



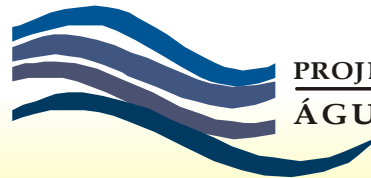
**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais



**PROJETO SÃO FRANCISCO
ÁGUA PARA TODOS**

**PROJETO BÁSICO DE TRANSPOSIÇÃO
DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO
PARA O NORDESTE SETENTRIONAL**

EIXO NORTE – TRECHO I

R14 - ACESSOS, VILAS E CANTEIROS



Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

PROJETO BÁSICO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

EIXO NORTE – TRECHO I

R14 - ACESSOS, VILAS E CANTEIROS

Dezembro/2000

PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

Ministro de Estado da Integração Nacional: Fernando Luiz Gonçalves Bezerra

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: Rômulo de Macedo Vieira

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor: Márcio Nogueira Barbosa

Vice Diretor: Volker W. J. H. Kirchhoff

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais

Gerente: José Armando Varão Monteiro

Coordenador: Antônio Carlos de Almeida Vidon

ENGEORPS/HARZA

Coordenadores: Marcos Oliveira Godoi

Fábio Luís Ramos de Abreu

Murillo Dondici Ruiz

Brasília, dezembro de 2000.

ENGEORPS/HARZA.

Projeto Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional;
Relatório R14 – ACESSOS, VILAS E CANTEIROS – São Paulo: ENGEORPS/HARZA,
2000.

200 p.

1. Transposição de Águas;
2. Eixo Norte – Trecho I – R14 - ACESSOS, VILAS E CANTEIROS -

CDU - 556.5:69.055+656

FUNCATE:

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 341 1399

Fax: (0XX 12) 341 2829

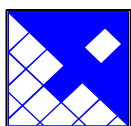
Projeto						Data	
IB UDCJ TK FR JADGP LEFR						15/12/2000	
Verificação						Data	
APR						15/12/2000	
Aprovação						Data	
MOG CMN						15/12/2000	
Aprovação						Data	
MDR						15/12/2000	
Rev.	Data	Folha	Descrição	Aprovação		FUNCATE	
						Data	Aprovação
0/B	11/04/01		Revisão Geral	MOG			
0/C	08/05/01		Formatação	MOG			

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O
NORDESTE SETENTRIONAL
*PROJETO BÁSICO***

EIXO NORTE - TRECHO I

R14 - ACESSOS, VILAS E CANTEIROS

Dezembro / 2000



FUNCATE

*Fundação de Ciências
Aplicações e Tecnologias
Espaciais*

Verificação	Data
Aprovação	Data
Aprovação	Data
Código FUNCATE	Data
Substitui	Substituído
Número Empresa	Revisão
261-FUN-TSF-RT-B0020	0/C

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O
NORDESTE SETENTRIONAL
EIXO NORTE – TRECHO I
EQUIPE PRINCIPAL DO CONSÓRCIO ENGEORPS-HARZA**

- ***Coordenação Geral***
 - Marcos Oliveira Godoi
 - Murillo Dondici Ruiz
 - Fábio Luís Ramos de Abreu

- ***Hidráulica e Hidrologia***
 - Antônio Eurides Conte
 - Alberto Lang Filho
 - Luís Antônio Villaça de Garcia
 - Carlos Lloret Ramos
 - Flávio Tonelli Pimenta
 - Marcelo Ferreira Maximiano
 - Mauro Toscano

- ***Geologia e Geotecnia***
 - Claudio Michel Nahas
 - Fernão Paes de Barros
 - Ary Paulo Rodrigues
 - Andréa Cristina Parreira
 - Frederico Bohland Neto
 - Hiromit Nakao
 - Tays Ribeiro

- ***Levantamentos Topográficos Complementares***
 - Ivan Bustamante
 - Ualfrido Del Carlo Jr.

- ***Estruturas e Fundações***
 - Tetsuo Kawano
 - Flavio Rubin

- ***Eletromecânica***
 - Bernd Dieter Lukas
 - Coaraci Inajá Ribeiro
 - Angel Jimenez Murillo
 - José Sussumo Komatsu
 - Leonardo Cavalcanti Netto
 - José Orlando Paludetto Silva

- ***Planejamento e Orçamento***
 - José Armando Del Grecco Peixoto
 - Luis Edmundo França Ribeiro

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R14 – ACESSOS, VILAS E CANTEIROS, parte integrante do PROJETO BÁSICO DO EIXO NORTE – TRECHO I, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pelo Consórcio ENGENCORPS-HARZA, dentro do contrato com a FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais.

O Projeto Básico do Eixo Norte – Trecho I é apresentado nos seguintes relatórios:

- R1 - Descrição do Projeto.
- R2 - Critérios de Projeto.
- R3 - Sistema de Captação no Rio São Francisco.
- R4 - Estações de Bombeamento.
- R5 - Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas D'água para Usos Difusos, Túneis e Estruturas de Controle.
- R6 - Barragens e Vertedores.
- R7 - Sistema de Drenagem.
- R8 - Topografia e Cadastramento.
- R9 - Geologia e Geotecnia.
- R10 - Estudos Hidrológicos.
- R11 - Sistema de Supervisão, Controle e Telecomunicações.
- R12 - Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional.
- R13 - Sistema Elétrico, Subestações Auxiliares e Sistema de Transmissão.
- R14 - Acessos, Vilas e Canteiros.
- R15 - Cronogramas, Orçamento e Planejamento.
- R16 - Caderno de Desenhos.
- R17 - Dossiê de Licitação.

**FUNCATE – FUNDAÇÃO DE CIÊNCIAS,
APLICAÇÕES E TECNOLOGIAS ESPACIAIS**

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO
FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL**

R14

ACESSOS, VILAS E CANTEIROS

ÍNDICE

	PÁG.
1. OBJETO E OBJETIVO.....	4
2. CONCEITOS BÁSICOS	4
2.1 LOTE 1 - EIXO NORTE - TRECHO I - OBRAS CIVIS, MONTAGENS E FORNECIMENTOS DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO.....	6
2.1.1 <i>Descrição do Lote</i>	6
2.1.2 <i>Estação de Bombeamento EB-I/1</i>	8
2.2 LOTE 2 - EIXO NORTE - TRECHO I - CANAIS E OBRAS CORRELATAS, DA CAPTAÇÃO NO RIO SÃO FRANCISCO ATÉ O INÍCIO DO AQUEDUTO SALGUEIRO	11
2.2.1. <i>Descrição do Lote</i>	11
2.2.2 <i>Principais Características</i>	15
2.3 AQUEDUTOS.....	15
2.4 TÚNEL	16
2.5 RESERVATÓRIOS	16
2.6 LOTE 3 - EIXO NORTE - TRECHO I - CANAIS E OBRAS CORRELATAS, DO AQUEDUTO SALGUEIRO AO RESERVATÓRIO JATI.....	17
2.6.1 <i>Descrição do Lote</i>	17
2.6.2 <i>Principais Características</i>	20
2.7 LINHA DE TRANSMISSÃO E SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE.....	22
3. SÍNTESE DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS	22
3.1 INFRA-ESTRUTURA REGIONAL	22
3.1.1 <i>Sistema de Transportes</i>	22
3.1.2 <i>Cidades de Apoio</i>	24
3.1.3 <i>Suprimento de Água potável e Industrial</i>	26
3.1.4 <i>Suprimento de Energia Elétrica</i>	27
3.2 ACESSOS.....	28
3.2.1 <i>Interferências com a Infra-estrutura Viária</i>	28
3.2.2 <i>Travessias das Rodovias Federais</i>	29
3.2.3 <i>Estradas de Serviço</i>	32
3.2.4 <i>Estradas Laterais</i>	33
3.2.5 <i>Travessias das Estradas Laterais</i>	34
3.2.6 <i>Acessos as Obras Localizadas</i>	35

3.2.7	<i>Passarelas</i>	36
3.3	VILAS RESIDENCIAIS	36
3.3.1	<i>Pré-dimensionamento dos Alojamentos</i>	36
3.3.2	<i>Mão-de-Obra</i>	37
3.4	CANTEIROS	38
3.4.1	<i>Considerações Gerais</i>	38
3.4.2	<i>Canteiros Provisórios</i>	40
3.4.3	<i>Canteiros Definitivos</i>	40
3.4.4	<i>Centrais de Britagem e Produção de Concreto</i>	42
3.5	DIMENSIONAMENTO DAS CENTRAIS DE BRITAGEM E DE CONCRETO	45
3.5.1	<i>Dimensionamento das Centrais de Concreto</i>	45
3.7	<i>Dimensionamento das Centrais de Britagem</i>	49
	HISTOGRAMAS	58
1.	ANEXO FOTOGRÁFICO.....	98
2.	MÉMOIAS DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS	127

1. OBJETO E OBJETIVO

O presente relatório tem por objeto o Projeto Básico do Trecho I do Eixo Norte da Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional (PTSF) e o seu objetivo é apresentar os critérios, diretrizes e estudos desenvolvidos para a elaboração das vias de acesso, vilas de funcionários e canteiros de obra deste empreendimento.

2. CONCEITOS BÁSICOS

O Trecho I do Eixo Norte do PTSF abrange desde a tomada d'água no rio São Francisco a montante da Ilha Assunção no Estado de Pernambuco até o reservatório Jati próximo a cidade de Jati na porção sul do estado do Ceará, totalizando aproximadamente uma extensão de 141 km de obras lineares como canais, túneis e aquedutos, além de obras localizadas como estações de bombeamento e barragens.

A abrangência de um empreendimento deste porte interfere diretamente em toda a infra-estrutura viária existente na região afetada, havendo, portanto, a necessidade de relocações, implementações e implantações no sistema viário, tanto para a etapa da execução quanto para a posterior operação e manutenção do empreendimento.

O sistema viário projetado e existente, os centros produtores e municípios de apoio e a divisão de lotes foram os fatores limitantes e decisivos para o planejamento e projeto das vilas de funcionários e canteiros de obras.

A figura 2.1 apresenta a divisão de lotes de forma esquemática.

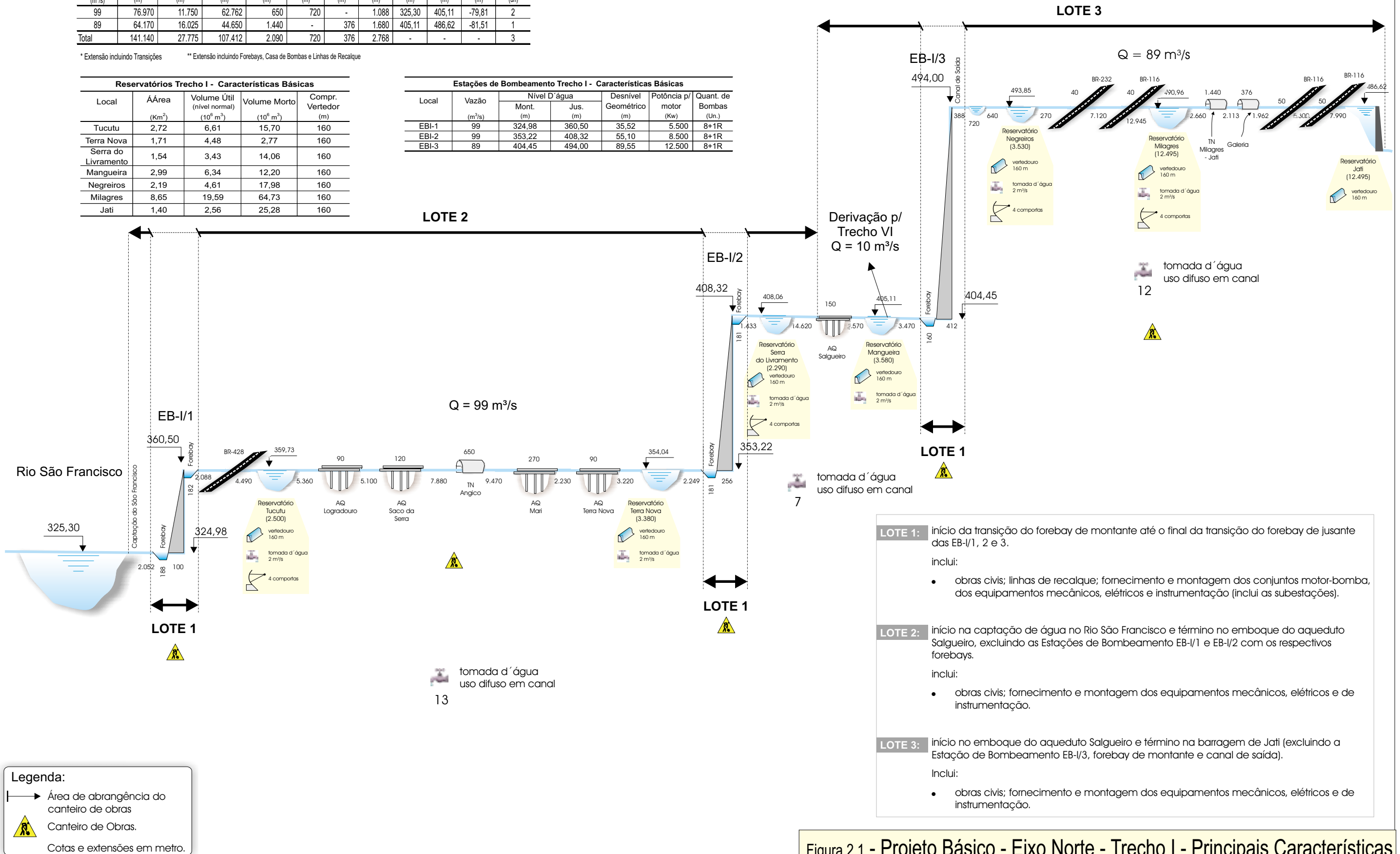
Para efeito de licitação, este trecho foi dividido em lotes que são apresentados a seguir, incluindo as localizações e as obras de maior relevância.

Resumo das Características Básicas do Trecho I											
Vazão (m³/s)	Extensão							Níveis D'água		Desnível (m)	Quant. EB's (un)
	Total (m)	Reservatórios (m)	Canais* (m)	Túneis (m)	Aquedutos (m)	Galerias (m)	EB's** (m)	Inicial (m)	Final (m)		
99	76.970	11.750	62.762	650	720	-	1.088	325,30	405,11	-79,81	2
89	64.170	16.025	44.650	1.440	-	376	1.680	405,11	486,62	-81,51	1
Total	141.140	27.775	107.412	2.090	720	376	2.768	-	-	-	3

* Extensão incluindo Transições ** Extensão incluindo Forebays, Casa de Bombas e Linhas de Recalque

Reservatórios Trecho I - Características Básicas				
Local	Área (Km²)	Volume Útil (10⁶ m³) (nível normal)	Volume Morto (10⁶ m³)	Compr. Vertedor (m)
Tucutu	2,72	6,61	15,70	160
Terra Nova	1,71	4,48	2,77	160
Serra do Livramento	1,54	3,43	14,06	160
Mangueira	2,99	6,34	12,20	160
Negreiros	2,19	4,61	17,98	160
Milagres	8,65	19,59	64,73	160
Jati	1,40	2,56	25,28	160

Estações de Bombeamento Trecho I - Características Básicas						
Local	Vazão (m³/s)	Nível D'água		Desnível Geométrico (m)	Potência p/ motor (Kw)	Quant. de Bombas (Un.)
		Mont. (m)	Jus. (m)			
EBI-1	99	324,98	360,50	35,52	5.500	8+1R
EBI-2	99	353,22	408,32	55,10	8.500	8+1R
EBI-3	89	404,45	494,00	89,55	12.500	8+1R



- LOTE 1:** início da transição do forebay de montante até o final da transição do forebay de jusante das EB-I/1, 2 e 3.
 inclui:
- obras civis; linhas de recalque; fornecimento e montagem dos conjuntos motor-bomba, dos equipamentos mecânicos, elétricos e instrumentação (inclui as subestações).
- LOTE 2:** início na captação de água no Rio São Francisco e término no emboque do aqueduto Salgueiro, excluindo as Estações de Bombeamento EB-I/1 e EB-I/2 com os respectivos forebays.
 inclui:
- obras civis; fornecimento e montagem dos equipamentos mecânicos, elétricos e de instrumentação.
- LOTE 3:** início no emboque do aqueduto Salgueiro e término na barragem de Jati (excluindo a Estação de Bombeamento EB-I/3, forebay de montante e canal de saída).
 inclui:
- obras civis; fornecimento e montagem dos equipamentos mecânicos, elétricos e de instrumentação.

Figura 2.1 - Projeto Básico - Eixo Norte - Trecho I - Principais Características

Legenda:
 → Área de abrangência do canteiro de obras
 ⚠ Canteiro de Obras.
 Cotas e extensões em metro.

2.1 LOTE 1 - EIXO NORTE - TRECHO I - OBRAS CIVIS, MONTAGENS E FORNECIMENTOS DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

2.1.1 Descrição do Lote

O Lote 1 do Trecho I - Eixo Norte é composto pelas obras civis, fornecimentos, montagens dos equipamentos mecânicos e elétricos das estações de bombeamento EB-I/1, EB-I/2 e EB-I/3, incluindo os forebays de montante e jusante, linhas de recalque e subestações.

- Estação de Bombeamento EB-I/1

Ao se aproximar da estação de bombeamento EB-I/1 o canal sofre mudança de geometria configurando uma transição, onde ao longo de 81 m a base do canal aumenta gradualmente até a largura de 70 m, iniciando o forebay de montante, que é destinado a absorver as oscilações decorrentes da operação do sistema de recalque e configurar a aproximação ao conjunto de bombas, funcionando como câmara de carga da estação de bombeamento. O forebay tem 70 m de base e 188 m de comprimento.

Segue-se a estação de bombeamento EB-I/1 cuja função é elevar até 99m³/s captados da cota 324,89 m para a cota 361,30 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 35,52 m. A estação tem 44,0 MW de potência total e é munida de 9 (nove) conjuntos moto-bombas, dos quais 1 (um) como reserva, e respectivas linhas de recalque individuais compostas por tubos de aço de 12 mm de espessura, diâmetro de 2,3 m e extensão de 70 m.

Na primeira etapa, deverão ser instalados 4 (quatro) conjuntos moto-bombas e respectivos equipamentos eletromecânicos auxiliares, inclusive 2 (dois) transformadores na subestação adjacente. Os demais conjuntos moto-bombas, transformadores e equipamentos auxiliares serão instalados nas etapas subsequentes, conforme o planejamento construtivo das Estações. Ressalte-se que as obras civis não serão etapalizadas, sendo que deverão ser observados os condicionantes de implantação das adutoras, principalmente ao que se refere às peças embutidas no concreto.

Após o recalque o deságüe é realizado no forebay de jusante, cujas dimensões são iguais ao de montante e se estende por 182 m. A partir daí inicia a transição de saída em que a base da seção diminui gradativamente de 70 m para 6 m de largura ao longo de 86 m.

- Estação de Bombeamento EB-I/2

Após passar pelo reservatório Terra Nova e ao se aproximar da estação de bombeamento EB-I/2 o canal sofre mudança de geometria configurando uma transição, onde ao longo de 83 m a base do canal aumenta gradualmente até a largura de 70 m, iniciando o forebay de montante, que é destinado a absorver as oscilações decorrentes da operação do sistema de recalque e configurar a aproximação ao conjunto de bombas, funcionando como câmara de carga da estação de bombeamento. O forebay tem 70 m de base e 181 m de comprimento.

Segue-se a estação de bombeamento EB-I/2 cuja função é elevar até 99m³/s captados da cota 353,22 m para a cota 408,32 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 55,10 m. A estação tem 68,0 MW de potência total sendo munida de 9 (nove) conjuntos moto-bombas, dos quais 1 (um) é reserva, e 4 (quatro) linhas de recalque compostas por tubos de aço de 12 mm de espessura, diâmetro de 3,0 m e extensão de 223 m.

Na primeira etapa, deverão ser instalados 4 (quatro) conjuntos moto-bombas e respectivos equipamentos eletromecânicos auxiliares, inclusive 2 (dois) transformadores na subestação adjacente. Os demais conjuntos moto-bombas, transformadores e equipamentos auxiliares serão instalados nas etapas subsequentes, conforme o planejamento construtivo das Estações. Ressalte-se que as obras civis não serão etapalizadas, sendo que deverão ser observados os condicionantes de implantação das adutoras, principalmente ao que se refere às peças embutidas no concreto.

Após o recalque o deságüe é realizado no forebay de jusante, cujas dimensões são iguais ao de montante e se estende por 181 m. A partir daí inicia a transição de saída em que a base da seção diminui gradativamente de 70 m para 6 m de largura ao longo de 86 m.

- Estação de Bombeamento EB-I/3

Após passar pelo reservatório Mangueira e ao se aproximar da estação de bombeamento EB-I/3 o canal sofre mudança de geometria configurando uma transição, onde ao longo de 118 m a base do canal aumenta gradualmente até a largura de 70 m, iniciando o forebay de montante, que é destinado a absorver as oscilações decorrentes da operação do sistema de recalque e configurar a aproximação ao conjunto de bombas, funcionando como câmara de carga da estação de bombeamento. O forebay tem 70 m de base e 160 m de comprimento.

Segue-se a estação de bombeamento EB-I/3 cuja função é elevar os 89m³/s captados da cota 404,45 m para a cota 494,00 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 89,55 m. A estação tem 100,0 MW de potência total e será munida de 9 (nove) conjuntos moto-bombas, dos quais 1 (um) é reserva, e 4 (quatro) linhas de recalque compostas por tubos de aço de 12 mm de espessura, diâmetro de 2,9 m e extensão de 379 m.

Na primeira etapa, deverão ser instalados 4 (quatro) conjuntos moto-bombas e respectivos equipamentos eletromecânicos auxiliares, inclusive 2 (dois) transformadores na subestação adjacente. Os demais conjuntos moto-bombas, transformadores e equipamentos auxiliares serão instalados nas etapas subsequentes, conforme o planejamento construtivo das Estações. Ressalte-se que as obras civis não serão etapalizadas, sendo que deverão ser observados os condicionantes de implantação das adutoras, principalmente ao que se refere às peças embutidas no concreto.

Após o recalque o deságüe é realizado em um canal de saída com 35 m de largura e 388 m de extensão.

2.1.2 Principais Características

Estação de Bombeamento EB-I/1

Consiste nas seguintes estruturas:

- Transição de Entrada: extensão de 81 m, e largura variável de 9,5 a 70 m

- Forebay de Montante: extensão de 188 m e largura de 70 m
- Casa de Bombas ¹
 - Nº de Conjuntos Moto-bomba de eixo vertical: 04 cj. (de 09 previstos)
 - Vazão Unitária: 12,4 m³/s
 - Potência Unitária: 5,5 MW
 - Altura Manométrica: 35,52 mca
 - Nº de Conduitos em Aço: 04 un. (de 09 previstos)
 - Extensão: 109,0 m
 - Diâmetro: 2300 mm
- Subestação SE-N1¹:
 - Nº Transformadores 230/6,9 kV: 02 un. (de 04 previstos)
 - Potência Unitária: 18/23 MVA(ONAN/OFAF)
- Forebay de Jusante: extensão de 182 m e largura de 70 m
- Transição de Saída: extensão de 86 m, e largura variável de 70 a 6 m.

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 222.422 m³
- escavação em rocha: 106.017 m³
- concreto projetado: 512 m³
- concreto: 25.780 m³

Estação de Bombeamento EB-I/2

Consiste nas seguintes estruturas:

- Transição de Entrada: extensão de 83 m, e largura variável de 6 a 70 m
- Forebay de Montante: extensão de 181 m e largura variável de 70 a 92,5 m
- Casa de Bombas¹.

¹ O Nº de conjuntos Moto-bombas e Transformadores referem-se à primeira etapa, sendo que os equipamentos complementares deverão ser instalados nas etapas subsequentes (2ª e 3ª Etapas). Entretanto, as obras civis, tubulações embutidas no concreto e bases de equipamentos e estruturas deverão ser concluídas na sua totalidade na 1ª Etapa.

- Nº de Conjuntos Moto-bomba de eixo vertical: 04 cj. (de 09 previstos)
 - Vazão Unitária: 12,4 m³/s
 - Potência Unitária: 8,5 MW
 - Altura Manométrica:..... 55,10 mca
- Nº de Conduitos em Aço:02 un. (de 04 previstos)
 - Extensão:..... 268,0 m
 - Diâmetro: 3000 mm
- Subestação SE-N2¹:
 - Nº Transformadores 230/6,9 kV:.....02 un. (de 04 previstos)
 - Potência Unitária: 28/36 MVA(ONAN/OFAF)
- Forebay de Jusante: extensão de 181 m e largura de 70 m
- Transição de Saída: extensão de 84 m, e largura variável de 70 a 6 m

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 101.978 m³
- escavação em rocha:501.378 m³
- concreto projetado: 725 m³
- concreto: 30.930 m³

Estação de Bombeamento EB-I/3

Consiste nas seguintes estruturas:

- Transição de Entrada: extensão de 118 m, e largura variável de 6 a 70 m
- Forebay de Montante: extensão de 170 m e largura variável de 70 a 92,5 m
 - Casa de Bombas¹
- Nº de Conjuntos Moto-bomba de eixo vertical: 04 cj. (de 09 previstos)
 - Vazão Unitária: 11,1 m³/s
 - Potência Unitária: 12,5 MW
 - Altura Manométrica:..... 89,55 mca
- Nº de Conduitos em Aço:.....02 un. (de 04 previstos)
 - Extensão:..... 419,4 m
 - Diâmetro: 2900 mm

- Subestação SE-N3¹:
- Nº Transformadores 230/6,9 kV:.....02 un. (de 04 previstos)
- Potência Unitária: 40/50 MVA(ONAN/OFAF)

- Canal de Saída:
- Extensão:..... 338,0 m

- Largura: 35,0 m

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 144.838 m³
- escavação em rocha: 895.956 m³
- concreto projetado: 1.083 m³
- concreto: 27.340 m³

2.2 LOTE 2 - EIXO NORTE - TRECHO I - CANAIS E OBRAS CORRELATAS, DA CAPTAÇÃO NO RIO SÃO FRANCISCO ATÉ O INÍCIO DO AQUEDUTO SALGUEIRO

2.2.1 Descrição do Lote

O Trecho I do Eixo Norte do Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco tem como ponto de partida a tomada d'água localizada na margem esquerda deste rio, no trecho compreendido entre a Barragem de Sobradinho e o reservatório da UHE Itaparica, nas proximidades da Ilha Assunção. Neste ponto serão retirados até 99 m³/s de vazão destinados às bacias receptoras dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, e para a bacia do Rio Brígida no Estado de Pernambuco.

A tomada d'água do Trecho I é o início de todo o sistema de Transposição denominado de Eixo Norte, sendo localizada nas coordenadas N 9.055.377; E 449.870, na margem esquerda do Rio São Francisco, sendo o término do Trecho I no Reservatório Jati locado nas coordenadas N 9.148.109; E 499.317.

O emboque da tomada d'água é formado por um canal de 150 m de largura escavado na cota 316,08 m ao longo de uma extensão de 50 m. A partir desse ponto, que é a origem do estaqueamento do canal (estaca 0+000 e cota 317,08 m), a largura de 150 m será gradualmente reduzida, numa extensão também de 150 m, até a base do canal de alimentação ficar com a largura igual a 9,50 m, escavado na cota 317,08 m.

O canal tem seção transversal trapezoidal com 9,5 m de base e 12,5 de altura e taludes com inclinação de 1V:1,5H, sem revestimento ao longo dos taludes escavados em rocha, e com revestimento de proteção em enrocamento nos taludes escavados em solo.

Após percorrer aproximadamente 2.000 m o canal alcança a estação de bombeamento EB-I/1. O sistema de tomada d'água está apto a captar 99 m³/s de água do Rio São Francisco em condições críticas de nível d'água, sendo dotado de características construtivas que visam a eliminação do efeito de carreamento de material suspenso.

O subtrecho subsequente entre o final do forebay de jusante da estação de bombeamento EB-I/1 e o início do forebay de montante da estação de bombeamento, EB-I/2 num total aproximado de 78 km e suas obras típicas são apresentadas a seguir:

- Canal trapezoidal: projetado com base de 6,0 m, taludes laterais de 1V:1,5H, altura de 6,0 m, lâmina de água de 5,25 m, revestido em concreto, totalizando aproximadamente 41,3 km. Associado ao canal são previstos:
 - tomadas de uso difuso com vazões de 0,1, 0,2 e 0,5 m³/s distribuídas a cada 20 km de canal, onde foi prevista a instalação de uma de cada nos subtrechos em corte e uma de cada nos subtrechos em aterro;
 - estradas de serviço ao lado do canal com 3,5 m de largura cada uma;
 - estradas laterais para acesso ao canal;
 - sistema de drenagem interna para evitar subpressão nas paredes do canal;
 - sistema de drenagem externa para proteção das obras da transposição; e
 - cerca de proteção.

- Cruzamento com a BR-428 na qual será construída uma ponte em concreto protendido, com duas pistas e 35,0 m de extensão;
- Reservatório Tucutú: formado por barragem em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 27,50 m e comprimento de crista de 2.340 m. Apresenta área de inundação de 3,47 km² (NA máximo maximorum), volume útil de 15,26 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 359,73 m, sendo dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de estrutura de controle em sua saída para o canal de jusante, composta por 4 (quatro) comportas e de uma tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s;
- Aqueduto Logradouro: projetado em concreto armado com seção retangular de 5,2 m de largura por 5,8 m de altura em célula dupla com comprimento de 90 m, pilares com altura máxima de 19 m espaçados a cada 30 m e capacidade de 99 m³/s. A transição da seção trapezoidal do canal para à seção retangular do aqueduto é feita ao longo de 52 m de extensão tanto a montante quanto à jusante. Na 1^a. etapa será implantada apenas uma célula com capacidade de 49,5 m³/s;
- Aqueduto Saco da Serra: projetado em concreto armado com seção retangular de 5,2 m de largura por 5,8 m de altura em célula dupla com comprimento de 120 m, pilares com altura máxima de 19 m espaçados a cada 30 m e capacidade de 99 m³/s. A transição da seção trapezoidal do canal para a seção retangular do aqueduto é feita ao longo de 52 m de extensão tanto a montante quanto à jusante. Na 1^a. etapa será implantada apenas uma célula com capacidade de 49,5 m³/s;
- Túnel Angico: projetado em seção arco retângulo com diâmetro variável e comprimento de 650 m, composto por piso revestido em concreto e paredes em rocha sem revestimento e tratamento de concreto projetado e tirantes. Tanto no emboque como no desemboque, ao longo de 50 m de extensão, a seção terá revestimento em concreto estrutural com 0,30 m de espessura. As transições, a montante e a jusante dos portais do túnel, se dão ao longo de 38,0 m de extensão;

- Aqueduto Mari: projetado em concreto armado com seção retangular de 5,2 m de largura por 6,20 m de altura em célula dupla com comprimento de 270 m, pilares com altura máxima de 19 m espaçados a cada 30 m e capacidade de 99 m³/s. A transição da seção trapezoidal do canal para a seção retangular do aqueduto é feita ao longo de 52 m de extensão tanto a montante quanto à jusante. Na 1^a. etapa será implantada apenas uma célula com capacidade de 49,5 m³/s;
- Aqueduto Terra Nova: projetado em concreto armado com seção retangular de 5,2 m de largura por 6,40 m de altura em célula dupla com comprimento de 90 m, pilares com altura máxima de 19 m espaçados a cada 30 m e capacidade de 99 m³/s. A transição da seção trapezoidal do canal para a seção retangular do aqueduto é feita ao longo de 52 m de extensão tanto a montante quanto à jusante. Na 1^a. etapa será implantada apenas uma célula com capacidade de 49,5 m³/s;
- Reservatório Terra Nova: formado por barragem em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 20,00 m e comprimento de crista de 2.389 m. Apresenta área de inundação de 2,20 km², (NA máximo maximorum) volume útil de 2,60 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 354,04 m, sendo dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de uma tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s;

O subtrecho subsequente desenvolve-se do final do forebay de jusante da estação de bombeamento EB-I/2 até o início do aqueduto Salgueiro e suas obras típicas são apresentadas a seguir:

- Canal trapezoidal: totalizando aproximadamente 18,3 km, o canal foi projetado com base de 6,0 m, taludes laterais de 1V:1,5H, altura de 6,0 m, lâmina de água de 5,25 m e revestido em concreto; e
- Reservatório Serra do Livramento: formado por barragem em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 27,50 m e comprimento de crista de 3.097 m. Apresenta área de inundação de 1,57 km² (NA máximo maximorum) volume útil de 14,15 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 408,07 m, sendo dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de estrutura de controle em sua saída para o canal de jusante, composta por 4 (quatro) comportas e de uma

tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s.

2.2.2 Principais Características

Canais de Adução

- Extensão: 59 km;
- Canal trapezoidal revestido em concreto com manta impermeabilizante: com base de 6,0 m, taludes laterais de 1V:1,5H e 6,0m de altura.

Associado ao canal são previstos:

- 18 tomadas de uso difuso com vazões de 0,1, 0,2 e 0,5 m³/s;
- estradas de serviço ao lado do canal com 3,5 m de largura cada uma;
- estradas laterais para acesso ao canal;
- sistema de drenagem interna para evitar subpressão nas paredes do canal;
- sistema de drenagem externa para proteção das obras da transposição; e
- cerca de proteção.

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 2.446.316 m³
- escavação em rocha: 2.582.135 m³
- aterro compactado: 3.861.529 m³
- concreto de revestimento: 96.120 m³
- Impermeabilização com manta: 1.734.606 m²

2.3 AQUEDUTOS

- Número de aquedutos: 4
- Extensão total (com módulos de 30,0 m): 570 m
- Altura Máxima dos Pilares: 19,0 m
- Largura da base (seção dupla – 1 na 1^a Etapa): 5,2 m
- Altura Máxima: 6,4 m

A principal característica das Obras Civas é:

- concreto estrutural: 25.700 m³

2.4 TÚNEL

- Túnel Angico
- Extensão: 650,0 m
- Seção – arco-retângulo:..... variável de 7,80 a 9,60

A principal característica das Obras Civas é:

- Escavação em rocha: (subterrânea)..... 54.170 m³

2.5 RESERVATÓRIOS

- Reservatório Tucutú
 - Comprimento na Crista: 2340,0 m
 - Altura Máxima:..... 27,5 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):...Emergência / 99 m³/s / 160,0 m
 - Nº Comportas - Estrutura de Controle: 04 un.
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em enrocamento com núcleo argiloso
- Reservatório Terra Nova
 - Comprimento na Crista: 2389,0 m
 - Altura Máxima:..... 20,0 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):..... Cheia / 99 m³/s / 160,0 m
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em enrocamento com núcleo argiloso
- Reservatório Serra do Livramento
 - Comprimento na Crista: 3097,0 m
 - Altura Máxima:..... 27,5 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):...Emergência / 99 m³/s / 160,0 m
 - Nº Comportas - Estrutura de Controle: 04 un
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em enrocamento com núcleo argiloso

As principais características das Obras Civas são:

- escavação em solo e material escarificável: 1.790.645 m³
- escavação em rocha: 7.900 m³
- aterro compactado: 1.634.460 m³
- enrocamento compactado: 1.851.300 m³

2.6 LOTE 3 - EIXO NORTE - TRECHO I - CANAIS E OBRAS CORRELATAS, DO AQUEDUTO SALGUEIRO AO RESERVATÓRIO JATI

2.6.1 Descrição do Lote

O subtrecho subsequente desenvolve-se desde o aqueduto Salgueiro até a terceira estação de bombeamento EB-I/3 e suas obras típicas são apresentadas a seguir:

- Canal trapezoidal: totalizando aproximadamente 5,8 km, o canal foi projetado com base de 6,0 m, taludes laterais de 1V:1,5H, altura de 6,0 m, lâmina de água de 5,25 m e revestido em concreto. A partir do reservatório Mangueira, onde há uma derivação de 10 m³/s para o Trecho VI, a seção do canal modificada pois passa a aduzir 89 m³/s, ficando com 6,00 m de base, 5,70 m de altura e lâmina d'água de 5,00 m;
- Aqueduto Salgueiro: projetado em concreto armado com seção retangular de 5,2 m de largura por 6,5 m de altura em célula dupla com comprimento de 150 m, pilares com altura máxima de 24 m espaçados a cada 30 m e capacidade de 99 m³/s. A transição da seção trapezoidal do canal para a seção retangular do aqueduto é feita ao longo de 52 m de extensão tanto a montante quanto à jusante. Na 1ª. Etapa será implantada apenas uma células com capacidade de 49,5 m³/s; e
- Reservatório Mangueira: formado por barragem em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 26,40 m e comprimento de crista de 1.018 m. Apresenta área de inundação de 3,20 km² (NA máximo maximorum), volume útil de 11,50 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 405,11 m, sendo dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este

reservatório será dotado uma tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s;

O subtrecho subsequente desenvolve-se até o reservatório Jati num total aproximado de 60 km e suas obras típicas são apresentadas a seguir:

- Um pequeno reservatório, a jusante do canal de saída da EB-I/3, formado por um dique de enrocamento com núcleo argiloso, com 652,0 m de comprimento de crista e 31,20 m de altura máxima, que é interligado ao reservatório Negreiros através de um canal de 35 m de largura e 44 m de comprimento;
- Reservatório Negreiros: formado por dois barramentos, apresenta área de inundação de 2,49 km² (NA máximo maximorum), volume útil de 16,0 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 493,83 m. É composto por um dique em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 23,30 m e comprimento de crista de 412 m, e um barramento em concreto compactado a rolo, com altura máxima de 36,80 m e comprimento de crista de 229 m, dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de estrutura de controle em sua saída para o canal de jusante, composta por 4 (quatro) comportas e de uma tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s;
- Canal trapezoidal: totalizando aproximadamente 40,6 km, o canal foi projetado com base de 6,0 m, 5,70 m de altura, taludes laterais de 1V:1,5H, altura de 6,0 m, lâmina de água de 5,00 m e revestido em concreto;
- Cruzamento com a BR-232 na qual será construída uma ponte em concreto protendido, com duas pistas e 35,0 m de extensão;
- Cruzamento com a BR-116 na qual será construída uma ponte em concreto protendido, com duas pistas e 44,0 m de extensão;
- Reservatório Milagres: formado por barragem principal em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 36,40 m e comprimento de crista de 816 m e por um dique também em enrocamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 26,80 m e comprimento de crista de 308 m. Apresenta área de inundação de 11,35 km² (NA máximo maximorum) com volume útil de 70,0 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 490,83 m, sendo

dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de estrutura de controle em sua saída para o canal de jusante, composta por 4 (quatro) comportas e de uma tomada d'água para uso difuso, composta por 2 (duas) válvulas dispersoras totalizando uma vazão de 2 m³/s;

- Túnel Milagres-Jati: projetado em seção arco retângulo com diâmetro variável e comprimento de 1.440 m, composto por piso revestido em concreto e paredes em rocha sem revestimento, com tratamento em concreto projetado e tirantes. Tanto no emboque como no desemboque, ao longo de 50 m de extensão, a seção terá revestimento em concreto estrutural com 0,30 m de espessura. As transições, a montante e a jusante dos portais do túnel, se dão ao longo de 36,0 m de extensão;
- Galeria Milagres: projetada em concreto armado com seção retangular de 4,9 m de largura por 6,0m de altura em célula dupla, com comprimento de 376 metros e capacidade de 89m³/s.
- Cruzamento com a BR-116 na qual será construída uma ponte em concreto protendido, com duas pistas e 44,0 m de extensão;
- Cruzamento com a BR-116 na qual será construída uma ponte em concreto protendido, com duas pistas e 51,0 m de extensão; e
- Reservatório Jati: formado por barragem homogênea em solo, com altura máxima de 57,00 m e comprimento de crista de 1.704 m. Apresenta área de inundação de 1,35 km² (NA máximo maximorum), volume útil de 25,0 milhões de m³ (NA mínimo minimorum) e NA normal 486,72 m, sendo dotado de vertedor de soleira livre com 160 m de comprimento. Este reservatório será dotado de válvulas dispersoras como estrutura de controle em sua saída para o reservatório Atalho, sendo prevista a implantação de uma pequena UHE pertencente ao Trecho II.

2.6.2 Principais Características

Canais de Adução

- Extensão: 46 km;
- Canal trapezoidal revestido em concreto com manta impermeabilizante: com base de 6,0 m, taludes laterais de 1V:1,5H e altura variável de 5,7 a 6,0.

Associado ao canal são previstos:

- 14 tomadas de uso difuso com vazões de 0,1, 0,2 e 0,5 m³/s;
- estradas de serviço ao lado do canal com 3,5 m de largura cada uma;
- estradas laterais para acesso ao canal;
- sistema de drenagem interna para evitar subpressão nas paredes do canal;
- sistema de drenagem externa para proteção das obras da transposição; e
- cerca de proteção.

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 4.122.801 m³
- escavação em rocha: 3.765.855 m³
- aterro compactado: 4.327.953 m³
- concreto de revestimento: 71.844 m³
- impermeabilização com manta: 1.296.516 m²

Aquedutos

- Número de aquedutos: 1
- Extensão total (com módulos de 30,0 m): 150 m
- Altura Máxima dos Pilares: 24,0 m
- Largura da base (seção dupla – 1 na 1a Etapa): 5,2 m
- Altura Máxima: 6,5 m

A principal característica das Obras Civis é:

- concreto estrutural: 7.104 m³

Túnel

- Túnel Milagres
- Extensão: 1.440,0 m
- Seção – arco-retângulo:.....base variável de 8,0 m a 9,30 m

A principal característica das Obras Civis é:

- Escavação em rocha: (subterrânea) 107.000 m³

Reservatórios

- Reservatório Mangueira
 - Comprimento na Crista: 1018,0 m
 - Altura Máxima:.....26,4 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):..... Cheia / 99 m³/s / 160,0 m
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em enrocamento com núcleo argiloso

- Reservatório Negreiros
 - Comprimento na Crista:229,0 m
 - Altura Máxima:.....36,8 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):... Emergência / 89 m³/s / 160,0 m
 - Nº Comportas - Estrutura de Controle:04 un.
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em concreto compactado com rolo

- Reservatório Milagres
 - Comprimento na Crista:816,0 m
 - Altura Máxima:.....36,4 m
 - Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):..... Cheia / 89 m³/s / 160,0 m
 - Nº Comportas - Estrutura de Controle:04 un
 - Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
 - Barragem em enrocamento com núcleo argiloso

- Reservatório Jati
 - Comprimento na Crista: 1704,0 m
 - Altura Máxima:.....57,0 m

- Vertedor (Tipo/Vazão/Comprimento):.....Cheia / 89 m³/s / 160,0 m
- Tomada d'água para uso difuso para 2 m³/s
- Barragem com maciço homogêneo em solo

As principais características das Obras Civis são:

- escavação em solo e material escarificável: 1.103.779 m³
- escavação em rocha:..... 882.450 m³
- aterro compactado:2.704.325 m³
- enrocamento compactado: 3.761.390 m³
- concreto compactado com rolo: 60.409 m³

2.7 LINHA DE TRANSMISSÃO E SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

A linha de transmissão (LT) projetada para o Trecho I do Eixo Norte será incluída no Lote definido pela FUNCATE/MI, juntamente com a LT projetada para o Trecho V – Eixo Leste.

É previsto que o Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) projetado para o Trecho I será complementado pela FUNCATE para atendimento dos demais trechos do Eixo Norte. O SDSC do eixo Norte e o SDSC do Eixo Leste serão agrupados em um único Lote conforme definido pela FUNCATE/MI.

3. SÍNTESE DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS

3.1 INFRA-ESTRUTURA REGIONAL

3.1.1 Sistema de Transportes

O Trecho I do Eixo Norte atravessa o Estado de Pernambuco nos municípios de Cabrobó, Verdejante, Terra Nova e Salgueiro.

Estes municípios são atendidos por terminais rodoviários e aeródromos, sendo que Salgueiro é a extremidade da ligação ferroviária do trecho Salgueiro-Recife-Suape com extensão de 637 km e que atualmente vem sendo operado pela Companhia Ferroviária Nordeste – CFN.

A Ferrovia Transnordestina integra o Programa “Avança Brasil” e prevê a construção da nova linha que liga Petrolina (PE) a Missão Velha (CE) passando por Salgueiro (PE).

Pernambuco é servido por dois aeroportos internacionais, um localizado em Recife e outro em Petrolina, um terminal hidroviário em Petrolina inserido na hidrovia do São Francisco que é navegável entre Pirapora (MG), Ibotirama (BA), Juazeiro (BA) e Petrolina (PE), e dois portos: o Porto de Recife que já se encontra com toda a operação privatizada e o Porto de Suape, localizado a 35 km ao sul deste último.

As principais rodovias federais que integram o Estado de Pernambuco são as BRs 101, 104, 116, 122, 232 e 407.

A BR-232 faz a ligação de Salgueiro a Recife, distante 516 km, passando por cidades importantes ao longo do trajeto, como Caruarú entre outras.

A ligação entre Salgueiro e Petrolina é feita pela BR-428 até Cabrobó passando pelas cidades de Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista e seguindo ao norte pela BR-116 até Salgueiro.

O trajeto de Cabrobó à capital é feito através da BR-428/316 até Floresta, seguindo a leste pela rodovia estadual PE-360 até Ibimirim, próximo do açude Poço da Cruz, seguindo pela BR-110 até a BR-232, a qual chega em Recife.

A cidade de Verdejante se liga a BR-232 através da rodovia estadual asfaltada PE-450 e a localidade de Umãs, dentro do município de Salgueiro, é ligada a BR-232 através da PE-483, que também é asfaltada.

Está prevista no Programa “Avança Brasil”, a duplicação de 120 km da BR-231, de Recife a Caruaru.

A jusante do reservatório da barragem Milagres, próximo ao túnel Milagres-Jati, o Trecho I prossegue dentro do Estado do Ceará em direção nordeste ao município de Jati, passando por Pena Forte.

A capital Fortaleza é servida por um aeroporto internacional e próximo a região em questão há um aeroporto em Juazeiro do Norte, destinado a vôos domésticos e que permite a aterrissagem de grandes aeronaves.

O Estado do Ceará é servido pelo Porto de Fortaleza e pelo Porto de Pecém que se encontra em execução, com algumas obras concluídas.

A malha ferroviária do Ceará compõe-se por dois eixos: linha tronco norte, que liga Fortaleza a Piauí e Maranhão; e linha tronco sul, que liga Fortaleza à Paraíba, além dos ramais de Crato e Mucuripi.

A ligação Missão Velha-Salgueiro, com 113 km de extensão, faz parte da futura Ferrovia Transnordestina.

A principal característica rodoviária do Ceará é a convergência da malha para a capital, com poucas alternativas de ligações diretas entre a rodovia BR-116 que faz a ligação de Fortaleza ao sul do estado, e as rodovias transversais BR-226 e BR-230, que têm grande importância funcional.

A BR-226 constitui-se em um anel central que interliga as rodovias BR-116, BR-122, CE-060, BR-403 e BR-404.

A BR-116 liga os municípios de Pena Forte e Jati ao sul com Salgueiro (PE), e ao norte com Fortaleza, passando por cidades importantes como Icó, Jaguaribe e Russas.

3.1.2 Cidades de Apoio

Como já foi citado, as cidades que serão atravessadas pelo empreendimento em Pernambuco são: Cabrobó, Salgueiro, Terra Nova e Verdejante; e no Ceará: Pena Forte e Jati.

Estas cidades servirão de apoio direto durante a execução bem como outras cidades da região do empreendimento, tais como Petrolina (PE), Juazeiro do Norte (CE) e Brejo Santo (CE).

A tabela 3.1 apresenta os dados populacionais das cidades de apoio bem como o IDR (Índice de Desenvolvimento Relativo) para a avaliação do padrão de desenvolvimento.

**TABELA 3.1
DADOS GEOGRÁFICOS DAS CIDADES DE APOIO**

Estado	Nome	População (nº. hab.)	População Urbana (%)	População Rural (%)	IDR
PE	Cabrobó	25.425	59,8	40,2	35,17
PE	Petrolina	191.238	74,5	25,5	54,96
PE	Salgueiro	49.278	76,4	23,6	43,62
PE	Terra Nova	7.043	50,2	49,8	36,23
PE	Verdejante	8.383	22,6	77,4	16,80
CE	Brejo Santo	34.838	53,0	47,0	29,70
CE	Jati	6.755	41,4	58,6	24,59
CE	Juazeiro do Norte	189.423	95,2	4,8	56,80
CE	Penaforte	6.238	54,0	46,0	18,05

Nota: Os dados de população são relativos a recontagem de 96 do Censo de 91 do IBGE.

