

# OBRA DO CONVENTO SANTA JOANA

29 de Julho 2021



*De onde partimos...*





O desafio!?



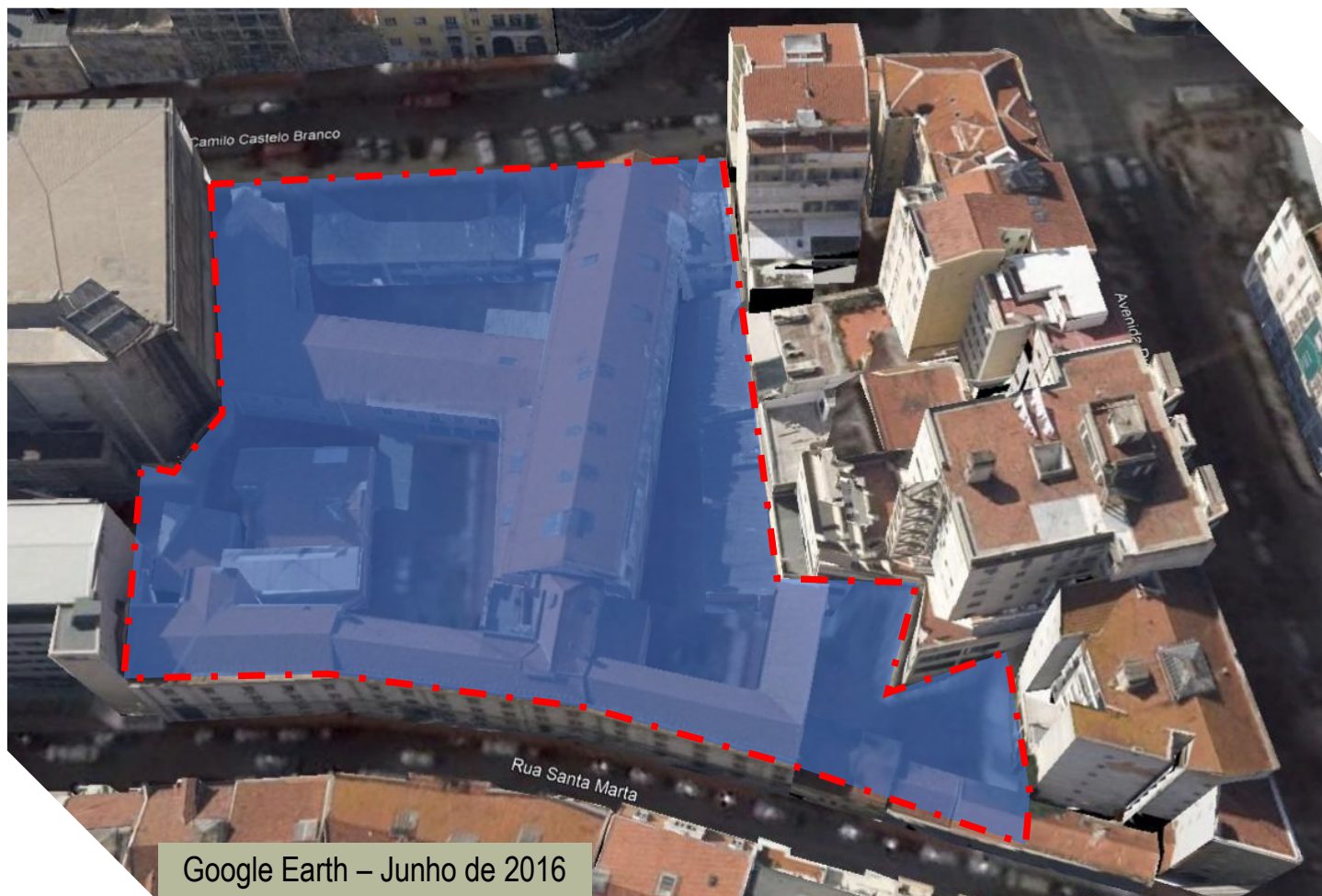
... *materializar o conceito funcional e estético*  
definido pela arquitectura.



# DIFICULDADES E CONSTRANGIMENTOS

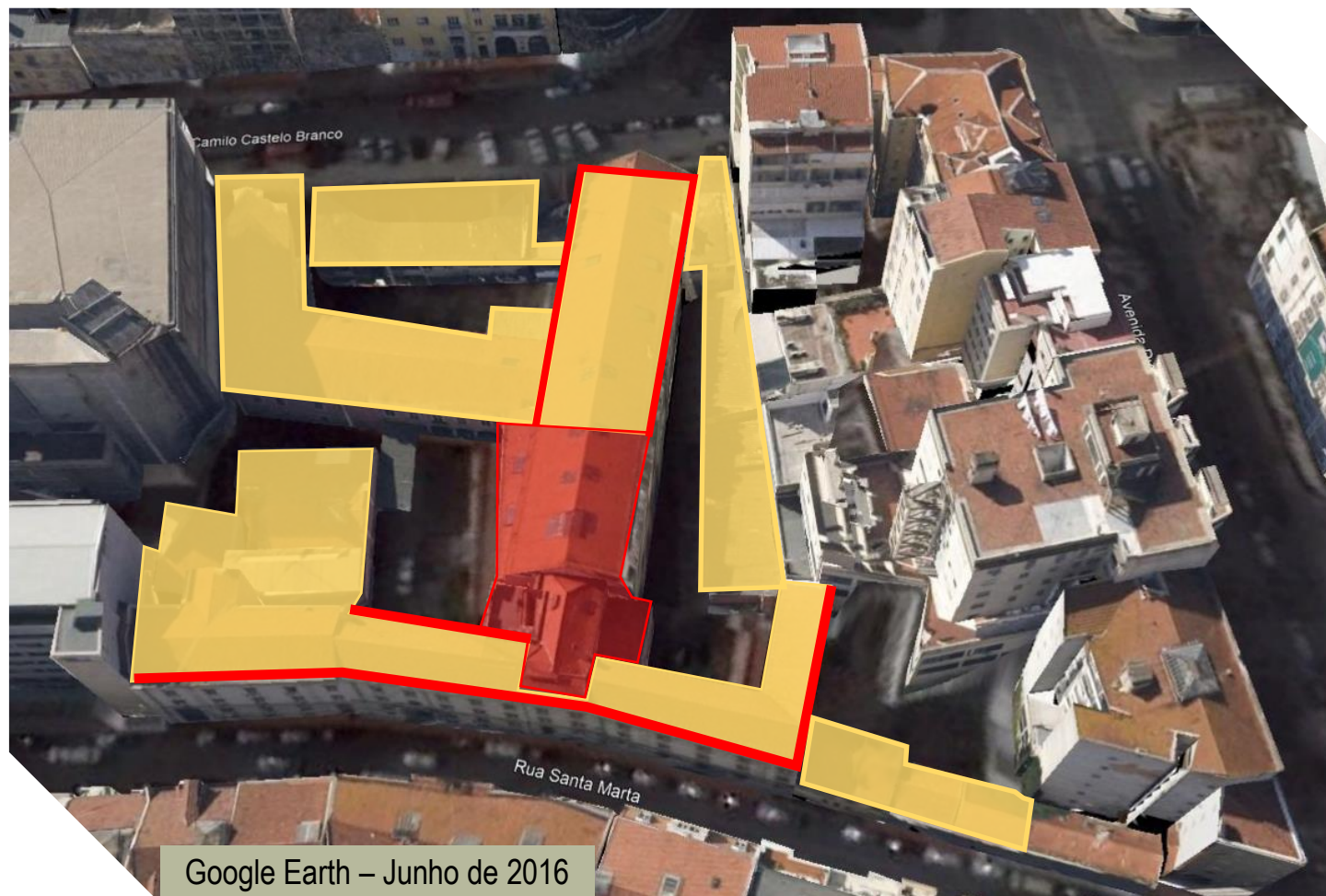


## 1- Condicionantes Naturais na Reabilitação / Reconstrução Urbana



- Confrontações nos limites do lote com os edifícios confinantes.
- Desnível topográfico de nascente para poente, que estruturalmente se reflecte num desequilíbrio de impulsos.
- Introdução de caves.

## 2- Demolições Totais e Parciais com Contenção de Fachadas

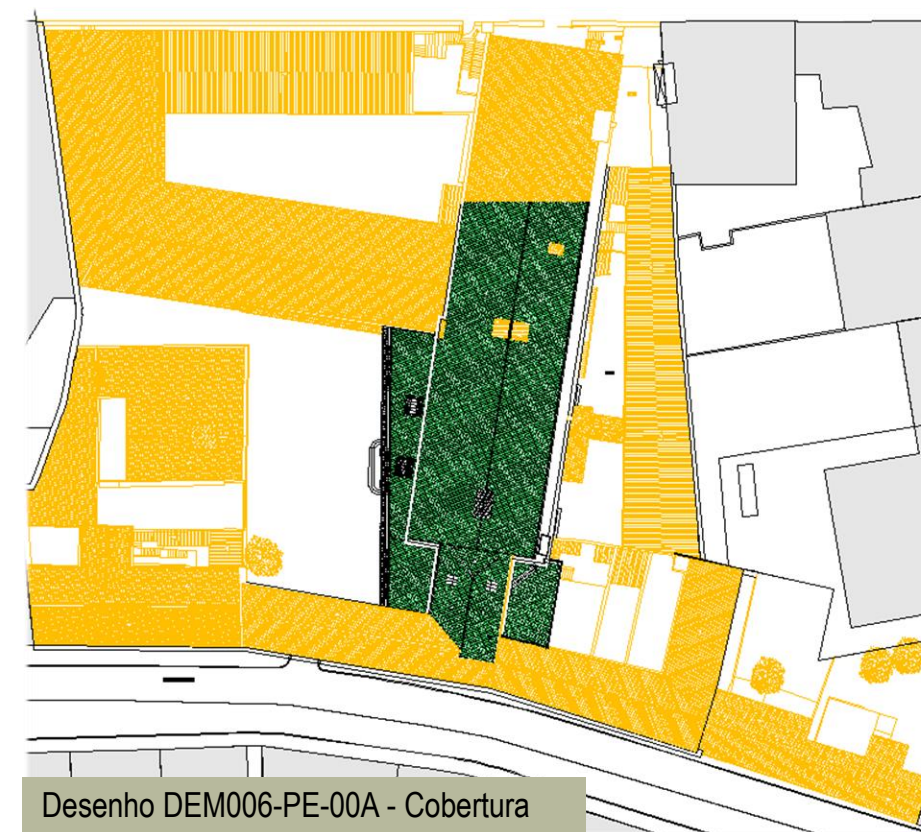
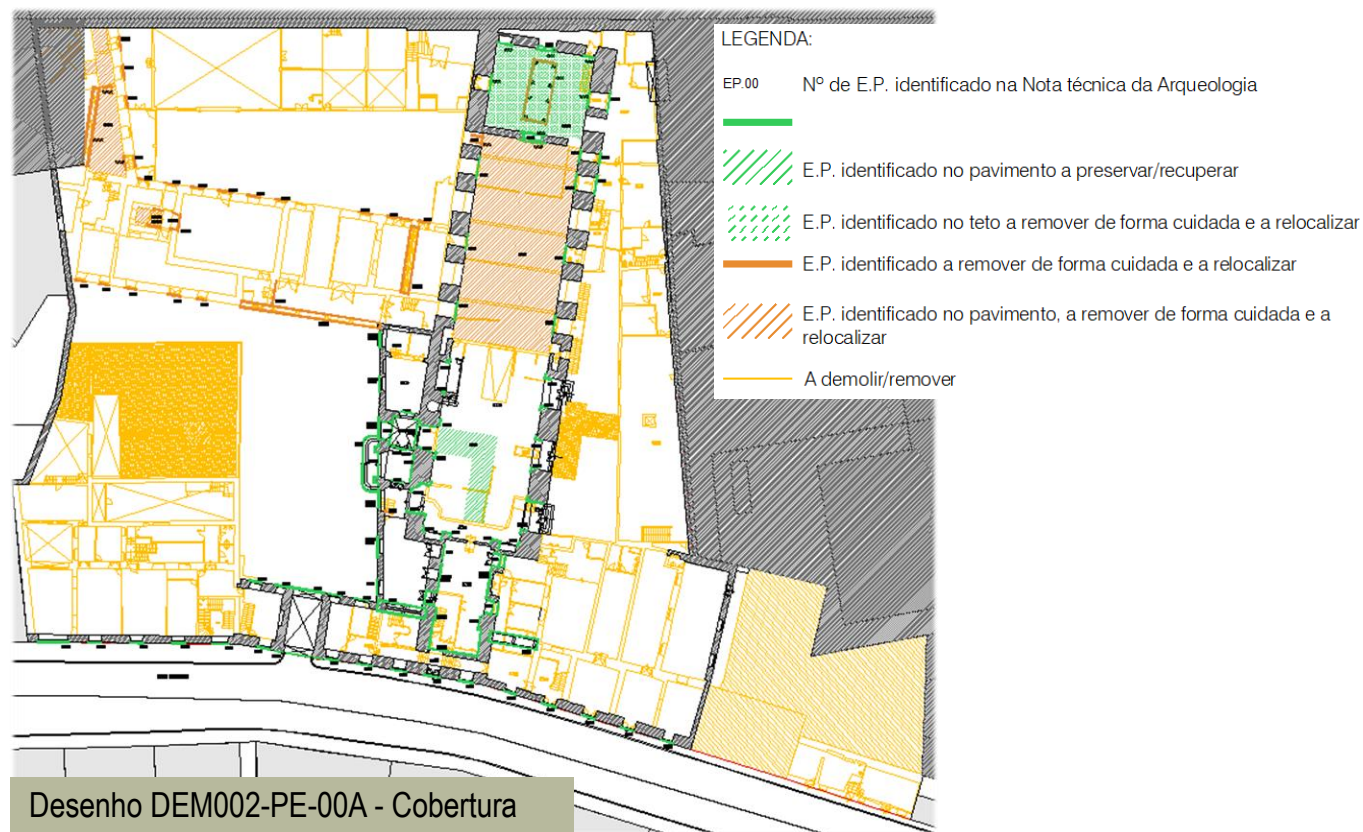


- Interação Técnica com a Direcção Geral do Património Cultural [DGPC].
- Definição do faseamento construtivo para a demolição e contenção de estruturas existentes.

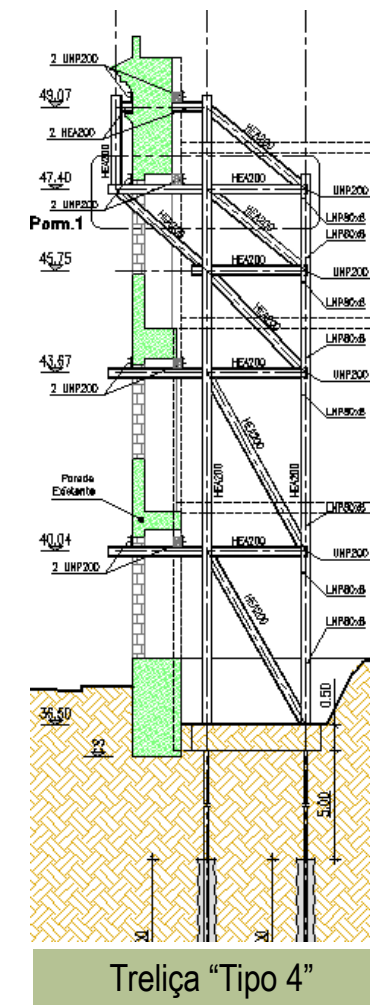
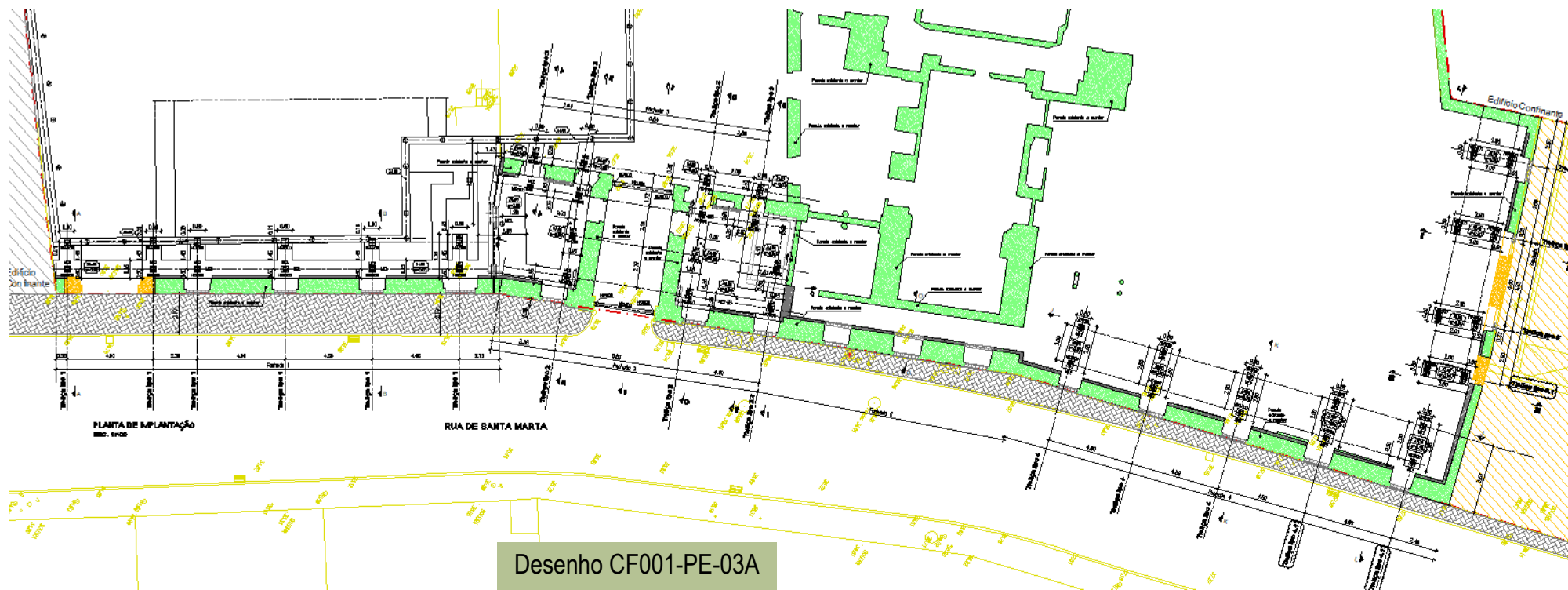




