

REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIO NA RUA PONTE NOVA, PORTO – ESTUDO DE CASO

ANA RITA RODRIGUES COELHO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de
Araújo Faria

JANEIRO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446



miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440



feup@fe.up.pt



<http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais e à Maria

“Obstacles are those frightful things you see when you take your eyes off your goal”

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

Nesta página pretendo expressar o meu sincero agradecimento a todas as pessoas que de alguma forma, durante este percurso, me acompanharam e incentivaram para que a realização deste trabalho fosse possível.

Dirijo a minha primeira palavra de agradecimento aos meus pais, pois sem eles nada disto seria possível. Agradeço por todo o amor e dedicação que diariamente me proporcionam. E por acreditarem sempre em mim, apoiando-me incansavelmente, em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Professor José Amorim Faria pelo seu contínuo apoio e aconselhamento em todo o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também por toda a dedicação e disponibilidade. E não poderia deixar de agradecer por todo o conhecimento que me transmitiu através das nossas conversas durante estes últimos meses.

Ao PortoVivo, SRU por todos os serviços prestados.

Ao Engenheiro Sérgio, pela ajuda e disponibilidade.

À Mariana, agradeço por toda a força transmitida, por todo o companheirismo, pela amizade, pelas palavras de ânimo não só nestes últimos meses como ao longo destes últimos 18 anos.

Às minhas grandes companheiras de curso, Carolina, Catarina, Filipa e Ana Catarina agradeço por todos os bons momentos, todo apoio e paciência ao longo destes anos.

Aos meus amigos e colegas, agradeço por todo o apoio e ajuda não só para a realização desta tese, mas também durante todo o meu percurso académico.

Em último e não o menos importante, ao João. Agradeço por todo o amor, amizade, apoio e risos em todos os momentos.

RESUMO

Atualmente, Portugal possui um edificado que tem vindo a degradar-se por falta de manutenção, conservação e reabilitação de que tem resultado um movimento migratório dos habitantes das cidades para as periferias. Esta degradação de edifícios também se pode observar no Centro Histórico do Porto, pelo que grande parte dos edifícios se encontram em elevado estado de degradação e muitos deles até em situação de ruína iminente, necessitando assim de obras de reabilitação.

De encontro a esta necessidade, esta dissertação aborda o tema de reabilitação de edifícios. Mais especificamente refere-se à elaboração de um projeto de reabilitação de um edifício situado no Centro Histórico do Porto.

A intervenção de reabilitação de um edifício é um processo bastante complexo com bastantes especificidades que engloba diferentes áreas de engenharia civil.

Numa primeira fase deste trabalho, apresentam-se os principais condicionantes e intervenientes num processo de reabilitação. De seguida, descreve-se uma metodologia tipo a adotar em processos de reabilitação, não deixando de salientar que todos os edifícios apresentam as suas especificidades.

Com o objetivo de ilustrar a metodologia descrita, apresenta-se um caso de estudo de uma intervenção de reabilitação num edifício antigo na Rua Ponte Nova.

Para a primeira fase da realização do projeto de reabilitação do edifício em estudo, procedeu-se ao levantamento do edifício, tentando identificar todos os pormenores, a nível arquitetónico e construtivo, de maneira a caracterizar o edifício, para elaborar uma metodologia de intervenção mais adequada para o edifício em questão. Depois de realizada a caracterização, procedeu-se à elaboração da proposta de projeto de arquitetura, da análise estrutural, da proposta do projeto de abastecimento de águas e de drenagem de águas, e por fim procedeu-se á elaboração de um conjunto de sugestões de melhoria de conforto nas vertentes da térmica, acústica, ventilação e segurança contra incêndios.

PALAVRAS-CHAVE: Reabilitação, Centro Histórico do Porto, Metodologia, Caso de estudo

ABSTRACT

Nowadays, Portugal has a built patrimony which has been degrading due to the lack of maintenance, conservation and rehabilitation; consequently, there is a migratory movement of the city inhabitants to the peripheries. Most of the buildings are in a high state of disaggregation and many of them in imminent ruin, therefore they need rehabilitation works.

In response to this need, this dissertation addresses building rehabilitation, more specifically, a rehabilitation project for a building located in the Oporto's Historic Centre.

The rehabilitation intervention of a building is a very complex process with many specificities that include different areas of civil engineering, and need a highly coordinated action. In a first phase of this work, the main conditioners and interventions in a rehabilitation process are presented. The following describes a typical methodology to be used in rehabilitation processes, noting that all buildings have their specific characteristics.

To illustrate this methodology, this dissertation presents a case study of a rehabilitation intervention in an old building on Ponte Nova street.

For the first phase of the rehabilitation project, the building under study was surveyed to identify all the details, both architecturally and constructively. Using this information, it was possible to elaborate a more adequate intervention methodology for the building in question.

In this dissertation, in the following chapters, a proposal of the architecture project, the structural analysis, and a proposal of the water supply and drainage project were elaborated. Lastly, it was set a list of suggestions of improvement of comfort in the thermal, acoustic, ventilation and fire safety aspects.

KEYWORDS: Rehabilitation, Oporto's Historic Centre, Methodology, Case Study.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.3. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. REABILITAÇÃO NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. A HISTÓRIA DA RUA DAS FLORES E DO SEU REDOR	5
2.3. LEGISLAÇÃO NACIONAL APLICÁVEL E SUA RELAÇÃO COM A REABILITAÇÃO	7
2.3.1. O DECRETO DE LEI Nº104/2004 DE 7 DE MAIO	7
2.3.2. O REGIME JURÍDICO DA REABILITAÇÃO URBANA (RJRU)	7
2.3.3. O REGIME JURÍDICO DA URBANIZAÇÃO E EDIFICAÇÃO (RJUE)	8
2.4. INTERVENIENTES, CONDICIONANTES E OPORTUNIDADES NA REABILITAÇÃO URBANA	8
2.4.1. PLANO DIRETOR MUNICIPAL DO PORTO (PDM – PORTO)	8
2.4.2. OS PLANOS DE PORMENOR (PP)	9
2.4.3. SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO DO PORTO (SRU – PORTO)	10
2.4.3.1. Missão e Objetivos	10
2.4.3.2. Planos Estratégicos	10
2.4.4. DOCUMENTO ESTRATÉGICO PARA O QUARTEIRÃO 14030 – PONTE NOVA	12
2.4.4.1. Caracterização do Quarteirão	12
2.4.4.2. Proposta de Intervenção	13
2.5. APOIOS E INCENTIVOS Á REABILITAÇÃO NO PORTO	14
2.5.1. APOIOS FINANCEIROS	14
2.5.1.1. Regime Especial de Comparticipação de Imóveis Arrendados (RECRIA)	14
2.5.1.2. Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal (RECRIPH)	15

2.5.1.3. Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação (SOLARH)	15
2.5.1.4. Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas (REHABITA)	15
2.5.1.5. Programa de Financiamento para Acesso à Habitação (PROHABITA)	16
2.5.1.6. Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas (JESSICA)	16
2.5.2. BENEFÍCIOS E INCENTIVOS FISCAIS (ESTADO)	16
2.5.2.1. Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA)	16
2.5.2.2. Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI)	17
2.5.2.3. Imposto Municipal sobre as Transmissões Onerosas de Imóveis (IMT)	17
2.5.2.4. Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Singulares (IRS)	17
2.5.2.5. Outros benefícios	17
2.5.3. BENEFÍCIOS E INCENTIVOS MUNICIPAIS	18
2.5.3.1. Redução de Taxas e Licenças Municipais	18
2.5.3.2. Sistema de Informação Multicritério (SIM-Porto)	18

3. METODOLOGIA DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. BREVE DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA	19
3.3. FASES DO PROJETO	20
3.3.1. FASE PRELIMINAR	20
3.3.2. ESTUDOS E DIAGNÓSTICO	21
3.3.3. DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA	23
3.3.4. PROJETO	24
3.3.4.1. Programa Preliminar	24
3.3.4.2. Programa Base	24
3.3.4.3. Estudo Prévio	24
3.3.4.4. Anteprojeto	25
3.3.4.5. Projeto de Execução	25
3.3.5. CONSULTAS E CONTRATAÇÃO (ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DAS PROPOSTAS)	25
3.3.6. EXECUÇÃO DA OBRA	26
3.3.7. RECEÇÃO DA OBRA	27
3.3.8. UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO	27

4. LEVANTAMENTO DO EDIFÍCIO

4.1. INTRODUÇÃO	29
4.2. LEVANTAMENTO ARQUITETÓNICO	29
4.3. LEVANTAMENTO ESTRUTURAL	35
4.3.1. FUNDAÇÕES	35
4.3.2. PAREDES EXTERIORES	36
4.3.3. PAREDES INTERIORES	36
4.3.4. PAVIMENTOS	36
4.3.5. COBERTURAS	37
4.3.6. CAIXA DE ESCADAS	38
4.4. LEVANTAMENTO CONSTRUTIVO	38
4.4.1. COBERTURA	38
4.4.2. PAREDES EXTERIORES	39
4.4.3. PAREDES INTERIORES	41
4.4.4. PAVIMENTOS	42
4.4.5. CAIXILHARIAS	42
4.4.6. CAIXA DE ESCADAS	43
4.5. PLANOS DE SONDAGENS	43
4.6. ANOMALIAS E PLANOS DE DEMOLIÇÕES	44
4.6.1. COBERTURA	44
4.6.2. PAREDES EXTERIORES	45
4.6.3. PAREDES INTERIORES	46
4.6.4. PAVIMENTOS	46
4.6.5. CAIXILHARIAS	46
4.6.6. CAIXA DE ESCADAS	47
4.6.7. CLARABOIA	48
4.6.8. INFRAESTRUTURAS	48
5. PROJETO DE ARQUITETURA	49
5.1. INTRODUÇÃO	49
5.2. DEFINIÇÃO DO PROGRAMA	49
5.3. PROJETO DE ARQUITETURA - PROPOSTA	50
6. PROJETO DE ESTRUTURAS	63
6.1. INTRODUÇÃO	63
6.2. ESTRUTURA DO PAVIMENTO	63

6.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	63
6.2.2. DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES	66
6.2.3. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU).....	67
6.2.4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)	70
6.2.4.1. Verificação da Segurança à Deformação	70
6.2.4.2. Verificação da Segurança à Vibração	72
6.3. ESTRUTURA DO SOALHO	75
6.3.1. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU).....	75
6.3.2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)	76
6.4. ESTRUTURA DA COBERTURA.....	76
7. INSTALAÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS	79
7.1. INTRODUÇÃO	79
7.2. ABASTECIMENTO DE ÁGUAS.....	79
7.2.1. DEFINIÇÃO DOS UTILIZADORES	80
7.2.2. LIGAÇÕES.....	80
7.2.3. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	80
7.2.4. SÍNTESE.....	84
7.3. PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	85
7.3.1. LIGAÇÕES.....	85
7.3.2. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	85
7.3.3. SÍNTESE	90
7.4. PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	91
7.4.1. DADOS DE PRECIPITAÇÃO	91
7.4.2. LIGAÇÕES.....	92
7.4.3. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	92
7.4.4. SÍNTESE.....	96
8. SUGESTÕES DE PORMENORIZAÇÃO E DE MELHORIA CONSTRUTIVA.....	97
8.1. INTRODUÇÃO	97
8.2. CONFORTO TÉRMICO.....	97
8.2.1. PAREDES EXTERIORES.....	98
8.2.2. PAVIMENTOS	99
8.2.3. COBERTURA	99

8.2.4. CAIXILHARIAS	100
8.3. CONFORTO ACÚSTICO.....	100
8.4. QUALIDADE DO AR - VENTILAÇÃO	101
8.4.1. DISPOSITIVOS DE ADMISSÃO DE AR	101
8.4.2. DISPOSITIVOS INTERNOS DE PASSAGEM DE AR	102
8.4.3. DISPOSITIVOS DE EXTRAÇÃO DE AR.....	102
8.5. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS	102
8.5.1. PAREDES EXTERIORES.....	103
8.5.2. COBERTURA	103
8.5.3. PAVIMENTOS	103
8.5.4. PAREDES INTERIORES.....	104
8.5.5. PORTAS	104
8.6. PORMENORES CONSTRUTIVOS.....	104
8.6.1. EMPENA	104
8.6.2. PAREDE INTERIOR	105
8.6.3. TETO FALSO CORRENTE	105
8.6.4. TETO FALSO ZONA RESTAURAÇÃO	106
8.6.5. PAVIMENTO TÉRREO	106
9. CONCLUSÃO.....	107
9.1. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS.....	107
9.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	108
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 109
OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
 ANEXOS	 113
A – DADOS FORNECIDOS PELA SRU PORTO	115
B – PLANO DE DEMOLIÇÕES (VERMELHOS E AMARELOS)	125
C – PLANTAS ESTRUTURAIS	151
D – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS (DESENHOS E LISTAGENS CYPE)	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Divisão dos terrenos em torno da Rua das Flores, [4].....	6
Fig. 2.2 – Planta da Rua das Flores, [4].....	6
Fig. 2.3 – ARU's da Zona de Intervenção prioritária (ZIP) do Porto	11
Fig. 2.4 – Área Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto	11
Fig. 2.5 – Quarteirão 14030 - Ponte Nova	12
Fig. 2.6 – Quarteirão Ponte Nova - Síntese do Estado de Conservação	13
Fig. 2.7 – Proposta de Intervenção da SRU Porto	14
Fig. 4.1 – Representação em planta do edifício e do terreno	30
Fig. 4.2 – Representação do alçado da Rua da Ponte Nova.....	30
Fig. 4.3 – Fachada Principal.....	31
Fig. 4.4 – Planta da Cave	31
Fig. 4.5 – Plantas do Rés-do-Chão (esquerda) e do Piso 1 (direita)	32
Fig. 4.6 – Planta do Piso 2	33
Fig. 4.7 – Planta do Piso 3	33
Fig. 4.8 – Corte Longitudinal	34
Fig. 4.9 – Planta da Cobertura	34
Fig. 4.10 – Carta Geológica do Porto, [25].....	35
Fig. 4.11 – Esquema Fundação Continua, [3].....	35
Fig. 4.12 – Esquema de apoio de vigas de pavimento em paredes de meação, [3]	36
Fig. 4.13 – Esquema da Estrutura da Cobertura	37
Fig. 4.14 – Vista parcial da cobertura junto do alçado principal	38
Fig. 4.15 – Fachada Principal em alvenaria de Pedra revestida a Azulejos.....	39
Fig. 4.16 – Pormenor dos Azulejos da fachada Principal	40
Fig. 4.17 – Empena	40
Fig. 4.18 – Esquema Construtivo de uma Parede de Tabique Simples, [27]	41
Fig. 4.19 – Esquema Construtivo dos Pavimentos de Madeira da obra (exemplo).....	42
Fig. 4.20 – Pormenor da Caixilharia em Madeira.....	42

Fig. 4.21 – Porta de Entrada em Madeira	43
Fig. 4.22 – Fachada Principal com pormenor da Varanda	45
Fig. 4.23 – Janelas do Piso 2	46
Fig. 4.24 – Detalhe da escada central (retirada do documento apresentado no Anexo A)	47
Fig. 5.1 – Planta da Cave	51
Fig. 5.2 – Planta do Rés-do-Chão	52
Fig. 5.3 – Planta do Piso 1	53
Fig. 5.4 – Planta do Piso 2	54
Fig. 5.5 – Planta do Piso 3	55
Fig. 5.6 – Planta do piso mezzanine	56
Fig. 5.7 – Planta da Cobertura	57
Fig. 5.8 – Corte CD	59
Fig. 5.9 – Corte JK	60
Fig. 5.10 – Corte LM	61
Fig. 5.11 – Alçado da Fachada Traseira	62
Fig. 6.1 – Planta Estrutural do Piso 1	64
Fig. 6.2 – Esforços Atuantes numa viga	67
Fig. 6.3 – Planta Estrutural do Piso 3	69
Fig. 6.4 – Esquema representativo da inércia longitudinal – EI_l e longitudinal - EI_b	72
Fig. 6.5 – Relação entre a e b, segundo o EC5	73
Fig. 6.6 – Corte vertical esquemático da nova estrutura e revestimento da cobertura	77
Fig. 6.7 – Esquema Estrutural da Cobertura	78
Fig. 7.1 – Desenho da rede de abastecimento de água do piso 1	82
Fig. 7.2 – Rede de Abastecimento de água da cave	83
Fig. 7.3 – Esquema da Rede de Drenagem de Águas (Piso 1)	88
Fig. 7.4 – Desenho da Rede de Drenagem de Águas Residuais (Cave)	89
Fig. 7.5 – Planta fornecida pelas Águas do Porto	90
Fig. 7.6 – Esquema de Drenagem de Águas Pluviais	94
Fig. 7.7 – Esquema de Drenagem de Águas Pluviais (Cave)	95

Fig. 8.1 – Sistema ETICS a colocar na empena da figura 4.17, Adaptado de [32]	104
Fig. 8.2 – Parede Interior: Corte (Esquerda) e Planta (Direita), Adaptado de [33]	105
Fig. 8.3 – Teto falso Corrente, [34].....	105
Fig. 8.4– Teto Falso Zona Restauração, [34].....	106
Fig. 8.5 – Pavimento Térreo, [1].....	106

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Tabela 6.1 – Valores Característicos segundo a EN338	65
Tabela 6.2 – Valores de ações para o cálculo do pavimento	65
Tabela 6.3 – Quadro Resumo	66
Tabela 6.4 – Esforços Atuantes por viga	68
Tabela 6.5 – Valores impostos pelo EC5.....	70
Tabela 6.6 – Deformação Instantânea (mm) para $s = 0,45m$	71
Tabela 6.7 – Deformação a longo prazo (mm) para $s = 0,45m$	71
Tabela 6.8 – Dados do Pavimento	72
Tabela 6.9 – Dados do Soalho	74
Tabela 6.10 – Cálculo do n_{40}	74
Tabela 6.11 – Cálculo do v	74
Tabela 6.12 – Ações Atuantes	75
Tabela 6.13 – Tensões Resistentes para ELU	75
Tabela 6.14 – Tensões Atuantes para ELU	75
Tabela 6.15 – Deformação Instantânea (mm)	76
Tabela 6.16 – Deformação a Longo Prazo (mm).....	76
Tabela 7.1 – Caudais Instantâneos	81
Tabela 7.2 – Quadro Resumo do Material Necessário para Abastecimento de Água	84
Tabela 7.3 – Diâmetros mínimos dos ramais de descarga.....	86
Tabela 7.4 – Diâmetros mínimos dos sifões	86
Tabela 7.5 – Quadro Resumo do Material Necessário para Drenagem de Águas Residuais	90
Tabela 7.6 – Quadro Resumo do Material Necessário para a Drenagem de Águas Pluviais	96

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ACRRU – Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística

ARU – Área de Reabilitação Urbana

BPI – Banco Português de Investimento

CRL – Câmara de Ramal de Ligação

D.R. – Diário da República

ELU – Estado Limite Último

ELS – Estado Limite de Serviço

IHRU – Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana

IMI – Imposto Municipal sobre Imóveis

IMT – Imposto Municipal sobre as Transmissões Onerosas de Imóveis

IRC – Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Coletivas

IRS – Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Singulares

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

JESSICA – Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas

PDM – Plano Diretor Municipal

PP – Planos de Pormenor

PROHABITA – Programa de Financiamento para Acesso à Habitação

R/C – Rés do Chão

RECRIA – Regime Especial de Comparticipação de Imóveis Arrendados

RECRIPH – Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal

RJUE – Regime Jurídico da Urbanização e Edificação

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSCIE – Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

REH - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana

SIM PORTO – Sistema de Informação Multicritério – Porto

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura)

ZIP – Zona de Intervenção Prioritária

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

Como objeto de estudo desta dissertação, foi definido o estudo de um caso real. Trata-se da reabilitação de um edifício localizado no Centro Histórico do Porto, mais precisamente na Rua Ponte Nova, sendo que este terá dois usos distintos: Habitação e Restauração. O estudo dos planos municipais e dos planos de intervenção da SRU Porto constituíram ferramentas essenciais para a definição do programa e dos tipos de intervenções a realizar. A reabilitação deste edifício teve em atenção a preservação das suas características, de modo a respeitar o espaço envolvente.

É do conhecimento geral que a cidade do Porto nos últimos anos tem vindo a perder população, porque a população decidiu mudar-se para as periferias à procura de melhores condições, causando a desertificação do centro da cidade e consequentemente o abandono dos edifícios, existindo assim muitos edifícios em mau estado de conservação ou mesmo em ruína por falta de manutenção ao longo dos anos, nomeadamente nos centros das cidades. Estas carências físicas ainda agravam mais o processo de migração para as periferias. Em 2004 com a criação da SRU Porto, surgiu uma grande preocupação na recuperação de espaços urbanos e do seu edificado, recorrendo a algum investimento público para apoio a privados para que estes possam reabilitar os próprios edifícios. Porém, em 2010 devido à crise financeira esta dinâmica que se viu crescer sofreu um processo de estagnação, pelo que o estado do parque edificado em Portugal piorou.

O mau estado do parque edificado é perfeitamente visível, o que faz com que este necessite urgentemente de intervenções de reabilitação. Esta situação torna a reabilitação de edifícios um tema de grande importância e uma das áreas de Engenharia Civil com maior procura. Assim, a reabilitação será uma área que irá crescer e ganhar grande relevância com o passar do tempo. Visto que o Centro Histórico do Porto é Património Mundial, existe uma necessidade iminente de tomar medidas para a revitalização e requalificação do parque edificado. Esta dissertação poderá ser justificada com esta grande necessidade de intervenções de reabilitação no parque edificado.

1.2. OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um caso prático de “projeto” sobre um edifício existente no Centro Histórico do Porto.

Como objetivos secundários do trabalho, definiram-se o estudo com vista a definir uma síntese dos princípios gerais de intervenção na reabilitação de edifícios a seguir em processos correntes de

reabilitação de edifícios antigos e a caracterização do enquadramento legislativo e urbanístico, local e nacional, associados ao Centro Histórico do Porto.

1.3. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Numa primeira fase no desenvolvimento deste trabalho recaiu numa pesquisa de documentos relacionados com a Reabilitação Urbana em Portugal, desde temas como legislação aplicável, os intervenientes no processo de reabilitação até a incentivos à reabilitação. Este capítulo teve por base uma pesquisa legislativa nacional e municipal que estão disponibilizadas pelas plataformas eletrónicas do Diário da República e da Câmara Municipal do Porto. A informação disponibilizada pelo SRU Porto também contribuiu muito para a realização deste primeiro capítulo, para análise dos planos de intervenção e dos benefícios fiscais.

A pesquisa para a realização do capítulo 3 recaiu em documentos relacionados com a metodologia de intervenções nos processos de reabilitação de edifícios.

Para a realização do capítulo 4, os livros “Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos” da autoria do Prof. Dr. Vasco Freitas e outros [1], “Guia Técnico de reabilitação habitacional” do LNEC [2], juntamente com o livro de autoria de João Appleton “Reabilitação de Edifícios Antigos”[3] serviram como base na definição dos sistemas estruturais e construtivos. Para além destes livros, para a construção deste capítulo também foi necessário realizar algumas visitas ao exterior do edifício e analisar a informação cedida pela SRU Porto sobre o edifício em estudo. Com esta informação procedeu-se ao levantamento do edifício em termos de arquitetura e construção.

Deve salientar-se que, pelo facto de não ter sido possível aceder ao interior do edifício por questões de segurança, não foi possível definir com rigor o edifício, sendo que o trabalho ficou limitado ao estabelecimento de plantas estruturais e sistemas construtivos expectáveis.

Com o levantamento existente do edifício foi possível proceder à realização dos projetos apresentados neste trabalho, pelo que os restantes capítulos dizem respeito aos diferentes projetos de reabilitação. O uso de softwares AutoCad 2016 e CYPE Águas foi vital para a realização dos projetos aqui apresentados, auxiliando na realização dos desenhos das plantas e no dimensionamento nos projetos de arquitetura, estruturas e de instalações de águas.

1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em 9 capítulos.

No presente capítulo é feita uma introdução ao trabalho. Neste apresenta-se o objeto de estudo, com o objetivo de definir o âmbito e justificação desta tese. Neste capítulo também se apresentam as bases do trabalho desenvolvido, onde se descrevem as principais ferramentas e processos adotados na realização desta tese. Por fim, apresenta-se a organização deste trabalho por capítulos.

O capítulo 2 foca-se mais no enquadramento da reabilitação urbana em Portugal. No início deste capítulo apresenta-se uma breve história da Rua das Flores e do seu entorno. Neste capítulo é apresentada a legislação direcionada para a reabilitação de edifícios em Portugal, e também são enunciados os principais programas de incentivos à reabilitação urbana. No final deste capítulo é realizada uma breve apresentação da Sociedade de Reabilitação Urbana do Porto (Porto Vivo, SRU) e do seu programa de intervenção para a zona onde o edifício em estudo se enquadra.

O capítulo 3 apresenta a metodologia a realizar nos processos de reabilitação. Esta metodologia de uma forma geral divide-se em 5 grandes fases: Promoção, Viabilidade e Planeamento; Estudos e Projetos; Contratação; Construção e Utilização. Neste capítulo faz-se uma abordagem a cada grupo, evidenciando as especificidades de cada.

Os capítulos 4 a 8 dizem respeito ao estudo de caso.

No capítulo 4 apresenta-se um levantamento do edifício, a nível arquitetónico, estrutural e construtivo. Neste capítulo, também se expõe as anomalias presentes no edifício, assim como um mapa de demolições, no sentido de expor o estado atual estado do edifício. Ainda é apresentado um conjunto de sondagens que devem ser realizadas para aprofundar o trabalho de levantamento do edifício.

No capítulo 5 apresenta-se a proposta do projeto de arquitetura. Com base no trabalho do capítulo 4, apresenta-se um conjunto de possíveis intervenções a realizar no edifício.

No sexto capítulo é realizada uma análise á estrutura do edifício, nomeadamente dos pavimentos e da cobertura.

O capítulo 7 diz respeito ao projeto de águas, realizado com o auxílio do *software* CYPE. Apresentam-se os projetos das redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e de águas pluviais.

O capítulo 8 apresenta sugestões de potenciais ações de melhoria a realizar no edifício. Neste capítulo, são propostas algumas sugestões de medidas no sentido de melhorar o conforto do utilizador, em relação a térmica, acústica, ventilação e SCIE, assim como alguns pormenores construtivos para a obra a executar.

Por fim, o capítulo 9 apresenta a Conclusão da dissertação incluindo uma síntese dos principais resultados obtidos com o trabalho e uma reflexão sobre o cumprimento dos objetivos originalmente estabelecidos.

2

REABILITAÇÃO NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO

2.1. INTRODUÇÃO

É visível que a imagem degradada da zona histórica da cidade do Porto mantém-se. Apesar do conjunto de medidas tomadas por parte do governo, o abandono do edificado e a perda de população continuam a ser uma grande preocupação, pois constitui um problema que impede o desenvolvimento da cidade.

A evolução da cidade, levou ao desenvolvimento das periferias e à consequente migração para estas periferias, o que gerou o despovoamento do centro do Porto. Esta ocorrência torna necessário adotar um conjunto de medidas no sentido de combater esta desertificação do centro. Este conjunto de medidas devem basear-se num conjunto de princípios tais como: recuperar os valores de cidade, procurar incentivar o interesse no regresso ao centro histórico e realizar novas dinâmicas urbanas. Neste sentido, a reabilitação do Centro do Porto tem sido objeto de políticas nacionais e de iniciativas autárquicas de forma a tentar consolidar e incentivar a ocupação de áreas urbanizadas e edificadas, evitando desperdícios territoriais (combatendo desse forma o alargamento de perímetros e a perda desnecessária de área territorial, tentando manter uma ocupação natural e racional do território), financeiros (a reutilização de equipamentos existentes, embora em mau estado de conservação é mais económico que realizar construção nova), ambientais e sociais.

A reabilitação urbana do Centro Histórico do Porto constitui um importante contributo para a valorização dinâmica metropolitana e para a salvaguarda da herança urbana nacional. No entanto o modo de crescimento da cidade do Porto, levou a que esta zona sofresse um processo de desagregação e desvitalização desta zona, transformando-a numa área crítica, necessitando assim de um plano de recuperação urbanístico.

Para que o processo de reabilitação se desenvolva, é necessário definir um conjunto de legislação específica e de dinâmicas territoriais que promova este processo. Nesta legislação, são definidos planos de gestão, onde se procura responder a preocupações essencialmente relacionadas com a sustentabilidade do sítio urbano e com a salvaguarda do edificado.

2.2. A HISTÓRIA DA RUA DAS FLORES E DO SEU REDOR

Em 1518, D. Manuel I mandou construir uma rua com o objetivo de ligar a zona do Convento de São Bento de Ave Maria ao convento de S. Domingos e ligar a zona ribeirinha e portuária com a porta de Carros (uma porta da muralha fernandina que ficava sensivelmente no topo da atual Praça de Almeida Garret, em frente da igreja dos Congregados). Esta rua ficou denominada como Rua Santa Catarina das

Flores por ter sido aberta em terrenos de hortas correspondentes ao vale do rio de Vila que pertenciam ao bispo e ao cabido, onde existiam muitas hortas e vergéis. Ainda hoje é possível observar, ao longo da rua, algumas marcas nos edifícios, como a roda de navalhas do martírio de Santa Catarina ou as figuras do arcanjo S. Miguel. Dependendo do senhorio, estas casas eram marcadas com os diferentes símbolos para diferenciar os edifícios que pertenciam ao bispo (rodas de navalhas do martírio de Santa Catarina) dos edifícios que pertenciam ao cabido (figura do arcanjo de S. Miguel). Assim esta zona assumiu-se, desde a sua criação como tendo o carácter mais aristocrático da cidade. (ver figura 2.1)



Fig.2.1 – Divisão dos terrenos em torno da Rua das Flores, [4]

A construção da rua das Flores teve uma grande influência nesta zona, não só por ter facilitado o trânsito interno da cidade, pois aliviou o difícil transito de pessoas e de mercadorias na Rua de Bainharia por esta rua ser tão estreita, mas também porque constituiu um arranjo urbanístico com grande importância para a urbanização da cidade do Porto, permitindo a criação de um espaço urbano amplo. A abertura desta rua também reforçou a importância dos nós viários situados nos seus extremos, o convento de S. Domingos e a Porta dos Carros. (ver figura 2.2)

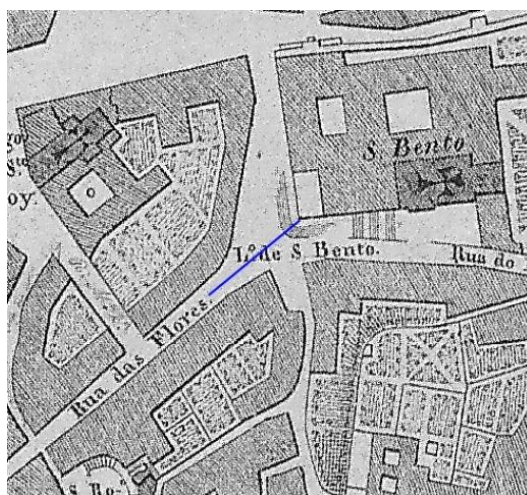


Fig.2.2 – Planta da Rua das Flores, [4]

Na sequência da construção desta rua, e como consequência da urbanização e regularização dos antigos terrenos da diocese, procedeu-se à construção de outras ruas como a Rua do Ferraz e a Rua da Ponte Nova, que faziam a ligação entre as duas margens do Rio da Vila.

A edificação e urbanização desta rua deu-se de uma forma rápida, sendo que em 1525 a rua já possuía imensos edifícios e procedeu-se ao calcetamento da rua o que permitiu um melhor processamento do tráfego. No século XVI, dá-se início à construção de uma rede de águas que abasteciam os conventos franciscano e dominicano. Devido à sua localização na cidade do Porto, esta rua no século XVI consegue alcançar uma grande importância económica, por ser uma rua central e comercial da cidade, em que maioritariamente se efetuava o comércio de ourivesaria e de tecidos, [4] [5] [6] [7].

2.3. LEGISLAÇÃO NACIONAL APLICÁVEL E A SUA RELAÇÃO COM A REABILITAÇÃO

2.3.1. O DECRETO-LEI Nº104/2004 DE 7 DE MAIO

Em 2004, no Decreto-Lei n.º104/2004, de 7 de Maio foi criado um importante instrumento de apoio à reabilitação urbana, no qual se define o Regime Excecional de Reabilitação Urbana para as Zonas Históricas e áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística. Com este Decreto-lei criaram-se condições para que os municípios, pudessem formar Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU) para estes serem auxiliados na conservação, recuperação e readaptação das Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU). Neste documento é também esclarecida a responsabilidade por parte dos municípios pelos procedimentos de reabilitação urbana. Estabelecem-se as condições gerais para o fecho dos contratos de reabilitação urbana com a participação de promotores privados, podendo também ocorrer por concurso público. Ainda se definem as condições de arrendamento, sendo que existe uma maior proteção dos direitos dos arrendatários, tal como o direito de suspensão do contrato, de reocupação do imóvel e o direito de preferência de novo arrendamento.

Apesar do grande contributo deste decreto lei para a simplificação dos processos de reabilitação, continuava a existir uma necessidade de maior agilização dos procedimentos e de mais incentivos, pelo que se procedeu a uma revisão do diploma. Assim, no Decreto-Lei n.º307/2009, onde se estabelece o Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (RJRU), definem-se instrumentos de execução e controlo das operações e instrumentos de política urbanística, regras relativas ao financiamento e ainda a delimitação de Áreas de Reabilitação Urbana (ARU), impondo o estabelecimento por parte do município dos benefícios fiscais associados aos impostos municipais. O documento também confere aos proprietários o direito ao acesso a apoios e incentivos fiscais e financeiros, relacionados com a reabilitação urbana.

2.3.2. O REGIME JURÍDICO DA REABILITAÇÃO URBANA (RJRU)

A 23 de Outubro de 2009 foi assim publicado o Regime Jurídico da Reabilitação Urbana pelo Decreto-Lei n.º307/2009. Este documento baseia-se na delimitação de “áreas de reabilitação urbana”, com uma entidade gestora e apresenta dois tipos de intervenções: simples ou sistemáticas. As operações de reabilitação simples consistem numa intervenção de reabilitação de um determinado edifício, enquanto que as operações de reabilitação sistemáticas consistem em intervenções de reabilitação do edificado tendo em conta a qualificação das infra-estruturas, dos equipamentos e dos espaços verdes e urbanos de uso coletivo, com o objetivo de requalificar e revitalizar o tecido urbano. Este tipo de operações está associado a um programa de investimento público.

A delimitação de áreas de reabilitação urbana é da competência da assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal. Estas áreas devem incidir sobre espaços urbanos que mostrem degradação ou

insuficiência nas infra-estruturas, nos equipamentos e/ou espaços urbanos de uso coletivo. Estas áreas podem abranger zona dos centros históricos, património cultural imóvel classificado ou em vias de classificação e respetivas zonas de proteção, áreas urbanas degradadas ou zonas urbanas consolidadas.

Estas operações de reabilitação têm de ser geridas e coordenadas por uma entidade gestora, que pode ser um município ou uma empresa do sector empresarial local (SEL). No caso de ter a função exclusiva de gerir operações de reabilitação urbana designa-se por Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU). Podem também ser adotados dois modelos de execução das operações de reabilitação: por iniciativa dos particulares ou por iniciativa das entidades gestoras, [8].

2.3.3. O REGIME JURÍDICO DA URBANIZAÇÃO E EDIFICAÇÃO (RJUE)

O RJUE constitui o principal documento legislativo aplicável ao licenciamento de operações de urbanização e de edificação. (Decreto-Lei n.º136/2014, de 9 de Setembro).

Segundo este documento, podem existir diversos tipos de obras:

- Obras de construção, que consistem nas obras de criação de novas edificações;
- Obras de reconstrução, são aquelas que são realizadas após a demolição total ou parcial de uma determinada edificação;
- Obras de Alteração: obras que impliquem a modificação das características físicas de uma edificação existente ou de uma fração, como por exemplo a estrutura resistente, o número de fogos ou divisões interiores, a alteração dos materiais de construção desde que não se altere a área total de construção, da área de implantação ou da altura da fachada;
- Obras de Ampliação: implicam o aumento da área de implantação, da área total de construção, da altura da fachada ou do volume do edifício;
- Obras de Conservação, que são o conjunto de operações que têm o objetivo de manter o edificado nas condições existentes à data da sua construção, reconstrução, ampliação ou alteração, designadamente as obras de restauro, reparação e limpeza,[9].

2.4. INTERVENIENTES, CONDICIONANTES E OPORTUNIDADES NA REABILITAÇÃO URBANA

2.4.1. PLANO DIRETOR MUNICIPAL DO PORTO (PDM-PORTO)

É um instrumento fundamental para a gestão do território municipal. Este estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial municipal, a política municipal de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, o modelo territorial municipal, as opções de localização e de gestão de equipamentos de utilização coletiva e as relações de interdependência com os municípios vizinhos. O PDM em vigor foi publicado a 3 de fevereiro de 2006. Este documento foi revisto em Março de 2015, tendo sido publicado no Aviso n.º 4898/2015, Diário da República, 2º Série, N.º87, de 6 de Maio de 2015. Atualmente este documento encontra-se a ser revisto, com o objetivo de criar uma nova visão para a organização espacial da cidade para os próximos anos.

O PDM é constituído pelos seguintes documentos:

- Regulamento, onde se define a estratégia e o modelo de desenvolvimento local;
- Planta de Ordenamento (representa o modelo de organização espacial do território municipal, de acordo com os sistemas estruturantes e a classificação e qualificação dos solos, as unidades operativas de planeamento e gestão definidas e, ainda, a delimitação das zonas de proteção e de salvaguarda dos recursos e valores naturais);

- Planta de Condicionantes, onde se identificam as limitações ou impedimentos do aproveitamento do solo.

O PDM inclui também: Relatório, Relatório Ambiental, Programa de Execução, Plano de Financiamento e fundamentação de sustentabilidade, Planta de Enquadramento Regional, Planta da situação existente com a ocupação do solo, Planta e relatório com a indicação dos compromissos urbanísticos existentes, mapa de ruído e fichas dos dados estatísticos.

Este documento classifica e organiza o uso do solo. É nesta classificação que concluímos que o edifício em estudo nesta dissertação se encontra no Centro Histórico do Porto, e por isso é uma área classificada como área Histórica. Segundo o PDM, as áreas históricas “correspondem aos tecidos consolidados mais antigos da cidade e às reminiscências dos núcleos rurais primitivos que ainda conservam a estrutura e os elementos morfológicos iniciais com significativa representatividade urbanística e arquitetónica, que interessa preservar e requalificar...”. São áreas mistas onde o uso habitacional predomina, mas são permitidas atividades complementares. No entanto, estas não podem provocar intensidade de tráfego nem ruído ou outro tipo de poluição ambiental. Nesta área, as intervenções realizadas nos edifícios já existentes, devem ser realizadas de forma a conservar os mesmos, admitindo-se obras de reconstrução quando forem devidamente justificadas pela degradação construtiva existente. No entanto, são permitidas novas construções no caso de estas substituírem edifícios que tiveram que ser demolidos, ou que as novas construções sejam realizadas de forma a ocupar áreas de prédios urbanos não edificadas ou ainda obras de ampliação, na condição que esta construção estabeleça uma correta relação com os elementos vizinhos. Neste documento também é referido que as demolições dos edifícios existente nesta área apenas é permitida se o edifício em questão puser em causa a segurança de pessoas e de bens ou se o edifício representar uma solução arquitetónica ou urbanística de má qualidade e logo que se encontre desenquadrada d o conceito urbanístico da zona,[10].

2.4.2. OS PLANOS DE PORMENOR (PP)

Estes planos tomam a forma de um Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana (PPRU), sendo que para a cidade do Porto estes planos são designados Planos de Pormenor. São planos definidos pelos projetos da PortoVivo, SRU, onde se desenvolvem e concretizam em detalhe as propostas de ocupação de qualquer área do território municipal

Estabelecem regras sobre a implantação das infraestruturas, o desenho dos espaços de utilização coletiva, a implantação, a volumetria e as regras para a edificação e a disciplina da sua integração na paisagem, a localização e a inserção urbanística dos equipamentos de utilização coletiva e a organização espacial das demais atividades de interesse geral.

Este plano é constituído por um regulamento, uma Planta de Implantação e uma Planta de Condicionantes.

Atualmente o município do Porto tem em curso a execução de dois planos de Pormenor: Plano Pormenor das Antas e o Plano de Pormenor do Dallas (Boavista), [11].

2.4.3. SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DO PORTO (SRU PORTO)

2.4.3.1. Missão e Objetivos

As SRU's surgiram com o Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, com o objetivo de permitir às autarquias criarem entidades que se encarreguem da operacionalização de ações no sentido de promover

a reabilitação urbana das zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e de reconversão urbanística (ACRRU). Sendo uma empresa de capitais públicos do Estado (I.H.R.U.) e da câmara Municipal do Porto, a SRU do Porto tem a responsabilidade de orientar e elaborar uma estratégia de intervenção e de ajudar na relação entre proprietários e investidores, e entre proprietários e arrendatários, e tomar a seu cargo a operação de reabilitação nos termos legais que lhe foram conferidos, embora só se realize se for realmente necessário, devido à inércia das restantes. Ou seja, esta organização apoia os proprietários nos processos de reabilitação dos edifícios e incentiva investidores externos, com o intuito de estes investirem na baixa do Porto.

A SRU-Porto foi criada em 2004, e depois de realizados vários estudos sobre a caracterização dos edifícios, população e economia do Centro Histórico da cidade do Porto, a SRU-Porto definiu 5 grandes objetivos: promover a reabilitação urbana da baixa do Porto, qualificar o espaço público, dinamizar o turismo, revitalizar o comércio e incentivar desenvolvimento e a promoção do negócio na Baixa do Porto.

Segundo o Decreto-Lei n.º104/2004, compete também às SRU's:

- Licenciar e autorizar operações urbanísticas;
- Expropriar os bens imóveis e os direitos a eles inerentes destinados à reabilitação urbana, bem como constituir servidões administrativas para os mesmos fins;
- Proceder a operações de realojamento;
- Fiscalizar as obras de reabilitação urbana.

Procedeu-se a uma divisão da cidade do Porto por unidades de intervenção e, para cada unidade de intervenção, a SRU assumiu a qualidade de entidade gestora e foi elaborado um plano estratégico onde se definem as opções existentes de reabilitação e de revitalização urbana. Estes planos de intervenção, ou seja, as estratégias, baseiam-se na elaboração do *MasterPlan*.

Desenvolvido pela PortoVivo, SRU, o *MasterPlan* consiste num documento de enquadramento e de orientação geral com o intuito de auxiliar no processo de reabilitação urbana no centro Histórico do Porto, sendo definidas metas a atingir e estratégias de intervenção gerais a seguir nas vertentes sociais e económicas que se inserem no desenvolvimento estratégico da cidade.

2.4.3.2. Planos Estratégicos

Atualmente a Porto Vivo, SRU tem uma determinada área de intervenção, designada por Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU) que, por razões operacionais, foi delimitada em zonas mais pequenas, sendo uma delas a Zona de Intervenção Prioritária (Z.I.P.), com cerca de metade da dimensão da ACRRU, onde se concentram os maiores problemas de reabilitação do edificado. Esta zona é ainda dividida em unidades de intervenção, designadas por ARU (Área de Reabilitação Urbana), ver figura 2.3.

Uma ARU é uma zona territorialmente delimitada que, por se encontrar num elevado grau de degradação ou obsolescência a nível de infraestrutura, equipamentos, edifícios e espaços urbanos, nomeadamente a falta de condições de uso, segurança, salubridade, entre outros problemas, justifique uma solução integrada de intervenção através de uma operação de reabilitação coordenada pelas entidades públicas. Para cada ARU foi elaborado um projeto específico tendo em conta as características das zonas.

Segundo este documento, no Porto existem 7 áreas de intervenção urbana (ARU): Centro Histórico do Porto, Santos Pousada, Bonfim, Cedofeita, Aliados, Miragaia e Lapa. A delimitação destas áreas obedeceu a um conjunto bem estudado de critérios urbanísticos associados ao dinamismo urbano, à

dimensão territorial e à continuidade estratégica. Para cada uma das ARUS foram definidos objetivos e prazos para a realização do investimento público e privado, considerando estratégia e dinamizador dos processos mais específicos de intervenção para entidades públicas ou privadas.

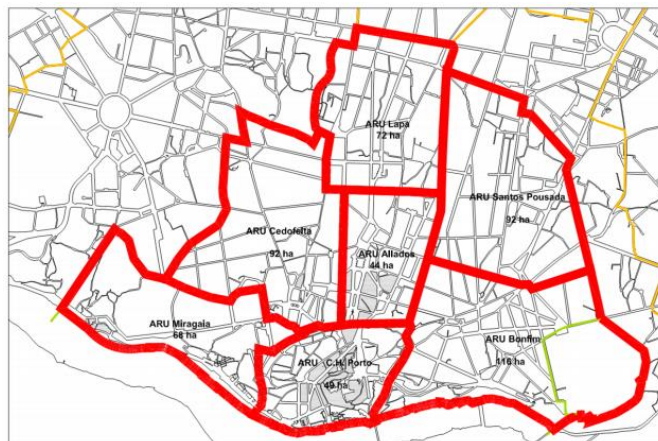


Fig. 2.3 – ARU's da Zona de Intervenção prioritária (ZIP) do Porto

O edifício estudado nesta dissertação insere-se na ARU-Centro Histórico do Porto, cuja área tem aproximadamente 49 hectares. O Plano de Gestão para esta área centra-se num conjunto de objetivos estratégicos, que a seguir se identificam (ver figura 2.4.):

- “Preservar, conservar e restaurar o património edificado e requalificar o espaço público do Centro Histórico do Porto, Património Mundial”;
- “Mobilizar os utilizadores atuais e futuros (residentes, trabalhadores, visitantes, estudantes e investidores) do Centro Histórico do Porto na defesa e promoção do seu valor patrimonial, sensibilizando-os para a participação na sua proteção, preservação e promoção”;
- “Contribuir para a excelência da experiência turística no Centro Histórico do Porto”;
- “Estimular a criação de um cluster criativo que se inspire na excelência do património cultural envolventes”;
- “Reforçar o papel do rio Douro enquanto elemento essencial da interpretação, vivência e comunicação entre as duas margens do Porto Património Mundial”, [12].

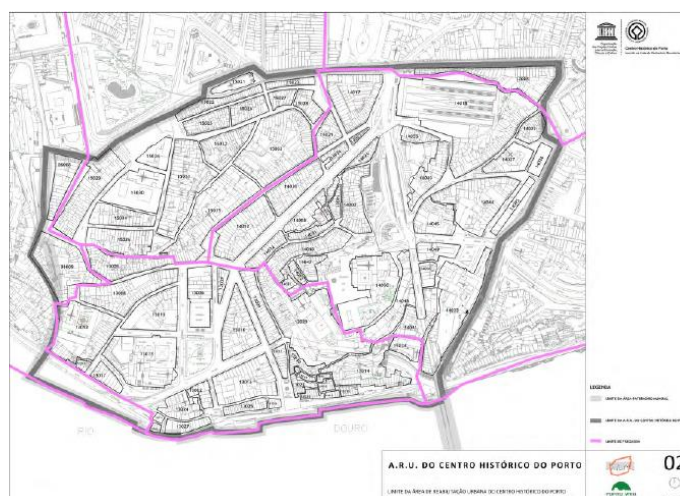


Fig. 2.4 – Área Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto

2.4.4. DOCUMENTO ESTRATÉGICO PARA O QUARTEIRÃO 14030 – PONTE NOVA

2.4.4.1. Caracterização do Quarteirão

A Unidade de Intervenção do Quarteirão da Ponte Nova está inserida na área classificada como Património Mundial pela UNESCO. Este quarteirão é delimitado pela Rua Ponte Nova (a poente), pela Rua de Afonso Martins Alho (a nascente), pela Rua Mouzinho da Silveira (a sul) e pela Rua das Flores (a norte). A delimitação destas ruas fornece uma forma trapezoidal ao quarteirão sendo constituído por 37 parcelas, como podemos observar pela figura 2.5.



Fig. 2.5 – Quarteirão 14030 - Ponte Nova

De uma forma geral, as parcelas possuem formas irregulares e dimensões variáveis, que resultaram das diferentes transformações urbanas a que foram sujeitas nos últimos tempos. Estas parcelas possuem, em regra, uma fachada principal com frente para a rua e uma fachada de tardo virada para pequenos logradouros que estas possuem, estando estes insalubres.

No caso da rua Ponte Nova, esta apresenta um pequeno declive e é constituída por prédios de r/c e 3 pisos superiores, com exceção de duas parcelas (parcelas 34 e 35) que são mais baixas.

À data das vistorias realizadas, grande parte dos prédios deste quarteirão (38% das parcelas), encontrava-se em razoável estado de conservação, necessitando de obras médias. Cerca de 35 % das parcelas estavam em mau estado de conservação, com necessidade de obras profundas ou de reconstrução e 3% estavam em ruína.

O edifício em estudo encontra-se na parcela dos edifícios em mau estado de conservação, mas neste documento é referido que devido ao seu elevado estado de degradação, apresenta riscos graves para a segurança pública e/ou dos ocupantes.

Uma das características deste quarteirão é o facto de apresentar um grande contraste entre o estado de conservação dos pisos térreos dos espaços comerciais e o dos pisos superiores. Este contraste relaciona-se com as obras realizadas nos pisos térreos pelos donos ou arrendatários dos estabelecimentos comerciais. Grande parte dos prédios servem neste momento para comércio pouco dinâmico ou obsoleto, que se desenvolve no r/c, e os restantes pisos servem para armazéns ou estão abandonados.

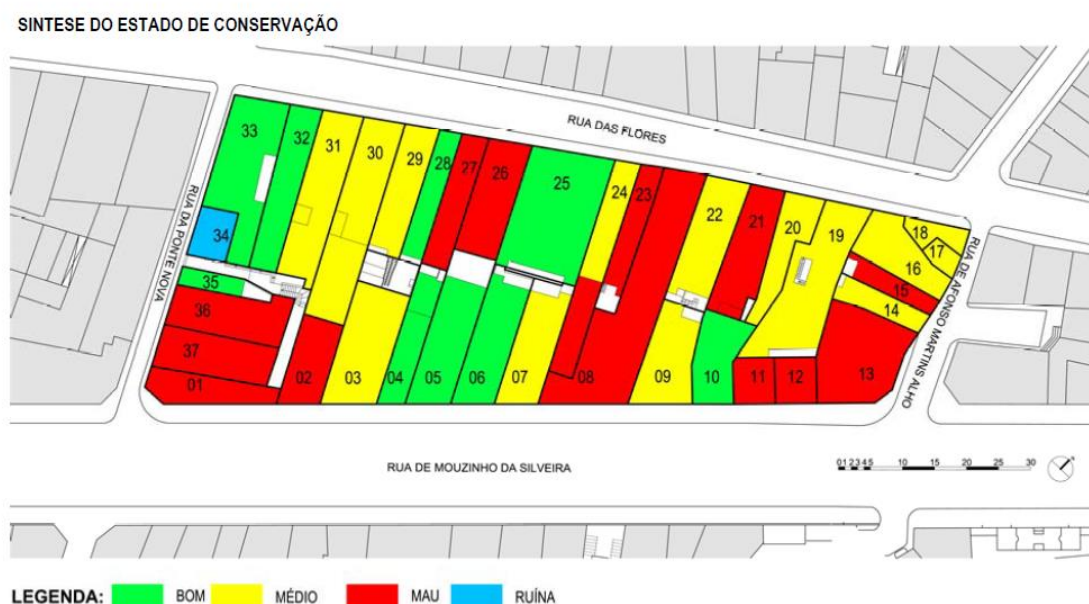


Fig. 2.6 – Quarteirão Ponte Nova - Síntese do Estado de Conservação

2.4.4.2. Proposta de Intervenção

Para este quarteirão a SRU Porto, propõe a viabilização de um programa misto de comércio e habitação. As atividades comerciais deverão apenas ocupar os pisos inferiores necessários ao seu funcionamento e estas devem apostar na diversidade de oferta, tendo em consideração o comércio da procura frequente.

Desta forma, os pisos elevados deverão ser destinados à habitação, com tipologias mais qualificadas e adequadas aos atuais padrões de conforto. Também se sugere a reformulação dos logradouros comuns, qualificando-os e tornando-os assim, espaços mais abertos e ventilados.

Posto isto, é necessário dotar as parcelas de condições de segurança, salubridade e estética, através de um conjunto de intervenções, sustentado por parcelamentos.

Para o edifício em questão, a SRU Porto propõe uma intervenção conjugada com as parcelas 1, 2, 29, 30, 34, 35, 36 e 37, como podemos observar pela figura 2.7.

Com este parcelamento propõe-se racionalizar os acessos verticais, rentabilizar os espaços a criar, evitar repetições de acesso que constroem a obra. O logradouro será eliminado de forma a que as parcelas 36 e 37 “ganhem” mais área. Como a parcela 34 apresenta áreas reduzidas, esta deverá ser ligada à parcela 36, ao nível dos pisos superiores. Prevê-se também a implantação de estacionamento nas caves existentes.

De acordo com o documento estratégico, esta intervenção prevê:

- “dotar todas as parcelas de condições de salubridade, segurança e estética”;
- “resolver o problema da desocupação/subaproveitamento dos pisos superiores”;
- “ocupar com habitação mais de 50% da área bruta de construção”;
- “autonomizar os pisos comerciais relativamente aos restantes”;
- “aumentar a área útil e a área bruta de construção de alguns edifícios”;
- “acabar com os logradouros insalubres e criar novos espaços posteriores”;
- “criar aproximadamente novos 40 lugares de estacionamento”.

