

INSTITUTO DO AMBIENTAL
data: _____ / _____ / _____
cod: <u>04000391</u>



COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAZONAS

PCH DE IAUARETÊ

Projeto Básico

DIRETORIA TÉCNICA - DT
DEPARTAMENTO DE PROJETOS - DPT

MAIO 1997
MANAUS - AMAZONAS - BRASIL

SUMÁRIO

Item		Folha
01	Introdução	02
02	Localização e características regionais	03
03	Topografia e cartografia	04
04	Geologia e geotecnia	05
05	Climatologia e hidrologia	08
06	Estudo de mercado	12
07	Estudos hidrenergéticos	13
08	Descrição do aproveitamento	14
09	Etapas de construção	15
10	Meio ambiente	16
11	Estudos elétricos	20
12	Arranjo elétrico da casa de força e S.E. elevadora	23
13	Linha de transmissão	24
14	Sistema de comunicação	25
15	Características gerais do aproveitamento	26
16	Características básicas dos principais equipamentos eletromecânicos	28
17	Recomendações para o projeto executivo	32
18	Custos	33
19	Análise sócio-econômica	40
20	Anexo I - Quadros e Tabelas	43
21	Ficha técnica	51
22	Relação de desenhos	52
23	Anexo II - Desenhos	53

PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE IAUARETÊ

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em face do grande desenvolvimento do Estado do Amazonas e das crescentes demandas de um mercado em plena ascensão, vêm sendo elaborados vários projetos de pequenas centrais hidrelétricas na região, algumas delas em locais de difícil acesso, onde há escassez de dados hidrológicos para o preciso dimensionamento destes aproveitamentos.

Tal escassez determina ser aceitável a concretização, numa fase inicial, de algumas obras, sem que sejam caracterizadas com o mesmo grau de precisão alcançável em outras regiões do País onde o problema de carência de dados é praticamente inexistente.

O presente trabalho foi desenvolvido com base nas orientações contidas no MANUAL DE MINICENTRAIS HIDRELÉTRICAS da ELETROBRÁS, editado em junho/85, englobando todos os resultados obtidos durante a fase de Estudos da PCH de Iauaretê.

A PCT a óleo diesel atualmente existente para atender às necessidades locais apresenta um custo real de produção de R\$ 0,279/kWh, número este significativamente maior que o projetado para a PCH de Iauaretê que é de R\$ 0,045/kWh.

Este diferencial determina a viabilidade do empreendimento, mesmo sem serem levados em consideração os benefícios nitidamente sociais relacionados com a melhoria da qualidade de vida da população, de difícil quantificação, e de economia de divisas com a importação de petróleo.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS REGIONAIS

O distrito de Iauaretê, município de São Gabriel da Cachoeira, é uma reserva indígena administrada pela FUNAI e está situada às margens do rio Uaupés, na confluência com o rio Papurí, no extremo norte do Estado do Amazonas. Suas coordenadas são 0° 38' de latitude norte e 69° 9' de longitude a oeste de Greenwich, conforme desenho de localização e acesso H1849B-P001. A altitude local é de 122 m acima do nível do mar.

O acesso a Iauaretê pode ser feito a partir da cidade de Manaus, de barco ou avião, já que não existe estrada para esta região. A distância em linha reta Manaus-Iauaretê é de aproximadamente 1.100 km.

O aproveitamento está localizado no rio Papurí, na cachoeira de Aracapá, a uma distância de 10 km em linha reta de Iauaretê e tem por coordenadas 0° 37' de latitude norte e 69° 16' de longitude a oeste de Greenwich.

O rio Papurí percorre parte da linha fronteira entre Brasil e Colômbia.

Estando dentro da área do Projeto "Calha Norte", Iauaretê configura-se como importante ponto estratégico.

A população total estimada de Iauaretê era cerca de 4.655 habitantes em dezembro de 1996, ocupando uma área aproximada de 13.000 km².

O distrito tem a economia baseada no extrativismo vegetal e no artesanato indígena praticado na Missão Salesiana existente no local. Este último serve como parte da fonte de sustento da escola, do pré-escolar à 8ª série.

A Missão Salesiana, instalada em Iauaretê há 50 anos, ocupa-se também do ensino para formação de professores e da catequese dos índios, com um papel de orientadora local, assumindo posição de grande importância no campo educacional e mesmo no econômico.

O rio Uaupés é a principal via de transporte da região. Durante o inverno os deslocamentos são fáceis. O rio, de março a setembro, permite o tráfego de embarcações de até 30 t. No período de janeiro a fevereiro as corredeiras, que são abundantes, tornam a navegação bastante problemática. O porto natural, situado à margem esquerda do Uaupés, não possui qualquer instalação.

O aeroporto de Iauaretê conta com duas pistas de pouso com 905 m e 1200 m. Vôos regulares de aeronaves tipo Búfalo da FAB fazem o abastecimento de gêneros alimentícios complementares para a região.

3 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

Os estudos da PCH de Iauaretê foram baseados nos seguintes trabalhos cartográficos e topográficos:

- a) Carta Iauaretê (NA-19-Y-D) - escala 1:250.000 - DSGE.
- b) Estudos Topográficos

Foram realizados pela CEAM, em maio de 1988, os trabalhos a seguir descritos, cujos dados estão caracterizados no desenho T1849G-P001:

- Levantamento plani-altimétrico de uma faixa localizada à margem direita do rio Papurí, em frente a cachoeira de Aracapá, na escala 1:500, com curvas de nível de metro em metro;
- Implantação de marcos de concreto;
- Locação e determinação das cotas dos furos de sondagem;
- Locação dos furos de sondagem das jazidas de materiais.

4 GEOLOGIA E GEOTECNIA

4.1 Geologia Geral

Os estudos geológicos do aproveitamento hidrenergético de Iauaretê foram baseados na inspeção geológica efetuada nos arredores da futura obra e tendo como respaldo bibliográfico o volume 11 do PROJETO RADAM-BRASIL, Folha NA-19-Z-D escala 1:1.000.000.

O sítio da usina situa-se à margem direita do rio Papurí, onde é visível a cachoeira de Aracapá, caracterizada por uma sucessão de pequenos desníveis. Trata-se, na verdade, de uma sucessão de corredeiras expondo rochas do tipo granito e gnaisse pertencente ao Complexo Guianense.

Nesse sítio foi constatado um pequeno manto de alteração (solo) com espessura da ordem de 0,30 a 1,50 m.

O complexo Guianense é um conjunto de rochas magmáticas, as quais são classificadas como muscovita - biotita granito, biotita-granito e muscovita - biotita adamelito gnáissico porfiroblástico. Enfim, granitos gnáissicos de várias espécies e de composição muito uniforme. Estas rochas foram formadas sob condições de temperatura e pressão pertencentes a um conjunto denominado fácies epidoto anfibolito.

Além das rochas acima mencionadas ocorre a sedimentação quaternária, representada por faixas aluvionares recentes e sub-recentes, que se desenvolvem ao longo dos principais cursos d'água, nos leitos e planícies de inundação. Litologicamente são constituídas por misturas inconsolidadas de areias, siltes, argilas e pedregulhos, com reduzidas espessuras, recobrando as rochas de Complexo Guianense.

Os processos tectônicos que atuaram na região foram responsáveis por dobramentos e metamorfismos das rochas do Complexo Guianense. Os lajeiros que constituem esta cachoeira são fraturados, segundo as direções N-S, N10° E, N20° E, N5° E, N30° W, N13° E e N41° W, descontinuidades estas que cortarão esconsamente a escavação do canal de adução.

4.2 Geologia e Geotecnica do Sítio

A caracterização geológico-geotécnica do sítio da PCH de Iauaretê foi baseada na realização de 38 sondagens manuais do tipo trado escavadeira, cujos resultados estão apresentados na quadro 4.1 anexo.

Associado às sondagens manuais foi executado um caminhamento através das picadas abertas para fins de topografia, cobrindo toda a área de interesse.

O resultado deste trabalho está contido no Mapa e Perfil Geológico-Geotécnico (desenho S18490-P001) onde estão indicadas a rocha aflorante e a área coberta por solo de alteração e cobertura vegetal.

A rocha granítica alterada dura ocorre destacadamente em toda a margem direita do rio Papurí. Adentrando essa margem ocorrem afloramentos de rocha isolada com intercalações de um capeamento de solo da ordem de 0,30 a 1,50 m, constituído de areia argilosa amarela e avermelhada.

O maciço rochoso está compartimentado segundo um grau de fraturamento de 1 a 3 fraturas por metro. Em geral essas fraturas apresentam-se fechadas em superfície.

O comportamento destas fraturas em subsuperfície deverá ser analisado quando da execução do mapeamento geológico-geotécnico das escavações, que complementarará o conhecimento do maciço rochoso de interesse à implantação da PCH.

O maciço rochoso aflorante possui resistência, deformabilidade e permeabilidade bastantes satisfatórias para servir como fundação das estruturas de concreto. Entretanto, deverão haver locais isolados que irão merecer tratamentos especiais, face às eventuais qualidades inadequadas do maciço rochoso. Esta é uma regra que tem regido muitos maciços rochosos com composição semelhante ao do sítio da PCH de Iauaretê face à composição quartzo-feldspática.

A região é pediplanizada, com altitudes abaixo de 160 m, originada durante o cenozóico.

A rede de drenagem atual, estabelecida sobre a região pediplanizada, está em processo de aprofundamento da erosão, sendo frequente a ocorrência de extensos lajedos rochosos, com a presença de cachoeiras e corredeiras. Essas cachoeiras e/ou corredeiras propiciam a presença de depósitos aluviais de granulometria predominantemente grossa.

A cobertura vegetal é caracterizada por floresta densa, com árvores de grande porte.

4.3 Materiais de construção

O material pétreo para agregado de concreto e enrocamento das ensecadeiras será obtido através das escavações obrigatórias, permitindo estimar boas características geotecnológicas para os diversos usos previstos.

O granito local apresenta características geotecnológicas aparentemente boas. No entanto, devido ao fato das escavações atingirem profundidades em torno de 7,00 m, será necessária a execução de ensaios para conhecimento das características geotecnológicas dessa rocha.

O material arenoso ocorre tanto no leito do rio como em superfície terrestre, com qualidade e quantidade suficientes ao propósito do empreendimento.

Em superfície foi observado areia nas margens do rio Papurí. Foi identificado no furo JS03 ocorrência de areia média e grossa, sendo que a continuidade da jazida de areia deverá ser ampliada através de pesquisas na fase de projeto executivo.

Na margem direita do rio Papurí ocorre solo para impermeabilização das ensecadeiras de enrocamento em qualidade e quantidade suficientes, cujas características táctil visual são apresentadas no Quadro 4.2.

A jazida apresenta nível d'água variável entre 1,10 a 3,40 m, em relação à superfície.

Os resultados dos ensaios de laboratório serão apresentados no relatório do projeto executivo. Aparentemente o solo da jazida é predominantemente constituído de areia fina argilosa de consistência média e cor amarelada.

4.4 Conclusões

Baseado na geologia e geotecnia, e tendo em vista o porte previsto para o aproveitamento da PCH de Iauaretê, pode-se concluir que:

- O local em estudo apresenta-se favorável para implantação das obras previstas, com adoção de soluções correntes de projeto, uma vez que não ocorrem problemas especiais do ponto de vista geológico-geotécnico.
- O maciço rochoso é de elevada resistência e deformabilidade, e de permeabilidade bastante reduzida, capaz de servir de fundação para as estruturas de concreto e submeter-se às escavações a serem definidas no projeto. Tal maciço possui reduzida cobertura de solo, de ordem de 0,30 a 1,50 m, predominando espessuras inferiores a 1,00 m.
- As áreas submersas, onde deverão ficar assentadas as ensecadeiras para construção da tomada d'água e casa de força, são constituídas predominantemente, por trechos rochosos estanques. No entanto, no local da fundação da ensecadeira da casa de força deverão ocorrer matacões, blocos de rochas e areia. Neste local deverão ser previstas a remoção do material permeável e/ou adoção de seção tipo de ensecadeira que venha a assegurar a estanqueidade das fundações.
- A fundação do espigão previsto para garantir um nível d'água adequado ao funcionamento contínuo das turbinas é desconhecida. Porém, face à constante regularidade dos lajedos de rocha expostos no período de seca, infere-se que o mesmo é adequado às finalidades propostas.
- Existe boa disponibilidade de materiais naturais para construção nas proximidade do sítio da usina, em quantidade suficientes para atender às necessidades das obras civis previstas.
- O material pétreo para agregado e enrocamento deverá ser fornecido pelas escavações obrigatórias. O material terroso, do tipo areia argilosa para ensecadeiras, encontra-se disponível na jazida de solos, com detecção de nível d'água variável entre 1,10 m e 3,40 m. O material arenoso para concreto poderá ser explorado nas margens do rio Papuri e a partir do furo JS03 da jazida de solo, após ampliação da pesquisa nesse local.
- Deverão ser executados ensaios geotecnológicos na fase de projeto executivo nos materiais terrosos, arenosos e pétreo.

5 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

5.1 Clima

A área em estudo tem como principal característica climática a alta pluviosidade, distribuída mensalmente com totais elevados, sem que se caracterize um típico período seco.

O seu clima é classificado como Af - segundo Köppen, 1948 - temperatura do mês mais frio sempre superior a 18°C e constantemente úmido.

Durante o verão Austral atuam na área a massa de ar Equatorial Continental (Ec) e a massa de ar Equatorial Norte (En).

A massa de ar Ec tem como região de origem a superfície florestada da Amazônia Centro-Ocidental, onde dominam as calmarias e ventos fracos do regime de baixa pressão continental. Durante o verão Austral, essa massa provoca instabilidade diuturna sob a forma de aguaceiro, em razão da sua elevada umidade e alta temperatura, aliadas ao elevado teor convectivo, caracterizado pela convergência e ascensão de ar quente e úmido.

A massa de ar En origina-se da superfície líquida do Oceano Atlântico no setor equatorial, junto ao mar das Antilhas, sendo convectivamente instável. No entanto, ao atingir a área de interesse, já não apresenta suas características originais. Sua atuação é mais significativa nos meses de janeiro e fevereiro - o período menos chuvoso.

Ainda durante esse período do ano tem-se a rara participação da Convergência Intertropical (CIT) e da massa de ar Equatorial Atlântica (Ea), responsáveis pelas condições de instabilidade e estabilidade, respectivamente.

Durante o inverno Austral atuam na área, quase que exclusivamente, a massa de ar Equatorial Continental e a Convergência Intertropical e, raramente, a frente Polar Atlântica.

5.1.1 Precipitação

Trata-se de uma área com um dos maiores volumes de precipitação pluviométrica do Brasil. O total normal anual em Iauaretê é de 3505 mm. Não existe estação seca na área. Os meses de menores precipitações são novembro e dezembro.

Os meses de maiores precipitações são os de abril e maio.

5.1.2 Temperatura

A temperatura média registrada na estação meteorológica de Iauaretê apresenta-se em torno de 25°C, com pequenas oscilações (em relação à média) negativas nos meses de junho, julho e agosto e positivas nos demais meses. A média das máximas está em torno de 30°C e as máximas absolutas em torno de 35°C. A média das mínimas está em torno de 21°C e as mínimas absolutas em torno de 15°C.

5.1.3 Nebulosidade

A cobertura do céu é muito acentuada durante o ano todo, tornando-se mais intensa durante os meses de abril e maio.

5.1.4 Umidade relativa

Apresentam-se elevados níveis de umidade relativa durante o ano todo, com médias em torno de 85-90%.

5.2 Hidrologia

5.2.1 Objetivo

Os estudos hidrológicos são conduzidos basicamente para a definição das características físicas da bacia contribuinte e determinação do regime fluviométrico do rio Papurí para posterior utilização nos cálculos da potência instalada da usina.

As condições topográficas e fluviais favoráveis permitiram adotar solução de um simples canal de derivação para a PCH de Iauaretê, dispensando os estudos minuciosos das cheias e dos dispositivos extravasores.

5.2.2 Descrição dos estudos

Fisiografia da Bacia

Através de mapas de Iauaretê, imagens obtidas com radar e editado pelo DNPM e DSGE, em escala 1:250.000, obteve-se, por planimetria, a área de drenagem do rio Papurí no local do aproveitamento.

Essa área é de 4.928 km², aproximadamente, considerando-se erros advindos, entre outros, da escala da carta utilizada e única disponível.

Levantamento de dados hidrometeorológicos

Foram efetuadas visitas para obtenção de informações locais e foram consultados órgãos como DNAEE, DNPM e INEMET, entre outros, para ampliação do espectro de informações necessárias.

O rio Papurí, que é um rio binacional, não possui qualquer tipo de estação hidrometeorológica ao longo de sua bacia.

Regime fluviométrico

Através de informações de população local, com pessoas residentes na região há 30 anos, pode-se inferir as seguintes características do rio:

- O período de seca, com níveis mais baixo, dá-se nos meses de fevereiro e março;

- O período de cheia se estende através dos meses de maio, junho, julho e agosto. Em outubro começa a baixar;
- Foram levantadas as marcas de cheias máximas e a variação máxima dos níveis d'água, que está em torno de 5,0 metros, no local do aproveitamento;
- As condições físicas e hidráulicas do rio Papurí, que no local do aproveitamento tem largura aproximada de 600m, pontilhado de inúmeras ilhas e com o regime de escoamento supercrítico (torrencial), permitem inferir uma variação de nível d'água de montante e de jusante quase desprezível ao longo do ano.

Este fato pôde ser constatado através das visitas, uma em agosto de 1987 e a outra em abril de 1988, realizadas ao local. Nas duas vezes mediu-se o desnível de 5,0 metros (a primeira de forma expedita). Em agosto de 1987 o nível d'água de montante estava 2,0 m inferior ao nível da cheia máxima e em abril de 1988 encontrava-se 1,5 m abaixo do mesmo referencial.

Estudos Hidrológicos

Por não se dispor de dados fluviométricos e pluviométricos do local do aproveitamento e nem da bacia de interesse, partiu-se, então, para um estudo de regionalização de vazão através de postos de bacias vizinhas, com características físico-climáticos semelhantes.

O quadro abaixo relaciona os postos utilizados para este estudo e dá as suas características principais.

Posto	Rio	Área de drenag. (km ²)	Lat/Long.	Tipo de Dados	Anos de Observação
São Felipe	Negro	110.862	00°22'/67°19'	Vazão média mensal	7
Cunurí	Tiquié	4.198	00°12'/69°23'	"	2
P. Cachoeira	Tiquié	1.617	00°10'/69°58'	"	4
Taraquá	Uaupés	44.732	00°04'/68°14'	"	7
Uaracu	Uaupés	40.506	00°33'/69°10'	"	7
(*)C. Aracapá	Papurí	4.928	00°37'/69°16'	-	-

(*) Local do aproveitamento. Não há posto.

Com a utilização das vazões médias mensais dos postos mencionados, foram determinadas as curvas de durações de vazões para cada um deles.

Através das curvas de durações obteve-se as vazões máximas, médias e mínimas. Para vazão mínima adotou-se aquela correspondente a 95% de permanência.

Em seguida foram determinadas as vazões específicas para cada posto. Esses valores estão relacionados no quadro abaixo.

Posto	Q máx. (m ³ /s)	Q média (m ³ /s)	Q min. (m ³ /s)	Q máx.ESP (l/s/km ²)	Q méd.ESP (l/s/km ²)	Q min.ESP (l/s/km ²)
São Felipe	14.885,0	7.424,0	1.866,0	134,3	67,0	16,8
Cunuri	558,0	336,0	145,0	132,9	80,0	34,5
P. Cachoeira	226,0	146,0	69,0	139,8	90,1	42,6
Taraquá	5.210,0	2.723,0	792,0	116,5	60,9	17,7
Uaracu	4.454,0	2.357,0	468,0	110,0	58,2	11,6
(*) C. Aracapá	685,0	399,0	89,0	139	81	18

(*) Valores determinados pelo estudo de regionalização.

As envoltórias superior e inferior para estudo de regionalização foram determinadas conforme metodologia empregada no manual de MCH da Eletrobrás.

O desenho H1849B-P002 do anexo II deste relatório contém os gráficos utilizados nesse estudo.

Face à inexistência de dados da bacia de interesse e de condicionantes da vazão requerida para o aproveitamento, devido ao porte do rio, o estudo hidrológico foi simplificado, permitindo, entretanto, afirmar que a descarga mínima do Rio Papurí é superior à requerida pelo estudo energético, sendo da ordem de seis vezes maior.

6 ESTUDO DE MERCADO

A região de Iauaretê é atualmente caracterizada por consumidores tipicamente residenciais e comerciais, onde se destacam o Colégio da Missão Salesiana incluindo sua serraria, o hospital da Secretaria de Saúde do Estado do Amazonas e a TASA que é um órgão responsável pelo controle de vôo na região.

Segundo informações do Exército, sediado em Iauaretê, encontra-se atualmente em implantação na região o Projeto Calha Norte, que tem como objetivo a ocupação física e proteção da fronteira com a Colômbia e Venezuela.

Até final de 1998 ficarão prontas as instalações do Exército onde serão abrigadas cerca de 200 pessoas. Existe também a previsão, dentro do projeto, da entrada em funcionamento de um novo hospital até final de 1998.

