Brasil
Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

República Federativa do Brasil
Projeto de Aprimoramento da Capacidade Técnica em Medidas Estruturais contra Movimentos Gravitacionais de Massa com Foco na Construção de Cidades Resilientes

VOLUME COMPLEMENTAR
CADERNO DE PRODUTOS DA COOPERAÇÃO TÉCNICA

Junho de 2026

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Yachiyo Engineering Co., Ltd.
Centro Técnico Sabo & Landslide
CTI Engineering International Co., Ltd.

GE
JR
26-076

Projeto de Aprimoramento da Capacidade Técnica em Medidas Estruturais contra Movimentos Gravitacionais de Massa com Foco na Construção de Cidades Resilientes

Produtos da Cooperação Técnica

Título do Produto	Classificação no Termo de Referência
Manual Técnico Sabo – Estruturas para prevenção e retenção de fluxos de detritos	Diretrizes Técnicas e *Checklists*
Plano de Intervenções para Fluxos de Detritos – Metodologia de desenvolvimento do plano de estruturas para prevenção e retenção de fluxos de detritos	Produto da atividade 3-2 (Versão Revisada do Manual Gides)
Apresentação de Exemplos	Apresentação de exemplos de projetos de engenharia e da execução das obras

Brasil
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

Projeto de Aprimoramento da Capacidade Técnica em Medidas Estruturais contra Movimentos Gravitacionais de Massa com Foco na Construção de Cidades Resilientes (Projeto SABO)

強靭な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト

Manual Técnico – Estruturas Sabo para Prevenção e Retenção de Fluxo de Detritos

土石流構造物対策砂防技術マニュアル

Junho de 2026

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Volume 01 Design　　設計編

Page	Português	日本語
3	**Capítulo 1 – Introdução**	**第 1 章 - 総説**
3	1. Objetivo	1. 目的
4	2. Abrangência da aplicação	2. 適用範囲
5	3. Etapas do projeto de engenharia	3. 設計の手順
7	4. Diretrizes Correlatas	4. 関連指針
7	5. Glossário	5. 用語の定義
7	5.1 Nome das partes e componentes	5.1 各部の名称
13	5.2 Terminologia	5.2 用語の定義
18	**Capítulo 2 – Itens Básicos**	**第 2 章 - 基本事項**
18	1. Descrição geral das obras de retenção de fluxos de detritos	1. 土石流捕捉工の概要
18	1.1 Funções	1.1 機能
19	1.2 Modalidades	1.2 形式
22	1.3 Tamanho e localização	1.3 規模及び配置
25	1.4 Função de retenção dos sedimentos	1.4 土砂捕捉機能
33	2. Levantamento de campo para a elaboração do projeto	2. 設計のための現地調査
33	2.1 Medições topográficas	2.1 地形測量
34	2.2 Levantamento geológico	2.2 地質調査
38	2.3 Levantamento da granulometria do depósito	2.3 堆積物の礫径調査
43	3. Plano de posicionamento da obra de retenção dos fluxos de detritos	3. 土石流捕捉工の配置計画
43	3.1 Considerações sobre o plano de posicionamento	3.1 配置計画の考え方
44	3.2 Plano de posicionamento	3.2 配置計画
50	4. Remoção dos detritos	4. 除石
50	4.1 Aspectos Gerais	4.1 概要
51	4.2 Plano de remoção de detritos	4.2 除石計画
55	**Capítulo 3 – Condições para análise da Barreira Sabo Impermeável**	**第 3 章 - 不透過型砂防堰堤の検討条件**
55	1. Vazão de projeto	1. 設計流量
55	1.1 Vazão utilizada	1.1 使用する流量

55	1.2 Método de cálculo da vazão de projeto (vazão de cheia)	1.2 設計流量（洪水時）の算定方法
63	1.3 Método de cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos	1.3 土石流ピーク流量の算出方法
73	1.4 Método de cálculo de vazão de pico do fluxo de detritos baseado no volume de precipitação	1.4 降雨量に基づく土石流ピーク流量の算出方法
74	1.5 Sobre a vazão de pico de fluxo de detritos: Exemplo de um estudo de caso no Brasil	1.5 土石流ピーク流量について: ブラジルに於けるケーススタディ
86	2. Solicitações de Projeto	2. 設計荷重
86	2.1 Solicitações consideradas	2.1 考慮される荷重
87	2.2 Peso próprio	2.2 自重
88	2.3 Pressão Hidrostática	2.3 静水圧
89	2.4 Solicitação do material depositado (empuxo dos sedimentos)	2.4 堆砂の荷重（堆砂土圧）
92	2.5 Cargas do fluxo de detritos	2.5 土石流荷重
105	3. Cálculo de estabilidade	3. 安定計算
106	3.1 Condições de estabilidade	3.1 安定条件
114	3.2 Método de cálculo de estabilidade	3.2 安定計算方法
129	3.3 Cálculo de estabilidade das asas	3.3 袖部の安定計算

139	**Capítulo 4 – Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável**	**第 4 章 - 不透過型砂防堰堤の設計**
139	1. Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável	1. 不透過型砂防堰堤の設計
139	1.1 Etapas da elaboração do projeto de engenharia	1.1 設計順序
140	1.2 Valores de referência	1.2 数値基準
141	2. Seleção da modalidade da estrutura da barreira impermeável	2. 不透過型堰堤の構造形式選定
141	2.1 Seleção da modalidade da estrutura	2.1 構造形式の選定
142	3. Dimensionamento do vertedouro	3. 水通しの設計
142	3.1 Função do vertedouro	3.1 水通しの機能
142	3.2 Posicionamento do vertedouro	3.2 水通しの位置
142	3.3 Seção do vertedouro	3.3 水通し断面
144	3.4 Altura da lâmina d’água de projeto	3.4 設計水深
149	3.5 Altura de borda livre	3.5 余裕高
149	3.6 Intervenções em caso em que a vazão de pico do fluxo de detritos ultrapasse a capacidade máxima do vertedouro	3.6 土石流ピーク流量が水通しの最大容量を超える場合の対処
151	4. Dimensionamento da parte transbordante	4. 越流部の設計

151	4.1 Aspectos gerais	4.1 概要
152	4.2 Espessura do topo da barreira (asa e vertedouro)	4.2 堰堤天端厚さ (袖部及び水通し部)
153	4.3 Inclinação do paramento de jusante	4.3 下流法勾配
157	4.4 Inclinação do paramento de montante	4.4 上流法勾配
158	5. Dimensionamento da parte não transbordante	5. 非越流部の設計
158	5.1 Aspectos Gerais	5.1 概要
158	5.2 Espessura do topo da asa	5.2 袖天端厚さ
158	5.3 Inclinação do paramento de jusante	5.3 下流法勾配
1591	5.4 Inclinação do paramento de montante	5.4 上流法勾配
160	6. Dimensionamento da fundação	6. 基礎の設計
160	6.1 Terreno da fundação	6.1 基礎地盤
160	6.2 Ficha	6.2 根入れ
162	6.3 Tratamento da fundação	6.3 岩盤処理
162	7. Dimensiomento das asas	7. 袖部の設計
162	7.1 Aspectos gerais	7.1 概要
163	7.2 Formato das asas	7.2 袖部の形状
167	7.3 Encaixe das asas (ombreiras)	7.3 袖部の嵌入
169	7.4 Reforço das asas	7.4 袖部の補強
180	8. Dimensionamento da Proteção de Calha a Jusante	8. 前庭保護工の設計
180	8.1 Aspectos Gerais	8.1 概要
181	8.2 Modalidades	8.2 形式
184	8.3 Piscina de absorção e barreira complementar	8.3 副堰堤及び水褥池
188	8.4 Calha de dissipação	8.4 水叩き
195	8.5 Parede vertical	8.5 垂直壁
203	8.6 Obra de proteção de leito a jusante da barreira complementar	8.6 副堰堤下流側の護床工
204	9. Dimensionando as estruturas auxiliares	9. 付属物の設計
204	9.1 Drenos	9.1 水抜き暗渠
207	9.2 Obras de Preenchimento	9.2 間詰工
211	9.3 Obra de Proteção dos Vertedouros	9.3 堤冠保護工
212	9.4 Junta de dilatação	9.4 膨張継目

214	**Capítulo 5 – Condições de análise da barreira permeável**	**第 5 章 - 透過型堰堤の検討条件**
214	1. Pontos a serem observados no projeto da barreira permeável	1. 透過型堰堤にあたっての留意事項
214	1.1 Identificação das partes da barreira permeável.	1.1 透過型堰堤の各部の識別
215	2. Ações sobre a estrutura de aço	2. 鋼製構造物への作用
216	2.1 Peso próprio	2.1 自重
216	2.2 Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos	2.2 土石流流体力の荷重
216	2.3 Colisão dos blocos e dos troncos carreados	2.3 礫及び流木の衝突
216	2.4 Pressão hidrostática	2.4 静水圧
218	2.5 Empuxo	2.5 土圧
219	2.6 Variação de temperatura	2.6 温度変化
219	3. Dimensionamento estrutural	3. 構造設計
220	4. Aço estrutural, conectores e solda	4. 構造用鋼、接合部及び溶接
221	5. Espessura de corrosão	5. 腐食しろ
224	6. Margem adicional de espessura do aço	6. 鋼材厚の余裕しろ
226	6.1 Margem adicional dos tubos de aço que forma o paramento de montante	6.1 最上流面を構成する鋼管の余裕しろ
227	6.2 Margem adicional dos pilares de tubo de aço nas proximidades do bloco de ancoragem	6.2 底版近傍の鋼管柱材の余裕しろ
230	6.3 Margem adicional das partes onde atuam os blocos que sobrepassam	6.3 越流礫が作用する部材の余裕しろ
231	6.4 Margem adicional das juntas de ligação flangeada	6.4 フランジ付き継ぎ手部の余裕しろ

234	**Capítulo 6 – Projeto de engenharia da barreira permeável**	**第 6 章 - 透過型堰堤の設計**
234	1. Etapas da elaboração do projeto de engenharia da barreira permeável	1. 透過型堰堤の設計手順
235	2. Definição do espaçamento entre os tubos de aço	2. 鋼管間隔の設定
235	2.1 Granulometria utilizada para definir a capacidade para retenção do fluxo de detritos	2.1 土石流捕捉性能を規定するために用いる礫径
239	3. Definição da parte aberta	3.開口部の設定
239	3.1 Formato da parte aberta	3.1 開口部の形状
245	3.2 Parte do vertedouro	3.2 水通し部
248	4. Projeto de engenharia dos tubos de aço reticulados	4.鋼管フレームの設計
248	4.1 Itens para aferição do projeto de engenharia	4.1 設計の照査項目

249	4.2 Espessura mínima da chapa	4.2 最小板厚
251	4.3 Peças tubulares	4.3 鋼管部材
253	4.4 Aferição das juntas flangeadas	4.4 フランジ継手部の照査
261	5. Cálculo estrutural	5. 構造計算
261	5.1 Combinação de cargas utilizadas no cálculo estrutural	5.1 構造計算に用いる荷重の組み合わせ
266	5.2 Método do cálculo estrutural	5.2 構造計算法
275	6. Cálculo de estabilidade	6. 安定計算
275	6.1 Formato do bloco de ancoragem de concreto	6.1 底版コンクリートの形状
282	6.2 Condições de estabilidade	6.2 安定条件
284	7. Dimensionamento da parte não transbordante (parte impermeável)	7. 非越流部（不透過部）の設計

Volume 02 Execução 施工編

Page	Português	日本語
291	**Prefácio**	**まえがき**
291	**Capítulo 1 – Fundamentos da execução das Obras do Sistema Sabo**	**第 1 章 - 砂防施設施工の基本**
291	1. Fundamentos da execução das Obras do Sistema Sabo	1. 砂防施設施工の基本
292	2. Etapas da execução da obra	2. 施工手順
293	**Capítulo 2 – Via de acesso à obra**	**第 2 章 - 工事用道路**
293	1. Visão geral	1. 概説
294	**Capítulo 3 – Obra de desvio do rio**	**第 3 章 - 転流工**
294	1. Visão geral	1. 概説
294	2. Vazão alvo	2. 対象流量
295	3. Comprimento do desvio do rio	3. 転流工の延長
296	4. Métodos de desvio do rio	4. 転流方式
297	5. Projeto de engenharia do canal provisório de drenagem da obra de desvio do rio	5. 仮排水路転流工の設計
297	5.1 Definição da inclinação do canal provisório de drenagem	5.1 仮排水路勾配の決定
298	5.2 Seleção dos materiais do canal provisório de drenagem	5.2 仮排水路材料の選定

