

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Fortaleza - CE

Projeto Estrutural Básico do Sistema de Esgotamento
Sanitário do Bairro Conjunto Palmeiras

VOLUME V - TOMO I - PARTE I
Projeto Estrutural

Cagece

MAIO/2021



EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ, DA HYDROS ENGENHARIA E DA PROJEKT ENGENHARIA

Produto: Projeto Estrutural Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro Conjunto Palmeiras

Gerente de Projetos de Engenharia

Eng^a. Aline Martins Brito

Coordenação de Projetos Técnicos

Eng. Adriana Silva Gonçalves

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Eng^o. Jorge Humberto Leal de Saboia

Coordenação de Custos e Orçamentos de Obras

Eng^o. Humberto Oliveira Pontes Nunes

Coordenação Geral da Hydros Engenharia e Planejamento

Eng^o. Ulysses Fontes Lima

Coordenação de Interfaces da Hydros Engenharia e Planejamento

Eng^a. Ana Liz Coelho Perdigão

Equipe Estrutural da Projekt Engenharia

Eng^o. Daniel de Souza Machado

Pierfranco Pepe

Natália Ribeiro Marinho

Paulo Machado

Letícia Lima

Laize Lordelo

Edição

Janis Joplin S. Moura Queiroz

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

Colaboração

Ana Beatriz de Oliveira Montezuma

Gleiciane Cavalcante Gomes

I – APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro Conjunto Palmeiras - Fortaleza/CE, desenvolvido pela Gerência de Projetos (GPROJ) da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece).

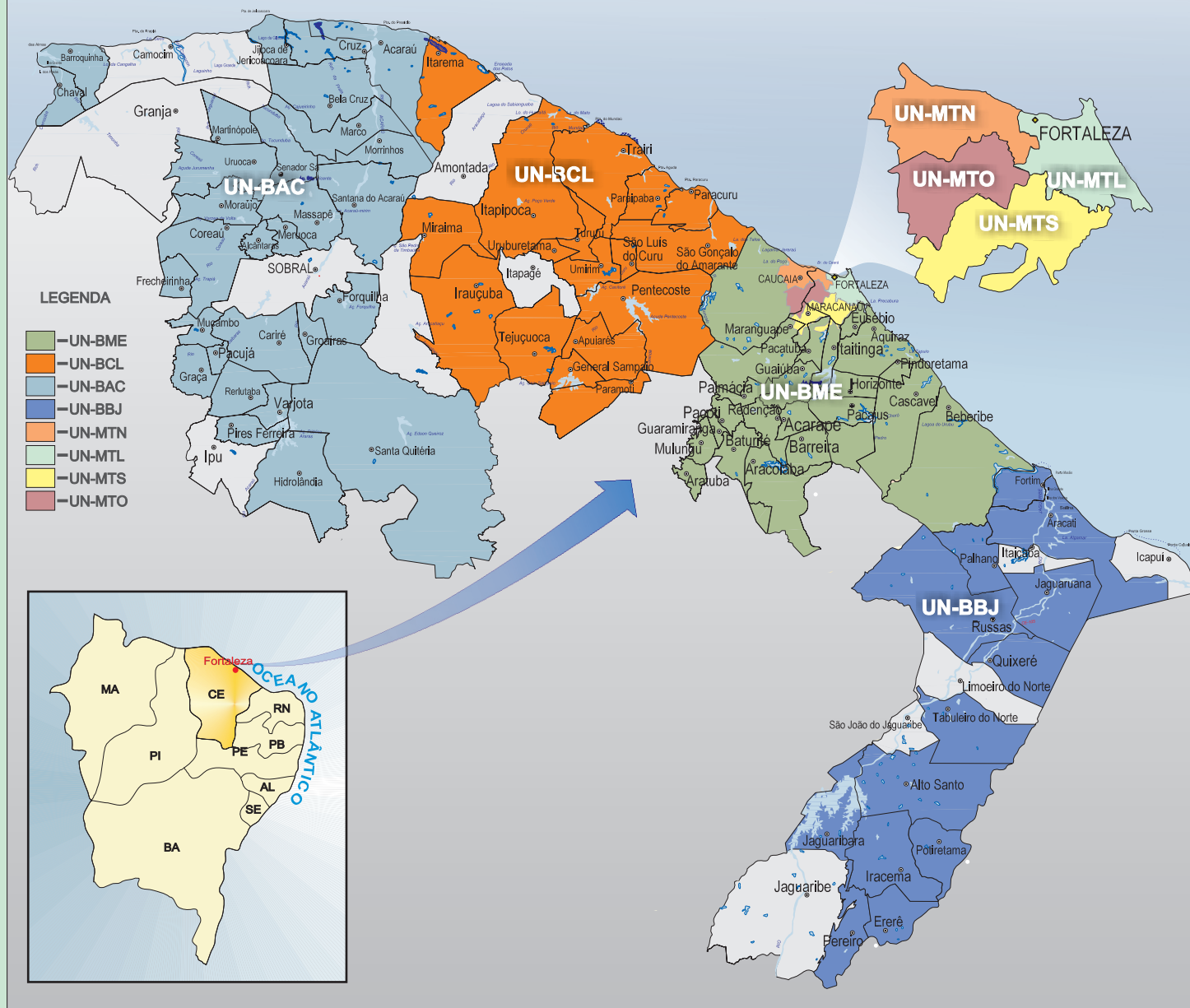
Este documento é a parte integrante do seguinte conjunto de volumes:

- Volume I – Memorial Descritivo, Memorial de Cálculo, Memorial de Desapropriação, Especificações Técnicas e Manual de Operação.
- Volume II – Peças Gráficas:
 - Tomo I;
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV;
 - Tomo V.
- Volume III – Projeto Elétrico;
- Volume IV – Projeto de Automação;
- **Volume V – Projeto Estrutural;**
 - **Tomo I:**
 - **Parte I;**
 - Parte II;
 - Parte III.
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV.
- Volume VI – Geotecnia.
 - Tomo I;
 - Tomo II.



Projeto Estrutural

OCEANO ATLÂNTICO



RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO ESTRUTURAL DO SES

CONJUNTO PALMEIRAS/FORTALEZA-CE UNMTS

VOLUME I - TOMO I

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES ÀS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE

DIRETOR PRESIDENTE

Neurisângelo Cavalcante de Freitas

DIRETOR DE ENGENHARIA

José Carlos Lima Asfor

DIRETOR DE PLANEJAMENTO

Francied Assis De Mesquita Ciriaco

GERENCIA DE PROJETOS - GPROJ

Cailiny Darley De Menezes Medeiros Cunha

HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A

DIRETOR RESPONSÁVEL

Engº Ulysses Fontes Lima

COORDENAÇÃO

Engª Ana Liz Coelho Perdigão

ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES AS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ.

PROJETO ESTRUTURAL

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO CONJUNTO PALMEIRAS – FORTALEZA/CE – UN MTS

VOLUME I – TOMO I

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO (ESPECIFICAÇÕES) DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS (EEE3, EEE4 E EEE1), CASA DO GERADOR DA EEE3 E EEE4, CASA DO OPERADOR, CDV, DAFA E LEITO DE SECAGEM

EQUIPE TÉCNICA DA HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A

Coordenação Geral

Engº Ulysses Fontes Lima

Coordenação de Interfaces/Projeto

Engª Ana Liz Coelho Perdigão

Engenheiro Chefe Especialista em Projeto de SAA

Engº Laécio Brito Regis

Engenheiro Chefe Especialista em Projeto de SES

Engº Silvio Humberto Vieira Régis

Técnico Projetista

Técnico Alexandre Barreto Matos

Técnicos Desenhos/Informática

Técnica Camila Belarmino Simplício

Equipe Estrutural (PROJEKT ENGENHARIA – Projetos e Consultoria em Engenharia Estrutural)

Engº Daniel de Souza Machado

Técnico Pierfranco Pepe

Técnica Laize Lordelo

Técnica Natália Ribeiro Marinho

Técnico Paulo Machado

Técnica Letícia Lima

APRESENTAÇÃO

A HYDROS Engenharia e Planejamento S/A foi contratada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, através do contrato PGE 11/2014, firmado entre a HYDROS e a CAGECE, em 03 de fevereiro de 2014. **“ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES AS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ”**

Este documento constitui o ***“Relatório técnico do Projeto Estrutural das Estações Elevatórias de esgoto (EEE3, EEE4 E EEE1), casa do gerador da EEE3 e EEE4, casa do operador, CDV, DAFA e leito de secagem do Sistema de Esgotamento Sanitário de Conjunto Palmeiras/Fortaleza - CE”*** 0373–RT–30–ES-001 R00.

A Hydros Engenharia e Planejamento S/A. apresenta o relatório técnico do projeto estrutural, executado pela PROJEKT ENGENHARIA – Projetos e Consultoria em Engenharia Estrutural (Contrato Hydros 035037300CGB018), partes integrantes do Sistema de Esgotamento Sanitário do Conjunto Palmeiras - Fortaleza/CE.

O Projeto Estrutural será apresentado em 2 (dois) volumes:

✓ **Volume I – Memorial Descritivo e de Cálculo**

Tomo I: Textos e Plantas

- **Memorial Descritivo**
- **Memorial de Cálculo**

✓ **Volume II – Peças gráficas**

Tomo I: Peças Gráficas

- **Plantas**

Tomo II: Peças Gráficas

- **Plantas**

SUMÁRIO

1 OBJETIVO.....	6
2 NORMAS UTILIZADAS.....	6
3 FORMA	6
4 ARMAÇÃO	7
5 CONCRETO.....	7
5.1 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO.....	8
6 EEE3.....	8
6.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	8
6.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	9
6.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	9
6.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	12
6.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	12
6.4.2 MODELO CÁLCULO	14
6.4.3 CARREGAMENTOS.....	15
6.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	15
6.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	16
6.5 RESUMO	42
7 EEE4.....	43
7.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	43
7.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	43
7.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	43
7.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	46
7.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	46
7.4.2 MODELO CÁLCULO	48
7.4.3 CARREGAMENTOS.....	49
7.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	49
7.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	50
7.5 RESUMO	75
8 EEE1.....	76
8.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	76
8.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	76
8.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	76
8.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	78
8.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	79
8.4.2 MODELO CÁLCULO	82
8.4.3 CARREGAMENTOS.....	83
8.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	83
8.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	86
8.5 RESUMO	149
9 CASA DO GERADOR (EEE-3 E EEE-4).....	151
9.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	151
9.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	151
9.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	151
9.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	153
9.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	154
9.4.2 MODELO CÁLCULO	155
9.4.3 CARREGAMENTOS.....	155
9.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	156
Lista de combinações no modelo global.....	156
9.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	158

10 CASA DO OPERADOR	175
10.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	175
10.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	175
10.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	175
10.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	177
10.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	178
10.4.2 MODELO CÁLCULO	179
10.4.3 CARREGAMENTOS.....	179
10.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	180
Lista de combinações no modelo global.....	180
10.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	182
11 CDV	199
11.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	199
11.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	199
11.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	199
11.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	202
11.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	202
11.4.2 MODELO CÁLCULO	204
11.4.3 CARREGAMENTOS.....	206
11.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	206
11.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	208
11.5 RESUMO	246
12 DAFA	248
13 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	248
13.1 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	248
13.2 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	248
13.3 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	250
13.3.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	251
13.3.2 MODELO CÁLCULO	252
13.3.3 CARREGAMENTOS.....	253
13.3.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	254
13.3.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	255
13.4 RESUMO	282
14 LEITO DE SECAGEM.....	284
14.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	284
14.2 MATERIAIS / PARÂMETROS.....	284
14.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	284
14.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL.....	287
14.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	287
14.4.2 MODELO CÁLCULO	288
14.4.3 CARREGAMENTOS.....	288
14.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS.....	289
14.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	293
14.5 RESUMO	308
15 ART	309

1 OBJETIVO

O presente documento descreve a metodologia de trabalho e reúne a Memória de Cálculo e os Desenhos do Projeto Estrutural das Estações Elevatórias (EEE3, EEE4 E EEE1), Casa do Gerador da EEE3 E EEE4, Casa do Operador, CDV, DAFA e Leito de Secagem que compõem o Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza-CE.

2 NORMAS UTILIZADAS

O projeto estrutural foi concebido tomando como base as condições fixadas pelas normas:

- NBR 6120 (1980) – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6122 (2010) – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 6118 (2014) – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- ACI 350R (2006) – Concrete Sanitary Engineering Structures.

A estrutura de concreto armado deverá ser executada obedecendo rigorosamente ao projeto estrutural e as normas:

- NBR 5672 (Diretrizes para o Controle Tecnológico de Materiais Destinados a Estruturas de Concreto - Especificação);
- NBR 5673 (Diretrizes para o Controle Tecnológico de Processos Executivos em Estruturas de Concreto);
- NBR 6118(Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado).

3 FORMA

- As formas deverão ser limpas, removendo concreto velho, gesso, graxa, ou outra sujeira, bem como pregos e parafusos.
- As formas deverão apresentar superfície lisa e plana, perfeita estanqueidade, rigidez, e resistência necessária para resistir aos esforços oriundos da concretagem sem apresentar deformações, vazamentos de nata ou outro efeito que venha a provocar defeitos ao concreto.
- Será aplicado sobre toda a superfície de contato com o concreto um desmoldante adequado para permitir a desforma sem provocar danos ao concreto.

- A desforma só se processará quando a estrutura tiver resistência necessária para absorver aos esforços oriundos da retirada das formas conforme estabelece o item 14.2 da NBR 6118.
- As formas para as paredes do reservatório serão do tipo trepante. Caso em fase de execução se opte por utilizar formas do tipo deslizante o projetista deverá ser consultado.

4 ARMAÇÃO

- As armaduras serão posicionadas conforme as indicações de projeto, com cobrimentos rigorosamente garantidos através de espaçadores externos de plástico ou argamassa e espaçadores internos de arame (suportes de metal) de forma a não permitir que as armaduras sejam deslocadas durante a concretagem.
- Não poderão ser empregados na obra aços de qualidades diferentes das especificadas no projeto, sem aprovação do projetista.
- As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à sua aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas pela oxidação.
- O dobramento das barras deverá ser feito respeitando-se os raios mínimos preconizados nos itens 6.3.4.1. e 6.3.4.2. da NBR 6118.
- As emendas de barras da armadura deverão ser feitos de acordo com o previsto no projeto; as não previstas deverão atender ao item 6.3.5. da NBR 6118.

5 CONCRETO

- O concreto deverá ser dosado para atender a resistência característica especificada no projeto e possuir trabalhabilidade adequada para permitir o lançamento e adensamento de forma a não ocorrerem desagregações, nichos ou cavernas. Não será permitido o amassamento manual do concreto.
- O concreto deverá ser lançado logo após o amassamento, não sendo permitido um intervalo maior que uma hora entre o final do amassamento e o início do lançamento. Com o uso de retardadores de pega o prazo poderá ser aumentado de acordo com as características do aditivo.
- Para placas de talude das lagoas a concretagem devem ser executada alternadamente (em xadrez).
- Em nenhuma hipótese se fará lançamento após o início da pega.

- O concreto deverá ser transportado do local de seu amassamento até o local de lançamento sem que acarrete segregação ou desagregação de seus elementos ou perda sensível de qualquer um deles por vazamento ou evaporação.
- Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem, deverão ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. Antes de reiniciar-se o lançamento, deverá ser removida a nata e saturada a superfície da emenda.
- Enquanto não atingir o endurecimento satisfatório, o concreto deverá ser protegido contra agentes prejudiciais, tais como, mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, águas torrenciais, agentes químicos, bem como contra choques e vibrações de intensidade tal que possam provocar fissuração na massa do concreto ou prejudicar a sua aderência a armadura.
- A proteção contra a secagem prematura, pelo menos nos sete primeiros dias após o lançamento do concreto, poderá ser feita mantendo umedecida a superfície ou protegendo-a com uma película impermeável.
- O concreto deverá ter slump alto conforme especificação em projeto.

5.1 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO

a – Peso específico do material água: $1,0 \text{ tf/m}^3$

b – Peso específico do solo: $1,8 \text{ tf/m}^3$

c – Peso específico do concreto armado: $2,5 \text{ tf/m}^3$

d – Limite de deformação: $L/250$

6 EEE3

6.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir está relacionada a planta utilizada como referência para o desenvolvimento do projeto estrutural:

- 07_SES_Conj.Palmeiras_EEE-03_SB3_Sit.Loc_01-01
- 08_SES_Conj.Palmeiras_EEE-03_SB3_Arq_01-05 R3
- 09_SES_Conj.Palmeiras_EEE-03_SB3_LR_01-01

6.2 MATERIAIS / PARÂMETROS

Para a estrutura foram especificadas, de forma a garantir adequada proteção à armadura, a Classe de Agressividade Ambiental III cujas características são descritas na NBR 6118 e a seguir:

- Resistência característica do concreto $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$;
- Cobrimento da armadura:
 - o 3.0 cm: Vigas
 - o 5.0 cm: Faces de paredes, lajes e pilares
- Aço CA-50;
- Aço CA-60;

6.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO

São muitas as maneiras de relacionar os números de SPT obtidos na sondagem à percussão com a resistência do solo. Aqui devido a estrutura apresentar carga baixa no solo utilizaremos fórmulas empíricas expeditas:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{5}$$

Onde o valor N é o número do SPT. Todos os resultados têm como unidade o Kgf/cm^2 , adotou-se para o cálculo o N_{spt} do nível de implantação, portanto, como consequência do estudo geotécnico segue imagem abaixo.

LOCAÇÃO DE SONDAGENS			
PT	COORDENADAS – ELEVÇÕES		
	NORTE	ESTE	EL.
SP1	9576003.3800	552145.51	---
NÍVEL 3,125			
$\sigma_{\max}$ [kg/cm2]			0,33
Nspt (na implantação)			20
σ_{adm} [kg/cm2]			4
Cota Implantação [m]			3,125
NÍVEL 4,375			
$\sigma_{\max}$ [kg/cm2]			0,43
Nspt (na implantação)			20
σ_{adm} [kg/cm2]			4
Cota Implantação [m]			4,375
NÍVEL 7,771			
$\sigma_{\max}$ [kg/cm2]			0,32
Nspt (na implantação)			13,2
σ_{adm} [kg/cm2]			2,64
Cota Implantação [m]			7,771

Figura 6.1 – Dimensionamento Geotécnico

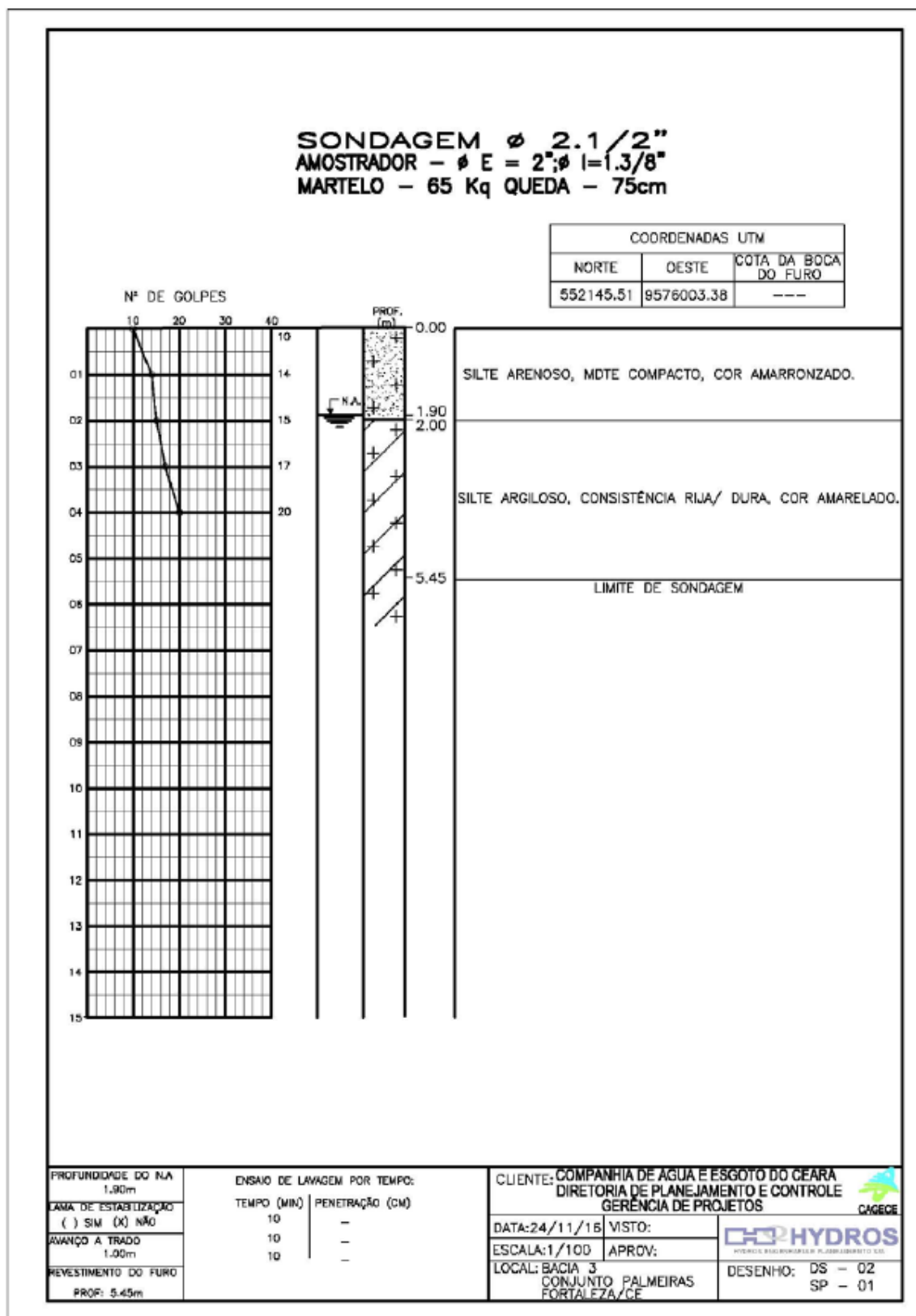


Figura 6.2 – Sondagem utilizada

6.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

6.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA

As figuras a seguir apresentam informações globais da geometria da estrutura projetada apenas com o intuito de identificação da estrutura. Detalhes da geometria podem ser encontrados nas plantas de referência e de forma da estrutura de concreto.

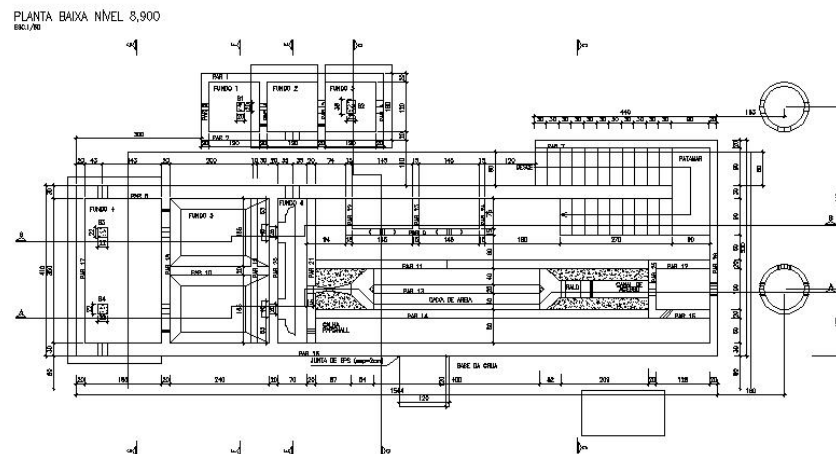


Figura 6.3 – Planta Baixa

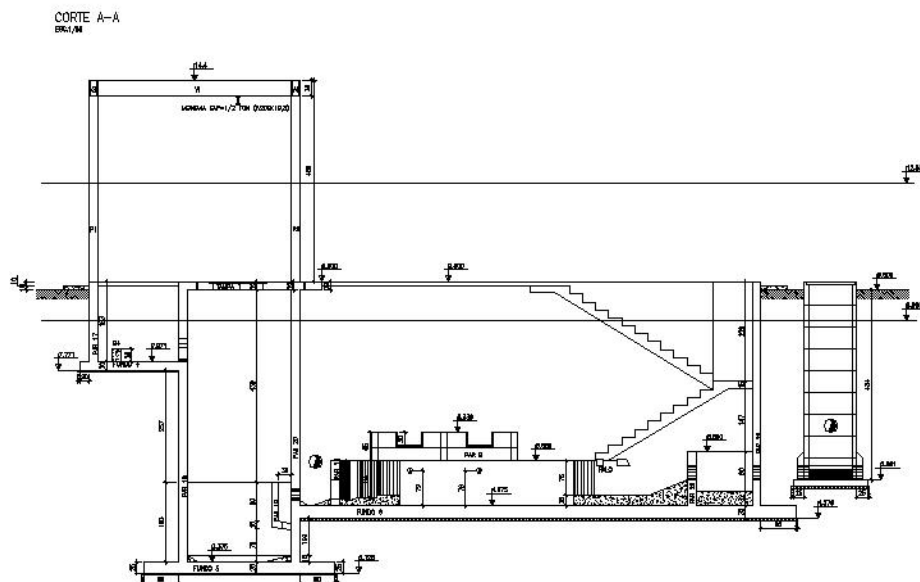


Figura 6.4 – Corte.

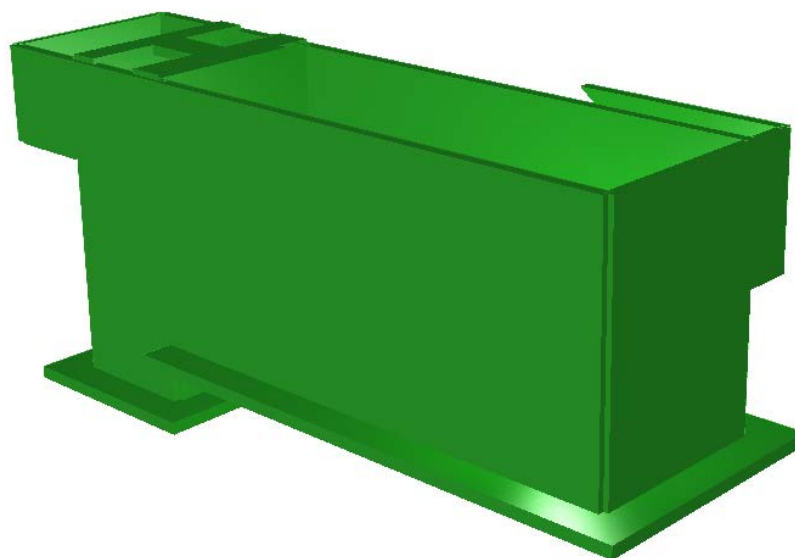


Figura 6.5 – Perspectiva STRAP



Figura 6.6 – Perspectiva TQS

6.4.2 MODELO CÁLCULO

Todas as estruturas aqui representadas foram analisadas através da modelagem em elementos finitos usando o programa de análise, STRAP. No Strap, podemos modelar usando elementos de barras, placas ou sólidos quando necessários indicando dimensões dos elementos finitos, propriedades dos materiais, geometria da estrutura e condições de contorno.