O IDR é o padrão de comparação que utiliza a indicação da ONU denominada HDI (“Human Development Index”). O índice IDR proposto por Lemos (Lemos, J.J.S. “Níveis de Qualidade de Vida nos Municípios Brasileiros: Fundamentos para o Planejamento do Desenvolvimento do País” - Universidade Estadual do Maranhão, 1996) é composto de 8 indicadores:

- 04 indicadores de HDI: renda per capita, porcentagem de adultos alfabetizados, porcentagem de matrículas e expectativa de vida ao nascer; e
- 04 novos indicadores: disponibilidade de água, disponibilidade de saneamento básico, padrão adequado de suprimento de alimentos e taxa de mortalidade infantil.

Os municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro do Norte (CE) mostram-se como os dois grandes pólos da região do empreendimento, apresentando os maiores IDRs, em torno de 55 e as maiores populações.

Salgueiro é o maior e mais populoso centro urbano ao longo do traçado do Trecho I na porção pernambucana, função de sua posição estratégica em entroncamento rodoviário entre as rodovias federais BR-116, ligando as porções norte-sul dos Estados do Ceará e Pernambuco e BR-232, que por sua vez garante a ligação leste-oeste do interior o litoral pernambucano. Em 1996, tinha uma população de quase 50 mil habitantes e uma densidade demográfica de 28,4 hab/km². Com taxa de urbanização de 76,4%, o município apresentou de 1991 a 1996 crescimento demográfico da ordem de 0,9% ao ano, apesar do êxodo verificado nas áreas rurais, representado por uma taxa negativa demográfica de 1,3% ao ano. No contexto de saúde, Salgueiro é referência para outros municípios da bacia do rio São Francisco como São José do Belmonte, Parnamirim, Cabrobó, Terra Nova, Mirandiba, Serrita, Verdejante e Petrolândia. O IDH-M de Salgueiro era em 1991 de 0,540, situando-se na faixa de médio desenvolvimento humano.

Já na porção cearense, a principal cidade mais próxima do Trecho I é Brejo Santo (CE), dada a sua proximidade com Juazeiro do Norte e Crato, o conjunto estabelece forte centralidade regional. Em 1996, tinha cerca de 35 mil habitantes e uma taxa de urbanização de 53%, a menor entre os municípios analisados. No período de 1991 a 1996 o município teve um crescimento populacional de 0,7% ao ano, centrado na ampliação do contingente urbano, já que a população rural manteve-se praticamente constante neste período. A densidade demográfica do município era, em 1996, de 50,9 hab/km². O IDH-M de Brejo Santo em 1991 ficou em 0,458, considerado baixo.

3.1.3 Suprimento de Água potável e Industrial

A tabela 3.2 apresenta a condição do abastecimento de água nos municípios diretamente afetados pelo empreendimento.

**TABELA 3.2
ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR MUNICÍPIOS**

Estado	Nome	Rede Geral	Poço ou Nascente	Outra Forma	Total
CE	Jati	1.142	2.891	1.148	5.181
CE	Penaforte	503	199	2.338	3.040
PE	Cabrobó	4.323	2.521	1.141	7.985
PE	Salgueiro	368	906	308	1.582
PE	Terra Nova	2.927	1.575	2.811	7.313
PE	Verdejante	1.025	878	604	2.507

Por Cabrobó (PE) estar às margens do rio São Francisco, é o município melhor atendido, seguido por Terra Nova (PE), que é servido pelo açude Terra Nova contíguo à cidade e Jati (CE), devido à proximidade da barragem Atalho.

É importante notar que ao longo de todo o traçado é possível encontrar inúmeros açudes, muitas vezes secos, além de cisternas e poços amazonas, como são conhecidos na região. Este fato pode ser constatado nos desenhos do projeto geométrico do canal (261-FUN-TSF-A1-B0289 a B0336), bem como nos desenhos de implantação das barragens, em que vários açudes de pequeno porte são vistos nas áreas dos reservatórios.

No entanto, para efeito de orçamento, foi previsto um poço artesiano por canteiro de obra com eventual instalação de uma estação de tratamento de água compacta.

3.1.4 Suprimento de Energia Elétrica

A energia elétrica que chega na região advém da UHE Paulo Afonso, através da subestação Bom Nome.

O sistema elétrico de Salgueiro é alimentado por uma linha de transmissão com tensão de 69 kV derivada da subestação de Bom Nome. Cabrobó é alimentada pela mesma subestação, sendo que a linha de transmissão tem tensão de 138 kV

e passa antes pela subestação de Monte Santo entre Salgueiro e Cabrobó. Os outros municípios em que o Trecho I atravessa não possuem subestação.

Para a operação das estações de bombeamento foi projetada uma linha de transmissão com tensão de 230 kV que também é derivada da subestação de Bom Nome e é conectada com as subestações projetadas junto as EB's. O relatório R13 – Sistema Elétrico, Subestações Auxiliares e Sistema de Transmissão, descreve com mais detalhe o suprimento de energia elétrica do empreendimento.

3.2 ACESSOS

Os desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358 apresentam a implantação dos acessos ao longo do empreendimento.

3.2.1 Interferências com a Infra-estrutura Viária

A identificação das interferências do traçado do Trecho I com o sistema viário existente foi feita lançando o projeto geométrico do canal sobre a restituição aerofotogramétrica na escala 1:2.000, que abrange uma faixa com extensão média de 200 m.

As coordenadas dos locais de interferência foram colocadas num GPS de mão, de maneira a facilitar a localização em campo e no anexo encontram-se as fotos de parte das interferências identificadas ao longo do canal.

As interferências de maior relevância que foram identificadas são com as rodovias federais BR's 428, 232 e 116, sendo que esta última cruza com o canal três vezes.

A tabela 3.3 apresenta uma listagem das interferências, bem como algumas informações mais relevantes de cada local.

3.2.2 Travessias das Rodovias Federais

As travessias das Rodovias Federais foram denominadas como se segue:

- Ponte I/1 – Cruzamento da BR-428 com o canal na estaca 4+615,48;
- Ponte I/2 – Cruzamento da BR-232 com o canal na estaca 86+576;
- Ponte I/3 – Cruzamento da BR-116 com o canal na estaca 93+730,43;
- Ponte I/4 – Cruzamento da BR-116 com o canal na estaca 127+781,50; e
- Ponte I/5 – Cruzamento da BR-116 com o canal na estaca 133+114,53.

Foram feitos projetos específicos para estas travessias obedecendo aos critérios e normas do DNER que constam no “Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais” (DNER/1999) e “Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais” (DNER/1996).

As características básicas do projeto geométrico seguiram o que é preconizado pelo DNER para Rodovia Classe IB – pista simples e para ponte rodoviária com Classe de Carga TB-45.

Como foi prevista uma estrada de serviço de cada lado do canal acima da borda livre, foi necessário dimensionar as pontes com gabarito vertical de 3,0 m de maneira que possa ser possível passar um caminhão leve sob elas.

As pontes I/1 e I/2 cruzam o canal perpendicularmente e, portanto, ficaram com seus vãos iguais a 35,0 m.

Os desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0604 e 261-FUN-TSF-A1-B0643 apresentam o projeto estrutural das pontes I/1 e I/2.

TABELA 3.3
LOCALIZAÇÃO DAS INTERFERÊNCIAS

Pontos do GPS	Categoria	Pavimento	Largura (m)			Altura Aterro (m)	Estaca Aprox.	Registro Fotográfico - nº da foto
			Pista	Acostamento	Faixa Domínio			
	LT	-	-	-	-	-	-	
	vicinal	não	-	-	-	-	-	
	BR-428	sim	8,0	3,5	-	1,0	4+600	1
1-2	acesso LT	não	3,0	-	-	-	4+615	2
3-4	vicinal	não	3,0	-	-	-	5+500	3
5-6	caminho	não	3,0	-	-	-	5+400	4
7-8	caminho	não	-	-	-	-	6+220	
9-10	caminho	não	-	-	-	-	8+100	
11-12-13	vicinal	não	7,0	-	-	-	13+950	5
14-15	vicinal	não	7,0	-	-	-	14+620	
16-17	acesso telefone	não	5,0	-	-	-	15+560	6
18-19	vicinal	não	8,0	-	-	-	19+740	7
20-21	acesso telefone	não	3,0	-	-	-	-	
22-23	vicinal	não	-	-	-	-	34+360	
24-25	vicinal	não	-	-	-	-	33+540	9
26-27	vicinal	não	-	-	-	-	-	
28-29	vicinal	não	5,0	-	-	-	31+880	8
30-31	vicinal	não	-	-	-	-	39+540	11
33-34	acesso casas	não	-	-	-	-	-	
35-36-37	BR-232	sim	7,0	2,5	10,0	2,0	86+076	12, 13 e 14
38-39	caminho	não	-	-	-	-	54+620	16
40-41	vicinal	não	4,0	-	-	-	49+200	15
42-43	vicinal	não	5,0	-	-	-	67+650	18
44-45	vicinal	não	6,0	-	-	-	67+650	17
46-47	vicinal	não	5,0	-	-	-	60+980	19
51-52	vicinal	não	4,0	-	-	-	73+880	20
53-54	vicinal	não	4,0	-	-	-	75+400	21
57-58	vicinal	não	4,0	-	-	-	88+150	22
60-61	BR-116	sim	7,0	3,0	20,0	2,0	93+730	23, 24 e 25
63-64	vicinal	não	-	-	-	-	93+450	29
65-66	vicinal	não	-	-	-	-	92+220	27
67-68	acesso LT	não	2,5	-	-	-	90+800	28
69-70	vicinal	não	3,5	-	-	-	97+910	
71-72	vicinal	não	3,5	-	-	-	99+610	30
73-74	vicinal	não	3,0	-	-	-	100+800	33
75-76	vicinal	não	4,0	-	-	-	100+380	32
77-78	vicinal	não	3,5	-	-	-	107+420	34
79-80	vicinal	não	3,5	-	-	-	108+960	35
81-82	vicinal	não	3,0	-	-	-	112+050	36
83-84	vicinal	não	3,5	-	-	-	114+260	
85-86	vicinal	não	-	-	-	-	114+900	37
87-88	vicinal	não	4,0	-	-	-	117+800	38
89-90	BR-116	sim	3,5	2,0	20,0	1,5	127+701	39, 40 e 41
91-92	vicinal	não	4,0	-	-	-	130+480	49
93-94	vicinal	não	6,0	-	-	-	132+380	50
95-96	vicinal	não	4,0	-	-	-	132+680	51
97-98	BR-116	sim	3,5	2,0	20,0	3,0	133+114	52, 53, 54 e 55
99-100	vicinal	não	5,0	-	-	-	134+720	56
101-102	vicinal	não	4,0	-	-	-	135+700	
103-104	vicinal	não	3,5	-	-	-	136+460	
105-106	vicinal	não	4,5	-	-	-	138+000	
107-108	vicinal	não	4,0	-	-	-	132+900	47
109-110	vicinal	não	4,0	-	-	-	125+020	48
111-112	vicinal	não	3,5	-	-	-	123+440	46
113-114	vicinal	não	3,5	-	-	-	123+000	45
115-116	vicinal	não	4,0	-	-	-	122+700	44
117-118	vicinal	não	5,0	-	-	-	122+250	43
120-121	vicinal	não	4,5	-	-	-	118+840	42
127-128	vicinal	não	4,5	-	-	-	-	

Estas pontes foram projetadas com vigas protendidas com seção em “I” espaçadas a cada 2,70 m, com 1,65 m de altura, vãos de 35,0 m, apoiadas sobre vigas transversais de 1,40 m de altura e 1,40 m de largura, subfundadas com tubulões com fuste de diâmetro de 1,40 m e base com diâmetro de 2,50 m e altura de 1,20 m. A laje foi dimensionada com 0,20 m de espessura, 12,0 m de largura e 35,0 m de comprimento, é apoiada diretamente sobre as vigas e receberá revestimento asfáltico com espessura máxima de 0,12 m e inclinação de 2% em direção as laterais a partir do eixo, para garantir a drenagem transversal das pontes.

No entanto, as pontes I/3, I/4 e I/5 cruzam o canal em diagonal resultando em vãos bem maiores. De maneira a limitar estes vãos foi adotada a alternativa de implantar as pontes com dois apoios intermediários, imediatamente ao lado das bordas do canal e aumentar as seções laterais para garantir a largura das estradas de serviço.

O desenho 261-FUN-TSF-A1-B0605 apresenta o projeto estrutural das pontes I/3, I/4 e I/5.

Estas pontes foram projetadas com 5 vigas protendidas com seção em “I” com 1,65 m de altura, 0,20 m de largura da alma, 1,20 m de mesa superior por 0,60 m de mesa inferior, vãos máximos variando entre 32,5 m a 38,5 m, apoiadas sobre vigas transversais de 1,40 m de altura por 1,40 m de largura, subfundadas com tubulões com fuste de diâmetro de 1,40 m e base com diâmetro de 2,50 m e altura de 1,20 m.

A laje foi dimensionada com 0,20 m de espessura, 12,0 m de largura e comprimento variando entre 32,5 m a 38,5 m, é apoiada diretamente sobre as vigas e receberá revestimento asfáltico com espessura máxima de 0,12 m e inclinação de 2% em direção as laterais a partir do eixo, para garantir a drenagem transversal das pontes.

Os desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0381 a B0387 e B0389 apresentam os projetos geométricos das travessias sobre as rodovias federais e o desenho 261-FUN-TSF-A1-B0391 apresenta a concepção típica de ponte Classe I/TB-45.

São apresentadas, anexas a este relatório, as memórias de cálculo destas pontes.

3.2.3 Estradas de Serviço

As estradas de serviço serão implantadas nas bermas laterais de cada lado do canal acima da borda. Nas seções em corte, a escavação será alargada acima da seção hidráulica do canal, de maneira que as plataformas fiquem ao lado de suas margens, acima da borda livre. Nas seções em aterro, as plataformas ficarão na crista do aterro junto ao topo do talude, acima da borda livre.

Foi previsto que o leito das plataformas tenha no mínimo 3,5 m de largura e seja dotado de revestimento primário (material granular compactado).

Na fase final de construção do empreendimento foi avaliada a possibilidade que em uma cheia milenar ou em um problema operacional, o nível d'água do canal possa ultrapassar a borda livre em alguns trechos. Por isso foram previstas nestes trechos as seguintes soluções:

- Canal em aterro: foram previstas muretas em concreto onde a altura pode variar de 0,30 m a 1,30 m e a base poderá ocupar no máximo 0,55 m da estrada de serviço; e
- Canal em corte: alternativamente às muretas, foi previsto alteamento da base da estrada de serviço através de aterro compactado com paramento em estrutura de gabião, em que se pode utilizar o material proveniente das escavações obrigatórias. A estrada de serviço ficará sobre o aterro, o que conseqüentemente irá aumentar a largura da plataforma prevista.

Nos desenhos em que são apresentadas as seções típicas de canal em corte, aterro e corte/aterro, também são apresentadas as seções típicas das estradas de serviço incluindo as soluções de alteamento de trechos do canal com mureta e gabião (desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0215 a B0217 e B0490).

O revestimento primário será constituído de uma camada de 10 cm de rocha alterada compactada e/ou cascalho, colocada diretamente sobre o leito, já devidamente regularizado e escarificado.

O greide da estrada de serviço coincidirá com a declividade do canal e a declividade transversal da plataforma deverá ser de 2% de caimento para a parte externa da seção do canal, tanto nas seções em corte, quanto em aterro.

3.2.4 Estradas Laterais

As estradas laterais, além de serem o principal acesso para o empreendimento, também cumprirão o papel de interceptar e coletar toda a malha viária existente, principalmente, as estradas vicinais e caminhos ou acessos rurais ao longo das duas margens do canal, bem como possibilitar que as obras do Trecho I do PTSF não interrompam o tráfego local.

Nos desenhos em que são apresentadas as seções típicas do canal em corte, aterro e corte/aterro, também são apresentadas as seções típicas das estradas laterais (ver desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0215 a B0217 e B0490).

Nos desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358 é apresentado o projeto funcional das estradas laterais, de acordo com as normas e critérios do DNER que constam no “Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais” (DNER/1999).

As características básicas seguiram o que é estabelecido pelo DNER para rodovia Classe IVB. Foi procurado priorizar o paralelismo entre o traçado das estradas laterais e do canal, de forma a estar sempre dentro da faixa de desapropriação.

Como pode ser observado nos desenhos supra citados, foram priorizados a utilizações das estradas vicinais, caminhos e acessos rurais existentes, sempre que possível.

O projeto funcional das estradas laterais resultou em uma extensão de 196 km, aproximadamente, dos quais 125 km correspondem à abertura de estradas pioneiras, em 28 km foi prevista a utilização de trechos de caminhos e acessos rurais existentes e em 43 km foi prevista a utilização de trechos de estradas vicinais existentes.

Foi previsto que o leito das plataformas seja de no mínimo 7,0 m de largura dotado de revestimento primário e acostamento, conforme estabelecido no desenho 261-FUN-TSF-A1-B0380.

O revestimento primário será constituído de uma camada de 20 cm de rocha alterada compactada e/ou cascalho, colocada diretamente sobre o leito ou não.

De maneira geral, as estradas laterais foram concebidas de maneira que o greide acompanhe a inclinação do terreno sempre que possível, para que os volumes de corte e aterro sejam os mínimos possíveis. Embora rampas de até 7 ou 8% tenham pouca influência no comportamento de veículos de passageiros, poderão ser adotadas em pontos isolados, inclinações maiores que o fixado, quando a topografia for desfavorável. O ideal é a adoção de rampas com no máximo 10% de inclinação.

Dispositivos de drenagem superficial foram previstos para serem igualmente implantados ao longo das estradas laterais. A pista apresenta inclinação transversal única de 2%.

O escoamento da água da chuva foi previsto para ser captado por uma canaleta em meia-cana de 0,30 m de diâmetro, implantada ao longo de todo o traçado, que deverá ser conectada ao sistema de drenagem externo do canal em função das reais condições topográficas do local e a critério da FISCALIZAÇÃO.

3.2.5 Travessias das Estradas Laterais

Para conectar as estradas laterais entre ambas as margens do canal em toda a extensão do Trecho I, foram previstas pontes a cada 10 km, aproximadamente. A implantação destas pontes está apresentada nos desenhos do projeto funcional das estradas (ver desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358).

As pontes foram concebidas de acordo com as normas e critérios que constam no “Manual de Projeto de Obras de Arte” (DNER/1996) para a Classe IV de projeto e Classe de Carga TB-36.

Os arranjos gerais das pontes para seções de canal em corte e aterro são apresentados nos desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0468 e B0488.

Os desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0491 e B0488 apresentam os projetos estruturais das pontes Classe I/TB-36 para as situações de travessia de canais em seção em aterro e corte respectivamente.

Estas pontes foram projetadas com 3 vigas protendidas com seção em “I” com 1,65 m de altura, 0,20 m de espessura de alma, 1,20 m de mesa superior e 0,60 m de mesa inferior e vãos de 35,0 m.

A laje foi dimensionada com 0,20 m de espessura, 9,0 m de largura e 35,0 m de comprimento, é apoiada sobre as vigas e receberá revestimento asfáltico com espessura máxima de 0,12 m e inclinação de 2% em direção as laterais a partir do eixo, para promover a drenagem transversal da ponte.

Prevendo a possibilidade de ser preciso implantar uma ponte em um local onde o canal esteja numa seção em corte mais alto, é apresentada uma alternativa de ponte com três vãos no desenho 261-FUN-TSF-A1-B0489.

O desenho 261-FUN-TSF-A1-B0489 apresenta o projeto estrutural da ponte Classe I/TB-36 com 3 vãos, sobre canal em corte. O vão central tem as mesmas características descritas anteriormente.

São apresentadas, anexas a este relatório, as memórias de cálculo destas estruturas.

Nos trechos em que as estradas laterais interceptam as rodovias federais foi previsto um dispositivo típico de entroncamento em nível para melhorar a segurança e visibilidade do tráfego (ver desenho 261-FUN-TSF-A1-B0487).

Nas drenagens e talvegues menores, a travessia das estradas laterais será feita através de passagens molhadas. Já nas drenagens e talvegues de maior porte, que coincidem na sua maioria com os trechos em aqueduto ao longo do traçado, a travessia será feita através de aterros/barragem que podem ser galgados na época das chuvas, além de terem uma pequena capacidade de reserva a montante. Esta concepção é apresentada no desenho 261-FUN-TSF-A1-B0487.

3.2.6 Acessos as Obras Localizadas

De maneira geral, todas as obras localizadas, tais como estações de bombeamento, barragens e tomada d'água, terão acessos permanentes que servirão durante as várias etapas do empreendimento, isto é, durante o período construtivo, e posteriormente para operação, supervisão e controle do sistema e para a manutenção de equipamentos e estruturas.

Nos projetos específicos de implantação de tais obras, são também apresentadas as locações dos acessos.

Especificamente para as estações de bombeamento, foram projetadas estradas asfaltadas de ligação com as rodovias federais da região, de maneira a possibilitar o transporte dos equipamentos eletromecânicos e conjuntos motobombas (ver desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358).

Como critério geral de projeto desses acessos, foram adotados raios de curvas, rampas máximas e plataformas compatíveis com os veículos de transporte destes equipamentos.

3.2.7 Passarelas

De maneira a possibilitar a passagem de pessoas e/ou animais de uma margem para outra ao longo do traçado do canal foram previstas duas passarelas a cada trecho entre duas pontes e preferencialmente a cada 5,0 km.

A implantação das passarelas ao longo do canal é apresentada nos desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358, ao passo que arranjo geral em situações de canal em corte ou aterro é apresentado no desenho 261-FUN-TSF-A1-B0392.

São apresentadas, anexas a este relatório, as memórias de cálculo das passarelas.

3.3 VILAS RESIDENCIAIS

3.3.1 Pré-dimensionamento dos Alojamentos

O dimensionamento da população ocupada no empreendimento (POE) foi elaborado a partir dos cronogramas de execução das obras dos lotes do Trecho I, assim como das quantidades envolvidas e dos respectivos histogramas de produção (demandas médias mensais).

Desta forma, para cada lote foi determinada a necessidade total de mão-de-obra por ano, tomando para efeito de dimensionamento a quantidade máxima necessária. Para cada lote será distribuída igualmente a quantidade máxima de funcionários para cada canteiro.

Do total de mão-de-obra mobilizada, da qual 15% serão alocadas na área administrativa, sendo 5% nos Escritórios Administrativo (EAC), cerca de 85% dos funcionários serão acomodados nos alojamentos, sendo considerado um acréscimo de 20% das vagas de alojamento para acomodar funcionários dos subempreiteiros.

Deverão ser considerados dois tipos de alojamento: o tipo A, destinado para alojar feitores, encarregados, assistentes técnicos, etc., com capacidade de 40 vagas, de maneira a acomodar 2 funcionários por quarto; e o tipo B, destinado a alojar operadores, carpinteiros, ajudantes, etc., com capacidade de 120 vagas, acomodando 6 funcionários por quarto.

Os desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0627 e 261-FUN-TSF-A1-B0644 apresentam os arranjos típicos dos alojamentos.

Vale lembrar que a mão-de-obra local poderá contribuir bastante para a formação dos contingentes necessários às obras, reduzindo, em consequência, o número de alojamentos previstos para o Trecho I.

Os critérios adotados no dimensionamento, assim como a distribuição do contingente, da mão-de-obra e dos alojamentos, por lote, encontram-se detalhados nas planilhas de dimensionamento integrantes do presente relatório.

3.3.2 Mão-de-Obra

O histograma da distribuição de mão-de-obra é parte integrante do presente relatório e foi determinante para que a distribuição de mão-de-obra por lote fosse calculada tendo ainda como base os quantitativos elaborados para cada lote, conforme planilha de orçamento, e a produtividade dos equipamentos usada para o cálculo dos preços unitários. Este cálculo deverá ser feito sobre os serviços principais, que representam aproximadamente 65% do valor da construção civil, para a divisão da área de abrangência de cada canteiro. Não foi contemplada a mão-de-obra para as montagens eletromecânicas, considerando que a mesma tem seu início efetivo quando a da construção civil entra em declínio e usará os mesmos alojamentos já construídos.

3.4 CANTEIROS

3.4.1 Considerações Gerais

O planejamento dos canteiros de obras foi desenvolvido de forma a atender as necessidades dos serviços e garantir o fiel cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma de execução das obras.

A partir das localizações das obras, do tipo de obra e do planejamento executivo, foram estabelecidos os tipos, as capacidades e as funções dos canteiros de obra.

Como suportes aos canteiros de obra, quer provisórios ou definitivos, entendeu-se válido para o bom gerenciamento das obras, a existência de um Escritório Administrativo Central (EAC) localizado em uma cidade próxima.

As premissas mínimas para escolha das localizações dos EAC's foram aquelas determinadas pelas condições de acesso, existência de, pelo menos uma, agência bancária, condições de acesso a provedor de Internet e existência de rede de telefonia instalada.

Dentro das premissas estabelecidas e, limitados à realidade dos aglomerados urbanos da região, foram definidas para sediarem as EAC's as seguintes cidades:

- Lote 01 – Cabrobó
- Lote 02 – Cabrobó
- Lote 03 – Salgueiro

Para o início das obras foram consideradas as implantações de canteiros provisórios, para, subsidiariamente aos EAC's, fornecer suporte técnico-administrativo aos serviços iniciais de implantação e construção que serão localizados próximos às instalações dos canteiros definitivos.

Já os canteiros definitivos serão compostos de instalações de britagem e produção de concreto, instalações industriais e de apoio, instalações da montagem eletromecânica e acampamentos que podem ser localizados próximos às cidades existentes, dependendo de suas distâncias às principais obras.

Os agregados para concreto, transições e filtros serão produzidos pelas instalações de britagem, a partir da rocha obtida nas escavações obrigatórias, sendo complementados por exploração de pedreira e de jazidas, no caso de areia. A rocha escavada será estocada em área próxima ao sistema de britagem, sendo utilizada de acordo com a necessidade.

Pelo fato do Lote 1 ser composto pela execução das três estações de bombeamento, foi prevista a necessidade de um canteiro por EB, já que estas estão distantes umas das outras. A diferença básica entre os canteiros do lote 1 para os dos lotes 2 e 3 é a inclusão de uma área destinada para o almoxarifado eletromecânico e para a oficina eletromecânica.

Especial atenção foi dedicada ao dimensionamento das instalações industriais, objetivando o adequado atendimento das necessidades da obra, sejam elas de produção ou de qualidade. As instalações de apoio, por sua importância e pelo porte da obra, foram dimensionadas e projetadas em áreas de construções adequadas às condições previstas no planejamento. A humanização do espaço, sem perda da noção de disciplina, orientou o planejamento do acampamento. A valorização da área de lazer e o conjunto esportivo, a disposição e o dimensionamento dos conjuntos habitacionais, e os cuidados com a alimentação visaram tornar a mobilização e a fixação temporária da população residente a mais harmoniosa possível com as condições existentes.

Foram também previstos contêineres auxiliares, que serão montados conforme a necessidade ao longo do lote, atendendo principalmente aos locais onde tenha obras localizadas, e logicamente dependendo da logística de construção a ser adotada pelo construtor. Esses canteiros serão construídos com estruturas semelhantes às utilizadas nos canteiros provisórios.

O desenho 261-FUN-TSF-A1-B0644 apresenta o arranjo típico dos canteiros do lote 1, enquanto que o B0627 apresenta o arranjo para os canteiros dos lotes 2 e 3.

3.4.2 Canteiros Provisórios

Os canteiros provisórios deverão proporcionar condições adequadas à mobilização dos recursos técnico-administrativos necessários ao desenvolvimento inicial da obra, até que sejam construídas as instalações definitivas.

Para as edificações, foi prevista a utilização de contêineres modulados, de fácil instalação e manuseio, pois contam com as dimensões compatíveis para fácil transporte. Cada unidade tem aproximadamente 2,30m de largura por 6,00 m de comprimento. As condições de habitabilidade são conseguidas através de revestimento e isolamento térmico adequados.

Essas estruturas serão utilizadas para as seguintes finalidades:

- escritório;
- enfermaria;
- segurança do trabalho;
- refeitório;
- sanitário/vestiário;
- depósito;
- apontadoria/portaria.

Essas unidades serão reaproveitadas posteriormente nos canteiros auxiliares a serem instalados ao longo do trecho.

3.4.3 Canteiros Definitivos

A localização dos canteiros definitivos de obras está apresentada nos desenhos 261-FUN-TSF-A1-B0355 a B0358 para os lotes 1, 2 e 3 e a definição dos lotes está apresentada no item 2.1 deste relatório.

O critério para determinação da localização dos canteiros levou em conta a distribuição das principais obras contidas nessa área de abrangência. Foram avaliadas, ainda, as características e as condições da infra-estrutura dos municípios mais próximos e das vias de acesso existentes.

Procurou-se, ainda, escolher locais próximos de pontos notáveis ao longo de cada área de abrangência, tais como túneis, reservatórios, etc., para a implantação dos canteiros dos lotes 2 e 3. Para o lote 1 foi previsto um canteiro junto a cada estação de bombeamento.

As condições topográficas dos locais também foram levadas em conta, sendo que, nas regiões de topografia acidentada, as áreas internas dos canteiros deverão ser escalonadas em plataformas de cotas variadas, procurando uma compensação entre cortes e aterros, visando minimizar os volumes de terraplenagem e facilitar a recomposição do relevo natural ao final do empreendimento.

Os acessos aos canteiros por veículos e pessoas provenientes de áreas externas serão controlados e se processarão sem interferência direta com o canteiro e as demais partes da obra.

Foram projetadas estradas asfaltadas de ligação dos canteiros do lote 1 com as rodovias federais ou os municípios mais próximos, para promover o transporte dos equipamentos eletromecânicos, transformadores e conjuntos motobombas, nas seguintes extensões:

- Canteiro da EB-I/1: acesso de, aproximadamente, 2,5 km até a BR-428, próximo a Cabrobó;
- Canteiro da EB-I/2: acesso de, aproximadamente, 4,5 km até o município de Terra Nova;
- Canteiro da EB-I/3: acesso de, aproximadamente, 10,5 km até a BR-116, próximo a Salgueiro.

O canteiro do lote 2 será conectado à cidade de Cabrobó através de um acesso de aproximadamente 18,4 km, enquanto que o canteiro do lote 3 está às margens da BR-116, já no estado do Ceará, próximo a cidade de Pena Forte.

As instalações industriais foram previstas de modo a facilitar o transporte dos materiais de seu local de preparo às frentes de serviço. Procurou-se localizar o pátio da central de concreto em posição que facilitasse o seu abastecimento, tanto de agregados, quanto de aglomerantes.

A instalação da central de britagem foi concebida aproveitando, sempre que possível, a declividade natural do terreno, iniciando com o pátio de manobras dos caminhões que alimentarão o britador primário e o estoque de areia natural.

3.4.4 Centrais de Britagem e Produção de Concreto

- **Instalações das Centrais de Britagem e Concreto**

A sugestão de arranjo físico das instalações foi ditada pela necessária funcionalidade. Ele foi projetado dando especial atenção ao dimensionamento das unidades produtivas, ao plano viário e ao acesso às obras. As instalações foram dispostas de modo a minimizar o transporte de insumos, que serão utilizados para as diversas etapas de construção e constam de:

- central de britagem;
- central de concreto convencional;
- central de concreto rolado;
- sistema de estocagem e transferência de aglomerantes;
- depósito de aditivos;
- depósito de cimento em sacos;
- lavador de caçambas;
- escritório de produção;
- laboratório;
- oficina de campo;
- sanitário de campo.

Em cada canteiro foi prevista a perfuração de um poço artesiano para suprir suas necessidades de água potável e para o concreto. Dependendo de sua qualidade, será também instalada uma estação compacta de tratamento.

A central de britagem, com capacidade nominal de produção dimensionada para cada canteiro, destina-se à produção de agregados, que contará com linha de produção com capacidade adequada a área de abrangência e será instalada conforme determinado pela programação das obras. Cada linha compõe-se

basicamente de britagem primária, britagem secundária, terciária e quaternária, peneiras vibratórias, calhas vibratórias, transportadores de correia e um sistema de abatimento de pó. Para facilitar sua locomoção, devem ser previstas centrais de britagens móveis, instaladas sobre carretas, que, em caso de necessidade, serão deslocadas até as frentes de produção, visando deste modo diminuirão a distância de transporte de rocha.

A central de concreto será do tipo dosadora, com capacidade nominal adequada à área de abrangência a que se destina, e deve ser prevista para a fabricação de concreto convencional. Também deverá ser do tipo móvel sobre carretas, mesmo porque o concreto será distribuído ao longo de todo o trecho com alguns volumes localizados, como no caso das estações de bombeamento. A central será remanejada para local mais próximo, quando a distância de transporte ficar muito longa e economicamente mostrar se conveniente.

A misturadora para concreto compactado com rolo (CCR) deverá ser instalada o mais próximo possível do local de aplicação, visto que nesse caso a aplicação será concentrada em obras localizadas ao longo do trecho e, deste modo, a distância de transporte será a menor possível.

O sistema de estocagem e transferência de aglomerantes contará com 2 silos para cimento pozolânico, sistemas de transferência e filtros antipoluentes.

O concreto será transportado aos locais de lançamento por caminhões betoneira.

Os tambores com aditivos deverão ser estocados em um galpão, de onde, através de três conjuntos individuais de reservatório, bombas e tubulação, os aditivos serão transferidos para os dosadores da central de concreto.

Para apoio técnico-administrativo, deverão ser instalados, nas proximidades das instalações industriais, o escritório de produção, o laboratório, o depósito de cimento em sacos e o lavador de caçambas.

Próximo da central de britagem é sugerido serem instalados uma oficina de campo, onde serão executados os serviços de manutenção mais simples, e um sanitário de campo.

- **Dimensionamento das Centrais de Britagem e de Concreto**

As centrais de britagem destinam-se à produção de agregados pétreos para atender as necessidades da obra, em especial para fabricação de concreto, transição e agregados miúdos para filtros. As máquinas e os equipamentos, em caráter sugestivo, foram dimensionados e associados de modo a fornecer conjuntos com suficientes recursos para permitir variações dos agregados produzidos.

As centrais foram dimensionadas para atender às necessidades correspondentes à demanda de pico. Como o cálculo da necessidade de brita está baseado em uma média durante todo o ano, a quantidade de brita para atender o pico deverá ser o volume do mês acrescido de 50%, devido ao método de cálculo usado nesta fase de projeto básico e de acordo com o cronograma.

Para efeito de dimensionamento, foi considerado, ainda, um excedente de consumo de 15%, relativo a perdas e usos diversos para a britagem, e 10% para as centrais de concreto.

Levou-se em consideração que o período de trabalho será de 10 horas por dia, e vinte e dois dias produtivos por mês, além de dois dias de manutenção preventiva e corretiva.

Para a determinação da produção nominal da central de britagem foram adotados os seguintes coeficientes de produção:

- Produção de brita0,9
- Produção de brita com instalação grande utilizando tremonha0,9
- Jornada de trabalho de 10 horas por dia0,8

Para o dimensionamento das centrais de concreto foi considerado que a jornada de trabalho será de 54 horas por semana, totalizando 176 horas efetivas de trabalho por mês, de forma a ter 20 horas destinadas à manutenção preventiva e corretiva por mês.

As produções mensais previstas para o consumo de brita e concreto são apresentadas no presente relatório sob a forma de histogramas.

Os histogramas foram elaborados com base nas características próprias das obras e em função dos prazos disponíveis para sua execução.

Neste relatório, os dimensionamentos das centrais de britagem e concreto sugeridos encontram-se detalhados e explicitados em item próprio, cujas necessidades, de forma sintética, estão mostradas no quadro a seguir.

TABELA 3.4
DIMENSIONAMENTO DO CANTEIRO

LOTE	Nº DE CANTEIROS	PROD. MÉDIA MENSAL DE BRITA (5 maiores) (t/mês)	PROD. MÉDIA MENSAL POR CANTEIRO (5 maiores) (t/mês)	PN PRODUÇÃO NOMINAL HORÁRIA (t/h)	PROD. MÉDIA MENSAL DE CONCRETO (5 maiores) (m³/mês)	PROD. MÉDIA MENSAL P/ CANTEIRO (5 maiores) (m³/mês)	P = CAPACIDADE HORÁRIA NOMINAL (m³/h)
01	03	32.401	110.800	76,00	17.025	5.675	32,00
02	01	187.099	187.099	1.312	31.558	31.558	179,00
03	01	176.609	176.605	1.239	28.200	28.200	160,00

Os estudos revelaram a exequibilidade dos serviços dentro dos prazos estipulados, com cadências compatíveis com obras deste porte.

3.5 DIMENSIONAMENTO DAS CENTRAIS DE BRITAGEM E DE CONCRETO

3.5.1 Dimensionamento das Centrais de Concreto

- **Lote 1**

Considerando-se 10% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será:

a) Consumo de concreto convencional (média 5 maiores consumos)	10.318,20 m³/mês
b) Acréscimo para atender mês de pico (50% de a)	5.159,10 m³/mês
c) Acréscimo para atender usos diversos e perdas (10% de a+b)	1.547,73 m³/mês

Total (a+b+c) 17.025,00 m³/mês

No Lote 1 , tem-se a seguinte necessidade :

Canteiro 01	5.675,00 m³/mês
Canteiro 03	5.675,00 m³/mês
Canteiro 04	5.675,00 m³/mês

Nos dimensionamentos das centrais de concreto foram consideradas as seguintes premissas :

Horas trabalhadas por semana.....54 h/semana

Horas disponíveis por mês (4,2 x 54).....226,8 h/mês

Horas de manutenção/mês.....20 h/mês

Horas efetivamente trabalhadas por mês (85% x (226,8 – 20)).....176 h/mês

Dados históricos mostram a seguinte relação entre as produções:

$$C = 1,65 P$$

C = Capacidade horária nominal m³/h

P = Capacidade horária efetiva m³/h (5.675/176)

C = Capacidade horária nominal 32,24 m³/h 32,0 m³/h

- **Lote 2**

Considerando-se 10% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será:

a) Consumo de concreto convencional		
	(média 5 maiores consumos)	19.126,00 m³/mês
b) Acréscimo para atender mês de pico		
	(50% de a)	9.563,00 m³/mês
c) Acréscimo para atender usos diversos e perdas		
	(10% de a+b)	2.868,00 m³/mês
<hr/>		
Total (a+b+c)		31.557,90 m³/mês

No Lote 2 , tem-se a seguinte necessidade :

Canteiro 02	31.557 m³/mês
-------------	---------------

Nos dimensionamentos das centrais de concreto foram consideradas as seguintes premissas:

Horas trabalhadas por semana..... 54 h/semana

Horas disponíveis por mês (4,2 x 54)..... 226,8 h/mês

Horas de manutenção/mês..... 20 h/mês

Horas efetivamente trabalhadas por mês (85% x (226,8 – 20)). 176 h/mês

Dados históricos mostram a seguinte relação entre as produções:

$$C = 1,65 P$$

C = Capacidade horária nominal m³/h

P = Capacidade horária efetiva m³/h → (31.558/176)

C = Capacidade horária nominal 179,30 m³/h 179,00 m³/h

- **Lote 3**

Considerando-se 10% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será:

a) Consumo de concreto convencional		
	(média 5 maiores consumos)	17.090,60 m³/mês
b) Acréscimo para atender mês de pico		
	(50% de a)	8.545,30 m³/mês
c) Acréscimo para atender usos diversos e perdas		
	(10% de a+b)	2.563,59 m³/mês
<hr/>		
Total (a+b+c)		28.199 49 m³/mês

No Lote 3 , tem-se a seguinte necessidade:

Canteiro 05	28.200 m³/mês
-------------	---------------

Nos dimensionamentos das centrais de concreto foram consideradas as seguintes premissas:

Horas trabalhadas por semana.....	54 h/semana
Horas disponíveis por mês (4,2 x 54).....	226,8 h/mês
Horas de manutenção/mês.....	20 h/mês
Horas efetivamente trabalhadas por mês (85% x (226,8 – 20)).....	176 h/mês

Dados históricos mostram a seguinte relação entre as produções:

$$C = 1,65 P$$

C = Capacidade horária nominal	m³/h	
P = Capacidade horária efetiva	m³/h	28.200 / 176
C = Capacidade horária nominal	160,20 m³/h	160,00 m³/h

3.7 DIMENSIONAMENTO DAS CENTRAIS DE BRITAGEM

- **Lote 1**

Considerando-se 15% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será de:

a) Consumo previsto (média 5 maiores consumos)	12.691,60 m³/mês
b) Acréscimo para atender mês de pico (50% de a)	6.345,80 m³/mês
c) Acréscimo para atender usos diversos e perdas (15% de a+b)	2.855,61 m³/mês
Total (a+b+c)	21.893,01 m³/mês

Peso específico da brita	1,48 t/m³
Total (em t/mês) (21.893,01 x 1,48)	32.401,65 t/mês

No lote 1 tem-se a seguinte necessidade:

Canteiro 01	10.800 t/mês
Canteiro 03	10.800 t/mês
Canteiro 04	10.800 t/mês

Considerando-se um turno de trabalho de 10 horas e vinte e dois dias trabalhados (2 dias de manutenção preventiva e corretiva), a produção necessária será:

$$Ph = 10.800 / (10 \times 22) = 49,09 \text{ t/h}$$

Para os coeficientes de produção abaixo descritos, a produção nominal das instalações será:

K_1 (tipo de material) = 0,9

K_2 (instalação grande com tremonha)= 0,9

K_3 (jornada de trabalho de 10 h/dia)= 0,8

Produção nominal

$P_n = 49,09 / (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)$ 75,76 t/h 76,00 t/h

• **Lote 2**

Considerando-se 15% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será de:

- a) Consumo previsto (média 5 maiores consumos) 73.286,00 m³/mês
- b) Acréscimo para atender mês de pico (50% de a) 36.643,00 m³/mês
- c) Acréscimo para atender usos diversos e perda (15% de a+b) 16.489,35 m³/mês

Total (a+b+c)	126.418,35 m ³ /s
Peso específico da brita.....	1,48 t/m ³
Total (em t/mês) (126.418,35 x 1,48).....	187.099,15 t/mês

No lote 2 tem-se a seguinte necessidade:

Canteiro 02	187.099 t/mês
-------------	---------------

Considerando-se um turno de trabalho de 10 horas e vinte e dois dias trabalhados (2 dias de manutenção preventiva e corretiva), a produção necessária será:

$$P_h = 187.099 / (10 \times 22) = 850,40 \text{ t/h}$$

Para os coeficientes de produção abaixo descritos, a produção nominal das instalações será:

$$K_1 \text{ (tipo de material)} = 0,9$$

$$K_2 \text{ (instalação grande com tremonha)} = 0,9$$

$$K_3 \text{ (jornada de trabalho de 10 h/dia)} = 0,8$$

Produção nominal

$$P_n = 850,40 / (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) \quad 1.312,42 \text{ t/h} \quad 1.312,00 \text{ t/h}$$

- **Lote 3**

Considerando-se 15% de usos diversos e perdas, a produção média mensal necessária será de:

a) Consumo previsto

$$\text{(média 5 maiores consumos)} \quad 69.175,40 \text{ m}^3/\text{mês}$$

b) Acréscimo para atender mês de pico

$$\text{(50\% de a)} \quad 34.587,70 \text{ m}^3/\text{mês}$$

c) Acréscimo para atender usos diversos e perdas

$$\text{(15\% de a+b)} \quad 15.564,46 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$\text{Total (a+b+c)} \quad 119.327,56 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$\text{Peso específico da brita} \quad 1,48 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Total (em t/mês) (119.327,46 x 1,48)} \quad 176.604,79 \text{ t/mês}$$

No lote 3 tem-se a seguinte necessidade:

Canteiro 05	176.605 t/mês
-------------	---------------

Considerando-se um turno de trabalho de 10 horas e vinte e dois dias trabalhados (2 dias de manutenção preventiva e corretiva), a produção necessária será:

$$Ph = 176.605 / (10 \times 22) = 802,75 \text{ t/h}$$

Para os coeficientes de produção abaixo descritos, a produção nominal das instalações será:

$$K_1 \text{ (tipo de material)} = 0,9$$

$$K_2 \text{ (instalação grande com tremonha)} = 0,9$$

$$K_3 \text{ (jornada de trabalho de 10 h/dia)} = 0,8$$

Produção nominal

$$Pn = 802,75 / (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) = 1.238,81 \text{ t/h} \quad 1.239,00 \text{ t/h}$$

DIMENSIONAMENTO DOS ALOJAMENTOS

- **Lote 1**

Necessidade máxima de mão-de-obra por mês		
Ano 01	Ano 02	Ano 03
598	1.616	815

QUANTIDADE MÁXIMA

1.616 (Mão-de-obra Direta)

1.901 (Mão-de-obra Indireta)

No Lote 1 tem-se a seguinte necessidade :

Canteiro 01	634
Canteiro 03	634
Canteiro 04	634

Considerando as seguintes proporções para alojados e não alojados:

a) Mão-de-Obra Total por canteiro	634 funcionários
b) Mão-de-Obra Administrativa (15% de a)	95 funcionários
c) Mão-de-Obra Direta (a – b)	539 funcionários
d) Funcionários Alojados (85% de c)	458 funcionários
e) Vagas para Sub-empregados (20 % de d)	92 funcionários
f) TOTAL ALOJADO (d + e)	550 funcionários

Considerando os seguintes tipos de alojamentos

Alojamento tipo A40 vagas (dois por quarto)

(Alojamento para feitores, encarregados, ass. técnico, etc.)

Alojamento tipo B120 vagas (seis por quarto)

(Alojamento para operadores, carpinteiros, ajudantes, etc.)

TOTAL ALOJADO "A" (15%) 83 unidades

TOTAL ALOJADO "B" (85%) 467 unidades

Quantidade de alojamentos a serem construídos em cada canteiro do Lote 1:

ALOJAMENTO TIPO "A" (83/40) 2 unidades

ALOJAMENTO TIPO “B”

(467/120) 4 unidades

* Obs.: O pequeno excedente não determina a execução de mais um alojamento tipo A.

- **Lote 2**

Necessidade máxima de mão-de-obra por mês		
Ano 01	Ano 02	Ano 03
2.396	4.032	2.620

QUANTIDADE MÁXIMA

4.032 (Mão-de-Obra Direta)

4.743 (Mão-de-Obra Indireta)

No Lote 2 tem-se a seguinte necessidade:

Canteiro 02	Funcionários
	4.743

Considerando as seguintes proporções para alojados e não alojados:

- a) Mão-de-obra Total por Canteiro 4.743 funcionários
- b) Mão-de-obra Administrativa (15% de a) 712 funcionários
- c) Mão-de-obra Direta (a – b) 4.031 funcionários
- d) Funcionários Alojados (85% de c) 3.427 funcionários

e) Vagas para Subempreiteiros (20% de d) 685 funcionários

f) TOTAL ALOJADO (d + e) 4.113 funcionários

Considerando os seguintes tipos de alojamentos

Alojamento tipo A 40 vagas (dois por quarto)

(Alojamento para feitores, encarregados, ass.técnico, etc.)

Alojamento tipo B 120 vagas (seis por quarto)

(Alojamento para operadores, carpinteiros, ajudantes, etc.)

TOTAL ALOJADO "A" (15%) 617 unidades

TOTAL ALOJADO "B" (85%) 3.495 unidades

Quantidade de alojamentos a serem construídos em cada canteiro do Lote 2:

ALOJAMENTO TIPO "A" (617/40) 16,0 unidades

ALOJAMENTO TIPO "B" (3.495/120) 29,00 unidades

- **Lote 3**

Necessidade máxima de mão-de-obra por mês		
Ano 01	Ano 02	Ano 03
4.058	3.399	1.444

QUANTIDADE MÁXIMA	4.058 (Mão-de-Obra Direta)
	4.774 (Mão-de-Obra Indireta)

No Lote 3 tem-se a seguinte necessidade :

Canteiro 05	Funcionários
	4.774

Considerando as seguintes proporções para alojados e não alojados :

a) Mão-de-Obra Total por canteiro	4.744 funcionários
b) Mão-de-Obra Administrativa (15% de a)	716 funcionários
c) Mão-de-Obra Direta (a – b)	4.058 funcionários
d) Funcionários Alojados (85% de c)	3.449 funcionários
e) Vagas para Sub-empregados (20% de d)	690 funcionários
f) TOTAL ALOJADO (d + e)	4.139 funcionários

Considerando os seguintes tipos de alojamentos

Alojamento tipo A 40 vagas (dois por quarto)

(Alojamento para feitores, encarregados, ass. técnico, etc.)

Alojamento tipo B 120 vagas (seis por quarto)

(Alojamento para operadores, carpinteiros, ajudantes, etc.)