298	5.3 Dimensionamento do canal provisório de drenagem	5.3 仮排水路の設計
299	5.4 Dimensionando o fechamento a montante	5.4 上流締切工の設計
301	5.5 Dimensionando o fechamento a jusante	5.5 下流締切工の設計
302	6. Dimensionando a obra de desvio de rio com fechamento de meio-leito	6. 半川締切転流工の設計
302	6.1 Perímetro da execução do barramento de fechamento provisório	6.1 仮締切堤の施工範囲
303	6.2 Altura do barramento de fechamento provisório e formato da seção	6.2 仮締切堤の高さ及び断面形状
303	7. Dimensionando o desvio do rio por galeria de drenagem intrabarreira	7. 堤内暗渠転流工の設計
303	7.1 Momento da alternância para o desvio secundário	7.1 2 次転流への切り替え時期
303	7.2 Formato da seção da galeria de drenagem intrabarreira	7.2 堤内暗渠の断面形状
303	7.3 Lançamento do bloco central de concreto do desvio secundário	7.3 2 次転流時の中央ブロックの打設
304	8. Método construtivo	8. 施工方法

306	**Capítulo 4 – Obras de escavação**	**第 4 章 - 掘削工**
306	1. Visão geral	1. 概説
307	2. Classificação das escavações	2. 掘削工の分類
307	3. Local de descarte do material e respectiva rota de transporte	3. 土捨て場及び運搬ルート

309	**Capítulo 5 – Obras em concreto**	**第 5 章 - コンクリート工**
309	1. Visão geral	1. 概説
309	2. Condições de projeto do traço do concreto requerido para barreiras sabo	2. 砂防堰堤コンクリートに求められる条件との配合設計
309	2.1 Condições do traço para obter a resistência determinada	2.1 所要強度による配合条件
310	2.2 Condições do traço para obter determinado peso específico	2.2 所要単位重量による配合条件
310	2.3 Condições do traço conforme a estanqueidade, durabilidade e resistência ao desgaste.	2.3 水密性、耐久性、耐摩耗性による配合条件
310	2.4 Condições do traço para evitar o surgimento de trincas no momento da concretagem do concreto-massa	2.4 マスコンクリート打設時のひび割れ対策としての配合条件
311	2.5 Traço padrão do concreto usado na Barreira Sabo Impermeável	2.5 砂防堰堤コンクリートの標準配合
311	2.6 Usinagem do concreto	2.6 コンクリートの製造
312	3. Ordem de lançamento do concreto	3. コンクリート打設順序
313	4. Cronograma de elevação das camadas	4. リフトスケジュールの作成
313	4.1 Aplicação do método de lançamento em blocos	4.1 ブロック打設法の採用
313	4.2 Cronograma de elevação das camadas	4.2 リフトスケジュール

314	5. Método construtivo	5. 施工方法

322	**Capítulo 6 – Montagem da Estrutura Reticulada em Aço da Barreira Sabo**	**第 6 章 - 鋼製フレーム砂防堰堤の組立て**
322	1. Visão geral	1. 概説
322	2. Composição das peças em aço	2. 鋼製部の構成
323	3. Montagem na fábrica	3. 工場での組み立て
324	4. Etapas da montagem no canteiro	4. 現地組み立て手順
329	5. Método de execução	5. 施工方法
331	6. Controle geométrico	6. 出来形管理

332	**Capítulo 7 – Execução de obras especiais**	**第 7 章 - 特殊工の施工**
332	1. Visão geral	1. 概説
332	2. Drenos	2. 水抜暗渠
333	3. Obra de proteção da soleira do vertedouro	3. 水通し天端保護工
333	4. Método de execução	4. 施工方法

Volume 03 Gestão e Manutenção　　維持管理編

Page	Português	日本語
337	**Capítulo 1 – Remoção dos Detritos**	**第 1 章 - 除石**
337	1. Visão geral	1. 概説
337	1.1 Estrada de manutenção	1.1 管理用道路
337	1.2 Método de remoção dos detritos	1.2 除石方法
338	1.3 Formato da remoção dos detritos	1.3 除石の形状
339	1.4 Deposição provisória, destinação e reuso dos detritos retirados	1.4 除石した土砂(流木)の仮置き・処分・再利用
340	1.5 Frequência da remoção de detritos	1.5 除石頻度
340	1.6 Estrutura das instalações relacionadas à gestão de remoção dos detritos	1.6 除石管理に関する施設構造

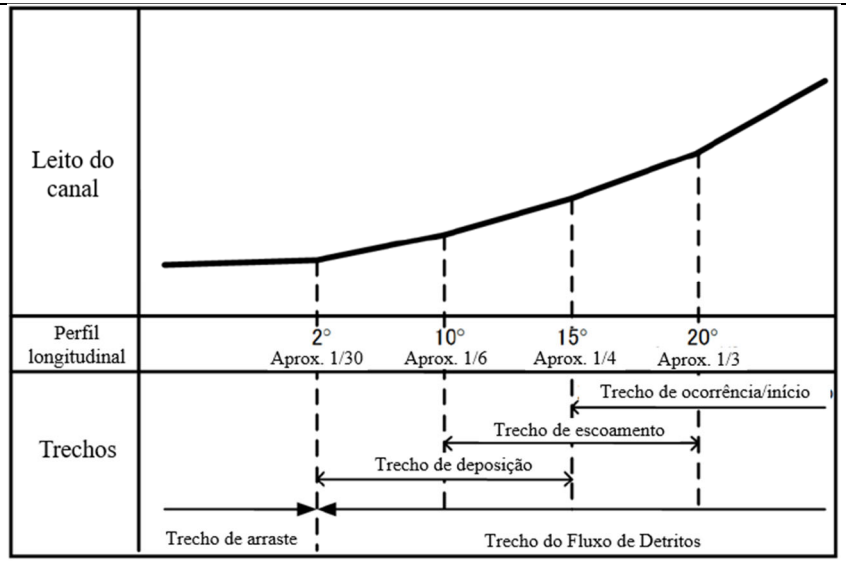
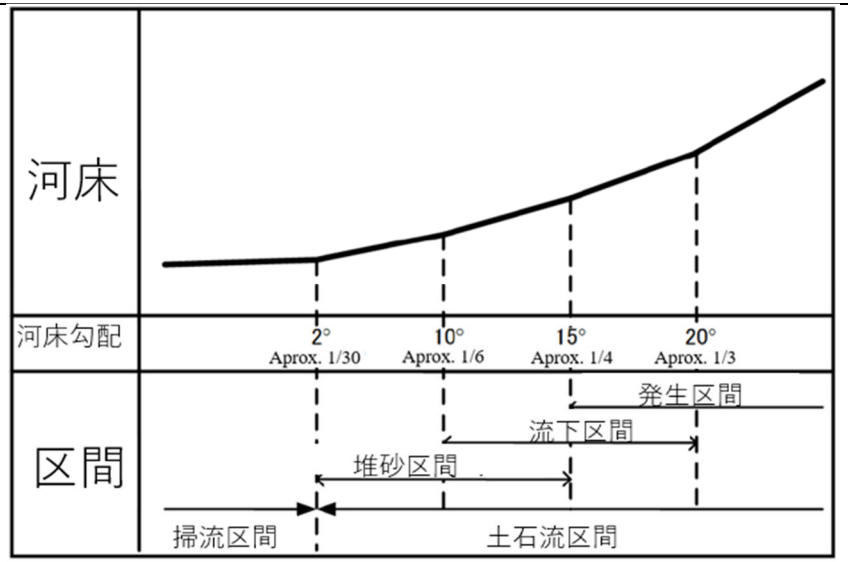
342	**Capítulo 2 – Inspeção das instalações**	**第 2 章 - 施設の点検**
342	1. Visão geral	1. 概説
343	2. Tipos de inspeção	2. 点検の種類

344	3. Estrutura para realização das inspeções	3. 点検の実施体制
344	4. Período de realização das inspeções	4. 点検の実施時期
345	5. Métodos de inspeção e itens que requerem atenção especial	5. 点検の方法および留意事項
345	5.1 Aspectos gerais dos métodos de inspeção	5.1 点検方法の概要
348	5.2 Inspeção de barreira sabo em concreto e itens que requerem atenção especial	5.2 コンクリート砂防堰堤の点検の留意事項
351	5.3 Inspeção de barreira sabo reticulada em aço e itens que requerem atenção especial	5.3 鋼管フレーム砂防堰堤点検の留意事項
354	5.4 Inspeção detalhada da barreira sabo reticulada em aço	5.4 鋼管フレーム砂防堰堤の詳細点検
358	**Capítulo 3 – Avaliação do grau de integridade das instalações**	**第 3 章 - 施設の健全度評価**
358	1. Considerações sobre a avaliação do grau de integridade das instalações	1. 健全度評価の考え方
359	2. Avaliação do grau das avarias das instalações sabo	2. 砂防施設の変状レベルの評価
362	**Capítulo 4 – Manutenção das Barreiras**	**第 4 章 - 砂防堰堤の保全**
362	1. Diretrizes e objetivos da manutenção	1. 保全の目的と方針
362	1.1 Objetivos da manutenção	1.1 保全の目的
363	1.2 Abrangência da obra de manutenção	1.2 保全工事の対象範囲
363	1.3 Diretrizes das obras de manutenção	1.3 保全工事方針
364	1.4 Selecionar a solução de engenharia para a manutenção	1.4 保全工法の選定
364	2. Métodos de reparo	2. 修繕工法
366	3. Método de reforma	3. 改築工法
368	4. Métodos de revitalização	4. 更新の方法
	Checklist	チェックリスト

VOLUME 01 DESIGN

設計編

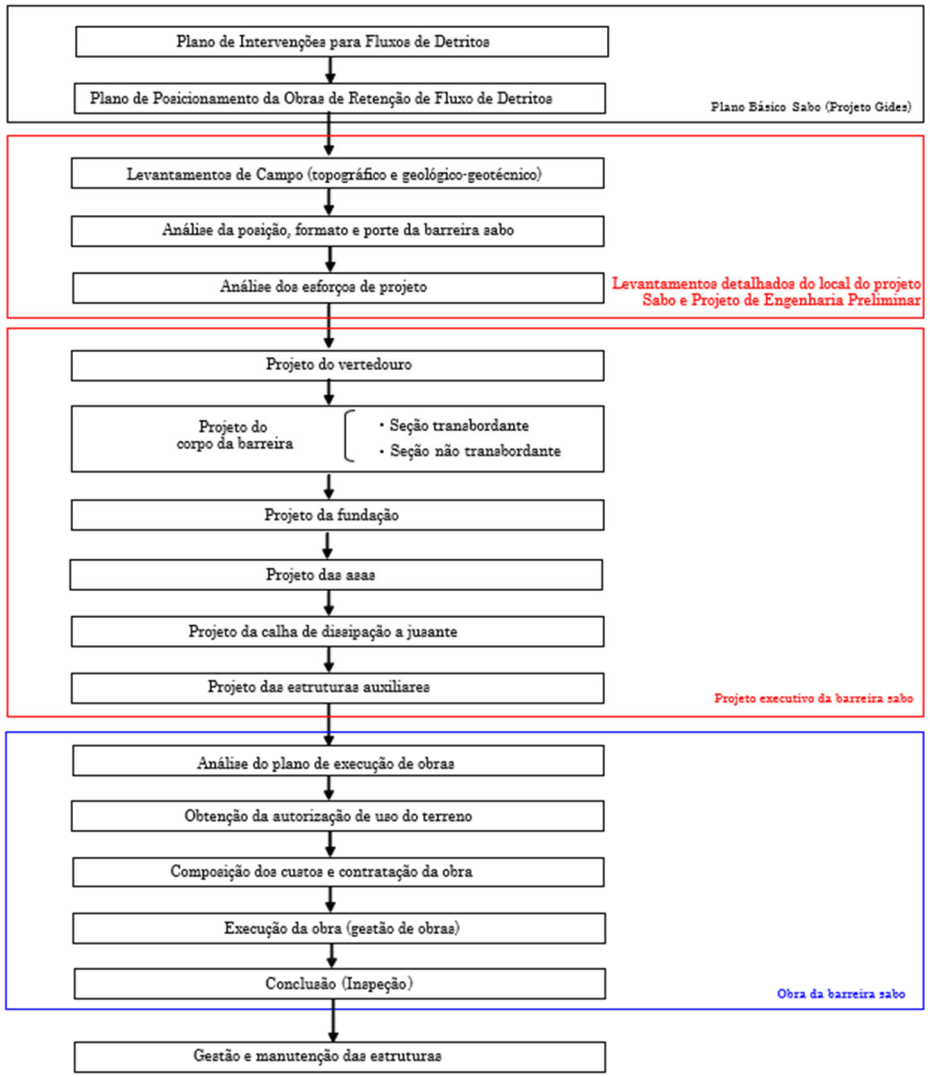
1.	**Capítulo 1 – Introdução**	**第１章 - 総説**
2.	**1. Objetivo**	**1. 目的**
3.	O objetivo deste manual é orientar a elaboração de projetos de engenharia de obras de retenção de fluxos de detritos. A base conceitual e prática estão apresentadas considerando a experiência japonesa no desenvolvimento dos projetos denominados Sabo. As diretrizes para a elaboração destes projetos têm como base o “Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos” (Edição 2018).	このマニュアルは、土石流を捕捉する対策施設の設計作成を指導することが目的である。ここで紹介する砂防計画の概念根拠及び実施方法は日本の経験を参考にしている。このマニュアルは、「Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos (Edição 2018)」に基づいて、土石流捕捉施設を設計する指針について記したものである。
4.	As características das bacias hidrográficas são diversas para cada talvegue e mesmo ao longo de um talvegue podem ser encontradas variações relevantes. Para se projetar obras de retenção de fluxos de detritos é necessário se compreender as condições geológico/geotécnicas e geométricas da área considerada. Dessa forma, é necessário que se façam levantamentos de campo e de informações de diversas fontes, incluindo a literatura técnica, que permitam entender as características específicas do talvegue em questão, incluindo as vertentes passíveis de ocorrência de movimentos de massa.	渓流毎に流域特性は異なる上、同一渓流内においても区間毎に様相が異なるものである。したがって、土石流捕捉施設を設計するため、対象渓流の特性や現地の条件を十分把握する必要がある。従って、現地調査や技術文献を含む文献収集によって、斜面を含む土砂移動発生可能な対象渓流の特性を理解することが重要である。
5.	O processo de fluxo de detritos que é abordado por este manual consiste em um tipo de movimento de massa que ocorre sob a forma de um fluxo rápido de detritos (conjunto formado por partículas de solo e fragmentos/blocos de rocha, podendo conter vegetação) saturados ao longo de um talvegue até a zona de deposição. Na Figura 1, apresenta-se a relação entre as declividades ao longo do talvegue e as características previstas do movimento do fluxo de detritos.	このマニュアルの対象となる土石流現象とは、土壌の粒子及び岩石の破片・礫、場合によって植生も含む、物が飽和流出として堆砂域まで急速に流下する土砂移動形態のことである。下記、図 1 は想定される土石流の土砂移動の特徴と渓床勾配関係を示す。
6.	Figura 1-Perfil longitudinal do leito do canal;	図-1 河床勾配