A figura a seguir apresenta o modelo de elementos finitos utilizados assim como as condições de contorno utilizadas.

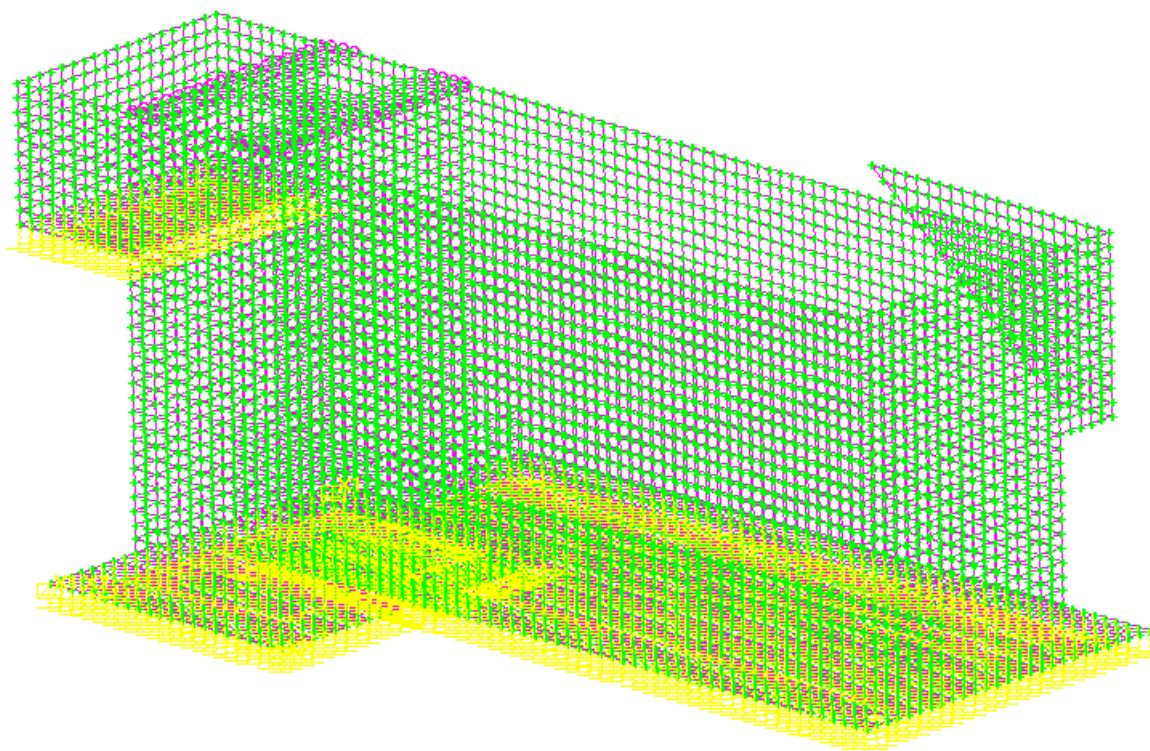


Figura 6.7 – Modelo em Elementos Finitos

6.4.3 CARREGAMENTOS

A tabela a seguir apresenta os carregamentos e os valores adotados para o modelo retirados do software:

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no. in results</i>	<i>name</i>
1	1	PP
2	2	PRESSAO HIDROSTATICA 1
3	3	PRESSAO HIDROSTATICA 2
4	4	SC
5	5	EMPUXO DE SOLO
6	6	FLUTUACAO
7	7	EMPUXO SOLO ABAS
8	8	ENCHIMENTO

1. O peso próprio é determinado automaticamente pelo programa através da multiplicação do peso específico do concreto armado e espessura do elemento estrutural plano (paredes e lajes);
2. O empuxo de água é determinado em função da lâmina d'água presente na caixa.
3. A sobrecarga é um carregamento de 2 KN/m² atuando sobre a laje.

6.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

A lista a seguir apresenta a combinação dos carregamentos utilizada com coeficientes 1,0. Os coeficientes de majoração e de combinação serão inclusos nas próprias planilhas de cálculo.

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb</i>	
1	1 * 1.00 + 2 * 1.00
2	1 * 1.00 + 3 * 1.00
3	1 * 1.00 + 4 * 1.00
4	1 * 1.00 + 5 * 1.00
5	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.00
6	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 4 * 1.00
7	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00
8	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00
9	1 * 1.00 + 4 * 1.00 + 5 * 1.00
10	1 * 1.00

Coeficientes de minoração são utilizados para os materiais empregados e relação em módulos de elasticidade para cálculo de fissuração:

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ σ_s

$g_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração =	15
$g_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga =	10

6.4.4.1 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite Último)

Para a verificação da ruptura dos elementos estruturais utiliza-se a formulação proposta pela ABNT NBR 8681 (2003).

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{gik} + \gamma_q F_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qjk} \quad (6.1)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELU o coeficiente 1,4 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

6.4.4.2 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite de Utilização)

A NBR 6118 (2003) sugere que a verificação para a fissuração seja feita pela Combinação Frequente das Ações.

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{gik} + \psi_1 F_{q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{2j} F_{qjk} \quad (6.2)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELS o coeficiente 1,0 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

6.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

6.4.5.1 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

São apresentados a seguir alguns os esforços que devem ser analisados para a estrutura em questão. Será apresentado o dimensionamento dos elementos principais da estrutura.

6.4.5.1.1 FUNDO 6

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{f0} =$	1,40
$g_{f0} =$	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):	
$g_{f0} =$	1,00
Obs:	F6 DIREÇÃO PRINCIPAL

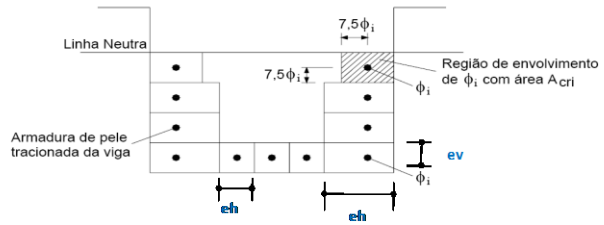
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	6,40
$M_k [t.m] =$	6,20
$V_{dim} [t] =$	8,960
$N_{dim} [t] =$	0,000
$M_{dim} =$	8,680
$M_{max tensões} =$	6,200
Camadas para tração:	1
	● 1 camada
	● 2 camada
	● 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	30,0
$d' [cm] =$	5,8
$d [cm] =$	24,2
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	16,0
$A_{smin} [cm^2] =$	4,5
$A_s [cm^2] =$	12,3
OK	Calculada: 7ø16 c.16 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{max} [MPa] =$	22,7
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7,5\phi =$	120,0
$\eta_i =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	18000,0
$\rho_{cr} =$	0,0112
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,41%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha + 2$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{s42} =$	123,2
$V_{c0} =$	21,03
$V_c =$	21,03
$V_{se} =$	0,0
$V_{s43} =$	21,0
$A_{sv} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{svmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sv} \text{ adotada } [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	5,0
$E_{sp.} [cm] =$	3

Calculada: ø5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{s41} [t] =$	16,2
$V_{s4} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,4
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,004

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO **NBR 6118 (2014)**

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{f0} = 1,40$
 $g_{f0} = 1,00$

Obs: F6
DIREÇÃO SECUNDÁRIA

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

$g_{f0} = 1,00$

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c = 1,40$
 $g_s = 1,15$

ESFORÇOS SOLICITANTES

$N_k [t] = 0,00$
 $V_k [t] = 6,40$
 $M_k [t.m] = 0,90$
 $V_{dim} [t] = 8,960$
 $N_{dim} [t] = 0,000$
 $M_{dim} = 1,260$
 $M_{max tensões} = 0,900$

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camada
- 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

$F_{ck} [MPa] = 30$ $E_c [MPa] = 26072$ $Es/Es = 7,7$
 $F_{yk} [MPa] = 500$ $Es [MPa] = 200000$

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO

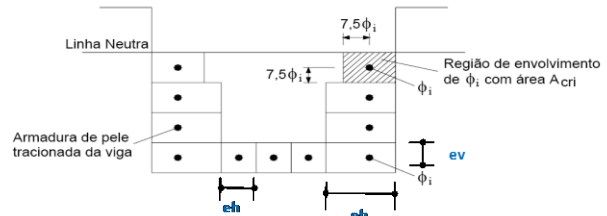
$b_{comp.} [cm] = 100,0$
 $h [cm] = 30,0$
 $d' [cm] = 5,8$
 $d [cm] = 24,2$
 $c [cm] = 5,0$
 $f [mm] = 16,0$
 $A_{smin} [cm^2] = 4,5$
 $A_s [cm^2] = 1,7$

As original

Calculada:
SAR MINIM#3016 c.44 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] = 222$
 $eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 120,0$
 $ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 150,0$
 $\phi [mm] = 16,0$
 $7,5\phi = 120,0$
 $\eta_1 = 2,25$
 $f_{ctm} [MPa] = 2,9$
 $A_{ce} [mm^2] = 18000,0$
 $\rho_{r1} = 0,0112$
 $w_k [mm] = 0,15$
taxa por face [%] = 0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2 = 0,88$
 $f_{ctd} [MPa] = 1,45$
 $V_{kd2} = 123,2$ OK
 $V_{e0} = 21,03$
 $V_c = 21,03$
 $V_{se} = 0,0$
 $V_{sd3} = 21,0$ OK
 $A_{sv} [cm^2/m] = 0,00$
 $A_{smin} [cm^2/m] = 11,59$ Calculada:
 $A_{sv} adotada [cm^2/m] = 11,59$ #5 c.3
 $\phi [mm] = 5,0$
Esp. (cm) = 3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{kd1} [t] = 15,0$
 $A_{ce} [t/cm^2] = 0,0036$
 $k = 1,4$
 $\sigma_{cp} [t/cm^2] = 0,0000$
 $\rho_1 = 0,002$

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

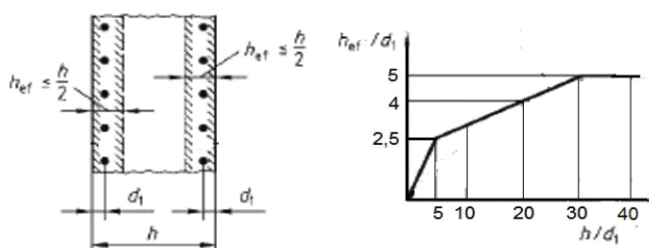
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	Caso 1 Caso 2 Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	229		
h [cm]	30,0	$A_{ct}/face$	1500		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	16,0	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$k_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

Para tração pura:

$$\text{esp [cm]} = 12$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 5$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,50$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

Armadura adotada para fundo:

FUNDO 6		
DIREÇÃO SECUNDÁRIA		
As	3Ø16 c.44	Ø16 c.10**
FUNDO 6		
DIREÇÃO PRINCIPAL		
As	7Ø16 c.16	Ø16 c.10**

6.4.5.1.2 FUNDO 05

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fs} =$	1,00

Obs:	F5
	AMBAS AS DIREÇÕES

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t]	0,00
V_k [t]	4,30
M_k [t.m]	1,00
V_{edim} [t]	6,020
N_{edim} [t]	0,000
M_{edim}	1,400
$M_{max tensões}$	1,000

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camada
- 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa)	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} (MPa)	500	E_s (MPa)	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm)	100,0
h (cm)	25,0
d' (cm)	5,6
d (cm)	19,4
c (cm)	5,0
f (mm)	12,5
A_{smin} (cm ²)	3,8
A_s (cm ²)	2,1

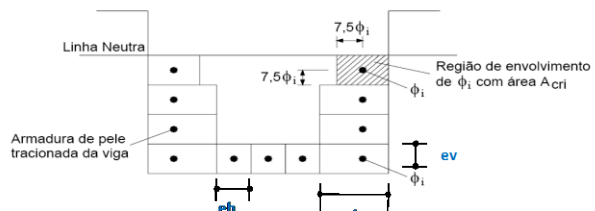
As original

Calculada:

USAR MINIMO 4#12,5 c.32 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa)	257
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	125,0
ϕ (mm)	12,5
7.5ϕ	93,8
n^1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	15000,0
σ_{cr}	0,0082
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_{r2}	0,88
f_{ctd} [MPa]	1,45
V_{r42}	98,6
V_{c0}	16,84
V_c	16,84
V_{sw}	0,0
V_{r43}	16,8
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
A_{smin} [cm ² /m]	11,59
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59
ϕ (mm)	5,0
$E_{sp.}$ (cm)	3

OK

OK

Calculada:

#5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{r41} [t]	12,4
V_{c0} [t]	0,0036
k	1,4
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_l	0,002

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

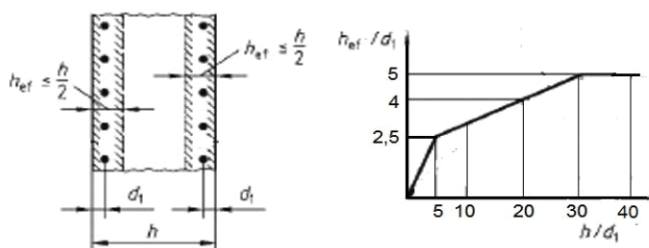
$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	25,0	$A_{ct}/face$	1250		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 11,7$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 10$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 4,1667$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,08$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 14,65$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 6,00$$

Armadura adotada:

FUNDO 5

AMBAS AS DIREÇÕES

A_s

4 $\emptyset$ 12,5 c.32

$\emptyset$ 12,5 c.10*

6.4.5.1.3 PAREDE 26

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 26 ARM. VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	4,50
$M_k [t.m] =$	3,20
$V_{edim} [t] =$	6,300
$N_{edim} [t] =$	0,000
$M_{edim} =$	4,400
$M_{max\text{ tensões}} =$	3,200

Camadas para tração: 1

1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	20,0
$d' [cm] =$	5,6
$d [cm] =$	14,4
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	12,5
$A_{smin} [cm^2] =$	3,0
$A_s [cm^2] =$	9,5

As original

Calculada: 8#12,5 c.12 OK

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{max} [MPa] =$	258
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$\phi [mm] =$	12,5
$7.5\phi =$	93,8
$\eta_i =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	12000,0
$\rho_{r1} =$	0,0102
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,48%

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha_{r2} =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{ed2} =$	73,2
$V_{ed} =$	12,49
$V_c =$	12,49
$V_{sw} =$	0,0
$V_{ed3} =$	12,5
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	5,0
$E_{sp.} [cm] =$	3

Calculada: 5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{ed1} [t] =$	10,5
$V_{ed} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,5
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,005

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00

Obs:	PAR 26
	ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c =$	1,40
$g_r =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	5,70
M_k [t.m] =	4,10
V_{adm} [t] =	7,980
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	5,740
$M_{max} =$	4,100

Camadas para tração:

- ☒ 1 camada
- ☐ 2 camada
- ☐ 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	12,3

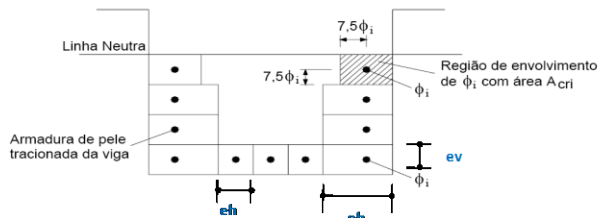
As original

Calculada:

OK 10#12,5 c.10 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	259
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	12,5
$7,5\phi$	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	10000,0
σ_{cr}	0,0123
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,61%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,2	OK
V_{cd}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,5	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59	#5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	11,0	Não precisa calcular armadura transversal!!
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,006	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

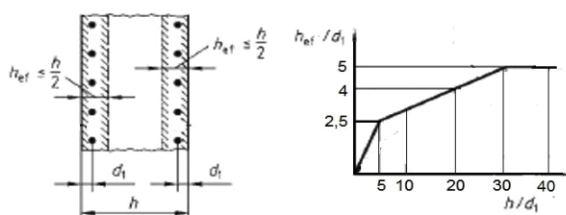
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	6,0	σs [MPa]	256		
h [cm]	25,0	Act/face	1250		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,7$$

Para tração pura:

$$\text{esp [cm]} = 10$$

$$K = 0,8$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 4,1667$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,08$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 14,65$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 6,00$$

Armadura adotada:

PAREDE 26		
ARMADURA HORIZONTAL		
As	10Ø12,5 c.10	Ø12,5 c.10
PAREDE 26		
ARMADURA VERTICAL		
As	8Ø12,5 c.12	Ø12,5 c.10**

6.4.5.1.4 PAREDE 17

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 17 ARM. VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	0,95	
$M_k [t.m] =$	0,44	
$V_{adm} [t] =$	1,330	
$N_{adm} [t] =$	0,000	
$M_{adm} =$	0,616	
$M_{max\text{tensões}} =$	0,440	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.} [cm] =$	100,0	As original Calculada: SAR MINIMA 6#8 c.16 camadas (cm) = 1,0
$h [cm] =$	20,0	
$d' [cm] =$	5,4	
$d [cm] =$	14,6	
$c [cm] =$	5,0	
$f [mm] =$	8,0	
$A_{smin} [cm^2] =$	3,0	
$A_s [cm^2] =$	1,0	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
$\sigma_{max} [MPa] =$	287	
$eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0	
$ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0	
$\phi [mm] =$	8,0	
$7.5\phi =$	60,0	
$\eta^1 =$	2,25	
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9	
$A_{cr} [mm^2] =$	12000,0	
$\rho_{sl} =$	0,0042	
$w_k [mm] =$	0,12	
taxa por face [%]	0,15%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha+2 =$	0,88	
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{sd2} =$	74,3	OK
$V_{cd} =$	12,69	
$V_c =$	12,69	
$V_{sw} =$	0,0	
$V_{sd3} =$	12,7	OK
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59	Calculada:
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59	#5 c.3
$\phi [mm] =$	5,0	
$Esp. [cm] =$	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{sd1} [t] =$	9,7
$k_d [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,5
$\alpha_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs:	PAR 17
	ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,45
M_k [t.m] =	0,22
V_{adm} [t] =	0,630
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	0,308
$M_{max} =$	0,220

Camadas para tração:

- ☒ 1 camada
- ☐ 2 camada
- ☐ 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,5

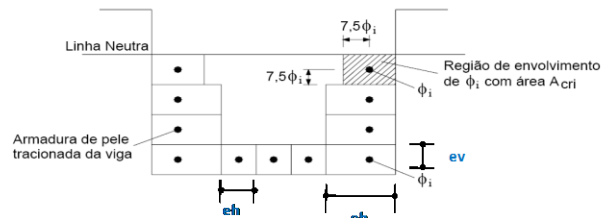
As original

Calculada:

~~SAR MINIMA~~ 3x12,5 c. 40 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	253
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	12,5
$7,5\phi$	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	10000,0
σ_{cr}	0,0123
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,2	OK
V_{cd}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,5	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sw} adotada$ [cm ² /m]	11,59	5 c. 3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	9,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\lambda \cdot b \cdot t + / \cdot \text{cm}^2$	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

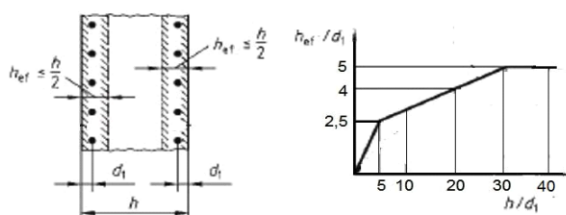
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	25,0	$A_{ct}/face$	1250		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 11,7$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 10$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 4,1667$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,08$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 6,00$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 14,65$$

Armadura adotada:

PAREDE 17		
ARMADURA HORIZONTAL		
A_s	3Ø12,5 c.40	Ø12,5 c.10**
PAREDE 17		
ARMADURA VERTICAL		
A_s	6Ø8 c.16	Ø8 c.10**

6.4.5.1.5 PAREDES 18 E 20

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	PAR 18 E 20 ARM. VERTICAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	5,90
$M_k [t.m] =$	1,80
$V_{ddim} [t] =$	8,260
$N_{ddim} [t] =$	0,000
$M_{ddim} =$	2,520
$M_{max\text{ tensões}} =$	1,800
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

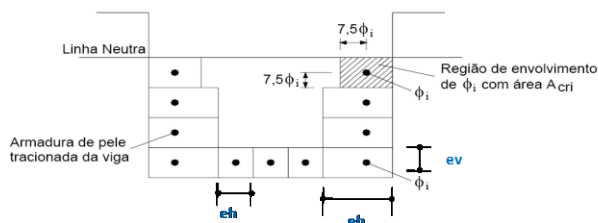
PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	20,0
$d' [cm] =$	5,4
$d [cm] =$	14,6
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	8,0
$A_{smin} [cm^2] =$	3,0
$A_s [cm^2] =$	4,1
OK	9#8 c.12
Calculada:	camadas (cm) = 1,0
As original	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	316
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$\phi [mm] =$	8,0
$7,5\phi =$	60,0
$\eta_1 =$	2,25

$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{ce} [mm^2] =$	12000,0
$\rho_{r1} =$	0,0042
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,21%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2 =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{ed2} =$	74,3
$V_{ed} =$	12,69
$V_c =$	12,69
$V_{sw} =$	0,0
$V_{ed3} =$	12,7
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	5,0
Esp. [cm] =	3
OK	Calculada: 5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ed1} [t] =$	9,9
$\rho_{r1} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,5
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,002
Não precisa calcular armadura transversal!!	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs:	PAR 18 E 20 ARM. HORIZONTAL
------	--------------------------------

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	4,90
M_k [t.m] =	3,20
V_{adm} [t] =	6,860
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	4,480
$M_{max} =$	3,200

Camadas para tração:

1 camada	1
2 camada	
3 camada	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	9,5

As original

Calculada:

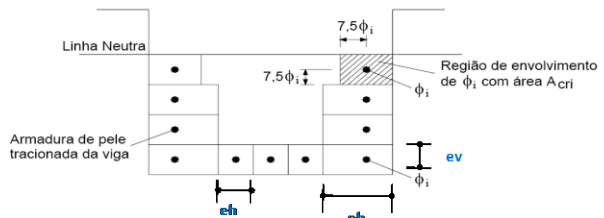
OK 8ø12,5 c.12 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	258
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25

f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12000,0
σ_{c1}	0,0102

w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,48%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha+2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,2	OK
V_{c0}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,5	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sw} adotada$ [cm ² /m]	11,59	ø5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	10,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,005	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

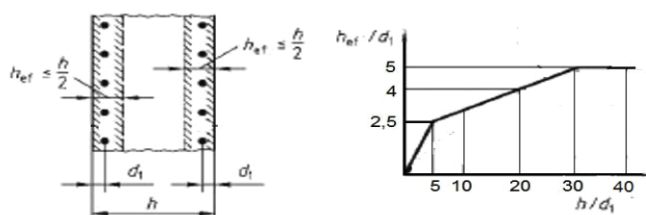
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256	☒ Caso 2	
h [cm]	25,0	$A_{ct}/face$	1250	☐ Caso 3	
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,7$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 10$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 4,1667$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,08$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 14,65$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 6,00$$

Armadura adotada:

PAREDES 18 E 20		
ARMADURA HORIZONTAL		
A_s	8 $\emptyset$ 12,5 c.12	$\emptyset$ 12,5 c.10**
PAREDES 18 E 20		
ARMADURA VERTICAL		
A_s	9 $\emptyset$ 8 c.12	$\emptyset$ 8 c.10**

6.4.5.1.6 PAREDES 8 E 16

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 8 E 16 ARM. VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
V_k [t] =	7,40	
M_k [t.m] =	7,20	
V_{adm} [t] =	10,360	
N_{adm} [t] =	0,000	
M_{adm} =	10,080	
$M_{D_{max}} =$	7,200	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	As original Calculada: 8#16 c. 13 camadas (cm) = 1,0
h (cm) =	30,0	
d' (cm) =	5,8	
d (cm) =	24,2	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	16,0	
$A_{s_{min}}$ (cm ²) =	4,5	
A_s (cm ²) =	14,5	
	OK	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{max} (MPa) =	225	
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor) =	130,0	
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor) =	150,0	
ϕ (mm) =	16,0	
$7,5\phi$	120,0	
η_1	2,25	
f_{ctm} [MPa]	2,9	
A_{cr} [mm ²]	19500,0	
ρ_{r1}	0,0103	
w_k [mm]	0,15	
taxa por face [%]	0,48%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha + 2$	0,88	OK
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{sd2}	123,2	
V_{co}	21,03	
V_c	21,03	
V_{sw}	0,0	OK
V_{sd3}	21,0	
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
$A_{s_{min}}$ [cm ² /m]	11,59	
$A_{s_{dotada}}$ [cm ² /m]	11,59	
ϕ (mm) =	5,0	Calculada: #5 c. 3
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
V_{sd1} [t]	16,6	Não precisa calcular armadura transversal!!
σ_{ct} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,4	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,005	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00

Obs: PAR 8 E 16
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	4,80
M_k [t.m] =	8,70
V_{adm} [t] =	6,720
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	12,180
$M_{máximas}$ =	8,700

Camadas para tração: 1
1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	30,0
d' (cm) =	5,8
d (cm) =	24,2
c (cm) =	5,0
f (mm) =	16,0
A_{smin} (cm ²) =	4,5
A_s (cm ²) =	17,5

