



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



Directrizes Técnicas para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas PROJECTO

Parte 7: Planeamento da construção

SHP/TG 002-7: 2019



DECLARAÇÃO DE EXONERAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Este documento foi produzido sem edição formal das Nações Unidas. As designações e a apresentação do material deste documento não implicam a expressão de qualquer opinião por parte do Secretariado da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) sobre o estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou área das suas autoridades, ou sobre a delimitação das respectivas fronteiras ou limites, sistema económico ou grau de desenvolvimento. Designações como "desenvolvido", "industrializado" e "em desenvolvimento" são utilizadas para fins estatísticos e não expressam necessariamente uma opinião sobre a etapa alcançada por um determinado país ou área no processo de desenvolvimento. A menção de nomes de empresas ou produtos comerciais não constitui uma aprovação por parte da UNIDO. Embora tenha sido tomado grande cuidado para manter a precisão das informações aqui contidas, nem a UNIDO nem os seus Estados-Membros assumem qualquer responsabilidade pelas consequências que possam advir do uso do material. Este documento pode ser citado ou reimpresso livremente, mas o seu reconhecimento é necessário.

Directrizes Técnicas para o
Desenvolvimento de Pequenas Centrais
Hidroeléctricas
PROJECTO

Parte 7: Planeamento da construção

AGRADECIMENTOS

As directrizes técnicas (DT) são o resultado de um esforço de colaboração entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e a Rede Internacional de Pequenas Centrais de Energia Hidroelétrica (INSHP). Cerca de 80 peritos internacionais e 40 agências internacionais estiveram envolvidos na preparação do documento e na revisão pelos pares, e forneceram sugestões e opiniões específicas para tornar as directrizes técnicas profissionais e aplicáveis.

A UNIDO e a INSHP estão enormemente gratas pelas contribuições recebidas durante o desenvolvimento destas directrizes, em particular, as fornecidas pelas seguintes organizações internacionais:

- O Mercado Comum da África Oriental e Austral (COMESA)
- A Rede Global de Centros Regionais de Energia Sustentável (GN-SEC), particularmente o Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética da CEDEAO (ECREEE), o Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética da África Oriental (EACREEE), o Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética do Pacífico (PCREEE) e o Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética das Caraíbas (CCREEE).

O governo chinês facilitou a finalização dessas directrizes e teve grande importância na sua conclusão.

O desenvolvimento destas directrizes beneficiam extraordinariamente dos pensamentos, das revisões e das críticas construtivas, como também das contribuições de: Sr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Sr. Adoyi John Ochigbo, Sr. Arun Kumar, Sr. Atul Sarthak, Sr. Bassey Edet Nkposong, Sr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Sra. Chang Fangyuan, Sr. Chen Changjun, Sra. Chen Hongying, Sr. Chen Xiaodong, Sra. Chen Yan, Sra. Chen Yueqing, Sra. Cheng Xialei, Sr. Chileshe Kapaya Matantilo, Sra. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Sr. Deogratias Kamweya, Sr. Dolwin Khan, Sr. Dong Guofeng, Sr. Ejaz Hussain Butt, Sra. Eva Kremere, Sra. Fang Lin, Sr. Fu Liangliang, Sr. Garaio Donald Gafiye, Sr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Sr. Guo Chenguang, Sr. Guo Hongyou, Sr. Harold John Annegam, Sra. Hou ling, Sr. Hu Jianwei, Sra. Hu Xiaobo, Sr. Hu Yunchu, Sr. Huang Haiyang, Sr. Huang Zhengmin, Sra. Januka Gyawali, Sr. Jiang Songkun, Sr. K. M. Dharesan Unnithan, Sr. Kipyego Cheluget, Sr. Kolade Esan, Sr. Lamyser Castellanos Rigoberto, Sr. Li Zhiwu, Sr.^a Li Hui, Sr. Li Xiaoyong, Sr.^a Li Jingjing, Sr.^a Li Sa, Sr. Li Zhenggui, Sra. Liang Hong, Sr. Liang Yong, Sr. Lin Xuxin, Sr. Liu Deyou, Sr. Liu Heng, Sr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Sra. Lu Xiaoyan, Sr. Lv Jianping, Sr. Lv Jianping, Manuel Mattiat, Sr. Martin Lugmayr, Sr. Mohamedain SeifElnasr, Sr. Mundia Simainga, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Olumide TaiwoAlade, Sr. Ou Chuanqi, Sr.^a Pan Meiting, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Liu Heng, Pan Weiping, Sr. Ralf Steffen Kaeser, Sr. Rudolf Hupfl, Sr. Rui Jun, Sr. Rao Dayi, Sr. Sandeep Kher, Sr. Sergio Armando Trelles Jasso, Sr. Sindiso Ngwenga, Sr. Sidney Kilmete, Sr.^a Sitraka Zarasoa Rakotomahefa, Sr. Shang Zhihong, Sr. Shen Cunke, Sr. Shi Rongqing, Sr.^a Sanja Komadina, Sr. Tareqemtairah, Sr. Tokihiko Fujimoto, Sr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Sr. Tan Xiangqing, Sr. Tong Leyi, Sr. Wang Xinliang, Sr. Wang Fuyun, Sr. Wang Baoluo, Sr. Wei Jianghui, Sr. Wu Cong, Sra. Xie Lihua, Sr. Xiong Jie, Sr. Xu Jie, Sr. Xu Xiaoyan, Sr. Xu Wei, Sr. Yohane Mukabe, Sr. Yan Wenjiao, Sr. Yang Weijun, Sr. Yan Li, Sr. Yao Shenghong, Sr. Zeng Jingnian, Sr. Zhao Guojun, Sr. Zhang Min, Sr. Zhang Liansheng, Sr. Zhang Zhenzhong, Sr. Zhang Xiaowen, Sr.^a Zhang Yingnan, Sr. Zheng Liang, Sr. Zheng Yu, Sr. Zhou Shuhua, Sr.^a Zhu Mingjuan.

Seria muito bem-vinda a provisão de outras recomendações e sugestões para a execução da actualização.

Índice

Prefácio	III
Introdução	IV
1 Âmbito	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Desvio da construção	1
4.1 Disposições gerais	1
4.2 Padrão de cheia para desvio da construção	2
4.3 Modo de desvio	4
4.4 Ensecadeira	5
4.5 Estrutura de desvio e descarga	8
4.6 Encerramento do rio	10
4.7 Drenagem de poços	11
4.8 Represamento, navegação e limpeza de gelo durante o período de construção	12
5 Construção das obras principais	13
5.1 Disposições gerais	13
5.2 Escavação a céu aberto de obras de terra-rocha	14
5.3 Tratamento de fundação	16
5.4 Selecção, planeamento e exploração da área de empréstimo	17
5.5 Enchimento de terraplanagem	20
5.6 Construção em betão	22
5.7 Construção de engenharia subterrânea	27
5.8 Instalação de estruturas hidromecânicas e equipamentos electromecânicos	32
6 Transporte para construção	33
6.1 Disposições gerais	33
6.2 Transporte externo	34
6.3 Transporte no local	35
7 Instalações da fábrica de construção	35
7.1 Disposições gerais	35
7.2 Sistema de processamento de areia e pedra	36
7.3 Sistema de produção de betão	37
7.4 Sistemas de pré-arrefecimento e pré-aquecimento para betão	39
7.5 Ar comprimido, abastecimento de água, fornecimento de energia e sistema de comunicação	41
7.6 Central de processamento de reparações de máquinas	43
8 Disposição geral da construção	43
8.1 Disposições gerais	43
8.2 Disposição geral da construção e selecção do local	45
8.3 Planeamento da zona de construção	46

8.4	Equilíbrio de terraplanagem e planeamento do local de escória	48
8.5	Terrenos para construção.....	49
9	Programa global de construção	50
9.1	Disposições gerais.....	50
9.2	Programa de construção para a construção preparatória.....	51
9.3	Programa de construção para as obras de desvio	52
9.4	Programa de construção para a escavação de fundações e tratamento de fundações	52
9.5	Programa de construção do projecto de terraplanagem.....	53
9.6	Programa de construção para obras de betão	54
9.7	Programa de construção da casa das máquinas de superfície	54
9.8	Programa de construção de obras subterrâneas.....	55
9.9	Programa de construção de estruturas hidromecânicas e instalação electromecânica.....	55
9.10	Mão-de-obra de construção e principal oferta técnica	56
10	Segurança na construção	56
10.1	Disposições gerais.....	56
10.2	Identificação dos perigos	56
10.3	Soluções.....	58
Apêndice A (Informativo)	Controlo de temperatura do betão durante a construção	59
Apêndice B (Informativo)	Taxa de ventilação e valores de velocidade do vento para escavações em túneis/câmaras	62
Apêndice C (Informativo)	Fórmula para a estimativa os requisitos de ar comprimido	64
Apêndice D (Informativo)	Estimativa do espaço de armazenamento na disposição geral da construção	66
Apêndice E (Informativo)	Normas para períodos de suspensão de obras (para barragens de terra-enrocamento e obras de betão - devido a factores climáticos)	68

Prefácio

A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) é uma agência especializada no âmbito do sistema das Nações Unidas para promover o desenvolvimento industrial global inclusivo e sustentável (ISID). A relevância do ISID como abordagem integrada aos três pilares do desenvolvimento sustentável é reconhecida pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e pelos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) correspondentes, que contarão com o esforço das Nações Unidas e dos países rumo ao desenvolvimento sustentável nos próximos quinze anos. O mandato da UNIDO para o ISID engloba a necessidade de apoiar a criação de sistemas energéticos sustentáveis, uma vez que a energia é essencial para o desenvolvimento económico e social e para a melhoria da qualidade de vida. A preocupação e o debate internacional sobre energia têm crescido cada vez mais nas últimas duas décadas, com as questões da redução da pobreza, dos riscos ambientais e das alterações climáticas a assumirem agora um lugar central.

A INSHP (Rede Internacional de Pequenas Centrais de Energia Hidroeléctrica) é uma organização internacional de coordenação e promoção para o desenvolvimento global de pequenas centrais de energia hidroeléctrica (PCH), baseada na participação voluntária de pontos focais regionais, sub-regionais e nacionais, instituições relevantes, serviços públicos e empresas, e cujo principal objectivo são as prestações sociais. A INSHP visa a promoção do desenvolvimento global de PCH através da cooperação triangular técnica e económica entre países em desenvolvimento, países desenvolvidos e organizações internacionais, a fim de abastecer as zonas rurais dos países em desenvolvimento com energia ambientalmente saudável, acessível e adequada, o que levará ao aumento das oportunidades de trabalho, à melhoria dos ambientes ecológicos, à redução da pobreza, à melhoria dos padrões de vida e culturais locais e ao desenvolvimento económico.

A UNIDO e a INSHP colaboram no Relatório Mundial de Desenvolvimento de Pequenas Centrais de Energia Hidroeléctrica desde 2010. Com base nos relatórios, os requisitos e o desenvolvimento de PCH não estavam equiparados. Uma das barreiras ao desenvolvimento na maioria dos países é a falta de tecnologias. A UNIDO, em colaboração com a INSHP, através da cooperação com peritos globais, e com base em experiências de desenvolvimento bem-sucedidas, decidiu desenvolver as directrizes técnicas das PCH para satisfazer a procura dos Estados-Membros.

Estas directrizes técnicas foram elaboradas de acordo com as regras editoriais das Directivas ISO/IEC, Parte 2 (consultar www.iso.org/directives).

Chama-se especial atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos destas directrizes técnicas possam estar sujeitos a direitos de patente. A UNIDO e a INSHP não serão responsáveis pela identificação desses mesmos direitos de patente.

Introdução

Uma Pequena Central de Energia Hidroeléctrica (PCH) é cada vez mais reconhecida como uma importante solução para as Energias Renováveis para a electrificação de áreas rurais remotas. Contudo, embora a maioria dos países europeus, da América do Norte e do Sul e a China tenham elevados níveis de capacidade instalada, o potencial de uma PCH em muitos países em desenvolvimento permanece desconhecido e é prejudicado por vários factores, incluindo a falta de boas práticas ou normas globalmente acordadas para o desenvolvimento de uma PCH.

Estas Directrizes Técnicas (DT) para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais de Energia Hidroeléctrica abordarão as limitações actuais dos regulamentos aplicados às directrizes técnicas para as PCH, aplicando os conhecimentos especializados e as melhores práticas existentes em todo o mundo. Pretende-se que os países utilizem estas directrizes para apoiar as suas políticas, tecnologias e ecossistemas actuais. Os países com competências institucionais e técnicas limitadas serão capazes de melhorar a sua base de conhecimentos no desenvolvimento de instalações de PCH, atraindo assim mais investimentos para projectos de PCH, encorajando políticas favoráveis e, conseqüentemente, ajudando no desenvolvimento económico a nível nacional. Estas directrizes técnicas serão valiosas para todos os países, mas permitem, especialmente, a partilha de experiências e melhores práticas entre países que têm conhecimentos técnicos limitados.

As directrizes técnicas podem ser utilizadas como princípios e fundamentos para o planeamento, estruturação, construção e gestão de PCH até 30 MW.

- Os Termos e Definições nas directrizes técnicas especificam os termos e definições técnicas profissionais comumente usados para PCH.
- As Directrizes do projecto fornecem directrizes para os requisitos básicos, metodologia e procedimento em termos de selecção do local, hidrologia, geologia, esquema do projecto, configurações, cálculos de energia, hidráulica, selecção de equipamentos electromecânicos, construção, estimativas de custo do projecto, pré-avaliação económica, financiamento, avaliações sociais e ambientais—com o objectivo final de obter as melhores soluções de projecto.
- As Directrizes das unidades especificam os requisitos técnicos para turbinas nas PCH, geradores, sistemas de regulação de turbinas hidráulicas, sistemas de excitação e válvulas principais, como também para sistemas de supervisão, controlo, protecção e de alimentação eléctrica de corrente contínua.
- As Directrizes de construção podem ser utilizadas como documentos de orientação técnica para a construção de projectos de PCH.
- As Directrizes de gestão fornecem orientações técnicas para a gestão, operação e manutenção, renovação técnica e aceitação de projectos de PCH.

Directrizes Técnicas para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas-Projecto

Parte 7: Planeamento da construção

1 Enquadramento

Esta Parte das Directrizes da estrutura estabelece os princípios para o planeamento da construção de uma pequena central hidroeléctrica (PCH) e os requisitos específicos para o desvio da construção, para a construção das principais obras de engenharia, para a construção e planeamento de estradas e transportes, para a construção de fábricas, para a disposição geral da construção, para o progresso da construção geral e para as medidas de segurança. A maior parte das orientações fornecidas terão de ser simplificadas de forma conveniente no tratamento de centrais de menor potência (abaixo dos 10 MW).

2 Referências normativas

Os seguintes documentos são referidos no texto de tal forma que parte ou a totalidade do seu conteúdo constitui uma exigência deste documento. Para referências datadas, é apenas aplicável a edição citada. Para referências não datadas, é aplicável a última edição do documento referenciado (incluindo quaisquer alterações).

SHP/TG 001, *Directrizes técnicas para o desenvolvimento de pequenas centrais de energia hidroeléctrica — Termos e definições.*

3 Termos e definições

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis os termos e definições apresentados em SHP/TG 001.

4 Desvio da construção

4.1 Disposições gerais

4.1.1 O projecto de desvio da construção deve ser suportado por dados básicos adequados e analisar de forma exaustiva vários factores, e seleccionar um esquema de desvio tecnicamente viável, economicamente viável e possa fazer com que o projecto traga benefícios o mais rápido possível.

4.1.2 O projecto do desvio da construção deve resolver adequadamente os problemas de retenção de água, drenagem e represamento ao longo de todas as fases do desvio. As características de desvio das diferentes etapas e suas relações devem ser analisadas sistematicamente, planeadas de forma global e coordenadas para resolver a contradição entre as inundações e a construção.

4.2 Padrão de cheia para desvio da construção

4.2.1 Os padrões de controlo de cheia das estruturas de desvio da construção devem ser expressos como o período de recorrência da cheia, que pode ser determinado de acordo com a Tabela 1. Nas seguintes condições, os valores limite superiores indicados na Tabela 1 podem ser adoptados como padrão de cheia para uma estrutura de desvio:

- a) A série de dados hidrológicos do rio é relativamente curta (menos de 20 anos), ou o projecto está localizado no centro das chuvas;
- b) Um novo tipo de estrutura de ensecadeira é adoptado;
- c) O projecto está numa fase importante de construção, que ter causar sérias consequências após o acidente;
- d) Não existe diferença significativa entre os limites superior e inferior em termos de escala de engenharia, investimento e dificuldade técnica.

Tabela 1 Padrões de inundação para estruturas de desvio

Tipo de estrutura de desvio	Intervalo de recorrência das cheias (ano)
Solo e estrutura rochosa	5~10
Betão, estrutura em alvenaria	3~5

4.2.2 Se a estrutura de desvio for combinada com a estrutura permanente, o padrão de cheia para estrutura de desvio ainda pode adoptar os valores da Tabela 1. No entanto, a concepção da peça que se transforma na estrutura permanente está sujeita às normas de controlo de cheias para estruturas permanentes.

4.2.3 Se existir um reservatório a montante do rio onde fica localizado o projecto, o padrão de cheia para estruturas de desvio, e a descarga de concepção para desvios, deve ter em conta a influência da regulação e operação do reservatório em cascata a montante, e deve ser seleccionado por comparação técnica e económica.

4.2.4 A elevação mínima de enchimento de cada mês durante o período de construção da ensecadeira deve ser capaz de reter com segurança o caudal máximo de concepção que pode ocorrer no mês seguinte. O período de recorrência utilizado para calcular o caudal máximo de concepção em cada mês pode ser adequadamente reduzido após a demonstração, adoptando o padrão de utilização normal da ensecadeira.

4.2.5 O período de encerramento deve ser seleccionado com base na análise global das características hidrológicas, condições climáticas, condições de construção da ensecadeira, progresso da construção e requisitos de navegação. O período de encerramento deve ser organizado para o período seco após, e uma área de frio extremo deve evitar o período de gelo e de congelamento.

4.2.6 A descarga padrão de desvio pode ser o caudal médio mensal, ou o caudal médio de dez dias, por um período de recorrência de cinco a dez anos durante o período de desvio, e deve satisfazer as seguintes condições:

- a) Para rios com mais de 20 anos de dados hidrográficos realmente medidos disponíveis, o caudal de desvio do projecto pode ser determinado pela análise dos dados efectivamente medidos.
- b) Se a ponderação e a regulação dos reservatórios em cascata a montante e a jusante tiverem alterado as características hidrográficas do rio, o caudal de desvio de projecto deve ser determinado por uma demonstração especial.

4.2.7 Quando a elevação da barragem excede a elevação do coroamento da ensecadeira, o padrão temporário de cheia para controlo de cheias do corpo da barragem durante a época de cheias, deve ser determinado com base no tipo de barragem como indicado na Tabela 2.

Tabela 2 Normas temporárias para o controlo de cheias do corpo da barragem durante o período de construção

Tipo de barragem	Período de recorrência das cheias (ano)	
	Retenção de cheias junto à barragem em época das cheias, durante o período de construção	Controlo de cheias pela barragem após o bloqueio da estrutura de desvio
Barragem de terra-enrocamento	10-20	20-30
Barragem de betão, barragem de alvenaria	5-10	10-20

4.2.8 Se a estrutura de descarga de inundação permanente não estiver equipada com a capacidade de descarga de cheia de concepção após o bloqueio da estrutura de desvio, o padrão de controlo de cheias para o corpo da barragem deve ser determinado com base na construção do corpo da barragem e nos requisitos operacionais, conforme indicado na Tabela 2. A altura do corpo da barragem atingida antes da época das cheias deve cumprir os requisitos de retenção de cheias, e a gunitagem da cortina e as elevações de gunitagem das juntas devem cumprir os requisitos de represamento.

4.2.9 O tempo de bloqueio da estrutura de desvio deve ser determinado de acordo com o progresso geral da construção, com base na premissa de fazer cumprir os requisitos de retenção e represamento do reservatório. O caudal de concepção durante o bloqueio pode ser o caudal médio mensal ou de dez dias para o período de recorrência de cinco a dez anos, ou pode ser determinado pela análise dos dados estatísticos hidrológicos efectivamente medidos. O padrão de concepção do desvio durante o período de construção deve ser seleccionado de acordo com a importância do projecto, consequências do acidente e outros factores durante um período de cinco a vinte anos de recorrência.

4.2.10 O padrão de represamento de um reservatório durante o período de construção deve ser determinado com base nos requisitos de geração de energia, irrigação, navegação e abastecimento de água e na segurança da barragem, e a taxa de garantia deve ser de 75% a 85%.

4.2.11 Durante o bloqueio de uma estrutura de desvio e o represamento de um reservatório, o abastecimento de água a jusante deve ser garantido.