Atualmente, o suprimento de energia elétrica para a região é feito através de uma Central Térmica situada em Iauaretê, com uma capacidade instalada de 540 kVA de geração a diesel. Esta central foi projetada para gerar 24 h/dia. Entretanto, por questões de economia de óleo diesel e pela dificuldade de transporte deste combustível até a região, em determinados períodos, foi reduzido o funcionamento para 18 h/dia.

Para efeito do estudo de demanda foi considerado a entrada em operação do novo hospital, o aumento das instalações do Exército, o aumento da iluminação pública, inclusão das cargas atualmente alimentadas por gerador diesel próprio (por ex. : TASA) que passariam a ser alimentadas pela PCH, além de outras cargas que surgirão em decorrência da implantação da PCH.

Com base em leituras obtidas da PCT foi estimada a curva de carga diária típica da região para os anos de 1998 (PCT), 2005 e 2010 (PCH), conforme ilustrado no desenho H1849B-P003, anexo II.

Na tabela 6.1, anexo I, está apresentada a evolução da demanda prevista até o ano de 2019.

7 ESTUDOS HIDRENERGÉTICOS

Foi realizada uma análise comparativa entre duas (02) alternativas de potência instalada considerando-se a curva de demanda: uma para o ano 2019, com potência de 600 kW, e outra para o ano de 2009 que atende a recomendação da ELETROBRÁS de limitar em 10 anos o horizonte de atendimento, com potência de 304 kW. Constatou-se que o custo de instalação (R\$/kW) do empreendimento para alternativa do ano 2009 é 26% maior e o custo de produção (R\$/kW) da alternativa do ano 2019 é 25% menor.

Em face dos números obtidos optou-se por adotar o horizonte de 2019, portanto 600 kW instalados, o que levou a um atraente resultado demonstrado na análise econômica objeto do item 19 deste relatório.

A partir da potência escolhida determinou-se a vazão necessária de 16 m³/s conforme demonstrado a seguir:

- O nível d'água de montante foi fixado na el. 98,60 m e o de jusante na el. 93,00 m, determinando uma queda bruta de 5,60m. Computando-se as perdas chegou-se à queda líquida de 5,00 m. Foram adotados os rendimentos das turbinas de 80% e dos geradores de 95%.
- Assim, considerando-se a potência de 600 kW tem-se:
$$P = 600 \text{ kW} = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot Q \cdot 5$$

onde $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$
- Considerando a grande vazão do rio Papurí não há problema com o atendimento da vazão calculada.

Foram estudadas três (03) alternativas de motorização a saber:

Alternativa I

Quatro unidades (04) geradoras de 150 kW cada, utilizando-se turbinas tipo Francis caixa aberta e rotor duplo.

Alternativa II

Três (03) unidades geradoras de 200 kW cada, utilizando-se turbinas tipo Francis caixa aberta e rotor duplo.

Alternativa III

Duas (02) unidades geradoras de 300 kW cada, utilizando-se turbinas tubulares tipo "S".

Baseado no quadro comparativo de custo (quadro 7.1, anexo I) optou-se pela alternativa II.

A divisão da potência em três (03) máquinas permite operação razoável da usina de acordo com as necessidades do mercado consumidor. Admitindo-se início de operação no ano de 1999, com demanda máxima (Potência de Ponta) estimada em 101 kW, conforme Tabela 6.1 (Anexo I) e/ou ilustração da carga típica diária do desenho H1849B-P003 (Anexo II).

8 DESCRIÇÃO DO APROVEITAMENTO

A pequena central hidrelétrica de Iauaretê, com potência prevista de 600 kW, na margem direita do rio Papurí, aproveitará um desnível natural aproximado de 5,00 m no local denominado Cachoeira de Aracapá.

A PCH de Iauaretê é uma usina com canal de derivação, composta basicamente de uma estrutura de tomada d'água, canal de adução, câmara de carga, casa de força e canal de fuga. Desta forma, aproveitou-se ao máximo as condições naturais do local, reduzindo-se significativamente os custos com obras civis por evitar a construção de barragem.

As principais obras constituintes deste aproveitamento e suas características básicas são:

a) Espigão de gabiões (submerso), a ser executado próximo à entrada do canal adutor com a finalidade de manter o nível d'água desse canal durante a estação seca.

O espigão deverá ser locado procurando-se tirar proveito das partes elevadas, de forma a se minimizar o seu comprimento e altura.

b) Estrutura de tomada d'água em concreto armado, com fundo na el. 96,00 m, protegida por quatro (04) grades metálicas fixas.

c) Canal de adução do tipo a céu aberto, escavado em rocha. Terá um comprimento total de 204 m e seção útil de 5,2 m², com velocidade máxima de escoamento de 3 m/s.

d) Câmara de carga escavada em rocha, provida de um (01) vertedouro lateral, uma (01) comporta de fundo para limpeza, além de seis (06) grades metálicas e seis (06) stop-log's na entrada dos respectivos grupos geradores.

e) Casa de força estruturada em concreto armado, abrigando três (03) grupos geradores de 200 kW cada.

f) Canal de fuga escavado em rocha com fundo na el. 90,95 m. Possuirá seis (06) stop-log's, dois (02) para cada conjunto gerador.

9 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

Durante o período de construção da PCH de Iauaretê deverão ser ensecadas duas áreas distintas para implantação das estruturas da tomada d'água e do canal de fuga, não havendo desvio do rio.

As obras civis poderão ser executadas em quatro (04) frentes distintas e independentes, a saber:

- Ensecamento da área da tomada d'água, escavações em rocha e concretagem das respectivas estruturas.
- Ensecamento da área do canal de fuga - casa de força, escavações em rocha e concretagem das estruturas.
- Escavações do canal de adução da câmara de carga e da área da subestação e suas respectivas concretagens. Tais obras serão feitas a seco.
- Construção do espigão de gabiões no leito do rio Papurí, na região da entrada do canal de adução, na estação seca.

Deve-se ressaltar que a construção das ensecadeiras deverá ser feita, de preferência, na estação seca.

Como pode ser observado, o empreiteiro terá várias opções para atacar as frentes de serviço.

A remoção das duas (02) ensecadeiras deverá ser feita após a montagem de todos os equipamentos da tomada d'água e da casa de força.

O espigão de gabiões deverá ser locado procurando-se tirar proveito das partes elevadas, de forma a ter o seu comprimento e altura minimizados.

O cronograma provável de execução das obras está apresentado do desenho H1849B-P007, anexo II.

10 MEIO AMBIENTE

10.1 Generalidades

O tipo de concepção adotado para a PCH de Iauaretê, onde aproveitou-se ao máximo as condições naturais do local, não implica em formação de reservatório para acumulação de água, simplificando ao extremo a inserção regional do empreendimento, sob o ponto de vista ambiental.

Estritamente sob o ponto de vista legal, empreendimentos hidrelétricos do porte da PCH de Iauaretê (600 kW), estão dispensados de apresentação do RIMA - Relatório de Impacto Ambiental com fins de licenciamento, de acordo com a resolução 001/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Considerando o exposto, os elementos a seguir comentados destinam-se a prover recomendações gerais para a implantação do empreendimento, sem a conotação de Avaliação de Impacto Ambiental.

10.2 Meio físico

O empreendimento posiciona-se sobre embasamento granito-gnáissico do Complexo Guianense, que localmente apresenta pequeno manto de alteração formando solos com 0,30 a 1,50 m de espessura.

O mapeamento geológico feito no local indica que todas as fundações do empreendimento serão em rocha, em condições de topografia pouco movimentada, o que deve praticamente eliminar problemas de estabilidade de encostas nas imediações do empreendimento.

O material pétreo para o agregado de concreto e enrocamento será obtido através das escavações obrigatórias, permitindo otimizar custos evitando aberturas de jazidas, que normalmente tem caráter impactante.

O material arenoso ocorre à superfície e no leito do rio Papurí, em quantidade e qualidade suficientes, com extração facilitada, não implicando em desmatamento ou outro tipo de impacto relevante.

10.3 Meio biótico

A área do empreendimento está encaixada na Sub-região da Superfície Dissecada Complexo Guianense da Região Fitogeográfica da Floresta Tropical Densa (RADAM-BRASIL, 1976), que tem como característica local matas de porte médio e alto que dominam as associações ricas em palmeiras.

A mata em questão apresenta folhagem permanente com folhas largas e de fisionomia geral compacta de cor verde-escura que lhe valeu a designação de Andrade Lima (APUD FERRI, 1980) de floresta perenifólia, latifoliada, higrófila, hileana amazônica.

O sub-bosque é fechado, com frequentes núcleos de árvores emergentes. As copas das árvores se unem formando um dossel fechado (90-95%), implicando em baixas luminosidade e ventilação e conseqüente alta taxa de umidade.

As árvores de 60-65 m podem ocorrer (DUCKE & BLACK, 1954), sustentando cipós lenhosos dos mais diversos calibres e dimensões.

Entre as árvores características destas matas cita-se:

Minguartia punctata - acariquara,

Cedrelinga catenaeformis - cedrorama,

Minilkara huberi - massaranduba,

Sweetia nitens - itaúba,

além das palmeiras dos gêneros *Astrocaryum*, *Attalea* e *Geonoma*.

O empreendimento suprimirá cerca de 0,5 ha desta formação, concentrando-se ao longo do canal de adução por mais ou menos 260 m. As estradas de serviços serão em número e extensão bastante reduzidos uma vez que o transporte se fará preferencialmente por via fluvial (rio Papurí).

Conforme descrito anteriormente, pelas características do empreendimento não haverá formação de barramentos ou lagos que propiciem a instalação de hospedeiros e vetores de doenças ou que se tornem bloqueio físico na subida dos peixes na piracema.

Inferre-se que, pela baixa antropia e pelo grau elevado de primitivismo da vegetação que, impactos sobre a fauna, notoriamente rica qualitativa e quantitativamente, terão caráter bastante puntual.

Acrescenta-se que na área não foram detectados refúgios de reprodução ou ninhais.

10.4 Meio antrópico

O município de São Gabriel da Cachoeira pertence, segundo a classificação da Fundação IBGE, à Microregião Homogênea do Rio Negro, ocupando uma área de 39.339 km². O município é constituído pelos distritos de Iauaretê e Içana e em 1990 apresentava a seguinte distribuição da população:

DISTRITOS	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
São Gabriel da Cachoeira	9.092	6.203	2.889
Iauaretê	8.463	574	7.889
Içana	5.016	205	4.811

Fonte: Censo Demográfico IBGE 1990.

A densidade demográfica em 1990 era de 0,25 hab/km². A população se concentra na zona rural, sendo predominantemente indígena.

Segundo dados obtidos na FUNAI (Fundação Nacional do Índio) existem atualmente sete áreas indígenas cadastradas no município de São Gabriel da Cachoeira, abrigando uma população de 12.300 habitantes.

O presente empreendimento será implantado no distrito de Iauaretê, em terras de reserva indígena homônima na divisa entre o Brasil e a Colômbia. A reserva ocupa uma área de 990 km², e conta com uma população aproximada de 5.000 habitantes.

Iauaretê é um pequeno povoado localizado às margens do rio Uaupés, no ponto de confluência com o rio Papurí, onde se destaca a presença da Missão Salesiana.

As principais atividades econômicas da região são a agricultura e o extrativismo vegetal, que buscam atender o consumo local. O principal produto cultivado é a mandioca, seguida pelo arroz, milho e cará, segundo técnicas tradicionais de culturas itinerantes. O extrativismo se resume na exploração de madeiras, trabalhadas nas três (03) serrarias existentes, como na extração do cipó-titica, que é beneficiado e comercializado pela Missão em Manaus.

A pecuária é incipiente, com um rebanho total de 353 cabeças, na sua maior parte pertencentes à Missão. A pesca também é inexpressiva dado ao fato dos rios da região serem pobres em peixes.

O abastecimento de gêneros básicos é feito através do rio Uaupés e pelos aviões "Búfalo" da FAB. Não existe estrutura comercial no povoado, sendo as transações feitas pela Missão pelo sistema de trocas.

A Missão supre o setor de educação atendendo atualmente 669 alunos na sede (de pré-escolar a 2º grau) e 739 alunos espalhados nos povoados (da alfabetização à 4ª série).

O distrito conta com um hospital da Secretaria da Saúde do Estado com 25 leitos, onde também funciona o consultório odontológico. Além disso, a Missão mantém dez (10) monitores de saúde espalhados pelos povoados.

As principais doenças são a tuberculose, verminoses (sendo a mais comum a ascaridíase), diarreias e gripes.

A infra-estrutura básica é incipiente, não existindo rede de água ou esgoto. A energia é fornecida pela CEAM e atualmente, devido a falta de óleo diesel, a distribuição é feita em horário restritos.

Um fato recente tende a dinamizar a vida da região, modificando seu perfil sócio-econômico. Inserido no Projeto Calha Norte é previsto o aporte de um contingente do Exército que se instalará permanentemente no distrito, tendo como objetivo guarnecer a fronteira. Tal fato atrairá uma população agregada e segundo informações do comandante do 1º PEF de Iauaretê serão instalados na área do Exército uma agência do Banco do Brasil, farmácia, gabinete odontológico, ambulatório médico e um escritório da Polícia Federal.

10.5 Recomendações finais

Com base nas breves descrições dos meios físicos, antrópico e biótico, de caráter sucinto e apoiado sobre dados secundários, recomenda-se:

- O uso de mão-de-obra local com o intuito de diminuir a circulação de estranhos na área. Tal atitude impedirá não só a veiculação de doenças e parasitoses como também uma menor interferência no ambiente e nos hábitos e costumes da população indígena.

Esta recomendação se apoia também no fato de que os habitantes locais já possuem moradias, o que implicará em um canteiro de obras de menores dimensões no que se refere a áreas de alojamento.

Uma vez que o projeto se desenvolverá dentro de reserva indígena é indispensável a observância da lei nº 6001 de 19 de dezembro de 1973 que dispõe sobre o Estatuto do Índio, e das disposições da FUNAI quanto a empreendimentos e adoção de mão-de-obra indígena nestas áreas.

O corte de mata deverá ser restrito à área que será posteriormente utilizada evitando-se assim desmatamentos desnecessários e abertura de vias secundárias que possam constituir-se em acesso para exploração.

A observância dos Códigos Florestal e de Pesca principalmente no que se refere a caça, coleta e comercialização de fauna nativa.

11 ESTUDOS ELÉTRICOS

11.1 Estudo de geração

11.1.1 Potência do gerador

A potência instalada por máquina definida nos estudos hidrenergéticos é:

$$P_i = 200 \text{ kW}$$

Considerando um fator de potência de 0,92 para o gerador, teremos uma potência de:

$$P_g = P_i / 0,92 = 250 \text{ kVA}$$

11.1.2 Número de pólos do gerador

A velocidade recomendada para o gerador, considerando o acoplamento turbina-gerador através de multiplicador de velocidade, deverá ser de 900 a 1200 rpm (6 a 8 pólos).

11.1.3 Tensão de geração

A tensão de geração recomendada para a PCH de Iauaretê deverá ser de 380 V. A escolha desta tensão baseia-se nos seguintes argumentos :

- Os fornecedores de geradores, em sua maioria, recomendam para esta faixa de potência a tensão de 380 V;
- Pequeno volume total de montagem;
- Menor custo de instalação.

11.2 Estudo de transmissão

11.2.1 Generalidades

O objetivo deste estudo é definir a configuração do sistema de transmissão mais viável técnica e economicamente para PCH de Iauaretê, a partir da definição da tensão de transmissão, da escolha do condutor e outros elementos ligados ao projeto de uma linha de transmissão.

Considerando a potência a ser transmitida, a perspectiva de crescimento da demanda e outros fatores associados, foram analisadas alternativas de transmissão em 13,8 kV, tensão mais recomendada para esta faixa de potência como mostrado a seguir.

11.2.2 Análise técnica

A potência máxima gerada pela PCH de Iauaretê será da ordem de 600 kW, considerando as três (03) máquinas em operação. Portanto, a linha deverá ser dimensionada para transmitir esta potência numa distância de aproximadamente 10 km entre a usina e a localidade de Iauaretê.

11.2.3 Análise de carregamento

Os condutores mais usuais para uma linha de transmissão de 13,8 kV apresentam as capacidades de condução e transmissão máximas dadas no quadro a seguir:

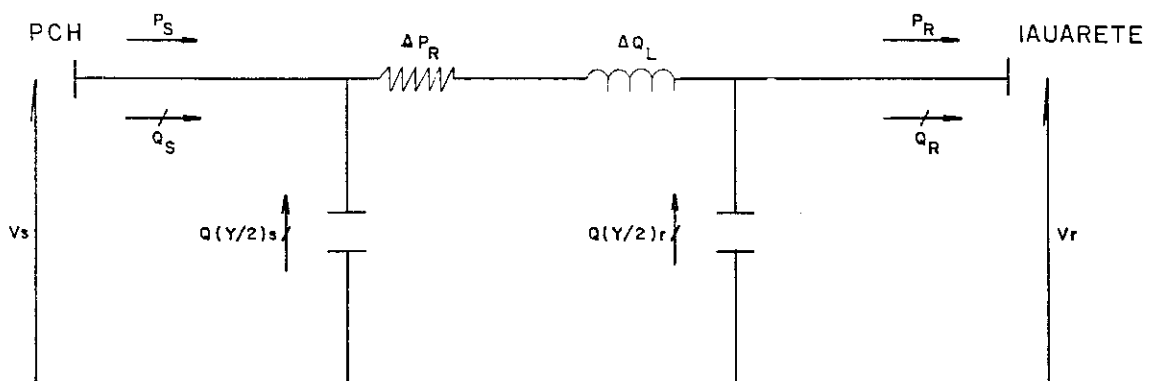
C A B O	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO (A)	CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO (kVA)
CAA # 2AWG	180	4.302
CAA # 1/0AWG	230	5.498
CAA # 2/0AWG	270	6.454
CAA # 4/0AWG	340	8.127

Estas capacidades de condução correspondem às seguintes condições:

- Temperatura do condutor: 75 °C
- Temperatura ambiente : 25 °C
- Velocidade do vento : 0,6 m/s (correspondente ao vento transversal nulo).

11.2.4 Análise de regulação

Uma linha de transmissão é representada para análise de regulação, pelo seguinte circuito:



Onde V_s e V_r são as tensões nos terminais emissor e receptor respectivamente. A regulação da linha é dada por:

$$R_{eg} (\%) = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100$$

A tabela a seguir apresenta a regulação para uma linha de 13,8 kV transmitindo uma potência de 600 kW, com fatores de potência de 0,80i, 0,85i, 0,90i, 0,95i e 1,00 e comprimento de 10 km.

FATOR DE POTÊNCIA DA CARGA	CONDUTOR			
	CAA 2 AWG	CAA 1/0AWG	CAA 2/0AWG	CAA 4/0AWG
	REGULAÇÃO (%)			
0,80	4,72	3,47	3,02	2,32
0,85	4,51	3,26	2,81	2,13
0,90	4,28	3,04	2,60	1,93
0,95	4,03	2,79	2,35	1,69
1,00	3,50	2,26	1,83	1,21

11.2.5 Análise de atendimento da demanda prevista

Um fator importante na definição das características do sistema de transmissão é a análise de atendimento da demanda prevista no estudo de mercado.

A tabela a seguir mostra o ano de atendimento da linha em função da capacidade máxima de geração e transmissão de 600 kW, com um fator de potência de 0,92.

CONDUTOR (AWG)	cos ϕ	POTÊNCIA TRANSMITIDA (kW)	ANO DE ATENDIMENTO
CAA # 2	0,92	1.060	2.020
CAA # 1/0	0,92	1.470	2.020
CAA # 2/0	0,92	1.700	2.020
CAA # 4/0	0,92	2.240	2.020

Regulação: 8%

11.2.6 Recomendações

Recomenda-se a adoção do cabo bitola 2 AWG em 13,8 kV pois esta configuração atende plenamente aos requisitos de carregamento e regulação para 10 km de linha, considerando um fator de potência de 0,92 indutivo, atendendo a demanda máxima esperada até 2.020.

12 ARRANJO ELÉTRICO DA CASA DE FORÇA E SE. ELEVADORA

Contando com três (03) geradores de 250 kVA, gerando em 380 V, optou-se por um sistema simples e funcional que consiste em uma barra seccionada em três (03) seções para sincronismo em 380 V; duas (02) seções de barra alimentação, cada uma, um (01) transformador de 500 kVA. Desta forma, dois (02) geradores poderão operar com apenas um (01) transformador.

As unidades geradoras, além da excitação e regulador de tensão, terão o seu comando, controle, medição e proteção em quadros (individuais ou não), locados próximo à mesa do operador.

As chaves e disjuntores de 380 V estarão locados em cubículos para instalação abrigada próximos ao operador. Junto a estes cubículos estarão o quadro de distribuição de CA e CC e o quadro carregador retificador (220 Vca - 125 Vcc).

Em instalações separadas estarão o conjunto de baterias e o grupo motor diesel-gerador de emergência.

