MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO – R00

AUDITÓRIO E RÁDIO MARINHA – CAPITANIA DOS PORTOS – MARINHA/SC

SETEMBRO/2026

G ENGENHARIA
Av. Oswaldo Aranha, 1448 - ap- 2 - Vila Zélia, Lorena - SP

MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO

CAPITANIAL DOS PORTOS - SC

RUA 14 DE JULHO –
ESTREITO –
FLORIANÓPOLIS/SC

CONTRATANTE

CAPITANIA DOS PORTOS DE SANTA CATARINA – MARINHA - SC
Rua 14 de Julho, nº 440, Estreito, Florianópolis/SC
CEP 88.075-010

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Diego Dias Gusmão
Engenheiro Civil
CREA-SP – 5068965610

CONTRATADA

DG Engenharia
E-mail – diegogusmao@dgprojetoseng.com.br
Site – www.dgprojetoseng.com.br/
Contato – (12) 99144-3519

Lista de Revisões

Revisão	Data	Descrição	Elaborado por	Verificado por	Responsável
00	30/09/2026	Emissão Inicial	Diego G.	Diego G.	Diego G.

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

Sumário

1. APRESENTAÇÃO: 8
2. NORMAS UTILIZADAS: 9
3. DADOS GERAIS DA OBRA: 10
4. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS 11
   4.1. CONCRETO ESTRUTURAL FCK 35 Mpa 11
   4.2. AÇO 12
   4.3. CIMENTO PORTLAND 13
   4.4. AGREGADOS (AREIA E BRITA) 14
   4.5. COMPENSADO PLASTIFICADO 15
   4.6. SARRAFO DE MADEIRA 16
   4.7. ESCORA METÁLICA REGULÁVEL OU EQUIVALENTE 17
   4.8. ESPAÇADORES PLÁSTICOS 18
   4.9. CONCRETO MAGRO 19
   4.10. IMPERMEABILIZANTE CRISTALIZANTE 20
5. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 21
   5.1. LOCAÇÃO E PREPARAÇÃO DA ÁREA 21
   5.2. EXECUÇÃO DO CONCRETO MAGRO 21
   5.3. MONTAGEM DAS FORMAS 22
   5.4. MONTAGEM DAS ARMADURAS 22
   5.5. COBRIMENTO DAS ARMADURAS 23
   5.6. PROCEDIMENTOS DE CONCRETAGEM 23
   5.7. CURA DO CONCRETO 24
   5.8. RETIRADA DAS FORMAS E ESCORAMENTOS 24
6. CÁLCULO ESTRUTURAL: 26
   6.1. LAJE DE COBERTURA 26
   6.2. VIGAS 26
   6.3. PILARES 47
7. FUNDAÇÃO 48
   7.1. CAPACIDADE DE CARGA DA FUNDAÇÃO 48
      7.1.1. Cargas 48
      7.1.2. Materiais e durabilidade 48

7.1.3. Investigação geotécnica 49
7.2. ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÃO 52
7.3. CAPACIDADE DE CARGAS 52
7.3.1. Método de Aoki-Velloso (1975) 52
7.3.2. Método de Décourt-Quaresma (1978, 1996) 53
7.3.3. Critérios de carga admissível 53
7.3.4. Resultados – Carga admissível x profundidade 54
7.3.5. Detalhamento na profundidade adotada (L = 16,0 m) 56
7.4. VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESTACAS 56
7.5. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE COROAMENTO 57
7.5.1. Vigas de travamento (baldrames) 59
7.6. ALTERNATIVA – ESTACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO 59
7.6.1. QUADRO-RESUMO DA SOLUÇÃO ADOTADA 60
7.7. PREMISSAS E LIMITAÇÕES 61
7.8. VIGAS BALDRAMES 61
7.8.1. Concepção 61
7.8.2. Viga baldrame 20/40 (VB-1) – nível inferior 62
7.8.3. Viga baldrame 20/20 (VB-2) – nível superior 63
7.8.4. Materiais e Execução 64
7.8.5. Quantitativos Estimados 65
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 67

SÍMBOLOS PRINCIPAIS

Símbolo	Descrição	Unidade
fck	Resistência característica à compressão do concreto	MPa
fyk	Resistência característica de escoamento do aço	MPa
Eci	Módulo de elasticidade inicial do concreto	GPa
Ecs	Módulo de elasticidade secante do concreto	GPa
a/c	Fator água/cimento	-
Mk	Momento fletor característico	kgf.cm ou Tf.cm
Md	Momento fletor de cálculo	kgf.cm ou Tf.cm
As	Área de aço da armadura calculada	cm^2/m
As,min	Área de aço mínima	cm^2/m
bw	Largura da seção transversal	cm
d	Altura útil da seção	cm
X	Posição da linha neutra	cm
K3	Coeficiente de dimensionamento à flexão (método K)	-
K6	Coeficiente de dimensionamento à flexão (método K)	-
lx	Maior vão da laje	m
ly	Menor vão da laje	m
p	Carga distribuída na laje	kgf/m^2
q	Carga distribuída na viga	kgf/m
P	Pressão ou carga concentrada	kgf/m^2 ou T
Pt	Carga total	T

SÍMBOLOS PARA FUNDAÇÕES

Símbolo	Descrição	Unidade
Nspt	Índice de resistência à penetração (SPT)	golpes
σa	Tensão admissível do solo	kgf/cm² ou t/m²
qm	Tensão média aplicada ao solo	t/m²
T1	Tensão no solo original	kgf/cm²
T2	Tensão no solo modificada	kgf/cm²

SÍMBOLOS COMPLEMENTARES

Símbolo	Descrição	Unidade
γc	Peso específico do concreto armado	kN/m³
γs	Peso específico do solo	kN/m³
γa	Peso específico da água	kN/m³
Σ	Somatório	-
Ø	Diâmetro da barra de aço	mm
c/	Espaçamento entre barras (centro a centro)	cm
m²	Metro quadrado	-
cm²	Centímetro quadrado	-
Tf.cm	Tonelada-força por centímetro	-
kgf/cm	Quilograma-força por centímetro	-
kgf/m	Quilograma-força por metro	-
t/m²	Tonelada por metro quadrado	-
kN/m³	Quilonewton por metro cúbico	-
≥	Maior ou igual a	-
≤	Menor ou igual a	-
<	Menor que	-
>	Maior que	-
%	Porcentagem	-

1. APRESENTAÇÃO:

O presente Memorial de Cálculo, referente ao Projeto Básico dos elementos em Concreto Armado do prédio do auditório e rádio marinha no Bairro Estreito, localizado no município de Florianópolis – SC, desenvolvido para a Capitania dos Portos – Marinha/SC.



Figura 1 - Localização do Empreendimento

A edificação em questão destina-se a abrigar auditório, sanitários e espaço para rádio, sendo concebida para funcionamento em pavimento térreo, com previsão de ampliação futura mediante a execução de um pavimento superior. Dessa forma, os carregamentos considerados neste memorial já contemplam o acréscimo de ações decorrente da referida ampliação, de modo a garantir a compatibilidade da estrutura do pavimento térreo com as solicitações futuras.

O memorial foi desenvolvido de forma objetiva, apresentando os principais parâmetros de cálculo e decisões técnicas adotadas no desenvolvimento do projeto Estrutural de concreto armado.

2. NORMAS UTILIZADAS:

Os critérios de engenharia adotados para o desenvolvimento do presente estudo hidrológico e hidráulico foram estabelecidos em conformidade com as seguintes normas técnicas e documentos de referência:

- **ABNT NBR 6118:2023** – Projeto de Estruturas de Concreto
- **ABNT NBR 6120:2019** – Ações para o cálculo de estruturas de edificações
- **ABNT NBR 8681:2003** – Ações e segurança nas estruturas (combinações de ações)
- **ABNT NBR 7480:2022** – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado
- **ABNT NBR 7211:2022** – Agregados para concreto – Especificação
- **ABNT NBR 16697:2018** – Cimento Portland – Requisitos
- **ABNT NBR 14931:2023** – Execução de estruturas de concreto
- **ABNT NBR 12655:2022** – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação
- **ABNT NBR 6122:2019** – Projeto e execução de fundações
- **ABNT NBR 8036:1983** – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios
- **ABNT NBR 6484:2020** – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio
- **ABNT NBR 14859-1:2016** – Lajes pré-fabricadas de concreto – Parte 1: Lajes unidirecionais (sobre a laje treliçada)

3. DADOS GERAIS DA OBRA:

- NBR 6118/2023 – Projeto de estruturas de concreto –procedimento.
- Classe de agressividade ambiental: III
- Concreto utilizado para cálculo: fck ≥ 30Mpa (C30);
- Eci= 35Gpa;
- Ecs= 32Gpa
- A/C ≤ 0,45
- Cobrimento das armações: 30 mm no geral
- Aço: CA 50;
- NBR 6120/2019 – Cargas para cálculo de estrutura de edificações.
- Concreto armado = 25kN/m³;
- NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações.

(NOTA: O concreto especificado para a obra possui **resistência característica à compressão (fck) de 35 MPa (Classe C35)**. Entretanto, considerando experiências anteriores em obras semelhantes, nas quais os resultados dos ensaios de controle tecnológico frequentemente apresentaram valores próximos ao limite inferior da resistência especificada, adotou-se, para fins de dimensionamento estrutural, um **fck de 30 MPa**. Essa premissa foi utilizada como **critério conservador de projeto**, proporcionando uma margem adicional de segurança e garantindo que a estrutura mantenha desempenho satisfatório mesmo diante de eventuais variações inerentes ao processo executivo e ao fornecimento do concreto.)

4. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

4.1. CONCRETO ESTRUTURAL FCK 35 Mpa



Especificação Técnica

- Tipo: Concreto estrutural usinado, moldado in loco;
- Resistência característica à compressão (fck): 35 MPa;
- Aplicação: Lajes, paredes, vigas, pilares, reservatório de detenção e demais elementos estruturais em contato com águas pluviais;
- Classe de agressividade ambiental: Classe III, conforme ABNT NBR 6118;
- Fator água/cimento máximo: 0,45;
- Consistência (Slump): 100 ± 20 mm;
- Agregado graúdo: Brita granítica ou basáltica;
- Agregado miúdo: Areia média lavada;
- Controle tecnológico: Moldagem de corpos de prova e ensaios de resistência conforme ABNT NBR 12655;
- Adensamento: Mecânico, através de vibradores de imersão;
- Cura: Úmida ou química, conforme especificado neste memorial;
- Normas aplicáveis: ABNT NBR 6118, NBR 12655, NBR 14931 e NBR 7212.

4.2. AÇO



Especificação Técnica

- Tipo: Aço nervurado para armaduras passivas de concreto armado;
- Categorias: CA-50 e CA-60;
- Resistência característica de escoamento (fyk): 500 MPa e 600 MPa;
- Aplicação: Armaduras das lajes, paredes, vigas, pilares e demais elementos estruturais;
- Bitolas previstas em projeto: Ø 5,0 mm; Ø 6,3 mm; 8,0 mm Ø 10,0 mm; Ø 12,5 mm; 16,0 mm.
- Superfície: Nervurada para melhoria da aderência ao concreto;
- Corte e dobra: Executados conforme detalhamento estrutural;
- Emendas: Conforme projeto estrutural e prescrições da ABNT NBR 6118;
- Norma aplicável: ABNT NBR 7480.

Requisitos de Execução

Todas as armaduras deverão ser armazenadas em local seco, protegidas contra contaminações e corrosão excessiva, devendo ser posicionadas com auxílio de espaçadores para garantir os cobrimentos especificados em projeto.

4.3. CIMENTO PORTLAND



Especificação Técnica

- Tipo: Cimento Portland de alta durabilidade;
- Classe recomendada: CP III-40 RS;
- Aplicação: Produção do concreto estrutural e argamassas estruturais;
- Características:

- Elevada resistência mecânica;
- Baixa permeabilidade;
- Boa resistência a meios úmidos.

Normas Aplicáveis

- ABNT NBR 16697;
- ABNT NBR 6118;
- ABNT NBR 12655.

4.4. AGREGADOS (AREIA E BRITA)



Especificação Técnica

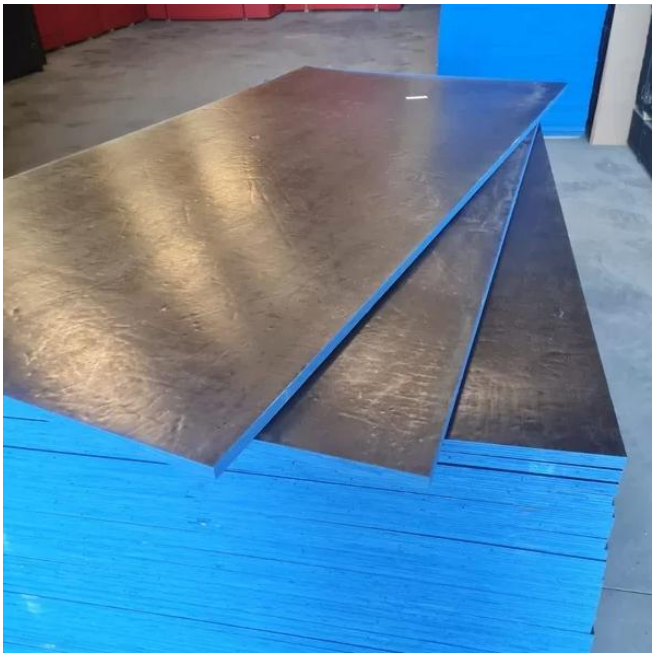
- Tipo: Agregados para produção de concreto estrutural;
- Agregado miúdo: Areia média lavada;
- Agregado graúdo: Brita 1 e Brita 2 de origem granítica ou basáltica;
- Aplicação: Produção de concreto estrutural para lajes, paredes, vigas, pilares e reservatório;
- Características:

- Isentos de materiais orgânicos;
- Isentos de argila, torrões e impurezas;
- Granulometria compatível com o traço executivo;
  - Função:
- Conferir resistência mecânica ao concreto;
- Garantir trabalhabilidade adequada;
- Reduzir retrações excessivas;
- Melhorar a durabilidade da estrutura.

Normas Aplicáveis

- ABNT NBR 7211 – Agregados para Concreto;
- ABNT NBR 12655 – Preparo, Controle e Recebimento do Concreto.

4.5. COMPENSADO PLASTIFICADO



Especificação Técnica

- Tipo: Compensado plastificado para formas de concreto;
- Espessura: 2,5 mm ou equivalente;
- Aplicação:

- Lajes;
- Vigas;
- Pilares;

- Características:

- Superfície impermeabilizada;
- Elevada resistência mecânica;
- Baixa absorção de água;
- Facilidade de desforma;

Função

Constituir a superfície em contato direto com o concreto fresco, garantindo a geometria da estrutura e proporcionando acabamento uniforme às superfícies concretadas.

Normas Aplicáveis

- ABNT NBR 14931;

- ABNT NBR 15696.

4.6. SARRAFO DE MADEIRA



Especificação Técnica

- Tipo: Sarrafos de madeira serrada para formas e escoramentos;
- Material: Pinus, eucalipto ou madeira equivalente da região;
- Seções utilizadas:

- 2,5 x 4,5 cm (não aparelhado);

- Aplicação:

- Travamento de formas;
- Apoio de painéis de compensado;
- Estruturação auxiliar do sistema de formas;
- Complementação do escoramento;

- Características:

- Fácil manuseio;
- Boa resistência mecânica;
- Facilidade de corte e adaptação em campo.

Função

Os sarrafos são utilizados como elementos auxiliares de montagem, alinhamento e travamento das formas, contribuindo para a estabilidade do sistema durante a concretagem e garantindo a manutenção da geometria

prevista em projeto.

Requisitos de Execução

As peças deverão estar isentas de defeitos que comprometam sua resistência estrutural, tais como rachaduras excessivas, empenamentos pronunciados ou deterioração por agentes biológicos.

4.7. ESCORA METÁLICA REGULÁVEL OU EQUIVALENTE



Especificação Técnica

- Tipo: Escora metálica regulável;
- Material: Aço galvanizado;
- Sistema: Telescópico com ajuste de altura;
- Aplicação:

- Estabilização das formas verticais;
- Controle de prumo das paredes do reservatório;
- Apoio provisório durante concretagem e cura.

Função

Garantir a estabilidade das formas durante o lançamento do concreto, absorvendo esforços horizontais e impedindo deslocamentos que possam

comprometer a geometria da estrutura.

Características

- Regulagem milimétrica;
- Elevada capacidade de carga;
- Reutilização em múltiplos ciclos executivos;
- Resistência à corrosão.

Requisitos de Execução

As escoras deverão ser posicionadas conforme indicado em projeto, mantendo as formas perfeitamente alinhadas, aprumadas e estáveis durante toda a execução da concretagem.

4.8. ESPAÇADORES PLÁSTICOS



Especificação Técnica

- Tipo: Espaçador plástico para armaduras;
- Aplicação:

- Garantia do cobrimento nominal das armaduras;

- Material:

- Polímero de alta resistência;

- Cobrimentos previstos:

- 50 mm para estruturas em contato com águas pluviais;

- Características:

- Não absorvem água;

- Não sofrem corrosão;

- Mantêm a estabilidade das armaduras durante a concretagem.

Função

Garantir o correto posicionamento das armaduras e a proteção contra corrosão, conforme exigências da ABNT NBR 6118.

4.9. CONCRETO MAGRO



Especificação Técnica

- Tipo: Concreto não estrutural para regularização;
- Resistência característica:

- fck mínimo de 10 MPa;

- Aplicação:

- Lastro sob lajes de fundo;

- Regularização de superfícies;

- Apoio de formas e escoramentos;

Função

Proporcionar superfície regular, limpa e estável para montagem das armaduras e execução das estruturas de concreto armado.

4.10. IMPERMEABILIZANTE CRISTALIZANTE



Especificação Técnica

- Tipo: Impermeabilizante por cristalização capilar;
- Aplicação:

- Estruturas em contato permanente com águas pluviais;
- Paredes internas do reservatório;
- Fundo do reservatório;

- Função:

- Redução da permeabilidade;
- Selagem de microfissuras;
- Aumento da estanqueidade da estrutura;

- Características:

- Atua no interior dos poros do concreto;
- Compatível com estruturas enterradas;
- Elevada durabilidade.

5. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

5.1. LOCAÇÃO E PREPARAÇÃO DA ÁREA

Antes do início dos serviços, deverá ser realizada a escavação de 1,50 m abaixo da cota -0,03 m da prevista na arquitetura na área prevista de rebaixamento de acordo planta de arquitetura e para locação dos elementos estruturais, e em seguida efetuar a locação dos pilares de acordo com a planta de locação dos pilares.

Deverão ser conferidas todas as cotas, níveis, alinhamentos e interferências existentes, garantindo compatibilidade entre os projetos executivos e as condições reais de campo.

As superfícies destinadas à execução das estruturas deverão ser previamente limpas, regularizadas e preparadas para recebimento das formas, armaduras e concretagem.

Toda a locação deverá ser executada por profissional habilitado, utilizando equipamentos topográficos adequados, assegurando precisão geométrica e conformidade com o projeto estrutural.