TOTAL ALOJADO "A" (15%)	620 unidades
TOTAL ALOJADO "B" (85%)	3.518 unidades

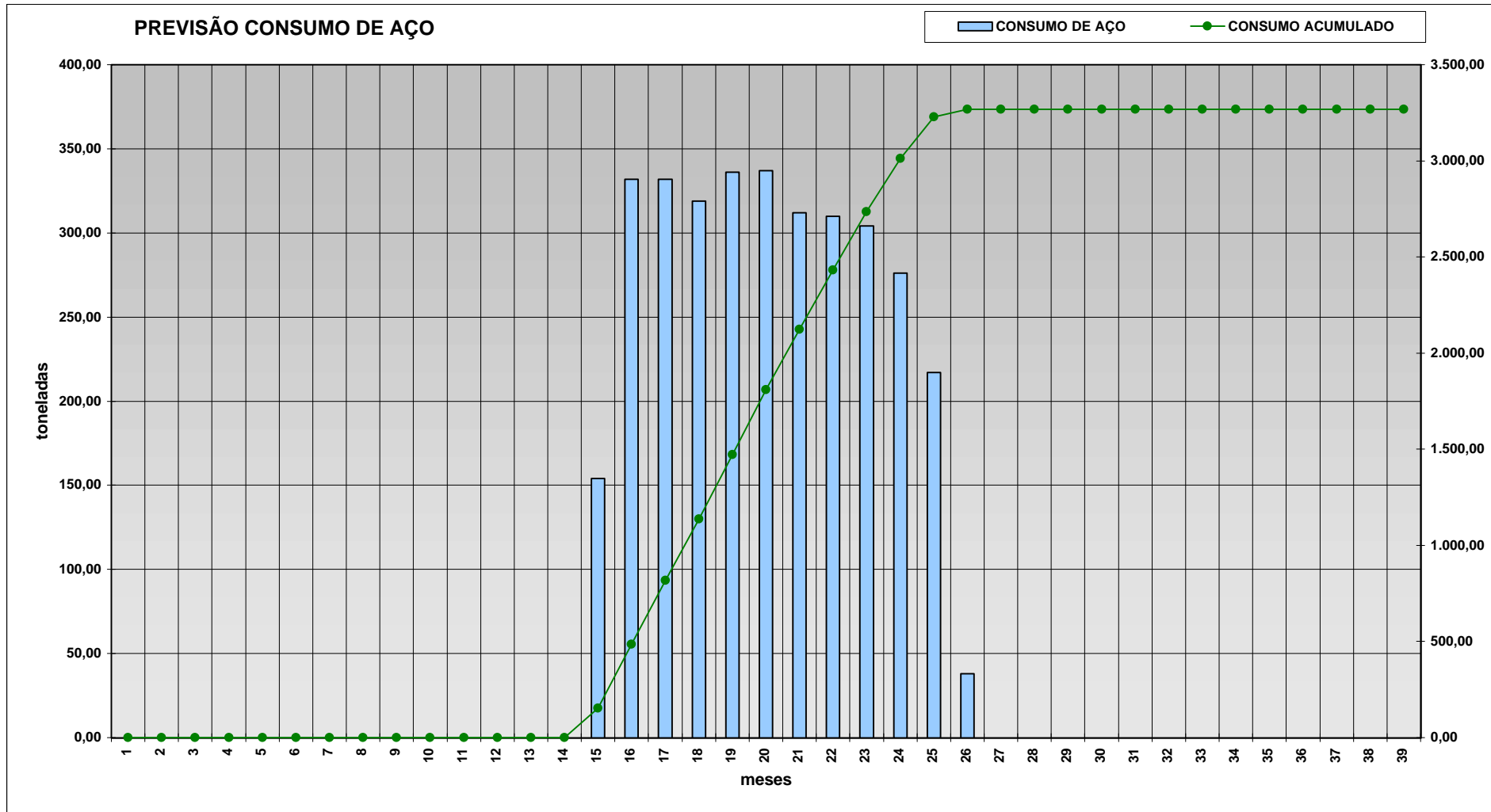
Quantidade de alojamentos a serem construídos em cada canteiro do Lote 3:

ALOJAMENTO TIPO “A” (620/40) 16,00 unidades

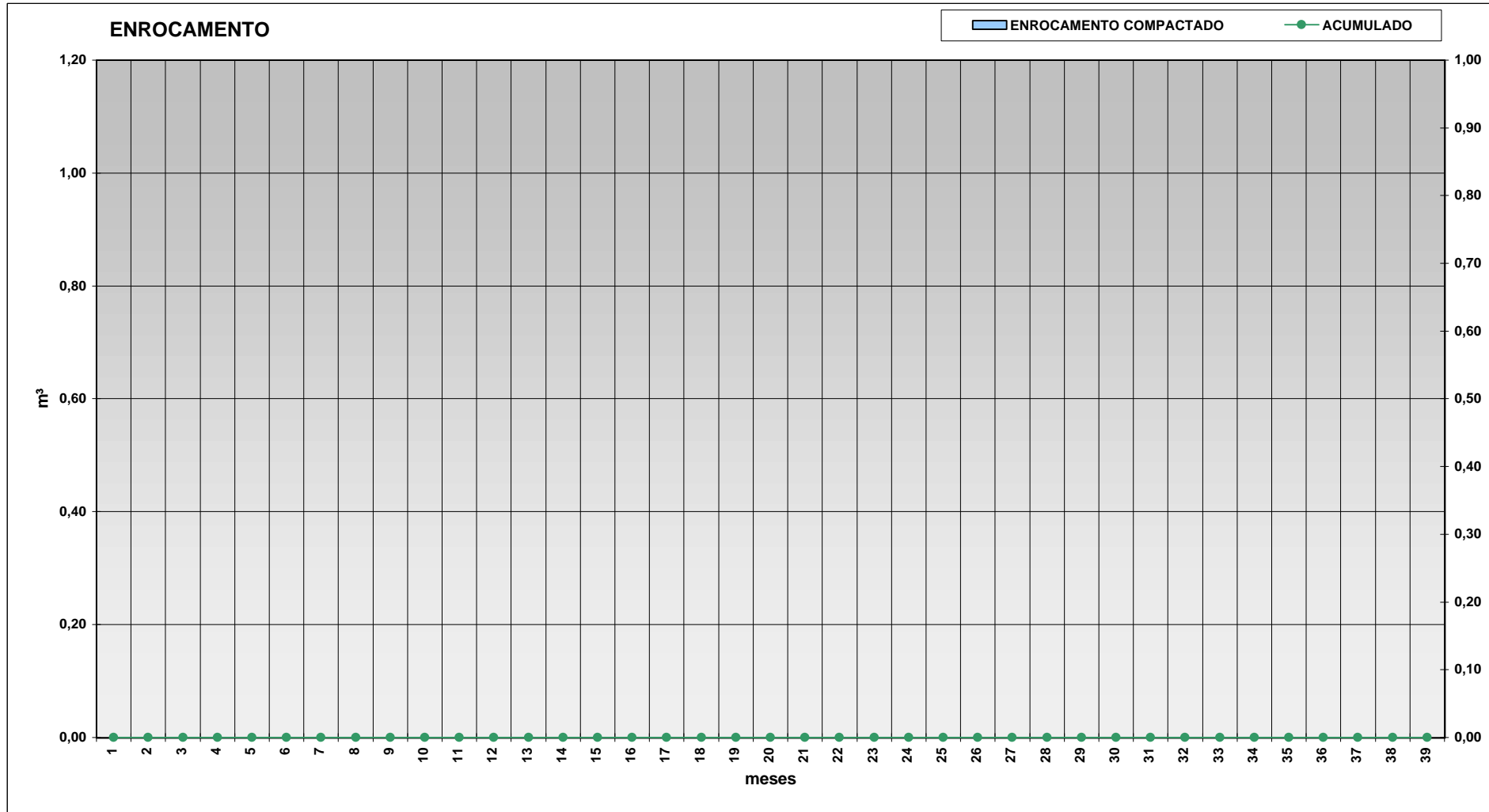
ALOJAMENTO TIPO “B” (3.518 /120) 29,00 unidades

