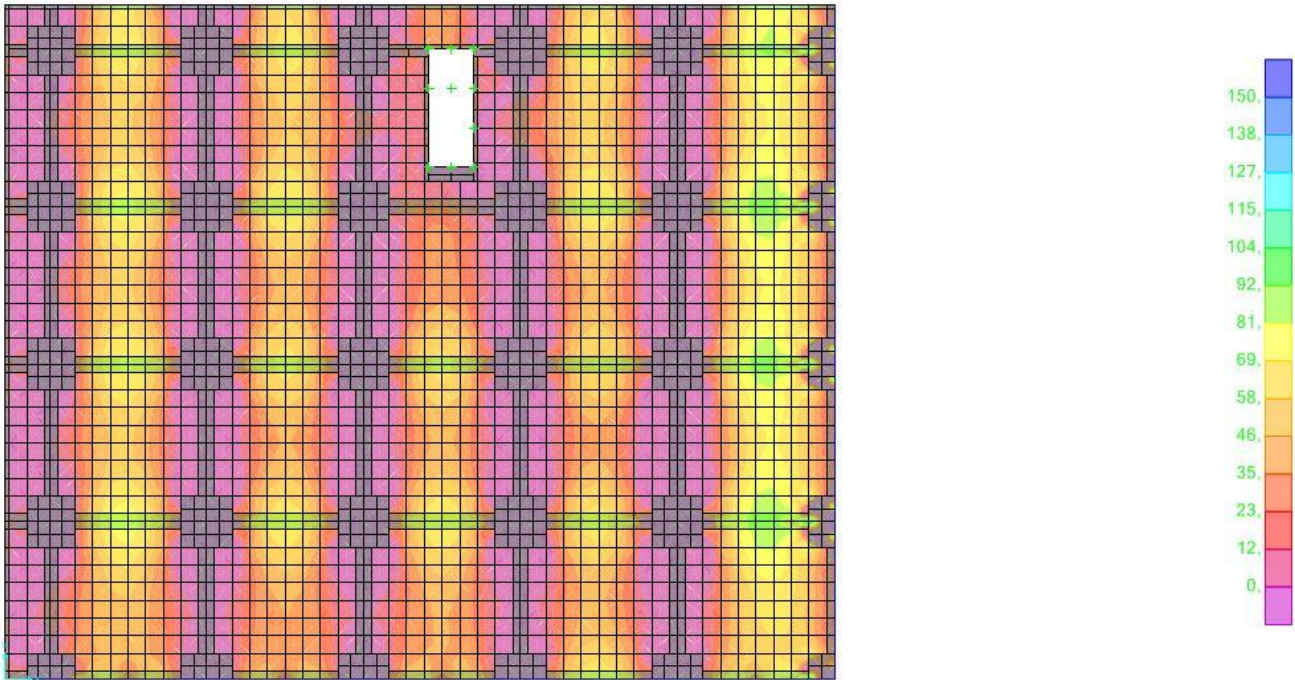


Fig. 11 – Envolvente Máxima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 1 [kN.m]

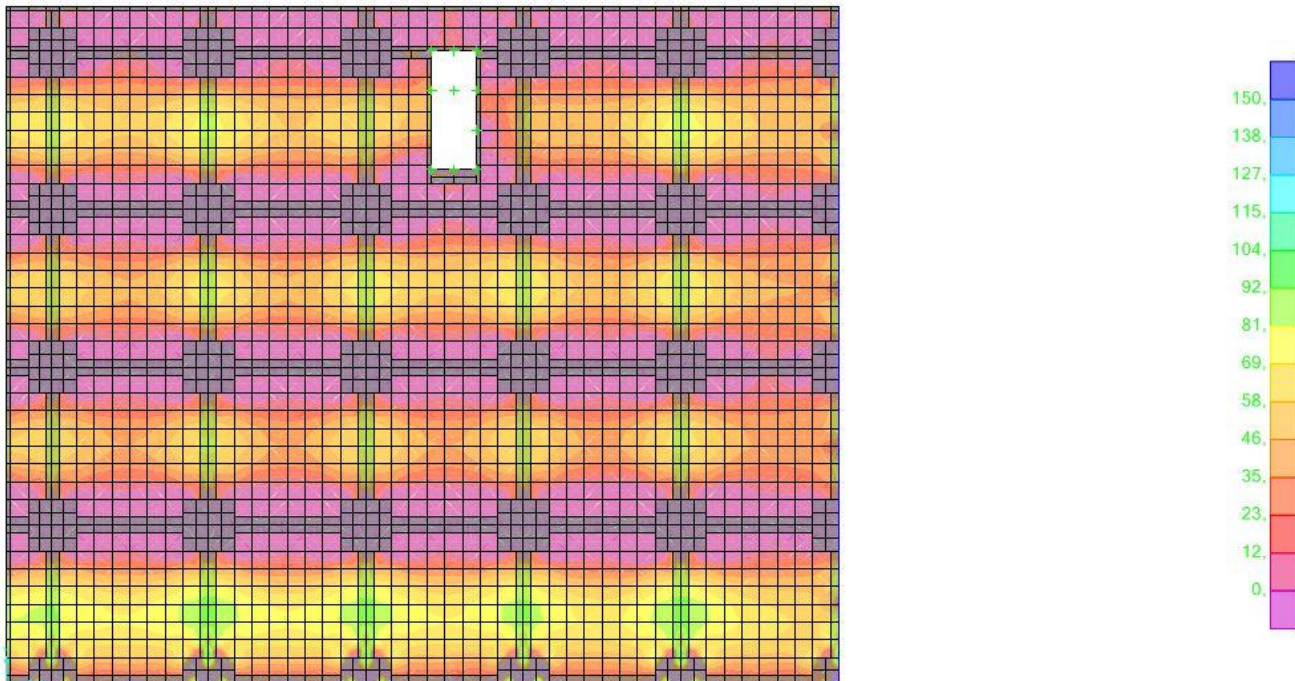


Fig. 12 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 1 [kN.m]

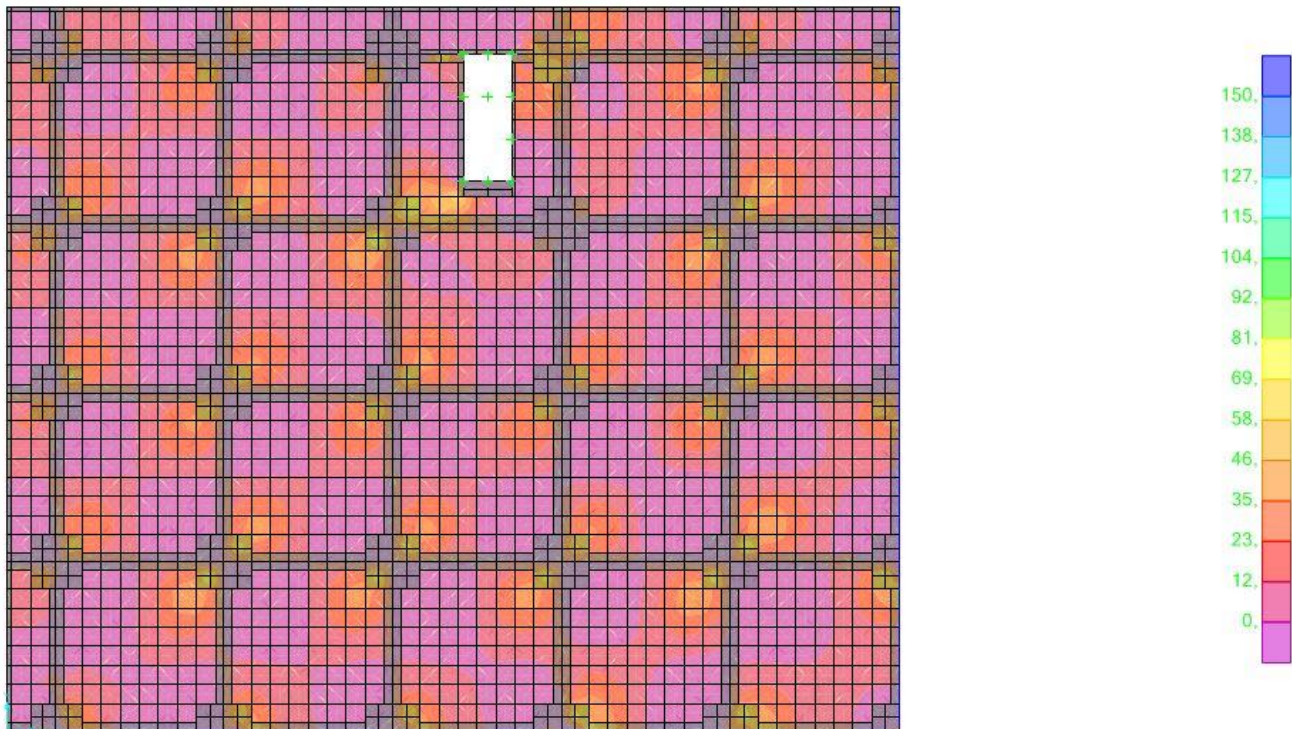


Fig. 13 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 1 [kN.m]

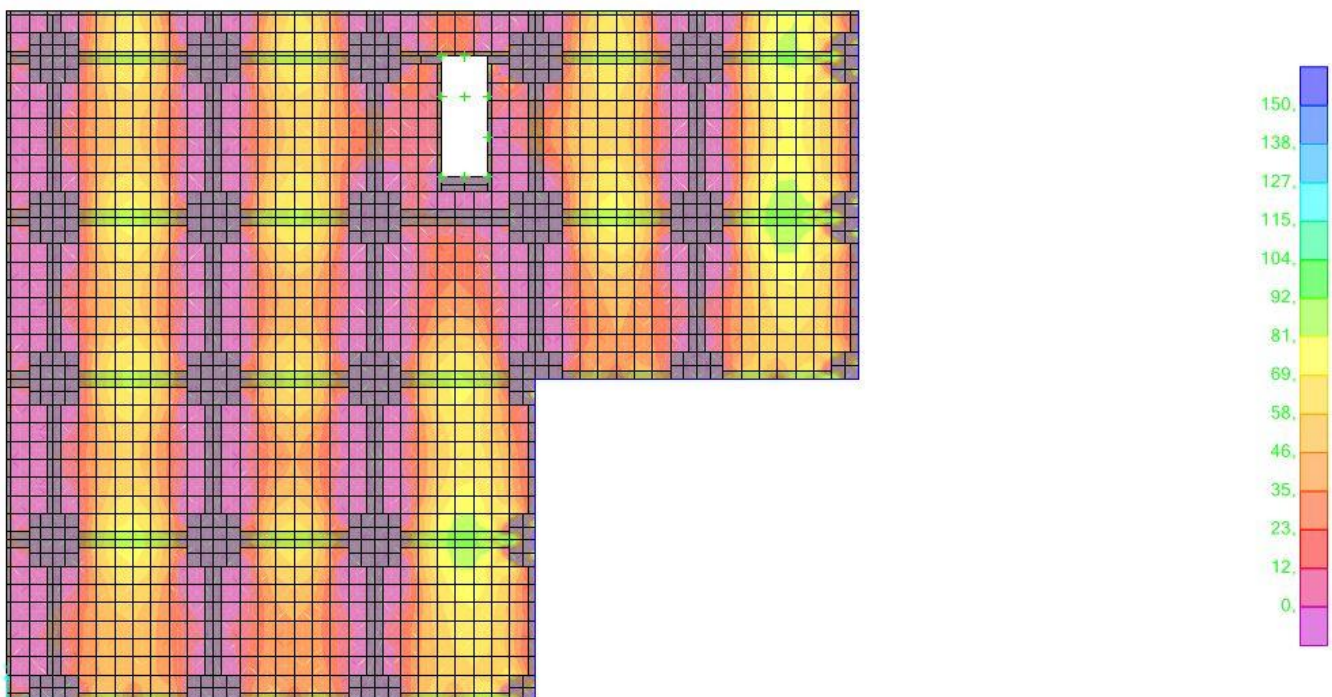
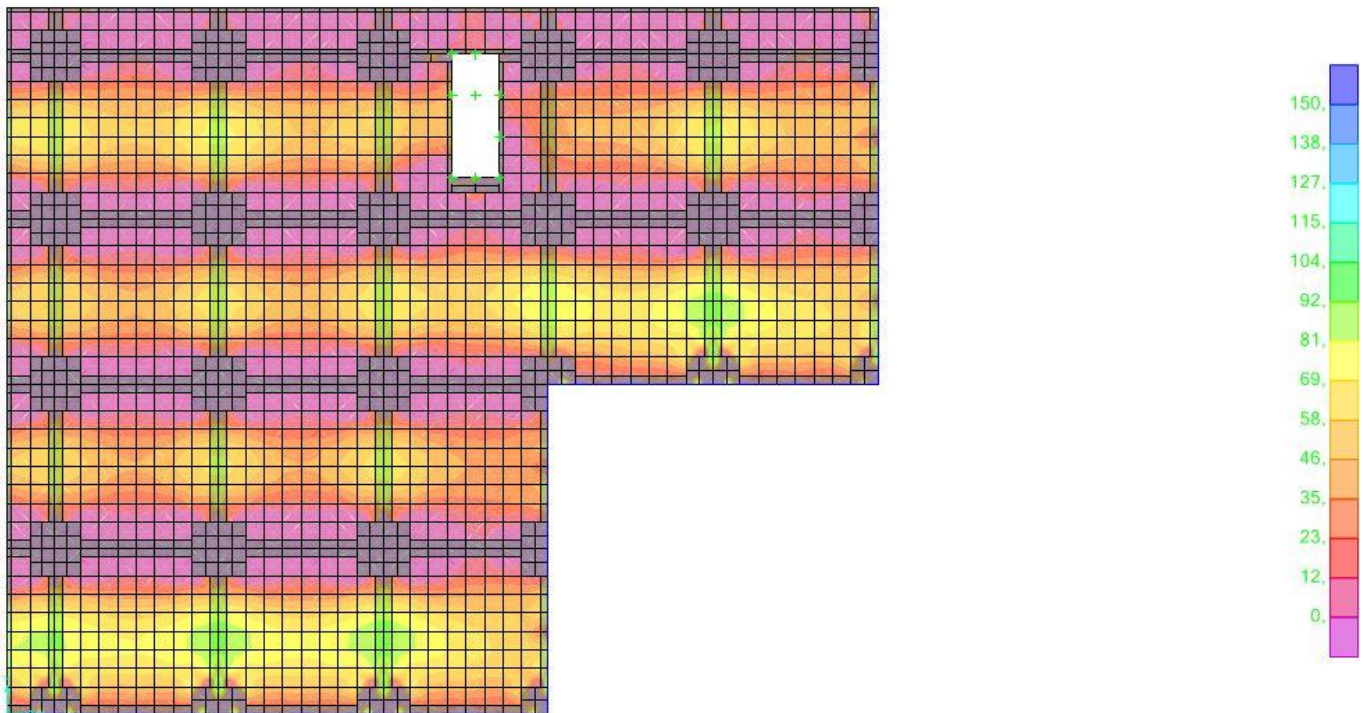
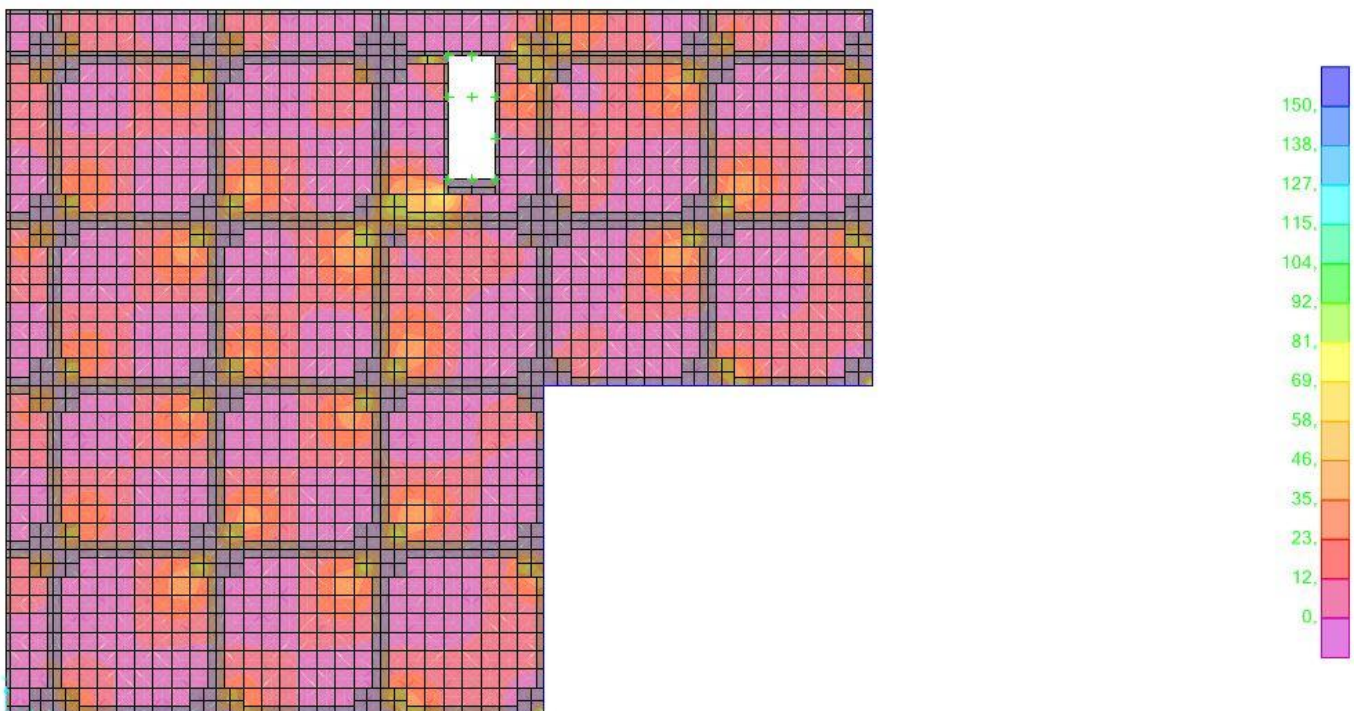


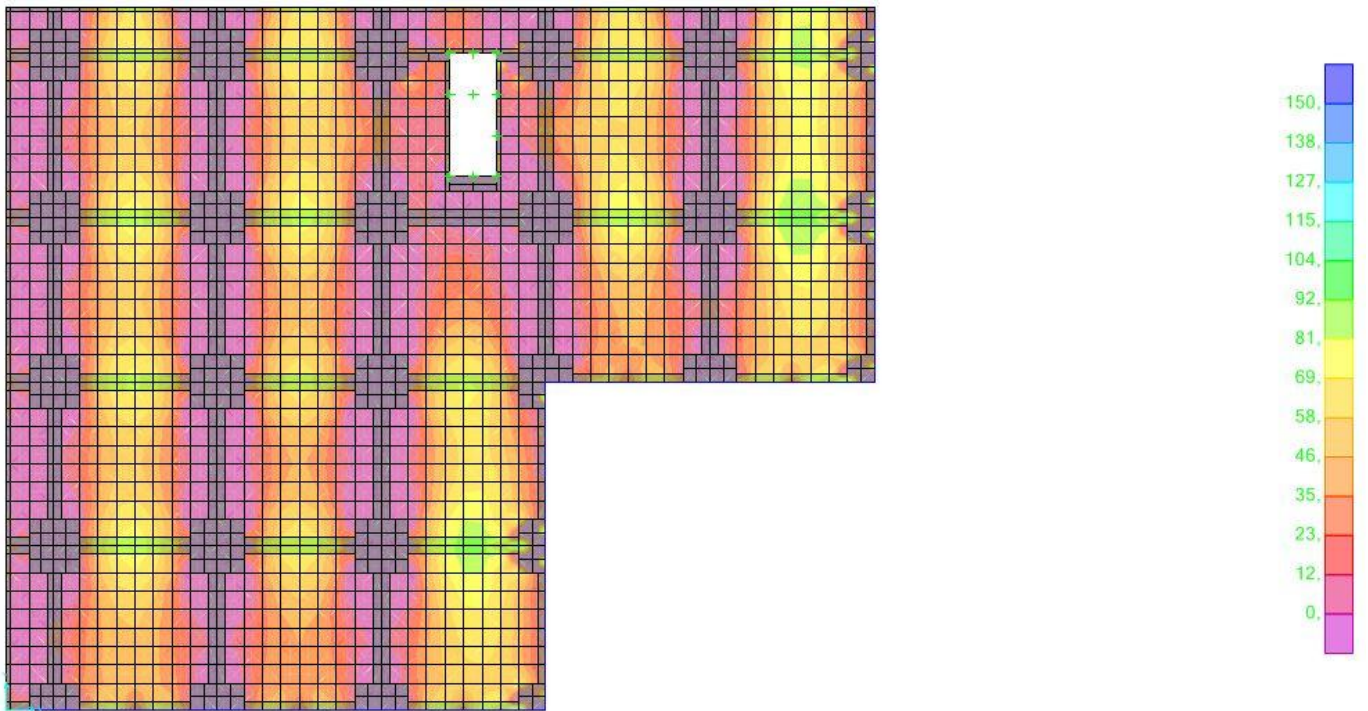
Fig. 14 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 2 [kN.m]



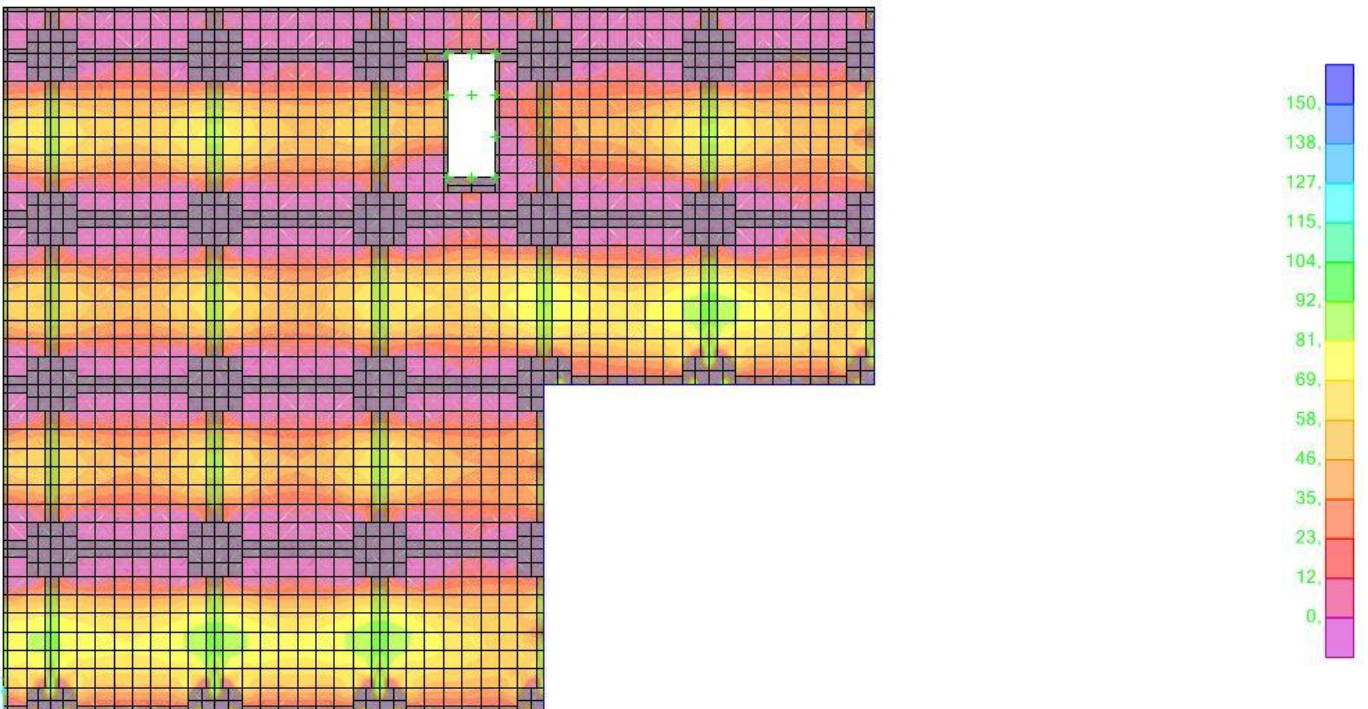
**Fig. 15 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 2 [kN.m]**



**Fig. 16 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 2 [kN.m]**



**Fig. 17 - Envoltura Máxima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 3 [kN.m]**



**Fig. 18 - Envoltura Máxima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 3 [kN.m]**

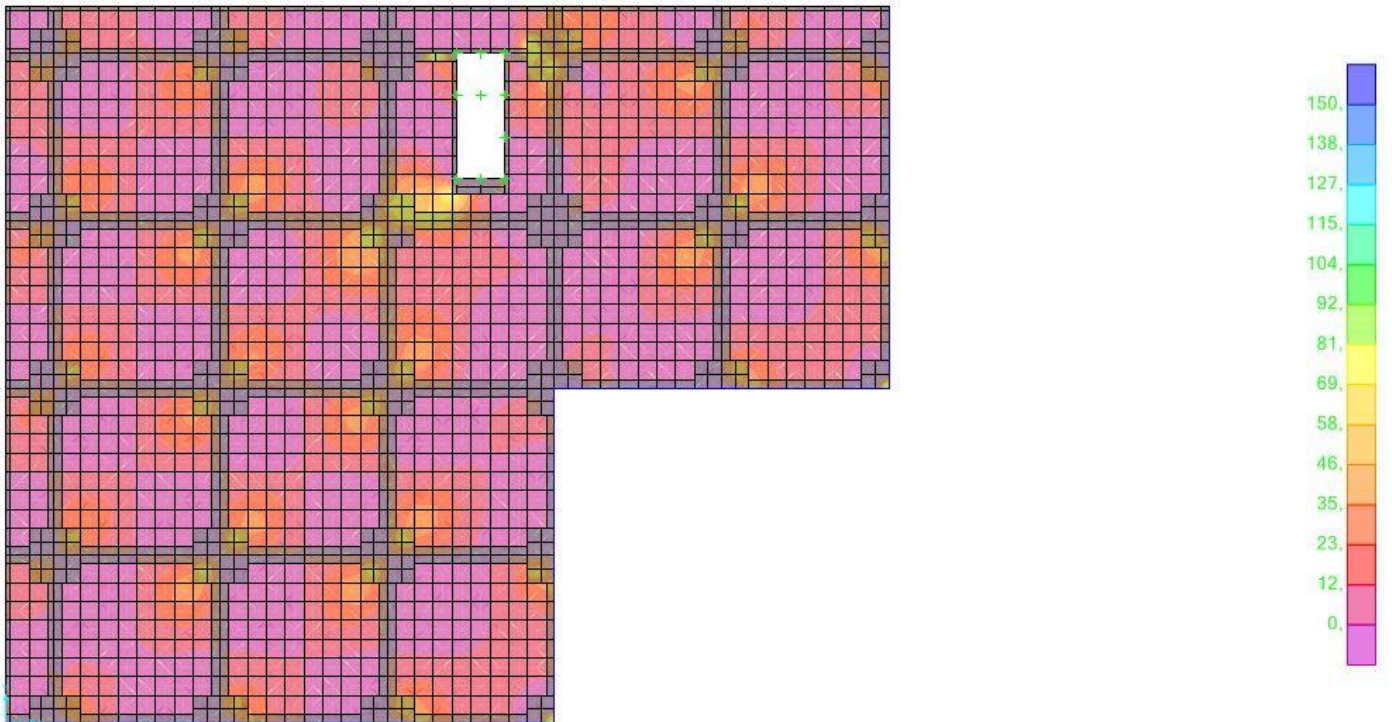


Fig. 19 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 3 [kN.m]