4.3 Modo de desvio

4.3.1 O desvio da construção pode incluir o modo de desvio faseado da ensecadeira e o modo de desvio isolado da ensecadeira no leito do rio, e os trabalhos de apoio podem incluir o desvio de canal aberto, desvio de túnel, desvio de conduta, desvio de saída inferior, desvio do espaço da barragem e desvios combinados de diferentes estruturas de descarga de cheias. O modo de desvio deve ser seleccionado após uma avaliação exaustiva das várias alternativas.

4.3.2 A selecção do modo de desvio da construção deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) O modo de desvio deve ser adaptável às características hidrológicas do rio e às condições topográficas e geológicas.
- b) O período de construção deve ser curto, e a construção deve ser segura, flexível e conveniente.
- c) A estrutura permanente deve ser efectivamente utilizada para reduzir a quantidade e o custo dos trabalhos de desvio.
- d) O modo de desvio de construção deve cumprir os requisitos de navegação, limpeza de gelo, caudal ecológico, abastecimento de água e outros requisitos.
- e) As obras de desvio das fases iniciais para as fases posteriores (ou seja, o encerramento do rio, a retenção de água da ensecadeira, o controlo das cheias das barragens, o bloqueio das obras de desvio e o abastecimento de água) devem ser razoavelmente integradas durante o período de construção.

4.3.3 Quando se utiliza o modo de desvio faseado da ensecadeira, a posição da ensecadeira da primeira fase é determinada com base na disposição das estruturas hidráulicas, no terreno da ensecadeira longitudinal, nas condições geológicas e hidráulicas, no local de construção e no transporte e acesso necessários à cava de fundação. Na primeira fase, devem ser construídas estruturas permanentes para geração de energia, navegação, limpeza de gelo e escoamento de sedimentos.

4.3.4 Se o desvio do túnel for adoptado, as dimensões das secções transversais do túnel e o número de túneis devem ser determinados com base nas características hidrográficas do rio, na integridade da rocha e nas condições de operação da ensecadeira. Se a utilização do túnel de desvio passar por diferentes fases de desvio, deve ser projectado com base no padrão de cheias da fase de controlo.

4.3.5 Nas seguintes condições, uma ensecadeira que retenha água durante períodos de baixo caudal deve ser adoptada como modo de desvio:

- a) A estrutura permanente (ou secção transversal da estrutura temporária de retenção de água) pode ser construída acima do nível de cheia, de acordo com o padrão de controlo de cheia da barragem, durante um período de caudal baixo.
- b) Embora a cava de fundação seja inundada durante a época das cheias, tem pouco impacto no cronograma do projecto e a perda é insignificante.

4.4 Ensecadeira

4.4.1 A selecção do tipo de ensecadeira deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) A ensecadeira deve ser suficientemente segura e fiável para satisfazer os requisitos de estabilidade, anti-infiltração e anti-decapagem.
- b) A estrutura da ensecadeira deve ser simples, deve ser de construção e remoção fácil, e deve ser construída com materiais locais e escória de escavação.
- c) A construção da fundação da ensecadeira deve ser fácil, e a ligação do corpo da ensecadeira ao talude da margem ou às estruturas existentes deve ser fácil.
- d) A ensecadeira pode ser construída com a secção transversal e elevação necessárias durante do período de construção previsto, e cumprir os requisitos do programa de construção.

4.4.2 Os diferentes tipos de ensecadeiras devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) As ensecadeira de terra-enrocamento devem utilizar materiais totalmente locais, devem ser de baixo custo e de construção simples.
- b) As ensecadeiras de betão devem ser ensecadeiras gravíticas.
- c) Para a altura de água baixa, podem ser adoptadas ensecadeiras de caixa, ensecadeiras de gaiola de bambu e ensecadeiras de terra-palha.

4.4.3 Os materiais de enchimento de ensecadeiras de terra-enrocamento devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) O coeficiente de infiltração dos materiais do solo para controlo de infiltrações não deve ser superior a 1×10^6 m/s. Se os materiais erodidos ou cascalho forem abundantes, que comprovadamente cumpram os requisitos de controlo de infiltrações, esses materiais podem ser seleccionados.
- b) A superfície externa de um de núcleo, ou de uma ensecadeira de terra-enrocamento de núcleo inclinado, deve ser enchida com materiais não coesivos com um coeficiente de infiltração superior a 1×10^{-4} m/s; devem ser utilizados paralelepípedos de areia natural ou lastros de rocha.

- c) A secção subaquática de um enrocamento de ensecadeira não deve ser construída com pedras com um coeficiente de amolecimento superior a 0,7.

4.4.4 A combinação de carga de concepção para estruturas de ensecadeiras não deve incluir carga especial. A largura do coroamento da ensecadeira deve cumprir tanto os requisitos de construção, como os requisitos de combate a inundações de emergência.

4.4.5 Os cálculos de segurança da ensecadeira de betão devem cumprir as seguintes condições:

- a) As tensões normais verticais máximas e mínimas são calculadas utilizando a fórmula da mecânica do material. Quando a ensecadeira está a ser projectada, é permitida uma tensão de tracção principal inferior a 0,15 MPa para a superfície a montante e inferior a 0,2 MPa para o corpo da ensecadeira.
- b) A estabilidade antiderrapante de um plano de fundação da ensecadeira deve ser calculada com a fórmula de resistência ao cisalhamento ou de resistência ao cisalhamento.

4.4.6 O controlo de infiltração de uma camada de revestimento de fundação da ensecadeira pode adoptar os seguintes métodos:

- a) Quando a camada de cobertura e a profundidade da água são relativamente rasas, pode ser instalado uma ensecadeira inferior temporária para bombear a água e escavar a vala, ou escavar a vala debaixo de água, e construir uma parede corta-águas para controlo da infiltração.
- b) Dependendo da espessura e composição da camada de revestimento, as seguintes opções podem ser consideradas: gunitagem com jacto de alta pressão, parede corta-águas de betão ou calha de argamassa auto-solidificante, gunitagem de cimento ou gunitagem de cimento argiloso, parede vertidas de estacas-prancha ou geomembrana de controlo de infiltração.
- c) A relação entre o coeficiente de infiltração da camada de revestimento da fundação da ensecadeira e o coeficiente de infiltração do material de base do solo deve ser superior a 50, e a espessura do material de base não deve ser inferior a 2 m.

4.4.7 Na junção entre uma ensecadeira de terra-enrocamento e a comporta de descarga, a parede guia deve ser devidamente alongada, ou um esporão deve ser construído, para desviar o caudal principal da ensecadeira, a fim de evitar que a fundação da ensecadeira seja arrastada pelas águas. A margem de protecção necessária para o talude da face a montante de uma ensecadeira de terra-enrocamento pode ser de 2 m abaixo do nível mais baixo da água até ao coroamento da ensecadeira. O material de protecção debaixo de água pode ser uma camada de assentamento, uma camada de amortecimento de salgueiro, uma gaiola de bambu ou uma jangada flexível de betão; enquanto o material de protecção acima de água pode ser alvenaria ou gabiões reforçados.

4.4.8 Para uma ensecadeira de águas excedentes, podem ser adoptadas as seguintes medidas para melhorar o regime do caudal e a ligação à superfície da água a montante e a jusante, caso ocorra a cheia mais desfavorável:

- a) Antes do transbordo, a cava de fundação deve ser enchida com água para formar uma almofada de água, e a camada de cobertura do talude da cava de fundação deve ser tratada, com antecedência, com filtração reversa.
- b) O material da superfície de transbordo e o material anti-decapagem deve ser comparado; a superfície de transbordo de uma ensecadeira de terra-enrocamento deve ser protegida com uma gaiola de bambu, um gabião reforçado ou placas flexíveis de betão, dependendo da velocidade do caudal de água e das condições de construção, com uma almofada (filtro invertido) instalada por baixo.
- c) As plataformas de deflexão do caudal gravitacional devem ser construídas sobre fundações rochosas.
- d) Devem ser tomadas medidas de engenharia nas juntas entre as margens para evitar a erosão dos taludes das margens.

4.4.9 Uma ensecadeira de águas não excedentes deve satisfazer as seguintes condições no que respeita à elevação do coroamento da ensecadeira e ao bordo livre do coroamento da ensecadeira:

- a) A elevação do coroamento da ensecadeira não deve ser inferior à soma do nível de água estática da cheia da construção, da altura da onda e do nível do bordo livre do coroamento da ensecadeira, que não deve ser inferior a 0,5 m a 0,3 m.
- b) O bordo livre no topo de uma estrutura de controlo de infiltração de uma ensecadeira de terra-enrocamento deve respeitar as seguintes restrições: 0,8 m a 0,6 m acima do nível de água estática de concepção para uma ensecadeira com núcleo inclinado; 0,6 m a 0,3 m acima do nível de água estática de concepção para uma ensecadeira com núcleo.
- c) Quando existe um afluente a jusante, várias condições de caudal de remanso devem ser combinadas para verificar a elevação proposta para o coroamento da ensecadeira.

4.4.10 A elevação do coroamento de uma ensecadeira de águas excedentes deve ser determinada pelo nível estático de água mais a altura da onda.

4.4.11 O factor estabilidade e segurança de uma ensecadeira de betão, de uma ensecadeira de alvenaria e de uma ensecadeira de terra-enrocamento deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) Quando o factor de estabilidade e segurança da ensecadeira de betão e da ensecadeira de alvenaria são calculados com fórmula de resistência a cisalhamento, o factor de segurança não deve ser inferior a 3,0; se a falha de drenagem for considerada, o factor de segurança não deve ser inferior a 2,5. Quando calculado com a fórmula de resistência ao cisalhamento, o factor de segurança não deve ser inferior a 1,05.
- b) O factor de estabilidade e segurança de um talude do lado da ensecadeira de terra-enrocamento não deve ser inferior a 1,05.

4.5 Estrutura de desvio e descarga

4.5.1 O canal de desvio deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) A disposição de um canal de desvio deve obedecer aos seguintes princípios:
 - 1) O canal deve ser de grande capacidade, mas requer apenas uma quantidade relativamente pequena de escavação.
 - 2) Terá poucas curvas. Devem ser evitadas escavações em áreas propensas a deslizamento de terras, desmoronamentos e encostas altas.
 - 3) O acesso à cava de fundação deve ser fácil.
 - 4) A junta entre a entrada/saída e a ensecadeira deve cumprir os requisitos anti-decapagem da fundação da ensecadeira.
 - 5) Devem ser evitadas diferenças excessivas de nível de água causadas por caudais laterais; a decapagem nas áreas a jusante e nas instalações de construção deve ser evitada durante a descarga de cheias.
- b) A largura do fundo, a inclinação do fundo e as elevações de entrada/saída do canal aberto devem ser concebidas para assegurar uma boa transição entre os caudais a montante e a jusante e para satisfazer os requisitos de desvio, fecho, navegação e limpeza do gelo, durante o período de construção. Para o canal aberto construído sobre fundações suaves, devem ser construídas instalações eficazes de dissipação de energia e anti-decapagem.
- c) A secção transversal de um canal aberto deve ser conveniente para posterior bloqueio. O método de revestimento deve ser determinado com base nas condições geológicas e hidráulicas.

4.5.2 O túnel de desvio deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) A rota do túnel de desvio deve ser seleccionada com base nas condições topográficas, geológicas e hidráulicas para garantir a construção e operação segura do túnel. A distância livre entre dois túneis adjacentes, o espaçamento entre um túnel e estruturas permanentes, e a espessura dos estratos na entrada do túnel e na cobertura do túnel, devem cumprir os requisitos de operação estável e segura das rochas adjacentes. Quando as condições o permitirem, os túneis de desvio devem ser utilizados como parte dos túneis permanentes. Os eixos do túnel, o tipo de secção transversal e a estrutura do revestimento da peça combinada devem cumprir tanto os requisitos operacionais permanentes como os requisitos de desvio.
- b) O tipo de secção transversal do túnel de desvio e as elevações de entrada/saída devem ser concebidas tendo em conta os trabalhos de desvio, os trabalhos de encerramento e outras operações, de modo a assegurar uma boa afluência, uma boa ligação do influxo e a ausência de danos por cavitação. A secção transversal do túnel deve ser conveniente para a construção e a inclinação longitudinal do fundo do túnel deve ser seleccionada com base nos requisitos de descarga e outras condições. Medidas de dissipação de energia e anti-decapagem devem ser consideradas para a saída e para os taludes das margens.

- c) Quando um túnel de desvio é utilizado, devem ser tomadas medidas para evitar a erosão por cavitação, ondas de choque ou vibração causada por caudal total alternado ou caudal de pressão de alta velocidade. O âmbito, tipo e medidas de bloqueio do revestimento do túnel devem ser determinados após avaliação técnica e económica.

4.5.3 Os furos inferiores de desvio devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) O número, elevação e tamanho dos furos de fundo de desvio devem ser considerados de acordo com os requisitos de encerramento do túnel, época de cheias, bloqueio, limpeza de gelo e abastecimento de água a jusante. Quando o túnel de desvio for utilizado como túnel permanente para descarga de cheias, limpeza de sedimentos e esvaziamento de reservatórios durante o período de operação do projecto, deverá cumprir tanto os requisitos de operação permanente como os de operação temporária. Quando os furos de fundo de desvio temporário na barragem completarem a sua função, devem ser enchidos com betão com a mesma designação do corpo da barragem e devem ser tomadas medidas para garantir a combinação correcta do betão novo com o antigo.
- b) A largura do furo inferior de desvio na barragem não deve exceder metade da largura da secção da barragem, e deve ser disposta em juntas paralelas.

4.5.4 Os eixos da conduta de desvio devem ser rectos. Os requisitos da entrada podem referir-se às disposições relevantes do túnel de desvio e do orifício inferior. Não são permitidos caudais de pressão alternada e não pressurizada no interior da conduta. Para evitar um assentamento desigual do topo da conduta e do corpo da barragem em ambos os lados, a totalidade ou a maior parte da conduta deve ser embutida no leito rochoso. Quando a conduta é disposta sobre uma fundação macia, devem ser tomadas medidas para reforçar a estrutura da conduta ou da fundação. Devem ser construídas juntas de expansão segmentadas para evitar fissuras nas condutas causadas por assentamentos irregulares ou tensões de temperatura.

4.5.5 O espaço da barragem deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) Na construção da barragem gravítica de betão, barragem em arco e outras estruturas sólidas, o espaço da barragem deve ser preparado no corpo da barragem, a fim de descarregar as cheias em conjunto com outras instalações de desvio. O transbordo é proibido através de estruturas não sólidas como a barragem cuja casa das máquinas fica localizada no interior do corpo da barragem até que o encerramento da caverna da casa das máquinas seja concretizado; se o transbordo for necessário, devem ser tomadas medidas para garantir a segurança do corpo da barragem.
- b) O espaço de descarga da barragem deve ser colocado no leito do rio, para evitar a "decapagem ou erosão" dos taludes da margem. Para uma barragem de terra-enrocamento em construção, necessária para o transbordo temporário, deve ser determinada a altura de enchimento do corpo da barragem, o tipo de secção transversal do transbordo, as condições hidráulicas e as correspondentes medidas de protecção.

4.5.6 Exceto as casas das máquinas com níveis de transbordo especificamente concebidos, o transbordo de uma casa das máquinas é proibido durante o período de construção.

4.6 Encerramento do rio

4.6.1 O modo de encerramento deve ser seleccionado com base na análise dos parâmetros hidráulicos, condições de construção e dificuldade de encerramento, e quantidade e natureza dos objectos fundidos, e na avaliação técnica e económica. Os diferentes modos de encerramento devem ser seleccionados com base nas seguintes condições:

- a) Se a profundidade de encerramento não exceder 3,5 m, deve ser seleccionado um encerramento vertical de margem única. Se o nível de energia e o caudal da água aumentarem através do espaço de encerramento, devem ser utilizados materiais de fundição pesados e grandes.
- b) Se o caudal de encerramento for grande, e o espaço de encerramento for superior a 3,5 m, deve ser seleccionado um duplo aterro ou múltiplos aterros de encerramento vertical.

4.6.2 Os requisitos específicos para a remoção da ensecadeira de construção ou qualquer outra barreira de água devem ser apresentados no projecto de encerramento.

4.6.3 O eixo do aterro deve ser seleccionado analisando as condições topográficas, geológicas e de transporte do leito do rio e das margens de ambos os lados, o controlo da infiltração da ensecadeira, a direcção do caudal principal, os requisitos de navegação e outros factores. O aterro deve fazer parte do corpo da ensecadeira.

4.6.4 Os seguintes princípios devem ser observados na determinação da largura e da posição do espaço de encerramento:

- a) Quando a largura do leito do rio é inferior a 80 m, a secção de reserva pode não ser necessária e não deve ser construída nenhum espaço de encerramento.
- b) A cabeça da secção de reserva não deve ser arrastada pelas águas.
- c) O espaço de encerramento deve ser construída no leito do rio com água rasa, uma fina camada de cobertura ou rocha de subsolo exposta.
- d) A quantidade de trabalho para o espaço de encerramento deve ser pequena.

4.6.5 Se a resistência à decapagem no leito do rio na secção do espaço de encerramento for baixa, podem ser usadas antecipadamente caixas de arame (gaiola de reforço), ou sacos de cordel de liga para proteger o leito do rio. O nível da protecção pode ser determinado referenciado a experiência com projectos semelhantes. O comprimento da protecção do leito a jusante do eixo de aterro do encerramento vertical pode ser de 2 a 4 vezes a profundidade média da água no espaço de encerramento, enquanto o comprimento a montante pode ser de 1 a 2 vezes a profundidade máxima da água. A elevação da superfície superior da protecção do leito deve ser determinada após análise das condições hidráulicas e dos materiais de protecção. A largura da protecção do leito deve ser determinada com base na largura máxima possível de decapagem.

4.6.6 Os seguintes princípios devem ser observados aquando da selecção dos materiais para o encerramento:

- a) A escória de escavação e os materiais naturais locais devem ser utilizados como material de enchimento das secções de reserva.
- b) Uma certa quantidade de materiais utilizados para fins de apoio, tais como pedras, gabiões reforçados ou tetraedros de betão, devem ser armazenados para o encerramento. O coeficiente de reserva (total de quantidade armazenada / quantidade armazenada necessária) deve ser de 1,2 a 1,3.
- c) O armazenamento total de material para o encerramento deve ser calculado através da avaliação do armazenamento de materiais de encerramento, das condições de transporte, da possível perda de materiais, do potencial de subsidência de aterros e de uma quantidade apropriada desses materiais que deve ser reservada, com um coeficiente de reserva entre 1,2 e 1,3.
- d) Os materiais a granel devem ser fáceis de levantar e transportar.

4.7 Drenagem de poços

4.7.1 O volume total de drenagem na fase inicial deve ser calculado em função do volume de água da cava de fundação após o encerramento da ensecadeira, da infiltração de água da ensecadeira e da fundação durante o processo de bombagem, do volume de água do corpo da ensecadeira e da sobrecarga da cava de fundação, bem como da possível precipitação. A possível precipitação pode ser calculada pela média plurianual de precipitação diária durante o período de bombagem.

4.7.2 A infiltração tanto da ensecadeira, como das fundações, o volume de água na sobrecarga, a precipitação durante a drenagem e as águas residuais durante a construção devem ser calculados respectivamente para a drenagem regular. A precipitação deve ser calculada de acordo com a precipitação máxima diária durante o período de bombagem no mesmo dia; as águas residuais durante a construção não devem sobrepor-se à precipitação. A infiltração da cava de fundação pode ser adequadamente aumentada após análise do tipo da ensecadeira, modo de controlo da infiltração, cava de fundação da ensecadeira, fiabilidade dos dados geológicos e da altura de água de infiltração.

4.7.3 Quando a força inicial de bombeamento da cava de fundação é verificada, a taxa de descida do nível de água da cava de fundação deve ser determinada de acordo com os requisitos dos diferentes tipos de ensecadeiras para a estabilidade da infiltração.

4.7.4 O equipamento de bombeamento deve ter uma certa reserva e uma fonte de alimentação fiável.

4.8 Represamento, navegação e limpeza de gelo durante o período de construção

4.8.1 Durante o período de construção, a data de represamento do reservatório deve ser determinada considerando o bloqueio das estruturas de desvio e drenagem. Devem ser analisadas as seguintes condições:

- a) O cronograma de construção do projecto associado ao represamento, e o plano de bloqueio das obras de desvio;
- b) Requisitos para aquisição de terras, recolocação e desobstrução de reservatórios, e protecção ambiental na área do reservatório;
- c) Dados hidrológicos, curva de capacidade do reservatório e curva de duração do represamento do reservatório;
- d) Normas de controlo de cheias, medidas de controlo de cheias e de descarga, e estabilidade de barragens após represamento;
- e) Navegação, irrigação, caudal ecológico e outros requisitos de abastecimento de água a jusante;
- f) Quando as condições o permitirem, deve ser considerada a possibilidade aproveitar as ensecadeiras para retenção de águas.

4.8.2 A data de represamento durante a construção deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) Calcular o nível de água do reservatório de acordo com o padrão de armazenamento mensal;
- b) Calcular o nível de água durante a época de cheias de acordo com o padrão de controlo de cheias, e determinar a elevação da superfície superior da construção da barragem e o plano de gunitagem da junta da barragem de betão antes da época de cheias.