HISTOGRAMAS

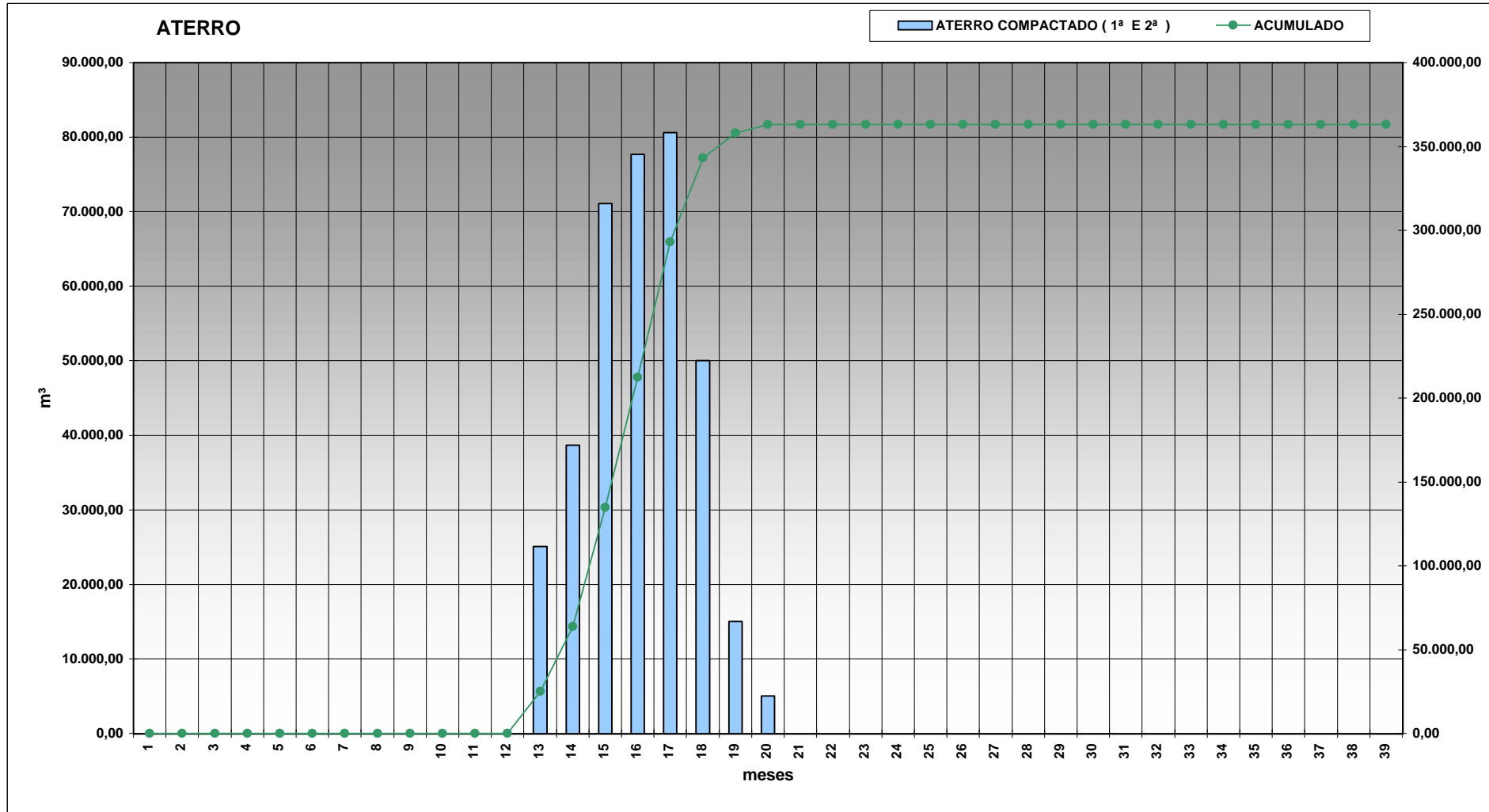
HISTOGRAMA - LOTE 01



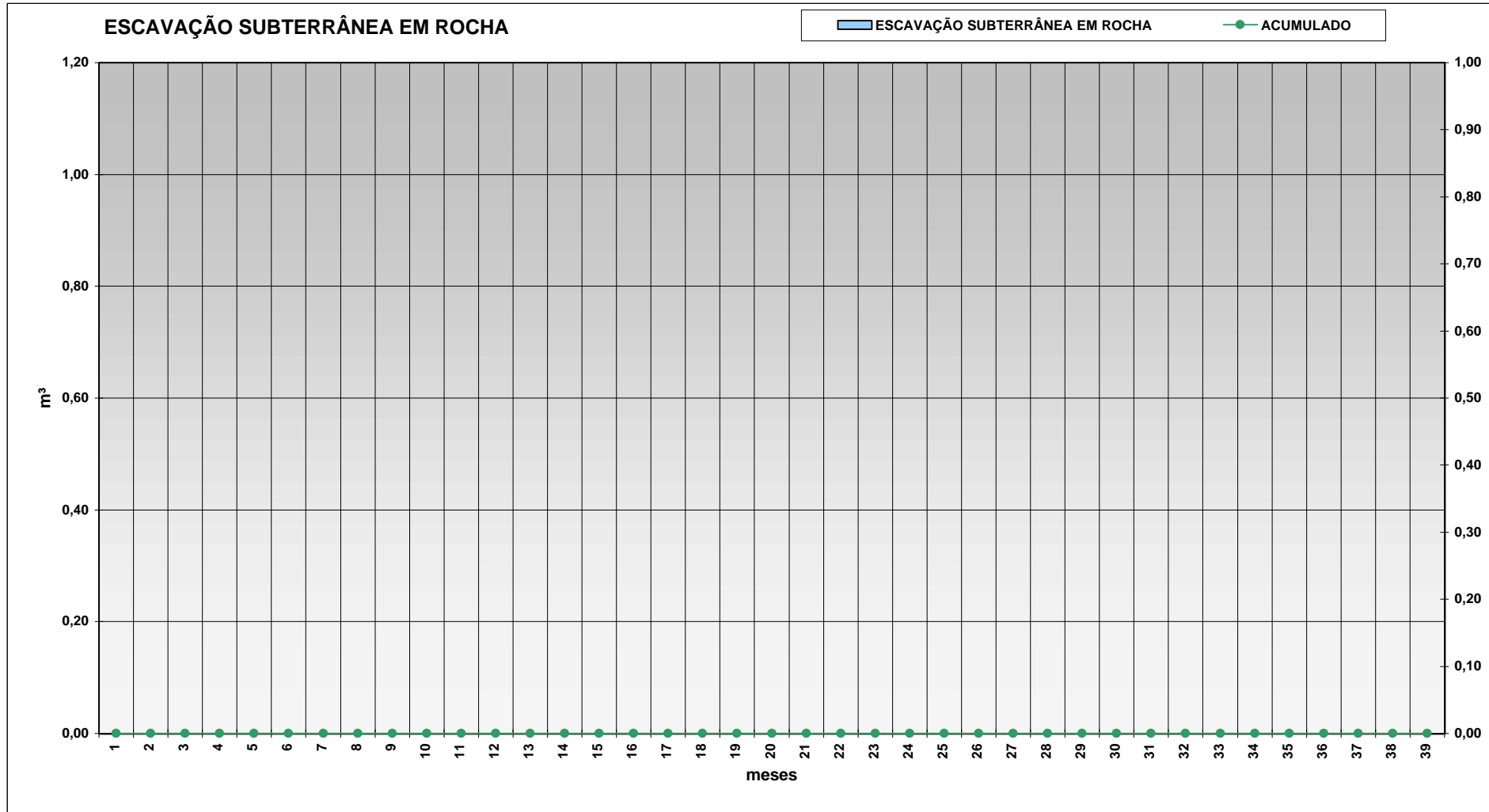
HISTOGRAMA - LOTE 01



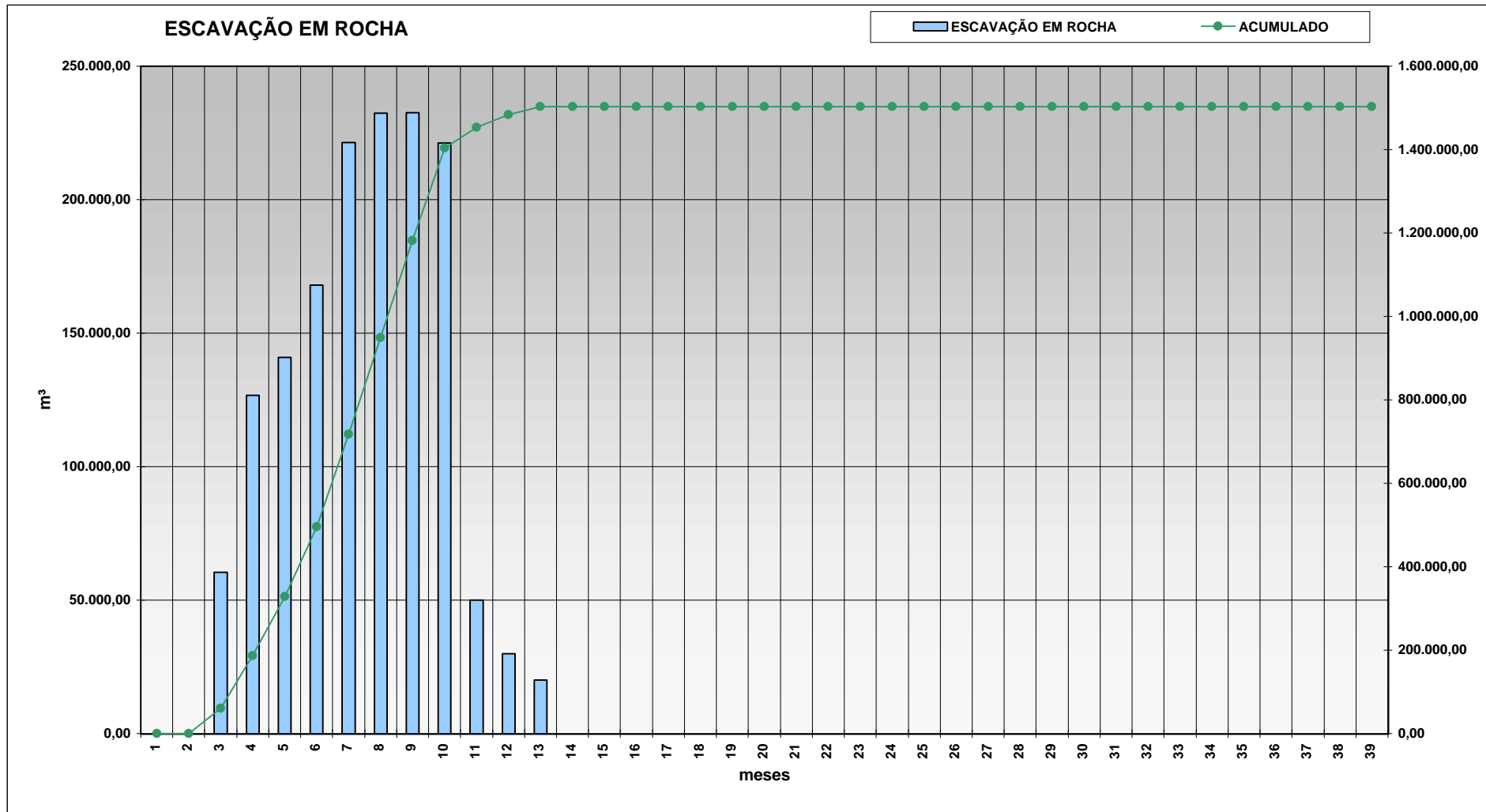
HISTOGRAMA - LOTE 01



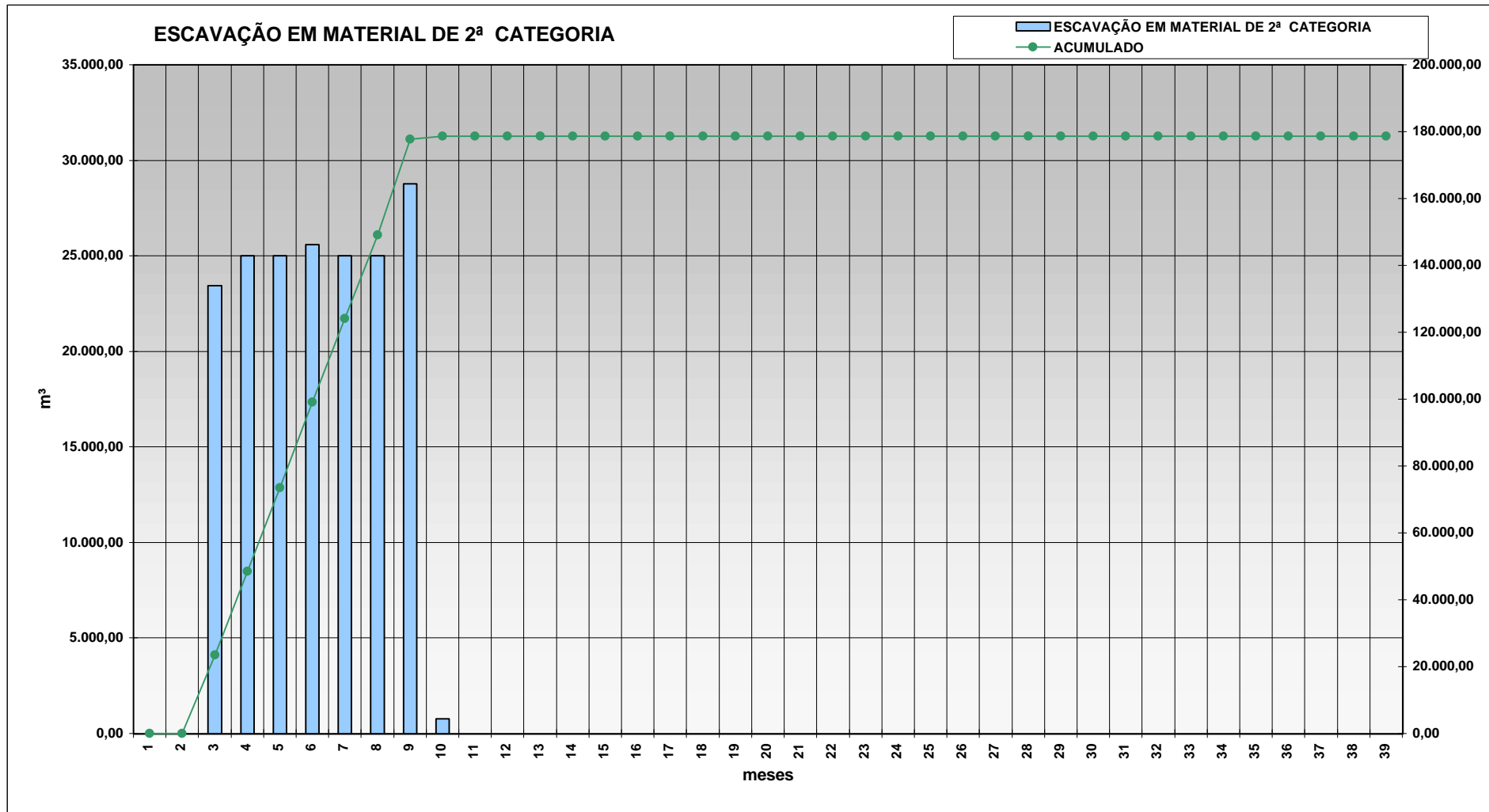
HISTOGRAMA - LOTE 01



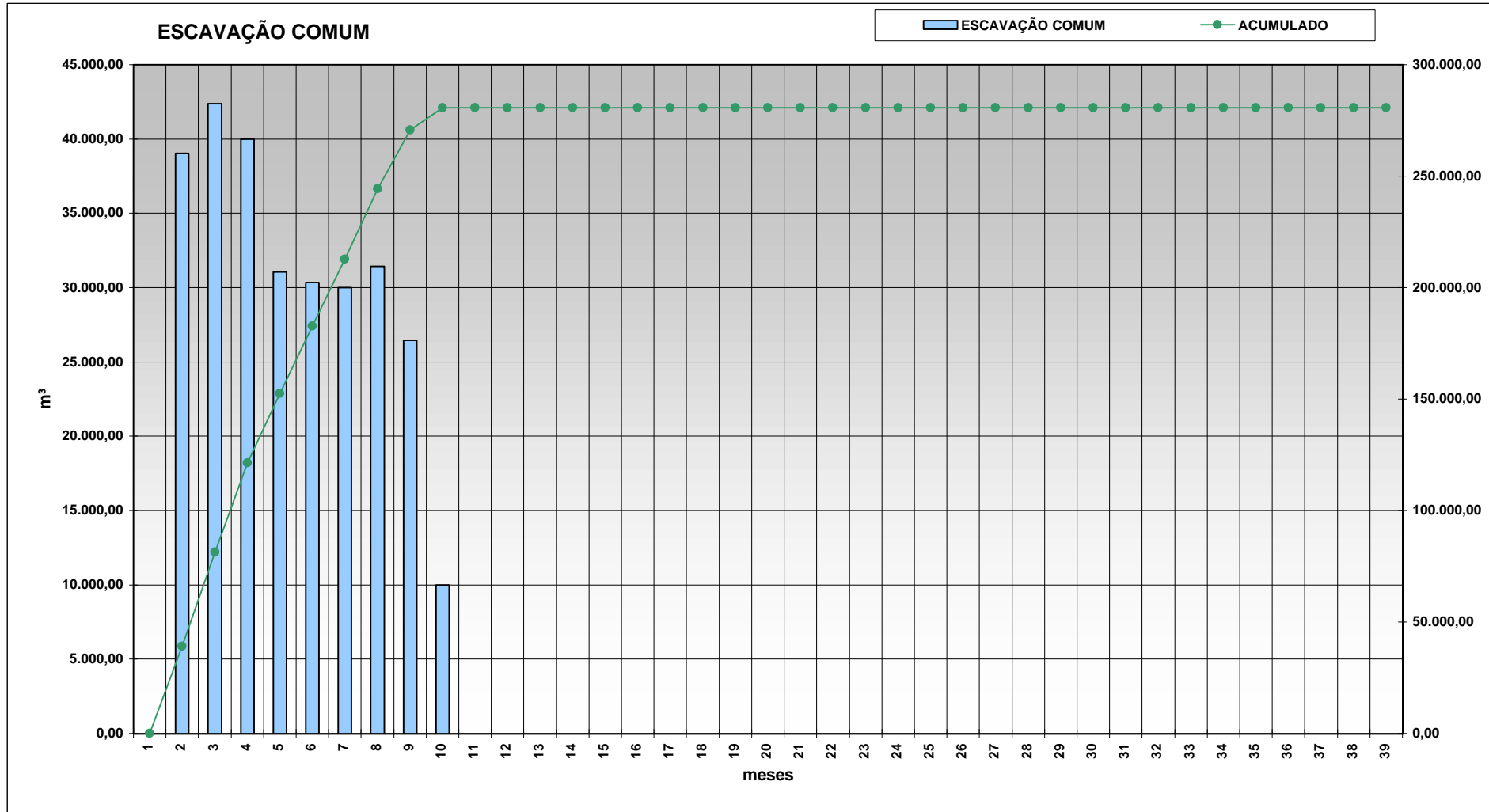
HISTOGRAMA - LOTE 01



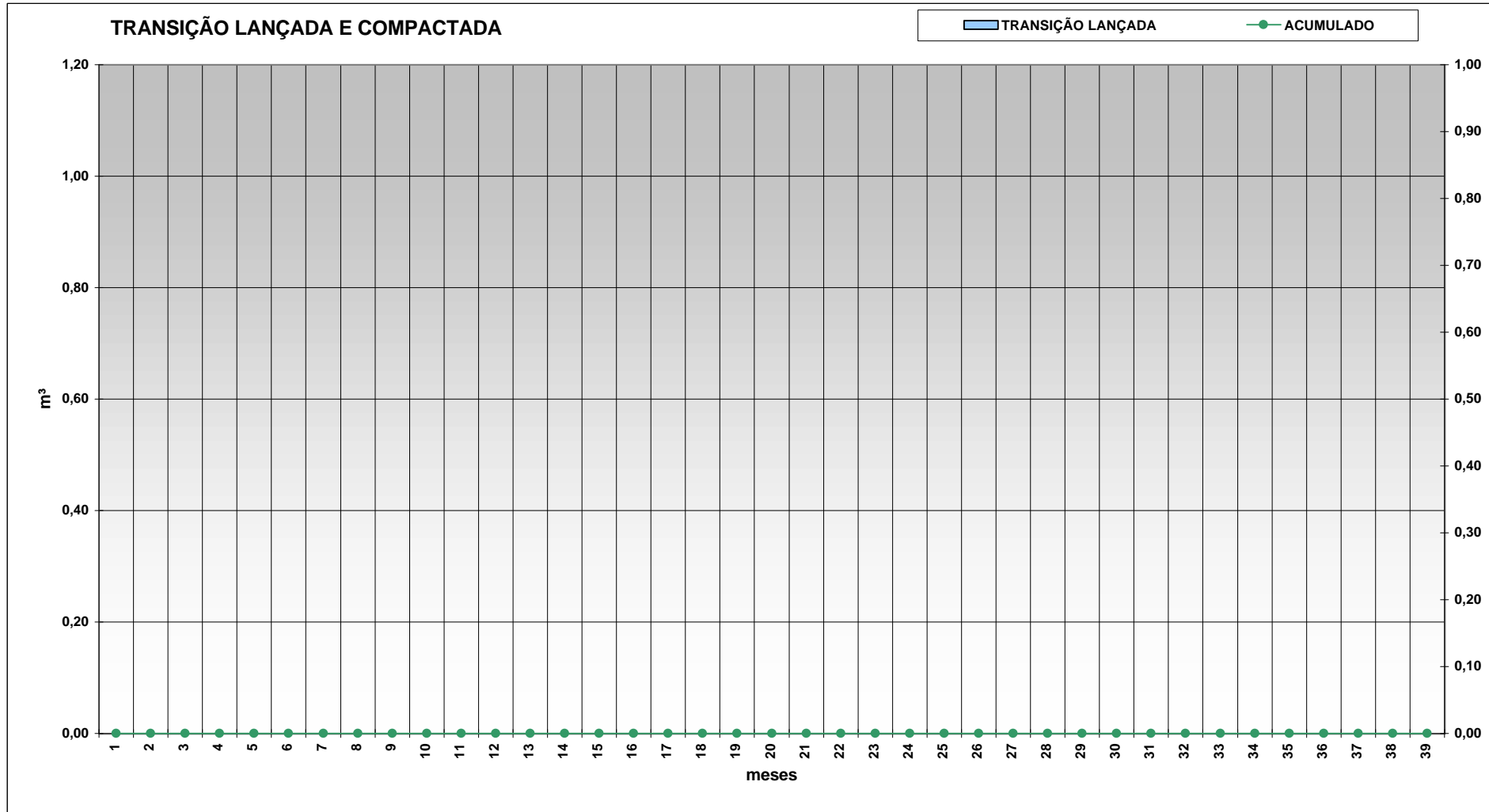
HISTOGRAMA - LOTE 01



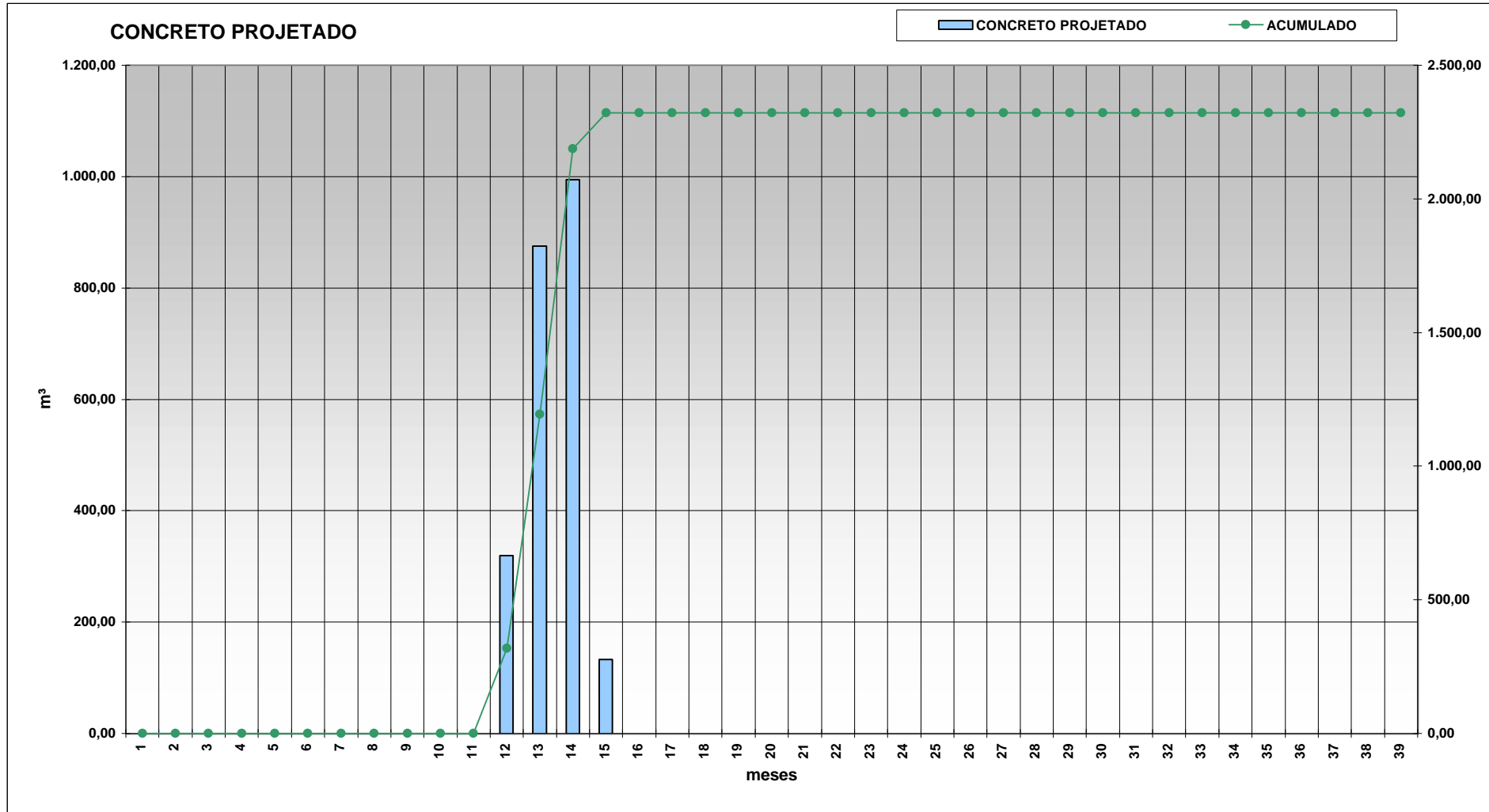
HISTOGRAMA - LOTE 01



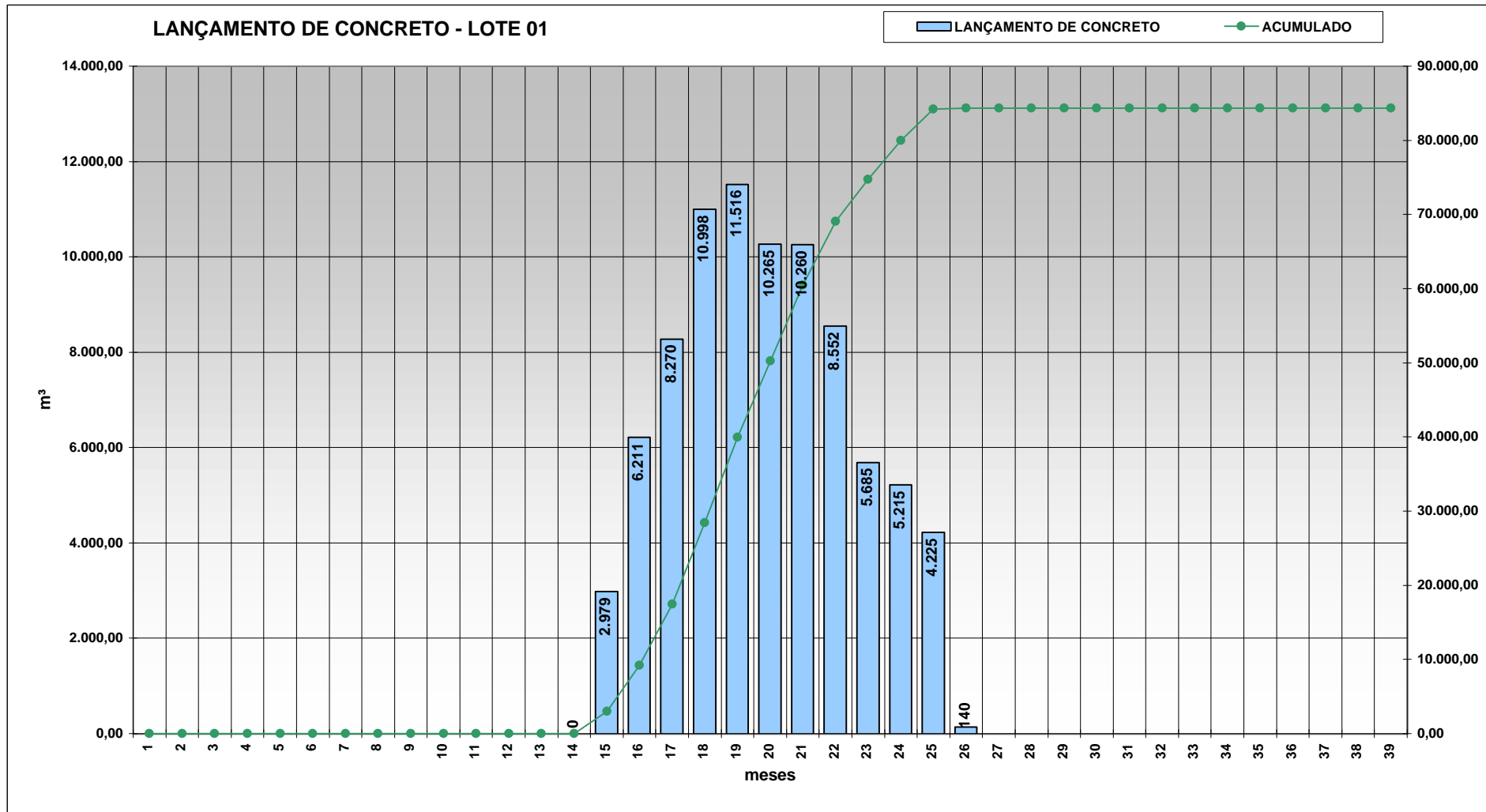
HISTOGRAMA - LOTE 01



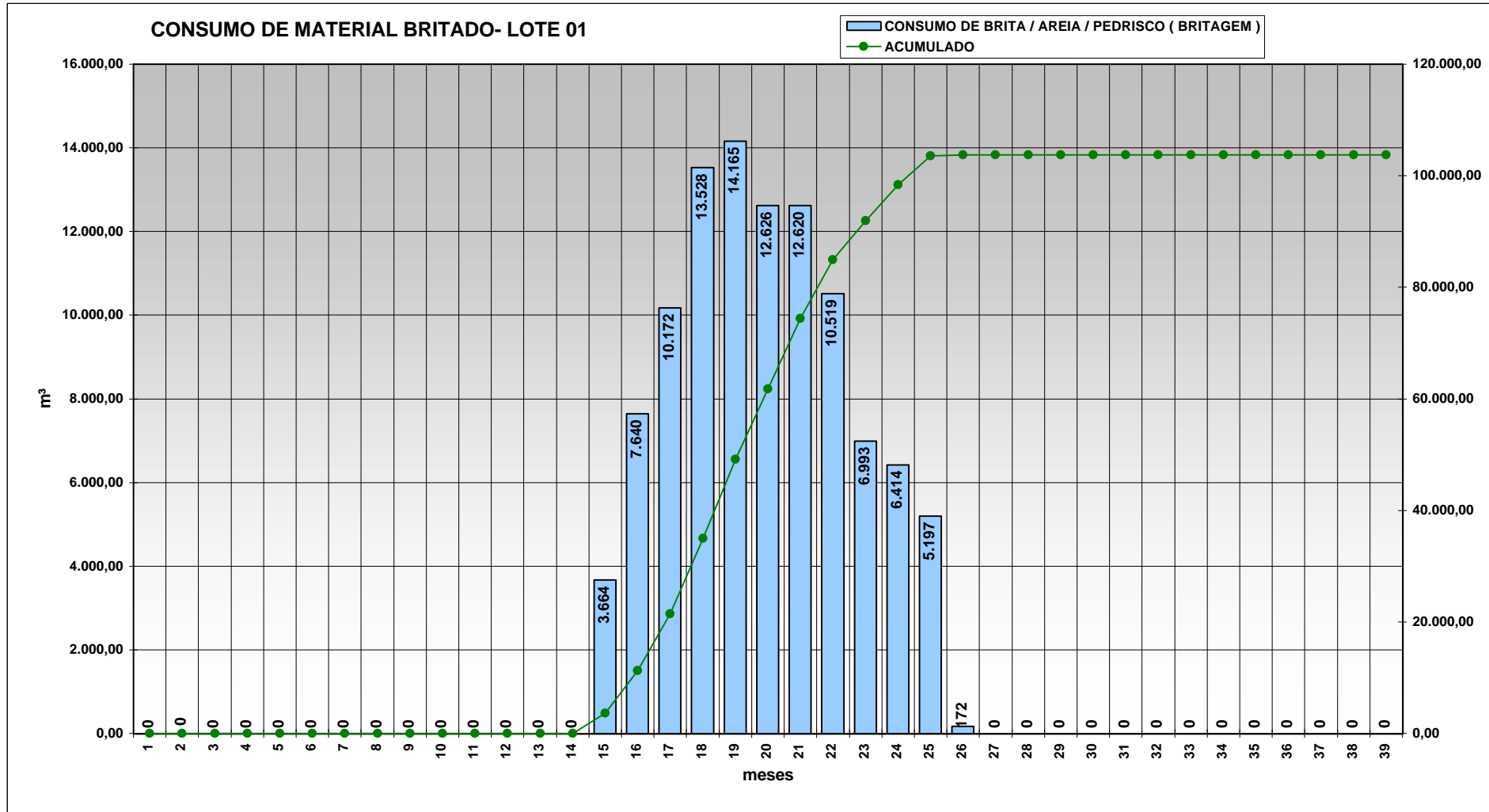
HISTOGRAMA - LOTE 01



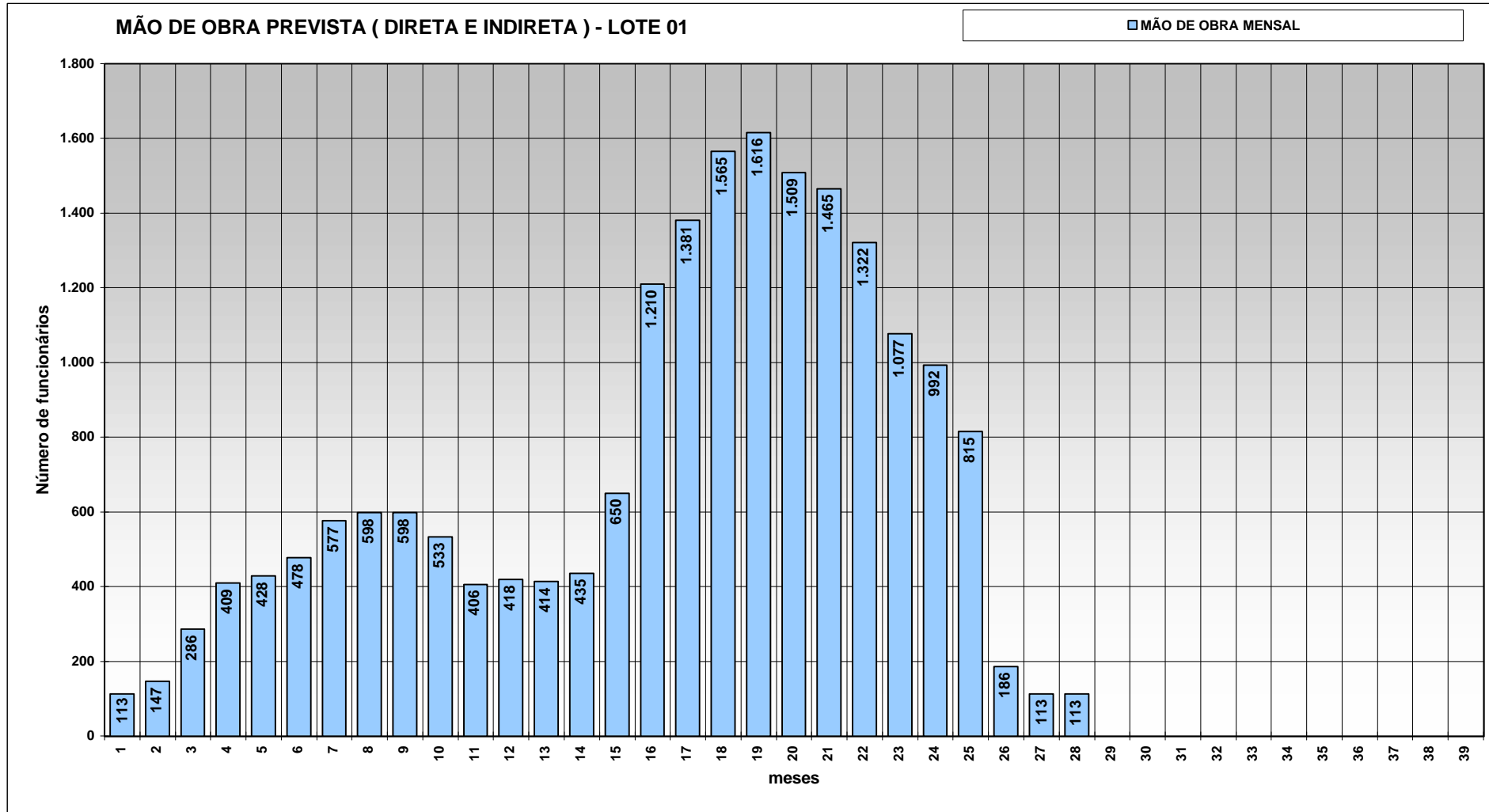
HISTOGRAMA - LOTE 01



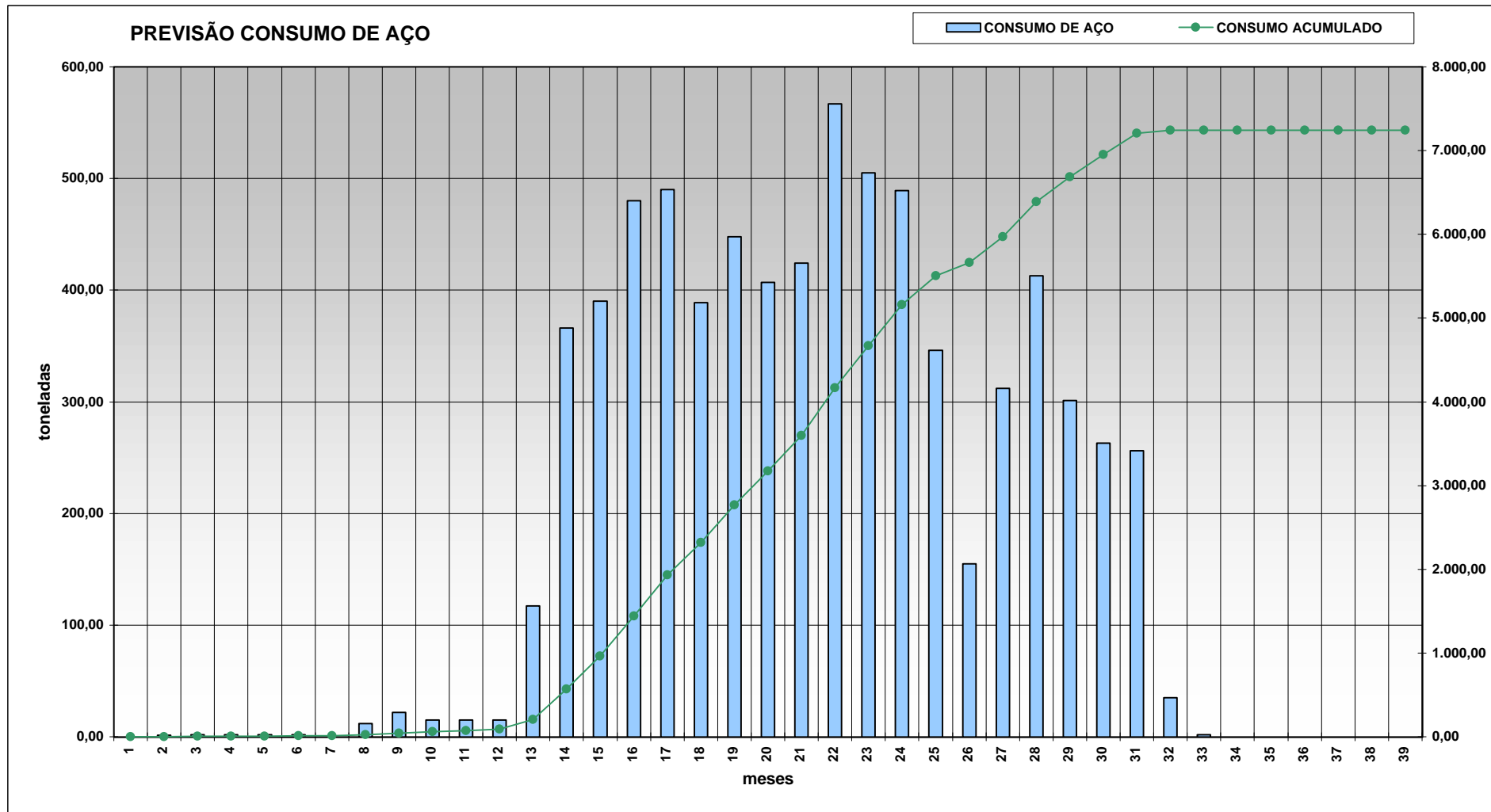
HISTOGRAMA - LOTE 01



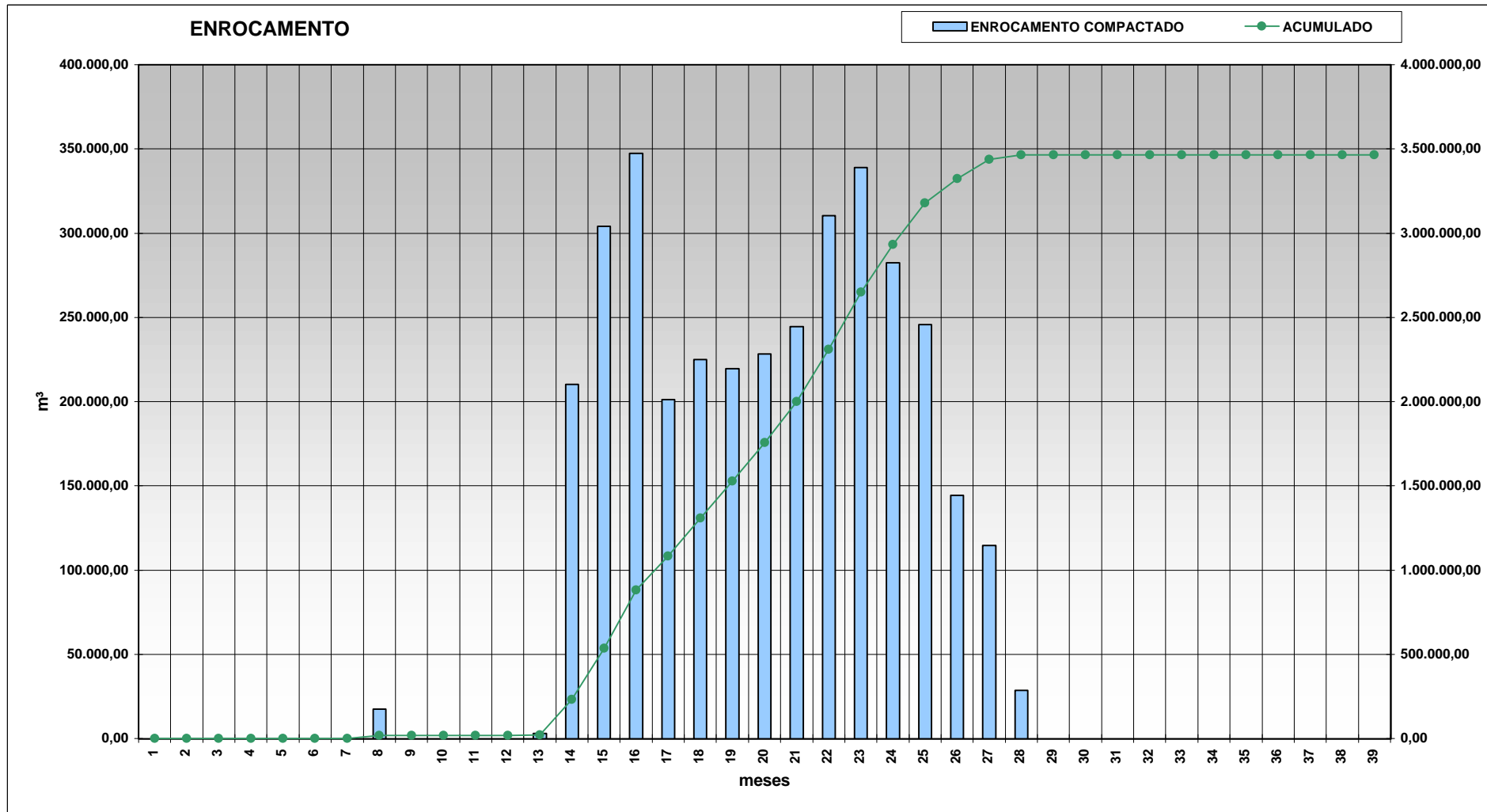
HISTOGRAMA - LOTE 01



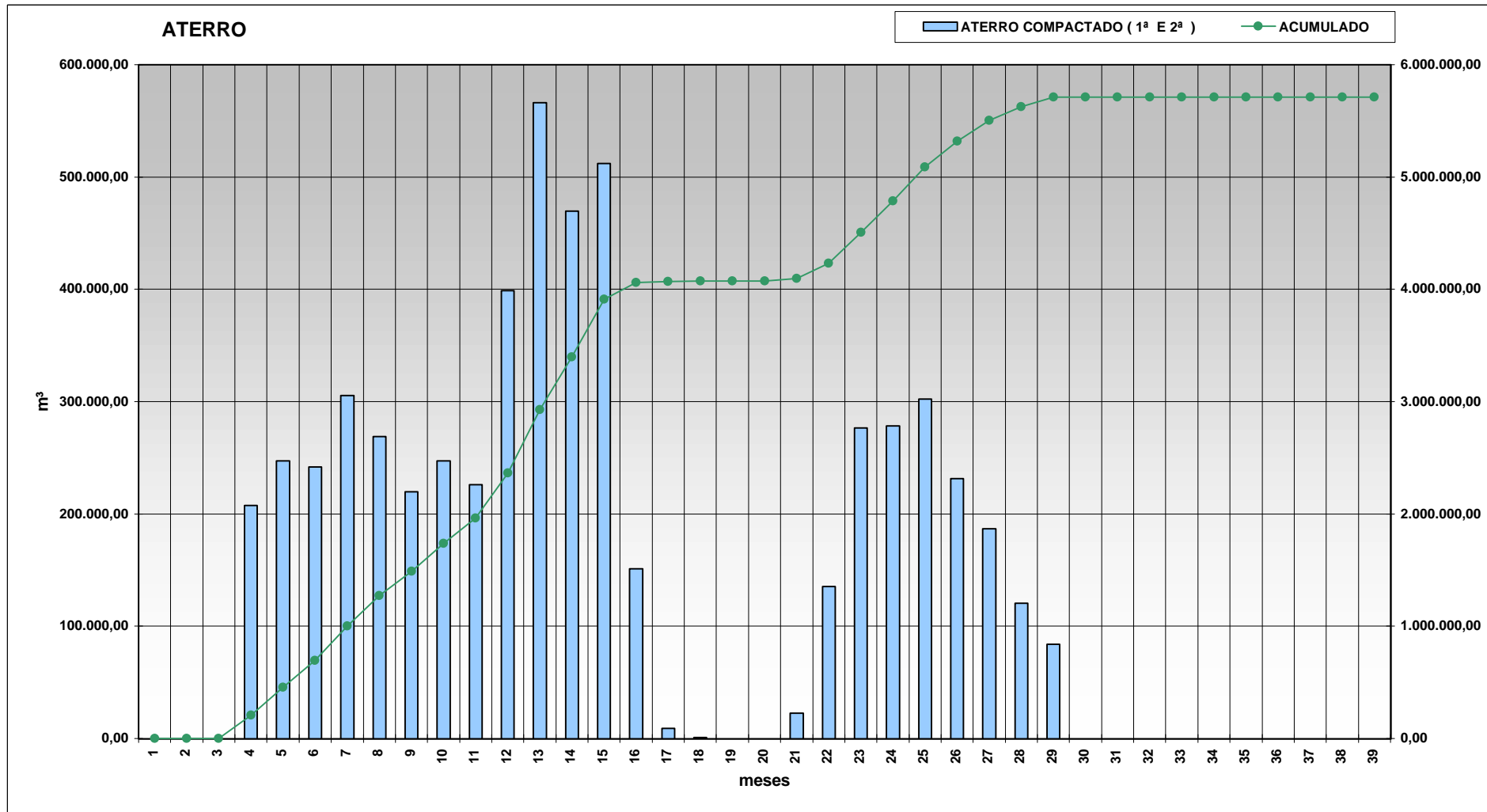
HISTOGRAMA - LOTE 02



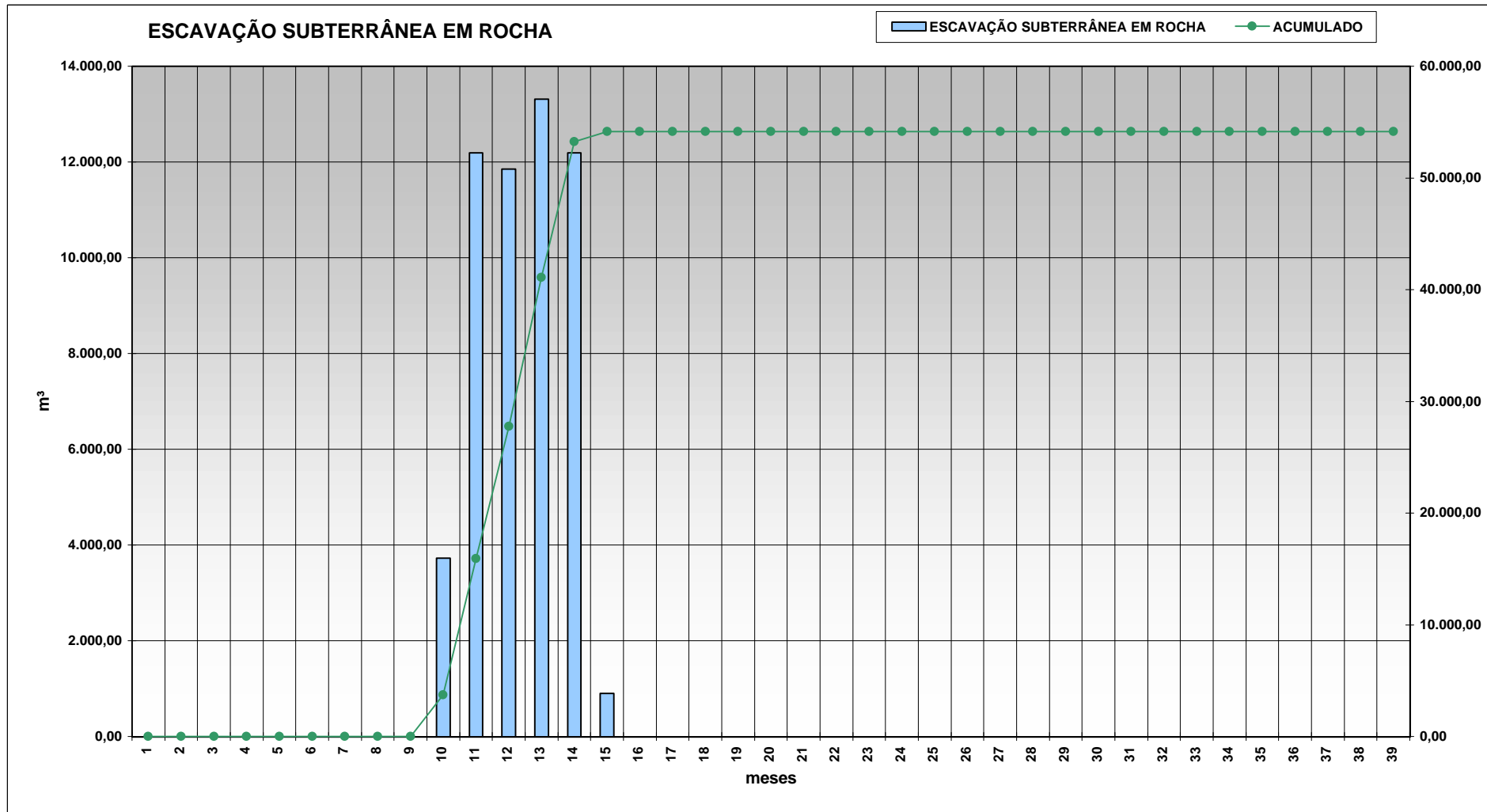
HISTOGRAMA - LOTE 02



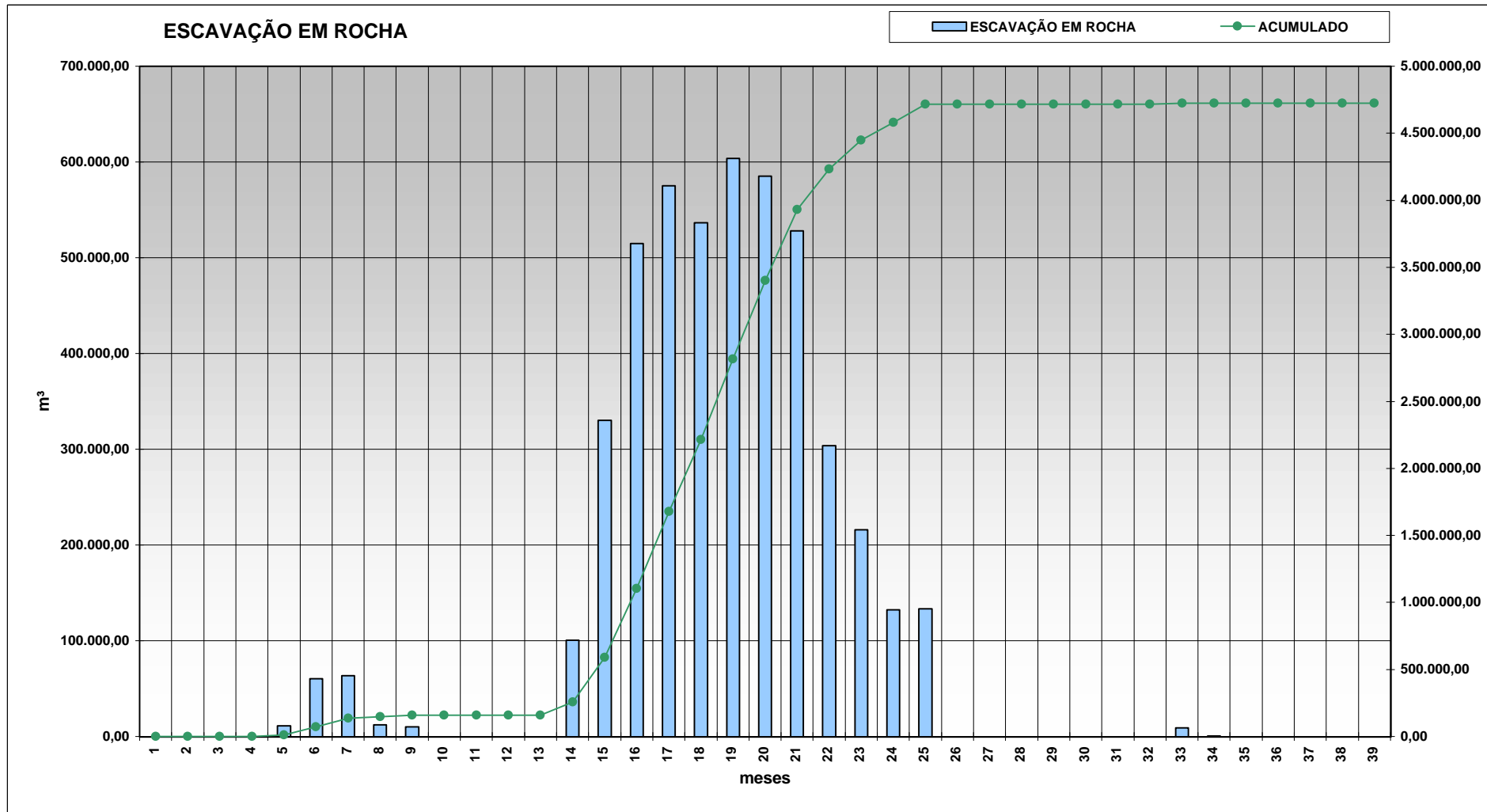
HISTOGRAMA - LOTE 02



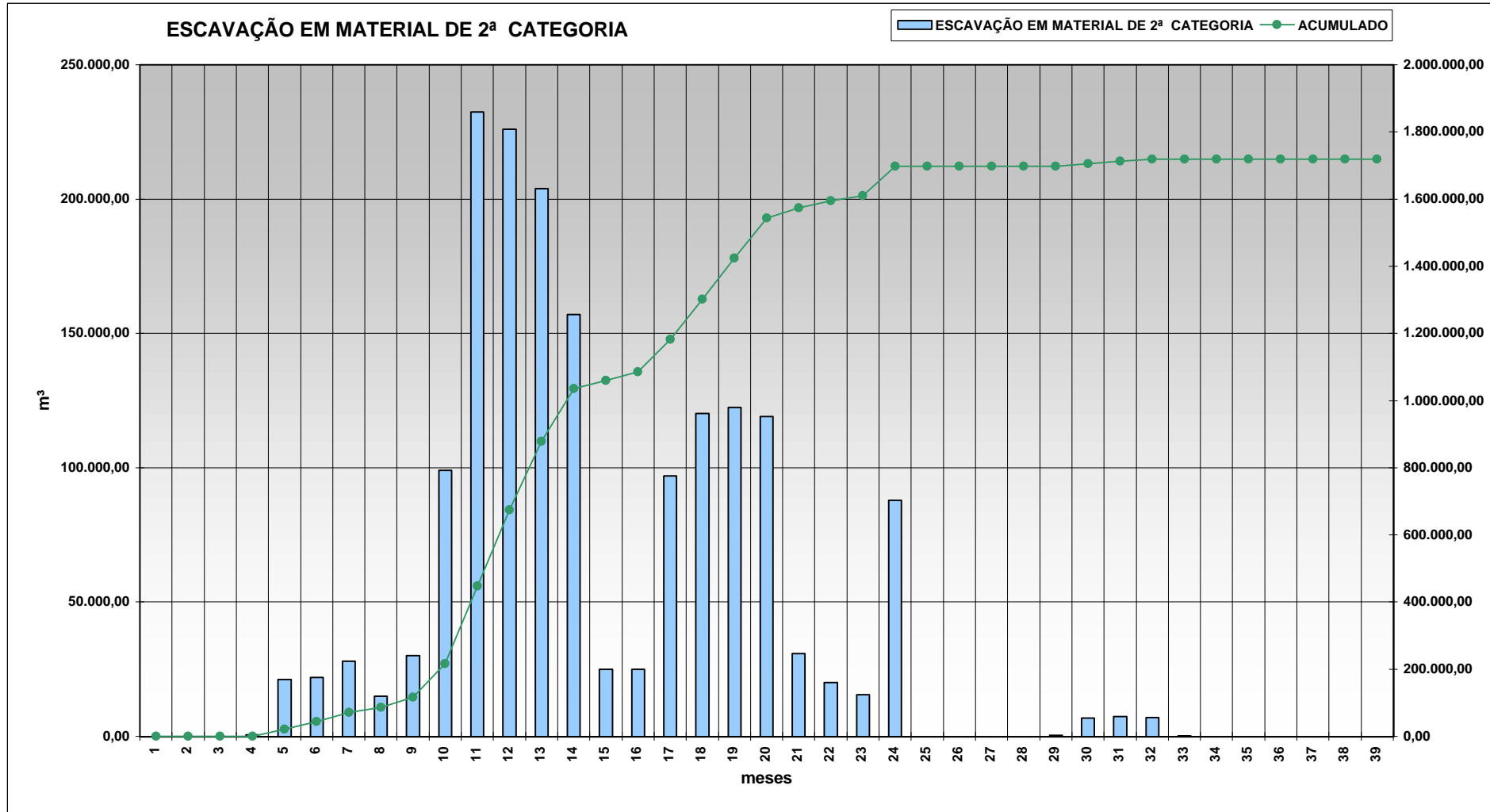
HISTOGRAMA - LOTE 02



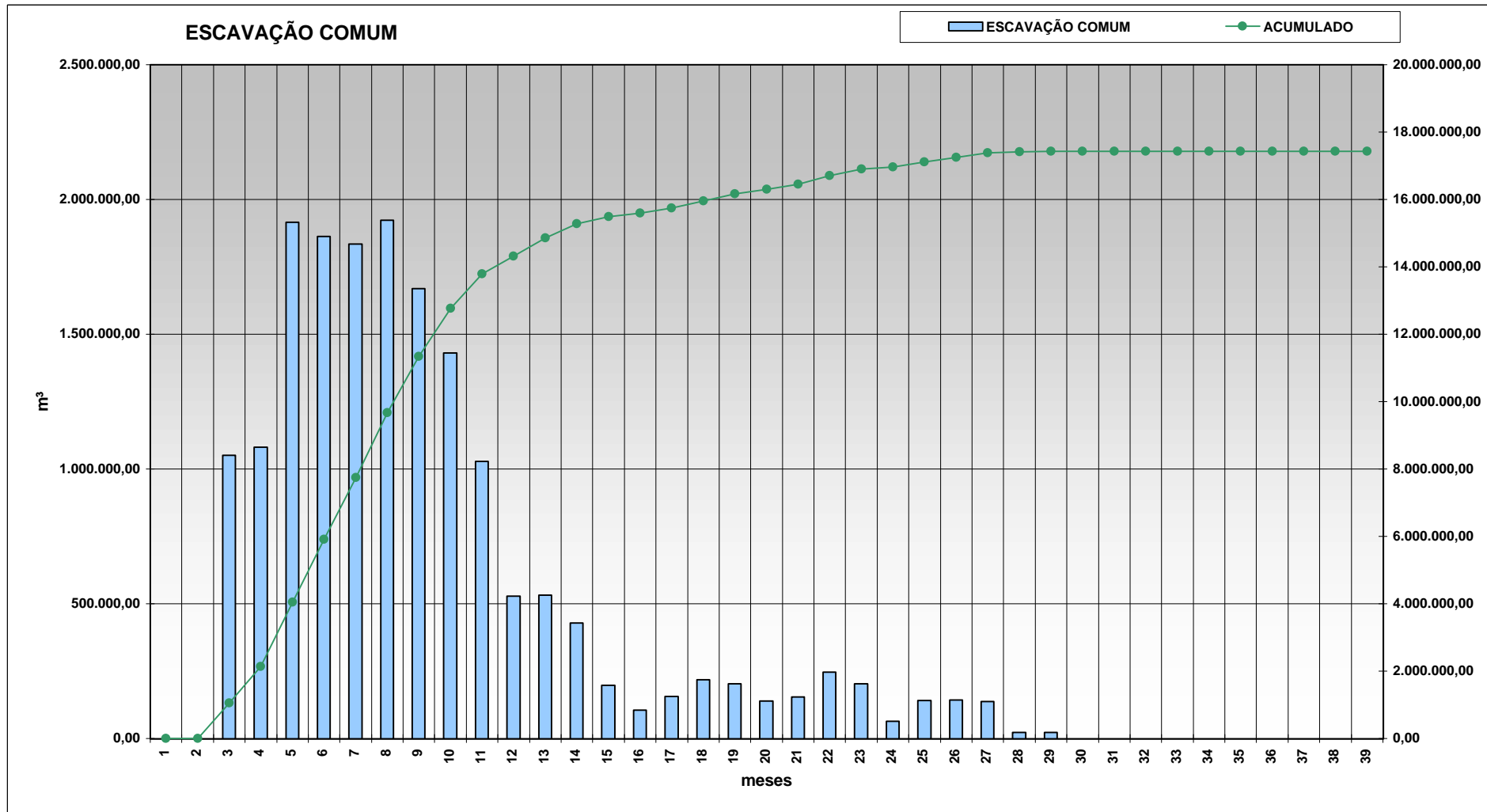
HISTOGRAMA - LOTE 02



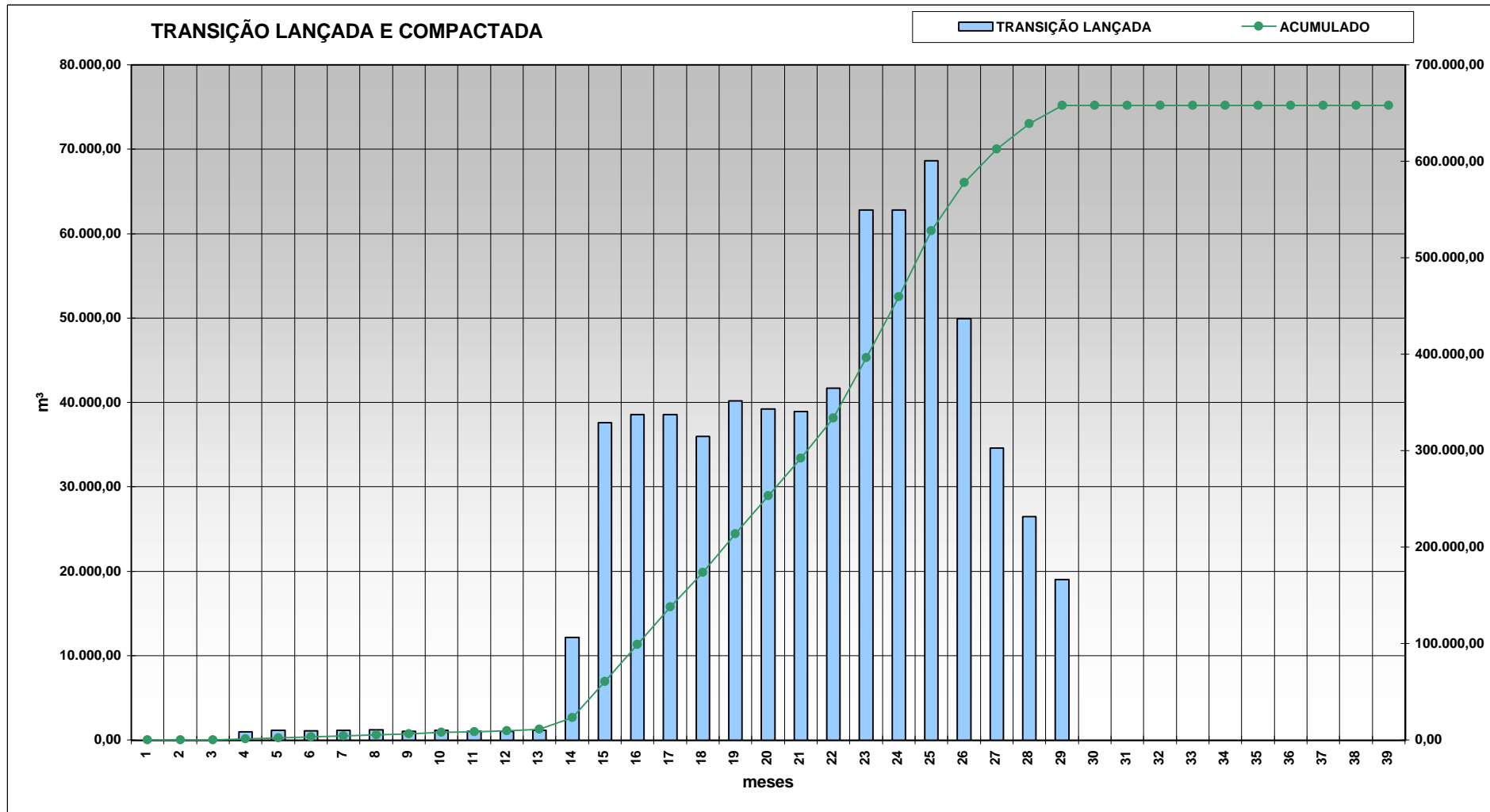
HISTOGRAMA - LOTE 02



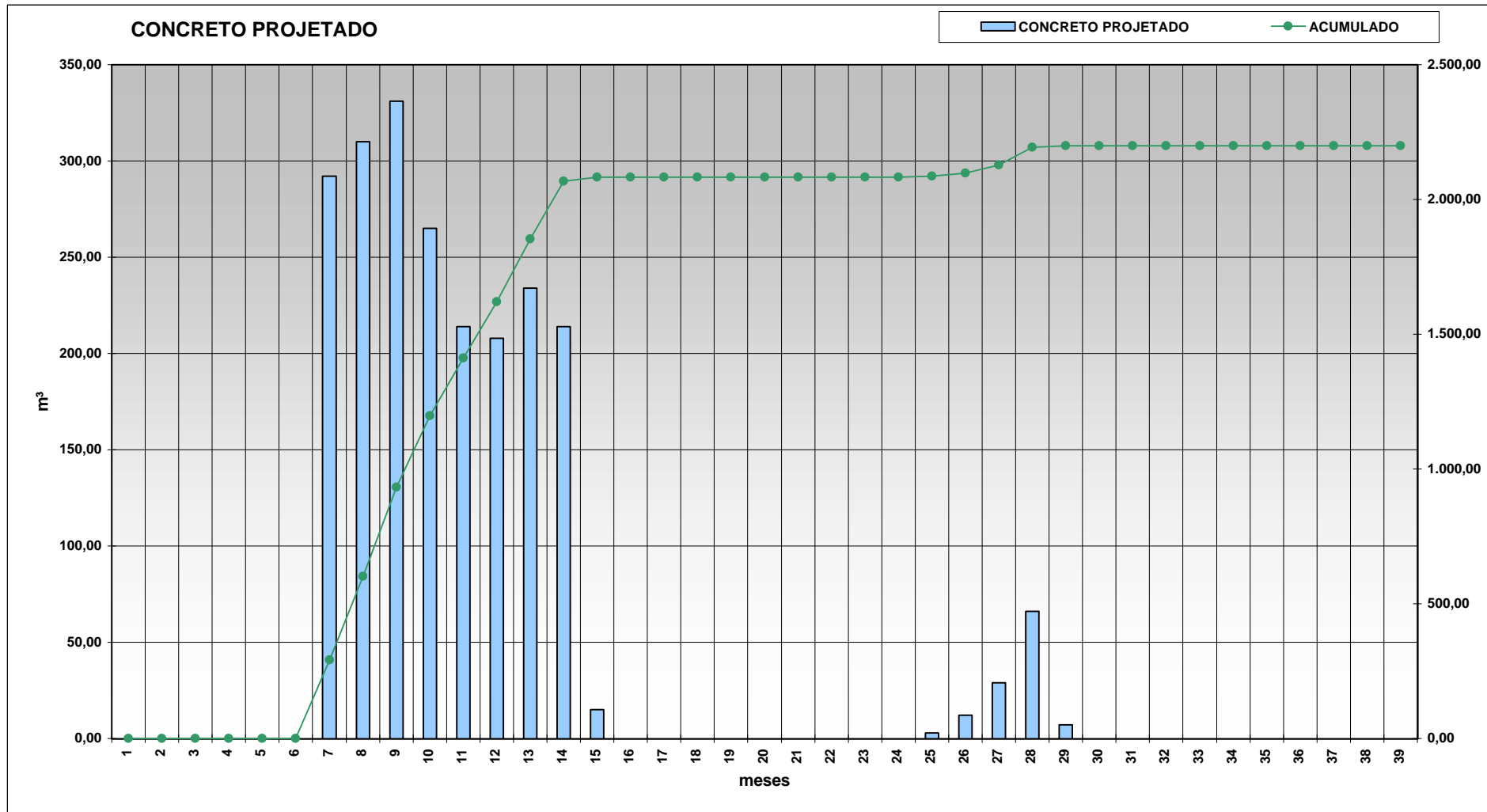
HISTOGRAMA - LOTE 02



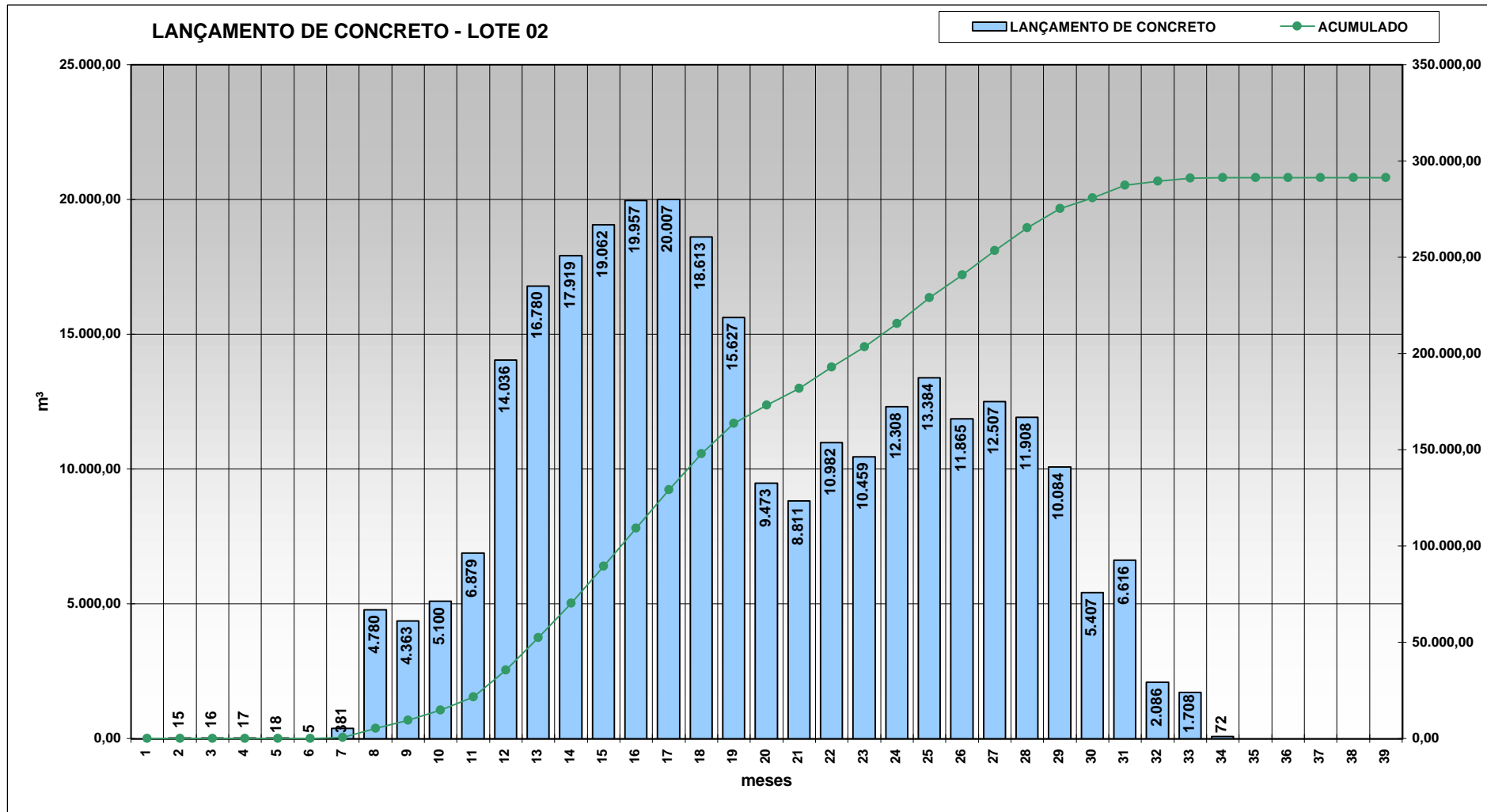
HISTOGRAMA - LOTE 02



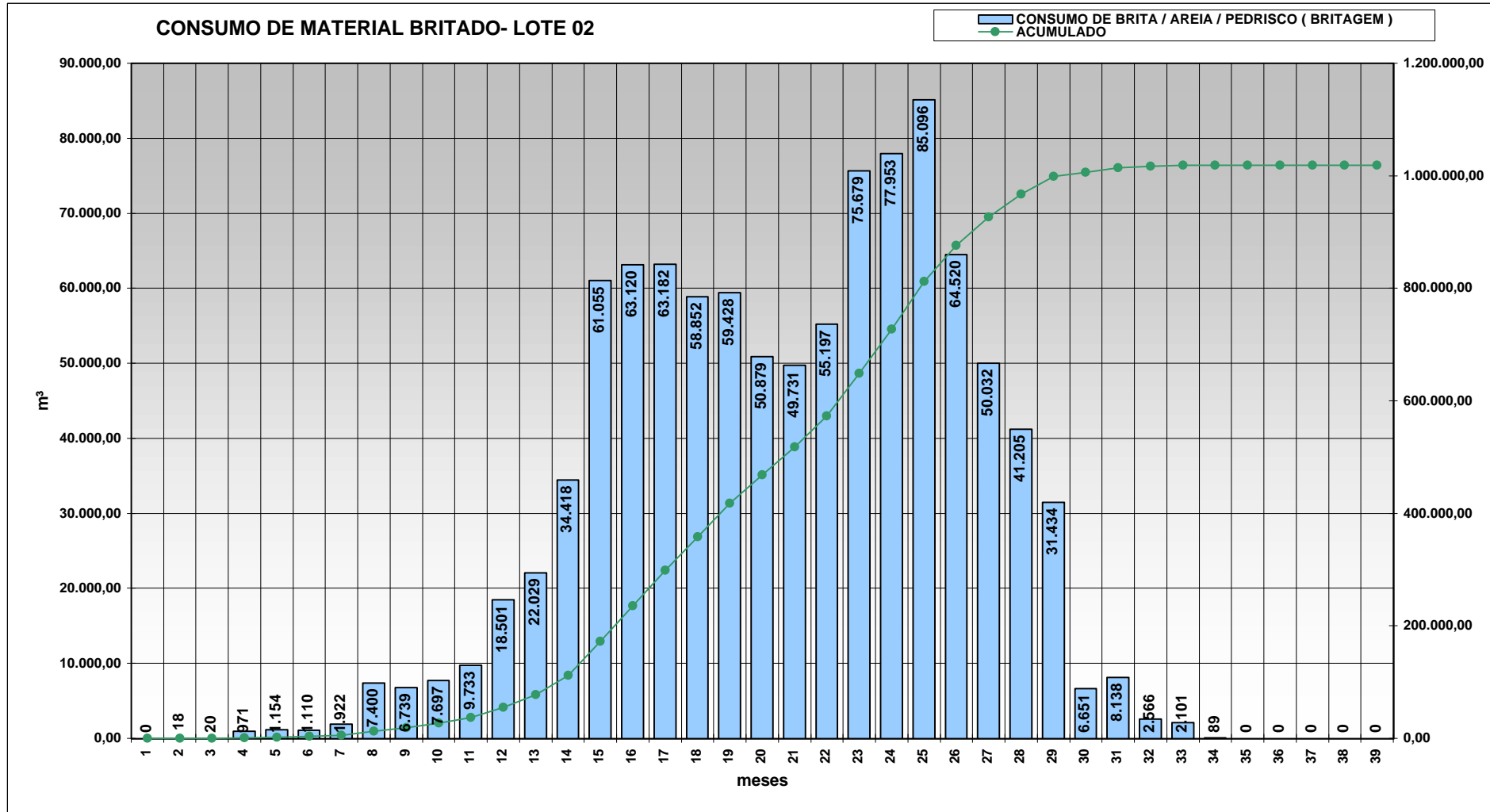
HISTOGRAMA - LOTE 02



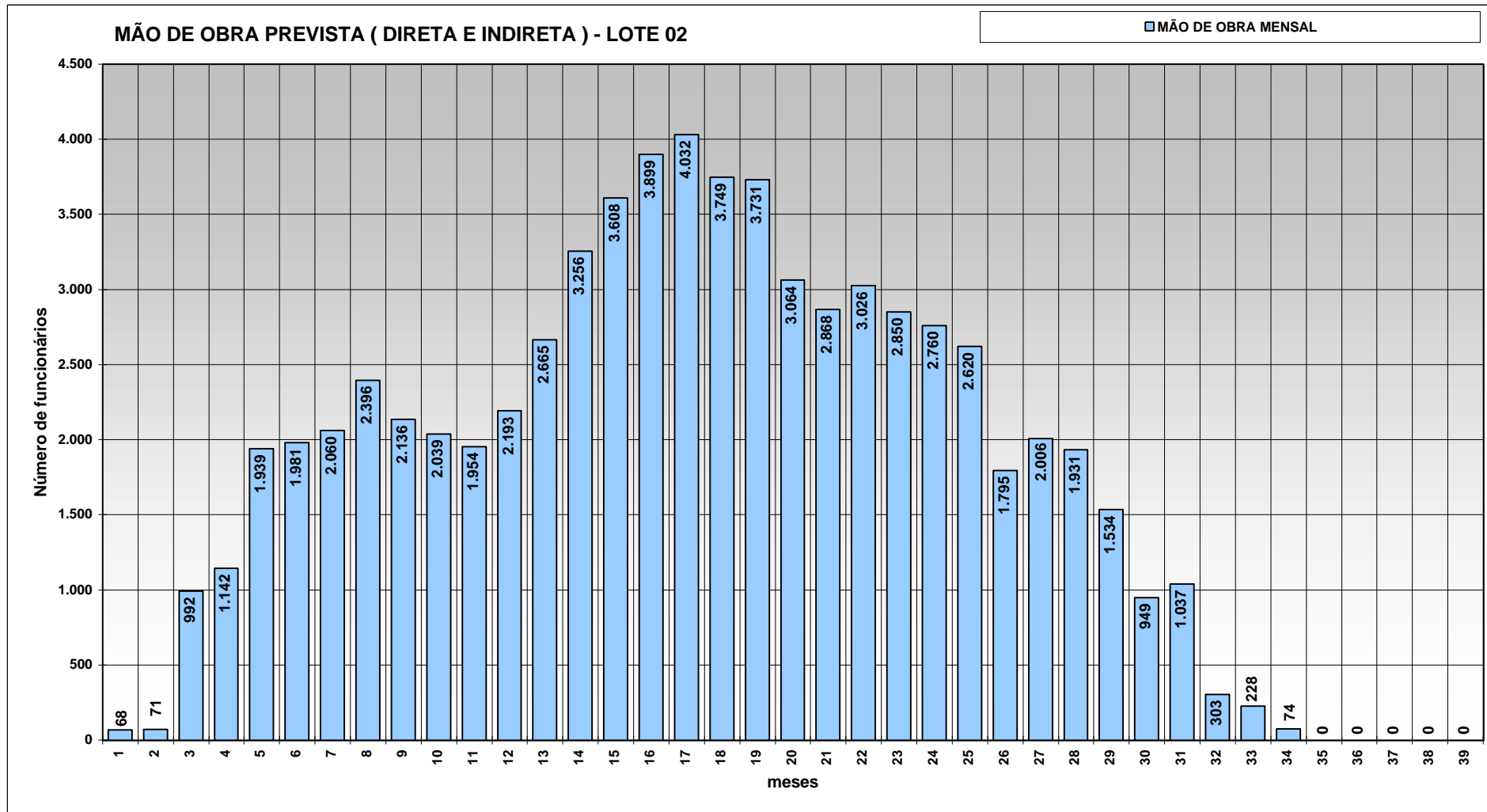
HISTOGRAMA - LOTE 02



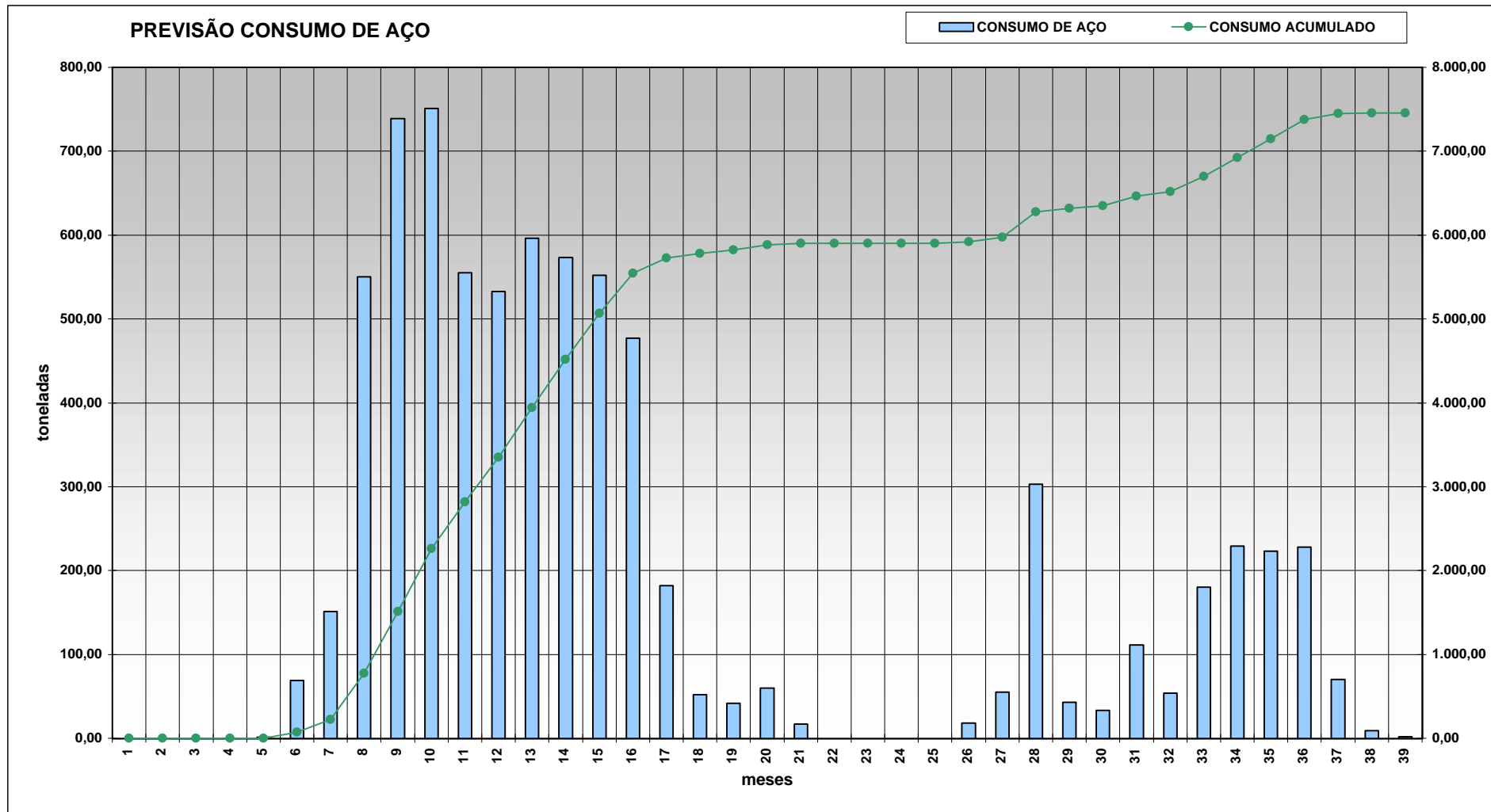
HISTOGRAMA - LOTE 02



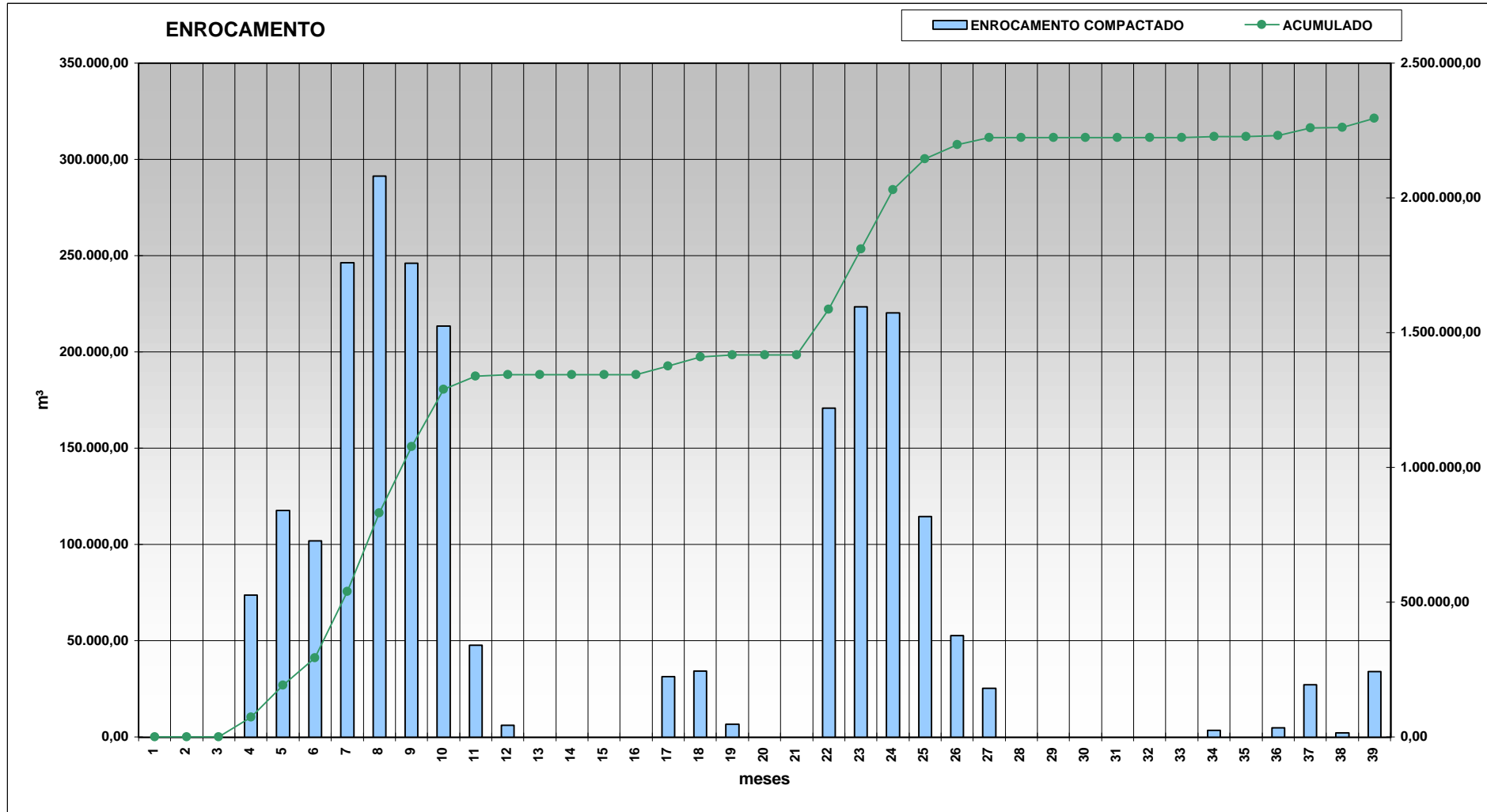
HISTOGRAMA - LOTE 02



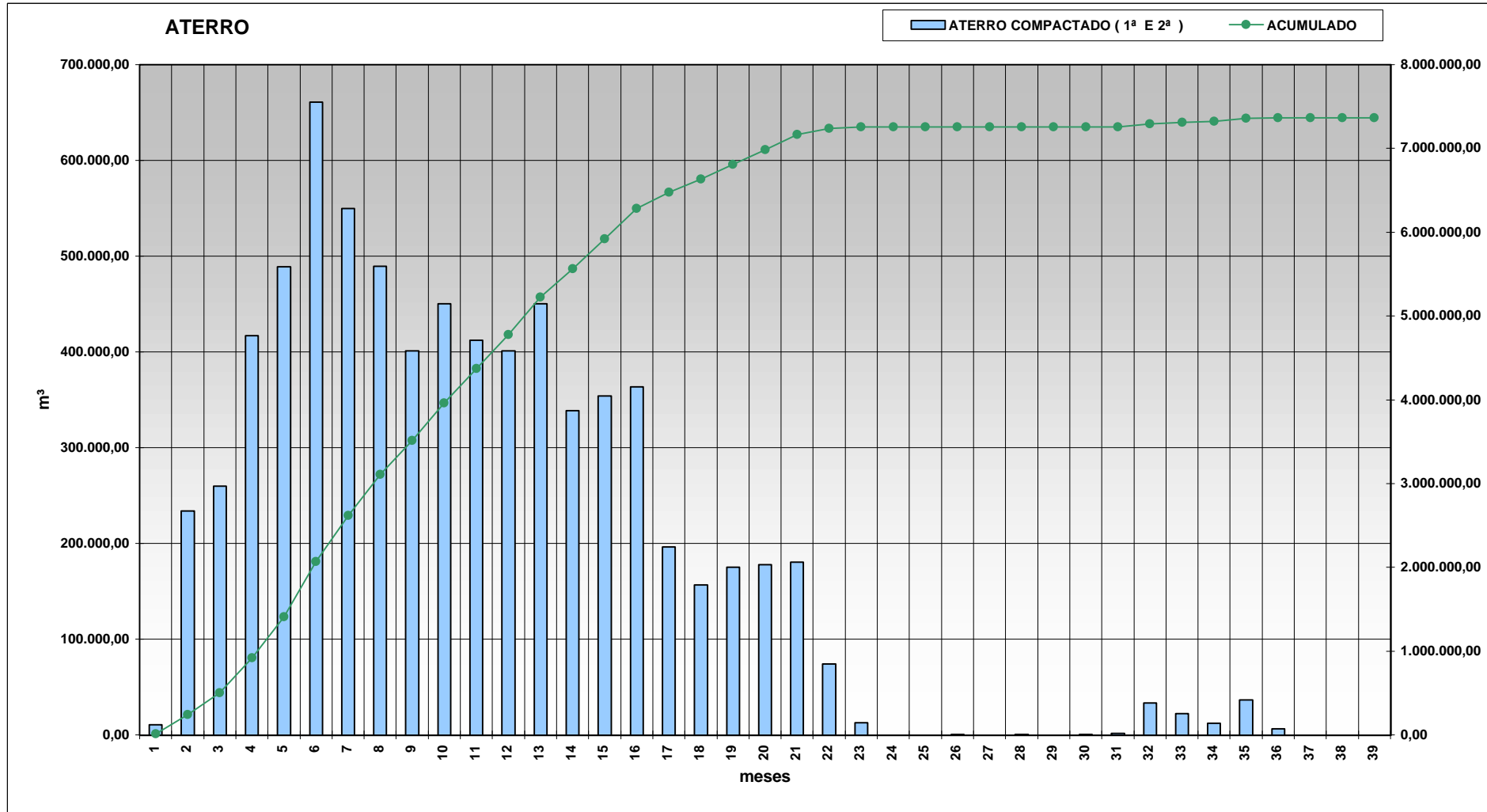
HISTOGRAMA - LOTE 03



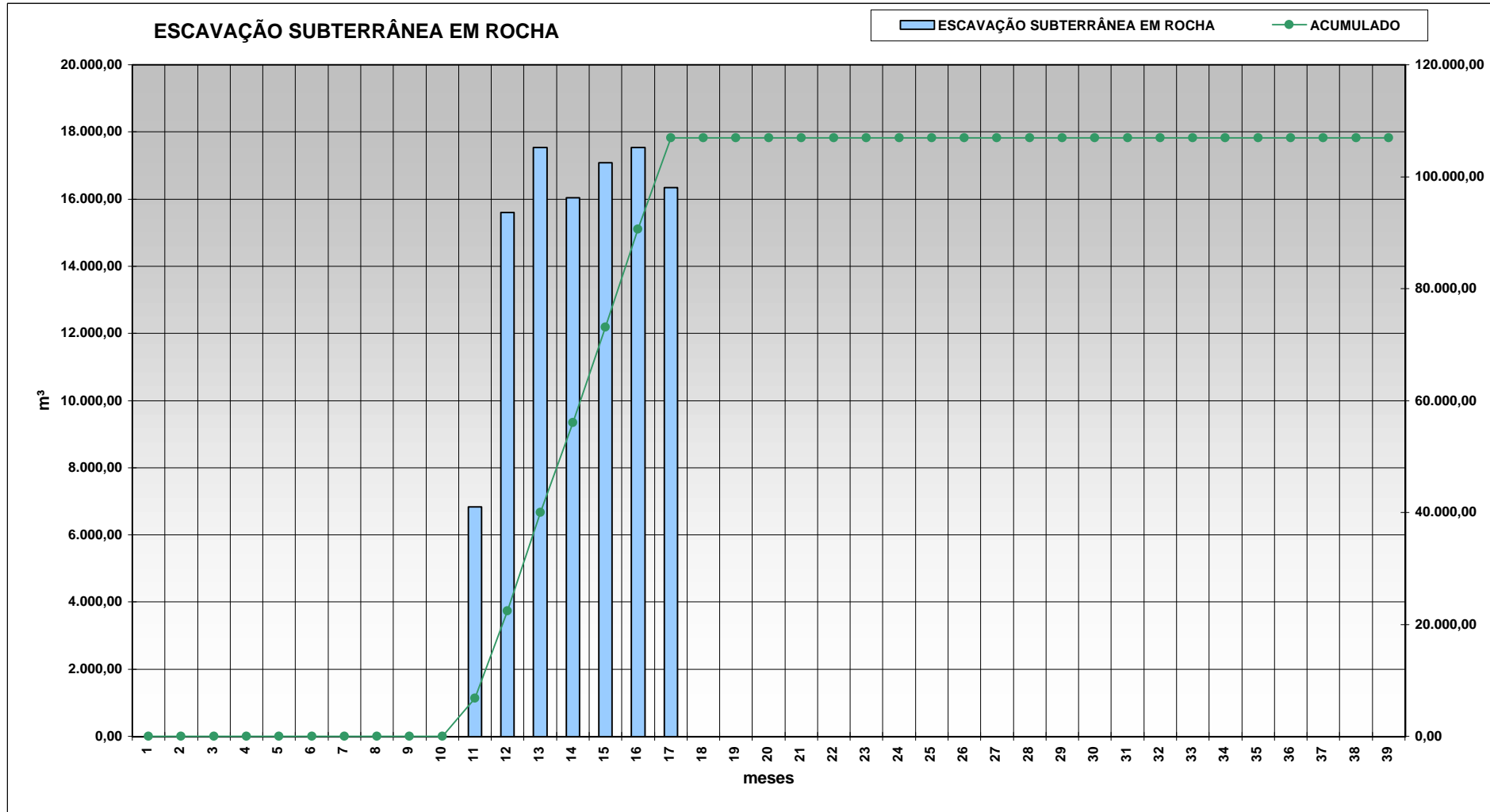
HISTOGRAMA - LOTE 03



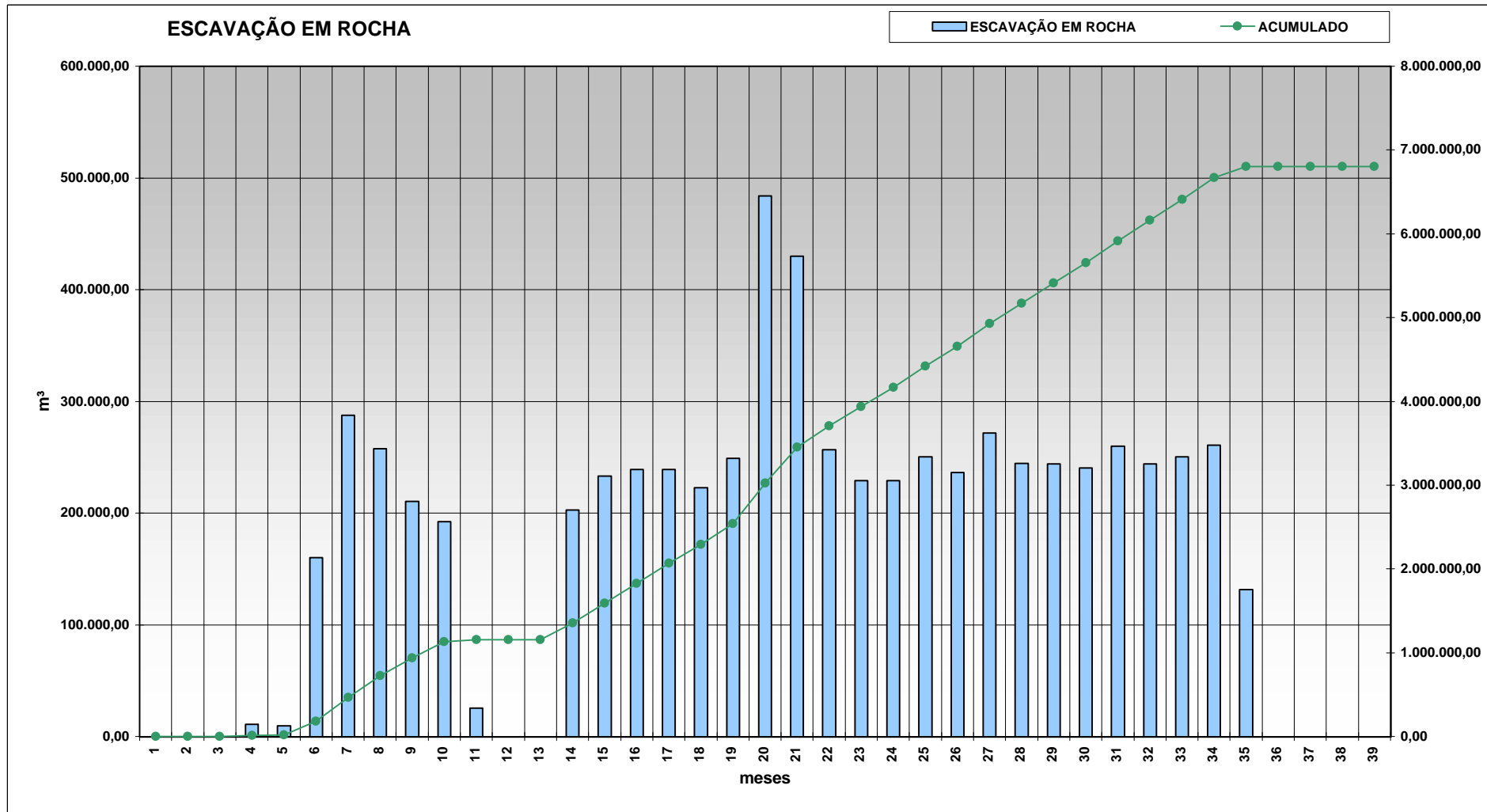
HISTOGRAMA - LOTE 03



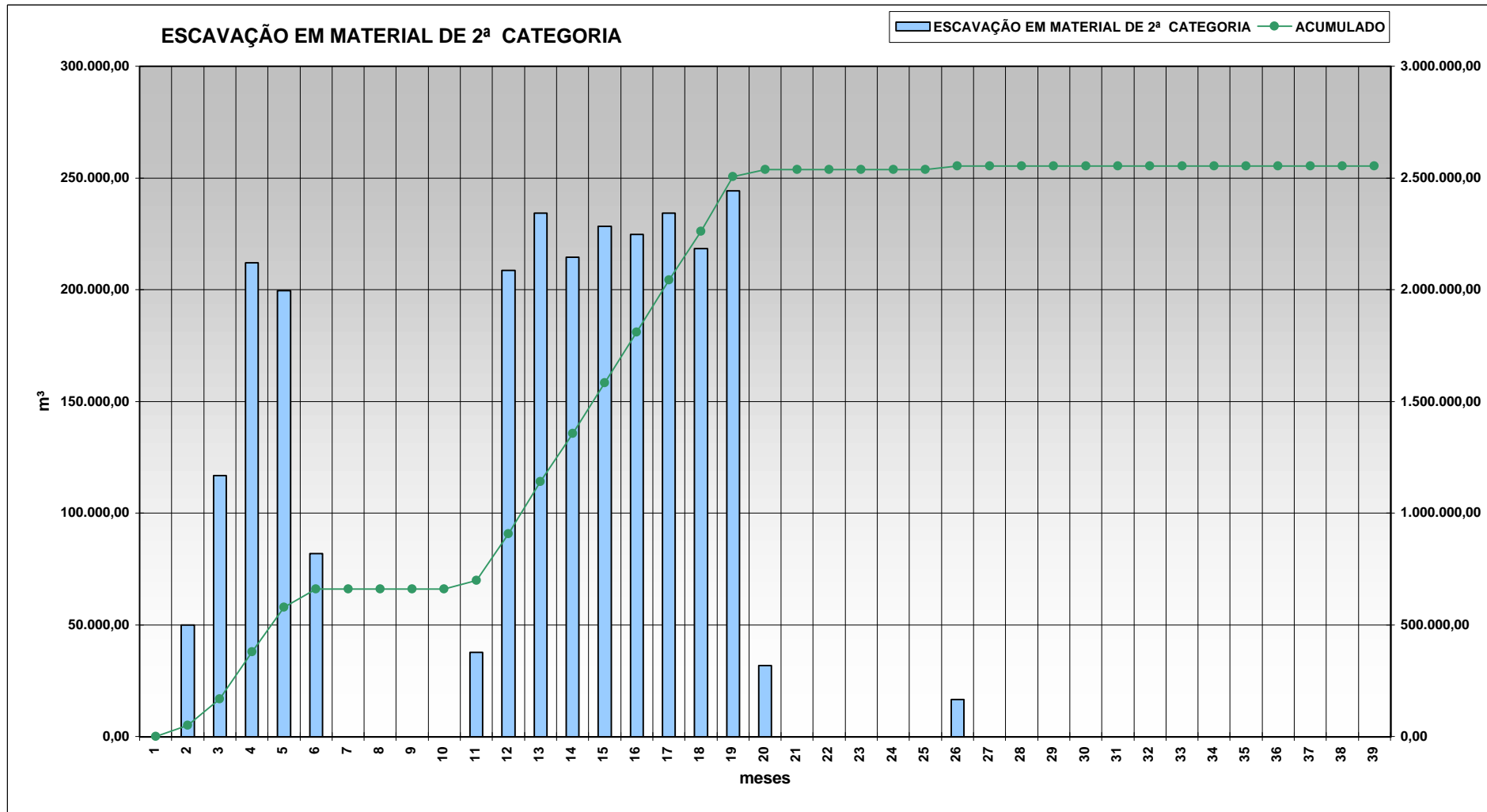
HISTOGRAMA - LOTE 03



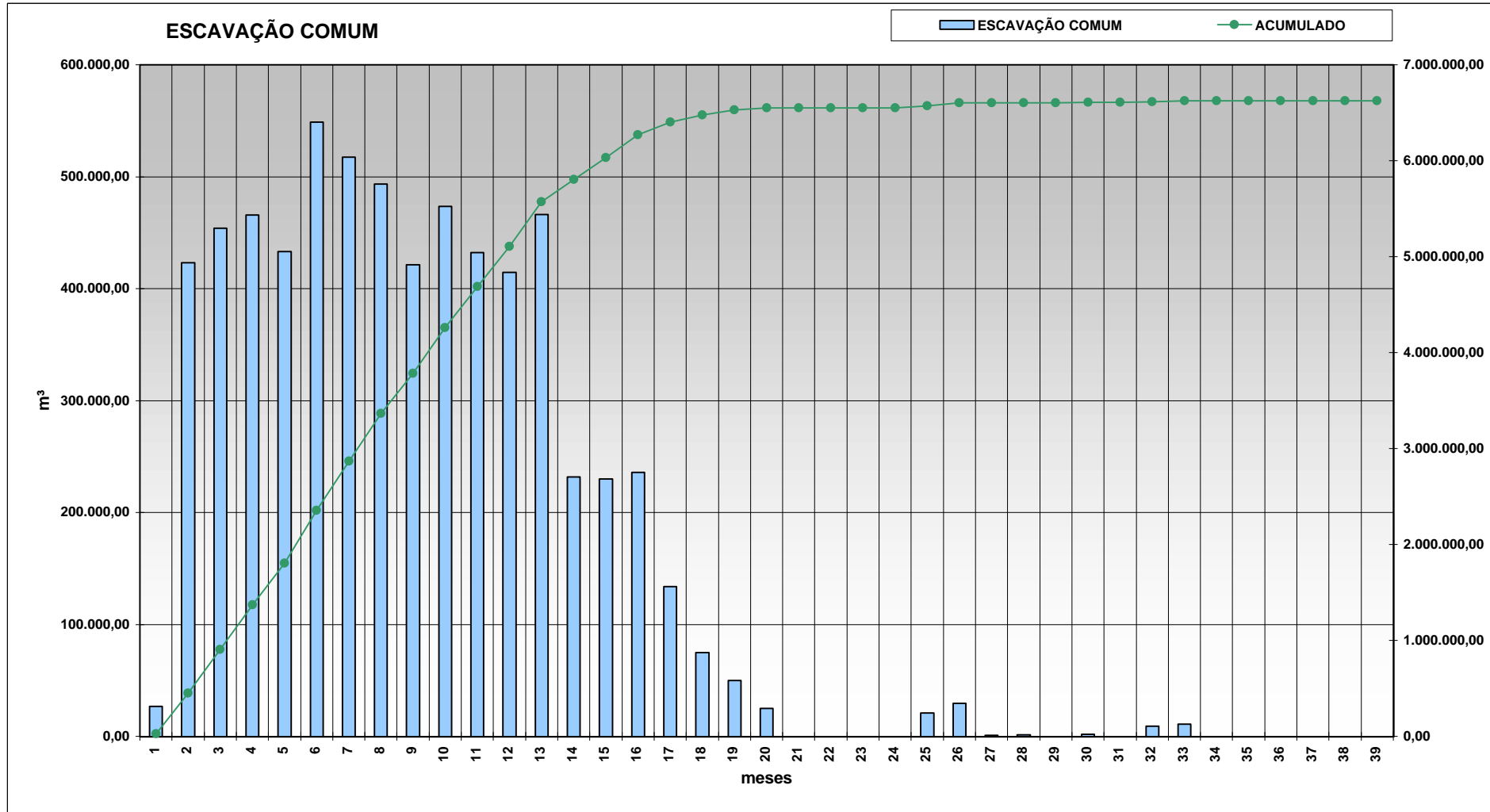
HISTOGRAMA - LOTE 03



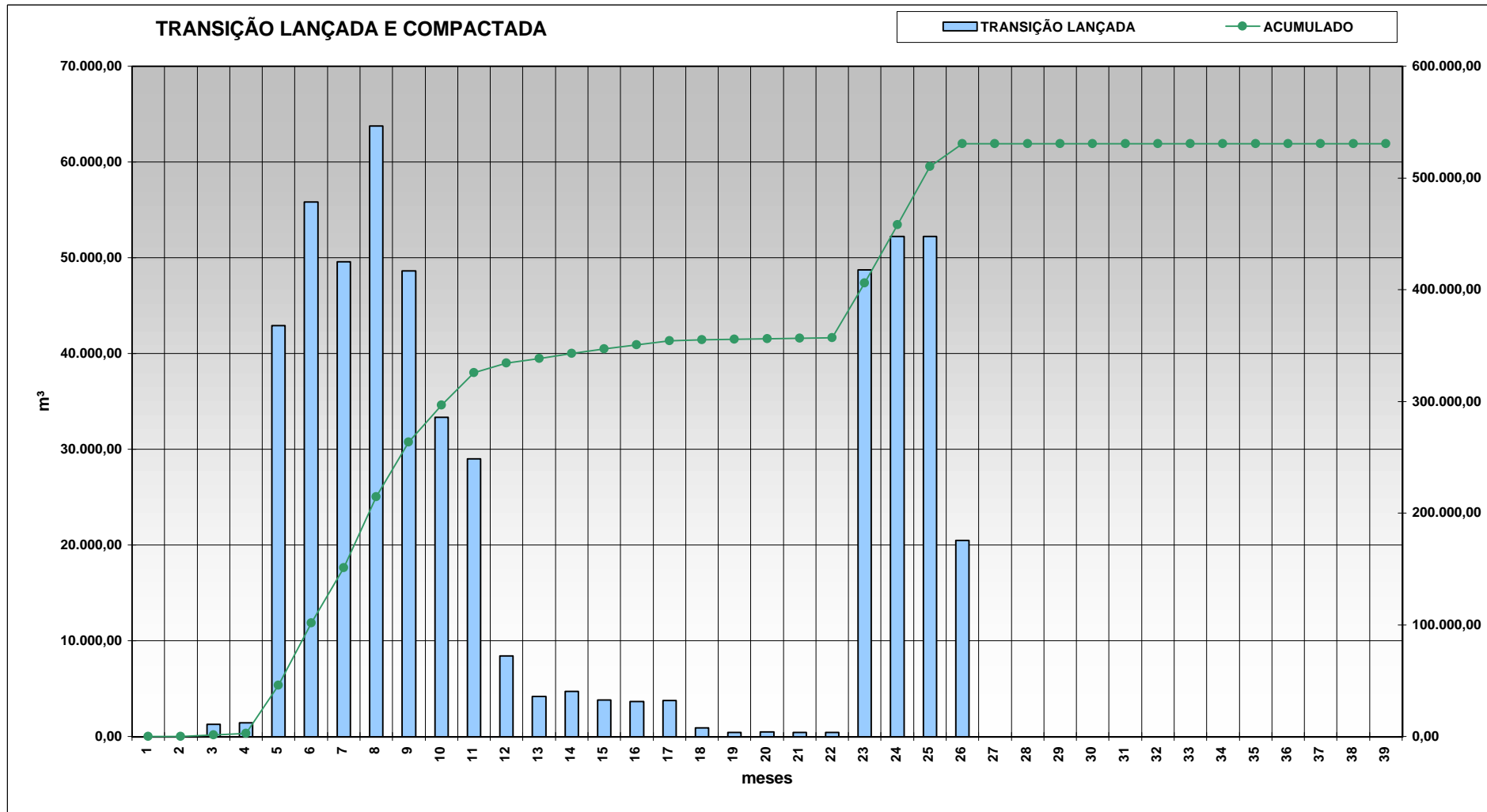
HISTOGRAMA - LOTE 03



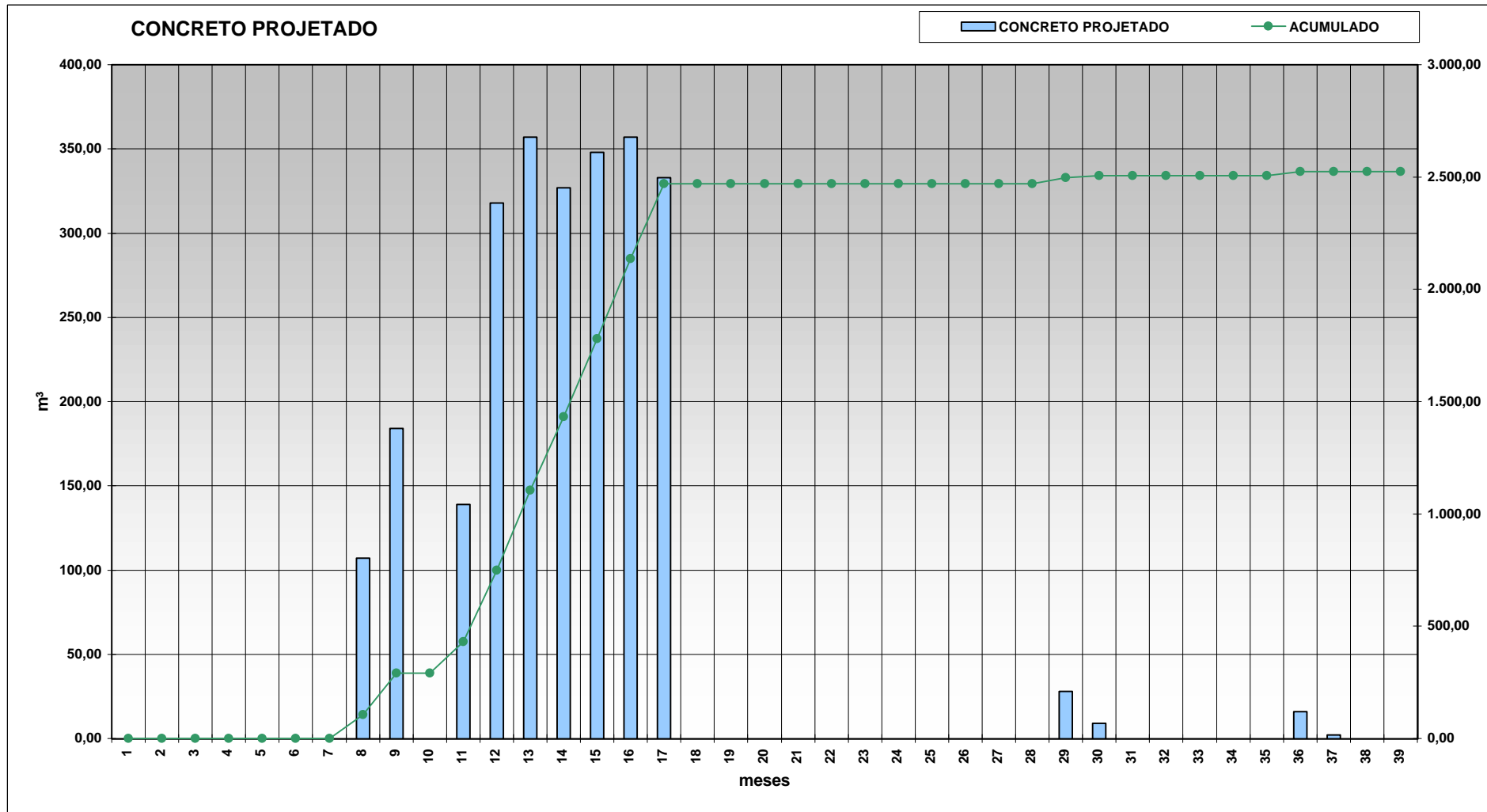
HISTOGRAMA - LOTE 03



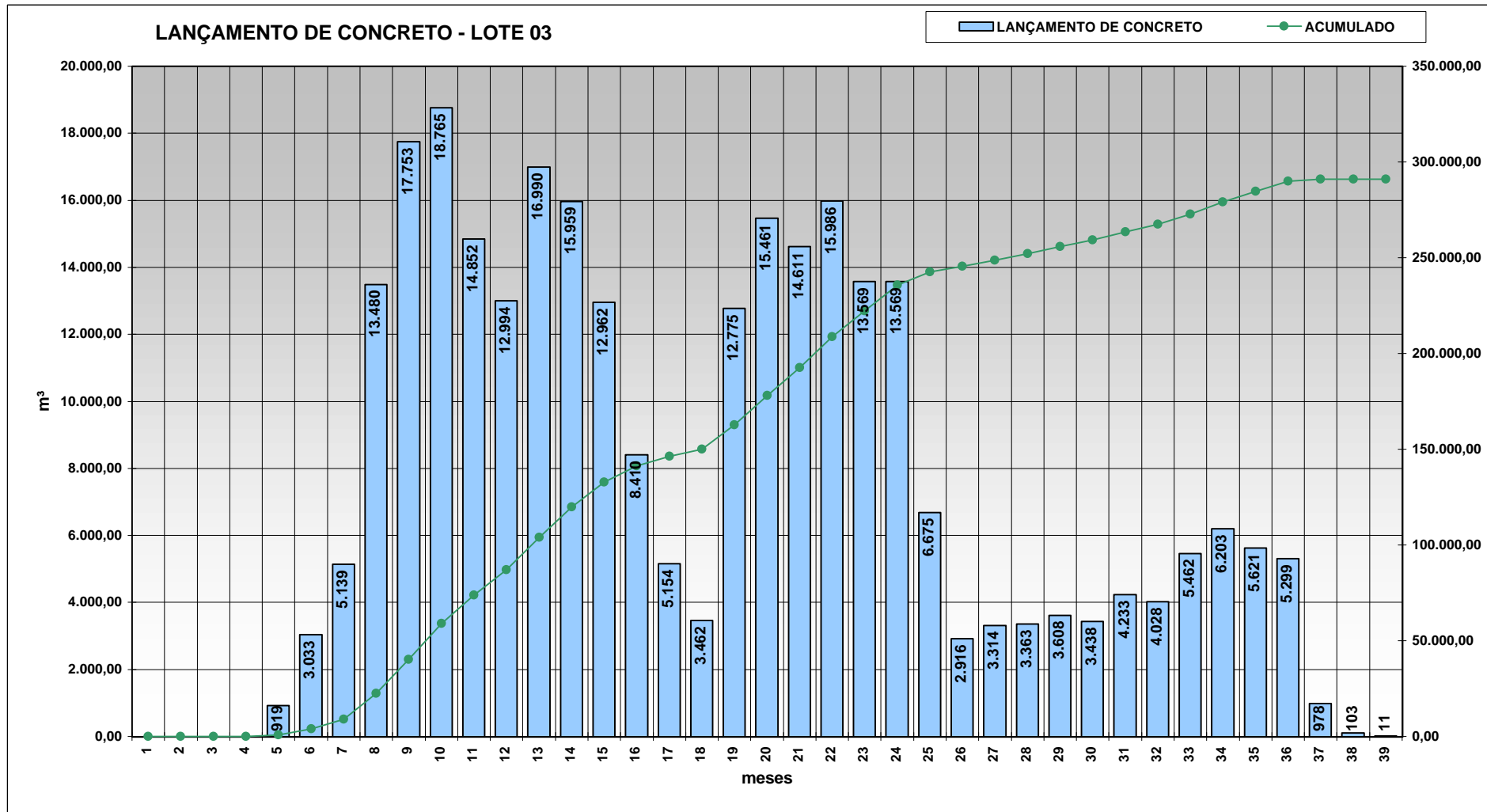
HISTOGRAMA - LOTE 03



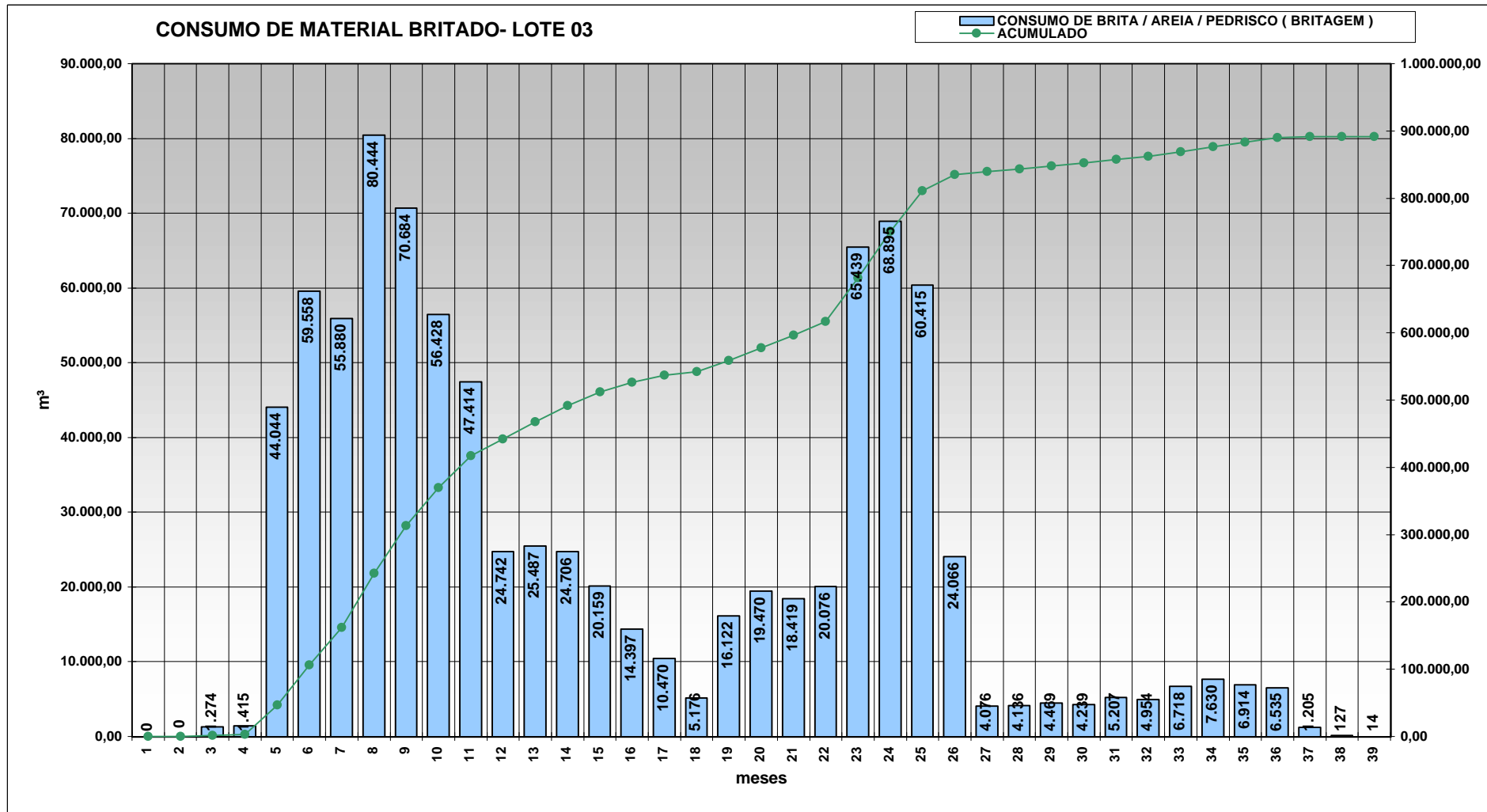
HISTOGRAMA - LOTE 03



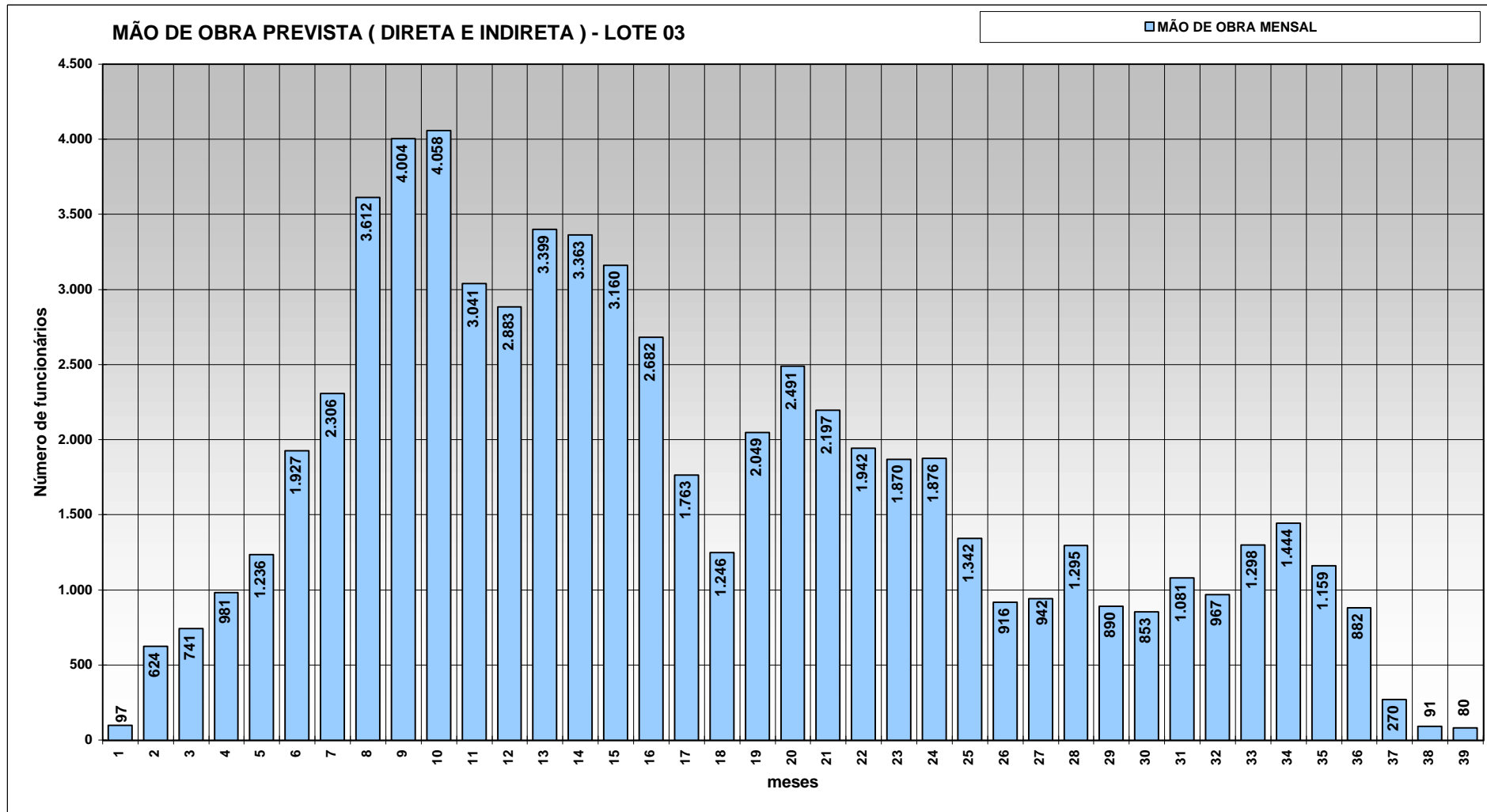
HISTOGRAMA - LOTE 03



HISTOGRAMA - LOTE 03



HISTOGRAMA - LOTE 03



1. ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 1 – BR-428



Foto 2 – Acesso ao longo da linha de transmissão.



Foto 3 – Vicinal.



Foto 4 – Vicinal.



Foto 5 – Vicinal.



Foto 6 – Vicinal.



Foto 7 – Vicinal.



Foto 8 – Vicinal.



Foto 9 – Vicinal.



Foto 10 – Vicinal.



Foto 11 – Vicinal.



Foto 12 – BR-232.



Foto 13 – BR-232.



Foto 14 – BR-232.



Foto 15 – Vicinal.



Foto 16 – Vicinal.



Foto 17 – Vicinal.



Foto 18 – Vicinal.



Foto 19 – Vicinal.



Foto 20 – Vicinal.



Foto 21 – Vicinal.



Foto 22 – Vicinal.



Foto 23 – BR-116.



Foto 24 – BR-116.



Foto 25 – BR-116.



Foto 26 – Linha de Transmissão.



Foto 27 – Vicinal.



Foto 28 – Vicinal.



Foto 29 – Vicinal.



Foto 30 – Vicinal.



Foto 31 – Vicinal.



Foto 32 – Vicinal.



Foto 33 – Vicinal.