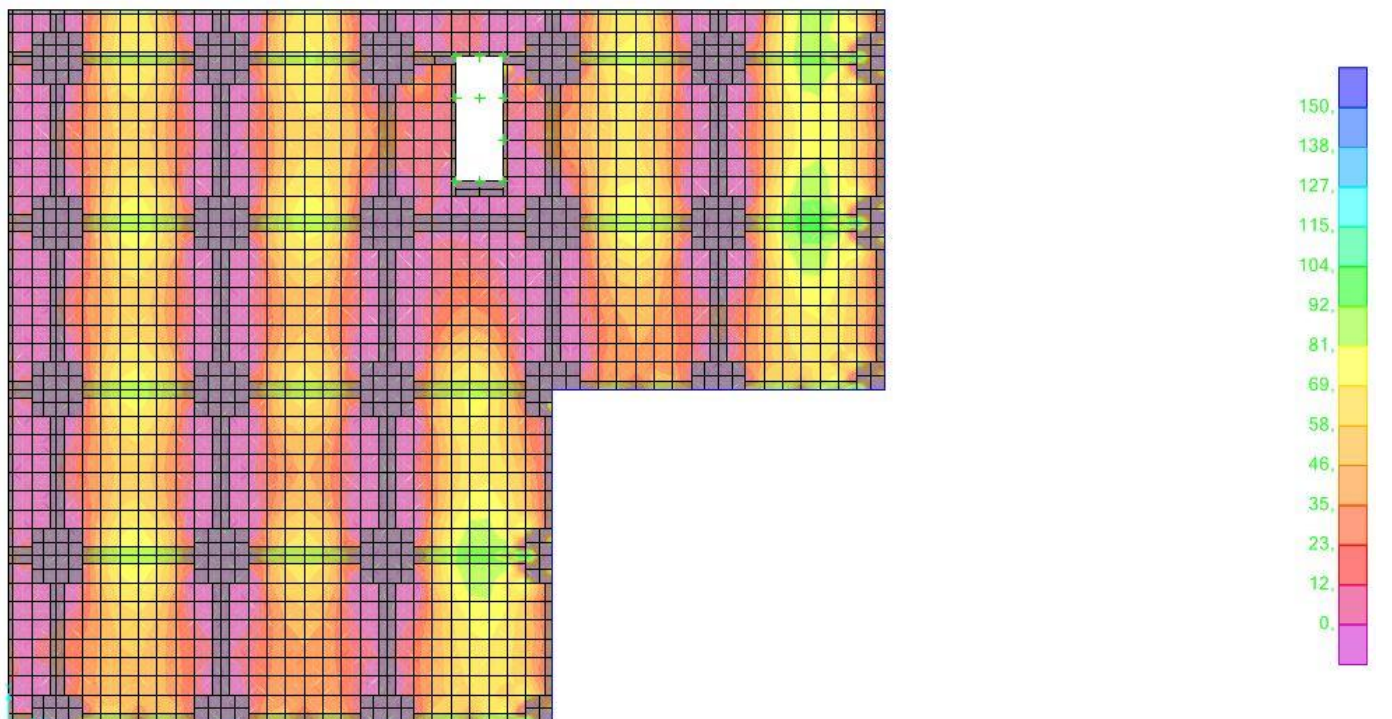
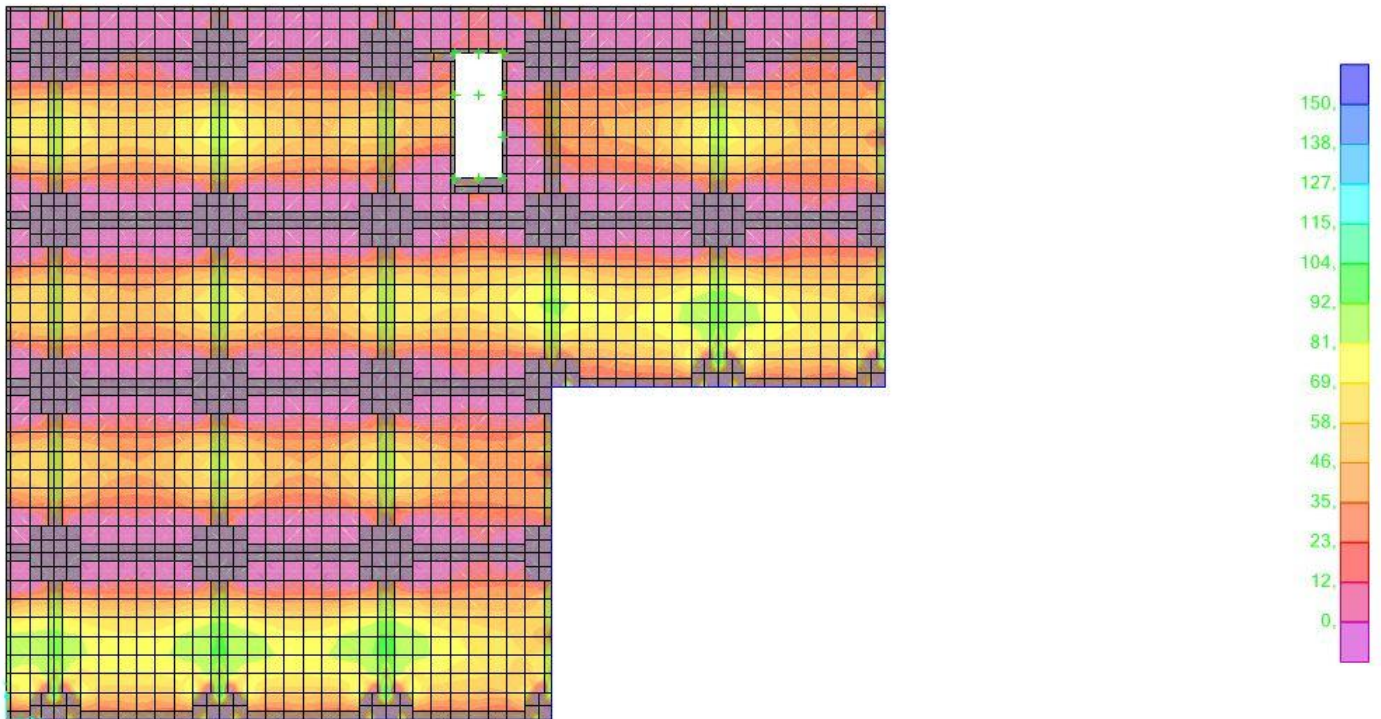
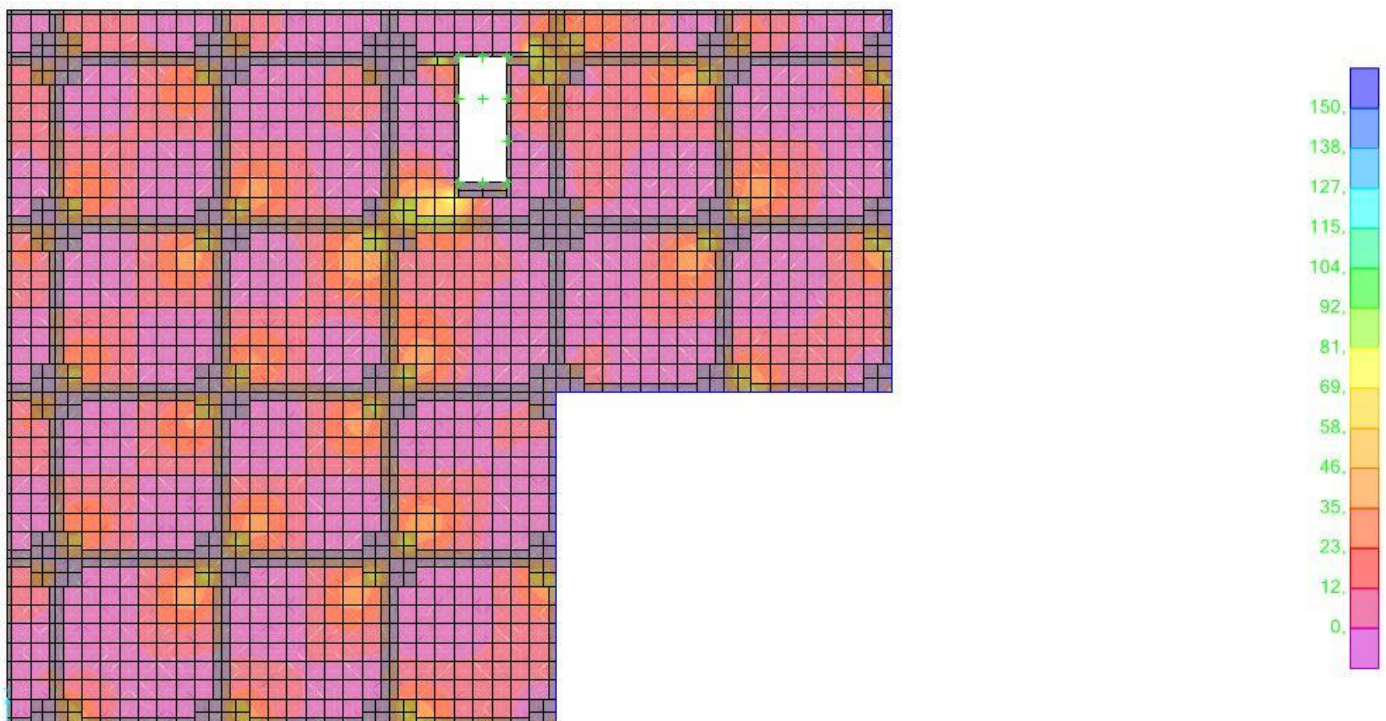


Fig. 20 - Envolvente Máxima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 4 [kN.m]



**Fig. 21 - Envoltura Máxima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 4 [kN.m]**



**Fig. 22 - Envoltura Máxima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 4 [kN.m]**

## 2.2.2. Envolventes Mínimas de Momentos de Cálculo

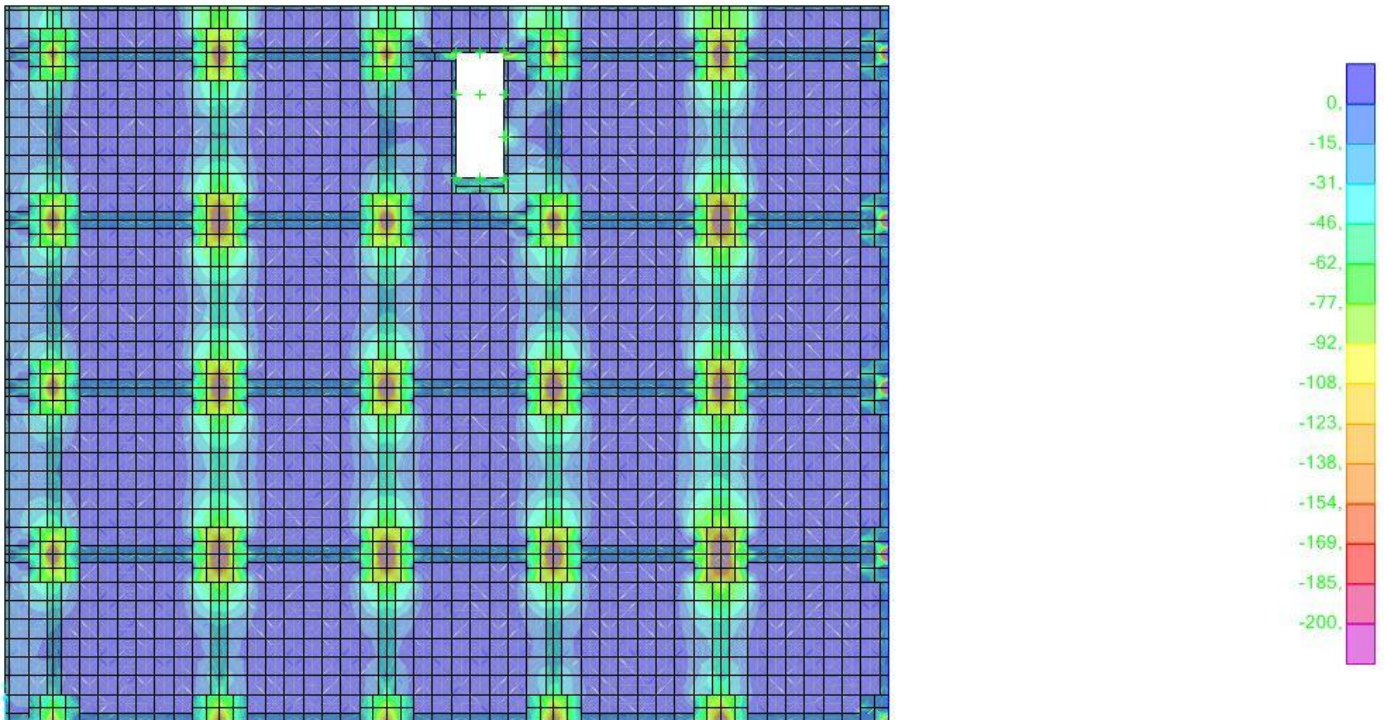


Fig. 23 - Envolvente Mínima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 1 [kN.m]

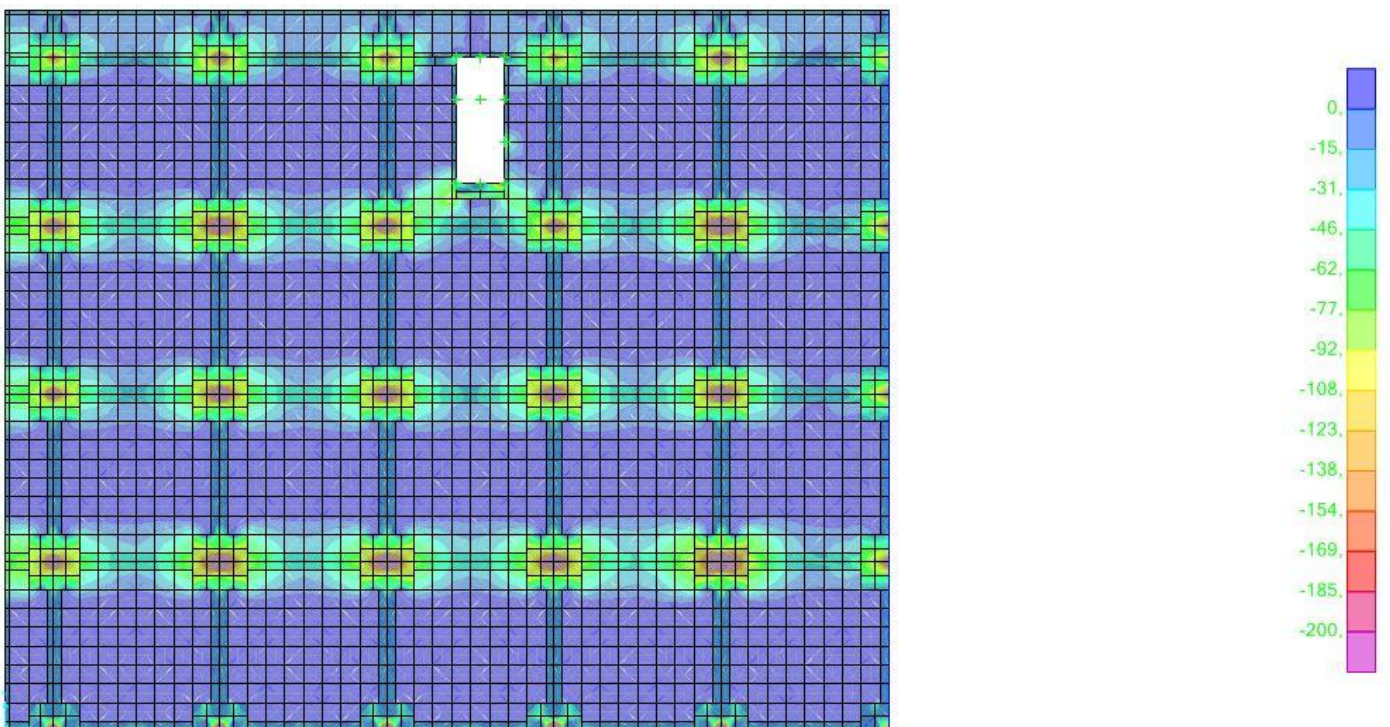


Fig. 24 - Envolvente Mínima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 1 [kN.m]

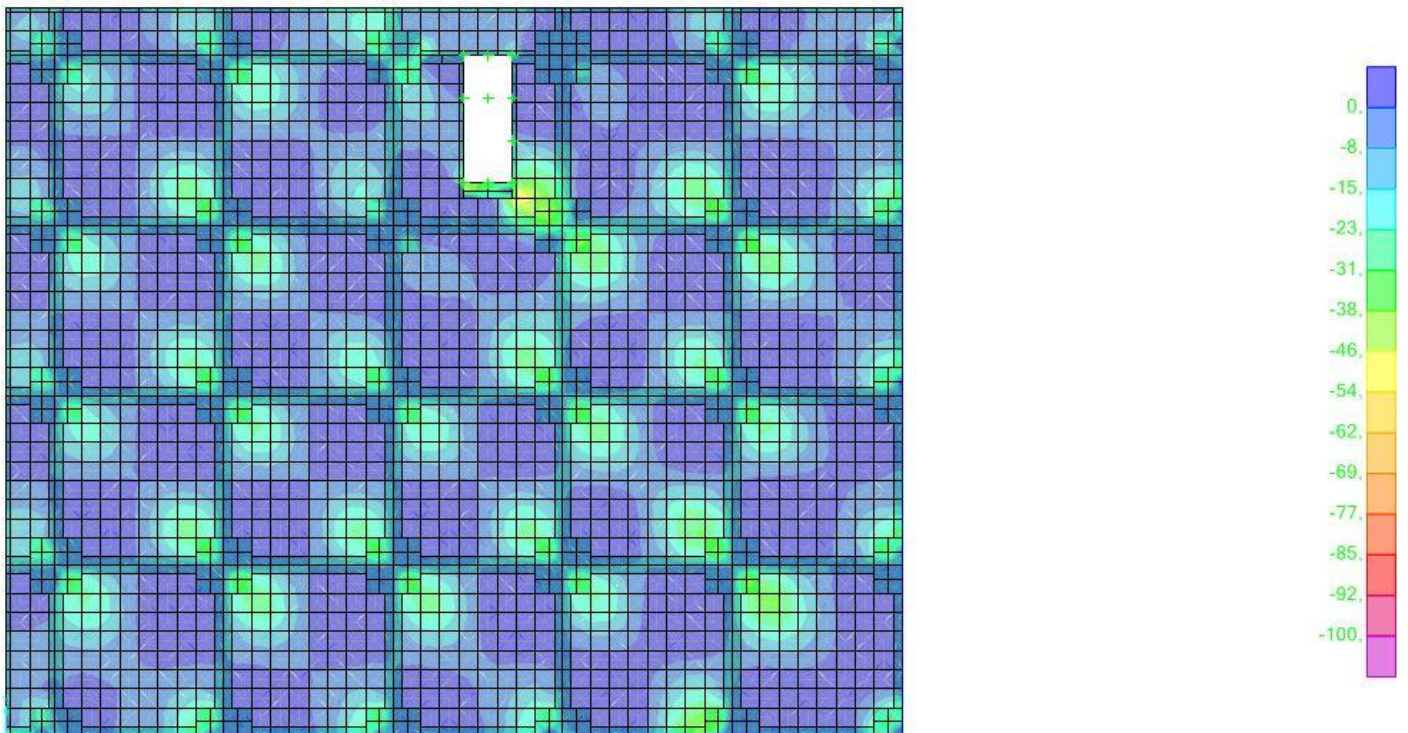


Fig. 25 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 1 [kN.m]

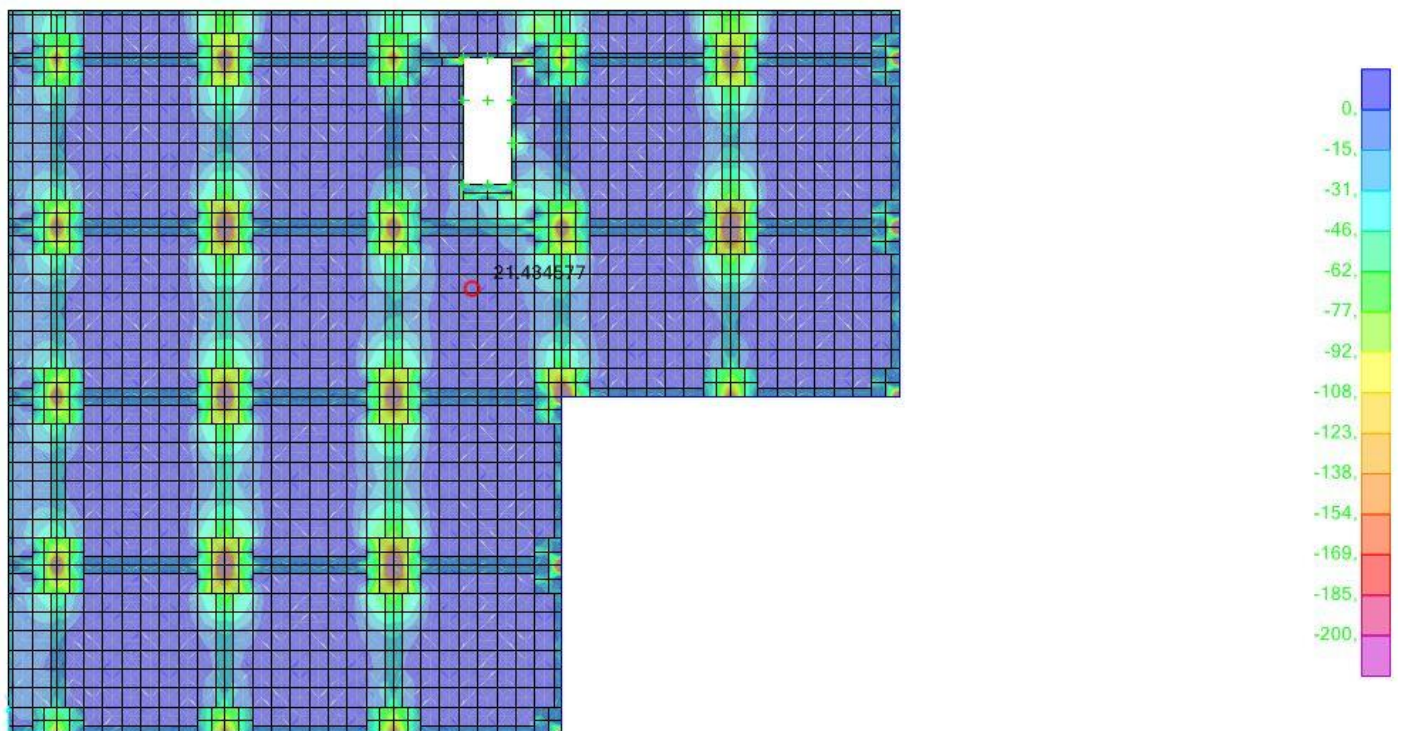


Fig. 26 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 2 [kN.m]

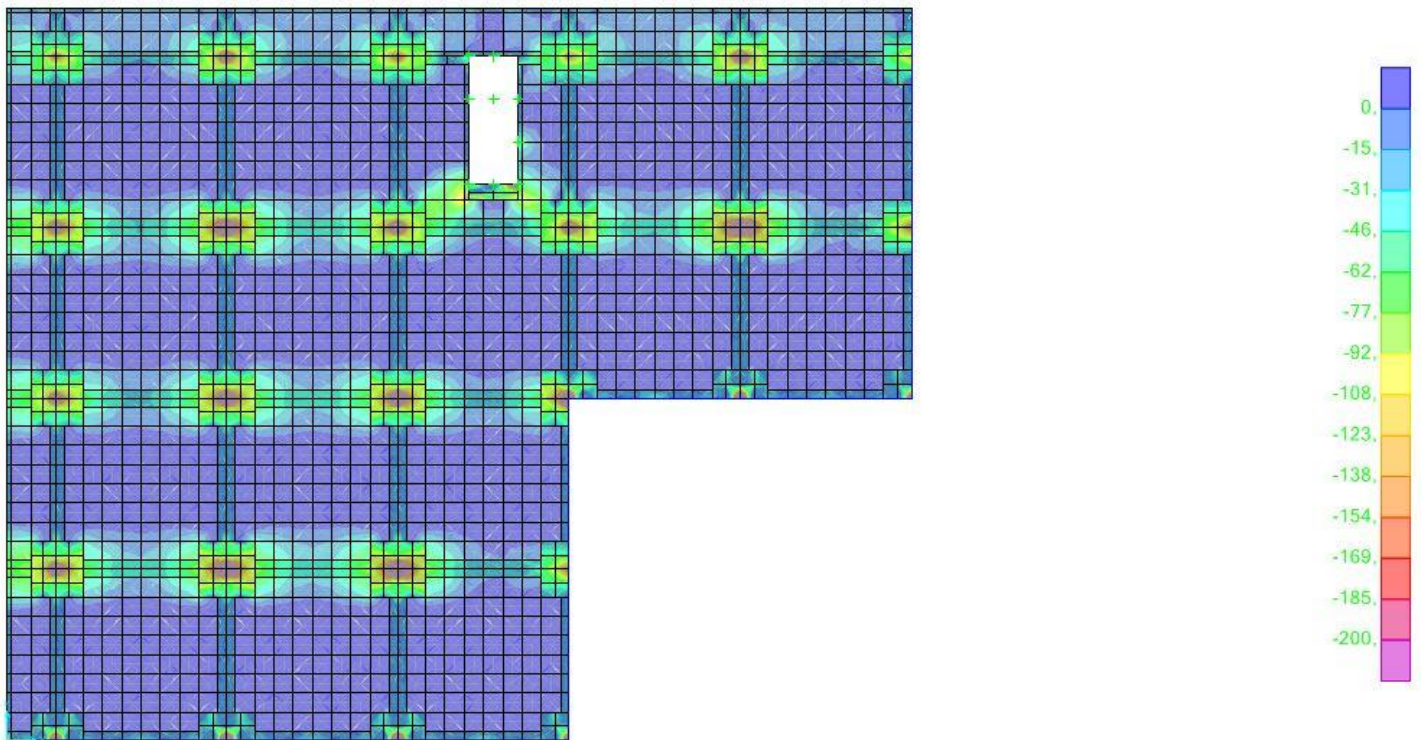


Fig. 27 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 2 [kN.m]

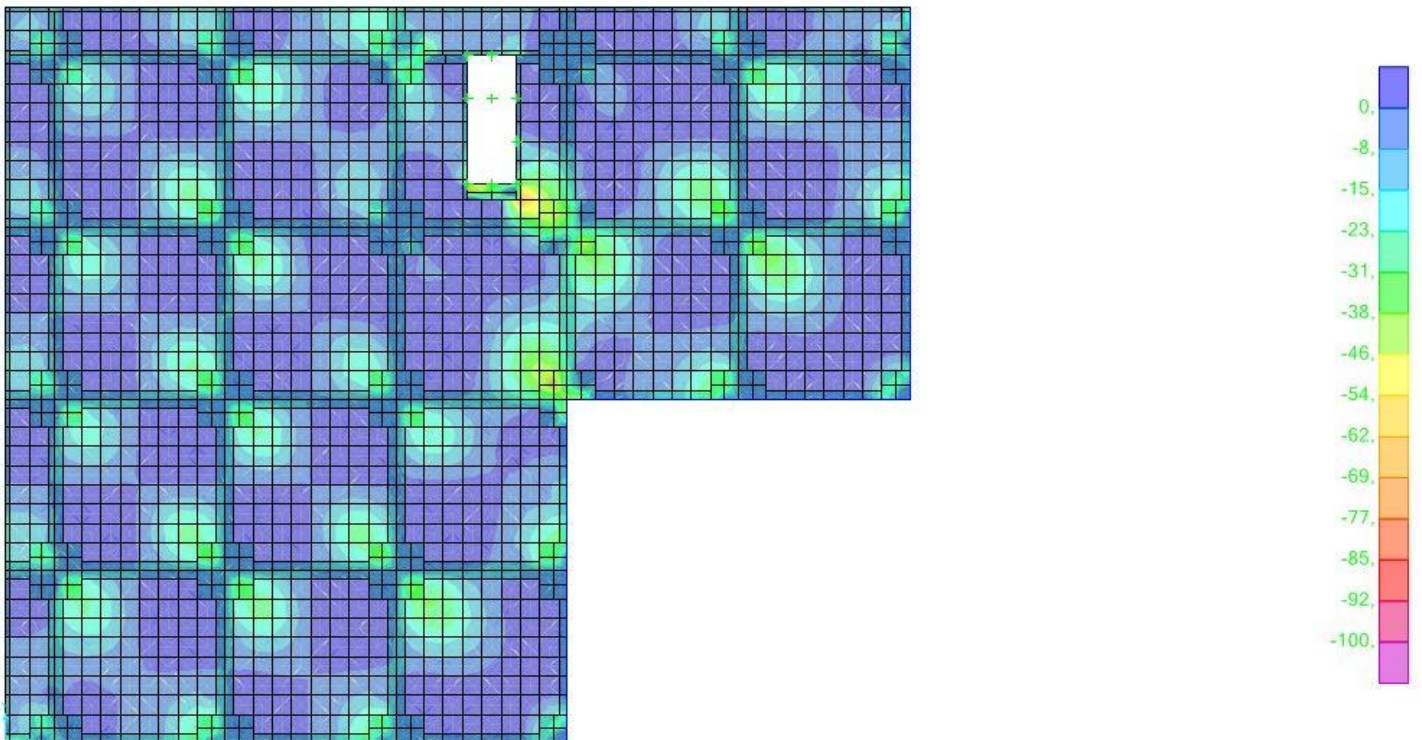


Fig. 28 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 2 [kN.m]

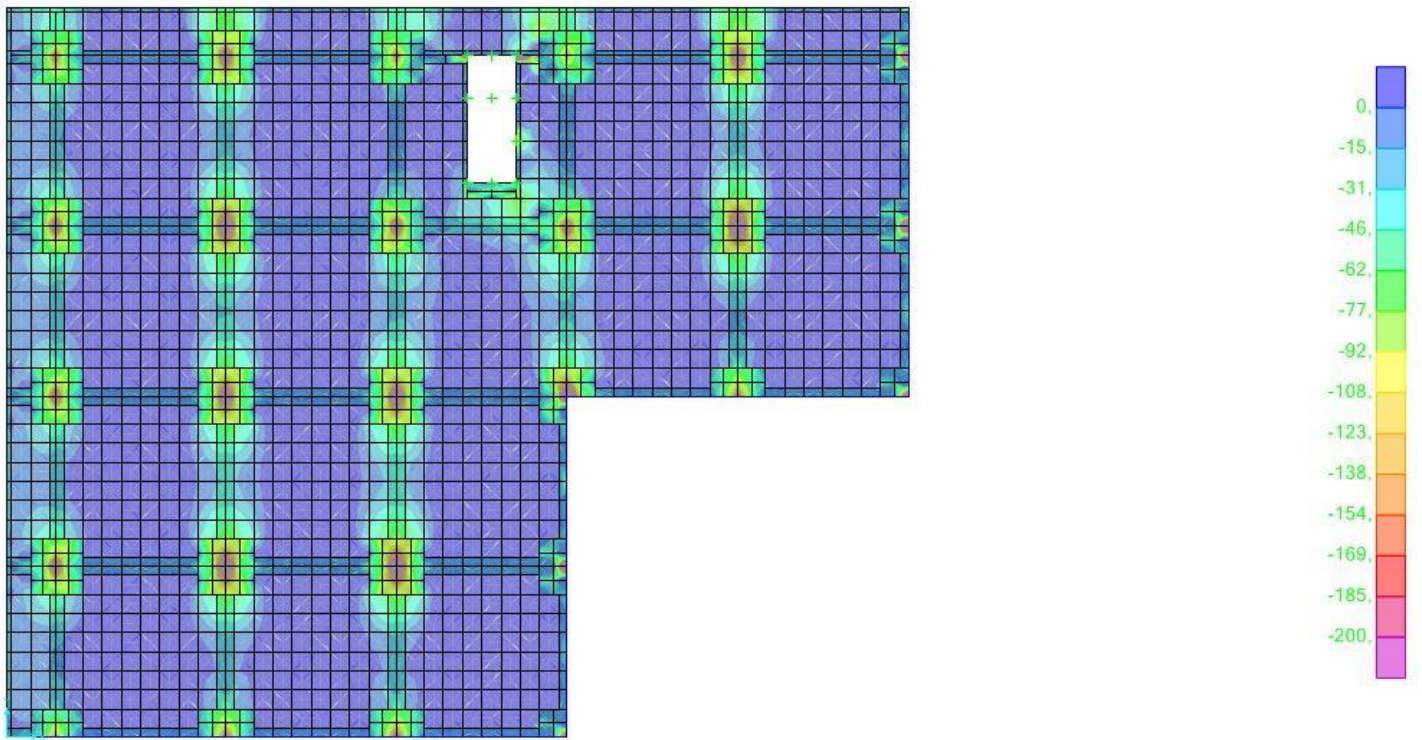


Fig. 29 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 3 [kN.m]