4.8.3 O programa temporário de navegação durante o período de construção será determinado através de análise técnica e económica com o esquema de desvio da construção. Quando for tomada a decisão para interromper a navegação, durante o período de construção, os problemas de passageiros e carga devem ser devidamente resolvidos.

4.8.4 Quando a quantidade de gelo de caudal e o tamanho do gelo for muito grande, resultante na incapacidade da estrutura de drenagem para descarregar sem problemas, devem ser tomadas medidas para partir ou interceptar o gelo.

5 Construção das obras principais

5.1 Disposições gerais

5.1.1 O método de construção das obras principais deve poder concretizar o esquema geral do projecto da PCH de forma económica e razoável, e garantir a qualidade do projecto e a segurança da construção. O método de construção completo e viável deve ser determinado, a racionalidade e viabilidade do programa global de construção deve ser demonstrada, quaisquer sugestões de alteração devem ser levantadas para a disposição das estruturas hidráulicas e tipos de edifícios, e os dados necessários devem ser fornecidos para a compilação da estimativa do projecto.

5.1.2 Os seguintes esquemas de construção de um único projecto devem ser estudados com atenção:

- a) Trabalhos que controlam o progresso;
- b) Trabalhos com uma grande proporção do investimento;
- c) Obras que afectam a segurança ou a qualidade da construção;
- d) Trabalhos com alta complexidade de construção ou com novas tecnologias de construção.

5.1.3 Os seguintes princípios devem ser observados aquando da selecção do esquema de construção:

- a) Garantir a segurança na construção, a qualidade do projecto e o cronograma de construção;
- b) É propício à redução do período de construção, reduzindo as quantidades de trabalho auxiliar e a carga de trabalho adicional de construção, e reduzindo os custos de construção;
- c) É propício à coordenação e equilíbrio entre operações sucessivas, engenharia civil e instalação eletromecânica, optimização construtiva e operacional, e a redução de interferências entre todos os processos;
- d) A tecnologia deve ser avançada e fiável, e a nova tecnologia de construção seleccionada deve passar nos testes ou avaliações de produção;
- e) Intensidade de construção relativamente equilibrada e exigências de equipamentos, materiais, mão-de-obra e outros recursos para a construção;
- f) É propício à conservação da água e do solo e à protecção ambiental;
- g) É propício à salvaguarda da segurança e saúde dos trabalhadores.

5.1.4 A selecção do equipamento de construção e a utilização de mão-de-obra deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) O equipamento deve ser aplicável para as condições de construção no local do projecto e cumprir os requisitos de concepção. A capacidade de produção deve cumprir os requisitos de intensidade de construção;
- b) O equipamento deve ser flexível e eficiente, com baixo consumo de energia, com funcionamento seguro e fiável, e cumprir aos requisitos de protecção ambiental;
- c) O equipamento deve ser seleccionado de acordo com o local de trabalho, intensidade de construção e método de construção de cada obra;
- d) O equipamento deve ser propício à alocação de pessoal e equipamento e à minimização do desperdício de recursos;
- e) O equipamento deve ser versátil e propício a ser utilizado em diferentes fases do projecto;
- f) O preço do equipamento e as despesas operacionais são relativamente baixos, e os componentes devem ser facilmente obtidos. A manutenção, gestão e expedição do equipamento deve ser conveniente;
- g) Qualquer novo tipo de equipamento de construção deve ser adquirido como um conjunto completo num projecto . Se for utilizado um único equipamento de construção, este deve estar em conformidade com o equipamento de construção existente em uso;
- h) Com base na selecção do equipamento, de acordo com o local de trabalho, os sistemas de turnos de trabalho e os métodos de construção aplicados, deve ser feita uma concepção otimizada da força de trabalho combinada por intermédio da combinação de diferentes profissões. Também deve ser feita referência aos níveis médios de competências no interior do país de trabalho.

5.2 Escavação a céu aberto de obras de terra-rocha

5.2.1 O nível de escavação da rocha e do solo deve ser determinado com base nas condições geológicas reais do local.

5.2.2 A escavação de terra-enrocamento deve ser feita por camadas, de cima para baixo. A espessura das camadas deve ser determinada através de uma análise exaustiva. A escavação da fundação da barragem acima da água em ambas as margens deve ser concluída ou substancialmente concluída antes do encerramento do rio. A elevação da fronteira entre as partes acima ou abaixo da linha de água pode ser determinada por intermédio de análise do terreno, geologia, período de escavação e condições hidrológicas.

5.2.3 A camada protectora deve ser reservada entre o fundo dos furos dos furos de decapagem do degrau de escavação convencional adjacente à superfície da fundação e a superfície da fundação. Para a escavação de rochas acima da camada protectora da fundação, devem ser adoptadas cargas explosivas prolongadas e jacto em degraus.

5.2.4 Para a escavação da superfície dos taludes encostas laterais projectados, devem ser tomadas medidas sísmicas, tais como uma camada protectora reservada e jacto controlado.

5.2.5 Se for necessário escavar galerias de acesso, e o terreno da escavação da fundação, a geologia e a espessura da camada de escavação cumprirem os requisitos, o jacto de furo radiante pode ser utilizado sob a condição de cumprir os requisitos de pré-fabrico da fundação.

5.2.6 Com base na disposição geral de construção e no calendário geral de construção, a terraplanagem e a cantaria de todo o projecto devem ser equilibradas quando combinadas com medidas de conservação do solo e da água. Com a premissa de cumprir o cronograma geral de construção e os requisitos de proteção ambiental, o lastro de rocha escavada deve ser utilizado. Deve ser providenciado um compromisso razoável para reduzir o transporte secundário, e qualquer escória empilhada não deve poluir o ambiente.

5.2.7 O jacto de carga centralizada não deve ser utilizado na escavação da fundação rochosa das estruturas hidráulicas.

5.2.8 A decapagem controlada deve ser realizado nas imediações de betão de massa recém-vertida, área onde foi aplicada gunite recentemente, área de ancoragem pré-tensionada ou área recente de suporte de gunite após análise, e a velocidade de vibração das partículas de decapagem não deve exceder a norma de segurança permitida.

5.2.9 A concepção da escavação de talude alto deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) Os procedimentos de construção de cima para baixo devem ser adoptados.
- b) A decapagem pré-dividida ou lisa deve ser utilizada para evitar o corte secundário de taludes.
- c) Quaisquer taludes com requisitos de apoio devem ser apoiados atempadamente, após a escavação de cada camada.
- d) O talude com valas de drenagem cortantes no cimo do talude deve ser concluído primeiro e depois deve o talude deve ser escavado.

5.2.10 O método de construção e selecção do equipamento de escavação subaquática deve ser determinado de acordo com factores, como profundidade da água, velocidade do caudal, topografia, geologia, alcance da escavação e volume de escavação.

5.2.11 A escavação dos materiais disponíveis deve basear-se nas condições de escavação, na resistência da escavação, na quantidade de materiais disponíveis, nas propriedades físicas e mecânicas, nos requisitos de qualidade e outros factores. Também devem ser estudados os métodos de escavação, transporte e equipamento adequados.

5.2.12 A disposição de uma estrada de escória deve seguir os seguintes princípios:

- a) A disposição de uma estrada de escória deve ser planeada uniformemente de acordo com factores, como modo de escavação, cronograma de construção, intensidade de transporte, localização do local da escória, tipo de veículo e condições topográficas.
- b) Quando existirem dificuldades na estrada de escória para a cava de fundação, a inclinação longitudinal máxima pode ser aumentada, conforme o caso, dependendo do desempenho do equipamento de transporte e do comprimento da inclinação longitudinal, mas não deve ser superior a 15%. No caso de terreno complexo, a cava de fundação profunda e outras condições ou estradas de traçado difícil, outros métodos de descarga de escória podem ser estudados e adotados.
- c) Deve poder cumprir os requisitos da construção subsequente de engenharia do projecto, e não deve ocupar nenhuma parte das estruturas, e não deve ocupar as partes de escavação profunda com menos pressão.
- d) Deve ser curta, plana e recta, e reduzir a intersecção do plano.
- e) A estrada com tráfego de alta intensidade deve estar equipada com faixas duplas ou circulares; numa área com baixa intensidade de descarga de escória e terreno íngreme, pode ser utilizada uma única faixa para a descarga de escória, e deve ser definida uma faixa de passagem. A distância entre as faixas de passagem não deve ser superior a 200 m.

5.3 Tratamento de fundação

5.3.1 Para o tratamento das fundações, com base nos requisitos sobre as fundações das estruturas hidráulicas, as condições hidrológicas e geológicas devem ser cuidadosamente analisadas. Um esquema de construção tecnicamente viável e economicamente razoável com resultados fiáveis e um curto período de construção deve ser seleccionado através de uma avaliação técnica e económica.

5.3.2 A gunitagem das cortinas deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) A área de construção da gunitagem das cortinas não só deve cumprir os requisitos para o sistema de gunitagem e equipamento de gunitagem, mas também ter em conta as necessidades da gunitagem de reforço, se necessário. A gunitagem adequada das cortinas deve ser realizado na galeria.
- b) A gunitagem de consolidação da fundação da barragem com bermas de infiltração deve ser efectuada depois de o betão ter atingido a resistência necessária.
- c) A gunitagem da fundação deve ser realizada de acordo com a sequência de consolidação antes da gunitagem das cortinas. A gunitagem das cortinas deve ser construída de forma gradual e ordenada.

5.3.3 A parede anti-infiltração deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) O tamanho do plano da plataforma da parede anti-infiltração deve cumprir os requisitos de construção de valas, limpeza de escórias, vazamento de betão e tráfego.
- b) O comprimento das valas das paredes corta-águas deve ser determinado pela análise exaustiva das características dos estratos, da profundidade da vala, do desempenho das máquinas de escavação, dos requisitos do cronograma de construção e da capacidade de produção de betão, que pode ser de 5 m a 8 m. Para a secção de sulco profundo e colapso fácil, o valor menor deve ser adoptado.
- c) A qualidade e quantidade de material de terra utilizado na construção de paredes corta-águas deve cumprir os requisitos de construção de valas e limpeza de valas. O conteúdo de argila do material da terra deve ser superior a 50%, o índice de plasticidade não deve ser inferior a 20, e o conteúdo de sedimentos deve ser inferior a 5%.
- d) O esquema de construção de uma parede corta-águas fina de deve ser seleccionado de acordo com a análise exaustiva dos requisitos de impermeabilização de uma estrutura hidráulica, as condições geológicas, o equipamento de construção, a tecnologia de construção, o material, o período de construção e outros factores, e após a comparação de tecnologia e economia.

5.4 **Seleção, planeamento e exploração da área de empréstimo**

5.4.1 Os materiais naturais de construção podem ser utilizados como fontes de materiais de agregado de betão, materiais de enchimento de barragens de terra-enrocamento e materiais de enchimento de engenharia. As reservas de exploração de materiais naturais de construção devem cumprir os requisitos de concepção. Os requisitos de concepção devem ter em conta várias perdas, como mineração, processamento, transporte e armazenamento de materiais, bem como o coeficiente de reserva de 1,25 a 1,5 vezes.

5.4.2 As fontes de materiais devem ser seleccionadas de acordo com as necessidades de construção para as quantidades, qualidade e intensidade de fornecimento dos materiais de construção. Após uma análise exaustiva da distribuição da fonte de materiais, reservas, qualidade, condições de exploração e transporte, e a elaboração de um plano de equilíbrio escavação-enchimento, tanto com base em explorações geológicas como em experiências, a selecção será finalizada através de uma comparação técnica e económica de acordo com o princípio de alta qualidade e custo-benefício. A selecção do tipo de fontes de materiais deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) As fontes de materiais agregados de betão podem ser seleccionadas a partir de materiais de engenharia de escavação, areia e cascalho naturais, materiais de mineração de pedra ou materiais comerciais. Os materiais de escavação devem receber prioridade como materiais de origem. Areia e cascalho naturais com reservas ricas, decapagem e mineração relativamente pequenas, e boas condições de granulometria e mineração, também podem ser usadas como fonte preferencial de materiais, se não existirem restrições ambientais. Quando não existe areia e cascalho naturais adequados, a pedreira mais próxima pode ser seleccionada. Se um único tipo de fonte de materiais não cumprir os requisitos, uma variedade de materiais com diferentes proporções de aditivos pode ser seleccionada.

- b) Para o agregado artificial de betão, deve ser usada, como fonte de materiais, rocha com um pequeno coeficiente de expansão linear, boa forma de partículas e dureza moderada após a trituração, e o material calcário deverá ser preferencial. Quando são utilizados materiais de pedra com desenvolvimento de juntas e fissuras, especialmente desenvolvimento de juntas cegas, a aceitabilidade do material deve ser comprovada através de experiências. O betão do mesmo edifício deve utilizar o mesmo tipo de fonte agregada. Se forem utilizados diferentes tipos de fontes agregadas, estas devem ser verificadas através de testes. A actividade alcalina do agregado de betão deve ser testada. O agregado alcalino activo não deve ser utilizado sem uma demonstração específica.
- c) O agregado de betão betuminoso deve ter uma boa graduação, a textura deve ser dura e as suas propriedades não devem alterar-se devido ao aquecimento. O agregado artificial deve ser triturado por rocha alcalina. Quando é utilizado cascalho natural ou rocha ácida como material de trituração, deve ser testado e comprovado. Areia natural e cascalho devem ser seleccionados pela sua distribuição concentrada, boa granulometria, qualidade uniforme, boas condições de mineração e menor influência da mineração no meio ambiente, a via aquática e a captação de água.
- d) Para o campo de material do solo, deve ser seleccionado local de fonte dos materiais com qualidade de solo uniforme, camada de solo espessa, fácil controlo de qualidade, taxa alta de produção e teor de humidade natural do material do solo, próximo do teor ideal de humidade de enchimento. Deve ser dada prioridade à selecção dos locais de fonte dos materiais do solo no interior da área da escavação de engenharia e da área submersa do reservatório.
- e) Deve ser dada prioridade ao material de escavação de engenharia e a parte insuficiente pode ser minerada no local de material próximo.
- f) Os materiais de transição devem ser utilizados prioritariamente no material de escavação da caverna de engenharia. Areia natural e cascalho devem ser seleccionados como fonte de materiais filtrantes ou materiais de estratificação. Quando ocorrer falta de areia e cascalho naturais qualificados perto do projecto, pode ser utilizado material artificial de preparação.
- g) De acordo com o cronograma de construção, o planeamento do equilíbrio de materiais deve providenciar o programa de mineração e intensidade de mineração de várias fontes materiais, organizar razoavelmente a direcção do caudal de materiais e reduzir a acumulação em armazém e transferência de materiais. Podem ser utilizados métodos de simulação dinâmica por computador para análise, se necessário.

5.4.3 A sequência de selecção dos locais dos materiais deve ser primeiro perto e depois longe, primeiro acima da água e depois debaixo de água, primeiro na área do reservatório e depois fora da área do reservatório. Os materiais em altitudes elevadas devem ser utilizados em altitudes elevadas, os materiais em altitudes baixas devem ser utilizados em altitudes baixas e a utilização cruzada de materiais a montante e a jusante deve ser reduzida.

5.4.4 O planeamento da mineração do local deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) De acordo com as características e requisitos de engenharia, as condições topográficas e geológicas do local do material, a mineração, o transporte, o suporte de taludes e o plano de conservação do solo e da água devem ser determinados após uma análise exaustiva.
- b) Os locais de solo, areia natural, cascalho e pedra devem ser planeados de acordo com os volumes de mineração planeados, que devem ser determinados de acordo com 1,05 a 1,25 vezes as exigências do projecto.
- c) O local dos materiais do solo afectado por cheias durante o período de construção deve ser minado e armazenado antes da ocorrência das cheias. A quantidade de materiais de solo deve ser 1,2 vezes a quantidade necessária de materiais de solo durante o período de paragem.
- d) O período de mineração dos materiais e o plano de mineração para sítios naturais de areia / gravilha devem ser determinados de acordo com as características hidrológicas, condições topográficas, distribuição de gradação natural, requisitos de classificação de projecto e outros factores. Quando a mineração é interrompida durante a época das cheias, ou do período de congelamento, 1,2 vezes da quantidade necessária deve ser preparada, durante o período de inactividade.
- e) A influência da extracção de areia e gravilha na navegação fluvial deve ser tida em conta nas secções fluviais com requisitos de navegação, e devem ser tomadas as medidas de tratamento correspondentes.
- f) A face das obras e a linha de descarga da pedreira devem ser determinadas de acordo com os requisitos de resistência do material em cada período. Duas ou mais faces de mineração devem ser preparadas para abastecimento contínuo.
- g) Os locais de pedra devem ser explorados por decapagem em escada, e a altura da escada deve ser geralmente entre 10 m e 15 m.
- h) A granulometria máxima da pedra no local do agregado de betão deve ser adequada para o equipamento de escavação e trituração. O enrocamento do corpo da barragem deve ser minado em diferentes áreas de acordo com os requisitos do projecto do material da barragem, e com os requisitos de litologia, grau de resistência às intempéries, granulometria e granulometria.
- i) O plano de mineração e transporte do local do material deve ser determinado por comparação exaustiva com base nas condições topográficas, plano de mineração, características do material, volumes de transporte, intensidade do transporte, distância de transporte e configuração do equipamento de transporte.
- j) A inclinação da escavação do local do material deve ser mantida estável. O material deve ser escavado com apoio de talude, devendo ser adoptada uma escavação em degrau, e deve ser providenciado apoio atempado.
- k) A selecção e mineração do local do material deve cumprir os requisitos relevantes de protecção ambiental e conservação da água e do solo.

5.5 Enchimento de terraplanagem

5.5.1 Para seleccionar um esquema de enchimento de terraplanagem, devem ser analisados os dados de observação a longo prazo das estações meteorológicas na região onde o projecto está localizado. É aconselhável contar os dias de precipitação, temperatura, evaporação, ventos fortes, congelamento e outros elementos meteorológicos de diferentes magnitudes, e determinar o grau de influência sobre o uso de vários materiais de barragens.

5.5.2 O modo de transporte dos materiais de enchimento deve ser determinado por comparação técnica e económica de acordo com o tipo de edifício, condições topográficas da área de construção, volume de transporte, métodos de mineração, modelo de equipamento de transporte, distância e outros factores, e deve estar em conformidade com as seguintes disposições:

- a) Os requisitos de resistência de enchimento devem ser cumpridos.
- b) Os materiais não devem ser misturados, poluídos, nem as suas propriedades físicas e mecânicas devem ser reduzidas durante o transporte.
- c) Diferentes tipos de materiais de enchimento devem utilizar o mesmo modo de transporte. Quando uma variedade de meios de transporte é utilizada, é aconselhável fazer um planeamento global, incluindo a organização racional e a ligação entre eles.
- d) Deve haver menos ligações de trânsito, resultando em menores custos de transporte, instalações temporárias simples e menos trabalho de preparação.

5.5.3 O traçado das estradas para a construção do aterro deve estar em conformidade com as seguintes disposições:

- a) Os padrões de cada secção devem cumprir os requisitos de intensidade de transporte e segurança na construção, e devem ser determinados após análise do volume total de transporte, da vida útil, do modelo do veículo e das condições meteorológicas locais em cada secção. A comparação técnica e económica deve ser realizada para secções especiais. Em condições de inclinação limitada (não superior a 200 m), a inclinação longitudinal máxima da estrada não deve ser superior a 15%.
- b) Tendo em conta as condições topográficas, os acessos devem ser aplicados em cada fase da construção.
- c) Outros meios de transporte de construção, transporte entre bancos e transporte de transbordo podem ser considerados durante o período da construção, e devem ser combinados com a rodovia permanente.

5.5.4 O planeamento do enchimento da barragem de terra-enrocamento compactada deve estar em conformidade com as seguintes disposições:

- a) A construção de uma barragem de enrocamento com núcleo de solo impermeável deve ser realizada ao longo do eixo da barragem. No entanto, num curso do rio amplo, de acordo com os requisitos do procedimento de construção e do cronograma geral de construção, o método de construção seccional também pode ser considerado.
- b) A secção transversal do corpo da barragem deve ser preenchida de forma plana e subir de forma equitativa. Se necessário, a secção temporária de retenção de água também pode ser estudada.
- c) Os veículos de transporte não devem atravessar a parede do núcleo, parede inclinada ou placa do pé, se necessário, devem ser propostas medidas especiais de construção.

5.5.5 O tipo de equipamento de compactação de solo e rochas pode ser seleccionado de acordo com a natureza do solo e das rochas, e parâmetros de construção, tais como a espessura dos materiais de pavimentação. O número de compactações com rolos deve ser determinado por análise e pesquisa, ou método de analogia de engenharia, de acordo com a natureza do solo e das rochas e o desempenho do equipamento de compactação.