## 2- Demolições Totais e Parciais com Contenção de Fachadas



## 2- Demolições Totais e Parciais com Contenção de Fachadas





## 2- Demolições Totais e Parciais com Contenção de Fachadas



Fachadas 4 e 5 – Março de 2021

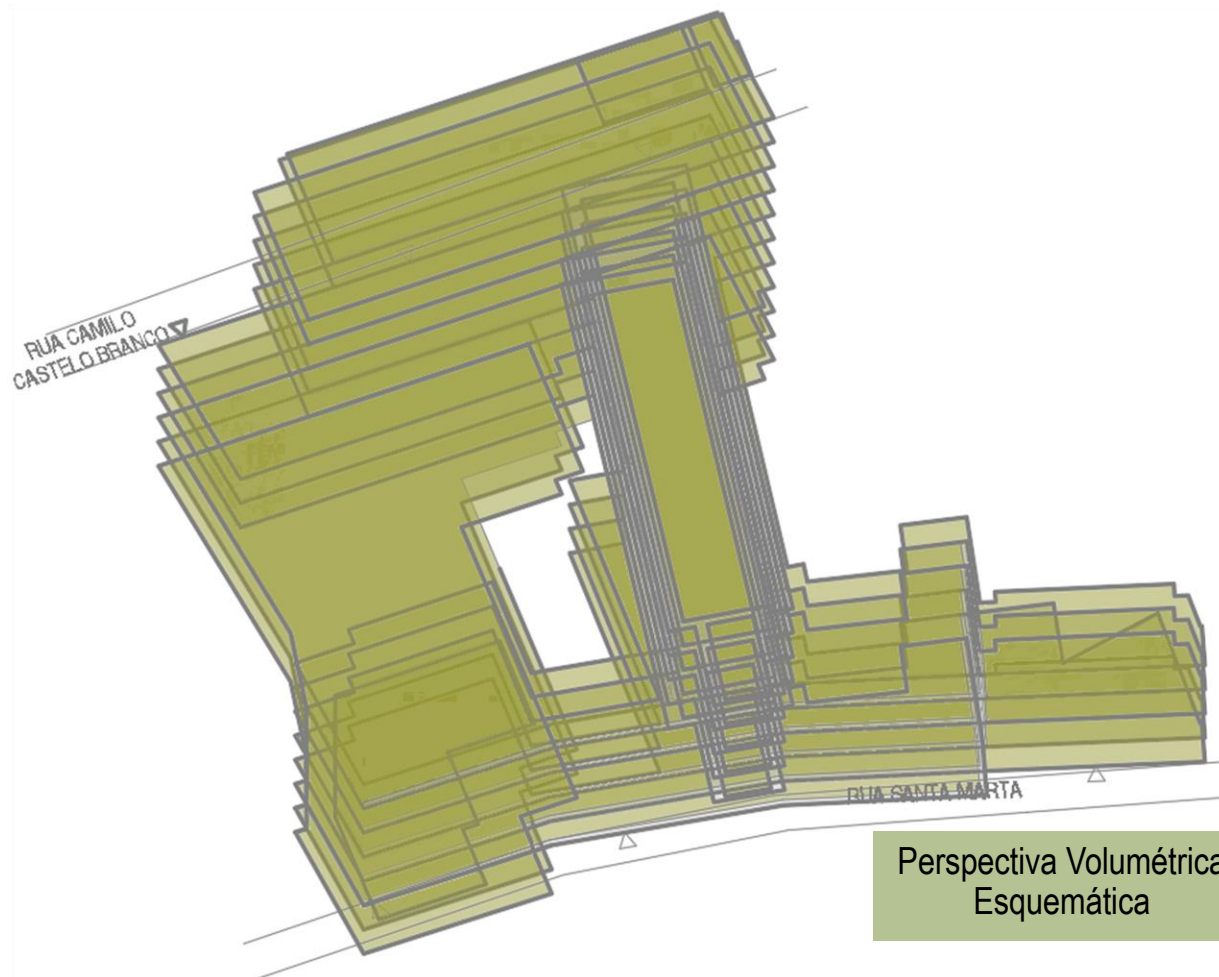


Fachadas 2 e 3 – Julho de 2021



Fachada 1 – Julho de 2021

### 3- Geometria do Empreendimento



- Variabilidade geométrica em altura e em planta.
- Maximização da área de construção na volumetria construtiva disponível e a compatibilização com as fachadas existentes a manter.

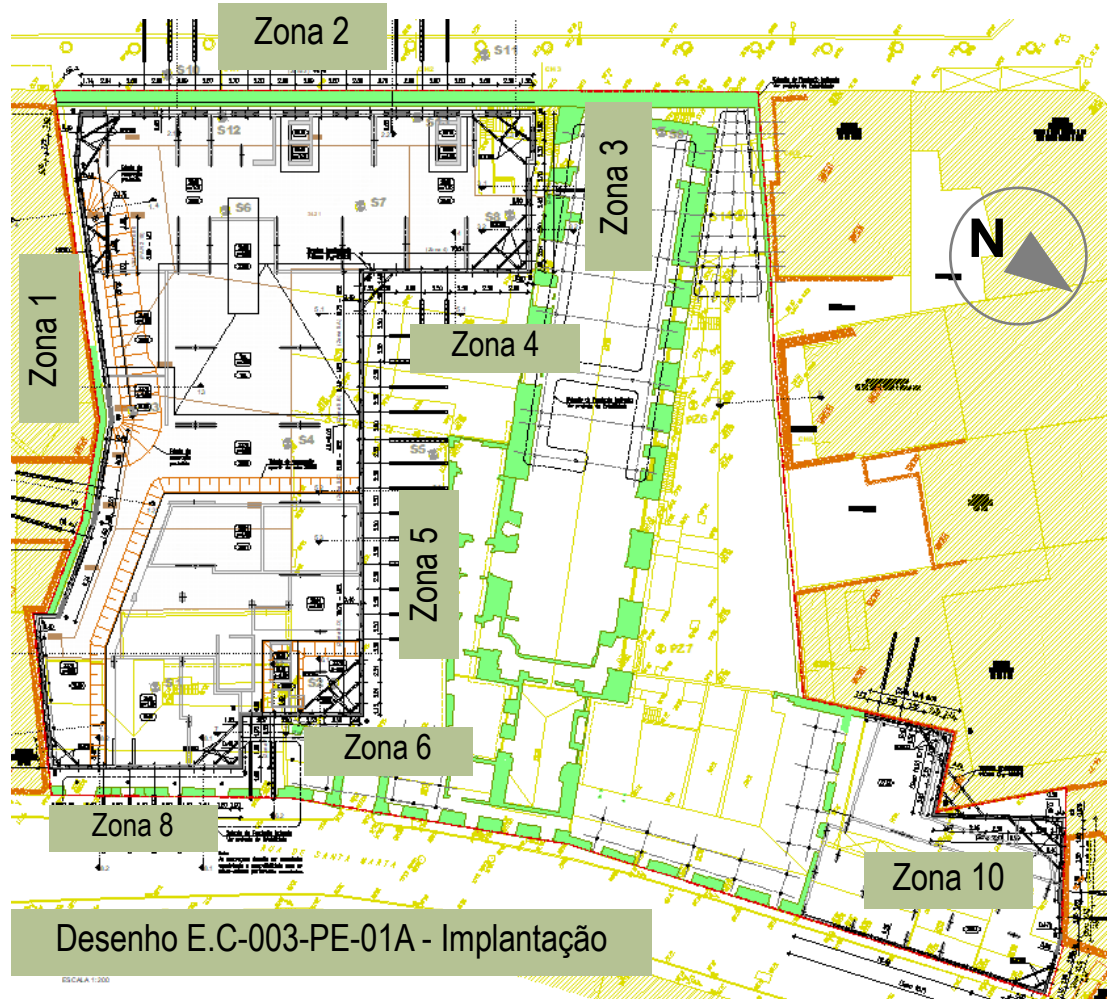






# CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

## 1- Solução da Escavação Contenção – Muro Tipo “Munique”



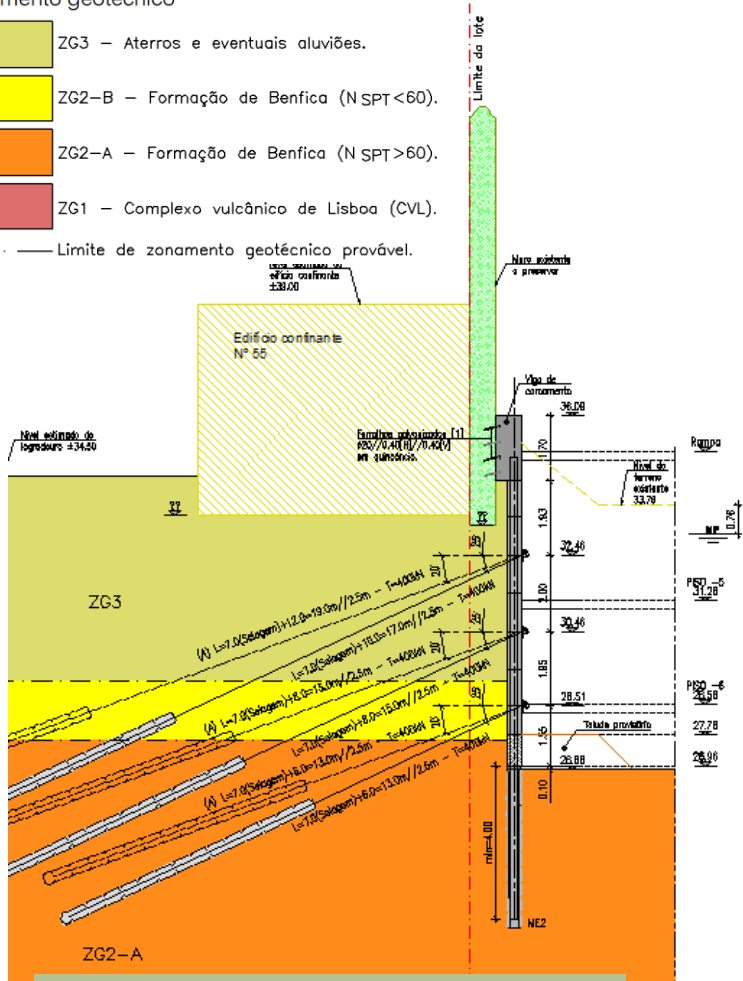
- **Considerações Gerais**
  - Na prospecção havia sido identificado o nível freático, sensivelmente a 2 m de profundidade.
  - Os terrenos de fundação apresentam baixa permeabilidade,  $k=10^{-5}$  m/s, assim a área de influência gerada pelos poços de bombagem (cone de rebaixamento) será limitada e próxima dos limites da área de escavação, considerando-se que a sua realização não influencia o estado de tensão dos terrenos vizinhos
  - A limitação de espaço e de acesso à área de implantação, no nosso entender, perfilam esta solução como a mais apropriada, não sendo necessários equipamentos de grandes dimensões para a sua execução, não exigindo este tipo de contenção, uma grande área de estaleiro. Esta também foi a solução mais consensual para a DGPC porque, à excepção, da colocação das micro-estacas, todas as fases de execução e escavação eram aferidas e triadas pela arqueologia.
  - Particularmente, a tecnologia da parede moldada e das estacas, provocaria vibrações nos terrenos vizinhos, sendo que a sua eficácia e rentabilidade está muito dependente da compacidade do solo, mais eficaz e mais rápido em solos brandos. Assim, tratando-se de materiais compactos a muito compactos, como são a Formação de Benfica e o Complexo Vulcânico de Lisboa (basaltos), a execução de paredes moldadas teria dificuldades de progressão, em face da dureza destes materiais, com consequências imprevistas de vibrações nos terrenos adjacentes, podendo levar a fenómenos de distorção e de deformação dos solos de fundação das estruturas vizinhas, correndo maior risco de criar fenómenos de instabilidade e de patologias nas mesmas.
  - Estas tecnologias, comparativamente ao muro de “Munique”, representam uma solução relativamente mais onerosa. No caso das paredes moldadas, existe um agravamento pela utilização de lamas bentoníticas (fabrico, recuperação e reciclagem), para além destas, poderem ter um impacto negativo no lençol freático existente, pelo risco de contaminação provocada pelas lamas.



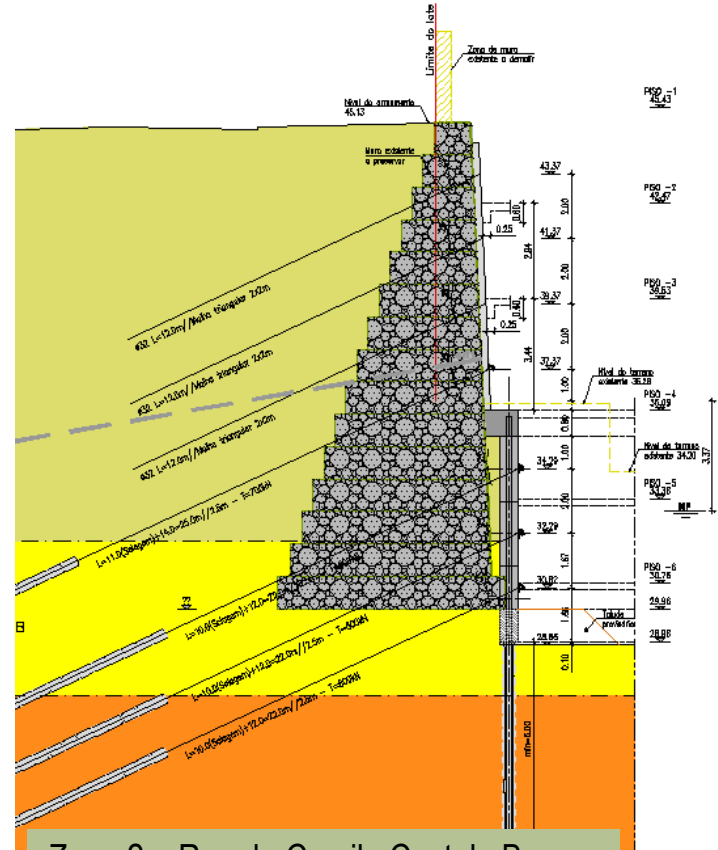
# 1- Solução da Escavação Contenção – Muro Tipo “MunIQUE”

Zonamento geotécnico

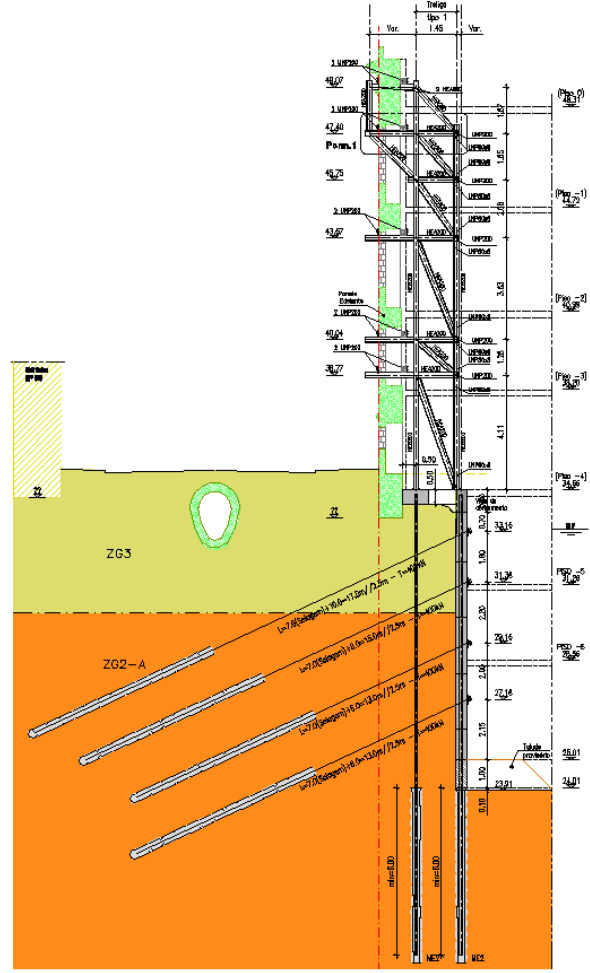
- ZG3 – Aterros e eventuais aluviões.
  - ZG2-B – Formação de Benfca (N<sub>SPT</sub><60).
  - ZG2-A – Formação de Benfca (N<sub>SPT</sub>>60).
  - ZG1 – Complexo vulcânico de Lisboa (CVL).
- — — Limite de zonamento geotécnico provável.