Foto 34 – Vicinal.



Foto 35 – Vicinal.



Foto 36 – Vicinal.



Foto 37 – Vicinal.



Foto 38 – Vicinal.



Foto 39 – BR-116.



Foto 40 – BR-116.



Foto 41 – BT-116.



Foto 42 – Vicinal.



Foto 43 – Vicinal.



Foto 44 – Vicinal.



Foto 45 – Vicinal.



Foto 46 – Vicinal.



Foto 47 – Vicinal.



Foto 48 – Vicinal.



Foto 49 – Vicinal.



Foto 50 – Vicinal.



Foto 51 – Vicinal.



Foto 52 – BR-116.



Foto 53 – BR-116.



Foto 54 – BR-116.



Foto 55 – BR-116.



Foto 56 – Vicinal.

2. *MÉMOIRAS DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS*



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-13-P1-B0491
FOLHA 1 DE 10 FOLHAS
DATA _____

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

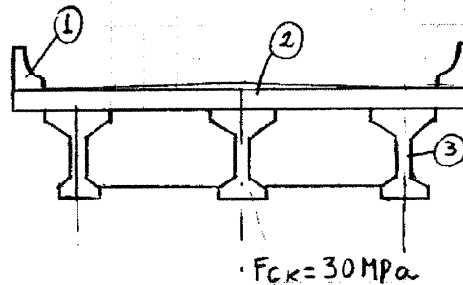
CALCULADO CACB
CONFERIDO _____
APROVADO _____

1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido da ponte típica sobre o canal em aterro.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-TSF-A1-B0491.

PONTE CLASSE IV/TB-36

TABULEIRO



2.0 - CARGA PERMANENTE

VIGA PRINCIPAL - P.P. POR METRO (Viga externa)

- (1) - $(0,20 \times 0,47 + 0,31 \times 0,15 + 0,15 \times 0,40) \times 2,50$ — 0,50 tf/m
 - (2) - $2,95 \times 0,20 \times 2,50$ — 1,48 "
 - (3) - $(1,20 \times 0,12 + 0,50 \times 0,08) \times 2,50$ — 0,46 "
 - (3) - $0,20 \times 1,00 \times 2,50$ — 0,50 "
 - (3) - $(0,20 \times 0,20 + 0,60 \times 0,25) \times 2,50$ — 0,48 "
- 3,12 tf/m

- Alargamento da Viga

- $0,40 \times 1,10 \times 2,50$ — 1,10 tf/m

- Transversina

- $0,25 \times 1,40 \times 2,50 \rightarrow 0,88 \text{ tf/m}$ $\left\{ \begin{array}{l} R = 1,29 \text{ tf (EXT.)} \\ R = 4,29 \text{ tf (CEN.)} \end{array} \right.$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261 - Pontes RJ - Bodo
 FOLHA 2 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO **CALB**

CONFERIDO

APROVADO

- Pavimentação

- $2,55 \times 0,05 \times 2,20$ ——— $0,28 \text{ tf/m (EXT.)}$

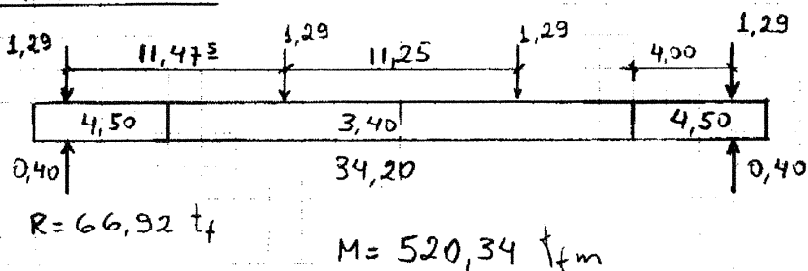
- $3,90 \times 0,10 \times 2,20$ ——— $0,86 \text{ tf/m (CEN.)}$

VIGA PRINCIPAL - (Viga Central)

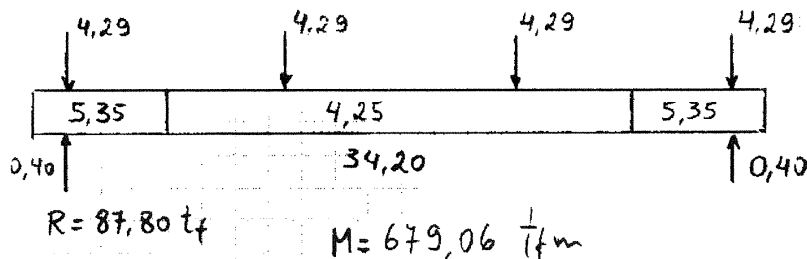
(2) - $3,90 \times 0,20 \times 2,50$ — $1,95 \text{ tf/m}$

(3) - — $1,44 \text{ ''}$
 $3,39 \text{ tf/m}$

VIGA EXTERNA

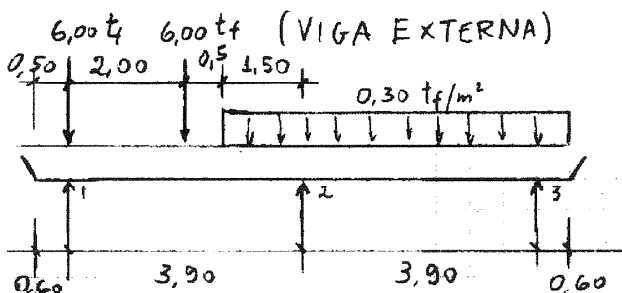


VIGA CENTRAL



3.0 - CARGA MÓVEL - TREM-TIPO CLASSE 36

$P = 36,00 \text{ tf}$
 $p = 0,50 \text{ tf/m}^2$
 $p' = 0,30 \text{ ''}$





ENGECORPS

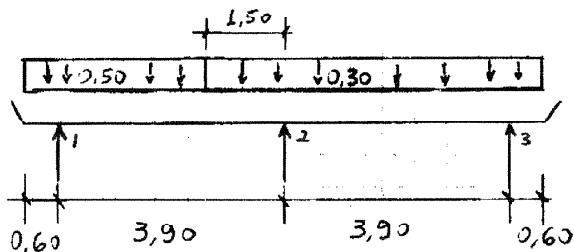
Memória de Cálculo

Nº 261-PN-TS-PT-2020
FOLHA 3 DE 10 FOLHAS
DATA _____

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
CONFERIDO _____
APROVADO _____



VIGA EXTERNA - Desprezar o carregamento dos apoios 2 e 3.

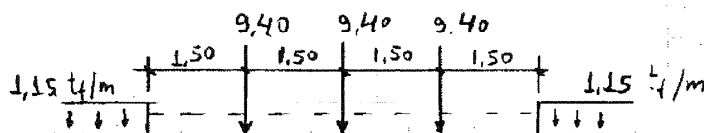
$$a) R_D = R_C = R_T = \frac{6,00 (4,00 + 2,00)}{3,90} = 9,23 \text{ tf}$$

b) Distribuída a frente e atrás.

$$\frac{0,50 \times 3,00 \times 3,00}{3,90} = 1,15 \text{ tf/m}$$

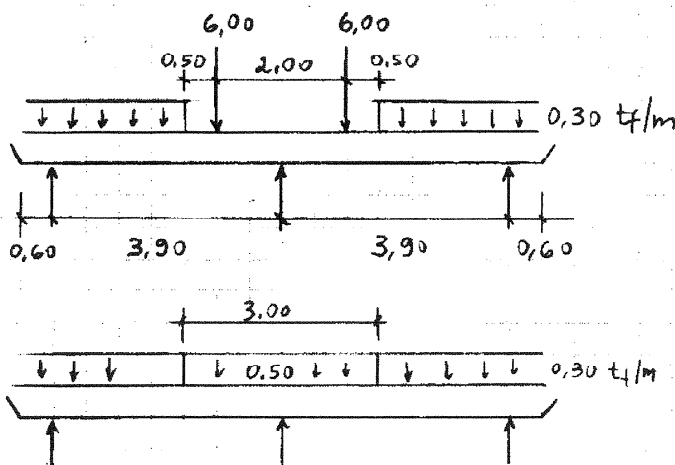
c) Distribuída nos lados

$$\frac{0,30 \times 1,50 \times 0,75}{3,90} = 0,09 \text{ tf/m}$$



TREM-TIPO
(V. EXT.)