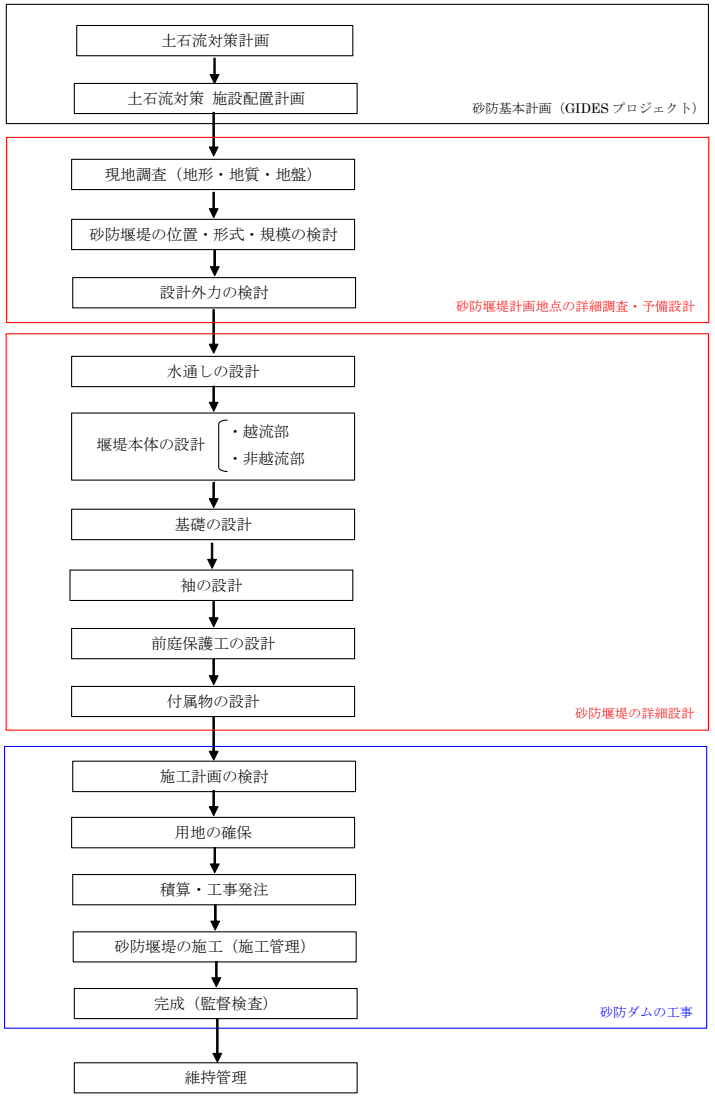
7.		
8.	Fonte: National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (2016): Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood	出典：国土交通省 国土技術政策総合研究所 (2016): 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説
9.	**2. Abrangência da aplicação**	**2. 適用範囲**
10.	As diretrizes apresentadas neste Manual abrangem as Barreira Sabo cujo objetivo é a retenção de fluxos de detritos.	本指針の適用範囲は土石流捕捉を目的とした砂防施設とする。
11.	Estas diretrizes são aplicadas a projetos de engenharia e execução de obras Sabo que tenham como foco intervenções estruturais para retenção de fluxos de detritos a serem executadas no Brasil.	本指針は、ブラジル国内で実施される土石流対策を目的とした砂防構造物の設計・施工に適用する。
12.	[Estruturas Sabo que têm como foco a retenção de fluxos de detritos] [1]	[土石流対策を目的とした砂防構造物] [1]
13.	1) Barreira Sabo (Instalações para retenção do fluxo de detritos) 1.1 Barreira Sabo Impermeável (em concreto) 1.2 Barreira Sabo Permeável (em aço/concreto)	1)砂防堰堤（土石流捕捉のための施設） 1.1 不透過型砂防堰堤（コンクリート型） 1.2 透過型砂防堰堤（鋼製・コンクリート型）
14.	2)Obras de controle da geração de detritos	2)土石流発生抑制のための施設

[1] Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos (Edição 2018)

	3)Obras de canalização de fluxo de detritos 4)Obras para deposição de fluxo de detritos 5)Obras para controle do trajeto do fluxo de detritos 6)Obra de retenção de troncos	3)土石流導流工 4)土石流堆積工 5)土石流流向制御工 6)流木捕捉工
15.	Para elaborar projetos de obras Sabo para fluxos de detritos que não se enquadrem nas condições descritas neste Manual de Barreira Sabo, será necessário realizar separadamente a avaliação detalhada da estrutura das instalações e obter a aprovação dos órgãos competentes.	なお、本指針に記載されている条件と適合しない特殊な条件下における土石流対策施設の設計を実施する場合は、施設構造について詳細な検討を別途行い、管轄機関の承認を得る必要がある。
16.	**3. Etapas do projeto de engenharia**	**3. 設計の手順**
17.	Em linhas gerais, os procedimentos ordenados para desenvolver os projetos de engenharia das Barreiras Sabo, a fim de definir a modalidade da barreira, devem considerar os seguintes aspectos: a topografia do local da barreira, os condicionantes geológico-geotécnicos, a adequação ao objetivo da barreira em questão, a segurança, a eficiência econômica etc. Após a definição da modalidade da barreira, dimensiona-se o corpo da barreira principal, sua fundação e o vertedouro e, em seguida, a calha de dissipação a jusante e os componentes acessórios.	全般的に、砂防堰堤の設計順序は、堰堤サイトの地形、地質・地盤工学条件、その堰堤の目的に対する適合性、安全性、経済性等の各要素について考察し、堰堤型式を決定する。次に、水通し、本体及び基礎の設計を行った後、前庭保護工、付属物の設計を行う。
18.	Na Figura 2, é apresentado o fluxograma de planejamento, projeto e execução de obras das barreiras tipo Sabo com objetivo de retenção de fluxos de detritos.	土石流対策を目的とした砂防施設のうち、砂防堰堤の計画・設計・施工のフロー図を図-2 に示す。
19.	Figura 2 – Fluxograma de plano, projeto e execução de obras das barreiras	Figura 2 砂防堰堤の計画・設計・施工の流れ

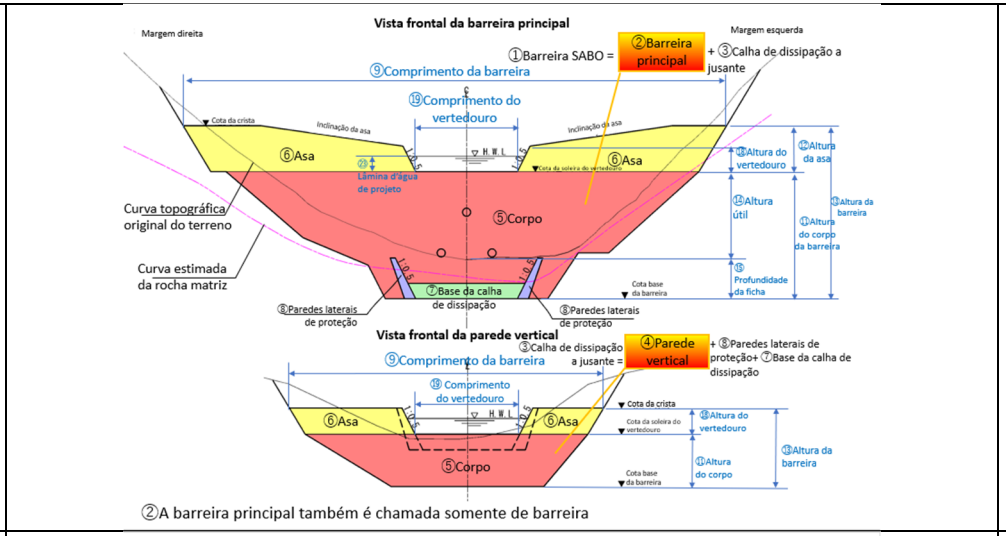
20.


Plano de Intervenções para Fluxos de Detritos
Plano de Posicionamento da Obras de Retenção de Fluxo de Detritos
Plano Básico Sabo (Projeto Gides)
Levantamentos de Campo (topográfico e geológico-geotécnico)
Análise da posição, formato e porte da barreira sabo
Análise dos esforços de projeto
Levantamentos detalhados do local do projeto Sabo e Projeto de Engenharia Preliminar
Projeto do vertedouro
Projeto do corpo da barreira
・Seção transbordante
・Seção não transbordante
Projeto da fundação
Projeto das asas
Projeto da calha de dissipação a jusante
Projeto das estruturas auxiliares
Projeto executivo da barreira sabo
Análise do plano de execução de obras
Obtenção da autorização de uso do terreno
Composição dos custos e contratação da obra
Execução da obra (gestão de obras)
Conclusão (Inspeção)
Obra da barreira sabo
Gestão e manutenção das estruturas

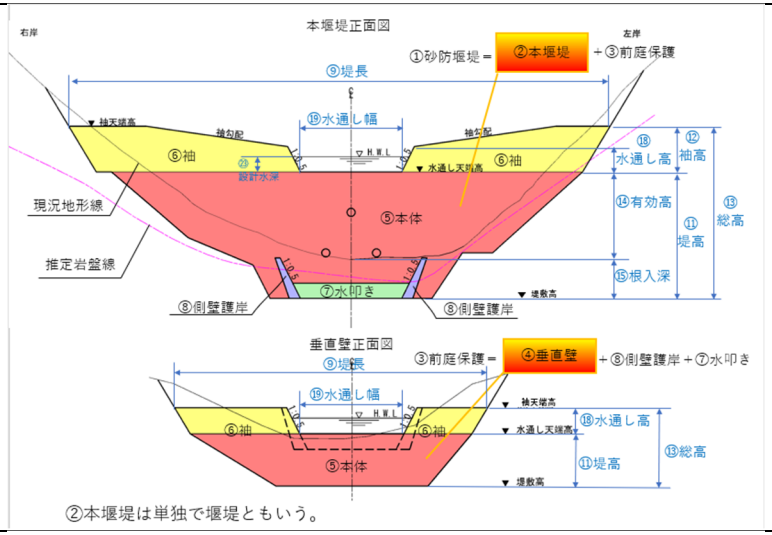

土石流対策計画
土石流対策 施設配置計画
砂防基本計画（GIDES プロジェクト）
現地調査（地形・地質・地盤）
砂防堰堤の位置・形式・規模の検討
設計外力の検討
砂防堰堤計画地点の詳細調査・予備設計
水通しの設計
堰堤本体の設計
・越流部
・非越流部
基礎の設計
袖の設計
前庭保護工の設計
付属物の設計
砂防堰堤の詳細設計
施工計画の検討
用地の確保
積算・工事発注
砂防堰堤の施工（施工管理）
完成（監督検査）
砂防ダムの工事
維持管理

21.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
22.	**4. Diretrizes Correlatas**	**4. 関連指針**
23.	Quanto aos itens omissos neste Manual, devem ser respeitados os critérios existentes, descritos abaixo.	本指針に記載されていない事項については、以下に示す既往基準に準拠するものとする。
24.	1) Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos (Edição 2018), Ministério da Integração Nacional / Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil 2) Manual Técnico de Encostas, Prefeitura do Rio de Janeiro 3) Norma ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto 4) ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios 5) ABNT NBR 16239:2013 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares	1) 土石流対策工計画マニュアル（2018 年版）国家統合省/市民防御局 2) 斜面技術マニュアル、リオデジャネイロ市政府 3) ABNT NBR 6118:2014 コンクリート構造物の設計 4) ABNT NBR 8800:2008 鋼製構造物及ぶ鋼製・コンクリート複合構造建築物の設計 5) ABNT NBR 16239:2013 円形断面鋼管を用いる鋼製構造物及ぶ鋼製・コンクリート複合構造建築物の設計
25.	**5. Glossário**	**5. 用語の定義**
26.	Os termos utilizados neste Manual seguem as definições abaixo.	本マニュアルに使用する用語を以下に定義する。
27.	5.1 Nome das partes e componentes	5.1 各部の名称
28.	5.1.1 Barreira Sabo Impermeável (sem piscina de absorção)	5.1.1 不透過型砂防堰堤 （水褥池なし）

29.