As original

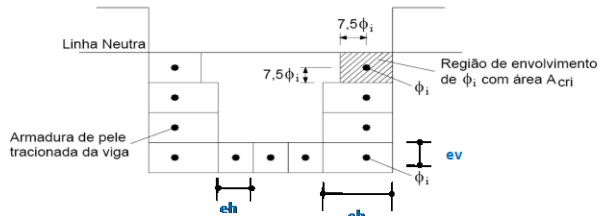
Calculada: 9#16 c.11
OK camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LÍMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	227
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	150,0
ϕ (mm) =	16,0
7.5ϕ	120,0
η_i	2,25

f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	18000,0
ρ_{r1}	0,0112

w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,58%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	123,2	OK
V_{c0}	21,03	
V_c	21,03	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	21,0	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
A_{smin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sv} adotada [cm ² /m]	11,59	#5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	17,1	
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,4	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,006	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

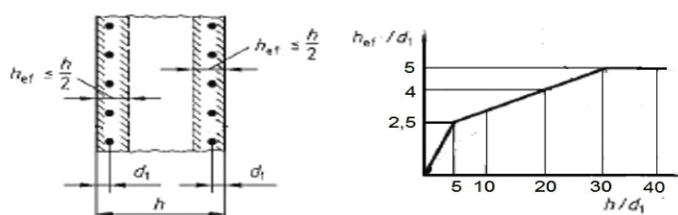
$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	f _{ct,ef} [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d1 [cm]	6,0	σ _s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	A _{ct} /face	1500	☐ Caso 3	
wk [mm]	0,15	f _{yk} [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	f _{ct,m} [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

Para tração pura:

$$\text{esp [cm]} = 12$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s:

Determinação de A_s min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 5$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,50$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

Armadura adotada:

PAREDES 8 E 16 ARMADURA HORIZONTAL	9Ø16 c.11	Ø16 c.10**
PAREDES 8 E 16 ARMADURA VERTICAL	8Ø16 c.13	Ø16 c.10**

6.4.5.1.7 VIGAS

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento das vigas:

Relatório geral de vigas

Legenda
G E O M E T R I A
 Eng.E : Engastamento a Esquerda / Eng.D : Engastamento a Direita / Repet : Repeticoes
 NAnd : N.de Andares / Red V Ext : Reducao de Cortante no Extremo / Fat.Alt : Fator de Alternancia de Cargas
C o b : Cobrimento / TpS : Tipo da Secao / BCS : Mesa Colaborante Superior
 BCI : Mesa Colaborante Inferior / Esp.LS : Espessura Laje Superior / Esp.LI : Espessura Laje Inferior
 FSp.Ex : Distancia Face Superior Eixo / FLt.Ex : Distancia Face Lateral ao Eixo / Cob/S : Cobrim/Cobr.superior adicional
C A R G A S
 MESq : Momento Adicional a Esquerda / MDir : Momento Adicional a Direita / Q : Cortante Adicional (valor unico)
A R M A D U R A S - F L E X A O
 SRAS : Secao Retangular Armad.Simples / SRAD : Secao Retangular Armad.Dupla / STAS : Secao Te Armadura Simples
 STAD : Secao Te Armadura Dupla / x/d : Profund. relativa da Linha Neutra / x/dMx : Profund. relativa da LN Maxima
 AsL : Armadura de Compressao / Bit.de Fiss.: Bitola de fissuracao / Asapo : Armadura e/d que chega no extremo
A R M A D U R A S - C I S A L H A M E N T O
 MdC : Modelo de Calculo (I ou II) / Ang. : Angulo da biela de compressao / Aswmin : Armad.transv.minima-cisalhamento
 Asw[C+T] : Arm.trans.calculada cisalh+torcao / Bit : Bitola selecionada / Esp : Espacamento selecionado
 NR : Numero de ramos do estribo / AsTrt : Armadura transversal de Tirante / AsSus : Armadura transversal-Suspensao
A R M A D U R A S - T O R C A O
 %dT : % limite de TRd2 para desprezar o M de torcao (Tsd) / he : Espessura do nucleo de torcao
 b-nuc : Largura do nucleo / h-nuc : Altura do nucleo
 Asw-1R : Armadura de torcao calculada para 1 Ramo de estribo / AswminNR : Armad.transv.minima-torcao p/NR estribos selecionado
 AsL-b : Armadura longitudinal de torcao no lado b / AsL-h : Armadura longitudinal de torcao no lado h
 ComDia : Valor da compressao diagonal (cisalhamento+torcao) / AdPla : Capacida/ adaptacao plastica no vao - S[sim]
N[nao]
R E A C O E S D E A P O I O
 DEPEV : Distancia do eixo do pilar ao eixo efetivo de apoio -viga / Morte : Codigo se pilar morre / segue / vigas
 M.I.Mx : Momento Imposto Maximo / M.I.Mn : Momento Imposto Minimo

Cobertura

V1 Viga= 1 V1 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 4.65 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI=.00 FSp.Ex= .17 /FLt.Ex= .07 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
FLEXAO- **E S Q U E R D A** **M E I O D O V A O** **D I R E I T A**
 [tf,cm] M.[-] = .4 tf* m | M.[+] Max= 1.4 tf* m - Abcis.= 232 | M.[-] = .4 tf* m
 AS = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | ASL= .00 ----- | AS = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm]
 ASL= .00 ----- x/d = .05 | AS = 1.56 -SRAS- [2 B 10.0mm] | ASL= .00 ----- x/d = .05
 x/dMx= .50 |
 [tf,cm] M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] Asapo[+]= .52 | | Asapo[+]= .52

CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M [tf,cm]
 0.- 445. 1.73 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0

REAC. APOIO	No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Nome	M.I.Mx	M.I.Mn	Pilares:
0	1	1.235	1.186	.20	.00	1	P1	.00	.00	1 0 0 0 0
0	2	1.236	1.187	.20	.00	1	P2	.00	.00	2 0 0 0 0

V2 Viga= 2 V2 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 4.65 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /FLt.Ex= .07
 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 FLEXAO- | E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 [tf,cm] | M.[-] = .4 tf* m | M.[+] Max= 1.4 tf* m - Abcis.= 232 | M.[-] = .4 tf* m
 [2 B 8.0mm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = 1.56 -SRAS- [2 B 10.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .52 | | Asapo[+]= .52
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 445. 1.73 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 1 1.235 1.186 .20 .00 1 P3 .00 .00 3 0 0 0 0
 0 2 1.236 1.187 .20 .00 1 P4 .00 .00 4 0 0 0 0
 0

V3 Viga= 3 V3 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 3.70 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /FLt.Ex= .07
 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 FLEXAO- | E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 [tf,cm] | M.[-] = .1 tf* m | M.[+] Max= .2 tf* m - Abcis.= 154 | M.[-] = .1 tf* m
 [2 B 8.0mm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = .80 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .79 | | Asapo[+]= .79
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 350. .40 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 1 .287 .197 .20 .00 1 P3 .00 .00 3 0 0 0 0
 0 2 .287 .197 .20 .00 1 P1 .00 .00 1 0 0 0 0
 0

V4 Viga= 4 V4 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 3.70 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /FLt.Ex= .07
 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 FLEXAO- | E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 [tf,cm] | M.[-] = .1 tf* m | M.[+] Max= .2 tf* m - Abcis.= 154 | M.[-] = .1 tf* m
 [2 B 8.0mm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = .80 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .79 | | Asapo[+]= .79
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 350. .40 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 1 .287 .197 .20 .00 1 P4 .00 .00 4 0 0 0 0
 0 2 .287 .197 .20 .00 1 P2 .00 .00 2 0 0 0 0
 0

6.4.5.1.8 PILARES

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento dos pilares:

Montagem de carregamentos de pilares

Legenda

****Nota A****

Os valores apresentados equivalem a carregamentos de esforços finais de cálculo para o dimensionamento após a envoltória.

****Legenda****

FDzT = FORÇA NORMAL DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SEÇÃO

MdxT = MOMENTO DE CÁLCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SEÇÃO, MOMENTO X

MdyT = MOMENTO DE CÁLCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SEÇÃO, MOMENTO Y

CARR = NÚMERO DO CARREGAMENTO NA ENVOLTÓRIA

COMB = NÚMERO DA COMBINAÇÃO DE ORIGEM DO CARREGAMENTO

P1

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO APÓS A ENVOLTÓRIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FdzT	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6
MdxT	15.4	-5.7	15.5	-19.9	-19.9	-5.5	15.9	8.8	5.7	-7.8
MdyT	60.9	-39.1	52.8	52.8	-26.3	52.9	52.9	-26.5	60.9	52.9
COMB	(9)	(9)	(6)	(6)	(6)	(3)	(3)	(3)	(9)	(7)
CARR	11	12	13	14	15					
FdzT	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7					
MdxT	18.9	16.0	-5.6	15.3	-5.6					
MdyT	52.9	-26.5	-18.9	52.8	-26.5					
COMB	(7)	(7)	(13)	(10)	(10)					

P2

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO APÓS A ENVOLTÓRIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FdzT	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7
MdxT	15.4	15.4	-5.7	15.5	-19.9	-12.7	-7.8	19.0	16.0	-5.6
MdyT	-60.9	-57.7	38.9	-52.8	-52.8	26.3	-52.9	-52.9	26.5	26.5
COMB	(8)	(4)	(8)	(6)	(6)	(2)	(7)	(7)	(7)	(10)
CARR	11	12	13	14						
FdzT	2.7	2.7	2.7	2.6						
MdxT	-19.9	15.1	5.6	-5.6						
MdyT	26.3	-48.0	-48.0	13.9						
COMB	(6)	(14)	(14)	(18)						

P3

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO APÓS A ENVOLTÓRIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FdzT	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6
MdxT	-15.4	5.7	5.5	-15.9	-8.8	-15.5	19.9	19.9	-5.7	7.8
MdyT	60.9	-39.1	52.9	52.9	-26.5	52.8	52.8	-26.3	60.9	52.9
COMB	(9)	(9)	(2)	(2)	(2)	(7)	(7)	(7)	(9)	(6)
CARR	11	12	13	14	15					
FdzT	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7					
MdxT	-18.9	-16.0	5.6	-15.3	5.6					
MdyT	52.9	-26.5	-18.9	52.8	-26.5					
COMB	(6)	(6)	(13)	(10)	(10)					

P4

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO APÓS A ENVOLTÓRIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FdzT	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7
MdxT	-15.4	-15.4	5.7	7.8	-19.0	-16.0	-15.5	19.9	12.7	5.6
MdyT	-60.9	-57.7	38.9	-52.9	-52.9	26.5	-52.8	-52.8	26.3	26.5
COMB	(8)	(4)	(8)	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)	(3)	(10)
CARR	11	12	13	14						
FdzT	2.7	2.7	2.7	2.6						
MdxT	19.9	-15.1	-5.6	5.6						
MdyT	26.3	-48.0	-48.0	13.9						
COMB	(7)	(14)	(14)	(18)						

Listagem de resultados por pilar

Legenda

****Nota A****

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm2 e outra a 20 cm2. Um carregamento inicial necessitou de 18 cm2 e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm2 como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm2, 19.5 cm2 (sempre inferiores aos 20 cm2), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm2, pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm2. A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio Cad/Pilar.

****Nota A****

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm2 e outra a 20 cm2. Um carregamento inicial necessitou de 18 cm2 e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm2 como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm2, 19.5 cm2 (sempre inferiores aos 20 cm2), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm2, pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm2. A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio Cad/Pilar.

****Legenda****

SEL = Quantidade Efetiva de Barras na Secao
 Nb = Quantidades de Barras Dimensionadas na Secao
 NbH = Numero de Barras lado H
 NbB = Numero de Barras lado B

P1
PILAR:P1

num. 1

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.7	15.4	60.9
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 21 (COMBINAÇÃO= 9)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço	ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37								
50	A		2.0		15.0		1		1								
Fundacao																	

P2
PILAR:P2

num. 2

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.7	15.4	-60.9
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 20 (COMBINAÇÃO= 8)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

P3
PILAR:P3

num. 3

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.7	-15.4	60.9
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 21	COMBINAÇÃO= 9)	
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço	ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37								
50	A		2.0		15.0		1		1								
Fundacao																	

P4
 PILAR:P4
 num. 4

Esforo de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	Fnd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Cobertura																		
L.	1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.7	-15.4	-60.9
						12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 20 (COMBINAÇÃO= 8)		
						16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
						25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																		
Cobrimeto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmapV		Gmapv
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40		1.40
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37								
50		A		2.0		15.0		1		1								
Fundacao																		

Seleção de bitolas de pilares

Legenda

Seção : Dimensões da seção transversal (seção retangular)
 Nome da seção (seção qualquer)
 Área : Área de concreto da seção transversal
 NFer : Número de ferros
 PDD : Pé-Direito Duplo (direções 'x' e 'y')
 S: Sim N: Não
 As : Área total de armadura utilizada
 Taxa : Taxa de Armadura da seção
 Estr : Bitola do estribo
 C/ : Espaçamento do estribo
 fck : fck utilizado no lance
 Cobr : Cobrimeto utilizado no lance
 PP : Pilar-Parede: (S) Sim (N)Não
 PP : S* :Pilar-Parede (Sim), mas Ast não atende o item 18.5 da NBR6118:2003
 T : Tensão de Cálculo (Carga Vertical: Combinação 1 CAD/PILAR) (kgf/cm2)
 Lbd : Índice de Esbeltez (Maior Lambda)
 Ni : Força Normal Adimensional (Nsd / Ac*Fcd) (Carga Vertical: Combinação 1 CAD/PILAR)
 20rdM : Método utilizado cálculo momento 2ªOrdem
 EL0L : Efeito Local (15.8.3)
 ELZD : Efeito Localizado (15.9.3)
 KAPA : Pilar Padrão com Rigidez Kapa Aproximada (15.8.3.3.3)
 CURV : Pilar Padrão com Curvatura Aproximada (15.8.3.3.2)
 N,M,1/R : Pilar Padrão Acoplado ao Diagrama N,M,1/r (15.8.3.3.4)
 MetGerl : Método Geral (15.8.3.2)

P1

PILAR:P1																	
																num: 1 Lances: 1 à 1	
Lance	Título	Seção	Área	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
		[cm]	[cm2]		[mm]	x y	[cm2]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
1	Cobertura	20.x 20.	400.0	4	10.0	N N	3.1	.79	5.0	12.0	N	25.0	5.0	6.7	77.	.0375	EL0L
KAPA																	

P2

PILAR:P2																	
																num: 2 Lances: 1 à 1	
Lance	Título	Seção	Área	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
		[cm]	[cm2]		[mm]	x y	[cm2]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
1	Cobertura	20.x 20.	400.0	4	10.0	N N	3.1	.79	5.0	12.0	N	25.0	5.0	6.7	77.	.0375	EL0L
KAPA																	

P3

PILAR:P3																	
																num: 3 Lances: 1 à 1	
Lance	Título	Seção	Área	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
		[cm]	[cm2]		[mm]	x y	[cm2]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
1	Cobertura	20.x 20.	400.0	4	10.0	N N	3.1	.79	5.0	12.0	N	25.0	5.0	6.7	77.	.0375	EL0L
KAPA																	

P4

PILAR:P4																	
																num: 4 Lances: 1 à 1	
Lance	Título	Seção	Área	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
		[cm]	[cm2]		[mm]	x y	[cm2]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
1	Cobertura	20.x 20.	400.0	4	10.0	N N	3.1	.79	5.0	12.0	N	25.0	5.0	6.7	77.	.0375	EL0L
KAPA																	

6.4.5.1.9 MONOVIA

Verificação de Perfis para Monovias em viga metálica vãos CONTÍNUAS

ASTM A 572 Grau 50 (Aço Gerdau de alta resistência) com $F_y = 3.45 \text{ tf/cm}^2$

<http://metalica.com.br/tabelas/tabela-perfil-laminado-i-e-h>

Caso de monovia Biapoiada:

A verificação da mesa inferior será feita para a combinação das tensões para momentos máximos positivos (quase meio do vão) e a verificação da mesa superior será feita para a combinação das tensões para momentos máximos negativos.

Geometria Características geométricas

d [mm]	206,0	Ix [cm ⁴]	2029
bf [mm]	102,0	Wx [cm ³]	197
tf [mm]	8,0	Rx [cm]	8,37
h [mm]	190,0	Iy [cm ⁴]	142
tw [mm]	6,2	Wy [cm ³]	27,9
Área [cm ²]	29	Ry [cm]	2,22
d/Af [cm ⁻¹]	2,52	rT [cm]	2,63
Massa [kgf/m]	22,5	W 200 X 19,3	

Características do equipamento

Capacidade da talha [tf]	0,5
Trolhe + Acessórios [tf]	0,3
Impacto	10%
Nº de rodas	4
Carga total [tf]	0,88
Carga por roda [tf]	0,22
Vão da monovia entre apoios [m]	3,7
Vão da monovia do balanço [m]	1,3
Peso próprio do perfil [kgf/m]	22,50

Parâmetros de cálculo

Tipo do Perfil	A572 G50
Límite de escoamento [tf/cm ²]	3,45
Deslocamento Adm vão [cm] L/xxx	500
Deslocamento Adm balanço L/xxx	250
E [tf/cm ²]	2100
Comprimento destravado [m]	3,7

Resultados

Reação de apoio [tf]	0,44
Momento (pos) γ_f [tf.cm] (STRAP)	87
Momento (neg) γ_f [tf.cm] (STRAP)	120
Desloc. vão [cm] (STRAP)	0,19
Desloc. apoio [cm] (STRAP)	0,48

Verificação do deslocamento

Desloc. Adm entre vãos [cm]	0,74	ok
Desloc. Adm no balanço [cm]	0,52	ok

Tensões atuantes [tf/cm²]

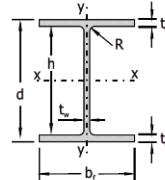
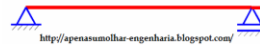
Cortante x γ_f	0,07	ok
Flexão global (M meio do vão)	0,44	
Flexão global (M no apoio)	0,61	
Flexão local na aba inferior	0,22	
Flexão local na aba superior	0,44	
Tensões combinadas da aba inferior	0,49	ok
Tensões combinadas da aba superior	0,75	ok

Tensões admissíveis

Cortante	1,38	ok
----------	------	----

Para elementos de seção compacta ou não e sem contenção lateral ASTM A572, temos:

C	0,5
K1	1
K2	0,5



Dados obtidos em tabela do site METALICA
Normas utilizadas:
British Standard 2853-1957 (BS)
Steel Construction Manual do AISC, 9ª Edição-1989

γ_f	1
γ_s	1

Tabela 1

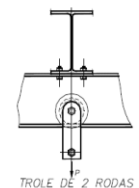
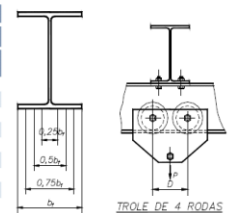
b _f , mm		Valores de C - BS 2853 Apêndice G					
		2 rodas	4 rodas - Distância "D" entre eixos - mm				
			130	150	170	200	220
76	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
102	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
127	1	0,565	0,515	0,5	0,5	0,5	0,5
133	1	0,575	0,515	0,5	0,5	0,5	0,5
146	1	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5
152	1	0,615	0,56	0,5	0,5	0,5	0,5
165	1	0,635	0,58	0,53	0,5	0,5	0,5
171	1	0,65	0,595	0,54	0,5	0,5	0,5
177	1	0,66	0,605	0,555	0,5	0,5	0,5
191	1		0,625	0,58	0,525	0,5	0,5
209	1		0,66	0,62	0,56	0,515	0,5
228	1			0,66	0,595	0,55	0,5

Tabela 2

Valores de K ₁ - BS 2853 Apêndice G		
Posição da roda	Trole de 2 rodas	Trole de 4 rodas
b _f	1	1
0,75 b _f	1,22	1,3
0,5 b _f	1,4	1,5
0,25 b _f	1,55	1,75

Tabela 3

Valores de K ₂ - BS Apêndice G	
Posição da roda	Para trole de 2 ou 4 rodas
b _f	0,5
0,75 b _f	0,59
0,5 b _f	0,77
0,25 b _f	1,4



Resultados em porcentagem	
Deslocamentos	25%
Momentos	83%
Cortantes	5%

Tensões admissíveis	
Fbx	0,90
Lb/rT	140,68
Intervalos:	
$(7171Cb/Fv)^{0.5}$	72,09
$(35858Cb/Fv)^{0.6}$	161,2
Hipóteses dentro do intervalo:	
a) Se $Lb/rT < 72,09$	
Fbx = 0.6Fy	
Fbx	2,07
b) Se $72,09 < Lb/rT < 161,2$	
Fbx = 0.6Fy	
Fbx'	0,11
Fbx"	0,90
Fbx	0,90
c) Se $Lb/rT > 161,2$	
Fbx = 0.6Fy	
Fbx'	0,60
Fbx"	0,90
Fbx	0,90
d) Para qualquer valor de Lb/rT	
Fbx	0,90

Tabela 4

Perfis pré-dimensionados de acordo com os vãos e cargas indicados								
Capacidade (P) da Talha (tf)	PP Talha (tf)	Espaçamento entre Apoios (m)						
		2	3	4	6	8	10	12
0,5	0,13	W 150 x 13,0	W 150 x 13,0	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0
1	0,30	W 150 x 13,0	W 150 x 18,0	W 150 x 22,5	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 57,8	W 360 x 72,0
1,25	0,30	W 150 x 18,0	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 35,9	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 72,0
2	0,55	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 72,0	W 360 x 91,0
2,5	0,55	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 110,0
3	0,95	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 250 x 38,5	W 360 x 57,8	W 360 x 72,0	W 360 x 91,0	W 610 x 125,0
3,75	1,05	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 310 x 44,5	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 101,0	W 610 x 140,0
4	1,05	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 310 x 44,5	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 110,0	W 610 x 140,0
5	1,10	W 150 x 29,8	W 200 x 35,9	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0
6	1,50	W 200 x 35,9	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 125,0	W 610 x 140,0	W 610 x 174,0
6,5	1,60	W 200 x 35,9	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
7,5	1,60	W 250 x 38,5	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
8	1,90	W 250 x 38,5	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
10	1,90	W 250 x 44,8	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	Ver nota 7

Notas:

1 - Perfis em aço ASTM A 572 Grau 50.

2 - Parâmetros de cálculo conforme exposto no item 4 - "Premissas para pré-dimensionamento".

6.4.5.1.10 FLUTUAÇÃO

A análise da estrutura quanto à flutuação foi confeccionada através do programa de modelagem em elementos finitos STRAP. Nesse sentido, foi verificado se a carga de peso próprio somada as cargas extras são superiores ao esforços de empuxo da água e, assim, não ocorre flutuação na estrutura.

LOAD CASES LIST		
no.	no. in results	name
1	1	PP
2	2	PRESSAO HIDROSTATICA 1
3	3	PRESSAO HIDROSTATICA 2
4	4	SC
5	5	EMPUXO DE SOLO
6	6	FLUTUACAO
7	7	EMPUXO SOLO ABAS
8	8	ENCHIMENTO

COMBINATIONS TABLE	
Comb.	
10	1 * 1.00 + 6 * 1.10 + 7 * 1.00 + 8 * 1.00

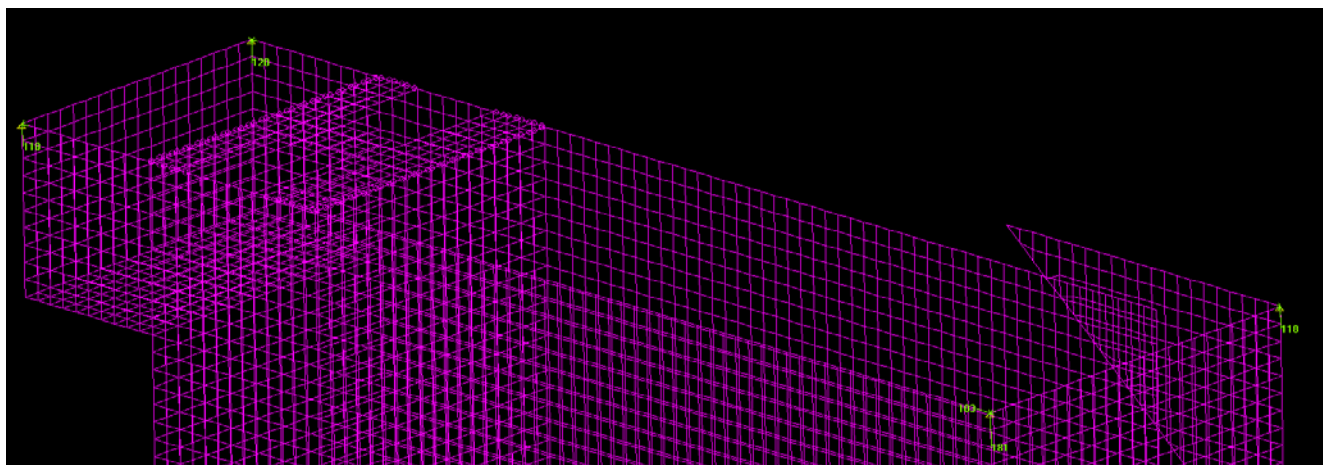


Figura 6.8 – Reações Positivas

6.5 RESUMO

Resumo de Armaduras

Fissuração, esp maximo 15fi

	Calculado	Adotado
FUNDO 5 AMBAS AS DIREÇÕES		
As	4ø12,5 c.32	ø12,5 c.10*
PAREDE 26 ARMADURA HORIZONTAL		
As	10ø12,5 c.10	ø12,5 c.10
PAREDE 26 ARMADURA VERTICAL		
As	8ø12,5 c.12	ø12,5 c.10**
PAREDE 17 ARMADURA HORIZONTAL		
As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10**
PAREDE 17 ARMADURA VERTICAL		
As	6ø8 c.16	ø8 c.10**
PAREDES 18 E 20 ARMADURA HORIZONTAL		
As	8ø12,5 c.12	ø12,5 c.10**
PAREDES 18 E 20 ARMADURA VERTICAL		
As	9ø8 c.12	ø8 c.10**
PAREDES 8 E 16 ARMADURA HORIZONTAL		
As	9ø16 c.11	ø16 c.10**
PAREDES 8 E 16 ARMADURA VERTICAL		
As	8ø16 c.13	ø16 c.10**
FUNDO 6 DIREÇÃO SECUNDÁRIA		
As	3ø16 c.44	ø16 c.10**
FUNDO 6 DIREÇÃO PRINCIPAL		
As	7ø16 c.16	ø16 c.10**

* Adotada armadura por retração conforme planilha específica

** Facilidade construtiva

7 EEE4

7.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir está relacionada a planta utilizada como referência para o desenvolvimento do projeto estrutural:

- 12_SES_Conj.Palmeiras_EEE-04_SB4_Arq_01-04 R3
- 11_SES_Conj.Palmeiras_EEE-04_SB4_Sit.Loc_01-01
- 13_SES_Conj.Palmeiras_EEE-04_SB4_LR_01-01

7.2 MATERIAIS / PARÂMETROS

Para a estrutura foram especificadas, de forma a garantir adequada proteção à armadura, a Classe de Agressividade Ambiental III cujas características são descritas na NBR 6118 e a seguir:

- Resistência característica do concreto $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$;
- Cobrimento da armadura:
 - o 3.0 cm: Vigas
 - o 5.0 cm: Faces de paredes, lajes e pilares
- Aço CA-50;
- Aço CA-60;

7.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO

São muitas as maneiras de relacionar os números de SPT obtidos na sondagem à percussão com a resistência do solo. Aqui devido a estrutura apresentar carga baixa no solo utilizaremos fórmulas empíricas expeditas:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{5}$$

Onde o valor N é o número do SPT. Todos os resultados têm como unidade o Kgf/cm^2 , adotou-se para o cálculo o N_{spt} do nível de implantação, portanto, como consequência do estudo geotécnico segue imagem abaixo.