Zona 1 – Contenção a Sul

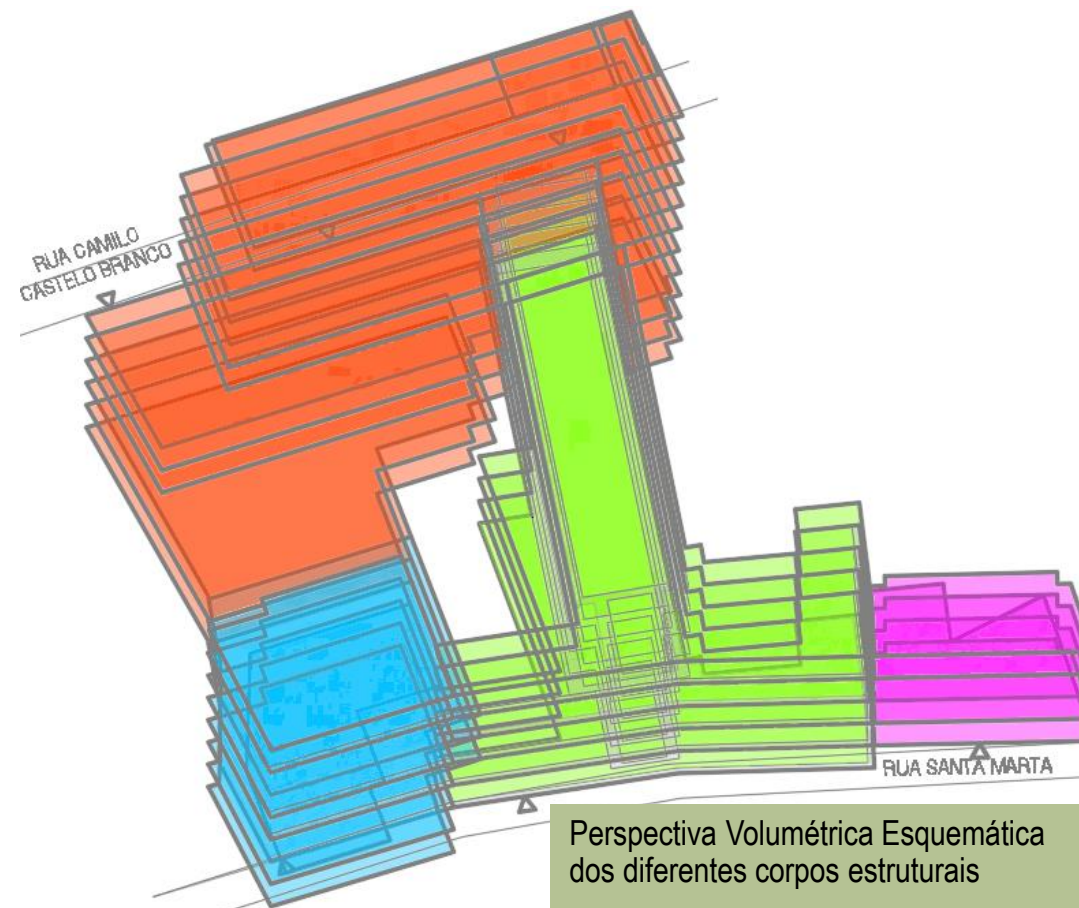
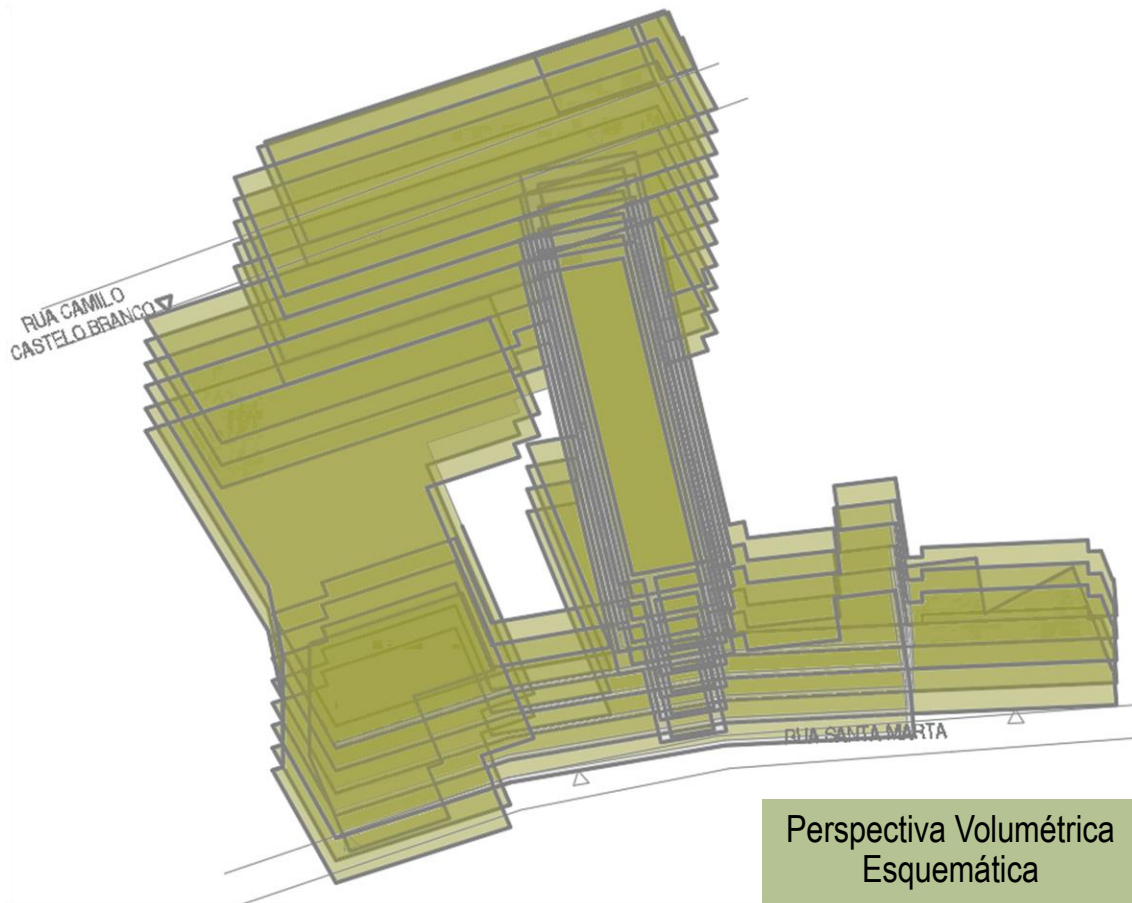


Zona 2 – Rua de Camilo Castelo Branco



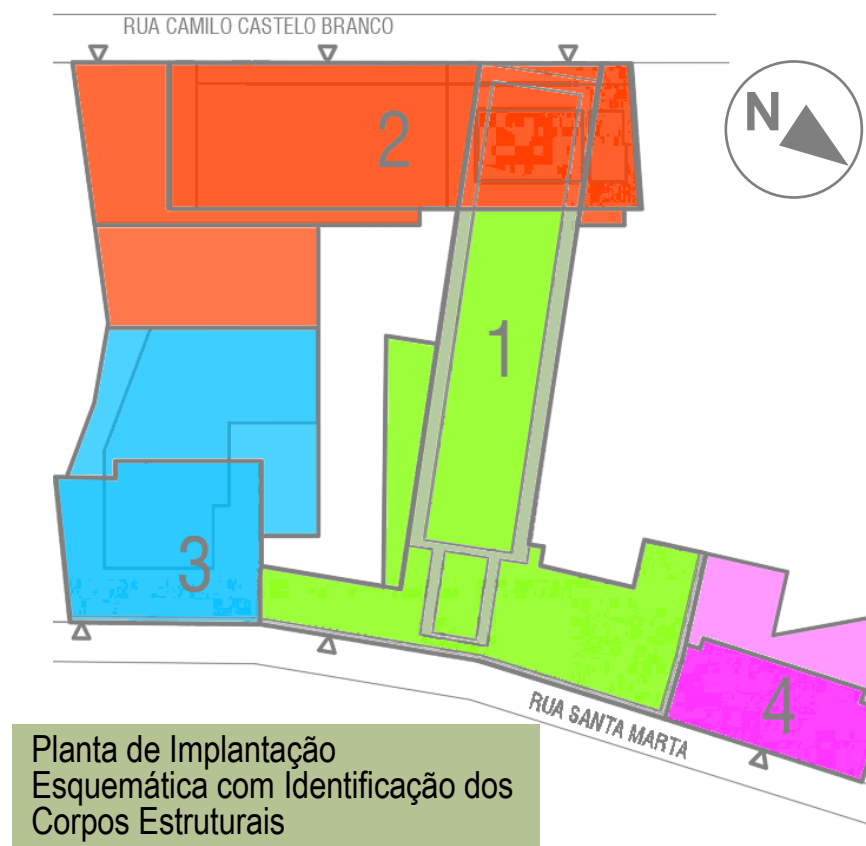
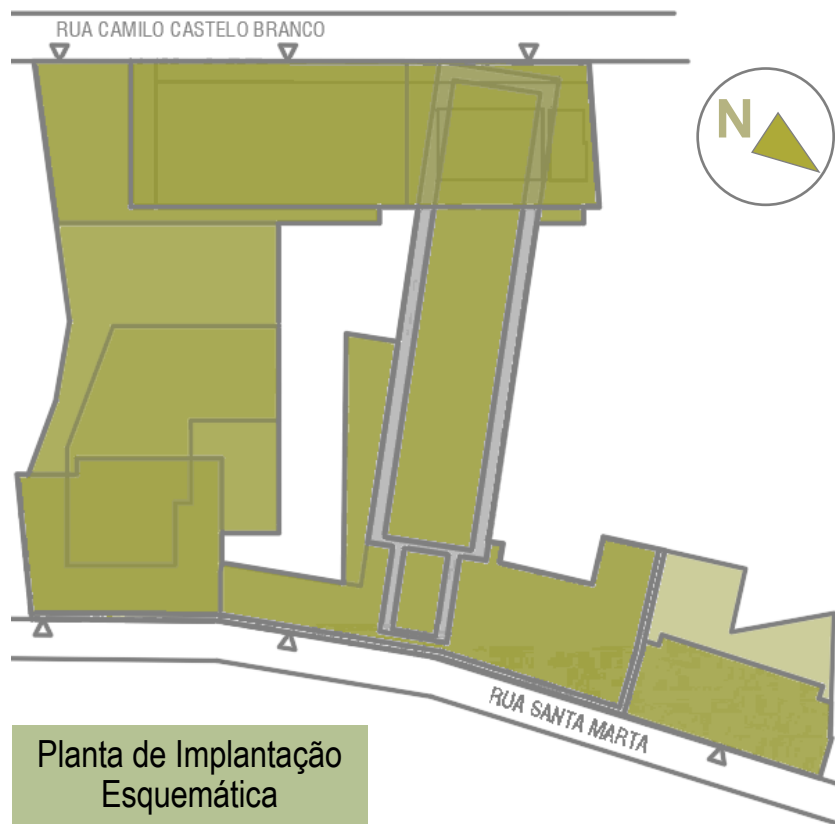
Zona 8 – Rua de Santa Marta

## 2- Definição Corpos Estruturais “Independentes”





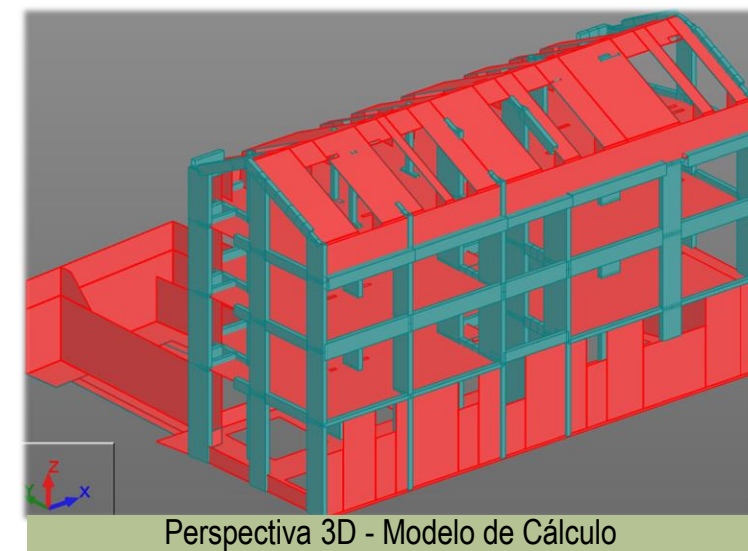
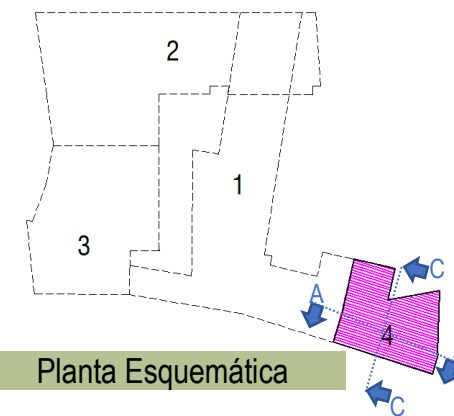
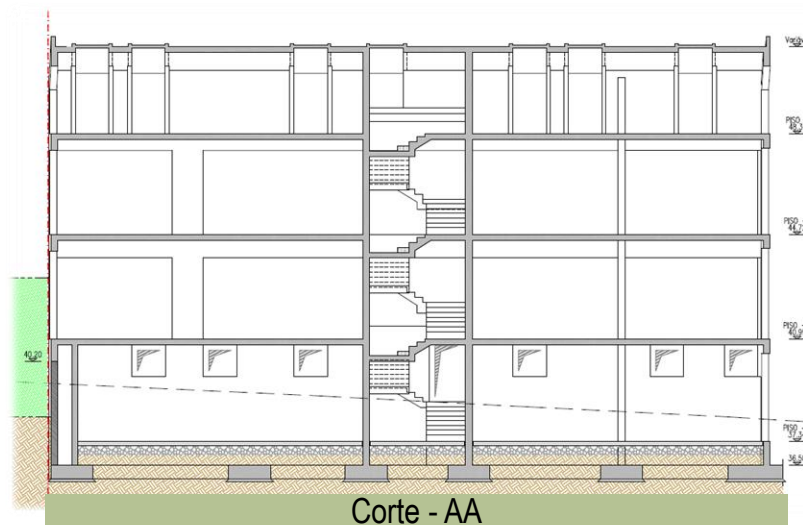
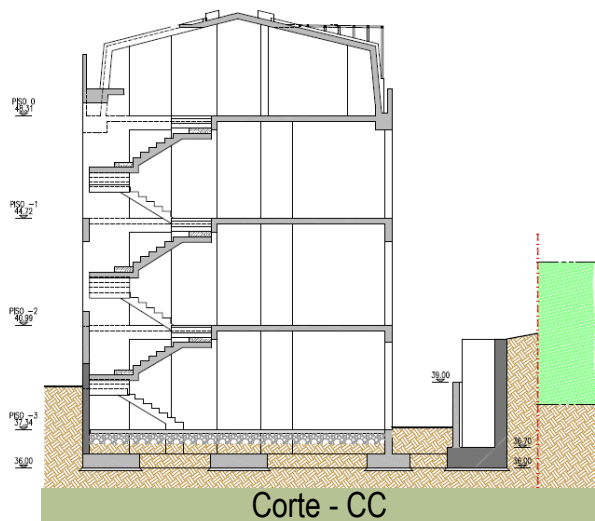
## 2- Definição Corpos Estruturais “Independentes”



## 3- Caracterização Estrutural

### Corpo 4

- Tipologia do Edifício – Desenvolve-se desde o piso -3 até ao piso 1 (cobertura)
  - Uma semi-cave (piso -3);
  - Três pisos elevados (piso -2, cota de entrada a partir da Rua de Santa Marta, ao piso 0);
  - Cobertura.
- Fundações
  - Fundações directas com recurso a bandas maciças.
- Estruturas
  - Estrutura integralmente em betão armado:
    - a) Estrutura tipo parede;
    - b) Lajes fungiformes com vigas de bordo, sempre possível coordenar com a arquitectura

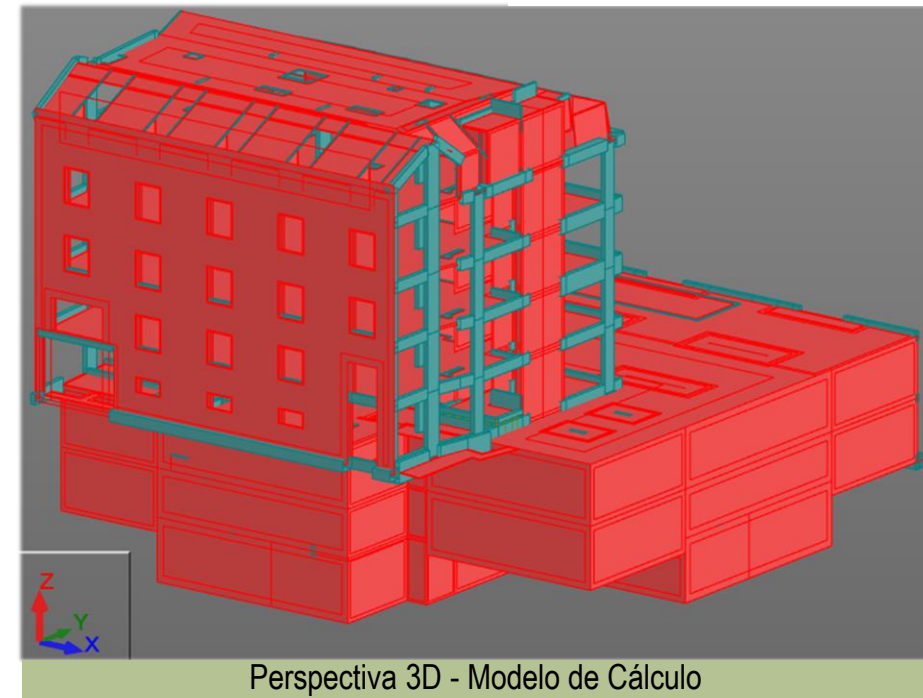
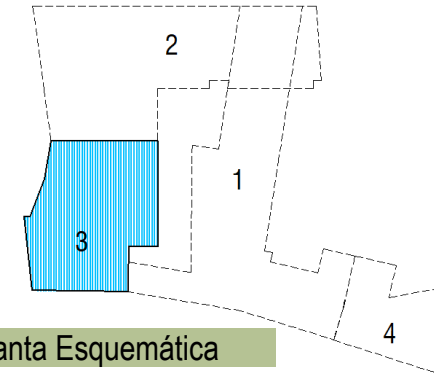