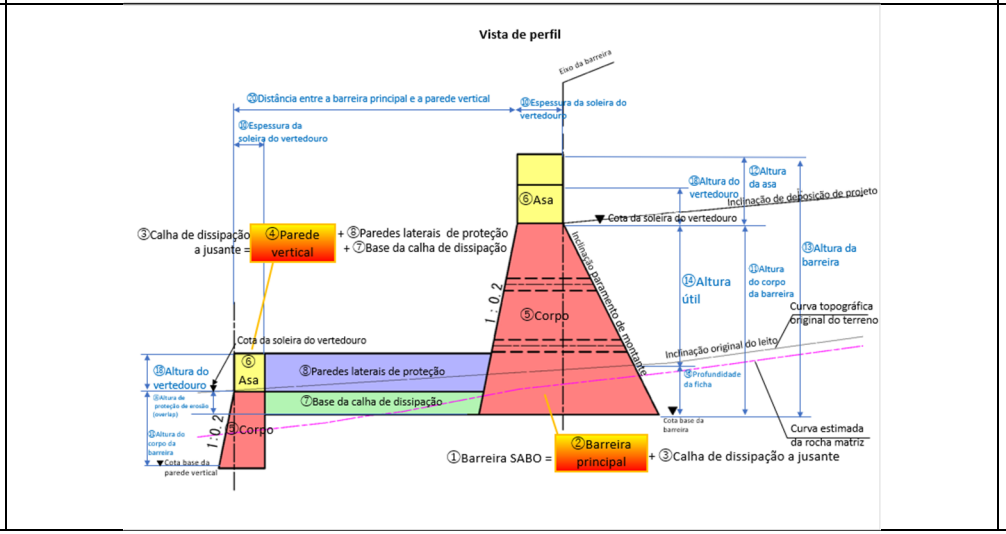


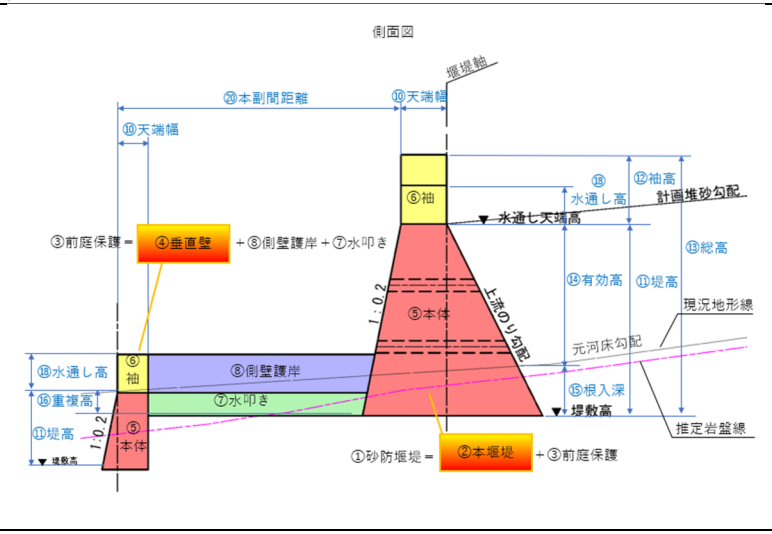
②A barreira principal também é chamada somente de barreira

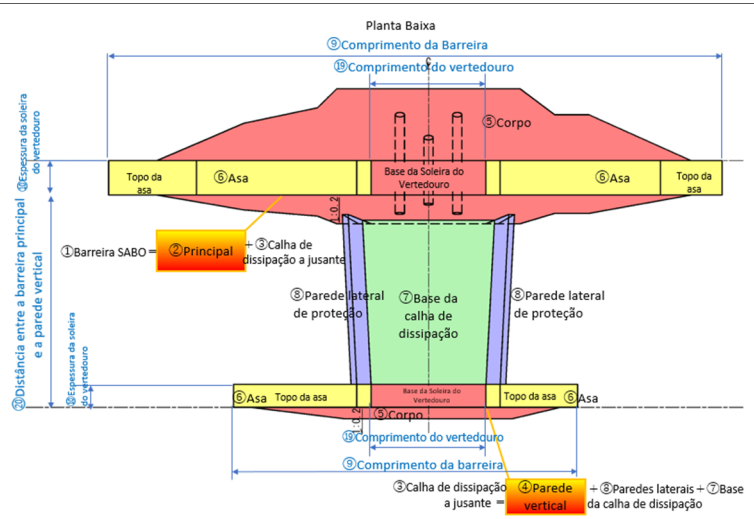
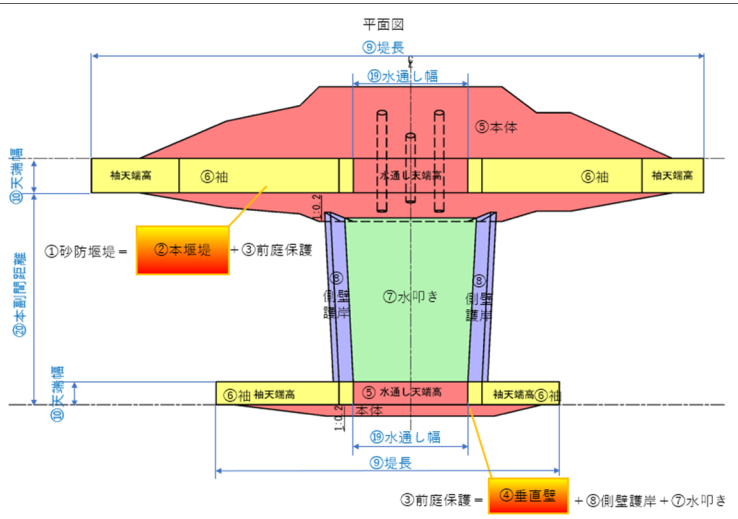
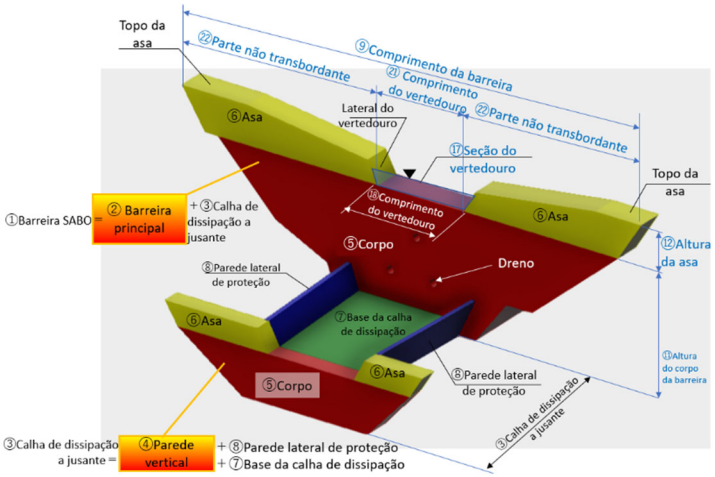
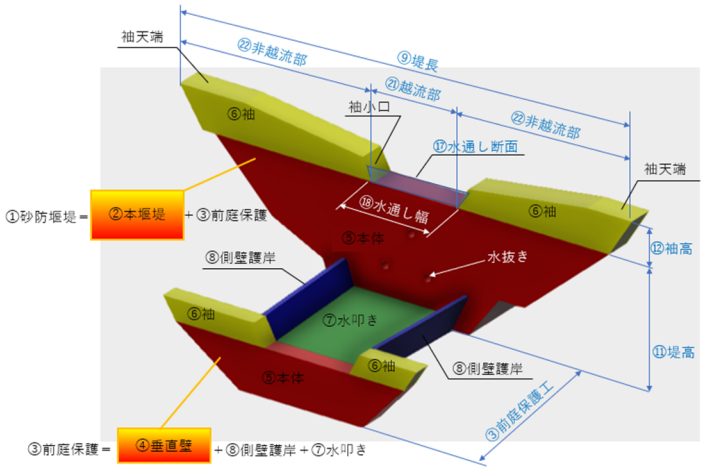


②本堰堤は単独で堰堤ともいう。

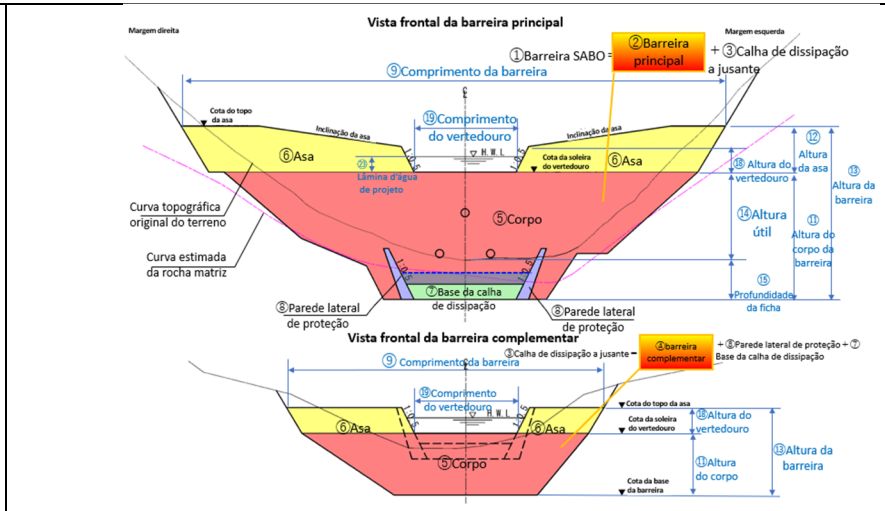
30.

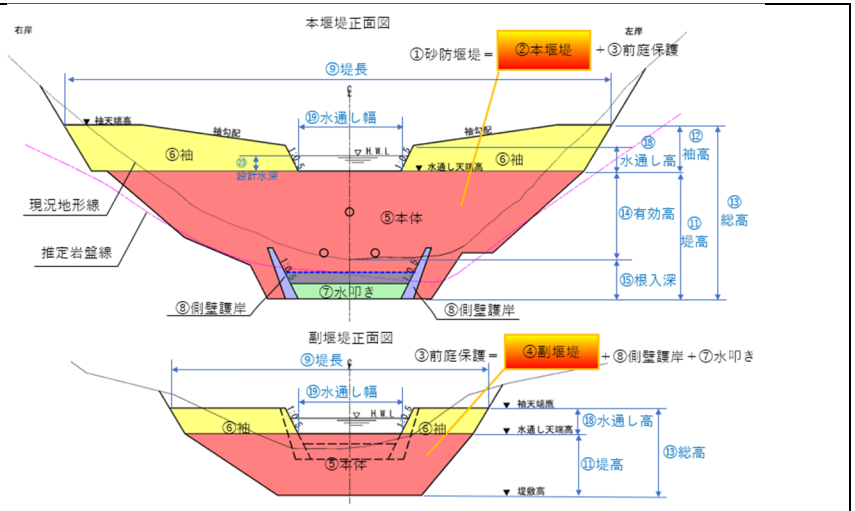




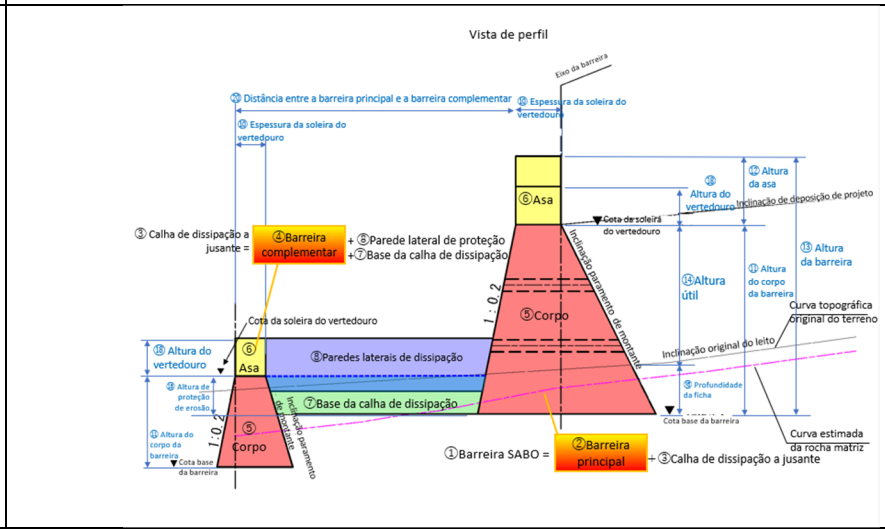
31.		
32.		
33.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
34.	5.1.2 Barreira Sabo Impermeável (com piscina de absorção)	5.1.2 不透過型砂防堰堤　（水褥池あり）

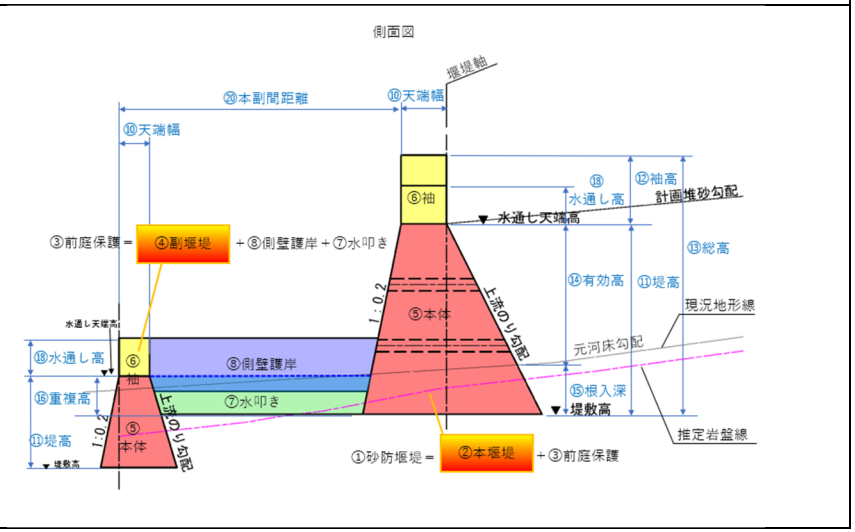
35.