Toda a casa de força será dotada de pontos de iluminação de emergência, além de pontos de iluminação normal, alimentados pela barra dos serviços auxiliares denominada "cargas essenciais", alimentada pelo grupo diesel em situação de emergência. Nesta barra também poderão ser conectados a bomba de drenagem e outros equipamentos necessários para reparos rápidos. Desta barra sai a alimentação para o quadro carregador-retificador. Alguns pontos de iluminação de emergência serão alimentados pela barra de 125 Vcc e operarão até que o grupo diesel-gerador alimente a barra de "cargas essenciais".

A SE elevadora situada no pátio anexo à casa de força, utilizará postes de madeira, inclusive para fixação do religador. A elevação de tensão será efetuada por dois (02) transformadores de 500 kVA cada, relação de transformação 0,38/13,8 kV.

O religamento da saída de linha se dará automaticamente pelo religador instalado após os transformadores.

O projeto foi desenvolvido considerando-se, que a PCT não vai operar em paralelo com a PCH. Portanto, quando da implantação da PCH deverá ser previsto um intertravamento mecânico na PCT para que esta não possa, indevidamente, ser inserida no sistema quando houver geração na PCH.

13 LINHA DE TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão de energia associado à PCH de Iauaretê será em 13,8 kV. Foi adotado considerando-se a potência a transmitir, a distância envolvida e os aspectos técnicos e econômicos existentes.

No intuito de aproveitar as potencialidades da região, as estruturas da linha de transmissão deverão ser compostas de postes e cruzetas de madeira, nos tipos padronizados nas normas NBR-5433 e NBR-5434 (ABNT).

O traçado da linha foi escolhido com os objetivos principais de se ter o menor comprimento e minimizar ao máximo o impacto ao meio ambiente decorrente do desmatamento. A largura de faixa adotada foi de 15 m.

Na travessia do rio Uaupés o traçado foi escolhido de forma a aproveitar as estruturas existentes nessa travessia, bem como da atual rede das instalações da PCT dentro do núcleo de Iauaretê.

Será utilizado cabo tipo CAA (alumínio com alma de aço), seção 2 AWG, na linha de transmissão.

Considerando-se as características do solo da região, deverão ser estudadas medidas que visem preservar os locais das estruturas de futuros processos erosivos que venham a comprometer sua estabilidade.

A linha de transmissão para PCH de Iauaretê deverá ter a extensão total de aproximadamente 10 km e cerca de 96 estruturas.

14 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

14.1 Objetivo

O objetivo do sistema de rádio comunicação em VHF a ser implantado visa estabelecer comunicação semi-duplex, monocanal, fixo entre a PCT e a PCH.

Optou-se por VHF tendo-se em vista as características da área local, bem como as distâncias envolvidas, desfavoráveis à propagação em UHF. Porém, para confirmação dessa premissa faz-se necessária a realização de testes de propagação.

14.2 Descrição do sistema

O sistema será constituído de duas (02) estações transceptoras fixas de VHF, na faixa de 136 a 174 MHz (frequência exata a ser definida pela DENTEL), instaladas respectivamente na PCT e PCH.

As estações fixas da PCT e PCH serão conectadas às antenas externas unidirecionais de 3 dB de ganho, instaladas em mastros ou torres auto-portantes. Caso os testes de propagação indiquem a necessidade de se instalar essas antenas em locais elevados, serão então utilizadas estações dotadas de controle remoto.

Neste caso, o rádio transceptor ficará instalado junto à antena em local adequado e a unidade de controle remoto, interligada ao rádio ou à linha de áudio, ficará na sala de controle. A alimentação será feita através de bateria automotiva com fonte para carregador com autonomia de quatro (04) horas.

15 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO APROVEITAMENTO

15.1 Dados gerais

• Área da bacia hidrográfica:	4.928 km ²
• Queda líquida:	5,00 m
• Vazão de projeto:	16 m ³ /s
• Potência instalada:	600 kW
• Nível d'água de montante normal:	98,60 m
• Nível d'água de jusante normal:	93,00 m

15.2 Tomada d'água

• Tipo:	derivação em estrutura de concreto armado
• Localização:	margem direita do rio Papurí
• Cota da soleira:	96,00 m
• Vazão de dimensionamento:	16 m ³ /s
• Seção das grades:	
Altura útil	2,60 m
Largura útil	4,00 m
• Velocidade máxima de escoamento:	1,5 m/s
• Seção da comporta na entrada do canal:	
Altura útil	2,60 m
Largura útil	2,00 m
• Velocidade máxima de escoamento:	3 m/s

15.3 Canal de adução

• Tipo:	escavado em rocha, a céu aberto
• Comprimento total:	204 m
• Seção útil:	5,2 m ²
• Declividade:	0,0028 m/m
• Velocidade máxima de escoamento:	3 m/s
• Profundidade normal:	2,6 m

15.4 Casa de força

• Tipo:	estrutura coberta abrigando os conjuntos geradores, incluindo todos os comandos e controles, bem como os serviços auxiliares e câmara de carga acoplada.
• Conjuntos geradores:	três (03) unidades, com potência nominal de 250 kVA cada.

15.5 Canal de fuga

- Tipo: escavado em rocha.
- Número de stop-log's de jusante da casa de força: seis (06) - dois para cada unidade de geradora.

15.6 Subestação elevadora

- Tipo: externa, ao tempo.

15.7 Custos

- Custo total do empreendimento: R\$ 1.826.175,00
- Custo do kW instalado: R\$ 3.043,62
- Custo do kWh gerado: R\$ 0,045

16 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS

16.1 Equipamentos mecânicos

16.1.1 Turbina

- Tipo: Francis caixa aberta com dois (02) rotores por eixo.
- Montagem: horizontal
- Quantidade: três (03) unidades
- Queda nominal: 5 m
- Vazão nominal: 5,33 m³/s
- Rotação: 300 rpm (mínima aceitável para as unidades)

16.1.2 Regulador de velocidade

- Tipo: Taquimétrico/mecânico
- Quantidade: três (03) unidades
- Acionamento: por polias e correias

16.1.3 Acoplamento turbina/gerador

- Tipo: Multiplicador de velocidades por engrenagens
- Quantidade: três (03) unidades
- Rotação na saída: 900 ou 1200 rpm

16.1.4 Stop-log's da casa de força

Stop-log montante - câmara de carga

- Tipo: metálico
- Quantidade: duas (02) unidades
- Vão livre (H x L): 2000 x 1600 mm
- Cota máxima de água na soleira: 1500 mm
- Acionamento: pórtico manual/viga pescadora

Stop-log jusante - canal de fuga

- Tipo: metálico
- Quantidade: duas (02) unidades
- Vão livre (H x L): 1600 x 1600 mm
- Cota máxima de água na soleira: 1600 mm
- Acionamento: pórtico manual/viga pescadora

16.1.5 Comporta

Comporta da câmara de carga

- Tipo: metálica
- Quantidade: seis (06) unidades
- Vão livre (H x L): 2000 x 1600 mm
- Cota máxima de água na soleira: 1500 mm
- Acionamento: pinhão/cremalheira/manual

Comporta da tomada d'água

- Tipo: metálica
- Quantidade: uma (01) unidade
- Vão livre (H x L): 3000 x 2000 mm
- Cota máxima de água na soleira: 3000 mm
- Acionamento: pinhão/cremalheira/manual

16.1.6 Grade

Grades da câmara de carga

- Tipo: metálica/removível
- Quantidade: seis (06) unidades
- Comprimento x largura: 2200 x 1600 mm
- Inclinação: 15°
- Espaçamento entre barras: 30 mm
- Acionamento: pórtico manual/viga pescadora

Grade da tomada d'água

- Tipo: metálica/fixa
- Quantidade: quatro (04) unidades
- Comprimento x largura: 4000 x 1000 mm
- Inclinação: 15°
- Espaçamento entre barras: 80 mm

16.1.7 Ponte rolante

- Tipo: manual
- Capacidade: 5 t
- Vão: 6700 mm

16.2 Equipamentos elétricos

16.2.1 Gerador

- Tipo: pólos lisos, com enrolamento amortecedor
- Regime de trabalho: contínuo
- Frequência: 60 Hz
- Número de fases: três (03)
- Potência: 250 kVA com f.p.: 0,92
- Rotação nominal: 900 ou 1200 rpm
- Nº de pólos: 8 ou 6
- Tensão nominal: 380 V \pm 5%
- Isolamento: classe F
- Capacidade de sobrecarga: 10% durante 2 horas
- Conexão: estrela
- Aterramento do neutro: solidamente aterrado ou aterrado através de resistência (a critério do fabricante).
- Sistema de ventilação em circuito aberto: a ar do tipo auto-ventilado.
- Grau de proteção do invólucro: IP-23 de acordo com NBR-6146
- Excitação: do tipo estática, sem escovas (brushless) com regulador de tensão automático tiristorizado.

16.2.2 Transformador

- Número de fases: três (03)
- Frequência: 60 Hz
- Capacidade: 500 kVA - ONAN
- Conexão: BT - Delta
AT - Estrela com neutro acessível
- Polaridade: subtrativa
- Deslocamento angular: 30°, com a BT em atraso em relação a AT.
- Tensão:
 - Enrolamento de BT
tensão nominal: 380 V
 - Enrolamento de AT
tensão nominal: 13.800 V
 - derivações de plena potência em relação à tensão nominal:
 - + 3 x 2,5%
 - 1 x 2,5%
- Acionamento do comutador: externo sem necessidade de abaixar o nível de óleo.
- Nível de isolamento: 110 kV
- Impedância de sequência positiva: 5% na base de 500kVA na derivação de 13,8 kV.

16.2.3 Religador

- Nº de fases: três (03)
- Frequência: 60 Hz
- Tensão máxima de operação: 15 kV
- Corrente nominal: 280 A
- Corrente simétrica de interrupção nominal: 4000 A
- Nível de isolamento
 Impulso atmosférico nominal (1,2/50 μ s): 110 kV pico
 Frequência nominal, 1 minuto, a seco: 50 kV
 Frequência nominal, 10 segundos, sob chuva: 45 kV
- Montagem: em poste simples (madeira) por cruzetas com armário de controle não incorporado, para fixação ao poste, abaixo do religador (a 1,0 m do solo)
- Câmara de interrupção: a óleo ou a vácuo.

16.2.4 Conjunto de manobra de baixa tensão

- Tipo: com invólucro metálico provido de alívio de pressão.
- Tensão nominal: 380 V
- Frequência: 60 Hz
- Número de fases: três (03)
- Barramentos e saídas para transformadores elevadores
 Corrente nominal: 1.250 A
 Corrente suportável de curto-circuito simétrica: 10 kA
 Tensão suportável de frequência industrial, 1 minuto: 2500 V
- Saídas para as unidades geradoras
 Corrente nominal: 630 A
 Corrente suportável de curto-circuito simétrica: 10 kA
 Tensão suportável de frequência industrial, 1 minuto: 2500 V
- Grau de Proteção (NBR 6146) com as portas fechadas: IP40

17 RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO EXECUTIVO

Para melhorar a confiabilidade do dimensionamento hidrenergético da PCH de Iauaretê recomenda-se, o retorno das leituras que eram realizadas nas régua limnimétricas instaladas no local da tomada d'água e a jusante, no local da descarga do canal de fuga.

Com os novos dados reais a serem obtidos, e o restante que obteve anteriormente, deverão ser feitas revisões mais fundamentadas dos dimensionamentos.

18 CUSTOS

18.1 Generalidades

Para a elaboração do orçamento da PCH de Iauaretê foi adotada a metodologia do MANUAL DE MINICENTRAIS utilizando-se as planilhas de composição de custos unitários recomendadas. Foram pesquisados os custos que retratam as condições específicas do local. Para os custos dos equipamentos eletromecânicos foram feitas consultas a diversos fabricantes nacionais.

Os quantitativos dos materiais e serviços foram levantados com base no pré-dimensionamento hidráulico e estrutural das diversas unidades da obra.

Os preços têm como referência o mês de maio de 1997, conforme a norma usual da ELETROBRÁS.

18.2 Custo do transporte

No trabalho da composição de custos foram adotados algumas premissas ligadas à logística do transporte de equipamentos e materiais até o local de implantação do empreendimento, levando-se em conta as dificuldades regionais de acesso, como descritas a seguir:

a) Transporte de materiais e equipamentos

Os equipamentos básicos (turbinas, geradores e equipamentos eletromecânicos auxiliares) serão transportados das respectivas fábricas até o porto mais próximo por via rodoviária. Desse porto por via marítima e fluvial até Manaus-AM, onde os equipamentos serão transferidos para barcaças com capacidade de até 100 t que seguirão por via fluvial até o porto de Camanaus, próximo a São Gabriel da Cachoeira. A partir daí serão transferidos para o aeroporto local por via rodoviária para serem transportados por avião até Iauaretê. Do aeroporto de Iauaretê até o local da obra o transporte será feito por helicóptero.

Toda a etapa de transporte aéreo será feita utilizando-se aeronaves da Aeronáutica (Projeto Calha Norte), a serem solicitadas pela CEAM, não havendo contribuição de custo na composição elaborada.

b) Materiais de construção

Os materiais básicos de construção (cimento, aço, etc) e os equipamentos de serviços serão transportados a partir de Manaus da mesma forma descrita para os equipamentos básicos, porém, utilizando-se barcaças de 200 t até Camanaus.

c) Combustíveis

Serão adquiridos em São Gabriel da Cachoeira e transportados também por via aérea até o local da obra. Foi admitido um acréscimo de 20% no custo dos combustíveis, considerando os serviços e os recipientes adequados para esse transporte.

No que se refere à incidência de taxas e impostos sobre equipamentos foi considerado o seguinte:

a) Taxas

- Taxa SUFRAMA: 0,5% sobre o custo FOB (Zona Franca)
- “AD VALOREM”: 1,5% sobre o custo FOB ou FOT.

b) Impostos

Os equipamentos eletromecânicos básicos genuinamente nacionais foram considerados isentos de IPI e ICMS, conforme legislação vigente.

18.3 PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

Usina : PCH – Iauaretê

Potência : 600 kW

Rio : Papuri

Custos referidos a : maio / 1997

Cidade / Estado : Iauaretê / AM

Moeda : Real [R\$]

Discriminação	Und	Quant.	Custo (R\$)	
			Unitário	Total
Obras Civas				
<u>* Tomada d'água</u>				
* Raspagem e limpeza	m ³	10	1,80	18,00
*Escavação de rocha a fogo sem transporte	m ³	225	15,72	3.537,00
* Preparo de fundação	m ²	145	1,54	223,00
* Concreto armado				
* concreto	m ³	75	118,90	8.918,00
* forma	m ²	200	7,23	1.446,00
* armadura	kg	5.700	1,64	9.348,00
<u>*Canal de adução</u>				
* Raspagem e limpeza	m ³	215	1,80	397,00
*Escavação de rocha a fogo sem transporte	m ³	2.200	15,72	34.584,00
* Preparo de fundação	m ²	2.428	1,54	3.739,00
<u>*Casa de máquina</u>				
* Raspagem e limpeza	m ³	348	1,80	626,00
*Escavação de rocha a fogo sem transporte	m ³	1.654	15,72	26.001,00
* Preparo de fundação	m ²	783	1,54	1.206,00
* Concreto Armado				
* concreto	m ³	723	118,90	85.965,00
* forma	m ²	2.150	7,23	15.445,00
* armadura	kg	57.840	1,64	94.858,00
* Alvenaria de tijolo de 20cm	m ²	82	25,52	2.093,00
* Revestimento				
* camada de piso	m ²	145	6,09	883,00
* massa única	m ²	168	2,70	454,00
* Cobertura				
* Telhado	m ²	205	15,92	3.264,00
* Esquadrias				
* porta	gl	-	-	375,00
* caixilho	gl	-	-	668,00
* Pintura	m ²	132	0,61	81,00
* Instalação hidráulica	gl	-	-	724,00
<u>*Canal de fuga</u>				
*Raspagem e limpeza	m ³	26	1,80	47,00
*Escavação de rocha a fogo sem transporte	m ²	428	15,72	6.728,00
*Preparo de fundação	m ²	100	1,54	154,00

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

Usina : PCH - Iauaretê

Potência : 600 kW

Rio : Papurí

Custos referidos a : maio / 1997

Cidade / Estado : Iauaretê / AM

Moeda : Real [R\$]

Discriminação	Und	Quant.	Custo (R\$)	
			Unitário	Total
<u>* Subestação</u>				
* Raspagem	m ³	220	1,80	396,00
* Escavação de rocha a fogo sem transporte	m ³	1.210	15,72	19.021,00
* Preparo de fundação	m ²	100	1,54	154,00
* Concreto armado				
* concreto	m ³	20	118,90	2.378,00
* forma	m ²	250	7,23	1.808,00
* armadura	kg	1.600	1,64	2.624,00
<u>* Desvio do rio</u>				
* Ensecadeira				
* aterro	m ³	484	1,06	513,00
<u>* Canteiro e acampamento</u>				
* Almojarifado, escritório e dormitórios	m ²	400	47,64	19.056,00
* Transporte de equipamento de serviços	gl	-	6.849,00	6.849,00
Equipamentos mecânicos				
<u>* Grade</u>				
* Custo FOB	gl	-	33.695,00	33.695,00
* Transporte	gl	-	3.992,00	3.992,00
* Montagem	gl	-	2.697,00	2.697,00
<u>* Stop-log</u>				
* Custo FOB	gl	-	17.330,00	17.330,00
* Transporte	gl	-	1.922,00	1.922,00
* Montagem	gl	-	1.300,00	1.300,00
<u>* Comporta</u>				
* Custo FOB	gl	-	72.332,00	72.332,00
* Transporte	gl	-	8.517,00	8.517,00
* Montagem	gl	-	7.237,00	7.237,00
<u>* Pórtico</u>				
* Custo FOB	gl	-	5.000,00	5.000,00
* Transporte	gl	-	550,00	550,00
* Montagem	gl	-	456,00	456,00

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

Usina : PCH – Iauaretê

Potência : 600 kW

Rio : Papuri

Custos referidos a : maio / 1997

Cidade / Estado : Iauaretê /AM

Moeda : Real [R\$]

Discriminação	Und	Quant.	Custo (R\$)	
			Unitário	Total
* <u>Ponte rolante</u>				
* Custo FOB	gl	-	9.998,00	9.998,00
* Transporte	gl	-	2.565,00	2.565,00
* Montagem	gl	-	918,00	918,00
* <u>Monovia e talha</u>				
* Custo FOB	gl	-	1.639,00	1.639,00
* Transporte	gl	-	349,00	349,00
* Montagem	gl	-	293,00	293,00
* <u>Extintores de incêndio</u>	gl	-	678,00	678,00
* <u>Bomba de esvaziamento</u>	gl	-	2.502,00	2.502,00
* <u>Turbinas e reguladores de velocidade</u>				
* Custo FOB	gl	-	390.603,00	390.603,00
* Transporte	gl	-	41.735,00	41.735,00
* Montagem	gl	-	18.614,00	18.614,00
* <u>Multiplicadores de velocidade</u>				
* Custo FOB	gl	-	21.384,00	21.384,00
* Transporte	gl	-	2.436,00	2.436,00
* Montagem	gl	-	1.238,00	1.238,00
Equipamentos e instalações elétricas				
* <u>Subestação elevadora</u>				
* Transformador		2	-	-
* Custo FOB	gl	-	6.320,00	12.640,00
* Transporte	gl	-	1.060,00	2.120,00
* Montagem	gl	-	1.800,00	3.600,00
* Religador		1	-	-
* Custo FOB	gl	-	19.576,00	19.576,00
* Transporte	gl	-	2.909,00	2.909,00
* Montagem	gl	-	5.342,00	5.342,00
* <u>Chaveamento</u>		2	-	-
* custo FOB	gl	-	3.853,00	7.706,00
* transporte	gl	-	394,00	788,00
* montagem	gl	-	378,00	756,00

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

Usina : PCH – Iauaretê

Potência : 600 kW

Rio : Papuri

Custos referidos a : maio / 1997

Cidade / Estado : Iauaretê / AM

Moeda : Real [R\$]

Discriminação	Und	Quant.	Custo (R\$)	
			Unitário	Total
* Quadro de comando e proteção		1	-	-
* custo FOB	gl	-	24.174,00	24.174,00
* transporte	gl	-	1.247,00	1.247,00
* montagem	gl	-	6.595,00	6.595,00
* Instalações		-	-	-
* custo FOB	gl	-	26.717,00	26.717,00
* transporte	gl	-	3.976,00	3.976,00
* montagem	gl	-	7.282,00	7.282,00
* <u>Casa de força</u>				
* Gerador		3	-	-
* custo FOB	gl	-	23.121,00	69.363,00
* transporte	gl	-	1.449,00	4.347,00
* montagem	gl	-	6.243,00	18.729,00
* Cubículo de manobra		2	-	-
* custo FOB	gl	-	21.143,00	42.286,00
* transporte	gl	-	1.060,00	2.120,00
* montagem	gl	-	5.768,00	11.536,00
* Quadro de comando		2	-	-
* custo FOB	gl	-	13.585,00	27.170,00
* transporte	gl	-	701,00	1.402,00
* montagem	gl	-	4.322,00	8.644,00
* Carregador, retificador e baterias		1	-	-
* custo FOB	gl	-	12.973,00	12.973,00
* transporte	gl	-	1.427,00	1.427,00
* montagem	gl	-	4.021,00	4.021,00
* Instalações		-	-	-
* custo FOB	gl	-	32.883,00	32.883,00
* transporte	gl	-	1.942,00	1.942,00
* montagem	gl	-	10.472,00	10.472,00
* <u>Linha de transmissão</u>				
* custo FOB	gl	10 km	8.760,00	87.600,00
* transporte	gl	-	-	-
* montagem	gl	-	-	-
* <u>Sistema de comunicação</u>	gl	-	-	10.307,00

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

Usina : PCH – Iauaretê

Potência : 600 kW

Rio : Papurí

Custos referidos a : maio / 1997

Cidade / Estado : Iauaretê / AM

Moeda : Real [R\$]

Discriminação	Und	Quant.	Custo (R\$)	
			Unitário	Total
Administração do proprietário	gl	-	-	12.783,00
Engenharia de projeto	gl	-	-	22.376,00
Total parcial	gl	-	-	<u>1.512.360,00</u>
Eventuais (15%)	gl	-	-	226.854,00
Sub-total (total do orçamento)	gl	-	-	<u>1.739.214,00</u>
Juros durante a construção (5%)	gl	-	-	86.961,00
Total geral	gl	-	-	<u>1.826.175,00</u>
Custo índice (R\$/kW)	gl	-	-	3.043,62

19 ANÁLISE SÓCIO-ECONÔMICA

19.1 Generalidades

A implantação da PCH de Iauaretê tem por finalidade básica, entre outras, substituir integralmente a PCT de 540 kVA, cujo custo de operação e manutenção (incluindo os gastos com óleo diesel) é da ordem de R\$ 0,279 kWh (Ref. CEAM de maio/97).

