

PARECER DA ITAIPU BINACIONAL			
X	APROVADO	RESPONSÁVEIS	
	APROVADO COM COMENTÁRIOS		
	NÃO APROVADO		
	CANCELADO		
	INFORMATIVO		
	APTO PARA ENVIO	MHALVES	AUDER/MILTONGA
DATA 22/10/2024		A APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ISENTA A CONTRATADA DE SUA TOTAL RESPONSABILIDADE PELO CUMPRIMENTO DE SUAS OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS	



DOCUMENTO EMITIDO SOMENTE EM FORMATO DIGITAL

CONFIRMAR AUTENTICIDADE PELO SISTEMA DO ARQUIVO TÉCNICO DA ITAIPU BINACIONAL

R01	Adicionado o tópico de cálculos de coletores solares (título 09)	mhalves	auder	22/10/2024
Nº	DESCRIÇÃO	REVISOR(ES)	APROVAÇÃO	DATA

REVISÕES



EMISSÃO INICIAL		ÁREA GERAL DO PROJETO (MI) SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL EDIFÍCIO ESPAÇO SAÚDE DA DIRETORIA TÉCNICA INSTALAÇÃO DE AGUA FRIA E QUENTE			
EMISORA					
					
ISC S.A.					
4500064409/2021					
PROJETO/AUTORIA					
ANGELO MARRELLI					
VERIFICAÇÃO					
HERMINIA BÁEZ					
APROVAÇÃO		MEMÓRIA DE CÁLCULO			
GUILLERMO LÓPEZ FLORES					
DATA	CONTROLE DE EMISORA	FORMATO	CÓDIGO DE ITAIPU	PÁGINA	REVISÃO
23/08/2024	-	A4	3832-10-J7860P	1	R1

ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	REFERÊNCIA	3
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
4	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE	6
4.1	DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	6
5	DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA.....	6
5.1	DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS BÁSICOS.....	7
5.2	CÁLCULO DE DIÂMETROS DE TUBOS POR VELOCIDADE	8
5.3	CÁLCULO DE DIÂMETROS DE TUBOS POR PERDA DE CARGA.....	10
6	DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA.....	17
7	DIMENSIONAMENTO DO AQUECEDOR DE ÁGUA QUENTE.....	25
8	DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA QUENTE	25
9	DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES.....	29
10	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS	31

1 OBJETIVO

O objetivo deste documento é demonstrar o dimensionamento, a comprovação, e a verificação das instalações de abastecimento de água, como as tubulações e o reservatório elevado, para o Edifício Espaço Saúde da Diretoria Técnica a ser construído na Usina de Itaipu, localizada na Margem Esquerda.

2 REFERÊNCIA

- NBR 5626:2020 – Instalação predial de água fria e quente.
- Catálogo de água quente por termofusão PPR da Tigre.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Projeto Espaço Saúde da Diretoria Técnica será implementado na atual Praça MWh (Megawatt hora), na Margem Esquerda, El. 144,00. Ao norte do terreno encontra-se a Barragem de Concreto, a Leste o Edifício da Brigada de Bombeiros, a Oeste a Casa de Força e ao Sul a Guarita de Controle e Segurança conforme Figura 1.

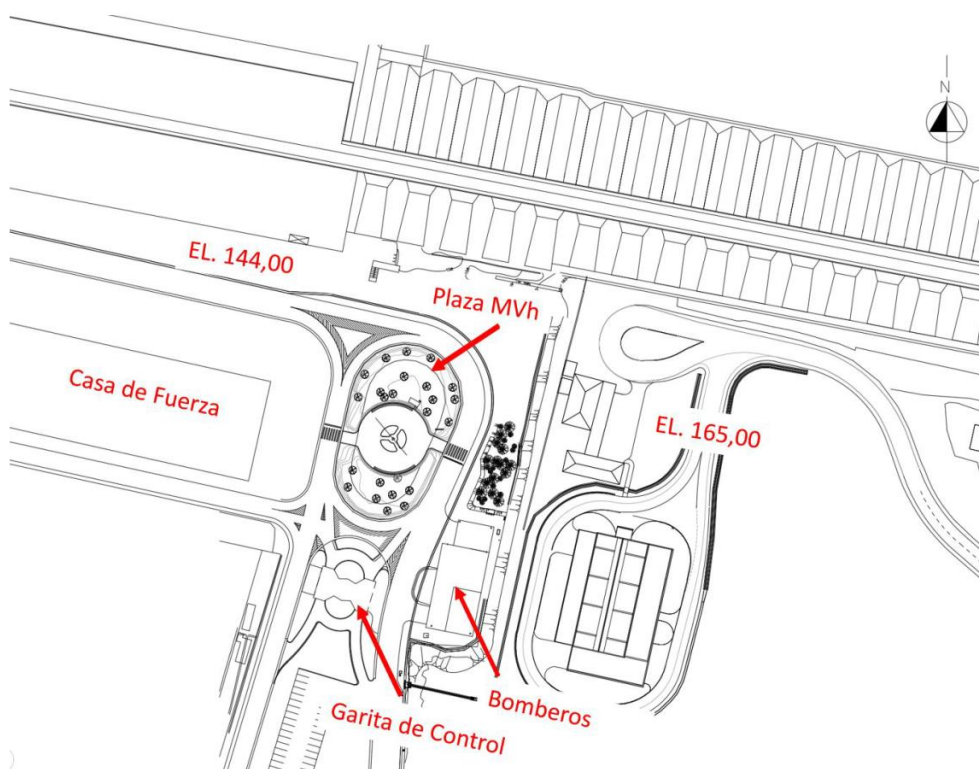


Figura 1 – Situação atual do meio ambiente

As instalações do Espaço Saúde ficarão localizadas num recorte feito do talude existente no terreno distribuído em 2 Blocos que serão unidos por um espaço comum que contará com zonas de bancos e espaços para estar ao ar livre.

Os Blocos acompanharão as curvas perimetrais do terreno, com a finalidade de obter um espaço amigável com o ambiente. O Bloco 1, localizado na parte Norte do terreno, dispõe dos espaços de: Academia de Musculação, Sala de Pilates e Sala Funcional, bem como áreas de apoio,

e o Bloco 2, localizado ao Sul, dispõe de Refeitório, sanitários, vestiários, bicicletário e áreas de suporte, conectados por uma área comum do tipo praça que conecta os dois blocos e convida o usuário à interação ao ar livre.

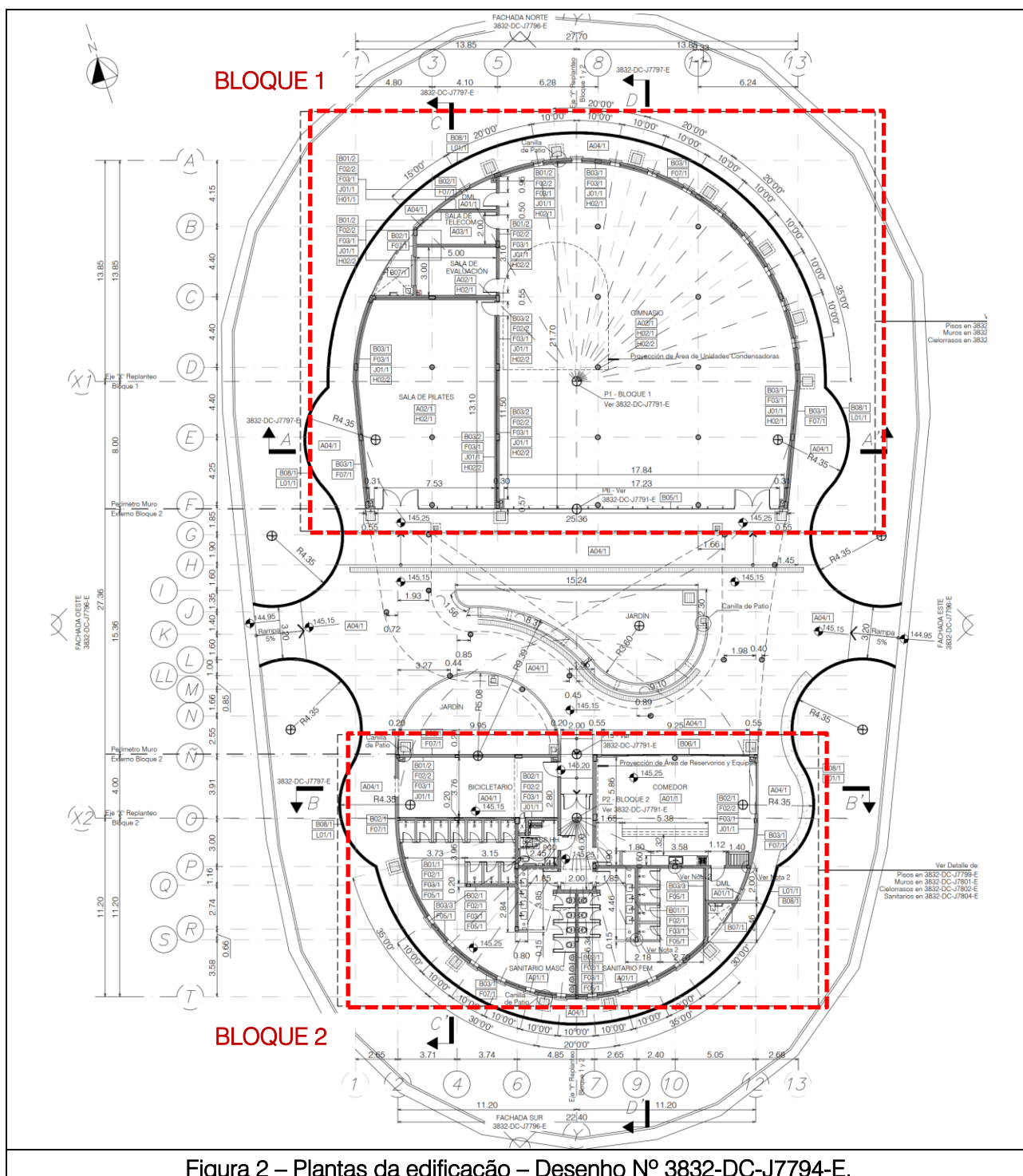


Figura 2 – Plantas da edificação – Desenho Nº 3832-DC-J7794-E.