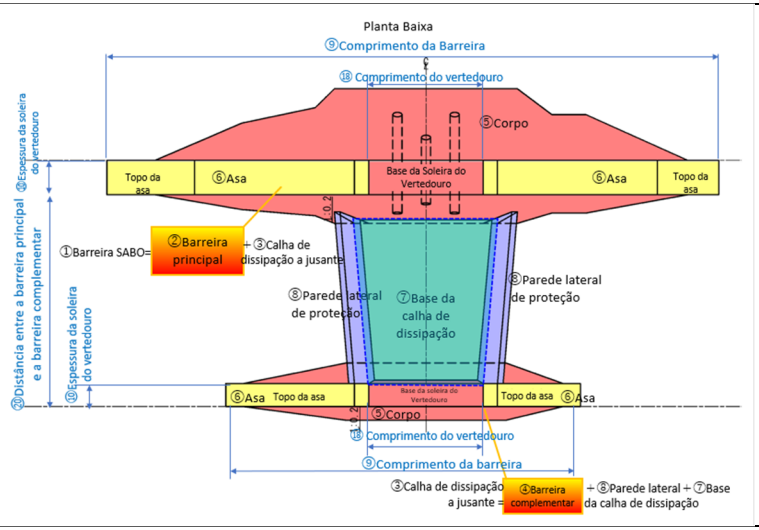
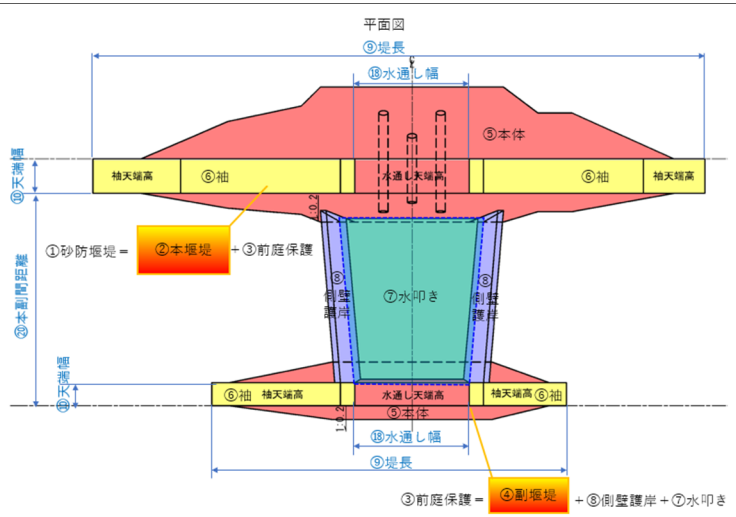
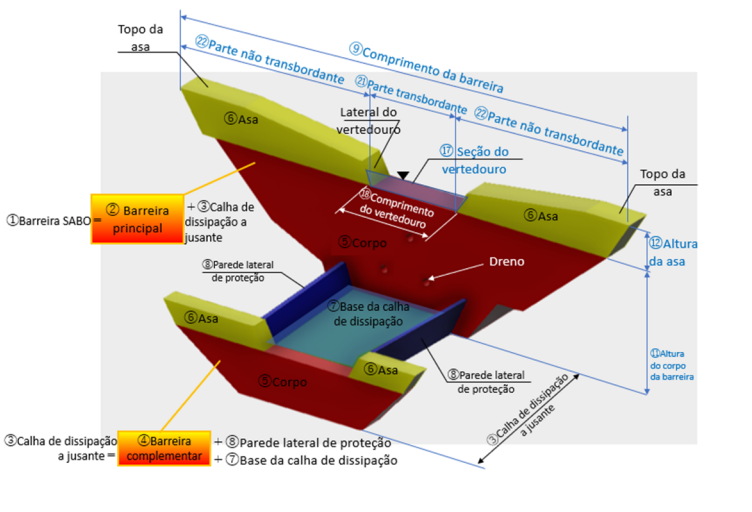
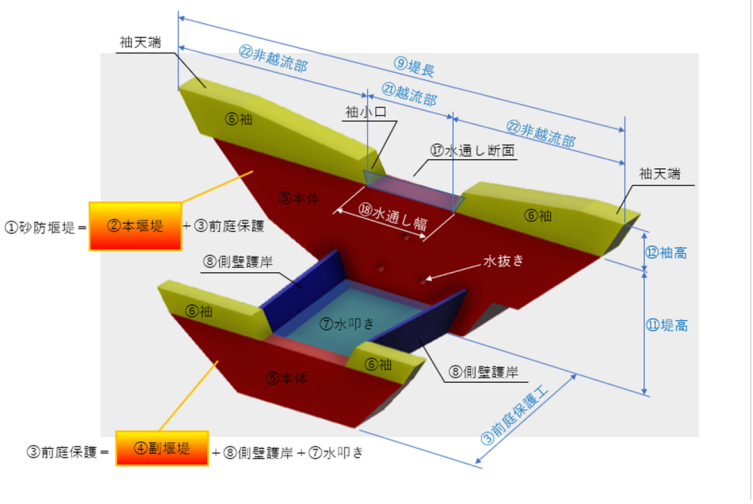

Vista frontal da barreira principal
Margem direita
Margem esquerda
①Barreira SABO =
②Barreira principal
+③Calha de dissipação a jusante
⑨Comprimento da barreira
⑲Comprimento do vertedouro
⑥Asa
⑤Corpo
⑦Base da calha de dissipação
⑧Parede lateral de proteção
⑫Altura da asa
⑬Altura da barreira
⑭Altura útil
⑪Altura do corpo da barreira
⑱Altura do vertedouro
⑮Profundidade da ficha
Curva topográfica original do terreno
Curva estimada da rocha matriz
Vista frontal da barreira complementar
④barreira complementar
+⑧Parede lateral de proteção +⑦Base da calha de dissipação


本堰堤正面図
右岸
左岸
①砂防堰堤 =
②本堰堤
+③前庭保護
⑨堤長
⑲水通し幅
⑥袖
⑤本体
⑦水叩き
⑧側壁護岸
⑫袖高
⑱水通し高
⑭有効高
⑪堤高
⑬総高
⑮根入深
現況地形線
推定岩盤線
副堰堤正面図
③前庭保護 =
④副堰堤
+⑧側壁護岸 +⑦水叩き

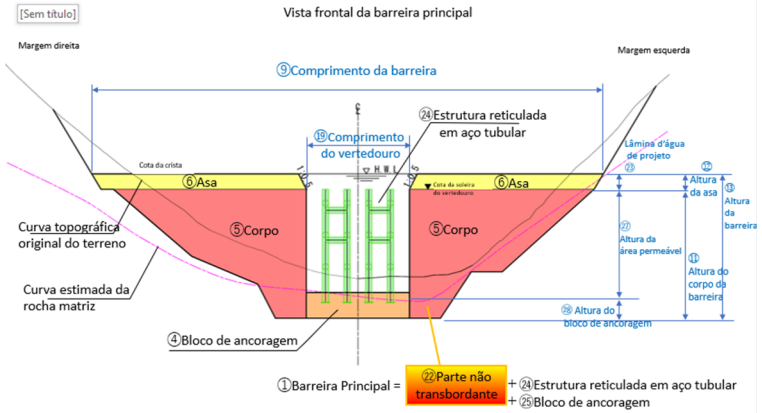
36.

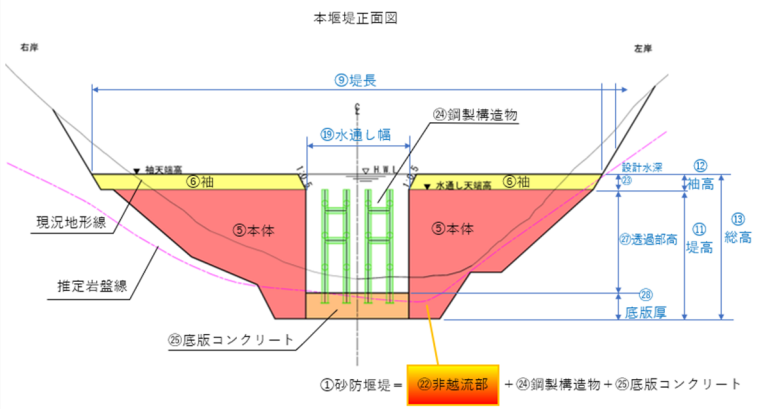

Vista de perfil
Eixo da barreira
㉑Distância entre a barreira principal e a barreira complementar
㉒Espessura da soleira do vertedouro
③Calha de dissipação a jusante =
④Barreira complementar
+⑧Parede lateral de proteção
+⑦Base da calha de dissipação
⑥Asa
⑤Corpo
⑧Paredes laterais de dissipação
⑦Base da calha de dissipação
⑫Altura da asa
⑱Altura do vertedouro
⑬Altura da barreira
⑭Altura útil
⑪Altura do corpo da barreira
⑮Profundidade da ficha
⑰Altura de proteção de erosão
⑯Altura do corpo da barreira
Cota da soleira do vertedouro
Cota base da barreira
Inclinação paramento de montante
Inclinação paramento de jusante
Inclinação original do leito
Curva topográfica original do terreno
Curva estimada da rocha matriz
①Barreira SABO =
②Barreira principal
+③Calha de dissipação a jusante


側面図
堰堤軸
⑳本副間距離
⑩天端幅
③前庭保護 =
④副堰堤
+⑧側壁護岸 +⑦水叩き
⑥袖
⑤本体
⑧側壁護岸
⑦水叩き
⑫袖高
⑱水通し高
計画堆砂勾配
水通し天端高
⑬総高
⑭有効高
⑪堤高
⑮根入深
⑯重複高
堤敷高
上流のり勾配
元河床勾配
現況地形線
推定岩盤線
①砂防堰堤 =
②本堰堤
+③前庭保護

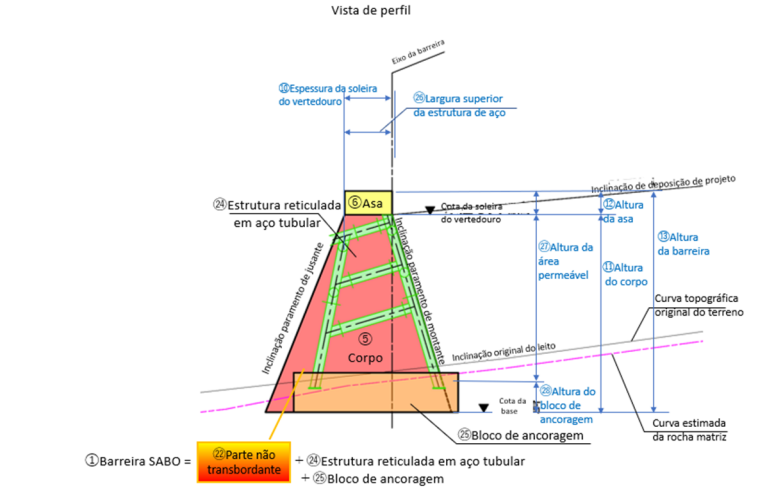
37.		
38.		
39.	Fonte: Elaboradao pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
40.	5.1.3 Barreira Permeável	5.1.3 透過型堰堤

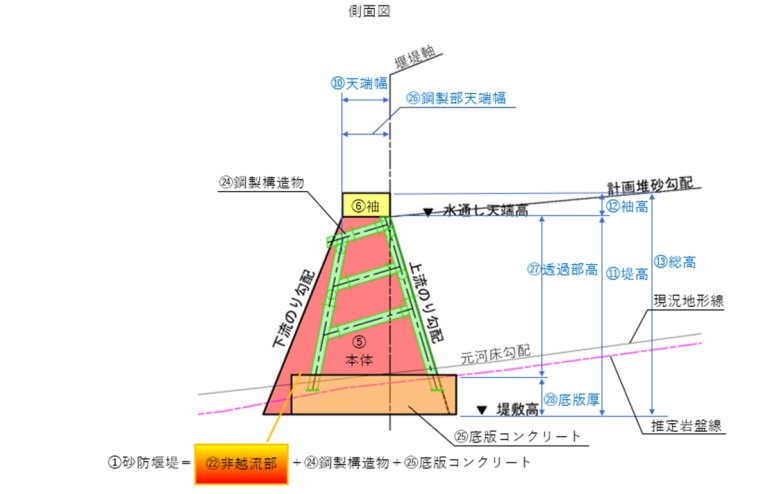
41.