Além desse alto custo de geração, a energia está disponível apenas dezoito (18) horas por dia, o que inibe o desenvolvimento de atividades industriais básicas (por exemplo: serrarias, olarias, etc).

Desta forma, a entrada em operação da PCH traz dois importantes benefícios: o primeiro, de ordem econômica, implicará na substituição de uma fonte de energia térmica, que utiliza derivados de petróleo (diesel), por uma fonte energética natural e abundante (energia hidráulica), com consequentes reflexos positivos na redução da importação de petróleo; o segundo, de caráter nitidamente social, proporcionará melhoria da qualidade de vida da população local que usufruirá da energia a ser produzida.

19.2 Reavaliação da potência instalada

Sendo a vazão firme no local da ordem de 89 m³/s, suficiente para uma potência instalada da ordem de 6.000kW (o que estaria muito acima da exigência do mercado), o critério adotado para determinar a potência foi o de substituir a PCT existente de 540 kVA por uma PCH de característica equivalente em termos de potência instalada e em número de unidades, mantendo-se com isto o nível de confiabilidade hoje existente.

Assim, chegou-se a uma potência instalada de 600 kW (03 unidades de 200 kW) , considerando um horizonte de projeto de 20 anos como o mais adequado, conforme análises comparativas feitas nos estudos energéticos.

19.3 Análises dos índices econômico-energéticos

19.3.1 Custo da potência instalada (R\$/kW)

Calculados os investimentos totais, com data base de maio/97, o CPI resultante mostra-se muito favorável, especialmente tratando-se de região amazônica.

$$\text{CPI} = \text{Investimento (R\$)} / \text{Potência Instalada (kW)}$$

$$\text{CPI} = \text{R\$ } 3.043,62/\text{kW}$$

19.3.2 Custo da energia gerada (R\$/kWh)

O custo da energia gerada pela PCH foi calculado segundo a fórmula do manual ELETROBRÁS/DNAEE.

$$CEG = \frac{C_i \times FRC + P \times COM}{8.760 \times E_f}$$

Nesse cálculo considerou-se:

- Custo do investimento (C_i) igual a R\$ 1.826.175,00
- O fator de recuperação de capital (FRC) foi determinado admitindo-se uma vida útil de 50 anos e uma taxa de desconto de 10% a.a.
- Custo de operação e manutenção ($P \times COM$) igual a 1% do investimento, ou seja, R\$ 18.262,00/ano.
- $E_f = 510$ kW

OBS.: A energia firme que a PCH poderá produzir estará limitada unicamente pelo fator de disponibilidade da usina, não dependendo da descarga, pois é muito superior à necessária para gerar a potência instalada ($Q_f = 89$ m³/s superior a $Q_{pi} = 16$ m³/s).

Portanto,

$$E_f = PI \times FD$$

FD = fator de disponibilidade

$$FD = (1 - TEIF) \times (1 - IP)$$

onde:

TEIF = taxa equivalente de indisponibilidade forçada

IP = taxa de indisponibilidade programada.

Considerando que o local previsto para a usina é de difícil acesso, admite-se que o tempo necessário para a manutenção será bem elevado.

Nesse caso considerou-se que, em média, as unidades geradoras da PCH estariam indisponíveis em 15% do ano, resultando um fator de disponibilidade de 85%.

Dessa forma o CEG da PCH de Iauaretê é de R\$ 0,045/kWh que, em se tratando de uma PCH, viabilizaria o empreendimento em qualquer região do Brasil.

Além disso, a região de Iauaretê é hoje atendida por uma PCT cujo custo da energia gerada é da ordem de R\$ 0,279/kWh, muito superior ao CEG da PCH, o que mostra a viabilidade econômica da substituição daquela PCT pela PCH.

19.4 Análise econômica

A taxa interna de retorno (TIR) indica a rentabilidade de um empreendimento. Numa análise econômica, utilizando esse critério, a TIR tem que ser superior à taxa de oportunidade de capital para que o empreendimento seja atrativo.

A ELETROBRÁS/DNAEE, no caso específico das PCH's, consideram que o projeto é "aceitável" do ponto de vista econômico-financeiro se a TIR for igual ao rendimento das cadernetas de poupança. Nestas análise, admitindo moeda constante, a TIR deverá ser igual ou superior a 12% a.a.

Vê-se, portanto, que nas três hipóteses analisadas as TIR estão bem acima do valor mínimo, demonstrando um excelente desempenho econômico-financeiro do empreendimento.

O empreendimento é, também, economicamente interessante sob o aspecto do valor atual líquido (VAL), que é positivo para qualquer taxa de desconto menor que a TIR.

19.5 Avaliação social

A implantação de energia elétrica na região implica em melhoria da qualidade de vida da população, quer pelo aumento da produção e da atividade econômica na área, quer pelas facilidades de que essa população poderá, doravante, usufruir.

A economia de óleo diesel acarretará alívio de pressões sobre o balanço de pagamentos do país, o que lhe dá não apenas conotação econômica, mas também social.

Outros benefícios de caráter social advirão com a oferta de energia elétrica mais abundante e mais barata.

É o caso, por exemplo, de melhorias nas condições de iluminação (doméstica e pública), nas condições de saúde e saneamento e de outros fatores que proporcionarão melhoria da qualidade de vida na região.

ANEXO I
QUADROS E TABELAS

QUADRO 4.1

SONDAGENS EXECUTADAS NO SÍTIO DA PCH DE IAUARETÊ

Nº FURO	PROFUNDIDADE (m)	TIPO DE SOLO
ST01	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Impenetrável à rocha aflorante
ST02	0,00 - 0,20 0,20 - 0,40 0,40	Camada vegetal Areia média a grossa, amarelada Nível d'água
ST03		Rocha aflorante
ST04	0,00 - 0,20 0,20 - 0,30 0,30	Camada vegetal Areia fina a média, pouco argilosa, amarelada Nível d'água
ST05	0,00 - 0,20 0,20 - 0,60 0,60	Camada vegetal Areia média, pura, amarela Rocha aflorante
ST06	0,00 - 0,20 0,20 - 1,20 1,20	Camada vegetal Areia média, argilosa, amarela Nível d'água
ST07	0,00 - 0,20 0,20 - 0,40 0,40	Camada vegetal Argila arenosa, amarela Impenetrável à rocha aflorante
ST08	0,00 - 0,20 0,20 - 1,00 1,00	Camada vegetal Argila arenosa, amarela Impenetrável à rocha aflorante
ST09	0,00 - 0,20 0,20 - 1,20 1,20	Camada vegetal Argila arenosa, amarela Rocha aflorante
ST10	0,00 - 0,20 0,20 - 1,50 1,50	Camada vegetal Argila arenosa, amarela Impenetrável à rocha aflorante e nível d'água

QUADRO 4.1

SONDAGENS EXECUTADAS NO SÍTIO DA PCH DE IAUARETÊ

Nº FURO	PROFUNDIDADE (m)	TIPO DE SOLO
ST11	0,00 - 0,20 0,20 - 0,80 0,80	Camada vegetal Argila arenosa, amarela Impenetrável à rocha aflorante
ST12	0,00 - 0,10 0,10	Camada vegetal Rocha aflorante
ST13	0,00 - 0,20 0,20 - 1,00	Camada vegetal Areia fina média, amarela, siltosa e nível d'água
ST14	0,00 - 0,20 0,20 - 1,00 1,00	Camada vegetal Areia fina média, argilosa Impenetrável à rocha aflorante
ST15	0,00 - 0,20 0,20 - 0,80 0,80	Camada vegetal Argila fina à média, silto-argilosa Impenetrável à rocha aflorante e nível d'água
ST16	0,00 - 0,20 0,20 - 0,60 0,60	Camada vegetal Areia média à grossa, amarela Impenetrável à rocha aflorante e nível d'água
ST17	0,00 - 0,20 0,20 - 0,60 0,60	Camada vegetal Areia fina à média, silto-argilosa Impenetrável à rocha aflorante
ST18	0,00 - 0,10 0,10	Camada vegetal Impenetrável à rocha aflorante
ST19	0,00 - 0,10 0,10	Camada vegetal Impenetrável à rocha aflorante
ST20	0,00 - 0,20 0,20 - 0,70 0,70	Camada vegetal Argila média à grossa, silto-argilosa Impenetrável à rocha aflorante

QUADRO 4.1

SONDAGENS EXECUTADAS NO SÍTIO DA PCH DE IAUARETÊ

Nº FURO	PROFUNDIDADE (m)	TIPO DE SOLO
ST21	0,00 - 0,10 0,10 - 0,30 0,30	Camada vegetal Areia fina à média, silto-argilosa amarela Impenetrável à rocha aflorante
ST22		Rocha aflorante
ST23	0,00 - 1,00	Areia argilosa e nível d'água
ST24	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Rocha aflorante
ST25	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Rocha aflorante
ST26	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Rocha aflorante
ST27	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Rocha aflorante
ST28	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal Rocha aflorante
ST29	0,00 - 0,10 0,10	Camada vegetal Rocha aflorante
ST30	0,00 - 0,30 0,30	Camada vegetal Rocha aflorante
ST31	0,00 - 0,40 0,40	Camada vegetal Rocha aflorante
ST32	0,00 - 0,40 0,40	Camada vegetal Rocha aflorante

QUADRO 4.1

SONDAGENS EXECUTADAS NO SÍTIO DA PCH DE IAUARETÊ

Nº FURO	PROFUNDIDADE (m)	TIPO DE SOLO
ST33	0,00 - 0,20 0,20 - 0,60 0,60	Camada vegetal Areia argilosa, amarela Rocha aflorante e nível d'água
ST34	0,00 - 0,30 0,30	Camada vegetal Rocha aflorante
ST35	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal e areia média Rocha aflorante
ST36	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal e areia média Rocha aflorante
ST37	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal e areia média Rocha aflorante
ST38	0,00 - 0,20 0,20	Camada vegetal e areia média Rocha aflorante

QUADRO 4.2

SONDAGENS EXECUTADAS NA JAZIDA DE SOLO

Nº FURO	PROFUNDIDADE (m)	TIPO DE SOLO
JS01	0,00 - 0,10 0,10 - 1,50 1,50 - 3,00 3,00 - 3,20	Camada vegetal Areia argilosa, amarela Argila siltosa, avermelhada Silte arenoso, esbranquiçado (solo saprolítico)
JS02	0,00 - 0,10 0,10 - 1,50 1,50 - 3,00	Camada vegetal Areia argilosa, amarela Argila areno-siltosa, avermelhada com seixos de quartzo e nível d'água
JS03	0,00 - 0,10 0,10 - 1,00 1,00 - 1,10	Camada vegetal Areia grossa Impenetrável à rocha aflorante e nível d'água
JS04	0,00 - 0,20 0,20 - 2,00 2,00 - 3,40	Camada vegetal Areia média, pouco siltosa Areia grossa, argilosa e nível d'água
JS05	0,00 - 0,20 0,20 - 2,50	Camada vegetal Areia média, argilosa, pouco siltosa, amarela e nível d'água
JS06	0,00 - 0,20 0,20 - 2,50	Camada vegetal Areia argilosa, amarelada e nível d'água
JS07	0,00 - 0,20 0,20 - 1,70 1,70 - 1,80	Camada vegetal Areia silto-argilosa Impenetrável à rocha aflorante e nível d'água
JS08	0,00 - 0,20 0,20 - 2,00	Camada vegetal Areia argilosa, amarela e nível d'água

Tabela 6.1

Previsão da evolução da demanda

Ano	Potência de ponta [kW] (1)	Consumo [kWhx10 ³] (2)
1999	101	501
2000	133	699
2001	173	910
2002	207	1088
2003	227	1194
2004	238	1251
2005	250 (3)	1315
2006	263	1383
2007	276	1452
2008	289	1520
2009	304	1599
2010	319	1678
2011	335	1762
2012	352	1851
2013	369	1941
2014	388	2040
2015	407	2141
2016	428	2251
2017	449	2361
2018	472	2482
2019	495	2603

Notas:

- 1) Acréscimo das instalações do Exército e o início de funcionamento do hospital foram considerados a partir de 1999;
- 2) Fator de carga médio considerado: 0,6;
- 3) Foi considerada uma maior taxa de crescimento da demanda maior, nos seis (06) primeiros anos após a implantação da PCH.

QUADRO 7.1

QUADRO COMPARATIVO DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS ANALISADAS

$E_t = 510 \text{ kW}$
 $P = 600 \text{ kW}$

Custos referidos a maio de 1997
 Custos em R\$

ITENS	ALTERNATIVAS ANALISADAS		
	TURBINAS FRANCIS CAIXA ABERTA		III: TUBULAR TIPO "S"
	I: 4 TURBINAS	II: 3 TURBINAS	2 TURBINAS
OBRAS CIVIS	313.872,00	354.571,00	288.069,00
MECÂNICA	826.265,00	649.980,00	969.650,00
ELÉTRICA	423.233,00	472.650,00	368.797,00
ADM. PROPRIETÁRIO	12.783,00	12.783,00	12.783,00
ENGENHARIA DE PROJETO	22.376,00	22.376,00	22.376,00
SUB-TOTAL	1.598.529,00	1.512.360,00	1.661.675,00
EVENTUAIS (15%)	239.779,00	226.854,00	249.251,00
TOTAL DO ORÇAMENTO	1.838.308,00	1.739.214,00	1.910.926,00
JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO (1 ANO - 5%)	91.915,00	86.961,00	95.546,00
TOTAL GERAL	1.930.223,00	1.826.175,00	2.006.472,00
CUSTO ÍNDICE R\$ / kW	3.217,03	3.043,62	3.344,12
CUSTO ENERGIA GERADA (R\$ / kWh)	0,048	0,045	0,049

PCH DE IAURARETÊ

CEAM

FICHA TÉCNICA

1. IDENTIFICAÇÃO DO APROVEITAMENTO

DENOMINAÇÃO: PCH DE IAURARETÊ
PROPRIETÁRIO: CEAM - COMPANHIA ENERGETICA DO AMAZONAS
FINALIDADE: SERVIÇO PÚBLICO <input checked="" type="checkbox"/> USO EXCLUSIVO <input type="checkbox"/>

2. LOCALIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO

BACIA E SUB-BACIA HIDROGRAFICA (DNAEE): BACIA 1 – SUB-BACIA 14	
CURSO D'ÁGUA: RIO PAPURÍ	
COORD. GEOG.: LAT.0° 38' N	MUNICÍPIO DA MARGEM DIREITA: SAO GABRIEL-BR
LONG. 69° 09' W	MUNICÍPIO DA MARGEM ESQUERDA: COLÔMBIA

3. CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

POTÊNCIA INSTALADA (kW) 600	ORÇAMENTO: MAIO/97
R\$/kW: 3.043,62	1 U\$ = R\$ 1,05

4. DADOS DO PROJETO

ÁREA DE DRENAGEM:	4.928 km ²
VAZÃO MÉDIA (PERÍODO: 10 ANOS)	399 m ³ /s
VAZÃO MÁXIMA MÉDIA MENSAL:	685 m ³ /s
VAZÃO MÍNIMA MÉDIA MENSAL:	89 m ³ /s
VAZÃO DE ENCHENTE (TR: 500 ANOS)	
VAZÃO FIRME (95%)	89 m ³ /s
VAZÃO MÁXIMA TURBINADA	16 m ³ /s
QUEDA LÍQUIDA MÁXIMA	5,00 m
NÍVEL MÁXIMO NORMAL	98,60 m
BARRAGEM	TIPO:
	ALTURA MÁXIMA:
	COMPRIMENTO TOTAL DE CRISTA:
	VOLUME TOTAL:

5. DETALHE DAS UNIDADES

UNID.	TURBINAS		GERADORES			INÍCIO DE OPERAÇÃO
	TIPO	POTÊNCIA(CV)	TENSÃO(V)	POTÊNCIA(kW)	F.P.	
03	FRANCIS CAIXA ABERTA ROTOR DUPLO	288	380	200	0,92	1999

Notas: 1-A pequena central, terá um total de três (3) turbinas tipo Francis caixa aberta rotor duplo e igual número de geradores nas potências e tensões mencionadas no item 5.

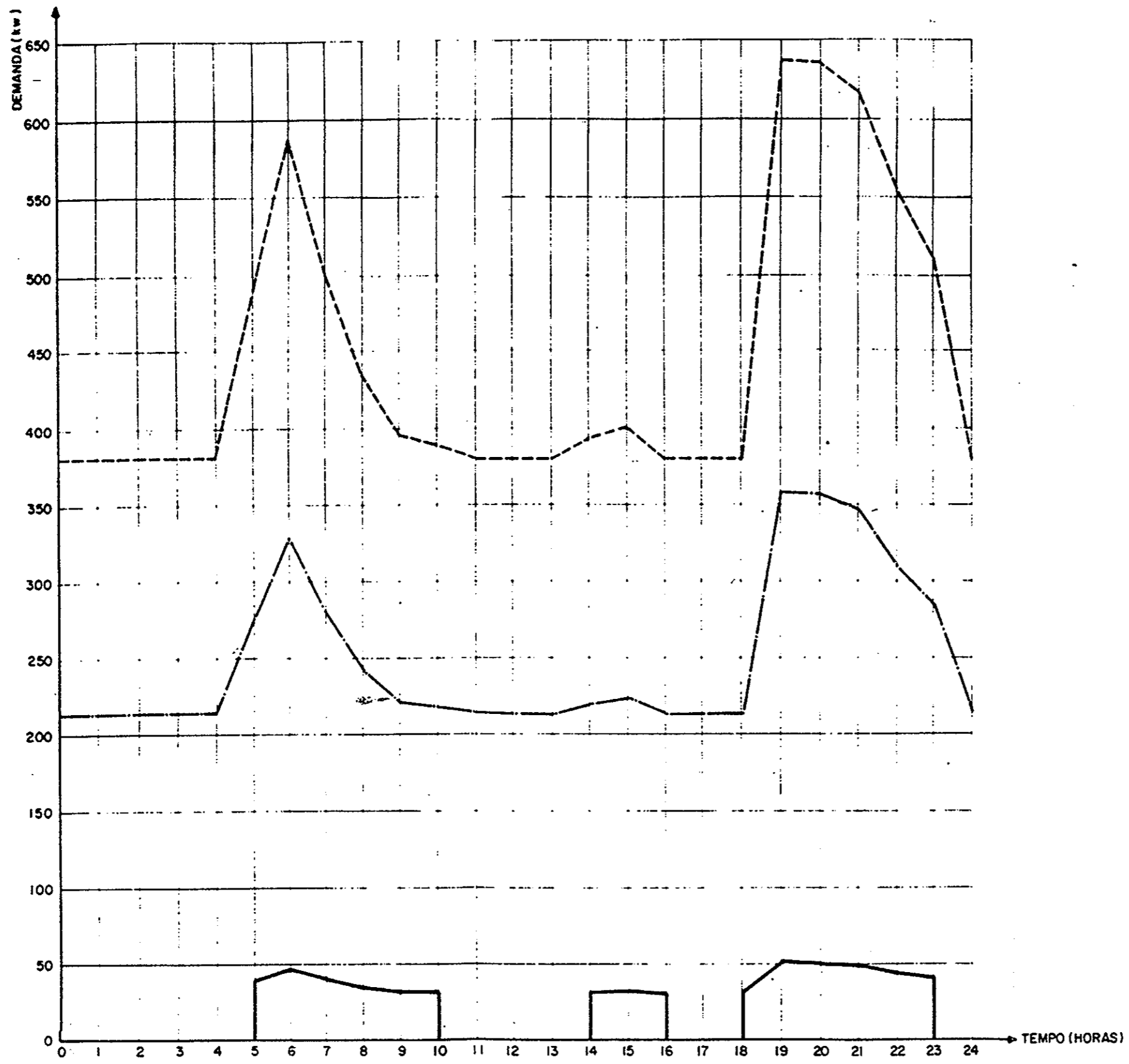
2-A potência de 600 kW mencionada no item 3 acima, é a prevista em projeto.