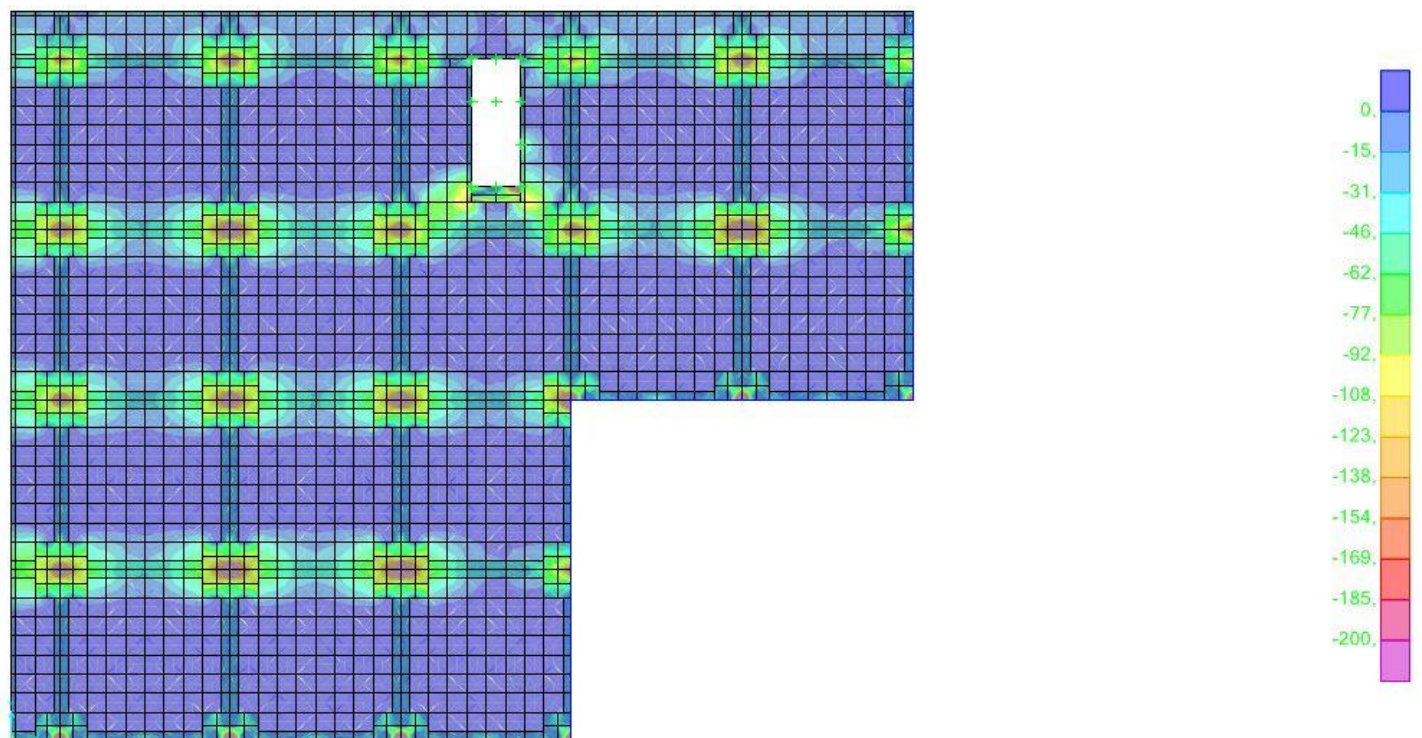
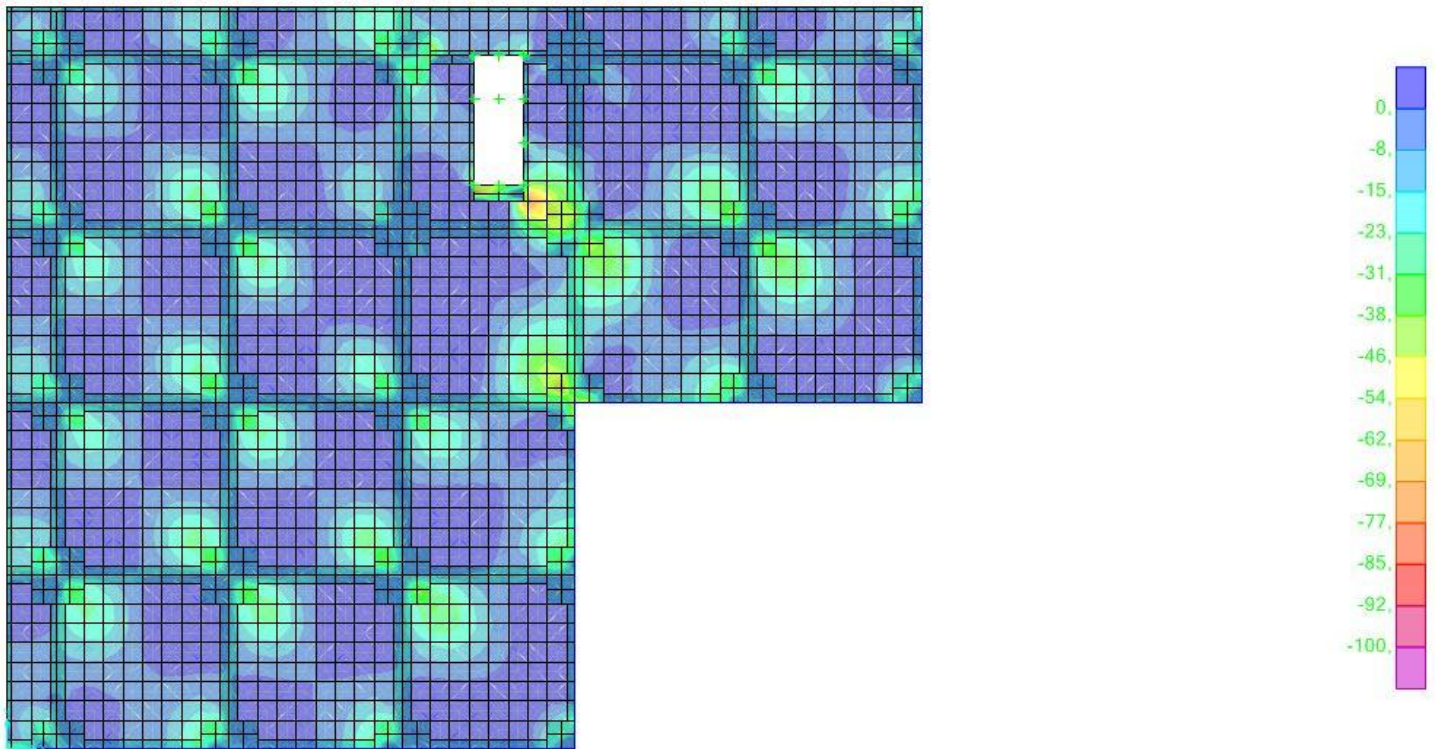
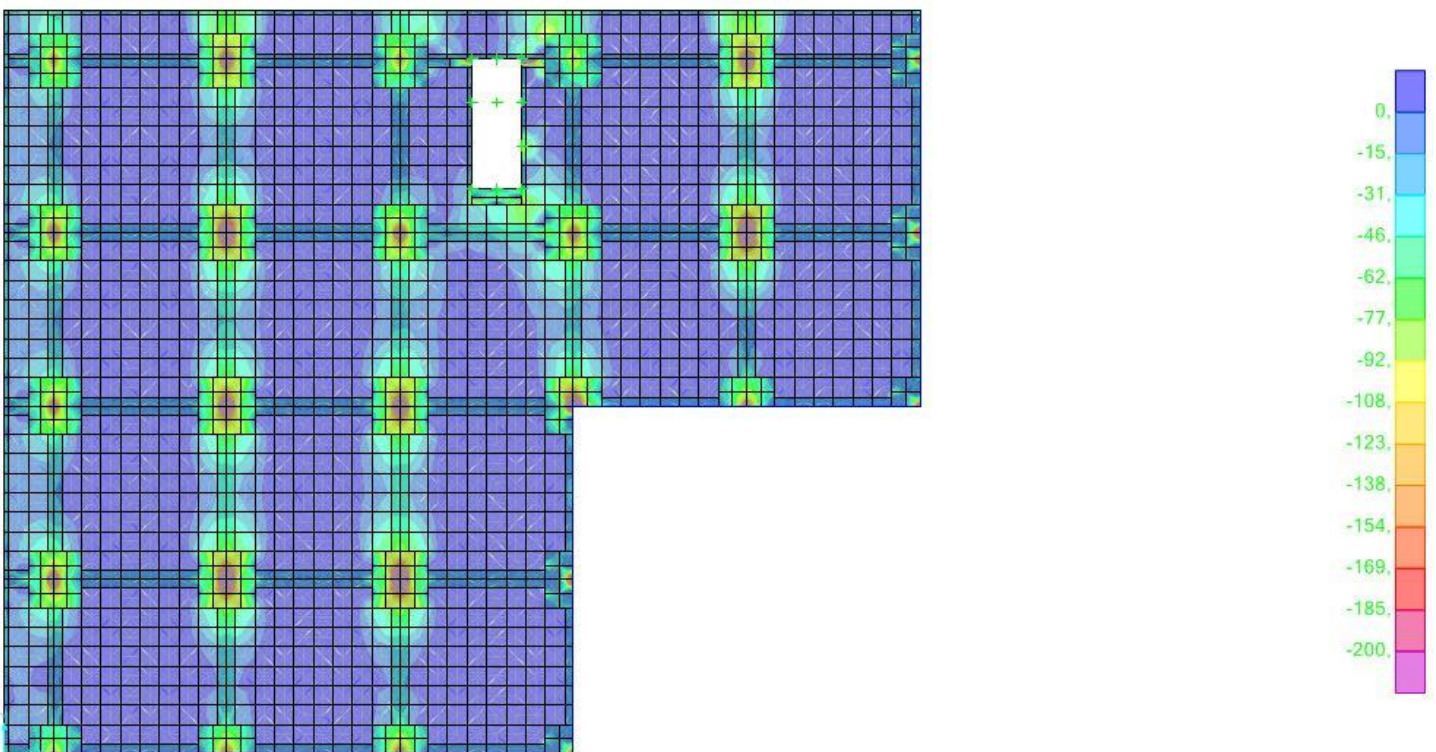


Fig. 30 - Envoltente Mínima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 3 [kN.m]



**Fig. 31 - Envoltura Mínima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 3 [kN.m]**



**Fig. 32 - Envoltura Mínima de Momentos  $M_{11}$  - Piso 4 [kN.m]**

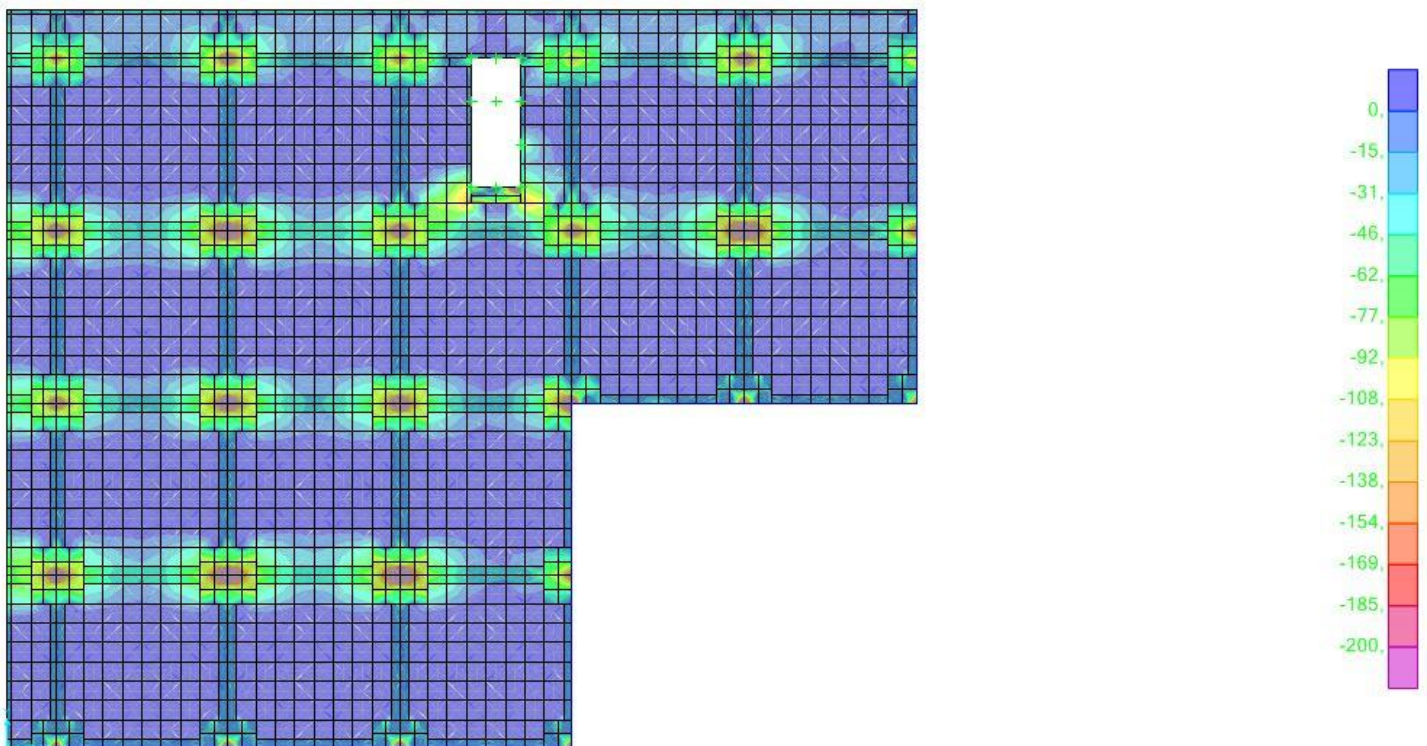


Fig. 33 - Envoltura Mínima de Momentos  $M_{22}$  - Piso 4 [kN.m]

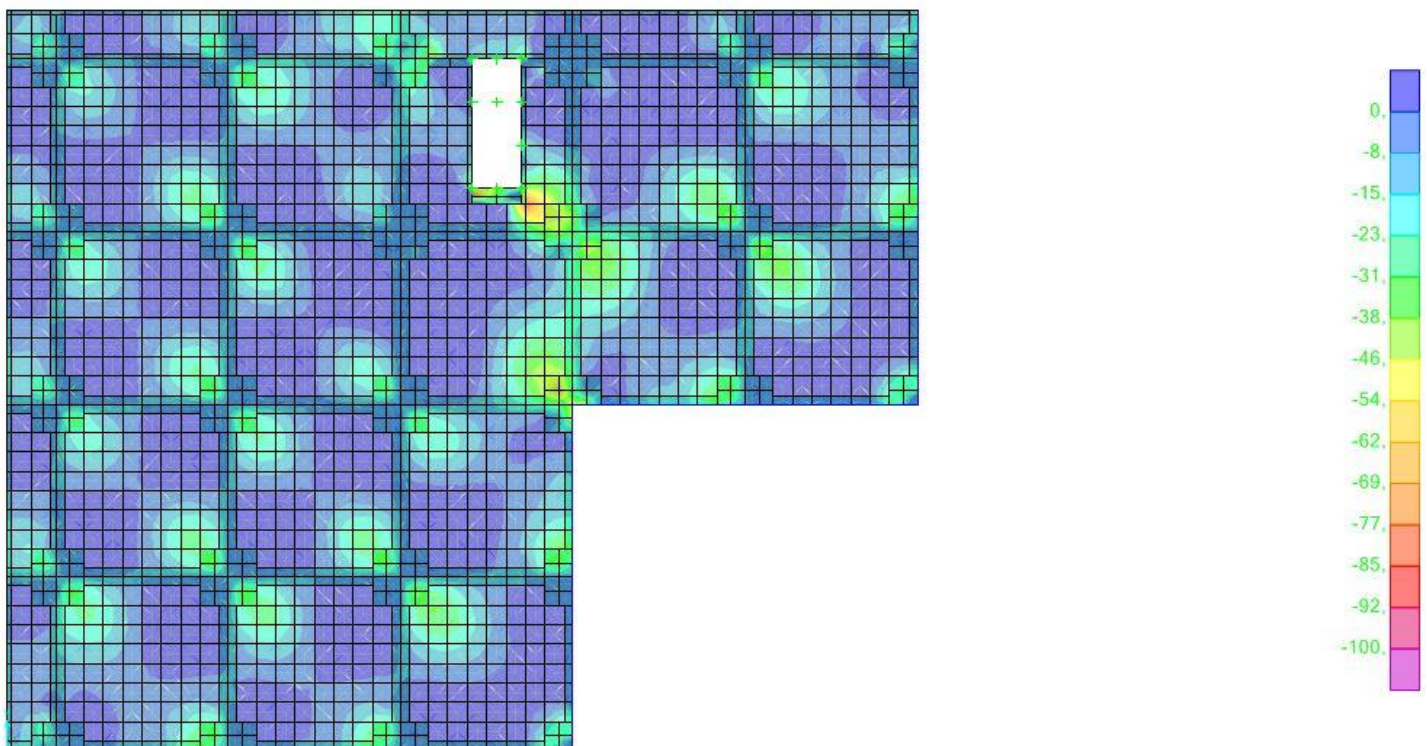


Fig. 34 - Envoltura Mínima de Momentos  $M_{12}$  - Piso 4 [kN.m]

## Cálculo

### 2.2.3. Piso 1 - Pórticos segundo a direcção X

#### a) Resumo dos Momentos de cálculo

Pórtico	Distribuição Por Faixas [kN.m]					
	Cálculo		Faixa Central		Faixa Lateral	
	Med <sup>+</sup>	Med <sup>-</sup>	55%_Med <sup>+</sup>	75%_Med <sup>-</sup>	45%_Med <sup>+</sup>	25%_Med <sup>-</sup>
1	133,08	120,15	73,19	90,12	59,88	30,04
2	141,27	231,53	77,70	173,65	63,57	57,88
3	129,23	203,98	71,08	152,98	58,15	50,99
4	134,07	209,92	73,74	157,44	60,33	52,48
5	221,33	189,90	121,73	142,43	99,60	47,48

#### b) Armaduras de cálculo

Pórtico	Faixa Central		Faixa Lateral	
	As +	As -	As +	As -
	[cm <sup>2</sup> /Nerv.]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /Nerv.]	[cm <sup>2</sup> /m]
1	5,39	7,45	4,40	2,43
2	5,74	14,52	4,66	4,73
3	5,23	12,73	4,28	4,19
4	5,44	13,12	4,43	4,31
5	9,02	11,82	7,38	3,91

## 2.2.4. Piso 1 - Pórticos segundo a direcção Y

### a) Resumo dos momentos de Cálculo

Pórtico	Distribuição de Momentos Por Faixas [kN.m]					
	Cálculo		Faixa Central		Faixa Lateral	
	Med <sup>+</sup>	Med <sup>-</sup>	55%_Med <sup>+</sup>	75%_Med <sup>-</sup>	45%_Med <sup>+</sup>	25%_Med <sup>-</sup>
1	131,00	189,45	72,05	142,09	58,95	47,36
2	134,05	209,17	73,73	156,88	60,32	52,29
3	185,42	241,47	101,98	181,11	83,44	60,37
4	185,42	201,01	101,98	150,76	83,44	50,25
5	144,13	231,58	79,27	173,69	64,86	57,90
6	132,56	124,98	72,91	93,73	59,65	31,24

### b) Armaduras de Cálculo

Pórtico	Faixa Central		Faixa Lateral	
	As +	As -	As +	As -
	[cm <sup>2</sup> /Nerv.]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /Nerv.]	[cm <sup>2</sup> /m]
1	9,02	11,82	7,38	3,91
2	5,30	11,79	4,34	3,91
3	5,43	13,07	4,43	4,29
4	7,54	15,17	6,19	4,93
5	7,54	12,54	6,19	4,13
6	5,87	14,52	4,76	4,74

## 2.2.5. Pisos 2, 3 e 4 - Pórticos segundo a direcção X

### a) Resumo dos momentos de Cálculo

Pórtico	Cálculo		Faixa Central		Faixa Lateral	
	Med <sup>+</sup>	Med <sup>-</sup>	55%_Med <sup>+</sup>	75%_Med <sup>-</sup>	45%_Med <sup>+</sup>	25%_Med <sup>-</sup>
1	137,62	126,62	75,69	94,96	61,93	31,65
2	153,68	212,08	84,52	159,06	69,16	53,02
3	136,96	183,12	75,33	137,34	61,63	45,78
4	162,19	215,79	89,20	161,84	72,98	53,95
5	365,94	187,25	201,27	140,44	164,67	46,81

### b) Armaduras de Cálculo

Pórtico	Faixa Central		Faixa Lateral	
	As + [cm <sup>2</sup> /Nerv.]	As - [cm <sup>2</sup> /m]	As + [cm <sup>2</sup> /Nerv.]	As - [cm <sup>2</sup> /m]
1	5,59	7,83	4,55	2,57
2	6,28	13,26	5,08	4,35
3	5,56	11,37	4,53	3,78
4	6,64	13,50	5,38	4,42
5	15,22	11,64	12,37	3,86

## 2.2.6. Piso 2, 3 e 4 - Pórticos segundo a direcção Y

a) Resumo dos momentos de Cálculo

Distribuição de Momentos Por Faixas						
Pórtico	Cálculo		Faixa Central		Faixa Lateral	
	Med <sup>+</sup>	Med <sup>-</sup>	55%_Med <sup>+</sup>	75%_Med <sup>-</sup>	45%_Med <sup>+</sup>	25%_Med <sup>-</sup>
1	157,60	188,77	86,68	141,58	70,92	47,19
2	159,10	200,21	87,50	150,16	71,59	50,05
3	265,66	252,45	146,11	189,34	119,55	63,11
4	265,66	194,80	146,11	146,10	119,55	48,70
5	155,06	215,61	85,28	161,70	69,78	53,90
6	136,00	93,49	74,80	70,12	61,20	23,37

b) Armaduras de Cálculo

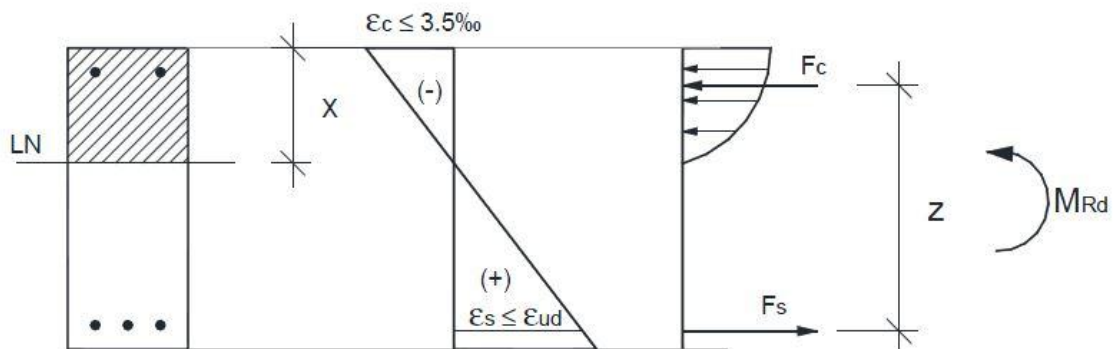
Pórtico	Faixa Central		Faixa Lateral	
	As + [cm <sup>2</sup> /Nerv.]	As - [cm <sup>2</sup> /m]	As + [cm <sup>2</sup> /Nerv.]	As - [cm <sup>2</sup> /m]
1	6,44	11,74	5,22	3,89
2	6,51	12,49	5,27	4,12
3	10,92	15,88	8,85	5,15
4	10,92	12,13	8,85	4,01
5	6,34	13,49	5,13	4,42
6	5,52	5,73	4,50	1,85

### 3. Vigas

O conceito estrutural idealizado para o Edifício, embora prevendo lajes na sua maioria fungiformes, prevê no entanto vigas de bordadura em todos os pisos, de forma a conferir á estrutura um melhor comportamento no que diz respeito às cargas horizontais.

Os esforços actuantes nas vigas foram calculados no SAP2000, como elementos tipo “frame” e introduzidos na folha de cálculo donde foram calculadas as armaduras necessárias e foram realizadas todas as verificações consideradas necessárias, no que diz respeito aos Estados Limite Últimos de Flexão e de Esforço Transverso.

Para o cálculo das armaduras foi utilizado o Método do “Diagrama Rectangular Simplificado”, pela sua praticidade e facilidade em trabalhar os esforços, conforme figura seguinte:



Em que o equilíbrio é satisfeito por:

- Equilíbrio Axial:  $F_s = F_c$ ;
- Equilíbrio de momentos:  $M_{rd} = F_s \times Z$ ;

### 3.1. Envolventes de Momentos Flectores

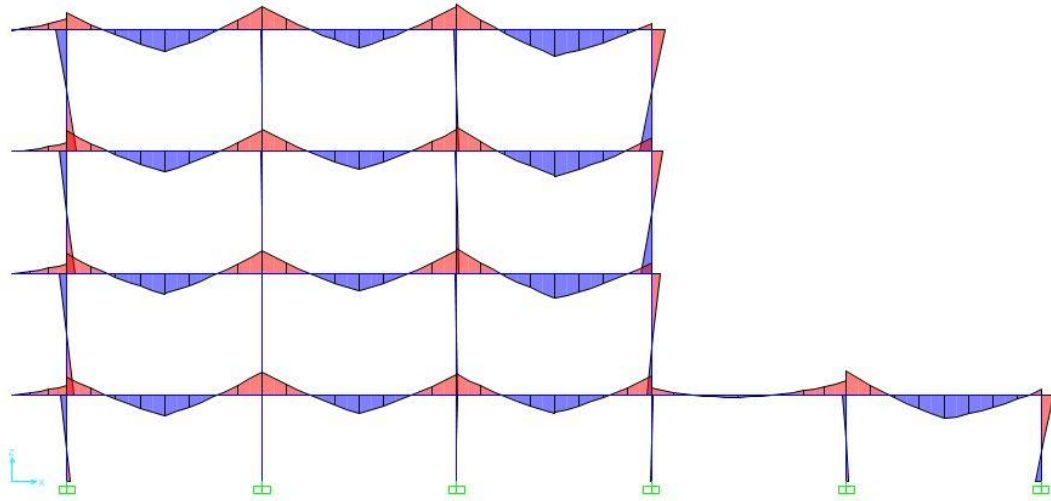


Fig. 35 – Vigas - Envolvente de Momentos Flectores – Alinhamento 5 [kN.m]

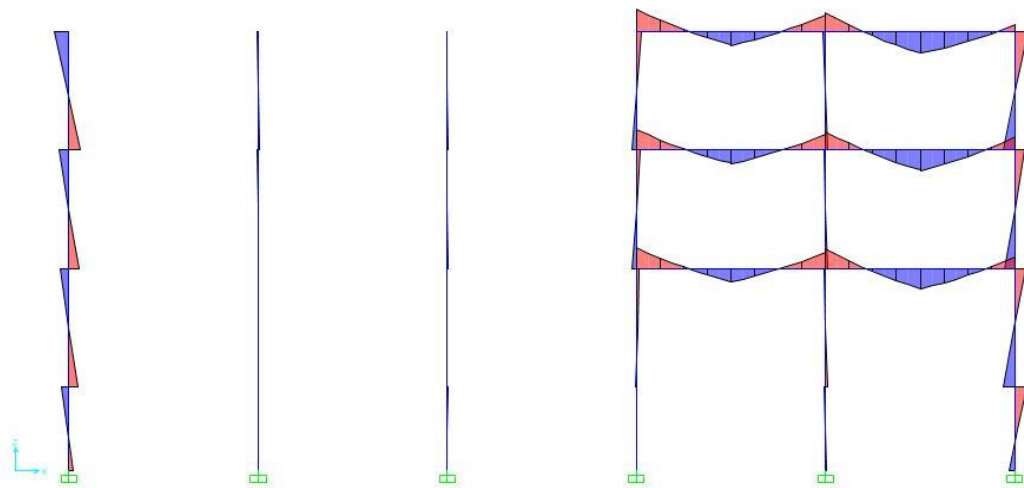
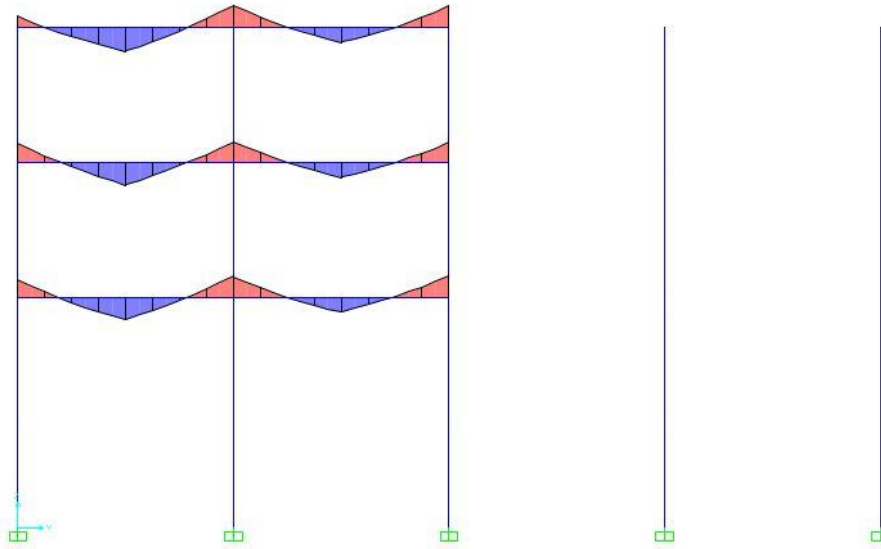
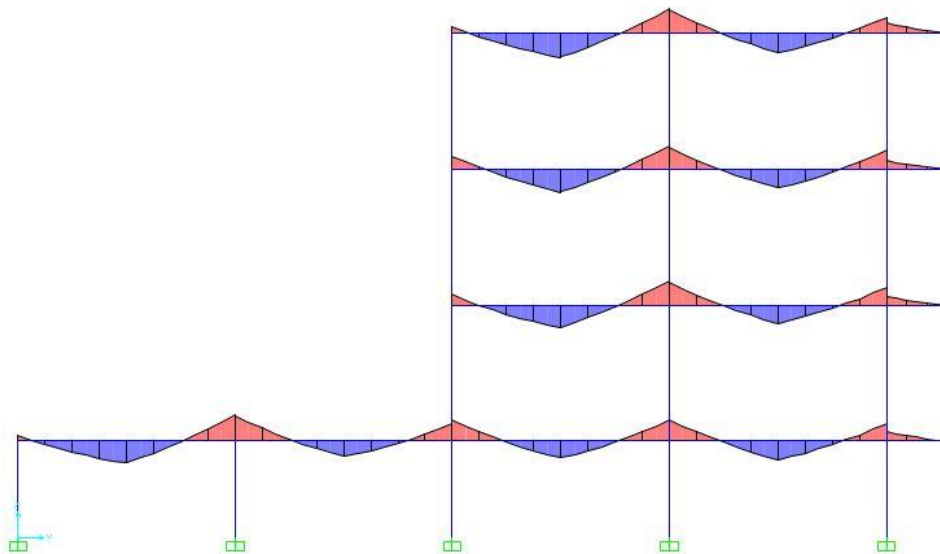


Fig. 36 - Vigas - Envolvente de Momentos Flectores – Alinhamento 7 [kN.m]



**Fig. 37 - Vigas - Envolvente de Momentos Flectores – Alinhamento D [kN.m]**



**Fig. 38 - Vigas - Envolvente de Momentos Flectores – Alinhamento F [kN.m]**

### 3.2. Envolventes de Esforços de Corte

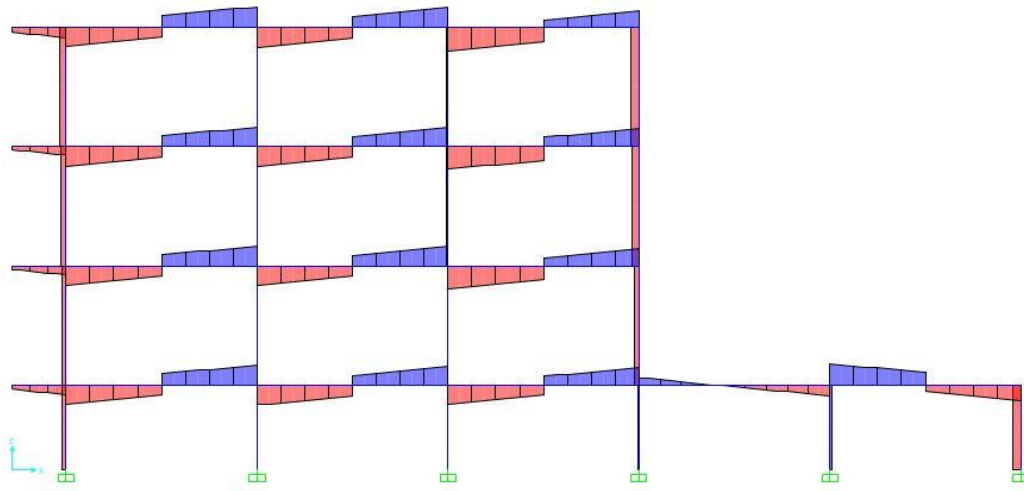


Fig. 39 - Vigas - Envolvente de Esforços de Corte – Alinhamento 5 [kN]