5.2. EXECUÇÃO DO CONCRETO MAGRO

Antes da execução das estruturas de concreto armado, deverá ser executada camada de concreto magro com espessura de 5 cm, conforme indicado em projeto.

O concreto magro terá função de regularização da superfície de apoio, proteção das armaduras contra contaminação pelo solo e melhoria das condições de montagem das fôrmas e armações.

A superfície deverá apresentar nivelamento adequado e estar limpa, isenta de materiais soltos, lama, óleo ou quaisquer elementos que possam

comprometer a qualidade da estrutura subsequente.

5.3. MONTAGEM DAS FORMAS

As formas deverão ser executadas utilizando compensado plastificado de 15 mm ou equivalente, sarrafos de madeira e escoras.

Durante a montagem deverão ser verificados:

- alinhamento;
- prumo;
- nivelamento;
- estanqueidade;
- rigidez estrutural do conjunto.

As superfícies em contato com o concreto deverão receber desmoldante apropriado antes da concretagem.

Todos os sistemas de travamento deverão ser conferidos previamente ao lançamento do concreto, evitando deslocamentos, deformações ou perda de nata de cimento durante a execução.

5.4. MONTAGEM DAS ARMADURAS

As armaduras deverão ser executadas conforme detalhamento apresentado nos projetos estruturais, observando rigorosamente as bitolas, espaçamentos, comprimentos de ancoragem, transpasse e posicionamento dos elementos resistentes.

Antes da montagem, todas as barras deverão ser inspecionadas quanto à integridade física, limpeza e conformidade com as especificações do projeto. Não será permitida a utilização de armaduras com corrosão excessiva, deformações permanentes ou defeitos que comprometam seu desempenho estrutural.

A montagem deverá garantir perfeito posicionamento das armaduras durante a concretagem, utilizando espaçadores plásticos, suportes e amarrações adequadas, evitando deslocamentos que possam comprometer os cobrimentos previstos.

As emendas por transpasse deverão respeitar os comprimentos mínimos definidos pela ABNT NBR 6118 e pelo projeto estrutural. Todas as interferências entre armaduras, formas e elementos embutidos deverão ser verificadas antes da concretagem.

5.5. COBRIMENTO DAS ARMADURAS

Com o objetivo de garantir a durabilidade da estrutura e a adequada proteção das armaduras contra processos corrosivos, deverão ser observados os cobrimentos nominais indicados no projeto estrutural.

Para os elementos destinados à contenção de águas pluviais e estruturas em contato permanente com umidade, será adotado cobrimento nominal mínimo de 30 mm, conforme critérios estabelecidos pela ABNT NBR 6118.

Os cobrimentos deverão ser garantidos mediante utilização de espaçadores plásticos apropriados, distribuídos de forma uniforme ao longo dos elementos estruturais.

A fiscalização poderá exigir a verificação dos cobrimentos antes da concretagem, não sendo permitida a execução de concretagem em elementos que apresentem armaduras fora das posições previstas em projeto.

5.6. PROCEDIMENTOS DE CONCRETAGEM

Antes do início da concretagem deverão ser realizadas inspeções completas das formas, armaduras, escoramentos, embutidos e demais elementos incorporados à estrutura.

O concreto deverá apresentar resistência característica mínima de 35 MPa para os elementos estruturais, atendendo aos requisitos estabelecidos em projeto e nas normas técnicas aplicáveis.

O lançamento deverá ocorrer de forma contínua e controlada, evitando segregação dos materiais e deslocamento das armaduras. A altura de queda livre do concreto deverá ser limitada de forma a preservar a homogeneidade da mistura.

Durante a concretagem deverá ser realizado adensamento mecânico por

meio de vibradores de imersão adequados, garantindo o completo preenchimento das formas e o correto envolvimento das armaduras.

Especial atenção deverá ser dada às regiões de maior concentração de armaduras, encontros entre os elementos estruturais, cantos e juntas de concretagem.

Ao término dos serviços, as superfícies deverão receber acabamento compatível com a finalidade da estrutura e com os requisitos de estanqueidade previstos.

5.7. CURA DO CONCRETO

Imediatamente após a concretagem deverão ser iniciados os procedimentos de cura destinados a evitar a perda prematura de água e assegurar o adequado desenvolvimento das propriedades mecânicas do concreto.

A cura poderá ser realizada por meio de:

- manutenção das superfícies permanentemente úmidas;
- utilização de mantas úmidas;
- aspersão periódica de água;
- aplicação de agentes químicos de cura.

O período mínimo de cura deverá ser de 7 dias para concretos executados com cimento Portland comum, podendo ser ampliado em função das condições climáticas, tipo de cimento empregado ou recomendações da fiscalização.

Durante o período de cura deverão ser evitados choques mecânicos, vibrações excessivas e carregamentos prematuros que possam comprometer o desempenho da estrutura.

5.8. RETIRADA DAS FORMAS E ESCORAMENTOS

A retirada das formas e escoramentos somente poderá ocorrer após o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas atuantes, sem risco de deformações excessivas ou danos estruturais.

As formas laterais poderão ser removidas após verificação das condições de resistência do concreto e desde que não haja risco de danificação das arestas e superfícies executadas.

Os escoramentos das lajes, vigas e demais elementos horizontais deverão permanecer instalados pelo período necessário para o desenvolvimento da resistência prevista em projeto, observando as recomendações da ABNT NBR 14931.

A retirada deverá ocorrer de forma gradual e controlada, evitando impactos, vibrações ou sobrecargas localizadas na estrutura recém-executada.

6. CÁLCULO ESTRUTURAL:

6.1. LAJE DE COBERTURA

- Tipo: laje treliçada LT16 (12+4), altura total de 16 cm;
- Sobrecarga de utilização considerada: 500 kgf/m² (5,0 kN/m²);
- A sobrecarga adotada já contempla o acréscimo de carga decorrente da previsão de ampliação futura (execução do pavimento superior);
- Verificação da capacidade de carga: realizada por consulta à tabela de cargas admissíveis do fabricante, em função do vão livre entre apoios e da altura adotada;
- Por se tratar de sistema pré-fabricado com capacidade tabelada pelo fabricante, dispensa-se memorial de cálculo específico para esse elemento.

6.2. VIGAS

Cargas Atuantes nas Vigas:

a) Vigas com influência direta da laje

- **Peso próprio da laje:** contribuição do peso próprio da laje treliçada sobre a viga, multiplicada pelo comprimento de influência
- **Revestimento (contrapiso + piso acabado):** 57 kgf/m² (contrapiso) + 36 kgf/m² (piso cerâmico) = 93 kgf/m², arredondado para **100 kgf/m²** a favor da segurança, multiplicado pelo comprimento de influência
- **Peso próprio da viga:** seção (base x altura) × peso específico do concreto armado (2.500 kgf/m³), resultando em kgf/m
- **Sobrecarga de utilização:** 500 kgf/m, multiplicada pelo comprimento de influência, já incluindo o acréscimo previsto para o pavimento superior

b) Vigas sem influência direta da laje

- Não são consideradas as cargas de piso e contrapiso
- **Peso próprio da viga:** seção (base x altura) × peso específico do concreto armado (2.500 kgf/m³), resultando em kgf/m
- **Sobrecarga de utilização:** 100 kgf/m

Esforços Solicitantes (Momento Fletor)

- O momento fletor máximo de cada viga foi calculado pela expressão simplificada M = q·l²/8, aplicável a vigas biapoiadas com carregamento uniformemente distribuído
- Onde: **q** = carga linear total atuante na viga (kgf/m), obtida conforme itens (a) ou (b) acima, e **l** = vão livre (ou vão teórico) da viga
- Para obtenção dos esforços de cálculo (ELU), a carga foi majorada pelo coeficiente de ponderação das ações recomendado pela NBR 8681 (γf = 1,4 para combinações normais)

Roteiro de cálculo dos esforços:

VP-1-1 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,9	380 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,9	190 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1320	kg/m		
Comprimento da Viga	4,6	m		
Momento Fletor	3491,4	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcul	349140	kgf/cm		
X	3,55	cm		
X/D < 45%	8%		passou	
As	2,971404	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	2,97140	cm²		
As Projeto	3,75	cm²		
Porcentagem de Folga	26,2%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
3,0 Ø12.5				

VP-1-2 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,9	380	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,9	190	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1320	kg/m			
Comprimento da Viga	4,6	m			
Momento Fletor	3491,4	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálculo	349140	kgf/cm			
X	3,55	cm			
X/D < 45%	8%		passou		
As	2,971404	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	2,97140	cm²			
As Projeto	3,75	cm²			
Porcentagem de Folga	26,2%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
3,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-1-3 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,9	380 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,9	190 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1320	kg/m		
Comprimento da Viga	3,45	m		
Momento Fletor	1963,913	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálculo	196391,3	kgf/cm		
X	1,99	cm		
X/D < 45%	4%		passou	
As	1,671415	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	1,67141	cm²		
As Projeto	3,75	cm²		
Porcentagem de Folga	124,4%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
3,0 Ø12.5				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-2-1 20x40				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	40	cm		
d	37	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Peso Próprio Viga	200	kg/m		
Piso acabado	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	100	kg/m		
Total	300	kg/m		
Comprimento da Viga	3,65	m		
Momento Fletor	499,5938	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcul	49959,38	kgf/cm		
X	0,64	cm		
X/D < 45%	2%		passou	
As	0,540101	cm²		
As min	1,11	cm²		
As Necesária	1,11000	cm²		
As Projeto	1,4	cm²		
Porcentagem de Folga	26,1%			
Situação	Passou			
Ø10	0,7			
Barras				
2,0	Ø10			