LOCAÇÃO DE SONDAGENS			
PT	COORDENADAS – ELEVÇÕES		
	NORTE	ESTE	EL.
SP1	9576003.3800	552145.51	---

NÍVEL 10,563

σ_{max} [kg/cm ²]	0,40
Nspt (na implantação)	18,2
σ_{adm} [kg/cm ²]	3,64
Cota Implantação [m]	10,563

NÍVEL 11,763

σ_{max} [kg/cm ²]	0,74
Nspt (na implantação)	15,46
σ_{adm} [kg/cm ²]	3,09
Cota Implantação [m]	11,763

NÍVEL 13,117

σ_{max} [kg/cm ²]	0,33
Nspt (na implantação)	12,4
σ_{adm} [kg/cm ²]	2,48
Cota Implantação [m]	13,117

Figura 7.1 – Dimensionamento Geotécnico

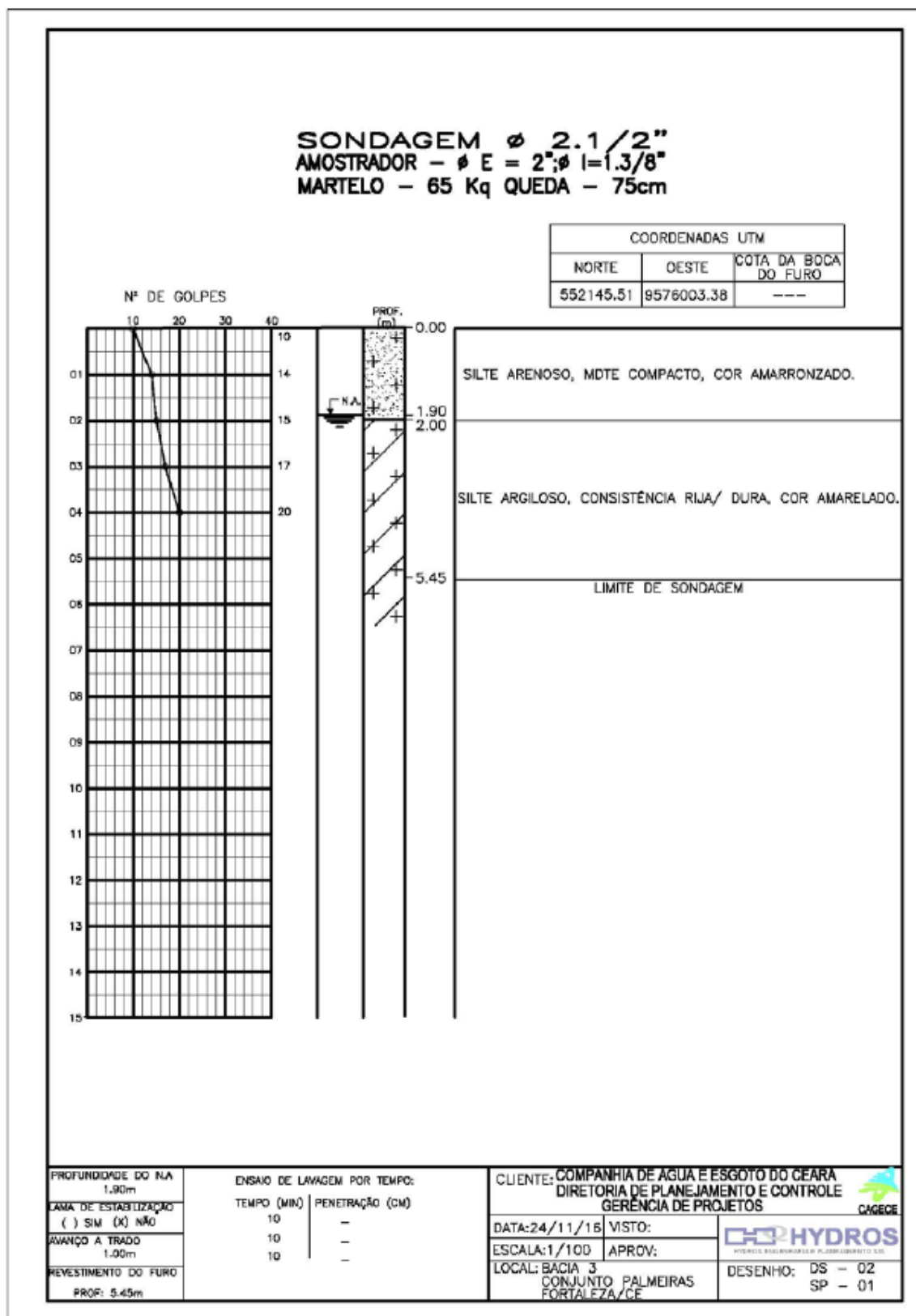


Figura 7.2 – Sondagem utilizada

7.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

7.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA

As figuras a seguir apresentam informações globais da geometria da estrutura projetada apenas com o intuito de identificação da estrutura. Detalhes da geometria podem ser encontrados nas plantas de referência e de forma da estrutura de concreto.

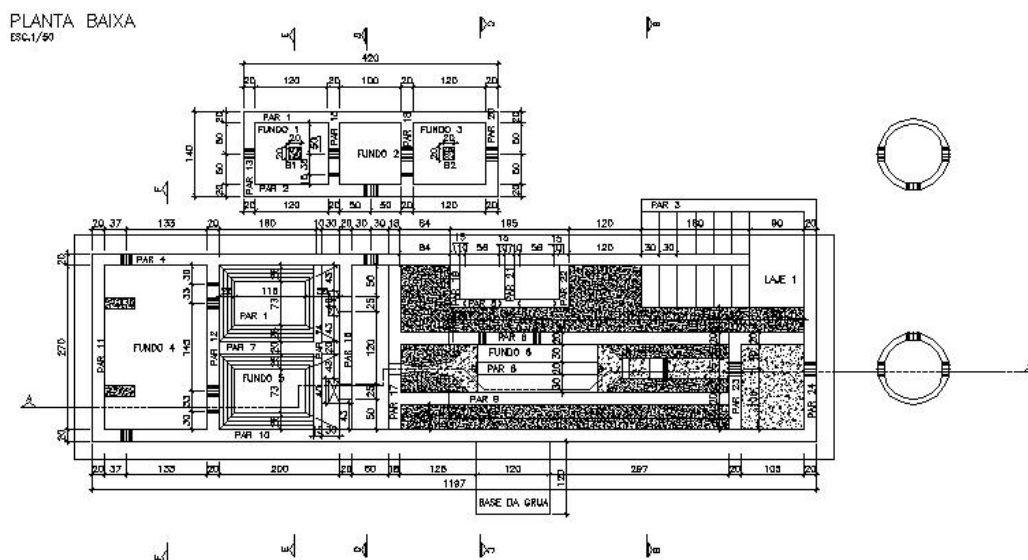


Figura 7.3 – Planta Baixa

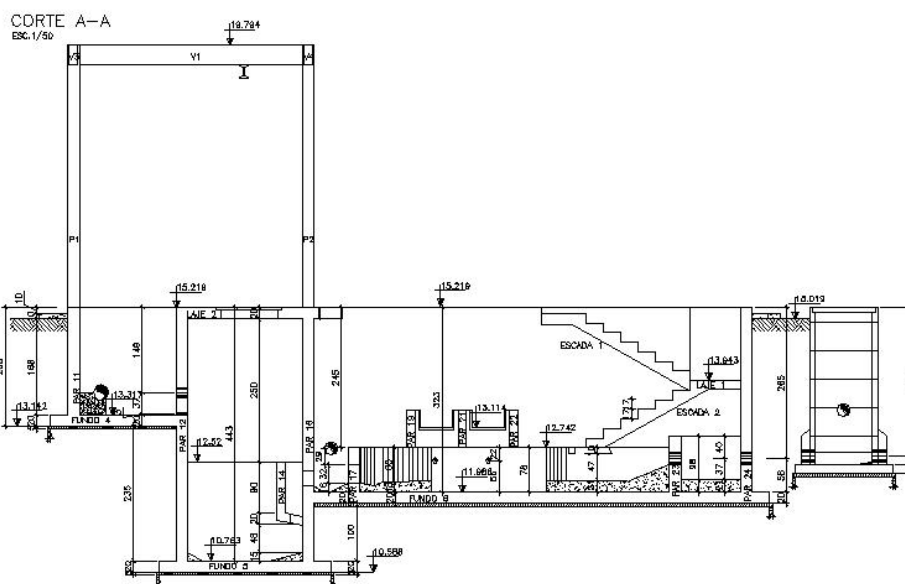


Figura 7.4 – Corte.

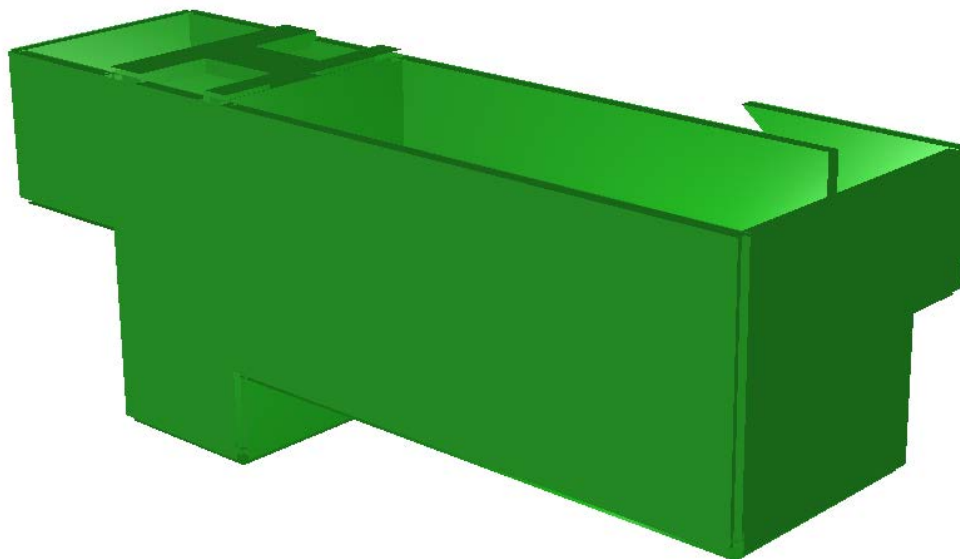


Figura 7.5 – Perspectiva STRAP



Figura 7.6 – Perspectiva TQS

7.4.2 MODELO CÁLCULO

Todas as estruturas aqui representadas foram analisadas através da modelagem em elementos finitos usando o programa de análise, STRAP. No Strap, podemos modelar usando elementos de barras, placas ou sólidos quando necessários indicando dimensões dos elementos finitos, propriedades dos materiais, geometria da estrutura e condições de contorno.

A figura a seguir apresenta o modelo de elementos finitos utilizados assim como as condições de contorno utilizadas.

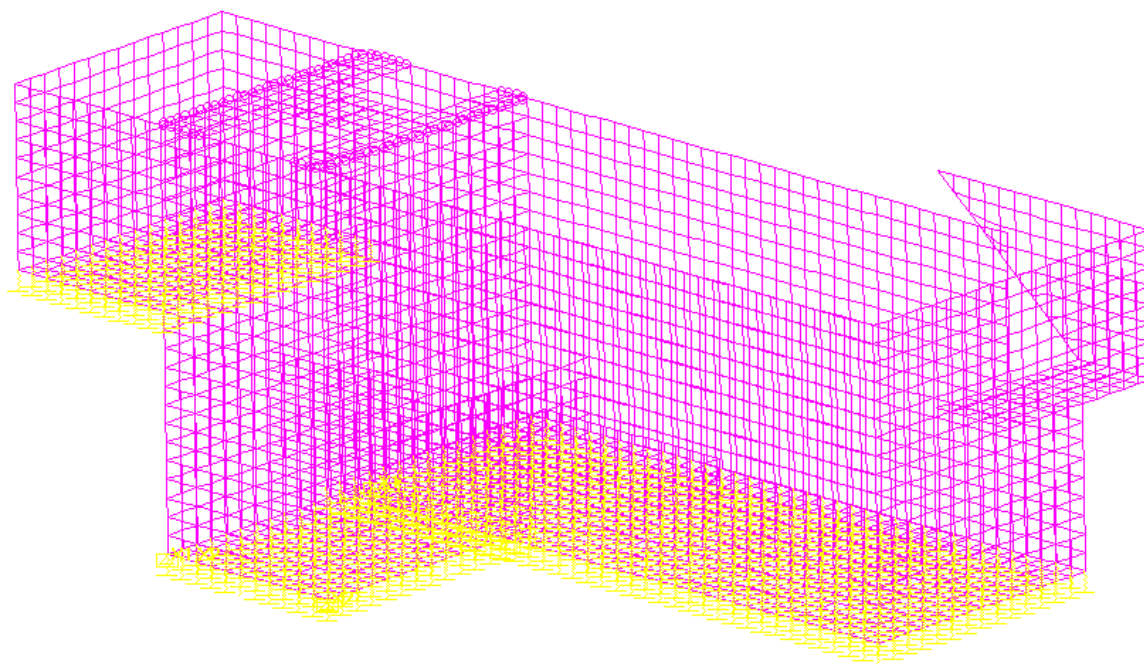


Figura 7.7 – Modelo em Elementos Finitos

7.4.3 CARREGAMENTOS

A tabela a seguir apresenta os carregamentos e os valores adotados para o modelo retirados do software:

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no. in results</i>	<i>name</i>
1	1	PP
2	2	PRESSAO HIDROSTATICA 1
3	3	PRESSAO HIDROSTATICA 2
4	4	SC
5	5	EMPULSO DE SOLO
6	6	ENCHIMENTO

4. O peso próprio é determinado automaticamente pelo programa através da multiplicação do peso específico do concreto armado e espessura do elemento estrutural plano (paredes e lajes);
5. O empuxo de água é determinado em função da lâmina d'água presente na caixa.
6. A sobrecarga é um carregamento de 2 KN/m² atuando sobre a laje.

7.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

A lista a seguir apresenta a combinação dos carregamentos utilizada com coeficientes 1,0. Os coeficientes de majoração e de combinação serão inclusos nas próprias planilhas de cálculo.

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb</i>	
1	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 6 * 1.00
2	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 6 * 1.00
3	1 * 1.00 + 4 * 1.00 + 6 * 1.00
4	1 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00
5	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 4 * 1.00 + 6 * 1.00
6	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 6 * 1.00
7	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.00 + 6 * 1.00
8	1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 6 * 1.00
9	1 * 1.00 + 4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00

Coeficientes de minoração são utilizados para os materiais empregados e relação em módulos de elasticidade para cálculo de fissuração:

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ σ_s

$g_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração =	15
$g_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga =	10

7.4.4.1 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite Último)

Para a verificação da ruptura dos elementos estruturais utiliza-se a formulação proposta pela ABNT NBR 8681 (2003).

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{gik} + \gamma_q F_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qjk} \quad (7.1)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELU o coeficiente 1,4 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

7.4.4.2 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite de Utilização)

A NBR 6118 (2003) sugere que a verificação para a fissuração seja feita pela Combinação Frequente das Ações.

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{gik} + \psi_1 F_{q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{2j} F_{qjk} \quad (7.2)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELS o coeficiente 1,0 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

7.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

7.4.5.1 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

São apresentados a seguir alguns os esforços que devem ser analisados para a estrutura em questão. Será apresentado o dimensionamento dos elementos principais da estrutura.

7.4.5.1.1 FUNDO 6

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{r0} =$	1,40
$g_{r0} =$	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):	
$g_{r0} =$	1,00

Obs: F6
AMBAS AS DIREÇÕES

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	2,90
$M_k [t.m] =$	2,00
$V_{dim} [t] =$	4,060
$N_{dim} [t] =$	0,000
$M_{dim} =$	2,800
$M_{max} tensões =$	2,000

Camadas para tração: 1
● 1 camada
● 2 camada
● 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	20,0
$d' [cm] =$	5,6
$d [cm] =$	14,4
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	12,5
$A_{smin} [cm^2] =$	3,0
$A_s [cm^2] =$	5,8

As original

Calculada: 5ø12,5 c.21 camadas (cm) = 1,0

OK

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{sx} [MPa] =$	257
$eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$\phi [mm] =$	12,5
$7.5\phi =$	93,8
$\eta_1 =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cx} [mm^2] =$	12000,0
$\rho_{x1} =$	0,0102
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,29%

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha_{v2} =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{rd2} =$	73,2
$V_{c0} =$	12,49
$V_c =$	12,49
$V_{sw} =$	0,0
$V_{rd3} =$	12,5
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw} adotada [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	5,0
$E_{sp.} [cm] =$	3

OK

Calculada: 05 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{rd1} [t] =$	10,0
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,5
$\rho_1 =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,003

Não precisa calcular armadura transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

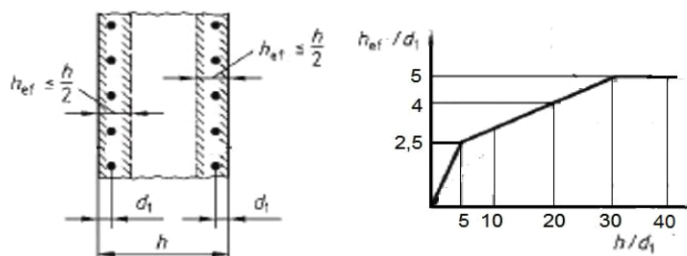
$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☒ Caso 1 ☒ Caso 2 ☒ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,4$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$hef \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,72$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 4,80$$

Armadura adotada para fundo:

FUNDO 6

AMBAS AS DIREÇÕES

As

5Ø12,5 c.21

Ø12,5 c.12**

7.4.5.1.2 FUNDOS 04 E 05

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{fg} =	1,40	Obs: F4 E 5 AMBAS AS DIREÇÕES
g_{fs} =	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
g_{fg} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
γ_c =	1,40	
γ_s =	1,15	

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 2 3 camada
V_k [t] =	2,20	
M_k [t.m] =	0,60	
V_{adm} [t] =	3,080	
N_{adm} [t] =	0,000	
M_{adm} =	0,840	
$M_{max} =$	0,600	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
b_{comp} (cm) =	100,0	As original Calculada: FSAR MINIMA 3#12,5 c.40 camadas (cm) = 1,0
h (cm) =	20,0	
d' (cm) =	5,6	
d (cm) =	14,4	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	12,5	
A_{smin} (cm ²) =	3,0	
A_s (cm ²) =	1,6	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{smax} (MPa) =	258	
eh [mm] ou 15\phi (o menor)	120,0	
ev [mm] ou 15\phi (o menor)	100,0	
ϕ (mm) =	12,5	
7.5ϕ	93,8	
η_i	2,25	
f_{ctm} [MPa]	2,9	
A_{cr} [mm ²]	12000,0	
σ_{ci}	0,0102	
w_k [mm]	0,15	
taxa por face [%]	0,15%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha + 2$	0,88	OK
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,2	
V_{cd}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	OK
V_{rd3}	12,5	
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	
$A_{swadotada}$ [cm ² /m]	11,59	
ϕ (mm) =	5,0	Calculada: #5 c.3
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
V_{rd1} [t]	9,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
ρ_l	0,0000	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

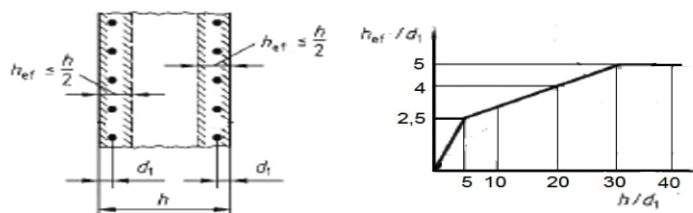
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 9,4$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 11,72$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 4,80$$

Armadura adotada:

FUNDO 4 E 5

AMBAS AS DIREÇÕES

A_s

3Ø12,5 c.40

Ø12,5 c.12**

7.4.5.1.3 PAREDE 24

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{Fg} =	1,40	Obs: PAR 24 ARM. VERTICAL
g_{Fg} =	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):		
g_{Fg} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
g_c =	1,40
g_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
V_k [t] =	6,20	
M_k [t.m] =	1,50	
V_{adm} [t] =	8,680	
N_{adm} [t] =	0,000	
M_{adm} =	2,100	
M_{max} =	1,500	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO			
b_{comp} (cm) =	100,0	As original	Calculada: 7ø8 c.14 camadas (cm) = 1,0
h (cm) =	20,0		
d' (cm) =	5,4		
d (cm) =	14,6		
c (cm) =	5,0		
f (mm) =	8,0		
A_{smin} (cm ²) =	3,0		
A_s (cm ²) =	3,4		

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{sxx} (MPa) =	315	
eh [mm] ou 15φ (o menor)	120,0	
ev [mm] ou 15φ (o menor)	100,0	
φ [mm] =	8,0	
7.5φ	60,0	
η_1	2,25	
f_{ctm} [MPa]	2,9	
A_{cr} [mm ²]	12000,0	
ρ_{cr}	0,0042	
w_k [mm]	0,15	
taxa por face [%]	0,17%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanteidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
α_{v2}	0,88
f_{ctd} [MPa]	1,45
V_{ad2}	74,3
V_{ad}	12,69
V_c	12,69
V_{sw}	0,0
V_{ad3}	12,7
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59
φ [mm] =	5,0
Esp. (cm) =	3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
V_{ad1} [t]	9,7
u_2 [t/cm ²]	0,0036
k	1,5
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fs} =	1,40
g_{fs} =	1,00

Obs:

PAR 24

ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Frequente das Ações}:

g_{fs} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_r =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	5,20
M_k [t.m] =	1,50
V_{adm} [t] =	7,280
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	2,100
M_{max} =	1,500

Camadas para tração:

1

- ☒ 1 camada
- ☐ 2 camada
- ☐ 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	4,3

As original

Calculada:

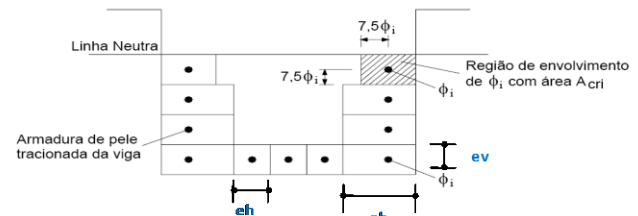
OK

4#12,5 c.28

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{ctm} (MPa) =	256
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12000,0
σ_{cr1}	0,0102
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,22%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88
f_{ctd} [MPa]	1,45
V_{k2}	73,2
V_{c0}	12,49
V_c	12,49
V_{sw}	0,0
V_{k3}	12,5
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59
ϕ (mm) =	5,0
Esp. (cm) =	3

OK

OK

Calculada:

5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{k1} [t]	9,7
w_{k1} [t/cm ²]	0,0036
k	1,5
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,002

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

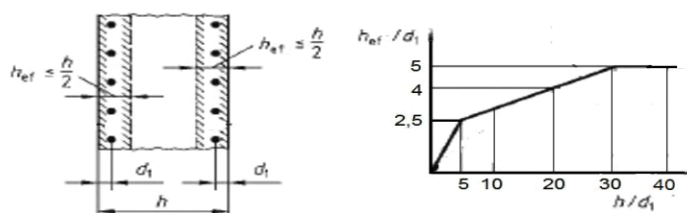
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_l [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 9,4$$

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K_c = 1,0$$

Para tração pura:

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :

$$h/d_l \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 11,72$$

Determinação de A_s min:

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 4,80$$

Armadura adotada:

PAREDE 24		
ARMADURA HORIZONTAL		
A_s	4 ϕ 12,5 c.28	ϕ 12,5 c.12**
PAREDE 24		
ARMADURA VERTICAL		
A_s	7 ϕ 8 c.14	ϕ 8 c.12**

7.4.5.1.4 PAREDE 11

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fs} =$	1,00
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	PAR 11 ARM. VERTICAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

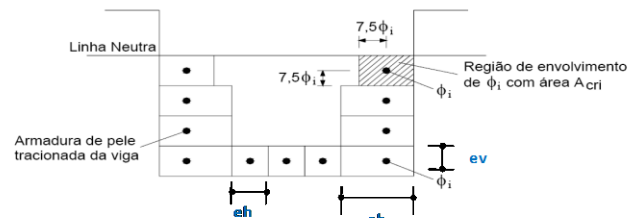
ESFORÇOS SOLICITANTES	
N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,95
M_k [t.m] =	0,44
V_{adm} [t] =	1,330
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	0,616
$M_{maximas}$ =	0,440
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,4
d (cm) =	14,6
c (cm) =	5,0
f (mm) =	8,0
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	1,0
As original	
Calculada:	
ASAR MINIMA 6#8 c.16	
camadas (cm) =	1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	287
eh [mm] ou 15 ϕ (o menor)	120,0
ev [mm] ou 15 ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	8,0
$7,5\phi$	60,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12000,0
ρ_{cr1}	0,0042
w_k [mm]	0,12
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	74,3	OK
V_{cd}	12,69	
V_c	12,69	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,7	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sw adotada}$ [cm ² /m]	11,59	5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	9,7	
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