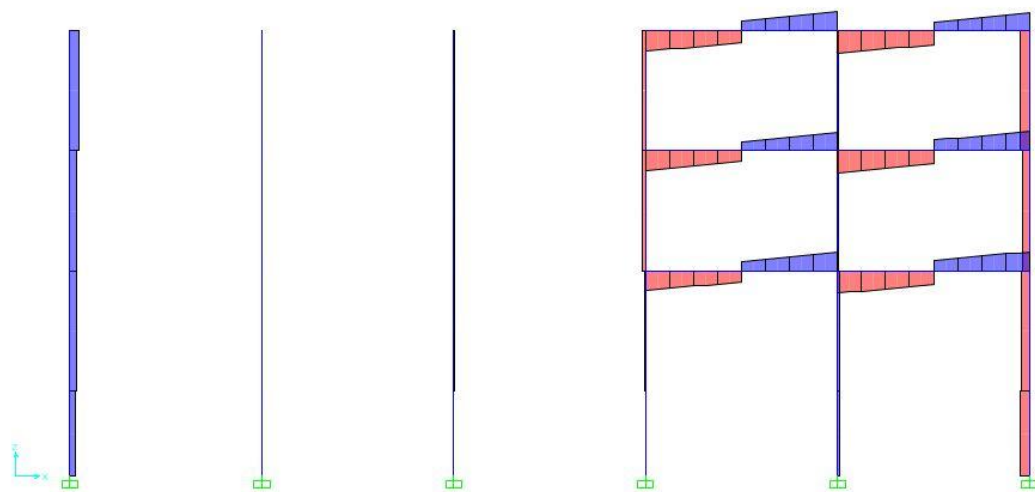
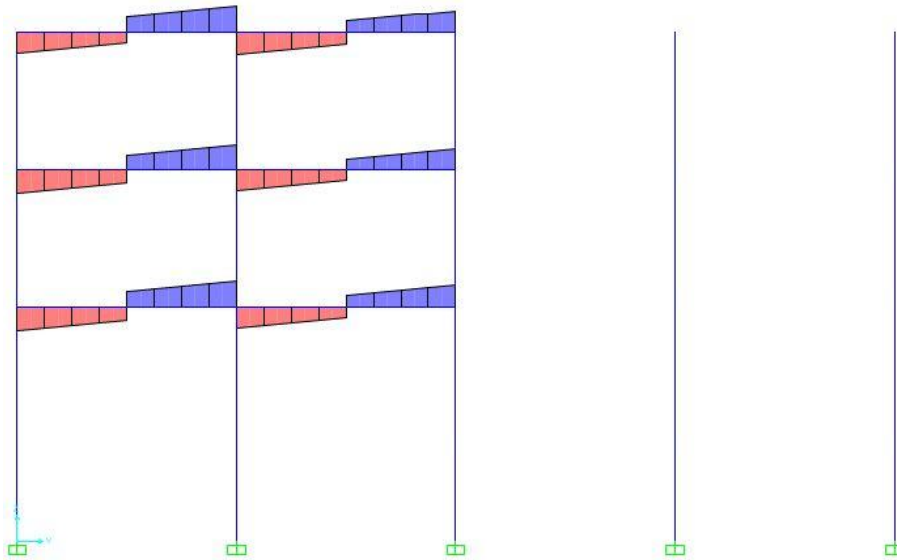
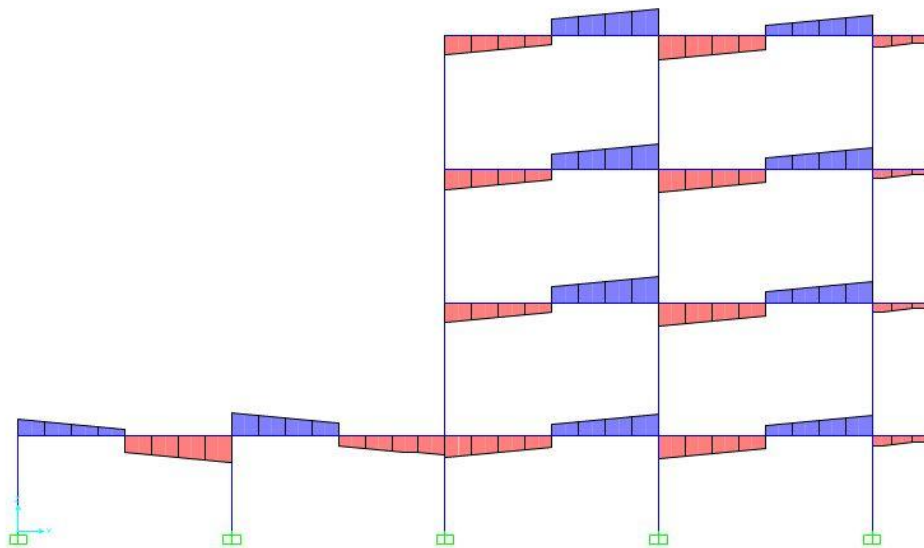


Fig. 40 - Vigas - Envolvente de Esforços de Corte – Alinhamento 7 [kN]



**Fig. 41 - Vigas - Envolvente de Esforços de Corte – Alinhamento D [kN]**



**Fig. 42 - Vigas - Envolvente e Esforços de Corte – Alinhamento F [kN]**

### 3.3. Cálculo

#### a) Propriedades - Vigas Corpo A.

(características geométricas e orgânicas)

Alinhamento	Posição	Designação	L [m]	C. Apoio	b [m]	h [m]	Msd+	d [m]	Ac[m2]
1	1	38	2,25	Consola	0,4	0,7	1,426	0,655	0,28
	2	39	2,25	Consola	0,4	0,7	0,8748	0,655	0,28
	3	45	2,25	Consola	0,4	0,7	0,1665	0,655	0,28
	4	52	2,25	Consola	0,4	0,7	3,4626	0,655	0,28
	5	104	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	139,6894	0,655	0,28
	6	105	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	123,1222	0,655	0,28
	7	106	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	124,18	0,655	0,28
	8	107	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	141,578	0,655	0,28
	9	108	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	120,1571	0,655	0,28
	10	109	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	170,3617	0,655	0,28
	11	118	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	162,2402	0,655	0,28
	12	119	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	13,5274	0,655	0,28
	13	120	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	140,7982	0,655	0,28
	14	121	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	123,4303	0,655	0,28
	15	122	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	170,5333	0,655	0,28
	16	129	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	149,423	0,655	0,28
	17	130	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	124,9516	0,655	0,28
	18	131	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	179,0217	0,655	0,28
2	1	112	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	113,2015	0,655	0,28
	2	113	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	171,3859	0,655	0,28
	3	125	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	114,823	0,655	0,28
	4	126	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	172,8121	0,655	0,28
	5	134	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	115,7747	0,655	0,28
	6	135	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	181,7023	0,655	0,28
E	1	110	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	170,2453	0,655	0,28
	2	111	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	109,94	0,655	0,28
	3	123	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	170,8383	0,655	0,28
	4	124	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	111,5217	0,655	0,28
	5	132	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	180,072	0,655	0,28
	6	133	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	110,9941	0,655	0,28
G	1	35	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	125,6131	0,655	0,28
	2	36	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	141,0822	0,655	0,28
	3	37	2,25	Consola	0,4	0,7	1,4495	0,655	0,28
	4	40	2,25	Consola	0,4	0,7	1,0028	0,655	0,28
	5	46	2,25	Consola	0,4	0,7	0,269	0,655	0,28
	6	53	2,25	Consola	0,4	0,7	3,4924	0,655	0,28
	7	114	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	170,1826	0,655	0,28
	8	115	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	137,5856	0,655	0,28
	9	116	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	114,6736	0,655	0,28
	10	117	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	162,895	0,655	0,28
	11	127	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	171,6182	0,655	0,28
	12	128	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	140,6202	0,655	0,28
	13	136	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	179,3668	0,655	0,28
	14	137	8	Bi-Encastrada	0,4	0,7	146,5363	0,655	0,28

b) Armaduras de flexão Inferiores – Dimensionamento.  
(características geométricas e orgânicas)

Alinhamento	Posição	Designação	x [m] - L.N.	z	Fc [KN]	As (cm2)	ecu2[‰]	eyd[‰]	es[‰]	Conclusão	As,calc	As[cm2]
1	1	38	0,000	0,65	2,18	0,06	3,50	1,74	5611,14	Verifica	0,06	1,13
	2	39	0,000	0,65	1,34	0,04	3,50	1,74	9149,73	Verifica	0,04	1,13
	3	45	0,000	0,65	0,25	0,01	3,50	1,74	48094,00	Verifica	0,01	1,13
	4	52	0,001	0,65	5,29	0,15	3,50	1,74	2307,95	Verifica	0,15	1,13
	5	104	0,041	0,64	218,75	6,29	3,50	1,74	52,39	Verifica	6,29	6,79
	6	105	0,036	0,64	192,20	5,53	3,50	1,74	60,11	Verifica	5,53	5,65
	7	106	0,036	0,64	193,89	5,57	3,50	1,74	59,56	Verifica	5,57	5,65
	8	107	0,042	0,64	221,78	6,38	3,50	1,74	51,63	Verifica	6,38	6,79
	9	108	0,035	0,64	187,47	5,39	3,50	1,74	61,72	Verifica	5,39	5,65
	10	109	0,050	0,63	268,34	7,71	3,50	1,74	42,06	Verifica	7,71	7,92
	11	118	0,048	0,64	255,15	7,34	3,50	1,74	44,42	Verifica	7,34	7,92
	12	119	0,004	0,65	20,70	0,60	3,50	1,74	587,11	Verifica	0,60	1,13
	13	120	0,041	0,64	220,53	6,34	3,50	1,74	51,94	Verifica	6,34	6,79
	14	121	0,036	0,64	192,69	5,54	3,50	1,74	59,95	Verifica	5,54	5,65
	15	122	0,050	0,63	268,62	7,72	3,50	1,74	42,02	Verifica	7,72	7,92
	16	129	0,044	0,64	234,42	6,74	3,50	1,74	48,66	Verifica	6,74	6,79
	17	130	0,037	0,64	195,13	5,61	3,50	1,74	59,16	Verifica	5,61	5,65
	18	131	0,053	0,63	282,45	8,12	3,50	1,74	39,79	Verifica	8,12	9,05
2	1	112	0,033	0,64	176,39	5,07	3,50	1,74	65,82	Verifica	5,07	5,65
	2	113	0,051	0,63	270,01	7,76	3,50	1,74	41,78	Verifica	7,76	7,92
	3	125	0,034	0,64	178,97	5,15	3,50	1,74	64,82	Verifica	5,15	5,65
	4	126	0,051	0,63	272,33	7,83	3,50	1,74	41,40	Verifica	7,83	7,92
	5	134	0,034	0,64	180,49	5,19	3,50	1,74	64,24	Verifica	5,19	5,65
	6	135	0,054	0,63	286,83	8,25	3,50	1,74	39,13	Verifica	8,25	9,05
E	1	110	0,050	0,63	268,15	7,71	3,50	1,74	42,10	Verifica	7,71	7,92
	2	111	0,032	0,64	171,20	4,92	3,50	1,74	67,92	Verifica	4,92	5,65
	3	123	0,050	0,63	269,11	7,74	3,50	1,74	41,93	Verifica	7,74	7,92
	4	124	0,033	0,64	173,72	4,99	3,50	1,74	66,88	Verifica	4,99	5,65
	5	132	0,053	0,63	284,17	8,17	3,50	1,74	39,53	Verifica	8,17	9,05
	6	133	0,032	0,64	172,88	4,97	3,50	1,74	67,22	Verifica	4,97	5,65
G	1	35	0,037	0,64	196,18	5,64	3,50	1,74	58,82	Verifica	5,64	5,65
	2	36	0,041	0,64	220,98	6,35	3,50	1,74	51,83	Verifica	6,35	6,79
	3	37	0,000	0,65	2,21	0,06	3,50	1,74	5520,09	Verifica	0,06	1,13
	4	40	0,000	0,65	1,53	0,04	3,50	1,74	7981,21	Verifica	0,04	1,13
	5	46	0,000	0,65	0,41	0,01	3,50	1,74	29766,35	Verifica	0,01	1,13
	6	53	0,001	0,65	5,34	0,15	3,50	1,74	2288,21	Verifica	0,15	1,13
	7	114	0,050	0,63	268,05	7,71	3,50	1,74	42,11	Verifica	7,71	7,92
	8	115	0,040	0,64	215,37	6,19	3,50	1,74	53,27	Verifica	6,19	6,79
	9	116	0,034	0,64	178,73	5,14	3,50	1,74	64,91	Verifica	5,14	5,65
	10	117	0,048	0,64	256,21	7,37	3,50	1,74	44,22	Verifica	7,37	7,92
	11	127	0,051	0,63	270,38	7,77	3,50	1,74	41,72	Verifica	7,77	7,92
	12	128	0,041	0,64	220,24	6,33	3,50	1,74	52,01	Verifica	6,33	6,79
	13	136	0,053	0,63	283,01	8,14	3,50	1,74	39,70	Verifica	8,14	9,05
	14	137	0,043	0,64	229,76	6,61	3,50	1,74	49,71	Verifica	6,61	6,79

c) Armaduras de Flexão Superiores – Dimensionamento.  
(características geométricas e orgânicas)

Alinhamento	Posição	Designação	x[m] - L.N.	z	Fc [KN]	As (cm2)	εcu2[%]	εyd[%]	εs[%]	Conclusão	As,calc	As[cm2]
1	1	38	0,020	0,65	104,15	2,99	3,50	1,74	113,89	Verifica	2,99	3,39
	2	39	0,019	0,65	98,91	2,84	3,50	1,74	120,11	Verifica	2,84	3,39
	3	45	0,017	0,65	92,82	2,67	3,50	1,74	128,23	Verifica	2,67	3,39
	4	52	0,022	0,65	118,42	3,40	3,50	1,74	99,75	Verifica	3,40	4,52
	5	104	0,047	0,64	252,27	7,25	3,50	1,74	44,97	Verifica	7,25	7,92
	6	105	0,047	0,64	249,08	7,16	3,50	1,74	45,59	Verifica	7,16	7,92
	7	106	0,043	0,64	229,41	6,60	3,50	1,74	49,80	Verifica	6,60	6,79
	8	107	0,045	0,64	239,01	6,87	3,50	1,74	47,66	Verifica	6,87	7,92
	9	108	0,046	0,64	246,46	7,09	3,50	1,74	46,11	Verifica	7,09	7,92
	10	109	0,052	0,63	278,18	8,00	3,50	1,74	40,45	Verifica	8,00	9,05
	11	118	0,051	0,63	273,98	7,88	3,50	1,74	41,13	Verifica	7,88	7,92
	12	119	0,029	0,64	153,97	4,43	3,50	1,74	75,91	Verifica	4,43	4,52
	13	120	0,044	0,64	232,72	6,69	3,50	1,74	49,04	Verifica	6,69	6,79
	14	121	0,046	0,64	245,28	7,05	3,50	1,74	46,35	Verifica	7,05	7,92
	15	122	0,050	0,64	266,63	7,67	3,50	1,74	42,36	Verifica	7,67	7,92
	16	129	0,046	0,64	246,17	7,08	3,50	1,74	46,17	Verifica	7,08	7,92
	17	130	0,048	0,64	254,18	7,31	3,50	1,74	44,60	Verifica	7,31	7,92
	18	131	0,051	0,63	273,98	7,88	3,50	1,74	41,13	Verifica	7,88	7,92
3	1	112	0,051	0,63	270,50	7,78	3,50	1,74	41,70	Verifica	7,78	7,92
	2	113	0,050	0,64	264,91	7,62	3,50	1,74	42,65	Verifica	7,62	7,92
	3	125	0,050	0,64	265,00	7,62	3,50	1,74	42,64	Verifica	7,62	7,92
	4	126	0,048	0,64	257,67	7,41	3,50	1,74	43,95	Verifica	7,41	7,92
	5	134	0,054	0,63	289,53	8,32	3,50	1,74	38,73	Verifica	8,32	9,05
	6	135	0,050	0,64	265,51	7,63	3,50	1,74	42,55	Verifica	7,63	7,92
E	1	110	0,047	0,64	248,59	7,15	3,50	1,74	45,68	Verifica	7,15	7,92
	2	111	0,049	0,64	259,68	7,47	3,50	1,74	43,58	Verifica	7,47	7,92
	3	123	0,045	0,64	237,51	6,83	3,50	1,74	47,98	Verifica	6,83	7,92
	4	124	0,047	0,64	249,67	7,18	3,50	1,74	45,47	Verifica	7,18	7,92
	5	132	0,047	0,64	250,01	7,19	3,50	1,74	45,41	Verifica	7,19	7,92
	6	133	0,052	0,63	277,98	7,99	3,50	1,74	40,48	Verifica	7,99	9,05
G	1	35	0,046	0,64	246,24	7,08	3,50	1,74	46,15	Verifica	7,08	7,92
	2	36	0,046	0,64	245,98	7,07	3,50	1,74	46,21	Verifica	7,07	7,92
	3	37	0,020	0,65	105,07	3,02	3,50	1,74	112,87	Verifica	3,02	3,39
	4	40	0,019	0,65	101,69	2,92	3,50	1,74	116,73	Verifica	2,92	3,39
	5	46	0,018	0,65	96,01	2,76	3,50	1,74	123,84	Verifica	2,76	3,39
	6	53	0,023	0,65	121,17	3,48	3,50	1,74	97,41	Verifica	3,48	4,52
	7	114	0,052	0,63	275,07	7,91	3,50	1,74	40,95	Verifica	7,91	7,92
	8	115	0,048	0,64	256,09	7,36	3,50	1,74	44,24	Verifica	7,36	7,92
	9	116	0,054	0,63	290,37	8,35	3,50	1,74	38,61	Verifica	8,35	9,05
	10	117	0,057	0,63	302,17	8,69	3,50	1,74	36,96	Verifica	8,69	9,05
	11	127	0,048	0,64	258,65	7,44	3,50	1,74	43,77	Verifica	7,44	7,92
	12	128	0,045	0,64	237,50	6,83	3,50	1,74	47,98	Verifica	6,83	7,92
	13	136	0,051	0,63	274,22	7,88	3,50	1,74	41,09	Verifica	7,88	7,92
	14	137	0,049	0,64	261,75	7,53	3,50	1,74	43,21	Verifica	7,53	7,92

d) Armaduras Esforço Transverso – Dimensionamento.

Alinhamento	Posição	Designação	Vsd (apoio)	Asl	d	Crđ,c	K	$\rho_1$	Vrd,c (1) [KN]	$v_{min}$	Vrd,c (2) [KN]	Vrd,c [KN]	Verificação
1	1	38	42,40	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	2	39	40,67	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	3	45	38,62	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	4	52	47,35	4,52	655	0,12	1,552579	0,002	79,48	0,339	88,70	88,70	Verifica
	5	104	95,64	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	6	105	91,40	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	7	106	88,62	6,79	655	0,12	1,552579	0,003	90,98	0,339	88,70	90,98	Verifica
	8	107	93,95	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	9	108	90,16	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	10	109	107,04	9,05	655	0,12	1,552579	0,003	100,14	0,339	88,70	100,14	Não Verifica
	11	118	101,52	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	12	119	48,66	4,52	655	0,12	1,552579	0,002	79,48	0,339	88,70	88,70	Verifica
	13	120	92,67	6,79	655	0,12	1,552579	0,003	90,98	0,339	88,70	90,98	Não Verifica
	14	121	90,89	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	15	122	104,97	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	16	129	97,23	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	17	130	92,59	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	18	131	109,19	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
3	1	112	90,836	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	2	113	104,876	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	3	125	90,398	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	4	126	103,898	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	5	134	94,203	9,05	655	0,12	1,552579	0,003	100,14	0,339	88,70	100,14	Verifica
	6	135	108,36	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
E	1	110	101,471	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	2	111	88,172	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	3	123	99,57	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	4	124	87,001	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	5	132	104,99	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	6	133	91,094	9,05	655	0,12	1,552579	0,003	100,14	0,339	88,70	100,14	Verifica
G	1	35	91,582	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	2	36	95,063	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	3	37	42,671	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	4	40	41,514	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	5	46	39,572	3,39	655	0,12	1,552579	0,001	72,21	0,339	88,70	88,70	Verifica
	6	53	48,145	4,52	655	0,12	1,552579	0,002	79,48	0,339	88,70	88,70	Verifica
	7	114	106,282	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	8	115	95,673	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	9	116	95,63	9,05	655	0,12	1,552579	0,003	100,14	0,339	88,70	100,14	Verifica
	10	117	109,177	9,05	655	0,12	1,552579	0,003	100,14	0,339	88,70	100,14	Não Verifica
	11	127	103,707	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	12	128	93,451	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Verifica
	13	136	109,134	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica
	14	137	99,046	7,92	655	0,12	1,552579	0,003	95,78	0,339	88,70	95,78	Não Verifica

e) Armaduras Esforço Transverso – Dimensionamento\*

Alinhamento	Posição	Designação	Verificação	z	v <sub>1</sub>	Vrd,max [kN]	Vsd [kN]	Vrd,s	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]	Asw/s(min) [cm <sup>2</sup> /m]	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]
1	1	38	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	2	39	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	3	45	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	4	52	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	5	104	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	6	105	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	7	106	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	8	107	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	9	108	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	10	109	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	107,04	107,04	5,22	4,00	5,22
	11	118	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	101,52	101,52	4,95	4,00	4,95
	12	119	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	13	120	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	92,67	92,67	4,52	4,00	4,52
	14	121	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	15	122	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	104,97	104,97	5,12	4,00	5,12
	16	129	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	97,23	97,23	4,74	4,00	4,74
	17	130	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	18	131	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	109,19	109,19	5,33	4,00	5,33
3	1	112	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	2	113	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	104,88	104,88	5,11	4,00	5,11
	3	125	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	4	126	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	103,90	103,90	5,07	4,00	5,07
	5	134	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	6	135	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	108,36	108,36	5,28	4,00	5,28
E	1	110	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	101,47	101,47	4,95	4,00	4,95
	2	111	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	3	123	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	99,57	99,57	4,86	4,00	4,86
	4	124	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	5	132	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	104,99	104,99	5,12	4,00	5,12
	6	133	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
G	1	35	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	2	36	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	3	37	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	4	40	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	5	46	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	6	53	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	7	114	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	106,28	106,28	5,18	4,00	5,18
	8	115	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	9	116	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	10	117	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	109,18	109,18	5,32	4,00	5,32
	11	127	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	103,71	103,71	5,06	4,00	5,06
	12	128	Verifica	0,00	0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
	13	136	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	109,13	109,13	5,32	4,00	5,32
	14	137	Não Verifica	0,59	0,54	1061,1	99,05	99,05	4,83	4,00	4,83

\*( $\alpha=90^\circ$  e  $\theta = 45^\circ$ )

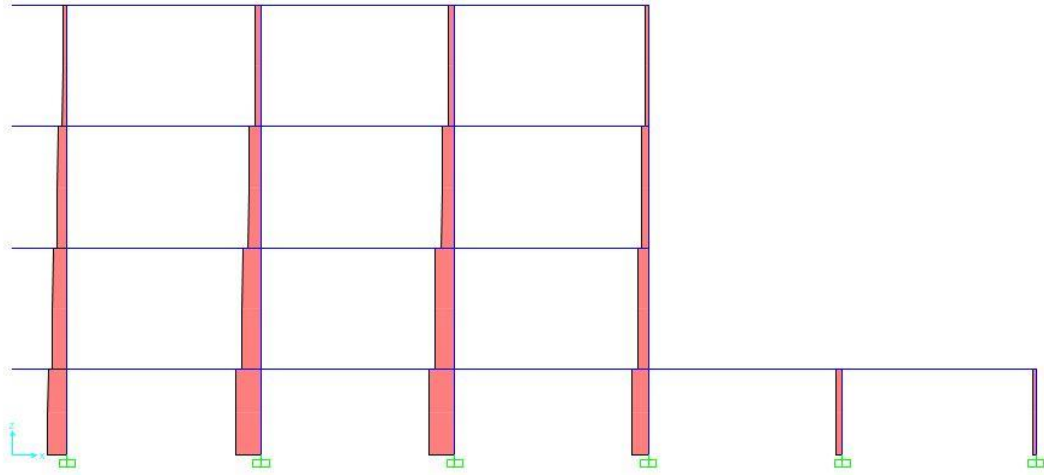
#### **4. Pilares**

Os esforços actuantes nos pilares para as combinações actuantes mais desfavoráveis, foram retirados do programa de cálculo, tendo o seu dimensionamento orgânico sido realizado à flexão composta desviada.

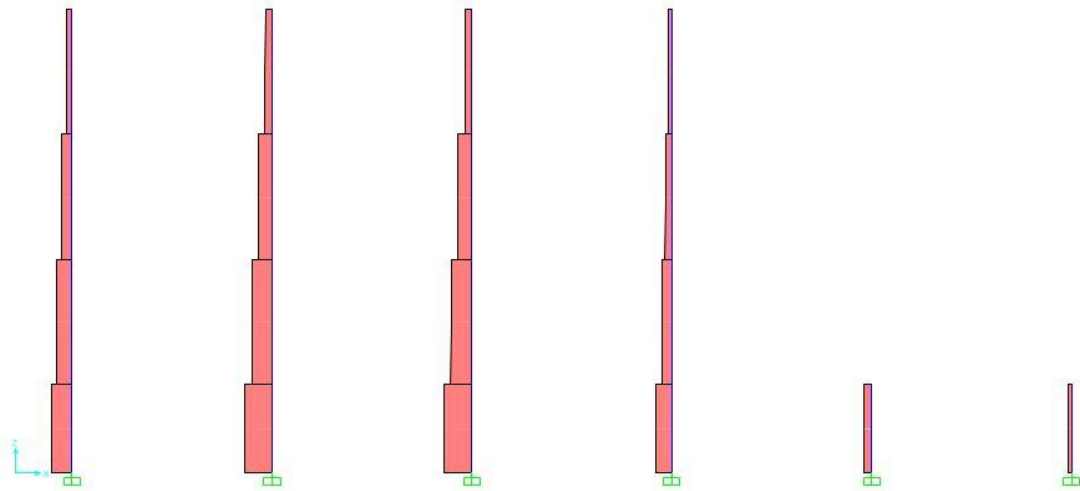
Recorreu-se às fórmulas simplificadas de Jiminez Montoya, bem como ao manual do L.N.E.C., que consistem no dimensionamento à flexão composta desviada com base em tabelas de cálculo realizadas a partir do Excel. Procedeu-se à optimização dentro de critérios de segurança a todas as secções dos pilares.

Os Efeitos de 2ª Ordem foram tidos em conta, sendo calculados através do Método da Curvatura Nominal, preconizado pelo EC2.

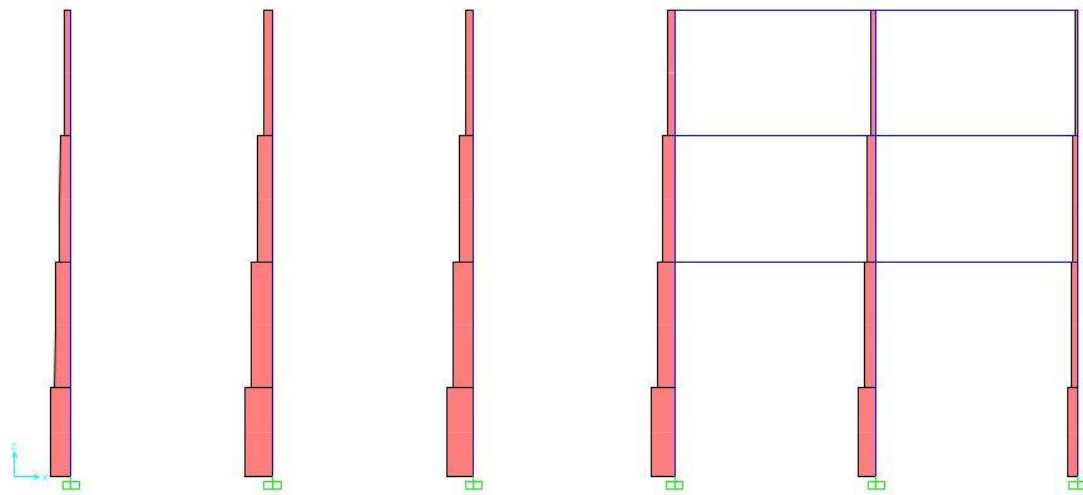
## 4.1. Envolventes de Esforço Normal



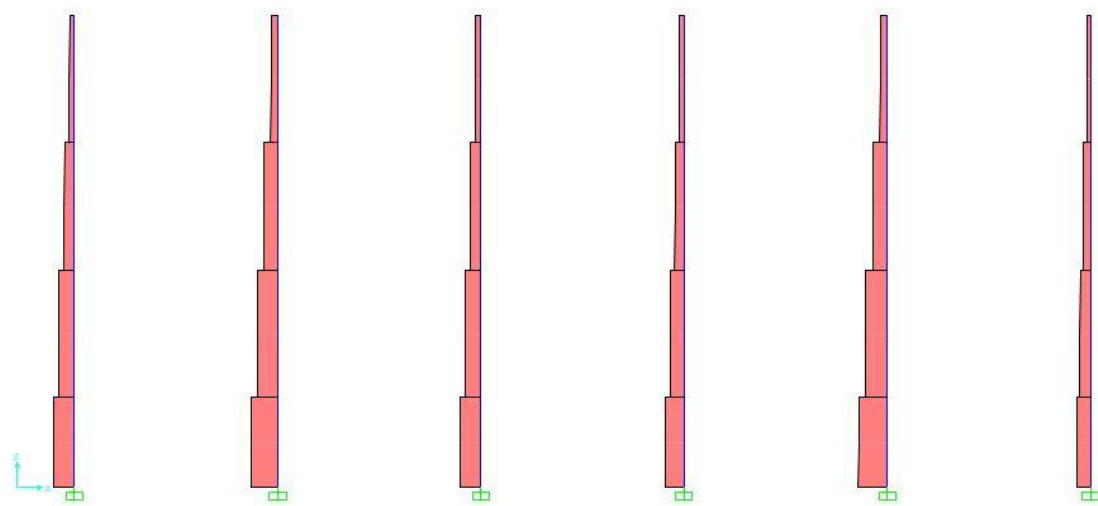
**Fig. 43 – Pilares – Envolvente de Esforço Normal - Alinhamento 5 [kN]**



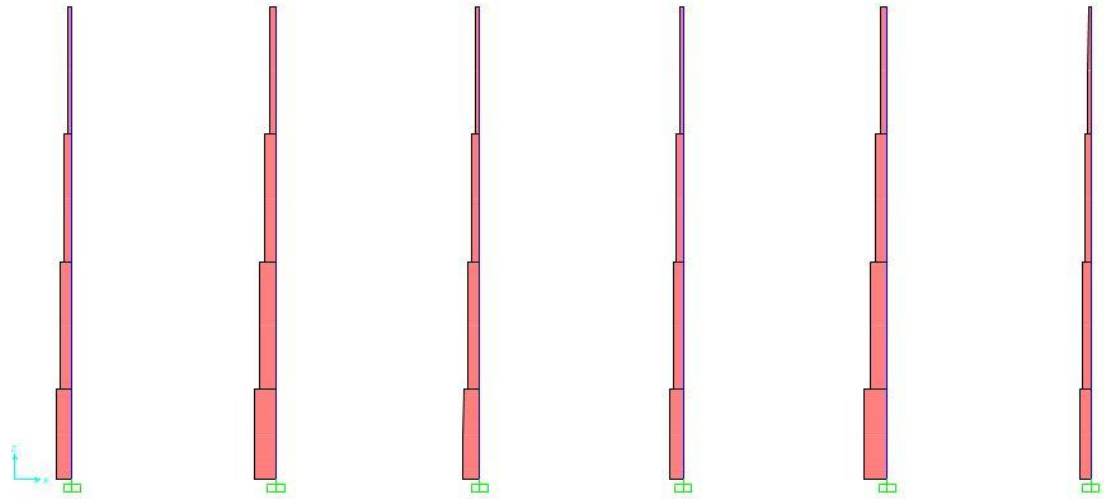
**Fig. 44 - Fig. 45 – Pilares – Envolvente de Esforço Normal - Alinhamento 6 [kN]**