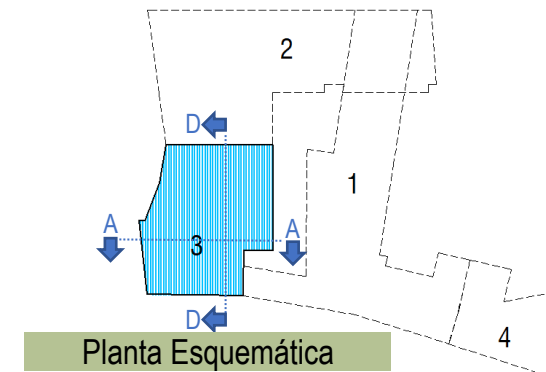
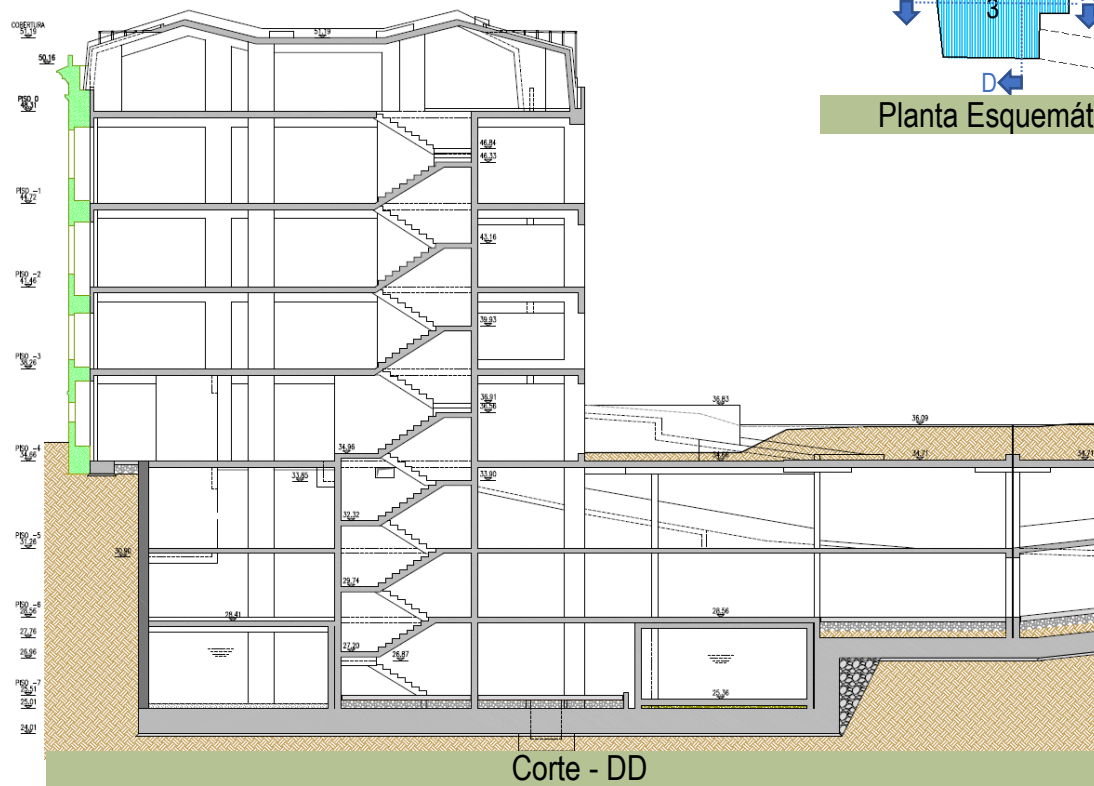
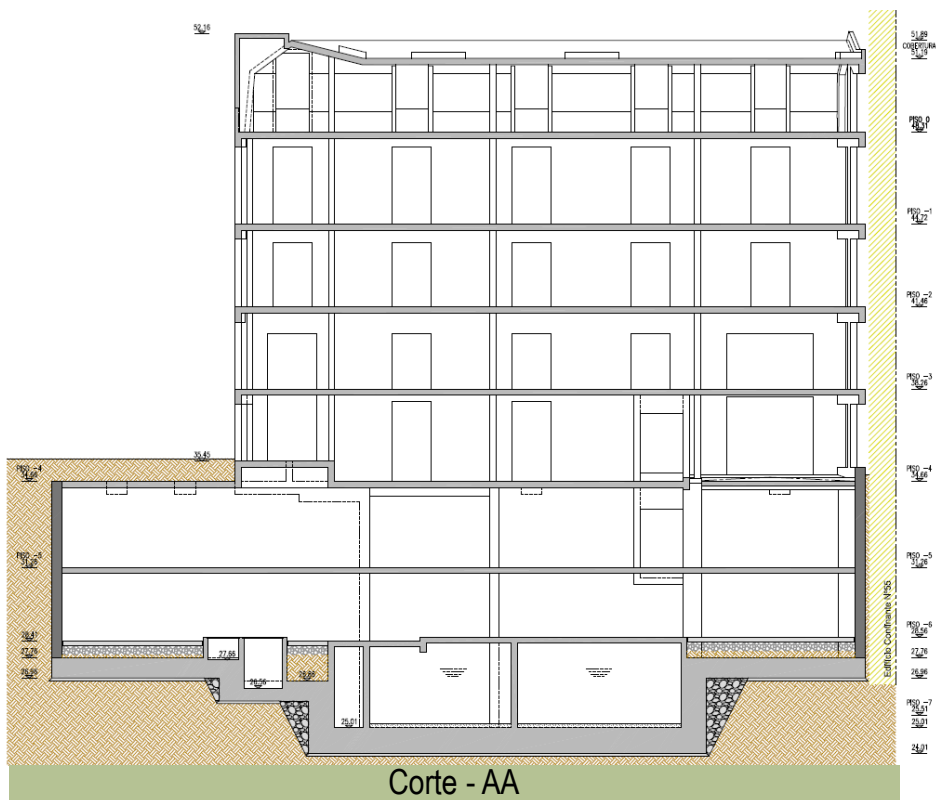
## 3- Caracterização Estrutural

### Corpo 3

- Tipologia do Edifício - desenvolve-se desde o piso -7 até ao piso 1 (cobertura)
  - Três caves (piso -7 ao piso -5);
  - Piso -4 ao nível da Rua de Santa Marta
  - Quatro pisos elevados (piso -3 ao piso 0);
  - Cobertura.
- Fundações
  - Fundações directas por ensoleiramento geral (cota da última cave abaixo do nível freático estimado).
- Estruturas
  - Estrutura integralmente em betão armado.
    - a) Estrutura tipo parede;
    - b) Lajes fungiformes com vigas de bordo, sempre possível coordenar com a arquitectura;
    - c) Solidarização / consolidação da fachada existente através de lâmina em betão armado.



### 3- Caracterização Estrutural



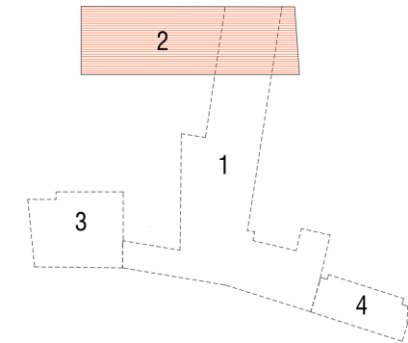


## 3- Caracterização Estrutural

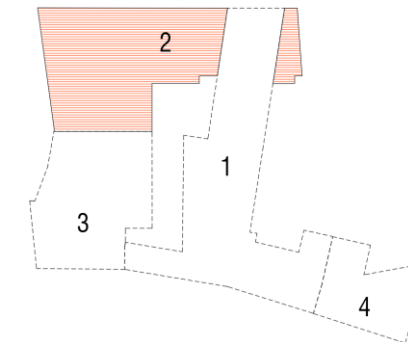
### Corpo 2

- Tipologia do Edifício - desenvolve-se desde o piso -6 até ao piso 7 (cobertura)
  - Duas caves (piso -6 e piso -5);
  - Quatro semi-caves (piso -4 a piso -1);
  - Piso 0 ao nível da Rua Camilo Castelo Branco;
  - Cinco pisos elevados (piso 1 ao piso 5);
  - Cobertura e Cobertura II.
- Fundações
  - Fundações directas por ensoleiramento geral e substituição localizada de terreno, aproximadamente 1 m de profundidade por betão ciclópico (cota da última cave, piso -6, abaixo do nível freático estimado).
  - Fundações indirectas por micro-estacas (cota de fundação, sensivelmente abaixo do piso -4)
- Estruturas
  - Estrutura em betão armado e pós-esforçado (laje do piso 1).
    - a) Estrutura tipo parede;
    - b) Lajes fungiformes com vigas de bordo, sempre possível coordenar com a arquitectura;
    - c) Adopção de solução pós-esforçada para vencer o vão sobre a igreja, sensivelmente 17 m.
  - Estrutura metálica e mista (Solução introduzida para aligeirar a carga sob a laje pós-esforçada)
    - a) Solução metálica porticada;
    - b) Lajes mistas aço-betão, solução colaborante.

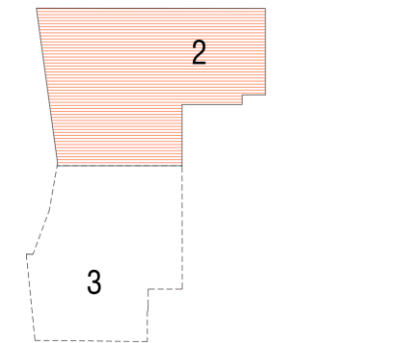
Planta Esquemática  
Pisos 0 à Cobertura



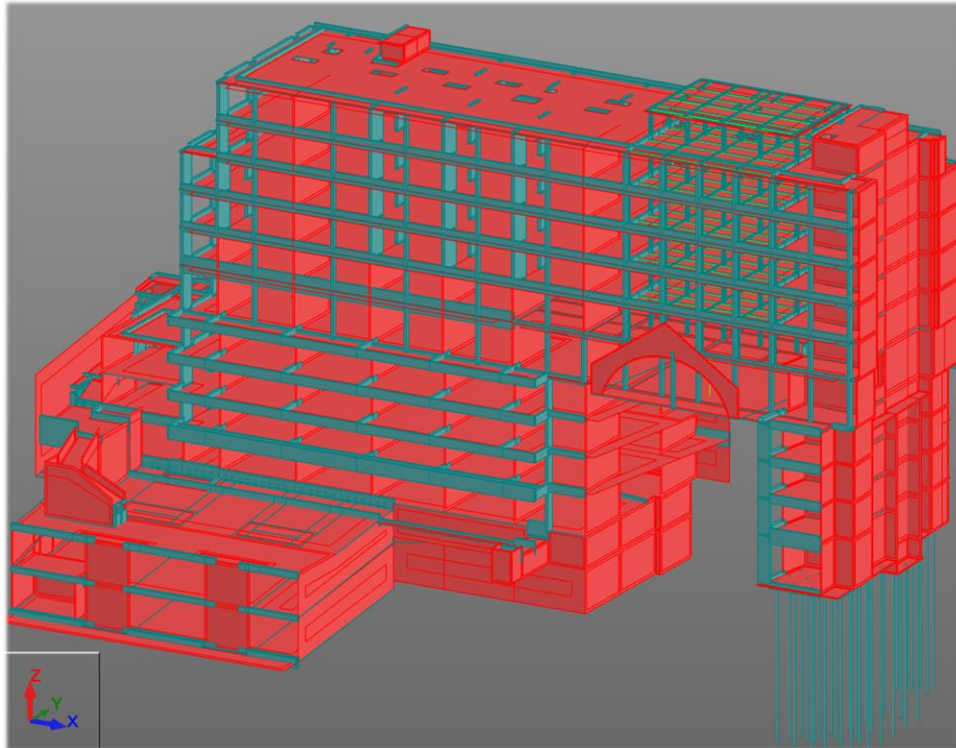
Planta Esquemática  
Pisos -4 ao -1



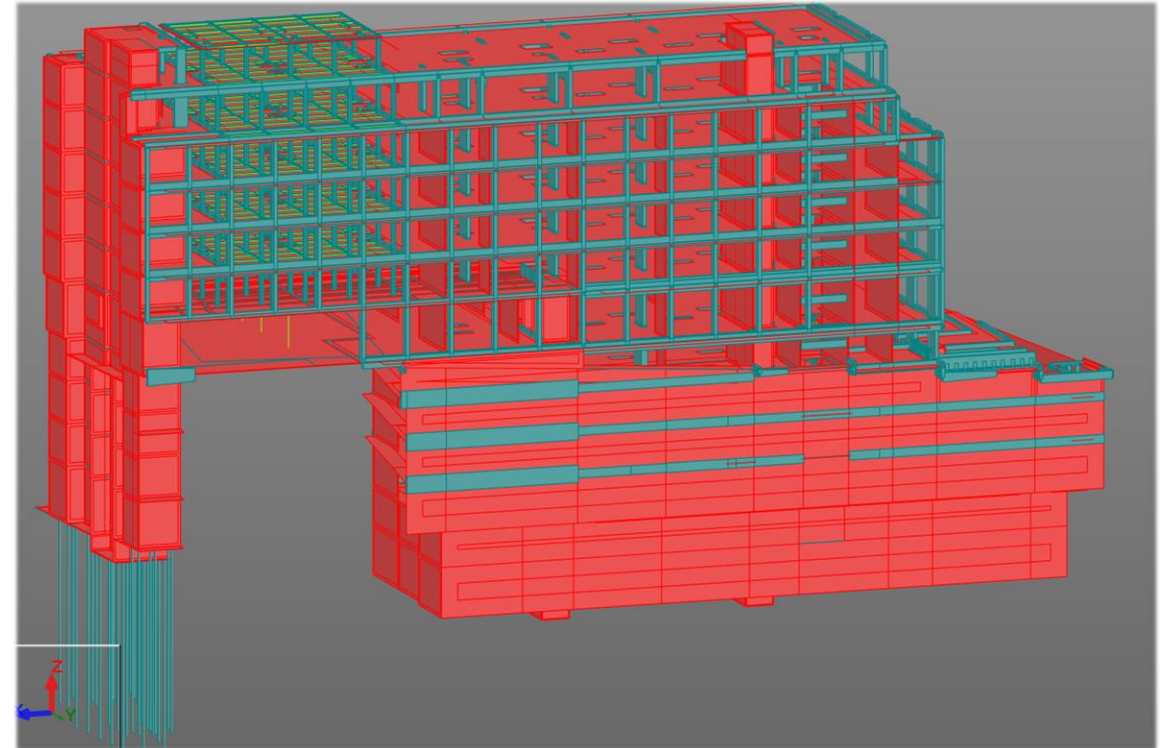
Planta Esquemática  
Pisos -6 e -5



### 3- Caracterização Estrutural



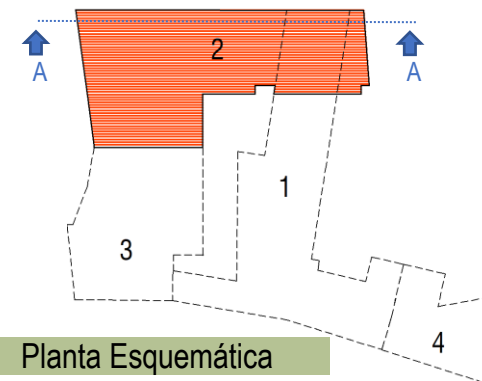
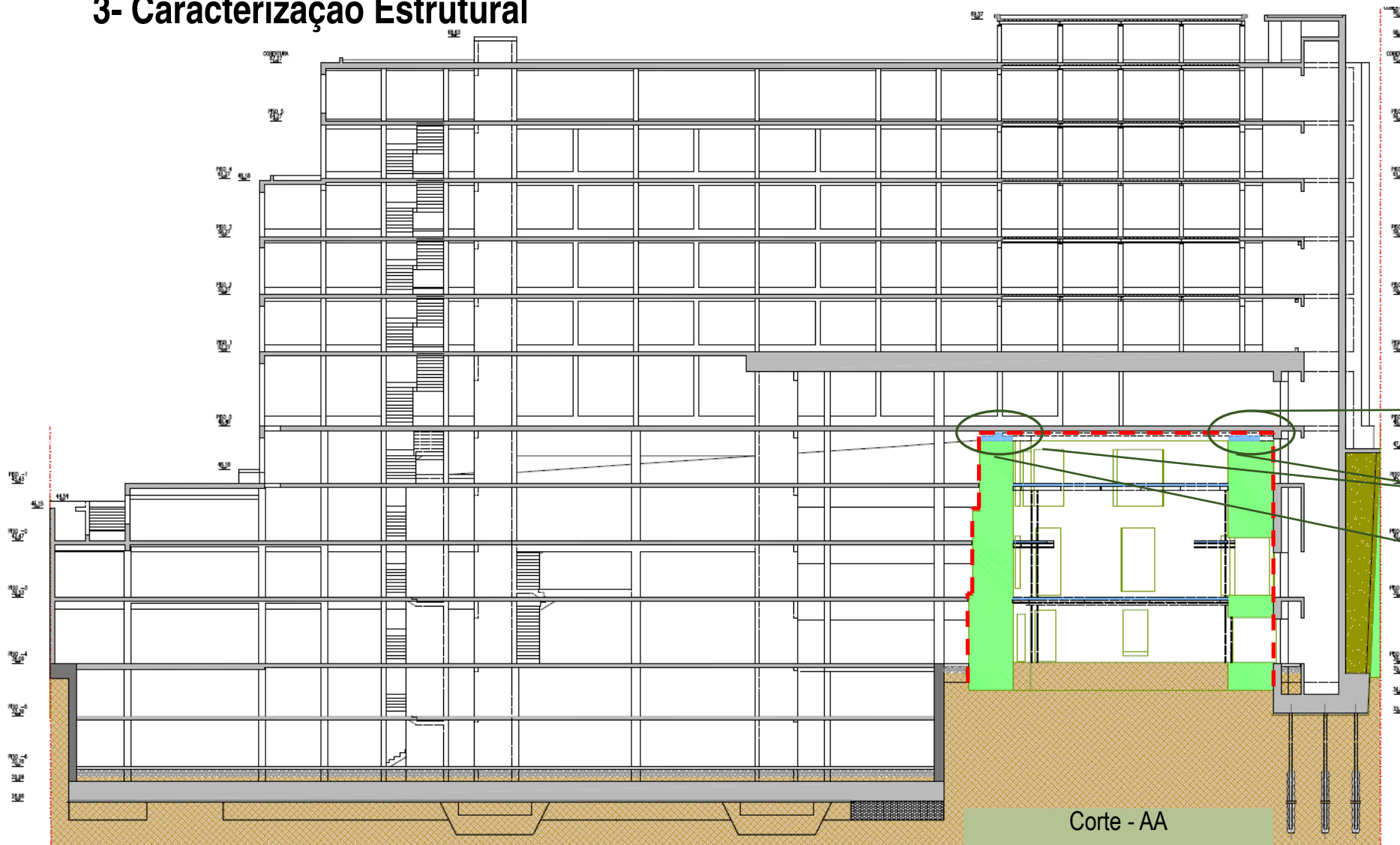
Perspectiva 3D do Modelo de Cálculo  
Nascente - Poente