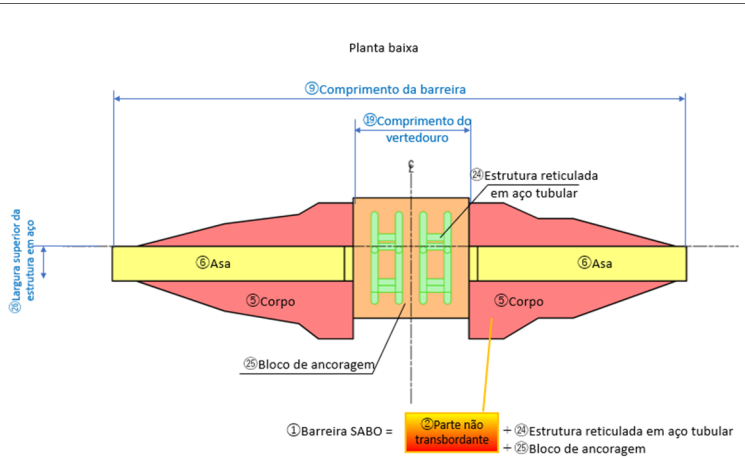
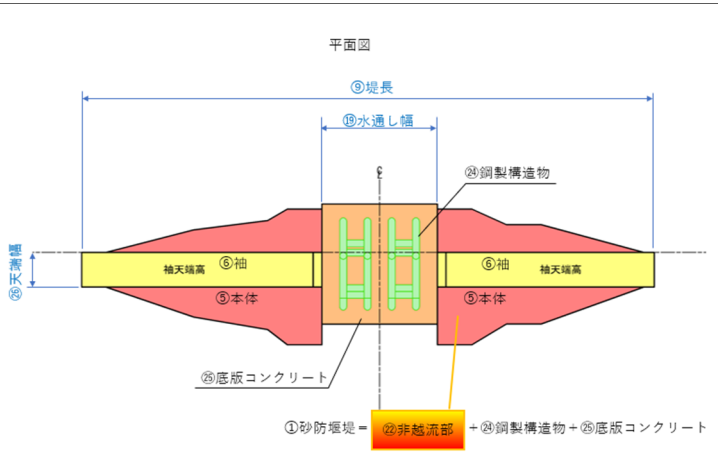
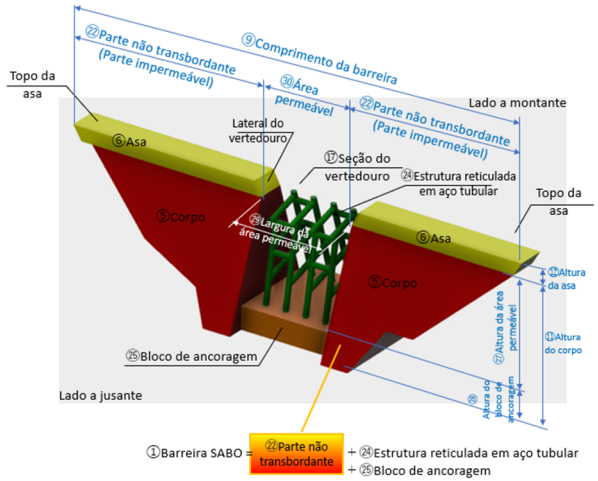
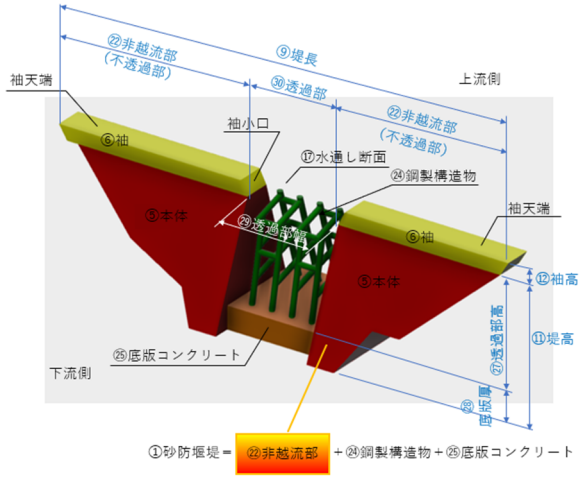

[Sem título]
Vista frontal da barreira principal
Margem direita
Margem esquerda
⑨Comprimento da barreira
⑲Comprimento do vertedouro
㉔Estrutura reticulada em aço tubular
Lâmina d'água de projeto
Cota da crista
⑥Asa
⑤Corpo
⑤Corpo
⑥Asa
Cota da soleira do vertedouro
Altura da asa
Altura da barreira
Altura da área permeável
Altura do corpo da barreira
Altura do bloco de ancoragem
Curva topográfica original do terreno
Curva estimada da rocha matriz
④Bloco de ancoragem
①Barreira Principal =
㉒Parte não transbordante
+㉔Estrutura reticulada em aço tubular
+㉕Bloco de ancoragem


本堰堤正面図
右岸
左岸
⑨堤長
⑲水通し幅
㉔鋼製構造物
袖天端高
⑥袖
⑤本体
⑤本体
⑥袖
水通し天端高
設計水深
袖高
堤高
総高
㉗透過部高
底版厚
現況地形線
推定岩盤線
㉕底版コンクリート
①砂防堰堤＝
㉒非越流部
＋㉔鋼製構造物＋㉕底版コンクリート

42.


Vista de perfil
Eixo da barreira
⑫Espessura da soleira do vertedouro
㉖Largura superior da estrutura de aço
㉔Estrutura reticulada em aço tubular
⑥Asa
Cota da soleira do vertedouro
Inclinação de deposição de projeto
⑫Altura da asa
⑬Altura da barreira
㉗Altura da área permeável
⑪Altura do corpo
Inclinação paramento de jusante
Inclinação paramento de montante
⑤ Corpo
Curva topográfica original do terreno
Inclinação original do leito
㉘Altura do bloco de ancoragem
Cota da base
㉕Bloco de ancoragem
Curva estimada da rocha matriz
①Barreira SABO =
㉒Parte não transbordante
+㉔Estrutura reticulada em aço tubular
+㉕Bloco de ancoragem


側面図
堰堤軸
⑩天端幅
㉖鋼製部天端幅
㉔鋼製構造物
⑥袖
計画堆砂勾配
水通し天端高
⑫袖高
㉗透過部高
⑪堤高
⑬総高
下流のり勾配
上流のり勾配
⑤ 本体
現況地形線
元河床勾配
㉘底版厚
堤敷高
推定岩盤線
㉕底版コンクリート
①砂防堰堤＝
㉒非越流部
＋㉔鋼製構造物＋㉕底版コンクリート

43.		
44.		
45.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

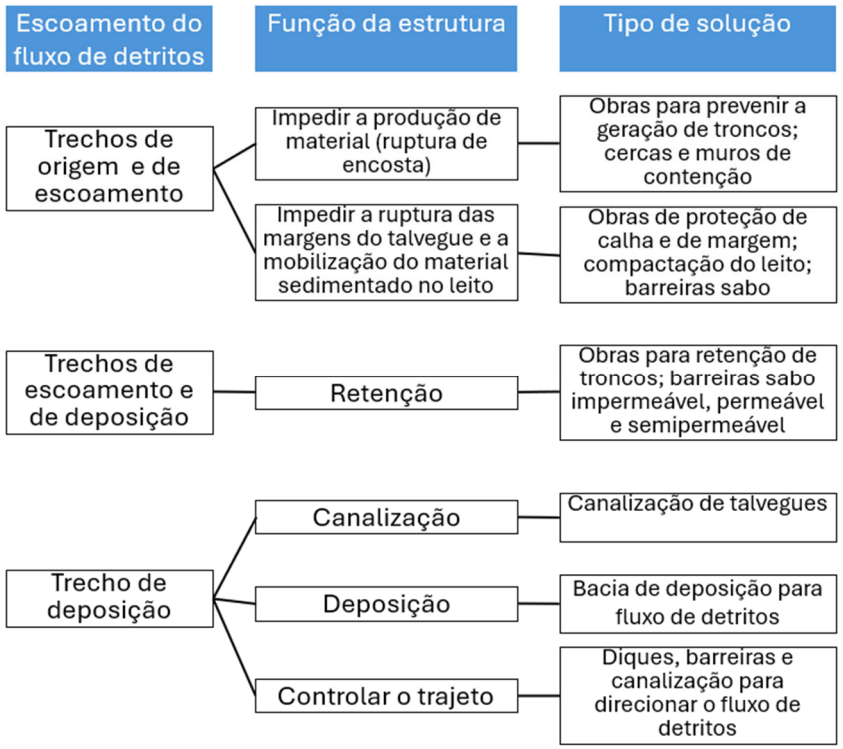
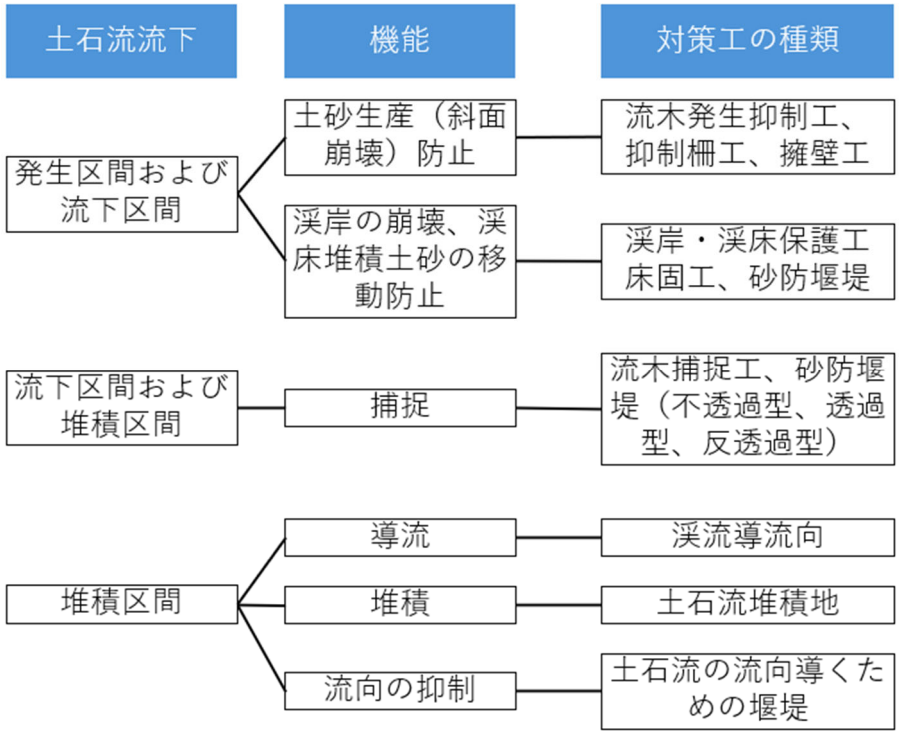
46.	5.2 Terminologia			5.2 用語の定義		
47.	Nº	Nome	Função e objetivo	Nº	名称	機能・目的