3-A margem esquerda do curso d'água é território estrangeiro (Colômbia).

RELAÇÃO DE DESENHOS

Item	T í t u l o	Número
1	Localização e Acesso	H1849B-P001
2	Hidrologia - Gráficos	H1849B-P002
3	Levantamento Topográfico	
	Planta Plani-altimétrica da Área do Projeto	T1849G-P001
4	Mapa e Perfil Geológico-Geotécnico	S1849-P001
5	Curva de Demanda Diária Típica	H1849B-P003
6	Arranjo Geral das Estruturas	H1849B-P004
7	Casa de Força - Planta e Corte	H1849B-P005
8	Ensecadeiras - Tomada D'água - Casa de Força Planta, Seções e Fachada	H1849B-P006
9	Diagrama Unifilar de Medição e Proteção	N1849H-P100
10	Diagrama Unifilar de Serviços Aux. CA	E1849E-P001
11	Diagrama Unifilar de Serviços Aux. CA Cargas Essenciais	E1849E-P002
12	Diagrama Unifilar de Serviços Aux. CC	E1849E-P003
13	Arranjo Equipamento Externo-Planta	N1849H-P001
14	Arranjo Equipamento Externo-Corte AA	N1849H-P002
15	Arranjo Equipamento Externo-Cortes BB, CC e DD	N1849H-P003
16	Linha de Transmissão 13,8 kV	N1849H-P200
17	Cronograma de Construção	H1849B-P007

ANEXO II
DESENHOS

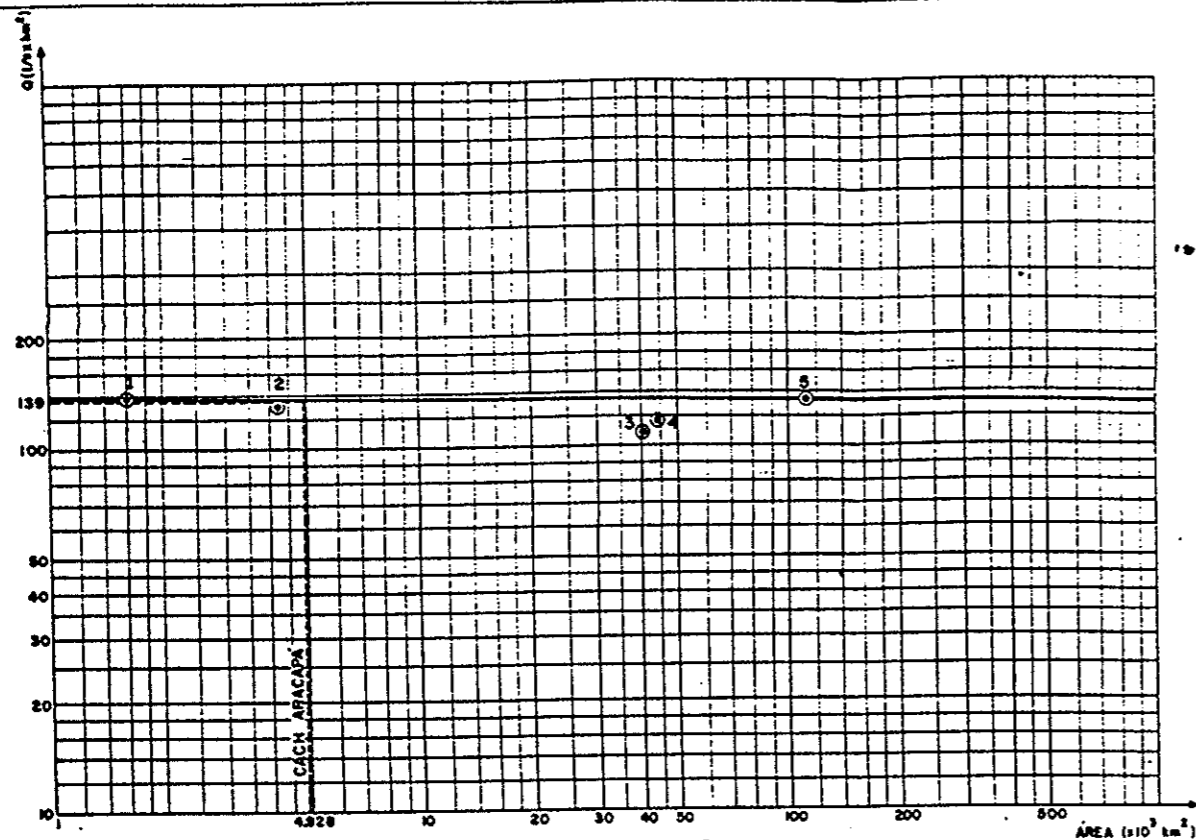


- - - - - ANO: 2010
 DEMANDA MÁXIMA: 639,0 kW (PCH)
 - · - · - ANO: 2000
 DEMANDA MÁXIMA: 357,0 kW (PCH)
 ——— ANO: 1988
 DEMANDA MÁXIMA: 67,0 kW (PCT)

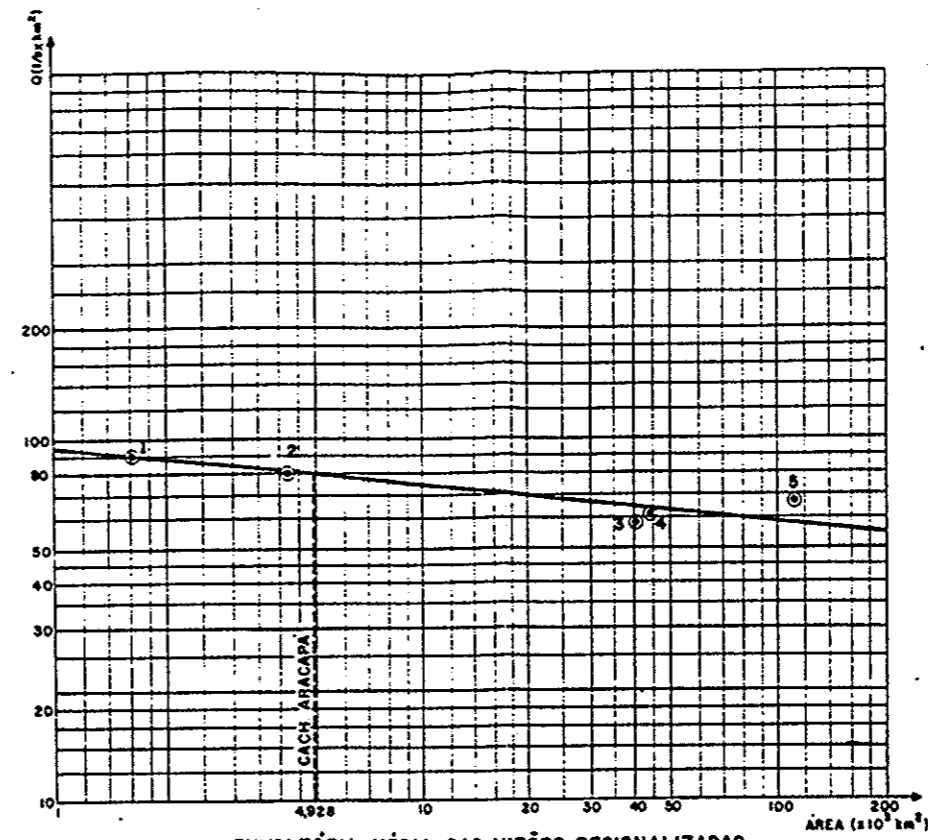
DATA	
QUANTIDADE	
PREÇO	
TOTAL	

DISTRIBUICAO AUTOMATICA DE CUBAS

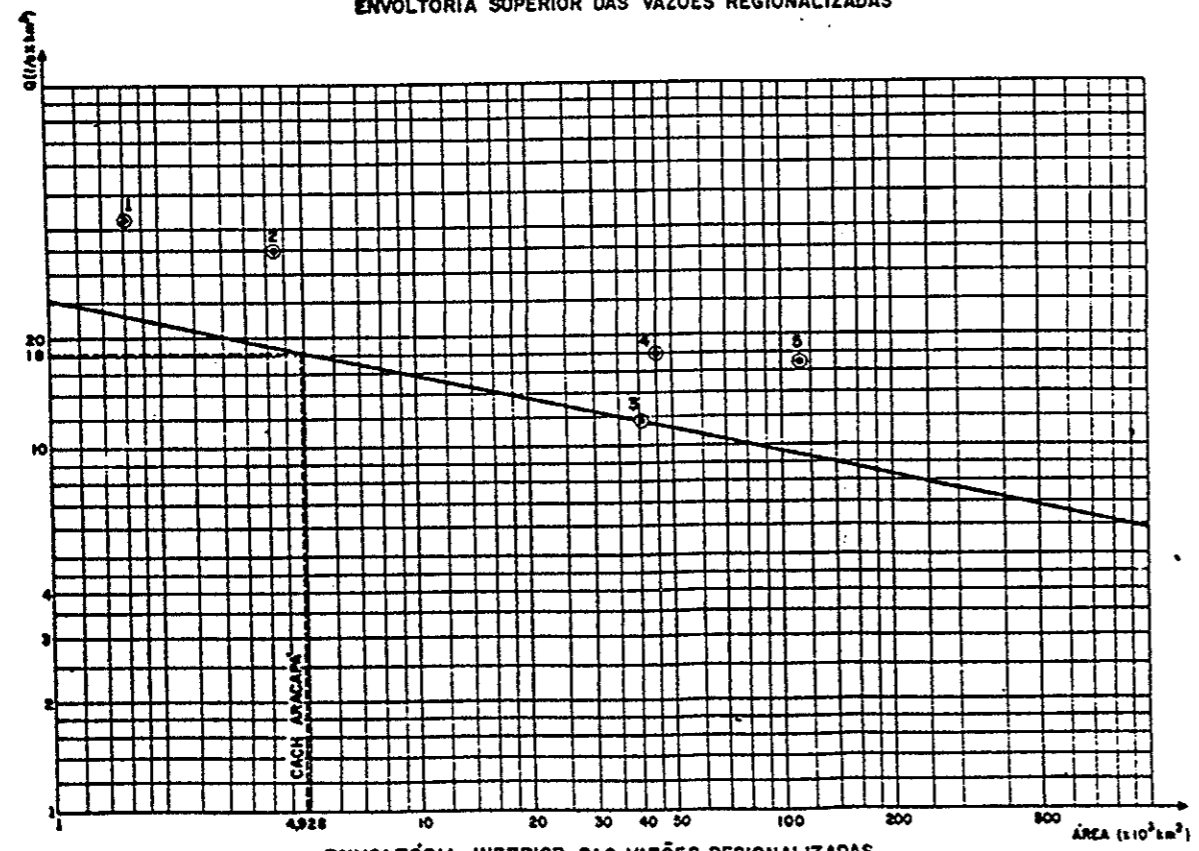
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES	APP	VER	 DIVISÃO DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS	PCH DE IAUARETÊ ESTUDO E PROJETO CURVA DE DEMANDA DIÁRIA TÍPICA	
				PROJ	VISTO	REP		REP	
				DES	APROV	CONF		DATA	H18498-PO03



ENVOLTÓRIA SUPERIOR DAS VAZÕES REGIONALIZADAS




ENVOLTÓRIA MÉDIA DAS VAZÕES REGIONALIZADAS

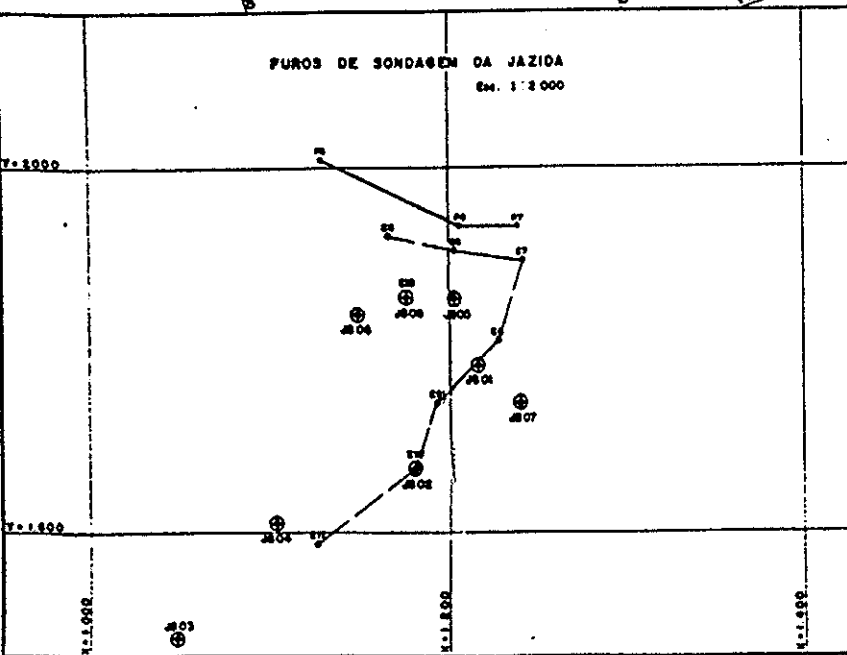
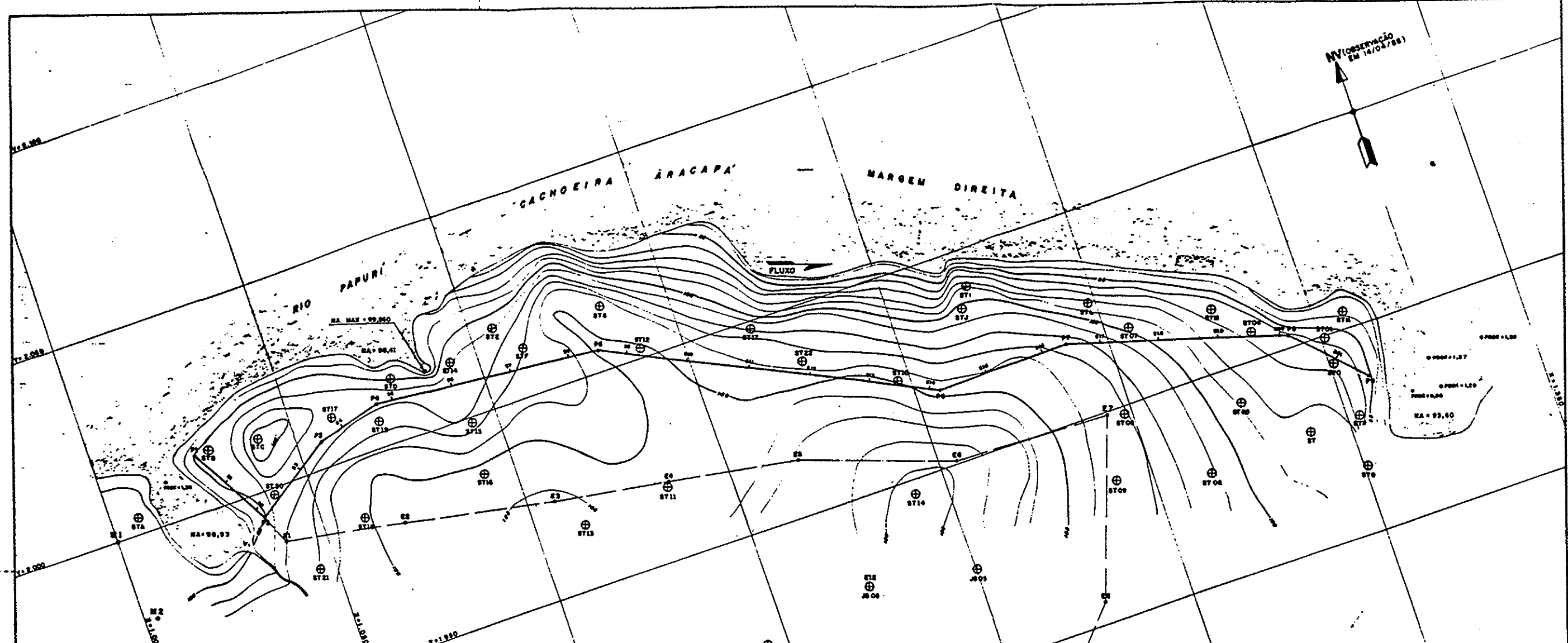


ENVOLTÓRIA INFERIOR DAS VAZÕES REGIONALIZADAS (COM 95% DE PERMANÊNCIA)

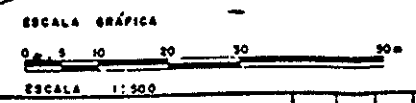
- POSTOS
 1 - PARI CACHOEIRA
 2 - CUNURÍ
 3 - UARACU
 4 - TARAQUÁ
 5 - SÃO FELIPE

REVISÃO	DATA

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADOR	 COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAPÁ DIVISÃO DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS	PCH DE IAUARETÊ					
						PROJ.	VISTO	ESTUDO E PROJETO			
						DES.	APROV.		HIDROLOGIA		
					CONP.	DATA	IMPONENTE	Nº PROJ. H1849B - P002	ESC. 1/ESCALA	PL. 1/1	GRÁFICOS




- CONVENÇÕES**
- M1 - MARCO TOPOGRÁFICO
 - P1 - VÉRTICE DE POLIGONAL PRINCIPAL
 - S2 - SEÇÃO TRANSVERSAL
 - E1 - VÉRTICE DE POLIGONAL DAS SONDAGENS



NOTAS:
 1. MEDIDAS E COTAS EM METROS
 2. OBSERVAÇÃO SOLAR EM 14/04/88

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES.	APROV.

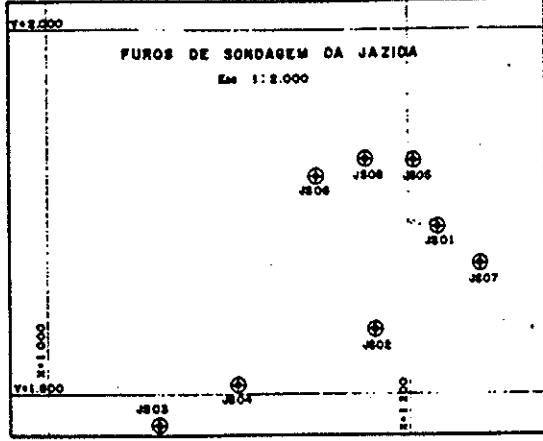
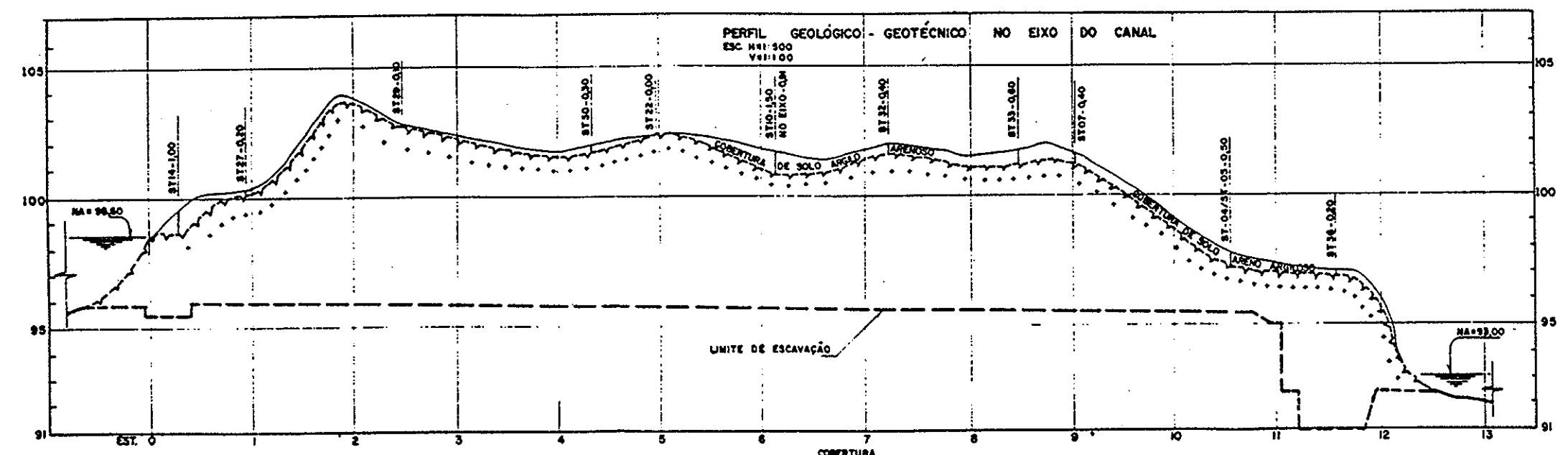
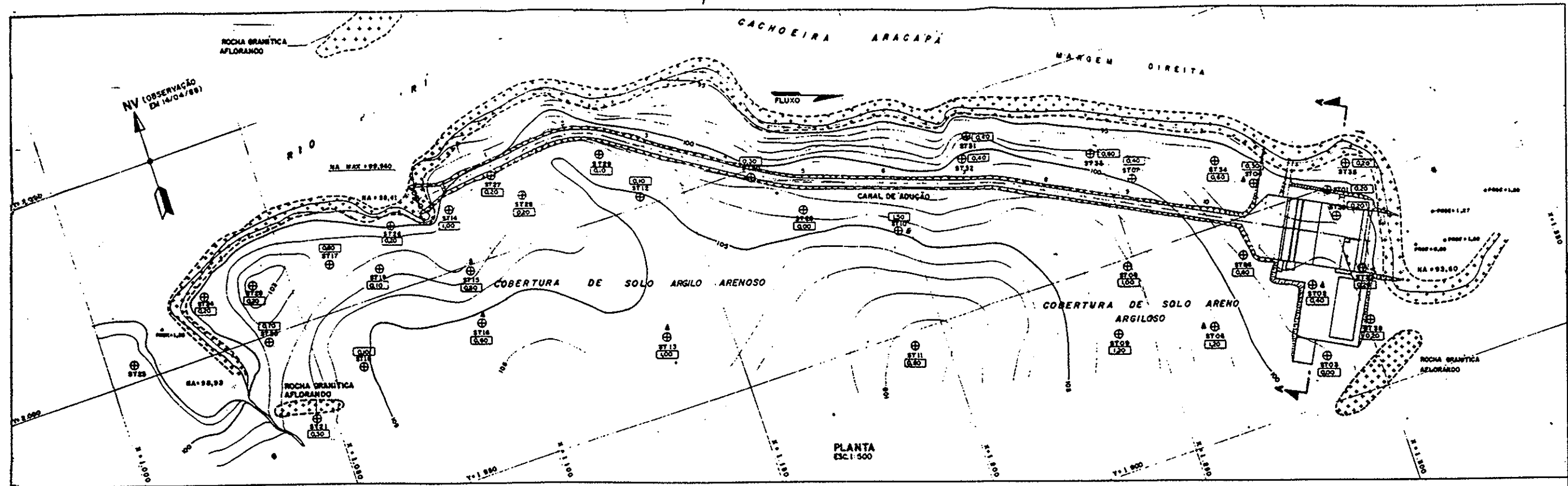