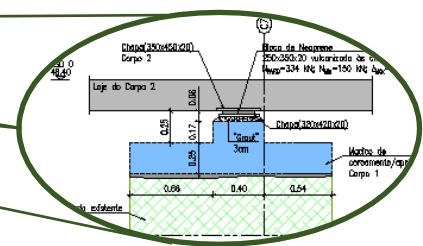
Perspectiva 3D do Modelo de Cálculo  
Poente - Nascente



### 3- Caracterização Estrutural



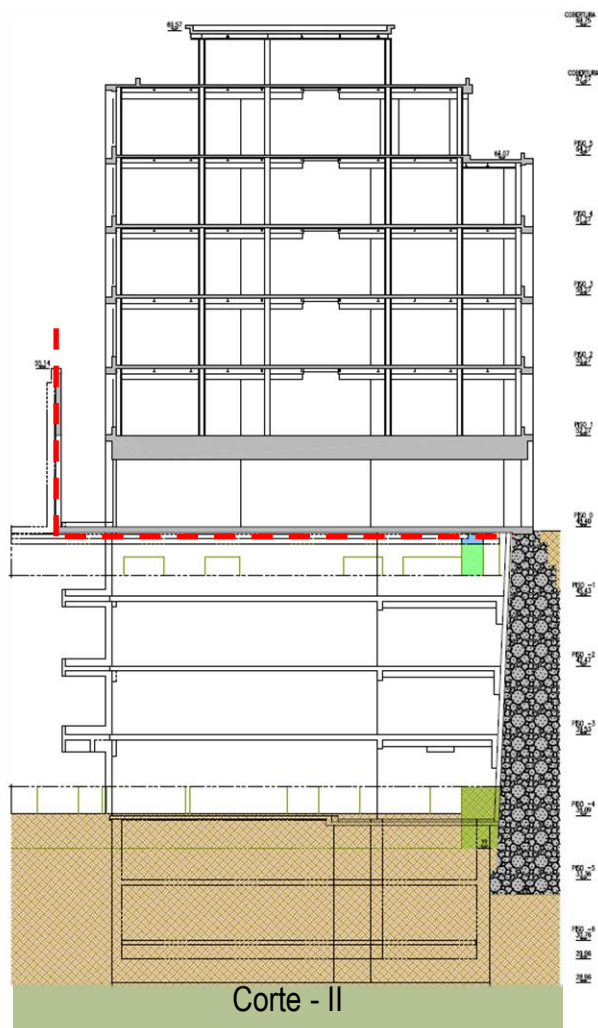
Planta Esquemática



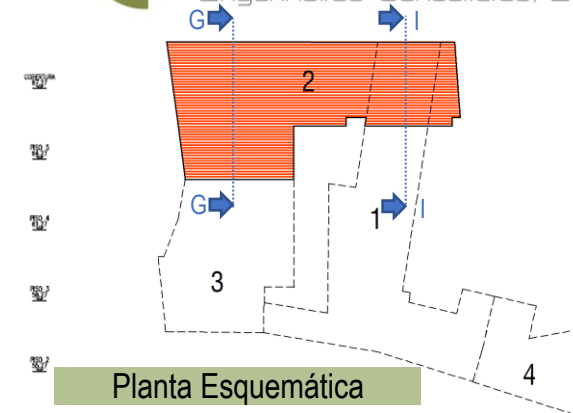
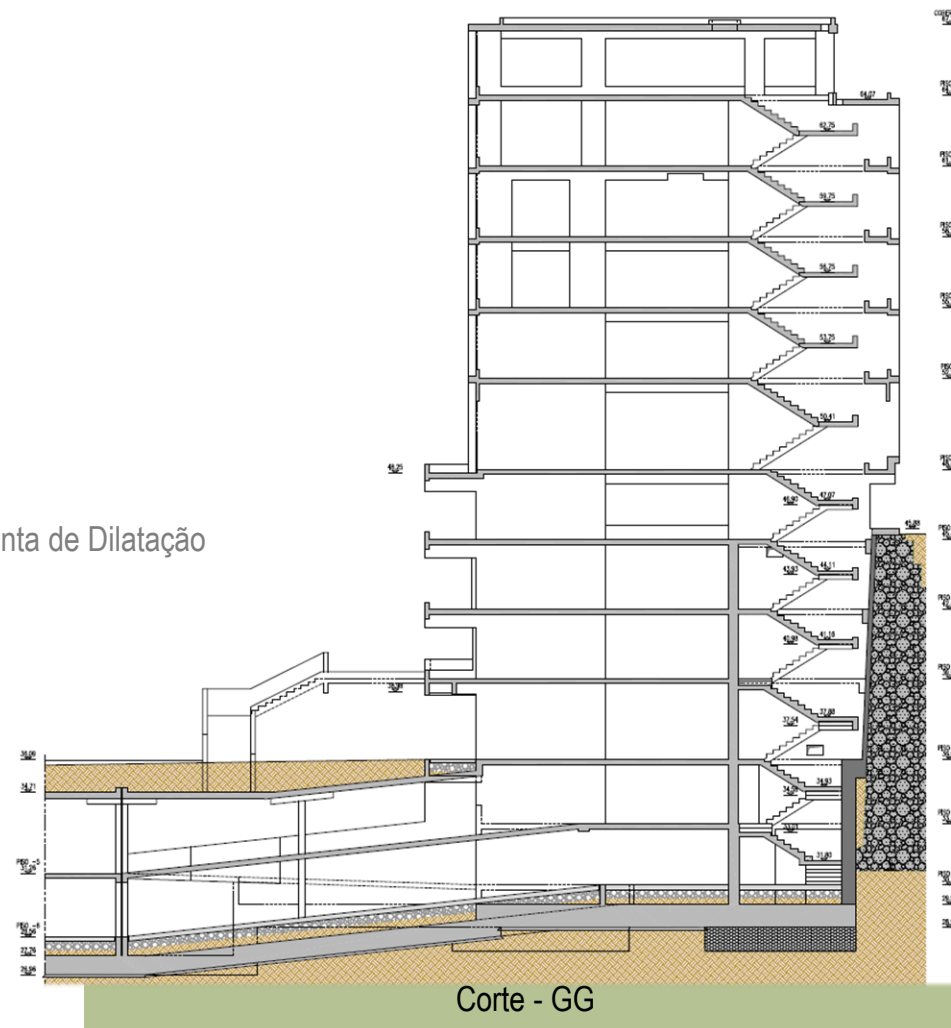
--- Junta de Dilatação

Corte - AA

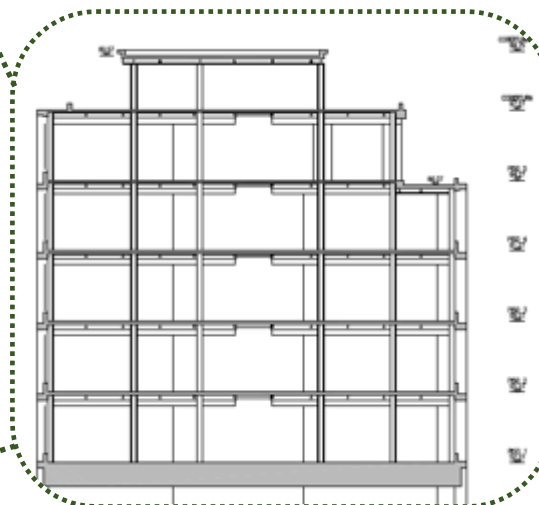
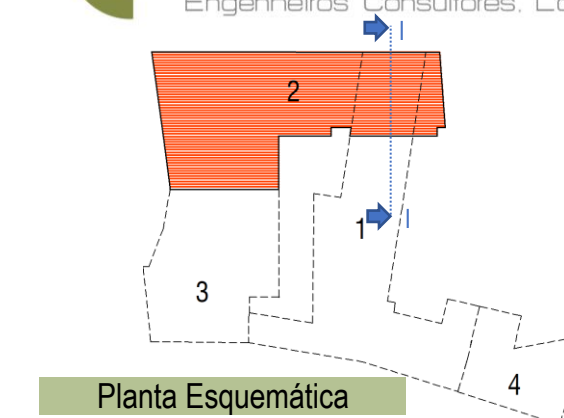
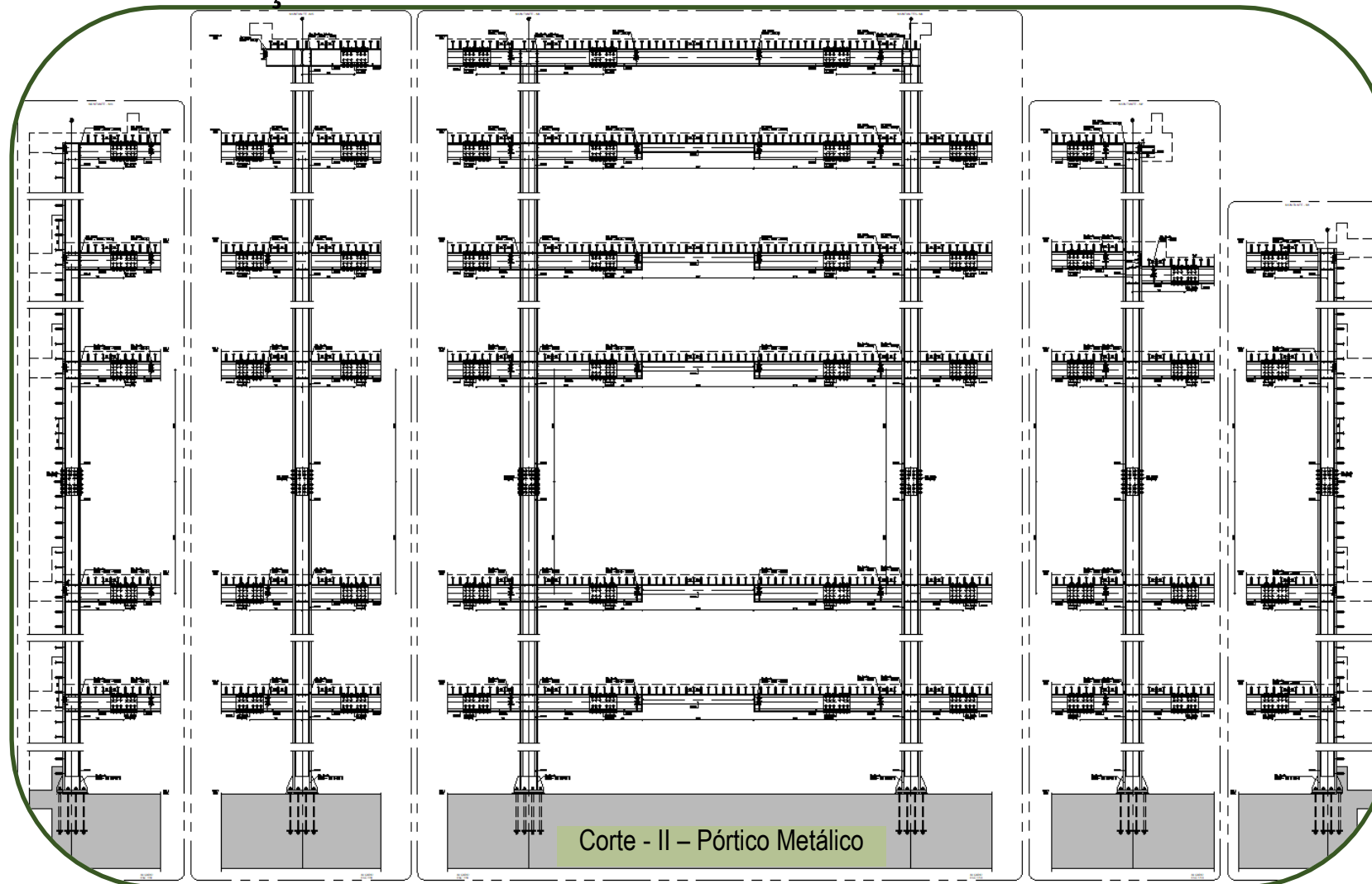
### 3- Caracterização Estrutural



--- Junta de Dilatação



### 3- Caracterização Estrutural

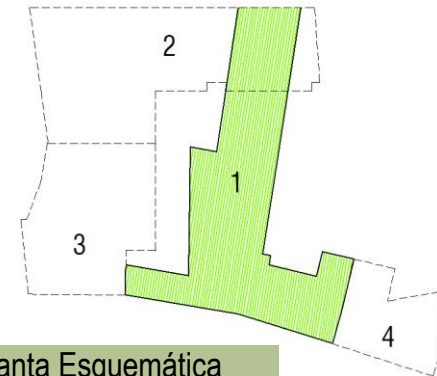




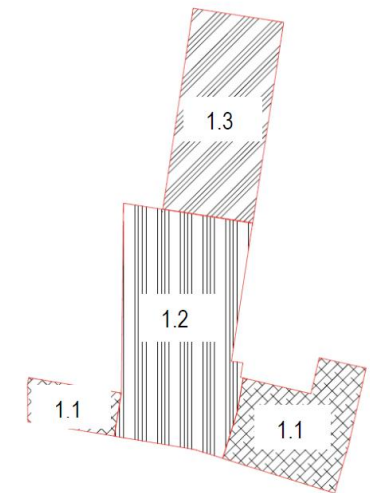
## 3- Caracterização Estrutural

### Corpo 1

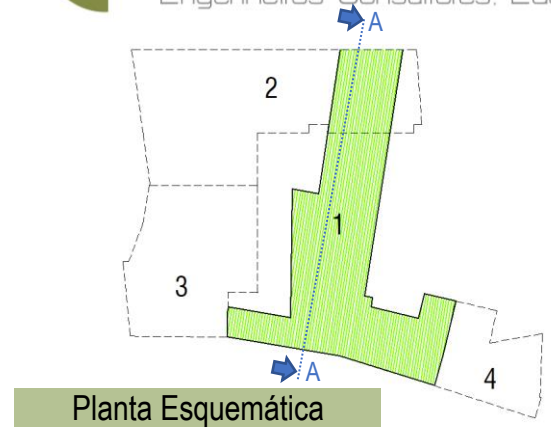
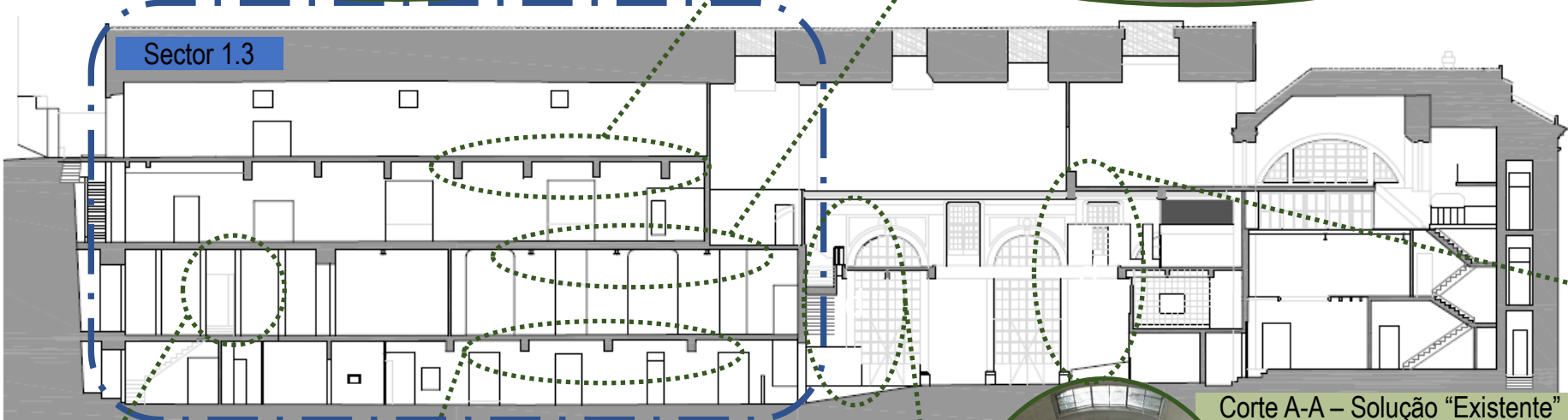
- Tipologia do Edifício - desenvolve-se desde o piso -4 até ao piso 1 (cobertura), sendo o seu desenvolvimento bastante assimétrico;
  - Piso -4 e piso -3 ao nível da Rua de Santa Marta;
  - Quatro / Três pisos elevados (piso -3 / -2 ao piso 0);
  - Cobertura (piso 1).
- Fundações
  - Fundações directas com recurso a bandas maciças no Sector 1.1 (cota de fundação, sensivelmente abaixo do piso -4).
  - Fundações indirectas por micro-estacas no Sector 1.3 (Cota de fundação, sensivelmente abaixo do piso -4)
- Estruturas
  - Estrutura em betão armado (Sector 1.1)
    - a) Estrutura tipo parede;
    - b) Lajes fungiformes com vigas de bordo, sempre possível coordenar com a arquitectura;
    - c) Solidarização / consolidação da fachada existente através de lâmina em betão armado.
  - Reabilitação / Reforço do existente (Sector 1.2)
    - a) Reforço de lajes existentes, introdução de perfis metálicos e fibras de carbono;
    - b) Substituição da estrutura de suporte da cobertura, solução metálica.
  - Estrutura metálica e mista (Sector 1.3)
    - a) Solução metálica porticada com contraventamentos centrados e excêntricos;
    - b) Lajes mistas aço-betão, solução colaborante;
    - c) Cobertura metálica.