No entanto, esta proposta embora apenas com carácter estratégico, já não é válida para o edifício em estudo, pois o parcelamento entre as parcelas 37 e 1 já foi realizado, inviabilizando assim o parcelamento proposto SRU Porto das parcelas 1, 2, 37, 36, 34 e 39, [13].

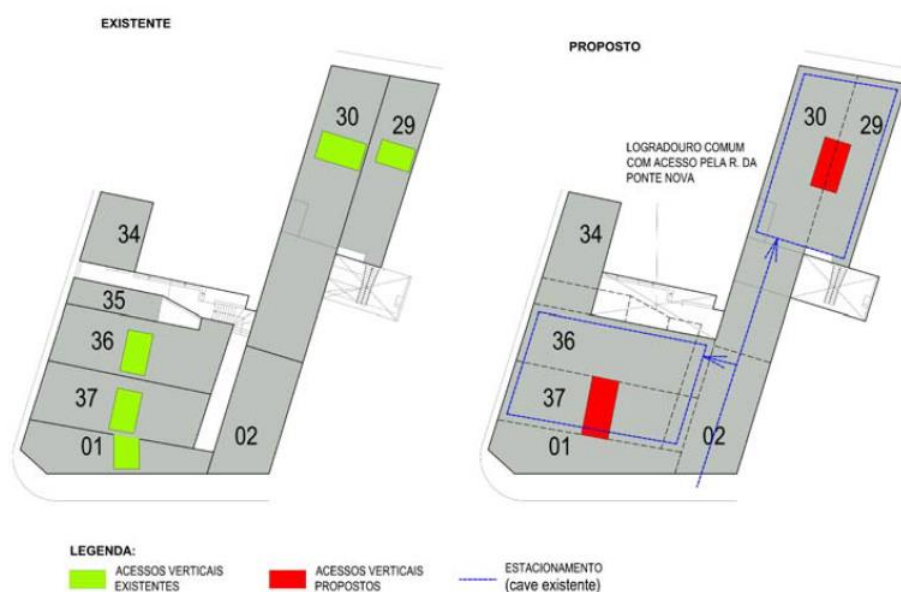


Fig. 2.7 – Proposta de Intervenção da SRU Porto

2.5. APOIOS E INCENTIVOS À REABILITAÇÃO NO PORTO

2.5.1. APOIOS FINANCEIROS

Nos últimos anos tem havido uma grande preocupação por parte dos governos, no sentido de incentivar o desenvolvimento urbano, de forma a promover a reabilitação urbana. Esta preocupação traduz-se na criação de vários programas de carácter económico com o objetivo de apoiar e promover obras de reabilitação. Estes apoios são iniciativas governamentais destinadas a investidores privados com o objetivo de incentivar o investimento em obras de reabilitação.

2.5.1.1. Regime Especial de Comparticipação de Imóveis Arrendados (RECRIA)

Este programa é regulado pelo Decreto-Lei nº 329-C/2000, de 22 de Dezembro, e tem como objetivo financiar a execução de obras de conservação e beneficiação que possibilitem a recuperação de fogos e imóveis em estado de degradação. Este financiamento é realizado por parte do Estado e pelos Municípios totalmente a fundo perdido.

2.5.1.2. Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal (RECRIPH)

O RECRIPH é instituído pelo Decreto-Lei 106/96, de 31 de Julho e é direccionado para prédios urbanos em regime de propriedade horizontal, construídos com data de licença de utilização anterior a 1 de Janeiro de 1970 ou contruídos até à data da entrada em vigor do RGEU-1951, desde que o prédio em questão não possua mais do que 4 frações nem esteja afeto a nenhuma atividade de comércio ou pequena indústria hoteleira, ou seja as frações tem que ser destinadas a residência própria ou arrendadas para fins habitacionais.

Este programa pode conceder um empréstimo a fundo perdido para a execução de obras de conservação nas partes comuns do edifício. O valor de comparticipação deste programa é sustentado em 60% pelo IHRU (Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana) e em 40% pelo respetivo município.

2.5.1.3. Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação (SOLARH)

É um programa que tem o objetivo de conceder um apoio financeiro especial para a execução de obras de conservação e de beneficiação, através da realização de empréstimos sem juros. O SOLARH surgiu com o objetivo de dar a oportunidade a proprietários ou agregados familiares de poucos recursos económicos, instituições particulares de solidariedade social, pessoas de utilidade pública administrativa e a cooperativas de habitação e construção de poderem realizar pequenas obras de conservação e beneficiação, de maneira a melhorar a habitabilidade e requalificar o espaço habitacional urbano. Este programa é regulado pelo Decreto-Lei nº105/96 de 31 de Julho.

2.5.1.4. Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas (REHABITA)

Trata-se de uma extensão ao programa RECREIA, e tem o objetivo de apoiar financeiramente as entidades municipais responsáveis pela gestão da reabilitação urbana, ou seja, este programa ajuda os municípios na recuperação das zonas urbanas antigas, apoiando obras de conservação/beneficiação/reconstrução de edifícios. Este financiamento é concedido mediante a celebração de acordos entre o IHRU e o respetivo município.

2.5.1.5. Programa de Financiamento para Acesso à Habitação (PROHABITA)

É um programa que tem o objetivo de conceder um apoio financeiro especial para a execução de obras de conservação e de beneficiação, através da realização de empréstimos sem juros. O PROHABITA não se trata de um programa de apoio à reabilitação, mas sim de um programa onde se pretende criar oportunidades de acesso à habitação para famílias carenciadas. A criação destes protocolos deve ser feita entre o IHRU e os municípios e deve ser ajustada entres estes.

2.5.1.6. Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas – JESSICA

Trata-se de um instrumento financeiro, criado em 2006 por parte da Comissão Europeia em cooperação com o Council of Europe Development Bank (CEB) e com o banco de Investimento Europeu (EIB), onde este tem o papel de promover e implementar a iniciativa através do espaço Europeu.

Este programa foi desenvolvido no sentido de intensificar os apoios e incentivos para um desenvolvimento urbano sustentável através de fundos estruturais comunitários, com incentivo às Parcerias Públicas Privadas (PPP), inseridas no contexto de programas integrados de desenvolvimento urbano. [14]

O apoio através de comparticipações a fundo perdido é trocado pela mobilização de fundos estruturais comunitários num âmbito de financiamento reembolsável e de novos mecanismos de engenharia financeira, os Fundos de Desenvolvimento Urbano (FDU).

Foram definidas as seguintes áreas de intervenção:

- “Reabilitação e regeneração urbana incluindo regeneração de equipamentos e infra-estruturas urbanas”;
- “Eficiência energética e energias renováveis”;
- “Revitalização da economia urbana, especialmente PME e empresas inovadoras”;
- “Disseminação das tecnologias da informação e da comunicação em áreas urbanas, incluindo redes de banda larga e sem fios”;

O JESSICA Holding Fund Portugal diz respeito á operacionalização do Programa JESSICA em Portugal, e está dotado de 130 milhões de euros para investimentos nos FDU's, [15].

2.5.2. BENEFÍCIOS E INCENTIVOS FISCAIS (ESTADO)

2.5.2.1. Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA)

Este imposto incide sobre a despesa ou consumo das transações efetuadas por um dado consumidor. A taxa reduzida de 6% é aplicada às empreitadas de reabilitação, nas seguintes condições:

- Empreitadas de reabilitação de imóveis que sejam contratadas pelo IHRU e também aquelas que sejam efetuadas no âmbito de regimes especiais de apoio financeiro ou fiscal à reabilitação de edifícios ao abrigo de programas apoiados financeiramente pelo IHRU, independentemente da sua localização;
- Empreitadas de reabilitação urbana, realizadas em espaços públicos ou em imóveis localizados em áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, zonas de intervenção das sociedades urbanas;
- Empreitadas de conservação, reparação e beneficiação dos prédios ou parte dos prédios urbanos habitacionais, [16].

2.5.2.2. Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI)

É um imposto que incide sobre o valor patrimonial tributário dos prédios (rústicos, urbanos ou mistos) situados em Portugal. No sentido de apoiar e incentivar a reabilitação urbana, os prédios que podem ficar isentos deste imposto são:

- Prédios urbanos ou frações autónomas reabilitadas e em área de reabilitação urbana, pelo período de 5 anos;
- Prédios urbanos objeto de reabilitação urbanística, num tempo de três anos a contar do ano da emissão da respetiva licença de utilização inclusive;
- Prédios classificados como monumentos nacionais e prédios individualmente classificados como de interesse público ou de interesse municipal. Esta classificação é feita pelo Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico ou pelas câmaras municipais, [17].

2.5.2.3. Imposto Municipal sobre as Transmissões Onerosas de Imóveis (IMT)

Os prédios que podem ficar isentos deste imposto, são aqueles que;

- Sejam individualmente classificados como de interesse nacional, público ou municipal;
- Sejam reabilitados e localizados em Área de Reabilitação Urbana;
- Sejam adquiridos com o objetivo de reabilitação urbanística, na condição que, no prazo de três anos a contar da data de aquisição, os proprietários iniciem as obras de reabilitação, [18].

2.5.2.4. Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Singulares (IRS)

Trata-se de um imposto que incide sobre o valor anual dos rendimentos das pessoas singulares, consoante a sua categoria de rendimento.

Podem ser beneficiários da redução de IRS:

- Os proprietários de imóveis que se localizem na Área de Reabilitação Urbana e recuperados nos termos das respetivas estratégias de reabilitação, sendo que podem deduzir à coleta até ao limite de 500 euros, 30% dos encargos suportados com a respetiva reabilitação;
- Os proprietários de imóveis arrendados passíveis de atualização faseada das rendas que seja alvo de operações de reabilitação, sendo que podem deduzir à coleta, até ao limite de 500 euros, 30% dos encargos suportados com as respetivas operações de reabilitação.

2.5.2.5. Outros Benefícios

Sofrem redução no imposto:

- As mais-valias decorrentes da alienação de imóveis situados dentro dos limites da Área de Reabilitação Urbana que tenham sido recuperados seguindo os documentos estratégicos da zona, sem prejuízo da opção pelo englobamento;
- Os rendimentos prediais decorrentes do arrendamento de imóveis auferidos por sujeitos passivos de IRS, residentes em território português, [19].

2.5.3. BENEFÍCIOS E INCENTIVOS MUNICIPAIS

2.5.3.1. Redução de Taxas e Licenças Municipais

Os principais benefícios são os seguintes:

- As taxas de ocupação do Domínio Público podem sofrer uma redução de 80% no caso do licenciamento de ocupação do domínio público, por motivo de obras diretamente relacionadas com obras de construção, reconstrução, conservação, recuperação ou reabilitação do parque edificado, situadas na ACRRU.
- As taxas devidas pelo Licenciamento/Autorização/Admissão da Comunicação de operações Urbanísticas podem sofrer uma redução de 50% no caso do parque edificado se encontrar na área definida como Zona de Intervenção Prioritária (ZIP) do programa “VIV’A BAIXA”.
- As taxas devidas pelo licenciamento da Publicidade têm uma redução de 80%, [20].

2.5.3.2. Sistema de Informação Multicritério (SIM-Porto)

Este programa beneficia os proprietários dos edifícios localizados na Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU) que realizem obras de reabilitação enquadradas pelo regulamento do SIM-Porto, dando créditos de construção transacionáveis a aplicar em construção nova noutras zonas da cidade do Porto. Ou seja, a empresa ou proprietário que está a reabilitar um edifício na ACRRU, tem direito a um determinado número de créditos de construção que poderá vender a outro proprietário ou empresa que tenha interesse em construir noutra zona da cidade, [20].

3

METODOLOGIA DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

A reabilitação dos edifícios tem como objetivo aumentar a qualidade do edifício, de maneira a dar ao utilizador um nível de conforto e funcionalidade superiores àqueles que foram inicialmente previstos. De uma maneira geral, o processo de reabilitação é idêntico ao processo de construção nova, embora a reabilitação apresente algumas especificidades que merecem ser mais detalhadas.

Pode-se definir que este processo engloba um conjunto de ações necessárias para a execução da obra, que se inicia desde que surge a ideia da obra e termina na fase de utilização e manutenção do edifício. Embora, estes processos construtivos sejam parecidos, é de notar que reabilitar um edifício apresenta mais dificuldades do que construir um “edifício de raiz”, pelo facto de um edifício em reabilitação possuir um conjunto de características que devem ser preservadas, restringindo assim algumas formas de intervenção, e dificultando o processo construtivo. Ao contrário da construção nova, os edifícios a reabilitar apresentam sempre características próprias e vários pormenores que os tornam únicos, impossibilitando criar um sistema igual para todos os edifícios, o que faz com que as metodologias a adotar variem de edifício para edifício, o que torna mais complexo e específico o processo de projeto.

3.2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

De forma a alcançar sucesso na intervenção de reabilitação, torna-se necessário recorrer a uma metodologia que torne possível:

- Elaborar um correto diagnóstico do edifício em questão, bem como definir os objetivos e o grau de intervenção, sendo estes devidamente justificados;
- Definir soluções de intervenção de forma a atingir os objetivos anteriormente definidos;
- Executar de forma correta e organizada as soluções preconizadas em projeto, [21].

Os processos de construção devem ser realizados de maneira a que as tarefas se realizem de forma organizada e coerente. De uma maneira geral, podemos dividir este processo em 5 grandes fases:

- Promoção, Viabilidade e Planeamento;
- Estudos e Projetos;
- Contratação;
- Construção;
- Utilização e Manutenção.

Em cada fase há uma subdivisão em etapas parcelares, que podem depender do estado de conservação do edifício e das suas características, da legislação, recomendações técnicas e outras condicionantes,[22].

Embora as metodologias de reabilitação nunca assumam um caráter exatamente igual, podemos de uma maneira geral diferenciar as seguintes fases:

1. Fase Preliminar;
2. Estudos e Diagnóstico;
3. Definição da Estratégia;
4. Projeto;
5. Consultas e Contratação (Análise Técnico - Económica das Propostas);
6. Execução da Obra;
7. Utilização e Manutenção.

Como referido anteriormente, a metodologia usada em construção nova apresenta alguns aspetos diferentes em comparação com a metodologia usada em reabilitação. A maior diferença entre estes dois processos é a existência da fase de Diagnóstico em Reabilitação, que por sua vez é das fases mais cruciais de todo o processo, pois será aquela que definirá qual o tipo de intervenção a realizar e consequentemente condicionará bastante o projeto de execução. Em todas as fases deste processo, há uma preocupação em conhecer profundamente o edifício, no sentido de conhecer todos os materiais e técnicas utilizadas. Esta fase deve abordar vários aspetos, históricos, arquitetónicos e construtivos, a várias escalas desde o tecido urbano em que o edifício se insere até ao edifício a intervir e aos seus respetivos elementos constituintes. A análise destes aspetos, juntamente com o diagnóstico das anomalias, auxiliam a escolha de intervenção, possibilitando numa fase inicial a exclusão de algumas hipóteses.

Outra característica das obras de reabilitação é a necessidade de confrontar situações construtivas que já caíram em desuso, o que obriga os projetistas responsáveis pelo projeto a conhecerem bem as técnicas de construção tradicional e a conciliar estas com novas técnicas, para que se consiga encontrar soluções de conciliação ou até de substituição entre os velhos e novos materiais ou tecnologias.

Depois da conclusão da fase anterior, já é possível definir as opções de intervenção, e definir também as características do programa funcional, de modo a escolher o tipo de soluções técnicas de reabilitação, possibilitando assim prosseguir para a fase seguinte, Projeto. Após a concretização da fase do projeto, é viável obter uma estimativa dos custos de intervenção. De seguida, procede-se à fase de execução da obra, onde se elabora um planeamento da obra e procede-se à realização da mesma. Nesta fase torna-se crucial garantir um correto acompanhamento da obra.

De seguida, analisam-se com mais pormenor as características de cada uma destas fases, [21].

3.3. FASES DO PROJETO

3.3.1. FASE PRELIMINAR

O processo começa com um diálogo entre o dono da obra e os engenheiros e o arquiteto, no sentido de tentar perceber quais os objetivos e necessidades do dono da obra com a reabilitação no edifício. Esta fase inicia-se quando o cliente decide iniciar o processo de reabilitação.

Nesta fase é essencial haver um grande contacto entre o cliente e os engenheiros de maneira a que o projeto seja realizado de maneira a satisfazer as necessidades do cliente. Desta maneira os engenheiros

têm que saber identificar as necessidades e os desejos do cliente, para que se possa prosseguir com o processo e elaborar um programa preliminar. Aqui reúne-se toda a documentação existente do edifício e a sua envolvente, tal como: anomalias existentes, estado de conservação e de segurança do edifício e o seu estado de habitabilidade, [23].

3.3.2. ESTUDOS E DIAGNÓSTICO

O diagnóstico preliminar considera-se uma fase muito importante em todo o processo, pois é aquela que nos permite perceber numa fase inicial, quais os tipos de intervenção a realizar e o grau de reabilitação a que o edifício vai ser sujeito. Neste diagnóstico pretende-se fornecer informação ao dono de obra e ao projetista sobre o estado de conservação do imóvel, o nível de segurança e de conforto do edifício, evidenciando também algumas características deste.

Para a realização deste diagnóstico preliminar é importante realizar:

- Uma **inspeção visual**, onde se pretende identificar quais as tecnologias de construção utilizadas, o tipo de anomalias existentes (análise dos danos), nível de conforto habitacional que o edifício oferece; especificidades e implicações (físicas e urbanísticas), como aspetos arquitetónicos a preservar; Neste reconhecimento prévio, também é importante tentar definir quais são as técnicas de reabilitação usadas e os elementos construtivos; Esta informação deve ser toda compilada num sistema de fichas de inspeção, para mais tarde consultar;
- Um **estudo do enquadramento legal**, de modo a perceber quais são as restrições na operação de reabilitação, determinando quais as obrigações legais a cumprir a nível urbanístico e eventuais apoios/subsídios;
- Um **Relatório de Diagnóstico Preliminar**, que deve conter toda a informação recolhida na inspeção e no estudo legal de forma coerente, com o intuito de avaliar qual o estado geral de conservação do conjunto edificado.

Após este diagnóstico preliminar, é necessário recorrer a estudos mais especializados, procedendo-se assim à fase do Diagnóstico. Nesta fase são realizados vários estudos multidisciplinares, de modo a avaliar os seguintes aspetos:

a) **Aspetos Construtivos:**

O estudo dos aspetos construtivos engloba a identificação de todos os materiais construtivos, tecnologias construtivas utilizadas e as patologias presentes no edifício, de maneira a que seja possível conhecer o edifício de forma profunda. Este estudo implica um arquiteto/engenheiro que esteja familiarizado com o método de construção tradicional da respetiva região, e com formação técnica e científica na patologia em edifícios antigos. De maneira a ter um conhecimento o mais exato possível, esta abordagem deve ser tanto quanto possível científica, detetando as patologias presentes e tentando determinar possíveis causas e também identificar os materiais utilizados e a sua constituição.

É também importante realizar um estudo em relação à segurança estrutural do edifício, de maneira a evitar acidentes, avaliando o solo (Relatório Geotécnico) e analisando a capacidade estrutural do edifício.

b) **Aspetos Históricos:**

Muitas das vezes, a arquitetura também pode ser considerada como um aspeto histórico do edifício, sendo reconhecida com parte de uma tradição. É importante realizar estudos históricos,

pois estes ajudam na definição dos critérios de intervenção. Estes estudos passam por explorar fontes documentais tais como, arquivos do notário, família, fotografias antigas, projetos antigos, de maneira a ser possível recriar uma história do edifício e identificar possíveis transformações sofridas. Outra maneira é observar a construção em si, utilizando o método arqueológico, que pode ser conduzido ao lado do levantamento gráfico do edifício.

c) Aspetos Arquitetónicos:

De maneira a que a equipa projetista consiga perceber o edifício para produzir projetos que se adequem ao edifício é necessário realizar um bom levantamento gráfico do edifício em estudo. O plano a realizar e a sua respetiva precisão, serão definidos de acordo com o nível de complexidade e o planeamento das intervenções. Este tipo de pesquisa poderá ser manual, topográfica ou fotogramétrica, e deverá ser feita com o intuito de fornecer bases para produzir um plano preciso e coerente. A documentação fotográfica ou em vídeo também será muito útil, pois estes retêm elementos que podem passar despercebidos à primeira vista.

Neste estudo é importante reconhecer os valores arquitetónicos do edifício, avaliando a sua integração no local, a integração do espaço urbanístico, a tipologia, o tipo de ornamentação, a configuração espacial, etc, de maneira a evitar avaliações fragmentadas e procurar a lógica da arquitetura.

Visto que um edifício é construído e modificado ao longo do tempo com o intuito de satisfazer as necessidades do utilizador que vão surgindo, é recomendável realizar um estudo sobre as transformações arquitetónicas sofridas ao longo do tempo.

d) Aspetos Sociais-Espaciais:

Numa obra de reabilitação, também se devem ter em conta os aspetos sociais, implicando assim a realização de um estudo com o intuito de perceber quais serão as consequências que a obra terá para a vida da população residente. Embora sejam obras em que se pretende melhorar as condições do edificado e melhorar a qualidade de vida dos residentes, também são obras que exigem manutenção e sustentabilidade dos contextos em que intervêm. Por estas razões é importante realizar um estudo onde se tenham em consideração os seguintes aspetos:

- Possíveis problemas sociais (por exemplo superlotação, marginalização, desemprego, abandono, etc.);
- Existências de unidades familiares e determinar qual a sua relação com a cidade;
- Eventuais necessidades de realojamento;
- Situações de risco em decorrência das obras (objetos/equipamentos e espaços de obras perigosos, etc);
- Dinâmicas de convivialidade e sociabilização.

Com a informação recolhida dos estudos multidisciplinares, é possível recolher toda a informação para adquirir um conhecimento profundo sobre o edifício antes de se iniciar a intervenção, sendo necessário definir um conjunto de objetivos e estabelecer algumas hipóteses provisórias que sejam compatíveis com o relatório preliminar. A avaliação inicial deverá produzir um panorama geral do edifício e confirmar as hipóteses geradas anteriormente, recorrendo a testes e observações. É importante referir que poderão surgir novas hipóteses (com o aparecimento de novas condicionantes), e terá que se proceder a uma nova fase de estudo de forma a verificá-las, [23].

Depois da confirmação da hipótese, é mais uma vez necessário registar toda a informação recolhida num relatório, elaborando assim um Relatório de Diagnóstico. Este relatório deve conter:

- a) Introdução;
- b) Descrição dos elementos construtivos em análise;
- c) Resultado das sondagens e medições e sua interpretação;
- d) Descrição das patologias;
- e) Causas das patologias;
- f) Metodologia para a resolução das anomalias;
- g) Estimativa do custo unitário das soluções propostas de reabilitação das anomalias;
- h) Metodologia para adequação do edifício às exigências atuais;
- i) Estimativa do custo unitário das ações a desenvolver, [1].

Como se trata de um relatório elaborado por técnicos especialistas, este deverá ser escrito de maneira a que outros especialistas externos o possam compreender, sendo que as conclusões retiradas deste relatório devem ser feitas de forma clara, coerente e completa.

Este relatório também tem como objetivo identificar os pontos fortes e fracos do edifício, para mostrar a potencialidade de reabilitação existente no edifício.

É importante referir que esta etapa, é uma etapa própria do processo de reabilitação e constitui uma das mais importantes em todo o processo, sendo que é necessário seguir uma metodologia clara e detalhada em todo o seu desenvolvimento.

3.3.3. DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA

Agora, na posse do estudo aprofundado do edifício, torna-se possível conhecer qual o estado em que se encontra o edifício e quais as necessidades de intervenção global e as respetivas soluções de reparação, e consequentemente perceber a viabilidade das ideias iniciais do Dono de Obra.

De acordo com as suas necessidades e possibilidades económicas, é possível informar o dono de obra quais são as soluções de intervenção possíveis e dar uma estimativa os custos unitários das operações. A definição da estratégia a levar a cabo deve ser definida em detalhe, e deve focar-se nas causas das anomalias e não só nos sintomas destas, com o devido conhecimento das tecnologias construtivas.

O estudo de viabilidade deverá ter em conta:

- a) O mapa de demolições (que partes do edifício são para manter, para renovar ou para demolir);
- b) O programa de usos e os planos de urbanização ou estratégias de intervenção que o município possa ter para aquela zona;
- c) O programa de novas utilizações propostas pelo Dono de Obra ou equipa projetista.

O tipo de intervenção a seguir deve ser compatibilizado com as condições de habitabilidade, a segurança da estrutura, a salvaguarda de valores patrimoniais e recursos financeiros, e deve também ser definido de maneira a respeitar procedimentos administrativos.

Quando o dono de obra aprova a escolha da estratégia de intervenção, é possível prosseguir para a próxima fase, a fase de projeto, [23].

3.3.4. PROJETO

3.3.4.1. Programa Preliminar

Depois do diagnóstico, é possível realizar um programa preliminar com uma análise do edifício e em que condições se encontra, e com as intenções iniciais do dono de obra. Este programa já deve conter

uma visão geral do projeto a levar a cabo, como por o exemplo o tipo de utilização que o edifício terá, a tipologia, o numero de divisões e ainda outros detalhes que se acharem relevantes.

Ainda nesta fase é necessário analisar a viabilidade do projeto, em termos de:

- Tempo;
- Espaço;
- Financeiros;
- Técnicos.

3.3.4.2. Programa Base

Numa primeira etapa é elaborado um Programa Base. Este é realizado com base no programa preliminar, onde se pretende a verificação da viabilidade da obra e o estudo de várias soluções. Depois de ser aprovado pelo Dono de Obra, serve de base para o desenvolvimento das fases seguintes.

O programa base deve incluir os seguintes elementos:

- Esquema e programação das diversas operações a realizar;
- Estimativa geral do custo de obra;
- Peças escritas e desenhadas;
- Indicação de possíveis condicionantes relativos à ocupação do terreno;
- Descrição sucinta das opções relacionados com o funcionamento, exploração e conservação da obra.

3.3.4.3. Estudo Prévio

Depois da aprovação do Programa Base, o Projetista pode proceder à realização do Estudo Prévio. Neste documento realizado pelo projetista, é desenvolvida a solução escolhida no programa Base. O Estudo Prévio é constituído por peças escritas e desenhados e outros elementos que permitam definir a obra de forma correta e clara, para que o Dono de Obra possa analisar as propostas do Projetista.

Segundo a portaria n.º701-H/2008 [24] este estudo deve conter os seguintes elementos:

- Memória descritiva e justificativa;
- Elementos gráficos sob a forma de plantas, alçados, cortes, perfis e esquemas de princípios;
- Dimensionamento aproximado e características principais dos elementos fundamentais da obra;
- Definição geral dos processos de construção e materiais que irão ser utilizados;
- Estimativa do custo de obra e do seu prazo de execução;
- Análise prospetiva do desempenho térmico e acústico.

É importante referir que a realização do Programa Base e do Estudo Prévio, só são necessários quando as intervenções de reabilitação são muito complexas.

3.3.4.4. Anteprojeto

É um projeto elaborado pela equipa projetista que desenvolve a solução escolhida no Estudo Prévio, e é composto por peças escritas e desenhadas e outros elementos que ajudem a obter uma melhor definição e dimensionamento da obra, sendo que nesta fase são desenvolvidas as bases para o projeto de execução.

Este projeto deve conter os seguintes elementos:

- Memórias descritivas e justificativas das soluções adotadas;

- Programa geral dos trabalhos;
- Peças desenhadas;
- Identificação de locais pertinentes para a obra;
- Elementos de Estudo que serviram de base às opções tomadas;
- Estimativa de custo atualizada;
- Avaliação das quantidades de trabalho, [24].

3.3.4.5. Projeto de Execução

É um documento elaborado pela equipa projetista, a partir do anteprojecto já aprovado pelo Dono de Obra, onde se definiu exaustivamente todos os elementos necessários à execução da obra. Este é um instrumento fundamental para a preparação da obra, e deve incluir toda a informação necessária com detalhes de execução de obra. É constituído por um conjunto de peças escritas e desenhadas que descrevem de forma detalhada as operações a realizar na obra. Deve ser realizado de forma clara e de interpretação fácil de modo a evitar possíveis erros de leitura, que se podem traduzir em erros na execução.

. Os elementos que este projeto tem que conter são:

- Memória descritiva e justificativa dos diferentes projetos, incluindo uma descrição geral da obra;
- Caderno de Encargos com condições técnicas, gerais e especiais;
- Orçamento baseado nas quantidades de trabalho calculadas nas medições;
- Medições e Mapas de Trabalhos e Quantidades com indicação da quantidade e da descrição sucinta dos trabalhos a executar;
- Peças desenhadas de acordo com o estabelecido, contendo todos os pormenores necessários para a correta execução da obra, [1].

3.3.5. CONSULTAS E CONTRATAÇÃO (ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DE PROPOSTAS)

No fim da fase de projeto, procede-se à escolha de uma empresa/equipa para realizar a execução da obra. Para garantir uma correta realização da obra de reabilitação é necessário ter muita atenção na escolha da empresa, pelo que se deverá escolher uma empresa especializada em reabilitação. É muito importante ter em conta a proposta de várias empresas, e analisar cada proposta de maneira a perceber qual empresa oferece melhores serviços em termos económicos e técnicos. É corrente encontrar grandes variações de preços, que pode ser traduzida por falta de técnica e especificidade nos trabalhos a realizar. Esta análise é da responsabilidade do projetista ou do gestor do projeto, ou seja, do técnico que preparou os elementos para concurso. A análise de orçamentos e deve ter em conta os seguintes critérios:

- Análise dos prazos e condições de pagamento;
- Análise dos produtos propostos pelas empresas na execução das tarefas;
- Avaliação da experiência e qualificação da empresa;
- Análise Comparativa dos preços unitários;
- Comparação das propostas tendo por base o mapa de trabalhos e quantidades de projeto;
- Elaborar uma análise multicritério, de forma a estabelecer uma ordem de preferência das propostas (de ponta visto técnico e financeiro).

Ao fim desta análise, dá-se o processo de Adjudicação em que o Dono de Obra escolhe o empreiteiro e a proposta que considera mais vantajosa, de acordo com os critérios definidos na fase de concurso, procedendo-se então à emissão e assinatura do contrato, [1].

3.3.6. EXECUÇÃO DA OBRA

Esta fase marca o início físico da realização da obra e trata-se da fase mais crítica e mais importante de todo o processo, pois é aquela que define a qualidade final da obra, e é também aquela que exige um maior acompanhamento em toda a fase de execução, de forma a assegurar que as tarefas são realizadas de acordo o projeto de execução, de forma a evitar erros de execução que possam comprometer a qualidade do próprio edifício, cuja respetiva reparação pode implicar custos adicionais significativos para a obra.

Este acompanhamento é mais difícil de se realizar em obras de reabilitação do que em obras de construção nova, pois as obras de reabilitação possuem determinadas características e pormenores que variam de edifício para edifício, pelo que a execução das tarefas poderá não ser sempre igual. Assim é necessário um acompanhamento permanente, que pode passar por contratar uma empresa de fiscalização contribuindo assim, para uma obra com menor erros de execução.

Nesta fase, para além do acompanhamento, também é necessário um bom planeamento na execução da obra. Com o decorrer da obra, poderão surgir imprevistos, que poderão implicar algumas mudanças no projeto e o planeamento deve ser feito, tendo em conta esses imprevistos.

a) Planeamento dos trabalhos

Consiste num planeamento de atividades, em que o objetivo é identificar e determinar quais as atividades a executar e quais as ligações entre elas a nível sequencial e temporal, ou seja, define o encadeamento das atividades e tem um grande papel no controlo de prazos e das durações específicas de cada tarefa. Em obras de reabilitação, o planeamento deve ser muito preciso, mas também deve ser flexível para conseguir conciliar o grande número de imprevistos de várias vertentes que surgem nestes tipos de trabalhos. Neste planeamento também é importante estudar a compatibilidade e natureza dos diferentes trabalhos com possíveis alterações na sua sequência de desenvolvimento, assim como na sucessão das especialidades intervenientes.

b) Organização e instalação do estaleiro

A organização e instalação do estaleiro, é uma tarefa que varia de acordo com o tipo de obra de reabilitação. Por exemplo, a dimensão do estaleiro pode variar consideravelmente quando se trata de uma pequena obra ou quando se trata de uma obra que implica trabalhos de grande envergadura, sendo que, mesmo em pequenas obras por vezes seja possível que o próprio edifício a reabilitar disponha de uma área disponível para estaleiro.

No entanto, esta organização deve ser muito cuidada, pois surgem muitas vezes vários tipos de dificuldades provenientes da dificuldade de descobrir locais onde poderá ser montado um estaleiro de pequenas dimensões. Por outro lado, em obras de grande envergadura estas necessitam de estaleiros com dimensões semelhantes ao de construção nova, de transporte de materiais para a obra, de necessidade de remoção de entulho, da existência de tráfego rodoviário e pedonal e ainda possíveis incómodos que esta obra poderá causar a vizinhos. De maneira que,

para obras de reabilitação, a instalação do estaleiro é um tema particularmente delicado quando comparado com obras de raiz, [3], [23].

3.3.7. RECEÇÃO DA OBRA

Não existe nenhuma legislação legal aplicável às obras privadas pelo que o que a seguir se expressa se refere a obras públicas, podendo ser também ser aplicado em obras privadas o que acontece quase sempre. Após a conclusão da obra, dá-se a receção provisória, em que o Dono de Obra recebe a obra já concluída pelo empreiteiro de acordo com as condições estabelecidas no contrato. A partir desta data inicia-se a contagem do prazo de garantia. O prazo de garantia é no mínimo de 5 anos. Não existindo no CCP nenhum período específico definido para as obras de reabilitação, pode-se assumir que este período é igual às obras de construção nova. Finalizado o período de garantia, dá-se a Receção Definitiva.

3.3.8. UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO

A manutenção de um edifício corresponde a uma série de tarefas periódicas que devem ser realizadas no sentido de conservar o edifício durante o seu período de vida em boas condições tendo em atenção as suas necessidades.

A manutenção é muitas vezes associada à ideia de reparar apenas os elementos quando estão danificados, mas deverá ser vista como um método que é constituído por um conjunto de operações de manutenção planeadas que devem ser seguidas independentemente de os elementos estarem ou não danificados. O utilizador do edifício tem a responsabilidade de seguir este plano, no sentido de manter o edifício em boas condições, evitando assim a sua degradação.

Neste sentido, é importante criar um sistema, como um manual de utilização e manutenção, denominado como Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação (MIME) com um conjunto de procedimentos a seguir quando os problemas surgem, ajudando assim na tomada de decisões por parte do utilizador do edifício. Neste manual devem ser definidas as atividades a realizar em inspeções correntes e especiais e a respetiva periodicidade, devendo ser atualizado periodicamente pelo utilizador.

4

LEVANTAMENTO, INSPEÇÃO E DIAGNOSTICO

4.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo resulta da junção da informação obtida de várias fontes, que foram vitais para o levantamento, caracterização e inspeção do caso em estudo.

As plantas de levantamento de arquitetura foram cedidas pela SRU Porto, assim como o auto de vistoria. Foram feitas algumas visitas ao local, para realizar levantamento fotográfico, mas por motivos de segurança não foi possível visitar o interior do edifício, pelo que a única informação fotográfica do interior disponível para a realização deste trabalho são fotografias cedidas pela SRU Porto.

Para obter uma melhor perceção do enquadramento do edifício no seu redor, e para uma melhor compreensão do funcionamento da cobertura, recorreu-se ao *software* Google Maps.

Neste capítulo, é apresentado um plano de demolições, e um conjunto de desenhos (plantas, cortes e alçados) realizados no *software* AutoCad.

4.2. LEVANTAMENTO ARQUITETÓNICO

O levantamento arquitetónico é sustentado pela consulta dos projetos cedidos pela SRU Porto e por visitas ao exterior do edifício. Neste subcapítulo, com base da informação mencionada, apresenta-se um conjunto de plantas desenhadas no *software* AutoCad, com o objetivo de perceber melhor o edifício em questão.

No anexo A, apresentam-se os documentos cedidos pela SRU Porto.

O edifício em estudo localiza-se no centro histórico do Porto, na Rua da Ponte Nova, entre a Rua das Flores e a Rua Mouzinho da Silveira (ver figura 4.1).

O edifício é constituído por um único corpo e apresenta uma forma aproximadamente retangular, sendo composto por uma cave, rés-do-chão, 3 andares e um sótão. O Rés do Chão e a cave eram destinadas para o comércio, e os restantes pisos para a habitação. Todos os pisos, com exceção da cave e rés-do-chão, encontram-se devolutos e em processo de degradação não controlado, pelo que não foi possível realizar uma visita em segurança à obra.



Fig. 4.1 – Representação em planta do edifício e do terreno

Como se pode ver na figura 4.2, a rua da Ponte Nova não é nivelada, apresentando algumas diferenças de cotas ao longo do seu desenvolvimento. No entanto, o edifício não acompanha este desnível, sendo que os pisos se encontram todos no mesmo nível ao longo do seu comprimento e largura, exceto no piso 3 (ver figura 4.7).



Fig. 4.2 – Representação do alçado da Rua da Ponte Nova

O acesso ao edifício é realizado pela Rua da Ponte Nova nº50 e 54. Este possui três entradas diferentes e independentes, como se pode observar pela figura 4.2. A entrada do lado esquerdo apenas se destina para acesso aos pisos elevados (habitação), e a entrada do lado direito destina-se ao acesso à cave, e a terceira entrada permite o acesso ao comércio (ver figura 4.3).



Fig. 4.3 – Fachada Principal

A cave apresenta uma área útil de aproximadamente $82,5 \text{ m}^2$ e um pé direito de 3,10m, e presume-se que durante a vida útil do edifício tenha sido destinada sempre para armazém de apoio ao comércio do R/C (ver figura 4.4).

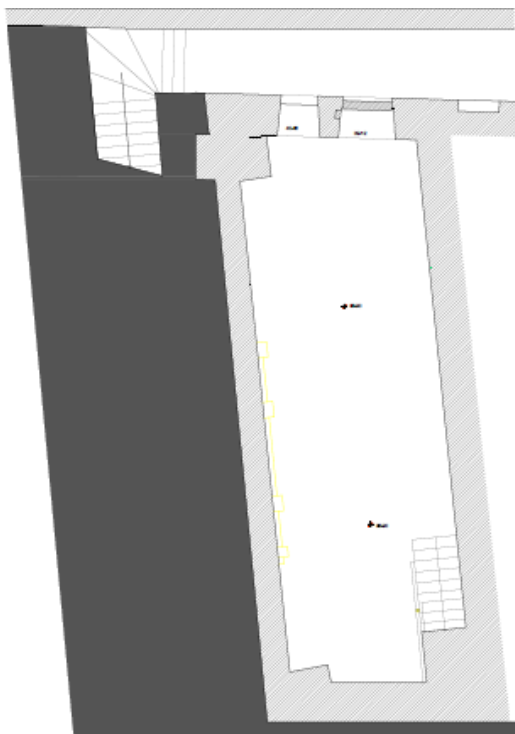


Fig. 4.4 – Planta da Cave

Como é possível observar pela figura 4.4 existem duas entradas possíveis para a cave, sendo a primeira realizada pela fachada principal (através das escadas que fazem ligação com o rés-do-chão), e o segundo acesso faz-se pela fachada posterior, que dá acesso ao logradouro comum.

O acesso ao rés-do-chão é realizado pela Rua da Ponte Nova (fachada principal) e pelo logradouro que o edifício possui nas traseiras. Este piso, destinado ao comércio, apresenta uma área útil de $98,7 m^2$ e um pé direito de 3,55m. Possui uma divisão de maneira a separar a entrada para a habitação e da loja comercial (ver figura 4.5).



Fig. 4.5 – Plantas do Rés-do-Chão (esquerda) e do Piso 1 (direita)

Em relação ao 1º andar, este encontra-se sensivelmente à cota 42,00 m. Este piso possui uma área igual a $98,7 m^2$ e uma altura útil de 3,25m. No levantamento realizado pela SRU Porto não é possível perceber como é realizada a compartimentação do piso (ver figura 4.5).

O 2º andar apresenta uma área igual a $99,1 m^2$ com um pé-direito de 3,30m. Pela planta da figura 4.6, pode-se observar que existem algumas divisórias, mas não é possível identificar qual o uso dado a cada espaço.

O terceiro andar apresenta uma área útil de $106,4 m^2$. É constituído por 6 compartimentos, sendo que dois deles constituem uma cozinha e uma casa de banho. O piso também tem uma pequena varanda. É possível observar pela planta da figura 4.7 que o piso apresenta uma pequena escadaria, com uma altura de 0,35m (identificada a vermelho na figura 4.7). Desta forma o terceiro piso possui dois pés-direitos distintos, num lado do piso tem uma altura de 2,80m e no lado oposto tem uma altura de 3,04m, ver corte longitudinal (figura 4.8).

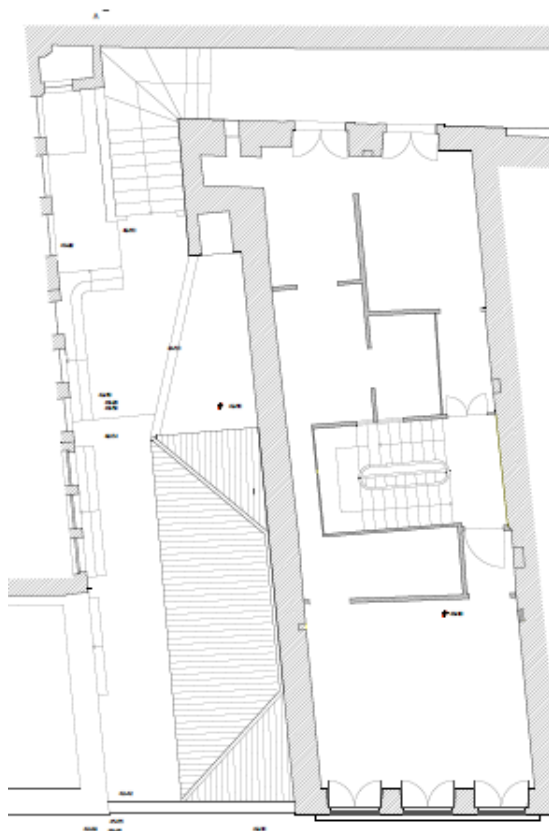


Fig. 4.6 – Planta do Piso 2

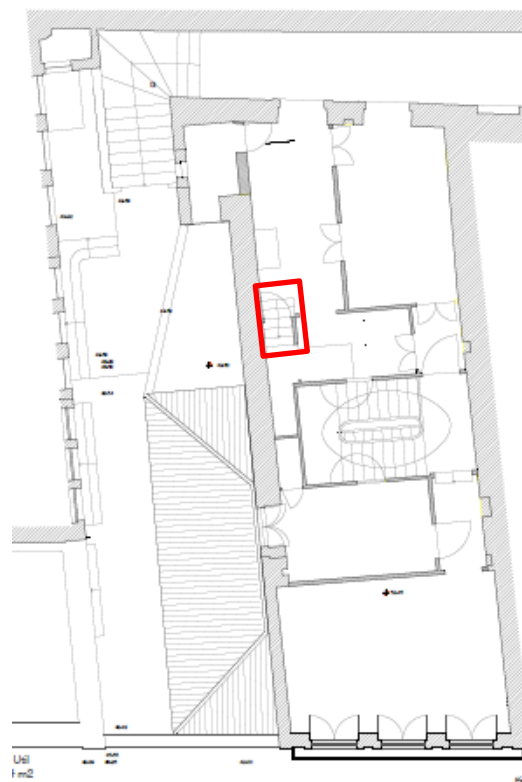


Fig. 4.7 – Planta do Piso 3

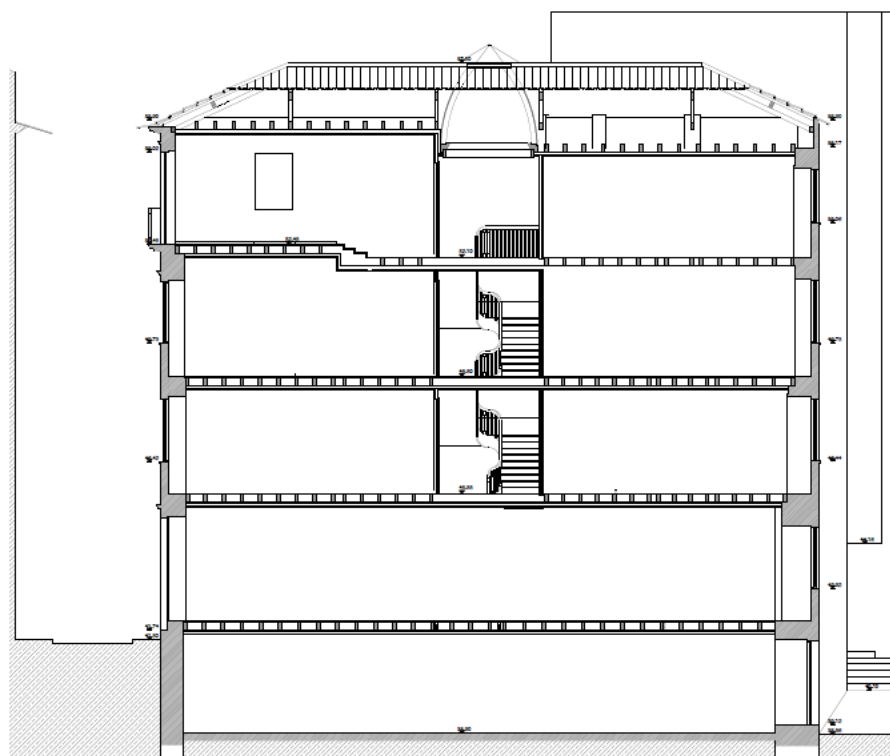


Fig. 4.8 – Corte Longitudinal

A cobertura é uma cobertura tradicional portuguesa, com vertentes a quatro águas (ver figura 4.9). É constituída por uma estrutura de apoio de madeira composta por asnas, madres, cumeeiras, varas, frechais e barrotes. Esta é revestida por telhas cerâmicas do tipo Marselha. Possui ainda, uma clarabóia que ilumina a caixa de escadas que realiza a ligação entre o R/C, 1ºandar, 2ºandar e o 3ºandar.

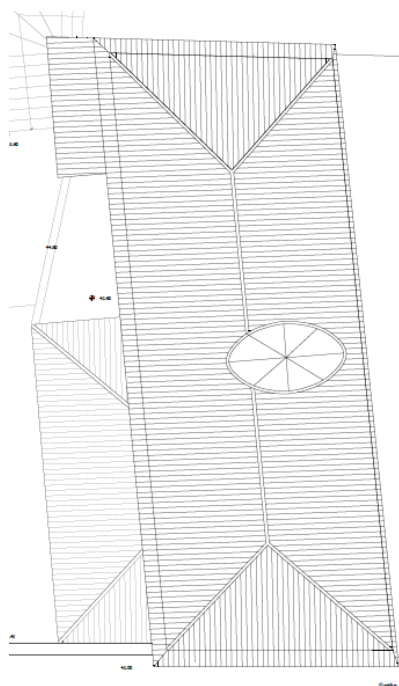


Fig. 4.9 – Planta da Cobertura

4.3. LEVANTAMENTO ESTRUTURAL

4.3.1. FUNDAÇÕES

As fundações são um dos mais importantes elementos a nível estrutural de um edifício, são os elementos construtivos responsáveis pela transmissão das cargas provenientes da estrutura para o terreno. Desta forma são elementos merecedores de alguma atenção, principalmente em edifícios em processo de reabilitação. Muitas vezes, estes elementos encontram-se em condições degradadas, o que torna necessário conhecer muito bem qual o tipo de fundações e a sua constituição.

Desta forma, é importante perceber qual o comportamento a nível estrutural das fundações a conservar e qual o comportamento do solo, quando carregado pelos esforços das fundações.

As paredes de fundações apresentam uma maior espessura que as restantes paredes, devido ao fato, de estas terem que suportar o peso dos pisos superiores, e consequentemente necessita de uma maior área de contato. O edifício encontra-se numa zona granítica e supõe-se que as fundações sejam diretas, contínuas e de reduzida profundidade (não existem indícios de fendas e assentamentos que indiciem problemas de assentamentos).



Fig. 4.10 – Carta Geológica do Porto, [25]

O comprimento destas fundações depende da localização do terreno firme, ou seja, as fundações alcançam a profundidade necessária até atingirem terreno firme.

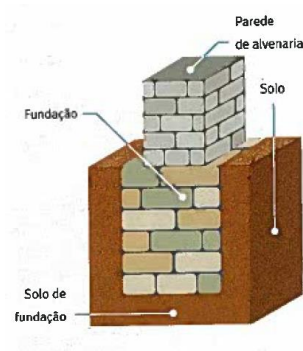


Fig. 4.11 – Esquema Fundação Contínua, [3]

4.3.2. PAREDES EXTERIORES

No caso em estudo, as paredes exteriores desempenham a função de paredes resistentes. Estas paredes revelam um papel muito importante no que diz respeito à estrutura do edifício, por terem a capacidade de oferecer resistência às cargas verticais (nomeadamente a forças gravíticas) e a cargas horizontais (as forças do vento e do sismo).

Na generalidade dos casos, estas paredes são constituídas por um material homogéneo, que neste caso, é a pedra de granito.

Outra característica destas paredes, é a sua grande largura. Uma parede larga e pesada funciona como uma força estabilizadora, tendo a capacidade de equilibrar eventuais forças horizontais desestabilizadoras. Esta grande espessura, também contribui para a diminuição do risco de instabilidade por encurvadura, por ser uma parede menos esbelta.

Verifica-se uma diminuição da espessura das paredes ao longo do edifício, por as cargas serem menores à medida que se vai subindo de piso. Assim as paredes da cave e do rés-do-chão são mais espessas, e as do 3º andar menos espessas. Estima-se que a espessura destas paredes varia entre 30 a 60 cm, ver capítulo 5 e 6.

Estas paredes partem desde o nível de fundação, abaixo do nível da cave ate à cobertura, [26].

4.3.3. PAREDES INTERIORES

Em geral estes tipos de paredes não desempenham funções estruturais, mas por vezes podem exercer funções no travamento estrutural, mediante a ligação com pavimentos, paredes, escadas e coberturas. A principal função das paredes é a compartimentação de espaços no interior do edifício, sendo limitadas por paredes mestras.

Neste edifício, as paredes interiores são de tabique de madeira, em geral não estruturais. As paredes de tabique são obtidas pela pregagem de um fasquiado sobre tábuas colocadas ao alto, sendo o conjunto revestido em ambas as faces, com reboco de argamassa de cal.

4.3.4. PAVIMENTOS

O principal elemento da estrutura de pavimentos do edifício em estudo é a madeira. As vigas de madeira com secção retangular assumem um papel fundamental a nível estrutural e são dispostas ao longo dos pisos paralelamente, com um determinado afastamento não ultrapassando os 50cm. Todos os pisos são vigados em madeira de forma muito idêntica, podendo existir pequenas diferenças no tamanho dos vãos e no afastamento entre vigas. As vigas são revestidas superiormente por um soalho em madeira que poderá apresentar uma espessura entre 2 e 4 cm.

Prevê-se que esta estrutura esteja apoiada nas paredes de meação com um comprimento de apoio da viga de no mínimo de dois terços da espessura da parede. O vigamento de madeira inicia-se com uma viga junto da parede da fachada frontal e termina junto à fachada traseira.



Fig. 4.12 – Esquema de apoio de vigas de pavimento em paredes de meação, [3]

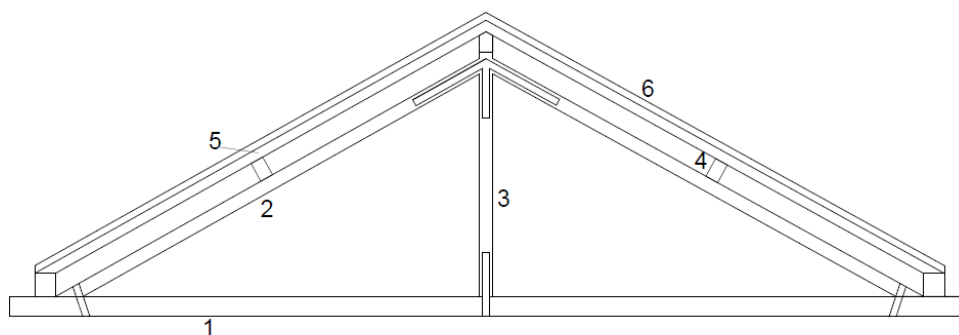
O maior vão do vigamento tem um comprimento de 5,63 m, e estimou-se que as secções das vigas tenham uma secção retangular de $10 \times 20 \text{ mm}^2$, [26].

4.3.5. COBERTURAS

A cobertura do edifício em estudo é constituída por um telhado de quatro águas. Este tipo de coberturas era uma solução muito usada nas casas do Porto, pela sua simplicidade de construção e por ter a possibilidade de aproveitamento do vão do sótão.

A estrutura destes telhados é realizada em madeira, sendo constituída por duas vigas (ou pernas) que são unidas superiormente, formando assim um ângulo entre si. Estas apoiam-se numa viga transversal, e por sua vez, esta apoia-se nas paredes de meiação. Por vezes, esta armação poder ser travada transversalmente por uma pequena viga (nível) que se apoia nas pernas. Para travamento longitudinal, ao nível da cumeeira localiza-se o pau da fileira e a meio vão das pernas localizam-se as madres. Na transição das vertentes principais para a tacaniça, aplica-se uma viga designada por rincão, que se apoia na fileira e no contrafrechal, entre as paredes de meiação e as paredes das fachadas.