**Não precisa
calcular
armadura
transversal!!**

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

q_{fg} =	1,40
q_{fs} =	1,00

Obs: PAR 17
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

q_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

γ_c =	1,40
γ_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,45
M_k [t.m] =	0,22
V_{adm} [t] =	0,630
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	0,308
M_{max} =	0,220

Camadas para tração:

- 1
1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa) =	26072	E_s/E_c =	7,7
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa) =	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,5

As original

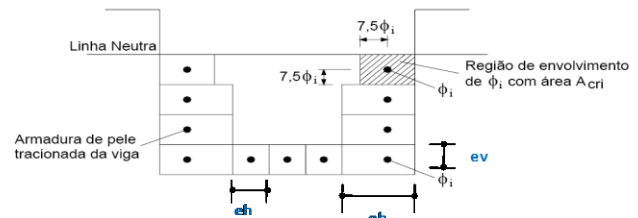
Calculada:

ASAR MINIM 3#12,5 c.40

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LÍMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	253
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor) =	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor) =	100,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ =	93,8
η_1 =	2,25
f_{ctm} [MPa] =	2,9
A_{cr} [mm ²] =	10000,0
σ_{cr1} =	0,0123
w_k [mm] =	0,15
taxa por face [%] =	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$ =	0,88
f_{ctd} [MPa] =	1,45
V_{ad2} =	73,2
V_{c0} =	12,49
V_c =	12,49
V_{sw} =	0,0
V_{ad3} =	12,5
A_{sw} [cm ² /m] =	0,00
A_{swmin} [cm ² /m] =	11,59
A_{sw} adotada [cm ² /m] =	11,59
ϕ (mm) =	5,0
Esp. (cm) =	3

OK

OK

Calculada:

#5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{ad1} [t] =	9,5
w_{ad} [t/cm ²] =	0,0036
k =	1,5
σ_{cp} [t/cm ²] =	0,0000
ρ_1 =	0,002

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

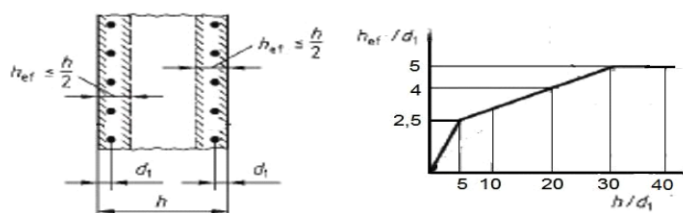
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	Act/face	1000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,4$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,72$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 4,80$$

Armadura adotada:

PAREDE 11		
ARMADURA HORIZONTAL		
As	3 ϕ 12,5 c.40	ϕ 12,5 c.12**
PAREDE 11		
ARMADURA VERTICAL		
As	6 ϕ 8 c.16	ϕ 8 c.12**

7.4.5.1.5 PAREDES 12 E 16

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{fs} =	1,40	Obs: PAR 12 E 16 ARM. VERTICAL
g_{fs} =	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):		
g_{fs} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
γ_c =	1,40	
γ_s =	1,15	

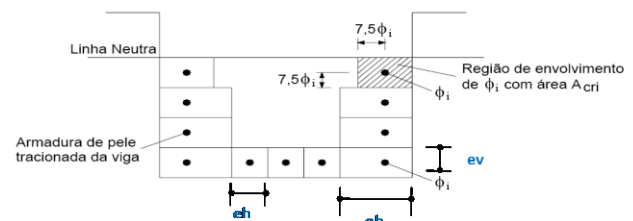
ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 1 camada 2 camada 3 camada
V_k [t] =	1,60	
M_k [t.m] =	0,40	
V_{ddim} [t] =	2,240	
N_{ddim} [t] =	0,000	
M_{ddim} =	0,560	
M_{dmax} =	0,400	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	As original Calculada: ASAR MINIMIZ 6#8 c.16 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	283
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	8,0
7.5ϕ	60,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12000,0
ρ_{t1}	0,0042
w_k [mm]	0,12
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_{r2}	0,88	OK OK Calculada: 5 c.3
---------------	------	--

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	9,7	Não precisa calcular armadura transversal!!
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
ρ_1	0,002	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fs} =	1,40
g_{fs} =	1,00

Obs: PAR 12 E 16
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fs} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_A [t] =	0,00
V_A [t] =	4,00
M_k [t.m] =	1,20
V_{adm} [t] =	5,600
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	1,680
M_{max} =	1,200

Camadas para tração:

- 1
2
3

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa] =	26072	E_s/E_c =	7,7
F_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa] =	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{min} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	1,6

As original

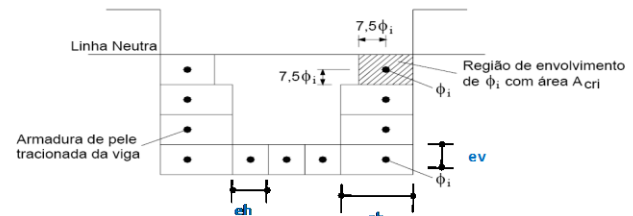
Calculada:

3Ø12,5 e 4Ø

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	513
e_h [mm] ou 15φ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15φ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12000,0
ρ_{cr}	0,0102
w_k [mm]	0,50
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha \cdot 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{red}	73,2	OK
V_{cd}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{red}	12,5	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59	Ø5 e 3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{red} [t]	9,5	
V_{red} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
G_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_l	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

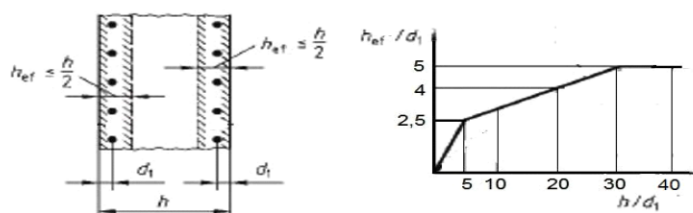
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 9,4$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 11,72$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = 4,80$$

Armadura adotada:

PAREDES 12 E 16		
ARMADURA HORIZONTAL		
A_s	3 ϕ 12,5 c.40	ϕ 12,5 c.12**
PAREDES 12 E 16		
ARMADURA VERTICAL		
A_s	6 ϕ 8 c.16	ϕ 8 c.12**

7.4.5.1.6 PAREDES 4 E 10

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
g_{fs} =	1,40
g_{fs} =	1,00
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:	
g_{fs} =	1,00
Obs:	PAR 4 E 10 ARM. VERTICAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
γ_c =	1,40
γ_s =	1,15

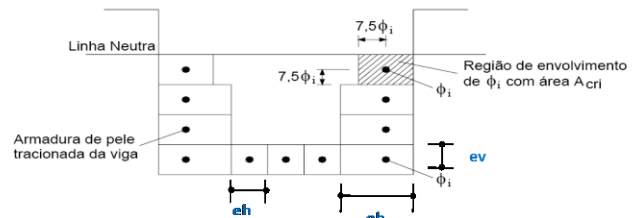
ESFORÇOS SOLICITANTES	
N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	3,40
M_k [t.m] =	2,20
V_{adm} [t] =	4,760
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	3,080
$M_{max} =$	2,200
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,5
d (cm) =	14,5
c (cm) =	5,0
f (mm) =	10,0
$A_{s,calc}$ (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	5,1
OK	7#10 c.15
	camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{s,adm}$ (MPa) =	317
e_h [mm] ou 15 ϕ (o menor)	150,0
e_v [mm] ou 15 ϕ (o menor)	100,0
ϕ (mm) =	10,0
7.5 ϕ	75,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	15000,0
σ_{s1}	0,0052
w_k [mm]	0,19
taxa por face [%]	0,25%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_{r2}	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,8	OK
V_{c0}	12,60	
V_c	12,60	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,6	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sw,calc}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sw,adotada}$ [cm ² /m]	11,59	5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	9,9	Não precisa calcular armadura transversal!!
w_{s1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,003	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fs} =	1,40
q_{fs} =	1,00

Obs: PAR 4 E 10
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Frequente das Ações}:

g_{fs} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

γ_c =	1,40
γ_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	3,70
M_k [t.m] =	1,90
V_{adm} [t] =	5,180
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	2,660
M_{max} =	1,900

Camadas para tração:

- 1
☒ 1 camada
☐ 2 camada
☐ 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa) =	26072	E_s/E_c =	7,7
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa] =	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	5,5

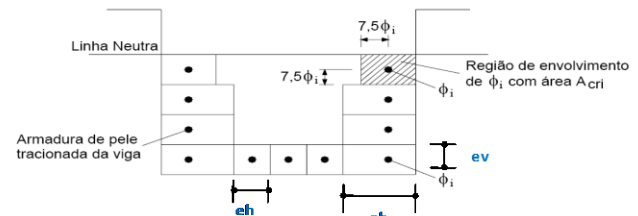
As original

Calculada:

OK 5#12,5 c.22 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{ctm} (MPa) =	257
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor) =	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor) =	100,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ =	93,8
η_1 =	2,25
f_{ctm} [MPa] =	2,9
A_{cr} [mm ²] =	12000,0
σ_{cr1} =	0,0102
w_k [mm] =	0,15
taxa por face [%] =	0,28%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$ =	0,88
f_{ctd} [MPa] =	1,45
V_{k2} =	73,2
V_{c0} =	12,49
V_c =	12,49
V_{sw} =	0,0
V_{k3} =	12,5
A_{sw} [cm ² /m] =	0,00
A_{swmin} [cm ² /m] =	11,59
A_{sw} adotada [cm ² /m] =	11,59
ϕ (mm) =	5,0
Esp. (cm) =	3

OK

OK

Calculada:
#5 c.3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{k1} [t] =	9,9
w_{k1} [t/cm ²] =	0,0036
k =	1,5
σ_{cp} [t/cm ²] =	0,0000
ρ_1 =	0,003

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:
Valor mínimo (DIN):

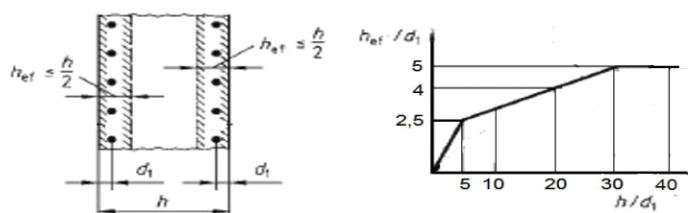
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d_1 [cm]	6,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,4$$

Para tração pura:

$$esp \text{ [cm]} = 13$$

$$K = 0,8$$

Determinação de A_s :
Determinação de A_s min:

$$h/d_1 \text{ [cm]} = 3,3333$$

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,67$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 10$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,72$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 4,80$$

Armadura adotada:

PAREDES 4 E 10		
ARMADURA HORIZONTAL		
A_s	5 ϕ 12,5 c.22	ϕ 12,5 c.12**
PAREDES 4 E 10		
ARMADURA VERTICAL		
A_s	7 ϕ 10 c.15	ϕ 10 C.12**

7.4.5.1.7 VIGAS

Relatório geral de vigas

Legenda

G E O M E T R I A
 Eng.E : Engastamento a Esquerda / Eng.D : Engastamento a Direita / Repet : Repeticoes
 NAnd : N.de Andares / Red V Ext : Reducao de Cortante no Extremo / Fat.Alt : Fator de Alternancia de
Cargas
 Cob : Cobrimento / TpS : Tipo da Secao / BCs : Mesa Colaborante Superior
 BCi : Mesa Colaborante Inferior / Esp.LS : Espessura Laje Superior / Esp.LI : Espessura Laje Inferior
 FSp.Ex : Distancia Face Superior Eixo / Flt.Ex : Distancia Face Lateral ao Eixo / Cob/S : Cobrim/Cobr.superior
adicional
C A R G A S
 MESq : Momento Adicional a Esquerda / MDir : Momento Adicional a Direita / Q : Cortante Adicional (valor unico)
A R M A D U R A S - F L E X A O
 SRAS : Secao Retangular Armad.Simples / SRAD : Secao Retangular Armad.Dupla / STAS : Secao Te Armadura Simples
 STAD : Secao Te Armadura Dupla / x/d : Profund. relativa da Linha Neutra / x/dMx : Profund. relativa da LN
Maxima
 Asl : Armadura de Compressao / Bit.de Fiss.: Bitola de fissuracao / Asapo : Armadura e/d que chega no extremo
A R M A D U R A S - C I S A L H A M E N T O
 MdC : Modelo de Calculo (I ou II) / Ang. : Angulo da biela de compressao / Aswmin : Armad.transv.minima-cisalhamento
 Asw[C+T] : Arm.trans.calculada cisalh+torcao / Bit : Bitola selecionada / Esp : Espacamento selecionado
 NR : Numero de ramos do estribo / AsTrt : Armadura transversal de Tirante / AsSus : Armadura transversal-Suspensao
A R M A D U R A S - T O R C A O
 %dT : % limite de TRd2 para desprezar o M de torcao (Tsd) / he : Espessura do nucleo de torcao
 b-nuc : Largura do nucleo / h-nuc : Altura do nucleo
 Asw-1R : Armadura de torcao calculada para 1 Ramo de estribo / AswmnNR : Armad.transv.minima-torcao p/NR estribos selecionado
 Asl-b : Armadura longitudinal de torcao no lado b / Asl-h : Armadura longitudinal de torcao no lado h
 ComDia : Valor da compressao diagonal (cisalhamento+torcao) / AdPla : Capacida/ adaptacao plastica no vao - S[sim]
N[nao]
R E A C O E S D E A P O I O
 DEPEV : Distancia do eixo do pilar ao eixo efetivo de apoio -viga / Morte :Codigo se pilar morre / segue / vigas
 M.I.Mx : Momento Imposto Maximo / M.I.Mn : Momento Imposto Minimo

Cobertura

V1 Viga= 1 V1 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 4.10 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /Flt.Ex= .07
 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -

FLEXAO- E S Q U E R D A		M E I O D O V A O		D I R E I T A	
M.[-] = .3 tf* m		M.[+] Max= 1.2 tf* m - Abcis.= 205		M.[-] = .3 tf* m	
[tf,cm] As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm]		AsL= .00 -----		As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm]	
AsL= .00 -----		x/d = .05 As = 1.29 -SRAS- [2 B 10.0mm]		AsL= .00 ----- x/d	
= .05		x/dMx= .50			
[tf,cm] M[-]Min = 57.8		M[+]Min = 57.8		M[-]Min = 57.8	
[cm2] Asapo[+]= .79				Asapo[+]= .79	

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G E M
[tf,cm]	0.-	390.	1.59	20.18	1	45.	.0	1.5	1.5	5.0	17.5	2	.0	.0	

REAC. APOIO -	No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Nome	M.I.Mx	M.I.Mn	Pilares:				
0	1	1.135	1.089	.20	.00	1	P1	.00	.00	1	0	0	0	0
0	2	1.123	1.077	.20	.00	1	P2	.00	.00	2	0	0	0	0

V2 -Viga= 2 V2 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 4.10 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /Flt.Ex= .07 [M]

-----Solicitacoes provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 -
 FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 | M.[-] = .1 tf* m | M.[+] Max= 1.2 tf* m - Abcis.= 205 | M.[-] = .3 tf* m
 [tf,cm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = 1.30 -SRAS- [2 B 10.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 x/dMx= .50 | | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .79 | | Asapo[+]= .79
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 390. 1.59 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 0 1 1.132 1.086 .20 .00 1 P3 .00 .00 3 0 0 0 0
 0 2 1.126 1.080 .20 .00 1 P4 .00 .00 4 0 0 0 0
 0

V3 Viga= 3 V3 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 2.90 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /Flt.Ex= .07 [M]

-----Solicitacoes provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 -
 FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 | M.[-] = .1 tf* m | M.[+] Max= .1 tf* m - Abcis.= 96 | M.[-] = .1 tf* m
 [tf,cm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = .80 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 x/dMx= .50 | | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .79 | | Asapo[+]= .79
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 270. .35 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 0 1 .234 .130 .20 .00 1 P3 .00 .00 3 0 0 0 0
 0 2 .249 .146 .20 .00 1 P1 .00 .00 1 0 0 0 0
 0

V4 Viga= 4 V4 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
 Vao= 1 /L= 2.90 /B= .15 /H= .35 /BCs= .00 /BCi= .00 /TpS= 1 /Esp.LS= .00 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .17 /Flt.Ex= .07 [M]

-----Solicitacoes provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - - - -
 -
 FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 | M.[-] = .1 tf* m | M.[+] Max= .1 tf* m - Abcis.= 96 | M.[-] = .1 tf* m
 [tf,cm] | As = .79 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- | As = .79 -SRAS- [2 B
 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d = .05 | As = .80 -SRAS- [2 B 8.0mm] | AsL= .00 ----- x/d
 = .05 | x/dMx= .50 | |
 x/dMx= .50 | | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 57.8 | M[+]Min = 57.8 | M[-]Min = 57.8
 [cm2] | Asapo[+]= .79 | | Asapo[+]= .79
 CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G E M
 [tf,cm] 0.- 270. .35 20.18 1 45. .0 1.5 1.5 5.0 17.5 2 .0 .0
 REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
 0 1 .234 .130 .20 .00 1 P4 .00 .00 4 0 0 0 0
 0 2 .249 .146 .20 .00 1 P2 .00 .00 2 0 0 0 0
 0

7.4.5.1.8 PILARES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento dos pilares:

Montagem de carregamentos de pilares

Legenda

Nota A

Os valores apresentados equivalem a carregamentos de esforços finais de cálculo para o dimensionamento após a envoltória.

Legenda

FDzT = FORÇA NORMAL DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO

MdxT = MOMENTO DE CALCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO, MOMENTO x

MdyT = MOMENTO DE CALCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO, MOMENTO y

CARR = NÚMERO DO CARREGAMENTO NA ENVOLTÓRIA

COMB = NÚMERO DA COMBINAÇÃO DE ORIGEM DO CARREGAMENTO

P1

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FDzT	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9
MdxT	16.7	-6.2	12.3	-19.2	-17.4	-8.7	18.2	14.4	6.2	16.4
MdyT	46.3	-30.1	39.8	39.8	-19.9	39.9	39.9	-20.0	46.3	35.8
COMB	(9)	(9)	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)	(7)	(9)	(13)
CARR	11	12	13							
FDzT	2.9	2.9	2.9							
MdxT	-6.0	16.5	-6.1							
MdyT	-13.9	39.8	-19.9							
COMB	(13)	(10)	(10)							

P2

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FDzT	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5
MdxT	14.2	-5.2	8.1	-14.6	-11.1	-5.1	13.8	8.1	5.2	14.0
MdyT	-46.5	30.0	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	-39.9	19.9	-46.5	-39.9
COMB	(8)	(8)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(8)	(10)
CARR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FDzT	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4
MdxT	-5.2	12.3	-17.4	-17.4	-8.7	16.4	14.4	5.2	13.8	-5.1
MdyT	19.9	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	-33.3	9.7
COMB	(10)	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)	(7)	(10)	(18)	(18)

P3

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FDzT	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8
MdxT	-16.5	6.1	5.9	-16.4	-8.8	-8.8	16.6	10.2	-6.1	8.0
MdyT	46.3	-30.1	39.9	39.9	-20.0	39.8	39.8	-19.9	46.3	39.9
COMB	(9)	(9)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(9)	(6)
CARR	11	12	13	14	15	16	17	18		
FDzT	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9		
MdxT	-19.0	-15.1	-13.0	18.1	16.5	6.0	-16.4	6.0		
MdyT	39.9	-20.0	39.8	39.8	-19.9	-13.9	39.8	-20.0		
COMB	(6)	(6)	(7)	(7)	(7)	(13)	(10)	(10)		

P4

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FDzT	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4
MdxT	-14.1	5.2	5.0	-14.7	-8.8	-9.0	14.2	10.2	-5.2	5.1
MdyT	-46.5	30.1	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	-39.9	19.9	-46.5	19.9
COMB	(8)	(8)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(8)	(10)
CARR	11	12	13	14	15	16	17	18		
FDzT	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4		
MdxT	8.0	-17.2	-15.1	-13.2	16.7	16.7	-13.9	5.1		
MdyT	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	-39.9	19.9	-39.9	9.7		
COMB	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)	(7)	(10)	(18)		

Listagem de resultados por pilar

Legenda

Nota A

Este carregamnto listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm2 e outra a 20 cm2. Um carregamento inicial necessitou de 18 cm2 e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm2 como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm2, 19.5 cm2 (sempre inferiores aos 20 cm2), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm2, pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm2. A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio Cad/Pilar.

Nota A

Este carregamnto listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm2 e outra a 20 cm2. Um carregamento inicial necessitou de 18 cm2 e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm2 como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm2, 19.5 cm2 (sempre inferiores aos 20 cm2), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm2, pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm2. A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio Cad/Pilar.

****Legenda****

SEL = Quantidade Efetiva de Barras na Secao
 Nb = Quantidades de Barras Dimensionadas na Secao
 NbH = Numero de Barras lado H
 Nbb = Numero de Barras lado B

P1 - PILAR:P1
 num. 1

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE													VALORES DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO				
B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.9	16.7	46.3
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 21 (COMBINAÇÃO= 9)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN	GmapM	GmavN	Gmavm		
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40	1.40	1.40	1.40		
TipoAço	ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12	K37									
50	A		2.0		15.0		1	1									
Fundacao																	

P2 - PILAR:P2
 num. 2

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.5	14.2	-46.5
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 20 (COMBINAÇÃO= 8)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

P3 - PILAR:P3
 num. 3

Esforço de Calculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FND (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L. 1	20.0	20.0	.8	4	10.0	5.0	4	2	0	3.14	.8	1.60	35.0	76.6	2.9	-16.5	46.3
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	1.2	1.60			CASO PÓRTICO = 21 (COMBINAÇÃO= 9)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	2.0	1.60			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	4.9	1.60					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		25.0		1.15		1.40		8.00		.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

Seleção de bitolas de pilares

MetGerl : Método Geral (15.8.3.2)

PILAR:P1 num: 1 Lances: 1 à 1

PILAR:P2 num: 2 Lances: 1 à 1

PILAR:P3 num: 3 Lances: 1 à 1

PILAR:P4 num: 4 Lances: 1 à 1

Lance	Título	Seção [cm]	Área [cm²]	NFer	Bitola [mm]	PDD x y	As [cm²]	Taxa [%]	Estr [mm]	C/ [cm]	PP N	fck (MPa)	Cobr (cm)	T	Lbd	Ni	20rdM
1	Cobertura	20.x 20.	400.0	4	10.0	N N	3.1	.79	5.0	12.0	N	25.0	5.0	6.1	77.	.0342	ELOL

7.4.5.1.9 MONOVIA

Verificação de Perfis para Monovias em viga metálica vãos CONTÍNUAS

ASTM A 572 Grau 50 (Aço Gerdau de alta resistência) com $F_y = 3.45 \text{ tf/cm}^2$

<http://metalica.com.br/tabelas/tabela-perfil-laminado-i-e-h>

Caso de monovia Biapoiada:

A verificação da mesa inferior será feita para a combinação das tensões para momentos máximos positivos (quase meio do vão) e a verificação da mesa superior será feita para a combinação das tensões para momento máximo negativos.