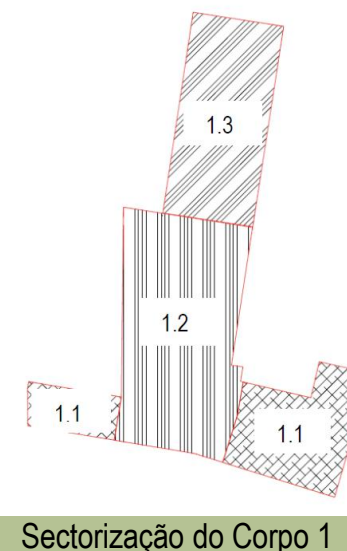
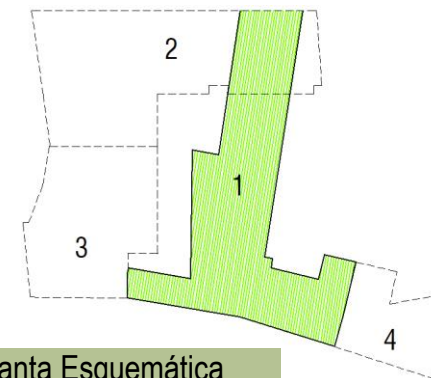
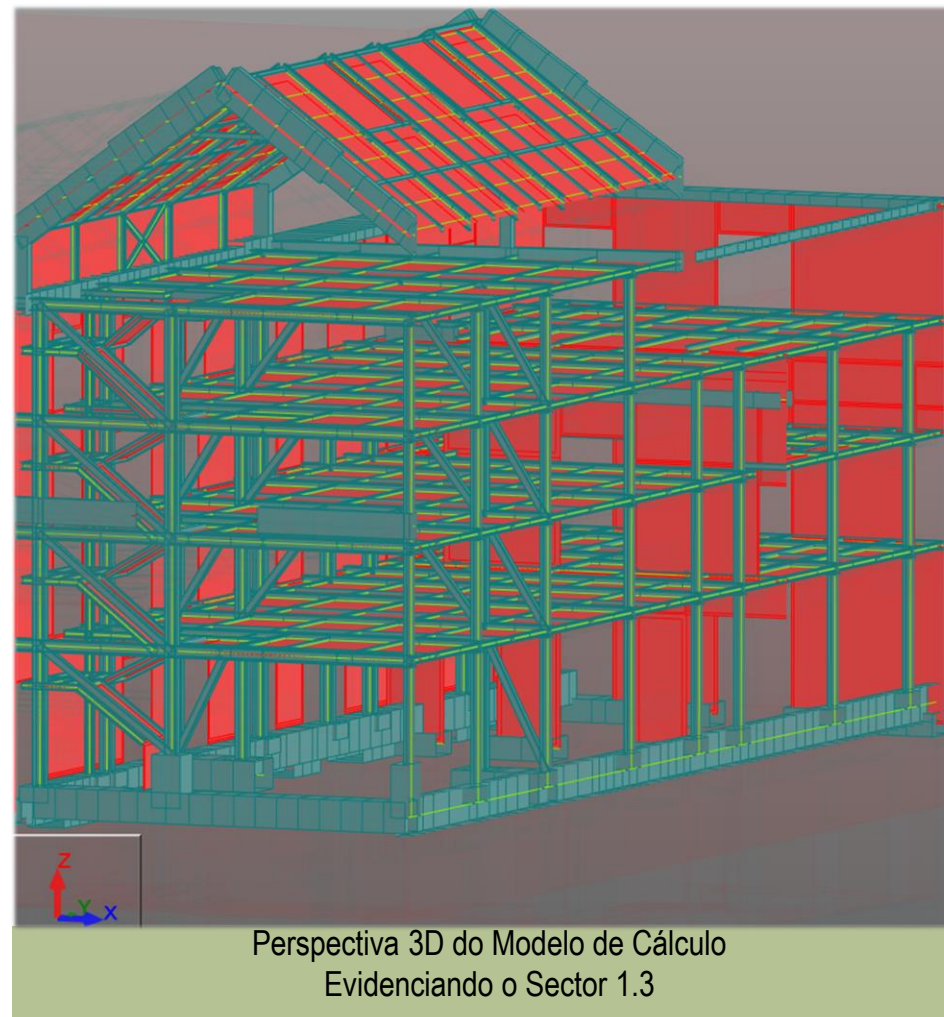
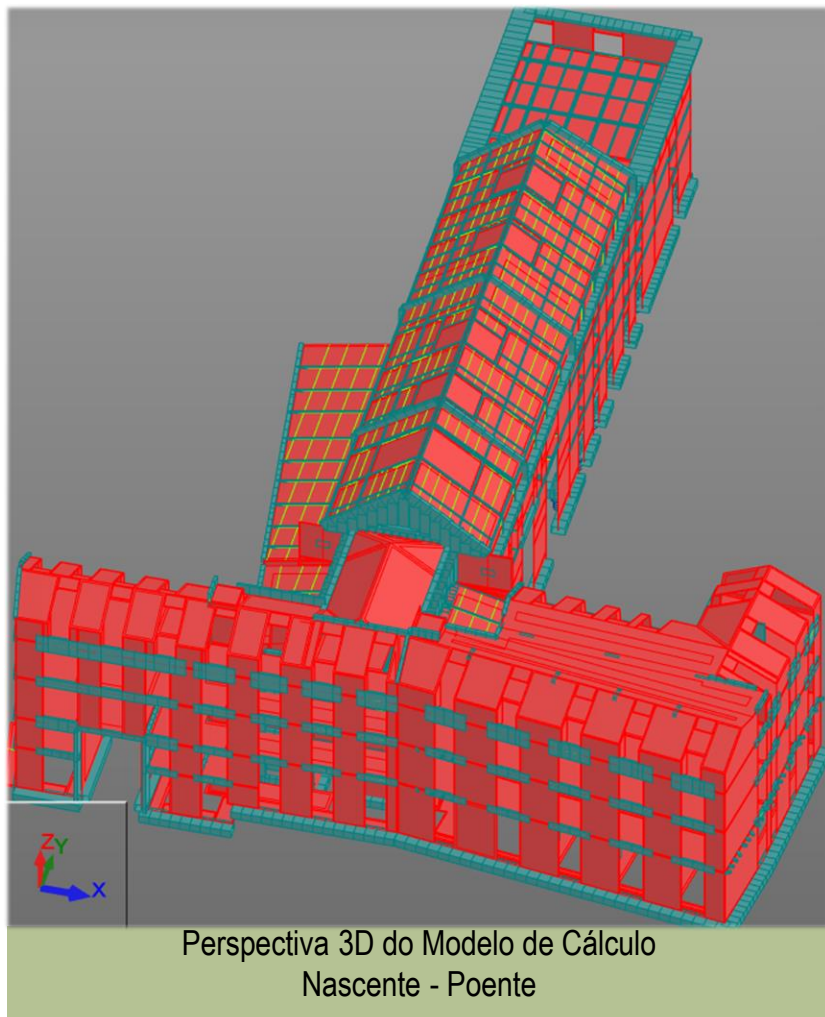
Planta Esquemática



Sectorização do Corpo 1

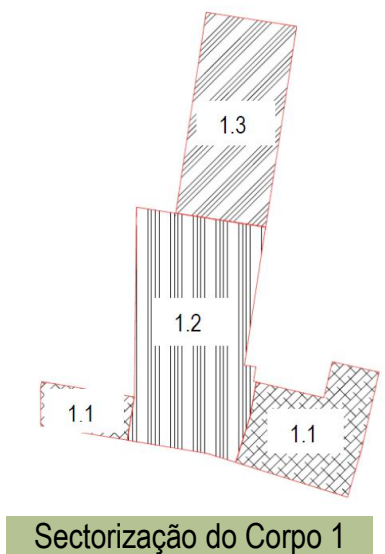
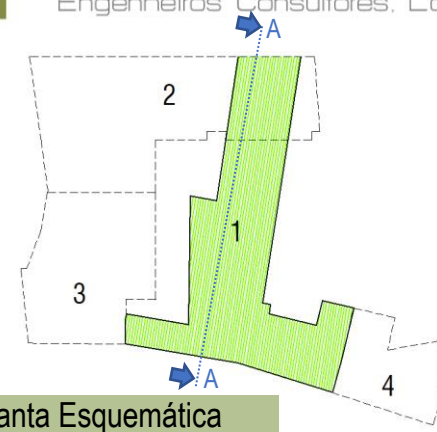
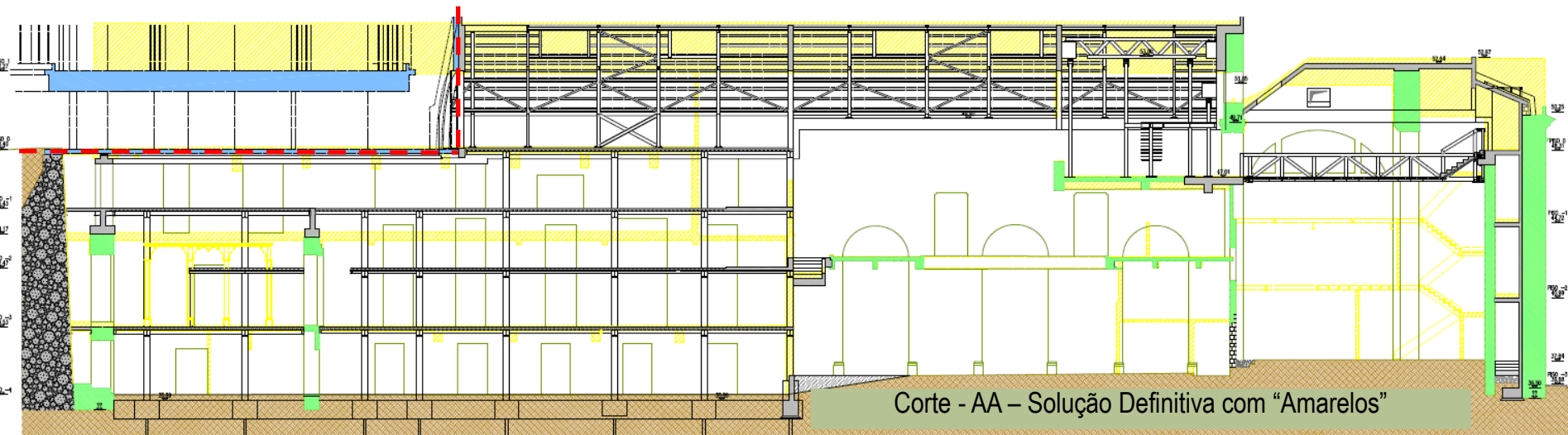
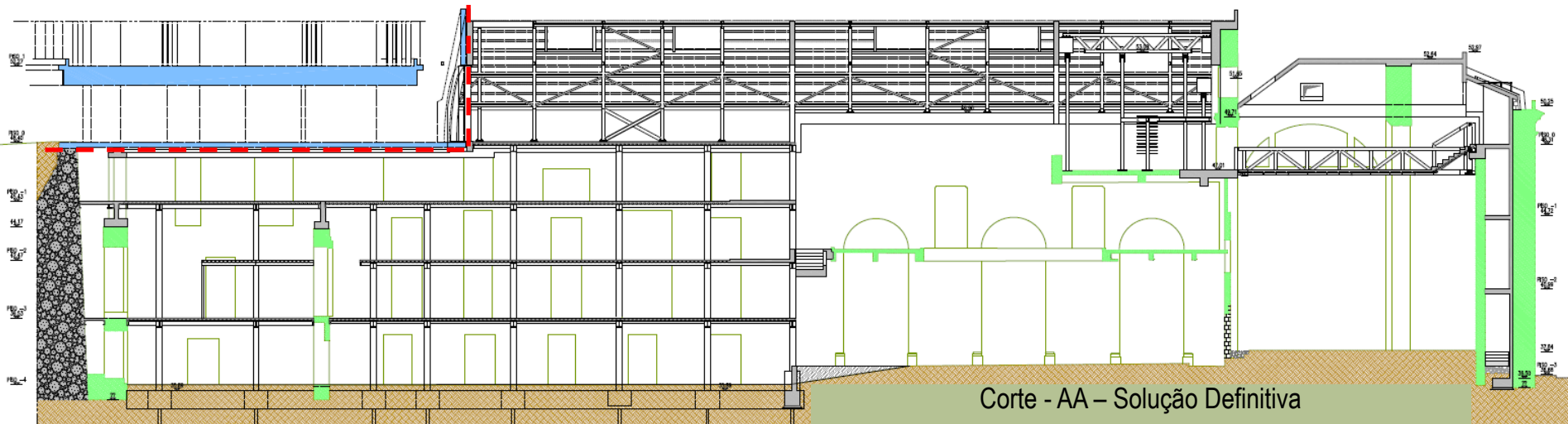


### 3- Caracterização Estrutural

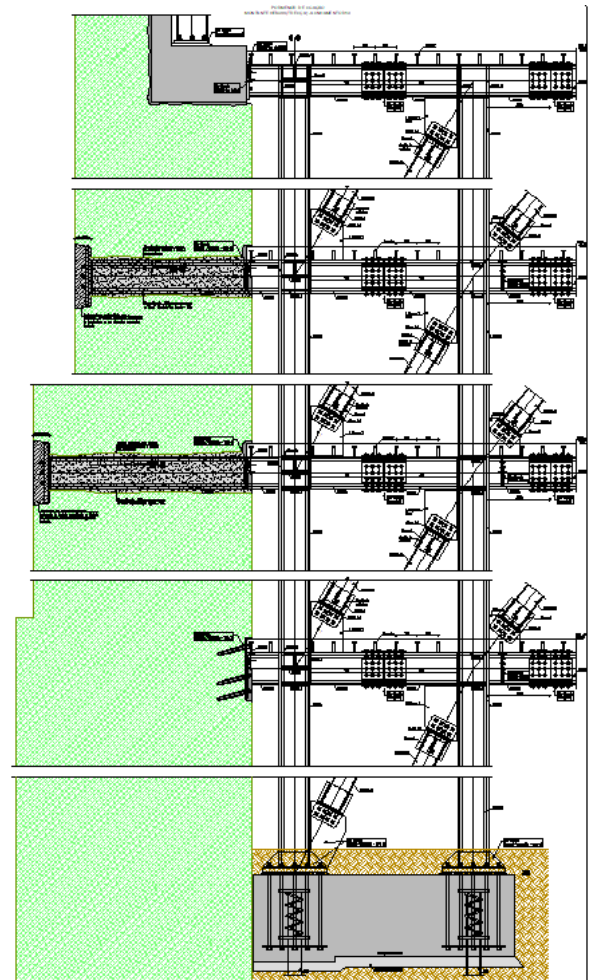
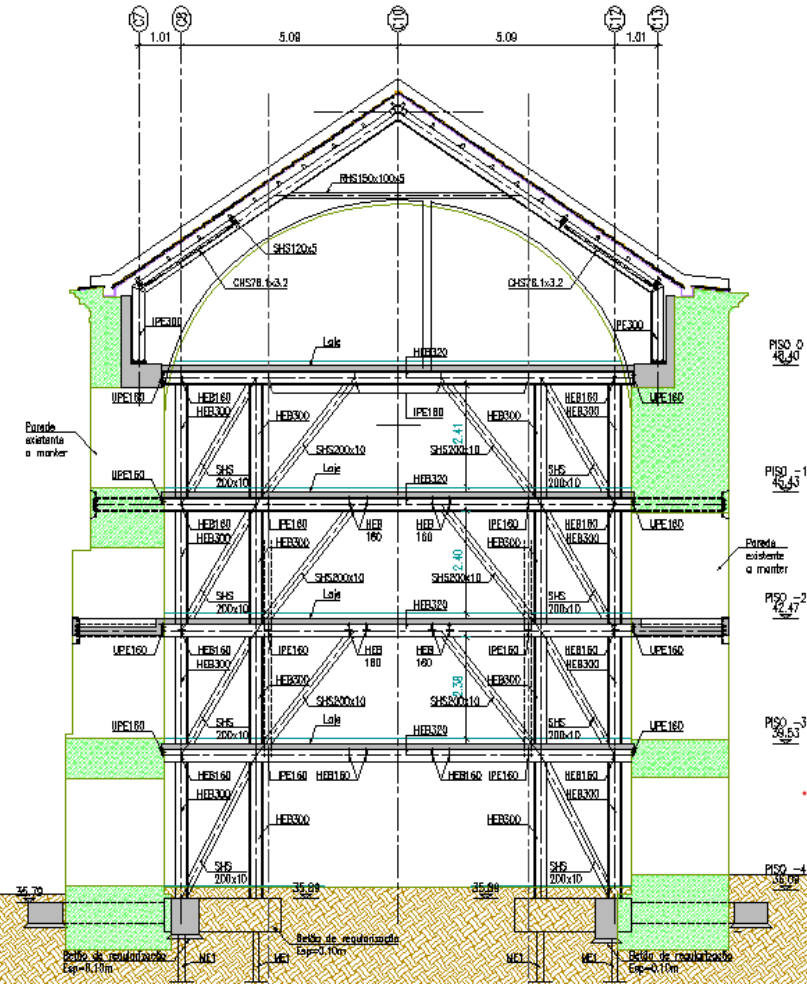