Sobre esta estrutura, são ainda pregadas uma estrutura de varas, e sobre estas são pregadas transversalmente tábuas, que constituem um guarda-pó, e nestas também é pregado um conjunto de ripas que suporta as telhas, ver figura 4.13, [26].



1 – Linha; 2 – Perna; 3 – Pendural; 4 – Madre; 5 – Vara; 6 – Forro (Guarda – Pó)

Fig. 4.13 – Esquema da Estrutura da Cobertura

4.3.6. CAIXA DE ESCADAS

Esta estrutura é de dois lanços, com patamares intermédios e está apoiada em paredes de tabique simples reforçado. Para a construção desta caixa de escadas é necessário proceder à interrupção do vigamento do piso, com recurso à utilização de cadeias e chincaréis. As cadeias são os elementos executados em paus rolados que dão apoio às vigas pernas e possibilitam a interrupção do vigamento dos pisos. Por sua vez, os chincaréis são os elementos perpendiculares às cadeias que podem estar apoiados nestas ou nas paredes de meiação.

Em função da largura dos lanços de escadas, estes são formados por duas ou três vigas, que podem apoiar-se por entalhe nas cadeias do patamar de piso ou no piso intermédio, respetivamente. Por sua vez, os patamares de piso têm as respetivas cadeias apoiados no vigamento do piso, enquanto que os patamares intermédios apoiam-se nas paredes de escadas. Os chincaréis dos patamares podem apoiar-se nas cadeias ou nas paredes de meiação, [26][1].

4.4. LEVANTAMENTO CONSTRUTIVO

Neste subcapítulo pretende-se identificar as soluções construtivas em relação à situação existente, caracterizar o estado de degradação ou conservação dos diferentes elementos e identificar quais as principais preocupações construtivas a ter em consideração na sua reabilitação. A recolha desta informação foi difícil devido à impossibilidade de visitar o edifício em estudo, pelo que este estudo foi baseado no documento fornecido pela SRU Porto, em visitas ao exterior do edifício e em informação recolhida sobre casas Burguesas do Porto.

4.4.1. COBERTURA

Como já foi referido, a cobertura é constituída por uma estrutura em madeira, sendo inclinada e de quatro águas. Superiormente é revestida por telhas do tipo “Marselha”.

A cobertura contém uma claraboia que se situa em cima da caixa das escadas para iluminação das zonas comuns e ventilação. Esta é do tipo saliente, com forma elíptica e com lanternim de vidro. Este tipo de claraboia é a que apresenta uma estrutura mais elaborada. O espaço onde se encontra a claraboia é definido por duas cadeias, por duas vigas e por barrotes, sendo que alguns eram colocados nos cantos e outros eram aparados em forma de cambotas que conformavam a forma elíptica da clarabóia. No plano da cobertura, efetuava-se o mesmo procedimento com área menor. As paredes dos cones da clarabóia de seção elíptica são formadas por um conjunto de barrotes, em forma de aduelas que eram apoiadas na estrutura do teto e das águas da cobertura. Estas são travadas por travessanhos e por um frechal curvo de coroamento, onde se apoia a estrutura metálica do lanternim, [26].

A estrutura cónica é pregada num tabuado aplicado na horizontal, na qual se pregou o fasquiado para ser revestido com argamassa de estuque pelo interior.

As paredes das claraboias têm assim um revestimento igual às restantes paredes interiores, sendo então rebocadas e pintadas.

Em relação ao exterior, o revestimento é realizado em chapa zincada para permitir uma boa impermeabilização. A estrutura do lanternim é metálica, revestida por vidros e apoia-se diretamente no cone das claraboias, atrás descrito.

A cobertura também possui um sistema de drenagem de águas pluviais, sendo constituído por caleiras e tubos de queda (ver figura 4.14).



Fig. 4.14 – Vista parcial da cobertura junto do alçado principal

4.4.2. PAREDES EXTERIORES

São paredes com grandes espessuras por serem autoportantes e conterem aberturas de grandes dimensões (janelas e portas). Desempenham um grande papel a nível estrutural, pois não só suportam o peso próprio das paredes do edifício como também suportam o vigamento da madeira dos pisos.

Estas nascem no nível superior das fundações contínuas, e constituem uma estrutura contínua, neste caso com cerca de 12 a 15m de altura tendo a função de travamento aos sobrados e de apoio à estrutura da cobertura.

Todas as paredes exteriores são constituídas por alvenaria de granito, com espessuras variáveis entre 30cm e 60 cm. Sendo que as paredes dos pisos inferiores apresentam espessuras consideráveis que tendem a diminuir de piso para piso. Assim as paredes da cave e do rés-do-chão apresentam maior espessura e os dos pisos superiores apresentam menor espessura.

Não foi possível apurar se as paredes “nascem” ao nível do piso térreo ou de um nível inferior à cave, mas presume-se que têm todas fundações diretas, situadas entre esses dois níveis.

A fachada da Rua Ponte Nova (fachada principal) é executada em pedra de granito e revestido a azulejo. Contém três aberturas por piso (vãos de porta, janelas) e uma pequena varanda. Os azulejos encontram-se desgastados e alguns partidos. De forma geral o revestimento da fachada encontra-se em mau estado de conservação, ver figuras 4.15 e 4.16.



Fig. 4.15 – Fachada Principal em alvenaria de Pedra revestida a Azulejos

A fachada lateral também é constituída por pedra de granito e o revestimento exterior é em reboco pintado de branco. Apresenta manchas de humidade e sujidade abundantes. Esta fachada apresenta duas pequenas janelas no terceiro piso, supõe-se que abertas de forma clandestina, por traduzirem uma operação urbanística ilegal.



Fig. 4.16 – Pormenor dos Azulejos da fachada Principal



Fig. 4.17 – Empena

4.4.3. PAREDES INTERIORES

As paredes interiores responsáveis pela compartimentação do edifício são de tabique simples. Apesar destas estruturas serem construídas com o objetivo de realizar divisórias, estas também podem desempenhar funções a nível estrutural, contribuindo para o contraventamento geral dos edifícios (através de ligações entre diversos elementos resistentes) e para a receção de cargas após a degradação e deformação dos elementos estruturais.

A estrutura desta parede é formada por um conjunto de barrotes de madeira, com uma largura de aproximadamente 7cm que se dispõem em prumos, vergas e frechais, sendo posteriormente preenchida por um tabuado disposto ao alto, e estes são pregados nos elementos dos barrotes. Após a pregagem do tabuado, é também pregado em ambas as faces um fasquio horizontal com forma trapezoidal até à altura do rodapé, para receber os revestimentos de argamassa. As paredes são rebocadas e pintadas.

As paredes de tabique nesta obra são de dois tipos: tabique simples (figura 4.18) e tabique simples reforçado. As paredes de tabique simples, são aquelas que apenas efetuam apenas a divisão dos espaços (não estruturais), e as paredes de tabique simples reforçado são aquelas usadas para suportar a estrutura das escadas. O segundo tipo de paredes, é constituído por prumos e vergas. Os prumos apoiam-se diretamente sobre paus rolados, localizando-se apenas junto às paredes de meação e na largura dos patamares intermédios, e as vergas servem de apoio aos patamares intermédios. O duplo tabuado, disposto na vertical e na diagonal, é contínuo pelo interior da caixa de escadas (situação a validar em fase de obra). As paredes são rebocadas e pintadas.

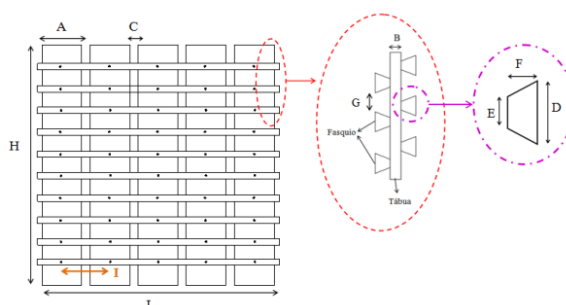


Fig. 4.18 – Esquema Construtivo de uma Parede de Tabique Simples, [27]

4.4.4. PAVIMENTOS

Como foi referido anteriormente, a estrutura dos pisos é realizada por um vigamento de troncos de madeira de seção retangular, sendo estes troncos dispostos paralelamente entre si com uma determinada distância. Crê-se que os pavimentos são revestidos por um tabuado (soalho) em madeira de pinho, com espessura que pode variar entre 3 cm e 4 cm. Estas tábuas depois de assentes nas vigas, são unidas por encaixe e pregadas ao vigamento, sendo posteriormente enceradas para garantir a conservação do material (figura 4.19).

O revestimento dos tetos é em fasquio, que consiste numa estrutura de pequenas ripas trapezoidais arranjadas em forma de grelha. O fasquio é pregado diretamente no vigamento ou então numa estrutura intermédia de barrotes, que compensava o desnivelamento do pavimento e simultaneamente permitia a ventilação do mesmo. Posteriormente, é colocada a primeira camada de argamassa por cima dos fasquios antes da colocação do soalho. A segunda camada de argamassa é colocada por baixo para regularizar o teto, e posteriormente é aplicado o acabamento em estuque.

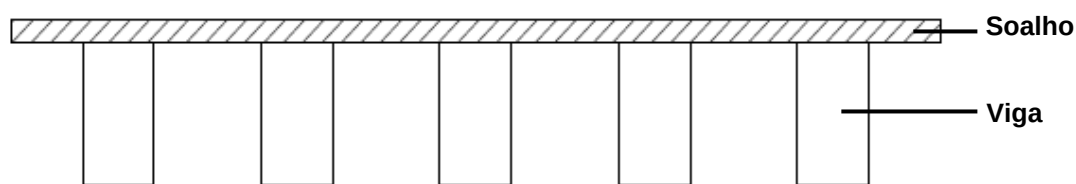


Fig. 4.19 – Esquema Construtivo dos Pavimentos de Madeira da obra (exemplo)

4.4.5. CAIXILHARIAS

Em relação à caixilharia exterior, o edifício apresenta janelas de guilhotina, na fachada da Rua da Ponte Nova, sendo a caixilharia em madeira de cor branca, mas apresentando nesta altura uma imagem bastante desgastada (ver figura 4.20). Alguns vãos não possuem mesmo qualquer caixilharia e outros encontram-se muito danificados. No terceiro pisos desta fachada as janelas são de sacada possuindo caixilharia em alumínio em cor branca, de aplicação mais recente.



Fig. 4.20 – Pormenor da Caixilharia em Madeira

Na fachada posterior, algumas caixilharias são em madeira e outras caixilharias são em alumínio de cor branca. No terceiro piso já não existem caixilharias.

Uma das portas de entrada é composta por três folhas, com pequenas almofadas pronunciadas, e a porta do lado direito é composta por duas folhas, e possuindo também almofadas pronunciadas. A entrada do lado direito já não possui porta, estando entaipada por motivos de segurança (figura 4.21).



Fig. 4.21 – Porta de Entrada em Madeira

4.4.6. CAIXA DE ESCADAS

O acesso aos pisos superiores é realizado através de uma caixa de escadas localizada a meio dos pisos, efetuando assim uma espécie de divisão dos pisos em duas partes.

A estrutura da escada é realizada em madeira, sendo também revestida em madeira. O revestimento de madeira serve de proteção da estrutura da escada, como também para materializar o degrau. Para o revestimento, são pregadas tábuas de forma retangular com espessura variável entre 2 e 4cm, formando os cobertores e os espelhos. Inferiormente, são aplicados fasquios para que seja possível aplicar a argamassa, e dar o acabamento com estuque.

Esta estrutura é de dois lanços, com patamares intermédios. Crê-se que a estrutura da escada esteja apoiada em paredes interiores de tabique reforçadas, ver capítulos 5 e 6.

4.5. PLANOS DE SONDAGENS

No sentido de uma melhor compreensão do estado do edifício, deve-se realizar um conjunto de ensaios com o objetivo de conhecer as características dos materiais constituintes, principalmente aquelas que não é possível determinar por inspeção visual.

As técnicas de ensaio podem ser divididas em três grandes grupos:

- Técnicas de ensaio Não Destrutivas;
- Técnicas de ensaio Ligeiramente Destrutivas;
- Técnicas de ensaio Destrutivas.

De preferência, em obras de reabilitação dá-se preferência aos ensaios não destrutivos ou ligeiramente destrutivos, principalmente quando se quer manter os elementos do edifício. É também necessário ter

em atenção qual o ensaio a escolher de acordo com o material a ser ensaiado, ou seja, um ensaio que se realize em alvenaria de pedra pode não ser adequado para estruturas de madeira.

Com os resultados destes ensaios, é possível tirar conclusões sobre o destino dos elementos e materiais pré-existentes, ou seja, se estão em condições de serem mantidos ou se terão de ser substituídos ou reabilitados, [1].

4.6. ANOMALIAS E PLANO DE DEMOLIÇÕES

Os desenhos da proposta do Plano de Demolições, apresentados e explicados em texto neste capítulo, encontram-se no anexo B.

Mais uma vez, é de referir que existem certas limitações nesta proposta. Uma delas, será a incerteza em relação à situação real da pré-existência do edifício por não ter sido possível realizar uma visita ao interior do edifício. Outra limitação, é a falta de experiência da autora ao nível de projeto de arquitetura, pelo que a propostas de demolições e de arquitetura poderão não ser as mais adequadas para este edifício.

Iniciando o programa de demolições, é de referir que todas as paredes de meação são para manter, assim como a caixa de escadas central que garante a comunicação vertical do edifício.

Em relação à cave, serão demolidos todos os elementos não estruturais que nesta existem. No que diz respeito às escadas que fazem ligação com o rés-do-chão, a estrutura desta será aproveitada, mas os revestimentos serão substituídos. O pavimento deste piso será todo demolido, para possibilitar a implantação de novos sistemas de abastecimento e drenagem de águas.

O 1º andar e o 2º andar, sendo pisos muito idênticos, vão ser alvo do mesmo tipo de demolições, sendo que todas as paredes interiores serão para ser demolidas, de forma a que seja possível efetuar uma nova compartimentação, e os pavimentos serão para manter, pelo menos ao nível das vigas.

Relativamente ao 3º piso, as paredes interiores deste também serão demolidas e os pavimentos serão recolocados de forma a que este fique todo à mesma cota. Consequentemente, a pequena escada que existe neste piso será demolida. Como o pé direito do sótão é muito pequeno e não permite o aproveitamento deste, o pavimento entre o terceiro piso e o sótão será demolido e a cobertura integralmente reconstruída.

4.6.1. COBERTURA

Toda a estrutura da cobertura será então completamente substituída, pelo que as anomalias existentes na atual cobertura não serão alvo de inspeção. A nova cobertura será em estrutura metálica, para permitir a compatibilização da estrutura de mezzanine, presente no terceiro piso. No entanto, a cobertura será substituída conforme a original, e os elementos arquitetónicos principais, tais como a claraboia, cornijas e platibandas serão mantidos e recuperados.

4.6.2. PAREDES EXTERIORES

As anomalias em paredes de pedra podem ter origem em muitas causas, tais como:

- Desagregação;
- Fendilhação;
- Ação de agentes biológicos;

- Ação da água;
- Envelhecimento e falta de manutenção dos materiais.

Alguns azulejos da fachada principal encontram-se fendilhados, o que poderá implicar que a fachada também poderá ter algumas fendas. As anomalias presentes também podem resultar do envelhecimento e falta de manutenção dos materiais.

As pedras das cantarias encontram-se com algumas manchas de humidade e sujidade. É também possível observar a proliferação de algumas plantas nas pedras presentes nesta fachada. Em geral, as paredes de pedra encontram-se em bom estado, e serão mantidas e restauradas. O revestimento de azulejos será substituído por não se enquadrar nos edifícios em redor, e se encontrarem num muito elevado estado de degradação e não ter em especial interesse arquitetónico por ser liso e de baixa qualidade e não ornamentado (ver figura 4.16 atrás).



Fig. 4.22 – Fachada Principal com pormenor da Varanda

4.6.3. PAREDE INTERIORES

Um das principais ameaças para as paredes de tabique é a presença de água, dado que estas são essencialmente constituídas por elementos de madeira. O processo de deterioração começa pelo reboco, que se desagrega da parede, e causa consequentemente a deterioração da própria estrutura de madeira da parede. Como estas paredes não se encontram protegidas (a cobertura não é estanque, pelo que estão sujeitas à água proveniente da precipitação), crê-se que estarão muito degradadas, pelo que deverão ser todas demolidas, com exceção das paredes de tabique reforçadas. Estas fazem parte da estrutura da caixa de escadas, pelo que serão mantidas.

4.6.4. PAVIMENTOS

Em pavimentos de madeira, as principais causas de anomalias são a deformação excessiva das vigas de pavimento devido à fluência da madeira e a presença de água. As anomalias mais preocupantes são as que resultam da presença da água e dos seus efeitos. A presença da água acelera o processo de desagregação e também contribui para a proliferação de fungos e para ataques de insetos xilófagos.

Por estes motivos, é necessário efetuar um conjunto de sondagens para tentar perceber qual o estado da madeira, e se é possível reutilizá-la ou não.

Em algumas zonas, o soalho poderá encontrar-se em mau estado de conservação, principalmente nos últimos pisos, por estarem mais expostos à água proveniente da cobertura, pelo que não serão aproveitados. Previu-se que esta situação é generalizável a todo o edifício.

As vigas de madeira presentes no pavimento serão para aproveitar, podendo ser reforçadas para garantir uma maior segurança e conforto para os utilizadores.

O revestimento dos tetos também será todo substituído, e será aplicada uma estrutura de teto falso, de maneira a melhorar as condições acústicas e permitir a instalação das novas redes de água, saneamento e elétricas.

4.6.5. CAIXILHARIAS

Em processos de reabilitação, a profundidade de intervenção nas caixilharias depende do seu estado de conservação. De uma maneira geral, existem dois níveis diferenciados:

- Substituição total das caixilharias, sempre que estas se apresentem altamente degradadas e a sua reconstrução seja economicamente inviável;
- Substituição parcial dos elementos degradados, sempre que se verifique que esta opção é mais económica que a substituição total.

No edifício em estudo, as caixilharias encontram-se em muito mau estado de conservação. A madeira encontra-se com podridão e com fendas, e alguns vãos já não possuem caixilharia. Por esta razão, propõe-se a substituição total de todas as caixilharias. Esta substituição vai melhorar o conforto do utilizador a nível acústico e térmico. Poderão eventualmente aproveitar-se as portadas interiores das caixilharias, ver figura 4.23.



Fig. 4.23 – Janelas do Piso 2

Visto tratar-se de uma obra de reabilitação, o desenho original das caixilharias deverá ser mantido de forma a não descaracterizar o edifício. Assim, a substituição deverá ser feita por caixilharias em alumínio lacado com composição, espessura de perfis e cores adequados ao contexto local,[28].

4.6.6. CAIXA DE ESCADAS

A caixa de escadas é realizada numa estrutura de madeira, e é também revestida com tábuas de madeira. As escadas apresentam-se em mau estado de conservação, devido ao estado de degradação do principal constituinte, a madeira. A podridão da madeira deve-se ao facto, deste material estar sujeito ao contato com a água proveniente da claraboia, o que também pode contribuir para o ataque de agentes xilófagos. No entanto, a estrutura das escadas será para ser aproveitada, devendo a escada ser restaurada de acordo com o traço arquitetónico original (figura 4.24).



Fig. 4.24 – Detalhe da escada central (retirada do documento apresentado no Anexo A)

4.6.7. CLARABOIA

A claraboia apresenta-se em muito mau estado de conservação, bastante degradada, com fissuras no interior e infiltrações. Esta tem um papel fundamental na iluminação das zonas comuns (caixa de escadas), e vai portanto ser mantida. Devido ao seu mau estado de conservação, esta será alvo de uma reabilitação profunda de maneira a garantir a estanquidade e a corrigir as fissuras existentes. A estrutura da claraboia poderá ser mantida, mas deverá ser restaurada e eventualmente reforçada.

4.6.8. INFRAESTRUTURAS

As instalações de abastecimento de águas e esgotos em edifícios antigos são rudimentares, sendo muitas vezes resultado de intervenção posteriores à construção do edifício e, por isso, na generalidade não aproveitadas quando o edifício é alvo de reabilitação.

Segundo o documento cedido pela SRU Porto, as redes de água e saneamento encontram-se bastante degradadas e muito incompletas, pelo que estas não serão aproveitadas, permitindo também o reposicionamento dos dispositivos de acordo com o novo projeto de Arquitetura.

A reformulação total da rede é similar à da construção nova, devendo as instalações obedecer à legislação em vigor, com a particularidade de ser necessário respeitar os elementos de construção existentes, o que obriga a uma compatibilização complexa [1].

5

PROPOSTA DE ARQUITETURA

5.1. INTRODUÇÃO

As obras de reabilitação são o conjunto de operações necessárias para que o edifício alvo de reabilitação esteja dotado de condições de segurança, funcionalidade e conforto, respeitando desejavelmente sempre que possível a sua arquitetura, tipologia e sistema construtivo.

Desta maneira, a intervenção a realizar no edificado deve ser realizada de forma a não descaracterizar o edifício, tentando sempre manter, o esquema estrutural e os materiais pré-existentes. Assim, deve ser promovida a manutenção dos pavimentos em madeira e a reabilitação das paredes de pedra, e também promover a conservação de um conjunto de traços próprios do edifício que lhe conferem a sua personalidade. Por vezes, é necessário adotar uma estrutura diferente da existente, e neste caso devem ser adotadas medidas que procurem não induzir alterações bruscas ou mesmo incompatíveis com o edificado existente. A intervenção deve ser sempre ajustada ao estado do edifício e às suas características construtivas, de modo a evitar medidas pesadas e intrusivas,[1].

No presente capítulo, é apresentada uma proposta de projeto de arquitetura elaborada pela autora e desenhada no *software* AutoCad 2016. As plantas, cortes e alçados do projeto elaborado constam nas figuras 5.1 a 5.11 deste capítulo.

A proposta apresentada foi realizada com base no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), de modo a obedecer as áreas mínimas impostas por este documento. Na realização desta proposta também foi considerado o conjunto de intervenções propostos pelo documento estratégico da autoria da SRU Porto.

Desde já esclarecer-se que a proposta elaborada resultou da necessidade de preparar uma base de projeto para a realização dos estudos de engenharia complementares e que, obviamente, dada a total in experiência da autora e a sua formação de base, deve ser entendida como uma “proposta de trabalho” e não mais do que isso.

5.2. DEFINIÇÃO DO PROGRAMA

Como já foi referido, o edifício alvo da intervenção situa-se no Centro Histórico do Porto, na Rua Ponte Nova. Trata-se de um edifício localizado numa zona urbana, e encontra-se abandonado e bastante degradado. É um edifício composto por uma cave, rés-do-chão e três pisos elevados. De forma, a dinamizar o edifício, propõe-se a reabilitação deste com a criação de um restaurante no rés-do-chão, sendo os três pisos elevados destinados para habitação.

O projeto do restaurante a realizar nos rés-do-chão não será aqui exposto, sendo considerado um projeto à parte. Não foi assim objeto de desenvolvimento nesta dissertação.

Para os restantes pisos destinados a habitação, propõe-se a criação de 6 pequenos apartamentos T1, independentes, com realocação em todos os pisos das instalações sanitárias e da cozinha, sendo que a cozinha será instalada na sala tipo “kitchenette”. Com esta alteração pretende-se um melhor aproveitamento das infraestruturas a criar.

A cave será destinada para ser integrada no restaurante e para apoio ao uso habitacional, pelo que a área da cave foi repartida em duas sub-áreas. Propõe-se assim a construção de uma pequena lavandaria para o uso das pessoas que irão habitar neste edifício. A construção desta lavandaria constituirá um elemento de atração para as pessoas que aqui queiram habitar, dando assim mais valor ao edifício. A restante cave ficará ligada em permanência ao restaurante que terá assim de assumir uma ligação vertical entre a cave e o piso do R/C.

Apresentam-se algumas propostas de intervenção arquitetónica ao nível do edificado e não da sua envolvente. No entanto, o enquadramento local do edifício foi tido em consideração.

5.3. PROJETO DE ARQUITETURA – PROPOSTA

A nova proposta de arquitetura visa essencialmente preservar o traço e a materialidade originais do edifício. Nesta, propõe-se manter a estrutura em pedra no perímetro e a estrutura em madeira no seu interior, com exceção das paredes interiores de tabique. Os caixilhos do edifício serão integralmente substituídos por caixilhos de expressão semelhante, em material a definir provavelmente madeira.

A cave terá então dois usos distintos, sendo destinada para o restaurante e para o edifício habitacional, ver figura 5.1. A proposta visa a criação de um espaço destinado a lavandaria, uma sala de estar, uma divisória para instalações sanitárias e ainda um espaço para o restaurante, que não é aqui detalhada, como podemos observar na figura 5.1. Desta maneira, a lavandaria terá uma área de $5,70\text{ m}^2$, as instalações sanitárias de $4,1\text{ m}^2$ e a sala de estar/espera de $27,73\text{ m}^2$. A lavandaria será dotada de uma máquina de lavar a roupa e secar a roupa, do tipo industrial de forma a satisfazer os utilizadores.

No rés-do-chão, todas as paredes de compartimentação serão demolidas de forma a criar um novo espaço para o restaurante e permitir novas localizações das instalações de abastecimento de água. Serão criadas duas pequenas entradas independentes para os pisos elevados e para a cave, com áreas iguais a $14,9\text{ m}^2$ e $6,5\text{ m}^2$, respetivamente. Sobrando assim uma área de $73,2\text{ m}^2$ para o espaço de restauração, ver figura 5.2. Como já foi referido, o projeto do restaurante não será aqui estudado. A estrutura das escadas que fazem ligação do Rés-do-Chão à cave e aos pisos superiores, serão mantidas. Embora a estrutura de madeira tenha que ser reabilitada.

O primeiro e o segundo andar serão muito idênticos em termos de compartimentação, ver figuras 5.3 e 5.4. Estes serão dotados por dois apartamentos T1 “Kitchenette” por cada piso, aproximadamente iguais, apresentando algumas variações nas áreas dos compartimentos.

Nestes pisos, também se irá proceder à demolição das paredes de compartimentação. Cada apartamento T1, possui um quarto com aproximadamente 12 m^2 , uma casa de banho com uma área de $5,4\text{ m}^2$ e uma sala “Kitchenette” com uma área de 23 m^2 sensivelmente. Cada instalação sanitária possui uma pequena dispensa, onde se vai proceder à instalação de um termoacumulador para produção de água quente, e também servirá para possíveis arrumos.

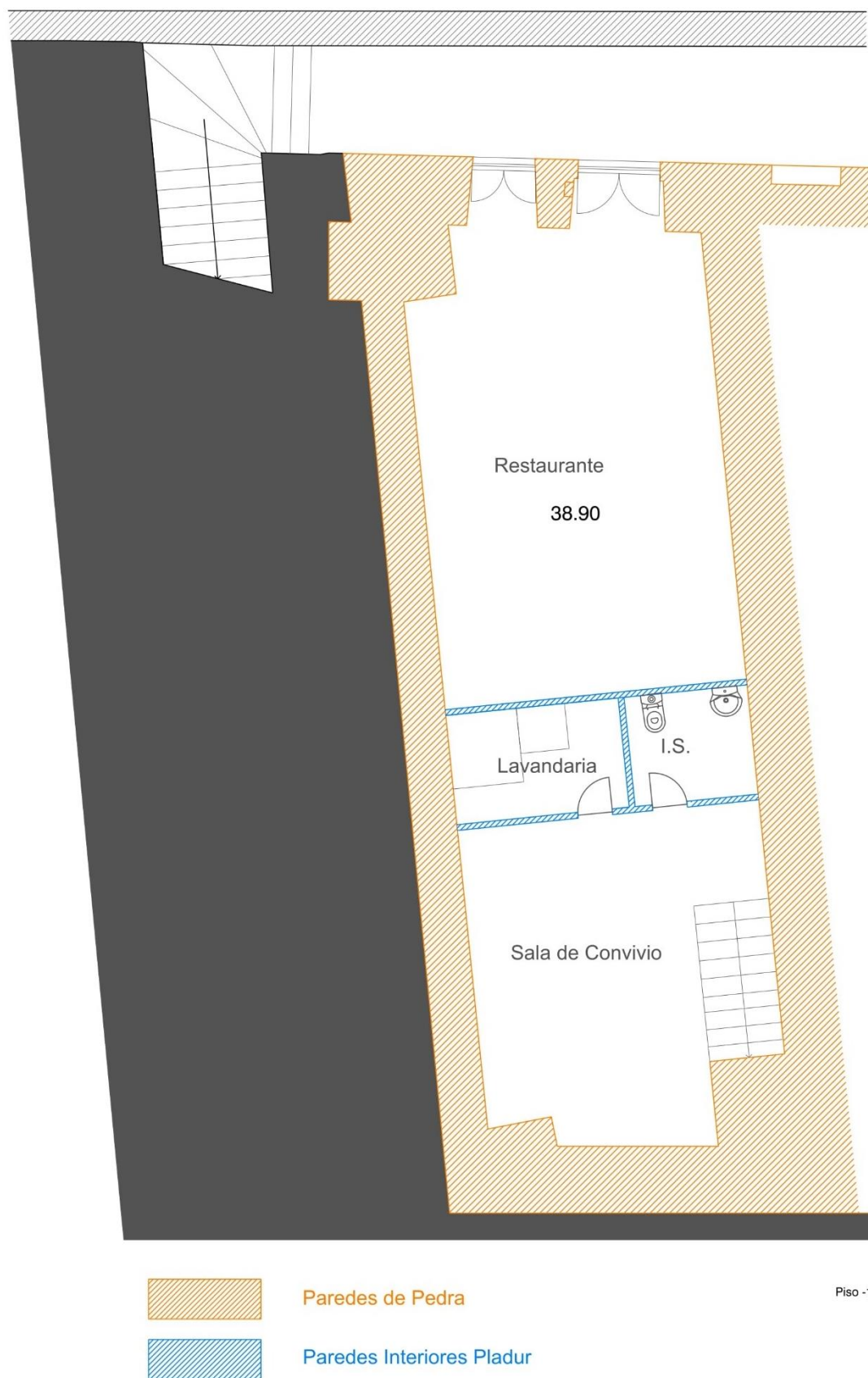


Fig. 5.1 – Planta da Cave

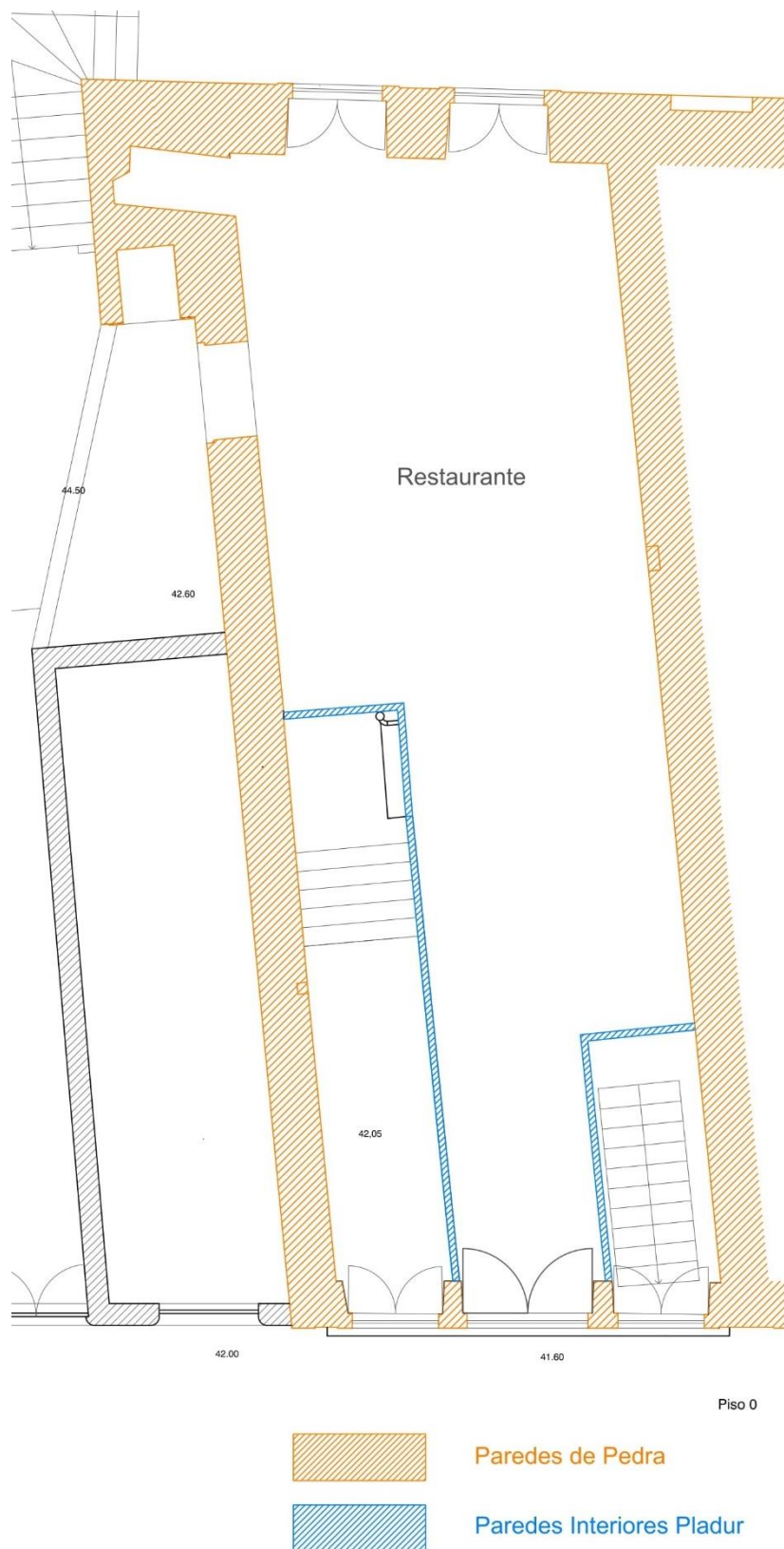
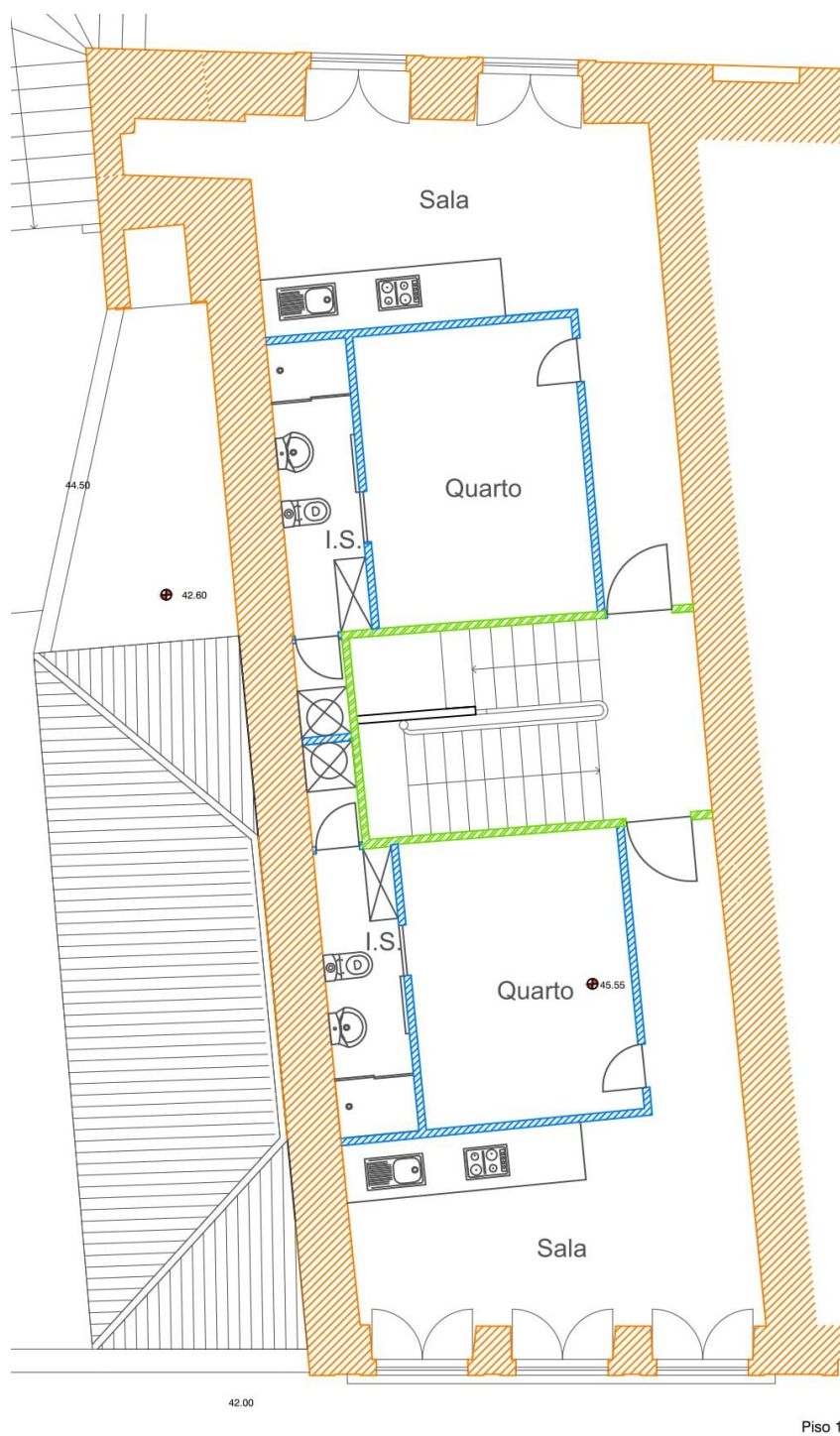


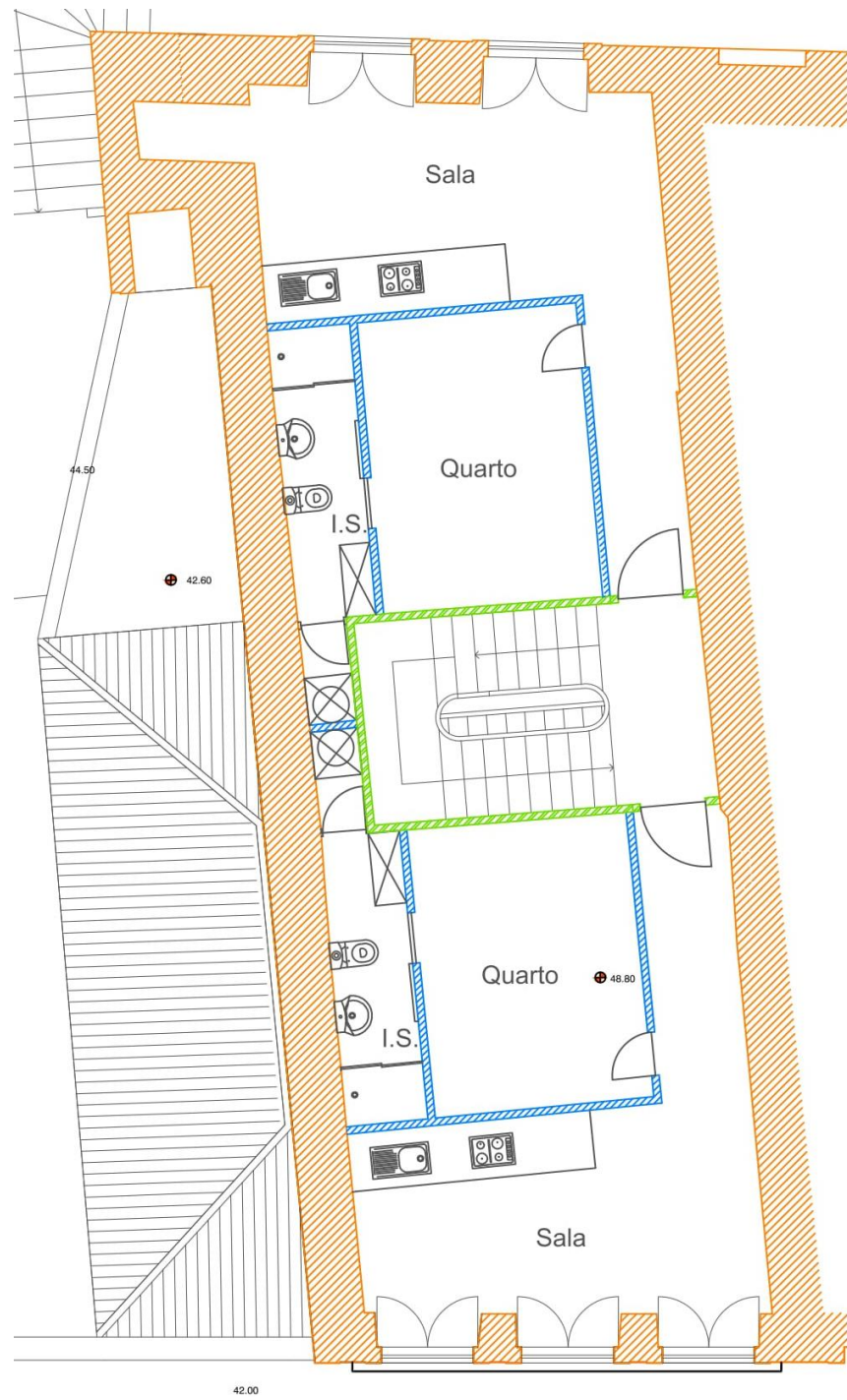
Fig. 5.2 – Planta do Rés-do-Chão



Piso 1

-  Paredes de Pedra
-  Paredes Interiores Pladur
-  Paredes Tabique Estrutural
(A confirmar em obra)

Fig.5.3 – Planta do Piso 1



Piso 2



Fig.5.4 – Planta do Piso 2

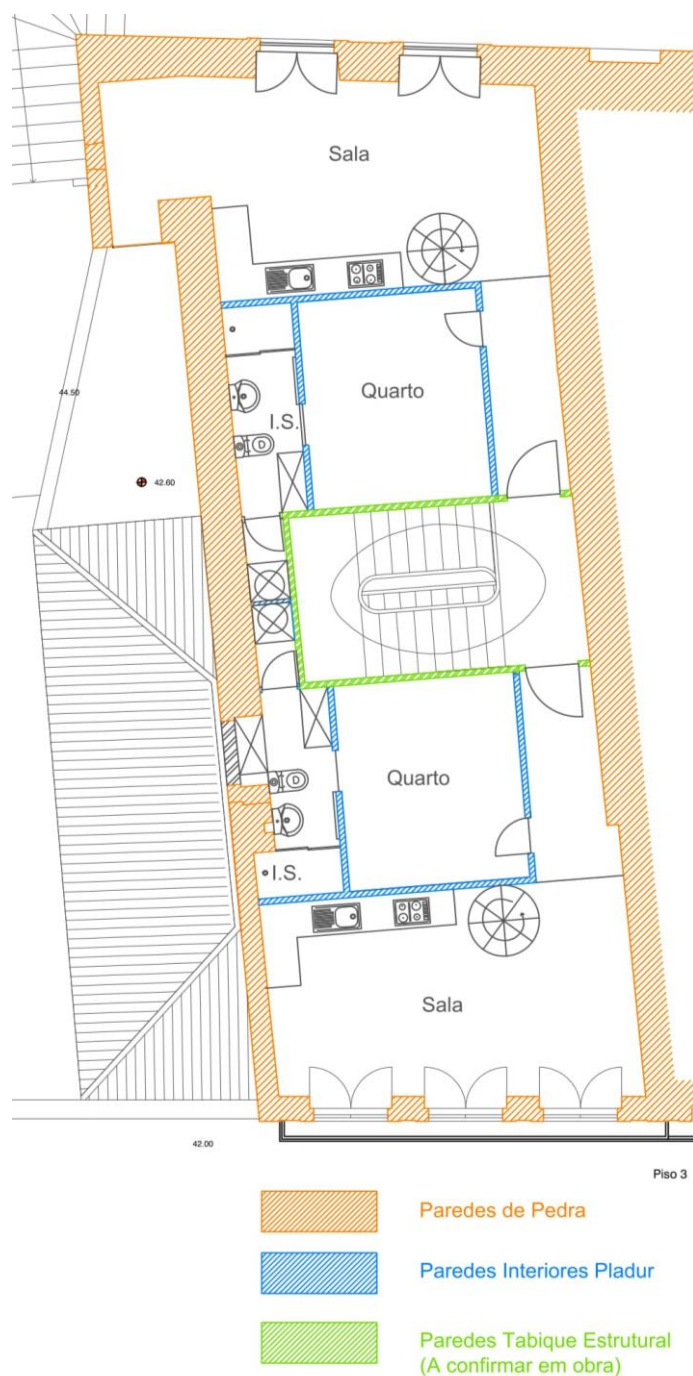


Fig.5.5– Planta do Piso 3

O terceiro piso em termos de compartimentação será muito idêntico aos pisos anteriores, embora apresente áreas relativamente maiores. Para a construção deste piso, as paredes de compartimentação e o pavimento do sótão irão ser demolidos, de maneira a permitir a instalação de uma estrutura “mezzanine”, ver figura 5.5 e 5.6.

Como o pé direito do sótão tinha um valor muito baixo, tornando este um espaço não útil, optou-se pela demolição do pavimento do sótão, de maneira a tornar o terceiro piso num piso duplex. A construção desta estrutura permite um melhor aproveitamento da área do sótão e dará mais valor aos apartamentos.

Cada apartamento também será constituído por uma sala “Kitchenette”, um quarto, uma casa de banho, e no piso superior poderá ser um quarto ou escritório. O “mezzanine” apresenta uma área de aproximadamente 17 m².

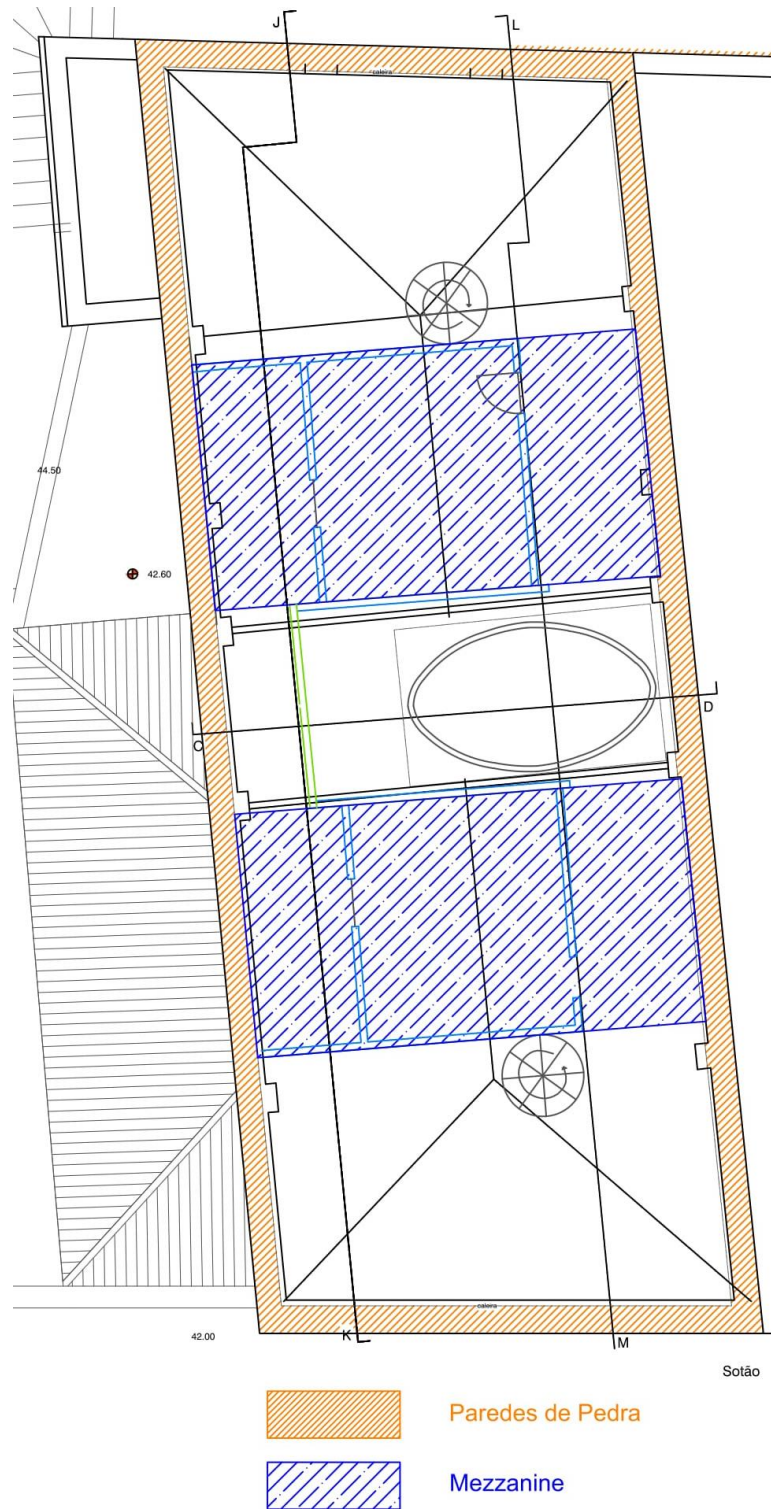


Fig.5.6 – Planta do piso mezzanine

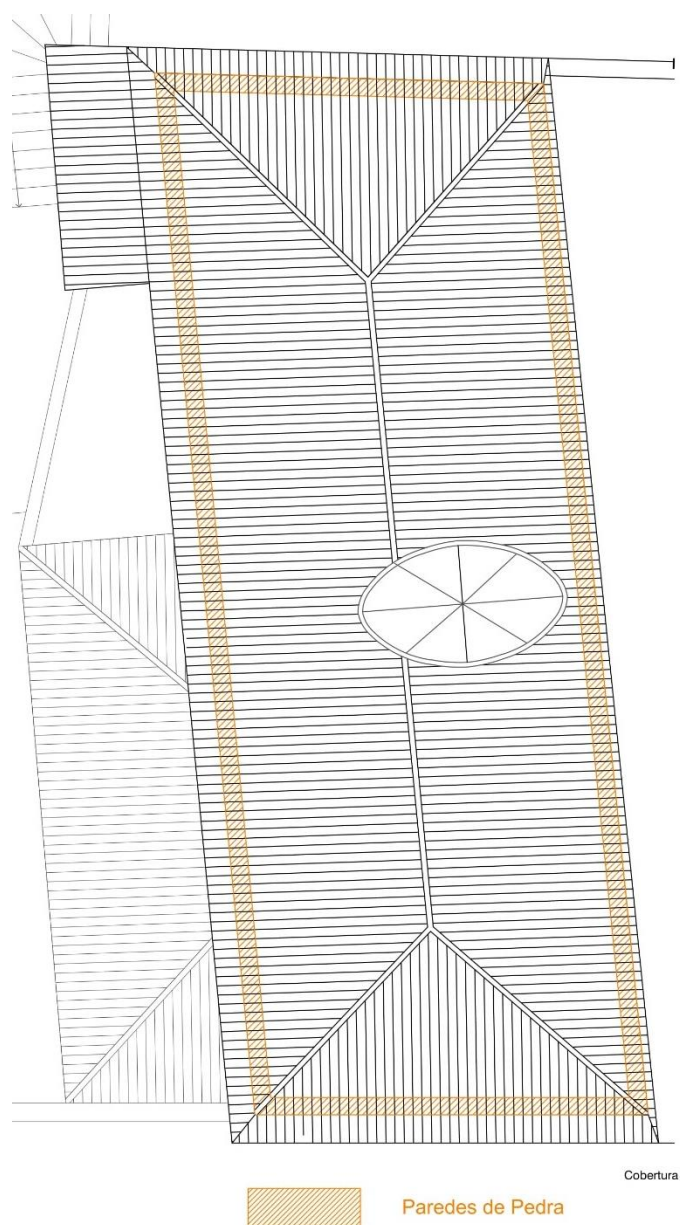


Fig.5.7 – Planta da Cobertura

Como já foi referido, a estrutura da cobertura em madeira será demolida, sendo substituída por uma nova estrutura metálica. No entanto, esta permanecerá uma cobertura inclinada de quatro águas revestida por telhas cerâmicas, de acordo com a proposta de intervenção por parte da SRU Porto (ver figura 5.7). Do ponto de vista estrutural, a demolição da cobertura é a que oferece mais preocupação, podendo esta ser uma operação mais complexa, visto que esta será toda substituída por uma nova estrutura metálica para compatibilização do sistema mezzanine, com a estrutura de suporte dos revestimentos da cobertura.

Para a construção desta nova cobertura, deverá ter-se alguns cuidados, principalmente se esta operação ocorrer durante períodos propícios para ocorrência de precipitação (novembro a abril). Nestes deverá ser construída uma cobertura provisória, de maneira a que a água proveniente da precipitação não caia dentro do edifício, comprometendo o bom estado dos materiais. Esta estrutura temporária deverá ser devidamente protegida com lonas e caleiras provisórias, para que seja devidamente estanque. Também

é necessário colocar uma caleira provisória em fase de obra nos telhados vizinhos, de modo a que as águas recolhidas pelas coberturas vizinhas não sejam conduzidas para o edifício.

A substituição da estrutura da cobertura contribuirá por um lado para o reforço da segurança ao risco de incêndio, mas também para um reforço do isolamento térmico.