(VIGA CENTRAL)





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-Ed. 8020
FOLHA 4 DE 10 FOLHAS
DATA

PROJETO PTSF
ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

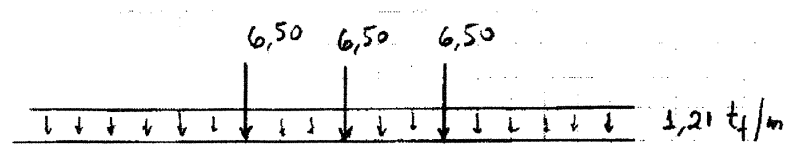
a) $R_D = R_i = R_T = \frac{6,00 (2,90 + 2,90)}{3,90} = 8,92 \text{ tf}$

b) Distribuída a frente e a traz.

$\frac{2 (0,50 \times 1,50 \times 3,15 + 0,30 \times 2,40 \times 1,20)}{3,90} = 1,65 \text{ tf/m}$

c) Distribuída nos lados.

$\frac{2 (0,30 \times 2,40 \times 1,20)}{3,90} = 0,44 \text{ tf/m}$

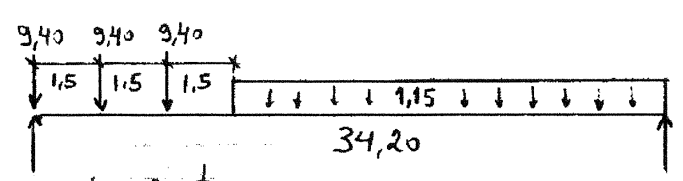


TREM-TIPO
(V. CENTRAL)

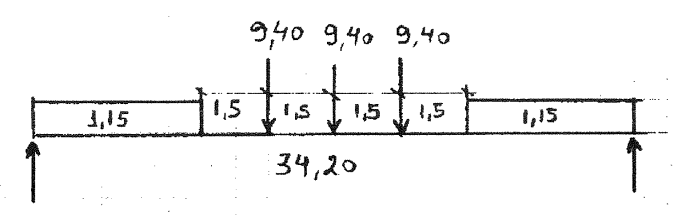
4.0 - COEFICIENTE DE IMPACTO

$\gamma = 1,40 - 0,007 \times 34,20 = 1,16$

5.0 - ESFORÇOS DA CARGA MÓVEL (VIGA EXTERNA)



$R_1 = 41,80 \text{ tf}$
 $R_2 = 20,56 \text{ tf}$



$R = 30,32$

$M = 341,41 \text{ tfm}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FNN-74-B020
 FOLHA 5 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

RESUMO DOS ESFORÇOS -

(*) - C/IMPACTO

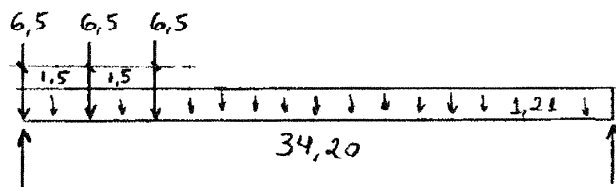
$$\left\{ \begin{aligned} R_{\max} &= 66,92 + 41,80 = 108,72 \text{ tf} \\ R_{\max}^* &= 66,92 + 1,16 \times 41,80 = 115,41 \text{ tf} \\ M_{\max} &= 520,34 + 1,16 \times 341,41 = 916,38 \text{ tfm} \end{aligned} \right.$$

• SEÇÃO NO APOIO - $b_w = 60$ $h = 165$ $Q = 115,41 \text{ tf}$
 $A_{st} = 28,29 \text{ cm}^2$

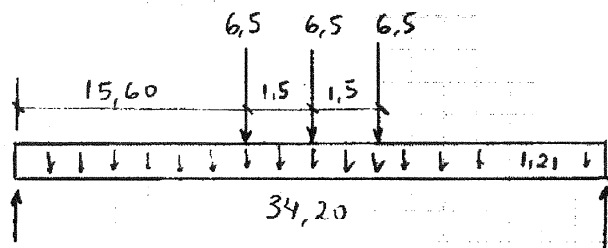
• SEÇÃO NO MEIO DO VAÕ - VIGA T

$$\left\{ \begin{aligned} b_w &= 20 \text{ cm} & M &= 916,38 & A_s &= 199 \text{ cm}^2 \\ b &= 120 \text{ ''} \\ T_F &= 35 \text{ ''} \end{aligned} \right.$$

6.0 - ESFORÇOS DA CARGA MÓVEL (VIGA CENTRAL)



$$\left\{ \begin{aligned} R_1 &= 39,34 \text{ tf} \\ R_2 &= 21,55 \text{ tf} \end{aligned} \right.$$



$$\left\{ \begin{aligned} R &= 30,44 \text{ tf} \\ M &= 333,87 \text{ tfm} \end{aligned} \right.$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 6 DE 10 FOLHAS
 UAI A _____

PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

RESUMO DOS ESFORÇOS -

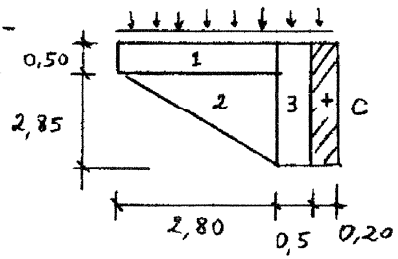
$$\left\{ \begin{aligned} R_{MÁX} &= 87,80 + 39,34 = 127,14 \text{ t}_f \\ R_{MÁX}^* &= 87,80 + 1,16 \times 39,34 = 133,43 \text{ t}_f \\ M_{MÁX} &= 679,06 + 1,16 \times 333,87 = 1066,35 \text{ t}_f \cdot \text{m} \end{aligned} \right.$$

• SEÇÃO NO MEIO DO VAÕ - VIGA T

$$\left\{ \begin{aligned} b_w &= 20 \text{ cm} & M &= 1.066,35 & A_s &= 227,50 \text{ cm}^2 \\ b &= 120 \text{ ''} \\ T_F &= 35 \text{ ''} \end{aligned} \right.$$

7.0 - CORTINA DA EXTREMIDADE

ALAS -



0,50 t_f/m (GUARDA-RODA)

- GUARDA-RODA	—	1,75 t _f
1- 0,5 x 2,80 x 0,20 x 2,50	—	0,70 t _f
2- 0,5 x 2,85 x 2,80 x 0,2 x 2,5	—	2,00 t _f
3- 0,5 x 3,35 x 0,20 x 2,50	—	0,84 t _f

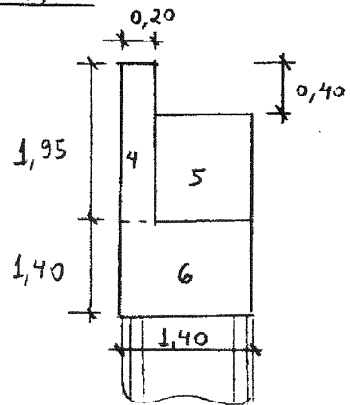
N = 5,29 t_f

$$M_c = \left\{ \begin{aligned} 1,75 \times 1,70 &— 2,98 \text{ t}_f \cdot \text{m} \\ 0,70 \times 2,00 &— 1,40 \text{ ''} \\ 2,00 \times 1,53 &— 3,06 \text{ ''} \\ 0,84 \times 0,35 &— 0,29 \text{ ''} \end{aligned} \right.$$

7,73 t_f·m

b_w = 20 h = 3,35
 A_{sm} = 10,00 cm²

CORTINA -



4- 0,20 x 1,95 x 2,50	—	0,98 t _f /m
5- 1,20 x 1,55 x 0,2 x 2,50	—	0,93 t _f
6- 1,40 x 1,40 x 2,50	—	4,90 t _f /m

4- 0,98 x 9,00	—	8,82 t _f
5- 2 x 0,93	—	1,86 ''
6- 4,90 x 9,00	—	44,10 ''



ENGECORPS

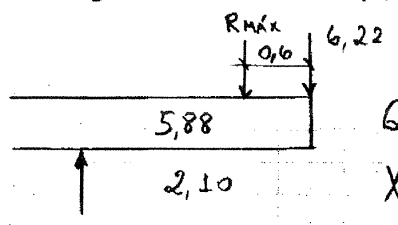
Memória de Cálculo*

Nº 261-PW-TPE-807
 FOLHA 7 DE 10 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

- MOMENTO FLETOR MÁXIMO



$R_{max}^* (VIGA EXT.) = 115,41 \text{ tf}$

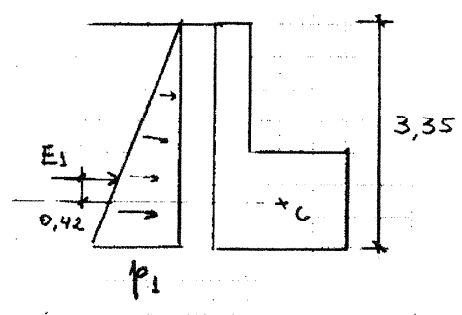
$Q_{max} = 134,00 \text{ tf}$

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$X_{max} = -199,14 \text{ tf.m}$

$b_w = 140 \quad h = 140 \quad A_s =$

- EMPUXO DO ATERRO



$p_1 = 1,80 \times 3,35 \times 0,33 = 1,99 \text{ tf/m}^2$

$E = 0,50 \times 1,99 \times 3,35 = 3,33 \text{ tf/m}$

$E_1 = 3,33 \times 8,60 = 26,64 \text{ tf}$

$M_1 = 26,64 \times 0,42 = 11,19 \text{ tf.m}$

$5,59 \text{ tf.m / TUBULÃO}$

- EMPUXO DA SOBRECARGA NO ATERRO

$q = \frac{3,00 \times 0,50 + (8,60 - 3,00) \times 0,30}{8,60} = 0,37 \text{ tf/m}^2$

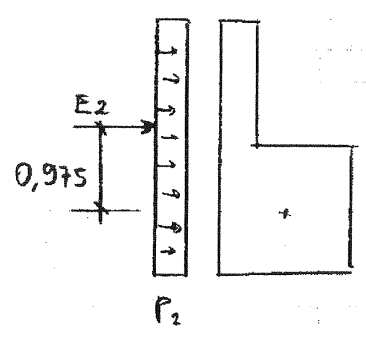
$p_2 = 0,37 \times 0,33 = 0,12 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{PONTE CARREGADA})$

$E = 0,12 \times 3,35 = 0,40 \text{ tf/m}$

$E_2 = 0,40 \times 8,60 = 3,44 \text{ tf}$

$M_2 = 3,44 \times 0,975 = 3,35 \text{ tf.m}$

$1,68 \text{ tf.m / TUBULÃO}$





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº B020
 FOLHA 8 DE 10 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODUVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

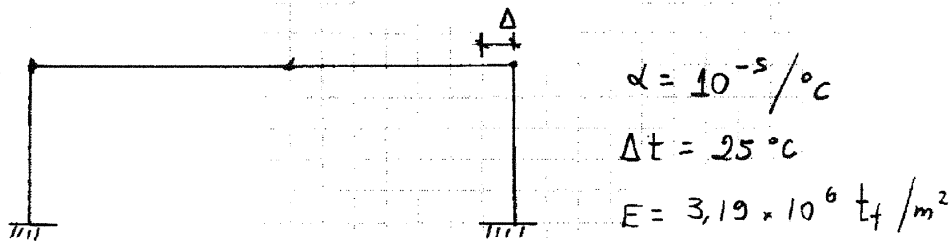
CALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____

8.0 - SOLICITAÇÕES LONGITUDINAIS NOS PILARES

- Frenação $\rightarrow 0,30 \times 36 = 10,80 \text{ tf}$ ou $2,70 \text{ tf/TUBULÃO}$
- Retração e queda de temperatura.



$\Delta = 17,50 \times 10^{-5} \times 25 = 437,5 \times 10^{-5}$

- Const. mola do Aparelho de Apoio (1,5 Apoios)

$K_a = \frac{1,5 \times 100 \times 0,1225}{0,048} = 382,81 \text{ tf/m}$

- Const. mola do Tubulão $h_p = 6,00 \text{ m}$

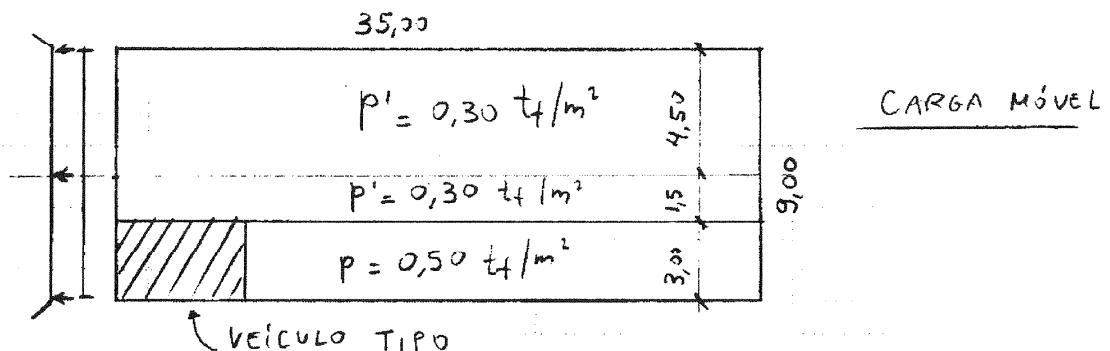
$\phi 1,40 \text{ m} \quad I = \frac{\pi \times 1,40^4}{64} = 0,19 \text{ m}^4$

$K_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,19}{6,00^3} = 8.418,00$

$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{382,81} + \frac{1}{8418,0}} \approx 366,16 \quad K_2 = K_1$

$H = 437,5 \times 10^{-5} \times 366,16 = 1,60 \text{ tf}$

9.0 - REAÇÃO MÁXIMA NO TABULEIRO





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2000
 FOLHA 9 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

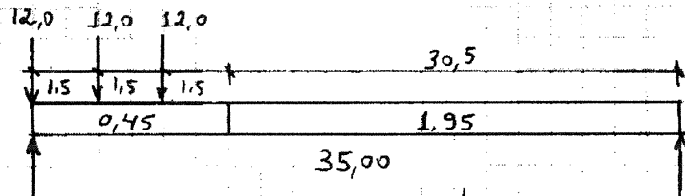
PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO



PONTE CARREGADA

(*) C/ IMPACTO

$$R_q = 12 + 50,27 = 62,27 \text{ tf}$$

$$R_q^* = 1,16 \times 62,27 = 72,23 \text{ tf}$$

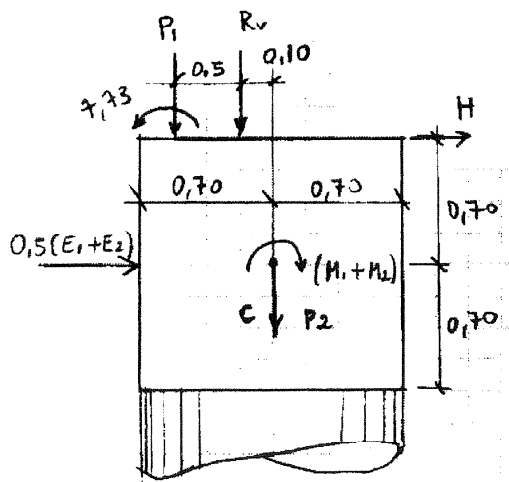
- CARGA PERMANENTE

$$R_g = 66,92 + 0,50 \times 87,80 = 110,82 \text{ tf}$$

$$- R_v = 110,82 + 62,27 = 173,00 \text{ tf}$$

$$R_v^* = 110,82 + 72,23 = 183,00 \text{ tf} \quad \text{C/IMPACTO}$$

10.0 - TUBULÃO - CARREGAMENTO LONGITUDINAL



$$P_1 = 5,29 + 0,5 \times 8,92 = 9,70 \text{ tf}$$

$$R_v^* = 183,00 \text{ tf}$$

$$P_2 = 1,86 + 0,50 \times 44,10 = 23,91 \text{ tf}$$

$$M_1 + M_2 = 7,27 \text{ tf.m}$$

$$H = 2,70 + 1,60 = 4,30 \text{ tf}$$

TEM-SE : $N = 217,00 \text{ tf}$

$$0,5 (E_1 + E_2) = 15,04 \text{ tf}$$

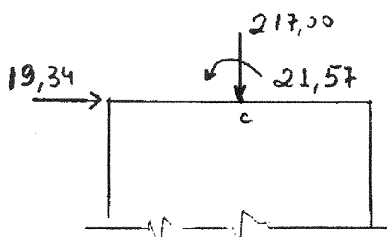
$$9,70 \times 0,60 + 7,73 = 13,55 \text{ tf.m}$$

$$183,0 \times 0,10 = 18,30 \text{ tf.m}$$

$$(-) 4,30 \times 0,70 = -3,01 \text{ tf.m}$$

$$(-) (M_1 + M_2) = -7,27 \text{ tf.m}$$

$$\hat{M}_c = 21,57 \text{ tf.m}$$




ENGECORPS
Memória de Cálculo

 Nº 2020
 FOLHA 10 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

 PROJETO PTSF

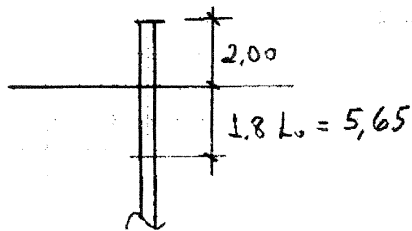
 CALCULADO CACS

 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

 CONFERIDO

 APROVADO

- Engastamento no solo:



$$L_0 = \sqrt[5]{\frac{EI}{K_h}}$$

$$K_h = 2000 \text{ tf/m}^3$$

$$E = 3,19 \cdot 10^6 \text{ tf/m}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot 1,40^4}{64} = 0,180 \text{ m}^4$$

$$L_0 = \sqrt[5]{\frac{3,19 \cdot 10^6 \cdot 0,180}{2000}} = 3,14$$

No engaste $M_E = 21,57 - 19,34 \times 7,65 = -126,38 \text{ tf}\cdot\text{m}$

Tem-M: $F_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $\phi 1,40$

No TOPO: $N = 217,00 \text{ tf}$

$M = 21,57 \text{ tf}\cdot\text{m}$

$A_{s, \min} =$

No ENGASTE: $N = 217,00 + 0,785 \times 1,40^2 \times 7,65 \times 2,50 = 246,43 \text{ tf}$

$M = 126,38 \text{ tf}\cdot\text{m}$

- BASE - $N = 207 + 0,785 \times 1,40^2 \times 11,00 \times 2,50 = 249,31 \text{ tf}$

base - $0,785 \times 2,50^2 \times 0,30 \times 2,50 = 3,68 \text{ tf}$

$0,785 \times 1,92^2 \times 0,90 \times 2,50 = 6,71 \text{ tf}$

10,39 tf

$$\sigma = \frac{259,70}{0,785 \times 2,50^2} = 52,93 \text{ tf/m}^2$$

Pontes Rodoviárias Classe IV/TB-36 em Corte



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº. 261-FUN-TSF-27/2020
FOLHA 1 DE 3 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTS F

ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

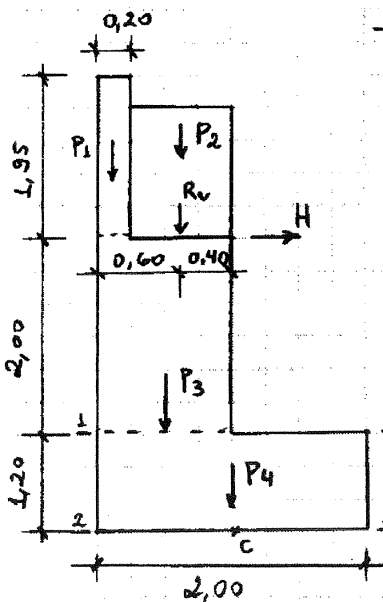
1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido da ponte típica sobre o canal em corte.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-TSF-A1-B0420

PONTE CLASSE IV/TB-36

2.0 - CÁLCULO DO TABULEIRO - Ver memória de cálculo da Ponte CLASSE IV/TB-36 sobre o Canal em aterro.

3.0 - CORTINA DA EXTREMIDADE



- O cálculo será feito para metade da base $L = 4,50 \text{ m}$

$R_v = 173,00 \text{ tf}$

$R_v^* = 183,00 \text{ tf}$ C/IMPACTO

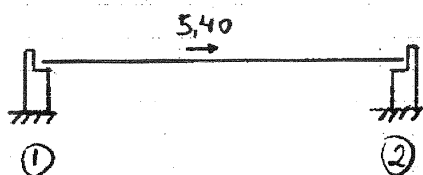
$P_1 = 0,20 \times 1,95 \times 4,50 \times 2,50 = 4,39 \text{ tf}$

$P_2 = 0,80 \times 1,55 \times 0,20 \times 2,50 = 0,62 \text{ tf}$

$P_3 = 1,00 \times 2,00 \times 4,50 \times 2,50 = 22,50 \text{ tf}$

$P_4 = 1,20 \times 2,00 \times 4,50 \times 2,50 = 27,00 \text{ tf}$

- Determinação de H.



A) Frenagem $\rightarrow 0,30 \times 36,00 = 10,80 \text{ tf}$
ou $5,40 \text{ tf}$ / (meia ponte)

**ENGECORPS****Memória de Cálculo**

Nº 02-01174-0000
 FOLHA 2 DE 3 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTS FASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTECALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____

- Constante de mola dos aparelhos de apoio.

$$N = 1,5 \text{ unid.} \quad K_a = \frac{1,50 \times 100 \times 0,1225}{0,048} = 382,81$$

- Constante de mola dos apoios $h_p = 2,00 \text{ m}$

$$S = 1,00 \times 4,50 = 4,50 \text{ m}^2 \quad J = \frac{4,50 \times 1,00^3}{12} = 0,38 \text{ m}^4$$

$$E = 3,19 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$$

$$K_{p1} = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,38}{2,0^3} = 454.575,00 \text{ tf/m}$$

$$K_{p2} = \infty$$

$$\text{Conjunto ①} \quad K = \frac{1}{\frac{1}{382,81} + \frac{1}{454.575,0}} = 382,50 \text{ tf/m}$$

$$\text{Conjunto ②} \quad K = \frac{1}{\frac{1}{382,81}} = 382,50 \text{ tf/m}$$

B) Retração e Temperatura.

$$\text{CONJ. ①} = \text{CONJ. ②} \rightarrow K = 382,5$$

$$H = K_1 \times \Delta = K_1 \times \alpha \times \frac{L}{2} \times \Delta t$$

$$\text{TEM-SE: } H = 382,50 \times 10^{-5} \times 17,50 \times 25 = 1,67$$

$$\text{PARA FRENAÇÃO: } \mu_i = \frac{K_i}{\sum K_i} = 0,50$$

$$H = 0,5 \times 5,40 = 2,70 \text{ tf} \rightarrow \sum H = 4,37 \text{ tf}$$

SEÇÃO 1.1

$$N = 4,39 + 0,62 + 183 + 22,50 = 210,51 \text{ tf}$$

$$M_c = -4,39 \times 0,40 + 183,62 \times 0,10 + 4,37 \times 2,00 = 25,35 \text{ tf.m}$$

$$b_w = 4,50 \text{ m} \quad h = 1,00$$

$$A_{sm} = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m}/\text{face}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261 - PONTE - BOLD
FOLHA 3 DE 3 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

SEÇÃO 2.2

$$N = 4,39 + 0,62 + 173,0 + 22,50 + 27,00 = 227,51 \text{ tf}$$

$$\bar{M}_c = -4,39 \times 0,90 - 173,62 \times 0,40 - 22,50 \times 0,50 + 4,37 \times 3,20 = -70,67 \text{ tf.m}$$

$l = 0,31 \rightarrow$ Apoio na Rocha

$$\sigma = \frac{227,51}{2,00 \times 4,50} \left(1 \pm \frac{4,50 \times 0,31}{2,00} \right) < \begin{matrix} \sigma_{mix} = 42,91 \text{ tf/m}^2 \\ \sigma_{min} = 7,65 \text{ tf/m}^2 \end{matrix}$$

Laje $\downarrow q = 7,65 - 3,00 = 4,65 \text{ tf/m}^2$

$A_{smin} = 10,00 \text{ cm}^2/m$

***Pontes Rodoviárias Classe IV/TB-36 com 3 Vãos em
Corte***

**ENGECORPS****Memória de Cálculo**
 Nº 261-FUN-TSF-BO50
 FOLHA 1 de 14 FOLHAS
 DATA _____
PROJETO PTSFASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTECALCULADO CACB

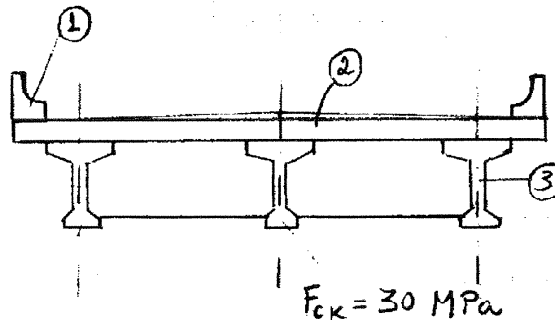
CONFERIDO _____

APROVADO _____

1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido da ponte típica sobre o canal em corte.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-TSF-A1-BO467

PONTE CLASSE IV/TB-36 COM 3 VÃOS.

TABULEIRO2.0 - CARGA PERMANENTEVIGA PRINCIPAL - P.P. POR METRO (Viga externa)

(1) - $(0,20 \times 0,47 + 0,31 \times 0,15 + 0,15 \times 0,40) \times 2,50$	—————	0,50 t _f /m
(2) - $2,95 \times 0,20 \times 2,50$	—————	1,48 "
(3) - $(1,20 \times 0,12 + 0,50 \times 0,08) \times 2,50$	—————	0,46 "
(3) - $0,20 \times 1,00 \times 2,50$	—————	0,50 "
(3) - $(0,20 \times 0,20 + 0,60 \times 0,25) \times 2,50$	—————	0,48 "
		3,12 t _f /m

- Alargamento da Viga

$$0,40 \times 1,10 \times 2,50 \text{ ————— } 1,10 \text{ t}_f/\text{m}$$

- Transversina

$$0,25 \times 1,40 \times 2,50 \text{ — } 0,88 \text{ t}_f/\text{m} \quad \left\{ \begin{array}{l} R = 1,29 \text{ (EXT.)} \\ R = 4,29 \text{ (CEN.)} \end{array} \right.$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 281-FIN-REF-RT-0020
 FOLHA 2 DE 14 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

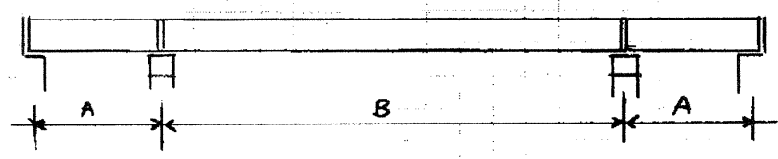
- Pavimentação

- $2,55 \times 0,05 \times 2,20$ ————— $0,28 \text{ t/m (EXT.)}$
- $3,90 \times 0,10 \times 2,20$ ————— $0,86 \text{ t/m (CEN.)}$

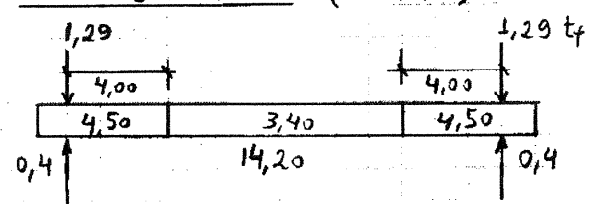
VIGA PRINCIPAL - (Viga Central)

- (2) - $3,90 \times 0,20 \times 2,50$ ————— $1,95 \text{ t/m}$
- (3) ————— $1,44 \text{ t/m}$
- 3,39 t/m

VÃOS

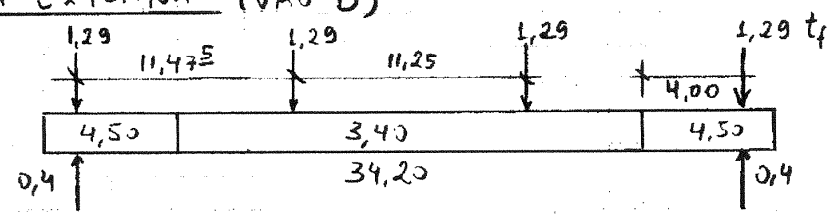


VIGA EXTERNA (VÃO A)



$R = 31,63 \text{ t}$ $M = 94,14 \text{ t.m}$

VIGA EXTERNA (VÃO B)



$R = 66,92$ $M = 520,34 \text{ t.m}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 1461 - PAV - 201 - 2 - 8020
FOLHA 3 DE 14 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PT5F

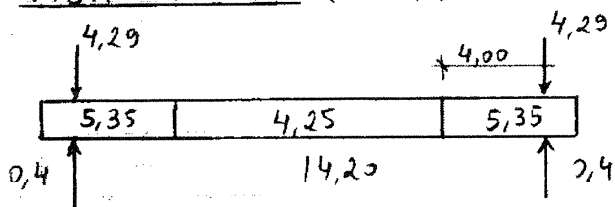
ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

CONFERIDO

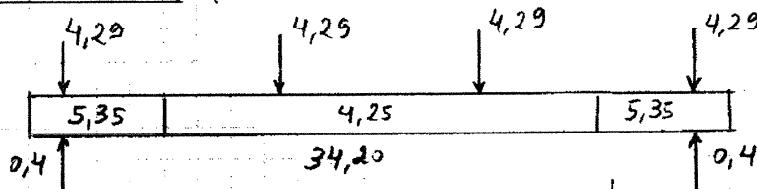
APROVADO

VIGA CENTRAL (VAO A)



$R = 41,00 \text{ tf}$ $M = 115,46 \text{ tf.m}$

VIGA CENTRAL (VAO B)

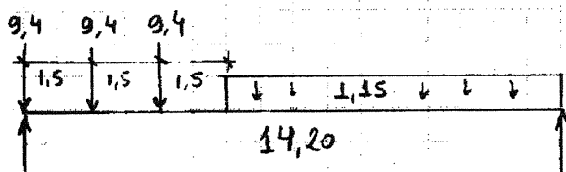


$R = 87,80 \text{ tf}$ $M = 679,06 \text{ tf.m}$

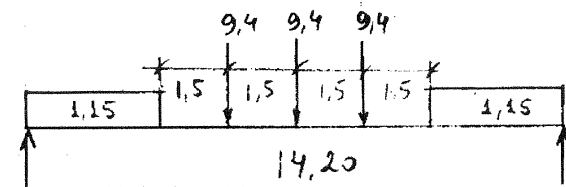
3.0 - CARGA MÓVEL - TREM-TIPO CLASSE 36

3.1 - ESFORÇOS NA VIGA - VAO A

a) TREM-TIPO NO VAO A (VIGA EXTERNA)



$R_1 = 29,04 \text{ tf}$
 $R_2 = 10,32 \text{ tf}$



$R = 18,82 \text{ tf}$ $M = 95,71 \text{ tf.m}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-PA-RT-8070
 FOLHA 4 DE 14 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF

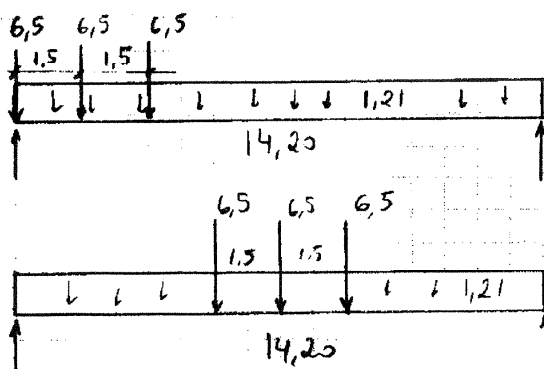
ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

b) IDEM (VIGA CENTRAL)



$$R_1 = 26,03 \text{ tf}$$

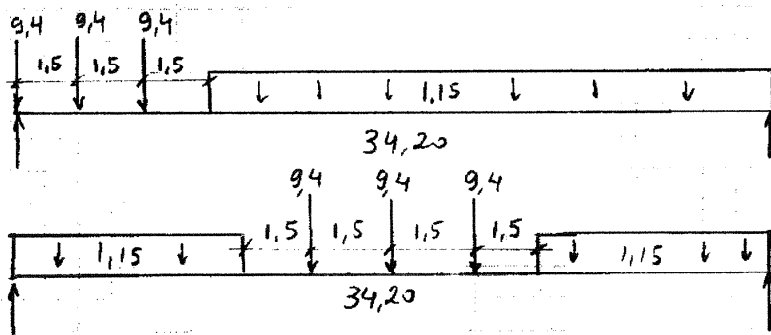
$$R_2 = 10,65 \text{ tf}$$

$$R = 18,34 \text{ tf}$$

$$M = 89,97 \text{ tf.m}$$

3.2- ESFORÇOS NA VIGA - VAÕ B

a) TREM-TIPO NO VAÕ B (VIGA EXTERNA)



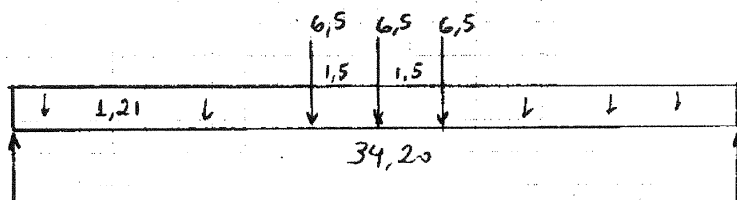
$$R_1 = 41,80$$

$$R_2 = 20,56 \text{ tf}$$

$$R = 30,32 \text{ tf}$$

$$M = 341,41 \text{ tf.m}$$

b) IDEM (VIGA CENTRAL)



$$R = 30,44 \text{ tf}$$

$$M = 333,87 \text{ tf.m}$$



ENGE CORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-PUN-TSF-RET-2020

FOLHA 5 DE 14 FOLHAS

DATA

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

4.0 - COEFICIENTE DE IMPACTO

VAO A - $\gamma = 1,40 - 0,007 \times 15,00 = 1,30$

VAO B - $\gamma = 1,40 - 0,007 \times 34,20 = 1,16$

5.0 - RESUMO DOS ESFORÇOS / DIMENSIONAMENTO

VAO A - VIGA EXTERNA

* - C/IMPACTO

$R_{Máx} = 31,63 + 29,04 = 60,67 \text{ tf}$

$R_{Máx}^* = 31,63 + 1,30 \times 29,04 = 69,38 \text{ tf}$

$M_{Máx}^* = 94,14 + 1,30 \times 95,71 = 218,56 \text{ tf.m}$

VAO A - VIGA CENTRAL

$M_{Máx}^* = 115,46 + 1,30 \times 89,97 = 232,42 \text{ tf.m}$

VAO B - VIGA EXTERNA

$R_{Máx} = 66,92 + 41,80 = 108,72 \text{ tf}$

$R_{Máx}^* = 66,92 + 1,16 \times 41,80 = 115,41 \text{ tf}$

$M_{Máx}^* = 520,34 + 1,16 \times 341,41 = 916,38 \text{ tf.m}$

VAO B - VIGA CENTRAL

$M_{Máx}^* = 679,06 + 1,16 \times 333,87 = 1.066,35 \text{ tf.m}$

- VIGAS DO VAO A

• Seção do Apoio $b_w = 60$ $h = 165$ $Q = 70 \text{ tf}$

$A_{ST} = 17,40 \text{ cm}^2$

• Seção no meio do Vao - VIGA T

$b_w = 20 \text{ cm}$ $h = 185 \text{ cm}$

$b_F = 120 \text{ cm}$

$T_F = 35 \text{ cm}$

$M = 233,00 \text{ tf.m}$

$A_s = 44,51 \text{ cm}^2$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261 - FUN - TOP - RT - 2020
FOLHA 6 DE 14 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSF
ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

- VIGA DO VAÕ B

• Seção do Apoio $b_w = 60$ $h = 165$ $Q = 116$ tf

$$A_{ST} = 29,03 \text{ cm}^2$$

• Seção no meio do Vaõ - VIGA "T"

$b_w = 20$ cm

$$M = 1.067 \text{ tf.m}$$

$b_F = 120$ "

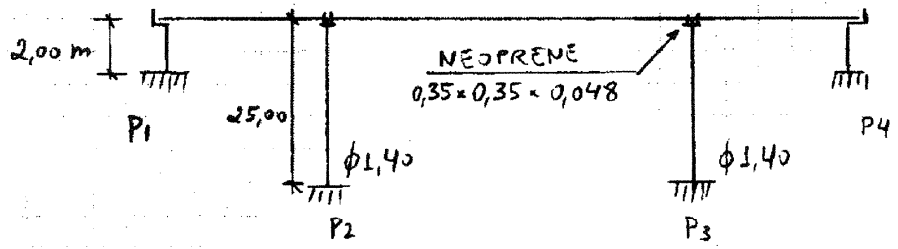
$$A_S = 232,11 \text{ cm}^2$$

$T_F = 35$ "

$h = 175$ "

6.0 - SOLICITAÇÕES LONGITUDINAIS NOS PILARES

• Frenação $\rightarrow 0,30 \times 36,00 = 10,80$ tf ou $5,40$ tf / Linha de pilar



CÁLCULO DOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ

a) 1,5 Almofadas de Neoprene (P1 e P4)

$$K_a = \frac{1,5 \times 100 \times 0,122^E}{0,048} = 382,81 \text{ tf/m}$$

b) Conjunto de 2 x 1,50 Almofadas em série (P2 e P3)

$$K_a = \frac{382,81}{2} = 191,41 \text{ tf/m}$$

c) Pilares

• P1, P4 $\rightarrow K_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,38}{2,00^3} = 454.575,0 \text{ tf/m}$

• P2, P3 $\rightarrow K_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,19}{25,0^3} = 116,37 \text{ tf/m}$

**ENGECORPS****Memória de Cálculo**

Nº 261 - FUA - TSE - TCR - B020

FOLHA 7 DE 14 FOLHAS

DATA / /

PROJETO PTSF

CALCULADO CACB

ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CONFERIDO

APROVADO

COEFICIENTES DE DISTRIBUIÇÃO

APOIO	P1		P2		P3		P4	
	K	%	K	%	K	%	K	%
K _P	454,575	99,96	116,37	24,00	116,37	24,00	454,575	99,96
1/2 K _a	191,41	0,04	191,41	38,00	191,41	38,00	191,41	0,04
1/2 K _a	-	-	191,41	38,00	191,41	38,00	-	-
Σ		100		100		100		100

VEÍCULO NO TRAMO-A

P1		P2		P3		P4			
1,00		0,38	0,24	0,38	0,38	0,24	0,38		1,00
-2,70	2,70	2,70	-1,03	-0,64	-1,03	0	0	0	0
-1,03	1,03	0	0	0	1,03	-0,39	-0,25	-0,39	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	0
-0,15	0,15	-0,15	-0,09	-0,15	0	0	0	0	-0,39
-0,15	0	0	0	0	0,15	-0,06	-0,03	-0,06	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
-3,88		-0,02	-0,01	-0,02	0	0	0	0	-0,06
			-0,74			-0,28			-0,45



ENGECORPS

Memória de Cálculo

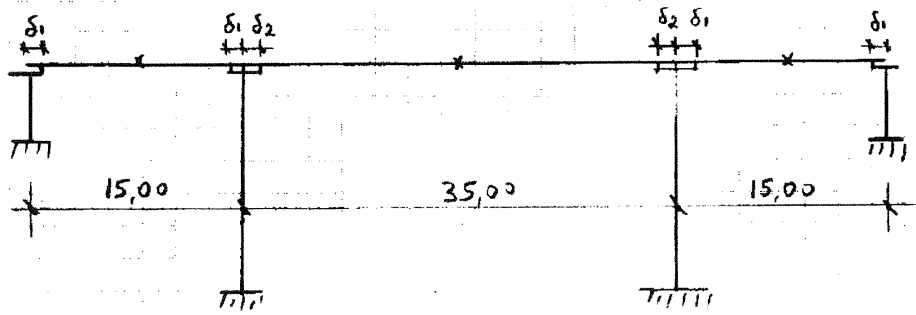
Nº 24-PUN-PTF-PT-8020
 FOLHA 8 DE 14 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE
 CALCULADO: CACB
 CONFERIDO: _____
 APROVADO: _____

VEÍCULO NO TRAMO - B

P1		P2			P3			P4	
1,00		0,38	0,24	0,38	0,38	0,24	0,38		1,00
0	0	-1,03	-0,64	-1,03	-1,03	-0,64	-1,03	0	0
	1,03	0		1,03	1,03		0	1,03	
-1,03	0	-0,39	-0,25	-0,39	-0,39	-0,25	-0,39	0	-1,03
	0,39	0		0,39	0,39		0	0,39	
-0,39	0	-0,15	-0,09	-0,15	-0,15	-0,09	-0,15	0	-0,39
	0,15	0		0,15	0,15		0	0,15	
-0,15	0	-0,06	-0,03	-0,06	-0,06	-0,03	-0,06	0	-0,15
	0,06	0		0,06	0,06		0	0,06	
-0,06	0	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0	-0,06
	0,02							0,02	
-0,02	0							0	-0,02
-1,65			-1,04			-1,04			-1,65

RETRAÇÃO E TEMPERATURA



$$\delta_1 = 7,50 \times 10^{-5} \times 25 = 1,88 \times 10^{-3}$$

$$\delta_2 = 17,50 \times 10^{-5} \times 25 = 4,38 \times 10^{-3}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 9 DE 14 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF
ASSUNTO PONTE RODUVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO [assinatura]

P1		P2			P3			P4	
1,00		0,38	0,24	0,38	0,38	0,24	0,38		1,00
	1,88	-1,88		4,38	-4,38		1,88	-1,88	
-1,88	0	-0,95	-0,60	-0,95	0,95	0,60	0,95	0	1,88
	0,95	0		-0,95	0,95		0	-0,95	
-0,95	0	0,36	0,23	0,36	-0,36	-0,23	-0,36		0,95
	-0,36	0		0,36	-0,36		0	0,36	
0,36	0	-0,14	-0,08	-0,14	0,14	0,08	0,14		-0,36
	0,14	0		-0,14	0,14		0	-0,14	
-0,14	0	0,05	0,04	0,05	-0,05	-0,04	-0,05	0	0,14
	-0,05	0		0,05	-0,05		0	0,05	
0,05	0	-0,02	-0,01	-0,02	0,02	0,01	0,02	0	-0,05
-2,58			-0,42			0,42			2,58

Adotando-se os deslocamentos:

$$\Delta_1 = 2,58 \cdot 10^{-3} \rightarrow P/P1 \text{ e } P4$$

$$\Delta_2 = 0,42 \cdot 10^{-3} \rightarrow P/P2 \text{ e } P3$$

sendo:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{382,81} + \frac{1}{454,575,0}} = 382,49 \text{ tf/m (P1 e P4)}$$

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{382,81} + \frac{1}{116,37}} = 89,24 \text{ tf/m (P2 e P3)}$$

$$H_1 = H_4 = 2,58 \cdot 10^{-3} \cdot 382,49 \approx 1,00 \text{ tf}$$

$$H_2 = H_3 = 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot 89,24 \approx 0,04 \text{ tf}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 8020
 FOLHA 10 DE 14 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF

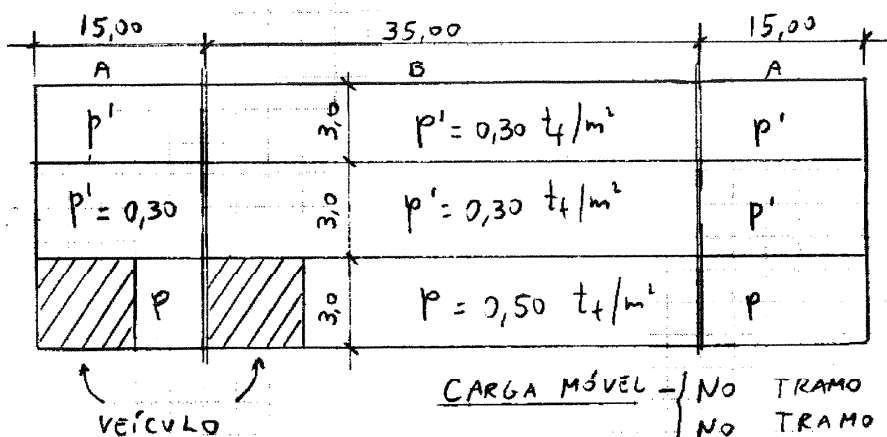
ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

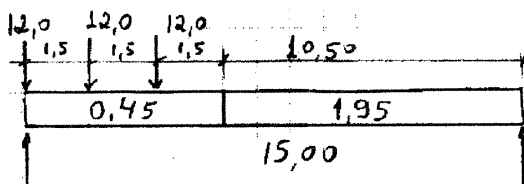
CONFERIDO _____

APROVADO _____

7.0 - REAÇÃO MÁXIMA DO TABULEIRO



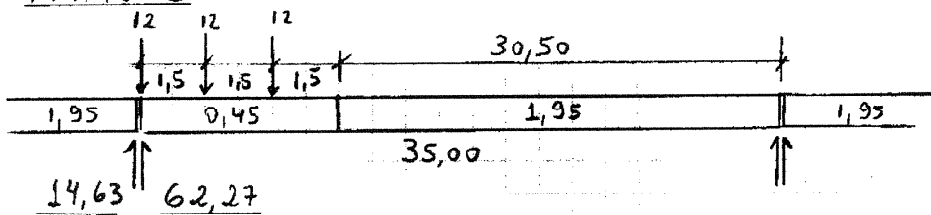
TRAMO-A



$R_q = 41,29 \text{ tf}$ (Reação no encontro)

$R_q^* = 53,68 \text{ tf}$ II

TRAMO-B



$76,90 \text{ tf}$

$R_q = 76,90 \text{ tf}$ (Reação na Travessa do P2)

$R_q^* = 89,20 \text{ tf}$ II

CARGA PERMANENTE

$R_q = 31,63 + 0,50 \times 41,00 = 52,13 \text{ tf}$ (Reação no encontro)

$R_q = 52,13 + 66,92 + 0,50 \times 87,80 = 163,00$ (Reação na Travessa Central)


ENGECORPS
Memória de Cálculo

 Nº 3020
 FOLHA 11 DE 14 FOLHAS
 DATA _____/_____/____

 PROJETO PTSF

 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

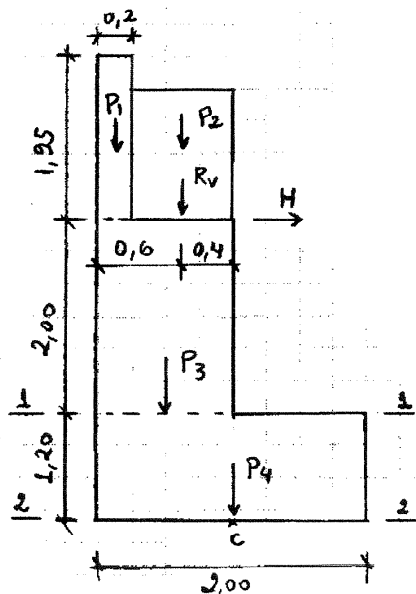
 CALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____

<u>TOTAL</u>	ENCONTRO
	$R_v = 52,13 + 41,29 = 93,42 \text{ tf}$
	$R_v^* = 52,13 + 53,68 = 105,81 \text{ tf}$

<u>TOTAL</u>	TUBULÃO CENTRAL
	$R_v = 163,00 + 76,90 = 240,00 \text{ tf}$
	$R_v^* = 163,00 + 89,20 = 252,20 \text{ tf}$

8.0- CORTINA DA EXTREMIDADE - ENCONTRO


- O cálculo será feito para metade da base. $L = 4,50 \text{ m}$

$$\left| \begin{array}{l} R_v = 93,42 \text{ tf} \\ R_v^* = 105,81 \text{ tf} \quad \text{c/IMPACTO} \end{array} \right.$$

$$P_1 = 4,39 \text{ tf}$$

$$P_2 = 0,62 \text{ tf}$$

$$P_3 = 22,50 \text{ tf}$$

$$P_4 = 27,00 \text{ tf}$$

$$H = 3,88 + 1,00 = 4,88 \text{ tf}$$

SEÇÃO 1.1

$$\left| N = 4,39 + 0,62 + 105,81 + 22,50 = 133,32 \text{ tf} \right.$$

$$\left| M_c = -4,39 \times 0,40 + 106,43 \times 0,10 + 4,88 \times 2,00 = 18,65 \text{ tf.m} \right.$$

$$b_w = 4,50 \quad h = 1,00$$

$$A_{sm} = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 8020
 FOLHA 12 DE 14 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

SEÇÃO 2.2

$$N = 4,39 + 0,62 + 93,42 + 22,50 + 27,00 = 147,93 \text{ tf}$$

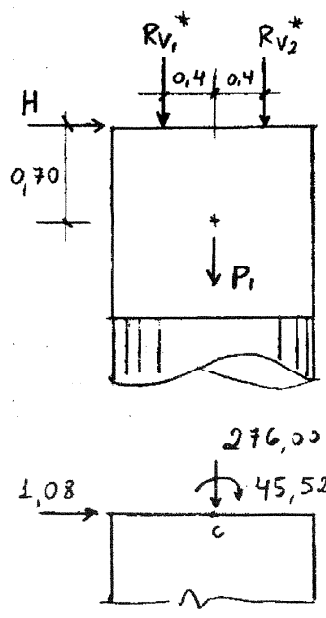
$$\hat{M}_c = -4,39 \times 0,90 - 94,04 \times 0,40 - 22,50 \times 0,50 + 4,88 \times 3,20 = -37,20 \text{ tf}$$

$e = 0,25 \rightarrow$ Apoio na rocha

$$\sigma = \frac{147,93}{2,00 \times 4,50} \left(1 \pm \frac{4,50 \times 0,25}{2,00} \right) \begin{cases} \sigma_{\text{máx}} = 25,68 \text{ tf/m}^2 \\ \sigma_{\text{mín}} = 7,19 \text{ "} \end{cases}$$

Laje $\downarrow q = 7,19 - 3,00 = 4,19 \text{ tf/m}^2$
 $A_{\text{mín}} = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

9.0 - TUBULÃO DA TRAVESSA CENTRAL



$$R_{v1}^* = 52,13 + 14,63 \times 1,30 = 71,15 \text{ tf}$$

$$R_{v2}^* = 110,82 + 62,27 \times 1,16 = 183,05 \text{ tf}$$

$$P_1 = 1,40 \times 1,40 \times 8,60 \times 2,50 \times 0,50 = 21,07 \text{ tf}$$

$$H = 1,04 + 0,04 = 1,08 \text{ tf}$$

$$\Delta M = (183,05 - 71,15) \times 0,40 = 44,76 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$1,08 \times 0,70 = 0,76 \text{ "}$$

$$45,52 \text{ tf}\cdot\text{m}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 13 DE 14 FOLHAS
 DATA

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

T_{1m-x}: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $\phi 1.40$

No Topo: $N = 276,00 \text{ tf}$

$M = 45,52 \text{ tf.m}$

$A_{s \text{ min}} = 77,00 \text{ cm}^2$

No Engaste: c/ AÇÃO DO VENTO

$F_v = 12,00 \text{ tf}$

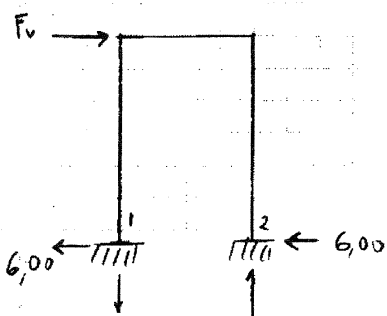
$H = 25,00 \text{ m}$

$L = 5,00 \text{ m}$

$K = 0,25$

$M_v = 75,00 \text{ tf.m}$

$R_v = \pm 30,00 \text{ tf}$

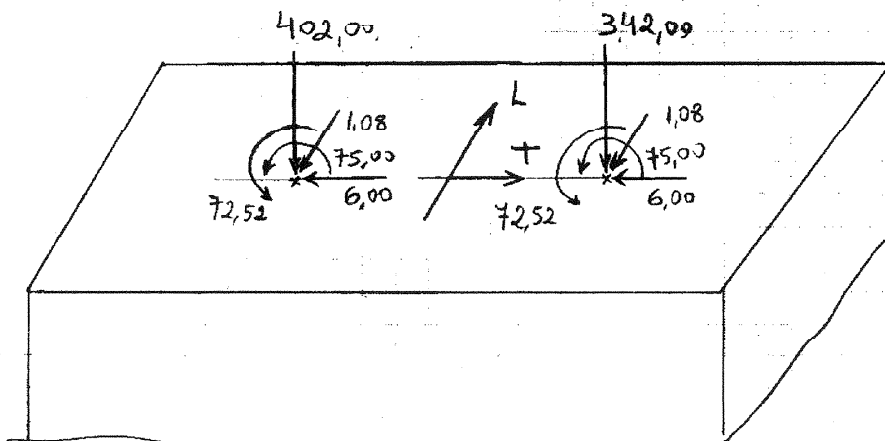


$N_1 = 276,00 + 0,785 \times 1,40^2 \times 25,00 \times 2,50 - 30,00 \approx 342,00 \text{ tf}$

$N_2 = 276,00 + 0,785 \times 1,40^2 \times 25,00 \times 2,50 + 30,00 \approx 402,00 \text{ tf}$

$M_L = 45,52 + 1,08 \times 25,00 = 72,52 \text{ tf.m}$

$M_T = 75,00 \text{ tf.m}$





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
FOLHA 14 DE 14 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSF
ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

Na Base:

$$M_T = 75,00 \times 2 + 12,00 \times 1,20 + (402 - 342) \times 2,50 = 314,40 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$M_L = 72,52 \times 2 + 1,08 \times 2 \times 1,20 = 147,63 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$N = 402 + 342 + (2,0 \times 9,0 \times 1,20) \times 2,50 = 798,00 \text{ tf}$$

$$e_T = 0,394 \quad e_L = 0,185 \quad W_T = \frac{2,00 \times 9,00^2}{6} = 27,00 \text{ m}^3$$

$$W_L = \frac{9,00 \times 2,00^2}{6} = 6,00 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{\text{Máx}} = \frac{798,00}{2,00 \times 9,00} + \frac{314,40}{27,0} + \frac{147,63}{6,00} = 80,58 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{\text{Mín}} = 62,00 \text{ tf/m}^2$$

Passarelas



ENGECORPS

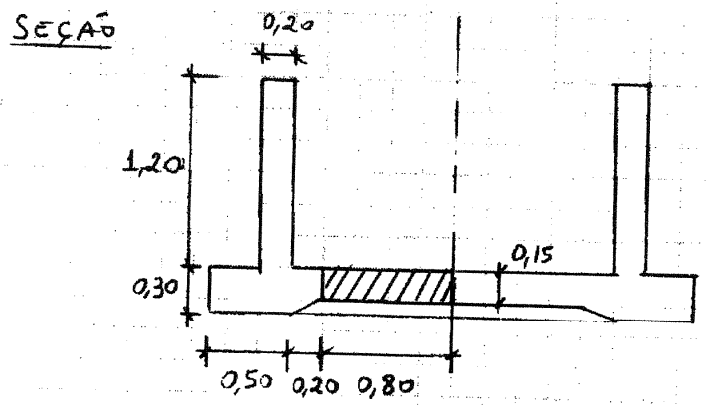
Memória de Cálculo

Nº 061-FOR-14-87-8020
FOLHA 1 DE 4 FOLHAS
DATA / /

PROJETO Pts F
ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CAVAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

1.0- OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado da Passarela em aterro.