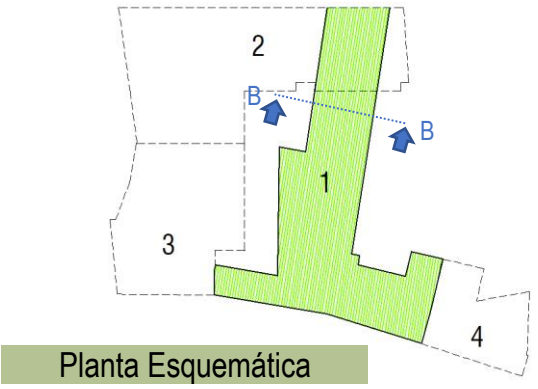
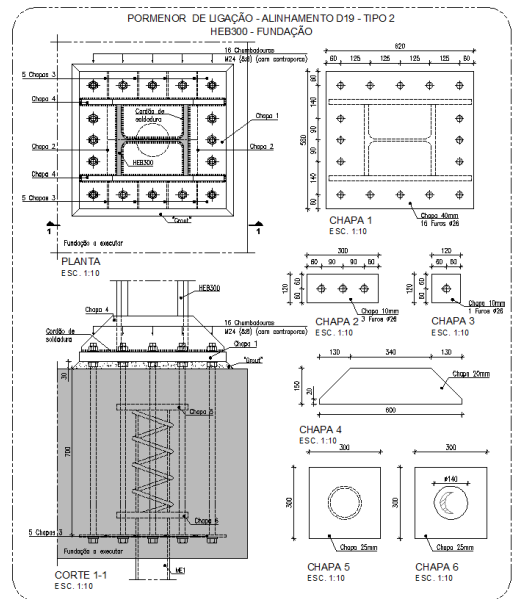
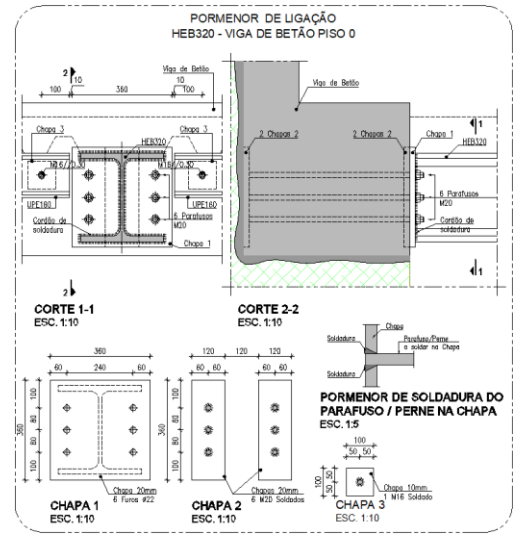
### 3- Caracterização Estrutural



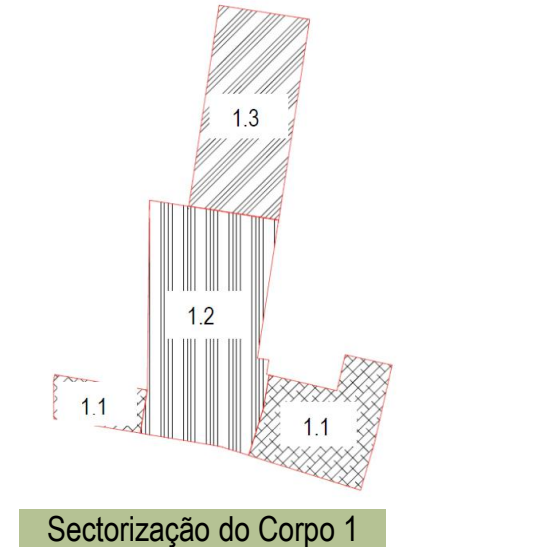
### 3- Caracterização Estrutural – Sector 1.3



Corte - BB



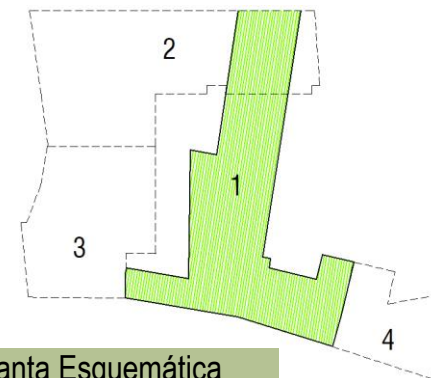
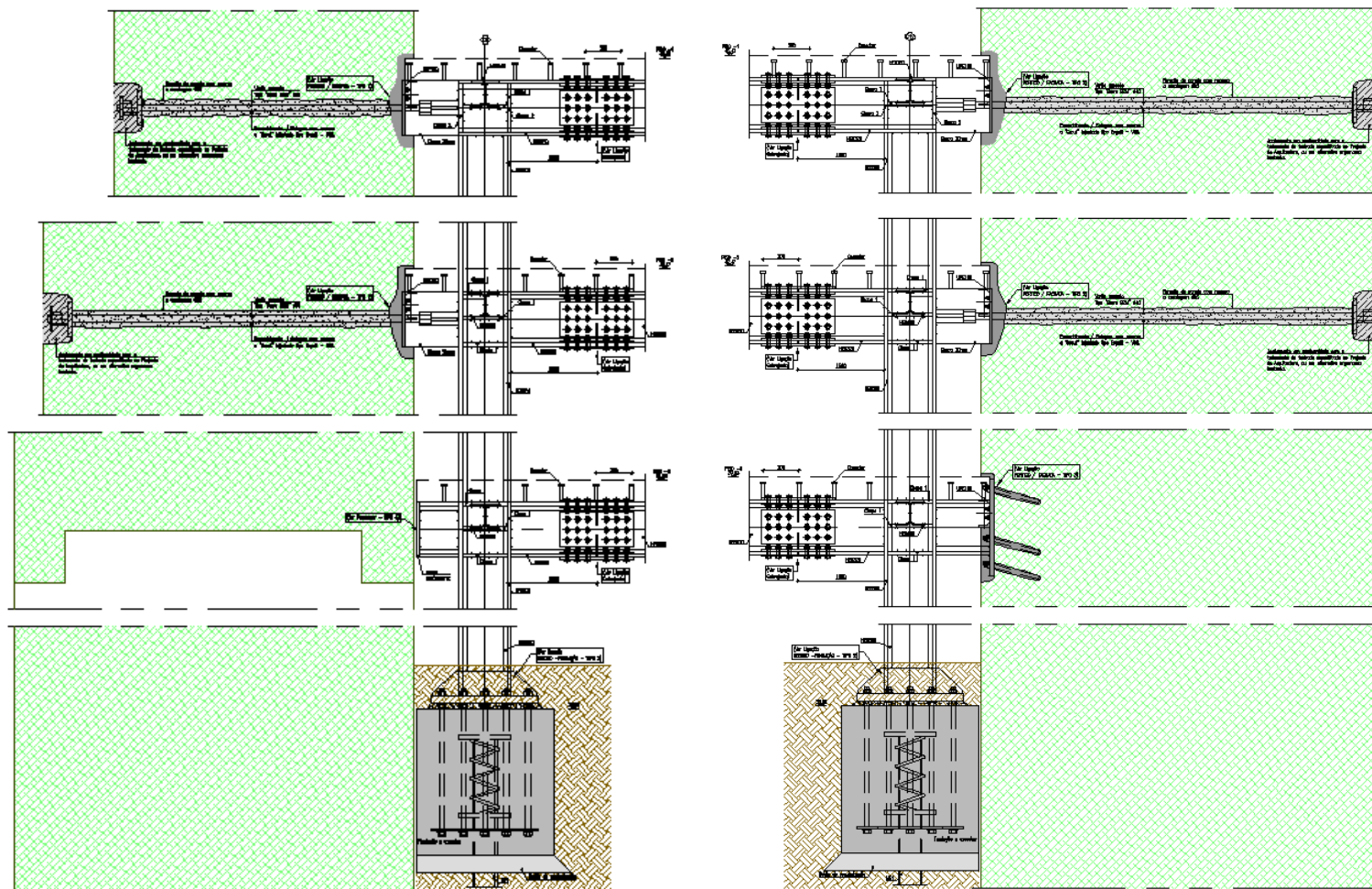
Planta Esquemática



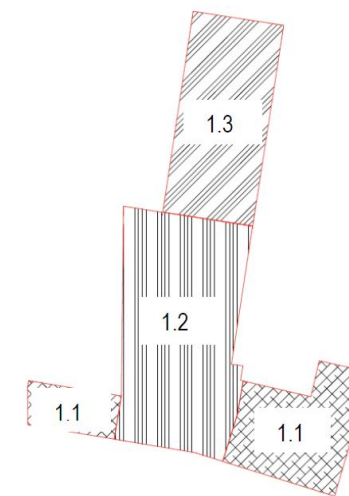
Sectorização do Corpo 1



### 3- Caracterização Estrutural – Sector 1.3



Planta Esquemática



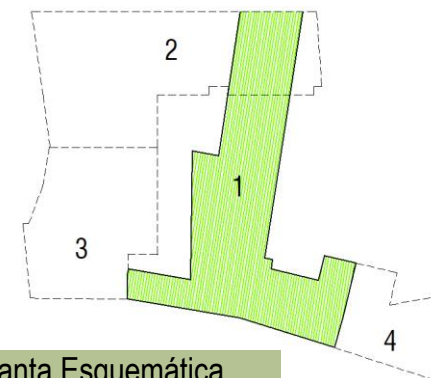
Sectorização do Corpo 1



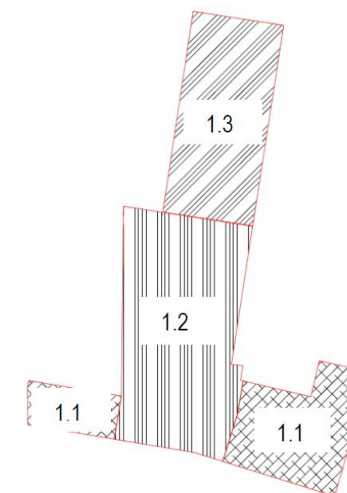
### 3- Caracterização Estrutural – Sector 1.3



Corpo 1 – Sector 1.3 em 4 de Maio de 2021



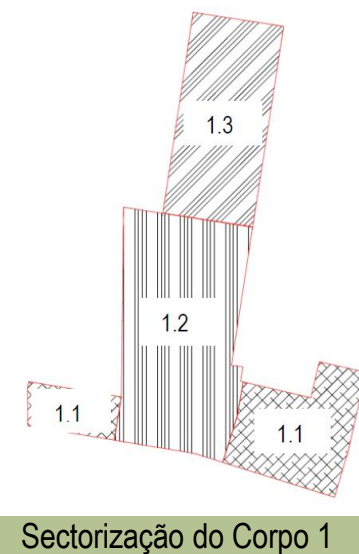
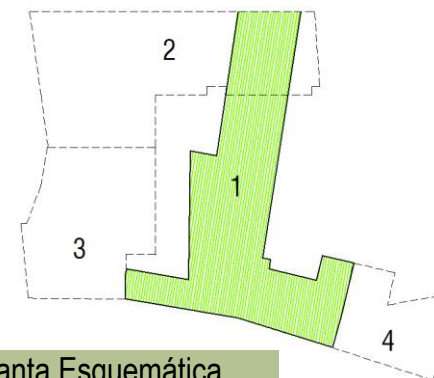
Planta Esquemática



Sectorização do Corpo 1

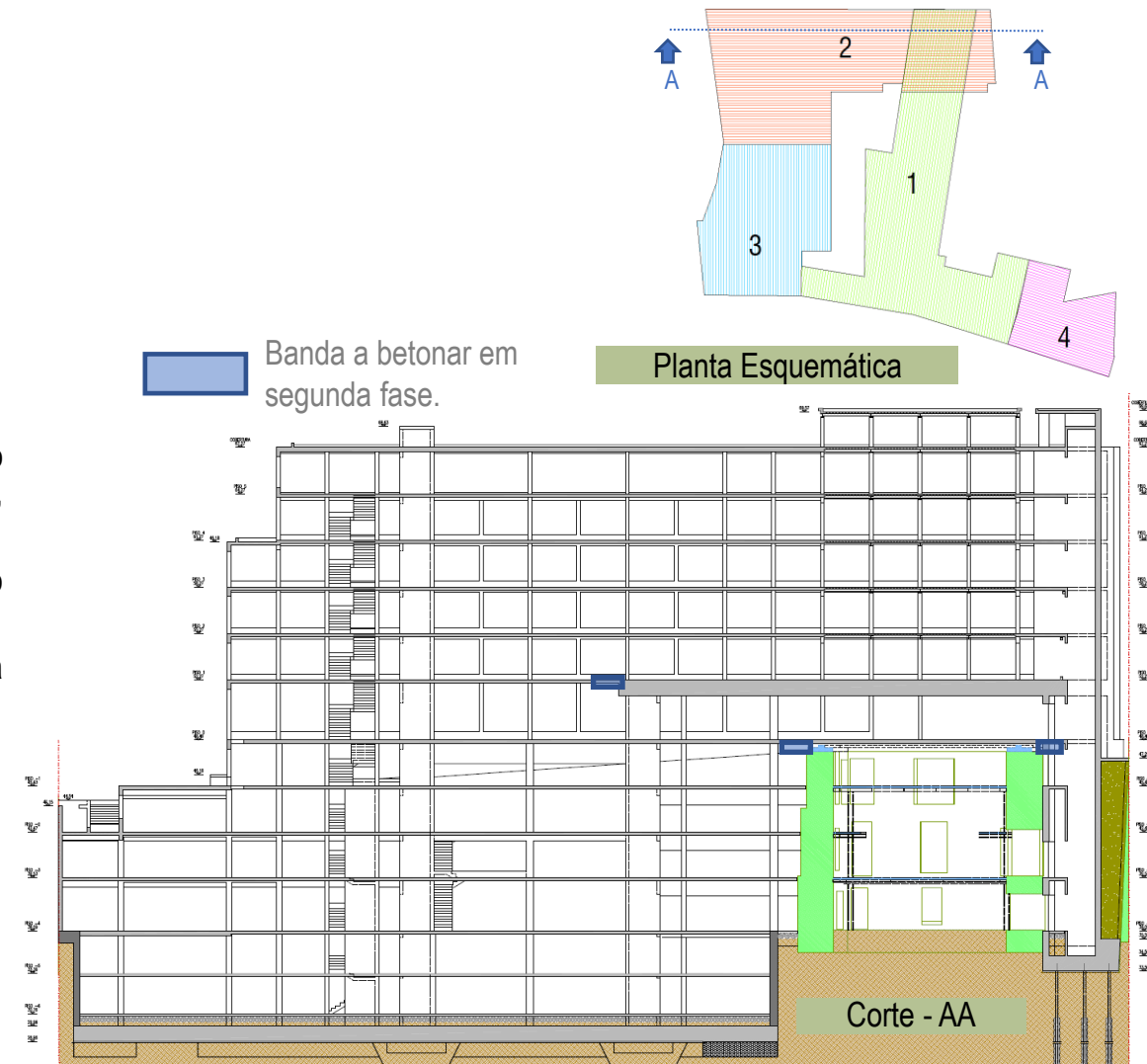


### 3- Caracterização Estrutural – Sector 1.3



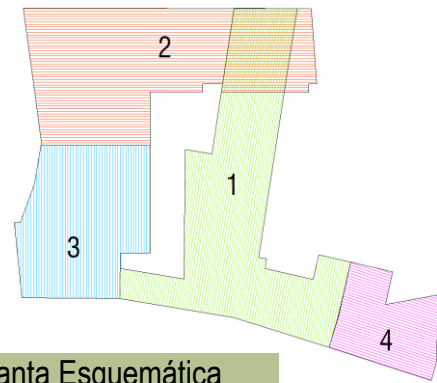
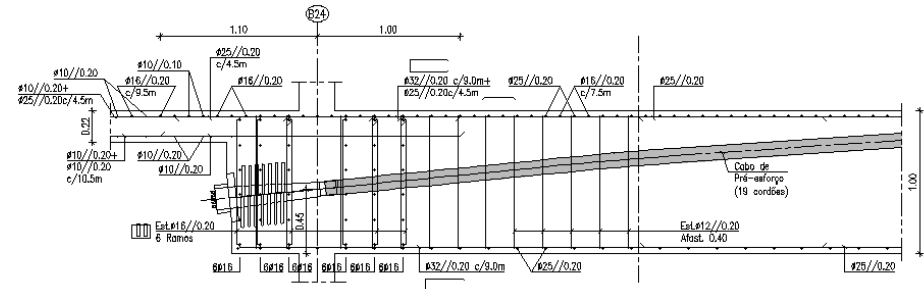
## 4- Faseamento Construtivo

1. Instalação do Plano de Instrumentação e Monitorização;
2. Execução das micro-estacas e vigas de coroamento das paredes de contenção;
3. Execução da estrutura de contenção de fachada;
4. Início das demolições com excepção das demolições previstas para o Corpo 1;
5. Execução das bandas maciças de fundação no Corpo 1 (Sector 1.3).
6. Execução parcial da estrutura metálica, pórticos principais, de reforço do Corpo 1 (Sector 1.3).
7. Início dos trabalhos de escavação com o devido acompanhamento do plano de monitorização.
8. Início da execução das fundações e estrutura, corpos 2, 3 e 4.
9. Execução da estrutura até ao piso 1. No piso 0, sobre a igreja, e para possibilitar a colocação do cimbra para a execução da laje do piso 1, não se deverá executar esse troço de laje. No piso 1, deverá constituir-se uma banda para uma betonagem de 2ª fase (conforme indicado na figura).
10. Aplicação da 1ª fase de pré-esforço, puxe dos cabos com nº par (Cabo 2, Cabo 4, Cabo 6, etc.), a realizar ao 7º dia após a betonagem ( $f_{ck} > 29$  MPa) e posterior remoção do cimbra.
11. Execução da restante estrutura do Corpo 2, na laje do piso 0 deverão constituir-se bandas para betonagem de 2ª fase (conforme pormenor especifico).
12. Aplicação da 2ª fase de pré-esforço, puxe dos cabos com nº ímpar (Cabo 1, Cabo 3, Cabo 5, etc.)
13. Execução das betonagens de 2ª fase nas bandas existentes nos pisos 0 e 1 do Corpo 2.
14. Finalização da estrutura de todos os corpos do empreendimento.