48.	①	Barreira Sabo	No caso da barreira impermeável é estrutura de espera para reter o fluxo de detritos, formada pela barreira principal e a calha de dissipação a jusante.	①	砂防堰堤	不透過型堰堤の場合は土石流を受け止めるための待ち受け構造物で，本堰堤及び前庭保護から構成される。
			No caso da barreira permeável é a estrutura de espera para reter o fluxo de detritos, formada pela parte não transbordante em concreto, a estrutura reticulada em aço tubular e o bloco de ancoragem.			透過型堰堤の場合は土石流を受け止めるための構造物で，コンクリート構造の非越流部,鋼管フレーム及び底版コンクリートから構成される。
49.	②	Barreira principal	Parte principal da barreira Sabo, é uma estrutura transversal de espera para reter o fluxo de detritos ou parte dele, atenuando sua energia de vazão a jusante.	②	本堰堤	砂防堰堤の主となる横断待ち受け構造物で土石流の全量または一部を受け止め，流下エネルギーを減勢させる。
50.	③	Calha de dissipação a jusante	Estrutura acessória para evitar a erosão a jusante da calha que é causada pela água que transborda pela barreira principal. Comumente é formada por barreira complementar, base da calha de dissipação e paredes laterais de proteção. Quando é verificada a possibilidade natural da não ocorrência de erosão a jusante, como no caso de afloramento de rocha matriz, há a possibilidade de supressão total ou parcial desta estrutura. Quando a energia da água que transborda pela barreira principal for muito grande, há casos de alocação de diversos conjuntos destas estruturas no sentido longitudinal.	③	前庭保護	本堰堤の下流地面が本堰堤からの落下水によって下流浸食されることを防止するための付属構造物。一般に副堤，水たたき，側壁で構成される。 岩盤が露出するなど，自然に下流浸食が発生する可能性がないと確認される場合は，その全部または一部が省略される場合がある。 本堰堤からの落下水のエネルギーが大きい場合は，複数セットを縦断的に設置する場合がある。
51.	④	Barreira complementar ou parede vertical	Parte da calha de dissipação a jusante, é uma estrutura transversal para impedir a erosão pontual a jusante, sendo posicionada a jusante da calha de dissipação.	④	副堰堤または垂直壁	前庭保護の一部で，前庭保護の下流に位置し，下流の局所洗堀を防ぐための横断構造物である。
52.	⑤	Corpo	É a parte em formato de trapézio, compreendendo toda a parte inferior ao vertedouro, tanto na barreira principal, como na complementar. É a estrutura básica para realizar o cálculo de estabilidade.	⑤	本体	本堰堤，副堤のうち，水通し高さより下部の台形部分。安定計算を実施するための基本構造体である。
53.	⑥	Asa	Situada na parte superior do corpo da barreira, é a estrutura para limitar o trecho de ocorrência da vazão, para que não ocorra erosão de ambas as margens	⑥	袖	本体の上部にあり，渓流両岸が浸食しないよう、流れの発生区間を規制する構造体である。

54.	⑦	Base da calha de dissipação	É parte da calha a jusante, estrutura de laje de concreto que visa proteger a calha a jusante contra erosão provocada pela água transbordada da barreira principal. Pode ser suprimida em casos em que se possa garantir que impactos da água transbordada sejam desprezíveis para provocar a erosão da base.	⑦	水叩き	前庭保護の一部で，本堰堤の下流地面が本堰堤からの落下水によって浸食されないよう保護するための板状の構造体である。 落下水による浸食が小さいとみなせる場合などには省略する場合がある。
55.	⑧	Parede lateral de proteção	É parte da calha de dissipação a jusante, na forma de parede para a proteção do material natural de ambas as margens a jusante, para prevenir a erosão decorrente da água que transborda pela barreira principal. Em casos de afloramento rochoso nas margens, essa estrutura pode ser suprimida.	⑧	側壁護岸	前庭保護の一部で，本堰堤下流の両岸の地山が本堰堤からの落下水によって浸食されないよう保護するための壁状の構造体両岸の地山が露岩している場合には省略される場合がある。
56.	⑨	Compriment o da barreira	Comprimento da extremidade da margem esquerda até a extremidade da margem direita do topo das asas.	⑨	堤長	袖の頂上部分の右岸端から左岸端までの長さ。
57.	⑩	Espessura da soleira do vertedouro	É medida de montante - jusante na parte não transbordante do vertedouro.	⑩	天端幅	非越流部の水通し天端の上流端から下流端までの長さ。
58.	⑪	Altura do corpo da barreira	É a diferença entre a cota (nível) da soleira do vertedouro e a cota da base da barreira. É a altura da estrutura que é utilizada no cálculo de estabilidade.	⑪	堤高	水通し標高と堰堤底面の標高の差、安定計算で使用する構造物の高さ。
59.	⑫	Altura da asa	É a altura variável que vai desde o topo do corpo até o topo da asa (crista).	⑫	袖高	本体天端から袖天端までの、変動可能な高さ。
60.	⑬	Altura da barreira	É a diferença da cota da crista para a cota da base.	⑬	総高	提底標高と袖天端標高の差。
61.	⑭	Altura útil	É a altura do corpo da barreira excluindo a profundidade da ficha, usada para avaliar a eficácia da barreira, como a capacidade do bolsão de deposição a montante da barreira etc.	⑭	有効高	堤高から根入深をのぞいた高さで，砂防堰堤上流側のポケット容量など，堰堤の効果を評価するための高さ
62.	⑮	Profundidade da ficha	Na altura da barreira, é a parte que fica abaixo da superfície, a parte enterrada. Reduz a ocorrência de subpressão decorrente de água subterrânea e a possibilidade de erosão interna na fundação da barreira. É dimensionada para prevenir o afloramento da fundação da barreira devido à erosão provocada por fluxos de detritos ou cheias.	⑮	根入深	堤高のうち，元地表面より下部にあり，埋没する深さ 浸透水による揚圧力の発生及び堰堤底面のパイプ流を軽減する。土石流や洪水流によって浸食されて基礎面露出予防のために設定する。

63.	⑯	Altura de proteção de erosão (overlap)	A diferença da cota da base da barreira principal para a cota do vertedouro da barreira complementar.	⑯	重複高	本堤の底面と副堰堤の水通し標高との落差。
64.	⑰	Seção do vertedouro	É o canal de liberação de água da barreira, tendo como critério básico a área suficiente para escoar o volume de vazão alvo. Comumente, a seção tem o formato de trapézio invertido.	⑰	水通し断面	砂防堰堤の放水路を示し、対象流量を流し得る十分な断面を有することを基本とする。断面形状は一般的に逆台形である。
65.	⑱	Altura do vertedouro	É a altura da seção do vertedouro. Nas barreiras permeáveis, altura é a distância da cota da soleira do vertedouro até a altura da lâmina d'água de projeto.	⑱	水通し高	水通し断面の高さを示す。 透過型砂防堰堤の場合、水通し天端標高から設計水深標高までの距離。
66.	⑲	Comprimento do vertedouro	O comprimento do vertedouro tem como referência a largura aproximada atual do canal e, em linhas gerais é superior a 3 metros.	⑲	水通し幅	水通しの幅であり、現渓床幅程度を基本とし、全般的に3m以上を原則とする。
67.	⑳	Distância entre a barreira principal e a barreira complementar ou parede vertical	É o cumprimento entre a extremidade a jusante da barreira principal até a extremidade a jusante da barreira complementar.	⑳	本副間距離	本堰堤天端下流端から副堰堤天端下流端までの長さ。
68.	㉑	Parte transbordante	No caso da barreira impermeável, é formada pelo comprimento do vertedouro medido no nível de água de projeto pela profundidade de água de projeto.	㉑	越流部	不透過型砂防堰堤の堤体で水通し部の下方の本体部分。
69.	㉒	Parte não transbordante (área impermeável)	No caso da barreira impermeável, é a parte do corpo da barreira que vai desde a lateral do vertedouro até a extremidade da crista (incluindo as asas).	㉒	非越流部（不透過部）	不透過型堰堤の場合は、堤体で水通し部より左右岸の本体部分。（袖含む）
			No caso da barreira permeável, é a parte do corpo da barreira que tem a asa, retém o fluxo de detritos ou parte dele, atenuando sua energia. Normalmente construída em concreto.			透過型堰堤の場合は、堰堤の袖がある部分。土石流の全量または一部を受け止め，その流下エネルギーを減勢さ

						せる。コンクリートを用いることが多い。
70.	㉓	Altura da lâmina d'água de projeto	É a altura lâmina d'água do fluxo de detritos ou das cheias que contém sólidos que passa pelo vertedouro. (exclui a borda livre). (H.W.L)	㉓	設計水深	水通しを流れる土石流または土砂を含む洪水流の水深（余裕高を除く）(H.W.L)
71.	㉔	Estrutura reticulada em aço tubular	É a parte feita de tubos de aço que forma os vãos da estrutura reticulada na parte aberta da barreira permeável, os tubos de aço são dispostos considerando a modalidade de movimento do fluxo de detritos e a granulometria do material carreado, possibilitando assim que esta seja a parte que retém as rochas, cascalhos e troncos.	㉔	鋼製構造物	透過型堰堤の開口部の鋼管フレーム部を指し、鋼管部材を土砂移動形態と礫径に応じて配置することで石礫及び流木を捕捉する部位。
72.	㉕	Bloco de ancoragem	Bloco de ancoragem para a estrutura de aço. Dentre os componentes da barreira permeável, é um bloco de concreto que tem a função de transmitir para a fundação os esforços recebidos pela estrutura em aço. A fim de garantir a estabilidade, o bloco responde pela maior parte do peso próprio da área permeável.	㉕	底版コンクリート	鋼製構造物を設置する底板ｺﾝｸﾘｰﾄ。鋼製透過型砂防堰堤の部位の中で、透過部（鋼製部）で受けた外力を基礎地盤へ伝番する機能を有するコンクリート床版。安定性を確保するため、透過部の自重の大半を担う。
73.	㉖	Largura superior da estrutura de aço	Largura da estrutura reticulada em aço, medida de montante para jusante, na soleira do vertedouro.	㉖	鋼製部天端幅	鋼製構造物の水通し天端の上流端から下流端までの長さ。
74.	㉗	Altura da área permeável	É a altura medida da cota da soleira do vertedouro até a base do corpo da barreira, excluindo a espessura do bloco de ancoragem. É a altura considerada para avaliar o volume do espaço de deposição a montante da barreira etc. É altura de referência para avaliar a eficácia da barreira.	㉗	透過部高	堤高から床版厚をのぞいた高さで，砂防堰堤上流側のスペース容量など，堰堤の効果を評価するための高さ
75.	㉘	Altura do bloco de ancoragem	É a altura do bloco que deve ter ficha suficiente, adequada ao terreno da fundação, para resistir aos esforços externos calculados em projeto.	㉘	底版厚	底版コンクリートの厚さであり、基礎地盤に応じた必要根入れを確保するとともに、設計外力に対して抵抗する.。
76.	㉙	Largura da área permeável	É a largura da área para a passagem de água da barreira.	㉙	透過部幅	堰堤の放水路の幅。
77.	㉚	Área permeável	É o vão destinado à instalação da estrutura reticulada de aço, que tem como função separar o material grosso do fluxo de detritos, permitindo a passagem de água e sólidos finos.	㉚	透過部	土石流に含まれる粒径の大きいもの分離し、水や細粒径の土砂を通過させる機能を有する。鋼管フレームを設置するための空間。

1.	**Capítulo 2 – Itens Básicos**	**第 2 章 – 基本事項**
2.	**1. Descrição geral das obras de retenção de fluxos de detritos**	**1. 土石流捕捉工の概要**
3.	1.1 Funções	1.1 機能
4.	É necessário selecionar o tipo de solução de engenharia conforme a etapa em que se encontra o movimento do fluxo de detritos.	土石流移動形態に応じた工種を選定する必要がある。
5.	As funções das obras Sabo se diferem a cada etapa do movimento, que varia conforme a inclinação do leito do canal no local onde a mesma será realizada.	砂防工の機能は、配置する地点の河床勾配に応じて変わる土石流移動形態によって異なる。
6.	Figura. 2.1 - Funções e tipologia de obras de engenharia para controle de fluxo de detritos	図. 2.1 - 土石流制御施設の機能と工種
7.		
8.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