A claraboia presente na cobertura será mantida de maneira a fornecer à comunicação vertical iluminação natural, no entanto esta terá de ser sujeita a uma reabilitação profunda.

Neste projeto houve uma preocupação em manter as cotas das soleiras dos pisos, para que a relação entre os vãos exteriores e os espaços interiores se mantenham. Desta forma, o pé direito não se vai alterar, no entanto poderão existir algumas reduções para promover melhorias a nível acústico e térmico, através da aplicação de tetos falsos.

Os revestimentos exteriores serão alterados, sendo que o revestimento de azulejos da fachada principal será destruído. Assim, as fachadas principal e traseira serão apenas rebocadas e pintadas. A empena será tratada com o sistema ETICS. Em relação aos revestimentos interiores, todas as paredes serão rebocadas e pintadas. Os revestimentos dos pisos serão em ladrilho cerâmico nas casas de banho e em toda a cave. Os restantes pavimentos serão revestidos em soalho de madeira.

Em relação às caixilharias, estas deverão ser todas substituídas por caixilharias semelhantes às originais, sendo que o desenho e a cor deverão ser mantidos, e também deverão ser preferencialmente em madeira,[13].

As figuras 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11 apresentam cortes e alçados representativos da solução projetada.

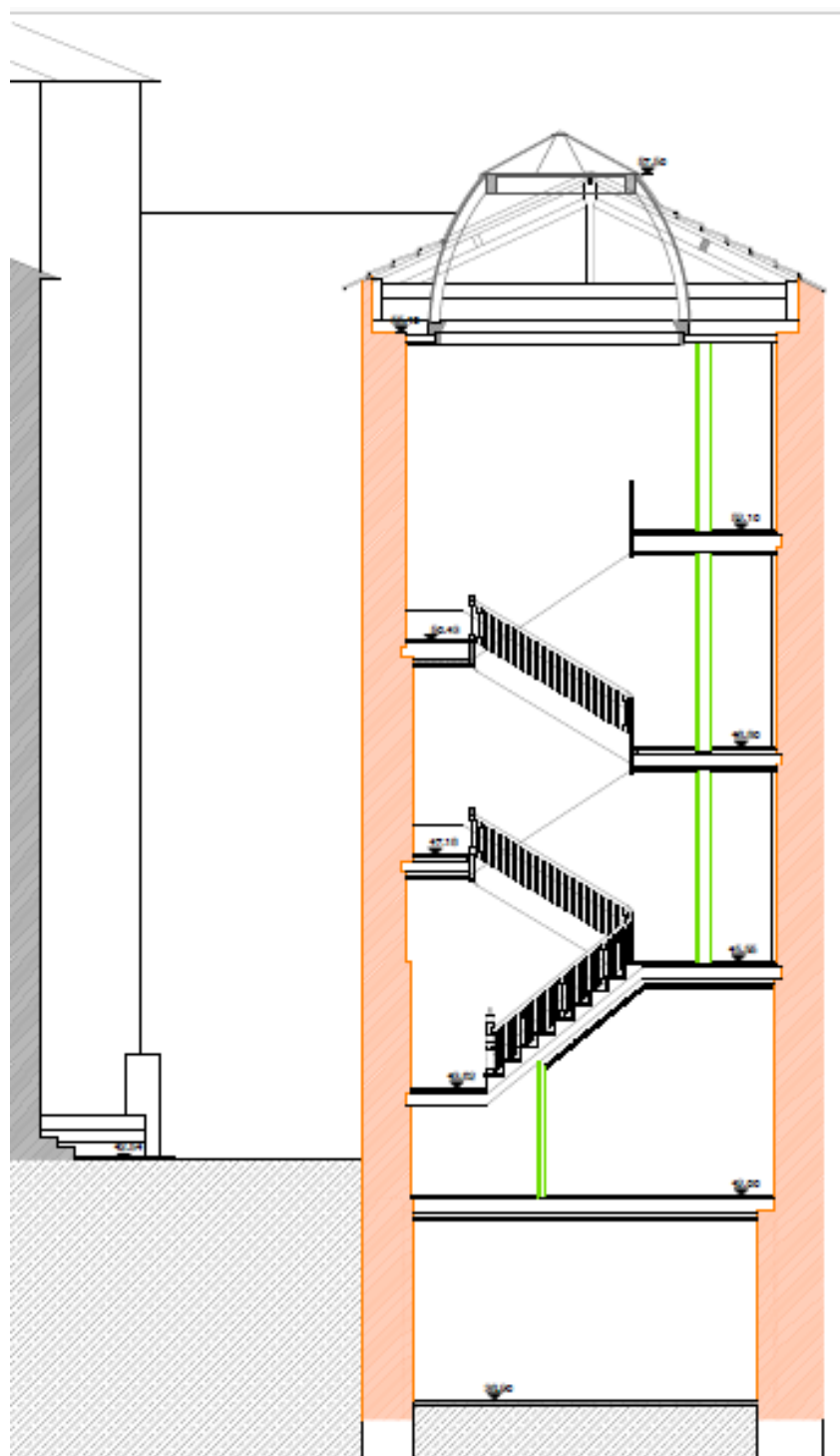


Fig.5.8 – Corte CD

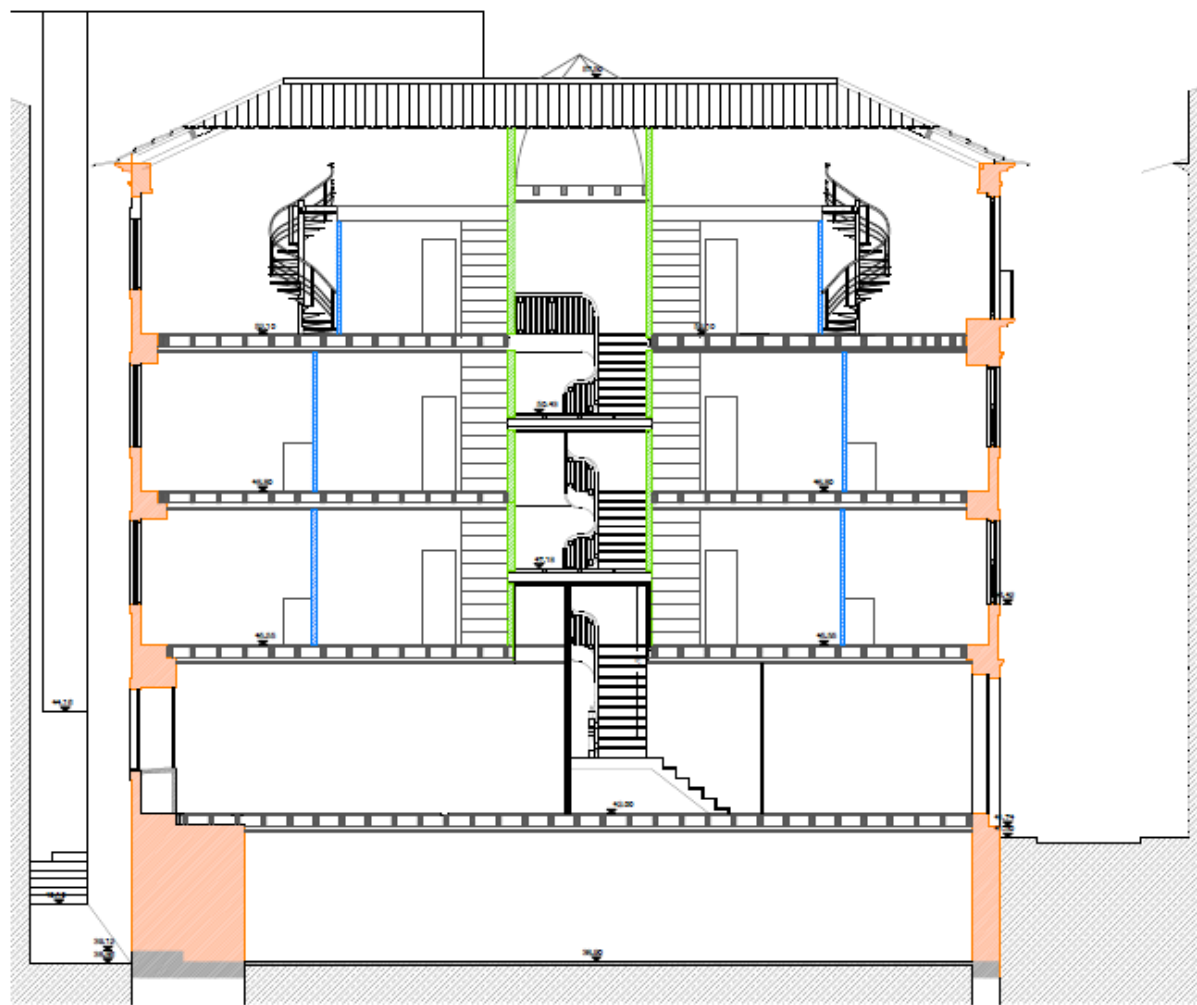


Fig.5.9 – Corte JK

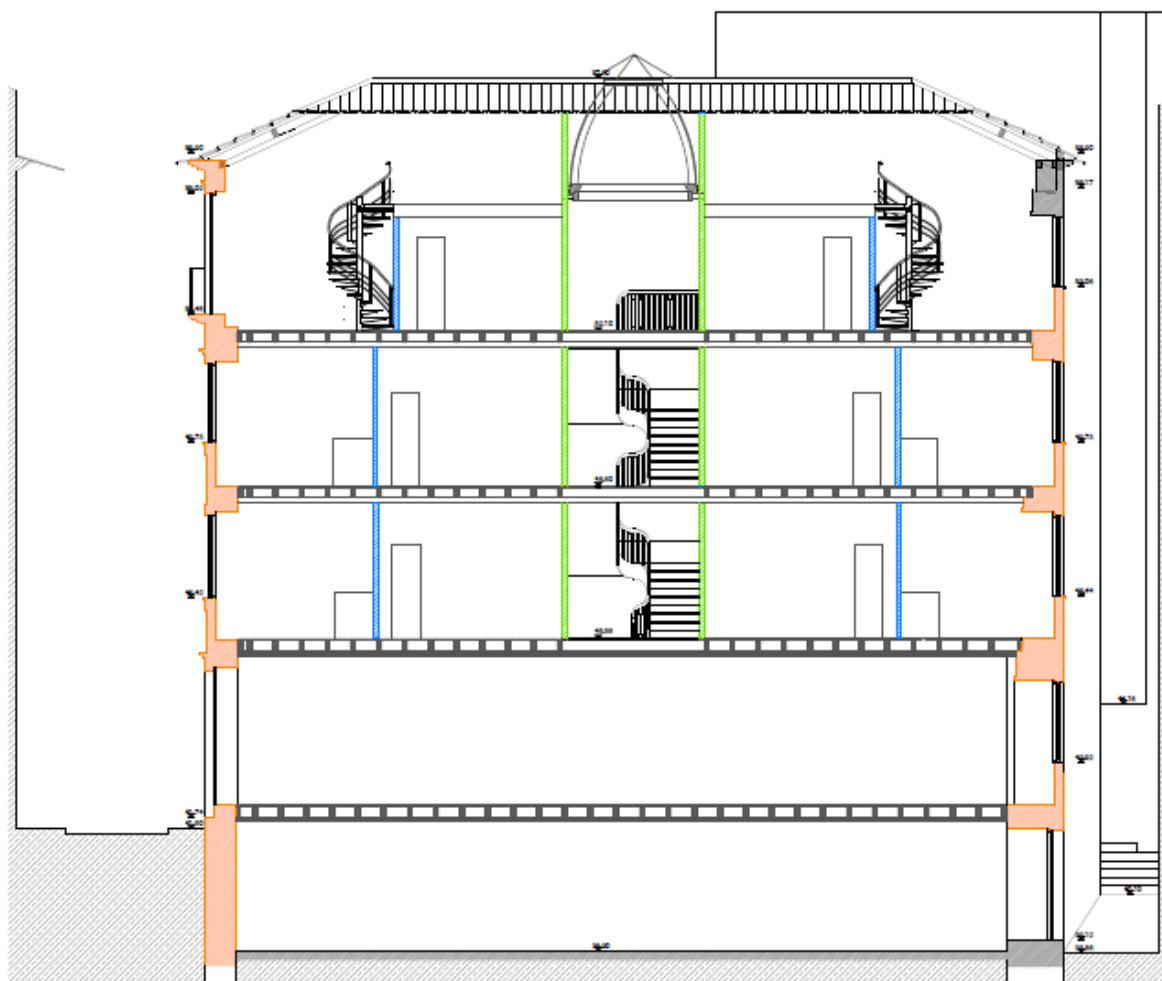


Fig.5.10 – Corte LM



Fig. 5.11 – Alçado da Fachada Traseira

6

PROJETO DE ESTRUTURAS

6.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo pretende-se realizar uma análise estrutural ao edifício, analisando os principais elementos estruturais: cobertura e pavimentos.

A nova cobertura será em estrutura metálicas, para compatibilização com a estrutura de mezzanine, presente no piso 3. Para a cobertura não se efetuaram cálculos estruturais. Apenas foram realizados desenhos estruturais. Não se realizou nenhuma verificação de estabilidade para as paredes exteriores, e as estruturas das escadas não são alvo de análise no presente capítulo.

Assim, neste capítulo apresenta-se a verificação de estabilidade de um pavimento em estrutura de madeira. Apenas se realizou a análise estrutural para um pavimento, por todos estes serem muito semelhantes, pelo que a análise dos restantes será muito idêntica.

Optou-se por aproveitar o vigamento de madeira dos pavimentos. No entanto, o soalho a colocar será novo. Por impossibilidade de visitar o local admitiu-se que o vigamento de madeira é realizado por madeira maciça de classe C24, com uma secção transversal de $10 \times 20 \text{ cm}^2$.

A verificação de estabilidade do pavimento é realizada de acordo com as normas do EC5, de maneira a cumprir os Estados Limites Últimos e os Estados Limites de Serviço, em especial os critérios de Deformação e Vibração.

Os esquemas de plantas estruturais dos pavimentos e da cobertura foram realizados com recurso ao software AutoCAD. Todas as plantas elaboradas no âmbito desta dissertação constam do anexo C.

6.2. ESTRUTURA DO PAVIMENTO

6.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como já foi referido, em todos os pavimentos vai ser aproveitado todo o vigamento da madeira. Do ponto vista estrutural os pavimentos dos pisos são todos muito idênticos, apresentando algumas diferenças na zona traseira e na caixa de escadas. Como já foi referido, por ter sido impossível aceder ao edifício, não foi possível perceber qual o esquema estrutural das escadas, pelo que as plantas aqui apresentadas partem do pressuposto que estas estarão apoiadas nas paredes de tabique reforçadas e numa das paredes de meação, ver figura 6.1.

Serão colocados tarugos em todo o perímetro da parede de meação, assim como na abertura de vãos. As vigas serão aproveitadas integralmente, podendo ser eventualmente reposicionadas de acordo com os

cálculos efetuados neste subcapítulo (a decidir/confirmar em fase de obra). Na figura seguinte é apresentado um esquema estrutural do pavimento do piso em estudo, ver figura 6.1.

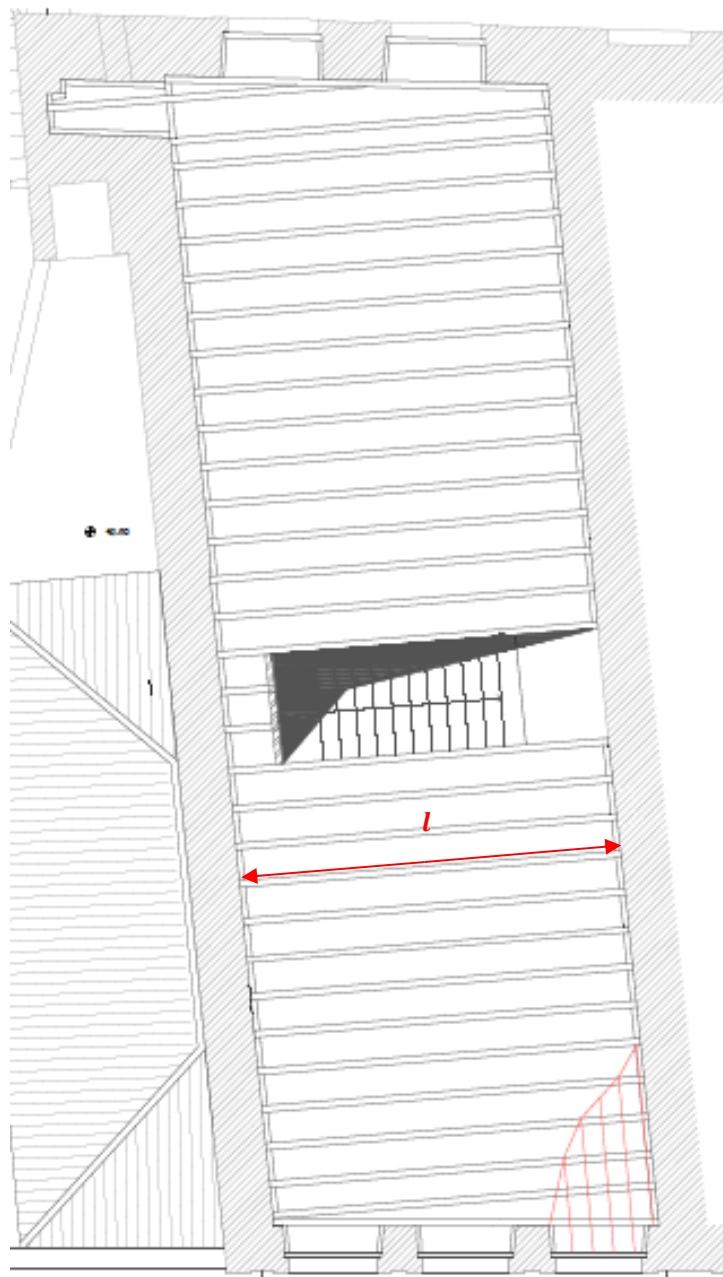


Fig. 6.1 – Planta Estrutural do Piso 1

É possível observar que o pavimento assenta em 4 paredes de pedra, e o vão é praticamente constante em todo o seu comprimento, sendo que ao maior vão corresponde uma distancia entre paredes de 5,63m. Admitiu-se que a madeira existente, destinada para o vigamento, é constituída por madeira maciça de classe C24 de acordo com a norma EN338, e em relação ao soalho o material escolhido foi a madeira maciça C18 (madeira a fornecer nova). Na seguinte tabela apresentam-se os valores característicos das madeiras escolhidas, de acordo com a EN338 (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Valores Característicos segundo a EN338

		C18	C24
Propriedade resistentes em N/mm^2			
Flexão	$f_{m,k}$	18	24
Tração	$f_{t,0,k}$	11	14
Tração	$f_{t,90,k}$	0,5	0,5
Compressão	$f_{c,0,k}$	18	21
Compressão	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5
Corte	$f_{v,k}$	2,0	2,5
Propriedades de rigidez em KN/mm^2			
Módulo de Elasticidade	$E_{0,mean}$	9	11
Módulo de Elasticidade	$E_{0,05}$	6,0	7,4
Módulo E	$E_{90,mean}$	0,30	0,37
Módulo de Distorção	G	0,56	0,69
Massa Volúmica em Kg/m^3			
Característica	ρ_k	320	350
Média	ρ_{mean}	380	420

Antes de se iniciar a análise de estabilidade do pavimento, é necessário definir as ações a que o pavimento vai ser submetido, com o auxílio do Regulamento de Segurança e Ações (RSA). Para as ações permanentes apenas se considerou o peso próprio da madeira (vigas e soalho), e para as sobrecargas, segundo o artigo nº35 do RSA, deve considerar-se uma sobrecarga igual a $2,0 \text{ KN/m}^2$, visto que se trata de uma habitação. A tabela 6.2 apresenta os valores das ações atuantes no pavimento.

Tabela 6.2 – Valores de ações para o cálculo do pavimento

Ações	Valores	
Permanentes (Peso Próprio)	C18	$3,8 \text{ KN/m}^3$
	C24	$4,2 \text{ KN/m}^3$
Sobrecarga	$2,0 \text{ KN/m}^2$	

Outro aspeto a considerar para o dimensionamento de estruturas de madeira é o ambiente a que estas estão sujeitas, devido ao facto de a madeira ser um material em que as suas dimensões se alteram com as condições de equilíbrio termohigrométrico. Por esta razão, o EC5 definiu um conjunto de Classes de

Serviço, com o objetivo de tentar “enquadrar o problema da durabilidade natural da madeira face às condições ambientais em que se encontram as peças”, [29]. Para este caso, considerou-se uma classe de Serviço 1, visto que o pavimento se encontra num ambiente interior protegido.

É também necessário ter em conta para o dimensionamento em questão, a duração das ações. O EC5 define um conjunto de categorias. Para este caso assumiu-se a combinação aplicável: Longa Duração, correspondente à combinação de ações permanentes mais sobrecarga.

6.2.2. DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES

Definidas as classes de serviço e as durações das ações, é possível agora definir os dois coeficientes a usar na verificação da estabilidade. Um destes coeficientes é o k_{mod} , e trata-se do fator de modificação que tem em conta o efeito da duração das ações e do teor de água, e pode ser obtido através da tabela 3.1 do EC5. Recorrendo a esta tabela, obtém-se um valor de 0,70.

Através da tabela 3.2 do EC5, determina-se o valor de k_{def} e este assume um valor de 0,60. Este fator é aquele que tem em conta a deformabilidade do material em função das classes de serviço e a duração das ações.

Tabela 6.3 – Quadro Resumo

Classe de Serviço	Duração das Ações	k_{mod}	k_{def}
1	Longa Duração	0,70	0,60

O k_h é um coeficiente que depende da altura da seção transversal da peça da viga, e este não deve ser inferior a 1. Para a madeira maciça, o EC5 define o k_h como:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^2, h \leq 150 \text{ mm} \right. \quad (6.1)$$

$$k_h = 1, \quad h > 150 \text{ mm} \quad (6.2)$$

O k_{crit} trata-se de um coeficiente redutor da capacidade resistente, em consequência do possível fenómeno de bambeamento, e é calculado com base no valor da tensão crítica de instabilidade por bambeamento, $\sigma_{m,crit}$. No entanto, para este caso os apoios impedem a rotação da viga por torção e o soalho garante o travamento do banzo comprimido, pelo que não existem problemas de instabilidade por bambeamento, logo $k_{crit} = 1,0$.

O coeficiente k_m , é o coeficiente que torna possível a redistribuição do efeito de não-homogeneidade numa seção transversal. Para seções retangulares, este coeficiente assume o valor de 0,7.

A última fase antes de se realizar o dimensionamento, é determinar a combinação de ações a que as vigas do pavimento vão estar sujeitas. De acordo com o RSA:

$$P = 1,35 \times g + 1,5 \times q \quad (6.3)$$

Em que:

$$g = \text{permanentes} = e \times \frac{380}{1000} \times 10 \times s + b \times h \times \frac{420}{1000} \times 10 (\text{KN/m}) \quad (6.4)$$

$$q = \text{sobrecarga} = 2,0 \times s (\text{KN/m}) \quad (6.5)$$

Em que:

- e – Espessura do soalho (m)
- b, h – Dimensões das vigas (m)
- s – Espaçamento entre vigas (m)

As vigas possuem uma seção transversal de $10 \times 20 \text{ cm}^2$, e adotou-se uma espessura para o soalho de madeira de 2,5 cm.

6.2.3. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

O dimensionamento dos pavimentos deve ser feito de acordo com o ELU, de forma a que as tensões atuantes sejam inferiores às tensões resistentes, no que se refere à flexão e ao corte. A verificação de segurança pode ser feita apenas para a flexão e para o corte, visto que viga em estudo apenas está sujeita a esforços de flexão e de esforço transverso.

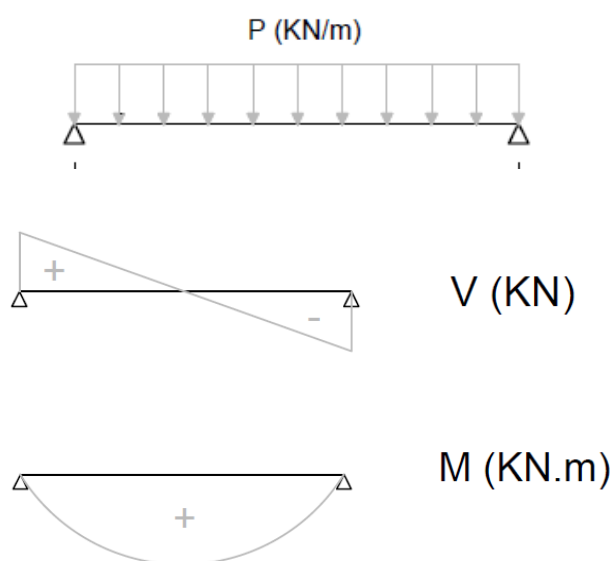


Fig. 6.2 – Esforços Atuantes numa viga

A verificação da estabilidade é efetuada para o vão mais desfavorável (que corresponde ao vão de maior comprimento), com um $l=5,63\text{m}$. Assim, é possível obter os esforços atuantes na viga, apresentados na tabela 6.3.

Para um $s = 0,45\text{m}$, obtêm-se:

$$g = 0,025 \times \frac{380}{1000} \times 10 \times 0,45 + 0,10 \times 0,2 \times \frac{420}{1000} \times 10 = 0,128 \text{ (KN/m)} \quad (6.6)$$

$$q = 2,0 \times 0,45 = 0,9 \text{ (KN/m)} \quad (6.7)$$

Então:

$$P = 1,35 \times g + 1,5 \times q = 1,35 \times 0,128 + 1,5 \times 0,9 = 1,53 \text{ (KN/m)} \quad (6.8)$$

Tabela 6.4 – Esforços Atuantes por viga

Esforços Atuantes	
Flexão (kN.m)	$M_{sd} = \frac{P \times l^2}{8} = 6,06$
Transverso (kN)	$V_{sd} = \frac{P \times l}{2} = 4,31$

a) Flexão

Tensão Resistente:

$$f_{m,d} = k_{mod} \times k_{crit} \times k_h \times k_{sys} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{24}{1,3} \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 1,0 = 12,92 \text{ MPa} \quad (6.9)$$

Em que $\gamma_m = 1,3$, segundo a tabela 2.3 do EC5, quando se trata de madeira maciça.

Tensão Atuante:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{sd}}{I_Y} \times z = \frac{\frac{1,53 \times 5,63^2}{8}}{\frac{0,10 \times 0,20^3}{12}} \times \frac{0,20}{2} = 9,09 \text{ MPa} \quad (6.10)$$

Verificação de Segurança:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \Leftrightarrow 9,09 \leq 12,92 \text{ (OK)} \quad (6.11)$$

b) Corte

Tensão Resistente:

$$f_{v,d} = k_{mod} \times k_{crit} \times k_h \times k_{sys} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{2,5}{1,3} \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,0 = 1,35 \text{ MPa} \quad (6.12)$$

Tensão Atuante:

$$\sigma_{v,d} = \frac{V_{sd} \times S_Y}{I_Y \times b} = \frac{\frac{1,53 \times 5,63}{2} \times 0,10 \times 0,10 \times 0,2}{\frac{0,10 \times 0,2^3}{12} \times 0,10} = 1,28 \text{ MPa} \quad (6.13)$$

Verificação de Segurança:

$$\sigma_{v,d} \leq f_{v,d} \Leftrightarrow 1,28 \leq 1,35 \text{ (OK)} \quad (6.14)$$

Logo, a segurança em relação ao corte e à flexão é verificada. Assim conclui-se que o afastamento máximo medido entre eixos de vigas a adotar é de 0,45m, de maneira a respeitar as verificações exigidas pelo Estado Limite Ultimo.

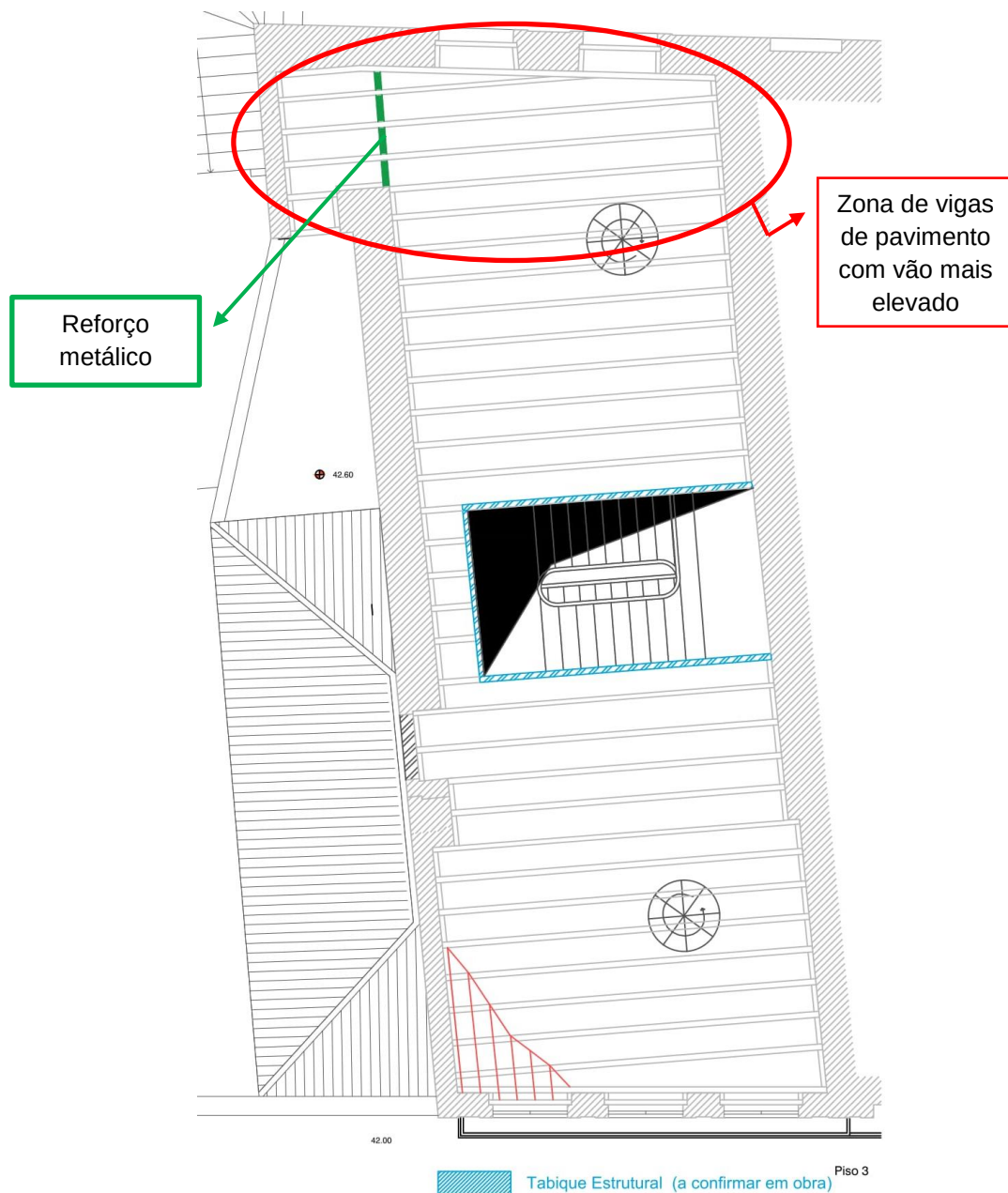


Fig. 6.3 – Planta Estrutural do Piso 3

No pavimento do piso 3 há uma ligeira diferença no vigamento de madeira pelo que foi dado uma especial atenção a este. Como podemos observar pela figura 6.3, a mudança da parede de meiação neste piso, obriga ao uso de vigas num maior vão, pelo que o espaçamento nesta zona terá que ser diferente, tendo sido adotado uma distância entre vigas mais pequeno, de maneira a que estas vigas cumpram os Estados Limites Últimos e de Serviço. O pavimento do piso 3 possui um pequeno número de vigas em que o vão é relativamente grande ($l = 7,17\text{ m}$), pelo que é necessário adotar um afastamento entre vigas diferente, ou resolver o problema com um apoio adicional no alinhamento da parede de granito.

Adotando um $s = 0,20\text{ m}$ seria possível respeitar a estabilidade em relação ao estado limite último para estes vãos. No entanto, este é um afastamento muito baixo pelo que o reforço com viga metálica adicional, parece ser uma solução mais adequada (ver figura 6.3).

6.2.4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)

A madeira maciça é um material que apresenta uma rigidez de flexão relativamente baixa em comparação com outros materiais, o que implica que a verificação em relação aos estados limites de utilização assume uma grande importância no dimensionamento de estruturas de madeira. Os estados mais relevantes para estados de limite de utilização são a deformação e a vibração, pelo que se procede à análise dos mesmos, conforme determina o EC5, parte 1.1.

6.2.4.1. Verificação da Segurança à Deformação

Esta verificação deve ser feita para curto e longo prazo, e para os dois casos devem ser respeitados os valores máximos admissíveis. Os limites definidos na norma em uso para a deformação das vigas com um determinado vão l , é apresentado no quadro seguinte (Tabela 6.5).

Tabela 6.5 – Valores impostos pelo EC5

Condições de Apoio da viga	w_{inst}	$w_{net,fin}$	w_{fin}
Simplesmente apoiada	$l/300$ a $l/500$	$l/250$ a $l/350$	$l/150$ a $l/300$

É importante referir que para o cálculo da deformação não se considerou a deformação devido ao corte, tanto para a deformação instantânea como para a deformação a longo prazo. Por vezes, este valor pode ser importante em termos relativos.

a) Deformação Instantânea (Vigamento)

A deformação instantânea é a deformação que a estrutura de madeira sofre de maneira instantânea quando lhe é aplicada uma carga. Para o cálculo desta, devem ser usados os esforços resultantes da combinação característica de ações, e o respetivo valor médio do módulo de elasticidade do material a usar.

$$w_{inst,G} = k \times \frac{g \times L^4}{EI} \quad (6.15)$$

$$w_{inst,Q} = k \times \frac{q \times L^4}{EI} \quad (6.16)$$

Sendo, $k = \frac{5}{384}$

$$w_{inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} \quad (6.17)$$

Para um $s = 0,45m$:

$$g = 0,025 \times \frac{380}{1000} \times 10 \times 0,45 + 0,10 \times 0,20 \times \frac{420}{1000} \times 10 = 0,127 \text{ KN/m} \quad (6.18)$$

$$q = 2,0 \times 0,45 = 0,90 \text{ KN/m} \quad (6.19)$$

Tabela 6.6 – Deformação Instantânea (mm) para $s = 0,45m$

Deformação Instantânea (mm)	
$w_{inst,G}$	2,26
$w_{inst,Q}$	16,06
w_{inst}	18,32

Para um comprimento efetivo igual a 0,45 m, a deformação instantânea total é de 18,32 mm ($\approx \frac{L}{305}$), pelo que se enquadra no intervalo de valores estabelecidos pelo EC5 (Tabela 6.5), respeitando assim o estado limite de deformação (ver Tabela 6.6).

b) Deformação a longo prazo

As deformações a longo prazo são calculadas para a combinação de ações quase-permanente, para que o efeito da fluência na madeira seja contabilizado. A fluência depende de fatores como o teor em água, a duração da carga e o nível de tensão aplicada.

De acordo com o EC5, a deformação total pode ser obtida da seguinte forma:

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi} \quad (6.20)$$

Onde,

- $W_{fin,G} = W_{inst,G} \times (1 + k_{def})$ (para a ação permanente G)
- $W_{fin,Q} = W_{inst,Q} \times (1 + \psi_2 k_{def})$ (para a ação variável de base de Combinação Q1)

E ψ_2 é o coeficiente para o valor de combinação de ações variáveis. Segundo o EC0 para zonas de habitação (Categoria A) o valor de ψ_2 é igual a 0,3.

Desta forma obtiveram-se os valores apresentados na tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Deformação a longo prazo (mm) para $s = 0,45m$

Deformação a longo prazo (mm)	
$w_{inst,G}$	3,62
$u_{fin,Q1}$	18,95
u_{fin}	22,56

O valor obtido para a deformação final a longo prazo foi de 22,56 ($\approx \frac{L}{200}$), que se encontra dentro do intervalo de valores estabelecido ($\frac{L}{150}$ a $\frac{L}{300}$), pelo que a segurança à deformação é verificada.

6.2.4.2. Verificação da Segurança à Vibração

A vibração em estruturas pode ter uma diversidade de causas, como funcionamento de máquinas, impactos, ruído, utilização humana, transmissão do exterior pelo terreno ou pelas fachadas, etc.

Na secção 7.3 do EC5:1-1 são estabelecidas um conjunto de indicações, em que o objetivo principal é limitar o fenómeno de vibração causadas pela atividade humana normal (passo) em pavimentos, que poderão criar algum desconforto e uma sensação de insegurança aos utilizadores, pelo que deverá fazer-se uma verificação para o estado limite de vibração, [29].

A EN 1995 apresenta um procedimento a seguir para a verificação do pavimento em relação a vibrações. Este procedimento apenas é válido para pavimentos de edifícios, com configuração em planta, simplesmente apoiada no contorno, pelo que é possível adotar este procedimento para este caso.

Numa primeira fase, é necessário determinar o cálculo da frequência fundamental de vibração vertical, que se pode calcular recorrendo à seguinte expressão:

$$f_l = \frac{\pi}{2l_{ef}^2} \times \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} \quad (6.21)$$

Em que:

- l_{ef} é a extensão do piso (m)
- m é a massa por unidade de área (kg/m^2)
- $(EI)_l$ é a rigidez de flexão do pavimento na direção do vão l (Nm^2/m)
- $(EI)_b$ é a rigidez de flexão do pavimento na direção longitudinal b (Nm^2/m), ver figura 6.4.

De seguida, apresenta-se o cálculo de f_l .

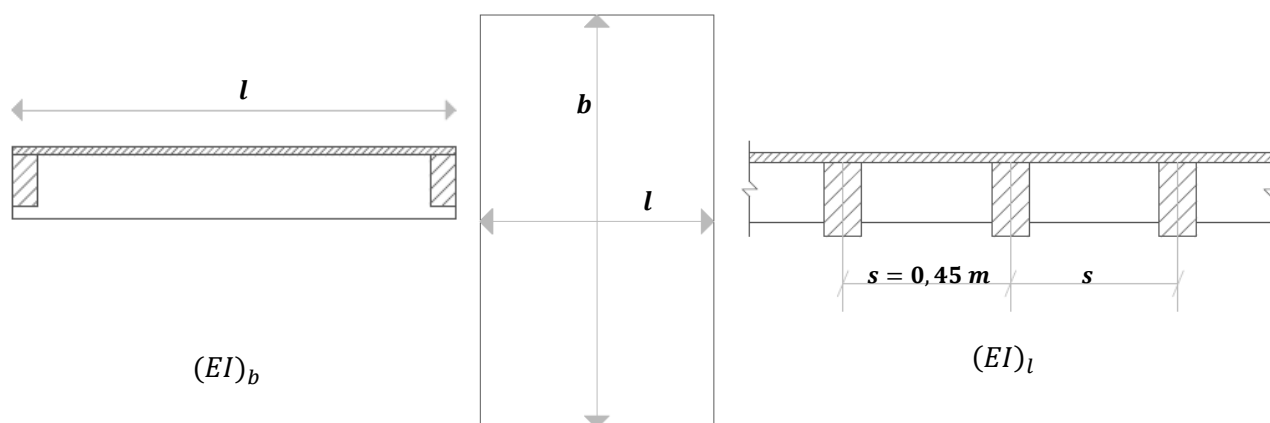


Fig. 6.4 – Esquema representativo da inércia longitudinal – $(EI)_l$ e transversal - $(EI)_b$

Tabela 6.8 – Dados do Pavimento

Dados do Pavimento	
E (GPa)	11
$I_l (m^4/m)$	1×10^{-4}
$(EI)_l (Nm^2/m)$	1100000

$$G = \frac{g}{s} = \frac{0,1268}{0,45} = 0,2817 \text{ (kN/m}^2\text{)}, \quad (6.22)$$

$$\text{onde } g = 0,10 \times 0,20 \times \frac{420}{1000} \times 10 + 0,025 \times \frac{380}{1000} \times 10 \times 0,45 = 0,1268 \text{ kN/m} \quad (6.23)$$

$$m = \frac{G}{9,81} \times 1000 = \frac{0,2817}{9,81} \times 1000 = 28,71 \text{ kg/m}^2 \quad (6.24)$$

$$f_l = \frac{\pi}{2l_{ef}^2} \times \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2 \times 5,63^2} \times \sqrt{\frac{1100000}{28,71}} = 9,7 \text{ Hz} \quad (6.25)$$

Como $f_l \geq 8 \text{ Hz}$, pode ser realizada uma verificação para o estado limite de vibração, onde as seguintes condições devem ser cumpridas:

$$\frac{w}{F} \leq a \text{ (mm/kN)} \quad (6.26)$$

$$v \leq b^{(f_1 \times \xi - 1)} \text{ (m/Ns}^2\text{)} \quad (6.27)$$

Onde:

- w é a deformação instantânea vertical máxima causada por uma força concentrada vertical F aplicada em qualquer ponto do pavimento;
- v é a velocidade de resposta a um impulso unitário, ou seja, o valor inicial máximo da velocidade de vibração do pavimento (mm/s), devido a um impulso unitário aplicado no ponto central do painel do pavimento;
- ξ é coeficiente de amortecimento modal que, segundo o EC5, toma o valor de 1%.

Os coeficientes a e b presentes nas equações 6.26 e 6.27 podem ser obtidos pela curva da figura 6.5. Aos pares de valores de a e b que se encontrem no lado esquerdo de (1) da curva levam a um melhor comportamento. Correspondem assim a critérios de verificação mais exigentes, conduzindo a um melhor desempenho da estrutura em termos de vibrações. Por outro lado, os valores correspondentes ao lado direito da curva (2), são aqueles que conduzem a um comportamento menos positivo.

Para a verificação do estado limite de vibração, utilizam-se as dimensões para o pior caso, ou seja, aquelas que majoram o fenómeno de vibração. Desta forma a verificação foi realizada para o maior vão ($l=5,63\text{m}$) e para a maior distância entre paredes ($B=16,94\text{m}$).

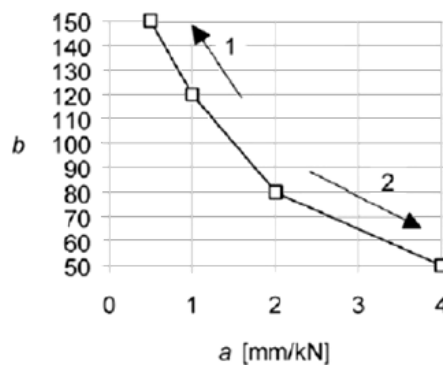


Fig. 6.5 – Relação entre a e b , segundo o EC5

O valor de w causado por F pode ser calculado pela seguinte expressão (de forma conservadora):

$$W = \frac{F \times l^2}{48 \times (EI)_l} \quad (6.28)$$

$$\frac{W}{F} = \frac{l^2}{48 \times (EI)_l} \Leftrightarrow a = \frac{l^2}{48 \times (EI)_l} \quad (6.29)$$

Para um valor de $l = 5,63m$ e um $(EI)_l = 1100000 \text{ kN/m}$, o valor de a é igual a $0,6 \text{ mm/kN}$.

Segundo o gráfico da figura 6.4, ao valor de a ($0,6 \text{ mm/kN}$) corresponde um b de aproximadamente 140.

Se apenas se considerar o soalho para o cálculo da inércia transversal (I_b), n_{40} atinge o valor de 10,8 (Tabela 6.10).

Tabela 6.9 – Dados do Soalho

Dados do Soalho	
E (GPa)	9
$I_l (m^4/m)$	$1,3 \times 10^{-6}$
$(EI)_l (Nm^2/m)$	11718,75

$$n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \left(\frac{B}{L} \right)^4 \frac{(EI)_L}{(EI)_B} \right\}^{0,25} \quad (6.30)$$

Tabela 6.10 – Cálculo do n_{40}

$L(m)$	$B(m)$	$(EI)_L (Nm^2/m)$	$(EI)_B (Nm^2/m)$	$f_1 (Hz)$	n_{40}
5,63	19,94	1100000	11718,75	9,7	10,8

$$v = \frac{4(0,4 + 0,60n_{40})}{mBL + 200} \quad (6.31)$$

Tabela 6.11 – Cálculo do v

$L(m)$	$B(m)$	m	n_{40}	$v (m/Ns^2)$
5,63	19,94	28,71	10,8	0,0094

$$v \leq b(f_1 \times \xi - 1) \Leftrightarrow 0,094 \leq 140^{(9,7 \times 0,01 - 1)} \Leftrightarrow 0,094 \leq 0,012 (OK) \quad (6.32)$$

Portanto, a segurança em relação à segurança para a vibração está cumprida apenas considerando o soalho. Justifica-se de qualquer forma, colocar dois tarugos dispostos transversalmente às vigas com uma secção de $8 \times 16 \text{ mm}^2$, um em cada apoio.

6.3. ESTRUTURA DO SOALHO

Para além da verificação da resistência das vigas, também é necessário realizar a verificação de segurança ao soalho, de maneira a respeitar o Estado Limite Último e o Estado Limite Utilização. O procedimento a utilizar é o mesmo ao utilizado para a verificação de segurança do pavimento.

Ao realizar estas verificações para o soalho, garante-se que o soalho resiste à flexão e ao fenómeno de vibração, de modo a garantir um maior conforto ao utilizador.

As ações a considerar são as mesmas utilizadas na verificação anterior, no entanto, para este caso apenas se considera o peso-próprio do soalho, e a ação da sobrecarga ($q = 2,0 \text{ kN/m}^2$).

Como já foi referido, o soalho é constituído por madeira maciça de classe C18 com uma espessura de 25mm, ver Tabela 6.12 para as cargas consideradas.

Tabela 6.12 – Ações Atuantes

Ações	Valores
Permanentes (Peso Próprio)	C18 $3,8 \text{ kN/m}^3$
Sobrecarga	$2,0 \text{ kN/m}^2$

6.3.1. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

Para esta verificação, a seção a utilizar será uma seção com uma altura de 2,5cm e uma base de 0,45m, correspondente ao afastamento entre vigas.

Tabela 6.13 – Tensões Resistentes para ELU

Tensões Resistentes		
Flexão	$f_{m,d} \text{ (MPa)}$	12,6
Transverso	$f_{v,d} \text{ (MPa)}$	1,4

Tabela 6.14 – Tensões Atuantes para ELU

Tensões Atuantes		
Flexão	$\sigma_{m,d} \text{ (MPa)}$	0,760
Transverso	$\tau_{v,d} \text{ (MPa)}$	0,169

Como as tensões resistentes são maiores que as tensões atuantes para a flexão e para o corte, o soalho não apresenta problemas em resistir às solicitações impostas.

6.3.2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO (ELS)

Nesta verificação, também se desprezam as deformações devidas ao corte.

Tabela 6.15 – Deformação Instantânea (mm)

Deformação Instantânea (mm)	
$w_{inst,G}$	0,0043
$w_{inst,Q}$	0,0911
w_{inst}	0,0955

Tabela 6.16 – Deformação a Longo Prazo (mm)

Deformação a longo prazo (mm)	
$w_{inst,G}$	0,0069
$w_{fin,Q1}$	0,1126
w_{fin}	0,1196

O soalho apresenta uma deformação muito reduzida em termos de deformação instantânea e a longo prazo, sendo praticamente desprezáveis. Estes pequenos valores devem-se ao fato do vão considerado (45cm) ser um valor baixo em relação com a espessura (2,5cm), e também ter-se considerado uma viga única. Portanto, o soalho respeita as verificações de segurança em relação ao ELS, sendo um valor muito abaixo, quando comparado com o valor máximo imposto pelo EC5.

6.4. ESTRUTURA DA COBERTURA

Como já foi referido ao longo deste trabalho, a cobertura será substituída por uma nova cobertura metálica. Na figura seguinte, apresenta-se um esquema estrutural da cobertura (figura 6.6)

É também necessário ter alguma atenção em como se vai realizar a ligação desta cobertura com a parede de meiação. Para tal, a parede de meiação terá que ser preparada para receber a nova cobertura. Assim optou-se por colocar uma cinta de betão armado em todo o perímetro da parede de meiação, que deverá ser devidamente amarrada à parede de pedra. A cobertura é constituída por 12 vigas metálicas e 2 asnas metálicas em perfis IPE. A ligação destas vigas à cinta de betão, deverá ser realizada com recursos a parafusos e implantação de uma chapa. O restante espaço da cinta de betão será preenchido com argamassa até ao beirado, de maneira a garantir a estanquidade da cobertura.

Como se trata de uma cobertura habitável, esta terá de ser corretamente isolada. Por isso optou-se por colocar chapas *sandwich* metálicas, a servir de “forro”, que assentarão nas vigas metálicas. Superiormente, as chapas irão suportar uma pequena estrutura de ripas e varas, para permitir a colocação das telhas cerâmicas e dar à cobertura um aspeto totalmente “tradicional”.

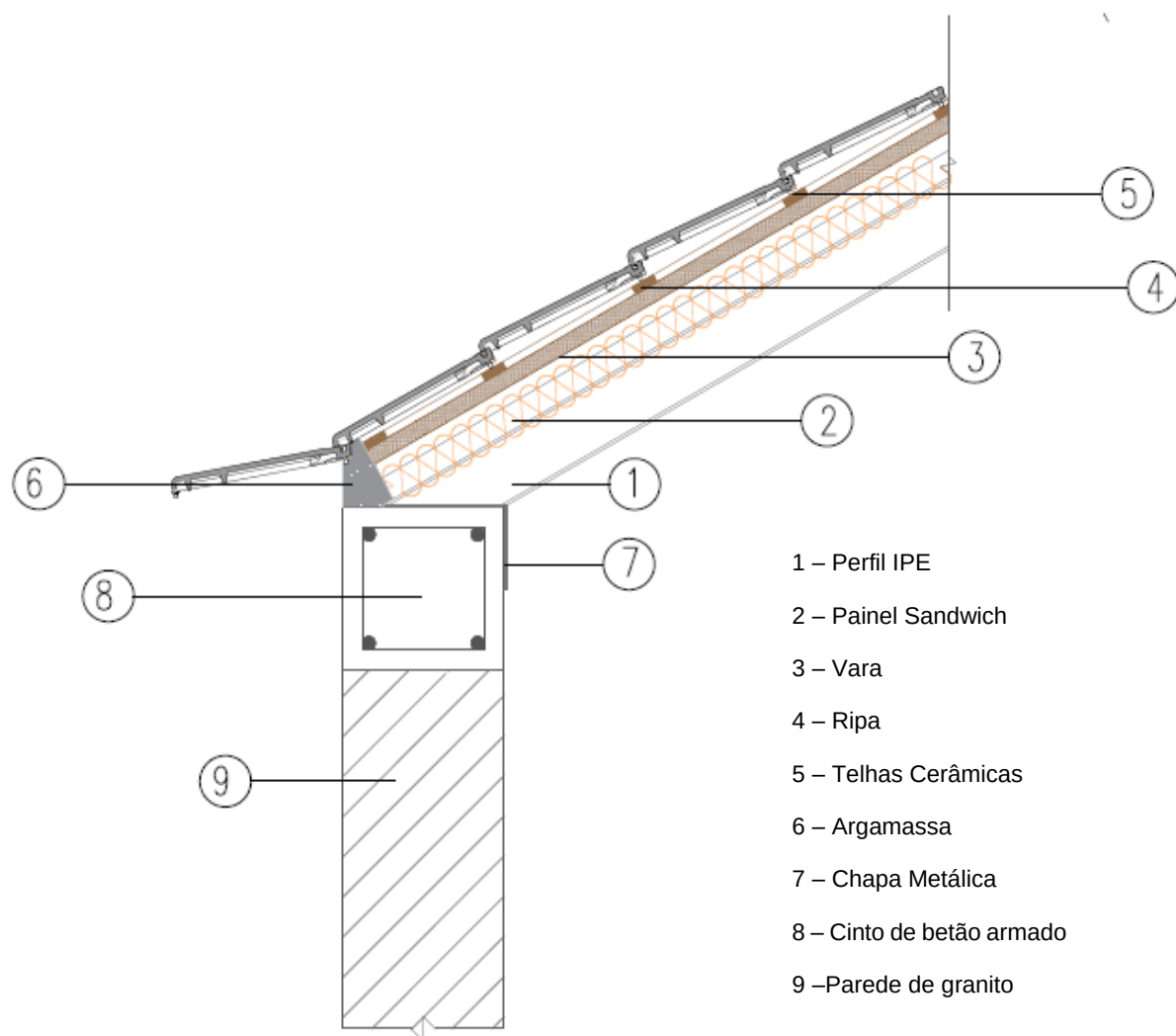


Fig. 6.6 – Corte vertical esquemático da nova estrutura e revestimento da cobertura

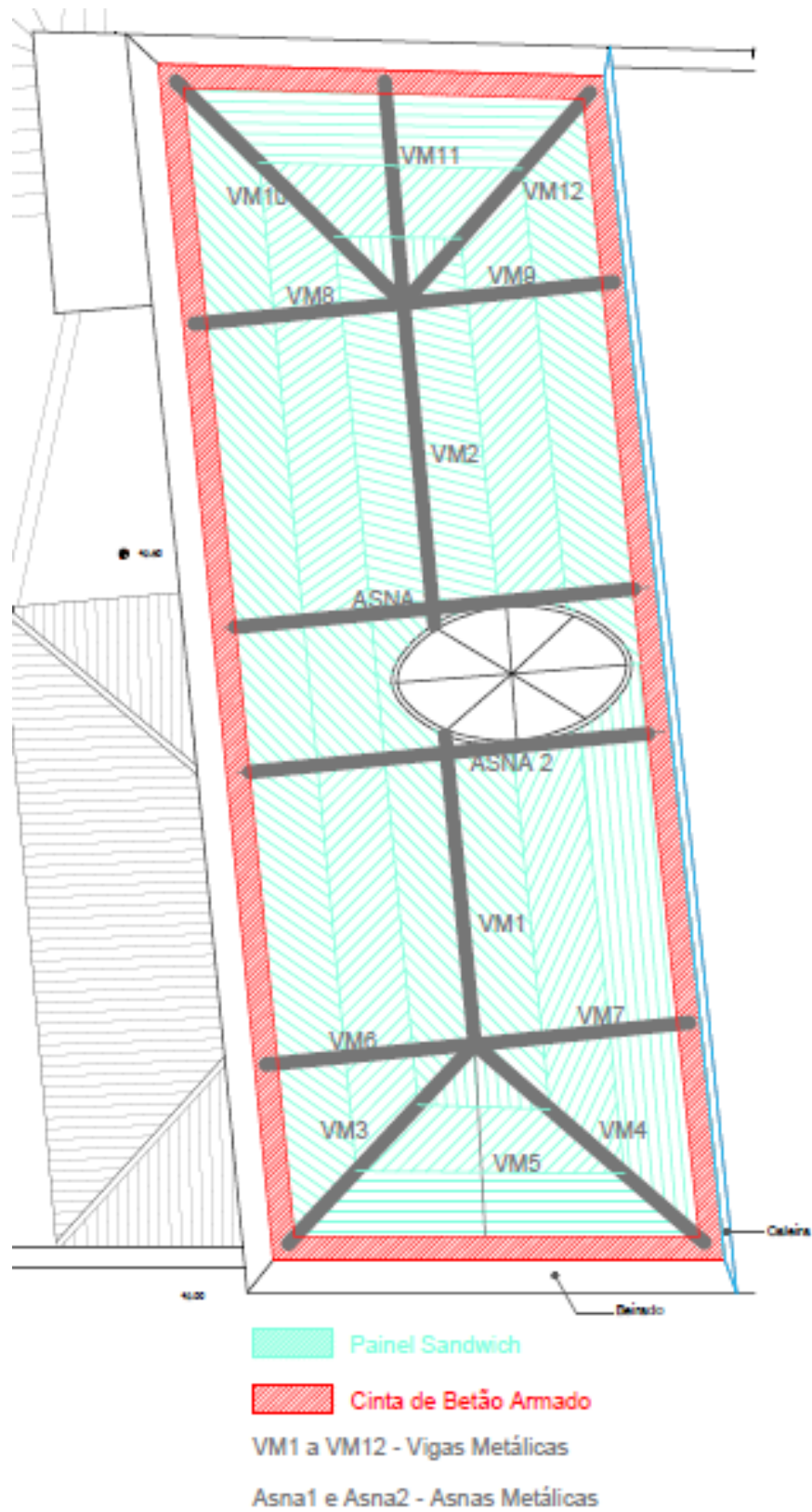


Fig. 6.7 – Esquema Estrutural da Cobertura

7

INSTALAÇÃO DE ÁGUAS E ESGOTOS

7.1. INTRODUÇÃO

O correto dimensionamento da rede de águas é fundamental para evitar que ocorram anomalias desnecessárias, pois o mau dimensionamento destas redes pode ser responsável por infiltrações e a presença de humidade nas construções, que também pode ser prejudicial para a saúde do utilizador. Estas devem ser dimensionadas de forma a garantir um nível de satisfação dos seus sistemas, assegurando a segurança e o conforto do utilizador, e um funcionamento contínuo e seguro.