CEAD
 COMPANHIA ENERGETICA DO AMAZONAS

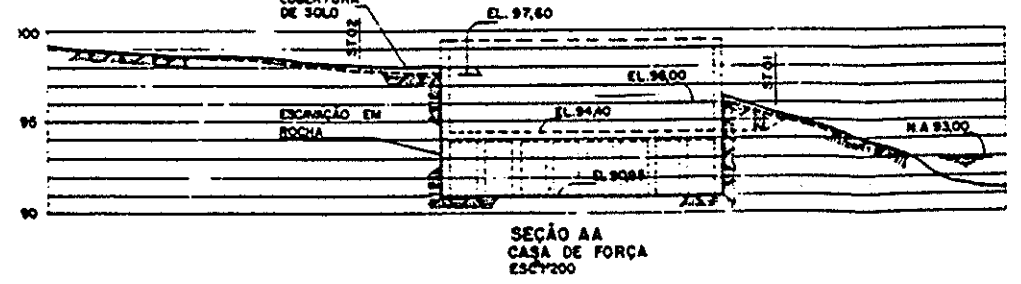
DIVISÃO DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

PCH DE IAUARETÉ
 ESTUDO E PROJETO
 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO
 PLANTA PLANI-ALTIMÉTRICA DA ÁREA DO PROJETO

PROJ.	VISTO	Nº CLIENTE	Nº PROJ. T1849G-POOI	ESC. INDICADA	F. 1/1
DES.	APROV.				
CORR.	DATA				



- CONVENÇÕES:**
- ⊕ - SONDAEM A TRADO NO SÍTIO DO MCH.
 - ⊕ - SONDAEM A TRADO NA JAZIDA DE SOLO.
 - 0.20 - PROFUNDIDADE DA ROCHA.
 - ⊙ - ROCHA GRANÍTICA AFLORANDO.
 - ▲ - TOPO ROCHOSO ALTERADO DURO.
 - ▲ - PRESEÇA DE NÍVEL D'ÁGUA NO FUNDO DA SONDAEM.
 - - - CONTACTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO APROXIMADO.
- PRINCIPAIS DIREÇÕES DE FRATURAS VERTICAIS DO MACIÇO ROCHOSO QUE DEVERÃO OCORRER DURANTE A ESCAVAÇÃO.



NOTAS

1.-COTAS EM METRO.

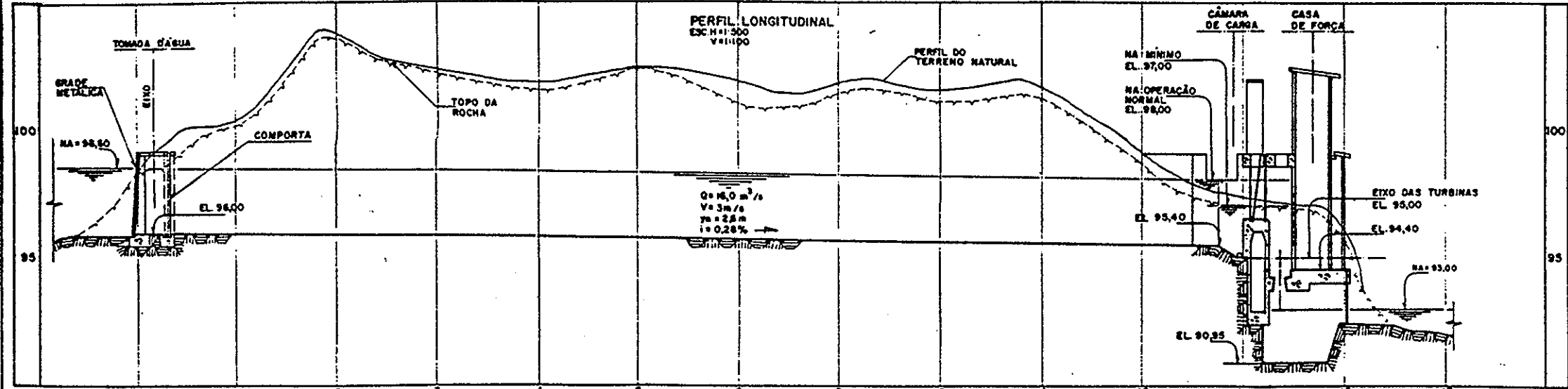
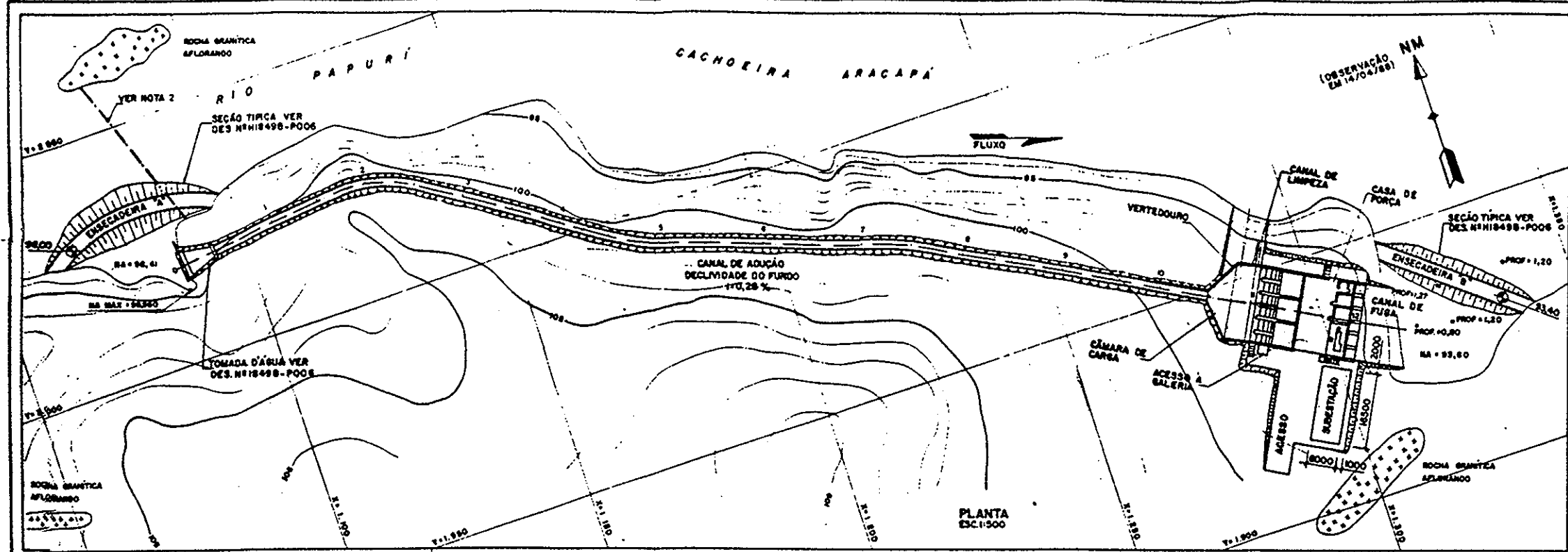
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADO

CNE
COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAZONAS

DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

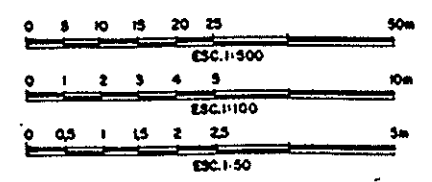
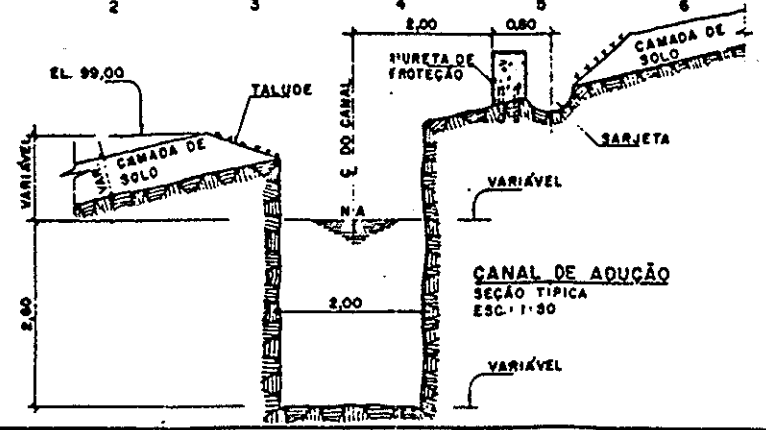
PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
MAPA E PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

NR PROJ: S1849D - P001 | ESC: INOCADA | FL: 1/1



REFERÊNCIA:
Levantamento topográfico - planta
plani-altimétrica des. Nº T18496-PO01

NOTAS:
1-Elevações e dimensões em metro.
2-O espigão de gabiões deverá ser locado procurando-se tirar proveito das partes elevadas, de forma a ter o seu comprimento e altura minimizados.



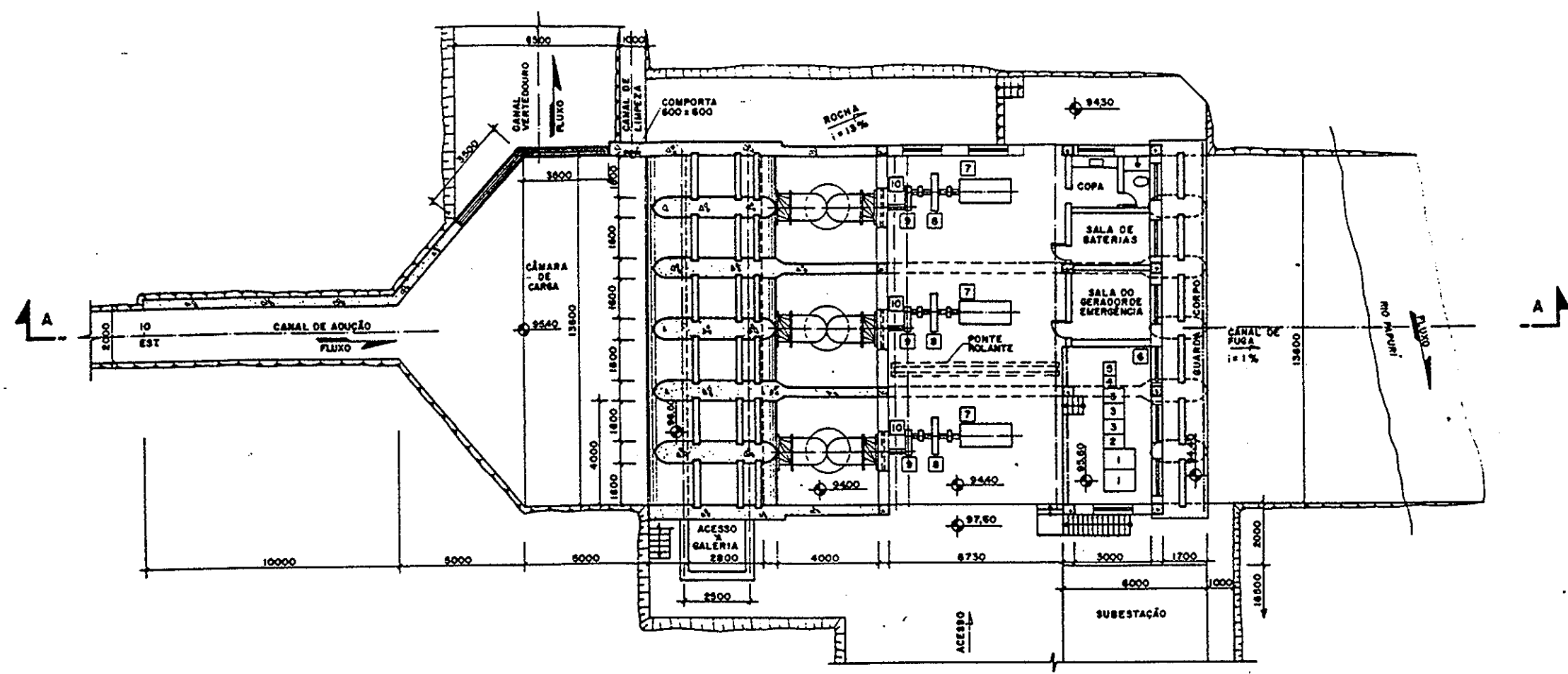
ESTACA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADO



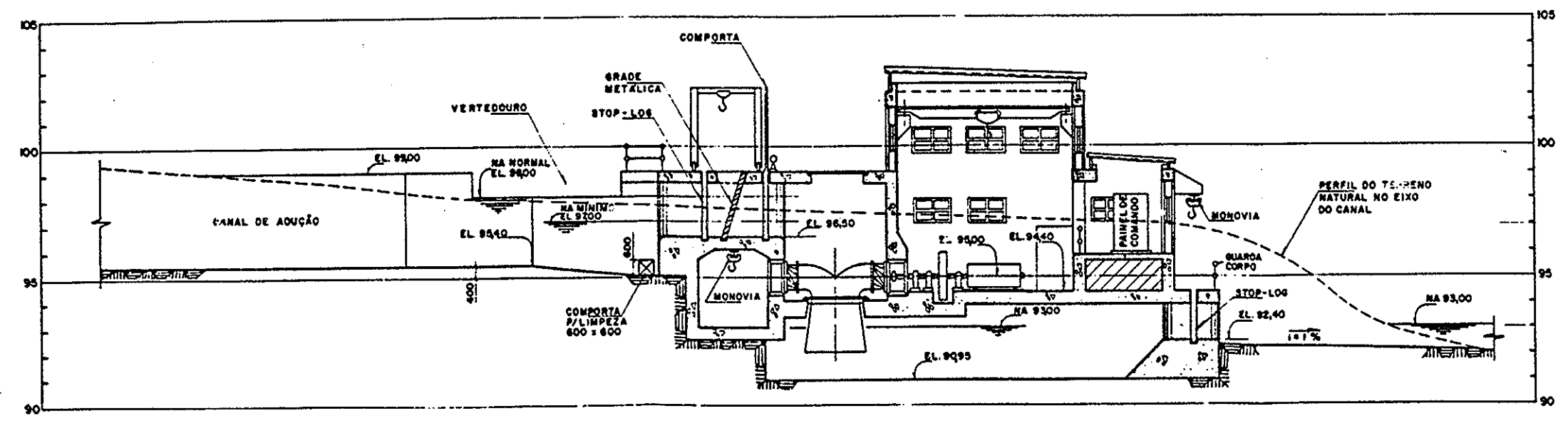
PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
ARRANJO GERAL DAS ESTRUTURAS

H1849B-PO04 ESC. INOCADA 1/1



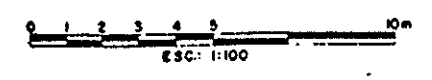
PLANTA ELEVÇÃO 97,00
ESC.: 1:100

- LEGENDA:**
- 1 - Cubículo de manobra.
 - 2 - Quadro de comando das turbinas.
 - 3 - Quadro de comando, controle, medição e proteção.
 - 4 - Quadro de distribuição de CA / CC.
 - 5 - Quadro carregador de baterias.
 - 6 - Transformador de serv. auxiliares.
 - 7 - Cubículo do gerador.
 - 8 - Volante.
 - 9 - Multiplicador.
 - 10 - Regulador de velocidade.



CORTE A-A
ESC.: 1:100

- NOTAS:**
- 1 - Elevações em metro e dimensões em milímetro.



REVISÃO	DATA	PROJ.	DES.	CONF.

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADOR

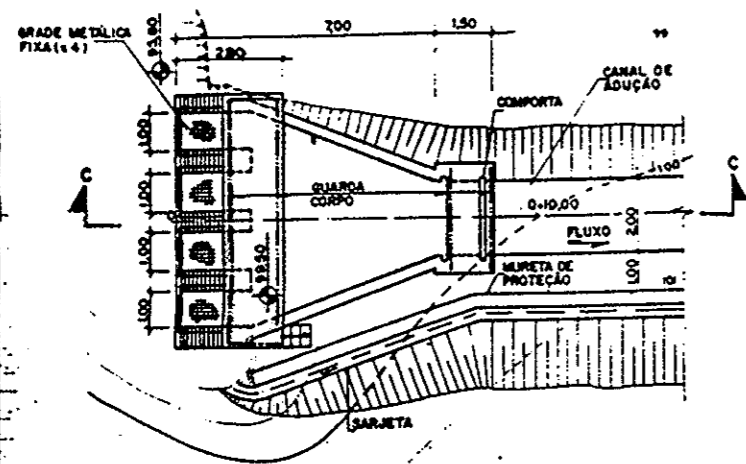
PCH DE IAUARETÉ

ESTUDO E PROJETO
CASA DE FORÇA
PLANTA E CORTE

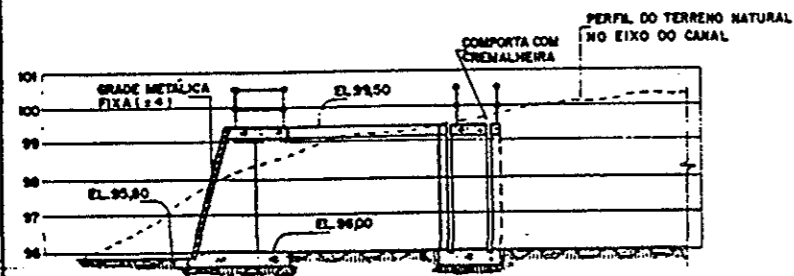
CEM
COMPANHIA ENERGÉTICA DO A.MAZONAS

DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

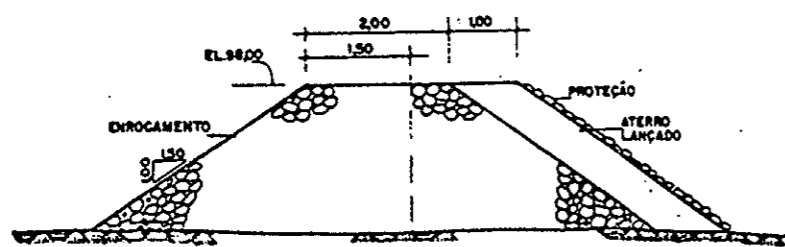
PROJ. H1849B-PO05
TERC. INICIADA 1/1



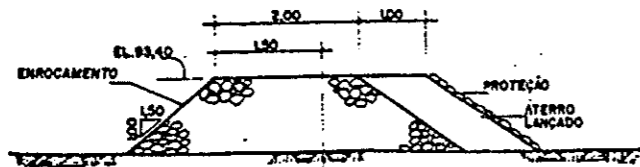
TOMADA D'ÁGUA
PLANTA
ESC. 1:100



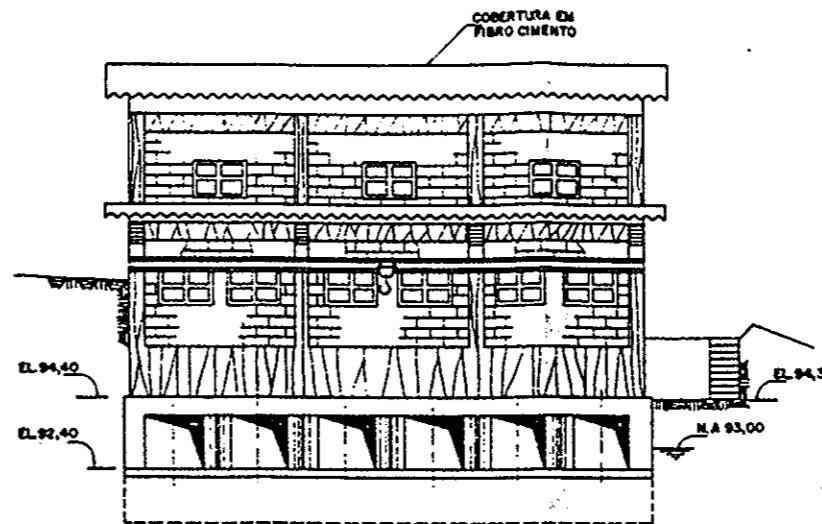
SEÇÃO CC
ESC. 1:100



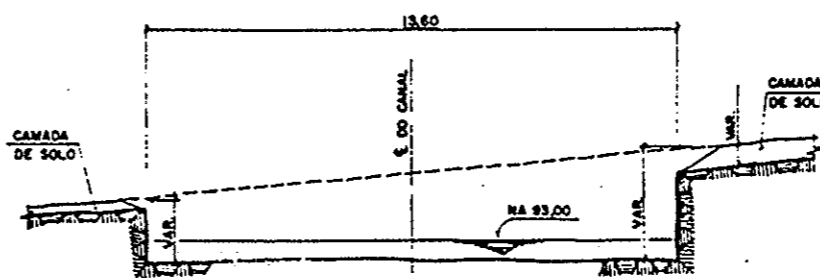
ENSECADEIRA "A"
SEÇÃO TÍPICA
ESC. 1:50



ENSECADEIRA "B"
SEÇÃO TÍPICA
ESC. 1:50



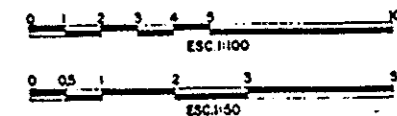
CASA DE FORÇA
VISTA DE JUSANTE
ESC. 1:100



CANAL DE FUGA
SEÇÃO TÍPICA
ESC. 1:100

NOTAS:

- 1- Elevações e dimensões em metro.
- 2- Ver arranjo geral das estruturas no des. Nº1849B-P004.