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-2-2 20x40				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	40	cm		
d	37	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Peso Próprio Viga	200	kg/m		
Piso acabado	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	100	kg/m		
Total	200	kg/m		
Comprimento da Viga	1,9	m		
Momento Fletor	90,25	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálculo	9025	kgf/cm		
X	0,12	cm		
X/D < 45%	0%		passou	
As	0,097568	cm²		
As min	1,11	cm²		
As Necesária	1,11000	cm²		
As Projeto	1,4	cm²		
Porcentagem de Folga	26,1%			
Situação	Passou			
Ø10	0,7			
Barras				
2,0 Ø10				

VP-2-3 20x40				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	40	cm		
d	37	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Peso Próprio Viga	200	kg/m		
Piso acabado	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	100	kg/m		
Total	200	kg/m		
Comprimento da Viga	2,8	m		
Momento Fletor	196	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálculo	19600	kgf/cm		
X	0,25	cm		
X/D < 45%	1%		passou	
As	0,211892	cm²		
As min	1,11	cm²		
As Necesária	1,11000	cm²		
As Projeto	1,4	cm²		
Porcentagem de Folga	26,1%			
Situação	Passou			
Ø10	0,7			
Barras				
2,0 Ø10				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-2-4 20x40				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	40	cm		
d	37	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Peso Próprio Viga	200	kg/m		
Piso acabado	0	kg/m²	1,9	0 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	100	kg/m		
Total	200	kg/m		
Comprimento da Viga	2,75	m		
Momento Fletor	189,0625	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcu	18906,25	kgf/cm		
X	0,24	cm		
X/D < 45%	1%		passou	
As	0,204392	cm²		
As min	1,11	cm²		
As Necesária	1,11000	cm²		
As Projeto	1,4	cm²		
Porcentagem de Folga	26,1%			
Situação	Passou			
Ø10	0,7			
Barras				
2,0 Ø10				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-3-1 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1305	kg/m			
Comprimento da Viga	3,85	m			
Momento Fletor	2417,92	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálcul	241792	kgf/cm			
X	2,46	cm			
X/D < 45%	5%		passou		
As	2,057805	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	2,05780	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	21,5%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-3-2 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1305	kg/m			
Comprimento da Viga	1,9	m			
Momento Fletor	588,8813	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálculo	58888,13	kgf/cm			
X	0,60	cm			
X/D < 45%	1%		passou		
As	0,501176	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	1,41000	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	77,3%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-3-3 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1305	kg/m		
Comprimento da Viga	2,8	m		
Momento Fletor	1278,9	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálculo	127890	kgf/cm		
X	1,30	cm		
X/D < 45%	3%		passou	
As	1,088426	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	1,41000	cm²		
As Projeto	2,5	cm²		
Porcentagem de Folga	77,3%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
2,0 Ø12.5				

VP-3-4 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1305	kg/m			
Comprimento da Viga	2,95	m			
Momento Fletor	1419,595	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálcu	141959,5	kgf/cm			
X	1,44	cm			
X/D < 45%	3%		passou		
As	1,208166	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	1,41000	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	77,3%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-4-1 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1305	kg/m		
Comprimento da Viga	5,12	m		
Momento Fletor	4276,224	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcul	427622,4	kgf/cm		
X	4,34	cm		
X/D < 45%	9%		passou	
As	3,63934	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	3,63934	cm²		
As Projeto	3,75	cm²		
Porcentagem de Folga	3,0%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
3,0	Ø12.5			

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-4-2 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	60	cm			
d	57	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370	kg/m
Peso Próprio Viga	300	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1355	kg/m			
Comprimento da Viga	3,2	m			
Momento Fletor	1734,4	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálculo	173440	kgf/cm			
X	1,45	cm			
X/D < 45%	3%		passou		
As	1,217123	cm²			
As min	1,71	cm²			
As Necesária	1,71000	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	46,2%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-4-3 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,85	370 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,85	185 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1305	kg/m		
Comprimento da Viga	3,15	m		
Momento Fletor	1618,608	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálculo	161860,8	kgf/cm		
X	1,64	cm		
X/D < 45%	3%		passou	
As	1,377539	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	1,41000	cm²		
As Projeto	2,5	cm²		
Porcentagem de Folga	77,3%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
2,0 Ø12.5				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-5-1 25x80					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	80	cm			
d	77	cm			
b	25	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	3,2	640	kg/m
Peso Próprio Viga	500	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	3,2	320	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1960	kg/m			
Comprimento da Viga	10	m			
Momento Fletor	24500	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálcul	2450000	kgf/cm			
X	12,15	cm			
X/D < 45%	16%		passou		
As	12,72727	cm²			
As min	2,89	cm²		2450	tf.cm
As Necesária	12,72727	cm²			
As Projeto	14,07	cm²			
Porcentagem de Folga	10,6%				
Situação	Passou				
Ø16	2,01				
Barras					
7,0 Ø16					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-6-1 25x80				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	80	cm		
d	77	cm		
b	25	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	3,2	640 kg/m
Peso Próprio Viga	500	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	3,2	320 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1960	kg/m		
Comprimento da Viga	10	m		
Momento Fletor	24500	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcul	2450000	kgf/cm		
X	12,15	cm		
X/D < 45%	16%		passou	
As	12,72727	cm²		
As min	2,89	cm²		2450 tf.cm
As Necesária	12,72727	cm²		
As Projeto	14,07	cm²		
Porcentagem de Folga	10,6%			
Situação	Passou			
Ø16	2,01			
Barras				
7,0 Ø16				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-7-1 25x80					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	80	cm			
d	77	cm			
b	25	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	3,2	640	kg/m
Peso Próprio Viga	500	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	3,2	320	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1960	kg/m			
Comprimento da Viga	10	m			
Momento Fletor	24500	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálcul	2450000	kgf/cm			
X	12,15	cm			
X/D < 45%	16%		passou		
As	12,72727	cm²			
As min	2,89	cm²		2450	tf.cm
As Necesária	12,72727	cm²			
As Projeto	14,07	cm²			
Porcentagem de Folga	10,6%				
Situação	Passou				
Ø16	2,01				
Barras					
7,0 Ø16					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-8-1 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,5	300 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,5	150 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1200	kg/m		
Comprimento da Viga	3,25	m		
Momento Fletor	1584,375	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcul	158437,5	kgf/cm		
X	1,61	cm		
X/D < 45%	3%		passou	
As	1,348404	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	1,41000	cm²		
As Projeto	2,5	cm²		
Porcentagem de Folga	77,3%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
2,0	Ø12.5			

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-8-2 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,5	300	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,5	150	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1200	kg/m			
Comprimento da Viga	3,65	m			
Momento Fletor	1998,375	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálculo	199837,5	kgf/cm			
X	2,03	cm			
X/D < 45%	4%		passou		
As	1,700745	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	1,70074	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	47,0%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0 Ø12.5					

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-8-3 20x50					
fck	30	Mpa			
cobrimento	3	cm			
h	50	cm			
d	47	cm			
b	20	cm			
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga	
Carga Permanente					
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,5	300	kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m			
Piso acabado	100	kg/m²	1,5	150	kg/m
Carga Acidental					
Sobrecarga	500	kg/m			
Total	1200	kg/m			
Comprimento da Viga	3,15	m			
Momento Fletor	1488,375	Kgf/m			
Momento Fletor de Cálculo	148837,5	kgf/cm			
X	1,51	cm			
X/D < 45%	3%		passou		
As	1,266702	cm²			
As min	1,41	cm²			
As Necesária	1,41000	cm²			
As Projeto	2,5	cm²			
Porcentagem de Folga	77,3%				
Situação	Passou				
Ø12.5	1,25				
Barras					
2,0	Ø12.5				

DIEGO DIAS GUSMAO LTDA ME Av. Osvaldo Aranha • Nº 1.448 • Sala 02 • Vila Zélia • Lorena/SP CEP: 12.606-000
diegogusmao@dgprojetoseng.com.br - www.dgprojetoseng.com.br Tel. (12) 99144-3519 • Whatsapp (12) 99144-3519

VP-8-4 20x50				
fck	30	Mpa		
cobrimento	3	cm		
h	50	cm		
d	47	cm		
b	20	cm		
V1	Peso		Comp. Contribuição da laje (m)	Contrib. da Laje na Viga
Carga Permanente				
Peso Próprio LAJE	200	kg/m²	1,5	300 kg/m
Peso Próprio Viga	250	kg/m		
Piso acabado	100	kg/m²	1,5	150 kg/m
Carga Acidental				
Sobrecarga	500	kg/m		
Total	1200	kg/m		
Comprimento da Viga	3,85	m		
Momento Fletor	2223,375	Kgf/m		
Momento Fletor de Cálcu	222337,5	kgf/cm		
X	2,26	cm		
X/D < 45%	5%		passou	
As	1,892234	cm²		
As min	1,41	cm²		
As Necesária	1,89223	cm²		
As Projeto	2,5	cm²		
Porcentagem de Folga	32,1%			
Situação	Passou			
Ø12.5	1,25			
Barras				
2,0 Ø12.5				

6.3. PILARES

Cargas Atuantes nos Pilares

- As cargas atuantes nos pilares foram determinadas a partir da área de influência de cada pilar, considerando as reações das vigas e o carregamento total da edificação (peso próprio, revestimentos e sobrecarga, incluindo o acréscimo previsto para o pavimento superior).
- O pilar mais solicitado apresentou carga axial de 18 tf (180 kN), valor adotado como referência para o dimensionamento dos pilares da edificação.

7. FUNDAÇÃO

Este tópico apresenta a escolha do tipo de fundação, o cálculo da capacidade de carga geotécnica e estrutural das estacas e o dimensionamento dos blocos de coroamento para as seguintes situações de projeto:

- **Bloco sobre 2 estacas** — carga vertical no bloco de **28,0 tf**;
- **Bloco sobre 1 estaca** — carga vertical vinda do pilar de **18,0 tf**.