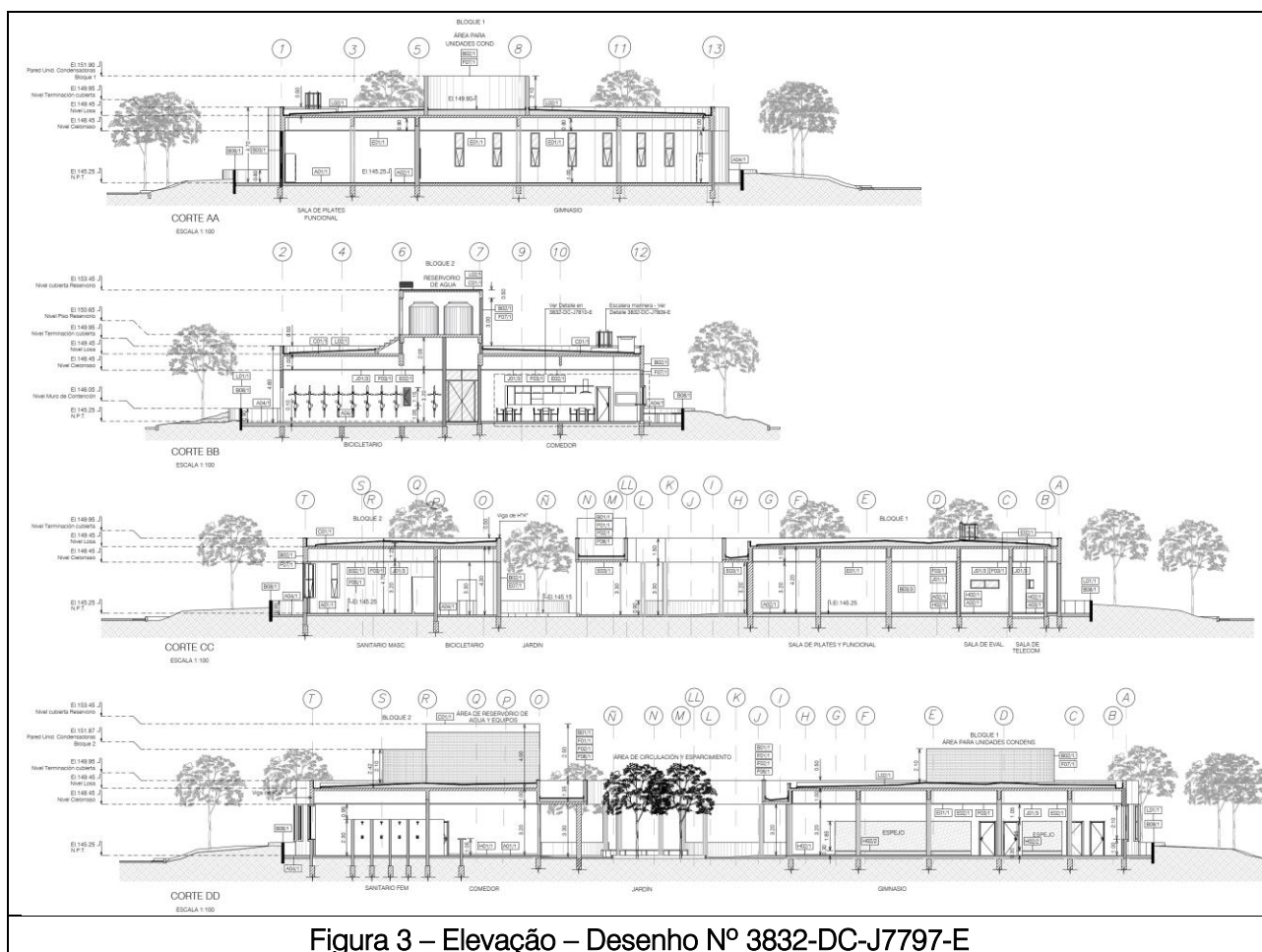


Figura 4 – Visualização 3D

O sistema de água potável do Edifício Espaço Saúde será abastecido pela rede de abastecimento de água potável existente da ITAIPU BINACIONAL, que é abastecida pela ETA (Estação de Tratamento de Água), por uma rede existente próxima ao Edifício da Brigada de Bombeiros e a Guarita de Segurança, conforme indicado no projeto nº 3834-DC-15246-P.

4 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE

Estão definidos todos os critérios utilizados para o dimensionamento do tanque e da rede de abastecimento.

4.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O cálculo do consumo de água foi realizado com base nos parâmetros mínimos exigidos pela norma NBR 5626 em função do consumo dos aparelhos sanitários da edificação.

Os diâmetros dos tubos foram dimensionados para velocidades de água, em qualquer ponto, inferiores a 3 m/s. Além do componente de velocidade, foi considerada a pressão mínima disponível: 10 kPa nos pontos de descarga, 15 kPa nas válvulas de descarga dos vasos sanitários e 5 kPa em qualquer ponto da tubulação.

O diâmetro interno dos tubos PPR PN 20 foi adotado como critério de cálculo para a perda de carga na tubulação.

• Tubo - PPR PN 20



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010026	DN 20	2.8	20	3000
17010042	DN 25	3.5	25	3000
17010069	DN 32	4.5	32	3000
17010085	DN 40	5.6	40	3000
17010107	DN 50	6.9	50	3000
17010123	DN 63	8.7	63	3000
17010140	DN 75	10.4	75	3000
17010174	DN 90	12.5	90	3000
17010182	DN 110	15.1	110	3000

Figura 5 – Diâmetros internos e externos de tubos PPR. TIGRE

5 DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA

A vazão foi calculada utilizando o critério de consumo máximo possível em função do equipamento sanitário e da peça utilizada. Conforme a NBR 5626, a Tabela 1 representa a vazão de consumo de projeto de cada aparelho e sua parcela de utilização.

Tabela 1 – Vazão de projeto e seus pesos relativos nos pontos de utilização conforme Norma NBR 5626

Vazões de projeto e pesos relativos nos pontos de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,30
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Conforme NBR 5626 (Norma ABNT)

Para o projeto Espaço Saúde, os seguintes dispositivos estão disponíveis com suas respectivas vazões e pesos.

Tabela 2 – Fluxo de projetos e seus pesos relativos no Espaço Saúde

Artefato	Consumo	Quantidade	Consumo total	Pesos
	l/s	Un.	l/s	
Chuveiros	0.20	14	2.80	0.40
Vasos sanitários	1.70	8	13.60	32.00
Mictórios	0.50	4	2.00	2.80
Lavatórios	0.15	9	1.35	0.30
Pia de copa	0.25	1	0.25	0.70
Torneira de pátio	0.20	7	1.40	0.40
Bebedouros	0.10	4	0.40	0.10

5.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS BÁSICOS

Para configurar os sistemas, as seções foram numeradas com base no dispositivo e no ponto de conexão de dois tubos.

Para calcular os diâmetros, os tubos foram divididos em seções. Cada seção começa em um ponto onde há uma derivação. Os pontos considerados no fluxograma são o início e o fim de uma seção considerada na tabela 3.

5.2 CÁLCULO DE DIÂMETROS DE TUBOS POR VELOCIDADE

O sistema de tubulação para abastecimento de água fria foi dividido em 3 ramais, **Alimentação 1** aquele que fornece os lavatórios, a pia da copa, etc., e daí vem a **Alimentação 3** que é para as torneiras do pátio e bebedouros do bloco 1, e a **Alimentação 2** aquele que abastece banheiros e mictórios. Isso foi feito para ter menos perda de carga no abastecimento e para atender à gravidade.

Para o cálculo dos diâmetros das tubulações foi considerada uma velocidade inferior a 3 m/s, conforme norma NBR 5626 – 5.3.4 Velocidade máxima da água.

Tabela 3 – Cálculo de diâmetros de tubulações considerando velocidades menores que 3 m/s

1	2	3	4	5	6
Trecho	Suma de pesos	Caudal Estimado	Diametro (DN)	Diametro (DI)	Velocidad
		l/s	mm	mm	m/s
ALIMENTACIÓN 1					
LC - 8	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864
DF1 - DF2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
DF2 - DF3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545
DF3 - DF4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914
DF4 - 8	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912
8 - 7	2.30	0.4550	32.00	23.00	1.0951
CLF - LF1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
LF1 - LF2	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864
LF2 - LF3	1.00	0.3000	25.00	18.00	1.1789
LF3 - LF4	1.30	0.3421	25.00	18.00	1.3442
LF4 - 7	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912
7 - 6	3.90	0.5925	40.00	28.80	0.9094
Caf - Beb	0.10	0.0949	25.00	18.00	0.3728
Beb - 6	0.20	0.1342	25.00	18.00	0.5272
6 - 5	4.10	0.6075	75.00	54.20	0.2633
CLM - LM1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
LM1 - LM2	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864
LM2 - LM3	1.00	0.3000	25.00	18.00	1.1789
LM3 - LM4	1.30	0.3421	25.00	18.00	1.3442
LM4 - 4	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912
5 - 4	5.70	0.7162	75.00	54.20	0.3104
DM1 - DM2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
DM2 - DM3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545
DM3 - DM4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914
DM4 - DM5	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912
DM5 - DM6	2.00	0.4243	25.00	18.00	1.6673
DM6 - DM7	2.40	0.4648	25.00	18.00	1.8264
DM7 - 1	2.80	0.5020	25.00	18.00	1.9727
DM8 - DM9	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
DM9 - DM10	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545
DM10 - 4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914
4 - 2	6.90	0.7880	75.00	54.20	0.3416
LD - LCPCD	0.3	0.1643	25.00	18.00	0.6457
LCPCD - DHD	0.7	0.2510	25.00	18.00	0.9864
DHD - ID	1.1	0.3146	25.00	18.00	1.2365
ID - 3	33.1	1.7260	50.00	36.20	1.6770
DD - 3	0.4	0.1897	25.00	18.00	0.7456
3 - 2	33.5	1.7364	63.00	45.60	1.0632
2 - 1	40.40	1.9068	75.00	54.20	0.8265
1 - 0	43.20	1.9718	90.00	65.00	0.5942

1	2	3	4	5	6
Trecho	Suma de pesos	Caudal Estimado	Diametro (DN)	Diametro (DI)	Velocidad
		l/s	mm	mm	m/s
ALIMENTACIÓN 2					
DHF1 - IF1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
IF1 - DHF2	32.40	1.7076	50.00	36.20	1.6592
DHF2 - IF2	32.80	1.7181	50.00	36.20	1.6694
IF2 - DHF3	64.80	2.4150	50.00	36.20	2.3464
DHF3 - IF3	65.20	2.4224	50.00	36.20	2.3536
IF3 - 5	97.20	2.9577	63.00	45.60	1.8111
MM1 - MM2	2.80	0.5020	50.00	36.20	0.4877
MM2 - MM3	5.60	0.7099	50.00	36.20	0.6898
MM3 - MM4	8.40	0.8695	50.00	36.20	0.8448
MM4 - IM1	11.20	1.0040	50.00	36.20	0.9755
IM1 - DHM1	43.20	1.9718	50.00	36.20	1.9158
DHM1 - IM2	43.60	1.9809	50.00	36.20	1.9247
IM2 - DHM2	75.60	2.6084	50.00	36.20	2.5344
DHM2 - IM3	76.00	2.6153	50.00	36.20	2.5411
IM3 - DHM3	108.00	3.1177	63.00	45.60	1.9090
DHM3 - IM4	108.40	3.1235	63.00	45.60	1.9126
IM4 - DHM4	140.40	3.5547	75.00	54.20	1.5407
DHM4 - 4	140.80	3.5598	75.00	54.20	1.5429
4 - 3	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947
3 - 2	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947
2 - 1	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947
1 - 0	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947
ALIMENTACIÓN 3					
CPB1.2 - CPB1.1	0.4	0.1897	25.00	18.00	0.7456
CPB1.1 - P0	0.80	0.2683	32.00	23.00	0.6458
BB2.2 - CPB2.3	0.1	0.0949	32.00	23.00	0.2283
CPB2.3 - CPB2.2	0.5	0.2121	32.00	23.00	0.5106
CPB2.2 - CPB2.1	0.9	0.2846	32.00	23.00	0.6850
CPB2.1 - BB2.1	1.3	0.3421	32.00	23.00	0.8233
BB2.1 - P2	1.40	0.3550	32.00	23.00	0.8544
CPC - P2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
P2 - P1	1.80	0.4025	40.00	28.80	0.6178
CPB1.3 - P1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456
P1 - P0	2.20	0.4450	40.00	28.80	0.6831
P0 - 0	3.00	0.5196	50.00	36.20	0.5049
Tanque - 0	284.20	5.0575	90.00	65.00	1.5241

Onde:

- LC: Pia da copa
- DF: Chuveiro do banheiro feminino
- LF: Pia do banheiro feminino
- DHF: Ducha higiênica para banheiros femininos
- IF: Vaso sanitário feminino
- Caf: Cafeteira
- Beb: Bebedouro
- MM: Mictório para banheiro masculino
- IM: Vaso sanitário masculino
- LM: Pia de banheiro masculino
- DHM: Ducha higiênica para banheiro masculino

- DM: Chuveiro do banheiro masculino
- CLF: Torneira de limpeza em banheiro feminino
- CLM: Torneira de limpeza em banheiro masculino
- CLPCD: Torneira de limpeza no banheiro PCD

Como pode ser observado, nenhum dos trechos apresenta velocidade superior a 3 m/s, portanto, pode-se concluir que os diâmetros são aceitáveis.