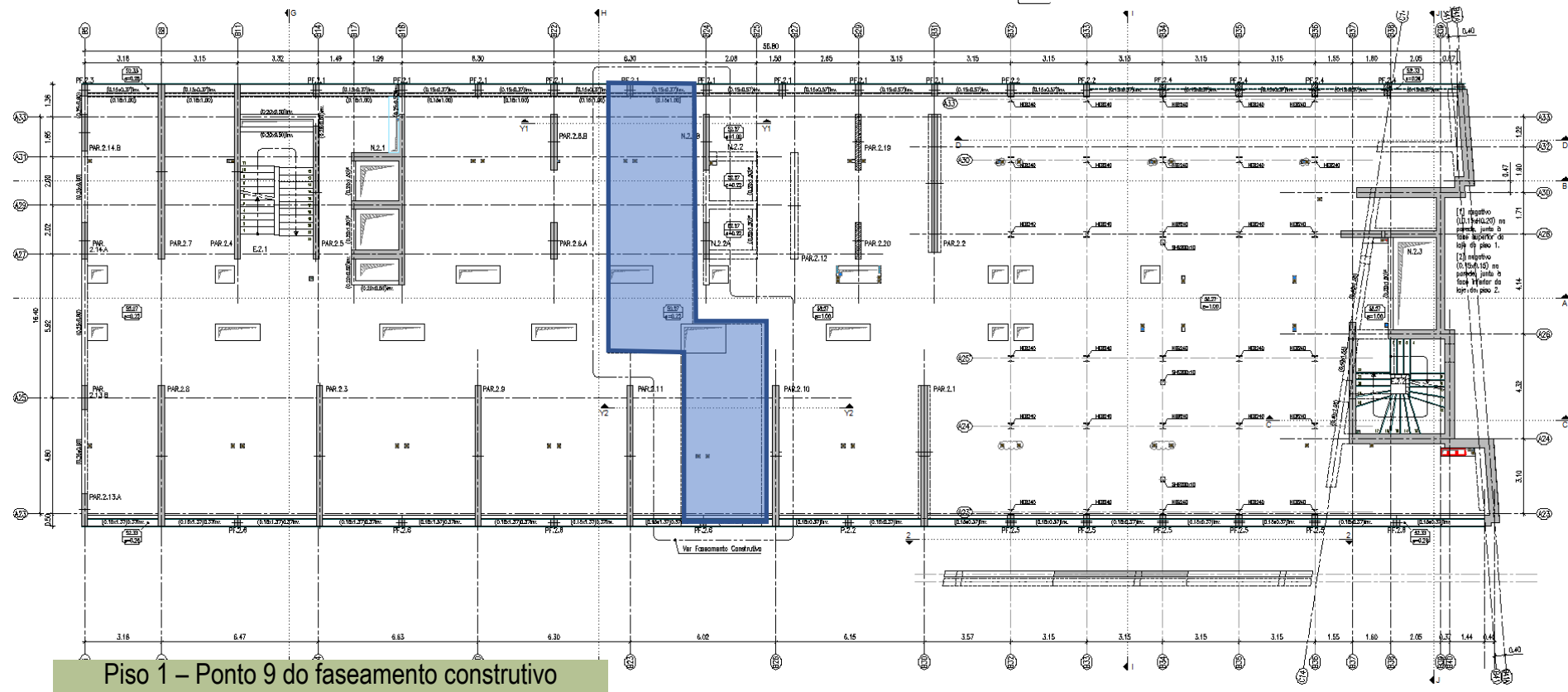
# 4- Faseamento Construtivo



Planta Esquemática

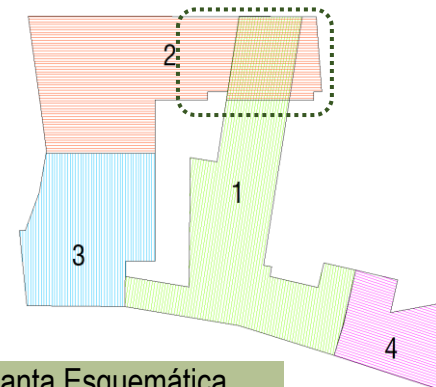
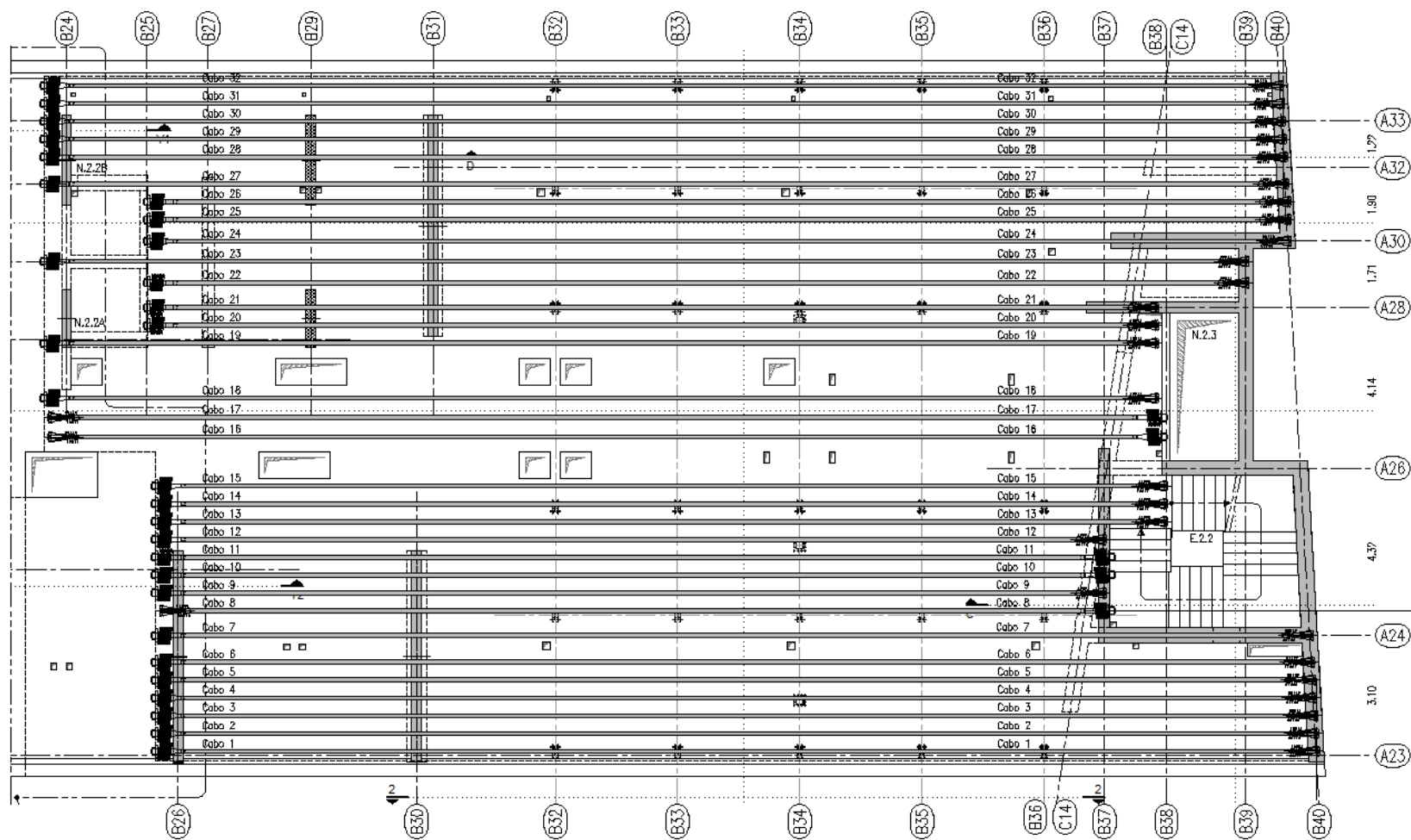


Banda a betonar em segunda fase.



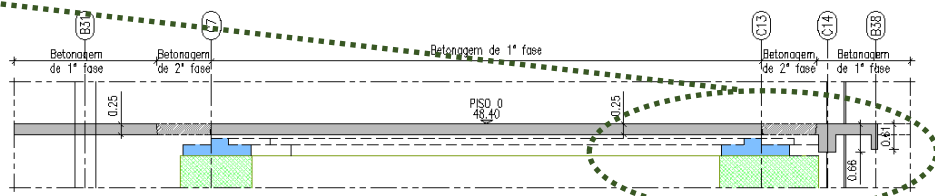
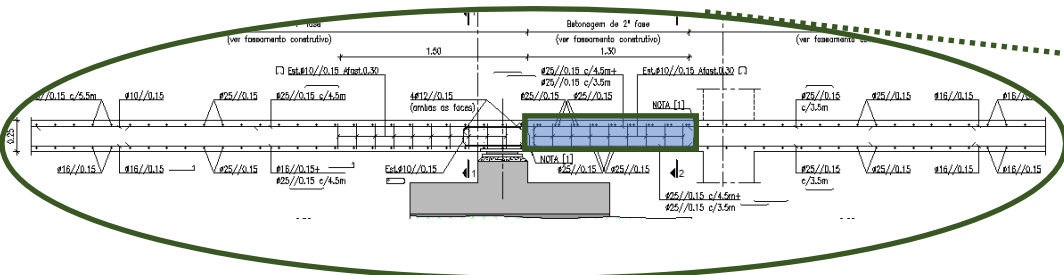
Piso 1 – Ponto 9 do faseamento construtivo

## 4- Faseamento Construtivo

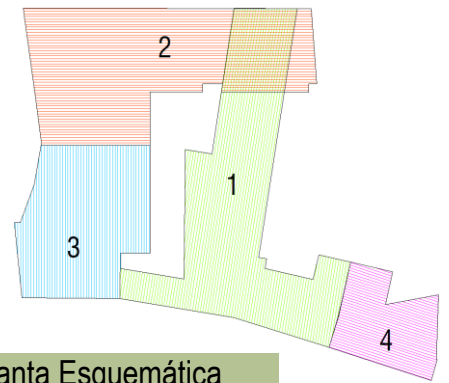


Planta Esquemática

# 4- Faseamento Construtivo



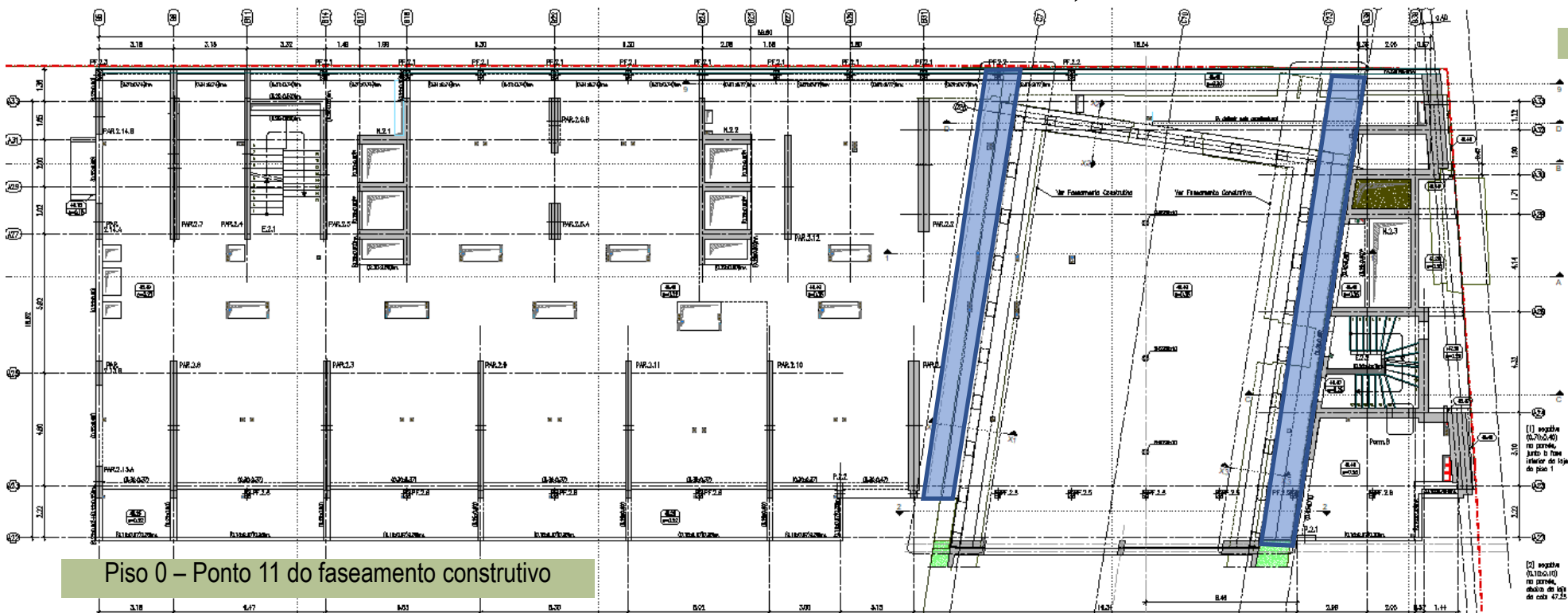
**CORTE 1-1**  
FASEAMENTO CONSTRUTIVO, BETONAGEM DO PISO 0



Planta Esquemática



Banda a betonar em segunda fase.



Piso 0 – Ponto 11 do faseamento construtivo





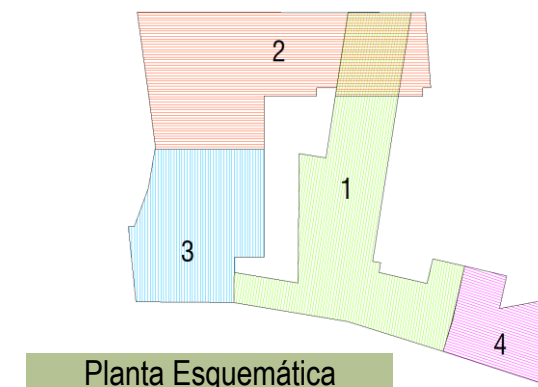
# QUANTIDADES DE TRABALHO ENVOLVIDAS

## QUANTIDADES DE TRABALHO ENVOLVIDAS

CONTENÇÃO DE FACHADA		
		TOTAL
$V_{\text{Betão C30/37}}$	[m <sup>3</sup> ]	52
$A_{\text{Cofragem}}$	[m <sup>2</sup> ]	88
$A_{\text{ço Armaduras}}$	[kg]	17 513
$A_{\text{ço Perfil}}$	[kg]	114 492

ESCAVAÇÃO E CONTENÇÃO PERIFÉRICA		
		TOTAL
$V_{\text{Escavação}}$	[m <sup>3</sup> ]	21 181
$V_{\text{Betão Ciclópico}}$	[m <sup>3</sup> ]	652
$V_{\text{Betão C30/37}}$	[m <sup>3</sup> ]	1 450
$A_{\text{Cofragem}}$	[m <sup>2</sup> ]	3 323
$A_{\text{ço Armaduras}}$	[kg]	322 836
$A_{\text{ço Perfil}}$	[kg]	28 100

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS		
		TOTAL
<b>BETÃO</b>		
$V_{\text{Betão C30/37}}$	[m <sup>3</sup> ]	10 542
$V_{\text{Betão C35/45}}$	[m <sup>3</sup> ]	630
<b>COFRAGEM</b>		
$A_{\text{Cofragem}}$	[m <sup>2</sup> ]	47 539
$V_{\text{Cimbre}}$	[m <sup>3</sup> ]	11 779
<b>ARMADURAS</b>		
$A_{\text{ço Armaduras}}$	[kg]	1 734 601
$A_{\text{ço Armadura Pós Esforço}}$	[kg]	23 182
<b>CHAPAS E PERFIS</b>		
$A_{\text{ço Perfil}}$	[kg]	316 179
$A_{\text{ço Enformado Frio}}$	[kg]	5 971
$A_{\text{ço Chapa Colaborante}}$	[m <sup>2</sup> ]	2 651



**OBRIGADO!**

[nvieira@dimeconsult.pt](mailto:nvieira@dimeconsult.pt)