O dimensionamento baseia-se no relatório de sondagens à percussão (SPT) fornecido para a obra, com os furos SP-01, SP-02 e SP-03.

7.1. CAPACIDADE DE CARGA DA FUNDAÇÃO

7.1.1. Cargas

As cargas informadas foram consideradas **características (de serviço)**, sem majoração. O peso próprio dos blocos foi somado à carga nas estacas.

Situação	Carga do pilar / bloco (tf)	Peso próprio do bloco (tf)	Carga total (tf)	Nº de estacas	Carga por estaca (tf)
Bloco 2 estacas	28,0	1,35	29,35	2	14,68
Bloco 1 estaca	18,0	0,73	18,73	1	18,73

7.1.2. Materiais e durabilidade

A obra está em área urbana marinha (Estreito, Florianópolis/SC), e o nível d'água está próximo da superfície. Por isso adotou-se **Classe de Agressividade Ambiental III (forte)**, conforme a NBR 6118.

Item	Valor adotado
Concreto das estacas hélice contínua	C30 (fck = 30 MPa); fck,máx de cálculo = 20 MPa (NBR 6122, Tab. 4); γc = 1,8
Concreto dos blocos e baldrames	C30 (fck = 30 MPa); γc = 1,4; fcd = 21,4 MPa; a/c ≤ 0,55
Aço	CA-50 (fyk = 500 MPa); γs = 1,15; fyd = 434,8 MPa
Cobrimento dos blocos	5,0 cm (elementos em contato com o solo)
Coeficiente de majoração das ações	γf = 1,4
Pilares (seção adotada)	20 × 30 cm — a confirmar com o projeto estrutural

7.1.3. Investigação geotécnica

Foram executados 3 furos de sondagem SPT (NBR 6484) em 06/04/2021 pela empresa Furo & Solo Perfurações Ltda. (Resp. Téc. Eng. Civil Juliano Gluz, CREA-SC 087575-3), somando 58,91 m perfurados. O quadro abaixo resume o perfil geotécnico:

Camada	SP-01 (m)	SP-02 (m)	SP-03 (m)	N_{SPT}
Camada vegetal	0,00–0,05	0,00–0,05	0,00–0,05	—
Aterro — silte arenoso avermelhado	0,05–0,97	0,05–1,30	0,05–0,93	6 a 11
Areia média e grossa com pedregulhos, fofa a medianamente compacta, cinza	0,97–10,68	1,30–11,52	0,93–10,54	1 a 9
Areia média com pedregulhos, pouco compacta a compacta, cinza	10,68–19,25	11,52–20,10	10,54–19,56	15 a 40
Impenetrável à percussão (rocha ou matacão)	19,25	20,10	19,56	—
Nível d'água (24 h)	1,90	1,95	2,03	—

Valores de N_{SPT} adotados por metro (golpes nos 30 cm finais). Nos ensaios em que o amostrador penetrou mais de 30 cm com poucos golpes (ex.: 02/49, 02/58, 02/63), o valor foi reduzido proporcionalmente e arredondado para baixo (N = 1). No último ensaio de cada furo, sem registro dos 30 cm finais, adotou-se N = 40.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03
1,00	10	6	11
2,00	5	5	8
3,00	3	5	6
4,00	3	4	1
5,00	1	2	1
6,00	3	3	3
7,00	1	5	4
8,00	3	7	5
9,00	3	4	5
10,00	7	9	5
11,00	5	8	7
12,00	7	11	10
13,00	19	15	16
14,00	21	18	21
15,00	17	22	20
16,00	29	25	31
17,00	28	26	25
18,00	33	30	35
19,00	40	36	39
20,00	—	40	—

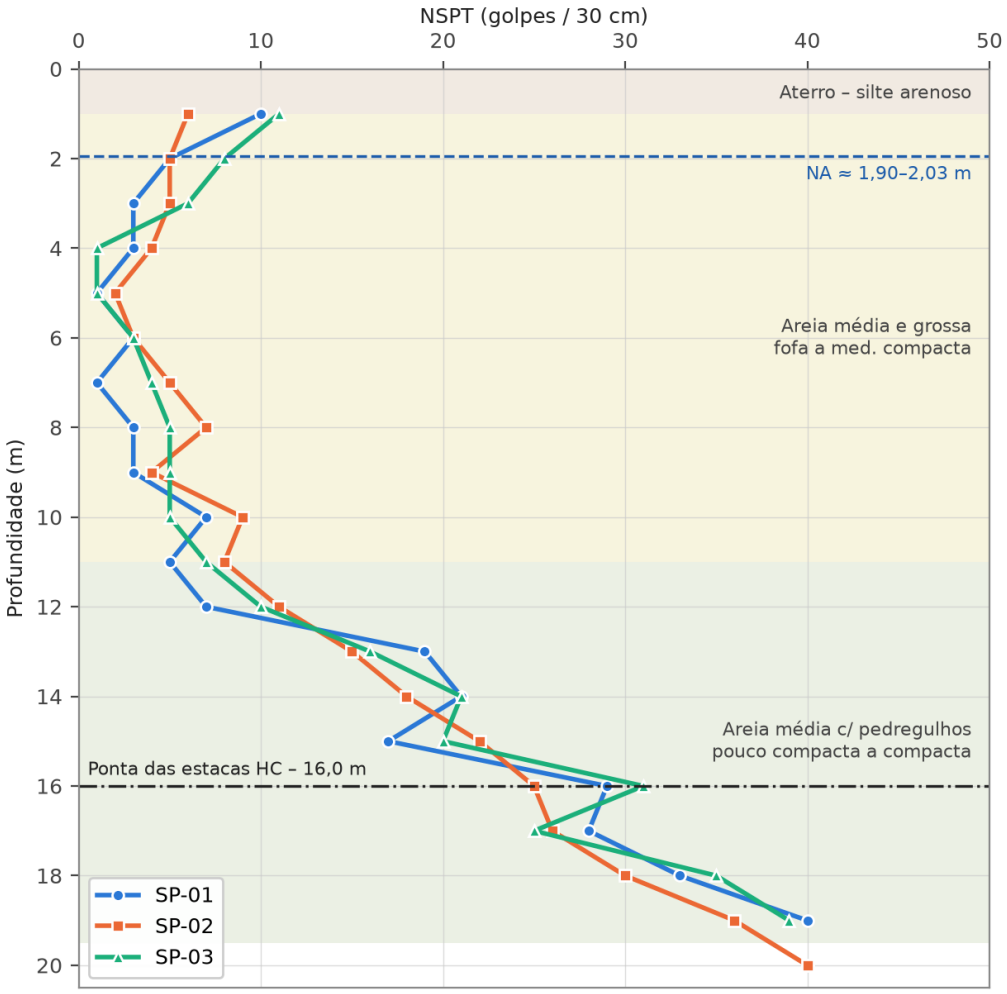


Figura 2 — Perfis de N_{SPT} × profundidade dos furos SP-01, SP-02 e SP-03.

Conclusão geotécnica: existe uma camada espessa (≈ 10 m) de areia fofa e saturada, com N_{SPT} entre 1 e 9. Abaixo dela, a partir de 11–12 m, está a camada resistente de areia compacta. O **furo SP-01 é o mais desfavorável** e governa o dimensionamento.

7.2. ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÃO

Solução	Avaliação	Parecer
Fundação direta (sapatas)	Solo de apoio com N ≤ 5 até 10 m de profundidade, saturado; recalques elevados e diferenciais	Inviável
Estaca Strauss / escavada a trado	Escavação em areia fofa abaixo do NA (≈ 2 m): desmoronamento do fuste, ruptura hidráulica e falha de concretagem	Inviável
Estaca hélice contínua monitorada	**Concretagem sob pressão durante a subida do trado, sem revestimento; independe do NA; sem vibração; execução monitorada eletronicamente**	**Recomendada**
Estaca pré-moldada de concreto cravada	Adequada a areias (a cravação compacta a areia e as estacas ficam mais curtas); gera vibração e ruído junto às edificações existentes	Alternativa
Estaca raiz / metálica	Tecnicamente viáveis, mas com custo elevado para as cargas envolvidas	Não adotada

Solução adotada: estacas tipo hélice contínua monitorada, com ponta na camada de areia compacta. A obra fica junto a edificações existentes da CPSC, o que favorece uma solução sem vibração. A execução com trado contínuo e concreto bombeado garante a integridade do fuste na areia fofa saturada.

7.3. CAPACIDADE DE CARGAS

A capacidade de carga de ruptura é a soma das parcelas de ponta (R_P) e de atrito lateral (R_L). Foram usados dois métodos semiempíricos consagrados, e adotou-se o menor valor de carga admissível. Desprezou-se o atrito lateral no primeiro metro (aterro e cota de arrasamento).

$$R_U = R_P + R_L$$

7.3.1. Método de Aoki-Velloso (1975)

$$R_P = (K \cdot N_P / F_1) \cdot A_P \qquad R_L = U \cdot \Sigma\,(\alpha \cdot K \cdot N_L / F_2) \cdot \Delta L$$

Solo	K (kPa)	α (%)
Areia	1000	1,4
Silte arenoso	550	2,2

Tipo de estaca	F_1	F_2
Hélice contínua	3,0	6,0
Pré-moldada de concreto	1 + D/0,80	$2 \cdot F_1$

7.3.2. Método de Décourt-Quaresma (1978, 1996)

$$R_P = \alpha \cdot C \cdot N_P \cdot A_P \qquad R_L = \beta \cdot 10 \cdot (N_L/3 + 1) \cdot U \cdot L \quad [kPa]$$

- N_P = média dos N_{SPT} na cota da ponta, no metro acima e no metro abaixo;
- N_L = média dos N_{SPT} ao longo do fuste, sem os valores usados em N_P, com $3 \leq N \leq 50$;
- C = 400 kPa (areias); 250 kPa (siltes arenosos);
- Hélice contínua: α = 0,30 e β = 1,00. Pré-moldada: α = 1,00 e β = 1,00.