5.3 CÁLCULO DE DIÂMETROS DE TUBOS POR PERDA DE CARGA

Como inicialmente foram definidos os diâmetros dos tubos que atendem a velocidade, deve-se verificar se estes diâmetros atendem à pressão mínima exigida conforme norma NBR 5626 – 5.3.5 Pressões mínimas e máximas. Para isso, é preciso calcular a perda de pressão por percurso de tubulação e a perda de pressão localizada.

Para perdas de carga em tubulações foi considerada a fórmula da NBR 5626, onde temos:

$$J = 8,69 \cdot 10^6 \cdot Q^{1,75} \cdot d^{-4,75}$$

Onde:

J é a perda de pressão unitária em kPa/m

Q é a vazão estimada no trecho considerado em l/s

D é o diâmetro interno do tubo em mm.

A perda de carga localizada foi levada em consideração pelos coeficientes de resistência (R) fornecidos no catálogo junto com as fórmulas.

Tabela 4 – Coeficientes de perdas localizadas para tubos PPR

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coeficiente
—		Luva Simples F/F – PPR	0,25

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coefficiente
		Bucha de Redução M/F – PPR (até 2")	0,55
		Joelho 90° F/F – PPR	2
		Joelho 45° F/F – PPR	0,6
		Tê F/F/F – PPR	1,8
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	3,6
		Tê F/F/F – PPR	1,3
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	2,6
		Tê F/F/F – PPR	4,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	9
		Tê F/F/F – PPR	2,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	5

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coefficiente
		Tê F/F/F com Rosca Central Metálica – PPR	0,8
		Conector Macho	0,4
		Joelho 90° com Inserto Metálico – PPR	2,2
		Joelho 90° Inserto Metálico e Redução – PPR	3,5

Tabela 5 – Comprimento do vazamento da válvula.

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	1/2"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	3/4"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1 1/4"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	1 1/2"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	2"	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2 1/2"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	4"	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1

- COMPRIMENTO TOTAL

Para a definição do comprimento total, considera-se a soma dos comprimentos do tubo reto e os comprimentos equivalentes das peças.

- Comprimento equivalente

Para determinar os comprimentos das peças, utilizou-se como referência a Tabela 4.

Para calcular os comprimentos equivalentes causados por conexões, válvulas e acessórios, que devido à sua forma e disposição geram turbulência, foi utilizado o catálogo TIGRE Thermofusion, que contém o coeficiente de resistência localizado K, que é usado para calcular o comprimento equivalente usando a fórmula:

$$L_{eq} = K \cdot (V^2/2g)$$

Onde:

K é o coeficiente de resistência localizada

V é a velocidade média do fluxo em m/s

G é a gravidade em m/s².

Abaixo estão as tabelas de cálculo de perda de carga

Tabela 6 – Dimensionamento de tubos para velocidade e perda de carga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Trecho	Suma de pesos	Caudal Estimado	Díametro (DN)	Díametro (DI)	Velocidad	Perdidas de Carga Unitaria	Diferencia de Cota	Presión Disponible	Longitud de la tubería	Pérdida de carga		Presión requerida en el punto de utilización	
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	Real (m)	Tuberías (kPa)	Registros y otros (kPa)	Total (kPa)	
ALIMENTACIÓN 1													
C- 8	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864	0.8431	1.92	18.83	4.42	0.5968	3.7267	0.5032	4.2299
DF1 - DF2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	1.20	0.0567	0.6200	0.0293	0.6493
DF2 - DF3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	1.20	0.1020	1.1372	0.0967	1.2339
DF3 - DF4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	1.20	0.1531	1.6214	0.2068	1.8283
DF4 - 8	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	3.06	30.01	3.66	0.6309	6.3610	1.0964	7.4574
8 - 7	2.30	0.4550	32.00	23.00	1.0951	0.7452	0.00	0.00	28.0077	0.2537	0.1118	0.1891	0.3009
CLF - LF1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	0.00	0.00	42.9161	0.0567	0.2584	0.0293	0.2876
LF1 - LF2	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864	0.8431	0.00	0.00	43.7081	0.0893	0.7167	0.0753	0.7920
LF2 - LF3	1.00	0.3000	25.00	18.00	1.1789	1.1520	0.00	0.00	44.8342	0.1276	0.9792	0.1469	1.1261
LF3 - LF4	1.30	0.3421	25.00	18.00	1.3442	1.4492	0.00	0.00	46.3063	0.1658	1.2318	0.2403	1.4722
LF4 - 7	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	2.63	26.79	53.7985	0.6309	6.3957	1.0964	7.4922
7 - 6	3.90	0.5925	40.00	28.80	0.9094	0.4065	0.00	0.00	29.0950	0.1750	1.0162	0.0711	1.0874
Carf - Beb	0.10	0.0949	25.00	18.00	0.3728	0.1536	2.63	26.79	54.3518	0.0142	0.4731	0.0022	0.4753
Beb - 6	0.20	0.1342	25.00	18.00	0.5272	0.2817	0.00	0.00	29.0950	0.0255	0.5268	0.0072	0.5340
6 - 5	4.10	0.6075	75.00	54.20	0.2633	0.0211	0.00	0.00	29.1987	0.0186	0.1032	0.0004	0.1036
CLM - LM1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	0.00	0.00	49.5997	0.0567	0.2584	0.0293	0.2876
LM1 - LM2	0.70	0.2510	25.00	18.00	0.9864	0.8431	0.00	0.00	50.1984	0.0000	0.5986	0.0000	0.5986
LM2 - LM3	1.00	0.3000	25.00	18.00	1.1789	1.1520	0.00	0.00	51.0163	0.0000	0.8179	0.0000	0.8179
LM3 - LM4	1.30	0.3421	25.00	18.00	1.3442	1.4492	0.00	0.00	52.0452	0.0000	1.0290	0.0000	1.0290
LM4 - 4	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	2.63	26.79	54.9895	0.2041	2.2420	0.7023	2.9443
5 - 4	5.70	0.7162	75.00	54.20	0.3104	0.0281	-3.06	-30.01	29.2886	0.0281	0.0888	0.0011	0.0900
DM1 - DM2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	24.3772	0.0567	1.4984	0.0293	1.5277
DM2 - DM3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	43.6108	0.1020	0.9950	0.0967	1.0917
DM3 - DM4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	45.2364	0.1531	1.4188	0.2068	1.6256
DM4 - DM5	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	0.00	0.00	47.4160	0.2041	1.8249	0.3547	2.1796
DM5 - DM6	2.00	0.4243	25.00	18.00	1.6673	2.1127	0.00	0.00	50.1733	0.2551	2.2183	0.5390	2.7573
DM6 - DM7	2.40	0.4648	25.00	18.00	1.8264	2.4781	0.00	0.00	53.5340	0.3061	2.6020	0.7586	3.3607
DM7 - 1	2.80	0.5020	25.00	18.00	1.9727	2.8360	0.00	0.00	59.4158	0.3540	3.1763	2.7055	5.8818
DM8 - DM9	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	37.2479	0.0567	1.4984	0.0293	1.5277
DM9 - DM10	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	56.4814	0.1020	0.9950	0.0967	1.0917
DM10 - 4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	59.2962	0.156	2.1079	0.7069	2.8148
4 - 2	6.90	0.7980	75.00	54.20	0.3416	0.0332	0.00	0.00	59.3696	0.215	0.0714	0.0009	0.0724
LD - LCPCD	0.3	0.1643	25.00	18.00	0.6457	0.4017	0.00	0.00	33.6422	0.0425	0.2571	0.0171	0.2742
LCPCD - DHD	0.7	0.2510	25.00	18.00	0.9864	0.8431	0.00	0.00	34.4510	0.087	0.7335	0.0753	0.8088
DHD - ID	1.1	0.3146	25.00	18.00	1.2365	1.2521	0.00	0.00	36.0488	0.105	0.2261	0.0331	1.5978
ID - 3	33.1	1.7260	50.00	36.20	1.6770	0.8912	0.00	0.00	38.3286	0.9581	1.4259	0.8538	2.2797
DD - 3	0.4	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	1.15	11.28	39.6565	2.20	1.1367	0.1912	1.3280
3 - 2	33.5	1.7364	63.00	45.60	1.0632	0.3008	-3.06	-30.01	29.3610	0.1037	0.9506	0.0312	0.9818
2 - 1	40.40	1.9068	75.00	54.20	0.8265	0.1560	0.00	0.00	59.4158	0.0627	0.0374	0.0098	0.0472
1 - 0	43.20	1.9718	90.00	65.00	0.5942	0.0698	6.16	60.41	60.4074	0.6768	0.3148	0.0916	0.9916