Geometria Características geométricas

d [mm]	206,0	Ix [cm ⁴]	2029
bf [mm]	102,0	Wx [cm ³]	197
tf [mm]	8,0	Rx [cm]	8,37
h [mm]	190,0	Iy [cm ⁴]	142
tw [mm]	6,2	Wy [cm ³]	27,9
Área [cm ²]	29	Ry [cm]	2,22
d/At [cm ⁻¹]	2,52	rT [cm]	2,63
Massa [kgf/m]	22,5	W 200 X 19,3	

Características do equipamento

Capacidade da talha [tf]	0,5
Trolhe + Acessórios [tf]	0,3
Impacto	10%
Nº de rodas	4
Carga total [tf]	0,88
Carga por roda [tf]	0,22
Vão da monovia entre apoios [m]	3,7
Vão da monovia do balanço [m]	1,3
Peso próprio do perfil [kgf/m]	22,50

Parâmetros de cálculo

Tipo do Perfil	A572 G50
Limite de escoamento [tf/cm ²]	3,45
Deslocamento Adm vão [cm] L/xxx	500
Deslocamento Adm balanço L/xxx	250
E [tf/cm ²]	2100
Comprimento destravado [m]	3,7

Resultados

Reação de apoio [tf]	0,44
Momento (pos) γf [tf.cm] (STRAP)	87
Momento (neg) γf [tf.cm] (STRAP)	120
Desloc. vão [cm] (STRAP)	0,19
Desloc. apoio [cm] (STRAP)	0,48

ok
ok

Verificação do deslocamento

Desloc. Adm entre vãos [cm]	0,74
Desloc. Adm no balanço [cm]	0,52

ok
ok

Tensões atuantes [tf/cm²]

Cortante x γf	0,07
Flexão global (M meio do vão)	0,44
Flexão global (M no apoio)	0,61
Flexão local na aba inferior	0,22
Flexão local na aba superior	0,44
Tensões combinadas da aba inferior	0,49
Tensões combinadas da aba superior	0,75

ok
ok
ok
ok
ok
ok

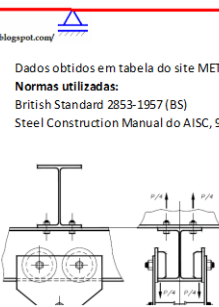
Tensões admissíveis

Cortante	1,38
----------	------

ok

Para elementos de seção compacta ou não e sem contenção lateral ASTM A572, temos:

C	0,5
K1	1
K2	0,5



Dados obtidos em tabela do site METALICA

Normas utilizadas:

British Standard 2853-1957 (BS)

Steel Construction Manual do AISC, 9ª Edição-1989

γf	1
γs	1

Tabela 1

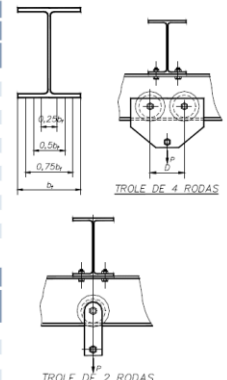
		Valores de C - BS 2853 Apêndice G					
b _s mm	2 rodas	4 rodas - Distância "D" entre eixos - mm					
		130	150	170	200	220	Acima de 220
76	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
102	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
127	1	0,565	0,515	0,5	0,5	0,5	0,5
133	1	0,575	0,515	0,5	0,5	0,5	0,5
146	1	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5
152	1	0,615	0,56	0,5	0,5	0,5	0,5
165	1	0,635	0,58	0,53	0,5	0,5	0,5
171	1	0,65	0,595	0,54	0,5	0,5	0,5
177	1	0,66	0,605	0,555	0,5	0,5	0,5
191	1		0,625	0,58	0,525	0,5	0,5
209	1		0,66	0,62	0,56	0,515	0,5
228	1			0,66	0,595	0,55	0,5

Tabela 2

Valores de K ₁ - BS 2853 Apêndice G		
Posição da roda	Trole de 2 rodas	Trole de 4 rodas
b _s	1	1
0,75 b _s	1,22	1,3
0,5 b _s	1,4	1,5
0,25 b _s	1,55	1,75

Tabela 3

Valores de K ₂ - BS Apêndice G	
Posição da roda	Para trole de 2 ou 4 rodas
b _s	0,5
0,75 b _s	0,59
0,5 b _s	0,77
0,25 b _s	1,4



Resultados em percentagem	
Deslocamentos	25%
Momentos	83%
Cortantes	5%

Tensões admissíveis

Fbx	0,90
-----	-------------

Lb/rT	140,68
-------	---------------

Intervalos:

$(7171Cb/Fv)^{0.5}$	72,09
$(35858Cb/Fv)^{0.6}$	161,2

Hipóteses dentro do intervalo:

a) Se $Lb/rT < 72,09$	
Fbx = 0,6Fy	
Fbx	2,07

b) Se $72,09 < Lb/rT < 161,2$	
Fbx = 0,6Fy	
Fbx'	0,11
Fbx''	0,90
Fbx	0,90

c) Se $Lb/rT > 161,2$	
Fbx = 0,6Fy	
Fbx'	0,60
Fbx''	0,90
Fbx	0,90

d) Para qualquer valor de Lb/rT	
Fbx	0,90

Tabela 4

Perfis pré-dimensionados de acordo com os vãos e cargas indicados								
Capacidade (P) da Talha (tf)	PP Talha (tf)	Espaçamento entre Apoios (m)						
		2	3	4	6	8	10	12
0,5	0,13	W 150 x 13,0	W 150 x 13,0	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0
1	0,30	W 150 x 13,0	W 150 x 18,0	W 150 x 22,5	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 57,8	W 360 x 72,0
1,25	0,30	W 150 x 18,0	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 35,9	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 72,0
2	0,55	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 72,0	W 360 x 91,0
2,5	0,55	W 150 x 18,0	W 200 x 26,6	W 200 x 31,3	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 110,0
3	0,95	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 250 x 38,5	W 360 x 57,8	W 360 x 72,0	W 360 x 91,0	W 610 x 125,0
3,75	1,05	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 310 x 44,5	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 101,0	W 610 x 140,0
4	1,05	W 150 x 29,8	W 200 x 31,3	W 310 x 44,5	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 360 x 110,0	W 610 x 140,0
5	1,10	W 150 x 29,8	W 200 x 35,9	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0
6	1,50	W 200 x 35,9	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 125,0	W 610 x 140,0	W 610 x 174,0
6,5	1,60	W 200 x 35,9	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
7,5	1,60	W 250 x 38,5	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
8	1,90	W 250 x 38,5	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
10	1,90	W 250 x 44,8	W 310 x 52,0	W 360 x 72,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	Ver nota 7

Notas:

1 - Perfis em aço ASTM A 572 Grau 50.

2 - Parâmetros de cálculo conforme exposto no item 4 - "Premissas para pré-dimensionamento".

7.4.5.1.10 FLUTUAÇÃO

A análise da estrutura quanto à flutuação foi confeccionada através do programa de modelagem em elementos finitos STRAP. Nesse sentido, foi verificado se a carga de peso próprio somada as cargas extras são superiores ao esforços de empuxo da água e, assim, não ocorre flutuação na estrutura.

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no in results</i>	<i>name</i>
1	1	PP
2	2	PRESSAO HIDROSTATICA 1
3	3	PRESSAO HIDROSTATICA 2
4	4	SC
5	5	EMPUXO DE SOLO
6	6	ENCHIMENTO
7	7	FLUTUACAO

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb</i>	
10	$1 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00 + 7 * 1.10$

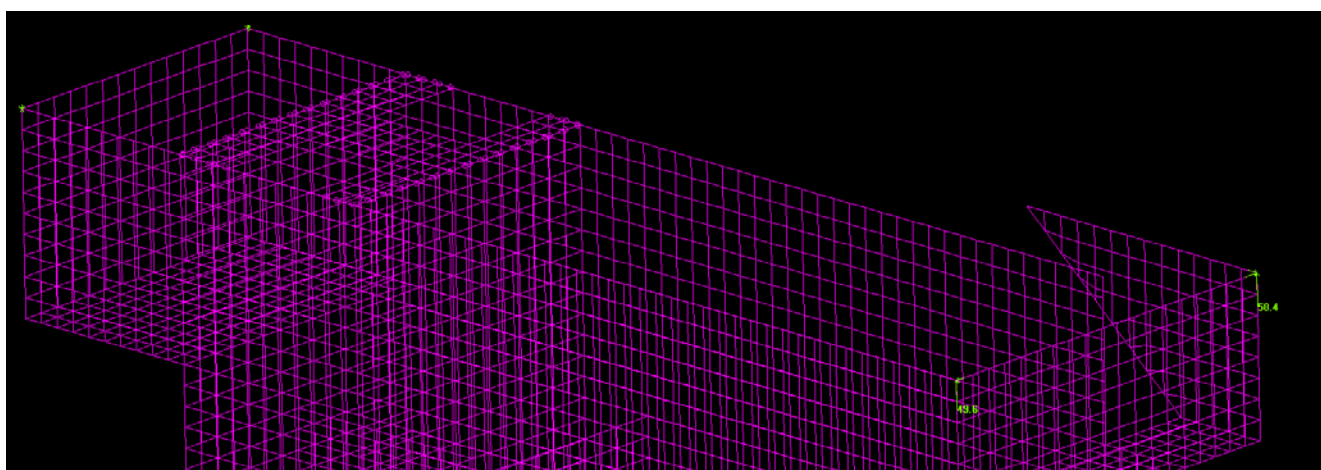


Figura 7.8 – Reações Positivas

7.5 RESUMO

Resumo de Armaduras

Fissuração, esp maximo 15fi

	Calculado	Adotado
FUNDO 4 E 5 AMBAS AS DIREÇÕES As	3Ø12,5 c.40	Ø12,5 c.12**
PAREDE 24 ARMADURA HORIZONTAL As	4Ø12,5 c.28	Ø12,5 c.12**
PAREDE 24 ARMADURA VERTICAL As	7Ø8 c.14	Ø8 c.12**
PAREDE 11 ARMADURA HORIZONTAL As	3Ø12,5 c.40	Ø12,5 c.12**
PAREDE 11 ARMADURA VERTICAL As	6Ø8 c.16	Ø8 c.12**
PAREDES 12 E 16 ARMADURA HORIZONTAL As	3Ø12,5 c.40	Ø12,5 c.12**
PAREDES 12 E 16 ARMADURA VERTICAL As	6Ø8 c.16	Ø8 c.12**
PAREDES 4 E 10 ARMADURA HORIZONTAL As	5Ø12,5 c.22	Ø12,5 c.12**
PAREDES 4 E 10 ARMADURA VERTICAL As	7Ø10 c.15	Ø10 C.12**
FUNDO 6 AMBAS AS DIREÇÕES As	5Ø12,5 c.21	Ø12,5 c.12**

* Adotada armadura por retração conforme planilha específica

** Facilidade construtiva

8 EEE1

8.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir está relacionada a planta utilizada como referência para o desenvolvimento do projeto estrutural:

- 17_SES_Conj.Palmeiras_ETE_EEE-01_SB1_Arq_01-09

8.2 MATERIAIS / PARÂMETROS

Para a estrutura foram especificadas, de forma a garantir adequada proteção à armadura, a Classe de Agressividade Ambiental III cujas características são descritas na NBR 6118 e a seguir:

- Resistência característica do concreto $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$;
- Cobrimento da armadura:
 - o 5.0 cm: Faces de paredes, lajes e vigas
 - o 3.5 cm: Lajes (superestrutura)
 - o 4.5 cm: Pilares (superestrutura)
 - o 4.0 cm: Vigas e fundações (superestrutura)
- Aço CA-50;
- Aço CA-60;

8.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO

São muitas as maneiras de relacionar os números de SPT obtidos na sondagem à percussão com a resistência do solo. Aqui devido a estrutura apresentar carga baixa no solo utilizaremos fórmulas empíricas expeditas:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{5}$$

Onde o valor N é o número do SPT. Todos os resultados têm como unidade o Kg/cm^2 , adotou-se para o cálculo o N_{spt} do nível de implantação, portanto, como consequência do estudo geotécnico segue imagem abaixo.

LOCAÇÃO DE SONDAGENS			
PT	COORDENADAS – ELEVAÇÕES		
	NORTE	ESTE	EL.
SP1	9576003.3800	552145.51	---

$\sigma_{\max}$ [kg/cm ²]	1,28
Nspt (na implantação)	20
σ_{adm} [kg/cm ²]	4
Cota Implantação [m]	5,02

Figura 8.1 – Dimensionamento Geotécnico

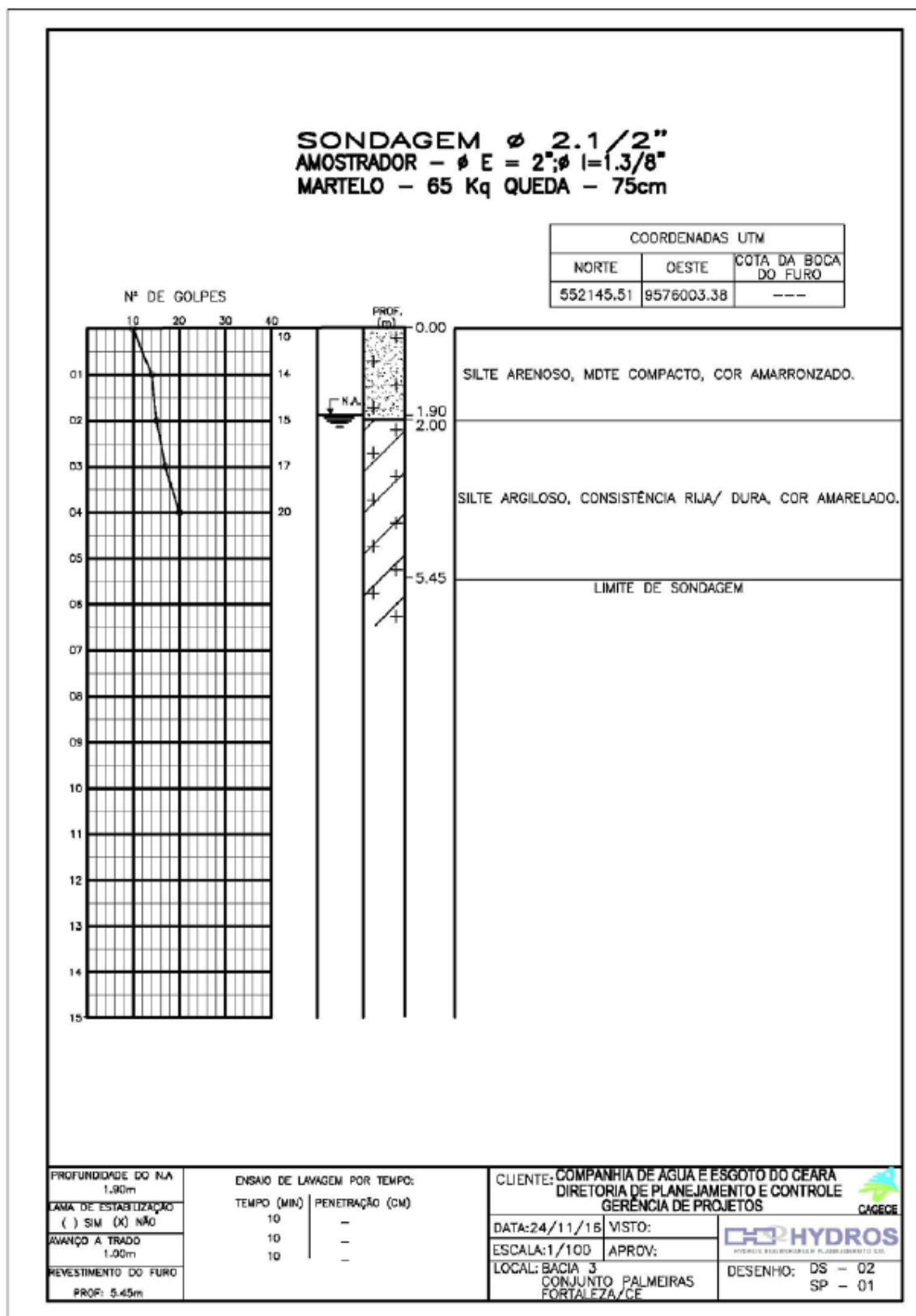


Figura 8.2 – Sondagem utilizada

8.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

8.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA

As figuras a seguir apresentam informações globais da geometria da estrutura projetada apenas com o intuito de identificação da estrutura. Detalhes da geometria podem ser encontrados nas plantas de referência e de forma da estrutura de concreto.

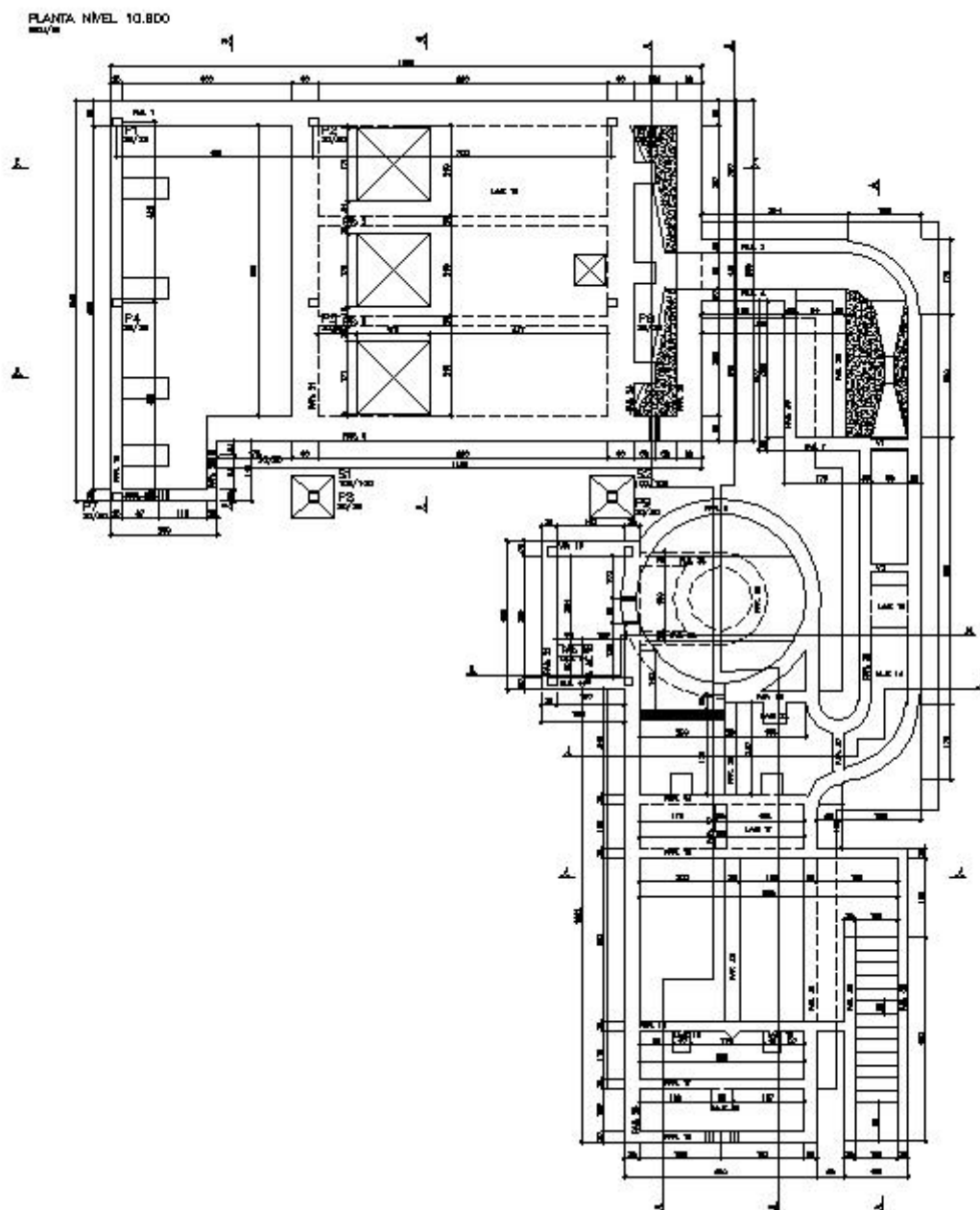


Figura 8.3 – Planta Baixa

CORTE B-B
EX. 1/80

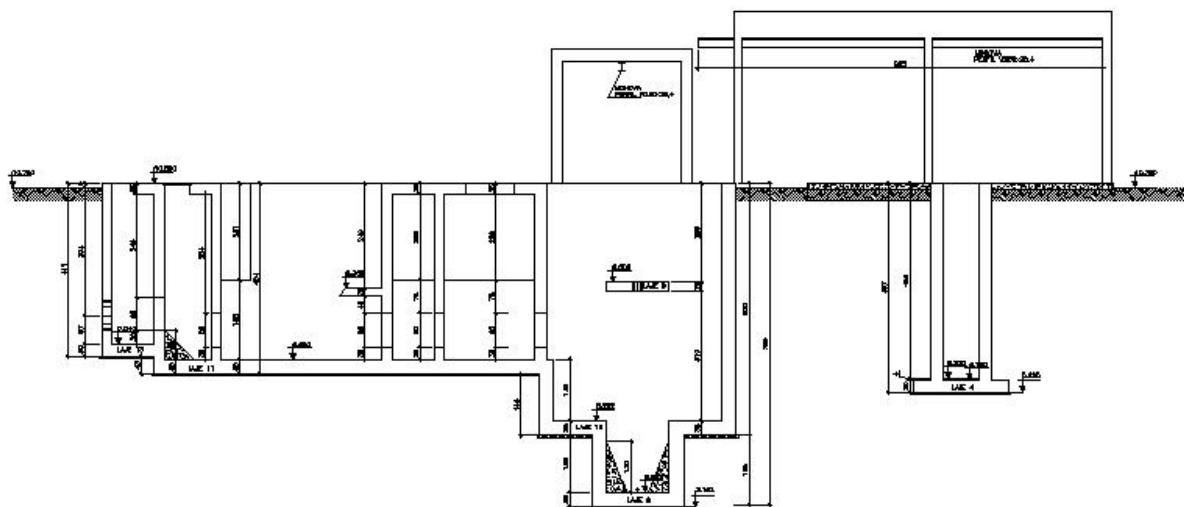


Figura 8.4 – Corte.

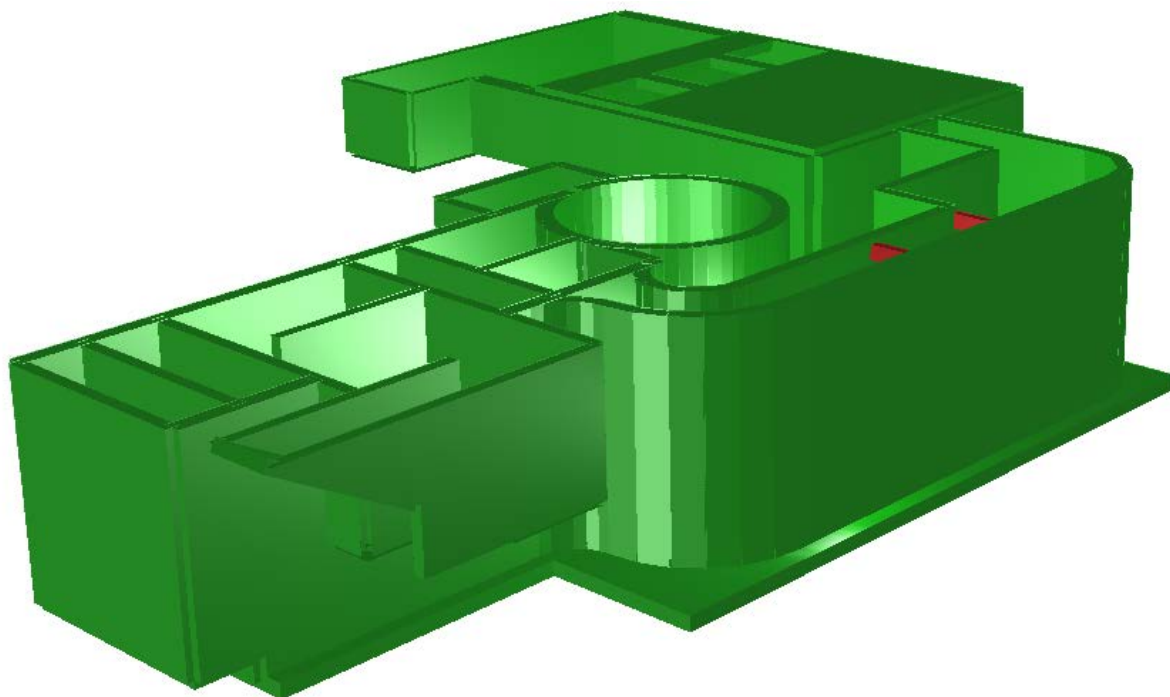


Figura 8.5 – Perspectiva STRAP

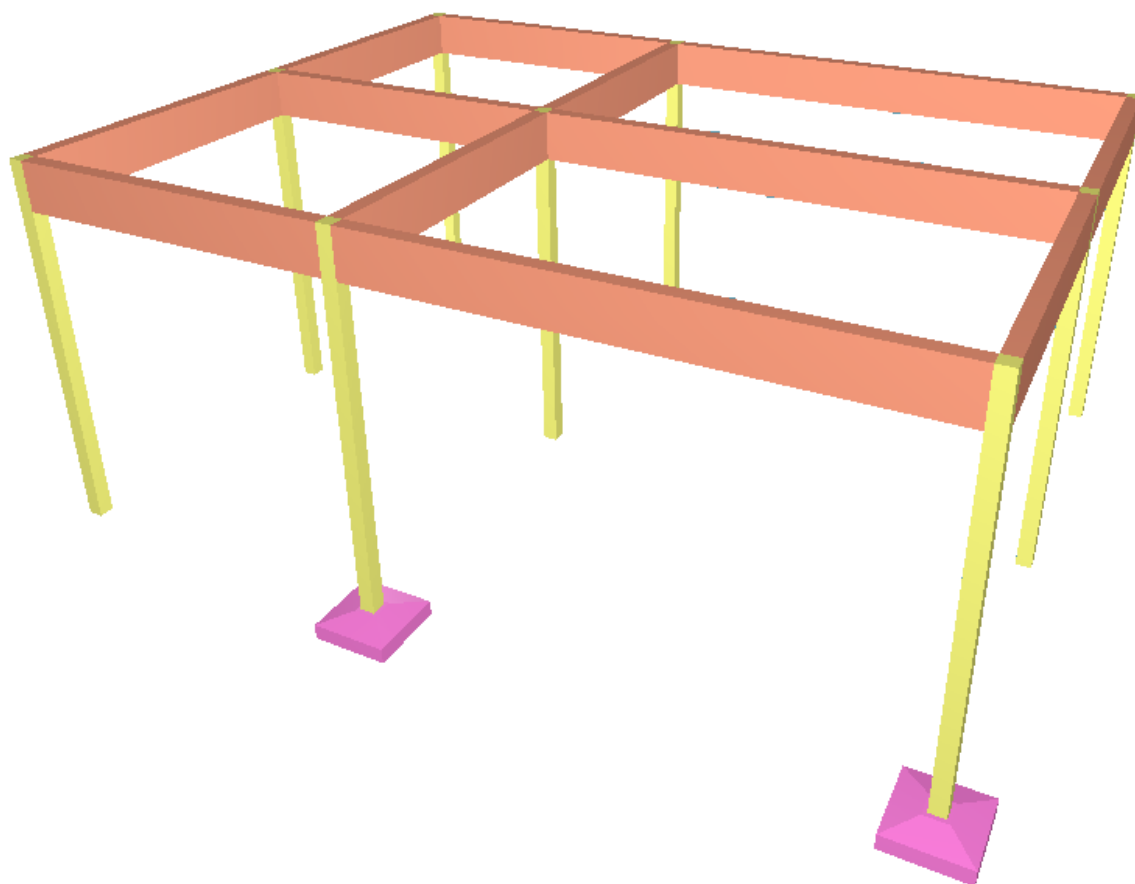


Figura 8.6 – Perspectiva TQS

8.4.2 MODELO CÁLCULO

Todas as estruturas aqui representadas foram analisadas através da modelagem em elementos finitos usando o programa de análise, STRAP. No Strap, podemos modelar usando elementos de barras, placas ou sólidos quando necessários indicando dimensões dos elementos finitos, propriedades dos materiais, geometria da estrutura e condições de contorno.

A figura a seguir apresenta o modelo de elementos finitos utilizados assim como as condições de contorno utilizadas.