7.3.3. Critérios de carga admissível

A carga admissível P_{adm} é o menor dos valores abaixo:

- Aoki-Velloso: $P_{adm} = R_U / 2$ (fator de segurança global, NBR 6122);
- Décourt-Quaresma: $P_{adm} = R_U / 2$ e $P_{adm} = R_P/4 + R_L/1,3$ (fatores parciais de Décourt);
- Somente para hélice contínua (estaca escavada), NBR 6122, item 8.2.1.2: a ponta não pode responder por mais de 20% da carga admissível. Assim, $P_{adm} \leq (R_L/2) / 0,80$, usando o menor R_L entre os dois métodos.

7.3.4. Resultados – Carga admissível x profundidade

Tabela — Hélice contínua Ø30 cm — carga admissível (tf)

Ponta (m)	SP-01	SP-02	SP-03
8	2,7	4,3	3,9
9	3,1	4,9	4,6
10	4,1	6,2	5,3
11	4,8	7,3	6,3
12	5,7	8,8	7,7
13	8,4	10,9	10,0
14	11,4	13,5	12,9
15	13,7	16,5	15,7
16	**17,8**	**20,0**	**20,0**
17	21,7	23,7	23,5
18	26,3	27,9	28,5
19	—	32,9	—

Tabela — Hélice contínua Ø40 cm — carga admissível (tf)

Ponta (m)	SP-01	SP-02	SP-03
8	3,6	5,8	5,2
9	4,1	6,5	6,2
10	5,4	8,2	7,1
11	6,4	9,7	8,4
12	7,7	11,8	10,3
13	11,2	14,6	13,3
14	15,1	17,9	17,2
15	18,3	22,1	20,9
16	**23,7**	**26,7**	**26,7**
17	29,0	31,6	31,4
18	35,1	37,2	37,9
19	—	43,9	—

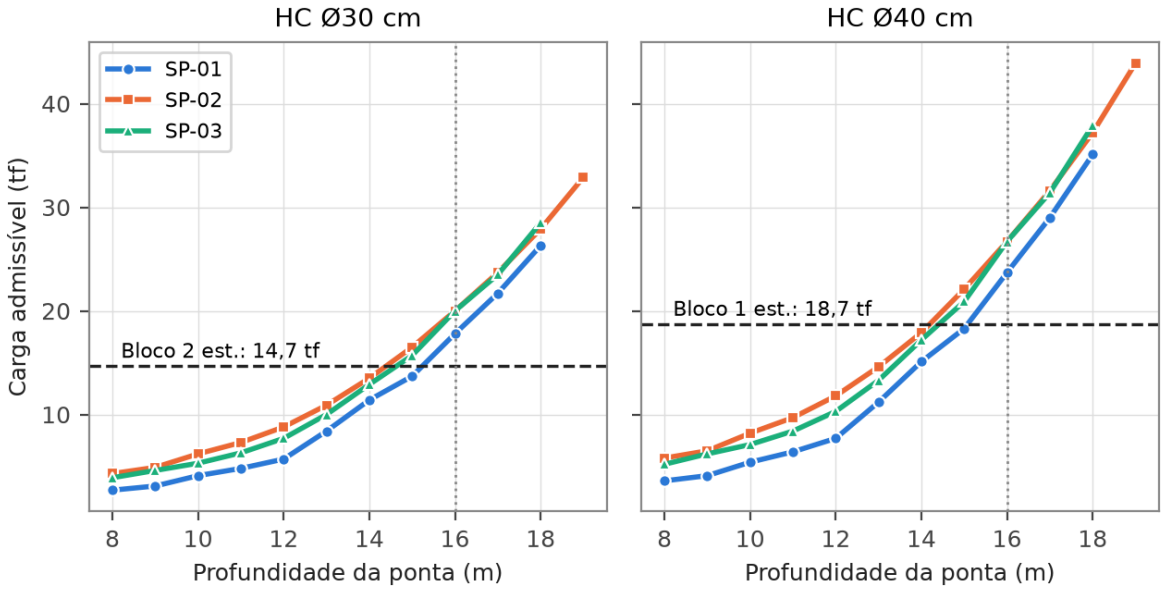


Figura 3 — Carga admissível × profundidade da ponta; as linhas tracejadas indicam a carga por estaca.

7.3.5. Detalhamento na profundidade adotada (L = 16,0 m)

Tabela — Hélice contínua Ø30 cm, L = 16 m (valores em tf)

Furo	R_P AV	R_L AV	R_P DQ	R_L DQ	$R_U/2$ AV	$R_P/4+R_L/1,3$ DQ	Limite ponta 20%	P_{adm}
SP-01	69,7	28,5	21,3	49,4	49,1	43,4	17,8	**17,8**
SP-02	60,1	32,1	21,0	55,3	46,1	47,8	20,0	**20,0**
SP-03	74,5	32,1	21,9	54,2	53,3	47,2	20,0	**20,0**

Tabela - Hélice contínua Ø40 cm, L = 16 m (valores em tf)

Furo	R_P AV	R_L AV	R_P DQ	R_L DQ	$R_U/2$ AV	$R_P/4+R_L/1,3$ DQ	Limite ponta 20%	P_{adm}
SP-01	123,9	38,0	37,9	65,9	80,9	60,2	23,7	**23,7**
SP-02	106,8	42,8	37,4	73,7	74,8	66,0	26,7	**26,7**
SP-03	132,4	42,8	39,0	72,3	87,6	65,4	26,7	**26,7**

Nas duas bitolas, o critério que governa é o limite de 20% para a ponta. A resistência de ponta desprezada é uma reserva adicional de segurança.

Situação	Carga por estaca (tf)	Estaca	P_{adm} SP-01 (tf)	Verificação
Bloco 2 estacas	14,68	HC Ø30 — L = 16 m	17,8	14,7 ≤ 17,8 — OK
Bloco 1 estaca	18,73	HC Ø40 — L = 16 m	23,7	18,7 ≤ 23,7 — OK

No bloco de 1 estaca adotou-se Ø40 cm, e não Ø30 cm com L = 17 m (21,7 tf). O diâmetro maior absorve melhor a excentricidade acidental de execução e permite usar o mesmo comprimento de 16 m em toda a obra.

7.4. VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESTACAS

Para hélice contínua, a NBR 6122 (Tabela 4) dispensa armadura de compressão, exceto a armadura de ligação com o bloco, quando a tensão média de cálculo no concreto é menor que 6,0 MPa.

$$\sigma_d = \gamma_f \cdot P \,/\, A_{est}$$

Estaca	A_{est} (cm²)	P (tf)	σ_d (MPa)	Limite (MPa)	Situação
HC Ø30	706,9	14,68	2,85	6,0	Sem armadura de compressão
HC Ø40	1256,6	18,73	2,05	6,0	Sem armadura de compressão

Armadura mínima (ligação): taxa ≥ 0,4% da seção e comprimento ≥ 4,0 m (NBR 6122, Tabela 4).

Estaca	$A_{s,mín}$ (cm²)	Armadura adotada	A_s (cm²)	Comprimento	Estribos
HC Ø30	2,83	4 Ø12,5 mm	4,91	4,50 m	Espiral Ø6,3 c/ 20 cm
HC Ø40	5,03	6 Ø12,5 mm	7,36	4,50 m	Espiral Ø6,3 c/ 20 cm

A armadura deve ser introduzida por gravidade logo após a concretagem, ancorada no bloco com comprimento mínimo de 50 cm acima da cota de arrasamento. O cobrimento no fuste deve ser de 5 cm, garantido por roletes espaçadores.

7.5. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE COROAMENTO

- **Bloco sobre 2 estacas (Método das Bielas — Blévot)**

Geometria: estacas Ø30 cm com espaçamento e = 3·D = 90 cm; bloco 150 × 60 × 60 cm; altura útil d = 50 cm; pilar 20 × 40 cm (a = 40 cm na direção das estacas).