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Trecho	Suma de pesos	Caudal Estimado	Diametro (DN)	Diametro (DI)	Velocidad	Perdidas de Carga Unitaria	Diferencia de Cota	Presión Disponible	Longitud de la tubería	Pérdida de carga			Presión requerida en el punto de utilización	
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	Real (m)	Equivalente (m)	Tuberías (kPa)	Total (kPa)	Presión disponible residual	kPa
ALIMENTACIÓN 2														
DHF1 - IF1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	0.00	0.00	34.6570	0.31	0.0723	0.1602	0.1975	34.4595
IF1 - DHF2	32.40	1.7076	50.00	36.20	1.6592	0.8747	0.00	0.00	35.4203	0.62	0.2526	0.5423	0.7633	34.6570
DHF2 - IF2	32.80	1.7181	50.00	36.20	1.6694	0.8841	0.00	0.00	36.2157	0.31	0.5897	0.2741	0.7954	35.4203
IF2 - DHF3	64.80	2.4150	50.00	36.20	2.3464	1.6041	0.00	0.00	38.0208	0.62	0.8096	0.9946	1.8051	36.2157
DHF3 - IF3	65.20	2.4224	50.00	36.20	2.3536	1.6128	0.00	0.00	40.4112	0.31	1.1722	0.5000	2.3904	38.0208
IF3 - F5	97.20	2.9577	63.00	45.60	1.8111	0.7640	1.91	18.73	44.7703	3.20	2.5055	2.4449	4.3591	40.4112
MM1 - MM2	2.80	0.5020	50.00	36.20	0.4877	0.1027	0.00	0.00	32.2009	0.68	0.0243	0.0698	0.0025	32.1286
MM2 - MM3	5.60	0.7099	50.00	36.20	0.6898	0.1883	0.00	0.00	32.3371	0.68	0.0437	0.1280	0.0082	32.2009
MM3 - MM4	8.40	0.8695	50.00	36.20	0.8648	0.2684	0.00	0.00	32.5575	0.69	0.1310	0.0352	0.0352	32.3371
MM4 - IM1	11.20	1.0040	50.00	36.20	0.9755	0.3453	0.00	0.00	32.7845	0.57	0.0873	0.1968	0.0302	32.5575
IM1 - DHM1	43.20	1.9718	50.00	36.20	1.9158	1.1250	0.00	0.00	33.9283	0.24	0.7766	0.2700	0.8737	32.7845
DHM1 - IM2	43.60	1.9809	50.00	36.20	1.9247	1.1341	0.00	0.00	35.0964	0.69	0.3400	0.7826	1.1681	33.9283
IM2 - DHM2	75.60	2.6084	50.00	36.20	2.5344	1.8358	0.00	0.00	38.0321	0.24	1.3591	0.4406	2.4951	35.0964
DHM2 - IM3	76.00	2.6153	50.00	36.20	2.5411	1.8443	0.00	0.00	40.3976	0.69	0.5926	1.2726	2.3655	38.0321
IM3 - DHM3	108.00	3.1177	63.00	45.60	1.9090	0.8378	0.00	0.00	41.2447	0.24	0.7711	0.2011	0.6461	40.3976
DHM3 - IM4	108.40	3.1235	63.00	45.60	1.9126	0.8405	0.00	0.00	42.1068	0.69	0.3357	0.5800	0.2822	41.2447
IM4 - DHM4	140.40	3.5547	75.00	54.20	1.5407	0.4639	0.00	0.00	42.4512	0.24	0.5023	0.1113	0.3443	42.1068
DHM4 - 4	140.80	3.5598	75.00	54.20	1.5429	0.4651	1.91	18.73	44.7703	3.14	1.8467	1.4603	2.3191	42.4512
4 - 3	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947	0.3106	0.00	0.00	26.4940	1.05	0.4116	0.3261	0.1278	0.4539
3 - 2	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947	0.3106	0.00	0.00	27.0525	1.60	0.1984	0.4969	0.0616	0.5585
2 - 1	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947	0.3106	0.00	0.00	27.5800	1.50	0.1984	0.4658	0.0616	0.5274
1 - 0	238.00	4.6282	90.00	65.00	1.3947	0.3106	3.10	30.40	30.3998	4.25	4.8298	1.3199	1.5000	27.0525
ALIMENTACIÓN 3														
CPB1.2 - CPB1.1	0.41	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.50	-14.71	43.2714	21.80	0.0907	11.2641	0.0469	31.9605
CPB1.1 - P0	0.80	0.2883	32.00	23.00	0.6458	0.2958	0.00	0.00	63.0815	17.13	0.1138	5.0668	0.0337	57.9810
BB2.2 - CPB2.3	0.11	0.0949	32.00	23.00	0.2283	0.0479	-1.50	-14.71	26.5457	3.60	0.0106	0.1726	0.0005	26.3726
CPB2.3 - CPB2.2	0.51	0.2121	32.00	23.00	0.5106	0.1961	0.00	0.00	46.7683	28.08	0.0399	5.5032	0.0078	41.2553
CPB2.2 - CPB2.1	0.91	0.2846	32.00	23.00	0.6850	0.3279	0.00	0.00	55.5664	26.76	0.0718	8.7745	0.0235	46.7683
CPB2.1 - BB2.1	1.31	0.3421	32.00	23.00	0.8233	0.4524	0.00	0.00	56.5173	2.04	0.0622	0.9228	0.0281	55.5664
BB2.1 - P2	1.40	0.3550	32.00	23.00	0.8544	0.4827	0.00	0.00	59.9704	7.00	0.1545	3.3786	0.0745	56.5173
CPB2.1 - P2	1.40	0.3550	32.00	23.00	0.8544	0.4827	0.00	0.00	59.9704	7.00	0.1545	3.3786	0.0745	56.5173
P2 - P1	1.80	0.4025	40.00	28.80	0.6178	0.2066	-1.00	-9.81	50.1640	23.90	0.1134	12.3492	0.0586	37.7563
CPB1.3 - P1	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.00	-9.81	52.3402	10.45	0.0808	2.1595	0.0167	51.5100
P1 - P0	2.20	0.4450	40.00	28.80	0.6831	0.2463	0.00	0.00	63.0815	3.71	0.0856	0.9138	0.0211	62.1466
P0 - 0	3.00	0.5196	50.00	36.20	0.5049	0.1090	6.70	65.70	65.7029	18.82	2.0522	0.5692	0.5692	63.0815
Tanque - 0	284.20	5.0575	90.00	65.00	1.5241	0.3627								

Como pode ser observado na tabela, eles atendem tanto à velocidade quanto à perda de carga em cada ponto de descarga e em cada ponto da seção do tubo.

Abaixo está um breve resumo do cálculo da queda de pressão para a alimentação 2 para mostrar como o cálculo foi realizado para as outras alimentações.

- 1) A elevação de recalque do tanque é de 151,65 m, sendo o caso mais desfavorável quando o tanque apresenta pequeno volume de água.
- 2) A distância horizontal e vertical do caminho é medida, de acordo com a **Figura 6**, denominada 0-1. O comprimento vertical é a distância entre a elevação de 151,65 e a distância de 10 cm antes de atingir o nível do teto. A outra distância vertical é a distância que vai do teto até a altura de 1,40 m do nível do piso acabado, conforme visto nas seções das plantas.

Trecho	Longitud de la tuberia		
	Long. Hor.	Long. Ver.	Long. Total
DHF1 - IF1	0.31	0.00	0.31
IF1 - DHF2	0.62	0.00	0.62
DHF2 - IF2	0.31	0.00	0.31
IF2 - DHF3	0.62	0.00	0.62
DHF3 - IF3	0.31	0.00	0.31
IF3 - 5	1.29	1.91	3.20
MM1 - MM2	0.68	0.00	0.68
MM2 - MM3	0.68	0.00	0.68
MM3 - MM4	0.69	0.00	0.69
MM4 - IM1	0.57	0.00	0.57
IM1 - DHM1	0.24	0.00	0.24
DHM1 - IM2	0.69	0.00	0.69
IM2 - DHM2	0.24	0.00	0.24
DHM2 - IM3	0.69	0.00	0.69
IM3 - DHM3	0.24	0.00	0.24
DHM3 - IM4	0.69	0.00	0.69
IM4 - DHM4	0.24	0.00	0.24
DHM4 - 4	1.23	1.91	3.14
4 - 3	1.05	0.00	1.05
3 - 2	1.60	0.00	1.60
2 - 1	1.50	0.00	1.50
1 - 0	1.15	3.10	4.25

Figura 6 – Comprimento dos tubos horizontais e verticais

- 3) Uma vez obtidos os comprimentos, aplicam-se as fórmulas da NBR 5626, descritas no item 5.3 no item onde se obtém a perda de carga por unidade de comprimento e multiplica-se pelo comprimento para obter a perda de carga do trajeto do fluido na tubulação. Se analisarmos o mictório 1 (MM1), que é o mais distante do ponto de abastecimento, e analisarmos o trecho MM1 – MM2, teremos

$$J = 8,69 \cdot 10^6 \cdot Q^{1,75} \cdot d^{-4,75} = 8,69 \cdot 10^6 \cdot 0.5020^{1,75} \cdot 36.20^{-4,75}$$

$$J = 0.1027 \text{ kPa/m}$$

- 4) Esta perda de carga unitária é multiplicada pelo comprimento

$$P_1 = 0.68 \cdot 0.1027 = 0.0698 \text{ kPa}$$

- 5) Perdas de carga devido a acessórios e válvulas também devem ser consideradas. Da Tabela 4 são extraídos os coeficientes de cada acessório, levando em consideração as mudanças de direção e as variações nos diâmetros dos tubos, para somar os coeficientes e utilizá-los na fórmula do comprimento equivalente descrita na seção 5.3.

Se considerarmos a seção MM1 – MM2, temos a seguinte tabela de acessórios, sendo considerados apenas os acessórios daquela seção.

Trecho	Longitud Equivalente							
	Codo 90	Reductor	T	T reducción central	Llave de paso o valvula	Entrada	ΣR	ΣM
DHF1 - IF1	2.00	0.55					2.55	0
IF1 - DHF2			1.80				1.80	0
DHF2 - IF2		0.55		3.6			4.15	0
IF2 - DHF3			1.80				1.80	0
DHF3 - IF3		0.55		3.6			4.15	0
IF3 - 5	6.00			3.6	0.9		9.60	0.9
MM1 - MM2	2.00						2.00	0
MM2 - MM3			1.80				1.80	0
MM3 - MM4				3.6			3.60	0
MM4 - IM1			1.80				1.80	0
IM1 - DHM1		0.55		3.6			4.15	0
DHM1 - IM2			1.80				1.80	0
IM2 - DHM2		0.55		3.6			4.15	0
DHM2 - IM3			1.80				1.80	0
IM3 - DHM3		0.55		3.6			4.15	0
DHM3 - IM4			1.80				1.80	0
IM4 - DHM4		0.55		3.6			4.15	0
DHM4 - 4	6.00		1.80		0.9		7.80	0.9
4 - 3		0.55		3.6			4.15	0
3 - 2	2.00						2.00	0
2 - 1	2						2.00	0
1 - 0	4.00	0.55	1.8		2	2.2	6.35	4.2

Figura 7 – Comprimento equivalente das conexões

$$L_{eq} = K \cdot \left(\frac{V^2}{2g} \right) = 2 \cdot \left(\frac{0.4877^2}{2 \cdot 9.8} \right) = 0.02427 \text{ m}$$

$$P_2 = 0.02427 \cdot 0.1027 = 0.0025 \text{ kPa}$$

6) A soma total das perdas de carga é $P_1 + P_2$.

$$P_n = P_1 + P_2 = +0.0025 = 0.0698 + 0.0025 = 0.0723 \text{ kPa}$$

7) Vê-se então a pressão disponível naquele ponto, que é a soma das perdas até o ponto considerado e subtrai-se as perdas do trecho em questão.

$$P_{n-1} + P_n = 32.2009 - 0.073 = 32.1286 \text{ kPa}$$

8) Como a pressão é maior que 10 kPa, ela está em conformidade nesse ponto. E assim todas as verificações foram realizadas e estão demonstradas na tabela 6.