2.0- CARREGAMENTO

SEÇÃO ① - $0,20 \times 1,20$ — $0,240$
 $0,30 \times 0,50$ — $0,150$
 $0,225 \times 0,20$ — $0,045$
 $0,435 \text{ m}^2/\text{m}$

SEÇÃO ② - $0,15 \times 0,80$ — $0,120 \text{ m}^2/\text{m}$

SEÇÃO TOTAL — $S_T = 2 \times (0,435 + 0,120)$
 $S_T = 1,11 \text{ m}^2/\text{m}$

$V_c = 1,11 \times 25,00 = 27,75 \text{ m}^3$


ENGECORPS
Memória de Cálculo

Nº 061-FON-TIF-ET-2010

FOLHA 2 DE 4 FOLHAS

DATA / /

PROJETO P.T.S.F.

ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CANAL EM ATERRAS

CALCULADO C.A.C.B.

CONFERIDO

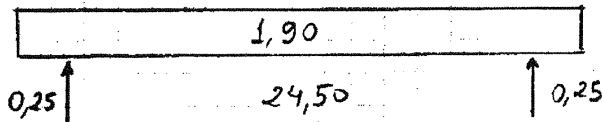
APROVADO

3.0 - VIGA (20/150)

$$P.P. \text{ --- } 0,555 \times 2,50 \text{ --- } 1,39 \text{ tf/m}$$

$$S.C. \text{ --- } 0,500 \times 1,00 \text{ --- } 0,50 \text{ "}$$

$$1,89 \equiv (1,90 \text{ tf/m})$$



$$R = 23,75 \text{ tf}$$

$$Q = 23,30$$

$$M_{1/2} = 143,00 \text{ tfm}$$

$$M_{1/4} = 107,00 \text{ tfm}$$

$$A_{st} = 5,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 39,50 \text{ cm}^2$$

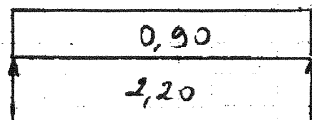
$$A_s = 27,47 \text{ cm}^2$$

4.0 - LAJE (h=15)

$$P.P. \text{ --- } 0,38 \text{ tf/m}^2$$

$$S.C. \text{ --- } 0,50 \text{ "}$$

$$0,88 \equiv (0,90 \text{ tf/m}^2)$$



$$R = 0,99 \text{ tf/m}$$

$$M = 0,54 \text{ tfm/m}$$

$$A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$



PROJETO P.T.S.F

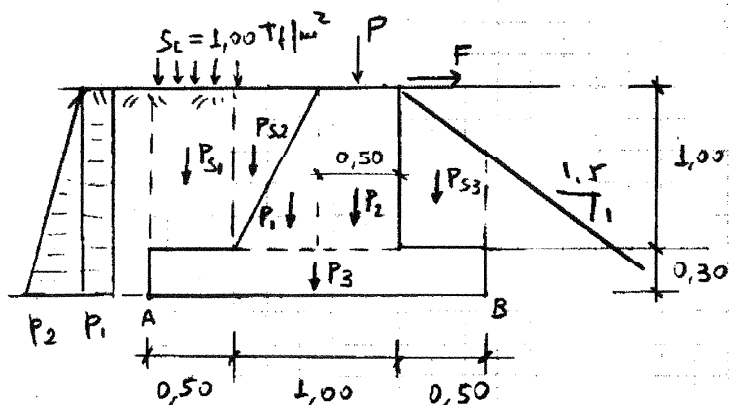
ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CANAL EM AFOANCO

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

5.0 - BLOCO



$\gamma_c = 2,40 \text{ tf/m}^3$

$P = 47,50 \text{ tf}$

$F = 7,13 \text{ tf}$

$V_1 = 0,75 \text{ m}^3 \quad \text{---} \quad P_1 = 1,80 \text{ tf}$

$V_2 = 1,50 \text{ m}^3 \quad \text{---} \quad P_2 = 3,60 \text{ tf}$

$V_3 = 1,80 \text{ m}^3 \quad \text{---} \quad P_3 = 4,32 \text{ tf}$

4,05 m³

$P_{s1} = 1,90 \times 0,50 \times 1,00 \times 3,00 = 2,85 \text{ tf}$

$P_{s2} = 1,90 \times 0,50 \times 0,50 \times 1,00 \times 3,00 = 1,43 \text{ tf}$

$P_{s3} = 1,90 \times 0,50 \times 0,80 \times 3,00 = 2,28 \text{ tf}$

$N_{sc} = 1,00 \times 3,00 \times 1,00 = 3,00 \text{ tf}$

$p_1 = 1,00 \times 0,33 = 0,33 \text{ tf/m}^2$

$p_2 = 1,90 \times 1,30 \times 0,33 = 0,82 \text{ tf/m}^2$

$E_1 = 0,33 \times 1,30 \times 3,00 = 1,29 \text{ tf}$

$E_2 = 0,50 \times 0,82 \times 1,30 \times 3,00 = 1,60 \text{ tf}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-PON-T34-RT-2020

FOLHA 4 DE 4 FOLHAS

DATA

PROJETO Pts F

ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CANAL EM ABRIL

CALCULADO CACB

CONFERIDO

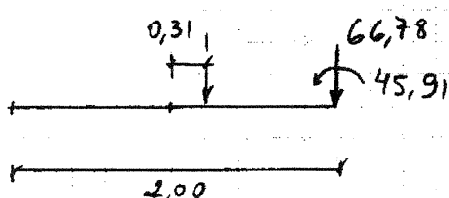
APROVADO

$$M_{TB} = 1,29 \times 0,65 + 1,60 \times 0,43 + 7,13 \times 1,30 = 10,80 \text{ tf}$$

$$M_{EB} = 47,50 \times 0,75 + 1,80 \times 1,17 + 3,60 \times 0,75 + 4,32 \times 1,00 + 3,00 \times 1,50 + 2,85 \times 1,75 + 1,43 \times 1,33 + 2,28 \times 0,25$$

$$M_{EB} = 56,71 \text{ tf.m}$$

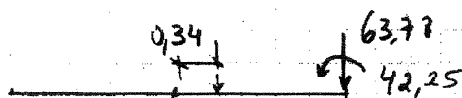
$$F_{ST} = \frac{56,71}{10,80} = 5,25$$



$$\bar{\sigma} = \frac{66,78}{2,00 \times 3,00} \left(1 + \frac{6 \times 0,31}{2,00} \right) = 21,48 \text{ tf/m}^2$$

$$\bar{\sigma} \approx 1,70 \text{ Kgf/cm}^2$$

SEM SOBRECARGA - $\Sigma N = 63,78 \text{ tf}$ | $M_{TB} = 9,96 \text{ tf.m}$

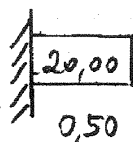


$$M_{EB} = 52,21 \text{ tf.m}$$

$$C = 1,50 (2,00 - 0,68) = 1,98$$

$$\bar{\sigma} = \frac{2 \times 63,78}{1,98 \times 3,00} = 21,47 \text{ tf/m}^2$$

LAJE -



$$R = 10,00 \text{ tf/m}$$

$$Z_{wd} = 5,38$$

$$X = -2,50 \text{ tf.m/m}$$

$$A_{sm} = 4,50 \text{ cm}^2$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

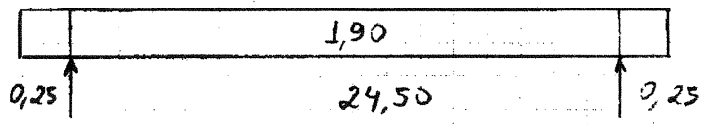
Nº 081-PUN-PA-PT-0200
FOLHA 2 DE 3 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSF
ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CANAL EM CONTO

CALCULADO ZACB.
CONFERIDO
APROVADO

3.0 - VIGA (20/150)

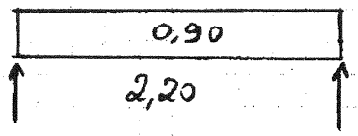
P.P. — $0,555 \times 2,50$ — $1,39 \text{ tf/m}$
 S.C. — $0,500 \times 1,00$ — $0,50 \text{ ''}$
 $1,89 = (1,90 \text{ tf/m})$



$R = 23,75 \text{ tf}$
 $Q = 23,30 \text{ tf}$
 $M_{1/2} = 143,00 \text{ tfm}$
 $M_{1/4} = 107,00 \text{ tfm}$
 $A_{st} = 5,95 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $A_s = 39,50 \text{ cm}^2$
 $A_s = 27,47 \text{ cm}^2$

4.0 - LAJE (h=15)

P.P. — $0,38 \text{ tf/m}^2$
 S.C. — $0,50 \text{ ''}$
 $0,88 \text{ tf/m}^2 = (0,90)$



$R = 0,99 \text{ tf/m}$
 $M = 0,54 \text{ tfm/m}$
 $A_{sm} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 061-PUN-TSE-NT-0020
FOLHA 3 DE 3 FOLHAS
DATA / /

PROJETO P+SF

ASSUNTO PASSARELA SOBRE O CANAL EM CONTE

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

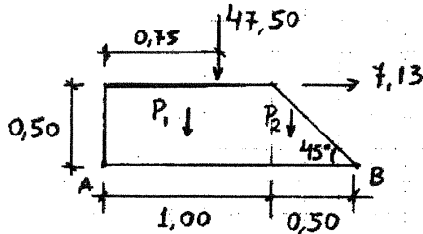
5.0 - BLOCO

$$N = 2 \times 23,75 + 4,31 = 51,80 \text{ tf}$$

$$V_{\text{BLOCO}} = (1,00 \times 0,50 + 0,50 \times 0,50 \times 0,50) \times 3,00 = 1,88 \text{ m}^3$$

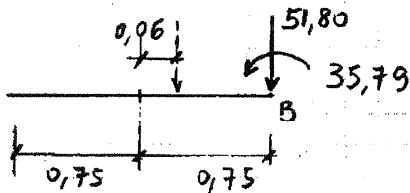
$$P_{\text{BLOCO}} = P_1 + P_2 = 3,45 + 0,86 = 4,31$$

$$N = 47,50 \times 0,15 = 7,13 \text{ tf}$$



$$M_{TB} = 7,13 \times 0,50 = 3,57 \text{ tfm}$$

$$M_{EB} = 47,50 \times 0,75 + 3,45 \times 1,00 + 0,86 \times 0,33 = 39,36 \text{ tfm}$$



$$\sigma_B = \frac{51,80}{3,00 \times 1,50} \left(1 + \frac{6 \times 0,06}{1,50} \right)$$

$$\sigma_B = 14,27 \text{ tf/m}^2$$

Pontes Rodoviárias Classe I/TB-45 em Corte



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-TSF-RT-0220
 FOLHA 4 DE 3 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F.
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA S/O CANAL EM COITE.

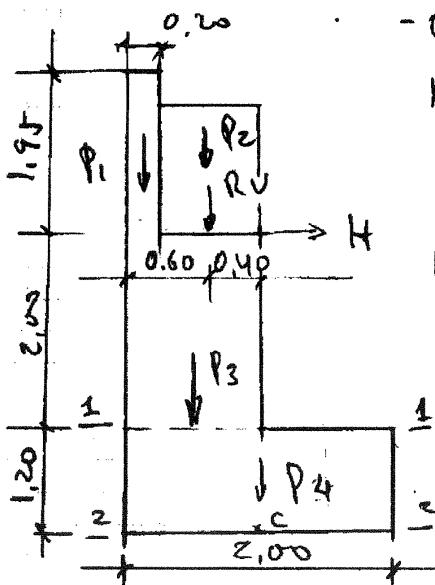
CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido da ponte típica sobre o canal em corte.

SEÇÃO TÍPICA - VER DES. 261-FUN-TSF-A1-B0600
 PONTE CLASSE I / TB-45

2.0 - CÁLCULO DO TABULEIRO - Ver memória de cálculo da ponte CLASSE I / TB-45 sobre o canal em aterro.

3.0 - CORTINA DA EXTREMIDADE.



- O cálculo será feito para metade da base $l = 6,00m$.

$$\begin{aligned} R_v &= 246,00 \text{ tf.} \\ R_v^* &= 278,00 \text{ tf. c/ impacto.} \end{aligned}$$

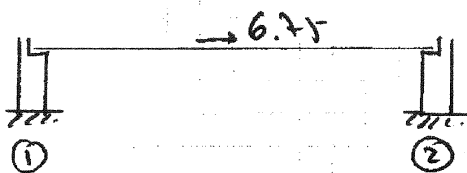
$$P_1 = 0,20 \times 1,95 \times 6,00 \times 2,50 = 5,85 \text{ tf.}$$

$$P_2 = 0,80 \times 1,55 \times 0,20 \times 2,50 = 0,62 \text{ tf.}$$

$$P_3 = 1,00 \times 2,00 \times 6,00 \times 2,50 = 30,00 \text{ tf.}$$

$$P_4 = 1,20 \times 2,00 \times 6,00 \times 2,50 = 36,00 \text{ tf.}$$

- Determinação de H.



A) Fixação $\rightarrow 0,30 \times 45,0 = 13,50 \text{ tf.}$
 ou $6,75 \text{ tf. / (meia ponte)}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 01-FORTE-RT-0020
FOLHA 2 DE 3 FOLHAS
DATA _____

PROJETO P.T.S.F.

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA S/O CANAL EM CORTE

CALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____

• Constante de mola dos aparelhos de apoio.
 $N = 2,5$ unid. $k_a = \frac{2,5 \times 100 \times 0,125}{0,048} = 637,5 \text{ tf/m.}$

• Constante de mola dos apoios. $h_p = 2,00 \text{ m.}$
 $S = 1,00 \times 6,00 = 6,00 \text{ m}^2$ $J = \frac{6,00 \times 1,00^3}{12} = 0,5 \text{ m}^4$
 $E = 3,19 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$

$k_{p1} = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,5}{2,0^3} = 598.125,00 \text{ tf/m.}$

$k_{p2} = \infty$

conjunto ① $k = \frac{1}{\frac{1}{637,50} + \frac{1}{598.125,00}} = 637 \text{ tf/m.}$

conjunto ② $k = \frac{1}{1/637,5} \approx 637 \text{ tf/m.}$

B) Retrações e Temperatura.

CONJ. ① = CONJ. ② $\rightarrow k = 637$

$H = k_i \times \Delta = k_i \times \alpha \times \frac{L}{2} \times \Delta t$

tem-re: $H = 637 \times 10^{-5} \times 11,50 \times 27 = 2,79 \text{ tf}$

PARA FRENAGEM: $\mu_i = \frac{k_i}{\Sigma k_i} = 0,5$

$H = 0,5 \times 6,25 = 3,38 \text{ tf} \rightarrow \Sigma H = 6,17 \text{ tf.}$

SEÇÃO 1.1.

$N = 5,85 + 0,62 + 258,00 + 30,00 = 294,47 \text{ tf.}$

$M_c = -5,85 \times 0,40 + 258,62 \times 0,10 + 6,17 \times 2,0 = 35,86 \text{ tf/m}$

$b_w = 6,00 \text{ m} \quad h = 1,00$

$A_{sm} = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m}/\text{face.}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 201-Fun-14 Ps. 02/02
FOLHA 3 DE 3 FOLHAS
DATA / /

PROJETO P+CP
ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA S/O CANAL EM CONTO

CALCULADO CACP
CONFERIDO
APROVADO

SEÇÃO 2.2.

$$N = 5,85 + 0,62 + 2,46,00 + 30,00 + 36,00 = 318,47 \text{ t}$$

$$M_c = -5,85 \times 0,90 - 246,62 \times 0,40 - 30,00 \times 0,50 + 6,17 \times 3,20 = -99,17 \text{ t}$$

$e = 0,31 \rightarrow$ Apoio na Nocha.

$$\sigma = \frac{318,47}{200 \times 6,00} \left(1 + \frac{6 \times 0,31}{2,00} \right) \rightarrow \sigma_{max} = 51,22 \text{ t/m}^2$$

$\sigma_{min} = 1,86 \text{ "}$

$$\text{Laje } \delta g = 1,86 - 3,00 = -1,14 \text{ t/m}^2$$

$$A_{min} = 10,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-TSF-AI-8020
 FOLHA 1 DE 10 FOLHAS
 DATA _____

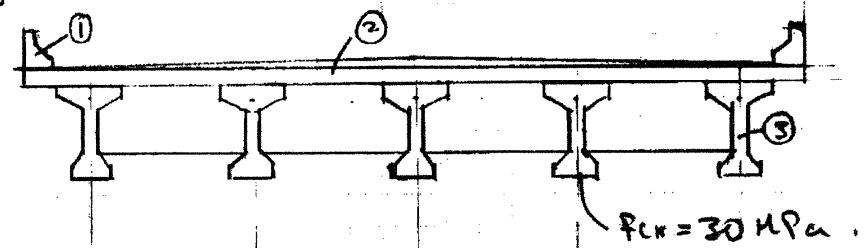
PROJETO P+SF
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA S/O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO [assinatura]

1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pre-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido da ponte típica sobre o canal em aterro.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-TSF-AI-80603.
 Ponte Classe I/TB-45.

TABULEIRO



2.0 - CARGA PERMANENTE

VIGA PRINCIPAL - P.P por metro (Viga externa)

- (1) - $(0,20 \times 0,47 + 0,31 \times 0,15 + 0,15 \times 0,40) \times 2,50$ — 0,50 tf/m.
 - (2) - $2,35 \times 0,20 \times 2,50$ — 1,18 "
 - (3) - $(1,20 \times 0,12 + 0,5 \times 0,08) \times 2,50$ — 0,46 "
 - (3) - $0,20 \times 1,00 \times 2,50$ — 0,50 "
 - (3) - $(0,20 \times 0,20 + 0,60 \times 0,25) \times 2,50$ — 0,48 "
-
- 3,12 tf/m.

- Alargamento da Viga.

- $0,40 \times 1,10 \times 2,50$ — 1,10 tf/m.

- Transversina.

- $0,25 \times 1,40 \times 2,50 \rightarrow 0,88$ tf/m. $\left\{ \begin{array}{l} R = 0,92$ tf (Ext.) \\ $R = 1,85$ tf (CFN.) \end{array} \right.

- Pavimentação

- $1,95 \times 0,05 \times 2,20$ — 0,21 tf/m (Ext.)
- $2,70 \times 0,10 \times 2,20$ — 0,59 " (CFN.)



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261. RW-PT-RT-002-
FOLHA 2 DE 10 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSE

ASSUNTO PONTE RODUVIÁRIA S/O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CACP

CONFERIDO

APROVADO

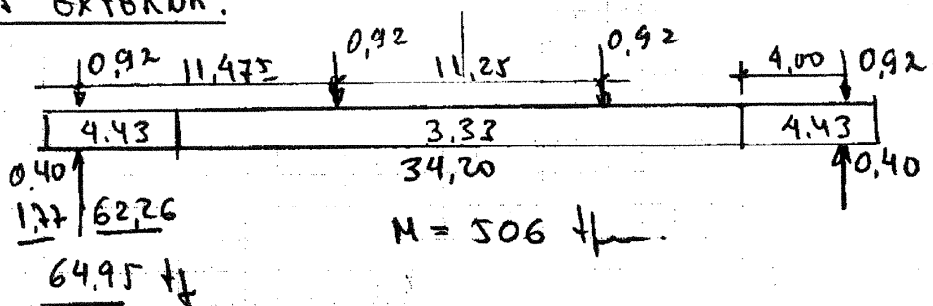
VIGA PRINCIPAL - (Viga central)

(2) — 2,70x0,20x2,50 ————— 1,35 tf/m.

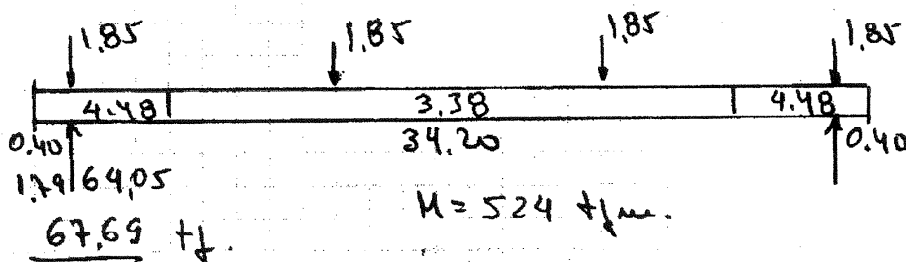
(3) — ————— 1,44 "

—————
2,79 tf/m.

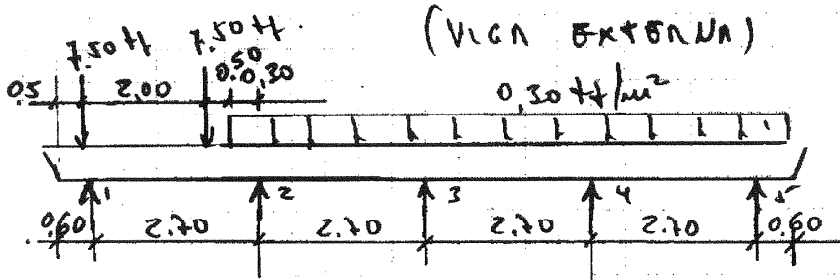
VIGA EXTERNA.



VIGA CENTRAL



3.0 - CARGA MÓVEL. - TRAM TIPO CLASSE 45 | P = 45,00 tf.
(VIGA EXTERNA) | p = 0,5 tf/m²
 | p' = 0,3 "





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-PUN-TSF RT- 20/20

FOLHA 3 DE 10 FOLHAS

DATA _____

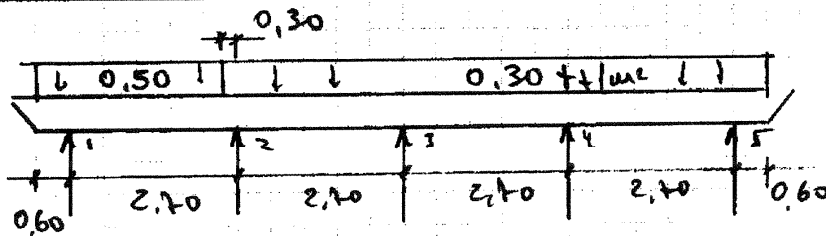
PROJETO P.T.S.F.

ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA S/O CANAL EM ATELAS

CALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____



VIGA EXTERNA - Desprezar o carregamento do apoio 2 ao 5.

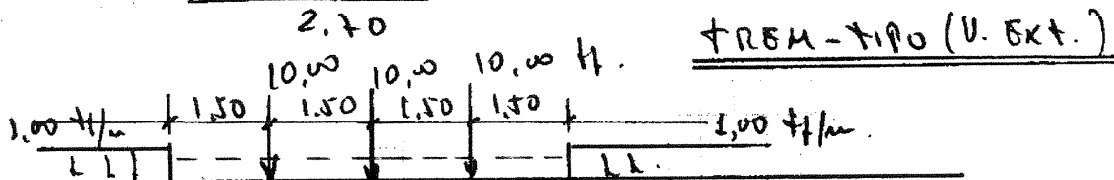
a) $R_D = R_i = R_f = \frac{7.50(2.80 + 0.80)}{2.70} = 10.00 \text{ tf.}$

b) Distribuída a frente a traz.

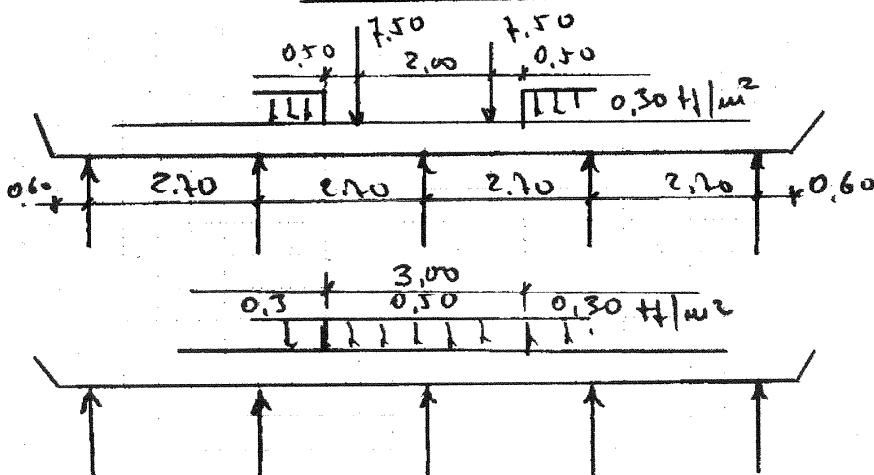
$\frac{0.5 \times 3.00 \times 1.80}{2.70} = 1.00 \text{ tf/m.}$

c) Distribuída nos lados.

$\frac{0.30 \times 0.30 \times 0.15}{2.70} = 0.05 \text{ (desprezível)}$



(VIGA CENTRAL)





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 3020
 FOLHA 4 DE 10 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO P.T.S.F.

ASSUNTO PONTE LOROUAÍRIA S/O CANAL EM ALTO

CALCULADO CACP
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

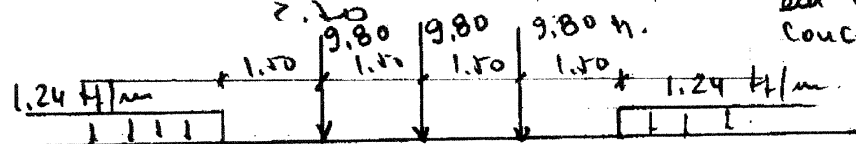
a) $R_0 = R_i = R_t = \frac{7,50 \cdot (1,70 + 1,70)}{2,70} = 9,44 \text{ tf}$

b) Distribuída a frente e a trap.

$\frac{2 \cdot (0,5 \times 1,50 \times 1,95 + 0,30 \times 1,20 \times 0,60)}{2,70} = 1,24 \text{ tf/m}$

c) Distribuídas nos lados.

$\frac{2 \times 0,30 \times 1,20 \times 0,60}{2,70} = 0,16 \text{ tf/m}$ (transformar em carga concentrada)

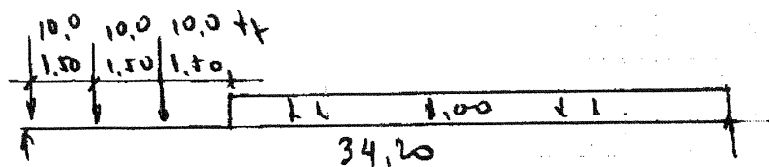


TRAM-TIPO (V. CENTRAL)

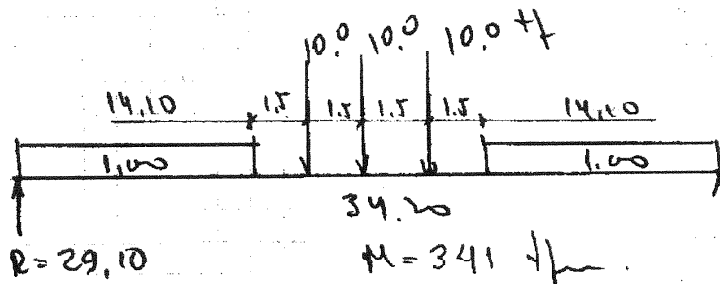
4.0 - COEF. DE IMPACTO.

$q = 1,40 - 0,007 \times 34,20 = 1,16$

5.0 - ESFORÇOS NA CARGA MÓVEL. (VIGA EXTERNA)



$R_1 = 41,60 \text{ tf}$
 $R_2 = 18,10 \text{ tf}$





Memória de Cálculo

Nº 5020
 FOLHA 5 DE 10 FOLHAS
 DATA

PROJETO Pts F
 ASSUNTO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CALB
 CONFERIDO
 APROVADO

RESUMO DOS ESFORÇOS

(*) - C / Impacto

$$R_{max} = 65,00 + 41,60 = 106,60 \text{ tf}$$

$$R_{max}^* = 65,00 + 1,16 \times 41,60 = 113,26 \text{ tf}$$

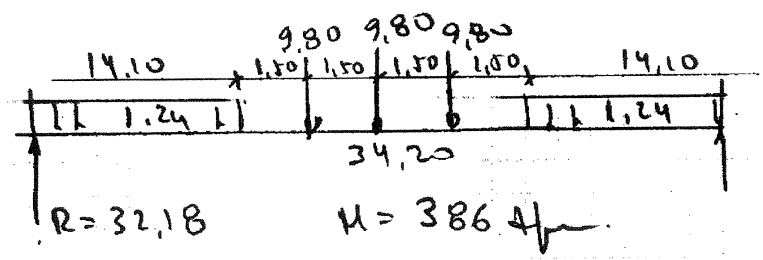
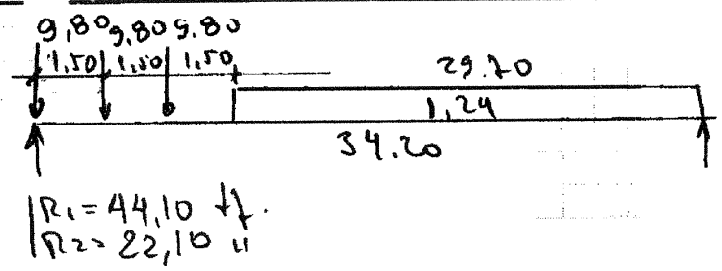
$$M_{max} = 506 + 1,16 \times 341 = 901,60 \text{ tfm}$$

• SEÇÃO NO APOIO - $d_w = 60$ $h = 165$ $Q = 113 \text{ tf}$
 $A_{st} = 22,84 \text{ cm}^2/\text{m}$

• SEÇÃO NO MEIO DO VÃO - VIGA T.

$$\left\{ \begin{array}{l} d_w = 20 \text{ cm} \\ b = 120 \text{ ''} \\ t_f = 35 \text{ ''} \end{array} \right. \quad M = 902 \text{ tfm} \quad A_s = 189 \text{ cm}^2$$

6.0 - ESFORÇOS DA CARGA MÓVEL (VIGA INTERNA)



RESUMO DOS ESFORÇOS

$$R_{max} = 67,70 + 44,10 = 111,80 \text{ tf}$$

$$R_{max}^* = 67,70 + 1,16 \times 44,10 = 118,86 \text{ tf}$$

$$M_{max} = 524 + 1,16 \times 386 = 971,80 \text{ tfm}$$

• Seção no Apoio $d_w = 60$ $h = 165$ $Q = 119 \text{ tf}$
 $A_{st} = 24,00 \text{ cm}^2/\text{m}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 8020
 FOLHA 6 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F

ASSUNTO PONTE RODoviÁRIA SOBRE O CANAL EM ATÉRIO

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

• SEÇÃO NO MEIO DO VAZ. - VIGA T.

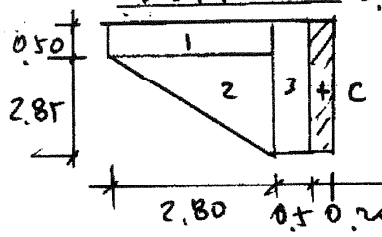
$b_w = 20$ cm
 $b_f = 120$ "
 $t_f = 35$ "
 $h = 185$ "

$M = 972$ tf

$A_s = 209$ cm²

7.0 - CONTINUA DA EXTENSÃO DA

ALAS. 0,5 tf/m (GUARDA-RODA)



- Guarda-roda - 1,75 tf.
- 1 - 0,5 x 2,80 x 0,20 x 2,50 - 0,70 "
- 2 - 0,5 x 2,85 x 2,80 x 0,2 x 2,5 - 2,00 "
- 3 - 0,5 x 3,35 x 0,20 x 2,50 - 0,84 "

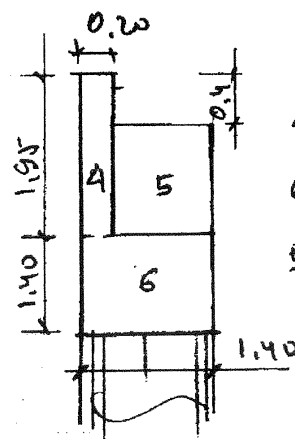
M_c - $1,75 \times 1,70 = 2,98$ tf
 $0,20 \times 2,00 = 1,40$ "
 $2,00 \times 1,53 = 3,06$ "
 $0,84 \times 0,35 = 0,29$ "

$N = 5,29$ tf.

$b_w = 20$ $h = 3,35$

$7,73$ tf $A_{s_m} = 10,40$ cm²

CORTINA



- 4 - 0,20 x 1,95 x 2,50 - 0,98 tf/m.
- 6 - 1,40 x 1,40 x 2,50 - 4,90 "
- 5 - 1,20 x 1,55 x 0,2 x 2,5 - 0,93 "

4 - 0,98 x 12,00 - 11,76 tf
 6 - 4,90 x 12,00 - 58,80 "
 5 - 2 x 0,93 - 1,86 "



ENGECORPS

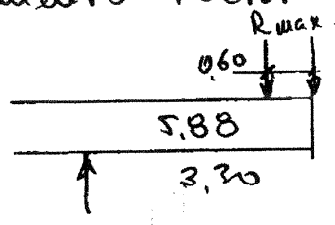
Memória de Cálculo

Nº 8020
FOLHA 7 DE 10 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PtSF
ASSUNTO Ponte Rodoviária s/O Canal em Aterro

CALCULADO CAEP
CONFERIDO
APROVADO

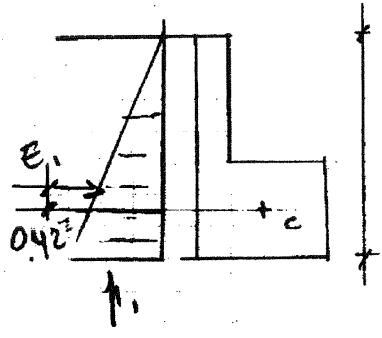
- Momento Fletor max.



$R_{max}^* (Viga ext.) = 113 \text{ tf}$
 $Q_{max} = 138,60 \text{ tf}$ $F_{cr} = 25 \text{ MPa}$
 $X_{max} = -358 \text{ tfm}$

$b_w = 140$ $h = 140$ $A_s = 96 \text{ cm}^2$ $A_{st} = 38 \text{ cm}^2/\text{m}$

- Empuxo do aterro



$p_1 = 1,80 \times 3,35 \times 0,33 = 1,99 \text{ tf/m}^2$
 $E = 0,5 \times 1,99 \times 3,35 = 3,33 \text{ tf/m}$
 $E_1 = 3,33 \times 11,60 = 38,63 \text{ tf}$

$M_1 = 38,63 \times 0,42 = 16,22 \text{ tfm}$
 $8,11 \text{ tfm/tubular}$

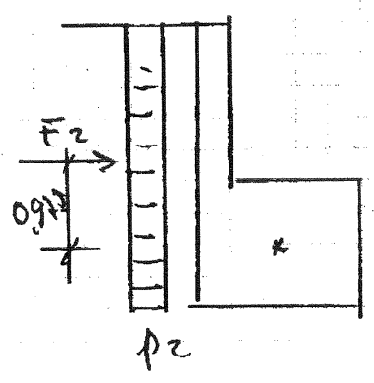
- Empuxo da sobrecarga no aterro

$q = \frac{5,00 \times 0,5 + (11,60 - 3,00) \times 0,3}{11,60} = 0,35 \text{ tf/m}^2$

$p_2 = 0,35 \times 0,33 = 0,12 \text{ tf/m}^2$ (Ponte Carregada)

$E = 0,12 \times 3,35 = 0,40 \text{ tf/m}$

$E_2 = 0,40 \times 11,60 = 4,64 \text{ tf}$



$M_2 = 4,64 \times 0,92 = 4,27 \text{ tfm}$
 $ou \ 2,16 \text{ tfm/tubular}$

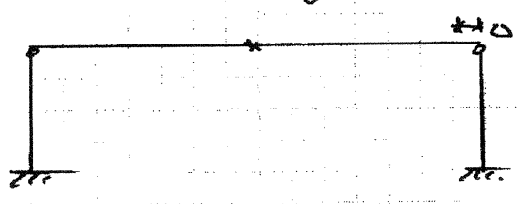


PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTE ROBINHANA S/O CANAL EM ATERRO

CALCULADO CALB
 CONFERIDO
 APROVADO

8.0 - SOLICITAÇÕES LONGITUDINAIS NOS PILARES.

- Freagens $\rightarrow 0,30 \times 45 = 13,50 \text{ tf}$ ou $3,38 \text{ tf/tub.}$
- Retrações e queda de temperatura.



$\alpha = 10^{-5} / \text{C}^\circ$
 $\Delta t = 25^\circ$
 $E = 3,19 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$

$\Delta = 17,50 \times 10^{-5} \times 25 = 437,5 \times 10^{-5}$

- Const. mola do aparelho de apoio. (2,5 apoios)

$k_a = \frac{2 \times 100 \times 0,1225}{0,048} = 637,5 \text{ tf/m}$

- Const. mola do tubulão. $k_p = 6,0 \text{ m}$

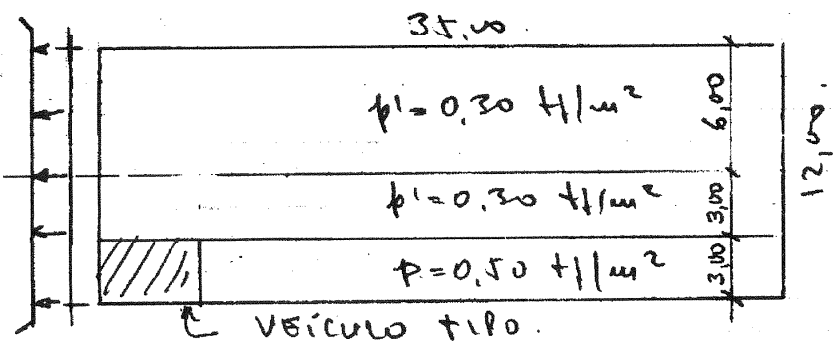
$\phi 1,40 \text{ m} \quad j = \frac{\pi \times 1,40^4}{64} = 0,19 \text{ m}^4$

$k_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,19}{6,00^3} = 8.418 \text{ tf/m}$

$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{637,5} + \frac{1}{8.418}} = 593 \quad k_2 = k_1$

$H = 437,5 \times 10^{-5} \times 593 = 2,59 \text{ tf}$

9.0 - REAÇÃO MÁX. DO TABULEIRO



CARGA MÓVEL.



ENGECORPS

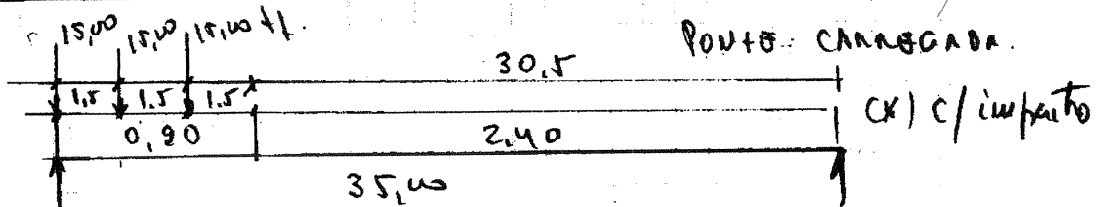
Memória de Cálculo

Nº 13020
 FOLHA 9 DE 10 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSE

ASSUNTO PONTE RODUVIÁRIA S/ O CANAL EM ATELAS

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO



$$R_g = 15,00 + 63,75 = 78,75 \text{ t}$$

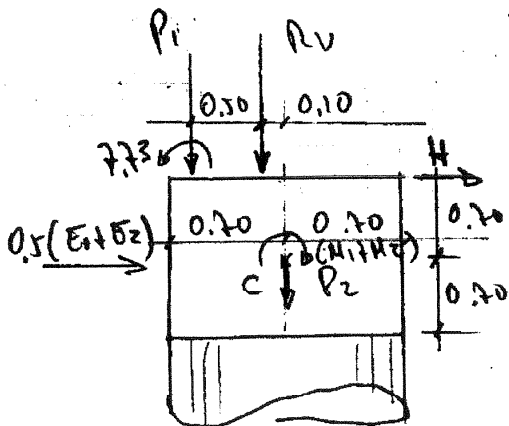
$$R_g^* = 1,16 \times 78,75 = 91,00 \text{ t}$$

- CARGA PERMANENTE.

$$R_g = 65,00 + 1,50 \times 68,00 = 167,00 \text{ t}$$

total $\left\{ \begin{array}{l} R_v = 167,00 + 79,00 = 246,00 \text{ t} \text{ S/ impacto} \\ R_v^* = 167,00 + 91,00 = 258,00 \text{ t} \text{ C/ impacto} \end{array} \right.$

10.0 - TUBULÃO - CARREGAMENTOS LONGITUDINAL



$$P_1 = 5,29 + 0,5 \times 11,76 = 11,17 \text{ t}$$

$$R_v^* = 258,00 \text{ t}$$

$$P_2 = 1,86 + 0,5 \times 58,80 = 31,26 \text{ t}$$

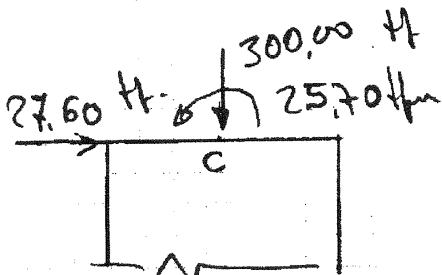
$$M_1 + M_2 = 10,37 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$H = 3,38 + 2,59 = 5,97 \text{ t}$$

tem-se:

$$N = 300,00 \text{ t}$$

$$0,5(B_1 + B_2) = 21,64 \text{ t}$$



$$\begin{array}{r} 11,17 \times 0,60 + 7,73 = 14,43 \text{ t} \\ 258,00 \times 0,10 = 25,80 \text{ t} \\ (-) 5,97 \times 0,70 = -4,18 \text{ t} \\ (-) (M_1 + M_2) = -10,37 \text{ t} \\ \hline M_c = 25,70 \text{ t} \end{array}$$



ENGECORPS

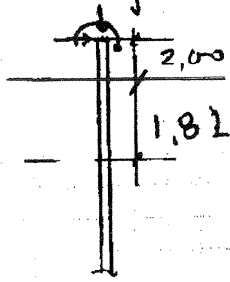
Memória de Cálculo

Nº 6020
FOLHA 10 DE 10 FOLHAS
DATA _____

PROJETO Pts F
ASSUNTO Ponte Rodoviária s/ o Canal em Aterro

CALCULADO CACB
CONFERIDO _____
APROVADO _____

- Engastamento no solo:



$$h_0 = \sqrt[5]{\frac{E \cdot I}{k \cdot h}}$$

$$k_h = 2000 \text{ tf/m}^3$$

$$E = 3,19 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$$

$$I = \frac{\pi \times 1,40^4}{64} = 0,19 \text{ m}^4$$

$$L_0 = \sqrt[5]{\frac{3,19 \times 10^6 \times 0,19}{2000}} = 3,14$$

No engaste $M_s = 25,70 - 27,60 \times 7,65 = -185,40 \text{ tfm}$

tem-se: $f_{cw} = 25 \text{ MPa}$ $\phi 1,4$

No topo: $N = 300,00 \text{ tf}$
 $M = 25,70 \text{ tfm}$

$$A_{s \text{ min}} = 77,00 \text{ cm}^2$$

No Engaste $N = 300,00 + 0,785 \times 1,40^2 \times 6,92 \times 2,5 = 327 \text{ tf}$
 $M = 185,00 \text{ tfm}$ $A_{s \text{ min}} = 77,00 \text{ cm}^2$

- Base - $N = 288,00 + 0,785 \times 1,40^2 \times 11,00 \times 2,50 = 330 \text{ tf}$

base - $0,785 \times 2,50^2 \times 0,30 \times 2,70 = 2,68 \text{ tf}$
 $0,785 \times 1,95^2 \times 0,90 \times 2,50 = 6,71 \text{ tf}$
10,39 tf

$$\sigma = \frac{340,00}{0,785 \times 2,70^2} = 69,30 \text{ tf/m}^2$$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 061-FUN-15-PT-8020
FOLHA 1 DE 6 FOLHAS
DATA / /

PROJETO PTSF.
ASSUNTO PONTES RODOVIAÍMAS I/1 e I/2.