**Fig. 46 - Fig. 47 – Pilares – Envolvente de Esforço Normal - Alinhamento 7 [kN]**



**Fig. 48 - Fig. 49 – Pilares – Envolvente de Esforço Normal - Alinhamento 8 [kN]**



**Fig. 50 - Fig. 51 – Pilares – Envolvente de Esforço Normal - Alinhamento 9 [kN]**

## 4.2. Cálculo Orgânico dos Pilares

### a) Armaduras Piso 1

									Resumo de Armaduras Bloco A				
Piso	Designação	Secção	b (m)	h (m)	L (m)	Ned [kN]	M0edx (M2) [kN.m]	M0edy (M3) [kN.m]	wtot	As,tot	As,min	As,max	As Cm2
1	8	P1	0,55	0,55	3,55	4184,905	21,2412	66,9179	0,051	7,41	12,03	242,00	12,03
1	26	P1	0,55	0,55	3,55	5420,495	20,274	3,7635	0,348	50,40	15,58	242,00	50,40
1	30	P2	0,55	0,4	3,55	669,458	179,5258	23,2078	0,157	16,51	4,40	176,00	16,51
1	32	P1	0,55	0,55	3,55	5528,115	20,5181	2,2267	0,386	55,88	15,89	242,00	55,88
1	43	P1	0,55	0,55	3,55	4149,166	1,9387	66,7635	0,031	4,49	11,93	242,00	11,93
1	51	P1	0,55	0,55	3,55	5421,682	2,6026	4,0809	0,333	48,30	15,59	242,00	48,30
1	54	P4	0,45	0,45	3,55	311,506	85,3737	85,9973	0,136	13,22	4,05	162,00	13,22
1	55	P1	0,55	0,55	3,55	1484,877	19,4624	21,6304	0,174	25,20	6,05	242,00	25,20
1	56	P3	0,4	0,55	3,55	673,465	9,9433	175,9497	0,137	14,46	4,40	176,00	14,46
1	57	P3	0,4	0,55	3,55	2000,181	80,5395	44,1242	0,068	7,17	5,75	176,00	7,17
1	62	P3	0,4	0,55	3,55	2589,521	91,9805	2,2155	0,024	2,56	7,44	176,00	7,44
1	67	P3	0,4	0,55	3,55	2650,797	89,6289	1,7343	0,014	1,47	7,62	176,00	7,62
1	76	P2	0,55	0,4	3,55	1707,961	123,4187	13,6658	0,023	2,47	4,91	176,00	4,91
1	93	P4	0,45	0,45	3,55	1885,178	5,3745	98,4022	0,060	5,81	5,42	162,00	5,81
1	98	P2	0,55	0,4	3,55	2724,588	7,1763	91,0052	0,012	1,31	7,83	176,00	7,83
1	103	P2	0,55	0,4	3,55	2097,231	44,2721	79,9101	0,070	7,37	6,03	176,00	7,37
1	142	P1	0,55	0,55	3,55	5383,823	2,0865	2,7509	0,319	46,19	15,48	242,00	46,19
1	147	P1	0,55	0,55	3,55	4002,817	6,3465	67,2544	0,003	0,41	11,51	242,00	11,51
1	152	P1	0,55	0,55	3,55	5276,616	5,3233	2,533	0,285	41,27	15,17	242,00	41,27
1	157	P1	0,55	0,55	3,55	4137,424	20,1748	42,7292	0,017	2,44	11,90	242,00	11,90
1	162	P1	0,55	0,55	3,55	3746,451	36,7366	52,4611	0,040	5,85	10,77	242,00	10,77
1	167	P1	0,55	0,55	3,55	5690,438	6,4917	19,4158	0,446	64,71	16,36	242,00	64,71
1	172	P1	0,55	0,55	3,55	3200,916	57,7531	58,8083	0,102	14,84	9,20	242,00	14,84
1	177	P1	0,55	0,55	3,55	4271,746	63,1504	1,2582	0,057	8,22	12,28	242,00	12,28
1	182	P1	0,55	0,55	3,55	3226,473	34,2603	45,3345	0,127	18,47	9,28	242,00	18,47
1	187	P1	0,55	0,55	3,55	2720,168	12,0695	59,0336	0,166	24,06	7,82	242,00	24,06
1	192	P1	0,55	0,55	3,55	4486,221	62,1821	16,7425	0,112	16,27	12,90	242,00	16,27
1	193	P2	0,55	0,4	3,55	3254,99	16,6762	1,6776	0,079	8,31	9,36	176,00	9,36
1	196	P1	0,55	0,55	3,55	4620,702	2,0444	2,6155	0,086	12,45	13,28	242,00	13,28
1	198	P3	0,4	0,55	3,55	3666,001	4,0635	17,5021	0,248	26,19	10,54	176,00	26,19

### b) Armaduras Piso 2

									Resumo de Armaduras Bloco A				
Piso	Designação	Secção	b (m)	h (m)	L (m)	Ned [kN]	M0edx (M2) [kN.m]	M0edy (M3) [kN.m]	wtot	As,tot	As,min	As,max	As Cm2
2	4	P1	0,55	0,55	5	3154,379	21,2236	77,7664	0,114	16,59	9,07	242,00	16,59
2	20	P1	0,55	0,55	5	4062,918	19,5485	1,7805	0,032	4,61	11,68	242,00	11,68
2	31	P1	0,55	0,55	5	4214,051	19,6571	12,6866	0,008	1,23	12,12	242,00	12,12
2	42	P1	0,55	0,55	5	3213,687	1,7269	78,451	0,120	17,34	9,24	242,00	17,34
2	50	P1	0,55	0,55	5	4173,912	2,5129	1,8392	0,023	3,33	12,00	242,00	12,00
2	58	P3	0,4	0,55	5	1512,304	89,2677	52,3368	0,053	5,55	4,40	176,00	5,55
2	63	P3	0,4	0,55	5	1949,048	101,6211	0,966	0,104	11,01	5,60	176,00	11,01
2	68	P3	0,4	0,55	5	2033,314	101,7401	10,7967	0,090	9,53	5,85	176,00	9,53
2	75	P2	0,55	0,4	5	1086,679	123,5351	57,8586	0,048	5,04	4,40	176,00	5,04
2	92	P4	0,45	0,45	5	1278,08	58,9954	97,8993	0,003	0,25	4,05	162,00	4,05
2	97	P2	0,55	0,4	5	2087,602	6,6115	102,8158	0,088	9,31	6,00	176,00	9,31
2	102	P2	0,55	0,4	5	1610,119	48,0021	88,8672	0,059	6,26	4,63	176,00	6,26
2	141	P1	0,55	0,55	5	4175,067	3,0428	3,8867	0,021	3,01	12,00	242,00	12,00
2	146	P1	0,55	0,55	5	3020,079	5,6815	78,6963	0,138	20,00	8,68	242,00	20,00
2	151	P1	0,55	0,55	5	3961,807	4,2703	0,3896	0,068	9,89	11,39	242,00	11,39
2	156	P1	0,55	0,55	5	3072,543	33,2457	59,7078	0,132	19,18	8,83	242,00	19,18
2	161	P1	0,55	0,55	5	2780,395	62,8062	79,0424	0,121	17,47	7,99	242,00	17,47
2	166	P1	0,55	0,55	5	4318,162	11,186	21,6829	0,033	4,73	12,41	242,00	12,41
2	171	P1	0,55	0,55	5	2458,807	65,0582	68,8675	0,132	19,14	7,07	242,00	19,14
2	176	P1	0,55	0,55	5	3271,687	70,3279	1,9932	0,120	17,36	9,41	242,00	17,36
2	181	P1	0,55	0,55	5	2439,647	35,6455	64,7737	0,157	22,79	7,01	242,00	22,79
2	186	P1	0,55	0,55	5	2024,918	10,4465	86,4493	0,148	21,42	6,05	242,00	21,42
2	191	P1	0,55	0,55	5	3428,958	66,8509	18,948	0,090	13,11	9,86	242,00	13,11
2	194	P2	0,55	0,4	5	1984,152	14,0169	71,9625	0,120	12,66	5,70	176,00	12,66
2	195	P1	0,55	0,55	5	3398,888	32,5782	24,575	0,123	17,87	9,77	242,00	17,87
2	197	P3	0,4	0,55	5	2401,601	71,6863	18,3058	0,068	7,16	6,90	176,00	7,16

### c) Armaduras Piso 3

									Resumo de Armaduras Bloco A				
Piso	Designação	Secção	b (m)	h (m)	L (m)	Ned [kN]	M0edx (M2) [kN.m]	M0edy (M3) [kN.m]	wtot	As,tot	As,min	As,max	As Cm2
3	3	P1	0,55	0,55	5	2105,859	15,6293	80,5118	0,149	21,66	6,05	242,00	21,66
3	14	P1	0,55	0,55	5	2712,589	12,4827	4,5799	0,213	30,89	7,80	242,00	30,89
3	29	P1	0,55	0,55	5	2807,547	12,1342	18,4576	0,209	30,26	8,07	242,00	30,26
3	41	P1	0,55	0,55	5	2253,74	0,6759	81,8717	0,159	23,03	6,48	242,00	23,03
3	49	P1	0,55	0,55	5	2917,35	1,4818	4,503	0,220	31,88	8,39	242,00	31,88
3	59	P3	0,4	0,55	5	1005,937	89,9833	55,8055	0,018	1,94	4,40	176,00	4,40
3	64	P3	0,4	0,55	5	1299,998	102,4597	4,2191	0,099	10,46	4,40	176,00	10,46
3	69	P3	0,4	0,55	5	1352,969	103,5229	15,6796	0,084	8,87	4,40	176,00	8,87
3	74	P2	0,55	0,4	5	723,121	104,1228	77,1818	0,075	7,87	4,40	176,00	7,87
3	78	P2	0,55	0,4	5	1329,942	3,0165	101,995	0,103	10,83	4,40	176,00	10,83
3	83	P1	0,55	0,55	5	2396,952	45,3599	33,358	0,177	25,70	6,89	242,00	25,70
3	87	P3	0,4	0,55	5	1745,588	100,5278	14,066	0,100	10,52	5,02	176,00	10,52
3	91	P4	0,45	0,45	5	923,215	82,8404	85,5001	0,044	4,29	4,05	162,00	4,29
3	96	P2	0,55	0,4	5	1391,916	12,0383	103,8382	0,090	9,51	4,40	176,00	9,51
3	101	P2	0,55	0,4	5	1108,838	50,0785	89,3621	0,037	3,88	4,40	176,00	4,40
3	140	P1	0,55	0,55	5	2908,634	7,3087	6,9854	0,214	31,08	8,36	242,00	31,08
3	145	P1	0,55	0,55	5	2016,838	2,2075	82,0397	0,157	22,82	6,05	242,00	22,82
3	150	P1	0,55	0,55	5	2643,761	1,1312	3,9494	0,227	32,92	7,60	242,00	32,92
3	155	P1	0,55	0,55	5	2032,304	42,697	70,4702	0,137	19,87	6,05	242,00	19,87
3	160	P1	0,55	0,55	5	1822,491	76,6451	97,8237	0,085	12,28	6,05	242,00	12,28
3	165	P1	0,55	0,55	5	2873,234	18,1058	20,4098	0,198	28,66	8,26	242,00	28,66
3	170	P1	0,55	0,55	5	1694,366	64,6319	71,8602	0,110	15,98	6,05	242,00	15,98
3	175	P1	0,55	0,55	5	2252,495	69,6157	5,9376	0,165	23,93	6,48	242,00	23,93
3	180	P1	0,55	0,55	5	1671,935	31,1663	76,1777	0,131	18,92	6,05	242,00	18,92
3	185	P1	0,55	0,55	5	1381,162	4,0661	105,9616	0,108	15,70	6,05	242,00	15,70
3	190	P1	0,55	0,55	5	2362,249	65,4638	18,1254	0,171	24,81	6,79	242,00	24,81

### d) Armaduras Piso 4

									Resumo de Armaduras Bloco A				
Piso	Designação	Secção	b (m)	h (m)	L (m)	Ned [kN]	M0edx (M2) [kN.m]	M0edy (M3) [kN.m]	wtot	As,tot	As,min	As,max	As Cm2
4	2	P1	0,55	0,55	5	1056,627	20,6379	120,8829	0,056	8,06	6,05	242,00	8,06
4	13	P1	0,55	0,55	5	1369,078	14,1322	6,4222	0,182	26,31	6,05	242,00	26,31
4	28	P1	0,55	0,55	5	1418,012	13,8575	20,6052	0,174	25,26	6,05	242,00	25,26
4	34	P1	0,55	0,55	5	1288,632	0,7884	123,2683	0,089	12,90	6,05	242,00	12,90
4	48	P1	0,55	0,55	5	1664,155	1,8514	6,4653	0,210	30,38	6,05	242,00	30,38
4	60	P3	0,4	0,55	5	494,599	120,6231	76,6952	0,099	10,48	4,40	176,00	10,48
4	65	P3	0,4	0,55	5	645,952	136,8622	4,9987	0,012	1,28	4,40	176,00	4,40
4	70	P3	0,4	0,55	5	674,924	137,547	17,4659	0,024	2,49	4,40	176,00	4,40
4	73	P2	0,55	0,4	5	351,874	151,3895	96,4616	0,235	24,76	4,40	176,00	24,76
4	79	P2	0,55	0,4	5	665,914	1,5307	128,1894	0,005	0,57	4,40	176,00	4,40
4	82	P1	0,55	0,55	5	1394,436	60,7034	40,7167	0,119	17,31	6,05	242,00	17,31
4	86	P3	0,4	0,55	5	1084,854	122,1677	18,1099	0,042	4,47	4,40	176,00	4,47
4	90	P4	0,45	0,45	5	559,197	101,5381	115,618	0,159	15,46	4,05	162,00	15,46
4	95	P2	0,55	0,4	5	698,873	14,1425	139,6029	0,018	1,89	4,40	176,00	4,40
4	100	P2	0,55	0,4	5	598,997	66,546	121,4923	0,080	8,42	4,40	176,00	8,42
4	139	P1	0,55	0,55	5	1649,42	11,4946	3,8888	0,203	29,45	6,05	242,00	29,45
4	144	P1	0,55	0,55	5	1009,407	1,277	124,0981	0,061	8,78	6,05	242,00	8,78
4	149	P1	0,55	0,55	5	1334,824	3,1849	5,139	0,189	27,35	6,05	242,00	27,35
4	154	P1	0,55	0,55	5	1017,396	66,3333	108,0195	0,032	4,60	6,05	242,00	6,05
4	159	P1	0,55	0,55	5	912,702	115,4778	147,5281	0,046	6,61	6,05	242,00	6,61
4	164	P1	0,55	0,55	5	1455,845	24,8556	30,7114	0,160	23,25	6,05	242,00	23,25
4	169	P1	0,55	0,55	5	923,946	95,251	110,0152	0,000	0,02	6,05	242,00	6,05
4	174	P1	0,55	0,55	5	1233,958	99,5438	9,0702	0,098	14,27	6,05	242,00	14,27
4	179	P1	0,55	0,55	5	928,78	40,8444	120,1825	0,028	4,10	6,05	242,00	6,05
4	184	P1	0,55	0,55	5	781,595	2,1403	164,6278	0,002	0,24	6,05	242,00	6,05
4	189	P1	0,55	0,55	5	1295,468	94,3242	26,3914	0,094	13,70	6,05	242,00	13,70

Todos os cálculos efectuados encontram-se presentes nas folhas de cálculo que acompanham a versão digital do Projecto.

## 5. Fundações

Dadas boas as condições do terreno de fundação, foram dimensionadas sapatas isoladas.

O dimensionamento das armaduras das sapatas foi realizado com base no Modelo de Escoras e Tirantes.

### 5.1. Pré-dimensionamento

Nó	Designação	Nsd [KN]	Area [m2]	A [m]	A' [m]	B' [m]	$\sigma_{solo}$ [MPa]	Pilar	a [m]	b [m]	H [m]
1	SP1	2000,181	5,0	2,24	2,3	2,3	378,11	P3	0,55	0,4	1,15
3	SP2	2589,521	6,5	2,54	2,6	2,6	383,07	P3	0,55	0,4	1,3
5	SP3	2650,797	6,6	2,57	2,6	2,6	392,13	P3	0,55	0,4	1,3
8	SP4	1707,961	4,3	2,07	2,1	2,1	387,29	P3	0,55	0,4	1,05
10	SP5	4184,905	10,5	3,23	3,3	3,3	384,29	P1	0,55	0,55	1,65
12	SP6	5420,495	13,6	3,68	3,7	3,7	395,95	P1	0,55	0,55	1,85
14	SP7	5528,115	13,8	3,72	3,8	3,8	382,83	P1	0,55	0,55	1,9
15	SP8	3254,99	8,1	2,85	2,9	2,9	387,04	P1	0,55	0,55	1,45
18	SP9	4149,166	10,4	3,22	3,3	3,3	381,01	P1	0,55	0,55	1,65
20	SP10	5421,682	13,6	3,68	3,7	3,7	396,03	P1	0,55	0,55	1,85
22	SP11	5383,823	13,5	3,67	3,7	3,7	393,27	P1	0,55	0,55	1,85
24	SP12	4620,702	11,6	3,40	3,4	3,4	399,71	P1	0,55	0,55	1,7
26	SP13	3666,001	9,2	3,03	3,1	3,1	381,48	P1	0,55	0,55	1,55
28	SP14	1885,178	4,7	2,17	2,2	2,2	389,50	P2	0,4	0,55	1,1
30	SP15	4002,817	10,0	3,16	3,2	3,2	390,90	P1	0,55	0,55	1,6
32	SP16	5276,616	13,2	3,63	3,7	3,7	385,44	P1	0,55	0,55	1,85
34	SP17	4137,424	10,3	3,22	3,3	3,3	379,93	P1	0,55	0,55	1,65
36	SP18	3746,451	9,4	3,06	3,1	3,1	389,85	P1	0,55	0,55	1,55
38	SP19	5690,438	14,2	3,77	3,8	3,8	394,07	P1	0,55	0,55	1,9
40	SP20	2724,588	6,8	2,61	2,7	2,7	373,74	P2	0,4	0,55	1,35
42	SP21	3200,916	8,0	2,83	2,9	2,9	380,61	P1	0,55	0,55	1,45
44	SP22	4271,746	10,7	3,27	3,3	3,3	392,26	P1	0,55	0,55	1,65
46	SP23	3226,473	8,1	2,84	2,9	2,9	383,65	P1	0,55	0,55	1,45
48	SP24	2720,168	6,8	2,61	2,7	2,7	373,14	P1	0,55	0,55	1,35
50	SP25	4486,221	11,2	3,35	3,4	3,4	388,08	P1	0,55	0,55	1,7
52	SP26	2097,231	5,2	2,29	2,3	2,3	396,45	P2	0,4	0,55	1,15
63	SP27	669,458	1,7	1,29	1,3	1,3	396,13	P1	0,55	0,55	0,65
64	SP28	311,506	0,8	0,88	0,9	0,9	384,58	P4	0,45	0,45	0,45
65	SP29	1484,877	3,7	1,93	2	2	371,22	P1	0,55	0,55	1
66	SP30	673,465	1,7	1,30	1,3	1,3	398,50	P2	0,4	0,55	0,65

## 5.2. Cálculo Geométrico e Orgânico

### a) Propriedades gerais

Nó	Designação	Nsd[kN]	M1 [kN.m]	M2 [kN.m]	A [m]	B [m]	H [m]	d[m]	Pilares	
									a [m]	b [m]
1	SP1	2000,181	39,18	22,1797	2,3	2,3	1,15	1,035	0,55	0,4
3	SP2	250	44,74	0,1908	1	1	0,6	0,54	0,55	0,4
5	SP3	2650,797	43,60	0,4191	2,6	2,6	1,3	1,17	0,55	0,4
8	SP4	1707,961	58,56	5,985	2,1	2,1	1,05	0,945	0,55	0,4
10	SP5	4184,905	10,08	33,4615	3,3	3,3	1,65	1,485	0,55	0,55
12	SP6	5420,495	9,62	0,078	3,7	3,7	1,85	1,665	0,55	0,55
14	SP7	5528,115	9,74	0,6512	3,8	3,8	1,9	1,71	0,55	0,55
15	SP8	3254,99	7,91	0,1538	2,9	2,9	1,45	1,305	0,55	0,55
18	SP9	4149,166	0,92	33,3882	3,3	3,3	1,65	1,485	0,55	0,55
20	SP10	5421,682	1,24	0,2286	3,7	3,7	1,85	1,665	0,55	0,55
22	SP11	5383,823	0,99	0,4025	3,7	3,7	1,85	1,665	0,55	0,55
24	SP12	4620,702	0,97	2,6155	3,4	3,4	1,7	1,53	0,55	0,55
26	SP13	3666,001	1,98	9,5471	3,1	3,1	1,55	1,395	0,55	0,55
28	SP14	1885,178	2,60	46,7434	2,2	2,2	1,1	0,99	0,4	0,55
30	SP15	4002,817	3,01	33,6212	3,2	3,2	1,6	1,44	0,55	0,55
32	SP16	5276,616	2,53	0,5059	3,7	3,7	1,85	1,665	0,55	0,55
34	SP17	4137,424	9,57	18,5679	3,3	3,3	1,65	1,485	0,55	0,55
36	SP18	3746,451	17,43	26,6015	3,1	3,1	1,55	1,395	0,55	0,55
38	SP19	5690,438	3,08	10,9209	3,8	3,8	1,9	1,71	0,55	0,55
40	SP20	2724,588	3,41	43,6038	2,7	2,7	1,35	1,215	0,4	0,55
42	SP21	3200,916	27,40	29,6134	2,9	2,9	1,45	1,305	0,55	0,55
44	SP22	4271,746	29,97	1,2582	3,3	3,3	1,65	1,485	0,55	0,55
46	SP23	3226,473	16,26	19,8041	2,9	2,9	1,45	1,305	0,55	0,55
48	SP24	2720,168	5,73	29,7203	2,7	2,7	1,35	1,215	0,55	0,55
50	SP25	4486,221	29,51	9,6524	3,4	3,4	1,7	1,53	0,55	0,55
52	SP26	2097,231	21,01	38,207	2,3	2,3	1,15	1,035	0,4	0,55
63	SP27	669,458	85,19	11,9508	1,3	1,3	0,65	0,585	0,55	0,55
64	SP28	311,506	41,22	40,7537	0,9	0,9	0,45	0,405	0,45	0,45
65	SP29	1484,877	9,24	11,9718	2	2	1	0,9	0,55	0,55
66	SP30	673,465	4,84	82,2491	1,3	1,3	0,65	0,585	0,4	0,55

b) Armaduras Segundo a direcção X

Nó	Designação	Armaduras segundo X							
		ex [m]	A/4	Verificação	X=(A-2e)	R1 [kN]	Ft [kN]	As [cm2]	(As/s) [cm2/m]
1	SP1	0,011089	0,575	OK	2,28	1009,83	373,20	10,73	4,66
3	SP2	0,000763	0,25	OK	1,00	125,19	13,33	0,38	0,38
5	SP3	0,000158	0,65	OK	2,60	1325,56	518,33	14,90	5,73
8	SP4	0,003504	0,525	OK	2,09	856,84	301,48	8,67	4,13
10	SP5	0,007996	0,825	OK	3,28	2102,64	895,57	25,75	7,80
12	SP6	1,44E-05	0,925	OK	3,70	2710,27	1192,36	34,28	9,26
14	SP7	0,000118	0,95	OK	3,80	2764,23	1224,50	35,20	9,26
15	SP8	4,73E-05	0,725	OK	2,90	1627,55	664,11	19,09	6,58
18	SP9	0,008047	0,825	OK	3,28	2084,75	887,95	25,53	7,74
20	SP10	4,22E-05	0,925	OK	3,70	2710,90	1192,63	34,29	9,27
22	SP11	7,48E-05	0,925	OK	3,70	2692,02	1184,33	34,05	9,20
24	SP12	0,000566	0,85	OK	3,40	2311,12	993,18	28,55	8,40
26	SP13	0,002604	0,775	OK	3,09	1836,09	766,68	22,04	7,11
28	SP14	0,024795	0,55	OK	2,15	964,33	399,37	11,48	5,22
30	SP15	0,008399	0,8	OK	3,18	2011,97	848,80	24,40	7,63
32	SP16	9,59E-05	0,925	OK	3,70	2638,44	1160,76	33,37	9,02
34	SP17	0,004488	0,825	OK	3,29	2074,35	883,52	25,40	7,70
36	SP18	0,0071	0,775	OK	3,09	1881,85	785,79	22,59	7,29
38	SP19	0,001919	0,95	OK	3,80	2848,10	1261,66	36,27	9,55
40	SP20	0,016004	0,675	OK	2,67	1378,64	607,05	17,45	6,46
42	SP21	0,009252	0,725	OK	2,88	1610,74	657,25	18,90	6,52
44	SP22	0,000295	0,825	OK	3,30	2136,25	909,89	26,16	7,93
46	SP23	0,006138	0,725	OK	2,89	1620,09	661,07	19,01	6,55
48	SP24	0,010926	0,675	OK	2,68	1371,18	544,52	15,66	5,80
50	SP25	0,002152	0,85	OK	3,40	2245,95	965,17	27,75	8,16
52	SP26	0,018218	0,575	OK	2,26	1065,49	447,82	12,87	5,60
63	SP27	0,017851	0,325	OK	1,26	344,18	77,96	2,24	1,72
64	SP28	0,130828	0,225	OK	0,64	219,60	36,60	1,05	1,17
65	SP29	0,008062	0,5	OK	1,98	748,47	255,73	7,35	3,68
66	SP30	0,122128	0,325	OK	1,06	414,64	131,13	3,77	2,90

c) Armaduras segundo a direcção Y

Nó	Designação	Armaduras segundo Y							
		ey [m]	B/4	Verificação	X=(B-2ey)	R1 [kN]	Ft [kN]	As [cm2]	(As/s) [cm2/m]
1	SP1	0,01958593	0,575	OK	2,26	1017,4	427,6	12,29	5,35
3	SP2	0,178962	0,25	OK	0,64	194,7	39,7	1,14	1,14
5	SP3	0,01644664	0,65	OK	2,57	1342,4	585,1	16,82	6,47
8	SP4	0,03428901	0,525	OK	2,03	882,8	359,7	10,34	4,92
10	SP5	0,00240849	0,825	OK	3,30	2095,5	892,5	25,66	7,78
12	SP6	0,00177482	0,925	OK	3,70	2712,9	1193,5	34,31	9,27
14	SP7	0,00176122	0,95	OK	3,80	2766,6	1225,6	35,23	9,27
15	SP8	0,00243107	0,725	OK	2,90	1630,2	665,2	19,12	6,59
18	SP9	0,00022171	0,825	OK	3,30	2074,9	883,7	25,41	7,70
20	SP10	0,00022779	0,925	OK	3,70	2711,2	1192,8	34,29	9,27
22	SP11	0,0001839	0,925	OK	3,70	2692,2	1184,4	34,05	9,20
24	SP12	0,00020995	0,85	OK	3,40	2310,6	993,0	28,55	8,40
26	SP13	0,00053914	0,775	OK	3,10	1833,6	765,7	22,01	7,10
28	SP14	0,00137658	0,55	OK	2,20	943,8	340,8	9,80	4,45
30	SP15	0,00075235	0,8	OK	3,20	2002,4	844,7	24,29	7,59
32	SP16	0,00047872	0,925	OK	3,70	2639,0	1161,0	33,38	9,02
34	SP17	0,00231383	0,825	OK	3,30	2071,6	882,4	25,37	7,69
36	SP18	0,00465296	0,775	OK	3,09	1878,9	784,5	22,56	7,28
38	SP19	0,00054133	0,95	OK	3,80	2846,0	1260,7	36,25	9,54
40	SP20	0,00124984	0,675	OK	2,70	1363,6	541,5	15,57	5,77
42	SP21	0,00856155	0,725	OK	2,88	1610,0	656,9	18,89	6,51
44	SP22	0,00701493	0,825	OK	3,29	2145,0	913,6	26,27	7,96
46	SP23	0,00503866	0,725	OK	2,89	1618,9	660,6	18,99	6,55
48	SP24	0,00210546	0,675	OK	2,70	1362,2	541,0	15,55	5,76
50	SP25	0,00657714	0,85	OK	3,39	2251,8	967,7	27,82	8,18
52	SP26	0,01001697	0,575	OK	2,28	1057,8	390,9	11,24	4,89
63	SP27	0,12724921	0,325	OK	1,05	416,2	94,3	2,71	2,08
64	SP28	0,13233228	0,225	OK	0,64	220,6	36,8	1,06	1,17
65	SP29	0,00621951	0,5	OK	1,99	747,1	255,3	7,34	3,67
66	SP30	0,00718166	0,325	OK	1,29	340,5	77,1	2,22	1,71

## **6. Cobertura**

### **6.1. Solução Estrutural**

A Cobertura prevista para o edifício é composta na sua totalidade por uma solução metálica constituída por três “aguas” independentes, com desenvolvimentos de 18.4 m, 24 m e 26.1 m.

Foi realizado apenas um pré dimensionamento geral de modo a estimar todas as cargas transmitidas directamente às estruturas de betão armado que constituem o edifício estudado.