6 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA

Sabe-se que o Espaço Saúde receberá, no máximo, cerca de 220 pessoas. Dividindo o número de pessoas pelo volume do tanque, obtemos um consumo de 90 l/dia por pessoa.

Este valor coincide com a tabela da norma NBR 5626 Estimativa de consumo diário do imóvel, para o tipo de construção – Alojamento Temporário.

Tabela 7 – Consumo diário do prédio

Estimativa de consumo predial diário	
Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi-internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por pessoa
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderia	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatório	25 por pessoa
Creche	50 por pessoa
Oficina de costura	50 por pessoa

Ao fazer a análise, temos a tabela 8.

Tabela 8 – Cálculo da capacidade do tanque.

Tipo de imóvel	Consumo mínimo	Número de pessoas	Capacidade do tanque	Capacidade do tanque adotado
	l/dia	Unidade	l	l
Espaço Saúde	90	220	19.800	20.000
Capacidade do tanque adotado (m3)				20

Como pode ser observado, a capacidade do tanque é de 19.800 litros, mas 20.000 litros são utilizados para consumo normal do edifício. Neste caso, não é considerada a necessidade de reserva de incêndio, uma vez que o edifício fica ao lado de um quartel de bombeiros.

Portanto, podemos concluir que o consumo diário do volume do tanque será de 20.000 litros, portanto, adota-se para o projeto a utilização de quatro tanques de polietileno de 5.000 litros.