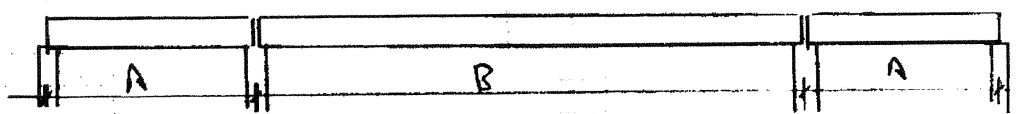
CALCULADO CACB.
CONFERIDO
APROVADO

1.0 - OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pre-dimensionamento dos elementos de concreto armado e profundidade das pontes I/1 e I/2 nas BRs 428 e 232, travessia sobre o canal do São-Norte trecho I.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-PTSF-A1-30604.

2.0 - CARGA PERMANENTE

Ver memória de cálculo das Pontes Classe II/B-45
VAOS:



Ponte I/1 - A = 5,20 B = 35,00 m.
Ponte I/2 - A = 6,00 B = 35,00 m

2.1 - TRAMO B tem-se:

Resumo dos Esforços nas Vigas.

$R_{max} = 106,60 \text{ tf.}$
 $R_{min}^* = 113,26 \text{ ''}$ Viga Exterior.
 $M_{max}^* = 901,60 \text{ ''}$

$R_{max} = 111,80 \text{ tf.}$
 $R_{min}^* = 118,10 \text{ tf.}$ Viga Interna
 $M_{max}^* = 911,80 \text{ tfm}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 81-FUN-EP-R-8020
 FOLHA 2 DE 6 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F.
 ASSUNTO PONTES RODUVIÁRIAS I/1 e I/2

CALCULADO C.A.C.B.
 CONFERIDO
 APROVADO

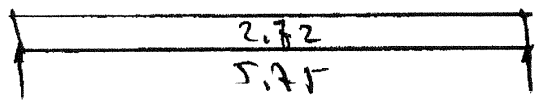
2.2-TRAMO A. PONTE I/2.

Laje - PP - $0,25 \times 2,50$ — 0,63 t/m²
 RU - $0,10 \times 2,20$ — 0,22 "
 $g = 0,85$ "

- Coeficiente de Impacto.
 $\psi = 1,40 - 0,007 \times 6,0 = 1,36$

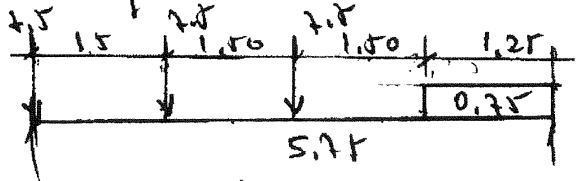
- VIGAS LATERAIS (20/100) - Carga Permanente.

PP - $0,30 \times 1,0 \times 2,50$ — 0,75 t/m
 R. Laje - $0,85 \times 6,00 / 4$ — 1,28 "
 Misula - $0,5 \times 1,00 \times 0,15 \times 2,5$ — 0,19 "
 Guarda - roda — 0,50 "

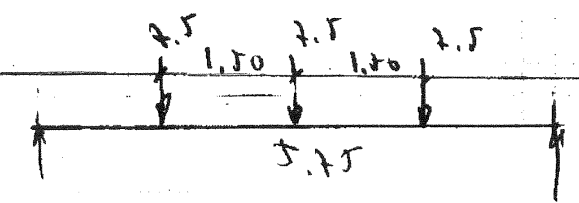


$R = 7,82$ t.
 $M = 11,24$ t/m

- Carga Móvel.



$R = 16,73$ t. $R^* = 22,76$ t.



$R = 11,25$ | $M = 21,00$ t/m
 $M^* = 28,60$ "

CONC. $F_{ck} = 25$ MPa
 $f_{ctd} = C_{50}$ A.

ck) - Coef. Impacto = 1,36

$R_{max} = 7,82 + 16,73$ t
 $24,55$ t

$R_{st} = 9,36$ cm²/m

$M_{max} = 11,24 + 28,60$

$39,84$ t/m
 $A_s = 14,35$ cm².



ENGECORPS

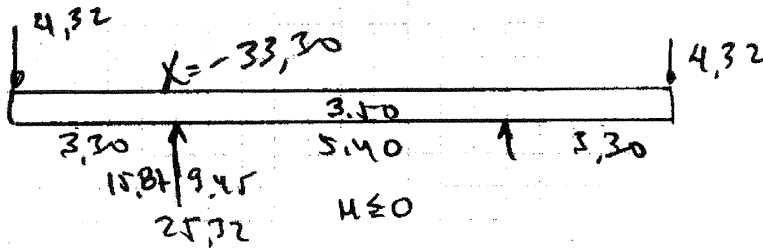
Memória de Cálculo

Nº 001-001-154-12-0000
 FOLHA 3 DE 6 FOLHAS
 DATA / /

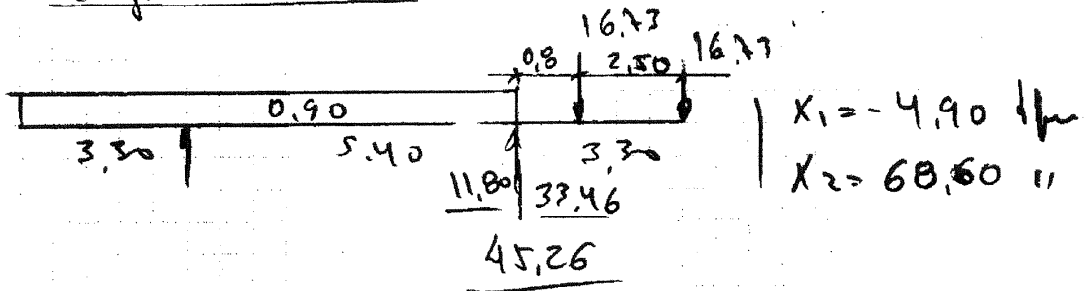
PROJETO PTSF
 ASSUNTO PONTES RODOVIÁRIAS I/1 e I/2

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

- VIGA SOBRE OS TUBULÕES, ϕ 1.20 (30/100)
- PP. ——— 0,15 t/m ——— - carga permanente.
- L₁L-0,80x30 - 2,55 "
- Kilula - 0,20 " R. Viga Lateral =
- 3,50 t/m $R = 1,44 \times 3,0 = 4,32 \text{ t}$.



- Carga móvel.



$$Q_{max} = 15,81 + 33,46 \times 1,36 = 61,38 \text{ t}$$

$$A_{1t} = 21,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$R_{max} = 25,72 + 1,36 \times 45,26 = 87,00 \text{ t}$$

$$X_{max} = -33,30 - 1,36 \times 68,60 = -126,60 \text{ t/m}$$

$$A_1 = 58,00 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 6,00 \text{ ''}$$



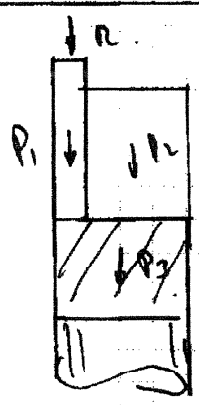
Memória de Cálculo

Nº 001-FUN-TEC-RE-2000
 FOLHA 4 DE 6 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F.
 ASSUNTO PONTES RODOVIAÁRIAS I/1 e I/2

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

2.3- CORTINA SOB OS TUBULÕES Ø 1.40

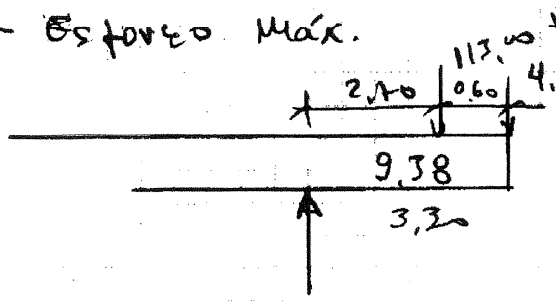


R - Reações do Traço A.
 Distribuída - $g = 3,50 \text{ tf/m}$
 Concentrada - $G = 4,32 \text{ tf}$
 Móvel - Distribuída.
 $g = 0,5 \times 3,50 = 1,75 \text{ tf/m}$
 $g' = 0,3 \times 3,50 = 1,05 \text{ tf/m}$

- $P_1 = 0,20 \times 1,95 \times 2,50 = 0,98 \text{ tf/m}$
- $P_2 = 0,20 \times 1,20 \times 1,55 \times 2,50 = 0,93 \text{ tf}$
- $P_3 = 1,40 \times 1,40 \times 2,50 = 4,90 \text{ tf/m}$

Do Traço B. tem-se: $R_{\text{max}} = R_{\text{vija}} \times 2 = 113,00 \text{ tf}$

- Esforço Máx.



Distribuída
 $g = 3,50 \text{ tf/m}$
 $P_1 = 0,98 \text{ tf}$
 $P_2 = 4,90 \text{ tf}$
9,38

$Q_{\text{max}} = 149,00 \text{ tf}$ $A_{\text{st}} = 32,76 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $X = -373,50 \text{ tfm}$ $A_s = 100,00 \text{ cm}^2$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 5 DE 6 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PtSF
 ASSUNTO PONTES RODUVIÁRIAS I/1 e I/2

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

3.0 - TUBULOS.

$\phi 1.20$ - $R_{trans A} = 87,40 \text{ tf (FL. 3)}$
 $P.P - 0,780 \times 1,20^2 \times 2,5 \times 30 = 8,50 \text{ ''}$

95,90 ''

Admitiu-se que todo o esforço horizontal, será absorvido pelo tubulão $\phi 1.40$.

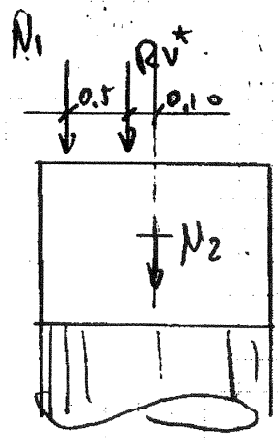
tem-se: $\phi 1.20 \quad N_{max} = 95,90 \text{ tf} \rightarrow A_{tm} = 56,00 \text{ cm}^2$

base $\rightarrow 0,285 \times 1,80^2 \times 0,30 \times 2,5 = 1,90 \text{ tf.}$
 $0,285 \times 1,50^2 \times 0,10 \times 2,5 = 3,10 \text{ ''}$
5,00 tf

$N_s = 100,90 \text{ tf}$

$\sigma = \frac{100,90}{0,285 \times 1,80^2} = 39,70 \text{ tf/m}^2$

$\phi 1.40$ -



$N_1 = (3,50 + 0,98) \times 6,0 = 26,88 \text{ tf.}$
 $1,50 \times 3,0 + 0,90 \times 3,0 = 7,20 \text{ m}$
34,08 tf.

$N_2 = 4,90 \times 6,0 = 29,40 \text{ tf.}$
 $0,93 \times 1 = 0,93 \text{ ''}$
30,33 ''

$R_{V^*} = 258,40 \text{ tf.}$
 $H = 5,97 \text{ tf.}$

Ver memória da Ponte s/o canal em atenu.



ENGECORPS

Memória de Cálculo

 Nº 2020
 FOLHA 6 DE 6 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.C.F.

ASSUNTO PONTES RODOVIÁRIAS E/1 e E/2

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

No topo. $F_{cr} = 2 \text{ MPa}$ Aço CA50D.

$$N = 34,00 + 30,00 + 258,00 = 322,00 \text{ t}$$

$$M = 34,00 \times 0,60 + 258,00 \times 0,10 + 5,91 \times 0,20 = 50,40 \text{ t.m}$$

$$A_{arm} = 77,00 \text{ cm}^2$$

No Engaste $\rightarrow A_{arm} = 67,00 \text{ cm}^2$

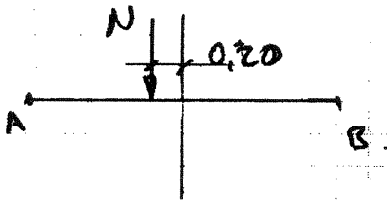
BAIS. - $0,78 \text{ t} \times 2,50^2 \times 0,30 \times 2,50 = 3,68 \text{ t}$

$$0,78 \text{ t} \times 1,95^2 \times 0,90 \times 2,50 = 6,72 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{10,40 \text{ t}}}$$

$$N_{max} = 322,00 + 10,40 = 332,40 \text{ t}$$

$$M_{max} = 50,40 + 5,91 \times 2,5 = 65,00 \text{ t.m} \quad e = 0,196$$



$$\frac{e}{x} = \frac{0,20}{1,25} = 0,16$$

$$p_{max} = 1,65 \times \frac{332,00}{0,78 \times 2,50^2} = 112,00 \text{ t/m}^2$$

($\sigma_{adm} = 90 \text{ t/m}^2$)

OBS: O cálculo foi desenvolvido com base na dimensão da E/2. Os esforços na E/1 são menores, assim sendo vale os mesmos taxa de armadura tomadas para E/2.



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-TSF-PI-8020
 FOLHA 1 DE 13 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F

ASSUNTO PONTES ROMNÍANAS I/3, I/4 e I/5

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

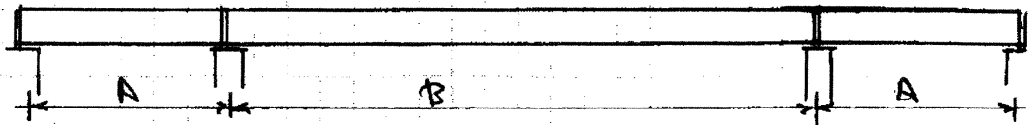
1.0- OBJETIVO - Cálculo dos esforços e pré-dimensionamento dos elementos de concreto armado e protendido das Pontes I/3, I/4 e I/5 - BR116 - Travessa sobre o Canal do Sico-Norte Trecho I.

SEÇÃO TÍPICA - Ver Des. 261-FUN-TSF-A1-80605.

2.0- CARGA PERMANENTE

Ver memória de cálculo das Pontes Classe I/IB-45.

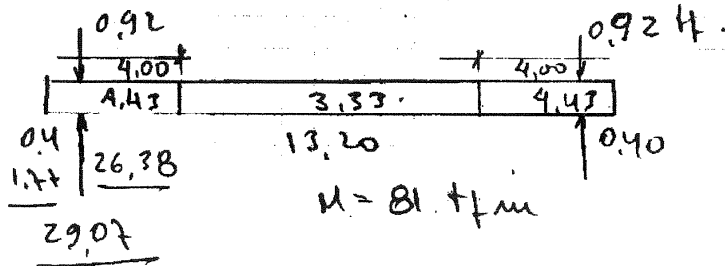
VAÕS.



Ponte I/5	A = 13,50m	B = 38,00m.
" I/4	A = 14,00m	B = 38,50m.
" I/3	A = 12,50m	B = 32,50m.

Pontes I/5 e I/4.

VIGA EXTERNA (VAÕ A)





ENGECORPS

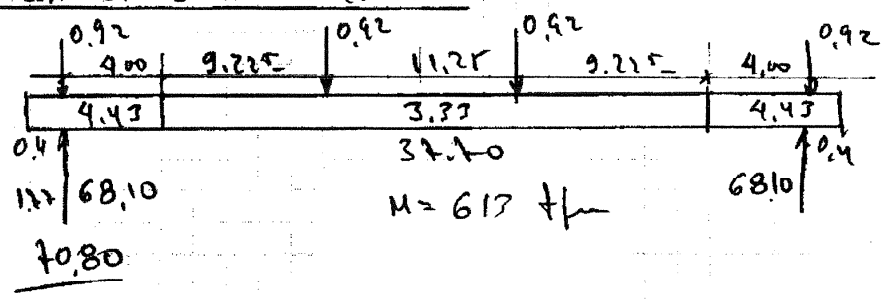
Memória de Cálculo

Nº 21-PON-TSF-127-2020
 FOLHA 2 DE 13 FOLHAS
 DATA

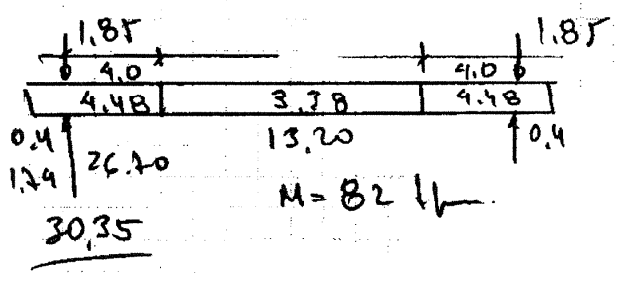
PROJETO PtsF
 ASSUNTO Pontos Rodoviários I/3, I/4 e I/5

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

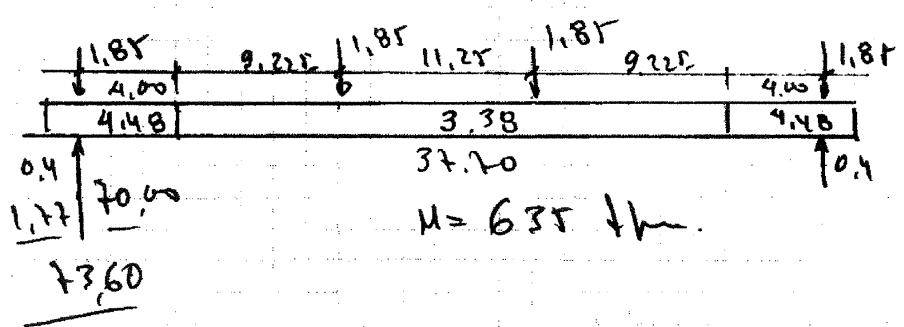
VIGA EXTERNA (VÃO B)



VIGA CENTRAL (VÃO A)



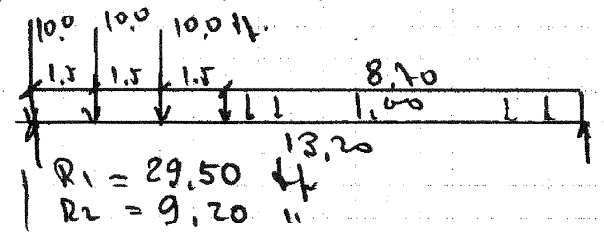
VIGA CENTRAL (VÃO B)



3.0 - CARGA MÓVEL - trem-tipo CLASSE 4T

3.1 - ESFORÇOS NA VIGA - VÃO A.

a) Trem-tipo NO VÃO A. (VIGA EXTERNA)





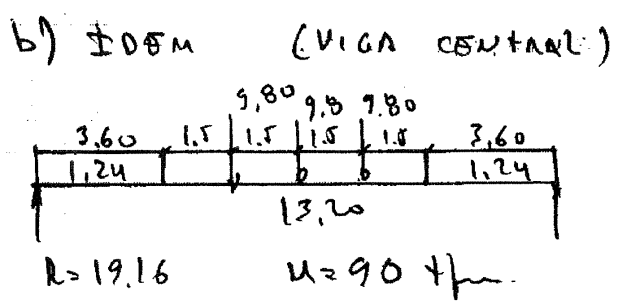
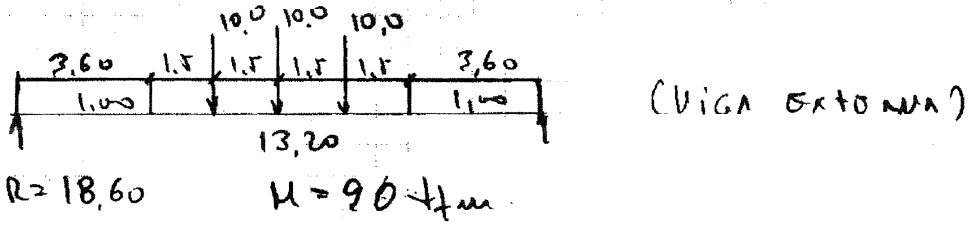
ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN-781-RT-2020
FOLHA 3 DE 13 FOLHAS
DATA / /

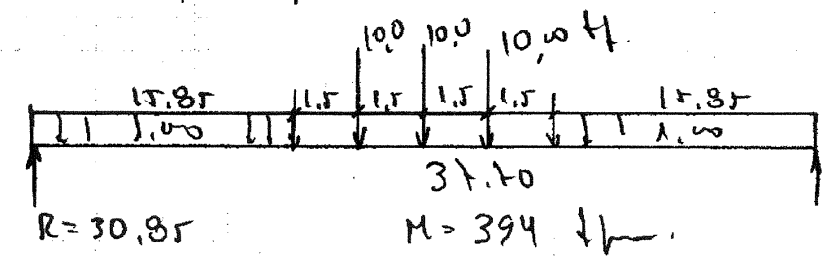
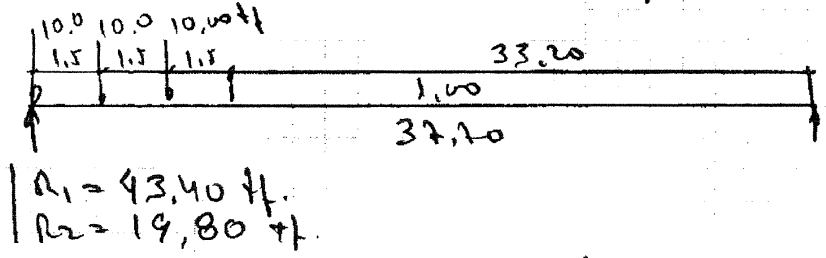
PROJETO P.T.S.F.
ASSUNTO PONTES RODOVIÁRIAS I/3, I/4 e I/5

CALCULADO CACB
CONFERIDO
APROVADO

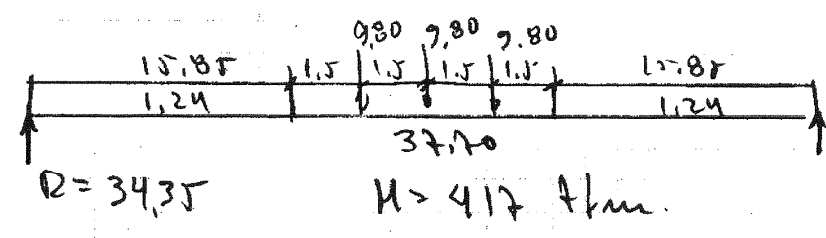


3.2- EFORÇOS NA VIGA - VÃO B.

a) Trem-tipo no Vão B (Viga Externa)



b) Idem (Viga Central)





ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 261-FUN. DE. EST. 80220
 FOLHA 4 DE 13 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTES RODOVIARIAS E13, I/4 e I15

CALCULADO CACB.

CONFERIDO

APROVADO

4.0 - Coeficiente de Impacto.

VAD A - $\psi = 1,40 - 0,007 \times 14,00 = 1,30$

VAD B - $\psi = 1,40 - 0,007 \times 38,5 = 1,13$

5.0 - RESUMO DOS EFORTOS / DIMENSIONAMENTO

VAD - A - VIGA EXTERNA

$R_{max} = 29,00 + 29,50 = 58,50 \text{ tf}$

$R_{max}^* = 29,00 + 1,30 \times 29,50 = 67,35 \text{ tf}$

$M_{max}^* = 81,00 + 1,30 \times 90,00 = 198,00 \text{ tfm}$

VAD - A - VIGA CENTRAL

$M_{max}^* = 82,00 + 1,30 \times 90,00 = 199,00 \text{ tfm}$

VAD - B - VIGA EXTERNA

$R_{max} = 70,80 + 43,40 = 114,20 \text{ tf}$

$R_{max}^* = 70,80 + 1,13 \times 43,40 = 119,80 \text{ tf}$

$M_{max}^* = 613,00 + 1,13 \times 394,00 = 1.058 \text{ tfm}$

VAD - B - VIGA CENTRAL

$M_{max}^* = 635,00 + 1,13 \times 417,00 = 1.106 \text{ tfm}$

VIGAS DO VAD - A

• Seção do apoio $b_w = 60 \text{ cm}$ $h = 165 \text{ cm}$ $A = 68 \text{ tf}$

$A_{st} = 16,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

• Seção no meio do vad - Viga T.

$b_w = 20 \text{ cm}$ $h = 185 \text{ cm}$ $M = 199,00 \text{ tfm}$ $A_t = 37,86 \text{ cm}^2$

$b_F = 120 \text{ cm}$

$t_F = 35 \text{ cm}$



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 8020
 FOLHA 5 DE 13 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSF

ASSUNTO PONTES RODOVIÁRIAS D/3, D/4 e D/5

CALCULADO CACB.
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

VIGAS DO VAZÃO - B.

• Seção do aparo $b_w = 60$ $h = 165$ $Q = 120$ t/m.

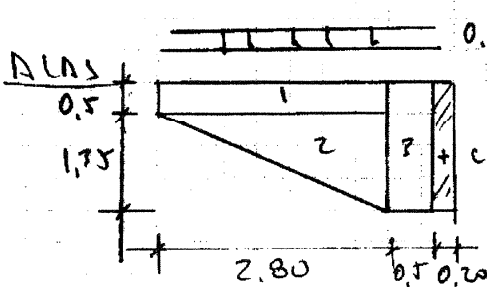
$A_{it} = 28,70 \text{ cm}^2/\text{m}$

• Seção do meio do Vazão - Viga T

$b_w = 20 \text{ cm.}$
 $b_F = 120 \text{ ''}$
 $t_F = 35 \text{ ''}$
 $h = 185 \text{ ''}$

$M = 1.106 \text{ t/m}$ $A_{it} =$

6.0 - CONTINUA DA OBTUSIDADE



0,5 t/m (GUARDA-RODA)

G. roda - 1,75 t

1 - $0,5 \times 2,80 \times 0,20 \times 2,50 = 0,70 \text{ ''}$

2 - $0,5 \times 1,35 \times 2,80 \times 0,20 \times 2,50 = 0,95 \text{ ''}$

3 - $0,5 \times 1,85 \times 0,20 \times 2,50 = 0,46 \text{ ''}$

$M_c = 1,75 \times 1,70 = 2,98 \text{ t/m}$

$0,70 \times 2,00 = 1,40 \text{ ''}$

$0,95 \times 1,53 = 1,45 \text{ ''}$

$0,46 \times 0,35 = 0,16 \text{ ''}$

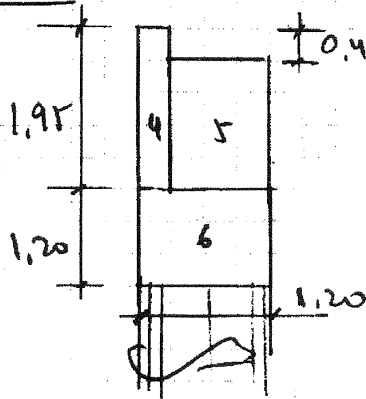
5,99 t/m

$N = 3,86 \text{ t/m}$

$b_w = 20$ $h = 185$

$A_{smm} = 5,55 \text{ cm}^2$

CONTINUA



4 - $0,20 \times 1,95 \times 2,50 = 0,98 \text{ t/m}$

5 - $1,00 \times 1,55 \times 0,2 \times 2,5 = 0,78 \text{ t/m}$

6 - $1,20 \times 1,20 \times 2,50 = 3,60 \text{ t/m}$



ENGECORPS

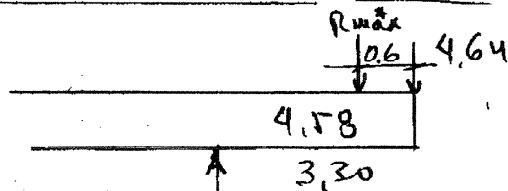
Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 6 DE 13 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F.
 ASSUNTO PONTES ROMPIÁNIAS D/3, D/4 e D/5

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

- MOMENTO FLETOR MÁXIMO.



$R_{\max}(\text{carga ext.}) = 67,31 \text{ tf}$

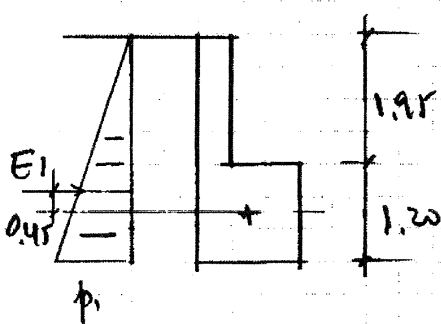
$Q_{\max} = 87,10 \text{ tf}$

$X = -222,00 \text{ tfm}$

$b_w = 120 \quad h = 120$

$M = 66,00 \text{ cm}^2 \quad A_t = 28,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

- Empuxo do aterro.



$p_1 = 1,80 \times 3,15 \times 0,77 = 1,87 \text{ tf/m}^2$

$E = 0,5 \times 1,87 \times 3,15 = 2,95 \text{ tf/m}$

$E_1 = 2,95 \times 11,60 = 34,22 \text{ tf}$

$H_1 = 34,22 \times 0,45 = 15,40 \text{ tf/m}$

ou $7,70 \text{ tf/m/tubular}$.

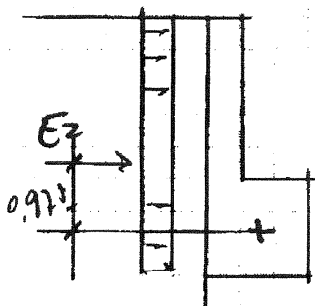
- Empuxo da Sobrecarga no aterro.

$q = \frac{3,00 \times 0,5 + (11,60 - 3,00) \times 0,30}{11,60} = 0,35 \text{ tf/m}^2$

$p_2 = 0,35 \times 0,33 = 0,12 \text{ tf/m}^2$ (Ponte Carregada)

$E = 0,12 \times 3,15 = 0,38 \text{ tf/m}$

$E_2 = 0,38 \times 11,60 = 4,40 \text{ tf}$



$H_2 = 4,40 \times 0,97 = 4,29 \text{ tf/m}$

ou $2,15 \text{ tf/m/tubular}$.

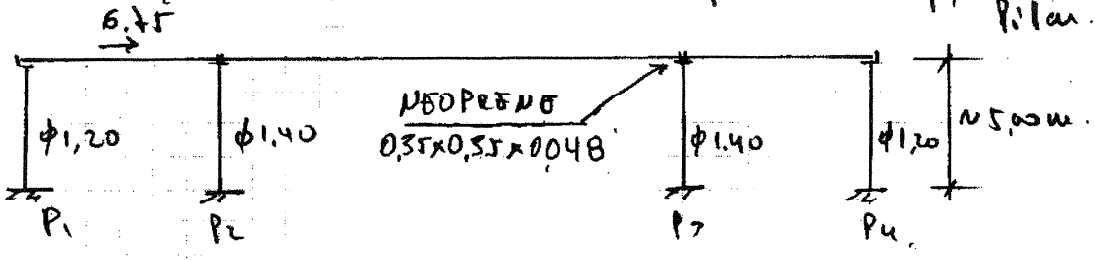


PROJETO P.T.C.P
 ASSUNTO PONTOS ROMULINAIS I/3, I/4 e I/5

CALCULADO CACB
 CONFERIDO
 APROVADO

7.0 - SOLICITAÇÕES LONGITUDINAIS NOS PILARES.

• Fremagens → $0,30 \times 45 = 13,50 \text{ tf}$ ou $6,75 \text{ tf/Wuka de Pilar.}$



Cálculo dos coeficientes de rigidez.

a) 2,5 Almofada de neoprene (P1 e P4)

$$k_a = \frac{2,5 \times 100 \times 0,1225}{0,048} = 638 \text{ tf/m}$$

b) Conjunto de 2x2,5 Almofada em série (P2 e P3)

$$k_a = \frac{638}{2} = 319 \text{ tf/m}$$

c) Pilares

$$P_1, P_4 \quad k_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,10}{5,03} = 7.656 \text{ tf/m}$$

$$P_2, P_3 \quad k_p = \frac{3 \times 3,19 \times 10^6 \times 0,19}{5,03} = 14.547 \text{ tf/m}$$

Coefficientes de distribuição

Apoio	P ₁		P ₂		P ₃		P ₄	
	k	%	k	%	k	%	k	%
k _p	7.656	96	14.547	96	14.547	96	7.656	96
1/2 k _a	319	4	319	2	319	2	319	4
1/2 k _a	—	—	319	2	319	2	—	—
Σ		100		100		100		100



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº B020
 FOLHA 8 DE 13 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO P.T.S.F.

ASSUNTO PONTES RODUVIÁRIAS D/3, D/4 e D/5

CALCULADO CACB

CONFERIDO

APROVADO

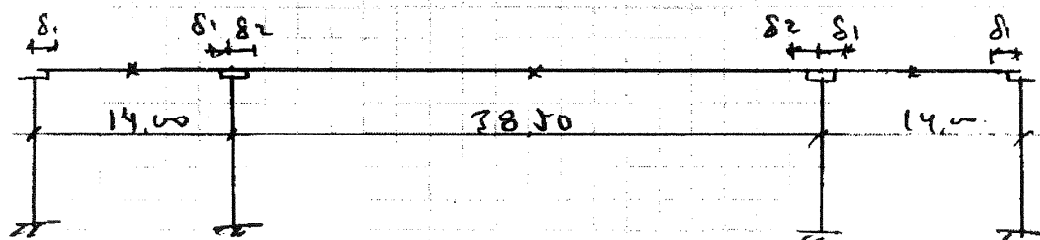
VEÍCULO NO TRAMO A

P ₁		P ₂				P ₃			P ₄	
0,96	0,04	0,02	0,96	0,02	0,02	0,96	0,02	0,04	0,96	
	3,38		3,38							
-3,24	-0,14	-0,07	-3,24	-0,07	0	0	0	0	0	
	0,07	0,14		0	0,07		0	0	0	
-0,07	0	-0,01	-0,13	-0,01	-0,01	-0,07	-0,01	0	0	
-3,31			-3,37			-0,07				

VEÍCULO NO TRAMO B

P ₁		P ₂				P ₃			P ₄	
0,96	0,04	0,02	0,96	0,02	0,02	0,96	0,02	0,04	0,96	
				3,38	3,38					
0	0	-0,07	-3,24	-0,07	-0,07	-3,24	-0,07	0	0	
	0,07	0		0,07	0,07		0	0,07		
-0,07	0	0	-0,07	0	-0,01	-0,07	0	0	-0,07	
-0,07			-3,31			-3,31			-0,07	

DEFORMAÇÃO E TEMPERATURA



$$\delta_1 = 7,00 \times 10^{-5} \times 25 = 1,80 \times 10^{-3}$$

$$\delta_2 = 19,25 \times 10^{-5} \times 25 = 4,80 \times 10^{-3}$$

P ₁		P ₂				P ₃			P ₄	
0,96	0,02	0,02	0,96	0,02	0,02	0,96	0,02	0,02	0,96	
	1,80		-1,80		4,80		-4,80		1,80	
-1,73	-0,07	-0,06	-2,88	-0,06	0,06	2,88	0,06	0,07	1,73	
	0,06	0,07		-0,06	0,06		-0,07	-0,06		
-0,06	0	0	-0,01	0	0	-0,01	0	0	0,06	
-1,79			-2,89			2,89			1,79	



ENGECORPS

Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 9 DE 13 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PtSF

ASSUNTO PONTES, RODOVIÁRIAS E/3, E/4 E E/5

CALCULADO CACB

CONFERIDO _____

APROVADO _____

Adotando-se os deslocamentos:

$$\Delta_1 = 1,79 \times 10^{-3} \quad P_1, P_4 \text{ e } P_4.$$

$$\Delta_2 = 2,89 \times 10^{-3} \quad P_1, P_2 \text{ e } P_3.$$

sendo:

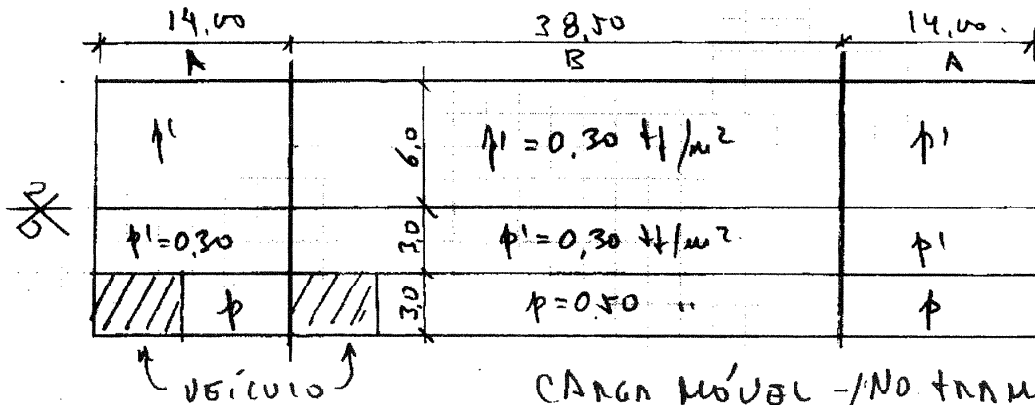
$$K_{1,4} = \frac{1}{\frac{1}{638} + \frac{1}{7.656}} = 589 \text{ tf/m. (P}_1 \text{ e P}_4)$$

$$K_{2,3} = \frac{1}{\frac{1}{638} + \frac{1}{19.547}} = 611 \text{ tf/m (P}_2 \text{ e P}_3)$$

$$H_1 = H_4 = 1,79 \times 10^{-3} \times 589 = 1,05 \text{ tf.}$$

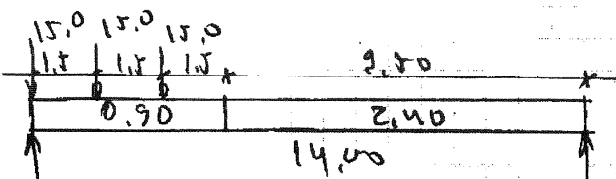
$$H_2 = H_3 = 2,89 \times 10^{-3} \times 611 = 1,77 \text{ tf.}$$

8.0 - REAÇÃO MÁX. DO TABULEIRO.



CARGA MÓVEL - / NO TRAMO A. OU
 / NO " B.

TRAMO - A.



(*) c/impact.

$R_g = 51,30 \text{ tf}$ (Reação no tabuleiro do encontro)

$R_g^* = 66,70 \text{ tf}$



ENGECORPS

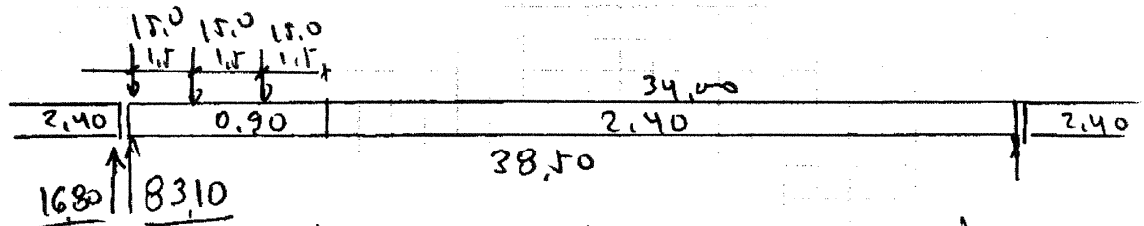
Memória de Cálculo

Nº Bolo
 FOLHA 10 DE 13 FOLHAS
 DATA / /

PROJETO PtSF
 ASSUNTO PONTES MODULARES I/3, I/4 e I/5

CALCULADO CNCB
 CONFERIDO
 APROVADO

TRAMO B.



99.90 tf. | $R_g = 99.90$ tf. Reações na travessa do p2.
 $R_g^* = 112.90$ " " " " "

CARGA PERMANENTE

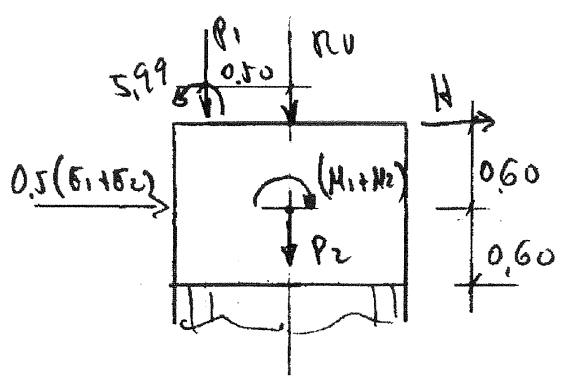
$R_g = 29.00 + 1.50 \times 30.35 = 74.50$ tf (Reação no tubo lateral do encontro)

$R_g = 74.50 + 20.80 + 1.50 \times 73.60 = 256.40$ tf (Reação na travessa central)

TOTAL | TUBULÃO DO ENCONTRO.
 $R_U = 74.50 + 51.30 = 126$ tf.
 $R_U^* = 74.50 + 66.70 = 141$ "

TOTAL | TUBULÃO CENTRAL.
 $R_U = 256.40 + 99.90 = 356$ tf.
 $R_U^* = 256.40 + 112.90 = 369$ tf.

9.0 - TUBULÃO DO ENCONTRO.



$P_1 = 3.86 + 6.00 \times 0.98 = 9.74$ tf
 $R_U^* = 141.00$ tf
 $P_2 = 0.78 + 8.00 \times 3.60 = 22.38$ tf.
 $H_1 + H_2 = 2.70 + 2.15 = 9.85$ tf/m
 $H = 3.31 + 1.05 = 4.36$ tf.
 $0.5(\delta_1 + \delta_2) = 19.31$ tf.


ENGECORPS
Memória de Cálculo

 Nº 13000
 FOLHA 11 DE 13 FOLHAS
 DATA 1/1/1

 PROJETO PTSP

 ASSUNTO PONTES RODOVIAÁRIAS E/3, E/4 e E/5

 CALCULADO CACB

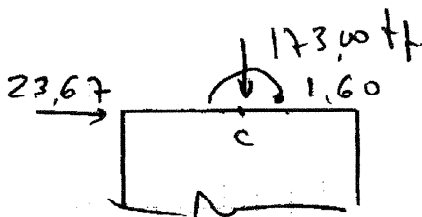
CONFERIDO

APROVADO

$$N = 173,00 \text{ tf.}$$

$$M_c = \begin{array}{l} 9,14 \times 0,50 + 5,99 \\ (-) 4,36 \times 0,60 \\ (-) (M_1 + M_2) \end{array} = \begin{array}{l} = 10,86 \text{ tfm.} \\ = - 2,62 \text{ " } \\ = - 9,85 \text{ " } \end{array}$$

$$\hat{M}_c = - 1,61 \text{ tfm.}$$



- Enxertamento no solo

$$L_0 = \sqrt{\frac{EI}{k_n}}$$

$$k_n = 2000 \text{ tf/m}^2$$

$$E = 3,19 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$$

$$I = 0,10$$

$$L_0 = 2,16$$

$$1,80 \times L_0 = 4,63 \text{ m.} \quad M_0 = 1,60 + 23,67 \times 4,63 = 111,00 \text{ tfm}$$

$$\text{tem-se: } f_{cm} = 25 \text{ MPa } \quad \phi 1,20$$

$$\text{No topo: } \begin{array}{l} N = 173,00 \text{ tf.} \\ M = 1,60 \text{ tfm} \end{array}$$

$$A_{1m} = 56,50 \text{ cm}^2$$

$$\text{No Enxerte } \begin{array}{l} N = 173,00 + 0,785 \times 1,20^2 \times 4,60 \times 2,15 = 186,00 \text{ tf} \\ M = 111,00 \text{ tfm} \end{array} \quad A_1 = 56,50 \text{ cm}^2$$

$$\text{BASE: } N = 158,00 + 0,785 \times 1,20^2 \times 5,00 \times 2,15 = 172,00 \text{ tf.}$$

$$\text{base- } 0,785 \times 1,80^2 \times 0,30 \times 2,15 = 1,90 \text{ tf.}$$

$$0,785 \times 1,50^2 \times 0,70 \times 2,15 = 3,10 \text{ "}$$

$$\sigma = \frac{177,00}{0,785 \times 1,80^2} = 69,60 \text{ tf/m}^2 \quad \frac{5,00 \text{ tf.}}{}$$



ENGENHARIA

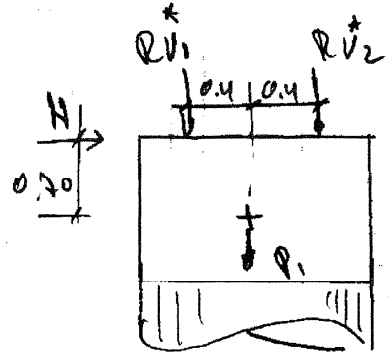
Memória de Cálculo

Nº 2020
 FOLHA 12 DE 13 FOLHAS
 DATA _____

PROJETO PTSE
 ASSUNTO PONTOS RODOVIAÍAS E/3, E/4 e E/5

CALCULADO CACB
 CONFERIDO _____
 APROVADO _____

10.0 - TUBULAS DA TRANSIÇÃO CONTRAL.

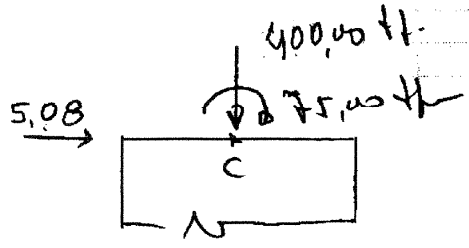


$$R_{v1}^* = 24.50 + 16.80 \times 1.30 = 96.34 \text{ tf.}$$

$$R_{v2}^* = 181.20 + 83.10 \times 1.13 = 275.10 \text{ tf.}$$

$$Q_1 = 1.40 \times 1.40 \times 1.60 \times 2.70 \times 0.7 = 28.42 \text{ tf.}$$

$$A = 3.31 + 1.77 = 5.08 \text{ tf.}$$



$$\Delta M = \frac{(275.10 - 96.34) \times 0.40}{5.08 \times 0.20} = 71.80 \text{ tfm}$$

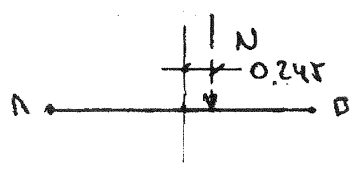
$$\frac{71.80}{3.56} = 20.17 \text{ tfm}$$

tem-se: $f_{ct} = 25 \text{ MPa}$ $\phi 1.40$

No topo: $N = 400.40 \text{ tf}$
 $M = 75.00 \text{ tfm}$ $A_{s \text{ mba}} = 77.00 \text{ cm}^2$

No Esgu. L: $N = 400.40 + 0.18 \times 1.40^2 \times 5.0 \times 2.50 = 419.40 \text{ tf}$
 $M_E = 75.00 + 5.08 \times 5.0 = 100.40 \text{ tfm}$
 $A_{s \text{ mba}} = 77.00 \text{ cm}^2$

BASE. $N = 419.40 + 10.00 = 429.40 \text{ tf}$ $e = 0.248$
 $M_B = 75.00 + 5.08 \times 6.20 = 106.50 \text{ tfm}$



$$\frac{e}{r} = \frac{0.248}{1.25} = 0.20$$

$$p_{\text{max}} = 1.80 \times \frac{429.40}{\pi \times 2.50^2} = 39.30 \text{ tf/m}^2$$

**ENGECORPS****Memória de Cálculo**Nº 8020
FOLHA 13 DE 13 FOLHAS
DATA _____PROJETO Pts FASSUNTO Pontos Rodoviárias E/3, E/4 e E/5CALCULADO CACT
CONFERIDO _____
APROVADO [assinatura]11.0 - Pontos E/3.

Vão A - 12,50 m.

Vão B - 32,50 m

Por comparação com os pontos E/4 e E/5, adota-se os mesmos dimensões daqueles e mesma Taxa de armaduras.

As formas foram calculadas com base no projeto.