ESTADO	PROJETO	REVISÃO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADO	PROJ.	VISTO	DES.	APROV.	COM.	BATS.	CLIENTE	Nº PROJ.	ESC.	INDICADA	PL.

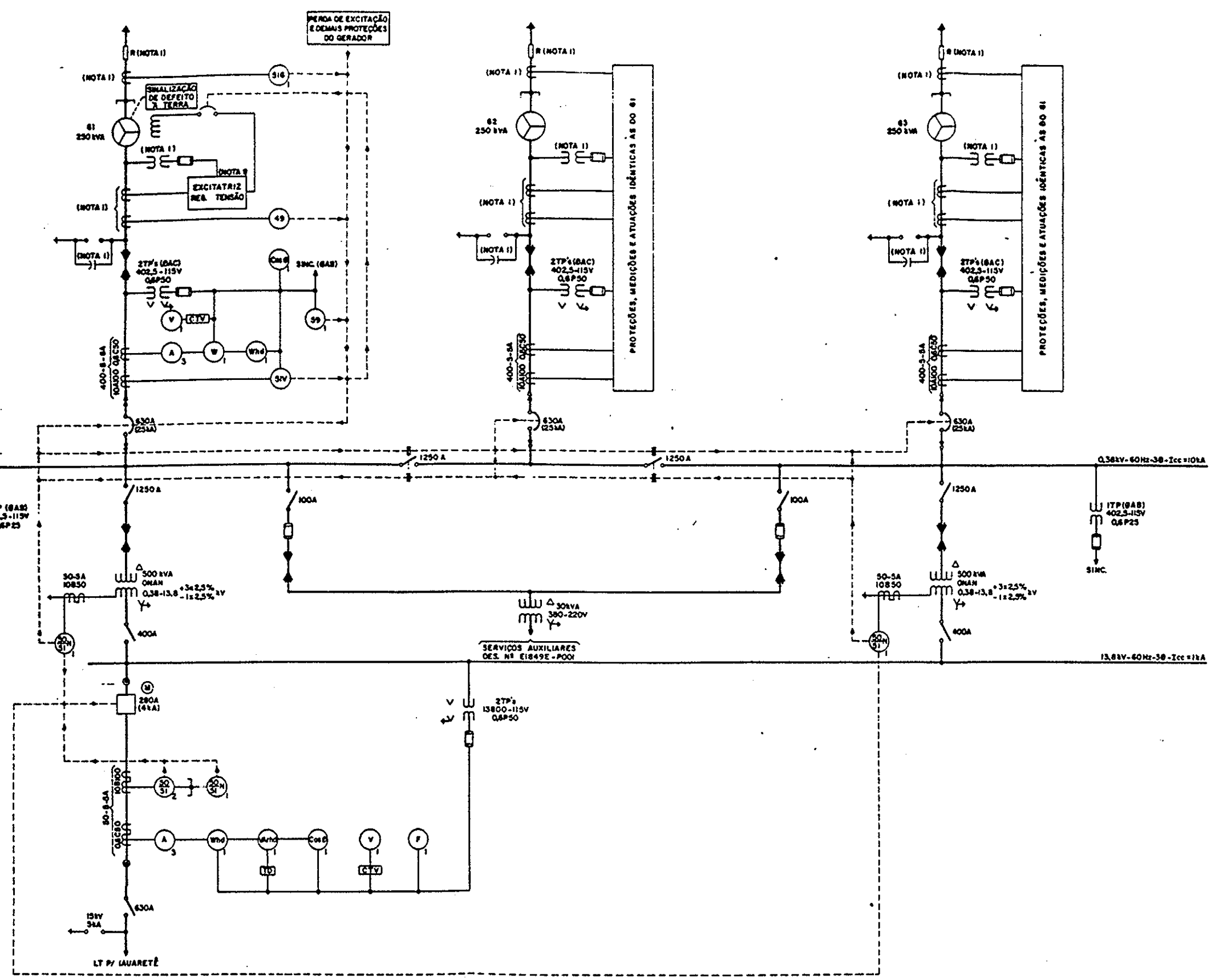
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADO

CEAO
COMPANHIA ENERGETICA DO AMAZONAS

PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
ENSECADEIRAS-TOMADA D'ÁGUA-CASA DE FORÇA
PLANTA, SEÇÕES E FACHADA

DIVISÃO DE ENGENHARIA DE DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

Nº PROJ. H1849B-P006 ESC. INDICADA PL. 1/1




- LEGENDA**
- 516 RELÉ DE SOBRECORRENTE DE TERRA TEMPORIZADO
 - 517 RELÉ DE SOBRECORRENTE INSTANTÂNEO/TEMPORIZADO
 - 51V RELÉ DE SOBRECORRENTE TEMPORIZADO COM RESTRIÇÃO POR TENSÃO
 - 59 RELÉ DE SOBRETENSÃO
 - 49 RELÉ TÉRMICO
 - TD TRANSFORMADOR DEFASADOR
 - M MOTORIZADO
 - R RESISTOR DE ATERRAMENTO
 - F FREQUÊNCÍMETRO
 - Whh FASÍMETRO (FATOR DE POTÊNCIA)
 - A AMPERÍMETRO
 - V VOLTÍMETRO
 - W WATTÍMETRO
 - Whh WATT-HORA COM INDICAÇÃO DE DEMANDA
 - Whh WATT-HORA COM INDICAÇÃO DE DEMANDA
 - CTV CHAVE DE TRANSFERÊNCIA VOLTÍMÉTRICA

DATA	DESCRIÇÃO	PROJ.	REV.

NOTAS
1 - A SER DEFINIDO/DIMENSIONADO PELO FABRICANTE DO GERADOR.
2 - FUTURO

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES.	APR.	VER.



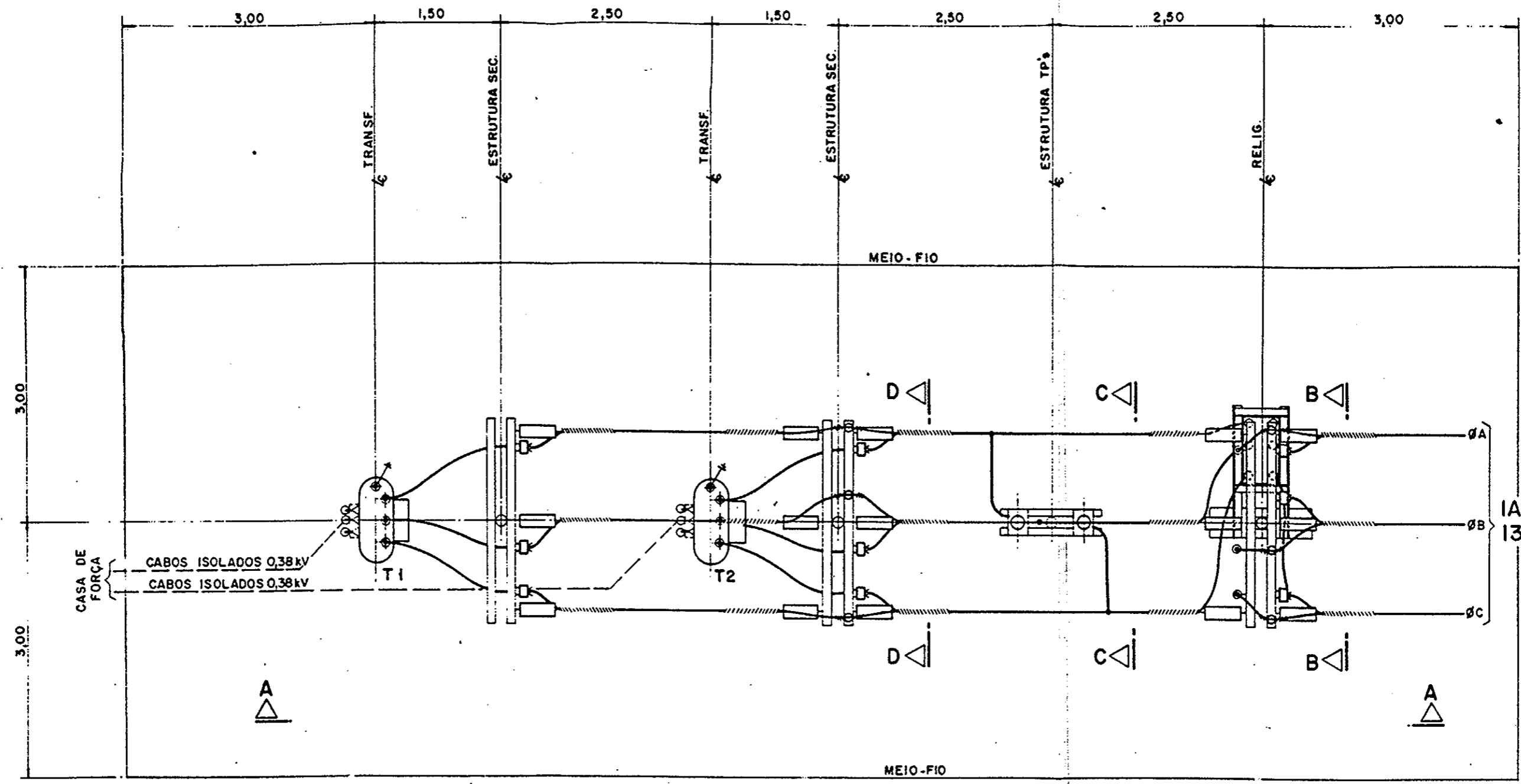
CEM
COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAPÁ

DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

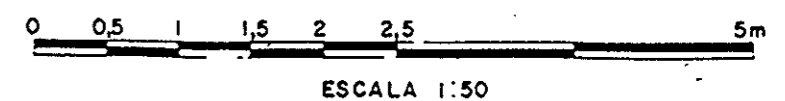
PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
DIAG. UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

PROJ.	VISTO
DES.	APROV.
CONF.	DATA

Nº CLIENTE: _____ Nº PROJ.: N1849H-PI00 ESC: - / 1/1



IAUARETÊ
13,8 kV



DATA	PROJ.	DES.	CONF.
08/04/2009			
DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE CÓPIAS			
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50

NOTAS
1- COTAS EM METRO

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES	APR	VER

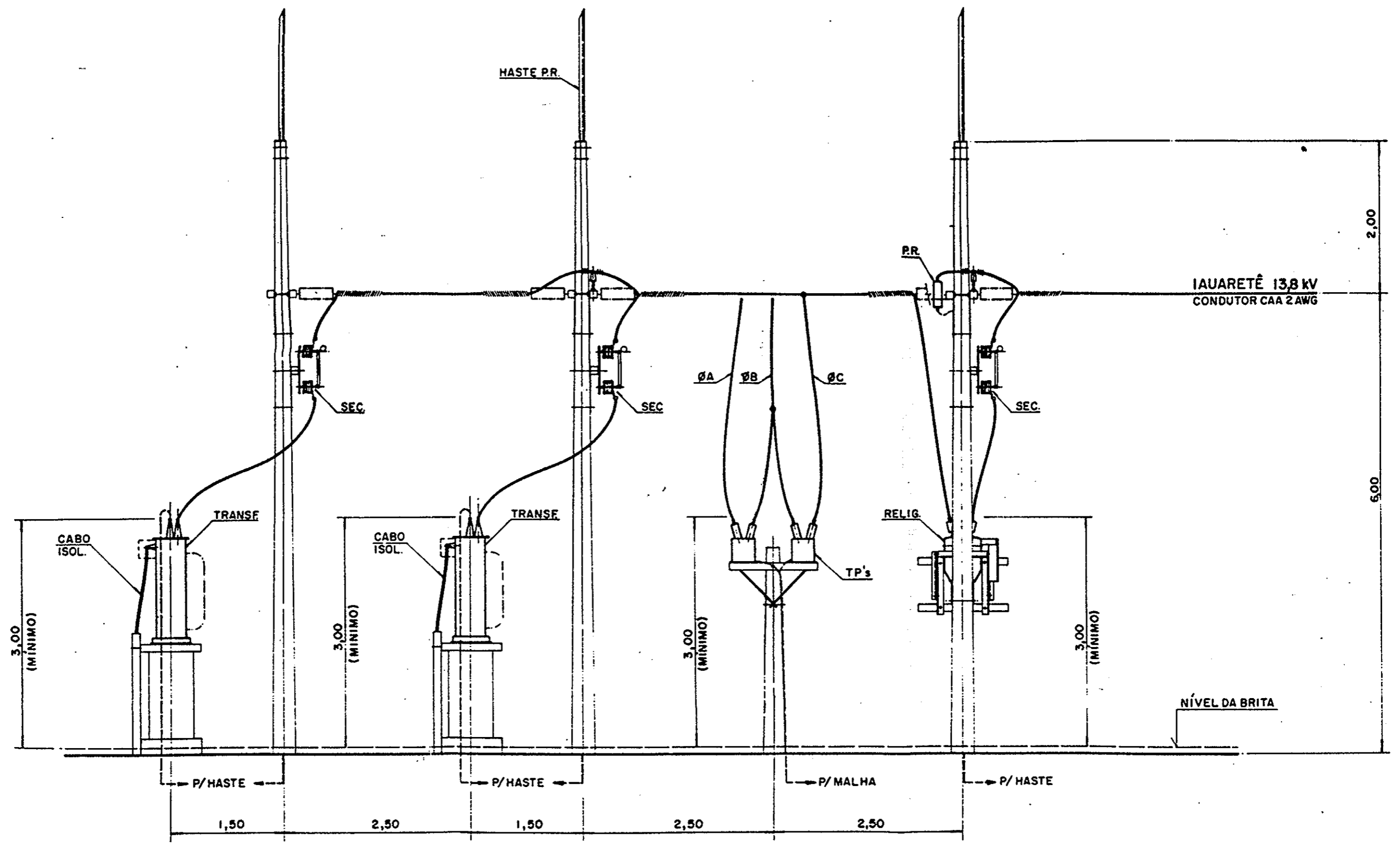
CEAM
COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAPÁ

DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

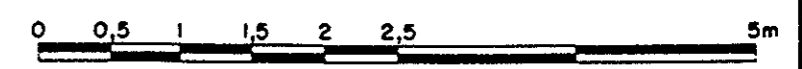
PROJ. VISTO
DES. APROV.
CONF. DATA

PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
ARRANJO DO EQUIPAMENTO EXTERNO
PLANTA

Nº PROJ. N1849H-PO01
PL 1/1



CORTE A-A



ESCALA 1:50

DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE CÓPIAS

NOTAS:
1 - COTAS EM METRO.

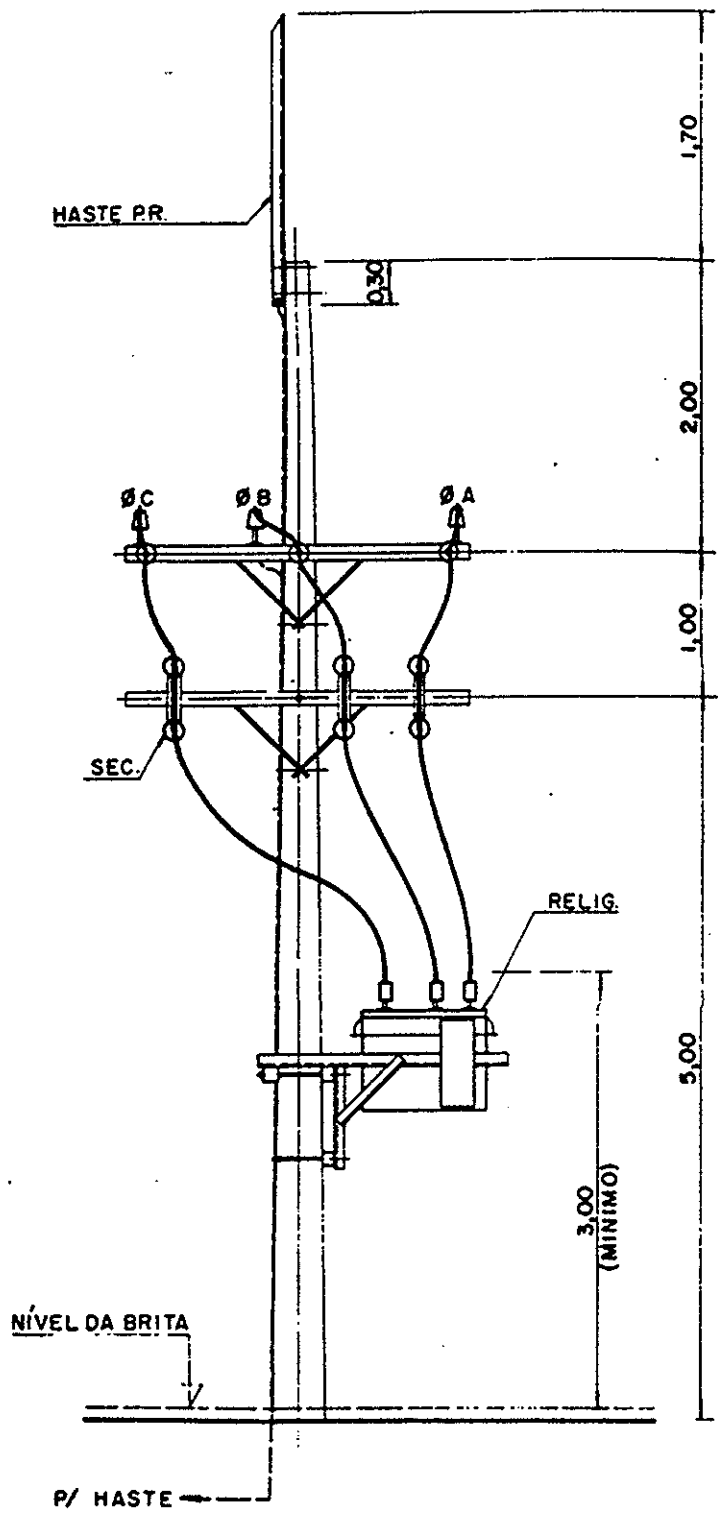
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES	APR	VER



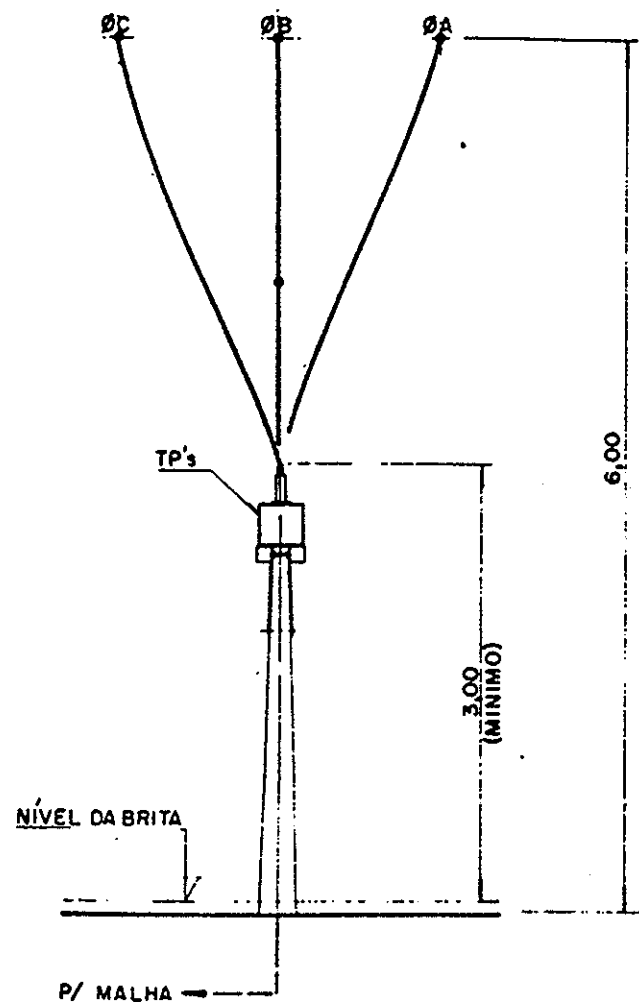
DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
ARRANJO DO EQUIPAMENTO EXTERNO
CORTE AA