## **Solução Estrutural - Modelo de Cálculo**

### **Listagem de Peças:**

<b>Nº</b>	<b>Peça</b>
1	Modelo de Cálculo 3D – Vista 1
2	Modelo de Cálculo 3D – Vista 2
3	Modelo de Cálculo – Vista Transversal

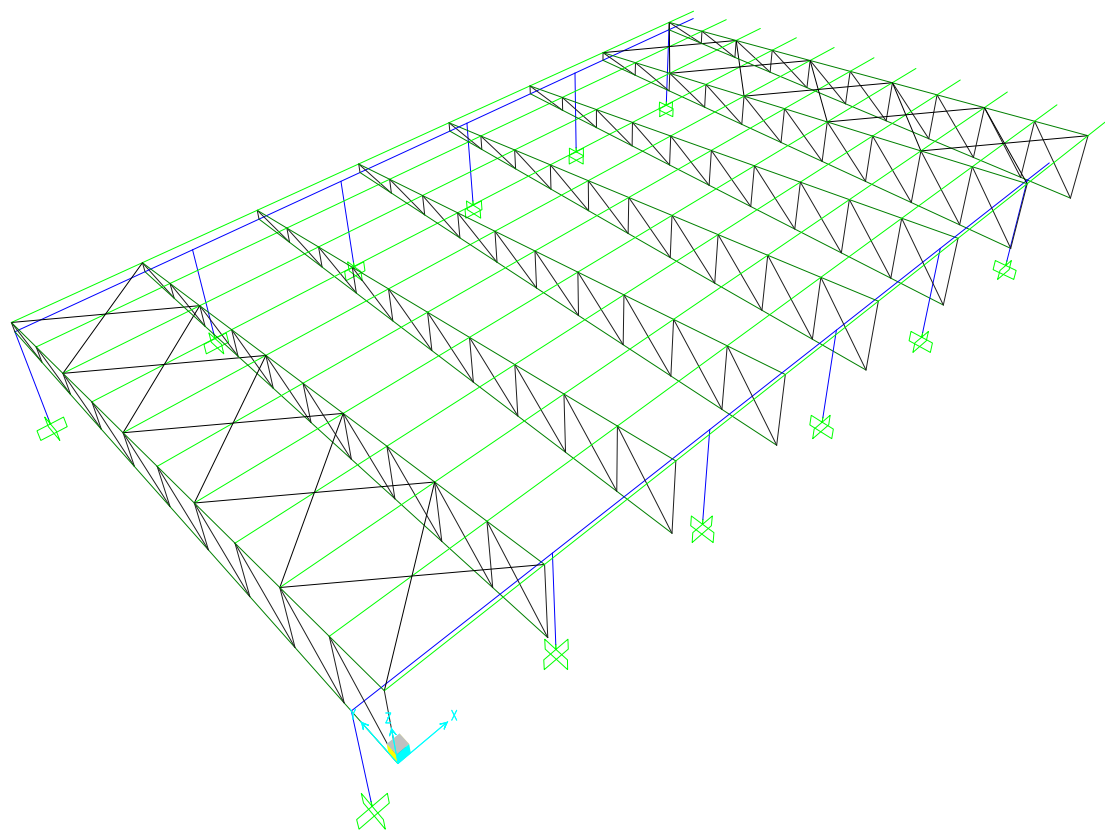


Fig. 32 - Concepção da Cobertura

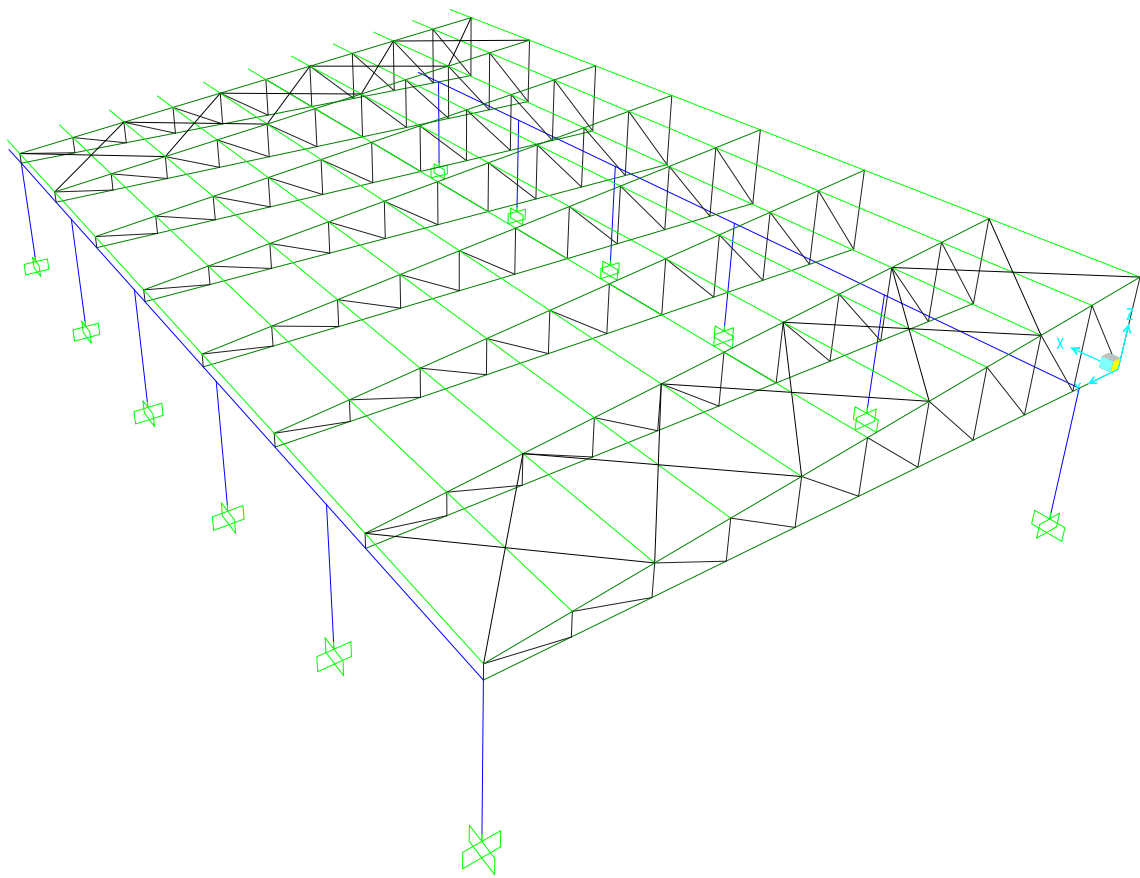


Fig. 33 - Concepção da Cobertura (outra vista)

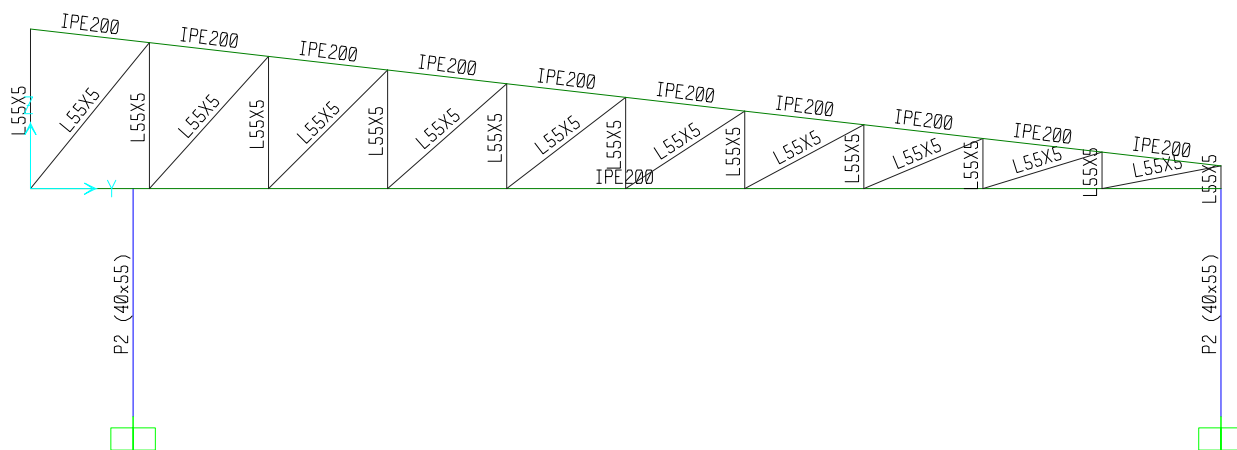
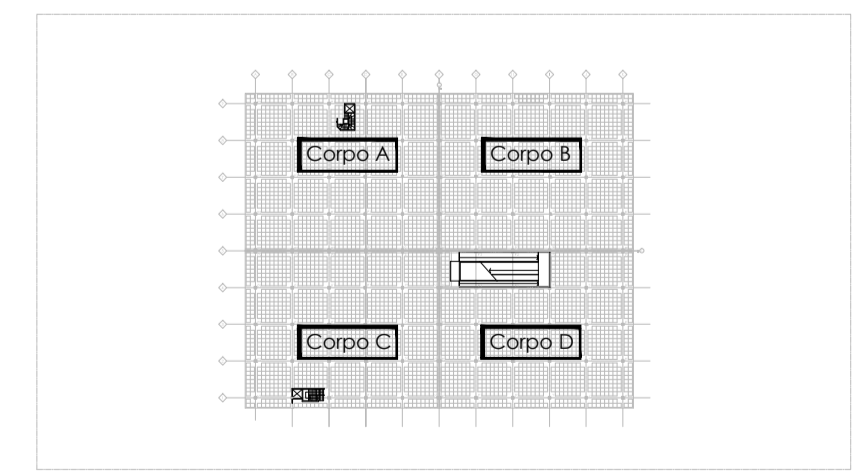
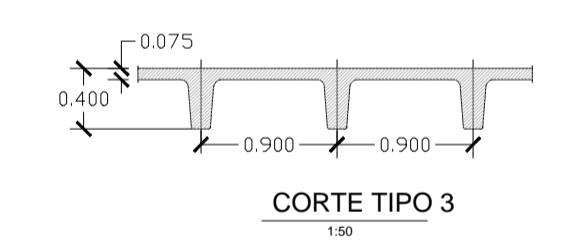
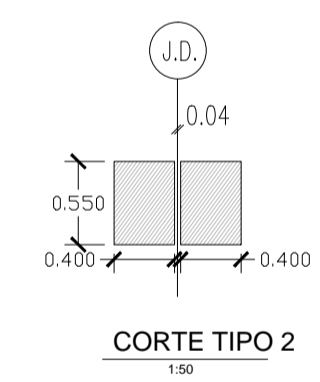
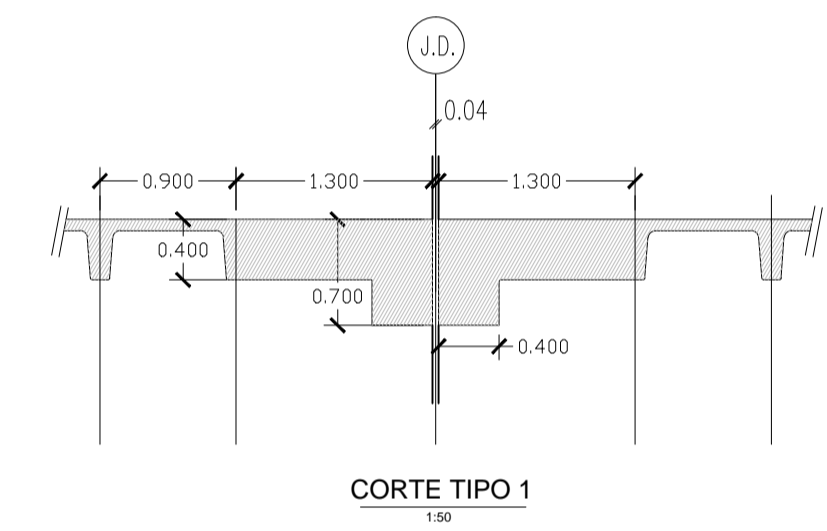
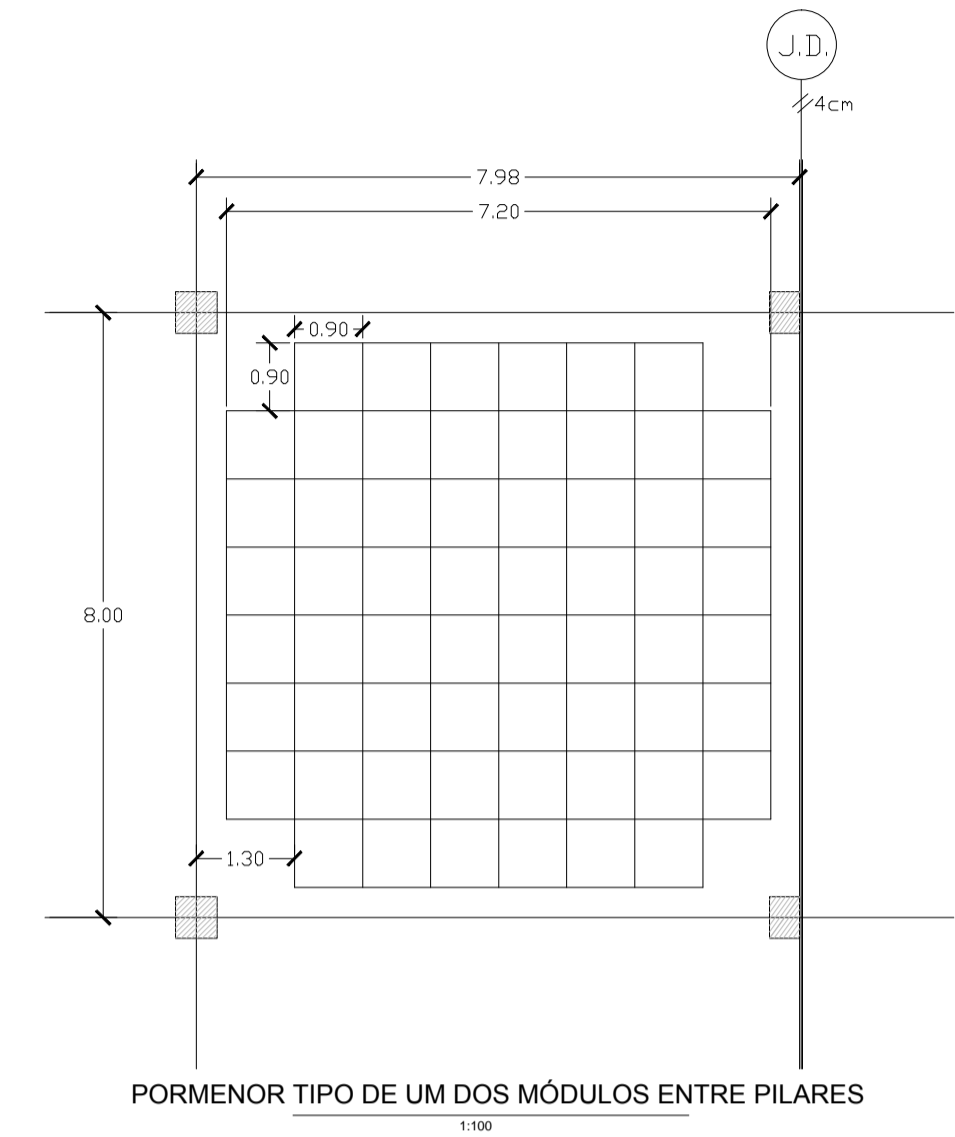
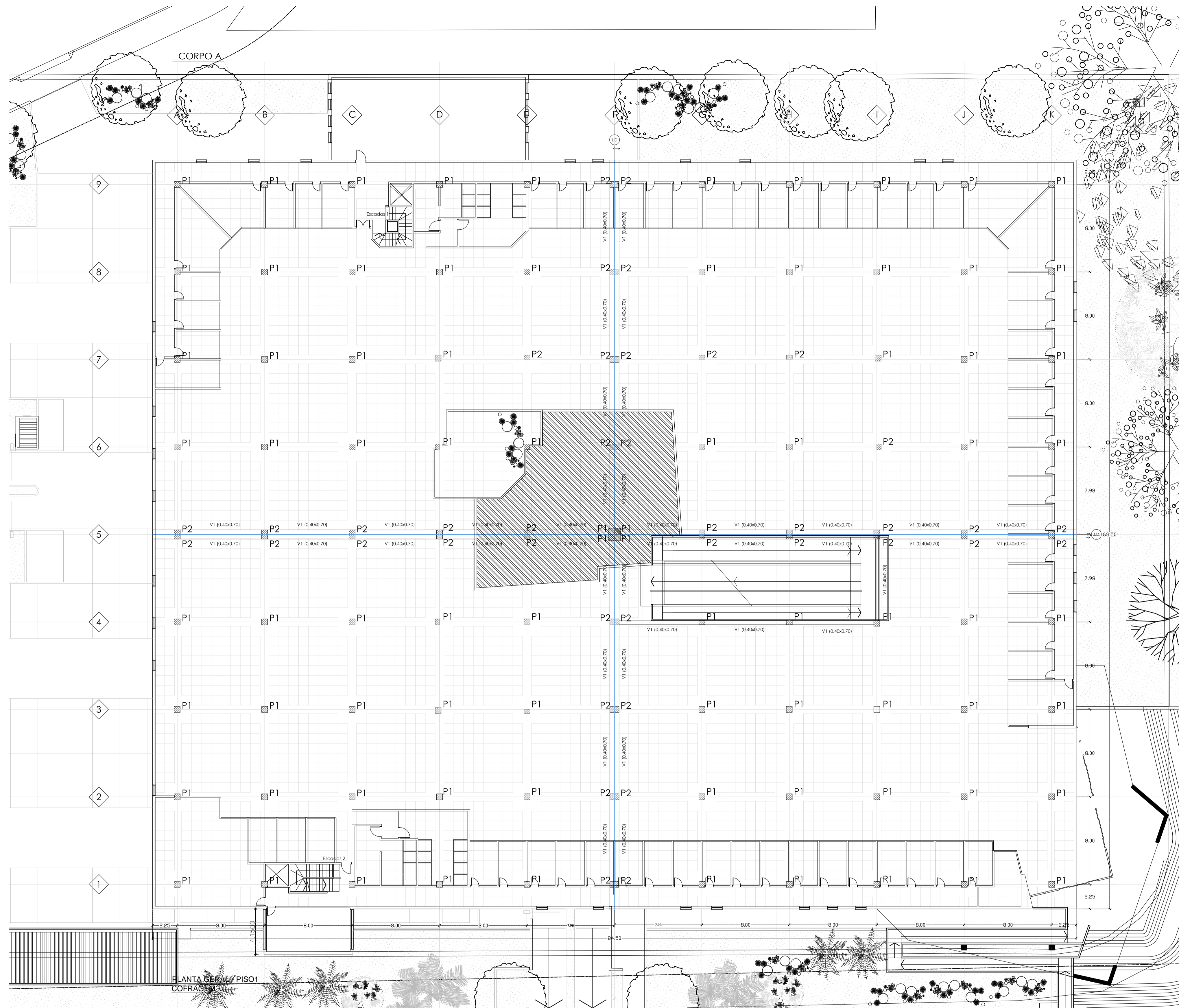


Fig. 34 - Pré dimensionamento dos principais elementos estruturais

## **IV – PEÇAS DESENHADAS**

## **Listagem de Peças Desenhadas:**

<b>Nº</b>	<b>Peça</b>
1/9	Planta Geral – Piso 1
2/9	Planta Geral – Pisos 2, 3 e 4
3/9	Armaduras de Lajes – Corpo A – Piso 1
4/9	Armaduras de Lajes – Corpo A – Pisos 2, 3 e 4
5/9	Armaduras em Vigas – Corpo A
6/9	Quadro de Pilares – Corpo A
7/9	Planta e Armaduras das Fundações – Corpo A
8/9	Pormenores – Corpo A
9/9	Arquitetura Geral – Plantas e Corte



**Materiais**

**Betão:**

Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45

Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45

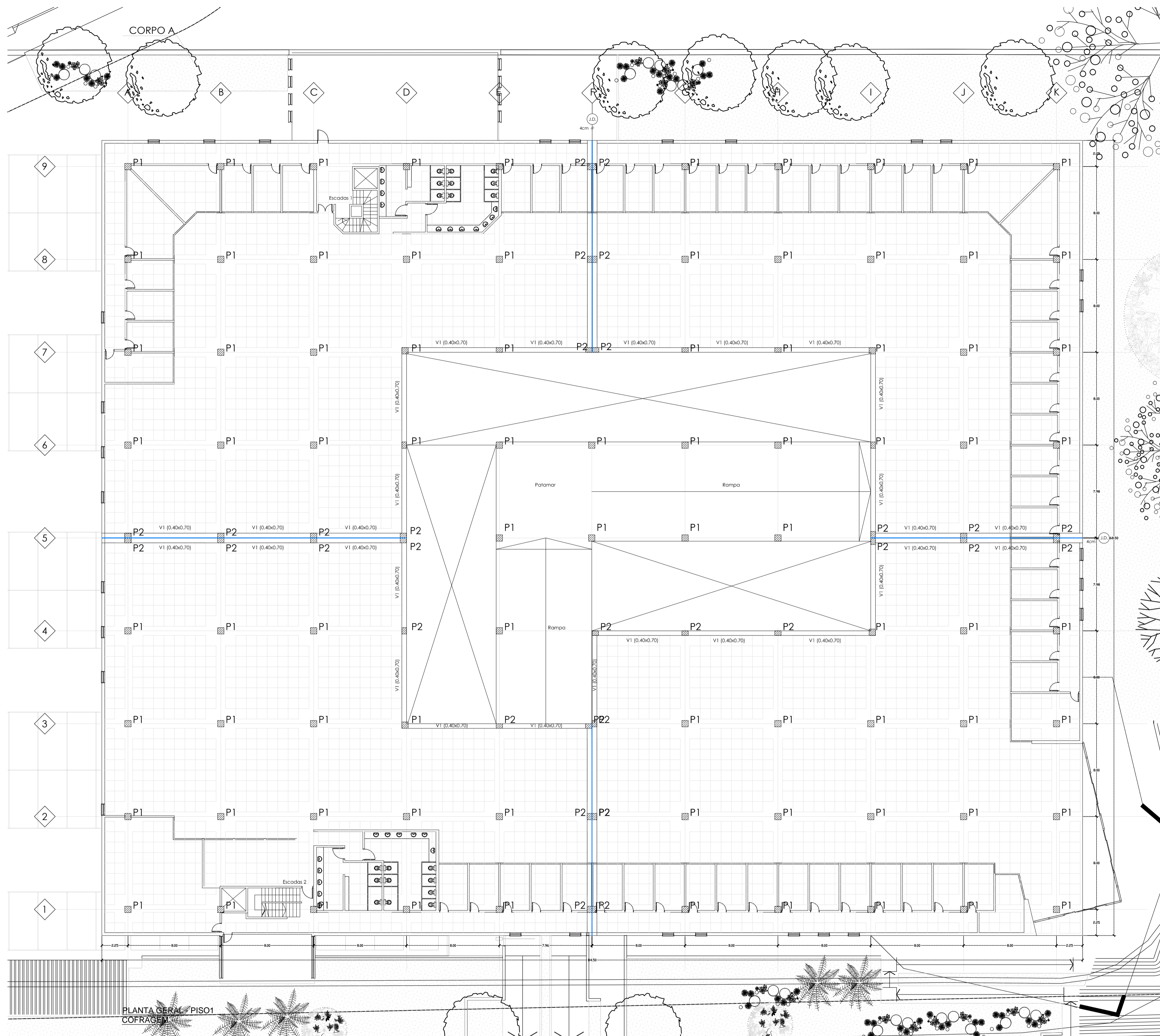
Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45

Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

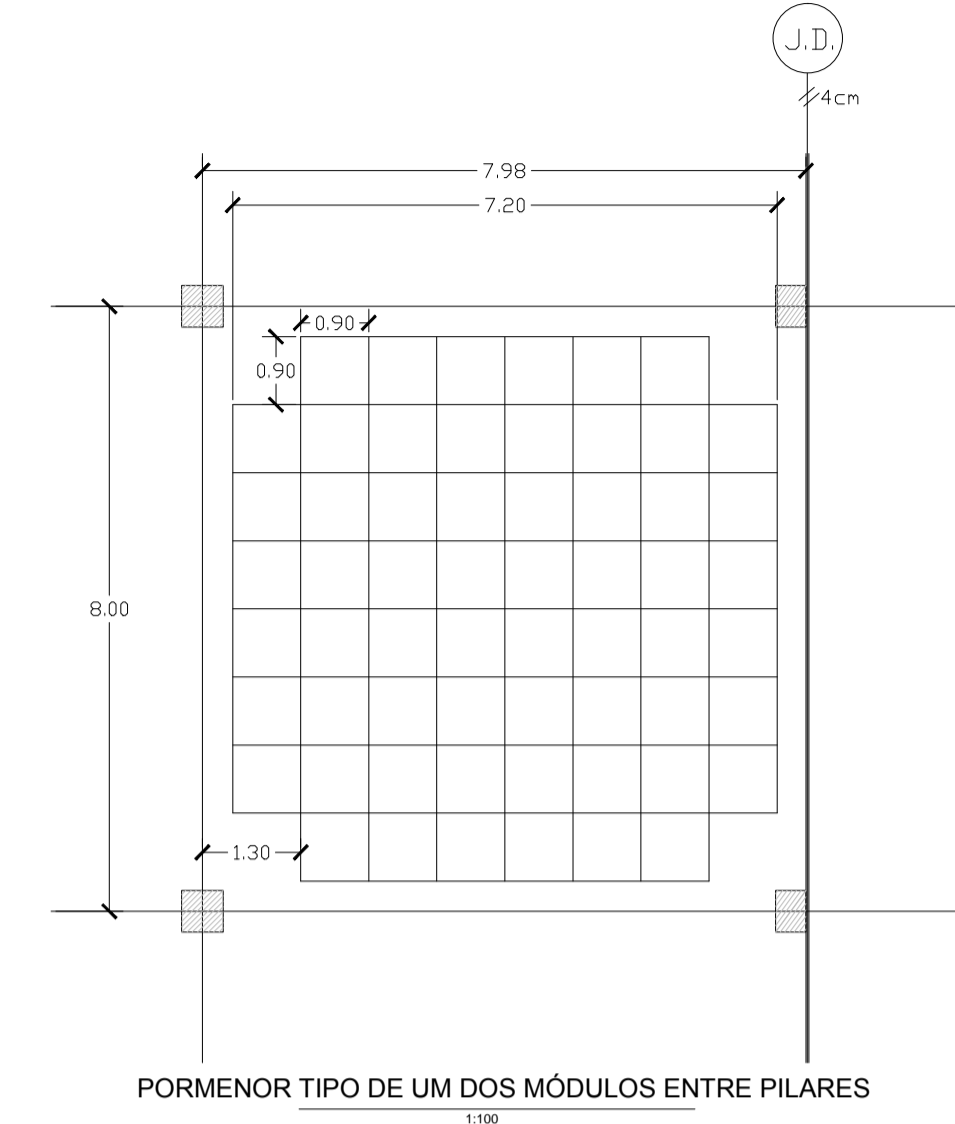
**Aço:**

Armaduras Ordinárias A400NR SD

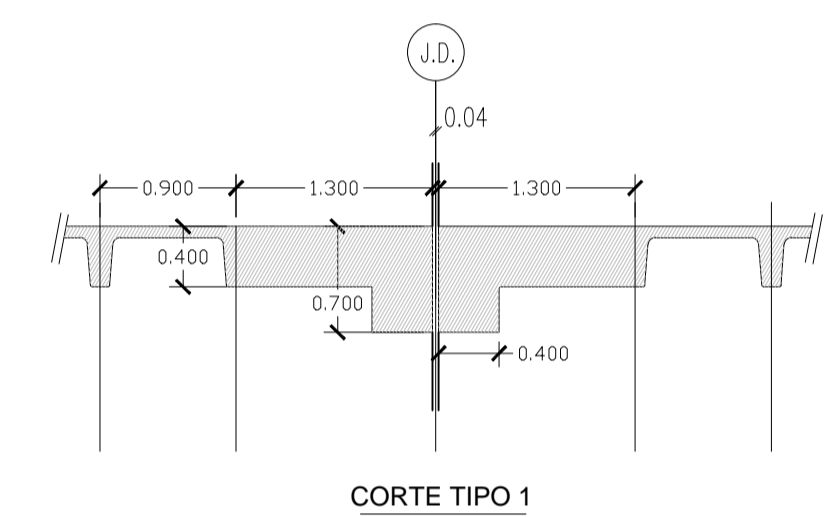
	<b>Projecto de Execução:</b> Centro Comercial Mercado da Praia - Cabo Verde		Jul./2015 Ano Lec.: 2013/14
	Orientadores: Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado	Objectivo: Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º Des.: N.º 1 / 9
Autor: Bruno José Santos Gomes	N.º Aluno: 29787	Revisão: N.º: 001	
Designação: Planta Geral - Piso 1	Escala: 1/100		



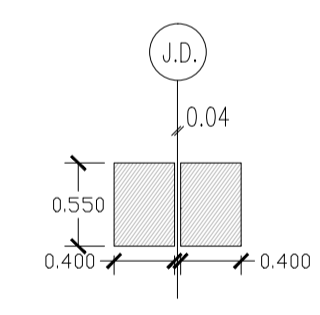
PLANTA GERAL - PISO 1  
COFRAGEM



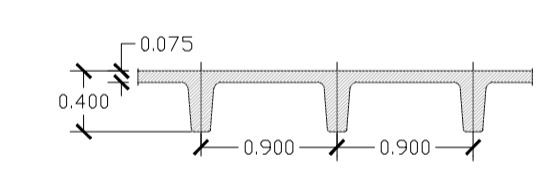
PORMENOR TIPO DE UM DOS MÓDULOS ENTRE PILARES



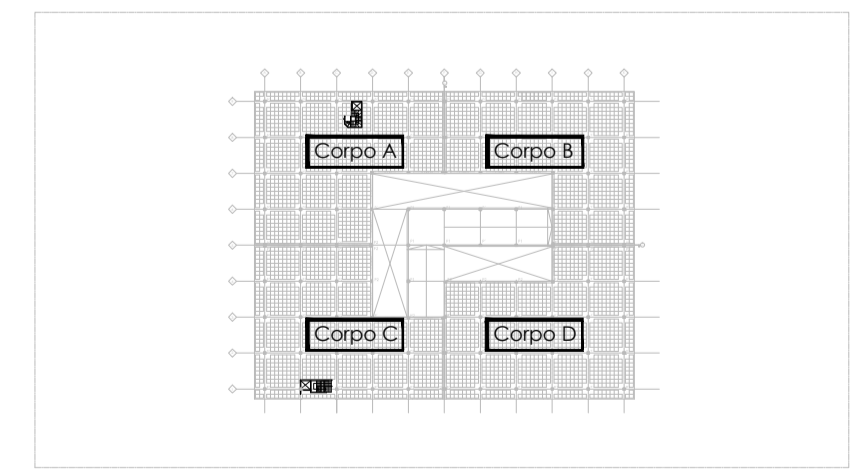
CORTE TIPO 1



CORTE TIPO 2



CORTE TIPO 3



**Materiais**

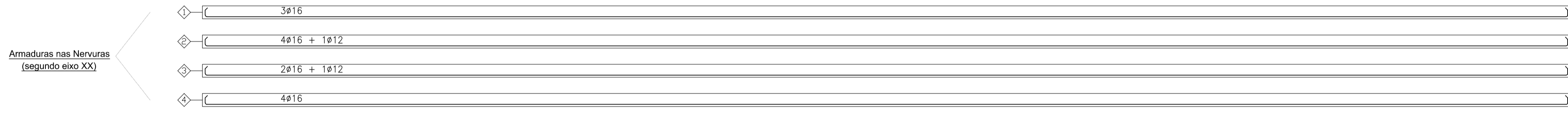
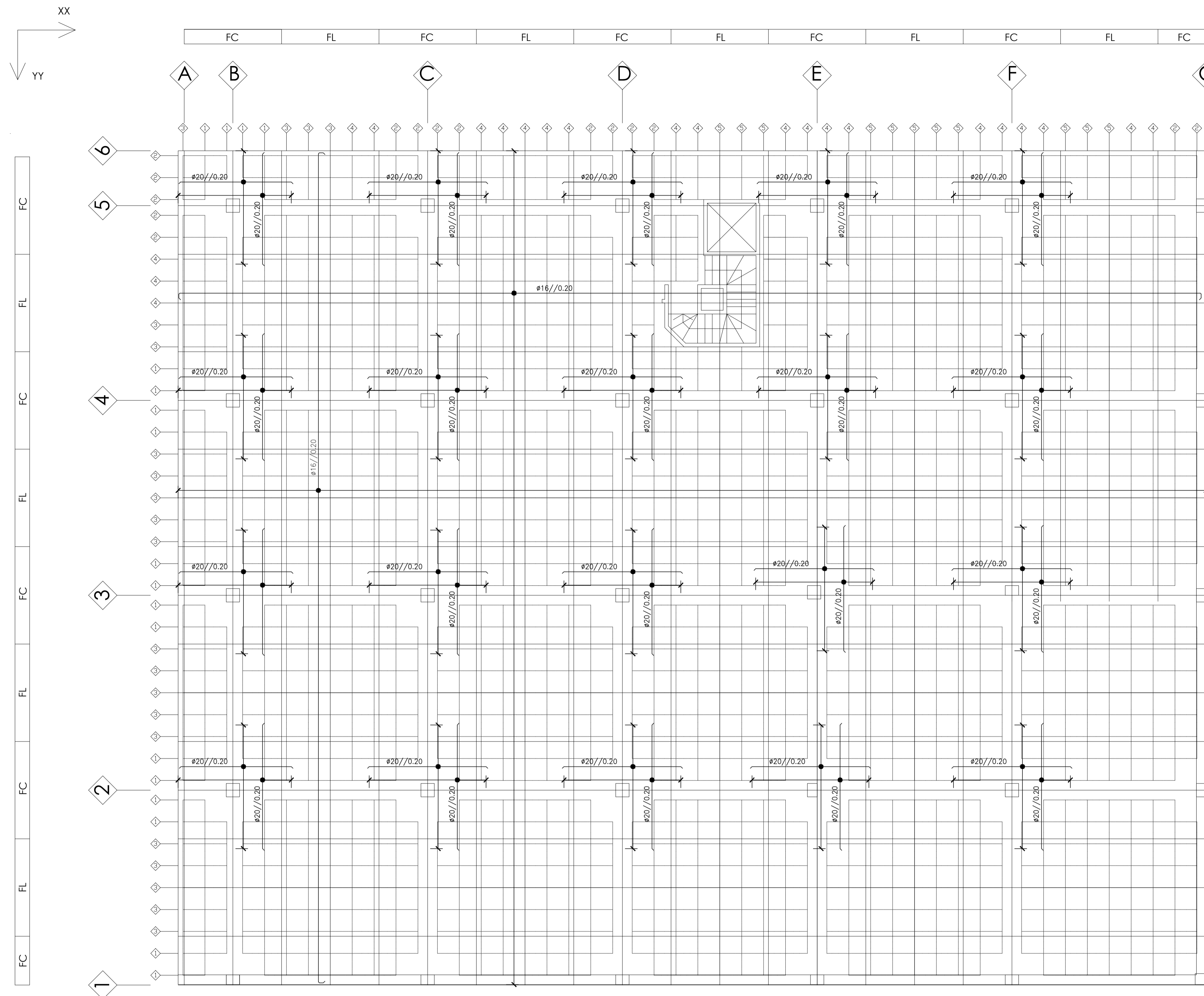
**Betão:**

- Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

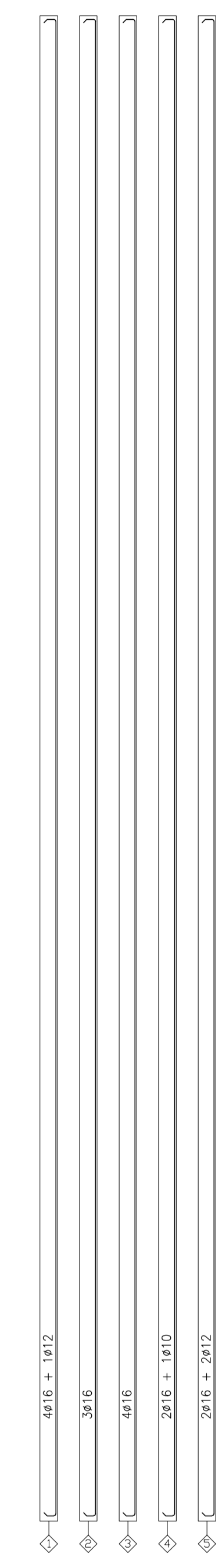
**Aço:**

- Armaduras Ordinárias A400NR SD

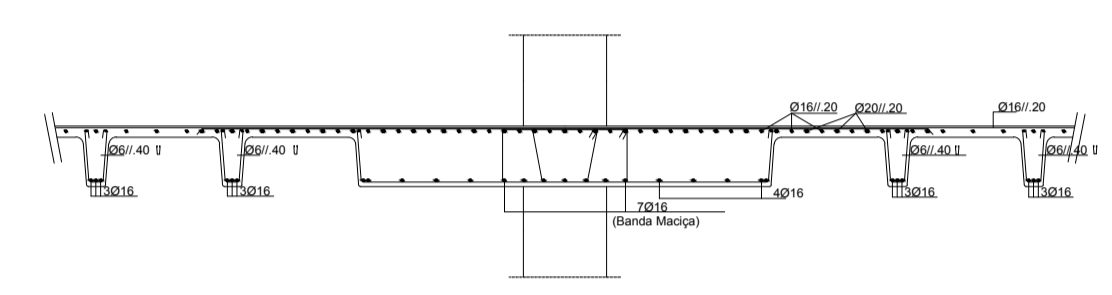
	<b>Projecto de Execução:</b> Centro Comercial Mercado da Praia - Cabo Verde		Data: Jul./2015
	Orientadores: Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado		Ano Lec.: 2013/14
Autor: Bruno José Santos Gomes		Objectivo: Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º Des.: N.º 2 / 9
Designação: Planta Geral - Pisos 2, 3 e 4		N.º Aluno: 29787	Revisão: N.º: 001
		Escala: 1/100	



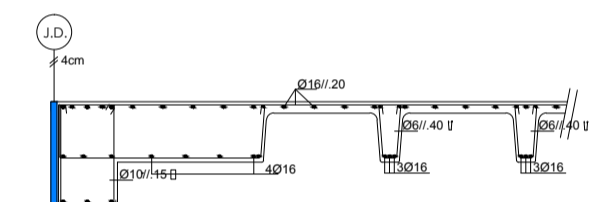
ARMADURAS EM LAJES - PISO 1



ARMADURAS nas Nervuras (segundo eixo YY)



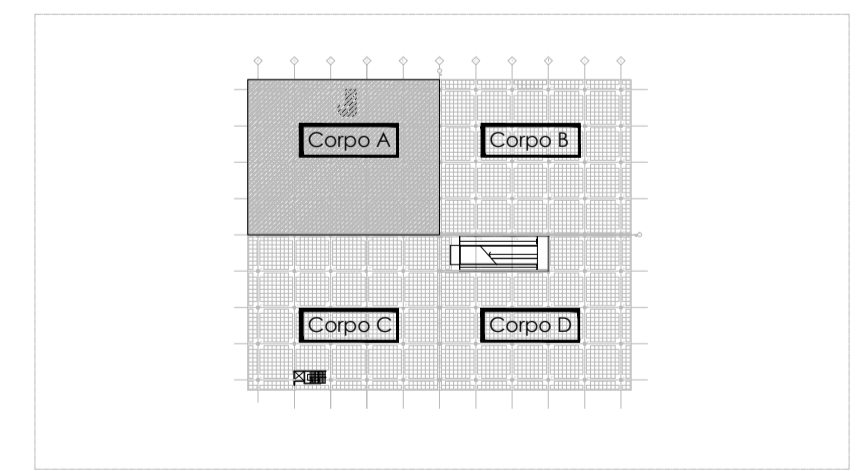
Pormenor Tipo 1 - Armaduras em Lajes  
Esc: 1/50



Pormenor Tipo 2 - Ligação Lajes - Viga  
Esc: 1/50

Legenda:

- FC - Faixas Centrais
- FL - Faixas Laterais



Materiais

Betão:

- Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

Aço:

- Armaduras Ordinárias A400NR SD



Projecto de Execução:  
Centro Comercial Mercado da  
Praia - Cabo Verde

Data:  
Jul./2015  
Ano Lec.:  
2013/14

Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said  
Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado

Objectivo:  
Trabalho para obtenção do  
Grau de Mestre em Eng. Civil

N.º Des.:  
N.º 3 / 9

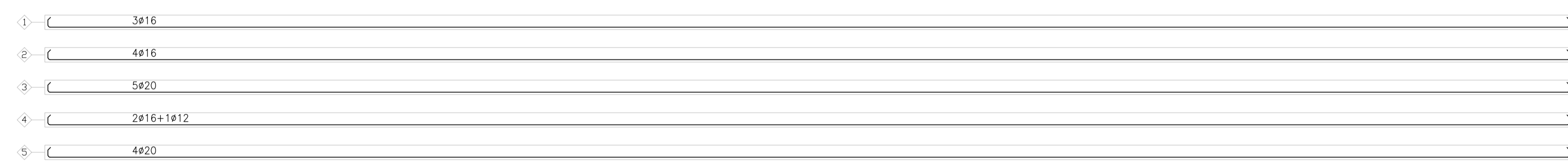
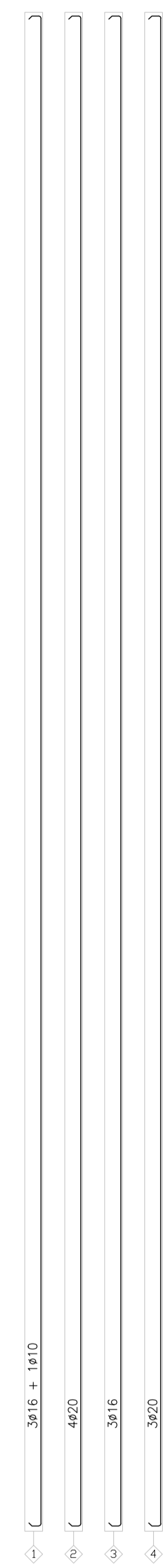
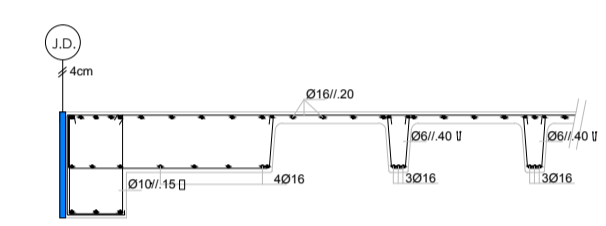
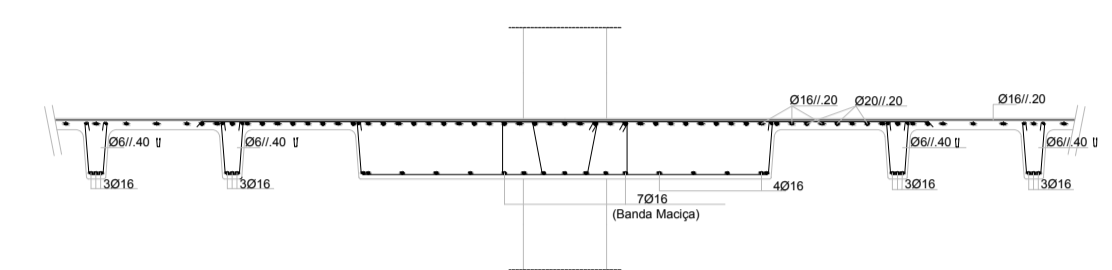
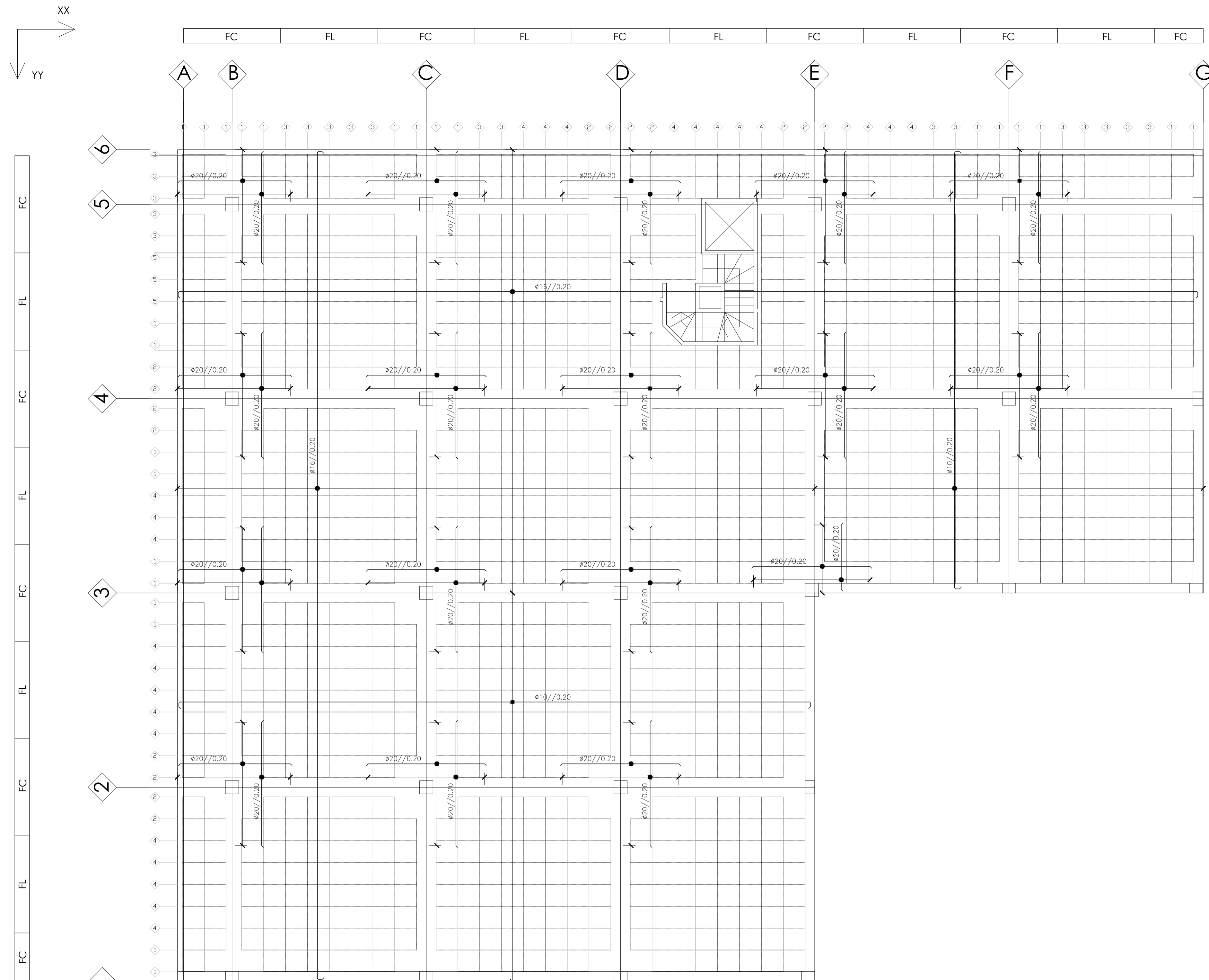
Bruno José Santos Gomes

N.º Aluno:  
29787

Revisão:  
N.º: 001

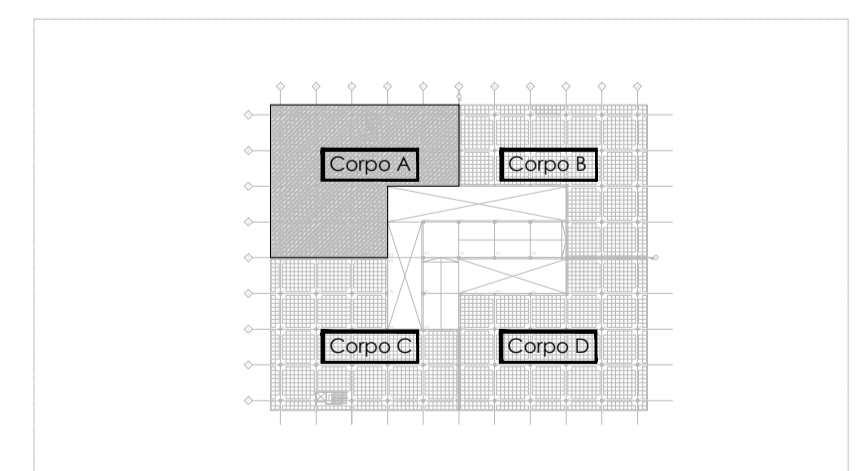
Armaduras de Lajes - CORPO A - Piso 1

Escala:  
1/100



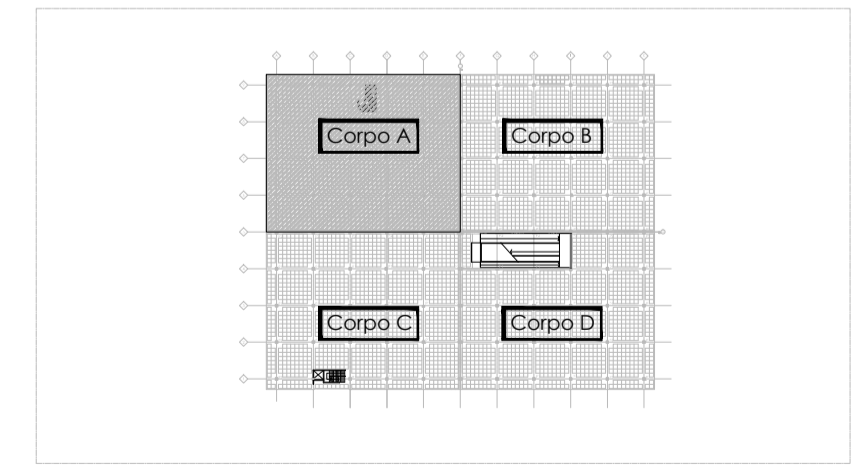
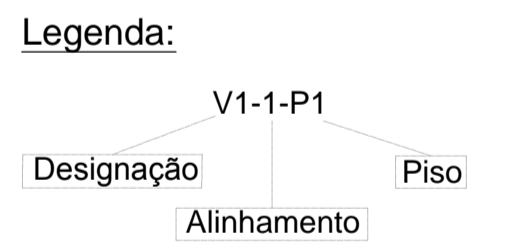
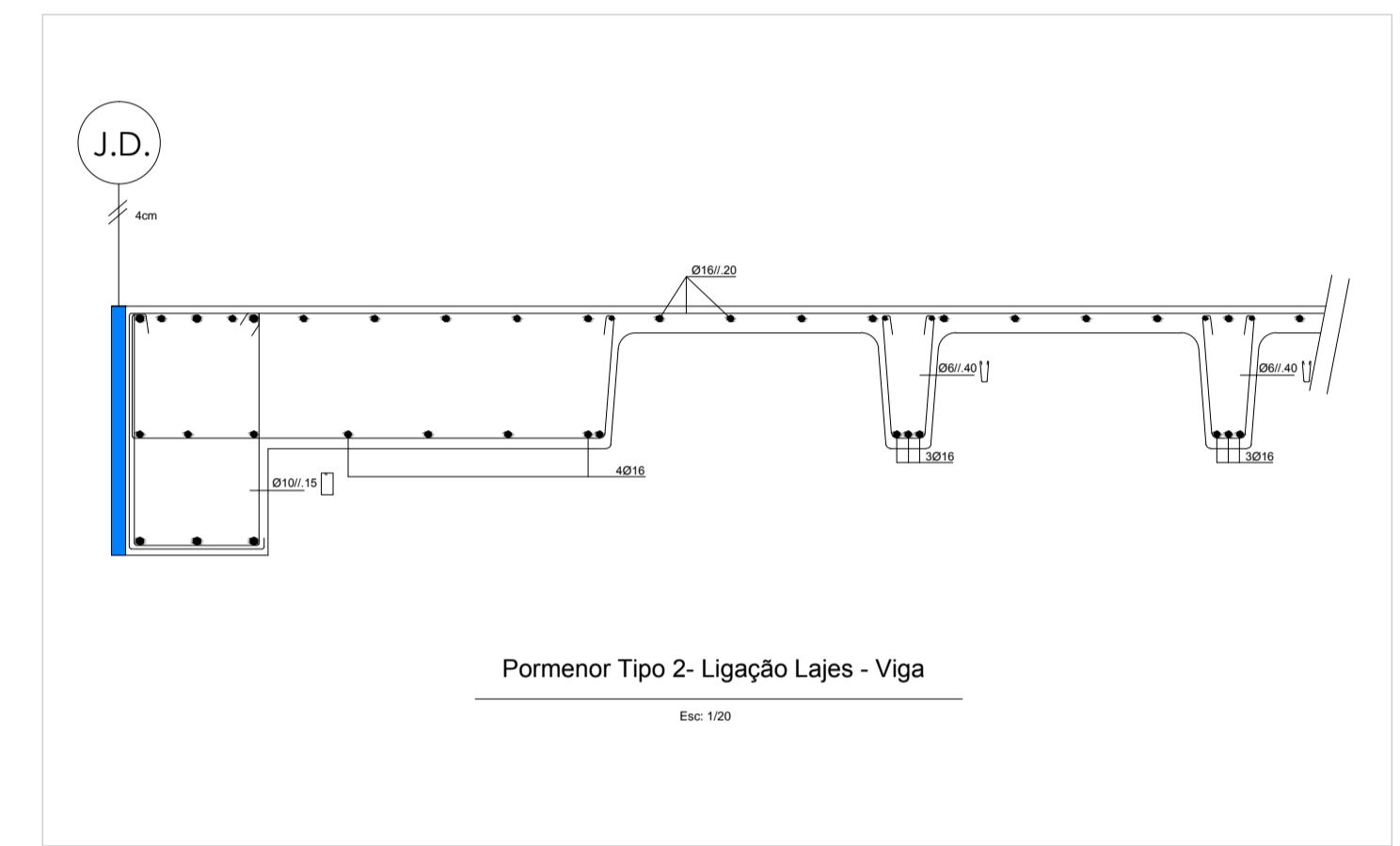
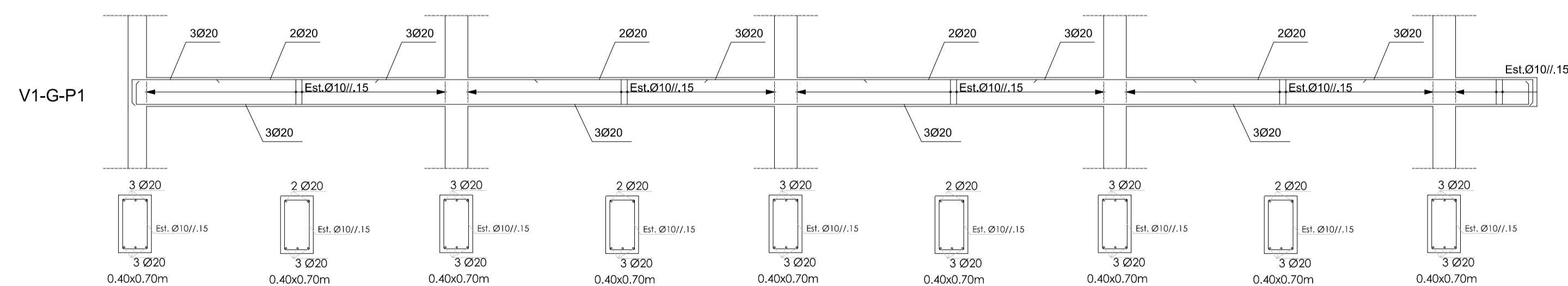
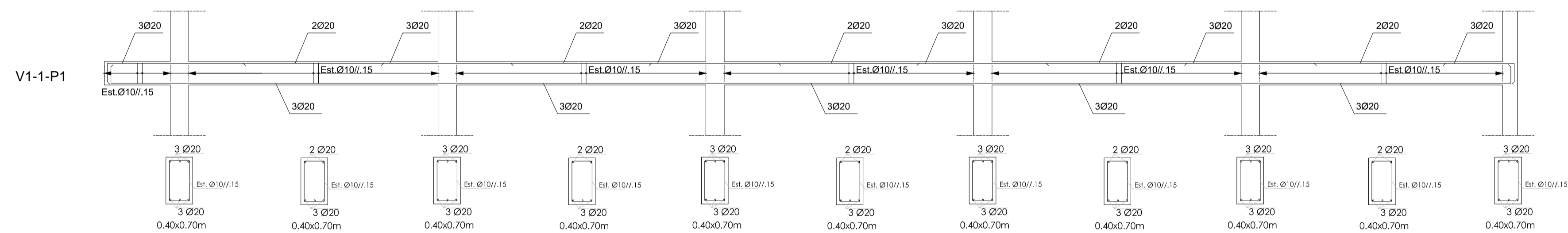
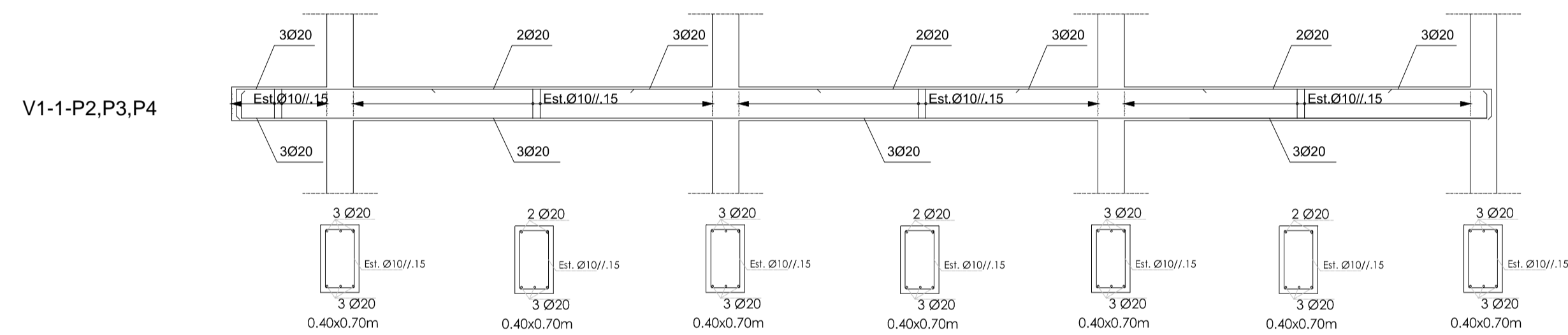
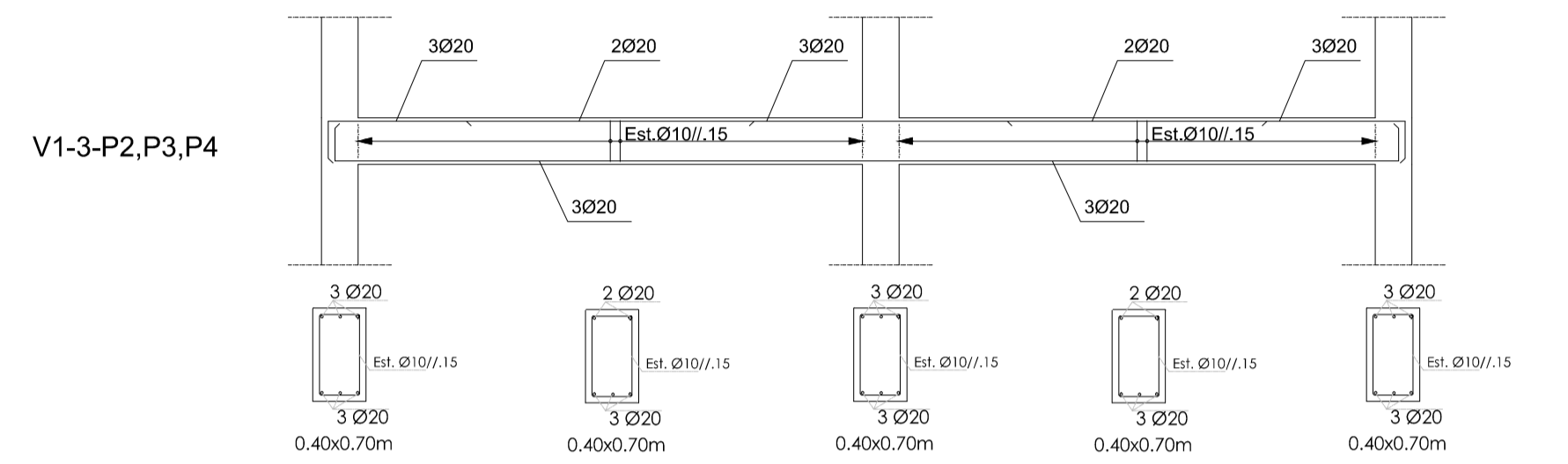
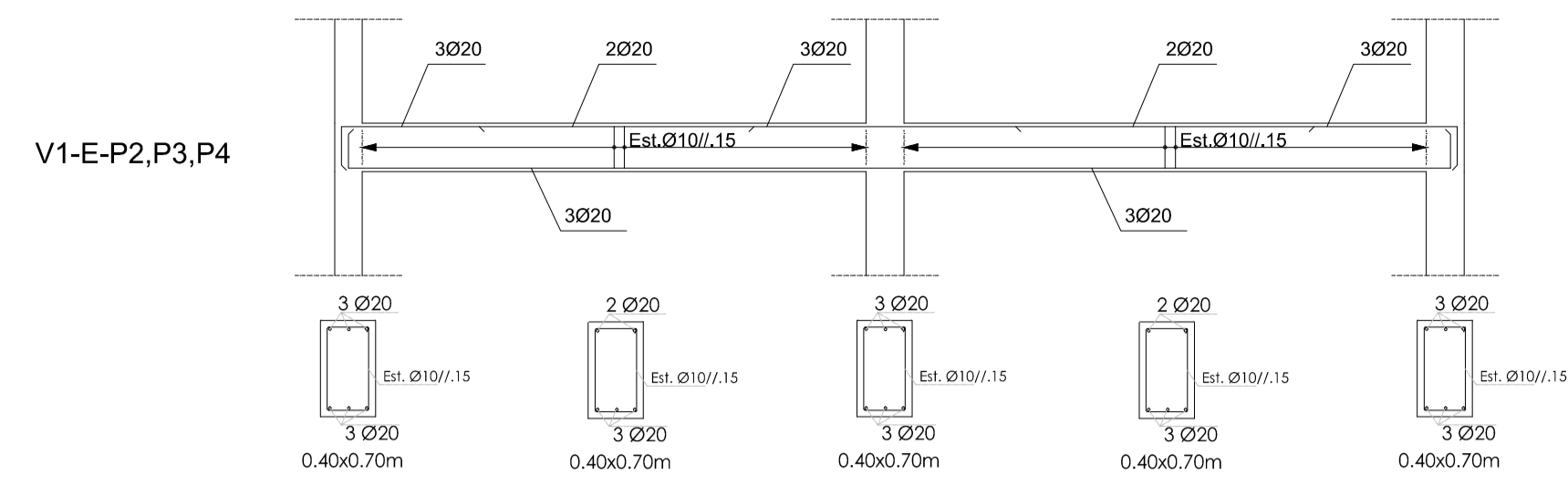
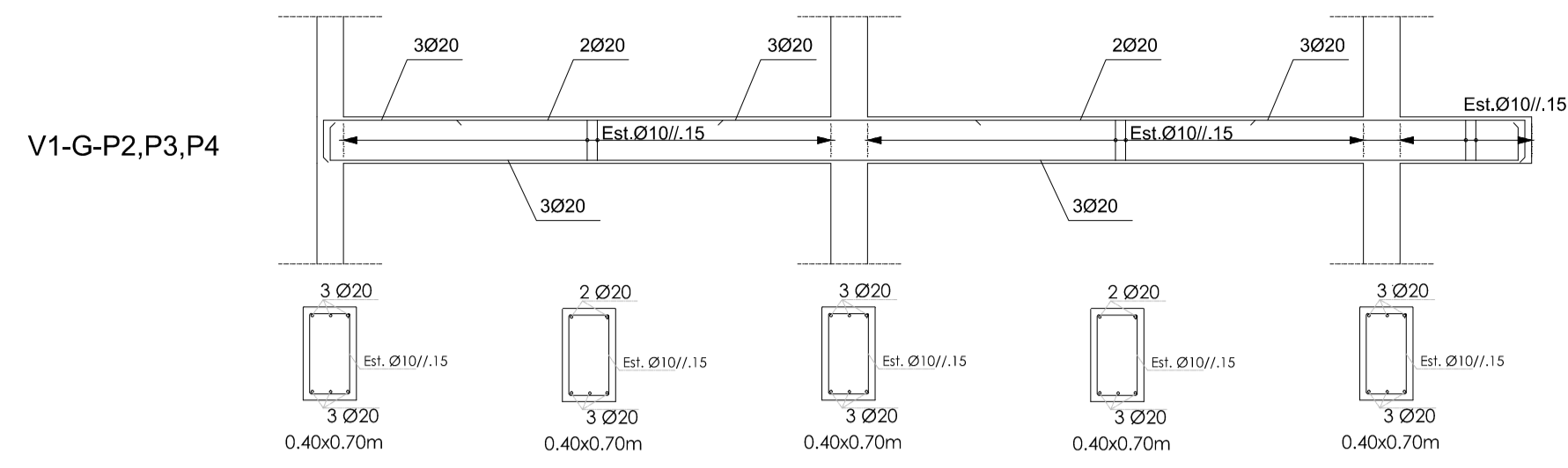
ARMADURAS EM LAJES - PISOS 2,3 e 4

**Legenda:**  
 FC - Faixas Centrais  
 FL - Faixas Laterais



Materiais	
<b>Betão:</b>	
Lajes	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Vigas	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Pilares	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Sapatas	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50
<b>Aço:</b>	
Armaduras Ordinárias	A400NR SD

	<b>Projecto de Execução:</b> Centro Comercial Mercado da Praia - Cabo Verde		Jul./2015 Ano Lec.: 2013/14
	Orientadores: Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado	Objectivo: Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º Des.: N.º 4 / 9
Autor: Bruno José Santos Gomes	N.º Aluno: 29787	Revisão: N.º: 001	Escala: 1/100
Armaduras de Lajes - CORPO A - Piso 2, 3 e 4			