Este capítulo é dividido em 3 projetos distintos de instalação de águas:

- Projeto de abastecimento de água (7.2);
- Projeto de drenagem de águas residuais (7.3);
- Projeto de drenagem de águas pluviais (7.4).

Para a realização destes projetos foi necessário conhecer a geometria do edifício, as suas características construtivas, as necessidades dos seus ocupantes, as pressões disponíveis no edifício e a implantação da rede de coletores do serviço público.

Em cada subcapítulo, são descritos os princípios de dimensionamento, a respetiva rede e as características dos materiais e as respetivas quantidades necessárias. Para o dimensionamento destes projetos recorreu-se ao *software* CYPE e ao *software* AutoCad. No anexo D estão inseridas as listagens de cálculo obtidas pelo *software* CYPE e os respetivos desenhos das redes.

No presente capítulo apenas se apresenta o projeto de águas para as habitações, não se apresentando o projeto de águas para o restaurante.

7.2. ABASTECIMENTO DE ÁGUAS

É a rede responsável pelo abastecimento de água potável ao utilizador do edifício, e o seu dimensionamento deve ser coordenado com os projetos de estruturas e arquitetura antes apresentados nos capítulos 5 e 6. A rede foi dimensionada de acordo com o regulamento em vigor, e com as necessidades de conforto para o utilizador. Para este estudo deve-se também ter em conta a existência da rede pública, a respetiva localização, e os seus níveis de pressão máxima e mínima (fornecidos pela entidade gestora), o tipo e número de dispositivos de utilização e o grau de conforto pretendido.

7.2.1. DEFINIÇÃO DOS UTILIZADORES

Como já foi referido anteriormente no projeto de arquitetura, o edifício em estudo terá um rés-do-chão destinado a comércio e os restantes 3 pisos destinados a habitação, sendo que cada piso terá duas habitações de tipologia T1, pelo que existem 6 habitações T1. De forma a que a rede dimensionada terá que satisfazer 18 habitantes.

7.2.2. LIGAÇÕES

Os valores que dizem respeito às pressões máxima e mínima nas redes públicas de distribuição de água prediais são disponibilizadas pelas entidades gestoras dos sistemas públicos de distribuição. De acordo com a entidade gestora (Águas Porto) a pressão disponível na rua Ponte Nova é de 0,25 MPa para a pressão dinâmica e de 0,55 MPa para a pressão estática. Esta pressão é para o correto dimensionamento da rede em questão, e varia em função da cota do terreno.

De acordo com o regulamento, os valores de pressão da água devem variar entre 15 e 30 mca, para que se atinja um conforto médio para o utilizador e que haja uma maior durabilidade dos materiais constituintes das redes.

Optou-se por colocar um contador na loja comercial do rés-do-chão, um contador por cada habitação T1 e um contador para a cave, sendo que cada contador contém uma válvula de seccionamento e uma válvula anti-retorno.

7.2.3. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

As tubagens de água fria e de água quente serão em PPR PN10. Optou-se por utilizar o mesmo material para as duas tubagens, porque o PPR é um material adequado para a tubagem de água fria e para água quente, possuindo o isolamento necessário para minimizar as perdas térmicas (para a tubagem de água quente) e para assegurar a sua dessolidarização (para o caso de tubagem de água fria).

Visto que fazer rasgões nas paredes exteriores de pedra seria muito dispendioso, optou-se por embutir as tubagens sempre que possível nos tetos falsos de forma a ocultar as tubagens. Quando tal não for possível as tubagens terão de estar visíveis. As tubagens que terão de ficar visíveis serão em cobre para um melhor aspeto visual. Para minimizar os trabalhos a realizar, a tubagem de água quente acompanhará sempre a tubagem de água fria a uma distância mínima de 5 cm, como solicitado pelo regulamento, sendo que esta deverá ser corretamente isolada de forma a evitar perdas térmicas.

Para assegurar o isolamento da instalação do espaço sanitário da cozinha, das máquinas de lavar, das bacias de retrete e do sistema de aquecimento de água sanitária, devem ser colocadas válvulas de seccionamento, quer nas redes de água quente quer nas redes de água fria, de maneira a que ocorra um normal funcionamento das redes sanitárias.

Os caudais instantâneos considerados para cada aparelho são os que contam do Anexo do Regulamento Nacional (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 – Caudais Instantâneos

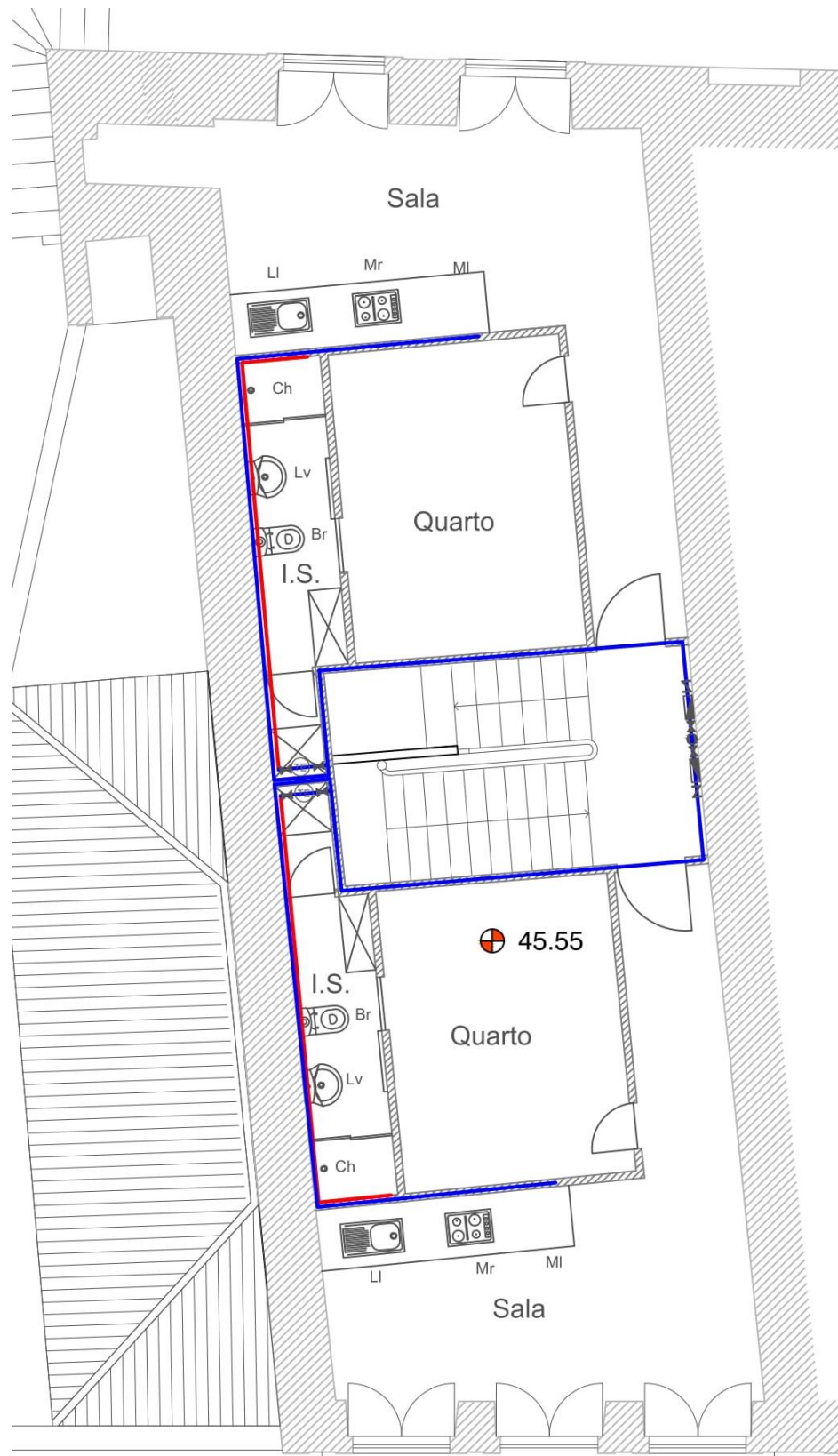
Ponto de Utilização	Q(L/s)
Autoclismo de Bacia de Retrete (Br)	0.10
Banheira (Ba)	0.25
Bidé (Bd)	0.10
Boca de Rega ou Lavagem (Br)	0.45
Lavatório Individual (LI)	0.10
Máquina de Lavar a Louça (MI)	0.15
Máquina de Lavar a Roupa (Mr)	0.20
Pia Lava-Louça (LI)	0.20

O dimensionamento deve ser feito de maneira a que não se atinja uma velocidade excessiva e/ou pressões elevadas, pois estes poderão originar fontes de vibração que se propagam pela água e tubagens, e consequentemente causar desconforto ao utilizador. Desta forma, é necessário limitar a velocidade da água num intervalo entre 0,5 e 2 m/s , e os níveis de pressão deverão manter-se entre 15 mca e 30 mca.

Como já aqui foi referido, cada piso possui dois apartamentos de tipologia T1, sendo que cada apartamento é equipado com uma casa de banho e uma cozinha. As redes de abastecimento nos apartamentos são iguais em relação ao desenho da rede. A rede de abastecimento entra pela área comum do piso. Esta liga-se então a um ramal de ligação embutido no teto falso e até ao arrumo da instalação sanitária. É neste arrumo que se vai proceder à instalação do termoacumulador para aquecimento de águas quentes. Depois, a tubagem sobe pelo ramal de ligação até à casa de banho, onde abastece a bacia de retrete, o chuveiro e o lavatório individual. A ligação do ramal que se encontra embutido no teto falso prolonga-se até à cozinha, abastecendo uma misturadora lava-louça, uma máquina de lavar a louça e uma máquina de lavar a roupa.

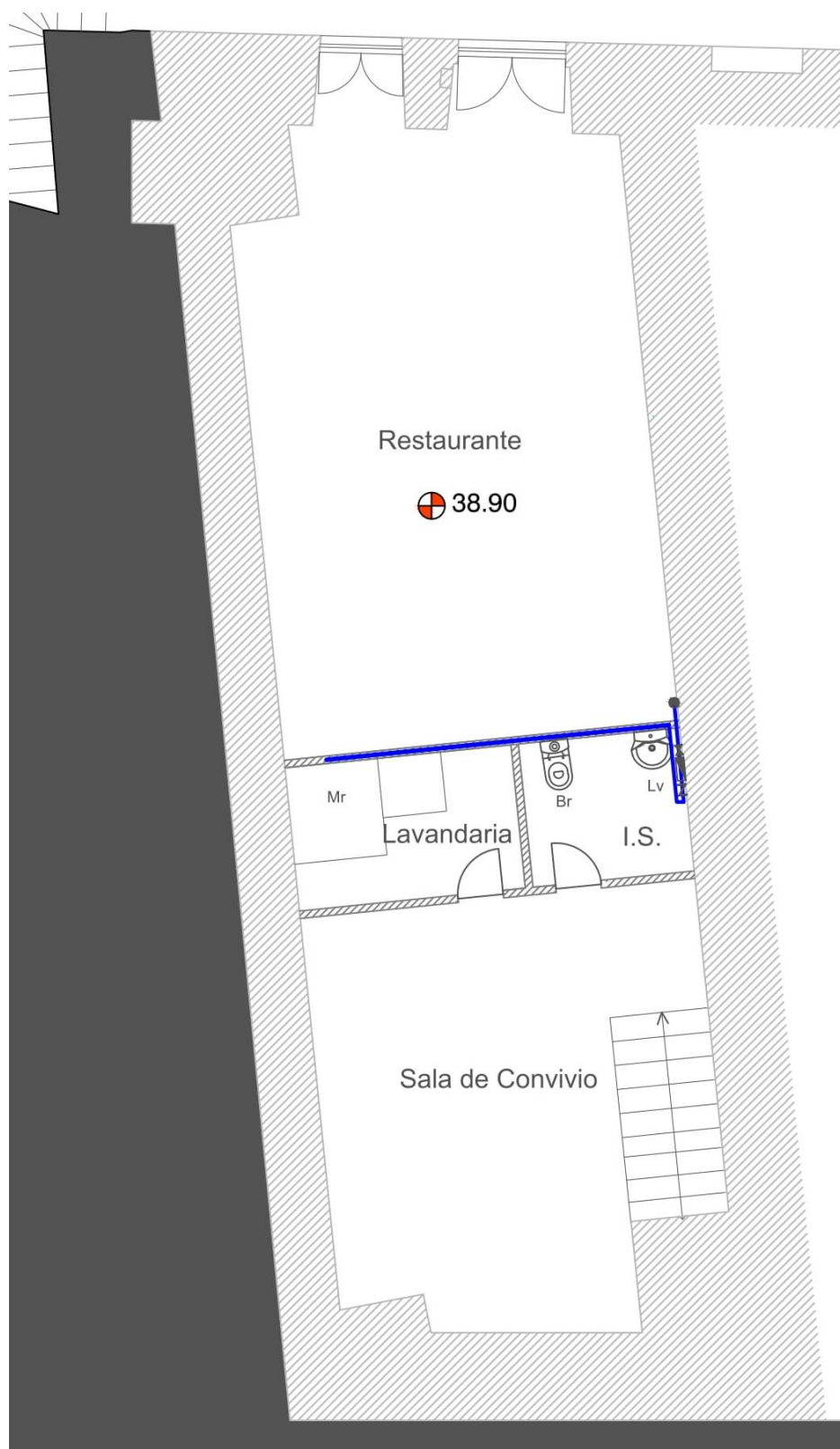
A rede de abastecimento prolonga-se até à cave, para que a bacia de retrete, o lavatório individual e a máquina de lavar a roupa industrial possam ser abastecidos. Na rede de abastecimento da cave apenas existe água fria.

As figuras 7.1 e 7.2 representam o esquema geral da rede de abastecimento de águas no primeiro piso e na cave, respetivamente.



Piso 1

Fig. 7.1 – Desenho da rede de abastecimento de água do piso 1



Piso -1

Fig. 7.2 – Rede de Abastecimento de água da cave

7.2.4. SÍNTESE

Depois de desenhar o traçado da rede, com o auxílio do *software* CYPE, procedeu-se ao dimensionamento da rede, de maneira a determinar a quantidade de material necessário, assim como os elementos necessários. Na tabela 7.2 é apresentada a quantidade de tubagens necessárias do material por diâmetro e o número de peças sanitárias necessárias.

Tabela 7.2 – Quadro Resumo do Material Necessário para Abastecimento de Água

Tubos de Abastecimento de Água	
Referência	Comprimento (m)
PPR Ø15	42.55
PPR Ø20	64.09
PPR Ø25	106.03
PPR Ø32	6.55
PPR Ø40	16.08
COBRE Ø12	48.70
COBRE Ø16	25.51
Débitos	
Referência	Quantidade
Máquina de Lavar Roupas Industrial	1
Lavatório Individual	1
Autoclismo de Bacia de Retrete	7
Máquina de Lavar Roupas	6
Máquina de Lavar Louça	6
Pia Lava-Louça com Misturadora	6
Chuveiro Individual com Misturadora	6
Lavatório Individual com Misturadora	6
Elementos	
Referência	Quantidade
Válvula de Seccionamento	19
Contador	7
Válvula de Retenção	6
Termoacumulador Elétrico	6
Válvulas de Consumo	20

7.3. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

Neste subcapítulo apresenta-se o dimensionamento das redes interiores de drenagem de águas residuais. O projeto da rede de drenagem de águas residuais, deve ser desenvolvido de forma a garantir a captação e a condução das águas prediais aos coletores e posteriormente às redes de tratamento das águas.

Na conceção deste projeto, devem-se ter em conta os seguintes aspetos:

- Adotar um sistema de ventilação, que impeça a existência de cheiros indesejáveis;
- Dimensionar a rede de modo a obter o grau de conforto pretendido, de modo a que os ruídos provenientes das tubagens sejam baixos;
- Assegurar que a rede está dimensionada de maneira a não acontecerem contaminações na rede de distribuição de água para consumo humano;
- Garantir uma rede que seja de fácil acessibilidade e desobstrução, de maneira a garantir o rápido escoamento das águas residuais, adotando um correto traçado e escolha da localização dos equipamentos;
- Decidir onde localizar o ponto de ligação à rede pública, pois é um dado imposto pela rede pública, constituindo assim uma condicionante para o dimensionamento da rede;
- Conhecer e identificar a rede pública no local, no sentido de conhecer o sentido de escoamento e a topografia do arruamento.

7.3.1. LIGAÇÕES

A rede em questão, inicia-se por ramais de descarga individuais e coletivos, que são ligados aos tubos de queda. No caso do R/C, os ramais de descarga são diretamente ligados aos coletores prediais. Os ramais de descarga presentes na cave são ligados até uma caixa de bombagem que se encontrará fixada no teto da cave. Os resíduos bombados são conduzidos até aos coletores prediais. Assim será adotado um sistema misto, em que a recolha de águas dá-se a um nível superior da soleira da câmara de ramal ligação por meio da gravidade para os pisos de habitação e a um a nível inferior por bombagem para a zona da cave.

Os tubos de queda foram dimensionados de maneira a que se possa assumir uma ventilação do tipo primária. Os coletores prediais, estabelecidos no R/C, são conduzidos para outro coletor indicado pela entidade gestora. Esta ligação dá-se na Câmara de Ramal de Ligação, a uma profundidade de -1,70 m (informação fornecida pela entidade gestora). A esta câmara de ligação também se faz a ligação do ramal de descarga que provém da caixa de bombagem.

7.3.2. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

É necessário ter particular atenção, à escolha do material, de forma a escolher um material que contenha um polímero que se adeque á temperatura da água a transportar. No presente projeto, optou-se por escolher tubos em PVC (Policloreto de Vinilo).

a) Ramais de descarga

Os ramais de descarga individuais são os tubos responsáveis por conduzir os esgotos efluentes provenientes dos aparelhos sanitários (lavatórios, bidés, banheiras, máquina de lavar roupa e ralo) até às caixas de reunião. Estes serão executados em PVC rígido, na classe de pressão PN10, com os diâmetros constantes do mapa de cálculo em anexo (Anexo D). Os dos ramais de descarga responsáveis por levar as águas residuais provenientes das máquinas de lavar louça e/ou do lava-

loijas terão de ser, no entanto executados em PVC de classe de pressão PN16, para terem capacidade de absorverem a temperatura das águas de descarga mais elevadas.

Os ramais de descarga provenientes da bacia de retrete são uma exceção, pois estes devem ser diretamente ligados ao tubo de queda ou coletor predial, o que implica a existência de dois tubos de queda e de dois coletores prediais, um para a recolha de águas negras (provenientes da bacia de retrete) e outro para recolha de águas de sabão. De acordo com a tabela 7.3, adotar-se-á um diâmetro igual a 90 mm para o ramal de descarga (diâmetro mínimo).

Tabela 7.3 – Diâmetros mínimos dos ramais de descarga

Aparelho	Sigla	Diâmetro mínimo de Ramal de Descarga (mm)
Lavatório	Lv	40
Bidé	Bd	40
Banheira	Ba	40
Chuveiro	Ch	40
Bacia de Retrete	Br	90
Pia Lava-Louça	LI	50
Máquina Lava-Louça	MI	50
Máquina Lava-Roupa	Mr	50

De forma a evitar a existência de maus cheiros todos os aparelhos sanitários devem possuir um sistema de sifonagem, o mais próximo possível do respetivo aparelho, sendo que o mesmo diâmetro não deve ser inferior aos indicados na tabela 7.4.

Tabela 7.4 – Diâmetros mínimos dos sifões

Aparelho	Diâmetro Mínimo (mm)	Fecho Hídrico (mm)
Lavatório	30	50
Bidé	30	50
Banheira	30	50
Chuveiro	30	50
Bacia de Retrete	Incorporado	50
Pia Lava-Louça	30	50
Máquina Lava-Louça	30	50
Máquina Lava-Roupa	30	50

Os ramais de descarga coletivos são aqueles que conduzem as águas residuais desde a caixa de reunião até ao tubo de queda, se este se encontrar no rés-do-chão, ou até aos coletores prediais se os ramais se localizarem em pisos superiores do rés-do-chão. O diâmetro destes ramais nunca poderá diminuir no sentido do escoamento, pelo que se deverá manter o diâmetro se possível ou aumentar o valor deste.

b) Tubos de queda

Como dito anteriormente, os tubos de queda são canalizações verticais que conduzem as águas provenientes dos ramais de ligação até ao coletor predial. A ligação entre os ramais e o tubo de queda é realizada através de forquilhas. Estes serão fixados à parede através de abraçadeiras, e na base deste tubo deverá ser efetuado um reforço das curvas de forma a evitar possíveis fissuras devido ao impacto das descargas. Deve proceder-se ao correto dimensionamento do tubo de queda, tendo em atenção o cumprimento das taxas de ocupação, para evitar a eclosão de ruídos, entupimentos e destruição dos fechos hídricos dos sifões.

A escolha do material também deverá ser ponderada, com características absorventes com paredes não muito finas de maneira a evitar a produção de ruídos. Estes tubos serão isolados com um material isolante, com o intuito de absorver ruídos que esta conduta possa gerar. Os tubos serão executados em PVC rígido, para uma pressão de serviço de PN10.

A figura 7.3 representa o esquema geral do saneamento do edifício para o piso 1. Os restantes pisos apresentam um traçado da rede muito idêntica.

c) Coletores Prediais

É a tubagem horizontal responsável por conduzir as águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramais de descarga e de condutas elevatórias existentes, até à rede pública. Os coletores prediais serão colocados no teto falso da cave, de maneira a que as águas residuais provenientes dos aparelhos sanitários e da máquina de lavar a roupa possam ser drenadas para este, com o auxílio de uma bomba. A bomba drena estas águas para a caixa de ramal de ligação que se encontra a uma cota de 1,70m. No entanto as águas residuais provenientes dos pisos elevados serão conduzidas até à câmara ramal de ligação por gravidade, pelo que existirão dois coletores distintos ao nível do teto da cave. Estes serão executados em PVC rígido, com uma classe de pressão PN10, com as inclinações especificadas no respetivo mapa de cálculos, que se encontra no anexo D.

A ligação à rede pública de saneamento faz-se através da câmara ramal de ligação, que se situa na Rua Ponte Nova e cuja profundidade é de 1,70m.

d) Bomba

Foi necessário colocar uma bomba na cave para drenar as águas residuais provenientes da instalação sanitária e da lavandaria. Visto que a caixa da rede pública se encontra a uma cota de -1.70m, torna-se impossível drenar os resíduos por gravidade, pelo que os resíduos serão elevados com o auxílio de um grupo elevatório.

Neste tipo de sistema é muito importante utilizar um sistema de sifonagem invertida, para que fique impossibilitada a inversão do escoamento, quando o grupo de elevação se encontre desligado.

A bomba localiza-se na cave, mais precisamente no teto da cave para que os resíduos afluentes dos ramais de descarga provenientes da lavandaria e da instalação sanitária, possam ser bombados até ao coletor predial, visto que estes não podem ser descarregados por gravidade.

A figura 7.4 representa o esquema de drenagem de águas residuais na cave, com a localização dos coletores e da bomba elevatória.

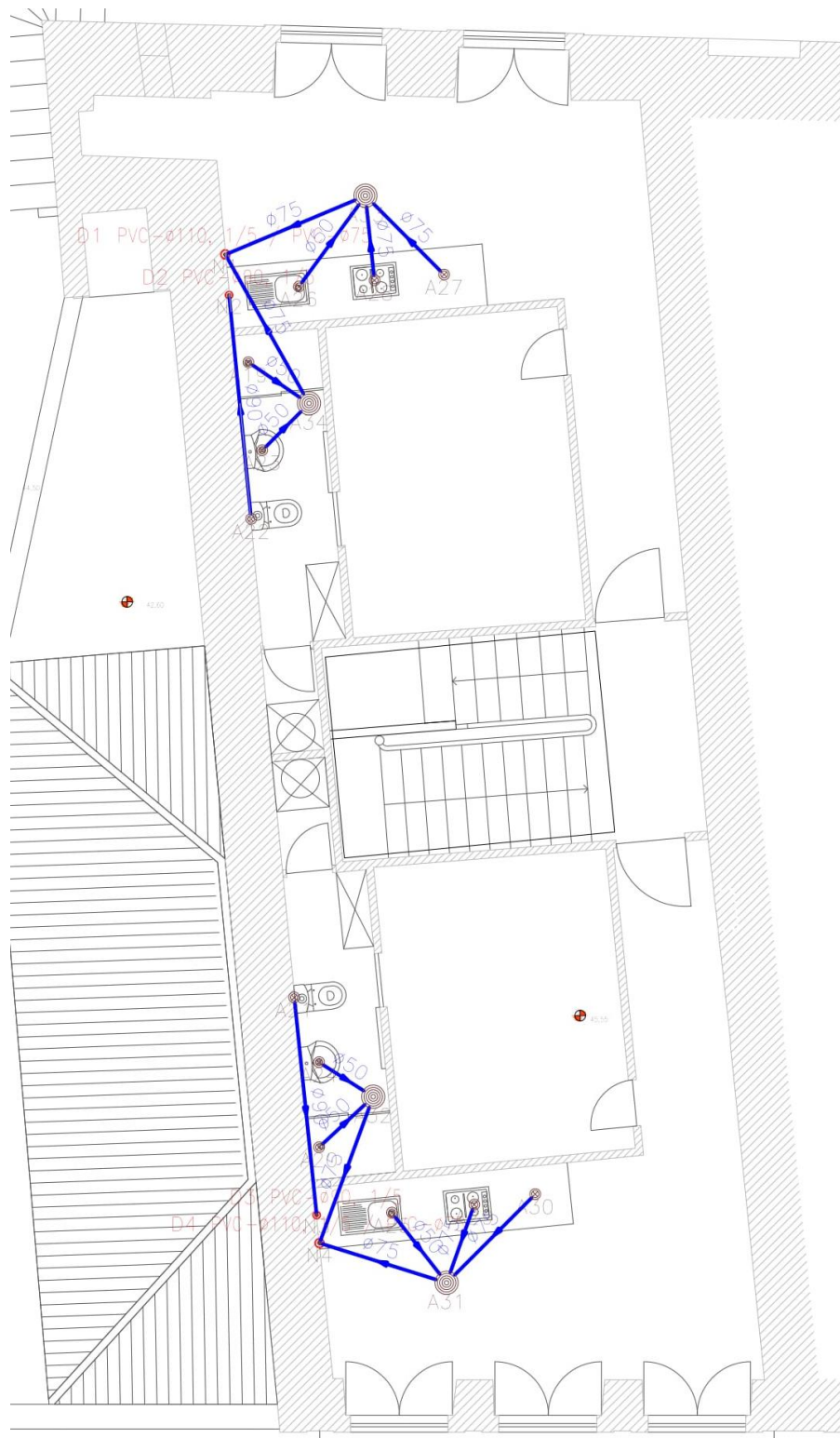


Fig. 7.3 – Esquema da Rede de Drenagem de Águas (Piso 1)

Fig. 7.4 – Desenho da Rede de Drenagem de Águas Residuais (Cave)

A figura 7.5 representa a planta fornecida pelas águas do Porto com a indicação da profundidade da CRL.



Fig. 7.5 – Planta fornecida pelas Águas do Porto

7.3.3. SÍNTESE

Com recurso ao *software* CYPE, procedeu-se ao dimensionamento da rede, sendo depois possível determinar a quantidade de material necessário. A tabela 7.5 apresenta a quantidade de tubagens necessárias e as peças necessárias, apenas para a habitação.

Tabela 7.5 – Quadro Resumo do Material Necessário para Drenagem de Águas Residuais

Tubos de Águas Residuais	
Referência	Comprimento (m)
PVC Ø50	23.24
PVC Ø75	42.77
PVC Ø90	42.74
PVC Ø110	45.82
PVC Ø125	4.28
Colunas de Ventilação Primária	
Referência	Quantidade
PVC Ø90	13.00
PVC Ø110	13.00
Colunas de Ventilação Secundária	
Referência	Quantidade

PVC Ø75	20.80
Descargas	
Referência	Quantidade
Máquina de Lavar Roupa	6
Bacia de Retrete	7
Lavatório Individual	6
Chuveiro	7
Máquina de Lavar Roupa	6
Máquina de Lavar Louça	6
Maquina de Lavar Roupa Industrial	1
Caixas de Visita e Bocas de Limpeza	
Referência	Quantidade
Bocas de Limpeza	5
Caixas de visita	2
Instalações Elevatórias	1
Caixa	9

7.4. DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Em casos de reabilitação, o sistema de drenagem de águas pluviais deverá ser realizado de acordo com o tipo de intervenção. A conceção destas redes é sempre condicionada pelas características dos edifícios e pela rede predial existente. Neste caso em estudo, vão ser mantidas as ligações existentes, pelo que a reabilitação deste sistema apenas vai incidir na substituição de todos os componentes por material novo de modo a garantir a eficácia do sistema.

7.4.1. DADOS DE PRECIPITAÇÃO

As águas pluviais resultam essencialmente da precipitação atmosférica. Na conceção do sistema responsável pela condução destas águas deve-se ter em conta as áreas de cobertura que drenam as águas superficiais, o coeficiente de escoamento e a intensidade de precipitação, que dependerá da localização e do tempo de retorno.

Para a determinação da precipitação deverá recorrer-se às curvas de intensidade/duração/frequência, de forma a retirar dados referentes à intensidade média máxima de precipitação. Segundo o artigo 210.º do regulamento geral, o período de retorno mínimo a considerar no dimensionamento da rede predial de drenagem pluvial deve ser de 5 anos.

- Tempo de Concentração (t_p): $t_p = 10 \text{ minutos}$
- Período de Retorno (T): $T = 5 \text{ anos}$
- Região Pluviométrica: Região A

A intensidade média máxima de precipitação a considerar, de acordo com a fórmula que o regulamento geral preconiza, será:

$$I = a \times t_p^b (\text{mm/h, min}) \Leftrightarrow I = 259,26 \times 10^{-0.562} \Leftrightarrow I = 71,08 \text{ mm/h} \quad (7.1)$$

Em que a e b para a região do Porto e para um período de retorno de 5 anos, tomam os seguintes valores 259,26 e -0,562, respetivamente.

7.4.2. LIGAÇÕES

A rede de drenagem de águas pluviais deve ser estanque, resistente a condições climatéricas adversas, e deve permitir uma fácil desobstrução e limpeza. Esta rede é estabelecida através de caleiras e algerozes destinados a conduzir as águas de precipitação aos ramais de descarga ou até aos tubos de queda. Estes transportam a água recolhida das caleiras até ao coletor predial ou valeta.

Os coletores prediais foram estabelecidos no terreno do rés-de-chão num ponto exterior ao edifício.

7.4.3. MATERIAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

a) Caleiras, ralos ou grelhas

Estes dispositivos destinam-se à recolha das águas resultantes da precipitação atmosférica ou de lavagens de pavimento, e são dimensionados de acordo com o caudal a drenar, que tem de ter em consideração a localização do edifício, da área de cobertura a drenar e o coeficiente de escoamento.

Para o cálculo destes caudais, recorreu-se ao Método Racional:

$$Q = C \times I \times A \quad (7.2)$$

Onde:

Q – Caudal de cálculo da secção em estudo (l/min);

C- Coeficiente de escoamento;

I – Intensidade de Precipitação (l/min^2);

A – Área da secção em estudo (m^2).

Para um período de retorno de 5 anos, considerou-se um tempo de precipitação de 10 minutos, chegando a um valor de $1,75 \text{ l/min.m}^2$

Para este dimensionamento, considerou-se que:

- A altura da lâmina líquida máxima seria de 7/10 da altura da caleira;
- Em ralos e grelhas, considerou-se uma área útil de 1,5 vezes a área do respetivo ramal de descarga, tubo de queda ou coletor predial;
- Os descarregadores de superfície ou orifícios de descarga, devem ser dotados de acordo com as características da cobertura em que estejam inseridos; Caso ocorra algum excedente de precipitação ou algum tipo de entupimento no sistema, o transbordo de água não deve acontecer para o interior da habitação.

É importante referir que a inclinação das caleiras poderá variar entre 2 e 15 mm/m. No entanto é aconselhável que estes valores variem num intervalo entre 5 e 10 mm/m.

O material a utilizar para estes condutores/caleiras é o PVC rígido, PN10.

b) Ramais de descarga

Os ramais de descarga são os tubos responsáveis por conduzir a água recolhida pelas caleiras, talos ou grelhas de água até aos tubos de queda, coletores prediais ou caixas de inspeção. Estes tubos também serão em PVC rígido, PN 10.

c) Tubos de queda

Trata-se da canalização que aglutina as águas provenientes das caleiras e as transporta para o coletor predial.

A partir das áreas a drenar foi possível proceder ao cálculo do diâmetro dos tubos de queda de águas pluviais, admitindo que a altura da lâmina líquida acima do tubo de queda é de 15mm, e como entrada aresta viva. Segundo o regulamento geral, o diâmetro mínimo estabelecido para estes tubos é de 50 mm, e deve-se dimensionar para a situação mais desfavorável e adotar um diâmetro único em todo o seu desenvolvimento.

Estes tubos serão executados em P.V.C. rígido, para uma pressão de serviço de PN 10, sendo dotados de juntas de dilatação convenientemente localizados e fixadas às paredes através de braçadeiras.

Na figura 7.6 pode observar-se o esquema da rede de drenagem das águas pluviais, evidenciando a posição das caleiras e dos tubos de queda, assim como as áreas utilizadas para o dimensionamento desta rede.

Efetuada o dimensionamento no *software* CYPE, obtiveram-se 4 tubos de queda iguais com diâmetro de 75 mm. Decidiu-se colocar tubos de diâmetro 90 mm por questões estéticas e de segurança adicional em termos de escoamento.

d) Coletores Prediais

Os coletores prediais são responsáveis por recolher as águas provenientes do tubo de queda e as conduzir até à câmara de ramal de ligação. Para o dimensionamento destes coletores, recorreu-se à fórmula de Manning-Strickler, usando os caudais calculados no ponto 7.4.3.

Os coletores prediais serão executados enterrados no R/C, para a drenagem das águas pluviais recolhidas acima ou ao mesmo nível dos arruamentos exteriores. Para fixar os coletores, devem utilizar-se abraçadeiras e juntas de dilatação, sendo que esta localização dever ser feita de forma criteriosa. É necessário também instalar bocas de varejamento e limpeza no desenvolvimento dos troços do coletor para manutenção, verificação e limpeza.

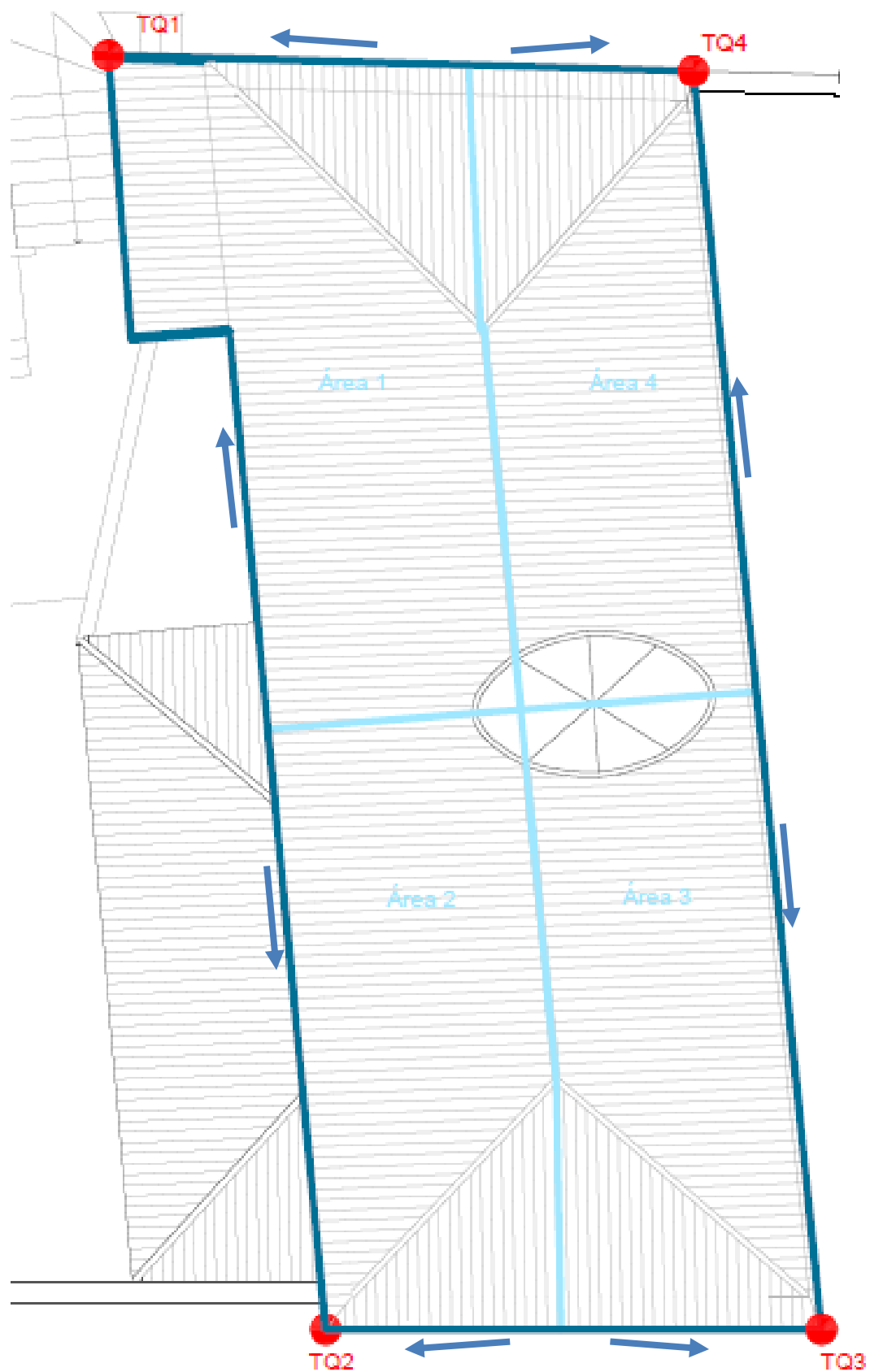


Fig. 7.6 – Esquema de Drenagem de Águas Pluviais

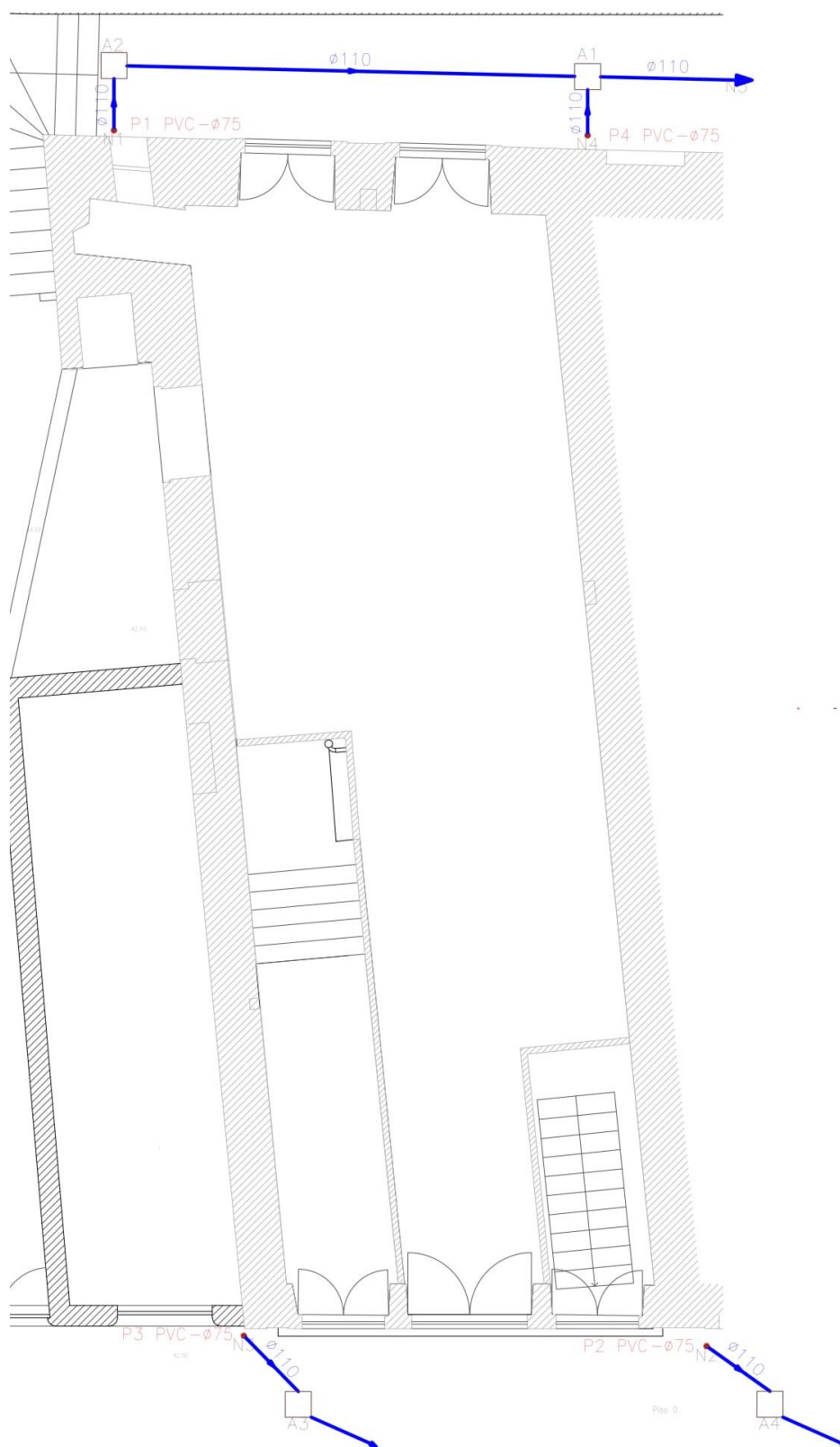


Fig. 7.7 – Esquema de Drenagem de Águas Pluviais (Cave)

7.4.4. SÍNTESE

Após realizar-se o dimensionamento da rede com a ajuda do *software* CYPE, é possível determinar qual a quantidade de tubagens necessária. A tabela 7.6 apresenta assim o material necessário e as respetivas quantidades.

Tabela 7.6 – Quadro Resumo do Material Necessário para a Drenagem de Águas Pluviais

Tubos de Águas Pluviais	
Referência	Comprimento (m)
PVC Ø50	0.68
PVC Ø75	62.00
PVC Ø110	14.25
Caleiras Semicirculares	
Referência	Quantidade
Semicircular – Ø90	54.41
Caixas de Visita e Bocas de Limpeza	
Referência	Quantidade
Caixas de visita	4

8

SUGESTÕES DE PORMENORIZAÇÃO E DE MELHORIA CONSTRUTIVA

8.1. INTRODUÇÃO

Com o decorrer dos tempos, as exigências de conforto foram aumentando por partes dos cidadãos, pelo que os níveis de exigências funcionais são agora mais severos em comparação com os níveis da altura em que o edifício foi concebido.

Assim, a reabilitação de edifícios tem por objetivo resolver as anomalias construtivas presentes no edifício, mas também tem a intenção de melhorar o desempenho local ou geral do edifício. É então necessário definir um conjunto de operações orientadas no sentido de aumentar os níveis de qualidade do edifício.

Por estas razões, apresenta-se neste capítulo um conjunto de sugestões de melhoria a realizar no edifício ao nível Acústico, Térmico, de Ventilação e de Segurança Contra Incêndios.

8.2. CONFORTO TÉRMICO

Os edifícios antigos apresentam uma grande deficiência em termos térmicos, não satisfazendo questões de conforto no Inverno. No entanto, no Verão o conforto exigido é respondido de forma satisfatória. Isto deve-se principalmente à grande espessura das pedras exteriores de pedra, responsável pelo aumento do valor da inércia térmica. Consequentemente há um aumento do gradiente térmico entre a temperatura exterior e interior, dando a sensação de conforto ao utilizador. No entanto no Inverno, como as casas não eram aquecidas, não era possível tirar partida da inércia térmica, conferindo desconforto ao utilizador, [3].

A melhoria do desempenho térmico da envolvente implica menores gastos por parte dos consumidores na fatura energética anual, bem como a diminuição do risco de ocorrência de patologias de carácter higrotérmico, pelo que se recomenda a otimização dos seguintes parâmetros:

- **Coeficiente de Transmissão Térmica(U):**

O coeficiente de transmissão térmica de um dado elemento é a quantidade de calor que atravessa esse elemento, por unidade de tempo e superfície, quando sujeito a um gradiente unitário de temperatura entre os ambientes que os separam;

- **Inércia Térmica Interior (I_t):**

A inércia térmica de um dado edifício é a capacidade que o mesmo tem de armazenar e restituir o calor; Esta depende da massa superficial útil, por unidade de área de pavimento, do conjunto dos elementos de construção em contato com o ar interior da fração, ou seja, é a capacidade que o edifício tem em manter uma temperatura amena e homogénea, dando um maior conforto ao utilizador;

- **Fator Solar ($g_{\perp}$):**

É o fator que define a relação entre a energia solar transmitida para o interior e a radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado, [1].

Assim a proposta de intervenção foca-se principalmente no reforço das características do isolamento térmico da envolvente das frações autónomas (paredes, pavimentos e tetos) de maneira a diminuir o coeficiente de transmissão térmica (U), e num reforço ao nível dos vãos envidraçados, de maneira a controlar os ganhos solares.

Nesta análise deve ter-se em conta a escolha de soluções que minimizem as situações patológicas nos elementos de construção, em que a causa seja condensações internas ou externas, pondo em causa a durabilidade dos materiais de construção e a qualidade do ar interior.

8.2.1. PAREDES EXTERIORES

Para o reforço das fachadas exteriores, podem-se apresentar 3 soluções distintas:

- Aplicação de uma camada isolante térmica pelo exterior;
- Aplicação de uma camada isolante térmica pelo interior;
- Injeção de um enchimento térmico na caixa de ar de paredes duplas.

Na escolha da solução, tiveram-se em conta as soluções construtivas presentes no edifício. Como as paredes exteriores são todas paredes maciças de pedra de granito, não possuindo uma caixa de ar, a terceira opção é impossível de aplicar neste edifício.

O isolamento térmico pelo exterior apresenta mais vantagens do que a aplicação do isolamento térmico pelo interior, no entanto nem sempre é possível adotar a primeira opção, por questões arquitetónicas, [2].

No caso da fachada principal e traseira optou-se por não se colocar nenhum tipo de isolamento. Embora a escolha de não usar qualquer tipo de isolamento térmico piore a capacidade térmica do edifício e consequentemente piore a classe térmica, a aplicação do isolamento térmico pelo exterior implicaria a descaraterização do edifício, e por sua vez a adoção do isolamento interior, implica à:

- Perda de área útil;
- Aumento da probabilidade de ocorrências de condensações internas, e consequentemente do aumento do risco de ocorrências de anomalias devido à presença de água;
- Necessidade de realizar remates;
- Existência de pontes térmicas lineares.

Assim, as paredes destas fachadas apenas irão receber um revestimento interior na parede de pedra de gesso mais carbonato de cálcio, e o revestimento exterior.

No entanto, para a empena, optou-se por colocar isolamento térmico pelo exterior. A solução a usar será o sistema ETICS (ver figura 8.1). Nesta fachada é possível usar esta solução, por não ter elementos arquitetónicos a preservar nem elementos salientes.

Este sistema caracteriza-se por o isolamento térmico envolver toda a parede exterior e não possuir caixa de ar. É uma solução que consiste na aplicação de placas rígidas de isolamento térmico que são fixadas à parede exterior por colagem e/ou fixação mecânica, sendo posteriormente protegidas por um reboco armado duro e resistente.

Como o isolamento é realizado de forma contínua, envolvendo toda a parede e eliminando todas as pontes térmicas, não é necessário proceder a remates.

Visto que este tipo de isolamento acrescenta uma certa espessura, para realizar o acabamento da fachada, optou-se por utilizar pedra (cantaria) nos cantos das fachadas (enchimento).

8.2.2. PAVIMENTOS

Nas medidas de melhoria de conforto térmico, é fundamental intervir nos pavimentos, principalmente nos pavimentos que estão em contato direto com o exterior ou com espaços não-aquecidos e pavimentos em contato com o solo (Pavimentos Têrreos).

Dependendo da localização do isolamento térmico no pavimento, existem três soluções para o reforço do isolamento térmico:

- Isolamento térmico inferior;
- Isolamento térmico intermédio;
- Isolamento térmico superior.

As soluções de isolamento inferior são sempre preferíveis em relação às soluções com isolamento superior, por serem mais eficientes do ponto de vista térmico, mas também por terem um menor custo e permitirem uma mais fácil aplicação. No entanto, a aplicação deste sistema implica a redução do pé-direito do espaço subjacente, o que não será uma condicionante para o caso em estudo, visto que as alturas dos pisos são por volta dos 3,00m, [2].

Em relação, aos pavimentos em contato com o solo deverão ser impermeabilizados e isolados termicamente, para evitar que a água proveniente do solo ascenda e para evitar as trocas de calor com o solo. Desta maneira, sugere-se a solução representada na figura 8.4.

Por sua vez, os pavimentos em contato com espaços úteis não necessitam de ser impermeabilizados, mas não deixam de necessitar de aplicação de isolamento térmico. Para os pavimentos correntes, sugere-se adotar a solução de teto falso, que permite colocar o isolamento térmico no tardo do teto falso, ver figuras 8.3 e 8.4.

8.2.3. COBERTURA

A cobertura é o elemento que está sujeito às maiores amplitudes térmicas. É responsável por uma grande perda de energia, por esta razão é um dos elementos da envolvente que mais condiciona o desempenho térmico, pelo que o seu estudo é importante.