5.5.6 O material de enchimento deve ser pavimentado com o método progressivo, as rochas devem ser melhor classificadas, a brita (calhau) e outros materiais devem ser pavimentados com o método inverso, e a pavimentação mista deve ser utilizada para o enrocamento com espessura superior a 1,0 m. O sentido de compactação com rolo deve ser efectuado ao longo do eixo da barragem. O método da distância escalonada deve ser usado para enrolar, e a água deve ser adicionada correctamente antes de compactar com rolo.

5.5.7 O material de transição deve ser preenchido com o método inverso e deve ser compactado com a mesma camada de material de amortecimento ou material filtrante invertido.

5.5.8 O material da amortecimento deve ser enchido com o método inverso e compactado com a mesma camada de material de transição. O talude a montante do material de amortecimento pode ser protegido por uma parede lateral de extrusão, argamassa de talude de derrubamento, argamassa de cimento compactada, betão gunito ou asfalto emulsionado.

5.5.9 O material impermeável do solo deve ser pavimentado e enchido com o método progressivo, e o sentido da compactação com rolo deve ser paralelo ao eixo do edifício. A diferença entre o teor de humidade do solo e o teor de humidade ideal deve ser ajustada. O grau de inclinação da junta e do corte deve ser determinado de acordo com as máquinas e equipamentos de construção seleccionados.

5.5.10 A construção do solo deve ser organizada na época das chuvas. Durante a estação das chuvas, o esquema de construção do solo adequado deve ser seleccionado e devem ser tomadas medidas fiáveis à prova de chuva.

5.5.11 Não deve ser adicionada água quando o enchimento com pedra é feito em condições de temperaturas negativas, a espessura do material de pavimentação deve ser reduzida e a quantidade de compactação com rolo deve ser aumentada. Quando a temperatura média do dia for inferior a 0 °C, o material do solo deve ser avaliado com base nos padrões de construção na época de baixa temperatura. Quando a temperatura média do dia é inferior a -10 °C, não é adequado encher o material do solo, caso contrário deve ser feita uma demonstração técnica e económica. Durante a construção dos materiais do solo na estação de baixas temperaturas, devem ser avaliadas as medidas de isolamento e anticongelamento.

5.5.12 A construção do corpo impermeável das geomembranas deve estar em conformidade com as seguintes disposições:

- a) O comprimento das juntas e blocos deve ser determinado de acordo com as condições de construção, e o comprimento e quantidade de juntas devem ser reduzidos.
- b) A ligação deve ser efectuada com o método de soldadura da costura de membrana, garantindo o alinhamento e nivelamento correcto da sobreposição.
- c) Após a conclusão do assentamento, pasta de cimento deve ser pulverizada ou a camada protectora deve ser enchida atempadamente
- d) A parede central deve ser disposta em ziguezague, e o programa de pavimentação deve estar de acordo com o programa de enchimento da barragem.
- e) As máquinas de construção não devem atravessar a geomembrana.

5.5.13 As máquinas de construção seleccionadas para uma barragem de terra-rocha devem ser adequadas para serem utilizadas numa barragem de terra-rocha. O número do equipamento pode ser calculado de acordo com a resistência média durante o período de pico da construção, com uma margem adequada.

5.5.14 Os seguintes princípios devem ser observados durante a concepção de uma secção temporária de uma barragem durante as cheias:

- a) Os requisitos básicos de estabilidade, infiltração e segurança ultra-elevada devem ser cumpridos.
- b) A largura superior deve satisfazer os requisitos de largura de reparação da sub-bacia quando a inundaçãõ exceder a norma de projecto.
- c) A parede inclinada e a barragem de núcleo estreito não devem ser divididas em secções temporárias.
- d) Após a desobstrução da fundação da barragem, o corpo da barragem a jusante deve ser completamente enchido até acima do corpo de água do filtro traseiro e depois retraído para o talude.
- e) O talude e a camada de amortecimento de rocha a montante devem ser enchidas até à elevação de retenção da inundaçãõ, de acordo com os requisitos de projecto. Se estes requisitos não forem cumpridos, devem ser tomadas medidas de protecção temporárias.

5.6 Construção em betão

5.6.1 O esquema de construção de betão deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) As medidas de produção, transporte, enchimento, cura e controlo de temperatura do betão e outras ligações de construção devem estar razoavelmente ligados.

- b) A tecnologia de construção é avançada, o equipamento é razoavelmente alocado e a eficiência geral de produção é alta.
- c) As etapas de trânsito durante o processo de transporte são mínimas, a distância de transporte é curta e as medidas de controlo de temperatura são simples e fiáveis.
- d) A taxa de vazamento nas fases primária, intermédia e posterior deve ser coordenada e equilibrada.
- e) Existe pouca interferência entre a operação de betonagem e a instalação de estruturas hidromecânicas e electromecânicas, tendo em conta tanto a colocação de betão primário como secundário.

5.6.2 O procedimento de vazamento de betão e o local de vazamento em diferentes elevações de cada período devem ser coordenados com as rotas de fornecimento de material, disposição do equipamento de elevação e programa de instalação eletromecânico. Factores como a diferença de altura dos blocos adjacentes e medidas de controlo de temperatura e outros requisitos relevantes também devem ser contabilizados. O progresso durante as diferentes fases deve satisfazer os requisitos de encerramento de rios, retenção e proteção contra enchentes, vedação de furos e armazenamento de água.

5.6.3 O equipamento de vazamento de betão deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) O equipamento de elevação pode controlar as peças a vazar em todo o plano e elevação.
- b) O equipamento principal tem bom desempenho e alta produtividade, e o equipamento de apoio pode dar plena potencialidade à capacidade de produção do equipamento principal.
- c) Dentro do âmbito de trabalho fixo, o equipamento pode trabalhar continuamente e a taxa de utilização do equipamento é alta.
- d) Nos intervalos entre o vazamento, o equipamento pode realizar o levantamento de moldes, componentes metálicos e pequenos equipamentos na face das obras e outros trabalhos auxiliares.
- e) O bloco não é comprimido, ou o período de vazamento não é prolongado devido à compressão do bloco.
- f) A capacidade de produção pode satisfazer as exigências de intensidade de vazamento durante o período de pico, com a premissa de garantir a qualidade.
- g) O betão deve ser directamente levantado e colocado no bloco. Equipamentos avançados, eficientes e fiáveis devem ser seleccionados para o vazamento e transporte do betão.

h) Se o betão for transportado para longe, deve ser utilizado um camião betoneira.

5.6.4 O equipamento de elevação de betão deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) O número do equipamento de elevação de betão pode ser determinado através de cálculo, ou método de analogia de engenharia, de acordo com a taxa de vazamento mensal de pico, capacidade da gaiola, tempos de circulação horária do equipamento, quantidade de blocos de colocação disponíveis para vazamento e carga de trabalho de elevação auxiliar. A carga de trabalho de elevação auxiliar pode ser calculada como uma percentagem do tempo equivalente de elevação do betão, e o valor pode ser seleccionado dentro dos seguintes limites: 10% a 20% para barragens gravíticas; 20% a 30% para barragens leves; 30% a 50% para casas das máquinas.
- b) Os tempos de circulação horária do equipamento de elevação de betão devem ser determinados através de análise e cálculo, ou método de analogia de engenharia, de acordo com a velocidade operacional do equipamento, distância de transporte horizontal e vertical do ponto de captação de material ao ponto de descarga, disponibilidade de equipamento de apoio, nível de gestão da construção e proficiência técnica dos trabalhadores.

5.6.5 O projecto de construção do betão deve ser seleccionado através da comparação de esquemas; a quantidade de equipamentos de mistura, transporte e elevação e sua produtividade, a taxa de vazamento e o período total de vazamento devem ser determinados.

5.6.6 O molde pode ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) O molde deve respeitar as características da estrutura de betão, condições de construção e métodos de vazamento.
- b) É preferível utilizar moldes de aço em vez de moldes de madeira.
- c) O tipo estrutural deve ser normalizado e serializado; deve ser conveniente para a produção, instalação, desmontagem e elevação e deve ser propício à operação mecanizada e a um grande número de rotações.

5.6.7 A face máxima de vazamento para um corpo de barragem deve ser determinada pela análise do desempenho do betão, capacidade do equipamento de vazamento, medidas de controlo de temperatura, requisitos do período de construção e outros factores. Se o betão for vertido por um método de vazamento plano, a capacidade de produção do equipamento deve garantir que todo o bloco de colocação seja vertido antes da colocação inicial do betão. Se a área do bloco de colocação for demasiado grande para corresponder à capacidade de produção do equipamento, pode ser adoptado o método de vazamento em degraus.

5.6.8 A gunitagem conjunta de um corpo de barragem deve estar sujeita aos seguintes princípios:

- a) A gunitagem das juntas deve ser efectuada após o betão na zona de gunitagem, e a camada de arrefecimento acima referida, deve atingir a temperatura estável do corpo da barragem ou o valor de concepção especificado. Se forem tomadas medidas eficazes, a idade do betão não deve ser inferior a 4 meses.

- b) A altura da divisória de gunitagem dentro da mesma junta de barragem deve ser de cerca de 10 m a 15 m.
- c) A diferença de altura admissível entre a altura de gunitagem de uma barragem em arco e a superfície superior da camada de vazamento deve ser determinada com base na tensão durante o período de construção.

5.6.9 O controlo de temperatura deve ser planeado em construções de betão maciço. Os requisitos de controlo de temperatura podem estar sujeitos às directrizes relevantes no Apêndice A. Se possível, a combinação ótima de várias medidas deve ser determinada pelo método de análise sistémica. De acordo com as características do projecto, devem ser registadas as condições de construção, condições climáticas e requisitos de controlo de temperatura, medidas de arrefecimento no Verão e medidas de isolamento térmico no inverno.

5.6.10 A massa de betão misturada com cinzas volantes deve cumprir as seguintes regras:

- a) O tempo de cura húmida para a superfície exposta não deve ser inferior a 21 dias.
- b) Em temperaturas baixas, deve ter-se especial atenção ao isolamento da superfície e o tempo de remoção do molde deve ser devidamente prolongado.

5.6.11 A necessidade de construção em betão durante uma estação de temperaturas baixas deve ser determinada através de avaliação e análise técnica e económica de acordo com o progresso geral. Para a construção em betão numa estação de temperaturas baixas, devem ser tomadas medidas de isolamento térmico e anti-congelamento. As normas de temperatura e as medidas de isolamento térmico e anti-congelamento devem ser implementadas de acordo com o Anexo A.

5.6.12 As matérias-primas e mistura de betão compactado com rolo (CCR) devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) O teor de material de cimentação não deve ser inferior a 130 kg/m^3 e a granulometria máxima das partículas agregadas não deve ser superior a 80 mm.
- b) Cinzas volantes, cinzas vulcânicas e outros materiais activos podem ser utilizados como aditivos do CCR, e a sua aplicabilidade pode ser determinada através de estudos experimentais.
- c) A proporção mista de CCR deve ser determinada através de testes.
- d) O valor V_c da consistência do material CCR (ou viscosidade estrutural) deve ser determinado através de testes no local.
- e) Tanto o equipamento de mistura por gravidade como o de mistura forçada podem ser usados para misturar o CCR.

5.6.13 A construção do CCR deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) A construção em época de temperaturas altas deve ser evitada e o projecto de controlo de temperatura deve ser realizado.
- b) O vazamento do betão deve ser efectuado com a subida contínua de camadas finas. A espessura pode ser aumentada de forma correspondente de acordo com a experiência.
- c) O RCC pode ser vertido diretamente na casa das máquinas com camião basculante ou com correia transportadora de borracha assistida por camiões. Se uma conduta de pressão negativa (tubo) for utilizada para transportar materiais CCR, a sua inclinação deve ser superior a 45°, e a queda de um único estágio não deve ser superior a 70 m.
- d) A CCR pode ser pavimentada com escavadora para pântanos, ou pavimentadora, e compactada com rolo vibratório. Para satisfazer os requisitos de compactação com rolo para diferentes partes do corpo da barragem, devem ser fornecidos rolos vibratórios de diferentes modelos e potência.

5.6.14 O vazamento do betão e a instalação electromecânica da central eléctrica devem ser devidamente coordenadas para evitar ou reduzir interferências mútuas. Os trabalhos de betão relacionados com a primeira unidade de gerador de turbina devem ser vertidos primeiro.

5.6.15 A construção da laje de betão da barragem de enrocamento com face deve ser concluída antes do enchimento do leito, dos materiais de transição e da área principal de enrocamento dos blocos adjacentes. Quando a altura da barragem não for superior a 70 m, a laje de betão deve ser vazada de uma só vez. O vazamento da laje deve ser feita de baixo para cima pelo modo deslizante, e os métodos de vazamento sequencial devem ser adoptados entre as faixas. A sequência de colocação da laje de betão deve ser verter primeiro a laje central e depois ambos os lados.

5.6.16 Um plano de construção em betão asfáltico deve ser determinado de acordo com factores, como o traçado do projecto, o tipo de estrutura do corpo anti-infiltração, as condições climáticas da área do projecto e o equipamento de construção, após análise e pesquisa exaustiva. A pavimentação deve cumprir as seguintes disposições:

- a) O comprimento e largura da inclinação das lajes de betão asfáltico deve ser determinado de acordo com as condições de construção, equipamento de construção, operação de construção e outras condições.
- b) A espessura da camada de pavimentação de uma parede central de betão asfáltico laminado deve ser determinada através de um teste de compactação com rolos, podendo ser utilizados 0,2 m a 0,3 m. A camada de pavimentação deve ser nivelada e prensada com o enchimento da camada de transição em ambos os lados. A parede central de betão betuminoso vertido deve ser construída com um molde de aço que possa ser desmontado e montado.

5.6.17 O betão auto-compactante deve cumprir os requisitos de tempo de assentamento, coesão e retenção de água, bem como o desempenho auto-compactante de misturas de betão comum. A construção em betão auto-compactante deve cumprir as seguintes disposições:

- a) A estação de mistura (edifício) deve ser usada para mistura centralizada, e o camião basculante deve ser usado para transporte, e devem ser tomadas medidas de isolamento e outras medidas.

- b) As máquinas, ferramentas e métodos de vazamento devem ser seleccionados de acordo com as características estruturais das peças de vazamento e o desempenho auto-compactante do betão.
- c) A velocidade de vazamento não deve ser muito rápida, e o processo de vazamento deve ser contínuo.

5.6.18 A construção de areia cimentada e cascalho deve cumprir as seguintes disposições:

- a) O esquema de construção deve estar em conformidade com os correspondentes requisitos de intensidade de construção, características do material e condições do local de construção.
- b) O tamanho máximo das partículas de areia e cascalho não deve exceder 150 mm. Deve ser utilizado equipamento de mistura contínua com grande rendimento e alta eficiência para misturar areia cimentada e cascalho.
- c) Areia e cascalho cimentado devem ser transportados com camião basculante, transportadores e carregadores, e o equipamento de nivelamento deve ser transportado por um raspador, bulldozers, carregadeiras e retroescavadoras.
- d) Areia cimentada e cascalho devem ser estratificados, abertos e pavimentados continuamente. A área de pavimentação deve estar de acordo com a capacidade de pavimentação e o intervalo permitido entre as camadas. O intervalo entre camadas deve ser controlado dentro do tempo admissível de pavimentação directa, e a camada de amortecimento deve ser utilizada para camadas que excedam o tempo admissível para pavimentação directa.

5.7 Construção de engenharia subterrânea

5.7.1 Os métodos de construção e selecção de parâmetros da engenharia subterrânea devem basear-se principalmente na classificação das rochas adjacentes e nas características de deformação e forma transversal, tamanho e drenagem da engenharia subterrânea.

5.7.2 Quando o método de perfuração e dinamitação é adoptado na engenharia subterrânea, um transportador de estrutura de perfuração e uma máquina de perfuração com múltiplos braços devem ser considerados como equipamento de perfuração.

5.7.3 O plano de construção dos túneis deve ser determinado através de avaliação técnica e económica, de acordo com a disposição e escala das obras subterrâneas, métodos de construção, equipamentos de construção, requisitos de cronograma, condições topográficas e geológicas e outros factores.

5.7.4 Se o túnel for escavado pelo método de perfuração e dinamitação, o método de construção deve ser seleccionado através de avaliação económica, de acordo com o tamanho da secção transversal, tipo de rocha adjacente, desempenho do equipamento e tecnologia de construção. Se possível, deve ser adoptada uma escavação de secção transversal completa. Se for adoptada uma escavação parcial para o túnel circular, deve ser evitada a escavação em expansão do ângulo da base. Para uma grande câmara de túnel, o túnel piloto deve ser escavado primeiro, e depois deve ser feita a escavação parcial em degraus. A localização do túnel piloto e a dimensão da escavação em degrau parcial devem ser determinadas pela análise da secção transversal da câmara, categoria da rocha adjacente, método e procedimentos de construção, equipamento de construção e rota de evacuação.

5.7.5 O método de escavação de veios verticais deve ser seleccionado com base nas seguintes directrizes:

- a) O entulho deve ser removido do fundo do veio. Se não for possível remover o entulho do fundo do veio, a secção transversal completa pode ser escavada de cima para baixo.
- b) Se existir um percurso de aspiração no fundo do veio, um veio piloto pode ser construído pela perfuradora de elevação. O método de escalada e o método de elevação em gaiola devem ser utilizados com cuidado.
- c) Se existir uma passagem sob o veio vertical e a secção transversal for relativamente grande, a escavação pode ser feita com o método do veio piloto. A escavação para o alargamento deve ser feita de cima para baixo. Se a rocha adjacente estiver solta e fragmentada, ou for extremamente propícia ao colapso, o trabalho de apoio deve ser feito imediatamente após a escavação da face.

5.7.6 A escavação de um veio inclinado deve cumprir as seguintes directrizes:

- a) Se a inclinação for inferior a 6° , a escavação deve ser feita usando o método de galeria de acesso.
- b) Se a inclinação for de 6° a 30° , a escavação transversal completa, de cima para baixo, pode ser feita de cima para baixo.
- c) Para um pequeno veio inclinado de secção transversal cuja inclinação é de 30° a 45° , a escavação de cima para baixo pode ser feita de cima para baixo. Se a escavação for feita de baixo para cima, devem ser previstas medidas para evitar a escória e de deslizamento de escória; para um veio inclinado de secção média e grande, pode ser adoptado um veio piloto para o alargamento da escavação.
- d) Se a inclinação for de 45° a 75° , pode ser adoptada a escavação de um veio piloto de baixo para cima, seguida do alargamento da escavação de cima para baixo, ou a escavação de secção transversal completa de baixo para cima.
- e) Se a inclinação for superior a 75° , a escavação pode ser feita pelo método do veio vertical.

5.7.7 A organização da galeria de acesso de construção está sujeita aos seguintes princípios:

- a) A selecção de uma galeria de acesso de construção deve ser determinada com base nos estudos exaustivo sobre as condições topográficas e geológicas, tipo estrutural e disposição, método de construção e requisitos do programa de construção. Se o método de perfuração e dinamitação for adoptado, o espaçamento das galerias de acesso de construção não deve exceder 3 km.

- b) Se as condições topográficas e geológicas permitirem, o comprimento da galeria de acesso deve ser curta e deve favorecer-se uma galeria de acesso horizontal, ligeiramente inclinado para a boca do túnel.
- c) As condições geológicas ao longo da galeria de acesso devem ser relativamente boas, a massa rochosa na entrada da câmara da galeria de acesso deve ser estável, e o portal da galeria de acesso deve ser colocado acima da enchente alta.
- d) Existe espaço suficiente nas proximidades para instalações temporárias e eliminação de entulho.
- e) O tipo e tamanho da secção transversal da galeria de acesso deve cumprir os requisitos de densidade de transporte e passagem, e deve haver espaço adequado para as tubagens de ar e água, drenagens laterais e uma calçada.
- f) O declive longitudinal de uma galeria de acesso horizontal não deve ser superior a 2% para o transporte por via férrea e não superior a 9% para o transporte sem via. O comprimento de talude restrito correspondente não deve ser superior a 150 m e o declive longitudinal máximo local não deve ser superior a 14%.
- g) O ângulo de intersecção do eixo de uma galeria de acesso com o eixo principal do túnel não deve ser inferior a 40°, pelo que deve ser estabelecida uma secção plana com um comprimento não inferior a 20 m, na intersecção.
- h) A inclinação de uma galeria de acesso para um veio inclinado não deve ser superior a 25°, não devem existir mudanças de inclinação e curvas na secção transversal longitudinal do corpo do veio, e o comprimento da secção horizontal inferior não deve ser inferior a 20 m.
- i) Regra geral, deve ser providenciado um veio vertical na parte lateral de um túnel, e a distância lateral livre com o túnel deve ser de 15 m a 20 m.
- j) No fundo de um veio inclinado ou de um veio vertical, deve ser providenciada uma curva e um escoadouro.
- k) Num dos lados de uma galeria de acesso para um veio inclinado, deve ser providenciada um passeio com uma largura não inferior a 0,7 m. Uma escada firme e segura deve ser providenciada no veio vertical.
- l) A escavação deve progredir em degraus, e os requisitos de ventilação e desumidificação em túneis subterrâneos e cavernas devem ser cumpridos.