**Materiais**

**Betão:**

- Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

**Aço:**

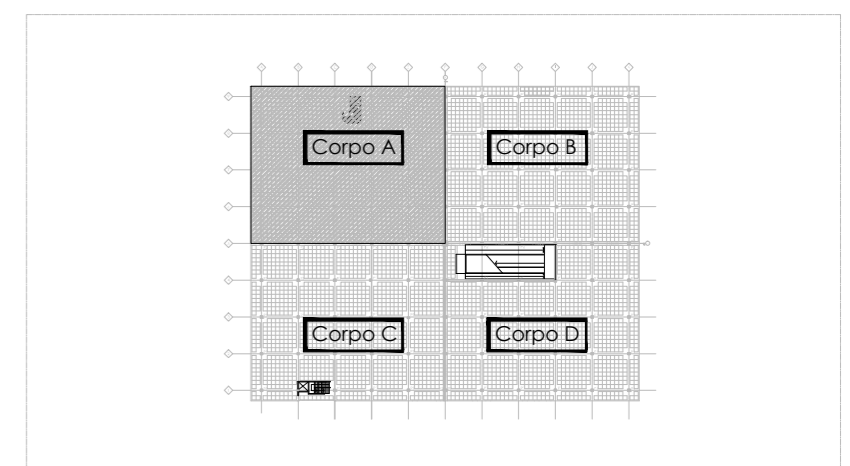
- Armaduras Ordinárias A400NR SD

	<b>Projecto de Execução:</b>		Jul./2015
	Centro Comercial Mercado da Praia - Cabo Verde		Ano Lec.: 2013/14
Orientadores:		Objectivo:	N.º Des.:
Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado		Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º 5 / 9
Autor:		N.º Aluno:	Revisão:
Bruno José Santos Gomes		29787	N.º: 001
Designação:		Escala:	
Armaduras em Vigas - CORPO A		1/100	

## QUADRO DE PILARES - CORPO A

PILAR		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
TROÇO																	
Pisos Intermediários	Cobertura	5				12 Ø12 	12 Ø25 									12 Ø12 	
	4	12 Ø12 	12 Ø25 		12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 				12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	
	3	12 Ø12 	12 Ø25 		12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 				12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	
Fundações	2	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 		Secção 0.55x0.55 Cintas Ø8//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø8//0.20 				Secção 0.40x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.40x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.40x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.40 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.45x0.45 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.40 Cintas Ø6//0.20 	
	1	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø16 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø12 	

PILAR		P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
TROÇO																
Pisos Intermediários	Cobertura	5	12 Ø12 	12 Ø25 					12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø16 		12 Ø12 	12 Ø16 
	4	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø16 
	3	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø16 
Fundações	2	Secção 0.55x0.40 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø8//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø8//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.40 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.55x0.55 Cintas Ø6//0.20 	Secção 0.40x0.55 Cintas Ø6//0.20 
	1	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø25 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø16 	12 Ø12 	12 Ø12 	12 Ø16 



**Materiais**

**Betão:**

Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

**Aço:**

Armaduras Ordinárias A400NR SD

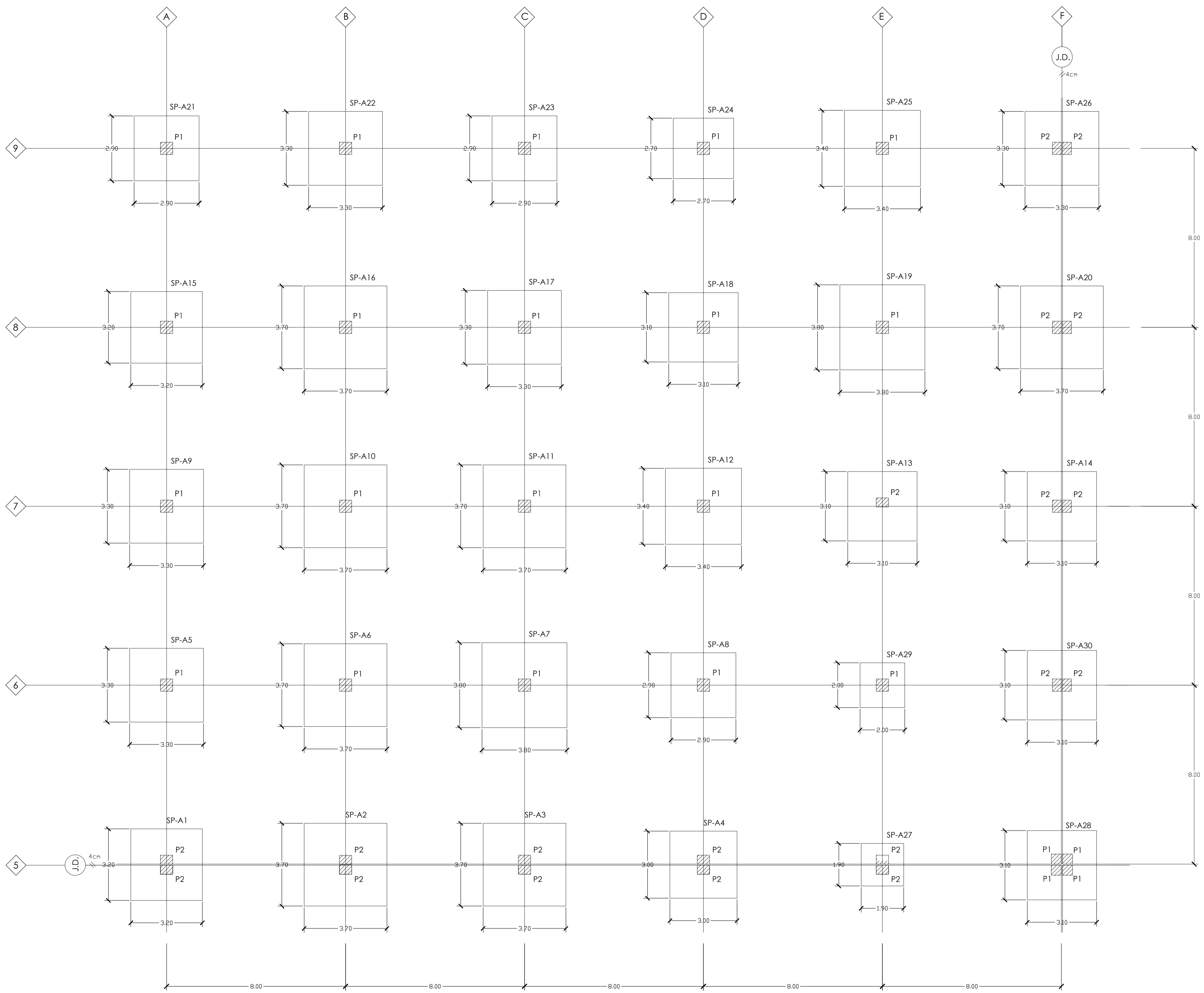


**Projecto de Execução:**  
 Centro Comercial Mercado da Praia - Cabo Verde

Data: Jul./2015

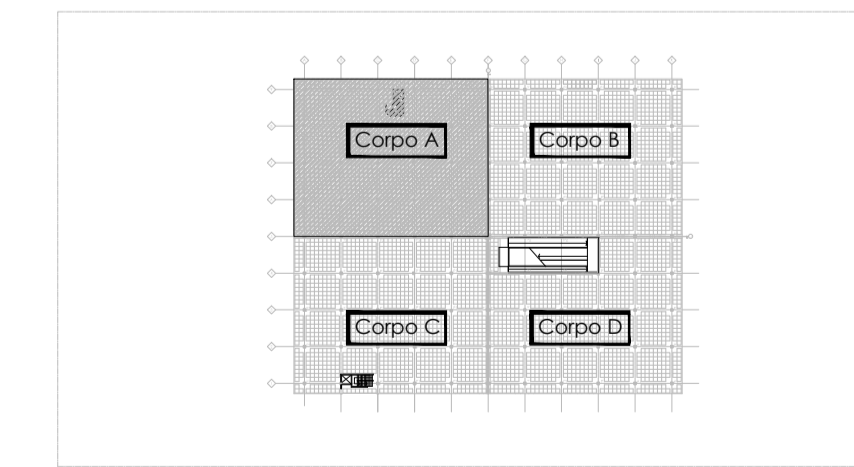
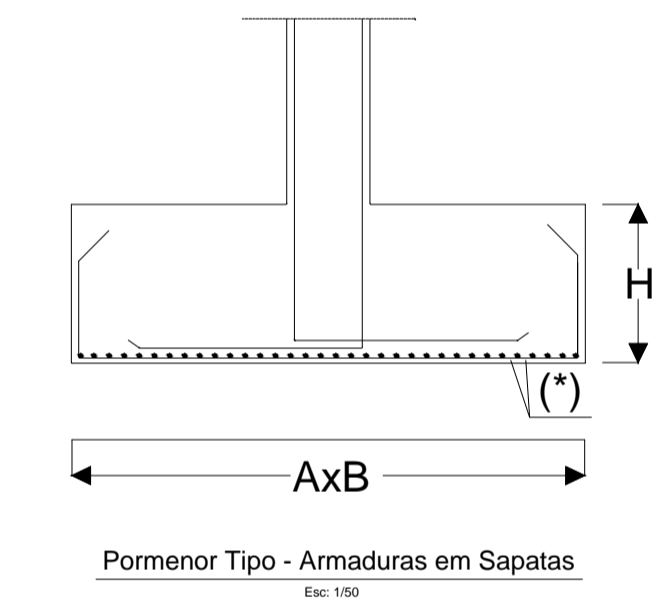
Ano Lec.: 2013/14

Orientadores: Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado	Objectivo: Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º Des.: N.º 6 / 9 Revisão: N.º: 001 Escala: 1/50
Autor: Bruno José Santos Gomes	N.º Aluno: 29787	
Designação: Quadro de Pilares - CORPO A		



Planta de Sapatas - Corpo A

Desig.	As/S [cm <sup>2</sup> /m]	
	Direcção XX	Direcção YY
SP-A1	Ø12//0.20	Ø12//0.20
SP-A2	Ø12//0.30	Ø12//0.30
SP-A3	Ø12//0.175	Ø12//0.175
SP-A4	Ø12//0.20	Ø12//0.20
SP-A5	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A6	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A7	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A8	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A9	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A10	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A11	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A12	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A13	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A14	Ø12//0.20	Ø12//0.20
SP-A15	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A16	Ø12//0.10	Ø12//0.10
SP-A17	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A18	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A19	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A20	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A21	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A22	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A23	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A24	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A25	Ø12//0.15	Ø12//0.15
SP-A26	Ø12//0.125	Ø12//0.125
SP-A27	Ø12//0.30	Ø12//0.30
SP-A28	Ø12//0.30	Ø12//0.30
SP-A29	Ø12//0.30	Ø12//0.30
SP-A30	Ø12//0.30	Ø12//0.30



**Materiais**

**Betão:**

- Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
- Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

**Aço:**

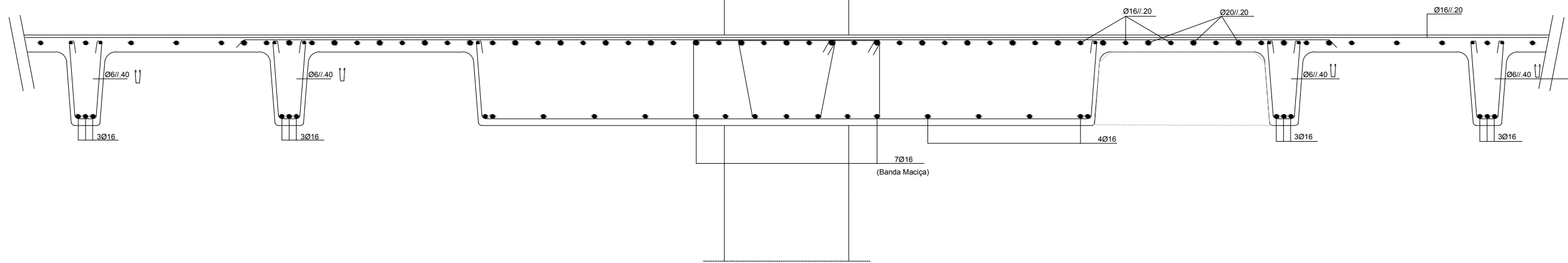
- Armaduras Ordinárias A400NR SD



Projecto de Execução:  
Centro Comercial Mercado da  
Praia - Cabo Verde

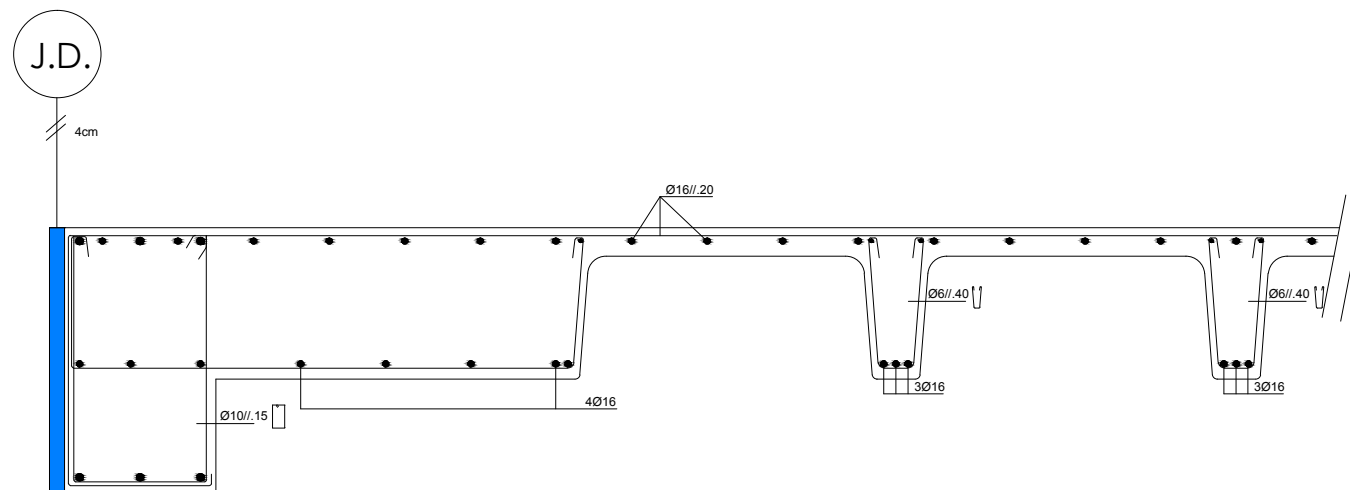
Data: Jul./2015  
Ano Lec.: 2013/14

Orientadores:		Objectivo:	N.º Des.:
Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado		Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º 7 / 9
Autor:		N.º Aluno:	Revisão:
Bruno José Santos Gomes		29787	N.º: 001
Designação:			Escala:
Planta e Armaduras das Fundações - Corpo A			1/100



Pormenor Tipo 1- Armaduras em Lajes

Esc: 1/20



Pormenor Tipo 2- Ligação Lajes - Viga

Esc: 1/20

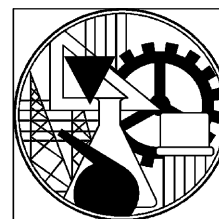
Materiais

Betão:

Lajes	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Vigas	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Pilares	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45
Sapatas	NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

Aço:

Armaduras Ordinárias	A400NR SD
----------------------	-----------



**ISEL**

Projecto de Execução:  
Centro Comercial Mercado da  
Praia - Cabo Verde

Data:

Jul./2015

Ano Lec.:

2013/14

Orientadores:

Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said  
Or. B: Eng.ª Cristina F. Machado

Objectivo:

Trabalho para obtenção do  
Grau de Mestre em Eng. Civil

N.º Des.:

N.º 8 / 9

Autor:

Bruno José Santos Gomes

N.º Aluno:

29787

Revisão:

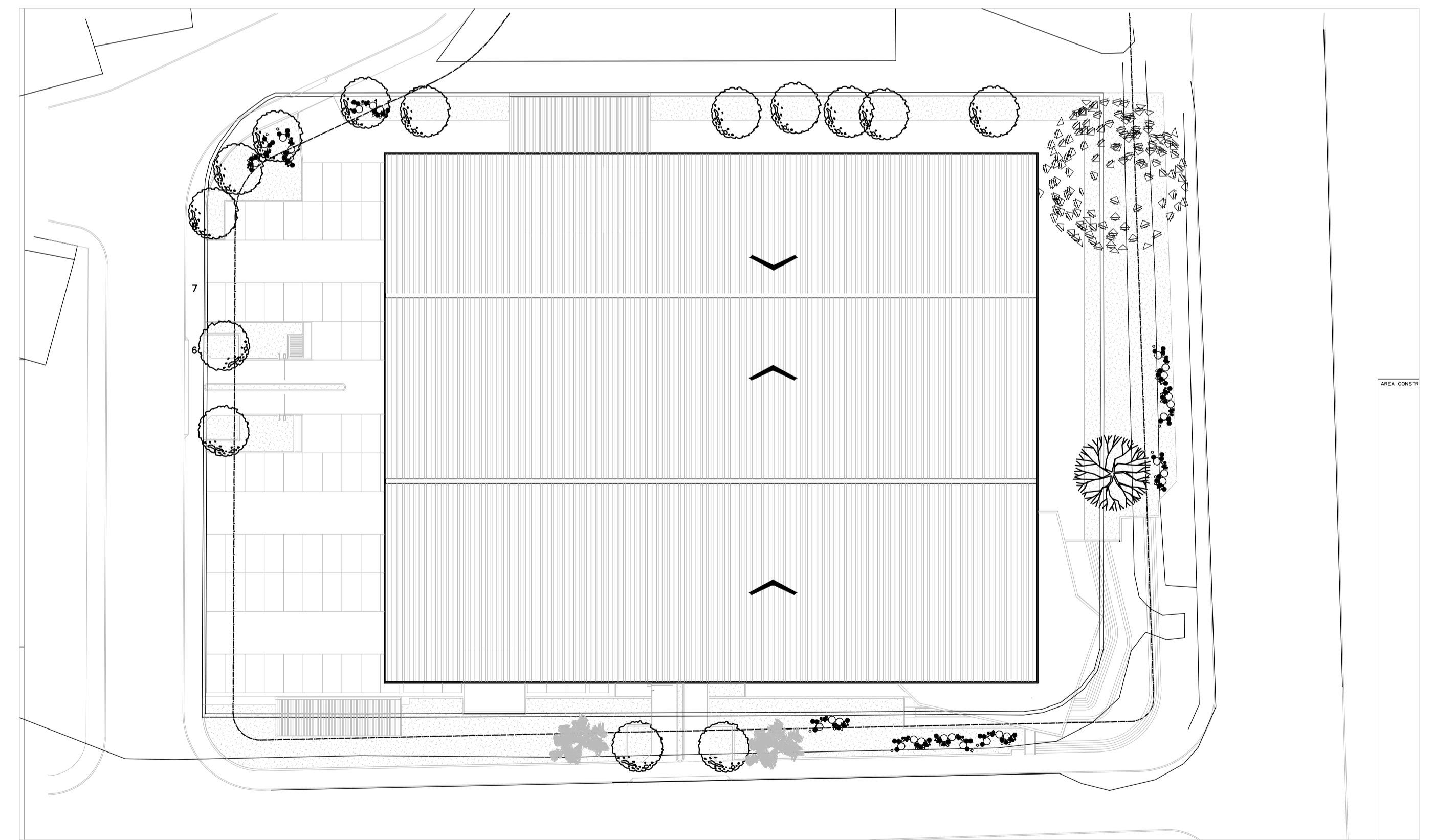
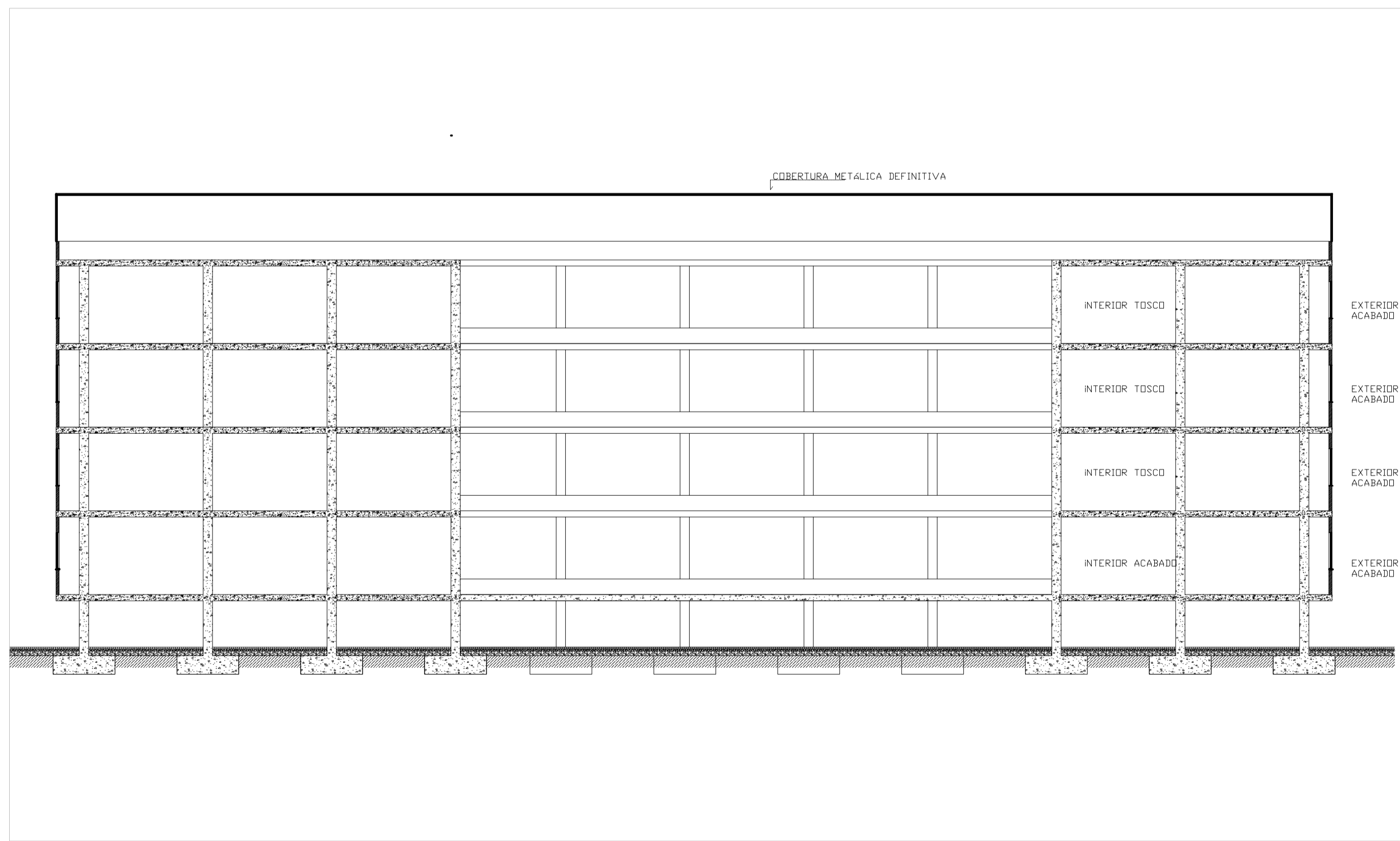
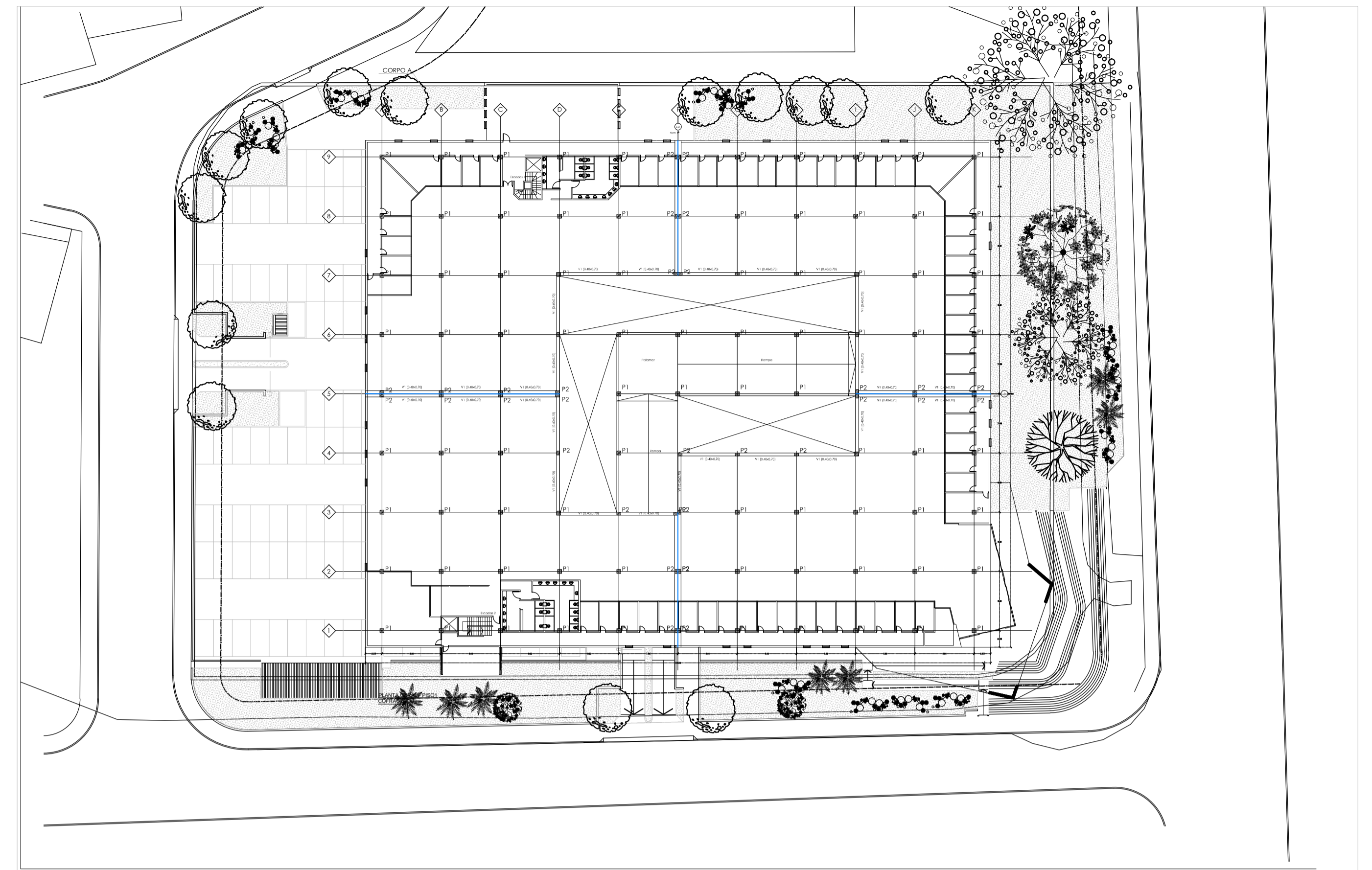
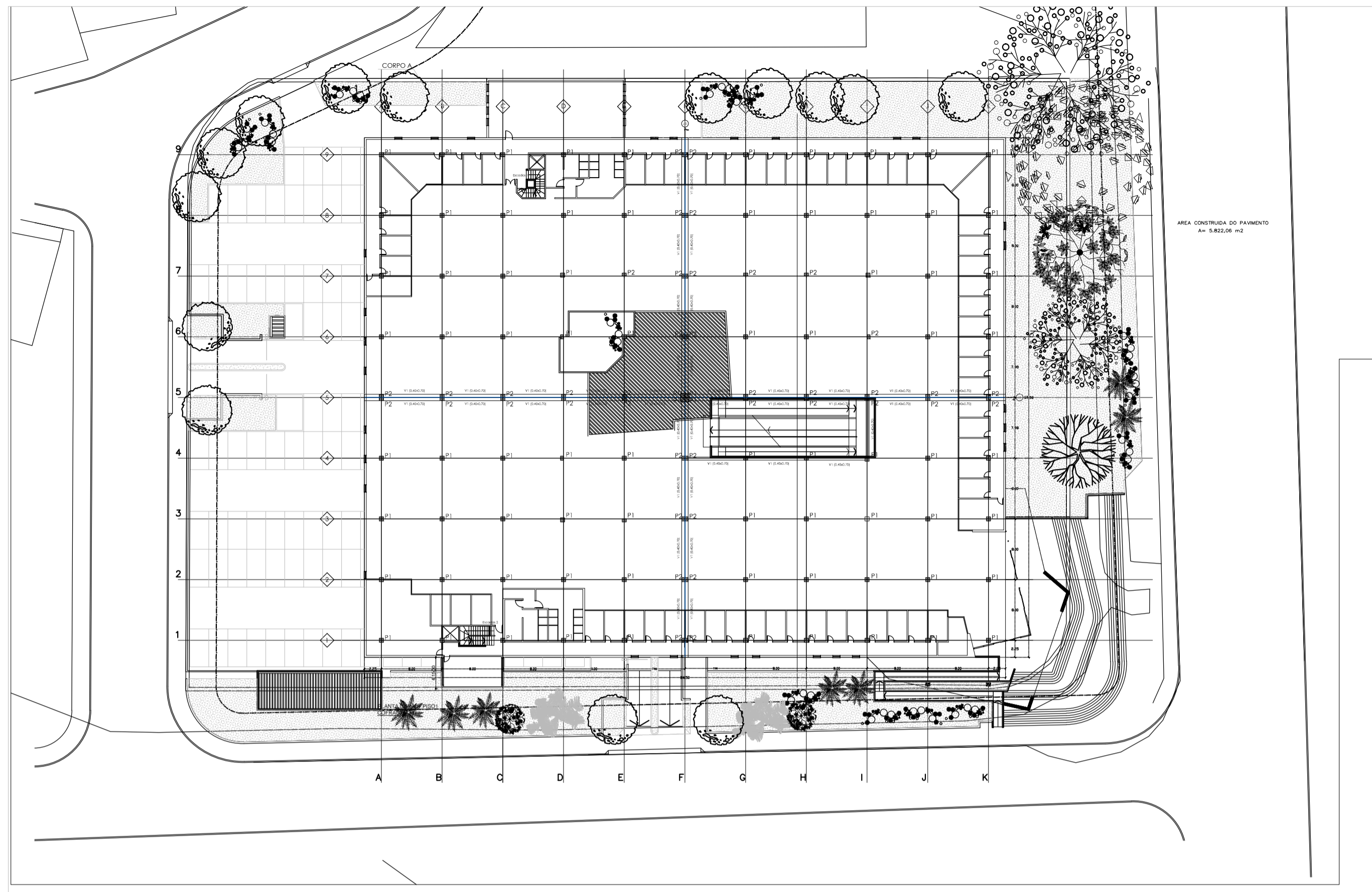
N.º: 001

Designação:

Pormenores - CORPO A

Escala:

1/20



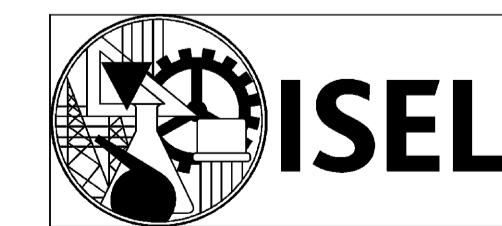
**Materiais**

**Betão:**

Lajes NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Vigas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Pilares NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=45  
 Sapatas NP EN206-1 C25/30 XC1 C10.20 Dmax20 S3 c=50

**Aço:**

Armaduras Ordinárias A400NR SD



Projecto de Execução:  
 Centro Comercial Mercado da  
 Praia - Cabo Verde

Data: Jul./2015  
 Ano Lec.: 2013/14

Orientadores:		Objectivo:	N.º Des.:
Or. A: Eng.º Emanuel C. Barros Said Or. B: Eng.º Cristina F. Machado		Trabalho para obtenção do Grau de Mestre em Eng. Civil	N.º 9 / 9
Autor:		N.º Aluno:	Revisão:
Bruno José Santos Gomes		29787	N.º: 001
Designação:		Escala:	
Arquitetura Geral - Plantas e Corte		1/50	