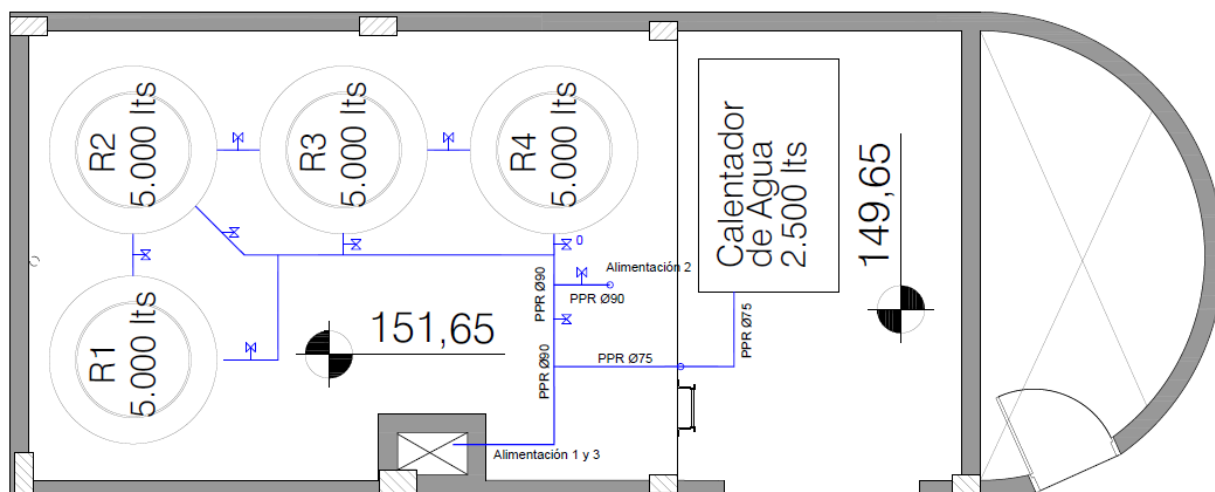


Figura 8 – Projeto esquemático da tubulação de distribuição dos tanques

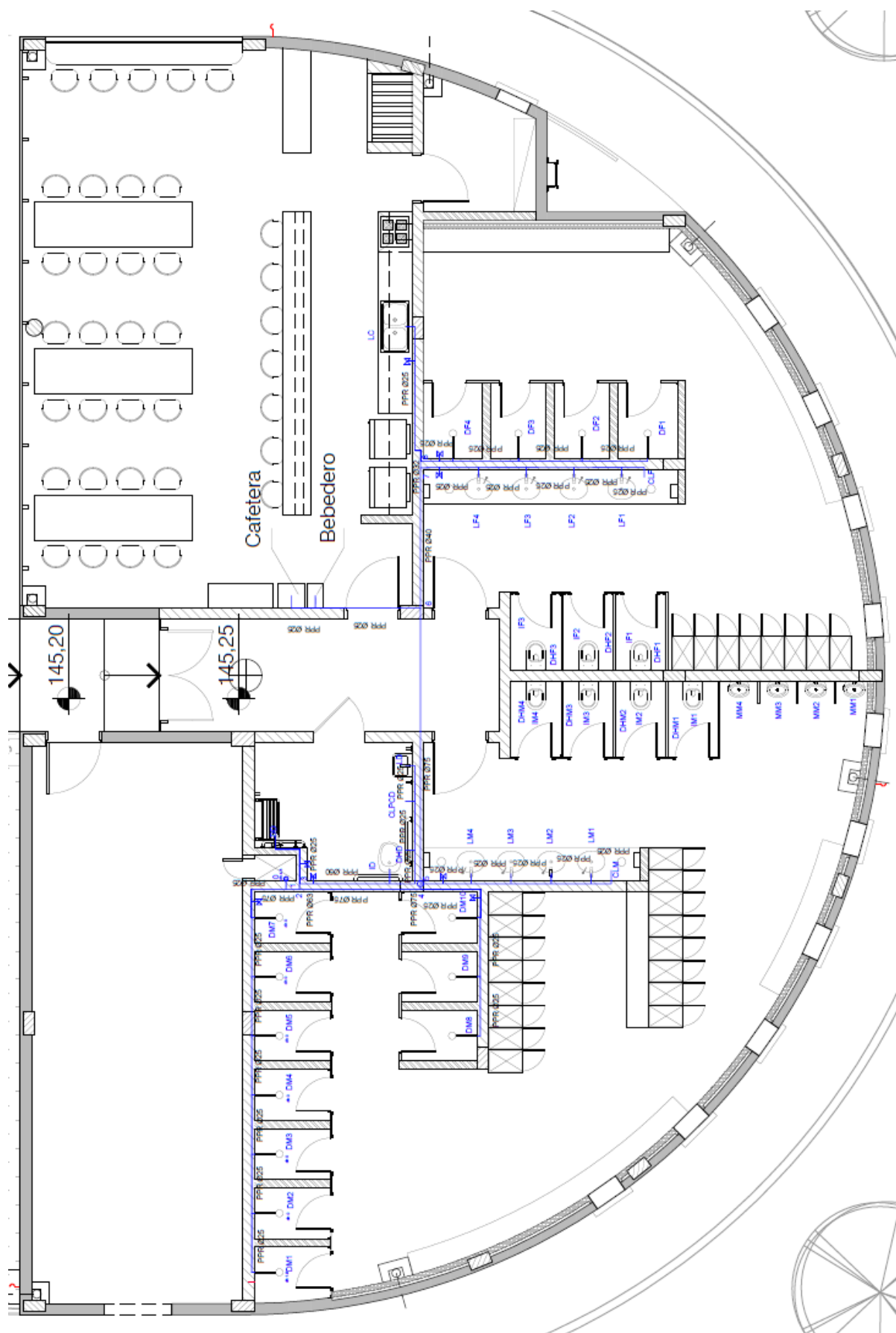


Figura 9 – Projeto esquemático de água fria para a Alimentação 1

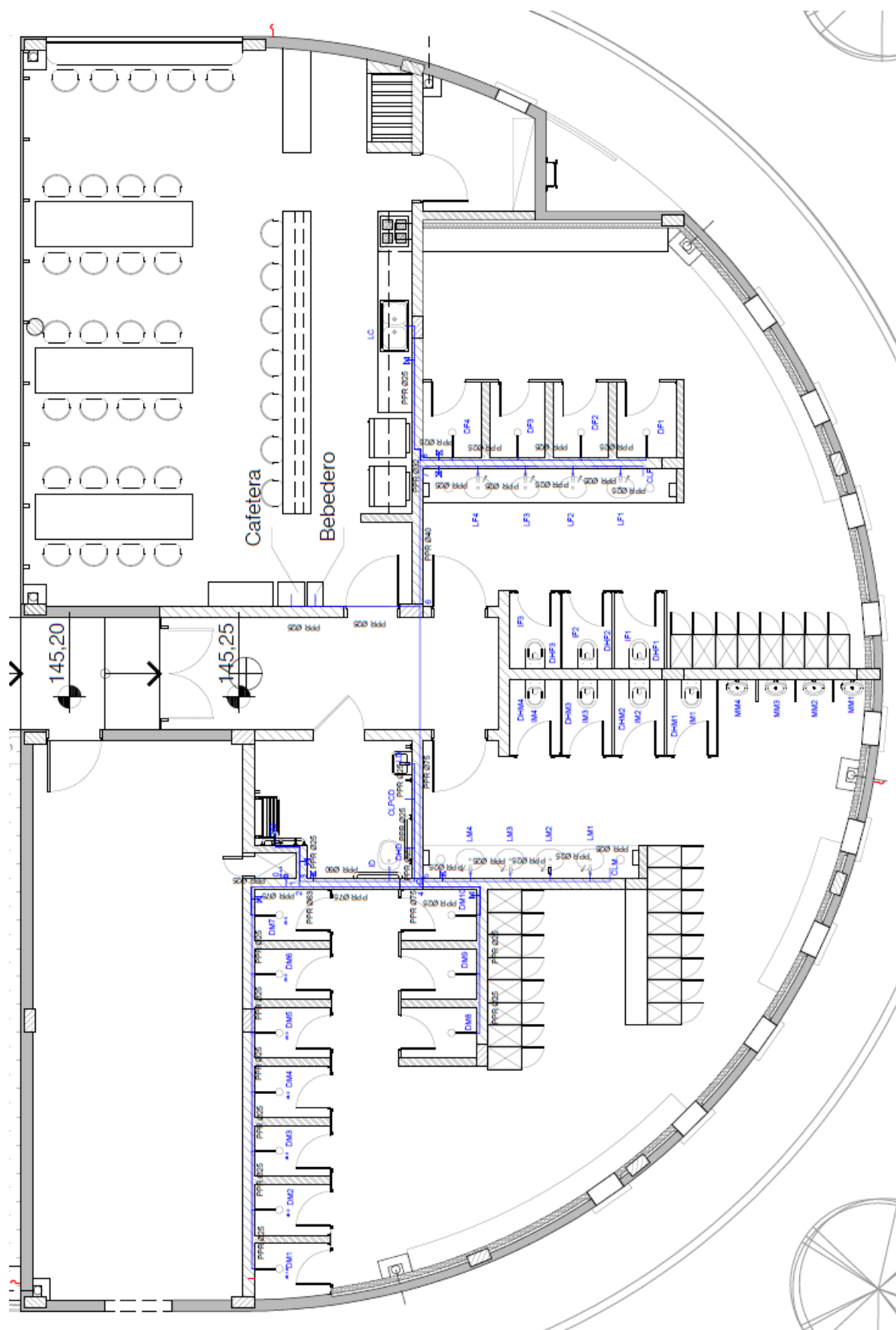


Figura 10 – Esquema de distribuição de água fria para a Alimentação 2

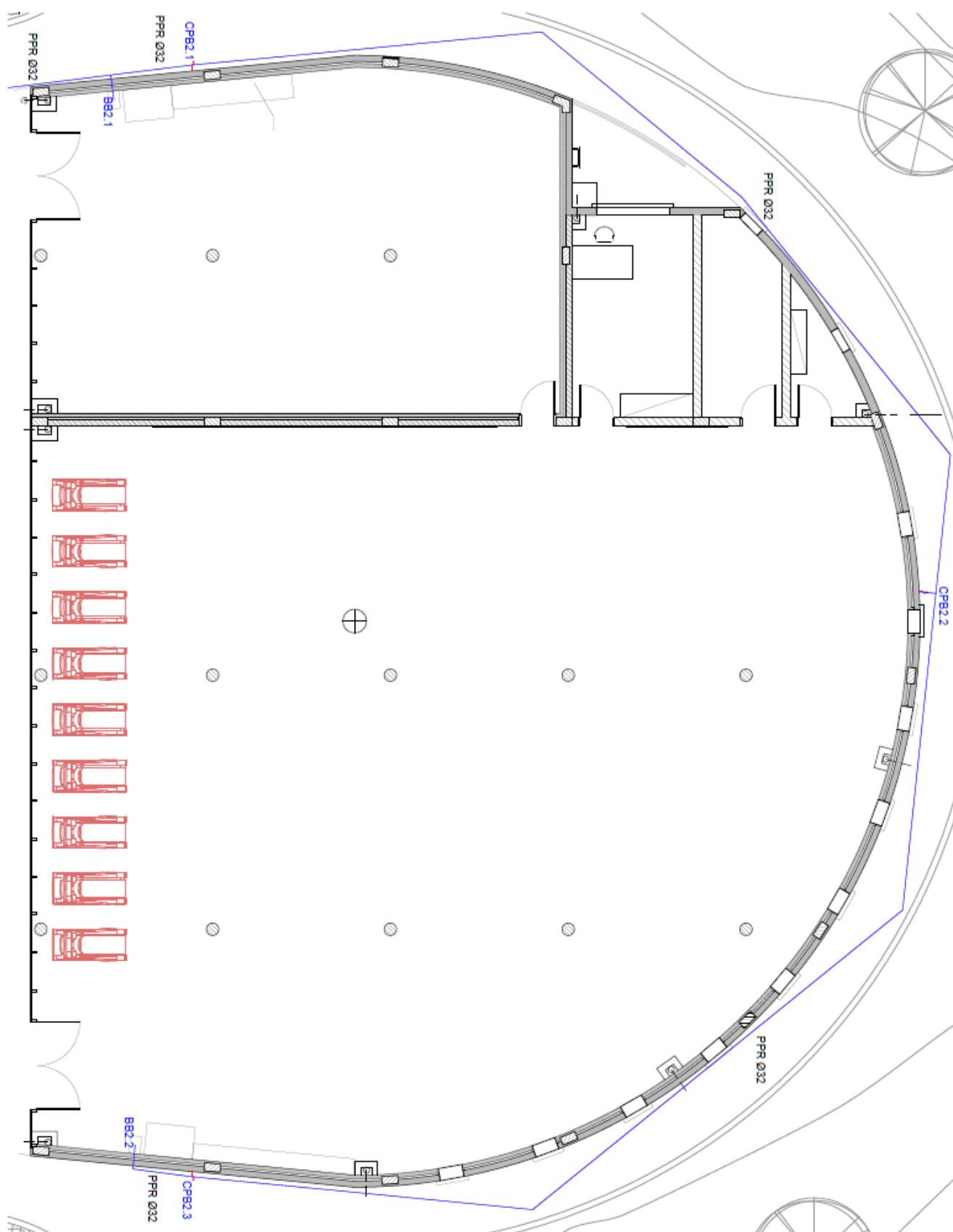


Figura 11 – Projeto esquemático de água fria do Bloco 1 de Alimentação 3

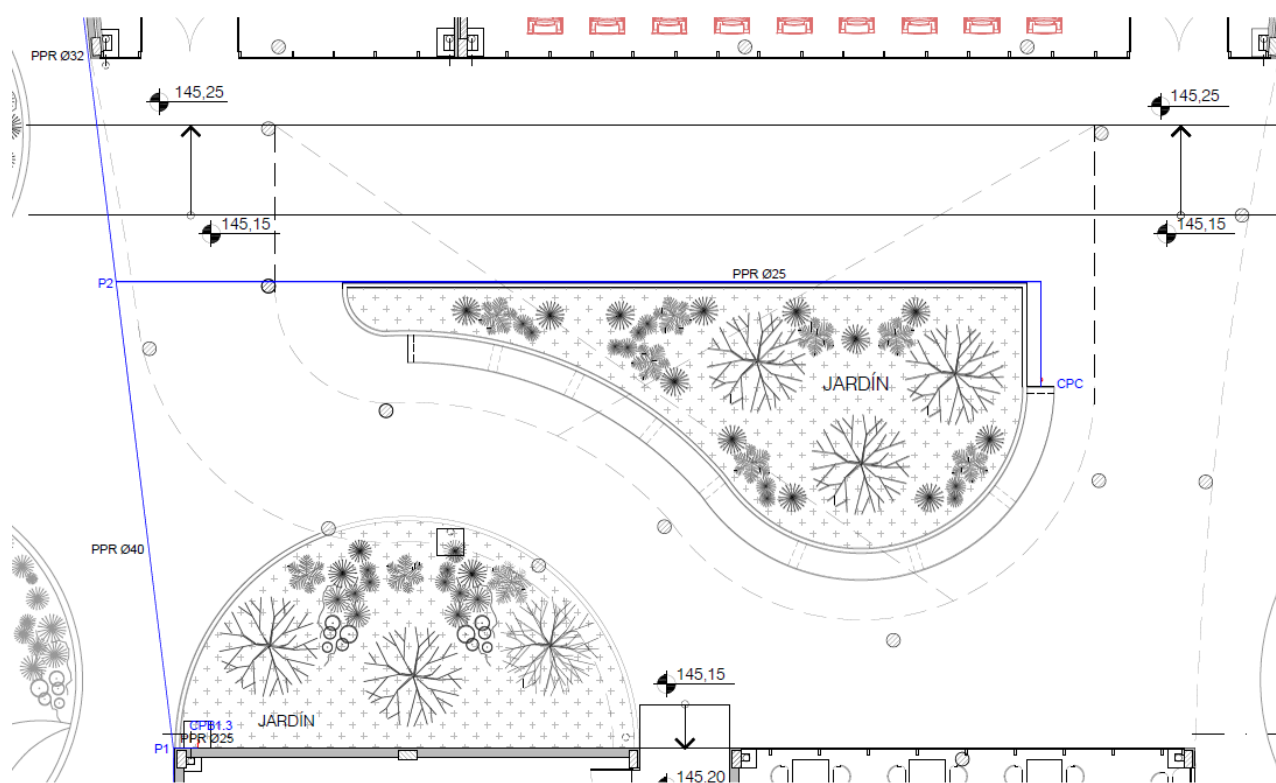


Figura 12 – Projeto esquemático de água fria para alimentação de 3 áreas comuns

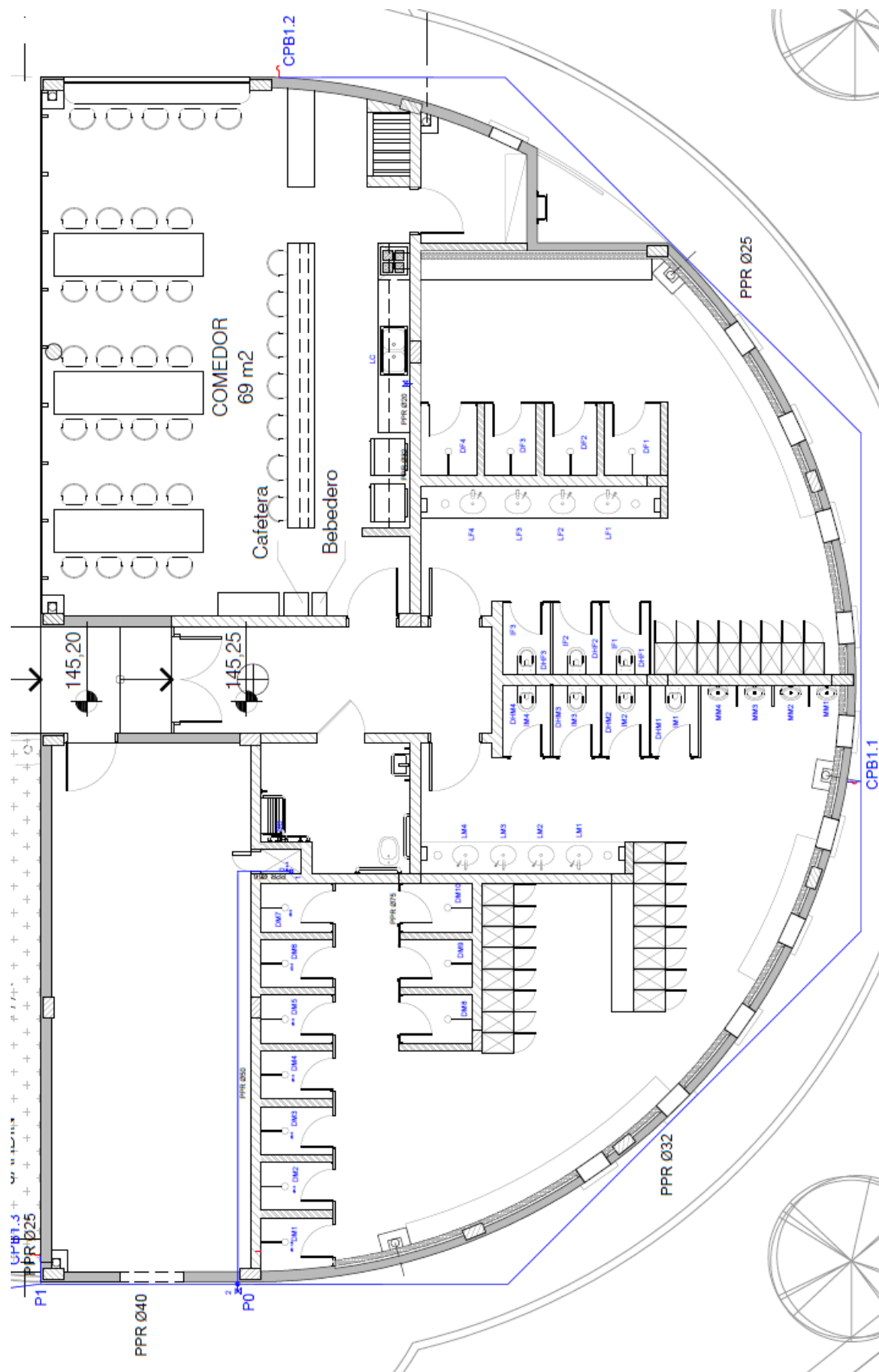


Figura 13 – Projeto esquemático de água fria do Bloco 2 de Alimentação 3

7 DIMENSIONAMENTO DO AQUECEDOR DE ÁGUA QUENTE

Será fornecido um aquecedor de água para abastecer pias e chuveiros, com as seguintes características:

- Capacidade do aquecedor de água: 2.500 litros.
- Possui 3 resistores cada um com 25 kW, totalizando 75 kW.
- A entrada e saída do tubo é de 75 mm.