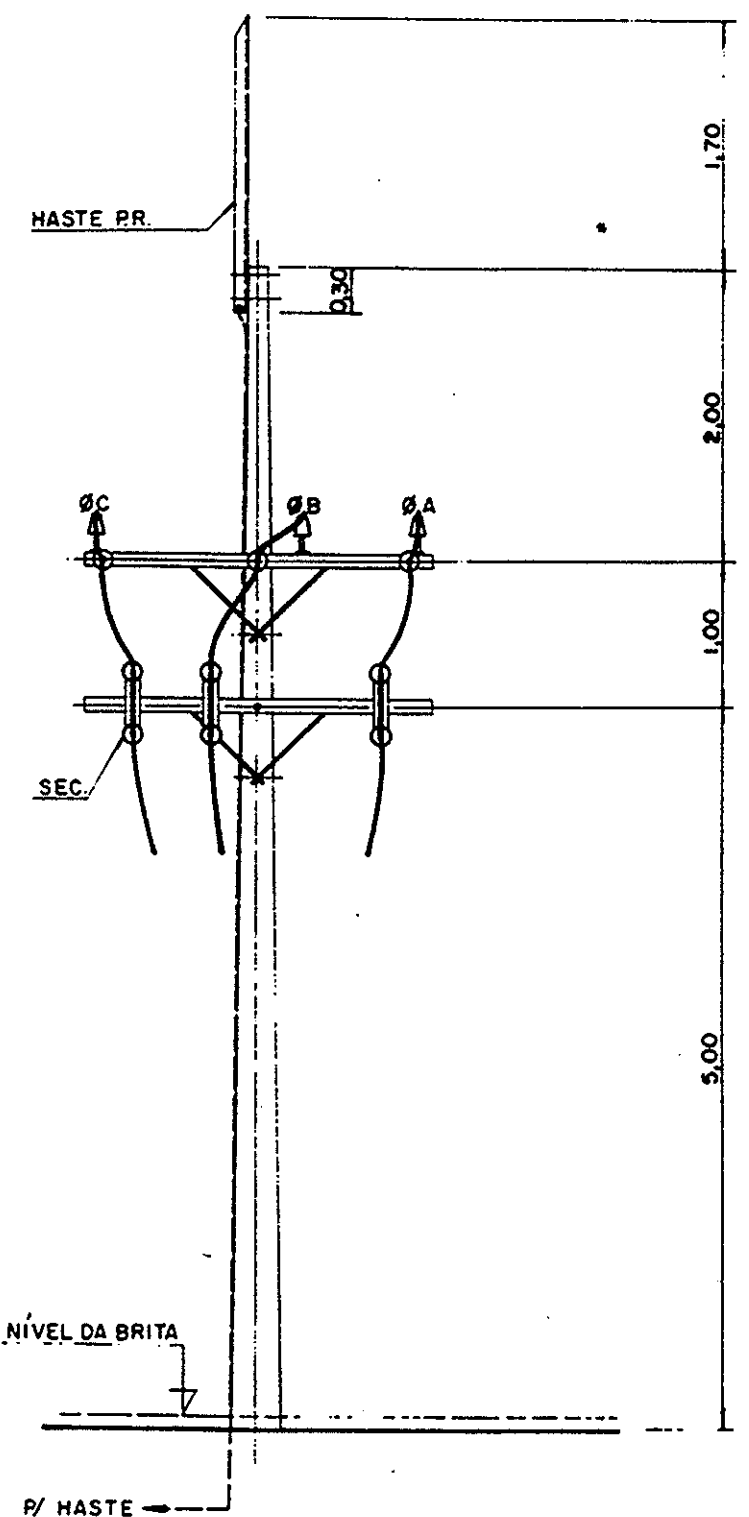
NO PROJ: N1849H-PO02 ESC: 1/1



CORTE B-B



CORTE C-C



CORTE D-D



ESCALA 1:50

REVISÃO	DATA	FEITO POR	PROJETO

NOTAS:
1 - COTAS EM METRO

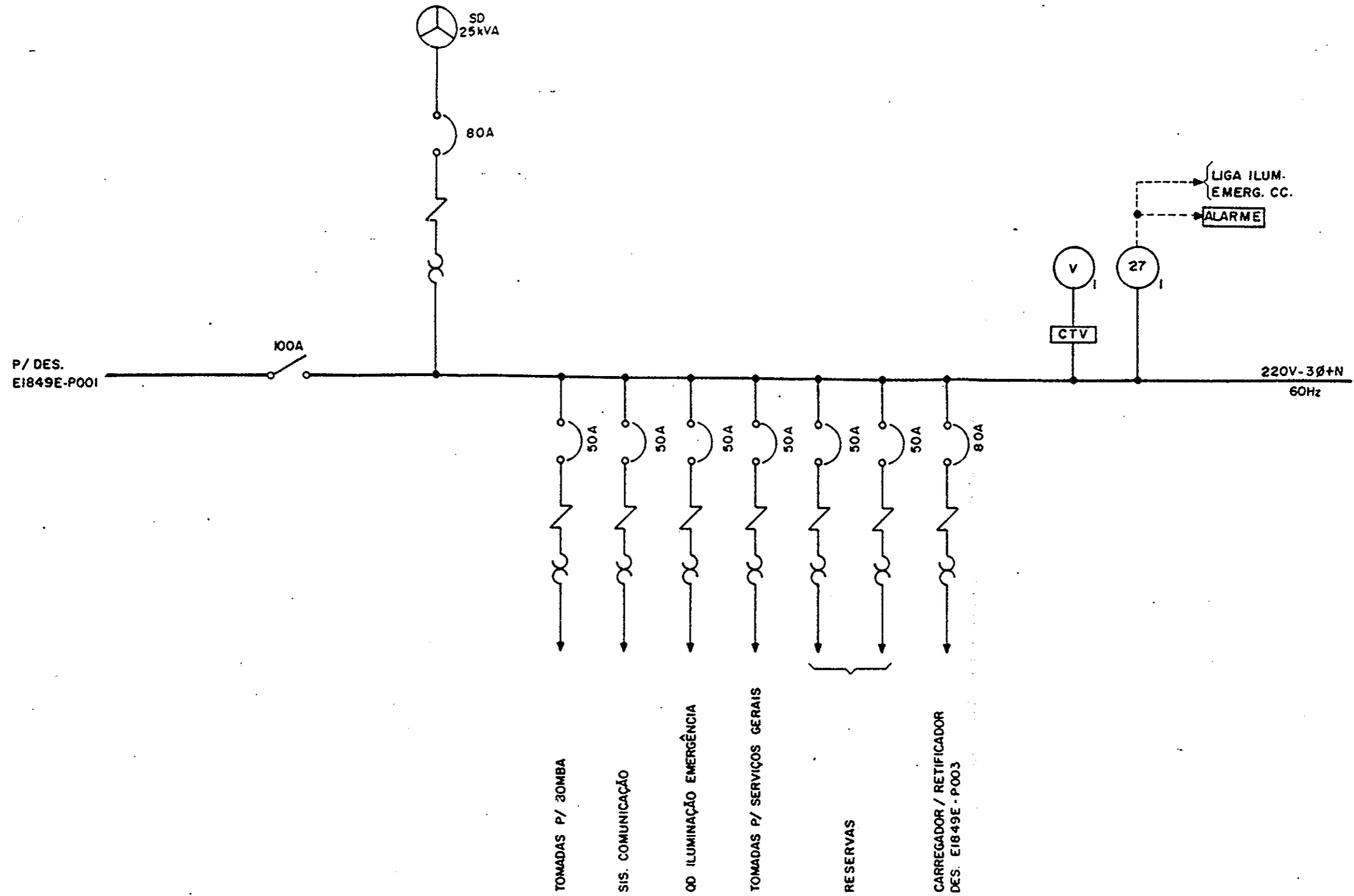
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES	APR.	VER



DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
ARRANJO DO EQUIPAMENTO EXTERNO
CORTES BB, CC e DD

PROJ. N1849H-P003



PROJ.	REV.	DATA	PROJ.	REV.	DATA	TOTAL
DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE CARGAS						
SERVIDOR						

NOTAS:

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES.	APR.	VER.

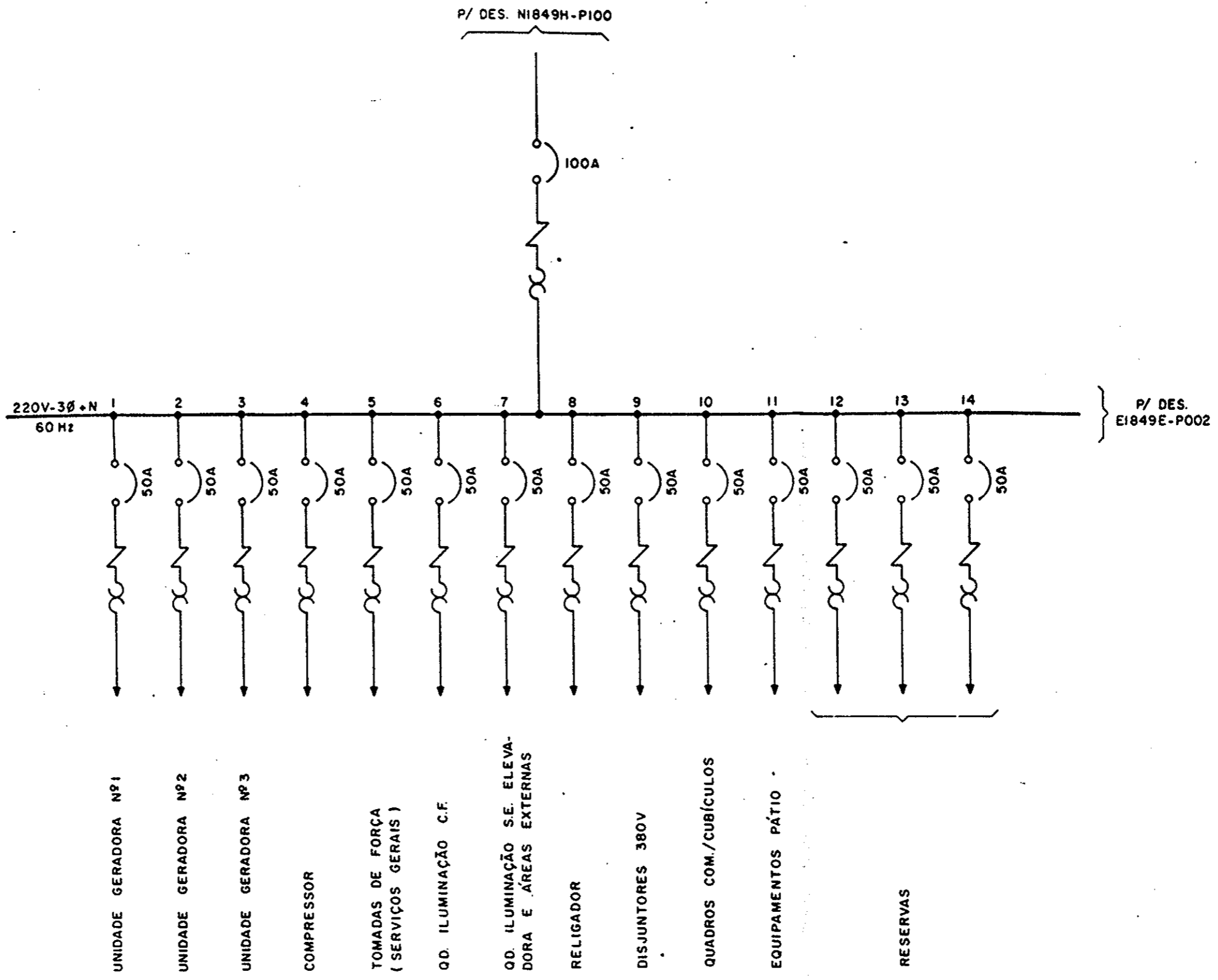
CEAC
COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAPÁ

DIVISÃO DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE CÍTUBOS E PROJETOS

PROJ. VISTO
 DES. APROV.
 CONF. DATA

PCH DE IAUARETÊ
 ESTUDO E PROJETO
 DIAGRAMA UNIFILAR
 SERVIÇOS AUXILIARES C.A.
 CARGAS ESSENCIAIS

DE PROJ. E1849E-P002 ECL - PL. 1/1



REVISÃO	DATA	REVISÃO	DATA	REVISÃO	DATA

NOTAS:

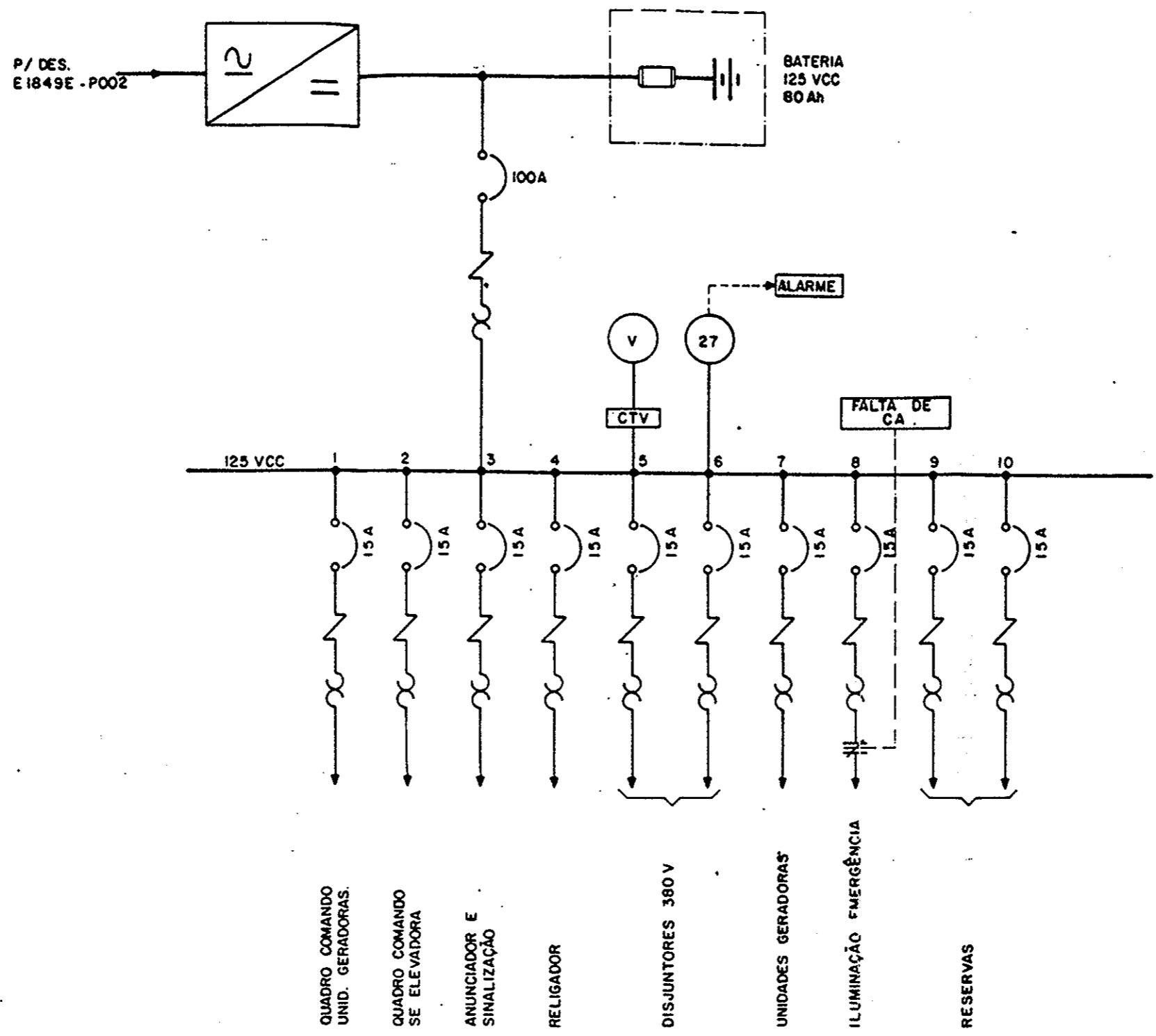
RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES.	APR.	VER.

PROJ.	VISTO
DES.	APROV.
COMP.	DATA

CEA
 COMPANHIA ENERGÉTICA DO AMAPÁ
 DIVISÃO DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

PCH DE IAUARETÊ
 ESTUDO E PROJETO
 DIAGRAMA UNIFILAR
 SERVIÇOS AUXILIARES C.A

Nº PROJ. E1849E - P001 1/1



DATA	REVISÃO	PROJ.	VISTO

NOTAS:

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES.	APR.	VER.

CEAM
CORPORATIVA ENERGÉTICA DO AMAZONAS
DIVISÃO DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS

PCH DE IAUARETÊ
ESTUDO E PROJETO
DIAGRAMA UNIFILAR
SERVIÇOS AUXILIARES C.C

PR PROJ. E1849E - P003
P. 1/1

ITEM	ATIVIDADES	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	ACESSO - INSTAL. DO CANTEIRO E CONSTRUÇÃO DAS CASAS DOS OPERADORES	[Barra horizontal de 1 a 6 meses]											
02	ESPÍLIO DE CABIÓES	[Barra horizontal de 1 a 2 meses]											
03	TOMADA D'ÁGUA	[Barra horizontal de 2 a 3 meses]											
	ESCAVAÇÃO, LIMPEZA E TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES	[Barra horizontal de 2 a 3 meses]											
	CONCRETAGEM	[Barra horizontal de 3 a 4 meses]											
	INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	[Barra horizontal de 4 a 5 meses]											
04	CANAL DE ADUÇÃO	[Barra horizontal de 3 a 4 meses]											
	RASPAGEM SUPERFICIAL	[Barra horizontal de 3 a 4 meses]											
	ESCAVAÇÃO EM ROCHA	[Barra horizontal de 3 a 5 meses]											
05	CÂMARA DE CARBA	[Barra horizontal de 5 a 6 meses]											
	RASPAGEM SUPERFICIAL	[Barra horizontal de 5 a 6 meses]											
	ESCAVAÇÃO EM ROCHA	[Barra horizontal de 8 a 9 meses]											
	CONCRETAGEM	[Barra horizontal de 9 a 10 meses]											
	INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	[Barra horizontal de 9 a 10 meses]											
06	CASA DE FORÇA	[Barra horizontal de 6 a 8 meses]											
	ESCAVAÇÃO, LIMPEZA E TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES	[Barra horizontal de 6 a 8 meses]											
	CONCRETAGEM	[Barra horizontal de 6 a 8 meses]											
	MONTAGENS ELETROMECÂNICAS	[Barra horizontal de 8 a 10 meses]											
	TESTES	[Barra horizontal de 11 a 12 meses]											
07	SUBESTAÇÃO	[Barra horizontal de 9 a 11 meses]											
	ESCAVAÇÃO E CONCRETAGEM	[Barra horizontal de 9 a 11 meses]											
	MONTAGENS	[Barra horizontal de 10 a 11 meses]											
	TESTES	[Barra horizontal de 11 a 12 meses]											
08	LINHA DE TRANSMISSÃO	[Barra horizontal de 1 a 5 meses]											
09	ENSECADEIRA À MONTANTE DA TOMADA D'ÁGUA	[Barra horizontal de 1 a 2 meses]											
	CONSTRUÇÃO	[Barra horizontal de 1 a 2 meses]											
	REMOÇÃO	[Barra horizontal de 5 a 6 meses]											
10	ENSECADEIRA À JUSANTE DA CASA DE FORÇA	[Barra horizontal de 5 a 6 meses]											
	CONSTRUÇÃO	[Barra horizontal de 5 a 6 meses]											
	REMOÇÃO	[Barra horizontal de 11 a 12 meses]											

NOTAS:
 1- A entrada em operação comercial das unidades 2 e 3 dependerá do programa energético da CEAM.
 2- A construção da LT está prevista no início p/ utilizar a energia da PCT durante a construção da PCH.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO

RESPONSÁVEL TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA	REVISÃO	DES. APROVADO



PCH DE IAUARETÊ
 ESTUDO E PROJETO
 CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO
 Nº PROJ. H1849B - P007
 ESC. 3/ESCALA 1/1