5.7.8 No projecto de perfuração e dinamitação, o modo de perfuração, disposição e profundidade dos furos, material e padrão de decapagem devem ser determinados com base na forma e tamanho da secção transversal, bem como a categoria de rochas adjacentes. Deve ser adoptado o método de decapagem suave ou de pré-decapagem por camadas. O avanço por ciclo de escavação, a duração de vários procedimentos de trabalho e as interdependências são seleccionados com base nas seguintes condições:

- a) Se a rocha que rodeia o túnel cair facilmente, o avanço cíclico não deve exceder 1,5 m.

- b) A duração dos procedimentos de perfuração e de remoção de entulho devem ser determinados de acordo com a quantidade de furos num ciclo, comprimento total do furo, volume de decapagem, produtividade da perfuração e equipamentos de carga e transporte utilizados. A duração de outros procedimentos de trabalho no ciclo deve ser determinada pelo método de analogia de engenharia.

5.7.9 O método de transporte da entulho deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) Se a distância de transporte for relativamente longa, deve ser adoptado o transporte por via férrea com uma locomotiva com bateria; a velocidade média da locomotiva no túnel deve ser de 6 km/h.
- b) Se a secção transversal do túnel permitir a passagem de veículos, deve ser adoptado o transporte sem carris. A velocidade média de um veículo no interior e exterior do túnel deve ser de 10 km/h e 25 km/h, respectivamente. Se a largura da escavação não cumprir os requisitos de brecagem do veículo, deve ser providenciado um espaço de brecagem (encontro) a cada 200 m aproximadamente, ou deve ser providenciado uma plataforma /rotunda rotativa móvel no túnel.
- c) Para procedimentos de elevação num veio inclinado, um guincho deve ser adoptado. A velocidade de funcionamento do guincho não deve ser superior a 2 m/s. Para uma secção inclinada, uma passeio deve ser providenciado. A distância de segurança entre a borda do passeio e o veículo não deve ser inferior a 0,3 m. Para procedimentos de elevação no interior de um veio vertical, na maioria dos casos, deve ser adoptada uma gaiola. A velocidade de funcionamento da gaiola deve ser a seguinte:
 - 1) Se o veio vertical estiver dentro de 40 m e não existir equipamento de guia, a velocidade da gaiola não deve exceder 0,7 m/s;
 - 2) Se a profundidade do veio estiver entre 40 m a 100 m e a elevação for feita através de equipamento de guia, não deve exceder 1,5 m/s;
 - 3) Se a profundidade do veio for superior a 100 m e a elevação for efectuada através de equipamento de guia, não deve exceder 3 m/s.

5.7.10 Os modos e parâmetros de ventilação devem ser seleccionados com base nos seguintes princípios:

- a) No processo de construção, as condições de ventilação natural devem ser providenciadas o mais cedo possível. Antes da ventilação natural ser providenciada, deve ser adoptada ventilação mecânica.
- b) Se a orientação estiver a mais de 1 km do portal, deve ser adoptado o bombeamento longo e a ventilação de sopragem curto.
- c) A quantidade de ventilação e a velocidade do vento necessárias para a escavação de túneis e cavernas devem ser determinadas de acordo com os Apêndices B e C.

5.7.11 As medidas de tratamento exaustivo para controlo de gases nocivos e à prova de poeira devem cumprir as seguintes disposições:

- a) A perfuração de rochas molhadas deve ser adoptada na escavação subterrânea.
- b) No interior do túnel, devem ser fornecidas máquinas a diesel pouco poluentes, com um dispositivo de purificação de escape. As máquinas a gasolina não devem ser utilizadas no túnel.
- c) A construção de túneis longos deve recorrer ao transporte por via férrea.
- d) Para obras subterrâneas que envolvem gás, devem ser preparadas medidas especiais de prevenção e controlo.

5.7.12 O molde deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) Deve ser adoptado um porta-moldes de secção transversal completa para túneis circulares longos.
- b) Deve ser adoptado um molde móvel para a placa de base dos túneis de secção transversal média e pequena e para um veio inclinado.
- c) Para um veio vertical com secção transversal regular, deve ser adoptado um molde deslizante.
- d) Para um túnel curto, uma secção de transição e uma ranhura, pode ser adoptado um molde montado.
- e) Para as paredes rectas de um túnel deve ser adoptado um molde de aço de montagem fixa.
- f) Se não for possível adoptar o molde de aço, ou não for económico, o molde de madeira pode ser adoptado.

5.7.13 Um porta-moldes de aço deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) Cada face das obras deve receber um porta-moldes. O número de unidades de moldes de aço deve satisfazer os requisitos de vazamento contínuo de betão.
- b) O tempo de remoção do molde deve ser determinado de acordo com as propriedades e os vãos dos túneis e cavernas e outros factores, e deve ser de 24 a 72 horas após o vazamento do betão.

5.7.14 Para o revestimento de betão para uma galeria de acesso, a sequência da aplicação do revestimento da parede lateral, tanto aberta como invertida, deve ser determinada com base na premissa de que a segurança da construção e a qualidade da engenharia estão garantidas. Se possível, pode ser aplicado um revestimento único para toda a secção transversal. Para um túnel com uma secção transversal grande, ou câmara, o revestimento da parte visível deve ser geralmente terminado em primeiro lugar. O comprimento da secção do revestimento deve ser determinado após análise das características das rochas adjacentes, capacidade de vazamento, tipo de molde e características de deformação da estrutura.

5.7.15 A segmentação do revestimento de betão para um veio inclinado e um veio vertical deve ser determinada após análise das características da rocha adjacente, tipo estrutural e modo de vazamento e outros factores. Se as condições de estabilidade da rocha adjacente forem relativamente pobres, o comprimento do revestimento deve ser consistente com o comprimento da escavação, dois trabalhos podem ser feitos alternadamente. O ponto onde o contorno de uma estrutura varia deve ser considerado como o limite entre as secções de revestimento.

5.7.16 A gunitagem num túnel hidráulico deve ser realizada pela ordem de gunitagem de aterro, após a gunitagem de consolidação e após a gunitagem das juntas.

5.8 Instalação de estruturas hidromecânicas e equipamentos electromecânicos

5.8.1 O método de elevação de estruturas hidromecânicas deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) O método de elevação deve ser determinado de acordo com as dimensões globais do componente, a posição do centro de gravidade, o peso de uma única peça e as dimensões dos túneis e passagens na posição de instalação.
- b) Deve fazer pleno uso do equipamento de elevação existente e da capacidade de elevação no local da construção. Se for utilizado equipamento de elevação especial, o tempo de instalação e fabricação deve cumprir os requisitos do período de instalação.
- c) Deve ser considerada a possibilidade da instalação do equipamento de elevação permanente com antecedência.
- d) Equipamentos de elevação com programação flexível e alta eficiência devem ser seleccionados.

5.8.2 A instalação de estruturas hidromecânicas deve estar sujeita aos seguintes princípios:

- a) A operação cruzada deve ser reduzida e a produção deve ser equilibrada.
- b) Se as condições de elevação e transporte o permitirem, deve ser instalado um tubo de aço em secções grandes. A instalação e a colocação do betão devem ser feitas alternadamente por secções. O comprimento de cada secção deve garantir a qualidade da betonagem.
- c) O esquema de instalação da comporta deve ser determinado de acordo com o tipo de comporta e as condições de construção.
- d) Um guincho deve ser instalado e deve estar pronto a funcionar.

5.8.3 O modo de fabrico de uma conduta forçada e revestimento de aço deve ser determinado através de avaliação técnica e económica, de acordo com a escala do projecto, as condições de transporte externo e a capacidade de processamento e fabrico.

- 5.8.4** Para a elevação das unidades, deve ser adoptado equipamento de elevação permanente.
- 5.8.5** A instalação de uma unidade de gerador de turbina deve estar razoavelmente ligada à construção de engenharia civil, e a pré-montagem de peças grandes deve ser feita no local.
- 5.8.6** Para a elevação e transporte do equipamento auxiliar no local, o equipamento de elevação e transporte do equipamento principal pode ser utilizado, não sendo adequada a utilização de equipamento separado.
- 5.8.7** A instalação de uma válvula principal deve ser determinada para o todo, ou partes, de acordo com o peso da válvula principal, a capacidade do equipamento de elevação e as condições do local.

6 Transporte para construção

6.1 Disposições gerais

6.1.1 O transporte de construção pode incluir transporte externo e transporte no local. Os esquemas de transporte externo e no local devem ser seleccionados através de comparação com base na disposição geral da construção e nos requisitos gerais do programa de construção, para resolver de forma razoável o transporte acima dos limites. O âmbito do tráfego externo e do tráfego no local deve estar em conformidade com as seguintes directrizes:

- a) O esquema de transporte externo deve assegurar a ligação entre o local de construção e as rodovias, estações ferroviárias e portos de navegação nacionais ou locais, e deve ser capaz de cumprir as tarefas de transporte de materiais externos durante o período de construção, minimizando o impacto no tráfego local.
- b) O esquema de transporte no local deve assegurar a ligação de transporte entre cada área de trabalho em toda a obra, incluindo as áreas locais de produção de materiais, áreas de eliminação de resíduos, áreas de produção e alojamentos. As principais estradas no local devem estar ligadas ao transporte externo.

6.1.2 As normas de concepção das artérias de transporte no local e exteriores, e das principais estruturas, devem ser determinadas de acordo com as características de construção e as especificações técnicas nacionais relevantes em vigor. Se o transporte rodoviário for adoptado, devem ser seguidos os seguintes princípios:

- a) Os parâmetros técnicos para as principais artérias de transporte, tais como o gradiente longitudinal máximo, o raio de curva horizontal e vertical mínimo e a distância visual, devem ser razoavelmente seleccionados dentro dos intervalos estipulados nas normas actuais relevantes, com base nas características de transporte da construção. Com a premissa de cumprir os requisitos de operação e construção seguras, o padrão para estradas, que não as estradas principais, no local pode ser devidamente rebaixado através de análise completa.

- b) As normas de concepção para as plataformas da via, pavimento e edifícios devem ser determinadas com base no grau da estrada e cumprir aos requisitos dos principais modelos de veículos e intensidade de transporte durante o período de construção. Podem ser tomadas medidas temporárias para o transporte de um pequeno número de peças pesadas.
- c) As normas de controlo de cheias para as principais estradas de tráfego temporário no local devem ser consistentes com as do local da construção.

6.1.3 Instalações especiais como, instalações de segurança, gestão de tráfego, de inspecção de manutenção, devem ser providenciadas no sistema de transporte da construção.

6.2 Transporte externo

6.2.1 Deve ser realizada uma avaliação técnica e económica, pelo que deve ser seleccionado o esquema de transporte externo com tecnologia fiável, economia razoável, operação conveniente, menos interferências, período de construção curto e ligação conveniente com o tráfego no local.

6.2.2 O esquema de transporte deve ser seleccionado com base nos seguintes factores:

- a) Facilidades de transporte disponíveis no interior do local do projecto;
- b) O volume total de transporte durante o período de construção, o volume anual de transporte e a intensidade do transporte;
- c) As condições de transporte dos principais componentes, especialmente geradores e transformadores principais, e os factores de variação sazonal;
- d) Ligação às artérias de tráfego, tanto no local como fora do mesmo;
- e) Período de construção e o custo do projecto de transporte;
- f) Estado de construção das estações de trânsito, das principais pontes e dos bueiros, ferrys, cais, estações e túneis;
- g) Possíveis atrasos e desalfandegamento, se o transporte atravessar fronteiras nacionais.

6.2.3 O esquema de transporte deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) A capacidade de transporte das estradas pode atender às necessidades de mercadorias a granel, materiais e equipamentos durante o período de construção e satisfazer as necessidades de transporte de peças com excesso de peso e de tamanho.
- b) Menos ligações de trânsito para o transporte de mercadorias e materiais, menos custo de transporte, atempado, seguro e fiável.

- c) Com base no planeamento do desenvolvimento do transporte local, as estradas de tráfego nacional e local existentes, e outras estradas especiais de empresas industriais e mineiras, devem ser utilizadas em pleno.

6.2.4 Para o transporte externo, o transporte rodoviário deve ser utilizado. Se possível, deve ser considerado o transporte por via aquática e ferroviária, ou uma combinação de vários modos.

6.2.5 O esquema de transporte de equipamentos grandes e pesados deve ser determinado com base no conhecimento das condições rodoviárias existentes, das normas técnicas das estruturas e das condições de passagem. Devem ser formuladas medidas de melhoria correspondentes e, em seguida, deve ser alcançado um acordo com os departamentos envolvidos. Se necessário, deve ser apresentado um relatório especial às autoridades competentes, para aprovação. É aconselhável reduzir os tempos de transbordo de equipamentos grandes e pesados.

6.2.6 A estação de transferência pode ser configurada se o modo de transporte de materiais externos for modificado. A escala da estação de transferência deve ser determinada em consulta com os departamentos relevantes de acordo com a fonte de material, variedade e estado de entrega.

6.3 Transporte no local

6.3.1 O transporte no local deve ser planeado de forma exaustiva, através de análise e cálculo, com base nos volumes e intensidade de transporte determinados no cronograma geral de construção, combinado com a disposição geral da construção.

6.3.2 Os acessos às instalações auxiliares normais (tais como o abastecimento de água, fornecimento de energia, iluminação e produção e edifícios residenciais) devem ser planeados de forma exaustiva, e os pátios auxiliares especializados (tais como circulação de locomotivas normais, revisão de veículos, manutenção de equipamentos e estacionamento de veículos) devem ser projectados de acordo com as normas profissionais pertinentes.

6.3.3 Para seleccionar a posição das instalações de travessia do rio no local (ponte, ferry, etc.), devem ser cumpridos os requisitos de construção para obras permanentes e obras de desvio.

7 Instalações de construção

7.1 Disposições gerais

7.1.1 As instalações de construção devem garantir a preparação dos materiais de construção necessários, o fornecimento de água, energia e ar comprimido, o estabelecimento de comunicações dentro e fora do local de construção, e a reparação e manutenção dos equipamentos de construção. Um pequeno número de componentes e estruturas hidromecânicas pode ser processado na fábrica.

7.1.2 A disposição das instalações de construção está sujeita aos seguintes princípios:

- a) A escala das instalações de construção deve ser determinada pela possibilidade e racionalidade da utilização de empresas industriais e mineiras locais para a produção e cooperação técnica, bem como pela combinação com os requisitos de construção deste projecto e das centrais eléctricas em cascata.
- b) O local das instalações de construção deve ficar localizado próximo do objecto de serviço e ao centro de clientes, num local conveniente de transporte e abastecimento de água e energia. Deve ser evitado o transporte inverso de mercadorias.
- c) As áreas habitáveis devem ficar separadas das áreas de produção. As instalações de construção com relações de cooperação próximas devem ser organizadas de forma centralizada. A distância entre os arranjos centralizados e descentralizados deve cumprir os requisitos de prevenção de incêndios, segurança, saúde e protecção ambiental.

7.1.3 Para a concepção das instalações de construção, uma estrutura fabricada deve ser gradualmente incentivada, e equipamentos universais e multifuncionais devem ser seleccionados.

7.1.4 A escala de produção, a área do piso, a área do edifício, a carga de energia, o pessoal de produção e outros indicadores das várias instalações de construção devem ser calculados.

7.2 Sistema de processamento de areia e pedra

7.2.1 A concepção do sistema de processamento de areia e pedra deve estar sujeita aos seguintes princípios:

- a) A quantidade de areia e pedra necessária deve ser determinada com base no betão e outros materiais de areia e pedra com requisitos de classificação, incluindo as perdas e resíduos durante a mineração, processamento e transporte.
- b) A capacidade de processamento do sistema de processamento de areia e pedra pode ser calculada de acordo com as exigências médias mensais de agregados durante o período de pico da produção de betão e outras exigências durante o mesmo período.

7.2.2 O local das instalações do sistema de processamento de areia e pedra deve ser seleccionado com base nos seguintes princípios:

- a) Deve ficar próximo da área da pedreira. Se existirem várias pedreiras, devem ficar posicionadas próximo da área da pedreira principal. Uma instalação separada pode ser considerada após análise. A instalação também pode estar perto das instalações do sistema de produção de betão, se a taxa de utilização de areia e pedra for alta, a distância de transporte for curta e as condições do local permitirem.
- b) As instalações de trituração bruta para o sistema de processamento de areia e pedra deve ficar entre 1 km a 2 km da área da pedreira.
- c) As fundações das principais instalações são estáveis e têm capacidade de carga suficiente.

- d) O local das instalações deve ficar próximo das vias de transporte, fontes de água e linhas de transmissão de energia existentes.
- e) Se as instalações ficarem próximas dos alojamentos, é essencial manter a distância de protecção necessária e tomar medidas de redução do ruído e da poeira.

7.2.3 As instalações de processamento de areia e pedra devem ser organizadas com base nos seguintes princípios:

- a) Devem ser suficientemente flexíveis para garantir a capacidade de produção, antecipadamente, para satisfazer as exigências de areia e pedra antes da construção, e também para ajustar o modo de produção para se adaptar a quaisquer alterações nas dimensões das partículas da matérias-primas e às diferentes necessidades de classificação de agregados.
- b) Deve ser evitado o desequilíbrio de classificação agregado e as partículas sobredimensionadas e subdimensionadas devem ser reduzidas. Se vários dispositivos com a mesma especificação forem utilizados para a mesma operação, devem ficar dispostos simetricamente, ou no mesmo eixo, na mesma elevação.
- c) O transporte interno do produto acabado e a drenagem do local são simplificados pelo alinhamento com o terreno.
- d) Excepto nas regiões frias, as instalações de trituração, crivagem e preparação de areia podem ser providenciadas ao ar livre, e todo o equipamento eléctrico deve ser devidamente protegido.

7.2.4 As reservas totais de areia e pedra devem ser consideradas como sendo entre 50% e 80% do valor médio mensal durante o período de pico. Quando a exploração for suspensa durante a época das cheias e do período de geadas, a reserva total basear-se-á nas exigências de agregados mais uma provisão adicional de 20%. A capacidade da área de armazenamento do produto acabado deve satisfazer as necessidades naturais de desidratação de areia e pedra. Se a capacidade total da área de armazenamento for relativamente grande, devem ser empilhados mais materiais inacabados ou produtos acabados parcialmente. Os materiais não acabados ou produtos acabados parcialmente podem ser empilhados a uma altura relativamente grande.

7.2.5 O armazenamento de agregados acabados deve ser fornecido com paredes divisórias e um bom sistema de drenagem.

7.2.6 Na concepção do sistema de processamento de areia e pedra devem ser tomadas medidas de remoção de pó e de redução de ruído. As escórias produzidas durante o processamento de areia e pedra devem ser transportadas para um local designado para o respectivo empilhamento e eliminação.

7.3 Sistema de produção de betão

7.3.1 O sistema de produção de betão deve cumprir os requisitos de qualidade, variedade, temperatura fora da mistura e taxa de vazamento. A capacidade de produção horária pode ser calculada com base na intensidade de pico mensal, com um coeficiente não uniforme de 1,5. A capacidade de produção deve ser verificada em relação à capacidade total de utilização do equipamento de vazamento.

7.3.2 A capacidade de produção da central de betão por lotes deve ser calculada quando se produz betão pré-resfriado, betão duro ou betão de baixo desabamento é produzido.

7.3.3 O sistema de produção de betão deve ser organizado com base nos seguintes princípios:

- a) Deve ficar próximo do local de vazamento, o terreno deve ser razoavelmente aproveitado e as estruturas principais devem ser providenciadas sobre fundações estáveis e sólidas, cuja capacidade de carga satisfaça os requisitos pertinentes.
- b) O sistema de produção de betão deve ser organizado de forma centralizada. No entanto, nas seguintes circunstâncias, pode ser organizado de forma descentralizada:
 - 1) As estruturas hidráulicas estão dispersas ou com uma grande altura umas sobre as outras, ou têm alta intensidade de vazamento ou o grau de betão varia muito, ou é necessário transportar o betão por uma longa distância, dificultando o fornecimento centralizado.
 - 2) As vias de transporte de betão em ambas as margens não podem ser ligadas.
 - 3) As áreas de areia e pedreira estão espalhadas, e o transporte do agregado seria inconveniente, ou pouco económico, se a organização fosse centralizada.
- c) Os requisitos de construção nas fases iniciais e posteriores são globalmente planeados e considerados, a realocação a meio caminho deve ser evitada e não deve ser prejudicial para as estruturas permanentes; deve ser garantida uma distância segura suficiente entre edifícios altos ou pilhas de materiais e equipamentos e linhas de transmissão de energia.
- d) A direcção de fornecimento das matérias-primas é escalonada a partir da direcção de descarga do betão.
- e) O sistema pode ser construído e colocado em produção por fases, ou quando demolido sucessivamente, o que pode satisfazer os requisitos de vazamento de betão durante diferentes períodos de construção.