Altura útil — faixa recomendada por Blévot:

$$0{,}5 \cdot (e - a/2) \leq d \leq 0{,}71 \cdot (e - a/2) \;\rightarrow\; 37{,}5\ \text{cm} \leq 50\ \text{cm} \leq 53{,}2\ \text{cm} \quad \text{OK}$$

Inclinação das bielas:

$$\text{tg}\,\theta = d\ /\ (e/2 - a/4) = 50\ /\ (45 - 7{,}5) = 1{,}333 \;\rightarrow\; \theta = 53{,}1° \quad (45° \leq \theta \leq 55° \text{ OK})$$

Força no tirante e armadura principal:

$$N_d = 1{,}4 \cdot 28{,}0 = 39{,}2\ \text{tf}\ \ (384\ \text{kN})$$

$$R_{st} = N_d \cdot (2e - a)\ /\ (8d) = 384 \cdot (180 - 40)\ /\ (8 \cdot 50) = 144{,}2\ \text{kN}$$

$$A_s = 1{,}15 \cdot R_{st}\ /\ f_{yd} = 1{,}15 \cdot 144{,}2\ /\ 43{,}48 = 3{,}81\ \text{cm}^2 \;\rightarrow\; \mathbf{4\ Ø12{,}5\ mm\ (4{,}91\ cm^2)}$$

Verificação das bielas comprimidas (limite de Blévot para 2 estacas: 1,4 · K_R

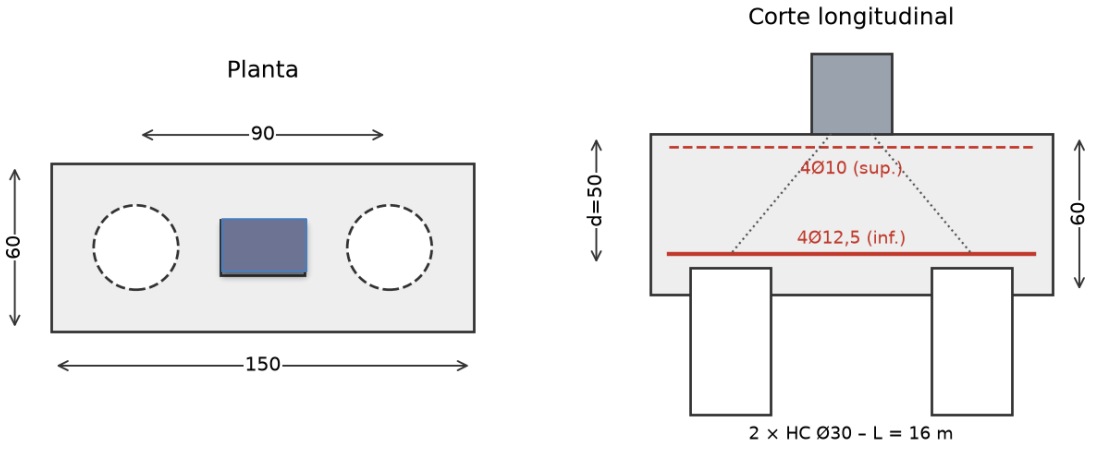
· f_{cd}, com K_R = 0,95):

$$\sigma_{pilar} = N_d / (A_p \cdot \text{sen}^2\theta) = 10{,}0 \text{ MPa} \leq 28{,}5 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{estaca} = N_d / (2 \cdot A_e \cdot \text{sen}^2\theta) = 4{,}2 \text{ MPa} \leq 28{,}5 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Armaduras complementares:

- Armadura superior: 4 Ø10 mm;
- Estribos verticais: Ø8 mm c/ 15 cm;
- Armadura de pele: 2 Ø8 mm por face lateral;
- A armadura principal deve ser ancorada sobre as estacas com ganchos verticais que subam até a face superior do bloco.



Cotas em cm – estaca embutida 10 cm no bloco – cobrimento 5 cm

Figura 4 — Croqui do bloco sobre 2 estacas (cotas em cm).

- **Bloco sobre 1 estaca**

Geometria: estaca Ø40 cm; bloco 70 × 70 × 60 cm; estaca embutida 10 cm no bloco. O bloco transfere a carga do pilar diretamente para a estaca. A armadura necessária resiste à tração transversal (fendilhamento) causada pela abertura da carga do pilar (dimensão a) até à estaca (diâmetro D):

$$N_d = 1{,}4 \cdot 18{,}73 = 26{,}2 \text{ tf} \ (257 \text{ kN})$$

$$T_d = 0{,}25 \cdot N_d \cdot (1 - a/D)$$

Direção	a (cm)	T_d (kN)	$A_{s,nec}$ (cm²)	Armadura adotada
Menor dimensão do pilar	20	32,2	0,74	Estribos horizontais Ø8 c/ 10 cm
Maior dimensão do pilar	30	16,1	0,37	Estribos horizontais Ø8 c/ 10 cm

- Estribos horizontais Ø8 mm c/ 10 cm nas duas direções, distribuídos em toda a altura (5 camadas; A_s = 5,0 cm² por direção);
- Estribos verticais Ø8 mm c/ 15 cm nas duas direções;
- Tensão de contato sob o pilar: 4,29 MPa, muito abaixo de f_{cd} = 21,4 MPa — OK.

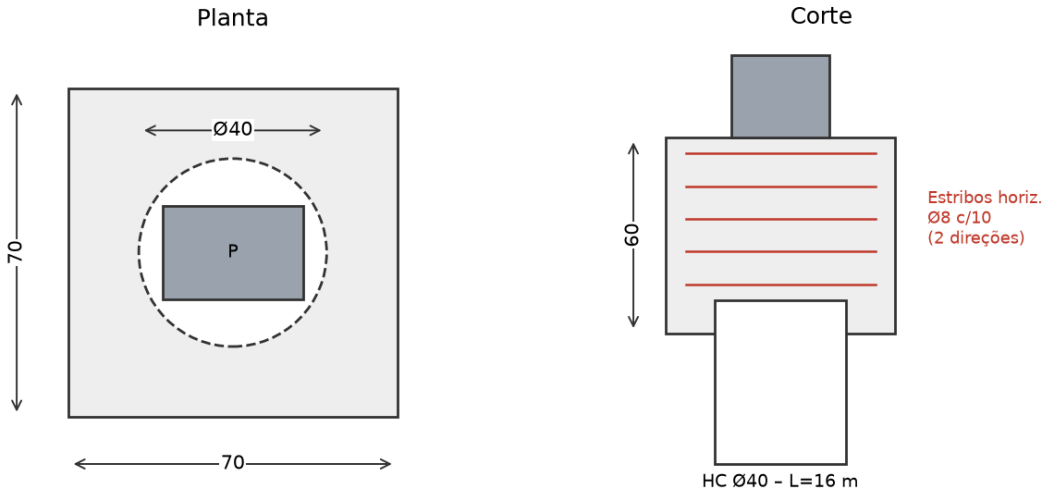


Figura 5 — Croqui do bloco sobre 1 estaca (cotas em cm).

7.5.1. Vigas de travamento (baldrames)

A NBR 6122 exige travamento de blocos sobre uma estaca em duas direções e de blocos sobre duas estacas na direção transversal ao alinhamento das estacas. Com tolerância executiva de 10 cm de excentricidade, o momento no bloco de 1 estaca vale M = 18,73 × 0,10 = **1,87 tf·m**. Esse momento deve ser absorvido pelas vigas baldrame, a serem dimensionadas no projeto estrutural.

7.6. ALTERNATIVA – ESTACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO

A estaca pré-moldada cravada pode ser usada **se for confirmado que a vibração não prejudica as edificações vizinhas**. Nesse caso, deve haver

vistoria cautelar prévia dessas edificações. A ponta deve ficar na camada de areia compacta ($N_{SPT} \geq 15$), a partir de 13 m.

Tabela - Pré-moldada 20 × 20 cm, L = 13 m (valores em tf)

Furo	R_P AV	R_L AV	R_P DQ	R_L DQ	$R_U/2$ AV	$R_U/2$ DQ	$R_P/4+R_L/1,3$ DQ	P_{adm}
SP-01	62,0	27,4	25,6	23,1	44,7	24,3	24,2	**24,2**
SP-02	48,9	35,6	23,9	28,8	42,3	26,4	28,1	**26,4**
SP-03	52,2	32,4	25,6	27,3	42,3	26,4	27,4	**26,4**

P_{adm} = 24,2 tf (SP-01) atende às duas situações (14,7 tf e 18,7 tf). A carga estrutural nominal do fabricante deve ser **≥ 20 tf** por estaca. A cravação deve ser controlada por nega e repique elástico (NBR 6122). A ponta **não** deve parar a 12 m: no SP-01, N_{SPT} = 7 nessa cota.

7.6.1. QUADRO-RESUMO DA SOLUÇÃO ADOTADA

Item	Bloco sobre 2 estacas	Bloco sobre 1 estaca
Carga no bloco (tf)	28,0	18,0
Carga por estaca, com peso próprio (tf)	14,7	18,7
Tipo de estaca	Hélice contínua monitorada	Hélice contínua monitorada
Diâmetro	Ø30 cm	Ø40 cm
Comprimento (abaixo do arrasamento)	16,0 m	16,0 m
Carga admissível (SP-01) (tf)	17,8	23,7
Armadura da estaca	4 Ø12,5 — L = 4,50 m + espiral Ø6,3 c/20	6 Ø12,5 — L = 4,50 m + espiral Ø6,3 c/20
Dimensões do bloco (cm)	150 × 60 × 60	70 × 70 × 60
Espaçamento entre estacas	90 cm (3D)	—
Armadura principal do bloco	4 Ø12,5 inf. + 4 Ø10 sup.	Estribos horiz. Ø8 c/10 (2 direções)
Estribos / armadura de pele	Ø8 c/15 + 2 Ø8 por face	Estribos vert. Ø8 c/15 (2 direções)
Concreto / cobrimento	C30 / 5 cm	C30 / 5 cm
Travamento	Baldrame na direção transversal	Baldrames nas duas direções

7.7. PREMISSAS E LIMITAÇÕES

- As cargas de 28 tf (bloco de 2 estacas) e 18 tf (bloco de 1 estaca) foram consideradas características, verticais e centradas. Não foram considerados momentos fletores nem forças horizontais vindas da superestrutura;
- A seção dos pilares foi adotada como 20 × 30 cm. Se a seção for outra, as verificações do item 7 devem ser revistas;
- Não foram avaliados recalques. Para as cargas e o tipo de estaca adotados, com ponta em areia compacta, esperam-se recalques pequenos, compatíveis com a estrutura;
- A sondagem é de 2021. Se a locação final dos blocos ficar distante dos furos existentes, recomenda-se complementar a investigação geotécnica (NBR 8036);
- Este memorial deve ser lido junto com as pranchas de forma e armação das fundações.

7.8. VIGAS BALDRAMES

7.8.1. Concepção

O sistema de vigas baldrame foi disposto em dois níveis porque o piso do auditório está rebaixado em relação aos demais ambientes. O contrapiso geral fica na cota −0,03 m e o contrapiso do auditório na cota −0,73 m, gerando um desnível de aproximadamente 0,70 m.