Na estação de aquecimento pretende-se evitar as fugas de calor da habitação para o exterior, e na estação de arrefecimento há uma preocupação em evitar o sobreaquecimento das coberturas e a transmissão de calor para o interior, proveniente do exterior. Portanto, esta deve ser corretamente isolada de maneira a evitar trocas de calor com o exterior e devidamente estanque, para evitar ocorrências de anomalias, devido à presença de água.

Esta cobertura trata-se de uma cobertura com desvão útil, portanto terá que ser devidamente isolada para conferir conforto térmico aos utilizadores. Como já foi referido no capítulo 6, o isolamento da cobertura

será realizado com chapas de sandwich metálicas, sendo que estas assentarão sobre as vigas metálicas. (ver figura 6.6)

8.2.4. CAIXILHARIAS

A reabilitação térmica nas caixilharias tem como por objetivos: reforçar o isolamento térmico do edifício; melhoria da ventilação natural reduzindo as infiltrações de ar não controladas; aumentar os ganhos solares na estação de aquecimento; reforçar a proteção da radiação solar durante a estação de arrefecimento.

Como já foi referido no Capítulo 4, as caixilharias serão substituídas, mas mantendo o aspeto anterior. No entanto também devem garantir o bom comportamento face às exigências, pelo que estas devem ser devidamente classificadas ou sujeitas a ensaios para avaliação do seu desempenho.

As portadas interiores serão substituídas por umas novas, mantendo assim a proteção interior. Embora a proteção solar pelo exterior seja mais vantajosa em relação aos ganhos solares em relação aos vãos envidraçados, este tipo de proteção poderia descaracterizar o exterior do edifício, optando-se assim pela proteção interior.

8.3. CONFORTO ACÚSTICO

As melhorias das condições acústicas são fulcrais, não só por se tratar de um edifício antigo, em que no seu dimensionamento as condições de conforto acústico não foram tidas em consideração, mas também por se tratar de um processo de reabilitação que envolve várias frações autónomas destinadas à habitação. Por esta razão, é necessário definir um conjunto de medidas no sentido de aumentar a qualidade acústica, promovendo um maior conforto e privacidade ao utilizador.

Na maioria dos edifícios antigos, o maior problema em termos acústicos, é a propagação de ruídos de condução aérea, principalmente segundo a vertical. Esta propagação dá-se através dos pavimentos de madeira, com soalho assente sobre vigas resistentes.

Desta forma, sugere-se proceder a uma correção nas situações de menor desempenho acústico, que poderá passar pela duplicação do elemento horizontal em toda a área do pavimento. Esta solução traduz-se na construção de um teto falso, com reduzida permeabilidade ao ar e com incorporação de um material absorvente.

Esta solução implica um espaçamento entre o teto falso e a face inferior do pavimento pré-existente, e consequentemente uma redução do pé-direito. O que não constituirá um problema para este caso, porque as alturas dos pisos são da ordem dos 3,00m.

De maneira a que o desempenho acústico de pavimento em relação a sons aéreos e também o desempenho dos sons de percussão melhore, propõe-se também a aplicação de um material de piso resiliente, como o piso flutuante (ver figura 8.3).

Como a rede de abastecimento de água é uma rede que funciona com pressão, esta poderá produzir alguns ruídos, pelo que a tubagem horizontal desta rede deverá ser devidamente isolada com coquilha isolante em todo o percurso da tubagem.

No entanto, o estudo do pavimento que separa o rés-do-chão e o primeiro andar, deverá ser mais cuidado, por existir uma zona de restauração (atividade ruidosa). A solução usada será igual ao pavimento corrente, embora esta solução deve ter um maior reforço em termos de isolamento térmico/acústico,

possuindo na mesma um isolamento de lã de rocha (em manta) e duas placas de gesso cartonado. No entanto, também possuirá lã de rocha em placas semirrígidas, que serão apoiadas em cantoneiras metálicas, e estas serão fixadas às vigas de madeira (ver figura 8.5).

As paredes exteriores também podem contribuir para o fraco desempenho acústico, pelo que também devem ser reforçadas ao nível acústico.

Muitas das vezes, o fraco desempenho acústico das fachadas deve-se ao fraco isolamento dos vãos exteriores, pelo que a melhoria acústica das fachadas passa pelo reforço ou substituição de portas, caixilharias e vidros. Desta forma, na substituição das caixilharias é necessário ter atenção ao isolamento sonoro desta, e usar a solução de vidro duplo e caixilharia certificada de boa qualidade. Em relação às portas exteriores, estas também são uma questão muito relevante no isolamento acústico de fachadas, por serem responsáveis pelo aumento do ruído para o interior do edifício, pela existência de frinchas. Desta forma, as frechas deverão ser todas vedadas e deverá ser utilizada uma porta de madeira com espessura e massa adequada.

8.4. QUALIDADE DO AR – VENTILAÇÃO

Existem vários sistemas de ventilação possíveis para aplicar num edifício, desde ventilação natural, ventilação mista ou ventilação híbrida. A ventilação natural, é o sistema onde se garante um caudal contínuo através de saídas e entradas de ar, sem recursos a sistemas mecânicos. Por sua vez, a ventilação mista é o sistema similar com a ventilação natural, mas com recurso a sistemas mecânicos. Nos projetos de reabilitação, torna-se muito difícil adotar uma ventilação natural eficiente, pelo que é aconselhável adotar um sistema misto.

Neste tipo de sistemas, a admissão de ar é realizada pelos compartimentos principais (salas, quartos), através de aberturas permanentes autorreguláveis instaladas nas fachadas ou caixilharias, e a evacuação de ar é realizada pelas instalações sanitárias e cozinhas, com recurso a extração natural e mecânica, respetivamente. É também necessário garantir passagens de ar dos compartimentos principais para os compartimentos de serviço realizadas através de aberturas especialmente previstas para o efeito.

O dimensionamento deste sistema deve ser realizado de forma a que na estação de aquecimento, este sistema funcione independentemente da abertura das janelas, através dos dispositivos instalados na fachada. E na estação de arrefecimento, visto que a ventilação por tiragem térmica é muito baixa, é necessário abrir as janelas que devem estar dispostas em fachada oposta para que as diferenças de pressão originadas pelo vento sejam aproveitadas. É também necessário ter em atenção na escolha das portas e das janelas, garantindo que estas apresentam uma permeabilidade ao ar controlada, conforme a classe de exposição ao vento. [30]

No caso do edifício em estudo não haverá necessidade de adotar ventilação separada dos compartimentos por não existirem lareiras ou aparelhos de produção de gases de combustão.

8.4.1. DISPOSITIVOS DE ADMISSÃO DE AR

Como já foi referido, a admissão de ar será realizada através da instalação de grelhas autorreguláveis nas fachadas dos compartimentos principais. Desta maneira, propõe-se instalar uma grelha na sala.

Segundo os quadros 3 e 4 da NP1037-1 [30], o edifício em questão apresenta uma classe de exposição ao vento 1 e classes de permeabilidade ao ar das janelas A1. Estes foram determinados tendo em conta que o edifício pertence à Região A, rugosidade do tipo 1 e uma altura entre 10 e 18m.

Estes dispositivos devem localizar-se em zonas da fachada onde se minimizem os riscos de desconforto, ou seja, devem ser colocadas em função da exposição da fachada (caixilharia, padieira ou na própria parede).

8.4.2. DISPOSITIVOS INTERNOS DE PASSAGEM DE AR

Estes dispositivos materializam-se por folgas ou grelhas aplicadas nas portas ou nas paredes interiores. É necessário colocar estes dispositivos para minimizar a restrição à circulação do ar, quando estes compartimentos se encontrem fechados. A área útil destas aberturas varia em função do caudal tipo do compartimento principal, neste caso em concreto deve garantir-se uma área de abertura de passagem de 250 cm^2 .

8.4.3. DISPOSITIVOS DE EXTRAÇÃO DE AR

Em relação às instalações sanitárias, admite-se que a extração de ar nestas se efetue de forma natural, através de gralhas associadas às condutas de extração. Em cada instalação sanitária deverá existir pelo menos um dispositivo de extração de ar colocado num nível o mais elevado possível, e tão distante quanto possível da porta de acesso do respetivo compartimento. Estas aberturas de extração devem ter uma área de 150 cm^2 , quando estas estão associadas a condutas coletivas, as condutas devem apresentar uma secção uniforme em todos os pisos.

Por sua vez, na cozinha a exaustão do ar deve ser realizada de forma permanente, assim deve possuir um sistema de extração mecânico que garanta um caudal mínimo de $60 \text{ m}^3/\text{h}$, localizado sobre o fogão.

Deverá também existir uma grelha específica regulável na envolvente exterior da cozinha. Esta deverá ser dimensionada para admissão do ar de compensação, para garantir o equilíbrio entre a admissão e exaustão nas cozinhas. A grelha deverá ser regulável e só deve entrar em funcionamento para caudais de ponta durante a confeção de refeições, para que não haja interferência com os fluxos normais da ventilação da base, [31].

8.5. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

Os edifícios antigos apresentam uma grande vulnerabilidade perante a deflagração de um incêndio, causada pela sua localização e pela constituição dos mesmos. Esta vulnerabilidade começa desde a própria deflagração de um incêndio, até à dificuldade de aceder ao incêndio para o extinguir.

No entanto, para qualquer edifício, a melhoria das condições de segurança ao incêndio passa por: reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndio; limitar a propagação do incêndio; possibilitar a evacuação rápida dos habitantes; possibilitar a intervenção rápida dos meios de combate.

Assim os edifícios devem estar preparados fisicamente para limitar a propagação, de maneira que se preservem o máximo possível.

Existe um conjunto de medidas no sentido de limitar a propagação do incêndio. No controlo da propagação procura-se evitar a propagação das chamas pelo interior do edifício (através de pavimentos paredes, etc.), como pelo seu exterior (através de vãos de janela), pelo que as medidas a adotar serão incidentes sobre estes elementos.

De acordo com o Decreto-Lei n.º220/2008, é necessário classificar o edifício em relação à sua localização e o seu uso (Utilização Tipo). A cada edifício podem corresponder várias UT's, neste caso teremos duas UT's:

- UT I – Habitacional;
- UT VII – Hoteleiros e Restauração.

De acordo com os fatores de riscos, a cada UT corresponde uma categoria de risco. Assim, à UT I corresponde a 2ª categoria de risco, por a altura desta ser inferior a 28m e à UT VII corresponde também a 2ª categoria de risco, por o número do efetivo ser superior a 100 pessoas. Neste decreto de Lei também se refere a necessidade de classificar o edifício em relação ao local de risco. Neste edifício estamos perante três locais de risco diferentes, nomeadamente risco A, B e C.

Ao espaço da cozinha corresponde um local de risco C, e ao restante espaço da restauração corresponde com local de risco B. Para o caso da habitação corresponde um local de risco A, por o efetivo não exceder 100 pessoas.

Definidas assim as utilizações tipo e as respetivas categorias de risco, o RT-SCIE define um conjunto de disposições construtivas e instalações, a implantar no edifício.

Visto que a proposta de arquitetura consiste na criação de pequenos apartamentos equipados com uma cozinha em todos os pisos, mantendo a estrutura dos pavimentos e o revestimento em madeira, é necessário realizar um bom estudo em relação à segurança contra incêndios. Desta forma, sugere-se o aumento da resistência ao fogo das paredes divisórias, pavimentos, portas e caixa de escadas através da aplicação de materiais que apresentem bom comportamento ao fogo, e simultaneamente desempenhem funções de isolamento térmico e acústico.

8.5.1. PAREDES EXTERIORES

Segundo o artigo 7º do DL n.º.220/2008, as paredes exteriores (fachada principal e fachada traseira) devem garantir uma classe de resistência ao fogo padrão EI60. O mesmo se exige para as paredes da empena.

8.5.2. COBERTURA

Devido à existência de uma claraboia na própria cobertura, deve ser garantido uma classe de resistência ao fogo padrão EI 60 ou superior.

8.5.3. PAVIMENTOS

É fundamental tomar medidas para evitar a propagação das chamas, visto que os pavimentos permanecerão em madeira. Será realizado um reforço, através da aplicação de placas de isolamento no espaço livre entre as vigas e o teto falso. Segundo o quadro X do DL n.º220/2008 para o pavimento que separa a área de restauração da habitação, o regulamento exige que estes devem estar separados por um elemento com resistência ao fogo de EI60.

8.5.4. PAREDES INTERIORES

A propagação do incêndio num mesmo piso do próprio edifício, ocorre segunda a horizontal através das paredes divisórias, pelo que estas também serão tratadas. Para melhorar estes elementos será usado forros de placas de gesso, usando assim divisórias em Pladur.

8.5.5. PORTAS

Segundo o artigo 34º do RJ-SCIE, as portas interiores devem ter um escalão de tempo igual a metade da parede em que se insere. Com exceção das portas pertencentes à restauração, estas deverão apresentar uma classe de resistência ao fogo de E 15 C.

8.6. PORMENORES CONSTRUTIVOS

8.6.1. EMPENA

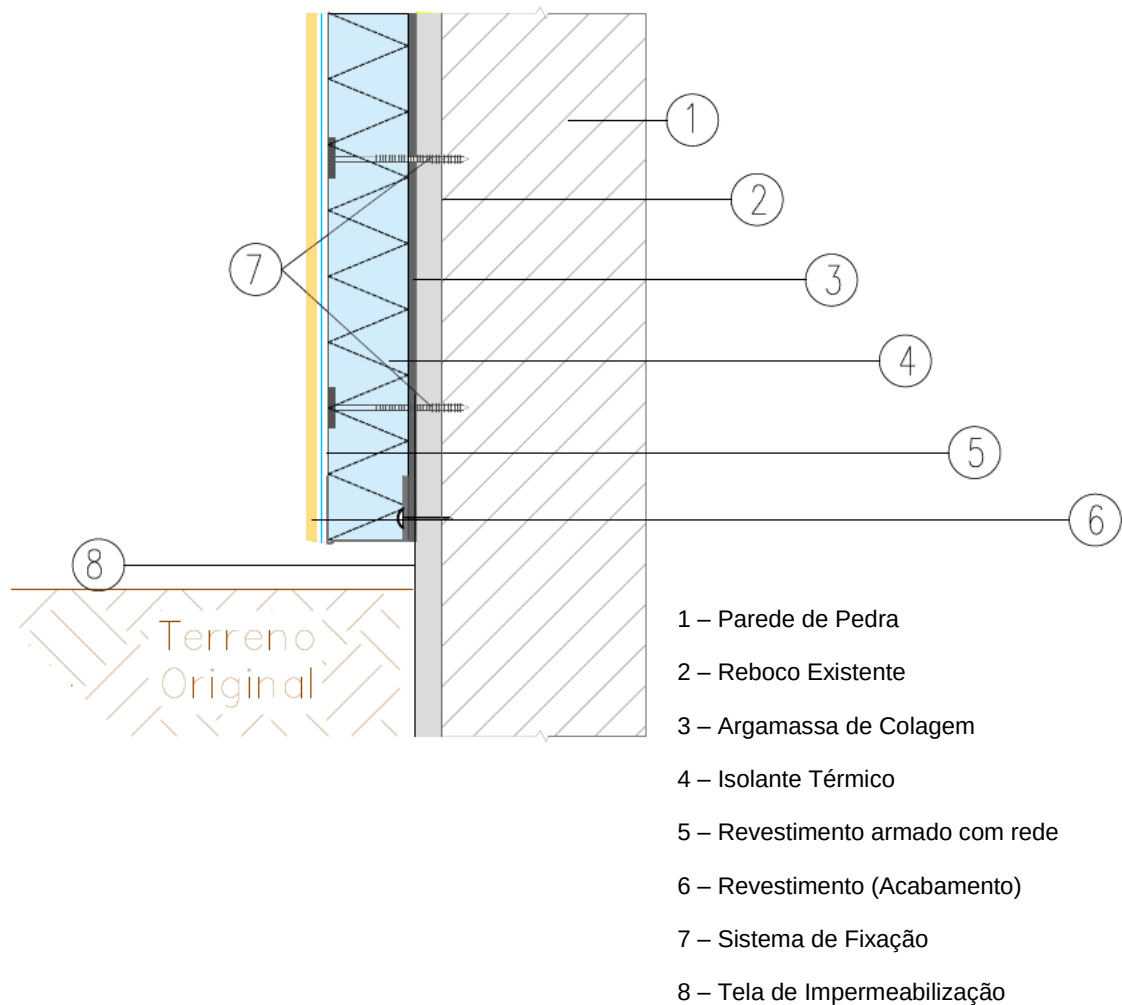
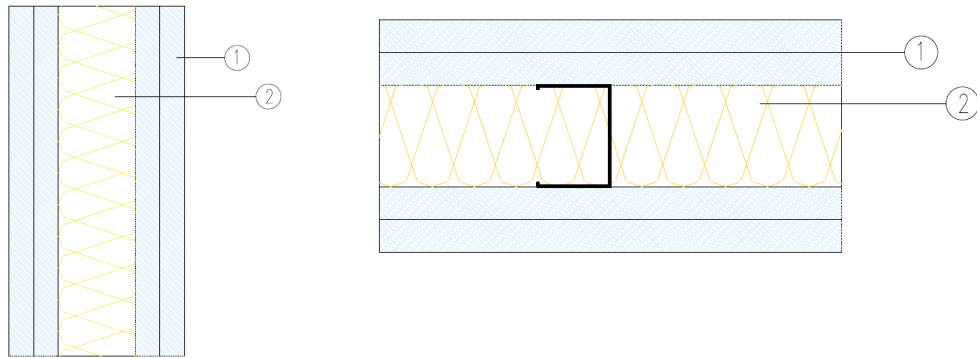


Fig. 8.1 – Sistema ETICS a colocar na empena da figura 4.17, Adaptado de [32]

8.6.2. PAREDE INTERIOR

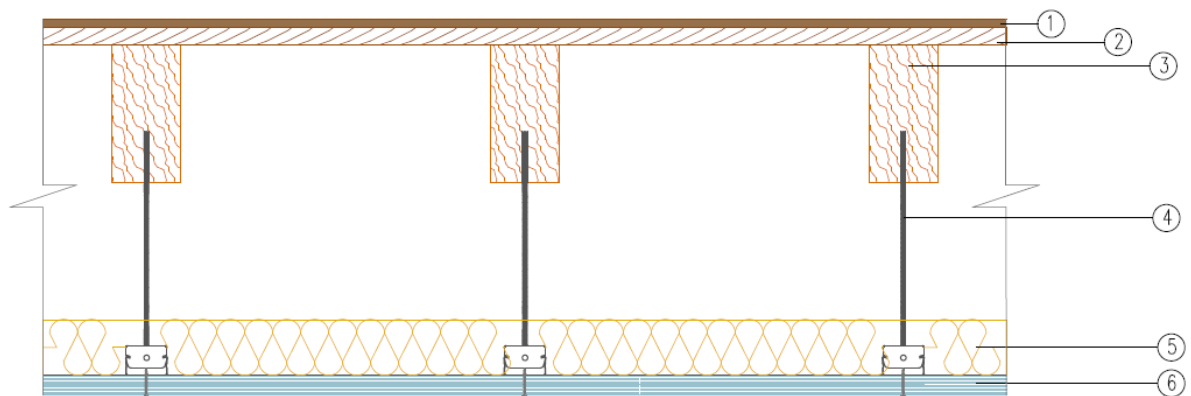


1 – Placas de gesso cartonado

2 – Isolante Térmico (Lã de Rocha)

Fig. 8.2 – Parede Interior: Corte (Esquerda) e Planta (Direita), Adaptado de [33]

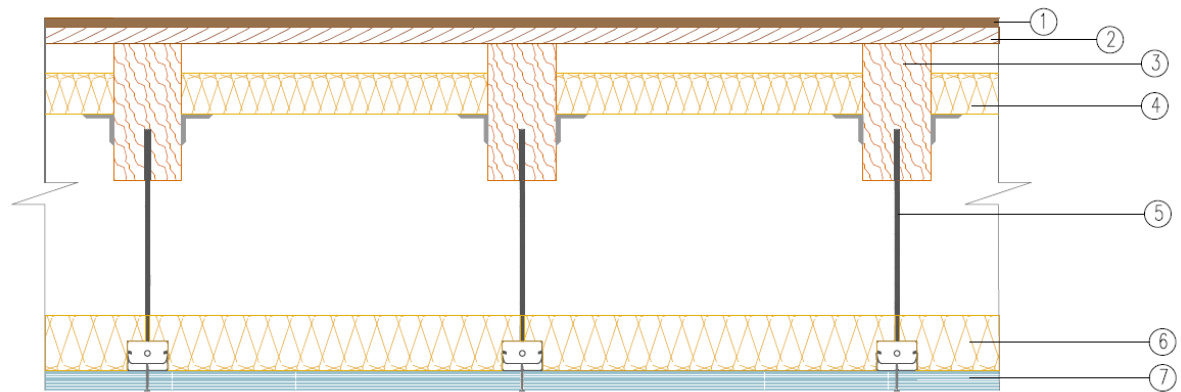
8.6.3. TETO FALSO CORRENTE



1 – Pavimento Flutuante; 2 – Soalho Estrutural (existente a recuperar em alguma zonas locais será novo); 3 – Vigas em Madeira; 4 – Sistema de Fixação; 5 – Lã de rocha em manta; 6 – Placas de gesso cartonado

Fig. 8.3 – Teto falso Corrente, [34]

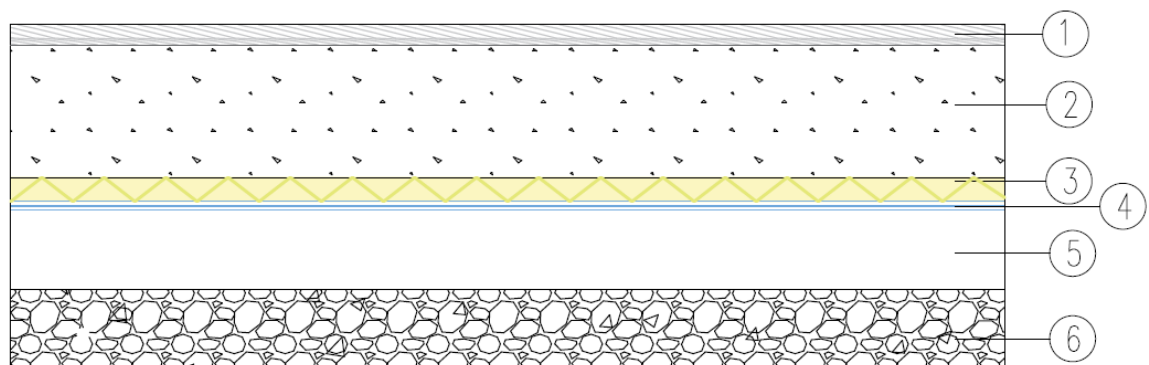
8.6.4. TETO FALSO ZONA RESTAURAÇÃO



1 – Pavimento Flutuante; 2 – Soalho Estrutural (existente a recuperar em alguma zonas locais será novo); 3 – Vigas em Madeira; 4 – Lã de rocha em placas semi-rígidas; 5 - Sistema de Fixação; 5 – Lã de rocha em manta; 6 – Placas de gesso cartonado

Fig. 8.4– Teto Falso Zona Restauração, [34]

8.6.5. PAVIMENTO TÉRREO



1 – Revestimento Cerâmico; 2 – Massame de betão; 3 – Isolante Térmico; 4 – Tela de Impermeabilização; 5 – Camada de Regularização; 6 – Caixa de brita

Fig. 8.5 – Pavimento Térreo, [1]

9

CONCLUSÃO

9.1. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

É visível que Portugal se encontra numa fase de mudança em relação ao setor de Construção Civil, visto que há uma diminuição do número de construção de edifícios novos por existirem edifícios suficientes para a população existente, de que resulta um inevitável aumento do número de casos de reabilitação de edifícios antigos.

Esta mudança implica que exista uma nova área de especialização em Engenharia Civil, a Reabilitação de Edifícios). Para além disto, é também importante criarem-se programas de apoio e incentivo de modo a que investidores públicos e/ou privados se sintam motivados para investirem em intervenções de reabilitação.

No entanto, como foi apresentado no capítulo 2 da presente dissertação já existem várias ferramentas criadas através de regulamentação para que os municípios consigam incentivar a reabilitação, principalmente nas zonas históricas das cidades que apresentam um grande estado de degradação, como é o caso da cidade do Porto.

Assim, a baixa da cidade do Porto, apresenta muitos edifícios em abandono, e em mau estado de conservação, estando muitos deles em estado de ruína iminente dando um mau aspeto visual à cidade. Portanto, o Decreto-Lei nº.104/2004, de 7 de Maio deu o poder ao Município do Porto de criar uma entidade responsável pela elaboração e orientação de estratégias próprias de intervenção de reabilitação no centro histórico, a SRU Porto.

O tema escolhido para este trabalho “Reabilitação de Edifícios” é um tema bastante complexo, por apresentar várias áreas diferentes que vão desde a arquitetura, estruturas, instalações, materiais e processos construtivos. Nesse contexto, foi impossível tratar neste trabalho todas as áreas que um projeto de reabilitação exige, embora se entenda que o trabalho desenvolvido cumpriu plenamente os objetivos inicialmente propostos pois foi desenvolvida uma parte muito significativa dos projetos para o caso estudado, incluindo o desenvolvimento de um projeto sumário de Arquitetura e isto apesar da grande dificuldade resultante da impossibilidade de visitar o local de forma segura.

Para além de um projeto de reabilitação exigir o estudo de várias especialidades, as intervenções de reabilitação num edifício são bastantes complexas relativamente às construções novas. Nos edifícios antigos existem várias condicionantes devido à pré-existência do edificado, que apresenta determinadas características que devem ser preservadas com vista a manter a identidade dos lugares onde os edifícios se inserem. O que faz com que cada edifício seja único, ou seja, quando se trata de edifícios antigos não existem edifícios todos iguais onde se possa utilizar uma mesma metodologia de abordagem. Nesse

contexto, é necessário, para cada edifício realizar um estudo exaustivo (para que se possa descrever pormenorizadamente o edifício) e adotar uma metodologia apropriada para cada caso/problema específicos. Daí que, as fases de inspeção preliminar e de diagnóstico assumam um papel fulcral em processos de reabilitação.

Durantes estes processos deve-se tentar preservar o máximo possível dos materiais e processos construtivos usados, mas nem sempre isso é fácil ou possível, por ter de se conjugar com o preço dos materiais e também se estes materiais e tecnologias construtivas têm a capacidade de fornecer o conforto que o utilizador precisa.

No caso de estudo, a autora utilizou a metodologia apresentada no capítulo 3. Uma das dificuldades sentidas na realização deste trabalho, foi definir corretamente o edifício em estudo a nível arquitetónico, estrutural e construtivo, devido à impossibilidade de realizar visitas ao interior do edifício. Assim, esta análise apenas se baseou em visitas ao exterior do edifício e nos documentos fornecidos pela SRU Porto, e é apresentada no capítulo 4. Após este levantamento e tendo em consideração as condicionantes existentes, foi possível elaborar um conjunto de possíveis intervenções, materializadas num projecto sintético de Arquitetura (apresentado no Capítulo 5) que serviu de base para os restantes projetos de especialidades apresentados nos capítulos 6 e 7.

9.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Visto que a reabilitação de um edifício, é um processo que implica vários estudos de diversas especialidades, não foi possível abordar todas as áreas. Portanto, torna-se necessário desenvolver outros aspetos que não puderam ser analisados nesta dissertação devido à grande dimensão do tema.

Para tal, para proceder à candidatura deste projeto destinado aos programas apresentados na capítulo 4, é necessário à sua conclusão, o que implica desenvolver os demais projetos em várias áreas.

Para a conclusão deste projeto, é necessário realizar uma análise mais detalhada da cobertura, da estrutura das escadas e também das paredes de meiação, para que o projeto de estruturas fique completo.

É de salientar que no capítulo 8 apenas se apresentam algumas sugestões de melhoria de conforto, pelo que os projetos de segurança contra incêndios, acústica e térmica devem ser objeto de um estudo mais profundo. Nesta dissertação não é apresentada nenhuma proposta de instalações de eletricidade, pelo que esta também deverá ser desenvolvida.

Caso este projeto seja aprovado, deverá ser feito um estudo de viabilidade económica da proposta. Em fase de execução, deverá existir um acompanhamento exaustivo da obra de forma a assegurar a correta execução do projeto, dado as especificidades das tecnologias de construção usadas em edifícios antigos.

Um dos principais objetivos desta tese era definir um conjunto de princípios gerais de intervenção a seguir em futuros processos de reabilitação, pelo que para futuros estudos poder-se-á seguir a metodologia aqui apresentada. Assim, este trabalho poderá ser utilizado como um “guia” /exemplo simplificado para futuros processos de reabilitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Freitas, V., *Manual de apoio ao projecto de reabilitação de edifícios antigos*. Porto: Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 2012.
- [2] LNEC, *Guia técnico de reabilitação habitacional*, vol. 1º ed. Lisboa: Instituto Nacional de Habitação Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006.
- [3] Appleton, J., *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e Tecnologias de Intervenção*, vol. 2 ed. Alfragide: Edições Orion, 2003.
- [4] Afonso, J., Alves, J., *A Rua das Flores no século XVI. Elementos para a história urbana do Porto quinhentista*, vol. 2 ed. Porto: FAUP Publicações, 2000.
- [5] Delgado, J., Ramos, A., Guimarães, R., Margarida, M., *Plano de gestão centro histórico do Porto*. Porto: C.M., 2010.
- [6] Afonso, D., “A rua na construção da forma urbana medieval Porto, 1386-1521,” Universidade do Porto, Porto, 2012.
- [7] Delgado, A., Valença, P., Guimarães, M., *Eixo Mouzinho/Flores território do recolhimento e do mercadejar*. Porto: Porto Vivo, SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa.
- [8] *Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (RJRU) - Decreto-Lei n.º 307/2009*. 2009, pp. 7956–7975.
- [9] *Decreto-Lei nº307/2009, D.R. I Série, 206*. 2009, pp. 7959–7975.
- [10] CM Porto, *Câmara Municipal do Porto - Plano Diretor Municipal (PDM)*. .
- [11] CM Porto, *Câmara Municipal do Porto - Planos de Pormenor (PP)*. .
- [12] Martins, J., “Delimitação da área de reabilitação urbana do centro histórico do Porto em instrumento próprio,” p. 204, 2012.
- [13] SRU Porto, “Documento Estratégico Unidade De Intervenção - Quarteirão 14030 Ponte Nova.”
- [14] “JESSICA Holding Fund Portugal,” 2016. .
- [15] “Fundo Jessica Portugal.” (<http://www.fundojessicaportugal.org/index.cfm?m=4.>) 31/10/2016
- [16] “Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana.” (<http://www.portovivosru.pt/pt/incentivos/beneficios-fiscais/iva.>) 06/10/2016
- [17] “Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana.” (<http://www.portovivosru.pt/pt/incentivos/beneficios-fiscais/imi.>) 06/10/2016
- [18] “Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana.” (<http://www.portovivosru.pt/pt/area-de-atuacao/enquadramento.>) 06/10/2016
- [19] “Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana,” (<http://www.portovivosru.pt/pt/incentivos/beneficios-fiscais/irs.>) 06/10/2016
- [20] “Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana.” (<http://www.portovivosru.pt/pt/incentivos/incentivos-municipais>) 06/10/2016
- [21] Vasconcelos Paiva, A., Aguiar, J., “Guia técnico de reabilitação habitacional,” vol. 1º ed. Instituto Nacional de Habitação Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, p. 2 vol.-2 , 2006.

- [22] Oliveira, R., “Metodologia de Gestão de Obras de Reabilitação em Centros Urbanos Históricos.” FEUP, Porto, 2012.
- [23] *Traditional Mediterranean Architecture - II . Rehabilitation*, RehabiMed
- [24] *Portaria n.º 701-H/2008, D.R. I Série, 145. p. 5106(37)-5106(80).*
- [25] Câmara Municipal do Porto, “Carta Geotécnica do Porto - PDM - Câmara Municipal do Porto.”(http://www.cm-porto.pt/pdm/carta_geo_porto.)05/12/2016
- [26] Teixeira, J., “Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX,” 2004.
- [27] S. D. G. Ribeiro, “Estudo do Comportamento Estrutural de Paredes de Tabique,” UTAD, 2014.
- [28] Appleton, J., Cabrita, A., , “Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais,” vol. 5º ed. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2001.
- [29] Negrão, J, Amorim Faria, J, *Projecto de estruturas de madeira*, Publindústria, Edições Técnicas, 2009.
- [30] *NP 1037-1:2002 - Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás. Parte I: Edifícios de Habitação. Ventilação Natural.* 2002.
- [31] Freitas, V., *Recomendações práticas para a implantação de sistemas de ventilação mistos em edifícios de habitação.* 2008.
- [32] “Pormenores Construtivos - Weber,” 2016. (<http://www.weber.com.pt/isolamento-termico-pelo-exterior/conselhos-e-ajuda/pormenores-construtivos.html>.) 15/12/2016
- [33] “GYPTec Ibérica - Gestor de Soluções.” (http://www.gypotec.eu/gestor_solucoes.php.) 15/12/2106
- [34] PLADUR, “Techos Pladur®,” (<http://www.yesosibericos.com/selectorsistemas/SolucionesConstructivas.aspx>). 16/12/2016

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Decreto-Lei nº220/2008, Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios

Paupério, Pedro, *Viabilidade de Investimento em Reabilitação no Centro do Porto*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2013.

Alves, Maria José, *Reabilitação de uma Quinta do Século XIX no Centro de Gondomar – Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2014.

Borges, João, *Reabilitação Construtiva e Estrutural de uma Habitação para fins Socioculturais Múltiplos*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2016.

Santos, Luís, *Reabilitação do Património Rural*. Dissertação de Mestrado. FEUP, 2013.

Rocha, Hugo, *Reabilitação no Centro Histórico do Porto – Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado. FEUP, 2013.

Faria, Pedro, *Reabilitação no Centro Histórico de Guimarães – Uma Visão Estratégica*. Dissertação de Mestrado. FEUP, 2014.

Eurocódigo 0 – Bases para projeto de estruturas, 2009

Eurocódigo 5 – Parte 1.1 – Projetos de estruturas de madeira: regras gerais e regras para edifícios, 1995

Martins, Tomás, *Dimensionamento de Estruturas em Madeira*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2010.

ANEXOS

ANEXO A – DADOS FORNECIDOS PELA SRU PORTO

- 1.1. Auto de Vistoria
- 1.2. Fotos Fornecidas

ANEXO B – LEVANTAMENTO E PLANO DE DEMOLIÇÕES (VERMELHOS E AMARELOS)

- 2.1. Planta da cave
- 2.2. Planta do piso 0
- 2.3. Planta do piso 1
- 2.4. Planta do piso 2
- 2.5. Planta do piso 3
- 2.6. Planta do sótão
- 2.7. Planta da cobertura
- 2.8. Corte LM
- 2.9. Corte JK
- 2.10. Corte CD
- 2.11. Alçado AB e Alçado GH
- 2.12. Alçado AA'

ANEXO C – PLANTAS ESTRUTURAIS

- 3.1. Planta estrutural do piso 1
- 3.2. Planta estrutural do piso 2
- 3.3. Planta estrutural do piso 3
- 3.4. Planta estrutural da cobertura

ANEXO D – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS (DESENHOS E LISTAGENS CYPE)

- 4.1. Abastecimento de Águas
 - 4.1.1. Planta da rede de abastecimento na cave
 - 4.1.2. Planta da rede de abastecimento no piso 1
 - 4.1.3. Planta da rede de abastecimento no piso 2
 - 4.1.4. Planta da rede de abastecimento no piso 3
 - 4.1.5. Folhas de cálculo CYPE
- 4.2. Drenagem de Águas Residuais
 - 4.2.1. Planta da rede de drenagem na cave
 - 4.2.2. Planta da rede de drenagem no piso 1
 - 4.2.3. Planta da rede de drenagem no piso 2
 - 4.2.4. Planta da rede de drenagem no piso 3
 - 4.2.5. Folhas de cálculo CYPE
- 4.3. Drenagem de Águas Pluviais

- 4.3.1. Planta da rede de drenagem no piso 0
- 4.3.2. Planta da rede de drenagem da cobertura
- 4.3.3. Folhas de cálculo CYPE

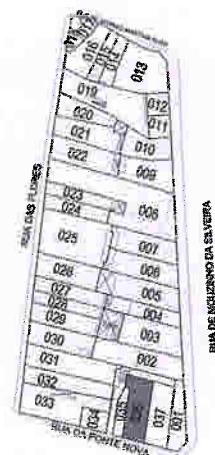
ANEXO A – DADOS FORNECIDOS PELA SRU PORTO

- 1.1. Auto de Vistoria
- 1.2. Fotos Fornecidas

AUTO DE VISTORIA

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRÉDIO

QUARTEIRÃO: 14030
PARCELA: 036
LOCALIZAÇÃO: Rua da Ponte Nova, 50-54
COMPOSIÇÃO: Cave + r/c + 3 pisos
DESCRIÇÃO PREDIAL: 2613, B-18, fls 93v.
ARTIGO MATRICIAL: 994



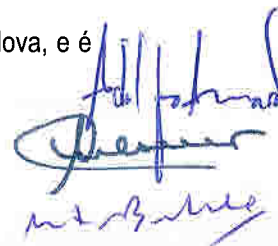
Aos 2 dias do mês de Fevereiro do ano de dois mil e sete, pelas 12h00m, nós, Rui Luís Matos Coelho, engenheiro civil, Marta Bordalo Maia Coelho, arquitecta e Adolfo Amaral Bravo Faria, arquitecto, na qualidade de peritos indicados pela Porto Vivo, SRU - Sociedade de Reabilitação da Urbana da Baixa Portuense, S.A., deslocamo-nos ao prédio acima identificado, da cidade do Porto, a fim de, nos termos e ao abrigo do disposto no n.º 3 e n.º 10 do artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 104/2004, proceder à respectiva vistoria.

Em conformidade com as disposições legais e regulamentares aplicáveis, designadamente as constantes do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 38382 de 7 de Agosto de 1951, descreve-se o estado de conservação do prédio:

2. CARACTERIZAÇÃO DO PRÉDIO

O prédio supra identificado possui uma frente urbana, confrontante com a Rua da Ponte Nova, e é constituído por:

- 0.1 – Rua da Ponte Nova, 50-54, Cave + r/c – Comércio/ Devoluto
- 1.2 – Rua da Ponte Nova, 50-54, 1º + 2º + 3º – Habitação/ Devoluto



A raiz de construção do prédio remonta ao século XIX, antes de 1892. O edifício caracteriza-se construtivamente por: paredes - mestras de alvenaria de granito, na sua envolvente, com espessuras variáveis entre 30 a 60 cm, pavimentos em vigamento de madeira revestido superiormente por soalho e inferiormente por tectos em fasquio, paredes divisórias em tabique rebocadas e pintadas.

3. ANOMALIAS VERIFICADAS E CONDIÇÕES DE SEGURANÇA, SALUBRIDADE E ESTÉTICA

3.1 Exterior

3.1.1. - Fachada da Rua da Ponte Nova

A fachada é revestida a azulejo, os vãos são emoldurados a granito e as caixilharias são em madeira pintada a cor branca. Alguns vãos não possuem caixilharias ou encontra-se danificados e sem vidros. Esta fachada possui uma placa comemorativa do nascimento do pintor António Carvalho da Silva Porto, em 1850. Esta fachada encontra-se em mau estado de conservação.



1- Fachada da R. da Ponte Nova



2- Fachada da R. da Ponte Nova

3.1.2. - Fachada Posterior

A fachada posterior é rebocada e abre para o logradouro comum. As caixilharias são em madeira e algumas são em alumínio anodizado à cor natural. Esta fachada encontra-se em mau estado de conservação. O corpo saliente das instalações sanitárias encontra-se degradado devido a um incêndio que houve no último piso.

3.1.3. - Empenas

As empenas são em alvenaria de granito resistente, confrontantes com as parcelas 035 e 037.



3- Empena

Alfama
Plano
M. B. M.

3.1.4. - Cobertura

A cobertura é inclinada, de quatro águas, e é constituída por uma estrutura de madeira revestida superiormente por telhas do tipo “Marselha” e inferiormente por um tecto de estafe que está a cair. Possui uma clarabóia que ilumina a caixa de escadas comuns, bastante degradada, com infiltrações e fissuras no interior. De uma forma geral a cobertura encontra-se em mau estado de conservação.



4- Vista da Cobertura



5- Vista da Cobertura



6- Vista da Cobertura

3.1.5. - Logradouro

O logradouro é comum, partilhado por várias parcelas, com um acesso pela Rua da Ponte Nova, nº 56. O logradouro encontra-se atulhado de lixo constituindo uma ameaça para a saúde pública.



7- Vista do Saguão



8- Vista do Saguão



9- Vista do Saguão

3.2. Interior

0.1 – Rua da Ponte Nova, 50-54, Cave + r/c – Comércio/ Devoluto

Não foi possível visitar esta fracção.

Zonas Comuns

O acesso aos pisos superiores é realizado através de uma caixa de escadas central que divide o piso em dois espaços (do tipo frente – traseiras). A escada comum é de dois lanços, com patamares intermédios em estrutura e revestimento de madeira, e encontra-se em mau estado de conservação.

Alfama
Porto Vivo
mt. B. Silva



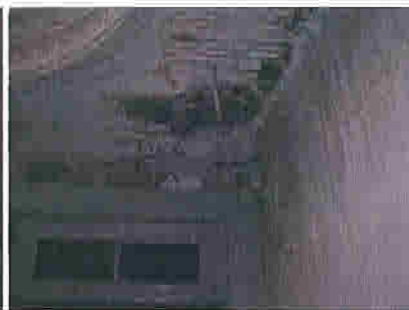
10- Zonas Comuns –
Vista do R/C



11- Zonas Comuns –
Circulação Vertical



12- Zonas Comuns – Entrada de Luz



13- Zonas Comuns – Vista do 3º Andar –
Estuque a cair

1.2 – Rua da Ponte Nova, 50-54, 1º + 2º + 3º – Habitação/ Devoluto

Os pisos superiores encontram-se devolutos, abandonados e em acelerada degradação. Serviam de habitação. O soalho encontra-se degradado e desnivelado, as paredes interiores e os tectos tem o estuque a cair e apresentam humidades e fissuras. As infra estruturas de electricidade, de água e saneamento já não existem. Em virtude do estado de ruína da cobertura, a água das chuvas cai directamente no interior do prédio degradando a estrutura, principalmente do pavimento. O estado de ruína e de abandono do prédio põe em perigo a segurança pública.



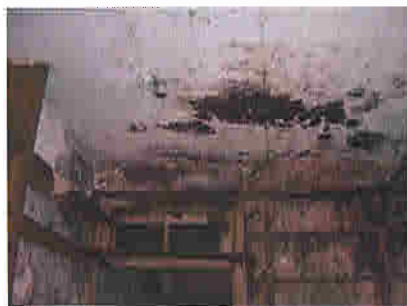
14- Vista do 1º Andar



15- Vista do 1º Andar – Manchas de
humidade



16- Vista do 1º Andar –
Inst. Sanitária



17- Vista do 2º Andar – Fungos no tecto



18- Vista do 2º Andar – Inst. Sanitária



19- Vista do 2º Andar – O tecto está a cair

Handwritten signature and notes in blue ink.



20- Vista do 3º Andar - Cozinha



21- Vista do 3º Andar –
Inst. Sanitária



22- Vista do 3º Andar – Não possui caixilharias

4. RESPOSTA AOS QUESITOS FORMULADOS PELO PROPRIETÁRIO

O proprietário do imóvel não formulou quaisquer quesitos.

5. AVALIAÇÃO

Da vistoria realizada ao imóvel com base na observação / análise visual do edificado e sintetizando a informação constante no presente auto, a equipa de peritagem considera que o edifício se encontra nas seguintes condições:

- segurança: **MÁ;**
- salubridade: **MÁ;**
- estética: **MÁ;**

Face ao exposto o edifício em causa **não possui** condições mínimas de habitabilidade.

A equipa de peritos entende que o actual estado de conservação do edifício **apresenta** riscos graves para a segurança pública e/ou dos residentes.

PERITOS

Rui Luís Matos Coelho, engenheiro

Marta Bordalo Maia Coelho, arquitecta

Adolfo Amaral Bravo Faria, arquitecto

RÚBRICA

[Handwritten signatures of Rui Luís Matos Coelho, Marta Bordalo Maia Coelho, and Adolfo Amaral Bravo Faria]



14030 034



14030 034 (1)



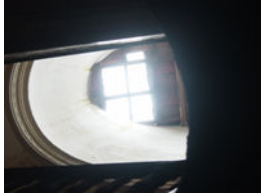
14030 034 (2)



14030 034 (3)



14030 034 (4)



14030 034 (5)



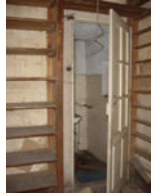
14030 034 (6)



14030 034 (7)



14030 034 (8)



14030 034 (9)



14030 034 (10)



14030 034 (11)



14030 034 (12)



14030 034 (13)



14030 034 (14)



14030 034 (15)



14030 034 (16)



14030 034 (17)



14030 034 (18)



14030 034 (19)



14030 034 (20)



14030 034 (21)



14030 034 (22)



14030 034 (23)



14030 034 (24)



14030 034 (25)



14030 034 (26)



14030 034 (27)



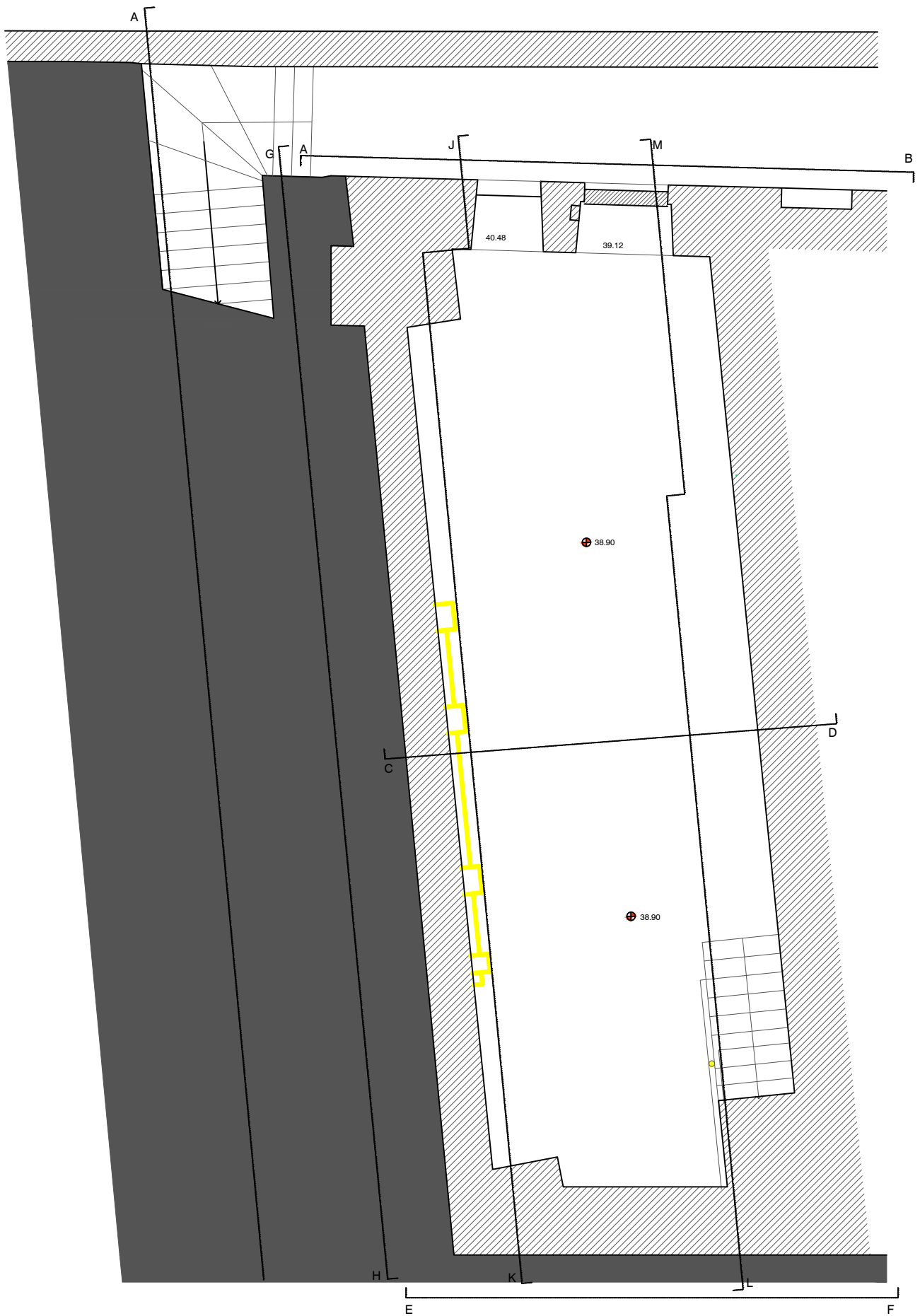
14030 034 (28)



14030 034 (29)

ANEXO B – LEVANTAMENTO E PLANO DE DEMOLIÇÕES (VERMELHOS E AMARELOS)

- 2.1. Planta da cave
- 2.2. Planta do piso 0
- 2.3. Planta do piso 1
- 2.4. Planta do piso 2
- 2.5. Planta do piso 3
- 2.6. Planta do sótão
- 2.7. Planta da cobertura
- 2.8. Corte LM
- 2.9. Corte JK
- 2.10. Corte CD
- 2.11. Alçado AB e Alçado GH
- 2.12. Alçado AA'