7.3.4 As reservas totais do pátio de armazenamento final do sistema de produção de betão devem cumprir os requisitos do sistema de produção ideal. Em circunstâncias normais, as reservas totais não devem exceder três a cinco dias das exigências médias diárias para o pico mensal de vazamento de betão. Se for especialmente difícil, pode ser reduzida a uma exigência de um dia.

7.3.5 A produtividade de instalações de mistura de asfalto pode ser calculada como sendo de 65% e 75% da produtividade nominal do equipamento. As instalações de mistura de asfalto deve ficar longe dos alojamentos e das estruturas inflamáveis, e deve ser providenciada de forma centralizada próximo do local de pavimentação. O tempo de transporte da mistura de asfalto não deve exceder 30 minutos.

7.3.6 O armazenamento do asfalto é determinado com base no modo de abastecimento, transporte e procura diária.

7.3.7 Geralmente, o cimento deve ser fornecido a granel. A reserva de cimento e cinzas volantes no local da construção deve ser determinada com base no número de dias em que estes materiais podem ser fornecidos ao projecto.

7.4 Sistemas de pré-arrefecimento e pré-aquecimento para betão

7.4.1 A capacidade de produção de betão pré-arrefecido deve ser determinada de acordo com a resistência do betão pré-arrefecido, mensalmente, durante o período de temperaturas altas, e deve ser verificada de acordo com os requisitos da área máxima de vazamento do betão na mesma secção. A carga de pré-arrefecimento deve ser determinada de acordo com a resistência do betão pré-arrefecido, temperatura de saída, temperatura da água, temperatura do ar, humidade e outros factores durante o período de temperaturas altas, e convertida de acordo com as condições normais de trabalho.

7.4.2 A temperatura de saída do betão misturado natural e do betão pré-arrefecido deve ser calculada de acordo com o princípio do equilíbrio térmico. A temperatura de saída do betão deve ser determinada de acordo com a temperatura de vazamento do betão e o valor da elevação de temperatura no processo de transporte e vazamento do betão.

7.4.3 O valor da temperatura natural da matérias-primas de betão pode ser calculado da seguinte forma;

- a) Quando a superfície das pilhas de agregados acabados está molhada e a altura da pilha é superior a 6 m, e é utilizado material moído, o valor da temperatura pode ser ajustado de acordo com a temperatura média mensal local. Quando um toldo ou uma névoa de pulverização é utilizada no cimo de um pátio e a temperatura relativa é baixa, o valor da temperatura do material pode ser considerado como estando 1 °C a 2 °C mais baixo do que a temperatura média mensal local.
- b) A temperatura do cimento e aditivos pode ser determinada de acordo com factores, como temperatura de fábrica, tempo de produção, métodos de transporte e armazenamento, e temperaturas locais. Estas temperaturas podem ser de 40 °C a 60 °C durante as estações de temperaturas altas.
- c) A temperatura de uma camada de gelo ou resíduos de gelo pode ser presumida como 0 °C para efeitos de cálculo, e a taxa de utilização para a capacidade de refrigeração do gelo é de 85% a 100%.

7.4.4 A disposição do sistema de pré-arrefecimento e a concepção do processo devem cumprir aos seguintes requisitos:

- a) A disposição geral do sistema de pré-arrefecimento deve ser combinado com a disposição geral do sistema de produção de betão, e o terreno deve ser utilizado racionalmente de acordo com as características dos processos tecnológicos.

- b) O sistema de pré-arrefecimento deve ficar posicionado próximo ao centro da carga de arrefecimento.
- c) A localização da oficina principal deve ter em conta a direcção do vento e cumprir os requisitos de prevenção de incêndios, protecção contra explosões, saneamento, transporte, fornecimento e distribuição de energia eléctrica, abastecimento de água e drenagem.
- d) O sistema de arrefecimento com amoníaco deve ser adoptado.
- e) O método de pré-arrefecimento do agregado de betão deve ser determinado após comparação técnica. Podem ser adoptadas medidas únicas ou múltiplas, como água fria, gelo, arrefecimento do ar e arrefecimento da água.

7.4.5 O equipamento do sistema de pré-arrefecimento deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) O compressor de pré-arrefecimento das instalações frigoríficas deve ser seleccionado de acordo com a escala de condições de trabalho normais.
- b) As principais configurações do equipamento devem satisfazer os requisitos de pré-arrefecimento da produção de betão e adaptar-se às variações da temperatura ambiente. As configurações principais do equipamento devem também ter em conta o coeficiente de carga adequado.
- c) O equipamento auxiliar do sistema de pré-arrefecimento deve corresponder às condições de operação projectadas para o motor principal de arrefecimento.
- d) A capacidade do equipamento para processos superiores e inferiores deve ser compatível, o modelo do equipamento para os mesmos processos deve ser consistente e o número de peças do equipamento deve adaptar-se aos requisitos de produção para diferentes pré-arrefecimentos de betão, e deve ser alocado de forma flexível.

7.4.6 A capacidade de produção do betão pré-arrefecido deve ser calculada para garantir a conformidade com o pico mensal de vazamento durante o período de temperaturas baixas. A carga de pré-arrefecimento deve ser calculada e determinada em função do calor necessário para o aquecimento das diferentes matérias-primas, da temperatura de saída do betão, da água de lavagem do equipamento e do aquecimento do edifício.

7.4.7 O sistema de turno da produção para os sistemas de pré-arrefecimento e pré-aquecimento deve ser iguais ao dos sistemas de apoio à produção de betão.

7.4.8 Durante a concepção dos sistemas de pré-arrefecimento sazonal a temperaturas baixas, a temperatura inicial do agregado, da água e do cimento deve ser determinada com medições reais. Quando os dados de medição reais na fase de concepção não estiverem disponíveis, as seguintes disposições podem ser adoptadas;

- a) Quando o agregado é transportado de locais diferentes, a temperatura inicial deve ser consistente com a temperatura exterior; quando o agregado é transportado da pilha ao ar livre mais próxima, a temperatura inicial do agregado deve ser tomada como metade da temperatura do ar exterior calculada.

- b) A temperatura inicial do cimento deve ser seleccionada como sendo entre 10 °C e 15 °C de acordo com factores, como a temperatura do ar exterior, tempo de transporte e condições de armazenamento.
- c) A temperatura inicial da água de mistura deve ser seleccionada como sendo entre 2 °C e 5 °C.

7.4.9 A disposição e concepção do processo para o sistema de pré-aquecimento devem estar em conformidade com as seguintes disposições:

- a) A concepção do sistema de pré-aquecimento do betão deve ser realizada em conjunto com as instalações de processamento de areia e pedra e as instalações do processo de produção de betão.
- b) As instalações de aquecimento devem ser dispostas centralmente para ficarem próximo do centro de carga térmica.
- c) A disposição das principais oficinas e instalações deve cumprir os requisitos de prevenção de incêndios e protecção contra explosões, tal como estipulado nas normas relevantes.
- d) A temperatura de aquecimento das matérias-primas de betão deve ser determinada por cálculos de balanço térmico, com base na temperatura de saída.

7.4.10 O equipamento seleccionado para o sistema de pré-aquecimento deve cumprir os requisitos para o pré-aquecimento de vazamento. Deve ser dada preferência a equipamentos de mistura com grande capacidade. A eficiência térmica caldeira seleccionada deve ser alta e deve ser capaz de se adaptar às mudanças na carga térmica.

7.5 Ar comprimido, abastecimento de água, fornecimento de energia e sistema de comunicação

7.5.1 Para um sistema de ar comprimido, o modo de fornecimento de ar centralizado ou disperso deve ser determinado de acordo com a análise exaustiva da distribuição dos utilizadores de ar, características de carga, cronograma de construção, perda de pressão na rede de tubagens e eficiência da rede de tubos.

7.5.2 A estação compressora deve ficar próxima do centro de carga de consumo de ar, e perto dos pontos de alimentação de energia e água. A estação de compressão deve ficar localizada num local com ar limpo e boa ventilação. O acesso ao tráfego também deve ser conveniente, e a estação deve ficar localizada longe de locais que exijam um ambiente silencioso e livre de vibrações.

7.5.3 O abastecimento de água de construção deve satisfazer as necessidades dos picos diários de produção de água e água doméstica em diferentes períodos, e deve ser verificado de acordo com o consumo de água do combate a incêndios.

7.5.4 A fonte de água deve ser seleccionada com base nos seguintes princípios:

- a) A água é abundante, fiável e próxima do utilizador.

- b) Os requisitos de qualidade da água são cumpridos, ou os requisitos podem ser cumpridos após o tratamento adequado.
- c) O caudal gravitacional ou águas subterrâneas que satisfaçam os padrões de saúde exigidos deve ser utilizado como água potável doméstica.
- d) A água de refrigeração, ou outras águas residuais de construção, devem ser recicladas e purificadas como fonte de água cíclica da construção, de acordo com os requisitos de protecção ambiental e os resultados das análises económicas.

7.5.5 Para a água doméstica e de produção, o modo de abastecimento de água centralizado ou disperso deve ser determinado através de avaliação técnica e económica, de acordo com os requisitos de qualidade da água, consumo de água, distribuição dos utilizadores, fonte de água, disposição da tubagem e estruturas de captação de água.

7.5.6 A carga máxima de energia durante as diferentes fases de construção deve ser calculada com base no método do coeficiente da procura. Se os dados forem deficientes, a carga de potência de pico pode ser estimada entre 25% e 40% da capacidade total do equipamento eléctrico para todo o projecto. Para uma carga de Classe I, que pode causar ferimentos pessoais ou acidentes com equipamentos e perda grave de propriedade devido a falha de energia no local da construção, deve ser assegurada uma fonte de alimentação contínua e devem ser fornecidas mais de duas fontes de energia.

7.5.7 A capacidade da fonte de alimentação cativa deve ser determinada com base nos seguintes princípios:

- a) Se uma carga de energia é completamente fornecida pela energia cativa, a sua capacidade deve satisfazer os requisitos de carga máxima para a construção.
- b) Quando o sistema é utilizado como fonte de alimentação suplementar, a sua capacidade deve ser a diferença entre a carga máxima de energia de construção e a capacidade de alimentação do sistema.
- c) A capacidade da energia de reserva de emergência deve satisfazer os requisitos de consumo de energia para a carga de Classe I no local da construção, quando a alimentação de energia do sistema for interrompida.
- d) A fonte de alimentação cativa deve satisfazer a carga de alimentação de construção e os requisitos de tensão de arranque para um motor grande, e também deve ter capacidade de espera adequada, ou uma unidade de reserva.

7.5.8 A classe de tensão para a transmissão e distribuição de energia no sistema de alimentação deve ser determinada de acordo com o raio e a capacidade de transmissão.

7.5.9 O sistema de comunicação deve obedecer aos princípios de ser "rápido, preciso, seguro e conveniente". A composição e escala do sistema de comunicação deve ser determinada de acordo com a escala do projecto, disposição da instalação de construção e distribuição dos utilizadores.

7.6 Central de processamento de reparações de máquinas

7.6.1 O local da fábrica de reparação de máquinas deve ficar próximo do local da construção, para efeitos de transporte de máquinas e matérias-primas de construção. As áreas para armazenamento de equipamentos e materiais nas proximidades devem ser suficientes. Também deve ficar perto da oficina de reparação de veículos.

7.6.2 As estações de manutenção dos veículos devem ser providenciadas de forma centralizada.

7.6.3 O local de processamento e fabrico de condutas forçadas deve ser determinado com base no diâmetro dos tubos de aço, espessura da parede dos tubos, condições de fabrico e transporte e outros factores relevantes. Os tubos de aço de grande diâmetro devem ser fabricados no local da construção. Se o diâmetro for relativamente pequeno e a parede do tubo for relativamente espessa, o tubo de aço pode ser fabricado por secções ou peças, na fábrica, e depois transportado para o local de construção para a montagem final.

7.6.4 A escala das instalações de processamento de madeira deve ser determinada com base no volume total de toros exigido pelo projecto, a fonte de madeira e o modo de transporte, o plano de procura e oferta da madeira convertida, componentes e molde de madeira, bem como as instalações de transporte no local.

7.6.5 A escala das instalações de processamento de vigas de reforço deve ser determinada de acordo com a média diária das exigências no mês de pico.

7.6.6 A escala de instalações de pré-fabrico de membros de betão deve ser determinada de acordo com a variedade, especificação, quantidade, peso máximo, plano de fornecimento, fonte de matéria-prima e modo de fornecimento e transporte.

7.6.7 O oxigénio utilizado na construção deve ser adquirido nas proximidades do projecto. Se a capacidade de fornecimento de uma fábrica de oxigénio perto do projecto não cumprir os requisitos, ou a distância de transporte for grande, ou o transporte for difícil, podem ser providenciadas instalações de produção de oxigénio no local da construção.

7.6.8 Os locais de montagem de equipamentos e estruturas hidromecânicas grandes devem ficar próximos do local de instalação principal. O local de montagem deve ser determinado de acordo com as principais dimensões da comporta e do guincho, tipo de gerador de turbina e condições de transporte.

8 Disposição geral da construção

8.1 Disposições gerais

8.1.1 A disposição geral da construção deve ser uma análise exaustiva da disposição das estruturas hidráulicas, escala, tipo e características das principais estruturas, condições de construção e condições sociais e naturais da região do projecto; as relações entre protecção ambiental, conservação da água e do solo e disposição do local de construção devem ser devidamente resolvidas; e todas as instalações temporárias para construção devem ser razoavelmente determinadas e planeadas.

8.1.2 A disposição geral da construção deve ser formada por etapas baseadas nos requisitos de construção, e deve satisfazer os requisitos de construção em cada etapa, e os processos devem ser devidamente coordenados.

8.1.3 Para a disposição geral da construção, deve ser implementado o conceito de "cuidar e fazer uso razoável do solo", devendo ser observados os princípios de "adaptação das medidas às condições e circunstâncias, ser favorável à produção e conveniente para a vida, fácil manuseio, ser seguro e fiável, com ênfase na protecção ambiental, redução da perda de água e solo, coexistência harmoniosa do homem e da natureza e ser economicamente razoável". O esquema deve ser finalmente seleccionado após uma avaliação e análise exaustiva e sistemática.

8.1.4 Os seguintes índices devem ser estudados e analisados de forma exaustiva na comparação dos esquemas gerais de construção:

- a) Quantidade de tráfego rodoviário ou índice de custos de construção, e volume de transporte e exigências de equipamentos de transporte;
- b) Estimativas do trabalho de terra-rocha para diferentes esquemas e o planeamento dos locais de eliminação de resíduos, e quantidades estimadas de trabalho de terra-rocha na formação do local;
- c) Principais quantidades, materiais e equipamentos para as tubagens dos sistemas de ar, água e energia;
- d) Áreas de construção e pisos para as instalações de produção, e os alojamentos;
- e) Aspectos da requisição de terrenos para construção, realocação e reabilitação no âmbito dos diferentes esquemas;
- f) Quantidades de engenharia civil e instalações para instalações de construção;
- g) Requisitos de equipamento de manuseamento de estações, cais e armazéns;
- h) Outras quantidades temporárias do projecto;
- i) As quantidades de engenharia em cada esquema que diz respeito à protecção ambiental, conservação da água e do solo.

8.1.5 Para a disposição das principais instalações das instalações de construção e das instalações temporárias, devem ser considerados os efeitos das cheias durante o período de construção. Os padrões de controlo de cheias devem ser adoptados dentro de um período de 5 a 20 anos de recorrência, de acordo com a escala do projecto, período de construção e características hidrológicas, após análise do impacto das inundações para diferentes padrões. Se for superior ou inferior à norma acima mencionada, deve ser realizada uma análise exaustiva.

8.2 Disposição geral da construção e selecção do local

8.2.1 Para a disposição geral da construção, após a determinação do esquema de desvio da construção e zonamento das principais obras de construção, os seguintes conteúdos devem ser estudados enfaticamente:

- a) Composição, escala e disposição das instalações temporárias de construção;
- b) Modos de ligação de tráfego externo, localização das estações, disposição das principais artérias de tráfego e instalações de travessia de rios;
- c) Posição relativa, elevação e área do local disponível;
- d) Local para instalações de produção e alojamentos;
- e) Combinação do projecto temporário e das instalações permanentes;
- f) Impactos da produção e dos alojamentos na protecção ambiental e na conservação da água e do solo.

8.2.2 O esquema de construção deve ser seleccionado após comparação, de acordo com as condições topográficas e geológicas, requisição e dificuldade de demolição do terreno, impacto ambiental e a relação com o esquema do projecto, considerando os requisitos do plano de zonamento da construção e combinando com as condições do esquema dos principais acessos de tráfego dentro e fora do local do projecto. O âmbito inicial do nivelamento do local deve ser determinado com base nos requisitos finais da disposição geral da construção.

8.2.3 Se um local perto do projecto for estreito e a disposição da construção for difícil, as seguintes medidas podem ser tomadas:

- a) O local na área do reservatório deve ser devidamente utilizado para facilitar as obras temporárias de construção durante as fases iniciais.
- b) Pequenos bancos são construídos fazendo pleno uso da encosta da montanha.
- c) Os andares dos edifícios temporários devem ser aumentados e o espaçamento entre os edifícios deve ser devidamente reduzido.
- d) O local deve ser utilizado repetidamente.

- e) Qualquer terreno baixo ou ravina deve ser preenchido com as escórias residuais para formar o canteiro de obras.

8.2.4 Para a disposição geral da construção, a escavação e o equilíbrio de enchimento de rochas de terra deve ser cuidadosamente realizada, os locais de empilhamento e eliminação de resíduos devem ser devidamente planeados e as escórias escavadas devem ser utilizadas em pleno. As escórias residuais devem cumprir os requisitos de protecção ambiental e de conservação da água e do solo.

8.2.5 As instalações temporárias de construção não devem ser instaladas nos seguintes locais:

- a) Áreas perigosas onde podem ocorrer deslizamentos de lama, torrentes de montanha, tempestades de areia ou deslizamentos de neve;
- b) Relíquias culturais importantes protegidas, locais históricos, pontos paisagísticos ou reservas naturais;
- c) Áreas que interferem com o desenvolvimento de recursos importantes;
- d) Áreas seriamente afectadas por explosões ou outros factores.

8.2.6 O local de construção principal, estabelecido ao longo do rio, deve adoptar as medidas de protecção de acordo com as normas de controlo de cheias que ocorrem uma vez em cada 10 a 20 anos, e o âmbito de protecção do local deve ser razoavelmente definido.

8.2.7 A drenagem do canteiro de obras deve cumprir as seguintes directrizes:

- a) O volume das cheias na ravina e no rio no local deve ser calculado de acordo com os padrões de controlo de cheias e os padrões de tempestade, e as medidas de passagem ou retenção da cheias devem ser razoavelmente seleccionadas.
- b) Para locais adjacentes, a diferença de altura relativa deve ser reduzida para evitar o corte de água em terrenos baixos; se a diferença de altura da disposição do degrau for relativamente grande, devem ser estabelecidas instalações de protecção e drenagem de retenção.
- c) O sistema de drenagem deve ser completo, desimpedido e razoavelmente interligado.
- d) O tratamento de esgotos e águas residuais deve cumprir os requisitos de descarga relevantes.

8.3 Planeamento da zona de construção

8.3.1 O planeamento da zona de construção de PCH deve ser simplificado e recomendado conforme abaixo:

- a) Principais obras e área de construção de obras de desvio do rio;
- b) Áreas de construção de plantas (incluindo instalações de processamento total, instalações de reparação, etc.);

- c) Área de exploração do material de construção local;
- d) Áreas do sistema de armazenamento e transporte (incluindo a estrada no local, estação de transferência, doca, armazém, etc.);
- e) Armazenamento de material de projecto e área de empilhamento de material residual;
- f) Gestão da construção e alojamentos.

8.3.2 O esquema de planeamento da zona de construção está sujeito aos seguintes princípios:

- a) Para um projecto chave dominado por estruturas de betão, a área de construção deve ser disposta com enfoque na exploração e processamento de areia e pedra, mistura de betão e sistemas de vazamento. Para um projecto dominado por uma barragem com materiais locais, a área de construção deve ser disposta com enfoque na exploração e escavação de materiais de terra-rocha, processamento, área de empréstimo e a rota de transporte para a barragem.
- b) A área de montagem das estruturas electromecânicas e hidro-mecânicas deve ficar próxima da plataforma de instalação principal.
- c) Para a gestão da construção e da disposição dos alojamentos, a direcção do vento, a luz solar, o ruído, a fonte e a qualidade da água e outros factores devem ser considerados. A gestão da construção e os alojamentos devem ter um limite claro em relação às instalações de produção.
- d) Sistemas de armazenamento e transporte, como armazéns e estações principais de material, devem ser organizados nos pontos de ligação de transporte dentro e fora do local.
- e) Para o planeamento da zona de construção, os efeitos da actividade de construção nas imediações devem ser cuidadosamente considerados e o risco de ruído, poeira e outros poluentes para as áreas sensíveis (tais como escolas e zonas residenciais) deve ser evitado.