Nível	Viga	Seção (cm)	Referência de cota	Abrangência
Superior	VB-2 (14 vigas)	20 × 20	Topo sob o contrapiso geral (0,00 / −0,03 m)	Toda a edificação: perímetro, eixos internos, sala de rádio e banheiros
Inferior	VB-1 (4 vigas)	20 × 40	Topo na cota −0,73 m (contrapiso do auditório); fundo na cota −1,13 m	Perímetro do auditório (P1–P2–P3, P3–P6–P9–P11, P10–P11 e P1–P5–P8–P10)

Nomenclatura: VB-1 e VB-2 identificam os grupos de vigas por seção. Cada grupo é dividido em trechos numerados, identificados nas plantas de forma (na planta 20/40: VB-1-1 a VB-1-4; na planta 20/20: VB-2-1 a VB-2-14), de modo que nenhuma barra passe de 12 m e não seja preciso fazer emendas.

No perímetro do auditório as duas vigas se sobrepõem verticalmente. Entre a VB-1 (inferior) e a VB-2 (superior) é executada alvenaria de embasamento, que vence o desnível e faz a contenção do aterro do piso externo ao auditório.

No detalhe de disposição, os pilares aparecem apenas como referência para localizar as vigas: P2, P3, P6, P9 e P11 no perímetro do auditório (nível inferior) e P4, P7, P12 e P17 no bloco anexo (nível superior).

7.8.2. Viga baldrame 20/40 (VB-1) – nível inferior

São 4 vigas de seção 20 × 40 cm no perímetro do auditório, com vãos de 9,54 m a 10,04 m entre eixos e apoio intermediário nos pilares laterais (P5, P8, P6 e P9).

Armadura (igual para as 4 vigas):

- Longitudinal – N2: 4 Ø 10,0 mm (2 superiores + 2 inferiores), com dobra de 15 cm nas pontas; comprimento conforme tabela.
- Transversal – N1: estribos Ø 5,0 mm a cada 15 cm, dimensões internas 14 × 34 cm, comprimento de corte 110 cm; quantidade por viga conforme tabela.
- Cobrimento: 3 cm.

Viga	Trecho	Comprimento (cm)	Estribos (un.)
VB-1-1	P1–P5–P8–P10	985	64
VB-1-2	P1–P2–P3	1.035	67
VB-1-3	P10–P11	1.035	67
VB-1-4	P3–P6–P9–P11	995	64
Total		**4.050**	**262**

7.8.3. Viga baldrame 20/20 (VB-2) – nível superior

São 14 vigas de seção 20 × 20 cm, que formam a malha de baldrames de toda a edificação no nível do contrapiso geral, incluindo o perímetro superior do auditório e o bloco anexo (sala de rádio e banheiros, entre os eixos de P3–P11–P16 e P4–P17).

Armadura (igual para as 14 vigas):

- Longitudinal – N2: 4 Ø 10,0 mm, com dobra de 15 cm nas pontas; comprimento conforme tabela.
- Transversal – N1: estribos Ø 5,0 mm a cada 15 cm, dimensões internas 14 × 14 cm, comprimento de corte 70 cm; quantidade por viga conforme tabela.
- Cobrimento: 3 cm.

Viga	Comprimento (cm)	Estribos (un.)	Viga	Comprimento (cm)	Estribos (un.)
VB-2-1	895	58	VB-2-8	406	25
VB-2-2	435	27	VB-2-9	385	24
VB-2-3	1.035	67	VB-2-10	385	24
VB-2-4	1.035	67	VB-2-11	385	24
VB-2-5	1.035	67	VB-2-12	385	24
VB-2-6	905	58	VB-2-13	740	47
VB-2-7	446	28	VB-2-14	590	37

Comprimento total: 9.062 cm; total de estribos: 577 unidades.

7.8.4. Materiais e Execução

Materiais

Material	Especificação
Concreto – fck adotado no cálculo	30 MPa
Concreto – fck especificado para execução	35 MPa (C35)
Aço – barras longitudinais (Ø 10,0 mm)	CA-50 (NBR 7480)
Aço – estribos (Ø 5,0 mm)	CA-60 (NBR 7480)
Cobrimento nominal	3 cm, por critério do engenheiro responsável, garantido por espaçadores plásticos ou pastilhas de argamassa

Tabela quantitativo

Especificação	Valor
fck adotado no cálculo	30 MPa
fck especificado para execução	35 MPa
Volume total de concreto (VB-1 + VB-2)	7,96 m³
Aço	CA-50/CA-60

Sequência executiva

1. Escavar até a cota de fundo da VB-1 (−1,13 m) no perímetro do auditório, e até o fundo da VB-2 nos demais trechos.
2. Regularizar e compactar o fundo da vala e executar lastro de concreto magro com cerca de 5 cm.
3. Montar formas e armaduras, respeitando cobrimento, espaçamento dos estribos e ancoragem das barras nos pilares e blocos.
4. Concretar a VB-1 com adensamento mecânico e cura úmida por, no mínimo, 7 dias (NBR 14931).
5. Impermeabilizar as faces da VB-1 e da alvenaria de embasamento em contato com o solo.

6. Executar a alvenaria de embasamento entre a VB-1 e a VB-2, deixando os arranques dos pilares.
7. Concretar a VB-2 no nível superior, com impermeabilização do topo e das faces laterais antes do assentamento da alvenaria do térreo.
8. Executar o reaterro compactado em camadas e o contrapiso nas cotas −0,73 m (auditório) e −0,03 m (demais ambientes).

7.8.5. Quantitativos Estimados

As vigas baldrame somam cerca de 6,9 m³ de concreto e 430 kg de aço, calculados a partir das tabelas da prancha.

Item	VB-1 (20/40)	VB-2 (20/20)	Total
Comprimento de vigas (m)	40,50	90,62	131,12
Concreto C35 (m³)	3,62	3,62	7,24
Forma – faces laterais (m²)	31,42	34,62	68,65
Aço CA-50 Ø 10,0 mm (kg)	100,0	223,7	323,7
Aço CA-60 Ø 5,0 mm (kg)	44,4	62,2	106,6
Aço total (kg)	**144,4**	**285,9**	**430,3**

Critérios: 4 barras por viga no comprimento de corte da tabela; estribos com 110 cm de corte na VB-1 e 70 cm na VB-2; massas lineares de 0,617 kg/m (Ø 10,0) e 0,154 kg/m (Ø 5,0). Volumes e formas não descontam as interseções com pilares, nem incluem perdas.

Volume de concreto por viga

Viga	Seção (cm)	Comprimento (m)	Volume (m³)
VB-1-1	20 × 40	9,85	0,788
VB-1-2	20 × 40	10,35	0,828
VB-1-3	20 × 40	10,35	0,828
VB-1-4	20 × 40	9,95	0,796
Subtotal VB-1		**40,50**	**3,240**
VB-2-1	20 × 20	8,95	0,358
VB-2-2	20 × 20	4,35	0,174
VB-2-3	20 × 20	10,35	0,414
VB-2-4	20 × 20	10,35	0,414
VB-2-5	20 × 20	10,35	0,414
VB-2-6	20 × 20	9,05	0,362
VB-2-7	20 × 20	4,46	0,178
VB-2-8	20 × 20	4,06	0,162
VB-2-9	20 × 20	3,85	0,154
VB-2-10	20 × 20	3,85	0,154
VB-2-11	20 × 20	3,85	0,154
VB-2-12	20 × 20	3,85	0,154
VB-2-13	20 × 20	7,40	0,296
VB-2-14	20 × 20	5,90	0,236
Subtotal VB-2		**90,62**	**3,624**
Total		**131,12**	**6,864**

Concreto C35: 6,86 m³ no volume teórico e cerca de 7,21 m³ com 5% de perdas. Os comprimentos vêm das tabelas da prancha e o cálculo não desconta as interseções com os pilares.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente memorial apresentou os critérios, parâmetros e resultados do dimensionamento dos elementos em concreto armado do prédio do auditório e rádio marinha da Capitania dos Portos de Santa Catarina, em nível de Projeto Básico, em conformidade com as normas técnicas da ABNT aplicáveis, em especial a NBR 6118:2023 e a NBR 6122:2019.

A estrutura foi concebida para o pavimento térreo, já contemplando o acréscimo de ações decorrente da futura execução do pavimento superior. Para o dimensionamento adotou-se fck de 30 MPa, sendo especificado para execução concreto classe C35 (fck = 35 MPa), o que proporciona margem adicional de segurança frente às variações inerentes ao processo executivo.

Em função das condições geotécnicas do terreno — camada de areia fofa e saturada até aproximadamente 11 m de profundidade e nível d'água a cerca de 2 m — adotou-se fundação em estacas tipo hélice contínua monitorada, com diâmetros de 30 e 40 cm e comprimento de 16 m, com ponta na camada de areia compacta, coroadas por blocos sobre uma e duas estacas e travadas por vigas baldrame. O sistema de baldrames foi disposto em dois níveis, de modo a atender ao rebaixo de piso do auditório.

Para a correta execução da obra, recomenda-se que sejam seguidos rigorosamente as pranchas de forma e armação, as especificações de materiais e os procedimentos executivos deste memorial, com controle tecnológico do concreto conforme a ABNT NBR 12655. As estacas deverão ser executadas com monitoramento eletrônico, com apresentação dos respectivos boletins à fiscalização. Caso a locação final dos blocos se afaste dos furos de sondagem existentes, ou sejam encontradas condições de solo diferentes das previstas, a investigação geotécnica deverá ser complementada. Qualquer alteração de projeto, material ou método executivo deverá ser previamente submetida à aprovação do responsável técnico.