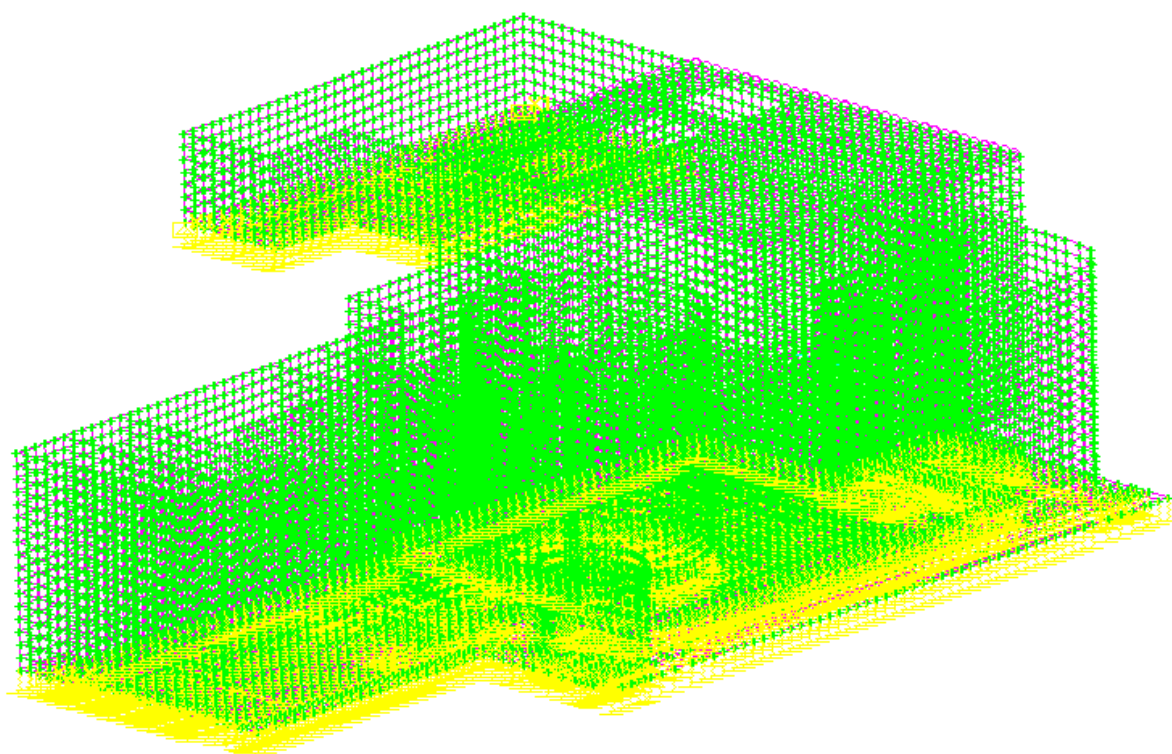


Figura 8.7 – Modelo em Elementos Finitos

8.4.3 CARREGAMENTOS

A tabela a seguir apresenta os carregamentos e os valores adotados para o modelo retirados do software:

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no. in results</i>	<i>Name</i>
1	1	PRESSAO HIDROSTATICA 1
2	2	PRESSAO HIDROSTATICA 2
3	3	EMPUXO DE SOLO
4	4	SC
5	5	PRESSAO HIDROSTATICA 3
6	6	PRESSAO HIDROSTATICA 4
7	7	PRESSAO HIDROSTATICA 5
8	8	PRESSAO HIDROSTATICA 6
9	9	PRESSAO HIDROSTATICA 7
10	10	PRESSAO HIDROSTATICA 8
11	11	PRESSAO HIDROSTATICA 9
12	12	PP
13	13	FLUTUACAO
14	14	ABA

7. O peso próprio é determinado automaticamente pelo programa através da multiplicação do peso específico do concreto armado e espessura do elemento estrutural plano (paredes e lajes);
8. O empuxo de água é determinado em função da lâmina d'água presente na caixa.
9. A sobrecarga é um carregamento de 2 KN/m² atuando sobre a laje.

8.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

A lista a seguir apresenta a combinação dos carregamentos utilizada com coeficientes 1,0. Os coeficientes de majoração e de combinação serão inclusos nas próprias planilhas de cálculo.

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb.</i>	
1	1 * 1.00 + 4 * 1.00 + 12 * 1.00
2	2 * 1.00 + 4 * 1.00 + 12 * 1.00
3	4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 12 * 1.00

4	$4 * 1.00 + 6 * 1.00 + 12 * 1.00$
5	$4 * 1.00 + 7 * 1.00 + 12 * 1.00$
6	$4 * 1.00 + 8 * 1.00 + 12 * 1.00$
7	$4 * 1.00 + 9 * 1.00 + 12 * 1.00$
8	$4 * 1.00 + 10 * 1.00 + 12 * 1.00$
9	$4 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
10	$1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 4 * 1.00 + 12 * 1.00$
11	$3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 12 * 1.00$
12	$4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00 + 12 * 1.00$
13	$4 * 1.00 + 6 * 1.00 + 7 * 1.00 + 12 * 1.00$
14	$4 * 1.00 + 7 * 1.00 + 8 * 1.00 + 12 * 1.00$
15	$4 * 1.00 + 8 * 1.00 + 9 * 1.00 + 12 * 1.00$
16	$4 * 1.00 + 9 * 1.00 + 10 * 1.00 + 12 * 1.00$
17	$4 * 1.00 + 8 * 1.00 + 10 * 1.00 + 12 * 1.00$
18	$4 * 1.00 + 7 * 1.00 + 9 * 1.00 + 12 * 1.00$
19	$4 * 1.00 + 6 * 1.00 + 8 * 1.00 + 12 * 1.00$
20	$4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 7 * 1.00 + 9 * 1.00 + 12 * 1.00$
21	$4 * 1.00 + 10 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
22	$4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 7 * 1.00 + 9 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
23	$1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00 + 7 * 1.00 + 8 * 1.00 + 9 * 1.00 + 10 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
24	$3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 12 * 1.00$
25	$1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00$
26	$3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 6 * 1.00 + 7 * 1.00 + 8 * 1.00 + 9 * 1.00 + 10 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
27	$3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 5 * 1.00 + 7 * 1.00 + 9 * 1.00 + 11 * 1.00 + 12 * 1.00$
28	$3 * 1.00 + 4 * 1.00 + 6 * 1.00 + 8 * 1.00 + 10 * 1.00 + 12 * 1.00$

Coeficientes de minoração são utilizados para os materiais empregados e relação em módulos de elasticidade para cálculo de fissuração:

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/[s]

$g_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração =	15
$g_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga =	10

8.4.4.1 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite Último)

Para a verificação da ruptura dos elementos estruturais utiliza-se a formulação proposta pela ABNT NBR 8681 (2003).

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{gik} + \gamma_q F_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qjk} \quad (8.1)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELU o coeficiente 1,4 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

8.4.4.2 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite de Utilização)

A NBR 6118 (2003) sugere que a verificação para a fissuração seja feita pela Combinação Frequente das Ações.

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{gik} + \psi_1 F_{q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{2j} F_{qjk} \quad (8.2)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELS o coeficiente 1,0 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

8.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

8.4.5.1 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

São apresentados a seguir alguns os esforços que devem ser analisados para a estrutura em questão.

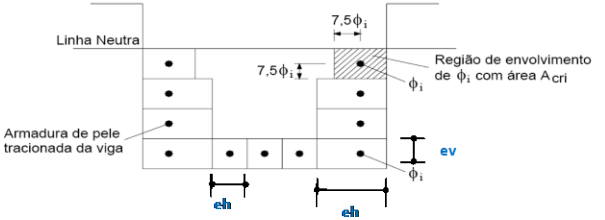
Será apresentado o dimensionamento dos elementos principais da estrutura.

8.4.5.1.1 PAREDES 1 E 6

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:			
Estado Limite Último:			
$g_{rg} =$	1,40	obs:	PAR 1 E 6 ARM VERTICAL
$g_{rg} =$	1,00		
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):			
$g_{rg} =$	1,00		
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:			
$g_c =$	1,40		
$g_s =$	1,15		
ESFORÇOS SOLICITANTES			
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração:	
$V_k [t] =$	18,50	● 1 camada 1	
$M_k [t.m] =$	13,00	● 2 camada	
$V_{dim} [t] =$	25,900	● 3 camada	
$N_{dim} [t] =$	0,000		
$M_{dim} =$	18,200		
$M_{max tensões} =$	13,000		
PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$F_{ck} (MPa) =$	30	$E_c (MPa) =$	26072
$F_{yk} (MPa) =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		E_s/E_c	7,7
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÃO			
$b_{comp.} (cm) =$	100,0	As original	
$h (cm) =$	60,0		
$d' (cm) =$	5,6	Calculada:	
$d (cm) =$	54,4		
$c (cm) =$	5,0	8012,5 c.13	
$f (mm) =$	12,5		
$A_{smin} (cm^2) =$	9,0	camadas (cm) = 1,0	
$A_s (cm^2) =$	9,0		

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
σ_{max} (MPa) =	279
eh (mm) ou 15ϕ (o menor)	120,0
ev (mm) ou 15ϕ (o menor)	170,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} (MPa)	2,9
A_{cr} (mm ²)	20400,0
ρ_{sl}	0,0060
w_k (mm)	0,18
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha + 2$	0,88
f_{ctd} (MPa)	1,45
V_{ed2}	276,8
V_{ed}	47,25
V_{ed}	47,25
V_{ed}	0,0
V_{ed3}	47,2
A_{sw} (cm ² /m)	0,00
$A_{sw,calc}$ (cm ² /m)	11,59
$A_{sw,adotada}$ (cm ² /m)	11,59
ϕ (mm) =	5,0
Esp. (cm) =	3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
V_{ed1} [t]	26,2
λ	0,0036
k	1,1
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):	
g_{fg} =	1,00

Obs:

PAR 1 E 6
ARM. HORIZONTAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
γ_c =	1,40
γ_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	16,00
M_k [t.m] =	14,20
V_{edim} [t] =	22,400
N_{edim} [t] =	0,000
M_{edim} =	19,880
M_{dmax} tensões =	14,200

Camadas para tração:

● 1 camada

● 2 camada

● 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:	
F_{ck} (MPa) =	30
F_{yk} (MPa) =	500
E_c (MPa)	26072
E_s [MPa]	200000
Es/Ec	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO	
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	60,0
d' (cm) =	5,8
d (cm) =	54,2
c (cm) =	5,0
f (mm) =	16,0
A_{smin} (cm ²) =	9,0
A_s (cm ²) =	12,5

As original

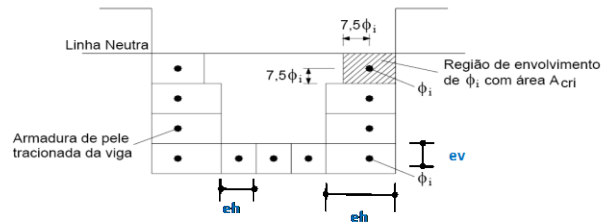
Calculada:

7016 c.16

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	222
e_h (mm) ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v (mm) ou 15ϕ (o menor)	170,0
ϕ (mm) =	16,0
7.5ϕ	120,0
n_1	2,25
f_{ctm} (MPa)	2,9
A_{cr} (mm ²)	20400,0
ρ_{st}	0,0099
w_k (mm)	0,15
taxa por face [%]	0,21%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} (MPa)	1,45	
V_{ed2}	276,0	OK
V_{co}	47,10	
V_c	47,10	
V_{sw}	0,0	
V_{ed3}	47,1	OK
A_{sw} (cm ² /m)	0,00	
$A_{sw,iso}$ (cm ² /m)	11,59	Calculada:
$A_{sw,adotada}$ (cm ² /m)	11,59	#5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{ed1} [t]	26,6	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\rho_{st} + f_{ctd} / \sigma_s$	0,0036	
k	1,1	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

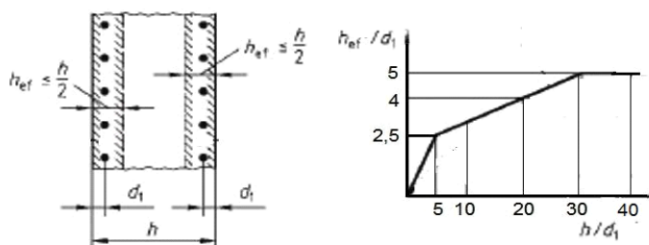
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	f _{ct,ef} [MPa]	3,00	☒ Caso 1 ☐ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σ _s [MPa]	229		
h [cm]	60,0	Act/face	2000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct}/\sigma_s$	Kc =	1,0
As [cm ² /m] 16,2	K =	0,62
esp [cm] 12		

Determinação de As:

h/d1 [cm]	8,5714
Nº[cm]	2,86
hef[cm]	20
As [cm ² /m] 26,20	

Determinação de As min:

Para tração pura:	
As [cm ² /m] 11,16	

PAR 1 E 6

ARM VERTICAL

As 8Ø12,5 c.13 Ø12,5 c.11

PAR 1 E 6

ARM HORIZONTAL

As 7Ø16 c.16 Ø16 c.11

8.4.5.1.2 LAJE 02

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: LAJE 2 AMBAS AS DIREÇÕES
$g_{tg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 camda 1 2 camda 3 camda
V_k [t] =	9,80	
M_k [t.m] =	13,00	
V_{adm} [t] =	13,720	
N_{adm} [t] =	0,000	
M_{adm} [t.m] =	18,200	
$M_{max} =$	13,000	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa) =	26072
f_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa) =	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	As original Calculada: 6#16 c.17 camadas (cm) = 1,0
h (cm) =	60,0	
d' (cm) =	5,8	
d (cm) =	54,2	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	16,0	
A_{smin} (cm ²) =	9,0	
A_s (cm ²) =	11,2	
OK		

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{max} (MPa) =	226	
eh [mm] ou 15phi (o menor) =	120,0	
ev [mm] ou 15phi (o menor) =	170,0	
ϕ (mm) =	16,0	
7.5ϕ =	120,0	
n_1 =	2,25	
f_{ctm} [MPa] =	2,9	
A_{cr} [mm ²] =	20400,0	
ρ_{cr} =	0,0099	
w_k [mm] =	0,15	
taxa por face [%] =	0,19%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
α_2	0,88	OK
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{kd2}	276,0	
V_{ed}	47,10	
V_c	47,10	
V_{sw}	0,0	OK
V_{kds}	47,1	
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	
$A_{sw adotada}$ [cm ² /m]	11,59	
ϕ (mm) =	5,0	Calculada: #5 c.3
$E_{sp.}$ (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
V_{kd1} [t]	26,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
α_1 [t/cm ²]	0,0036	
k	1,1	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_l	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

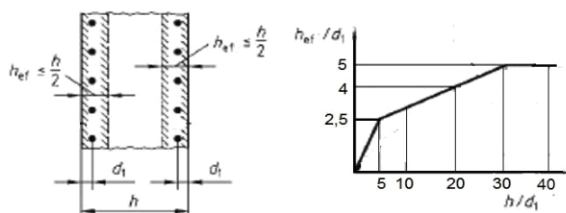
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σs [MPa]	229		
h [cm]	60,0	Act/face	2000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 16,2$$

$$K = 0,62$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 8,5714$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,86$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,16$$

$$hef \text{ [cm]} = 20$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 26,20$$

Armadura adotada:

LAJE 2

AMBAS AS DIREÇÕES

As

6Ø16 c.17

Ø16 c.11

8.4.5.1.3 PAREDES 21,24 E 26

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	PAR 21, 24 E 26 ARM. VERTICAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	10,00
$M_k [t.m] =$	7,30
$V_{adm} [t] =$	14,000
$N_{adm} [t] =$	0,000
$M_{adm} =$	10,220
$M_{max\text{ tensões}} =$	7,300
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

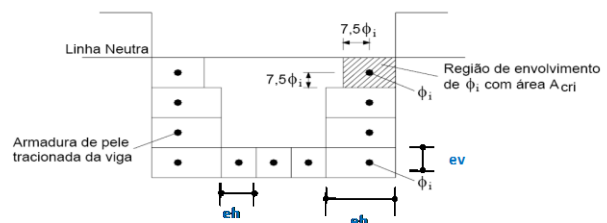
PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} (cm) =$	100,0
$h (cm) =$	60,0
$d' (cm) =$	5,6
$d (cm) =$	54,4
$c (cm) =$	5,0
$f (mm) =$	12,5
$A_{smin} (cm^2) =$	9,0
$A_s (cm^2) =$	5,5
As original	
Calculada:	
SAR MINIMIZ 8#12,5 c.13	camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	254
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	75,0
$\phi (mm) =$	12,5
$7.5\phi =$	93,8
$\eta_1 =$	2,25

$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	7500,0
$\rho_{r1} =$	0,0164
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
V_{ed2}	276,8	OK
V_{ed}	47,25	
V_c	47,25	
V_{sw}	0,0	
V_{ed3}	47,2	OK
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59	Calculada:
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59	#5 c.3
$\phi (mm) =$	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ed1} [t] =$	26,2	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\lambda \cdot \mu \cdot f_{ctd} [t/cm^2] =$	0,0036	
$k =$	1,1	
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000	
$\rho_1 =$	0,002	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00

Obs: PAR 21, 24 E 26
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	14,00
M_k [t.m] =	14,20
V_{adm} [t] =	19,600
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	19,880
$M_{max\text{teóricas}} =$	14,200

Camadas para tração:

- 1
1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	60,0
d' (cm) =	5,8
d (cm) =	54,2
c (cm) =	5,0
f (mm) =	16,0
A_{smin} (cm ²) =	9,0
A_s (cm ²) =	12,2

As original

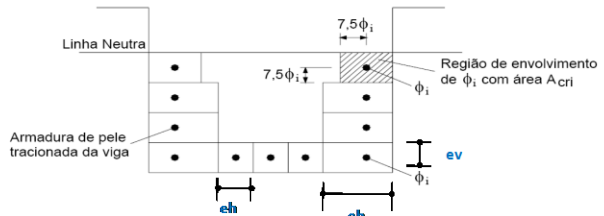
Calculada:
OK 7#16 c.16 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LÍMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	227
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	170,0
ϕ (mm) =	16,0
7.5ϕ	120,0
η_1	2,25

f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	20400,0
ρ_{r1}	0,0099

w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,20%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	276,0	OK
V_{ed}	47,10	
V_c	47,10	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	47,1	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
A_{svmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sv\text{ adotada}}$ [cm ² /m]	11,59	6,3 c.10
ϕ (mm) =	6,3	4 ramos
Esp. (cm) =	10	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	26,6	
V_{ed} [t]	0,0036	
k	1,1	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

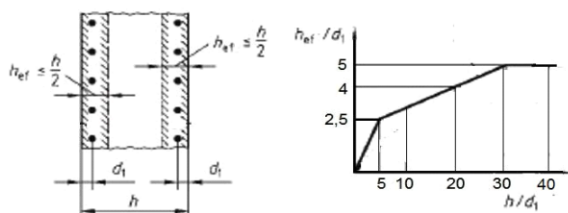
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σs [MPa]	229		
h [cm]	60,0	Act/face	2000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 16,2$$

$$K = 0,62$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 8,5714$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,86$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,16$$

$$hef \text{ [cm]} = 20$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 26,20$$

Armadura adotada:

PAR 21,24 E 26		
ARM VERTICAL		
As	8Ø12,5 c.13	Ø12,5 c.11
PAR 21,24 E 26		
ARM HORIZONTAL		
As	7Ø16 c.16	Ø16 c.11

8.4.5.1.4 LAJE 01

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: LAJE 1 AMBAS AS DIREÇÕES
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
$g^e =$	1,40	
$g^a =$	1,15	

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	8,40	
$M_k [t.m] =$	5,50	
$V_{ddim} [t] =$	11,760	
$N_{ddim} [t] =$	0,000	
$M_{ddim} =$	7,700	
$M_{max\text{ tensões}} =$	5,500	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.} (cm) =$	100,0	As original Calculada: 8#12,5 c.12 camadas (cm) = 1,0
$h (cm) =$	25,0	
$d' (cm) =$	5,6	
$d (cm) =$	19,4	
$c (cm) =$	5,0	
$f (mm) =$	12,5	
$A_{smin} (cm^2) =$	3,8	
$A_s (cm^2) =$	9,5	
	OK	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
$\sigma_{max} [MPa] =$	325	
$eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0	
$ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	125,0	
$\phi (mm) =$	12,5	
$7.5\phi =$	93,8	
$\eta_i =$	2,25	
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9	
$A_{ce} [mm^2] =$	15000,0	
$\rho_{r1} =$	0,0082	
$w_k [mm] =$	0,24	
taxa por face [%]	0,39%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha^2 =$	0,88	OK
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{ed2} =$	98,6	
$V_{ed} =$	16,84	
$V_c =$	16,84	
$V_{sw} =$	0,0	OK
$V_{ed3} =$	16,8	
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{smin} [cm^2/m] =$	11,59	
$A_{sw} \text{ adotada} [cm^2/m] =$	11,59	
$\phi (mm) =$	5,0	Calculada: #5 c.3
$E_{sp.} (cm) =$	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
$V_{ed1} [t] =$	13,4	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\lambda \cdot \mu \cdot f_{ctd} [t/cm^2] =$	0,0036	
$k =$	1,4	
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000	
$\rho_1 =$	0,004	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

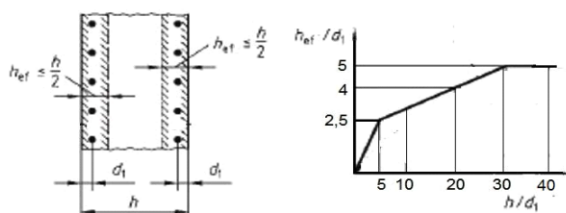
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σ_s [MPa]	256		
h [cm]	25,0	Act/face	1250		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 10$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 3,5714$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,79$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 6,00$$

$$hef \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 14,65$$

Armadura adotada:

LAJE 1

AMBAS AS DIREÇÕES

As

8 ϕ 12,5 c.12

ϕ 12,5 c.11

8.4.5.1.5 PAREDE 19

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 19 ARM VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g^e =$	1,40
$g^a =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	0,00	
$M_k [t.m] =$	1,60	
$V_{adm} [t] =$	0,000	
$N_{adm} [t] =$	0,000	
$M_{adm} =$	2,240	
$M_{max\text{ tensões}} =$	1,600	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.} [cm] =$	100,0	As original Calculada: SAR MINIM 8#8 c.13 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{max} [MPa] =$	316
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	110,0
$\phi [mm] =$	8,0
$7.5\phi =$	60,0
$\eta_1 =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{ce} [mm^2] =$	11000,0
$\rho_{r1} =$	0,0046
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,15%

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha_{r2} =$	0,88	
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{rd2} =$	99,8	OK
$V_{ed} =$	17,03	
$V_c =$	17,03	
$V_{sw} =$	0,0	
$V_{rd3} =$	17,0	OK
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59	Calculada:
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59	10 c.13
$\phi [mm] =$	10,0	
$E_{sp.} [cm] =$	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{rd1} [t] =$	12,6
$V_{rd1} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,4
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs:	PAR 19
	ARM HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	2,96
M_k [t.m] =	0,40
V_{adm} [t] =	4,144
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	0,560
$M_{max\text{teóricas}}$ =	0,400

Camadas para tração:

1 camada	1
2 camada	
3 camada	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	25,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	19,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
$A_{s\text{mín}} \text{ (cm}^2\text{)} =$	3,8
$A_s \text{ (cm}^2\text{)} =$	0,77

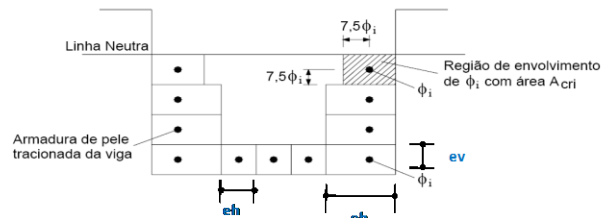
As original

Calculada:

SAR MINIMA 4ø12,5 c.32 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	252
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	125,0
ϕ (mm) =	12,5
$7,5\phi$	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	12500,0
σ_{c1}	0,0098
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha+2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	98,6	OK
V_{c0}	16,84	
V_c	16,84	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	16,8	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sw\text{mín}}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sw\text{adotada}}$ [cm ² /m]	11,59	ø10 c.13
ϕ (mm) =	10,0	
Esp. (cm) =	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	12,4	
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,4	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

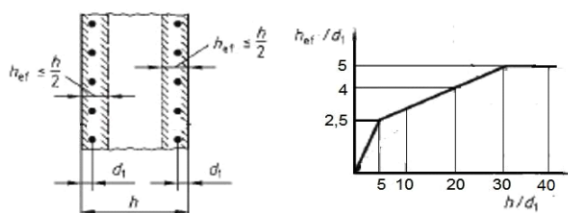
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σs [MPa]	256		
h [cm]	25,0	Act/face	1250		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 11,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 10$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 3,5714$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 1,79$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 6,00$$

$$hef \text{ [cm]} = 12,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 14,65$$

Armadura adotada:

PAR 19		
ARM VERTICAL		
As	8Ø8 c.13	Ø8 c.11
PAR 19		
ARM HORIZONTAL		
As	4Ø12,5 c.32	Ø12,5 c.11

8.4.5.1.6 LAJES 04 E 11

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	LAJES 4 E 11 AMBAS AS DIREÇÕES

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	7,90
$M_k [t.m] =$	5,50
$V_{ddim} [t] =$	11,060
$N_{ddim} [t] =$	0,000
$M_{ddim} =$	7,700
$M_{max\text{ tensões}} =$	5,500
Camadas para tração:	1
☒ 1 camada	
☐ 2 camada	
☐ 3 camada	

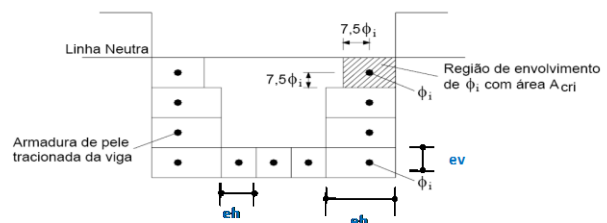
PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	30,0
$d' [cm] =$	5,8
$d [cm] =$	24,2
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	16,0
$A_{smin} [cm^2] =$	4,5
$A_s [cm^2] =$	11,00
OK	Calculada: 6#16 c.18
	camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	224
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	110,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7,5\phi =$	120,0
$\eta_1 =$	2,25

$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{ce} [mm^2] =$	16500,0
$\rho_{r1} =$	0,0122
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,37%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
V_{ed2}	123,2
V_{ed}	21,03
V_c	21,03
V_{sw}	0,0
V_{ed3}	21,0
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	10,0
Esp. (cm) =	13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ed1} [t] =$	16,0
$\rho_{s1} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,4
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,004