8.3.3 O armazém de material de trabalho contra incêndios, óleo e outros materiais especiais deve cumprir os requisitos relevantes de protecção contra incêndios, segurança e protecção ambiental.

8.3.4 As áreas dos edifícios de construção e produção e as áreas dos pisos para o projecto são determinadas pelo projecto das instalações de construção. Os armazéns, áreas de construção e pisos dos armazéns e materiais empilhados, podem ser estimados com referência ao Anexo D.

8.3.5 A área de edifícios de escritórios e alojamentos pode ser calculada com base no número médio anual de trabalhadores ao longo do período total de construção, multiplicado pelo índice abrangente da área construída, per capita.

8.3.6 As normas de construção de instalações, estações, pátios e armazéns de construção devem satisfazer o processo tecnológico de produção, os requisitos técnicos e os regulamentos de segurança relevantes. Uma estrutura personalizada, normalizada e fabricada deve ser adoptada.

8.3.7 As instalações temporárias devem ser minimizadas e a viabilidade da utilização permanente das estruturas deve ser verificada após a construção.

8.4 Equilíbrio de terraplanagem e planeamento do local de escória

8.4.1 O equilíbrio da terraplanagem deve obedecer aos seguintes princípios:

- a) De acordo com as condições topográficas e geológicas da área de escavação, as características de qualidade dos materiais de escavação e os requisitos técnicos para os materiais de engenharia de construção, os materiais de escavação devem ser utilizados como materiais de enchimento e fontes de agregados de betão.
- b) Os materiais de escavação devem ser utilizados directamente para reduzir a quantidade de materiais de escória armazenados.
- c) Deve ser traçado um plano razoável para o armazenamento e eliminação da escória do local de armazenamento para garantir a suavidade e curta distância de transporte de materiais de enchimento e de escória.
- d) O coeficiente de soltura da escória e o coeficiente de compactação do material de enchimento devem ser determinados de forma razoável, bem como a quantidade total de escória e a quantidade de materiais utilizados.
- e) As perdas na construção devem ser consideradas de acordo com a fonte dos materiais de escavação e as características de construção.

8.4.2 O local da escória pode incluir o armazenamento temporário de materiais utilizáveis e o armazenamento permanente de materiais residuais. A selecção do local de escória e o armazenamento para cada local de escória devem ser equilibrados em combinação com a terraplanagem. A selecção do local da escória deve cumprir aos seguintes princípios:

- a) Deve cumprir os requisitos de protecção ambiental, conservação da água e do solo e planeamento local da construção urbana e rural.
- b) O local da escória deve tornar conveniente a recuperação da escória e reduzir o transporte inverso.
- c) O local da escória deve ficar próximo da vala, encosta, terreno baldio, margem do rio ou outras secções da área operacional da escavação, e não deve ocupar terra (floresta) cultivada, ou deve ocupar quantidade muito pequena dessa terra. A capacidade de carga das fundações deve satisfazer os requisitos de um aterro de entulho.
- d) O local da escória não deve ser disposto em áreas propícias a deslizamentos naturais de terras, caudais de detritos, carso, jactos de água e outros riscos geológicos.

- e) Quando as condições o permitam, o local da escória pode estar localizado abaixo da capacidade de armazenamento de águas mortas do reservatório, mas isso não deve impedir o funcionamento normal das estruturas permanentes.
- f) Quando uma praia a jusante é utilizada como local de escória, não deve afectar a descarga normal da cheia, a navegação ou a elevação do nível de água a jusante.
- g) Transporte no local, fontes de escória e outros factores devem ser considerados.
- h) Os locais de escória devem ser seleccionados de acordo com as normas e requisitos nacionais e profissionais relacionados e não devem ser dispostos em áreas proibidas por lei. A segurança dos projectos, áreas residenciais, artérias de tráfego ou outras infraestruturas importantes não serão afectadas.

8.4.3 O planeamento do local da escória deve observar os seguintes princípios:

- a) A escória e a escória eliminada devem ser armazenadas separadamente e a capacidade do local de armazenamento da escória e do local de descarga deve ser devidamente reservada.
- b) Quando o local de armazenamento da escória e o local de eliminação são planeados para o mesmo local, o princípio de que a parte inferior é o local de eliminação e a parte superior é o local de armazenamento da escória, deve ser seguido.
- c) A altura do degrau e a inclinação estável da pilha em camadas deve ser determinada de acordo com as propriedades dos materiais armazenados, para manter a forma da pilha estável.
- d) Os procedimentos operacionais para o local da escória devem ser apresentados de acordo com o calendário geral de construção e devem ser criadas instalações de drenagem temporárias ou permanentes para o local da escória.
- e) As instalações de desvio de água, drenagem e retenção devem ser instaladas próximo dos locais de armazenamento e de eliminação das escórias.
- f) O local da escória será encerrado de acordo com o programa, e será utilizado como local de construção ou para arborização e recuperação de terras.
- g) As normas de classificação e controlo de inundações para o local da escória devem cumprir os requisitos das normas nacionais e profissionais relacionadas.

8.5 Terrenos para construção

8.5.1 O planeamento do terreno para construção deve obedecer aos princípios de uso científico, razoável, económico e intensivo do terreno, com gestão conveniente durante a construção e operação, e conveniente para a construção. Os terrenos de construção devem ficar próximos uns dos outros e planeados sucessivamente para evitar a intersecção de pequenas áreas de construção.

8.5.2 O âmbito do terreno para construção deve ser determinado com base na análise exaustiva das condições do local, da disposição geral da construção, da natureza do uso do solo, do prazo de uso e da compensação pela expropriação e reinstalação no terreno. O uso do solo deve ser considerado em combinação com os requisitos locais de planeamento, construção e tráfego, e requisitos de planeamento de desenvolvimento para o país.

8.5.3 Os terrenos para construção estão divididos em terrenos temporários para construção e terrenos permanentes. O terreno temporário para construção e o terreno permanente devem ser planeados como um todo, e o terreno permanente deve ter prioridade na construção do projecto.

8.5.4 Os terrenos de construção temporários devem ser determinados com base nas linhas de contorno externas das instalações de construção temporárias, tendo em conta factores como a segurança, manutenção, impacto da construção e conveniência de gestão.

8.5.5 Será dada prioridade à recuperação das terras, tais como locais de materiais e locais de escórias residuais, e serão classificados como terras temporárias; as terras que não podem ser recuperadas, ou são difíceis de recuperar, podem ser classificadas como terras permanentes.

9 Programa global de construção

9.1 Disposições gerais

9.1.1 Quando o programa global de construção é preparado, é necessário analisar e demonstrar as necessidades do proprietário para o período total de construção, e observar os seguintes princípios:

- a) Respeitar os procedimentos básicos de construção.
- b) Utilizar o nível médio local de construção avançada para planejar razoavelmente o período de construção.
- c) Equilibrar a alocação de recursos, tais como recursos humanos, materiais e financiamento.
- d) Coordenar o programa de construção de projectos individuais com o programa geral de construção. Os procedimentos de construção de vários projectos devem ser planeados de forma exaustiva e interligados de forma razoável, para atingir os objectivos de redução da perturbação e para proporcionar uma construção equilibrada.
- e) Maximizar os benefícios do investimento com a premissa de garantir a segurança da construção, a qualidade da construção e o período total de construção.

9.1.2 Todo o processo de engenharia de construção pode ser dividido em quatro fases de construção:

- a) Fase preliminar: refere-se ao período anterior ao início oficial do projecto, durante o qual o proprietário deve completar os planos de transporte externo, os planos do sistema de fornecimento de energia e comunicação da construção, a aquisição do terreno, planos de realocização dos residentes, os convites para apresentação de propostas, a avaliação das propostas e a assinatura do contrato.
- b) A fase de preparação consiste em preparar o período de construção desde o início do projecto até o início das obras principais nas linhas críticas ou antes do encerramento do canal do rio. Normalmente inclui "disponibilizar água, electricidade, estradas e comunicações no local da construção e nivelamento do terreno", obras de desvio do rio, casas temporárias e construção da fábrica e instalações de construção.
- c) Fase de construção do projecto principal: refere-se ao período de construção desde o início das obras principais, nas linhas críticas, ou desde o encerramento do rio na Fase I, até o momento em que o primeiro gerador é colocado em operação ou o momento em que o projecto cria benefícios.
- d) Fase de conclusão: refere-se ao período de construção a partir do momento em que o primeiro gerador da central de energia hidroeléctrica entra em funcionamento, ou o projecto cria benefícios, até à conclusão das obras. Na preparação do programa global de construção, o período total de construção do projecto será a soma das três últimas fases de construção. Os trabalhos em duas fases adjacentes podem ser realizados alternadamente durante o período de construção.

9.1.3 O programa global de construção deve enfatizar os principais projectos primários e secundários (projectos nos caminhos críticos) e projectos importantes. Devem ser especificadas as datas de início, encerramento do rio, enchimento de água e geração de energia eléctrica da primeira unidade e conclusão do projecto.

9.1.4 O programa global de construção deve ser estabelecido usando um diagrama de Gantt ou diagrama de rede.

9.2 Programa de construção para a construção preparatória

9.2.1 A construção das estradas principais deve ser organizada primeiro, e o tempo necessário para colocar a estrada de construção em serviço deve ser determinado.

9.2.2 As condições devem ser criadas antecipadamente para estabelecer um sistema de processamento de agregados e um sistema de produção de betão, e o tempo de construção para colocar os sistemas em operação normal deve ser determinado de acordo com os requisitos do programa de construção para o projecto principal.

9.2.3 Outros trabalhos preparatórios de construção, tais como nivelamento do solo e construção do sistema de abastecimento de energia, sistema de abastecimento de água, sistema de abastecimento de ar, sistema de comunicação no local, fábricas e instalações, bem como casas de habitação e produção, devem ser organizados em coordenação com o programa global de construção.

9.2.4 Se as condições permitirem, o transporte externo, as estradas principais no local, as passagens subterrâneas e o fornecimento de energia devem ser dispostos e construídos preferencialmente durante a fase de preparação e o tempo de colocação em serviço deve ser determinado.

9.3 Programa de construção para as obras de desvio

9.3.1 Os trabalhos de desvio para a Fase I, que emprega um corte único e um desvio faseado, devem ser organizados durante a fase de preparação da construção. Se for um elemento chave do projecto, deve ser organizado com antecedência, de acordo com as exigências da engenharia.

9.3.2 O encerramento do canal do rio deve ser providenciado durante a estação seca ou durante o período posterior de cheias, mas não durante o período de congelamento ou glacial. O tempo de encerramento do canal deve ser determinado razoavelmente com base no período de construção exigido pela construção da ensecadeira e nos requisitos de segurança e controlo de cheias, e em combinação com o caudal médio de cada mês, ou de cada 10 dias, no período seleccionado.

9.3.3 A operação de bombeamento da cava de fundação deve ser realizada após a vedação da ensecadeira e a prevenção de infiltrações na fundação da represa. Para a cava de fundação de ensecadeiras de terra-rocha e fundação macia, o controlo da taxa de redução de drenagem deve ser tido em conta.

9.3.4 Quando o esquema de desvio da ensecadeira é adoptado, deve ser analisada a influência do período de transbordo da ensecadeira e a situação antes e depois do transbordo no período de construção. Num rio com sedimentos pesados, deve ser considerado o limite de tempo para a dragagem de ensecadeiras.

9.3.5 O período temporário de controlo de cheias deve ser determinado de acordo com o programa de construção da estrutura de retenção de água, e a construção da estrutura de retenção de água antes do tempo necessário deve ser demonstrada para cumprir os requisitos das normas de controlo de inundações do projecto de bloqueio .

9.3.6 Após a conclusão do desvio, o período de bloqueio deve ser seleccionado após a época das cheias, e o projecto de encerramento deve ser concluído durante uma estação seca. Se o rio for bloqueado antes da época das cheias, todas as medidas necessárias para garantir a protecção contra cheias e inundações devem ser totalmente preparadas e demonstradas.

9.4 Programa de construção para a escavação de fundações e tratamento de fundações

9.4.1 A escavação do talude da margem da fundação da barragem e da fundação da casa das máquinas do leito do rio pode ser organizada em paralelo com as obras de desvio do rio, e concluída antes do encerramento do canal do rio. A escavação das fundações do leito do rio deve ser providenciada após a construção da ensecadeira e a drenagem da cava de fundação.

9.4.2 É aconselhável analisar e calcular a resistência de escavação da fundação da barragem e o período de construção correspondente de acordo com a área de escavação da cava de fundação, o grau de solo rochoso, o método de escavação e o percurso de escavação, bem como o desempenho e a quantidade de equipamentos de construção atribuídos de acordo com o local de trabalho.

9.4.3 O programa de construção do tratamento da fundação deve ser determinado através de estudos baseados nas condições geológicas, esquema de tratamento, quantidade de trabalho, procedimentos de construção, nível de construção, capacidade de produção de equipamentos e necessidades totais do programa. Para o tratamento das fundações com condições geológicas complexas, requisitos técnicos elevados e efeito de controlo sobre o período total de construção, deve ser analisada e demonstrada a influência sobre o programa global de construção.

9.4.4 O tratamento de fundações geológicas pobres deve ser totalmente concluído antes de ser coberto pelo edifício. A gunitagem de consolidação deve ser disposta após o vazamento de uma a duas camadas, mas pode ser efectuada antes do vazamento se for efectuada uma análise adequada. A gunitagem de cortinas pode ser feita na face de vazamento do betão ou galeria da barragem, mas não deve ser disposta durante as linhas críticas do tempo total de construção. Deve ser concluída após a conclusão da gunitagem de consolidação para a fundação da barragem, tanto para aquele troço de barragem como para o troço de barragem adjacente.

9.4.5 Para a fundação da barragem com defeitos geológicos o talude da margem de ambos os lados, o período de construção deve ser organizado de acordo com o esquema de tratamento da fundação. Se a parte de tratamento estiver fora do âmbito da fundação da barragem, ou for subterrânea, o tratamento pode ser realizado em conjunto com a descarga (enchimento) do corpo da barragem, devendo o tratamento ser concluído antes do represamento do reservatório, de acordo com os requisitos do projecto.

9.5 Programa de construção do projecto de terraplanagem

9.5.1 De acordo com os requisitos de desvio e controlo seguro de cheias, o esquema de retenção de cheias da barragem deve ser estudado, a resistência da barragem superior deve ser demonstrada e a elevação do enchimento da barragem deve ser determinada por fases.

9.5.2 A intensidade de enchimento de uma barragem de terra-rocha deve estar de acordo com os seguintes princípios:

- a) O período total de construção e os requisitos de conclusão do projecto de construção para as várias fases devem ser cumpridos e a intensidade da construção deve ser equilibrada.
- b) A quantidade mensal de enchimento máxima deve ser coordenada em proporção com a quantidade total de enchimento necessária.
- c) A intensidade de enchimento da barragem deve ser coordenada com a capacidade de produção e transporte dos materiais qualificados da área do empréstimo/ pedreira.

9.5.3 Os dias efectivos de construção correspondentes devem ser analisados de acordo com as condições hidrológicas e meteorológicas. Os padrões de suspensão do trabalho em dias de chuva estão especificados no Apêndice E.

9.5.4 É necessário analisar o tempo necessário para a restauração da construção normal após o transbordo e demonstrar que a construção de obras de protecção de barragens deve estar concluída antes do tempo de transbordo exigido pelo projecto.

9.5.5 A velocidade de subida de uma barragem de terra-rocha deve cumprir os requisitos de projecto para controlar a velocidade de subida de uma parede com núcleo de plástico (ou núcleo inclinado).

9.5.6 Para a construção de uma barragem de enrocamento com face de betão, o tempo de construção da face de betão deve ser razoavelmente organizado para reduzir a interferência mútua entre a construção da face e o enchimento da barragem.

9.5.7 O coeficiente de desequilíbrio mensal do período de enchimento da barragem de terra-rocha rolante deve ser inferior a 2,0.

9.6 Programa de construção para obras de betão

9.6.1 Quando o programa de construção do betão estiver previsto, devem ser analisados os dias de trabalho efectivos; se for necessário acelerar o progresso de vazamento após a análise de engenharia, a construção pode ser realizada no inverno, na estação das chuvas e no verão com medidas relevantes tomadas antes da construção, para garantir a qualidade da construção. Os dias úteis por mês para a colocação do betão podem ser contados com base em 25 dias. No que diz respeito aos dias úteis para o controlo do período de construção em linha recta, o número de dias suspensos sob a influência de factores meteorológicos deve ser deduzido do número de dias de calendário do projecto.

9.6.2 A velocidade média de subida do betão normal deve ser determinada através da colocação efectiva dos blocos, ou através de analogia de engenharia.

9.6.3 A velocidade média de subida do CCR deve ser determinada através de uma análise exaustiva da superfície do bloco, da espessura da camada pavimentada, da capacidade de produção e transporte do betão e da compactação com rolo.

9.6.4 A elevação plurianual da protecção contra cheias e as características de engenharia de uma barragem de betão durante o período de construção devem ser determinadas, de acordo com os requisitos de desvio da construção.

9.6.5 O progresso da gunitagem de juntas (incluindo a gunitagem de juntas entre a casa das máquinas e a barragem) do betão deve cumprir os requisitos de segurança do controlo de cheias e enchimento do reservatório durante o período de construção.

9.7 Programa de construção da casa das máquinas de superfície

9.7.1 A colocação de betão deve ser feita para a casa das máquinas de superfície, após a escavação da fundação (excepto para a camada protectora) concluída. Se a construção da casa das máquinas é um elemento chave do projecto em termos de controlo do programa, a escavação e o vazamento podem ser dispostos em paralelo. No entanto, é preciso garantir que a escavação por decapagem não tenha uma influência adversa sobre o betão antigo ou novo.

9.7.2 A velocidade média crescente de uma casa das máquinas deve ser determinada através de blocos vazados ou através de analogia de engenharia.

9.7.3 A colocação do betão deve ser feita tendo plenamente em conta os procedimentos de instalação dos equipamentos electromecânicos, das estruturas hidromecânicas e de todas as peças integradas. Deve ser considerado o funcionamento dos guinchos e dispositivos de elevação permanentes e o período de manutenção necessário.

9.8 Programa de construção de obras subterrâneas

9.8.1 Os procedimentos de construção do grupo de cavernas subterrâneas devem ser planeados e organizados de forma abrangente e o cronograma da rede deve ser editado para determinar os itens de construção no caminho crítico e as sequências de ligação entre os vários itens. As condições de ventilação natural devem ser formadas o mais rápido possível.

9.8.2 O programa de construção de obras subterrâneas deve ser organizado tendo plenamente em conta a escavação, o escoramento, o despejo, a gunitagem, as estruturas hidromecânicas e a instalação electromecânica.

9.8.3 As obras subterrâneas podem ser realizadas durante todo o ano. Os procedimentos de construção, bem como a coordenação entre túneis e cavernas e entre procedimentos de trabalho e períodos razoáveis de construção, devem ser determinados com análise crítica do caminho e de acordo com a escala, condições geológicas, métodos de construção e alocação de equipamentos, para as obras.

9.8.4 O índice de progresso mensal das obras subterrâneas pode ser determinado por análise e cálculo ou analogia de engenharia de acordo com as condições geológicas, métodos de construção, desempenho dos equipamentos, local de trabalho e outras condições.

9.9 Programa de construção de estruturas hidromecânicas e instalação electromecânica

9.9.1 O programa de construção de estruturas hidromecânicas e instalações electromecânicas, no caminho crítico de construção, deve ser definido item por item, no programa global de construção.

9.9.2 Para a construção, o cronograma de instalação de estruturas hidromecânicas e eletromecânicas deve ser coordenado com a construção da engenharia civil. O tempo de entrega e instalação das obras civis que controlam o progresso da instalação das estruturas hidromecânicas e eletromecânicas deve ser determinado item por item.

9.10 Mão-de-obra de construção e principal oferta técnica

9.10.1 O pessoal médio anual e o pessoal médio durante o período total de construção deve ser calculado de acordo com a construção global programada, com base no anual, mensal e subprojecto, combinado com o nível médio nacional de construção avançada, ou referência aos dados nacionais similares do projecto.

9.10.2 O total de dias de trabalho pode ser determinado de acordo com o número médio de trabalhadores durante o período total de construção, multiplicado pelo número de dias de trabalho em cada ano.

9.10.3 Os recursos devem ser otimizados para o programa global de construção e devem ser propostos calendários anuais de fornecimento de mão-de-obra, grandes equipamentos de construção e grandes materiais.

10 Segurança na construção

10.1 Disposições gerais

A organização da construção deve ser projectada com muita atenção aos requisitos de meio ambiente, saúde e segurança no trabalho. Todos os possíveis factores perigosos e prejudiciais durante o período de construção devem ser analisados de acordo com as características de engenharia, devendo ser propostas as principais medidas técnicas de segurança e requisitos de gestão de segurança durante o período de construção.

10.2 Identificação dos perigos

10.2.1 A identificação de potenciais perigos inclui comportamentos inseguros e objectos deixados em estado inseguro. Estes podem existir em cada processo no interior da área de construção de engenharia (local de construção da barragem, túneis e casa das máquinas), bem como os perigos naturais identificados durante toda a operação. Deve ser realizada uma análise preliminar de risco para os principais perigos.