As dimensões do aquecedor de água levaram em consideração o uso simultâneo de todos os chuveiros e pias, tanto nos banheiros masculinos quanto femininos, durante um período de 10 minutos.

É utilizado o consumo de chuveiros e pias descrito na **Tabela 1**, então o uso simultâneo dos 14 chuveiros e das 8 pias por 10 minutos, resulta em um tempo total de uso de 600 segundos. O cálculo resume-se na tabela a seguir:

Tabela 9 – Cálculo da capacidade do aquecedor de água.

Tipo de imóvel	Consumo mínimo	Número de artefatos	Tempo de uso	Consumo total por aparelho
	l/s	Unidade	s	l
Chuveiros	0.2	14	600	1680
Lavatórios	0.15	8	600	720
Consumo máximo (l/h)				2400
Capacidade do tanque adotado (l)				2500

8 DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA QUENTE

Para o cálculo das tubulações de água quente, elas foram divididas em Alimentação 1 para lavatório e chuveiros no PCD e banheiros masculinos; e Alimentação 2 para pias e chuveiros no banheiro feminino. Foi feito dessa forma para obter uma distribuição homogênea que atenda tanto a velocidade máxima quanto as pressões mínimas exigidas pela norma NBR 5626.

Para o procedimento de cálculo das tubulações de água quente, foram levadas em conta as mesmas considerações e procedimentos de cálculo para tubulações de água fria descritos na seção 5 deste documento.

Para o cálculo da vazão foram utilizados os mesmos pesos de cada dispositivo conforme Tabela 1.

Tabela 10 – Dimensionamento de tubulações de água quente para velocidade e perda de pressão

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12	13	
Trecho	Suma de pesos	Caudal Estimado	Diametro (DN)	Diametro (DI)	Velocidad	Pérdidas de Carga Unitaria	Diferencia de Cota	Presión Disponible	Longitud de la tubería		Pérdida de carga		Presión disponible residual	Presión requerida en el punto de utilización	
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	Real (m)	Equivalente (m)	Tuberías (kPa)	Registros y otros (kPa)	Total (kPa)	kPa	
ALIMENTACIÓN 1															
DF1 - DF2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	16.5566	3.02	0.0567	1.5604	0.0293	1.5897	14.9689
DF2 - DF3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	35.9039	1.17	0.1020	1.1087	0.0967	1.2054	34.6984
DF3 - DF4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	37.6916	1.17	0.1531	1.5809	0.2068	1.7877	35.9039
DF4 - 3	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	0.00	0.00	39.0543	0.58	0.2041	1.0090	0.3547	1.3627	37.6916
3 - 2	1.60	0.3795	32.00	23.00	0.9133	0.5425	3.06	30.01	40.8735	3.16	0.1935	1.7142	0.1050	1.8192	39.0543
F1 - F2	0.30	0.1643	25.00	18.00	0.6457	0.4017	0.00	0.00	29.5651	0.85	0.0425	0.3415	0.0171	0.3585	29.2065
F2 - F3	0.60	0.2324	25.00	18.00	0.9132	0.7367	0.00	0.00	30.2477	0.85	0.0765	0.6262	0.0564	0.6826	29.5651
F3 - F4	0.90	0.2846	25.00	18.00	1.1184	1.0505	0.00	0.00	31.2612	0.85	0.1148	0.8929	0.1206	1.0135	30.2477
F4 - 2	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	2.63	25.79	36.6568	3.67	0.3231	4.9589	0.4366	5.3956	31.2612
2 - 1	2.80	0.5020	40.00	28.80	0.7706	0.3042	0.90	8.83	14.5552	11.30	0.8284	3.4372	0.2520	3.6892	10.8660
ALIMENTACIÓN 2															
DM1 - DM2	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	13.9232	2.90	0.0567	1.4984	0.0293	1.5277	12.3954
DM2 - DM3	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	33.1567	1.05	0.1020	0.9950	0.0967	1.0917	32.0650
DM3 - DM4	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	34.7823	1.05	0.1531	1.4188	0.2068	1.6256	33.1567
DM4 - DM5	1.60	0.3795	25.00	18.00	1.4912	1.7380	0.00	0.00	37.0703	1.05	0.2665	1.6249	0.2665	1.8914	34.7823
DM5 - DM6	2.00	0.4243	32.00	23.00	1.0212	0.6594	0.00	0.00	37.8258	1.05	0.0957	0.6924	0.0631	0.7555	37.0703
DM6 - DM7	2.40	0.4648	32.00	23.00	1.1186	0.7735	0.00	0.00	38.7268	1.05	0.1148	0.8122	0.0888	0.9010	37.8258
DM7 - 8	2.80	0.5020	32.00	23.00	1.2082	0.8852	0.00	0.00	40.4810	1.55	0.4317	1.3720	0.3822	1.7542	38.7268
DD - 8	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	22.3392	2.98	0.1134	1.5398	0.0586	1.5984	20.7408
LD - 7	0.30	0.1643	25.00	18.00	0.6457	0.4017	2.63	25.79	36.1405	4.55	0.0850	1.8278	0.0342	1.8620	36.2785
7 - 4	3.20	0.5367	40.00	28.80	0.8238	0.3419	3.06	30.01	42.3572	5.18	0.3080	1.7709	0.1053	1.8762	40.4810
DM8 - DM9	0.40	0.1897	25.00	18.00	0.7456	0.5167	-1.85	-18.14	12.4851	0.23	0.1362	0.0850	0.0504	0.1354	12.3496
DM9 - DM10	0.80	0.2683	25.00	18.00	1.0545	0.9476	0.00	0.00	36.4195	1.05	0.1020	0.9950	0.0967	1.0917	35.3278
DM10 - 6	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	38.7883	1.43	0.3231	1.9322	0.4366	2.3689	36.4195
6 - 5	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.43	4.22	40.0273	0.53	0.3869	0.7161	0.5228	1.2390	38.7883
LM1 - LM2	0.30	0.1643	25.00	18.00	0.6457	0.4017	0.00	0.00	33.1309	0.71	0.0425	0.2852	0.0171	0.3023	32.8286
LM2 - LM3	0.60	0.2324	25.00	18.00	0.9132	0.7367	0.00	0.00	33.7103	0.71	0.0765	0.5231	0.0564	0.5795	33.1309
LM3 - LM4	0.90	0.2846	25.00	18.00	1.1184	1.0505	0.00	0.00	34.5768	0.71	0.1148	0.7459	0.1206	0.8665	33.7103
LM4 - 5	1.20	0.3286	25.00	18.00	1.2914	1.3512	0.00	0.00	36.8105	0.76	0.1531	1.0269	0.2068	1.2337	34.5768
5 - 4	2.40	0.4648	32.00	23.00	1.1186	0.7735	2.63	25.79	38.2759	2.83	0.3573	2.1890	0.2764	2.4654	35.8105
4 - 1	5.90	0.7287	40.00	28.80	1.1186	0.5839	0.90	8.83	14.5552	2.84	0.7051	1.6594	0.2171	2.0701	12.4851
1 - 0	8.70	0.8849	75.00	54.20	0.3935	0.0407	0.60	5.88	5.8838	1.24	2.5544	0.0505	0.1040	0.1544	5.7294

Como pode ser observado na tabela, eles atendem tanto à velocidade quanto à perda de carga em cada ponto de descarga e em cada ponto da seção do tubo.

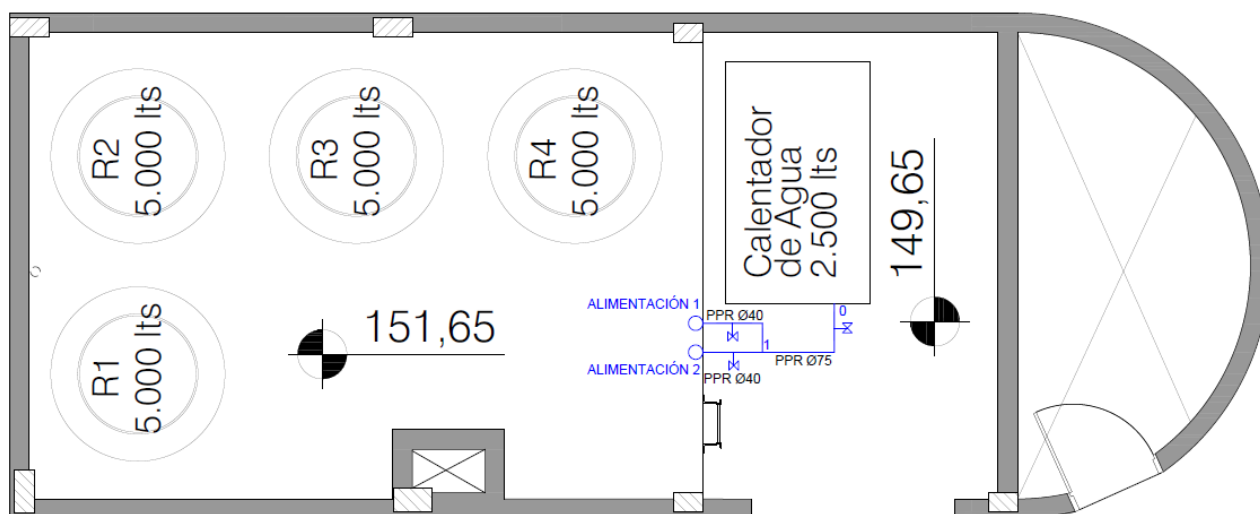


Figura 14 – Projeto esquemático de tubulações de distribuição de aquecedores de água