**Não precisa
calcular
armadura
transversal!!**

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

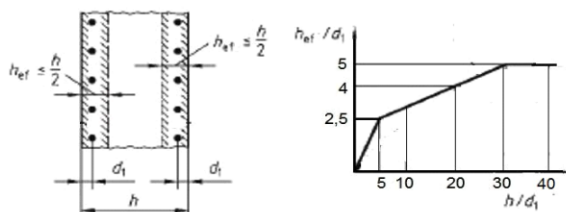
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d_l [cm]	7,0	σ_s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	$A_{ct}/face$	1500	☐ Caso 3	
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	16,0	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$esp \text{ [cm]} = 12$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d_l \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

LAJES 4 E 11

AMBAS AS DIREÇÕES

A_s

6Ø16 c.18

Ø16 c.11

8.4.5.1.7 LAJES 05

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: LAJE 5 AMBAS AS DIREÇÕES
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
$\gamma_c =$	1,40	
$\gamma_s =$	1,15	

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	9,00	
$M_k [t.m] =$	3,60	
$V_{ddim} [t] =$	12,600	
$N_{ddim} [t] =$	0,000	
$M_{ddim} =$	5,040	
$M_{max\text{ tensões}} =$	3,600	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

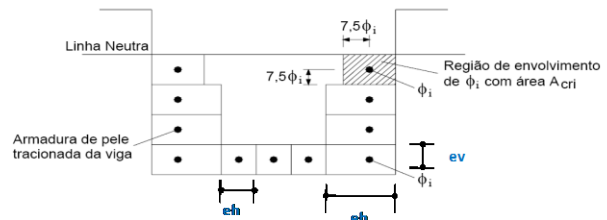
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.} [cm] =$	100,0	As original Calculada: 4#16 c.28 camadas (cm) = 1,0
$h [cm] =$	30,0	
$d' [cm] =$	5,8	
$d [cm] =$	24,2	
$c [cm] =$	5,0	
$f [mm] =$	16,0	
$A_{smin} [cm^2] =$	4,5	
$A_s [cm^2] =$	7,00	
	OK	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	227
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7.5\phi =$	120,0
$\eta_1 =$	2,25

$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{ce} [mm^2] =$	18000,0
$\rho_{r1} =$	0,0112

$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,23%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha_{r2} =$	0,88	OK
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{ed2} =$	123,2	
$V_{ed} =$	21,03	
$V_c =$	21,03	
$V_{sw} =$	0,0	OK
$V_{ed3} =$	21,0	
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59	
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59	
$\phi [mm] =$	10,0	Calculada: #10 c.13
$E_{sp.} [cm] =$	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ed1} [t] =$	15,4	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\rho_{r1} [t/cm^2] =$	0,0036	
$k =$	1,4	
$\rho_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000	
$\rho_1 =$	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

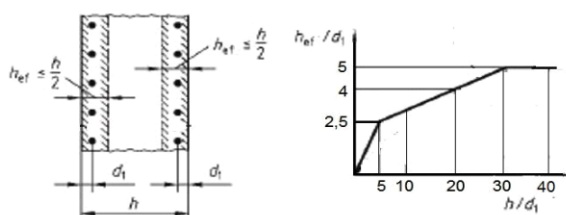
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d1 [cm]	7,0	σ_s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	$A_{ct}/face$	1500	☐ Caso 3	
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$esp \text{ [cm]} = 12$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

LAJE 5

AMBAS AS DIREÇÕES

As

4Ø16 c.28

Ø16 c.11

8.4.5.1.8 PAREDE 3

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 3 ARM VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

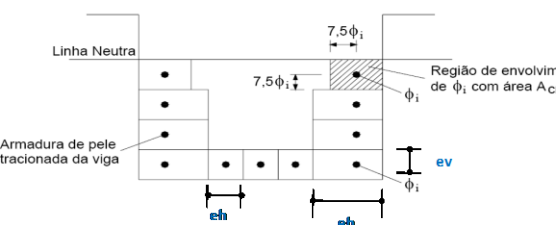
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g^e =$	1,40
$g^a =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	9,60	
$M_k [t.m] =$	5,80	
$V_{ddim} [t] =$	13,440	
$N_{ddim} [t] =$	0,000	
$M_{ddim} =$	8,120	
$M_{max\text{ tensões}} =$	5,800	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.} (cm) =$	100,0	As original Calculada: 9#12,5 c.12 camadas (cm) = 1,0
$h (cm) =$	30,0	
$d' (cm) =$	5,6	
$d (cm) =$	24,4	
$c (cm) =$	5,0	
$f (mm) =$	12,5	
$A_{smin} (cm^2) =$	4,5	
$A_s (cm^2) =$	10,0	
	OK	
	OK	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{max} [MPa] =$	257
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0
$\phi (mm) =$	12,5
$7,5\phi =$	93,8
$\eta_1 =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{ce} [mm^2] =$	18000,0
$\rho_{r1} =$	0,0068
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,33%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha + 2 =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{ed2} =$	124,1
$V_{ed} =$	21,18
$V_c =$	21,18
$V_{sw} =$	0,0
$V_{ed3} =$	21,2
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59
$\phi (mm) =$	10,0
$E_{sp.} (cm) =$	13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{ed1} [t] =$	16,0
$\rho_{r1} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,4
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,003

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO **NBR 6118 (2014)**

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00

Obs: PAR 3
ARM HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

$N_k [t] =$	5,00
$V_k [t] =$	3,80
$M_k [t.m] =$	2,50
$V_{adm} [t] =$	5,320
$N_{adm} [t] =$	7,000
$M_{adm} =$	3,500
$M_{max} =$	2,500

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camada
- 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	30,0
$d' [cm] =$	5,8
$d [cm] =$	24,2
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	16,0
$A_{s,io} [cm^2] =$	4,5
$A_s [cm^2] =$	7,0

As original

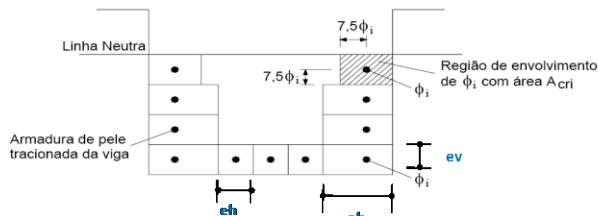
Calculada:
OK 4#16 c.28 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	229
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7.5\phi =$	120,0
$\eta_1 =$	2,25

$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	18000,0
$\sigma_{ci} =$	0,0112

$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,23%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{rd2} =$	123,2	OK
$V_{cd} =$	21,03	
$V_c =$	21,03	
$V_{sw} =$	0,0	
$V_{rd3} =$	21,0	OK
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{sw,io} [cm^2/m] =$	11,59	Calculada:
$A_{sw} adotada [cm^2/m] =$	11,59	#10 c.13
$\phi [mm] =$	10,0	
$Esp. [cm] =$	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{rd1} [t] =$	16,2	
$V_{rd1} [t/cm^2] =$	0,0036	
$k =$	1,4	
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0023	
$\rho_1 =$	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

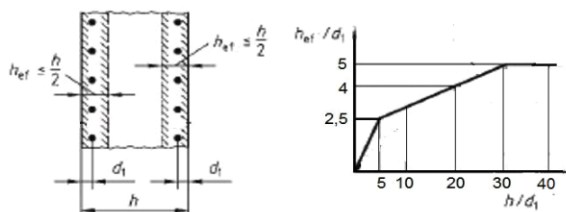
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d1 [cm]	7,0	σ_s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	$A_{ct}/face$	1500	☐ Caso 3	
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	16,0	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

PAR 3		
ARM VERTICAL		
As	9Ø12,5 c.12	Ø12,5 c.11
PAR 3		
ARM HORIZONTAL		
As	4Ø16 c.28	Ø16 c.11

8.4.5.1.9 PAREDE 4

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{tg} =$	1,40	Obs: PAR 4 ARM HORIZONTAL
$g_{tg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):		
$g_{tg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	5,00	Camadas para tração: 1 camda 1 2 camda 3 camda
V_k [t] =	6,50	
M_k [t.m] =	4,40	
V_{adm} [t] =	9,100	
N_{adm} [t] =	7,000	
M_{adm} [t.m] =	6,160	
$M_{max\text{ tensões}}$ =	4,400	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
f_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO			
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	As original Calculada: 6#16 c.18 camadas (cm) = 1,0	
h (cm) =	30,0		
d' (cm) =	5,8		
d (cm) =	24,2		
c (cm) =	5,0		
f (mm) =	16,0		
A_{smin} (cm ²) =	4,5		
A_s (cm ²) =	11,0		
			OK

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{max} (MPa) =	225	
e_h [mm] ou 15 phi (o menor)	120,0	
e_v [mm] ou 15 phi (o menor)	150,0	
ϕ (mm) =	16,0	
7.5ϕ	120,0	
n_1	2,25	
f_{ctm} [MPa]	2,9	
A_{cr} [mm ²]	18000,0	
ρ_{cr}	0,0112	
w_k [mm]	0,15	
taxa por face [%]	0,37%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
α_2	0,88	OK
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{kd}	123,2	
V_{ed}	21,03	
V_c	21,03	
V_{sw}	0,0	
V_{kds}	21,0	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	Calculada: #18 c.13
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59	
$A_{sw\text{ adotada}}$ [cm ² /m]	11,59	
ϕ (mm) =	10,0	
$E_{sp.}$ (cm) =	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
V_{kd} [t]	16,9	Não precisa calcular armadura transversal!!
α_2 [t/cm ²]	0,0036	
k	1,4	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0023	
ρ_l	0,004	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs: PAR 4
ARM VERTICAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	8,80
M_k [t.m] =	5,80
V_{adm} [t] =	12,320
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	8,120
$M_{max\text{teóricas}}$ =	5,800

Camadas para tração:

- 1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

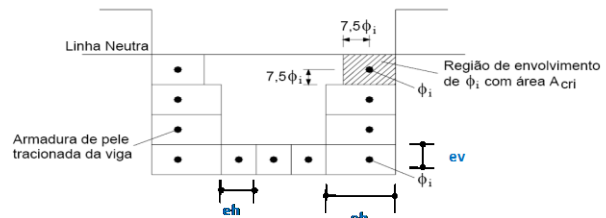
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	30,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	24,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	4,5
A_s (cm ²) =	10,0

As original

Calculada:
9#12,5 c.12 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	257
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	150,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	18000,0
σ_{c1}	0,0068
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,33%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha+2$	0,88
f_{ctd} [MPa]	1,45
V_{rd2}	124,1
V_{c0}	21,18
V_c	21,18
V_{sw}	0,0
V_{rd3}	21,2
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59
$A_{sw\text{ adotada}}$ [cm ² /m]	11,59
ϕ (mm) =	10,0
Esp. (cm) =	13

OK

OK

Calculada:
#10 c.13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	16,0
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036
k	1,4
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,003

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

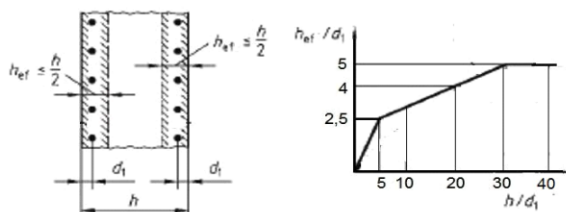
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d_l [cm]	7,0	σ_s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	$A_{ct}/face$	1500	☐ Caso 3	
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
$\emptyset$ [mm]	16,0	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de A_s :

Determinação de A_s min:

$$h/d_l \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$h_{ef} \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

PAR 4		
ARM. HORIZONTAL		
A_s	6Ø16 c.18	Ø16 c.11
PAR 4		
ARM VERTICAL		

8.4.5.1.10 PAREDE 25

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 25 ARM VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	1,30
$M_k [t.m] =$	7,00
$V_{adm} [t] =$	1,820
$N_{adm} [t] =$	0,000
$M_{adm} =$	9,800
$M_{max} =$	7,000

Camadas para tração: 1

1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	35,0
$d' [cm] =$	5,6
$d [cm] =$	29,4
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	12,5
$A_{smin} [cm^2] =$	5,3
$A_s [cm^2] =$	10,0

As original

Calculada: 9#12,5 c.12 OK camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
$\sigma_{max} [MPa] =$	256
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	110,0
$\phi [mm] =$	12,5
$7,5\phi =$	93,8
$\eta_i =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	11000,0
$\rho_{r1} =$	0,0112
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%]	0,29%

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
$\alpha_{r2} =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{rd2} =$	149,6
$V_{c0} =$	25,53
$V_c =$	25,53
$V_{sw} =$	0,0
$V_{rd3} =$	25,5
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw} adotada [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	10,0
$E_{sp.} [cm] =$	13

Calculada: #10 c.13 OK

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
$V_{rd1} [t] =$	18,3
$V_{rd1} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,3
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,003

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs:	PAR 25
	ARM HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	6,80
M_k [t.m] =	3,60
V_{adm} [t] =	9,520
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	5,040
M_{max} =	3,600

Camadas para tração:

1 camada	1
2 camada	
3 camada	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

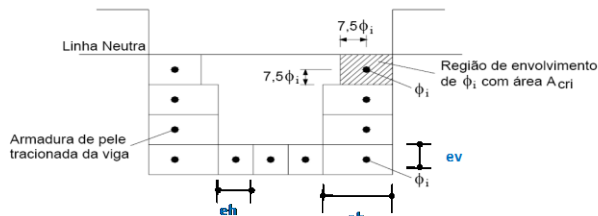
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	35,0
d' (cm) =	5,8
d (cm) =	29,2
c (cm) =	5,0
f (mm) =	16,0
$A_{s,io}$ (cm ²) =	5,3
A_s (cm ²) =	5,7

As original

Calculada:
3ø16 c.35 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	229
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	175,0
ϕ (mm) =	16,0
7.5ϕ	120,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	21000,0
σ_{c1}	0,0096
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,16%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha+2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	148,7	OK
V_{cd}	25,37	
V_c	25,37	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	25,4	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sw,io}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59	ø10 c.13
ϕ (mm) =	10,0	
Esp. (cm) =	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	17,5	
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,3	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

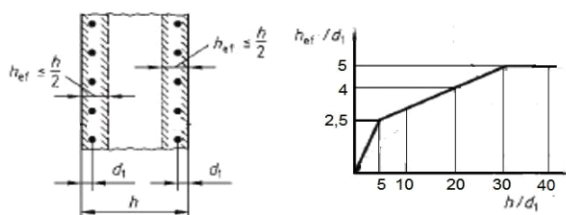
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σs [MPa]	229		
h [cm]	35,0	Act/face	1750		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 17,7$$

$$K = 0,77$$

$$\text{esp [cm]} = 11$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 5$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,50$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 8,09$$

$$hef \text{ [cm]} = 17,5$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 22,93$$

Armadura adotada:

PAR 25 ARM VERTICAL		
As	9Ø12,5 c.12	Ø12,5 c.11
PAR 25 ARM HORIZONTAL		
As	3Ø16 c.35	Ø16 c.11

8.4.5.1.11 PAREDE 31

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g_{fg} =$	1,40	Obs: PAR 31 ARM VERTICAL
$g_{fg} =$	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
$g_{fg} =$	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g^e =$	1,40
$g^a =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N_k [t] =$	0,00	Camadas para tração: 1 2 3
$V_k [t] =$	1,00	
$M_k [t.m] =$	1,60	
$V_{ddim} [t] =$	1,400	
$N_{ddim} [t] =$	0,000	
$M_{ddim} =$	2,240	
$M_{max\text{ tensões}} =$	1,600	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:					
$F_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072	$E_s/E_c =$	7,7
$F_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO			
$b_{comp.} (cm) =$	100,0	As original Calculada: SAR MINIM 9#8 c.11	
$h (cm) =$	30,0		
$d' (cm) =$	5,4		
$d (cm) =$	24,6		
$c (cm) =$	5,0		
$f (mm) =$	8,0		
$A_{smin} (cm^2) =$	4,5		
$A_s (cm^2) =$	2,1		
			camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
$\sigma_{max} [MPa] =$	315	
$eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0	
$ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	150,0	
$\phi (mm) =$	8,0	
$7.5\phi =$	60,0	
$\eta_i =$	2,25	
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9	
$A_{cr} [mm^2] =$	18000,0	
$\rho_{r1} =$	0,0028	
$w_k [mm] =$	0,15	
taxa por face [%]	0,15%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha + 2$	0,88	OK
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
V_{ed2}	125,2	
V_{ed}	21,38	
V_c	21,38	
V_{sw}	0,0	OK
V_{ed3}	21,4	
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{swmin} [cm^2/m] =$	11,59	
$A_{sw\text{ adotada}} [cm^2/m] =$	11,59	
$\phi (mm) =$	10,0	Calculada: #10 c.13
$Esp. (cm) =$	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
$V_{ed1} [t] =$	15,2	Não precisa calcular armadura transversal!!
$\alpha + 1 + \alpha + 2$	0,0036	
k	1,4	
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000	
ρ_1	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

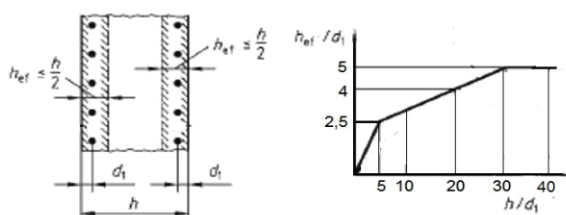
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1 ☒ Caso 2 ☐ Caso 3	2
d1 [cm]	7,0	σs [MPa]	229		
h [cm]	30,0	Act/face	1500		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
Ø [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$hef \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

PAR 31 ARM VERTICAL		
As	9Ø8 c.11	Ø12,5 c.11
PAR 31 ARM HORIZONTAL		
As	4Ø16 c.30	Ø16 c.11

8.4.5.1.12 PAREDE 17

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	PAR 17 ARM. HORIZONTAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_r =$	1,15

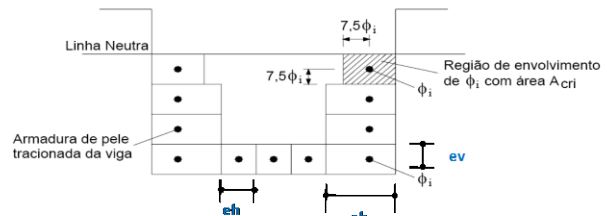
ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	4,80
$M_k [t \cdot m] =$	3,30
$V_{adm} [t] =$	6,720
$N_{adm} [t] =$	0,000
$M_{adm} =$	4,620
$M_{max} =$	3,300
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	30,0
$d' [cm] =$	5,8
$d [cm] =$	24,2
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	16,0
$A_{s,adm} [cm^2] =$	4,5
$A_s [cm^2] =$	6,5
OK	4#16 c. 30
Calculada:	camadas (cm) = 1,0
As original	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	224
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	175,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7,5\phi =$	120,0
$\eta_i =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	21000,0
$\sigma_{cr} =$	0,0096
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,22%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2 =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{ad2} =$	123,2
$V_{c0} =$	21,03
$V_c =$	21,03
$V_{sw} =$	0,0
$V_{ad3} =$	21,0
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{sw,adm} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw} adotada [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	10,0
$esp. [cm] =$	13
OK	Calculada: #10 c. 13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ad1} [t] =$	15,3
$V_{ad2} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,4
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,002

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs: PAR 17
ARM VERTICAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	6,40
M_k [t.m] =	2,60
V_{adm} [t] =	8,960
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	3,640
M_{max} =	2,600

Camadas para tração:

- 1
2
3

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	30,0
d' (cm) =	5,4
d (cm) =	24,6
c (cm) =	5,0
f (mm) =	8,0
$A_{s,io}$ (cm ²) =	4,5
A_s (cm ²) =	3,5

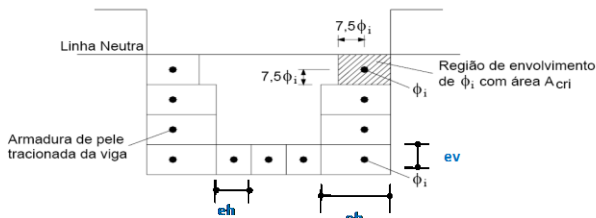
As original

Calculada:

SAR MINIMA 908 c.11 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa] =	319
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	175,0
ϕ (mm) =	8,0
7.5ϕ	60,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	21000,0
σ_{c1}	0,0024
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_1	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{ad2}	125,2	OK
V_{c0}	21,38	
V_c	21,38	
V_{sw}	0,0	
V_{ad3}	21,4	OK
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sw,io}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sw} adotada [cm ² /m]	11,59	10 c.13
ϕ (mm) =	10,0	
Esp. (cm) =	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{ad1} [t]	15,2	
V_{ad1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,4	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

Valor mínimo (DIN):

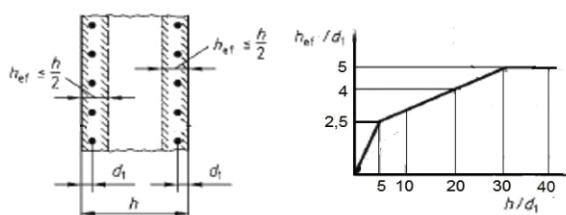
$$A_s = f_{ct,ef} \cdot A_{c,ef} / \sigma_s$$

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.



Dados de entrada:

fck [MPa]	30	fct,ef [MPa]	3,00	☐ Caso 1	2
d1 [cm]	7,0	σ_s [MPa]	229	☒ Caso 2	
h [cm]	30,0	Act/face	1500	☐ Caso 3	
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	16,0	fct,m [MPa]	2,90		

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k \cdot k_c \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 15,7$$

$$K = 0,8$$

$$\text{esp [cm]} = 12$$

Determinação de As:

Determinação de As min:

$$h/d1 \text{ [cm]} = 4,2857$$

Para tração pura:

$$N^\circ \text{ [cm]} = 2,14$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 7,20$$

$$hef \text{ [cm]} = 15$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 19,65$$

Armadura adotada:

PAR 17		
ARM. HORIZONTAL		
As	4 ϕ 16 c.30	ϕ 16 c.11
PAR 17		
ARM VERTICAL		
As	9 ϕ 8 c.11	ϕ 8 c.11

8.4.5.1.13 PAREDE 10,11 E 22

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):	
$g_{fg} =$	1,00
Obs:	PAR 10 11 E 22 ARM VERTICAL

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$g_c =$	1,40
$g_r =$	1,15

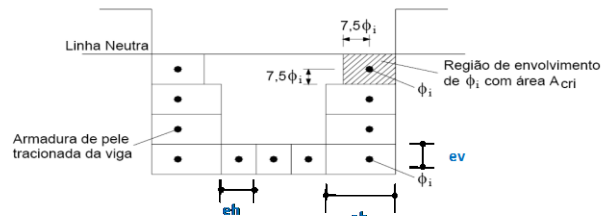
ESFORÇOS SOLICITANTES	
$N_k [t] =$	0,00
$V_k [t] =$	9,40
$M_k [t \cdot m] =$	3,90
$V_{adm} [t] =$	13,160
$N_{adm} [t] =$	0,000
$M_{adm} =$	5,460
$M_{max} =$	3,900
Camadas para tração:	1
	1 camada
	2 camada
	3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
$b_{comp.} [cm] =$	100,0
$h [cm] =$	35,0
$d' [cm] =$	5,8
$d [cm] =$	29,2
$c [cm] =$	5,0
$f [mm] =$	16,0
$A_{s,adm} [cm^2] =$	5,3
$A_s [cm^2] =$	6,3
OK	4ø16 c.31
Calculada:	camadas [cm] = 1,0
As original	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] =$	225
$e_h [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	120,0
$e_v [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	175,0
$\phi [mm] =$	16,0
$7.5\phi =$	120,0
$\eta_i =$	2,25
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9
$A_{cr} [mm^2] =$	21000,0
$\sigma_{cr} =$	0,0096
$w_k [mm] =$	0,15
taxa por face [%] =	0,18%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20mm$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha \cdot 2 =$	0,88
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45
$V_{ed2} =$	148,7
$V_{cd} =$	25,37
$V_c =$	25,37
$V_{sw} =$	0,0
$V_{ed3} =$	25,4
$A_{sw} [cm^2/m] =$	0,00
$A_{sw,adm} [cm^2/m] =$	11,59
$A_{sw} \text{ adotada } [cm^2/m] =$	11,59
$\phi [mm] =$	10,0
$Esp. [cm] =$	13
OK	Calculada: ø10 c.13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{ed1} [t] =$	17,6
$V_{ed} [t/cm^2] =$	0,0036
$k =$	1,3
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000
$\rho_1 =$	0,002
Não precisa calcular armadura transversal!!	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1,40
$g_{fg} =$	1,00

Obs: PAR 10 11 E 22
ARM HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:

$g_{fg} =$	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c =$	1,40
$g_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t]	0,00
V_k [t]	9,40
M_k [t.m]	3,20
V_{adm} [t]	13,160
N_{adm} [t]	0,000
M_{adm}	4,480
$M_{max} =$	3,200

Camadas para tração:

- 1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} [MPa]	30	E_c [MPa]	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} [MPa]	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm)	100,0
h (cm)	35,0
d' (cm)	5,8
d (cm)	29,2
c (cm)	5,0
f (mm)	16,0
A_{smin} (cm ²)	5,3
A_s (cm ²)	5,1

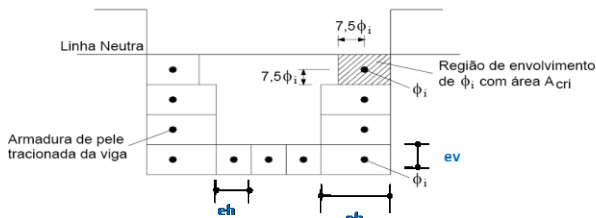
As original

Calculada:

SAR MINIMA 3ø16 c.38 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} [MPa]	226
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	175,0
ϕ (mm)	16,0
7.5ϕ	120,0
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	21000,0
σ_{c1}	0,0096
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88
f_{ctd} [MPa]	1,45
V_{ad2}	148,7
V_{c0}	25,37
V_c	25,37
V_{sw}	0,0
V_{ad3}	25,4
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
A_{swmin} [cm ² /m]	11,59
$A_{sw} \text{ adotada}$ [cm ² /m]	11,59
ϕ (mm)	10,0
Esp. (cm)	13

Calculada:
ø10 c.13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{ad1} [t]	17,4
$V_{ad1} / (t + \sqrt{cm^2})$	0,0036
k	1,3
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,002

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!