Manter



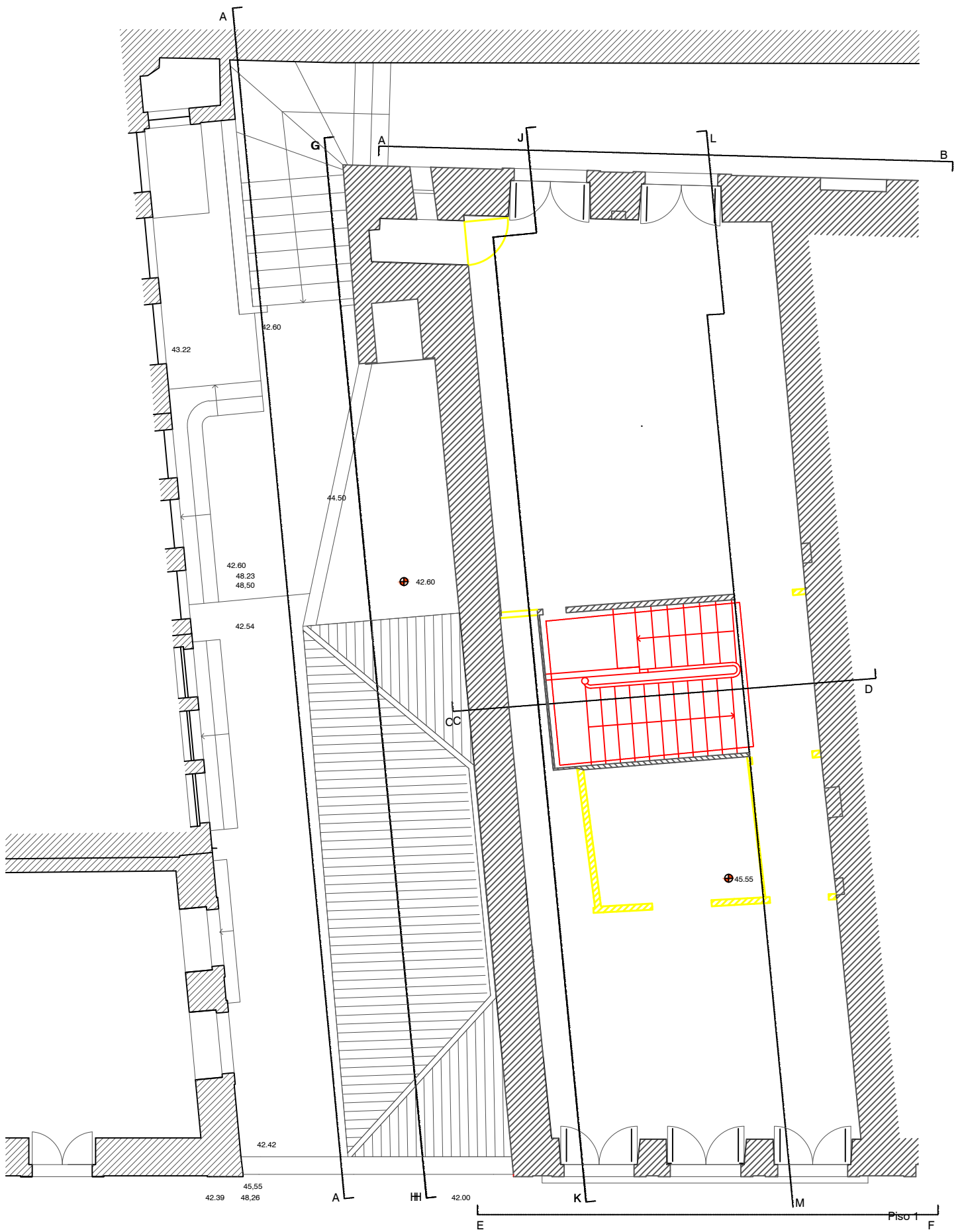
Demolir



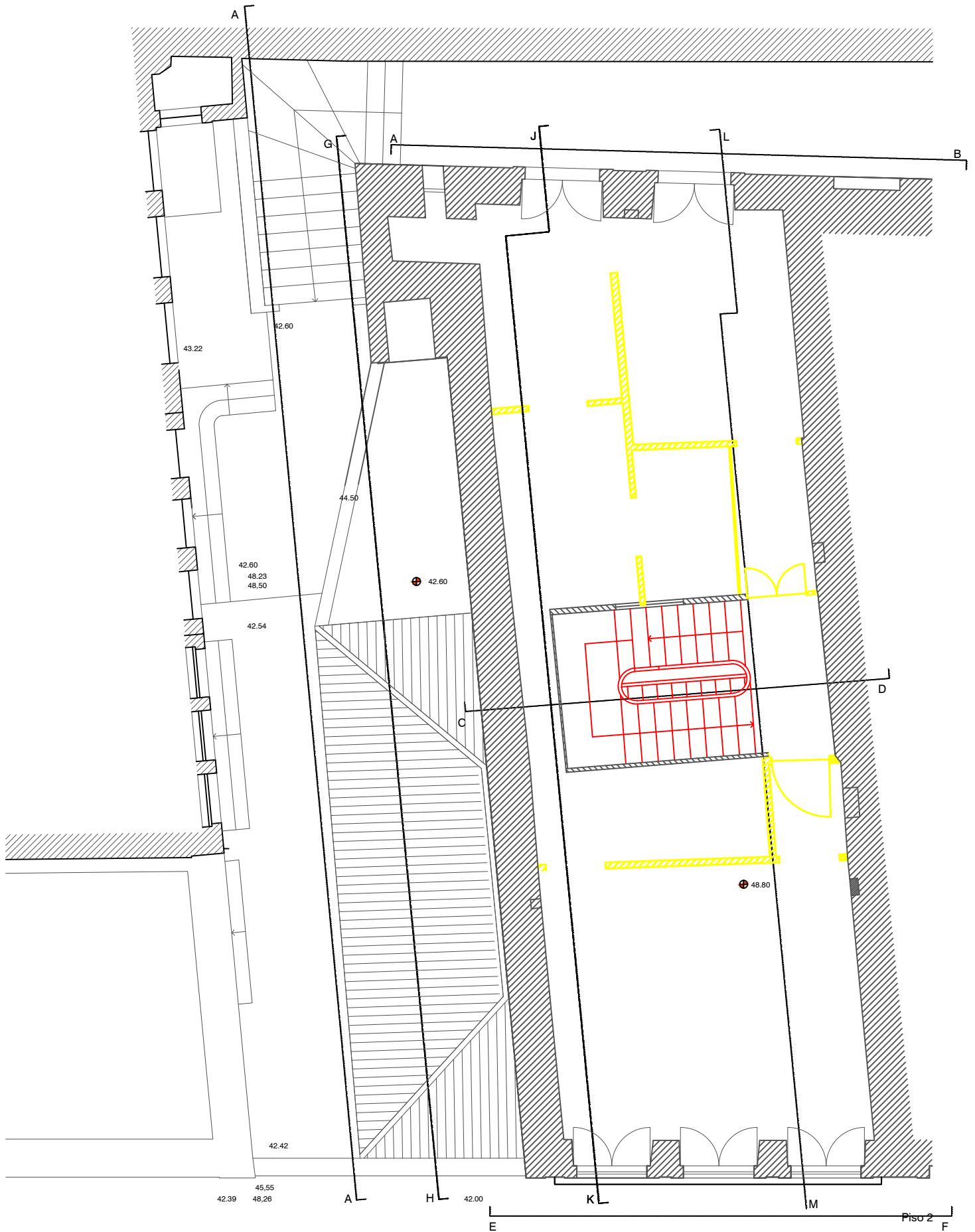
Reconstruir

Piso -1





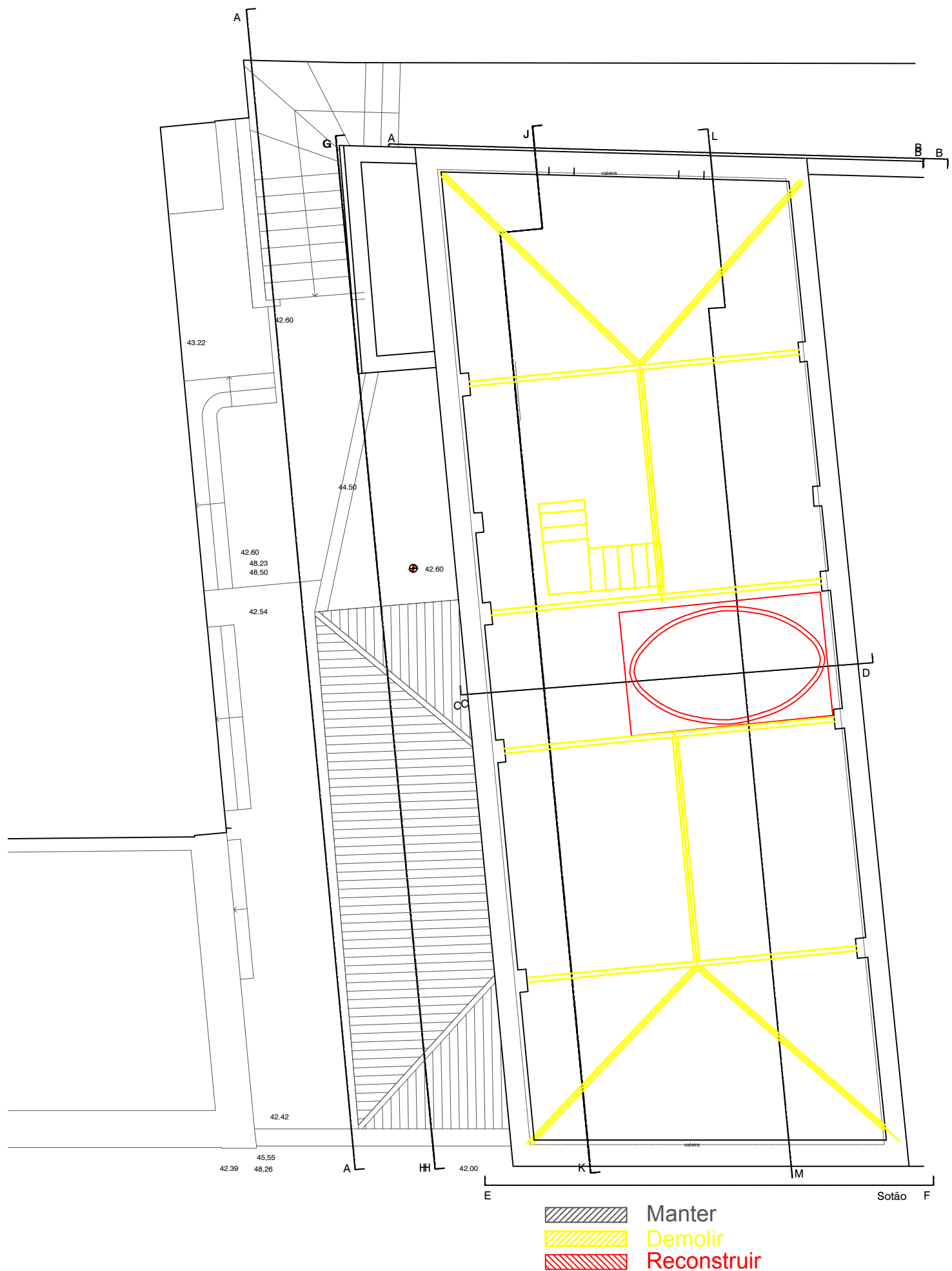
- Manter
- Demolir
- Reconstruir

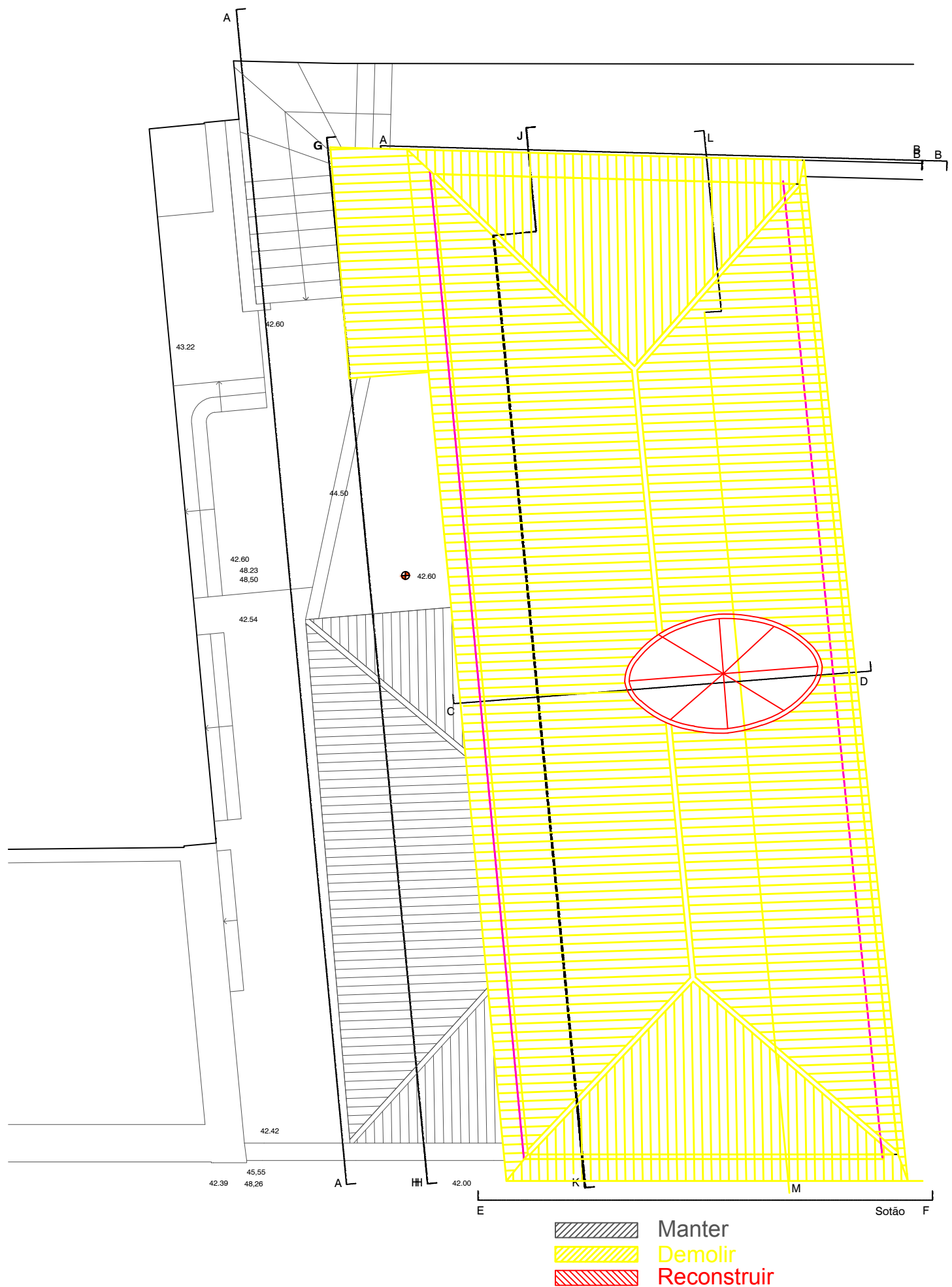


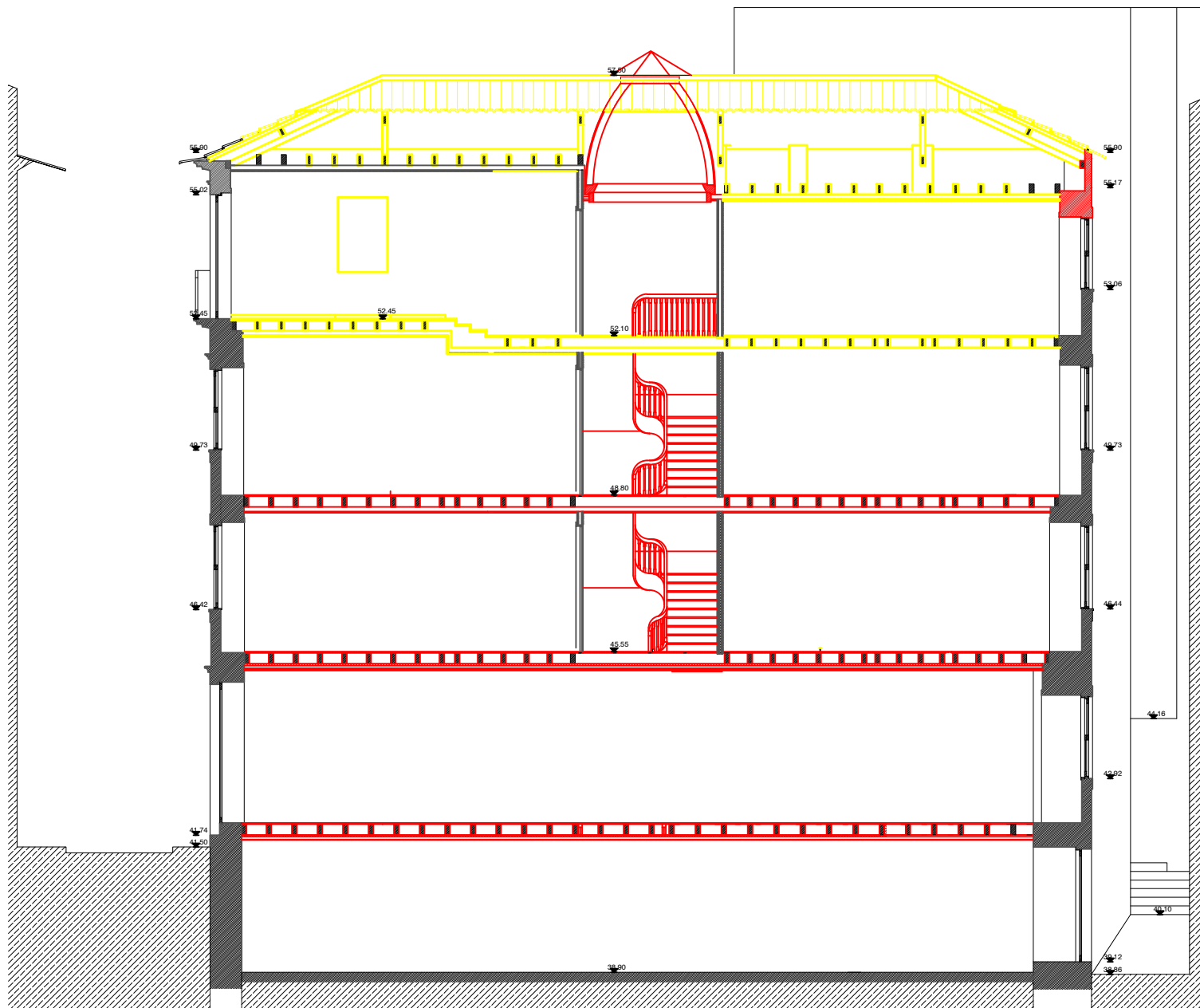
-  Manter
-  Demolir
-  Reconstruir



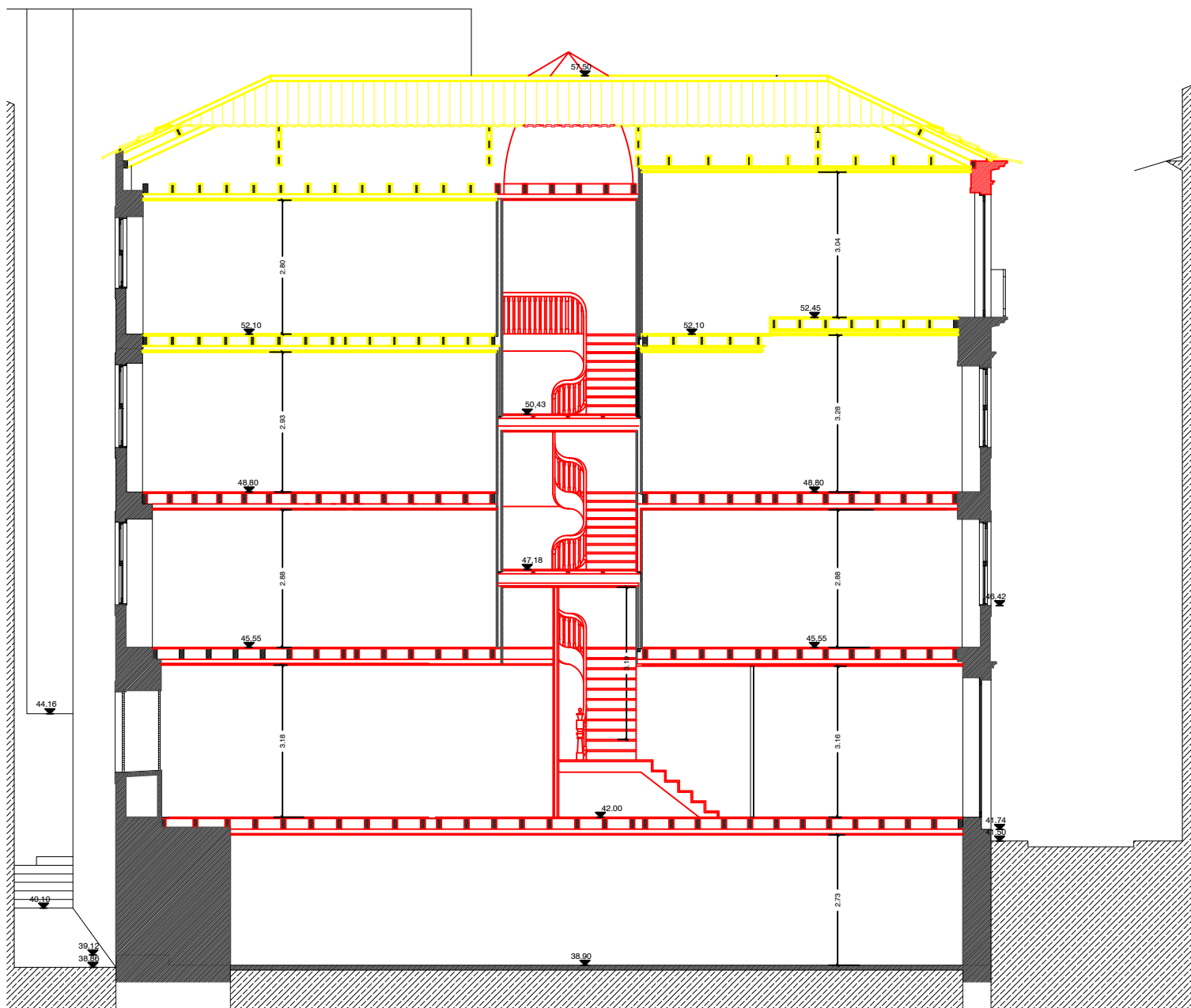
- Manter
- Demolir
- Reconstruir



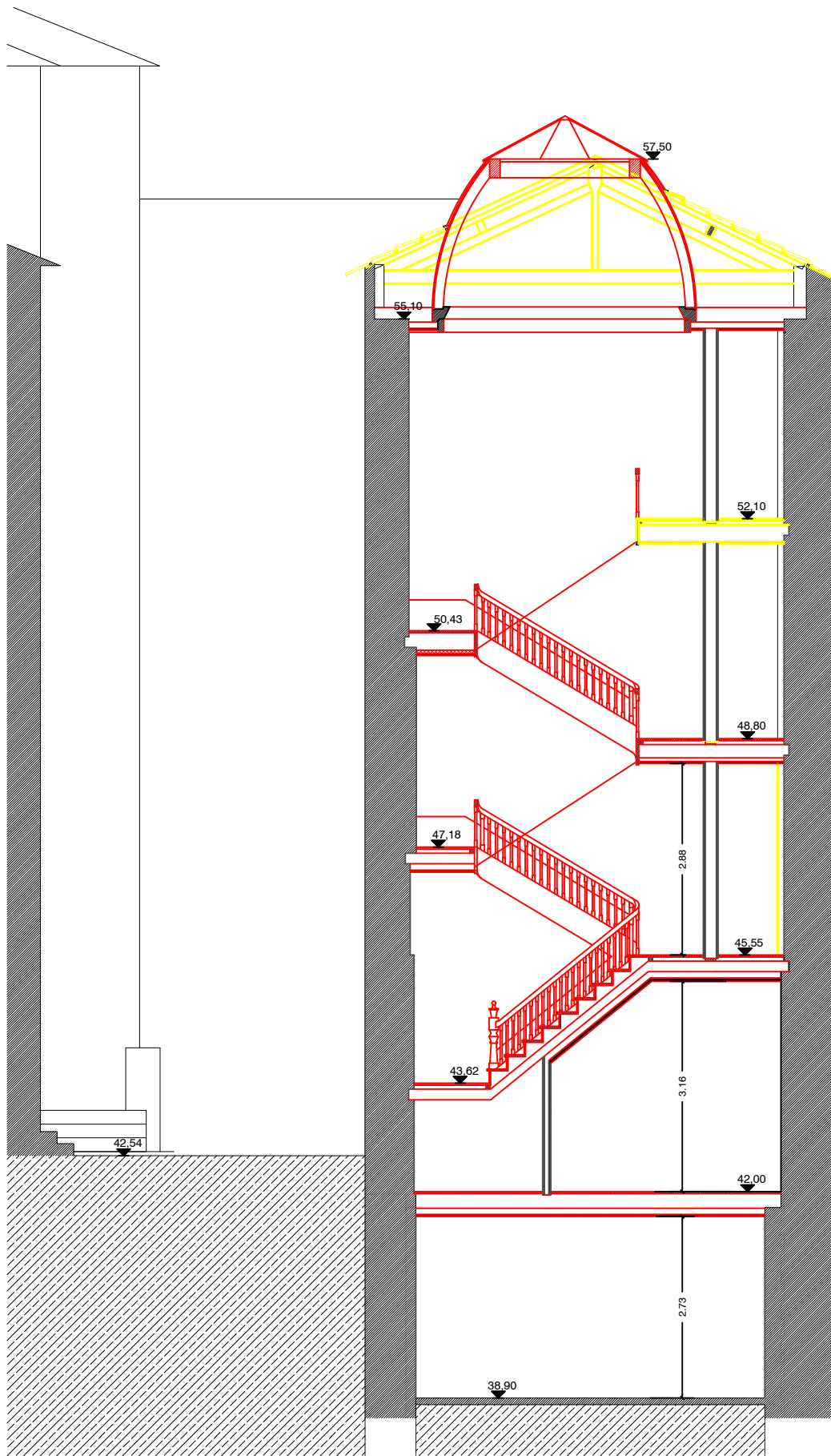




Corte LM

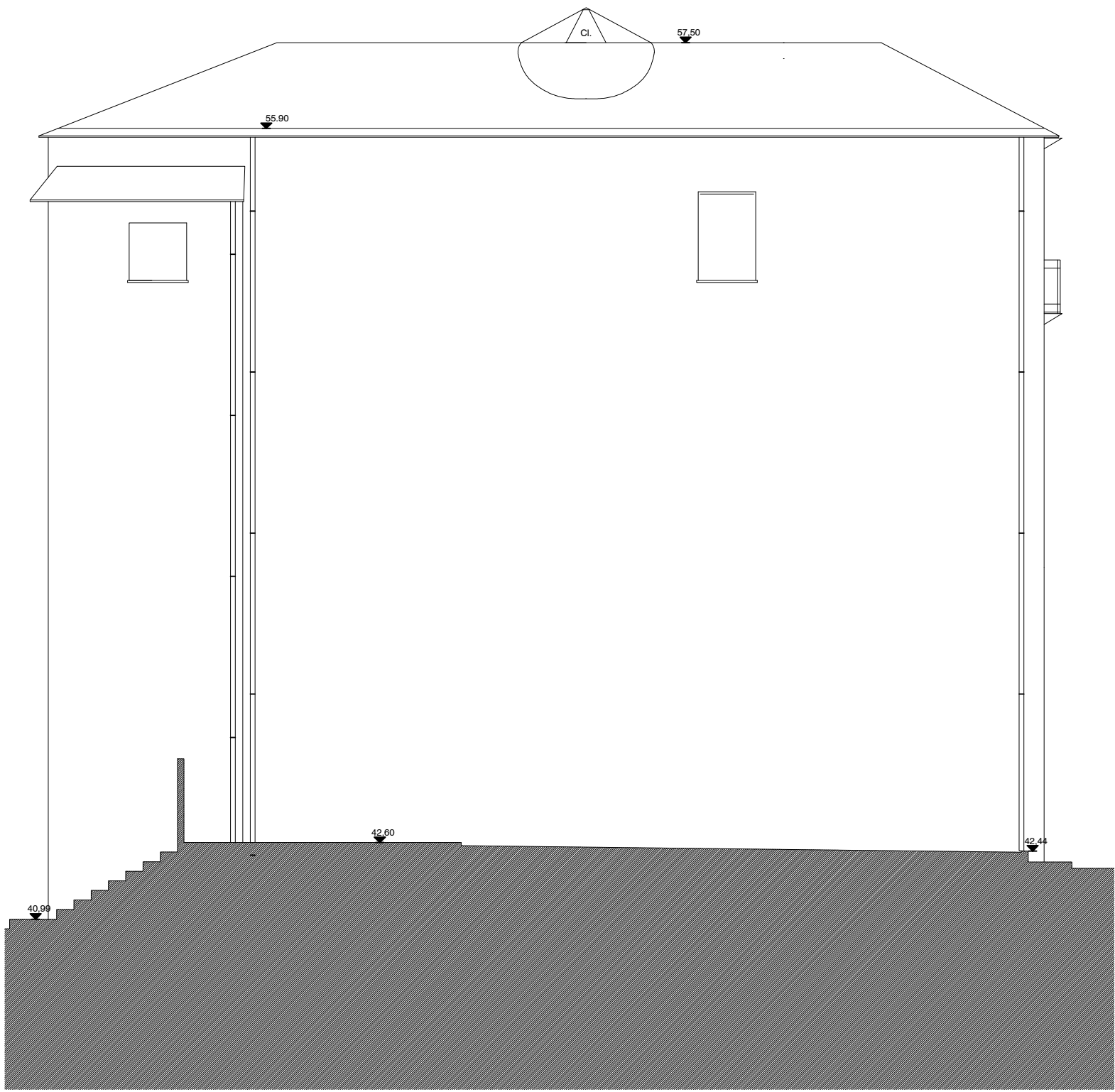


Corte JK



Corte CD

- Manter
- Demolir
- Reconstruir



Corte / Alçado GH



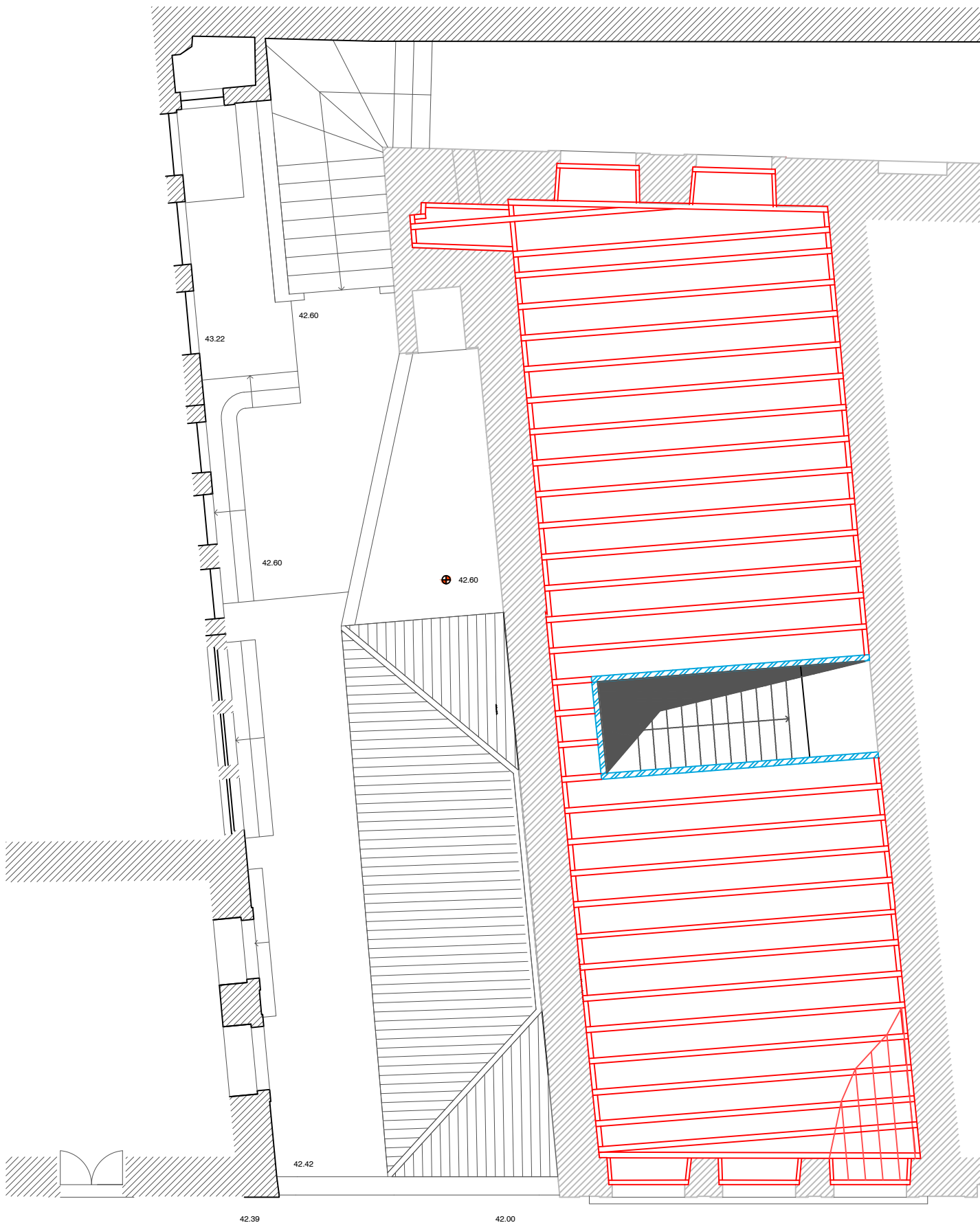
Corte / Alçado AB



CORTE AA'

ANEXO C – PLANTAS ESTRUTURAIS

- 3.1. Planta estrutural do piso 1
- 3.2. Planta estrutural do piso 2
- 3.3. Planta estrutural do piso 3
- 3.4. Planta estrutural da cobertura



Tabique Estrutural (a confirmar em obra)

Piso 1



Piso 2

 Tabique Estrutural (a confirmar em obra)



Área Util
64.14 m2

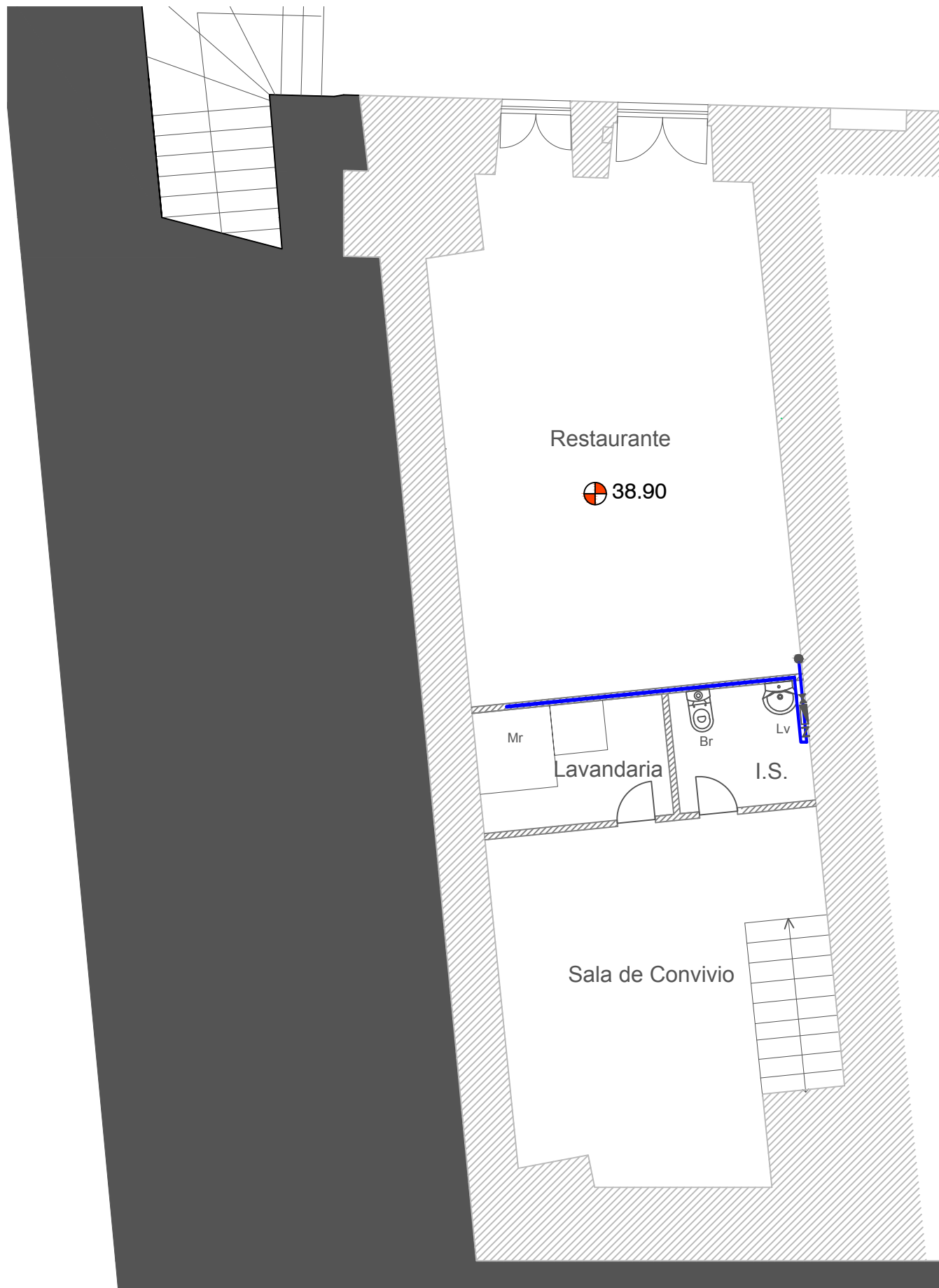
 Tabique Estrutural (a confirmar em obra)

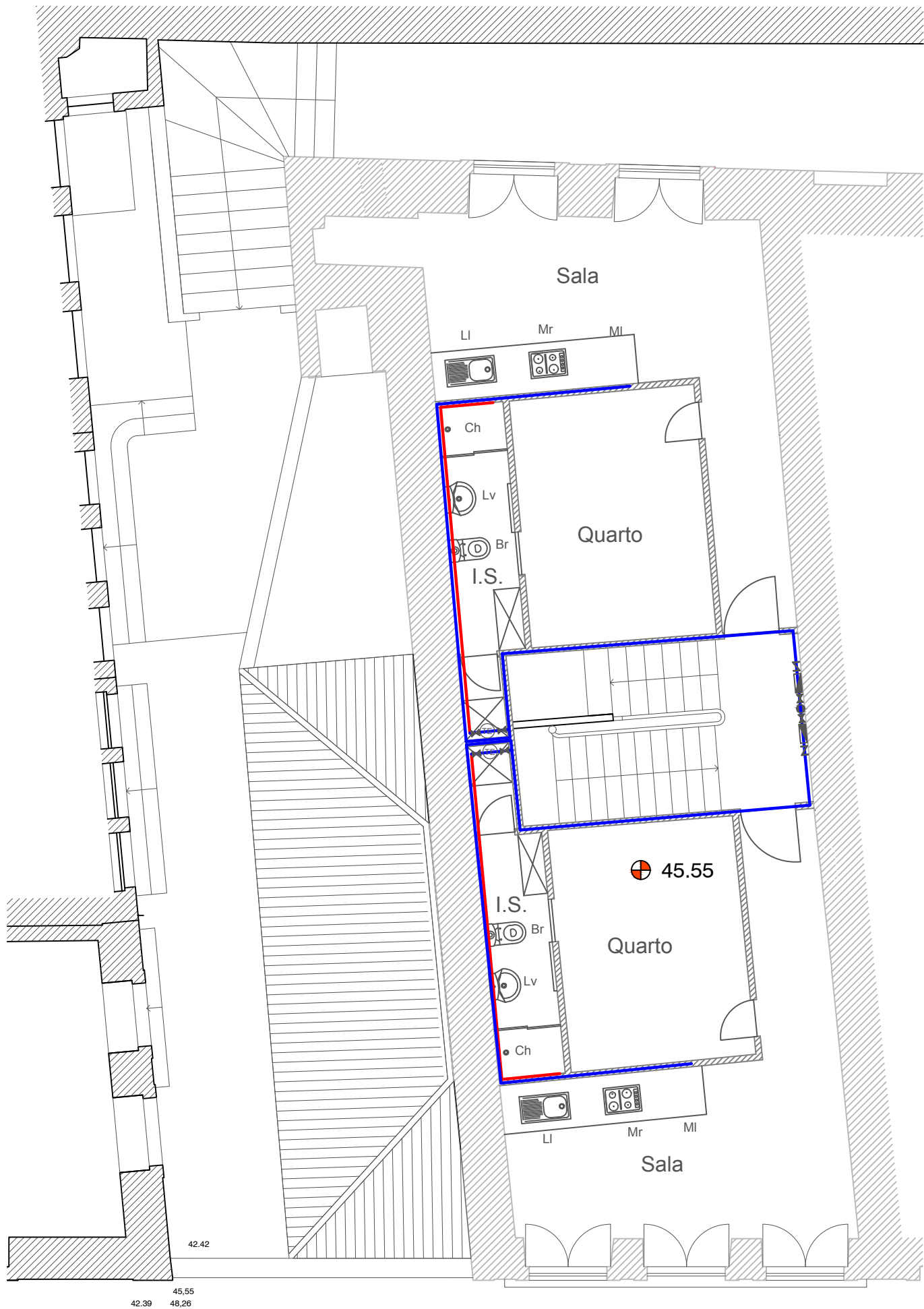
Piso 3

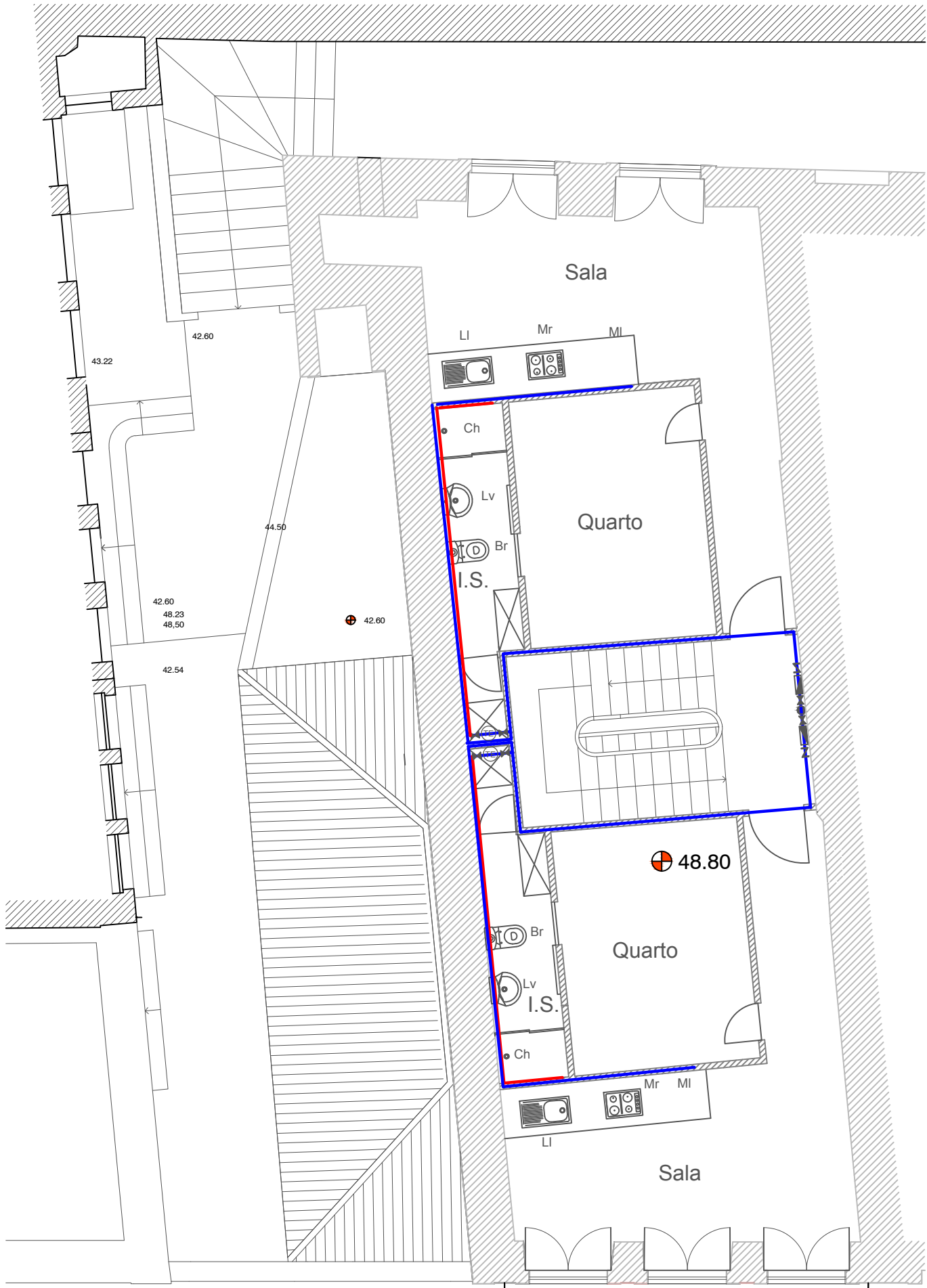
ANEXO D – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS (DESENHOS E LISTAGENS CYPE)

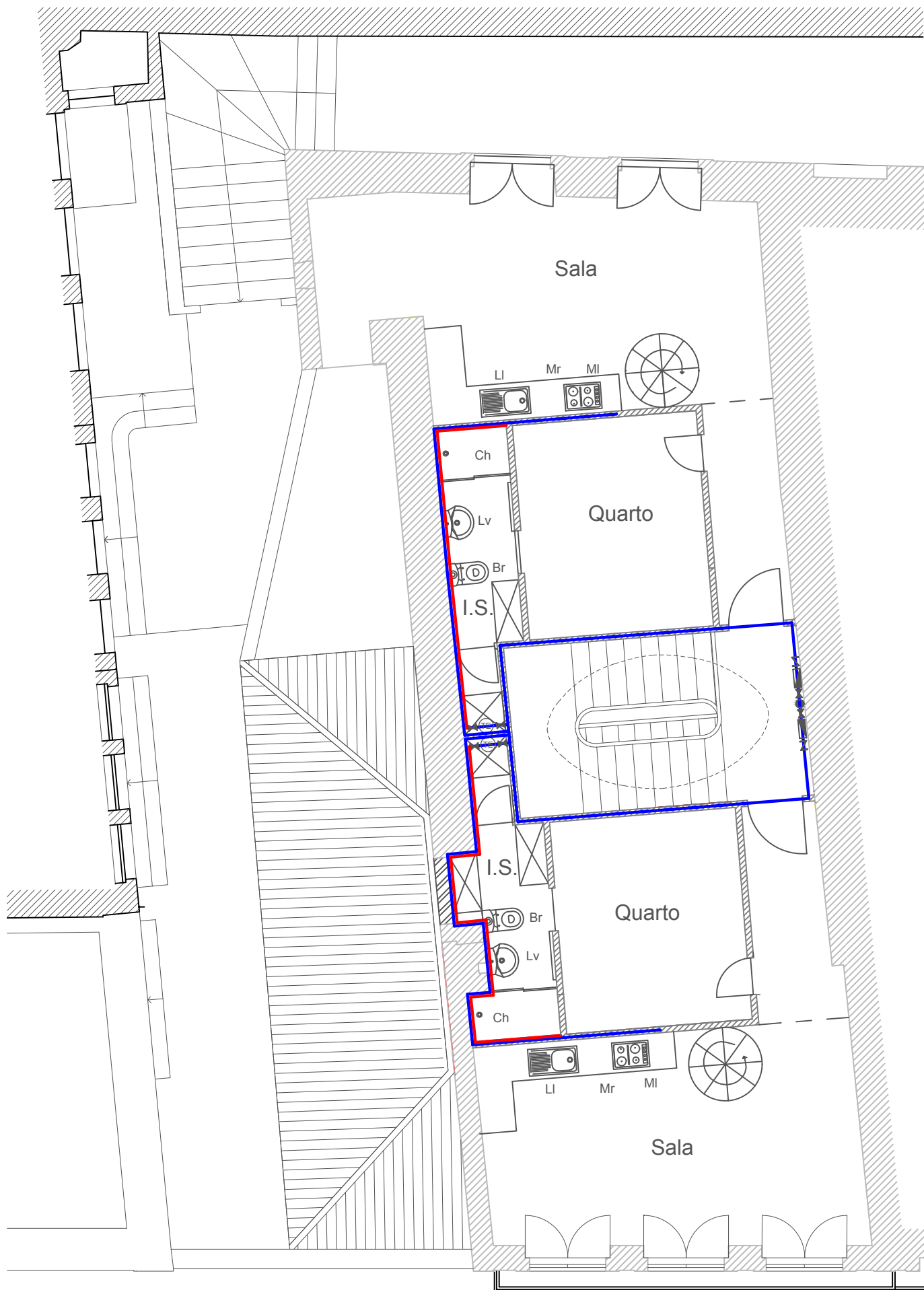
4.1. Abastecimento de Águas

- 4.1.1. Planta da rede de abastecimento na cave
- 4.1.2. Planta da rede de abastecimento no piso 1
- 4.1.3. Planta da rede de abastecimento no piso 2
- 4.1.4. Planta da rede de abastecimento no piso 3
- 4.1.5. Folhas de cálculo CYPE









1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS.....	2
2.- DADOS DE OBRA.....	2
3.- BIBLIOTECAS.....	2
4.- RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO.....	3
5.- TUBAGENS.....	4
6.- NÓS.....	13
7.- ELEMENTOS.....	19
8.- MEDIÇÃO.....	20
8.1.- Ramais de distribuição.....	20
8.2.- Grupos.....	21
8.3.- Totais.....	23



1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS

Planta	Altura	Cotas	Grupos (Águas)
Cobertura	0.00	15.50	Cobertura
mezzanine	2.70	12.80	mezzanine
3º piso	2.70	10.10	3º piso
2º piso	3.30	6.80	2º piso
1º piso	3.25	3.55	1º piso
Rés-do-chão	3.55	0.00	Rés-do-chão
Cave	3.10	-3.10	Cave

2.- DADOS DE OBRA

Caudais com simultaneidade, conforto médio

Velocidade mínima: 0.5 m/s

Velocidade máxima: 2.0 m/s

Velocidade ótima: 1.5 m/s

Coefficiente de perda de carga: 1.2

Pressão mínima em pontos de débito: 10.0 m.c.a.

Pressão máxima em pontos de débito: 50.0 m.c.a.

Viscosidade de água fria: $1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Viscosidade de água quente: $0.478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Coefficiente de resistência: Malafaya-Baptista

Perda de temperatura admissível na rede de água quente: 5 °C

3.- BIBLIOTECAS

BIBLIOTECA DE TUBOS DE ABASTECIMENTO

Série: COBRE	
Descrição: Tubo de cobre	
Rugosidade absoluta: 0.0420 mm	
Referências	Diâmetro interno
Ø12	10.4
Ø15	13.0
Ø18	16.0
Ø22	20.0
Ø28	25.6
Ø35	32.0
Ø42	39.0
Ø54	50.0
Ø64	60.0
Ø76	72.0
Ø89	85.0
Ø108	103.0



Série: PP PN6
Descrição: Tubagem em polipropileno - 6Kg/cm²
Rugosidade absoluta: 0.0200 mm

Referências	Diâmetro interno
Ø15	11.4
Ø20	16.4
Ø25	21.4
Ø32	28.2
Ø40	35.4
Ø50	44.2
Ø63	55.8
Ø75	66.4

BIBLIOTECA DE DÉBITOS POR APARELHOS

Referências	Caudal (l/s)
Autoclismo de bacia de retrete	0.10 l/s
Chuveiro individual	0.15 l/s
Lavatório individual	0.10 l/s
Máquina de lavar louça	0.15 l/s
Máquina de lavar roupa	0.20 l/s
Pia lava-louça	0.20 l/s

BIBLIOTECA DE ELEMENTOS

Referências	Tipo de perdas	Descrição
Contador	Perda de pressão	2.50 m.c.a.
Termoacumulador eléctrico	Perda de pressão	2.50 m.c.a.
Válvula de retenção	Perda de pressão	0.35 m.c.a.
Válvula de seccionamento	Perda de pressão	0.25 m.c.a.

4 - RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Referência	Planta	Descrição	Resultados	Verificação
V1	2º piso - 3º piso	PP PN6-Ø32	Caudal: 0.74 l/s Caudal bruto: 1.80 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.28 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PP PN6-Ø32	Caudal: 1.04 l/s Caudal bruto: 3.60 l/s Velocidade: 1.66 m/s Perda de pressão: 0.41 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PP PN6-Ø40	Caudal: 1.29 l/s Caudal bruto: 5.40 l/s Velocidade: 1.31 m/s Perda de pressão: 0.27 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PP PN6-Ø20	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.08 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



5.- TUBAGENS

Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A13 -> N12	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.09 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
A11 -> N16	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.11 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.02 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A16	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.87 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.20 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N14	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.35 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N14	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.27 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N14	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.30 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N14	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> A3	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 4.46 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 1.18 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N4 -> N8	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 2.94 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.78 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.94 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.28 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.26 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.08 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N7 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.15 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> A10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 4.94 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.75 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N14 -> N7	PP PN6-Ø25 Comprimento: 8.39 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.28 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N8 -> A11	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 2.74 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.73 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N6	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.60 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.94 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.28 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> N2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.14 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> A9	PP PN6-Ø25 Comprimento: 3.54 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.54 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N11	PP PN6-Ø25 Comprimento: 8.31 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.26 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N13 -> A13	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.70 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.08 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> A1	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.71 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.42 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.89 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.21 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A4 -> A5	Água quente, COBRE-Ø15 Comprimento: 2.01 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.64 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> A5	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.69 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.16 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A3 -> A4	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.09 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.13 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A3 -> A4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.06 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.22 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A9 -> A3	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.91 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10 -> A11	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.42 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A11 -> N13	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.57 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A16 -> N9	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.39 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.08 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
A16 -> A13	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.13 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
A13 -> N15	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.86 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.18 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N12 -> A6	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.57 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.85 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações
A16 -> A15	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.87 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.51 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N15 -> A6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.20 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.02 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N5 -> N3	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.36 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações

Produzido por uma versão educativa de CYPE



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N5 -> N10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.07 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.19 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.31 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.29 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A8 -> A14	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.55 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.36 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.10 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> A5	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 5.44 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 1.44 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N4 -> A6	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 5.66 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 1.50 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.54 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.45 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.26 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.10 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Produzido por uma versão educativa de CYPE



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N7 -> A10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 3.97 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.60 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N8 -> N7	PP PN6-Ø25 Comprimento: 9.38 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.43 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.57 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.46 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.22 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.21 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.13 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> A9	PP PN6-Ø25 Comprimento: 4.04 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.61 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> N9	PP PN6-Ø25 Comprimento: 9.25 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.41 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> A1	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.58 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.34 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A3 -> A2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.79 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.41 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> A3	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.24 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> A3	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.56 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.84 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A4	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.17 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.14 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.21 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.25 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A9 -> A5	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.92 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10 -> A6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.75 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.10 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A7	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.06 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.13 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A7	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.11 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.23 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A14 -> A13	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.72 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.43 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10 -> A8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.21 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.02 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> N3	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.35 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> N6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> N6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.29 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.26 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.15 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.02 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.22 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.35 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.27 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Produzido por uma versão educacional de CYPE



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N3 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.17 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> N10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.38 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.13 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> A8	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.26 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.68 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N1 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.15 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.02 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.27 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> A6	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 5.66 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 1.50 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N3	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.07 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N4 -> A5	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 5.47 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 1.45 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.48 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.43 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> N4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N6 -> N4	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.11 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6 -> A9	PP PN6-Ø25 Comprimento: 3.98 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.61 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 8.88 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.35 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.48 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.43 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.25 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.24 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.06 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.12 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.45 l/s Velocidade: 1.72 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> A10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 3.99 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.61 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N8 -> N9	PP PN6-Ø25 Comprimento: 9.33 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 1.42 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> A4	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.64 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.38 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N21 -> A1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.06 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A8 -> A16	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.72 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.40 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> A3	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.60 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.35 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> N21	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.23 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A2 -> A1	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.54 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.83 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A2	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.13 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.14 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A2	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.08 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.23 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A9 -> A5	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.93 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.13 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10 -> A6	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.77 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.11 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A7	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.09 m	Caudal: 0.46 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidade: 1.27 m/s Perda de pressão: 0.13 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A7	Água quente, PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.13 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.35 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.24 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> N11	PP PN6-Ø25 Comprimento: 1.22 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> A8	Água quente, PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.17 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.63 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A16 -> A15	PP PN6-Ø15 Comprimento: 0.53 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.31 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> A8	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.38 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidade: 1.12 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7 -> N1	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.08 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.44 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.30 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.04 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Produzido por uma versão educativa de CYPE



Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N3 -> N10	PP PN6-Ø25 Comprimento: 0.19 m	Caudal: 0.52 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidade: 1.44 m/s Perda de pressão: 0.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: Rés-do-chão			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N2 -> N1	PP PN6-Ø40 Comprimento: 12.13 m	Caudal: 1.34 l/s Caudal bruto: 5.78 l/s Velocidade: 1.36 m/s Perda de pressão: 0.89 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N2 -> A1	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.74 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.44 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A1 -> A2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 1.28 m	Caudal: 0.28 l/s Velocidade: 1.33 m/s Perda de pressão: 0.23 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> A3	PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.05 m	Caudal: 0.18 l/s Velocidade: 1.76 m/s Perda de pressão: 0.51 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.60 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.15 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.39 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.10 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.31 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.08 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1 -> N2	PP PN6-Ø20 Comprimento: 0.18 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.38 l/s Velocidade: 1.57 m/s Perda de pressão: 0.05 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

6.- NÓS



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A13	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 9.74 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.46 m.c.a. Pressão: 10.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A11	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 10.00 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.50 m.c.a. Pressão: 11.24 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 8.85 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.60 m.c.a. PERCURSO MAIS DESFAVORÁVEL Pressão: 10.00 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 14.15 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.48 m.c.a. Pressão: 15.08 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4	Cota: 0.40 m	Pressão: 18.59 m.c.a.	
	Cota: 1.60 m	Pressão: 12.73 m.c.a.	
	Cota: 0.40 m	Pressão: 21.86 m.c.a.	
	Cota: 1.60 m	Pressão: 12.66 m.c.a.	
	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 9.54 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.60 m.c.a. Pressão: 10.69 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Cota: 2.40 m	Pressão: 15.31 m.c.a.	
	Cota: 2.75 m	Pressão: 10.73 m.c.a.	
	Cota: 2.75 m	Pressão: 9.89 m.c.a.	
A1	Cota: 2.40 m	Pressão: 15.39 m.c.a.	
A1	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.65 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 13.80 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.98 m.c.a. Pressão: 14.48 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A13	Cota: 2.40 m	Pressão: 14.44 m.c.a.	
A1	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.65 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 14.23 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 15.30 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 14.43 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.48 m.c.a. Pressão: 15.36 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 10.18 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.46 m.c.a. Pressão: 10.47 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 14.60 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.25 m.c.a. Pressão: 14.75 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A3	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 14.73 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.40 m.c.a. Pressão: 15.72 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A3	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.75 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 10.40 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.50 m.c.a. Pressão: 11.65 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A9	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.90 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 14.85 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.55 m.c.a. Pressão: 16.20 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.90 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 14.56 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.55 m.c.a. Pressão: 15.92 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A11	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 14.50 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.40 m.c.a. Pressão: 15.50 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N16	Cota: 2.75 m	Pressão: 9.97 m.c.a.	
N15	Cota: 2.75 m	Pressão: 9.77 m.c.a.	
A15	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.65 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 13.44 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 0.98 m.c.a. Pressão: 14.11 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A13	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.40 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 14.35 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.25 m.c.a. Pressão: 14.51 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N12	Cota: 2.75 m	Pressão: 9.69 m.c.a.	
A16	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.65 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 13.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 15.03 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N15	Cota: 2.40 m	Pressão: 14.17 m.c.a.	
N14	Cota: 0.40 m	Pressão: 21.92 m.c.a.	
N10	Cota: 0.40 m	Pressão: 21.91 m.c.a.	
N11	Cota: 0.40 m	Pressão: 18.65 m.c.a.	

Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A8	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 17.18 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.68 m.c.a. Pressão: 18.49 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A8	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 11.78 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.80 m.c.a. Pressão: 13.33 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1	Cota: 0.04 m	Pressão: 25.84 m.c.a.	
N2	Cota: 1.60 m	Pressão: 16.01 m.c.a.	
N3	Cota: 0.04 m	Pressão: 25.80 m.c.a.	
N4	Cota: 1.60 m	Pressão: 15.94 m.c.a.	
A3	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 11.73 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.80 m.c.a. Pressão: 13.28 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7	Cota: 3.00 m	Pressão: 18.16 m.c.a.	



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A13	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.25 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 16.39 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 1.33 m.c.a. Pressão: 17.31 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N9	Cota: 3.00 m	Pressão: 18.23 m.c.a.	
A1	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.25 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 16.48 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 1.33 m.c.a. Pressão: 17.39 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.25 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 16.82 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.79 m.c.a. Pressão: 18.28 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A3	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 17.23 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.68 m.c.a. Pressão: 18.55 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 17.35 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.61 m.c.a. Pressão: 17.74 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 12.57 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.83 m.c.a. Pressão: 13.09 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 17.49 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 18.92 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 12.82 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.68 m.c.a. Pressão: 14.49 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.50 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 17.62 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.72 m.c.a. Pressão: 19.40 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.50 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 17.56 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.72 m.c.a. Pressão: 19.34 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 17.46 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 18.88 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 12.69 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.68 m.c.a. Pressão: 14.36 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A14	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.25 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 16.82 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.79 m.c.a. Pressão: 18.28 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N10	Cota: 3.00 m	Pressão: 17.20 m.c.a.	
N5	Cota: 0.04 m	Pressão: 25.85 m.c.a.	
N6	Cota: 0.04 m	Pressão: 22.60 m.c.a.	



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N8	Cota: 0.04 m	Pressão: 22.55 m.c.a.	
A7	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.00 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 17.33 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.61 m.c.a. Pressão: 17.72 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.35 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 12.46 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.83 m.c.a. Pressão: 12.98 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N1	Cota: 0.40 m	Pressão: 29.14 m.c.a.	
N2	Cota: 1.60 m	Pressão: 19.68 m.c.a.	
N3	Cota: 0.40 m	Pressão: 29.14 m.c.a.	
N4	Cota: 1.60 m	Pressão: 20.10 m.c.a.	
A1	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 15.89 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.78 m.c.a. Pressão: 17.40 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N6	Cota: 2.95 m	Pressão: 22.35 m.c.a.	
A6	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.20 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 20.63 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 1.30 m.c.a. Pressão: 21.52 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N5	Cota: 2.95 m	Pressão: 21.93 m.c.a.	
A5	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.20 m Consumo de biblioteca: Mr	Pressão: 20.22 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.96 m/s Perda de pressão: 1.30 m.c.a. Pressão: 21.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 21.36 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.67 m.c.a. Pressão: 22.64 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1	Cota: 2.95 m	Pressão: 21.37 m.c.a.	
A8	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 1.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 20.94 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.67 m.c.a. Pressão: 22.22 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A4	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.20 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 20.98 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.77 m.c.a. Pressão: 22.41 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 21.48 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 21.85 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 16.72 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.80 m.c.a. Pressão: 17.22 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A5	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 21.62 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.56 m.c.a. Pressão: 23.01 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 1piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A5	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 16.94 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.66 m.c.a. Pressão: 18.58 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A9	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.45 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 21.74 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.70 m.c.a. Pressão: 23.49 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A10	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.45 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 21.33 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.70 m.c.a. Pressão: 23.07 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 21.22 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.56 m.c.a. Pressão: 22.61 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A6	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 2.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 16.47 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 1.18 m/s Perda de pressão: 0.66 m.c.a. Pressão: 18.11 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A7	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 0.95 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 21.09 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.58 m.c.a. Pressão: 21.46 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A8	Nível: Pavimento + H 2 m Cota: 2.00 m COBRE-Ø12 Comprimento: 1.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: Ch	Pressão: 16.24 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.77 m/s Perda de pressão: 0.80 m.c.a. Pressão: 16.74 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A16	Nível: Pavimento + H 0.75 m Cota: 0.75 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.20 m Consumo de biblioteca: MI	Pressão: 20.54 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidade: 1.47 m/s Perda de pressão: 0.77 m.c.a. Pressão: 21.97 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1	Cota: 2.95 m	Pressão: 20.97 m.c.a.	
A9	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m COBRE-Ø15 Comprimento: 2.30 m Misturadora com consumo de biblioteca: LI	Pressão: 15.61 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidade: 1.51 m/s Perda de pressão: 0.78 m.c.a. Pressão: 17.12 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N7	Cota: 0.40 m	Pressão: 29.15 m.c.a.	
N8	Cota: 0.40 m	Pressão: 25.90 m.c.a.	
N10	Cota: 0.40 m	Pressão: 26.25 m.c.a.	

Grupo: Rés-do-chão		
Referência	Descrição	Resultados
N1	Cota: 0.00 m	Pressão: 33.37 m.c.a.
N2	Cota: 0.00 m	NÓ ENTRADA Pressão mínima necessária: 34.26 m.c.a.

Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N2	Cota: 2.80 m	Pressão: 30.12 m.c.a.	
A3	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.80 m Consumo genérico (Água fria): Gf	Pressão: 28.94 m.c.a. Caudal: 0.18 l/s Velocidade: 1.76 m/s Perda de pressão: 0.88 m.c.a. Pressão: 29.86 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A1	Nível: Pavimento + H 1 m Cota: 1.00 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 1.80 m Consumo de biblioteca: Lv	Pressão: 29.69 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 0.98 m/s Perda de pressão: 0.30 m.c.a. Pressão: 31.19 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
A2	Nível: Pavimento + H 0.5 m Cota: 0.50 m PP PN6-Ø15 Comprimento: 2.30 m Consumo de biblioteca: Rt	Pressão: 29.45 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidade: 0.98 m/s Perda de pressão: 0.39 m.c.a. Pressão: 31.37 m.c.a.	Cumprem-se todas as verificações
N1	Cota: 2.80 m	Pressão: 33.60 m.c.a.	

7.- ELEMENTOS

Grupo: 3piso		
Referência	Descrição	Resultados
N3 -> N14, (1.32, -0.57), 0.35 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 18.99 m.c.a. Pressão de saída: 18.64 m.c.a.
N3 -> N14, (1.28, -0.30), 0.62 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.53 m.c.a. Pressão de saída: 19.03 m.c.a.
N3 -> N14, (1.24, 0.00), 0.93 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.83 m.c.a. Pressão de saída: 21.58 m.c.a.
N7 -> N4, (-3.71, -0.16), 0.14 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 15.04 m.c.a. Pressão de saída: 14.79 m.c.a.
N7 -> N4, (-3.97, -0.18), 0.40 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 14.71 m.c.a. Pressão de saída: 12.21 m.c.a.
N7 -> N4, (-4.21, -0.20), 0.64 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 12.15 m.c.a. Pressão de saída: 11.90 m.c.a.
N11 -> N2, (-3.74, 0.08), 0.14 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 15.11 m.c.a. Pressão de saída: 14.86 m.c.a.
N11 -> N2, (-3.98, 0.06), 0.39 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 14.79 m.c.a. Pressão de saída: 12.29 m.c.a.
N11 -> N2, (-4.22, 0.03), 0.62 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 12.22 m.c.a. Pressão de saída: 11.97 m.c.a.
N10 -> N1, (1.09, 1.37), 0.19 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 19.03 m.c.a. Pressão de saída: 18.68 m.c.a.
N10 -> N1, (1.12, 1.06), 0.50 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.58 m.c.a. Pressão de saída: 19.08 m.c.a.
N10 -> N1, (1.15, 0.78), 0.78 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.87 m.c.a. Pressão de saída: 21.62 m.c.a.

Grupo: 2piso		
Referência	Descrição	Resultados
N7 -> N4, (-3.65, -0.23), 0.14 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 17.71 m.c.a. Pressão de saída: 17.46 m.c.a.
N7 -> N4, (-3.90, -0.25), 0.39 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 17.39 m.c.a. Pressão de saída: 14.89 m.c.a.
N7 -> N4, (-4.16, -0.28), 0.65 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 14.82 m.c.a. Pressão de saída: 14.57 m.c.a.
N9 -> N2, (-3.73, 0.12), 0.17 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 17.77 m.c.a. Pressão de saída: 17.52 m.c.a.
N9 -> N2, (-3.94, 0.10), 0.39 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 17.46 m.c.a. Pressão de saída: 14.96 m.c.a.
N9 -> N2, (-4.16, 0.08), 0.60 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 14.90 m.c.a. Pressão de saída: 14.65 m.c.a.
N1 -> N6, (1.09, 1.24), 0.24 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 22.98 m.c.a. Pressão de saída: 22.63 m.c.a.
N1 -> N6, (1.12, 0.96), 0.54 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 25.53 m.c.a. Pressão de saída: 23.03 m.c.a.



Grupo: 2º piso		
Referência	Descrição	Resultados
N1 -> N6, (1.15, 0.70), 0.79 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 25.82 m.c.a. Pressão de saída: 25.57 m.c.a.
N3 -> N8, (1.30, -0.54), 0.22 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 22.93 m.c.a. Pressão de saída: 22.58 m.c.a.
N3 -> N8, (1.26, -0.19), 0.56 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 25.48 m.c.a. Pressão de saída: 22.98 m.c.a.
N3 -> N8, (1.22, 0.07), 0.83 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 25.77 m.c.a. Pressão de saída: 25.52 m.c.a.

Grupo: 1º piso		
Referência	Descrição	Resultados
N1 -> N8, (1.14, 0.30), 0.15 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 29.12 m.c.a. Pressão de saída: 28.87 m.c.a.
N1 -> N8, (1.16, 0.05), 0.40 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 28.83 m.c.a. Pressão de saída: 26.33 m.c.a.
N1 -> N8, (1.19, -0.22), 0.67 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 26.29 m.c.a. Pressão de saída: 25.94 m.c.a.
N6 -> N4, (-3.80, 0.12), 0.13 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.92 m.c.a. Pressão de saída: 21.67 m.c.a.
N6 -> N4, (-4.05, 0.10), 0.38 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.59 m.c.a. Pressão de saída: 19.09 m.c.a.
N6 -> N4, (-4.30, 0.07), 0.63 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 19.02 m.c.a. Pressão de saída: 18.77 m.c.a.
N9 -> N2, (-3.77, -0.19), 0.13 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.50 m.c.a. Pressão de saída: 21.25 m.c.a.
N9 -> N2, (-4.02, -0.22), 0.38 m	Perda de carga: Termoacumulador eléctrico 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 21.17 m.c.a. Pressão de saída: 18.67 m.c.a.
N9 -> N2, (-4.26, -0.24), 0.63 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 18.61 m.c.a. Pressão de saída: 18.36 m.c.a.
N3 -> N10, (1.06, 1.08), 0.44 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 28.82 m.c.a. Pressão de saída: 26.32 m.c.a.
N3 -> N10, (1.08, 0.78), 0.73 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 29.11 m.c.a. Pressão de saída: 28.86 m.c.a.

Grupo: Cave		
Referência	Descrição	Resultados
N1 -> N2, (1.17, -0.08), 0.60 m	Perda de carga: Válvula de seccionamento 0.25 m.c.a.	Pressão de entrada: 33.45 m.c.a. Pressão de saída: 33.20 m.c.a.
N1 -> N2, (1.21, -0.46), 0.99 m	Perda de carga: Contador 2.50 m.c.a.	Pressão de entrada: 33.10 m.c.a. Pressão de saída: 30.60 m.c.a.
N1 -> N2, (1.24, -0.78), 1.30 m	Perda de carga: Válvula de retenção 0.35 m.c.a.	Pressão de entrada: 30.52 m.c.a. Pressão de saída: 30.17 m.c.a.

8.- MEDIÇÃO

8.1.- Ramais de distribuição

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø20	0.30
PP PN6-Ø40	3.95
PP PN6-Ø32	6.55



8.2.- Grupos

COBERTURA

Sem medição

MEZZANINE

Sem medição

3PISO

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø15	9.84
PP PN6-Ø20	17.35
PP PN6-Ø25	35.27
COBRE-Ø15	8.31
COBRE-Ø12	12.40

Débitos	
Referências	Quantidade
Máquina de lavar roupa	2
Máquina de lavar louça	2
Autoclismo de bacia de retrete	2
Chuveiro individual com misturadora	2
Lavatório individual com misturadora	2
Pia lava-louça com misturadora	2

Elementos	
Referências	Quantidade
Válvula de retenção	2
Contador	2
Válvula de seccionamento	6
Termoacumulador eléctrico	2
Válvulas de consumo	6

2PISO

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø20	21.05
PP PN6-Ø25	35.78
PP PN6-Ø15	13.12
COBRE-Ø15	8.70
COBRE-Ø12	18.40



Débitos	
Referências	Quantidade
Máquina de lavar roupa	2
Máquina de lavar louça	2
Autoclismo de bacia de retrete	2
Pia lava-louça com misturadora	2
Chuveiro individual com misturadora	2
Lavatório individual com misturadora	2

Elementos	
Referências	Quantidade
Válvula de seccionamento	6
Termoacumulador eléctrico	2
Válvula de retenção	2
Contador	2
Válvulas de consumo	6

1PISO

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø25	34.98
PP PN6-Ø20	20.89
PP PN6-Ø15	12.64
COBRE-Ø15	8.50
COBRE-Ø12	17.90

Débitos	
Referências	Quantidade
Máquina de lavar roupa	2
Máquina de lavar louça	2
Autoclismo de bacia de retrete	2
Pia lava-louça com misturadora	2
Chuveiro individual com misturadora	2
Lavatório individual com misturadora	2

Elementos	
Referências	Quantidade
Válvula de seccionamento	6
Contador	2
Válvula de retenção	1
Termoacumulador eléctrico	2
Válvulas de consumo	6

RÉS-DO-CHÃO

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø40	12.13



CAVE

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø20	4.50
PP PN6-Ø15	6.95

Débitos	
Referências	Quantidade
Consumo genérico: 0.65 m³/h	1
Lavatório individual	1
Autoclismo de bacia de retrete	1

Elementos	
Referências	Quantidade
Válvula de seccionamento	1
Contador	1
Válvula de retenção	1
Válvulas de consumo	2

Produzido por uma versão educacional de CYPE

8.3.- Totais

Tubos de abastecimento	
Referências	Comprimento (m)
PP PN6-Ø20	64.09
PP PN6-Ø40	16.08
PP PN6-Ø32	6.55
PP PN6-Ø15	42.55
PP PN6-Ø25	106.03
COBRE-Ø15	25.51
COBRE-Ø12	48.70

Débitos	
Referências	Quantidade
Consumo genérico: 0.65 m³/h	1
Lavatório individual	1
Autoclismo de bacia de retrete	7
Máquina de lavar roupa	6
Máquina de lavar louça	6
Pia lava-louça com misturadora	6
Chuveiro individual com misturadora	6
Lavatório individual com misturadora	6

Elementos	
Referências	Quantidade
Válvula de seccionamento	19
Contador	7
Válvula de retenção	6
Termoacumulador eléctrico	6

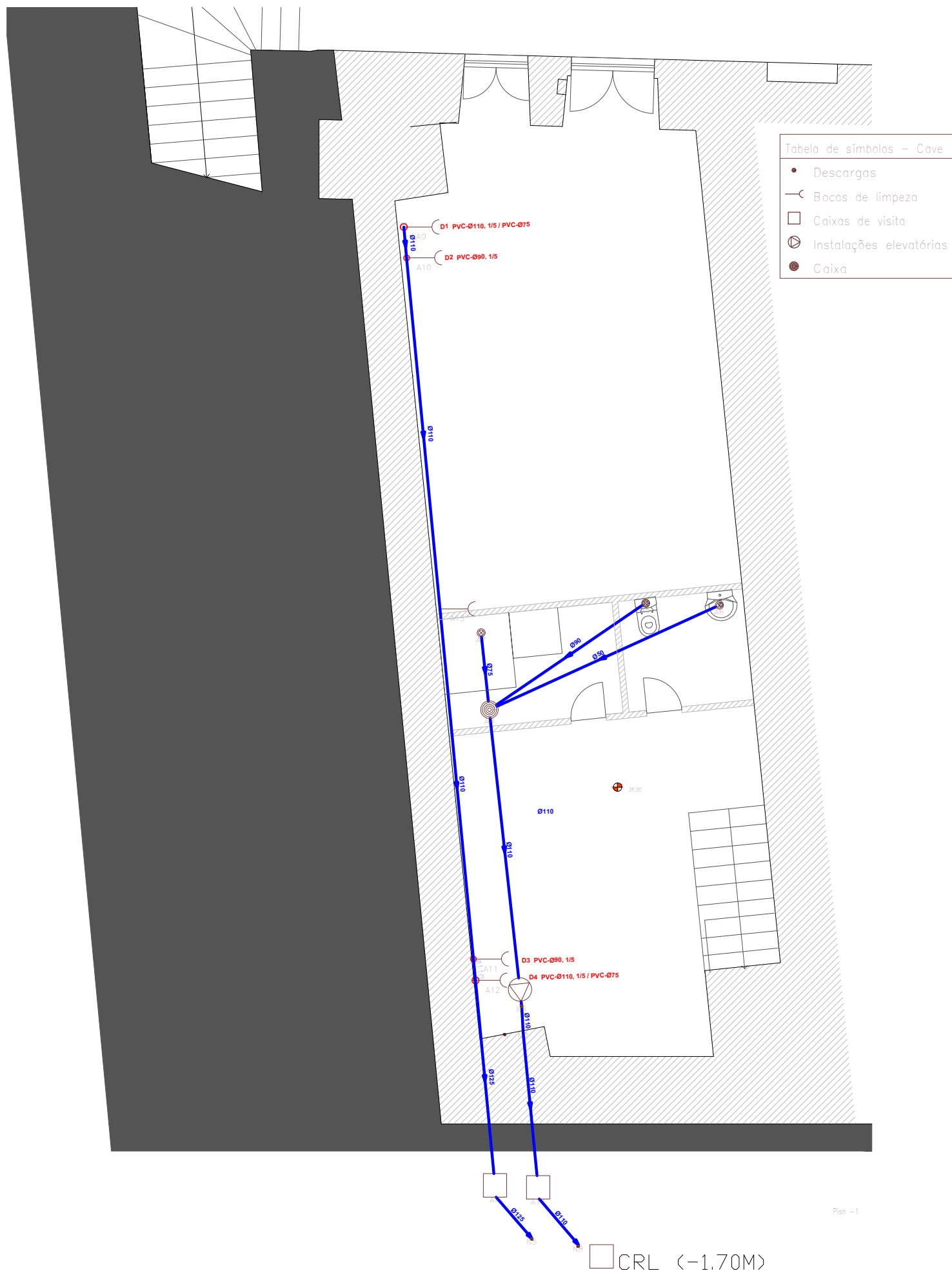


Elementos	
Referências	Quantidade
Válvulas de consumo	20

ANEXO D – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS (DESENHOS E LISTAGENS CYPE)

4.2. Drenagem de Águas Residuais

- 4.2.1. Planta da rede de drenagem na cave
- 4.2.2. Planta da rede de drenagem no piso 1
- 4.2.3. Planta da rede de drenagem no piso 2
- 4.2.4. Planta da rede de drenagem no piso 3
- 4.2.5. Folhas de cálculo CYPE





1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS.....	2
2.- BIBLIOTECAS.....	2
3.- TUBOS DE QUEDA.....	3
4.- TUBAGENS.....	3
5.- NÓS.....	8
6.- ELEMENTOS.....	11
7.- MEDIÇÃO.....	11
7.1.- Tubos de queda.....	11
7.2.- Grupos.....	11
7.3.- Totais.....	13



1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS

Planta	Altura	Cotas	Grupos (Residuais)
Cobertura	0.00	15.50	Cobertura
mezzanine	2.70	12.80	mezzanine
3º piso	2.70	10.10	3º piso
2º piso	3.30	6.80	2º piso
1º piso	3.25	3.55	1º piso
Rés-do-chão	3.55	0.00	Rés-do-chão
Cave	3.10	-3.10	Cave

2.- BIBLIOTECAS

BIBLIOTECA DE TUBOS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Série: PVC Descrição: Policloreto de vinilo Coef. Manning: 0.009	
Referências	Diâmetro interno
Ø32	27.6
Ø40	35.6
Ø50	45.6
Ø75	70.0
Ø90	85.8
Ø110	104.6
Ø125	119.0
Ø140	133.4
Ø160	152.6
Ø200	190.0
Ø250	238.2
Ø315	302.6

BIBLIOTECA DE DESCARGAS POR APARELHO

Referências	Abreviatura	Caudal (l/min)
Bacia de retrete	Br	90.00 (Negras)
Chuveiro	Ch	30.00 (Brancas)
Lavatório individual	Lv	30.00 (Brancas)
Máquina de lavar louça	MI	60.00 (Brancas)
Máquina de lavar roupa	Mr	60.00 (Brancas)
Pia lava-louça	LI	30.00 (Brancas)
Tanque de lavar roupa	Tq	60.00 (Brancas)



3.- TUBOS DE QUEDA

Referência	Planta	Descrição	Resultados	Verificação
D1, Ventilação primária e secundária	2º piso - 3º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 128.56 l/min Diâmetro mínimo: 74.69 mm	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 186.31 l/min Diâmetro mínimo: 85.84 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 231.46 l/min Diâmetro mínimo: 93.11 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 231.46 l/min Diâmetro mínimo: 93.11 mm	Cumprem-se todas as verificações
D2, Ventilação primária	2º piso - 3º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 118.38 l/min Diâmetro mínimo: 72.41 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 147.07 l/min Diâmetro mínimo: 78.55 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 147.07 l/min Diâmetro mínimo: 78.55 mm	Cumprem-se todas as verificações
D3, Ventilação primária	2º piso - 3º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 90.00 l/min Diâmetro mínimo: 65.34 mm	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 118.38 l/min Diâmetro mínimo: 72.41 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 147.07 l/min Diâmetro mínimo: 78.55 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø90, 1/5	Caudal: 147.07 l/min Diâmetro mínimo: 78.55 mm	Cumprem-se todas as verificações
Ventilação primária e secundária	2º piso - 3º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 128.56 l/min Diâmetro mínimo: 74.69 mm	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 186.31 l/min Diâmetro mínimo: 85.84 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 231.46 l/min Diâmetro mínimo: 93.11 mm	Cumprem-se todas as verificações
	Cave - Rés-do-chão	PVC-Ø110, 1/5 / PVC-Ø75	Caudal: 231.46 l/min Diâmetro mínimo: 93.11 mm	Cumprem-se todas as verificações

4.- TUBAGENS

Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A19 -> N2	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 3.43 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A20 -> A25	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.94 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A21 -> A25	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.06 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A25 -> N6	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.75 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A24 -> A26	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.47 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A23 -> A26	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.28 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A22 -> A26	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.52 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 3º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A26 -> N6	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.33 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A31 -> A34	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.66 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A29 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.97 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A28 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.02 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A27 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.54 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A32 -> A34	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.08 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A30 -> N11	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 3.48 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A33 -> N12	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.58 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A34 -> N12	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.38 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N19 -> N1	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.69 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
N8 -> N4	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.03 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A26 -> N3	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 2.81 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A27 -> N8	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.83 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A28 -> N8	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.94 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 2º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A25 -> N10	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.25 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
N10 -> N4	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.85 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A24 -> N10	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.34 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A23 -> N10	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.96 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A18 -> N2	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 2.93 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A19 -> N16	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.98 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A17 -> N16	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.99 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A16 -> N1	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.23 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A20 -> N19	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.17 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A21 -> N19	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.05 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A22 -> N19	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.70 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações

Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A33 -> N1	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.98 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A31 -> N4	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.73 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 107.38 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A21 -> N3	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 2.85 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: 1º piso			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A24 -> A32	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.83 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A20 -> A32	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.96 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A32 -> N4	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.03 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A25 -> A31	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.16 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A29 -> A31	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.08 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A30 -> A31	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.63 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A22 -> N2	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 2.93 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A23 -> A34	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.86 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A19 -> A34	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 0.96 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A34 -> N1	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 2.22 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A26 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 1.47 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A28 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.11 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A27 -> A33	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.45 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A7 -> A8	Ramal de descarga, PVC-Ø75 Comprimento: 1.32 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 60.00 l/min Caudal máximo: 122.28 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> A8	Ramal de descarga, PVC-Ø90 Comprimento: 3.51 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 90.00 l/min Caudal máximo: 210.41 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A8 -> N6	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 4.81 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 118.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 28.81 mm Taxa de ocupação: 22.40 % Tensão de arrastamento: 3.2678 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A8 -> N6	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.29 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 118.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 28.81 mm Taxa de ocupação: 22.40 % Tensão de arrastamento: 3.2678 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> A8	Ramal de descarga, PVC-Ø50 Comprimento: 4.62 m Inclinação: 2.0 % Tipo de cálculo: Meia secção	Caudal: 30.00 l/min Caudal máximo: 39.00 l/min	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> A14	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 5.45 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 118.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 28.81 mm Taxa de ocupação: 22.40 % Tensão de arrastamento: 3.2678 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> N7	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.45 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 118.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 28.81 mm Taxa de ocupação: 22.40 % Tensão de arrastamento: 3.2678 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A3 -> A11	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 6.01 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 280.14 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.30 m/s Altura da lâmina: 45.52 mm Taxa de ocupação: 41.77 % Tensão de arrastamento: 4.6729 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A14 -> N8	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 1.09 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 118.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.02 m/s Altura da lâmina: 28.81 mm Taxa de ocupação: 22.40 % Tensão de arrastamento: 3.2678 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A9 -> A10	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.53 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 231.46 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.24 m/s Altura da lâmina: 40.97 mm Taxa de ocupação: 36.32 % Tensão de arrastamento: 4.3285 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A10 -> A13	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 6.02 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 280.14 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.30 m/s Altura da lâmina: 45.52 mm Taxa de ocupação: 41.77 % Tensão de arrastamento: 4.6729 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A11 -> A12	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.37 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 322.38 l/min Caudal máximo: 356.88 l/min Velocidade: 1.35 m/s Altura da lâmina: 49.29 mm Taxa de ocupação: 46.34 % Tensão de arrastamento: 4.9361 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

Produzido por uma versão educacional de CYPE



Grupo: Cave			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A12 -> A4	Colector, PVC-Ø125 Comprimento: 3.52 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 405.97 l/min Caudal máximo: 503.39 l/min Velocidade: 1.43 m/s Altura da lâmina: 52.58 mm Taxa de ocupação: 42.61 % Tensão de arrastamento: 5.3732 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> N5	Colector, PVC-Ø125 Comprimento: 0.77 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 405.97 l/min Caudal máximo: 503.39 l/min Velocidade: 1.43 m/s Altura da lâmina: 52.58 mm Taxa de ocupação: 42.61 % Tensão de arrastamento: 5.3732 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações

5.- NÓS

Grupo: 3º piso	
Referência	Descrição
A19	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
N2	Cota: 0.00 m
A20	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
A21	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
A25	Cota: 0.00 m Caixa
N6	Cota: 0.00 m
A24	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min
A23	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
A26	Cota: 0.00 m Caixa
A22	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min
A31	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
A32	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
A29	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min
A33	Cota: 0.00 m Caixa
A28	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
A27	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min
A34	Cota: 0.00 m Caixa
A30	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
N11	Cota: 0.00 m
N12	Cota: 0.00 m



Grupo: 2º piso	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m
A26	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
A27	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
A28	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
N8	Cota: 0.00 m
A25	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min
N10	Cota: 0.00 m
A24	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
A23	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min
A18	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
A19	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
A17	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
N16	Cota: 0.00 m
A20	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min
A21	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
N19	Cota: 0.00 m
A22	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min

Grupo: 1º piso	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m
A21	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
A24	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
A20	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
A32	Cota: 0.00 m Caixa
A25	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min



Grupo: 1º piso	
Referência	Descrição
A29	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
A31	Cota: 0.00 m Caixa
A30	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min
A22	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
A23	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
A19	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Ch: 30.0 l/min
A34	Cota: 0.00 m Caixa
A26	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: LI: 30.0 l/min
A28	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: MI: 60.0 l/min
A33	Cota: 0.00 m Caixa
A27	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Tq: 60.0 l/min

Grupo: Rés-do-chão	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m

Grupo: Cave	
Referência	Descrição
A7	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Mr: 60.0 l/min
A8	Cota: 0.00 m Caixa
A5	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Br: 90.0 l/min
A6	Cota: 0.00 m Descarga de biblioteca: Lv: 30.0 l/min
N6	Cota: 0.00 m
N7	Cota: 0.00 m
N8	Cota: 2.80 m
A13	Cota: 2.80 m Boca de limpeza
A14	Cota: 2.80 m Caixa de visita
A9	Cota: 2.80 m Boca de limpeza
A10	Cota: 2.80 m Boca de limpeza



Grupo: Cave	
Referência	Descrição
A11	Cota: 2.80 m Boca de limpeza
A12	Cota: 2.80 m Boca de limpeza
N5	Cota: 2.80 m
A4	Cota: 2.80 m Caixa de visita

6.- ELEMENTOS

Grupo: Cave	
Referência	Descrição
A8 -> N6, (-2.98, -6.57), 4.81 m	Grupo elevatório

7.- MEDIÇÃO

Produzido por uma versão educativa de CYPE

1.- Tubos de queda

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø110	20.80
PVC-Ø90	20.80

Colunas de ventilação secundária	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	20.80

Colunas de ventilação primária	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø110	13.00
PVC-Ø90	13.00

7.2.- Grupos

COBERTURA

Sem medição

MEZZANINE

Sem medição

3PISO

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø90	6.91
PVC-Ø50	6.22
PVC-Ø75	14.35



Descargas	
Referências	Quantidade
Bacia de retrete	2
Lavatório individual	2
Chuveiro	2
Máquina de lavar roupa	2
Máquina de lavar louça	2
Pia lava-louça	2

Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Caixa	4

2PISO

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	13.86
PVC-Ø90	5.75
PVC-Ø50	6.16

Descargas	
Referências	Quantidade
Bacia de retrete	2
Lavatório individual	1
Chuveiro	3
Pia lava-louça	2
Máquina de lavar louça	2
Máquina de lavar roupa	2

1PISO

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	13.23
PVC-Ø90	5.78
PVC-Ø50	6.24

Descargas	
Referências	Quantidade
Bacia de retrete	2
Lavatório individual	2
Chuveiro	2
Pia lava-louça	2
Máquina de lavar louça	2
Máquina de lavar roupa	1
Tanque de lavar roupa	1



Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Caixa	4

RÉS-DO-CHÃO

Sem medição

CAVE

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	1.32
PVC-Ø90	3.51
PVC-Ø110	25.02
PVC-Ø50	4.62
PVC-Ø125	4.28

Descargas	
Referências	Quantidade
Máquina de lavar roupa	1
Bacia de retrete	1
Lavatório individual	1

Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Bocas de limpeza	5
Caixas de visita	2
Instalações elevatórias	1
Caixa	1

Produzido por uma versão educativa de CYPE

7.3.- Totais

Tubos de águas residuais	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø110	45.82
PVC-Ø90	42.74
PVC-Ø75	42.77
PVC-Ø50	23.24
PVC-Ø125	4.28

Colunas de ventilação secundária	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	20.80

Colunas de ventilação primária	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø110	13.00
PVC-Ø90	13.00



Descargas	
Referências	Quantidade
Máquina de lavar roupa	6
Bacia de retrete	7
Lavatório individual	6
Chuveiro	7
Pia lava-louça	6
Máquina de lavar louça	6
Tanque de lavar roupa	1

Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Bocas de limpeza	5
Caixas de visita	2
Instalações elevatórias	1
Caixa	9

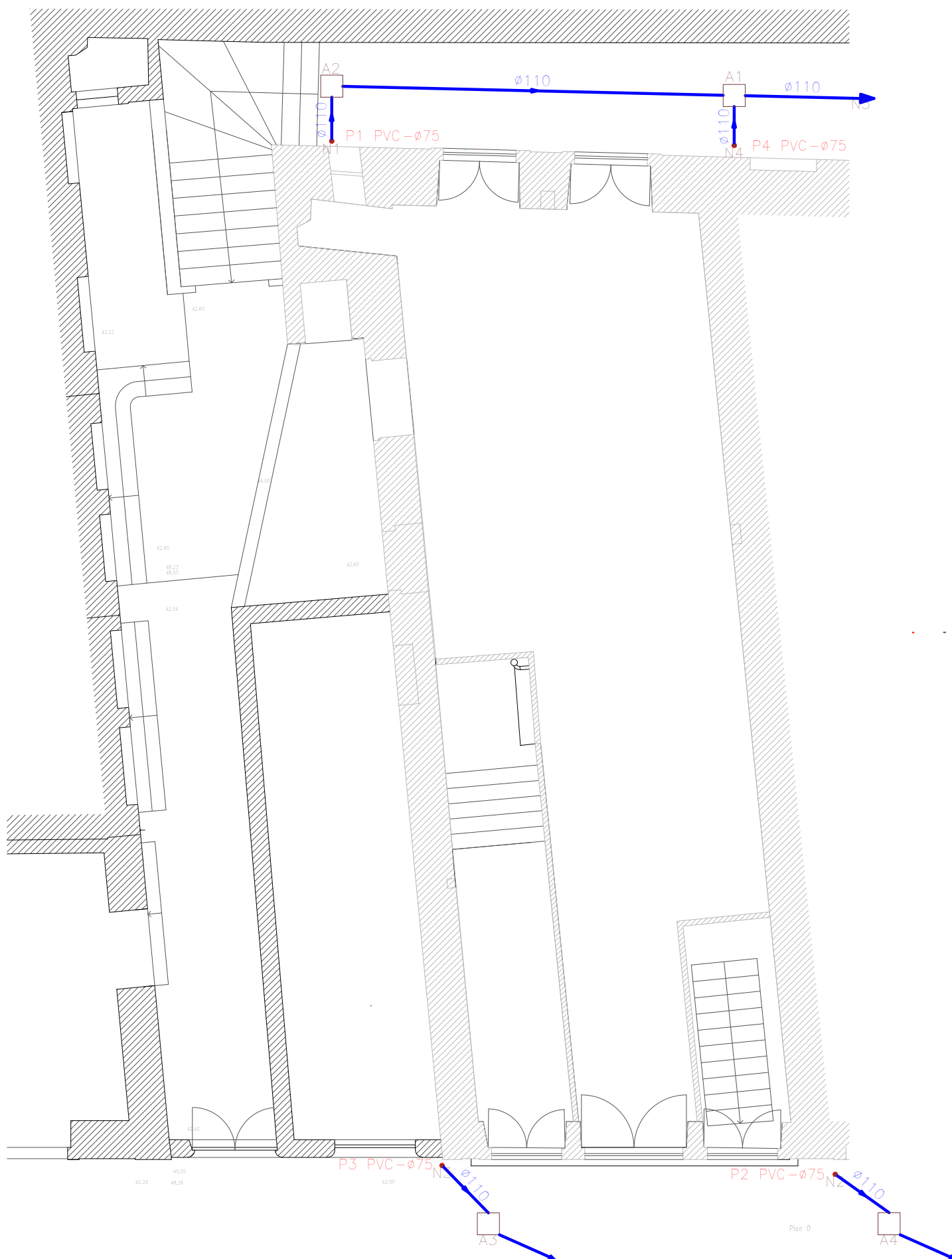
ANEXO D – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS (DESENHOS E LISTAGENS CYPE)

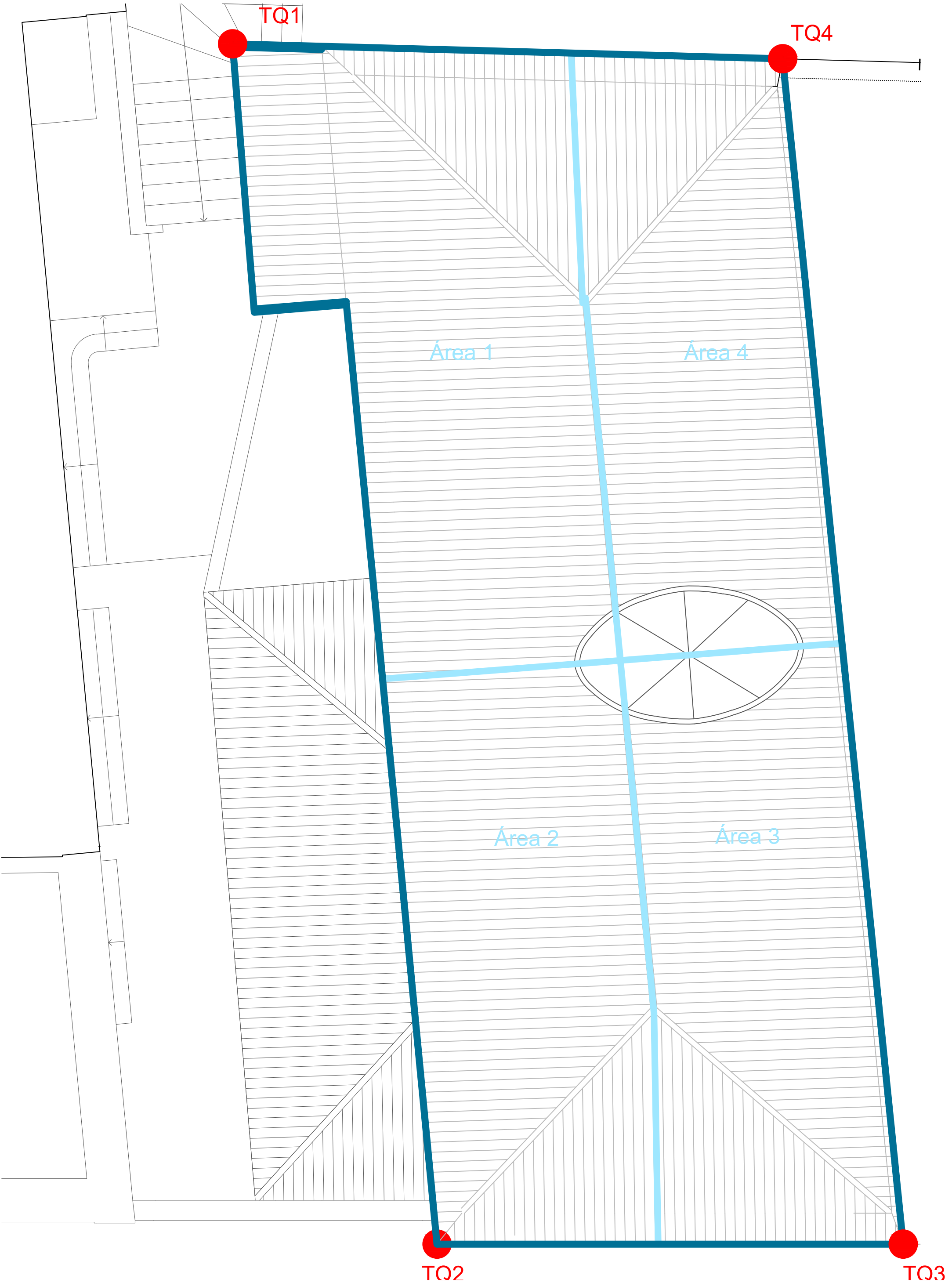
4.3. Drenagem de Águas Pluviais

4.3.1. Planta da rede de drenagem no piso 0

4.3.2. Planta da rede de drenagem da cobertura

4.3.3. Folhas de cálculo CYPE





1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS.....	2
2.- DADOS DE OBRA.....	2
3.- BIBLIOTECAS.....	2
4.- TUBOS DE QUEDA.....	3
5.- TUBAGENS.....	5
6.- NÓS.....	7
7.- MEDIÇÃO.....	8
7.1.- Tubos de queda.....	8
7.2.- Grupos.....	8
7.3.- Totais.....	9



1.- DADOS DE GRUPOS E PLANTAS

Planta	Altura	Cotas	Grupos (Pluviais)
Cobertura	0.00	15.50	Cobertura
mezzanine	2.70	12.80	mezzanine
3º piso	2.70	10.10	3º piso
2º piso	3.30	6.80	2º piso
1º piso	3.25	3.55	1º piso
Rés-do-chão	3.55	0.00	Rés-do-chão
Cave	3.10	-3.10	Cave

2.- DADOS DE OBRA

Região pluviométrica: A

Período de retorno: 5 anos

Duração da precipitação: 10 min

Intensidade de precipitação: 71.08 mm/h

Altura de lâmina de água fixa: 15.0 mm

3.- BIBLIOTECAS

BIBLIOTECA DE TUBOS PARA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Série: PVC Descrição: Policloreto de vinilo Coef. Manning: 0.009	
Referências	Diâmetro interno
Ø32	27.6
Ø40	35.6
Ø50	45.6
Ø75	70.0
Ø90	85.8
Ø110	104.6
Ø125	119.0
Ø140	133.4
Ø160	152.6
Ø200	190.0
Ø250	238.2
Ø315	302.6

**BIBLIOTECA DE CALEIRAS SEMICIRCULARES**

Série: Semicircular Descrição: Caleira semicircular em PVC Coef. Manning: 0.009	
Referências	Diâmetro interno
Ø90	86.8
Ø110	105.6
Ø125	120.0
Ø140	134.4
Ø160	153.6
Ø200	192.0

4.- TUBOS DE QUEDA

Referência	Planta	Descrição	Resultados	Verificação
P1, Aresta viva	mezzanine - Cobertura	PVC-Ø75	Caudal: 42.25 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 23.9 mm Área total de descarga: 35.67 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	3º piso - mezzanine	PVC-Ø75	Caudal: 42.25 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 35.67 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	2º piso - 3º piso	PVC-Ø75	Caudal: 42.25 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 35.67 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø75	Caudal: 42.25 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 35.67 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø75	Caudal: 42.25 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 35.67 m ²	Cumprem-se todas as verificações
P2, Aresta viva	mezzanine - Cobertura	PVC-Ø75	Caudal: 48.12 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 18.2 mm Área total de descarga: 40.62 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	3º piso - mezzanine	PVC-Ø75	Caudal: 48.12 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.62 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	2º piso - 3º piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.12 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.62 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	1º piso - 2º piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.12 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.62 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1º piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.12 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.62 m ²	Cumprem-se todas as verificações



Referência	Planta	Descrição	Resultados	Verificação
P3, Aresta viva	mezzanine - Cobertura	PVC-Ø75	Caudal: 32.48 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 20.5 mm Área total de descarga: 27.42 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	3 piso - mezzanine	PVC-Ø75	Caudal: 32.48 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 27.42 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	2 piso - 3 piso	PVC-Ø75	Caudal: 32.48 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 27.42 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	1 piso - 2 piso	PVC-Ø75	Caudal: 32.48 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 27.42 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1 piso	PVC-Ø75	Caudal: 32.48 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 27.42 m ²	Cumprem-se todas as verificações
P4, Aresta viva	mezzanine - Cobertura	PVC-Ø75	Caudal: 48.01 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 18.0 mm Área total de descarga: 40.53 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	3 piso - mezzanine	PVC-Ø75	Caudal: 48.01 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.53 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	2 piso - 3 piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.01 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.53 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	1 piso - 2 piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.01 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.53 m ²	Cumprem-se todas as verificações
	Rés-do-chão - 1 piso	PVC-Ø75	Caudal: 48.01 l/min Altura de lâmina de água do utilizador: 15.0 mm Altura de lâmina de água calculada: 0.0 mm Área total de descarga: 40.53 m ²	Cumprem-se todas as verificações



5.- TUBAGENS

Grupo: Cobertura			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
A1 -> N2	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 7.14 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 16.16 l/min Área total de descarga: 13.64 m ² Velocidade: 0.58 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> N7	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.04 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 16.16 l/min Área total de descarga: 13.64 m ² Velocidade: 0.63 m/s Altura da lâmina: 14.08 mm Taxa de ocupação: 26.27 % Tensão de arrastamento: 1.5663 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A2 -> N3	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 9.46 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 31.97 l/min Área total de descarga: 26.98 m ² Velocidade: 0.71 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> N7	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.09 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 31.97 l/min Área total de descarga: 26.98 m ² Velocidade: 0.76 m/s Altura da lâmina: 20.33 mm Taxa de ocupação: 43.13 % Tensão de arrastamento: 2.0722 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A4 -> N5	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 8.81 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 32.48 l/min Área total de descarga: 27.42 m ² Velocidade: 0.72 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N5 -> N6	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.13 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 32.48 l/min Área total de descarga: 27.42 m ² Velocidade: 0.76 m/s Altura da lâmina: 20.52 mm Taxa de ocupação: 43.64 % Tensão de arrastamento: 2.0853 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A6 -> N8	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 9.14 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 31.01 l/min Área total de descarga: 26.18 m ² Velocidade: 0.71 m/s	Cumprem-se todas as verificações
A8 -> N9	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 7.12 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 16.99 l/min Área total de descarga: 14.34 m ² Velocidade: 0.59 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N9 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.06 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 16.99 l/min Área total de descarga: 14.34 m ² Velocidade: 0.64 m/s Altura da lâmina: 14.46 mm Taxa de ocupação: 27.24 % Tensão de arrastamento: 1.6001 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A7 -> N11	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 6.81 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 42.25 l/min Área total de descarga: 35.67 m ² Velocidade: 0.78 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N11 -> N4	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.17 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 42.25 l/min Área total de descarga: 35.67 m ² Velocidade: 0.81 m/s Altura da lâmina: 23.91 mm Taxa de ocupação: 53.11 % Tensão de arrastamento: 2.3041 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
A5 -> N13	Caleira semicircular, Semicircular-Ø90 Comprimento: 5.94 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 26.11 l/min Área total de descarga: 22.04 m ² Velocidade: 0.67 m/s	Cumprem-se todas as verificações
N13 -> A7	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.15 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 26.11 l/min Área total de descarga: 22.04 m ² Velocidade: 0.72 m/s Altura da lâmina: 18.18 mm Taxa de ocupação: 37.18 % Tensão de arrastamento: 1.9117 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N8 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Comprimento: 0.03 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 31.01 l/min Área total de descarga: 26.18 m ² Velocidade: 0.75 m/s Altura da lâmina: 19.99 mm Taxa de ocupação: 42.18 % Tensão de arrastamento: 2.0477 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações



Grupo: Rés-do-chão			
Referência	Descrição	Resultados	Verificação
N1 -> A2	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 1.00 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 42.25 l/min Área total de descarga: 35.67 m ² Velocidade: 0.76 m/s Altura da lâmina: 17.27 mm Taxa de ocupação: 10.80 % Tensão de arrastamento: 2.0810 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> A4	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 1.41 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 48.12 l/min Área total de descarga: 40.62 m ² Velocidade: 0.79 m/s Altura da lâmina: 18.40 mm Taxa de ocupação: 11.84 % Tensão de arrastamento: 2.2047 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N3 -> A3	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 1.36 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 32.48 l/min Área total de descarga: 27.42 m ² Velocidade: 0.70 m/s Altura da lâmina: 15.20 mm Taxa de ocupação: 8.98 % Tensão de arrastamento: 1.8508 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N4 -> A1	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 0.90 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 48.01 l/min Área total de descarga: 40.53 m ² Velocidade: 0.79 m/s Altura da lâmina: 18.38 mm Taxa de ocupação: 11.82 % Tensão de arrastamento: 2.2024 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N5 -> N5	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 2.29 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 90.26 l/min Área total de descarga: 76.19 m ² Velocidade: 0.95 m/s Altura da lâmina: 25.12 mm Taxa de ocupação: 18.47 % Tensão de arrastamento: 2.9065 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações
N2 -> A1	Colector, PVC-Ø110 Comprimento: 7.29 m Inclinação: 2.0 %	Caudal: 42.25 l/min Área total de descarga: 35.67 m ² Velocidade: 0.76 m/s Altura da lâmina: 17.27 mm Taxa de ocupação: 10.80 % Tensão de arrastamento: 2.0810 N/m ²	Cumprem-se todas as verificações



6.- NÓS

Grupo: Cobertura	
Referência	Descrição
A1	Cota: 0.00 m Descarga por área
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
A2	Cota: 0.00 m Descarga por área
N5	Cota: 0.00 m
A4	Cota: 0.00 m Descarga por área
A3	Cota: 0.00 m Descarga por área
N8	Cota: 0.00 m
N9	Cota: 0.00 m
A6	Cota: 0.00 m Descarga por área
N11	Cota: 0.00 m
A7	Cota: 0.00 m Descarga por área
N13	Cota: 0.00 m
A5	Cota: 0.00 m Descarga por área
N1	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m
N6	Cota: 0.00 m
N7	Cota: 0.00 m

Grupo: mezzanine	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m

Grupo: 3piso	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m

Grupo: 2piso	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m



Grupo: 1º piso	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m

Grupo: Rés-do-chão	
Referência	Descrição
N1	Cota: 0.00 m
N2	Cota: 0.00 m
N3	Cota: 0.00 m
N4	Cota: 0.00 m
N5	Cota: 0.00 m
A1	Cota: 0.00 m Caixa de visita
A2	Cota: 0.00 m Caixa de visita
A3	Cota: 0.00 m Caixa de visita
A4	Cota: 0.00 m Caixa de visita

2.- MEDIÇÃO

2.1.- Tubos de queda

Tubos	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	62.00

2.2.- Grupos

COBERTURA

Tubos	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø50	0.68

Caleiras semicirculares	
Referências	Comprimento (m)
Semicircular-Ø90	54.41

MEZZANINE

Sem medição

3º PISO

Sem medição

**2PISO**

Sem medição

1PISO

Sem medição

RÉS-DO-CHÃO

Tubos	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø110	14.25

Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Caixas de visita	4

CAVE

Sem medição

3.- Totais

Tubos	
Referências	Comprimento (m)
PVC-Ø75	62.00
PVC-Ø110	14.25
PVC-Ø50	0.68

Caleiras semicirculares	
Referências	Comprimento (m)
Semicircular-Ø90	54.41

Caixas de visita e bocas de limpeza	
Referências	Quantidade
Caixas de visita	4