10.2.2 Um único projecto com riscos relativamente elevados significa um único projecto que pode causar morte, ferimentos, doenças profissionais, perdas tangíveis ou sério impactos sociais adversos. Um único projecto com risco alto tem principalmente o seguinte âmbito:

- a) Apoio e protecção da cava de fundação; os apoios e trabalhos de protecção da cava de fundação (fenda) com uma profundidade de escavação superior a 3 m (inclusive), ou com profundidade de escavação não superior a 3 m mas com condições geológicas e envolventes complexas.
- b) Terraplanagem e escavação em pedra: a terraplanagem e escavação em pedra para uma cava de fundação (fenda) com uma profundidade de escavação superior a 3 m (inclusive).
- c) Moldes e sistemas de suporte:

- 1) Todos os tipos de moldes: incluindo molde de painel grande, molde deslizante, molde de solifluxão e molde suspenso;
 - 2) Trabalhos de suporte de molde de concreto: o suporte de molde de betão trabalha com uma altura de montagem de 5 m ou mais, um vão de montagem de 10 m ou mais, uma carga total de construção de 10 kN/m² ou mais, uma carga linear concentrada de 15 kN/m ou mais e uma altura superior à largura de projeção horizontal do suporte, e que deve ser relativamente independente, sem membros de ligação;
 - 3) Sistema de suporte de carga: o sistema de suporte completo para a instalação de estruturas de aço.
- d) Elevação, instalação e desmontagem:
- 1) Os trabalhos de elevação, com a utilização de equipamentos e métodos de elevação não convencionais, e com um peso de elevação unitário de 10 kN ou superior;
 - 2) Os trabalhos instalados com as máquinas de elevação;
 - 3) A instalação e desmontagem das próprias máquinas de elevação.
- e) Andaimos:
- 1) Andaime de tubos de aço do tipo piso, com uma altura de montagem de 24 m ou maior;
 - 2) Andaime de elevação integral e dividido;
 - 3) Andaime de suspensão;
 - 4) Andaime de cesto;
 - 5) Plataforma de descarga auto-fabricada e plataforma de operação móvel;
 - 6) Novo tipo e andaimes de forma pouco comum.
- f) Engenharia de remoção e decapagem.
- g) Engenharia de ensecadeira.
- h) Engenharia de escavação subterrânea (engenharia de túneis).
- i) Engenharia de taludes altos: mais de 15 m para taludes de terra e mais de 30 m para taludes de rocha.

- j) Outros projectos com riscos relativamente elevados.

10.3 Soluções

É necessário realizar uma análise preliminar das principais tecnologias de construção, incluindo parâmetros técnicos, caudal do processo e principais métodos de construção. As medidas de engenharia correspondentes devem ser propostas para o projecto único com riscos elevados.

Apêndice A (Informativo)

Controlo de temperatura do betão durante a construção

A.1 A selecção e determinação dos parâmetros básicos para o controlo da temperatura de grandes volumes de betão, normas de controlo de temperatura, bem como requisitos de cálculo e medidas anti-fissuração de controlo de temperatura podem ser seleccionados de acordo com o conteúdo indicado na Tabela A.1.

Tabela A.1 Seleção e determinação dos parâmetros básicos para controlo de temperatura betão concreto de grande volume, normas de controlo de temperatura, bem como requisitos de cálculo e medidas anti-fissuração de controlo de temperatura

Nº	Itens		Requisitos de construção
1	Seleção e determinação dos parâmetros básicos dos padrões de temperatura atmosférica	Lógica hídrica e dados meteorológicos	(1) Média mensal (dez dias) da temperatura atmosférica, temperatura da água e temperatura do solo da região ao longo dos anos; (2) Informação estatística (a escala de, e tempos de, descidas de temperatura) em descidas bruscas da temperatura do ar (valor médio diário de descidas de temperatura); (3) Outros dados meteorológicos relativos à luz solar e à velocidade do vento.
		Matéria-prima de betão	(1) Dados de teste sobre as propriedades físicas e mecânicas, o calor de hidratação e o estudo químico do cimento; (2) Fonte, dosagem e índice de cinzas volantes; (3) Fonte, dosagem e índice de aditivos; (4) Fonte e parâmetros físicos e mecânicos do agregado de areia e cascalho.
		Índice termodinâmico do betão e do leito rochoso	(1) Grau do betão e principais parâmetros físicos e mecânicos; (2) Litologia e principais parâmetros termodinâmicos do leito rochoso.
2	Normas de controlo de temperatura e requisitos de cálculo		(1) Determinar a temperatura do betão fora da mistura e a temperatura do betão durante a construção da barragem; (2) Determinar a quantidade de gelo ou água fria a adicionar para a mistura, por metro cúbico de betão, o tempo de mistura necessário e a quantidade de betão; (3) Determinar o método de pré-arrefecimento, o tempo de pré-arrefecimento e a temperatura para o agregado de betão; (4) Determinar a diferença de temperatura e a temperatura máxima admissível da fundação da barragem;

Tabela A. 1 (continuação)

Nº	Itens	Requisitos de construção
2	Normas e requisitos de cálculo de controlo de temperatura	<p>(5) Determinar a diferença de temperatura entre o interior e o exterior do corpo da barragem, a diferença de temperatura entre as camadas superior e inferior e a diferença de temperatura dos tubos da água de refrigeração;</p> <p>(6) Calcular o campo de temperatura e o campo de tensão de temperatura da barragem actual e determinar a temperatura de projecto estável do corpo da barragem;</p> <p>(7) Determinar a temperatura do betão durante a construção do corpo da barragem em cada mês;</p> <p>(8) Determinar o tempo, caudal, temperatura da água fria e área para alimentar a água a baixa temperatura do corpo da barragem com betão, em fases iniciais, intermédias e posteriores de construção;</p> <p>(9) Determinar o tempo necessário para a gunitagem das juntas do corpo da barragem;</p> <p>(10) Determinar os caudais de processo dos sistemas de refrigeração ou congelamento, assim como o nome, especificação, modelo e quantidade de equipamento alocado, e o índice de consumo do refrigerante;</p> <p>(11) Determinar os métodos de protecção das superfícies de betão, assim como a variedade e especificação dos materiais de protecção.</p>
3	Normas e requisitos de cálculo de controlo da temperatura	<p>(1) Optimizar as matérias-primas e as proporções de mistura, e reduzir o aumento da temperatura devido ao calor de hidratação;</p> <p>(2) Dividir as juntas e blocos de forma razoável;</p> <p>(3) Organizar os procedimentos de construção em betão e o programa de construção de forma razoável, e controlar a temperatura máxima da barragem actual;</p> <p>(4) Controlar a diferença de altura entre os blocos de barragens adjacentes e as secções de barragens;</p> <p>(5) Determinar uma espessura razoável da camada e os intervalos de vazamento do betão;</p> <p>(6) Controlar a temperatura do betão fora da mistura através do pré-arrefecimento do agregado (por arrefecimento secundário do ar ou da água, mais o arrefecimento com ar, quando necessário), e utilizando gelo ou água fria para misturar o betão;</p> <p>(7) Reduzir a recuperação da temperatura no processo de transporte e na superfície de vazamento;</p> <p>(8) Arrefecimento da água na barragem nas fases inicial, intermediária e posterior;</p> <p>(9) Preservação do calor e cura da superfície de betão;</p> <p>(10) Gestão integral do controlo de temperatura.</p>

A.2 As normas de temperatura atmosférica e as medidas de isolamento térmico e anticongelamento para a construção em betão a baixas temperaturas, podem ser seleccionadas de acordo com o conteúdo listado na Tabela A.2.

Tabela A.2 Normas de temperatura atmosférica e medidas de isolamento térmico e anticongelamento para a construção de betão em épocas de baixas temperaturas

Nº	Item	Requisitos de construção
1	Padrões de temperatura atmosférica	A construção em betão deve ser efectuada na estação de baixas temperaturas quando a temperatura atmosférica diária for continuamente inferior a 5 °C , durante um período de cinco dias ou a temperatura atmosférica mínima for continuamente inferior a -3 °C , durante um período de cinco dias.
2	Medidas de isolamento térmico e anticongelamento	<p>(1) A temperatura do betão durante a construção não deve ser inferior a 5 °C para a barragem e não deve ser inferior a 10 °C para a casa das máquinas;</p> <p>(2) Quando o leito de rocha ou uma face de betão velho é betonada com temperaturas negativas, o leito de rocha ou betão velho deve ser aquecida à temperatura normal; a profundidade de aquecimento não deve ser inferior a 0,1m e a diferença de temperatura entre a camada superior e a camada inferior não deve exceder 15°C a 20°C;</p> <p>(3) Podem ser adoptadas formas de isolamento térmico, que não devem ser removidas durante todo o período de baixas temperaturas;</p> <p>(4) Um agente de arrastamento de ar pode ser adicionado, e a quantidade de ar arrastado deve ser determinada através de testes;</p> <p>(5) O tempo de mistura do betão deve ser prolongado adequadamente quando comparado com as estações normais de temperatura, e o prolongamento do tempo específico deve ser determinado através de testes;</p> <p>(6) Quando a temperatura atmosférica média diária é inferior a -10 °C, deve ser erguido um barracão quente sobre o betão;</p> <p>(7) O amadurecimento do betão que suporta o frio não deve ser inferior a 1 800 °C • h</p>

Apêndice B (Informativo)

Taxa de ventilação e valores de velocidade do vento para escavações em túneis/câmaras

B.1 A taxa de ventilação das escavações em túnel/câmara deve ser determinada de acordo com os seguintes requisitos, e o valor máximo deve ser tomado:

B.1.1 O ar fresco deve ser fornecido a uma taxa de 0,05 m³/s por pessoa, de acordo com o número máximo de pessoas que trabalham no túnel a qualquer momento;

B.1.2 Os gases nocivos na face das obras de um túnel devem ser ventilados ou diluídos até à concentração permitida, dentro de 20 minutos após a decapagem. A explosão de um único quilograma de explosivos pode gerar cerca de 40 L de monóxido de carbono;

B.1.3 Quando as máquinas a diesel forem utilizadas para as obras no interior do túnel, o ar deve ser fornecido à razão de 0,068 m³/s por quilowatt, e o ar para o pessoal que trabalha dentro do túnel também deve ser considerado ;

B.1.4 Quando a taxa de ventilação é calculada, o valor aumentado devido à fuga de ar deve ser considerado, de acordo com o modo de ventilação e distância, o factor de fuga de ar pode estar entre 1,2 e 1,5;

B.1.5 Se o túnel ou veio estiver localizado num local a uma altitude superior a 1000 m, a taxa de ventilação calculada deve ser multiplicada pelo factor de correcção da elevação;

B.1.6 A taxa de ventilação calculada deve ser verificada de acordo com a velocidade máxima e mínima permitida do vento, e a velocidade do vento requerida pela temperatura correspondente do túnel.

B.2 A velocidade mínima do vento perto da face de trabalho não deve ser inferior a 0,25 m/s e a velocidade máxima do vento não deve exceder as seguintes disposições:

B.2.1 A velocidade máxima do vento na face das obras de um túnel, veio vertical ou veio inclinado não deve exceder 4 m/s;

B.2.2 A velocidade máxima do vento num túnel de transporte ou de ventilação não deve exceder 6 m/s;

B.3 A temperatura média no túnel/câmara não deve exceder 28 °C e o valor da velocidade do vento no túnel/câmara a diferentes temperaturas deve cumprir as disposições da Tabela B.1.

Tabela B.1 Valores de velocidade do vento para escavações em túnel/câmara

Temperatura (°C)	<15	15~20	20~22	22~24	24~28
Velocidade do Vento (m/s)	<0,5	5~1,0	1,0~1,5	1,5~2,0	>2,0

**Apêndice C
(Informativo)**

Fórmula para a estimativa os requisitos de ar comprimido

C.1 A escala da estação compressora deve ser calculada com base na quantidade de máquinas pneumáticas utilizadas simultaneamente, durante um período de pico de consumo de ar e incluindo o consumo nominal de ar da máquina, ou configurada de acordo com o consumo de ar.

C.2 Os requisitos de ar comprimido podem ser estimados com a Fórmula C.1:

$$Q = K_1 K_2 K_3 \sum (nqK_4 K_5) \dots\dots\dots (C.1)$$

onde

Q é o requisito de ar comprimido, em m³/min;

K_1 é o coeficiente a adoptar devido à redução da eficiência de um compressor de ar juntamente com pequenas quantidades de consumo de ar inesperado. Isto deve ser considerado como um valor entre 1,05 e 1,1 ;

K_2 é o factor de fuga de ar da rede de tubos, a tomar como um valor entre 1,1 e 1,3. O valor maior deve ser tomado quando a rede de tubos é longa ou a qualidade de assentamento é deficiente;

K_3 é o factor de correcção máximo; a seleccionar a partir da Tabela C.1 ;

n é a quantidade de máquinas pneumáticas da mesma variedade que funcionam em simultâneo;

q é o consumo de ar de uma peça de máquina pneumática, em m³/min; o consumo nominal de ar da máquina pneumática deve ser tomado;

K_4 é o factor de trabalho coincidente das máquinas pneumáticas, a seleccionar a partir da Tabela C.2;

K_5 é o factor de correcção de abrasão das máquinas pneumáticas.

Tabela C.1 Factor de correcção máximo de ar comprimido

Tabela C.2 Factor de funcionamento coincidente das brocas pneumáticas

Quantidade de brocas pneumáticas que funcionam em simultâneo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30
Factor de funcionamento	1,0	0,9	0,9	0,85	0,82	0,8	0,78	0,75	0,73	0,71	0,68	0,61	0,59	0,50

Apêndice D (Informativo)

Estimativa do espaço de armazenamento na disposição geral da construção

D.1 O volume de armazenamento de vários materiais deve ser determinado de acordo com as condições de construção, fornecimento e transporte. No que diz respeito aos materiais influenciados pelas condições sazonais, devem ser considerados os factores de construção e interrupção da produção. Em referência ao transporte de água, devem ser considerados os níveis das cheias e os níveis baixos de água e a influência da estação fria. O volume de armazenamento de materiais pode ser estimado de acordo com a Fórmula (D.1):

$$q = Qdk/n \quad \dots\dots\dots(D.1)$$

onde

q é o volume de armazenamento dos materiais necessários, em m³;

Q é o requisito total de materiais no ano de pico, em m³;

n são os dias de trabalho por ano;

d são os dias de armazenamento dos materiais necessários;

K é o coeficiente não-uniforme do requisito total de materiais; tomar 1,2 a 1,5.

D.2 O pátio de armazenamento e as áreas de depósito na disposição geral da construção podem ser estimados por meio das fórmulas da Tabela D.1.

Tabela D.1 Estimativa do pátio de armazenamento e dos armazéns

Nome	Área de estrutura (m ²)	Área do piso (m ²)	Significado dos símbolos na fórmula
Pátio de armazenamento de um grupo de geradores de turbina	$F = \frac{QK_B t}{pa}$	—	<p>F — Área do pátio de montagem, em m²;</p> <p>Q — Peso do componente metálico pré-montado mais pesado, kg;</p> <p>K_B — Taxa de montagem dos componentes, tomar 0,7 a 0,8; t - Coeficiente de empilhamento, tomar 1,25;</p> <p>p — A quantidade de montagem por unidade de área, kg/m², tomar 200 a 400;</p> <p>a — Factor de utilização do local; tomar 0,81 para um guindaste de pórtico e tomar 0,78 a 0,8 para um guindaste suspenso</p>

Tabela D.1 (continuação)

Nome		Área de estrutura (m ²)	Área do piso (m ²)	Significado dos símbolos na fórmula
Armazém para o equipamento de construção		$W = \frac{na}{K}$	A = $\sum wk$	<p>W — Área de armazém para equipamentos de construção, em m²;</p> <p>n — Quantidade de equipamentos de construção armazenados</p> <p>a — Área de piso por equipamento, m²</p> <p>K — Coeficiente de utilização da área; tomar 0,3 onde há um guindaste móvel no armazém e tomar 0,17 onde não há guindaste móvel.</p>
Armazém para materiais e aparelhos		$W = \frac{q}{PK_1}$		<p>W — Área de armazém de materiais e aparelhos, em m²;</p> <p>q — Volume de armazenamento dos materiais necessários, m³;</p> <p>K₁ — Coeficiente de utilização da área;</p> <p>P — Volume de armazenamento de materiais por m² de área efetiva, em m³.</p>
Armazém permanente para equipamentos mecânicos e eléctricos	Área total do armazém	$F_{total} = 2.8Q$		<p>F_{total} — Área total do armazém de equipamentos (incluindo área do piso da ferrovia e pátio de descarregamento), em m²;</p> <p>F_{custodial} — Área líquida de armazenamento do armazém (refere-se à área total do armazém menos a área do piso do pátio de descarga), em m²;</p> <p>Q — Peso total do equipamento unitário armazenado no armazém ao mesmo tempo, em t.</p>
	Área líquida de armazenamento do depósito	$F_{custodial} = 0.5 F_{total}$		
	Armazém aberto	$F_{open\ roof} = (17\% \sim 20\%) F_{total}$		
	Armazém fechado	$F_{closed} = (20\% \sim 25\%) F_{total}$		
	Armazém isolado termicamente	$F_{thermal\ insulation} = (8\% \sim 10\%) F_{total}$		
	Pátio de armazenamento aberto	$F_{open} = (45\% \sim 55\%) F_{total}$		

Apêndice E (Informativo)

Normas para períodos de suspensão de obras (para barragens de terra-enrocamento e obras de betão - devido a factores climáticos)

E.1 Normas de suspensão de trabalho para medidas de protecção gerais tomadas para a barragem de terra-enrocamento.

E.1.1 Consulte a Tabela E.1 para as normas de suspensão para as medidas gerais de protecção tomadas para as barragens de terra-enrocamento compactada com rolo.

E.2 Padrões de suspensão para efeitos meteorológicos no vazamento de betão.

E.2.1 A construção deve ser suspensa se não forem tomadas medidas de controlo de chuva quando a precipitação for superior a 10 mm/dia (para um projecto com baixo grau de mecanização) ou 20 mm/dia (para um projecto com grau relativamente alto de mecanização).

E.2.2 Quando a temperatura atmosférica média mensal é superior a 25 °C e as despesas com medidas de controlo de temperatura são consideradas demasiado elevadas, pode ser considerada uma paragem da construção durante o dia, após comparação técnica e económica.

E.2.3 A colocação do betão ao ar livre deve ser suspensa quando a temperatura atmosférica média diária for inferior a -10 °C a construção global deve ser suspensa quando a temperatura atmosférica média diária for inferior a -20 °C ou a temperatura atmosférica mínima for inferior a -30 °C.

E.2.4 A construção deve ser suspensa quando a velocidade do vento for superior à de uma brisa forte.

E.2.5 A construção deve ser suspensa quando a visibilidade for inferior a 100 m.

Tabela E.1 Normas de suspensão de trabalho para medidas gerais de protecção de barragens de terra-enrocamento

Número de série.	Itens de construção	Padrão de suspensão											Observações
		Quantidade diária de precipitação (mm)					Evaporação diária <4 mm	Temperatura média atmosférica(°C)					
		0~0,5	0,5-5	5-10	10-30	>30		>5	5-0	0- -5	-5~ -10	<-10	
1	Espalhamento do material do solo	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	Suspender	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Construção protectora	Suspender	—
2	Enchimento de material argiloso	Construção normal	Suspenso em dias de chuva	Suspenso por meio dia após a chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	—	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Construção protectora	Suspender	—
3	Enchimento de terra de cascalho, mistura de solo e saprolito	Construção normal	Construção normal	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	Suspenso em dias de chuva e suspenso por um dia após a chuva	—	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Construção protectora	Suspender	—

Tabela E.1 (continuação)

Número de série.	Itens de construção	Padrão de suspensão											Observações
		Quantidade diária de precipitação (mm)					Evaporação diária <4 mm	Temperatura média atmosférica (°C)					
		0~0,5	0,5-5	5-10	10-30	>30		>5	5-0	0- -5	-5~ -10	<-10	
4	Enchimento de material filtrante	Construção normal	Construção normal	Construção normal	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva	—	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Construção protectora	Suspender	Quando se constrói simultaneamente com o material de controlo de infiltração, o número de dias de construção efectiva é igual ao número de dias dos materiais de controlo de infiltração
5	Enchimento de rochas agregadas	Construção normal	Construção normal	Construção normal	Construção normal	Suspenso em dias de chuva	—	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Construção protectora	Suspender	—
6	Pavimentação de betão asfáltico compactado com rolo	Construção normal	Construção normal	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva	Suspenso em dias de chuva	—	Construção normal	Construção normal	Construção protectora	Suspender	Suspender	Consulte o Apêndice E.2 para as normas de suspensão para a construção geral em betão

NOTA Suspender a construção durante os feriados legais, mas excluindo o sábado e o domingo.