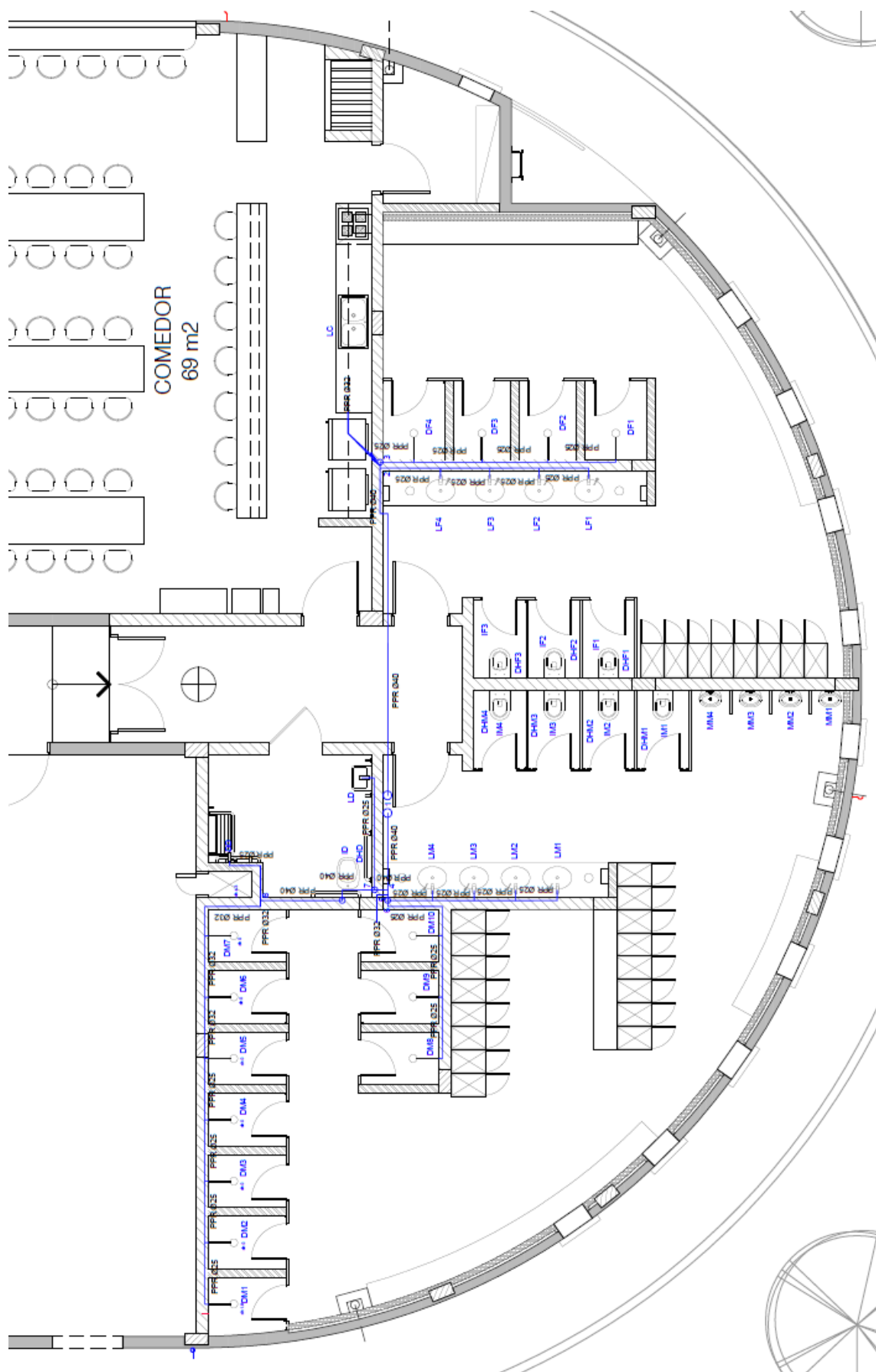


Figura 15 – Projeto esquemático de água quente para Alimentação 1 e 2

9 DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES

Para calcular o tipo e a quantidade de coletores solares, foi utilizada a seguinte equação:

$$Q = \frac{m \times c \times T}{860}$$

Onde:

M: Volume de água (l);

C: Calor específico da água (1Kcal/kg°C);

T: Variação de temperatura (°C);

Q = Quantidade de calor necessária (kW.h)

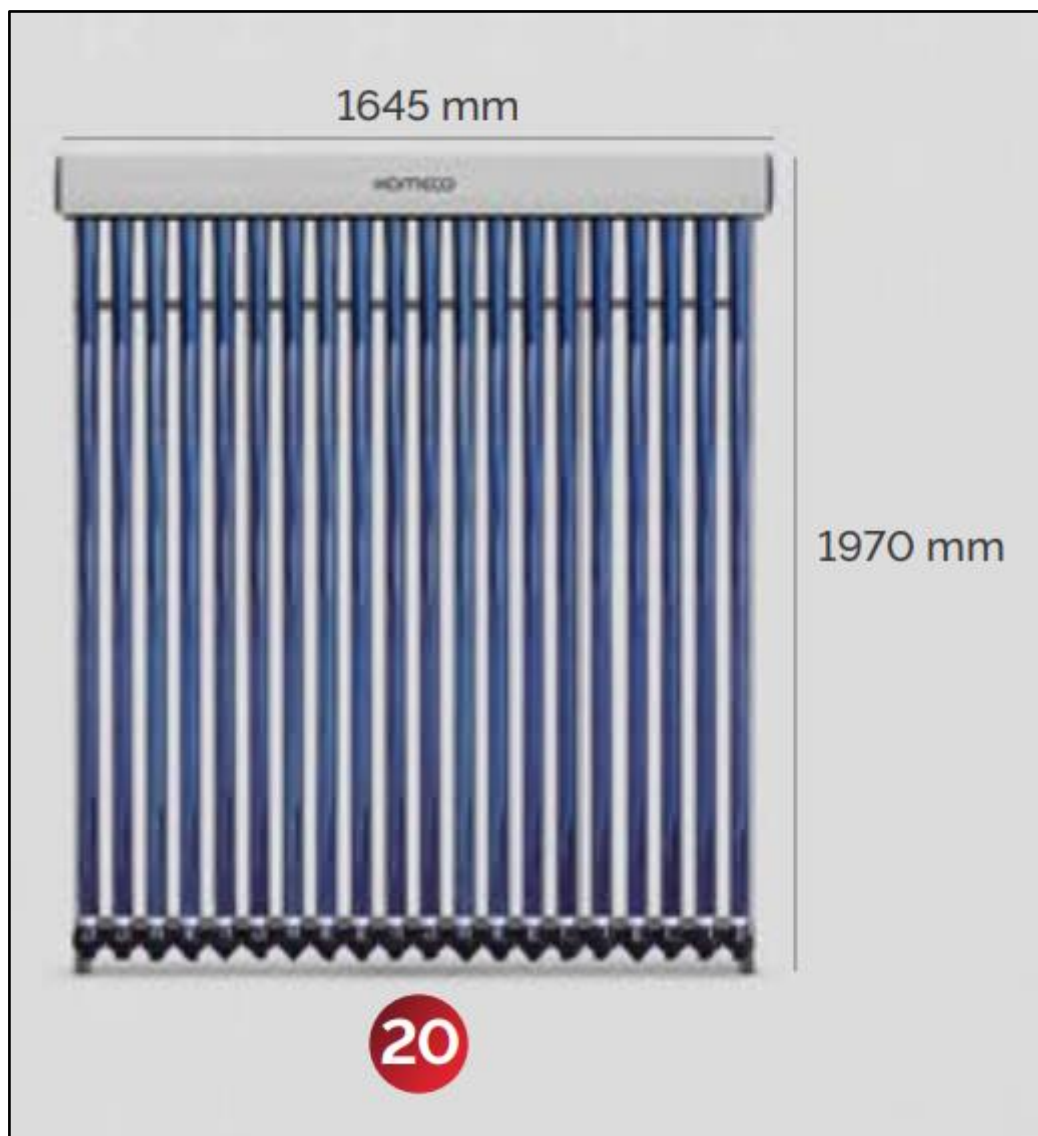
Foi adotada a capacidade do aquecedor de água, ou seja, 2.500 L, para o volume, e 30 °C para a variação de temperatura (aquecimento da água):

$$Q = \frac{2500 \times 1 \times 30}{860} = 87.2 \text{ kWh/dia}$$

Com a quantidade de calor já calculada, foi escolhido o principal produto do sistema de aquecimento, os coletores solares, cujas especificações são:

Coletor Solar KOMECO KOCS TV 20AP

Modelo	KOCS TV 20AP
Dimensões (mm) A	1650
Dimensões (mm) B	1980
Dimensões (mm) C	130
Diâmetro dos tubos (mm)	58
Comprimento dos tubos (mm)	1800
Conexões do manifold	COBRE / 22mm
Pressão de trabalho (m.c.a)	Máx 60
Tubo de calor (Heat Pipe)	COBRE
Massa vazio (kg)	62
Massa cheio (kg)	63,5



Segundo dados dos fabricantes, cada coletor (com 20 tubos) pode aquecer cerca de 8 kWh/dia.

Desta forma, o número de coletores necessários é:

$$n = \frac{Q_{TOTAL}}{Q_{UNIT}} = \frac{87.2}{8} \cong 11 \text{ Colectores}$$

Conclui-se que para aquecer os 2500 litros são necessários 11 coletores solares do tipo KOMEKO Kocs TV 20 AP.

O tubo de interligação com os coletores solares deve ser de cobre (Cu) 22mm, classe E (tampa verde – conforme foto), produzido conforme a ABNT NBR 13206. Referência: Eluma Hidrolar Classe E - 10024539.



10 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Para o abastecimento de água serão utilizados:

- 4 tanques de polietileno de 5.000 litros e um aquecedor de água elétrico horizontal de 2.500 litros.
- Os tubos utilizados para distribuição de água fria e quente são de termofusão PPR PN 20 de 25 mm a 90 mm, conforme desenhos detalhados.
- Registros de esfera VS para tanques e registros de gavetas (válvula de passagem) em banheiros e c.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

Os documentos conforme relacionados abaixo são citados no texto desta especificação. Em caso de divergência, prevalecem os requisitos estabelecidos nas Especificações, Contrato ou Autorização de Aquisição.

INSTALACION SANITARIA – PLANTA GENERAL – ABASTECIMIENTO.....	3832-DC-J7860-E
INSTALACION SANITARIA – ALIMENTACIÓN 1 - PLANTA.....	3832-DC-J7861-E
INSTALACION SANITARIA – ALIMENTACIÓN 2 - PLANTA.....	3832-DC-J7862-E
INSTALACION SANITARIA – ALIMENTACIÓN 4 - PLANTA.....	3832-DC-J7863-E
INSTALACION SANITARIA – ALIMENTACIÓN 3 - PLANTA.....	3832-DC-J7864-E
INSTALACION SANITARIA – ALIMENTACIÓN 3 - PLANTA.....	3832-DC-J7865-E
INSTALACION SANITARIA – CONEXIÓN HIDRAULICA - PLANTA.....	3832-DC-J7866-E
INSTALACION SANITARIA – CONEXIÓN HIDRAULICA – CORTE H-H.....	3832-DC-J7867-E
INSTALACION SANITARIA – SANITARIOS – CORTE AA, CORTE BB.....	3832-DC-J7868-E
INSTALACION SANITARIA – SANITARIOS – CORTE CC, DD, EE Y FF.....	3832-DC-J7869-E
INSTALACION SANITARIA – AXONOMETRIA – SANITARIOS COMEDOR...	3832-DC-J7870-E
INSTALACION SANITARIA – AXONOMETRIA – SANITARIOS COMEDOR...	3832-DC-J7871-E

REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

- SISTEMA PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE. NBR 5626:2020.
- INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS, 6ª EDIÇÃO, AUTOR: HÉLIO CREDER