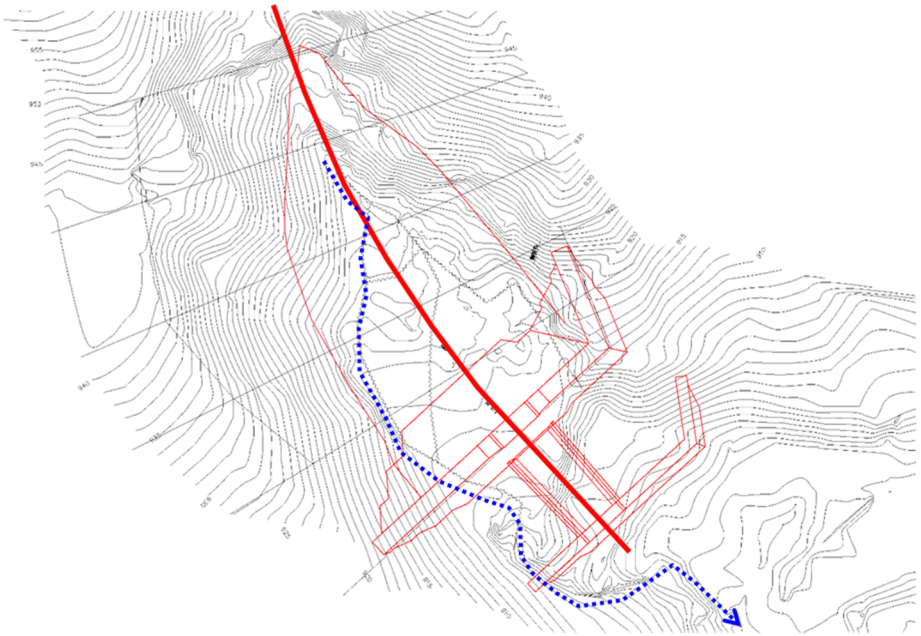
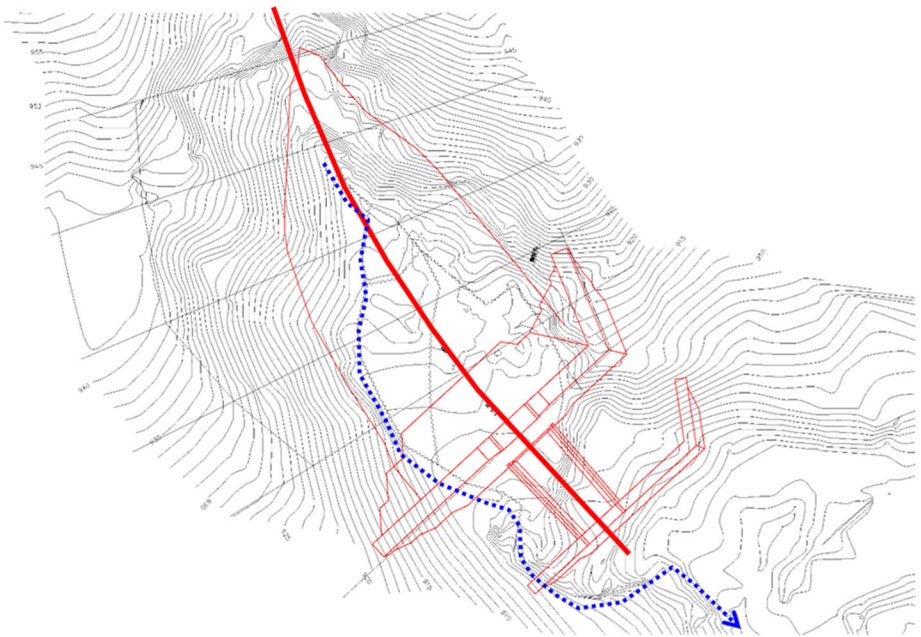
9.	As barreiras têm por objetivo a intervenção estrutural sobre o fluxo de detritos, visando a retenção ou mitigação desses movimentos.	堰堤の目的は、土石流の捕捉や緩和といった土石流対策である。
10.	Para a retenção do fluxo de detritos, define-se o porte da obra de forma que uma barreira possa reter mais de 30% do volume de detritos do plano.	土石流捕捉のためには、1 基あたりの施設を計画土砂量の 30%以上を捕捉することができるような規模を定めるものとする。
11.	Para a mitigação, define-se um conjunto de estruturas para que o material sólido em escoamento seja completamente sedimentado.	また、土石流の緩和のため、流出する土砂が完全に堆積するよう、一連の施設を定める。
12.	Quando do projeto de barreiras para retenção de fluxo de detritos, normalmente, são considerados intervenções que possibilitem a redução da energia do fluxo, permitindo sua deposição.	また、土石流捕捉を目的とした堰堤は、一般的に土石流エネルギーを減勢させる対策であると考えられている。
13.	Quando se busca a **retenção**, comumente implementam-se 1 a 3 barreiras por canal.	通常、**捕捉**を求める場合は 1 渓流に 1～3 基を設置する。
14.	Conforme o número de barreiras, define-se o porte das obras visando que cada uma delas retenha, pelo menos, 30% do material sólido, garantindo a retenção total do material estimado no plano.	施設数に応じて、各堰堤が土石流の少なくとも３０%を捕捉するようにそれぞれの規模を定めれば、計画土石流を完全に捕捉することが保証される。
15.	Para a **mitigação** da energia do fluxo de detritos, visando trazê-la para o estágio de deposição, deve-se atenuar a inclinação do leito e aumentar a sua largura.	土石流のエネルギー**緩和**にあたって、堆積形態へ移行させるためには、渓床勾配の軽減及び渓床幅の拡大を図る。
16.	De forma a garantir a área de deposição, sugerem-se que sejam alcançadas as três condições a seguir: i) inclinação do leito do canal do trecho de deposição, ($I_{deposição}$), abaixo de 2 graus; ii) razão entre a inclinação do leito do canal do trecho de deposição ($I_{deposição}$) com a inclinação do canal à montante ($I_{montante}$) abaixo de ½, $I_{deposição}$(%) /$I_{montante}$(%)≦ 1/2; iii) largura do trecho de deposição do canal($W_{deposição}$) seja mais de três vezes superior à largura do canal à montante ($W_{montante}$).	さらに堆砂区間を確保するためには、次の３つの条件が満たされることが望ましい：① 堆砂区間の渓床勾配($I_{deposição}$)が２度以下、$I_{deposição}$≦2°; ② 堆砂区間の渓床勾配($I_{deposição}$)と上流区間の勾配($I_{montante}$)の比が 1/2 以下、$I_{deposição}$ (%)/ $I_{montante}$(%)≦1/2③ 堆砂区間の渓床幅($W_{deposição}$)が上流流域幅($W_{montante}$)の３倍以上、$W_{deposição}$/$W_{montante}$≧3。
17.	1.2 Modalidades	1.2 形式
18.	As modalidades de barreiras devem ser definidas considerando o tipo de fluxo de detritos esperado, a frequência prevista para sua ocorrência, a expectativa de volume de sólidos gerado, suas características granulométricas etc. A barreira deve atender tanto aos aspectos econômicos, como de segurança, exercendo com eficácia suas funções.	堰堤の形式については、想定される土石流の種類、発生頻度、発生土砂量及びその粒度特性等を考察し、選定するものとする。また、堰堤は、十分に機能を発揮し、経済性、安全性の観点からも適合するものでなければならない。
19.	Na análise de alternativas, deve-se buscar soluções que atendam os objetivos propostos, considerando os aspectos naturais (topografia, geologia, características fluviais, meio ambiente natural etc.) e particulares do local previsto para a implantação das barreiras (relação com as ocupações a serem protegidas, possibilidade ou não de autorização de uso do terreno,	選択肢の検討では、自然の条件（地形、地質、河道特性、自然環境等）と堰堤設置予定地域の条件（保全対象との関係、用地買収可否、資機材搬入可否、施工条件）を考慮したうえで目的に応じた解決策を求めることとする。

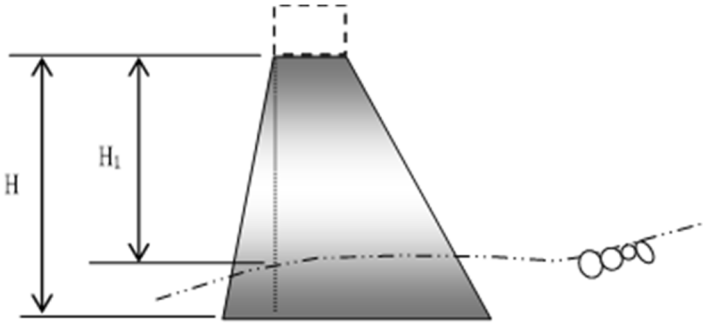
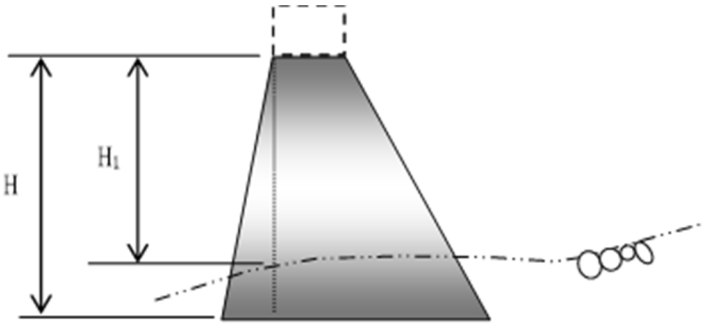
	possibilidade ou não de transporte de material, critérios para a execução da obra).	
20.	1.2.1 Barreira Sabo Impermeável	1.2.1 不透過型砂防堰堤
21.	A barreira impermeável de concreto é uma das modalidades comumente adotadas.	不透過型砂防堰堤（コンクリート型）は一般的に採用されている形式である。
22.	O fato de usar concreto permite que haja experiência suficiente em projeto e execução, facilitando sua implantação.	コンクリートを用いる事により、設計と施工において十分な実績を有し、設置を容易にする。
23.	Este tipo de barreira apresenta as seguintes características:	この堰堤は以下の特徴を有している：
24.	・A estrutura pode reter materiais sólidos independentemente da granulometria.	・この構造物は粒径に係わらず、土砂を捕捉することができる。
25.	No entanto, faz-se necessário realizar periodicamente a remoção do material acumulado para se garantir o espaço de deposição de projeto quando ocorrer grandes fluxos de detritos, uma vez que a estrutura também retém material carreado durante períodos de normalidade.	ただし、平常時の流砂も捕捉することから、堆砂空間を確保する場合には定期的な除石が必要となる。
26.	・Comumente, nos projetos desenvolvidos de barreiras não são admitidas mobilização de tensões de tração na base, ou seja, que a resultante das forças atuantes venha cair fora do terço central.	・一般的に堰堤の設計には提敷に引張応力の発生は許容されない、つまり、それはミドルサードで外力が作用しないことである。
27.	Adota-se ainda um formato trapezoidal que garanta tal condição, permitindo que estas sejam construídas em concreto não-armado (concreto massa).	更に、この条件を満たす台形を採用し、無筋コンクリート（マスコンクリート）で建設される。
28.	Figura － 2.2 Barreira impermeável (Concreto)	図 －2.2 不透過型堰堤 (コンクリート型)
29.		
30.	Fonte: Panfleto sobre Empreendimentos Sabo nas Montanhas Oeste de Hiroshima	出典：広島西部山系砂防事業パンフレット

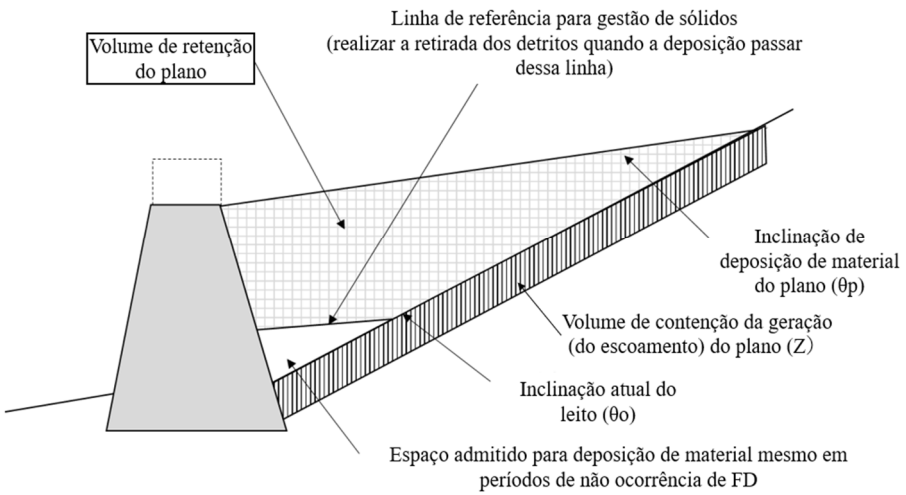
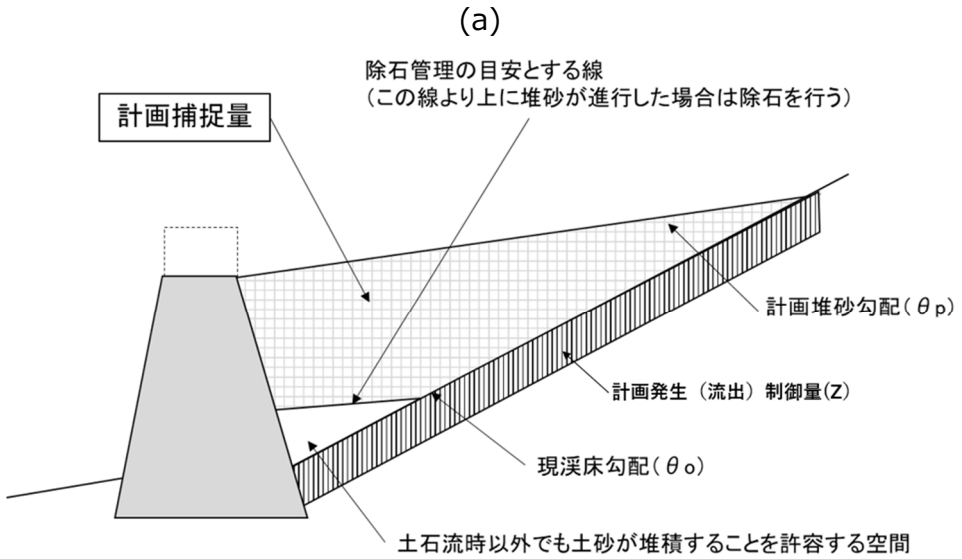
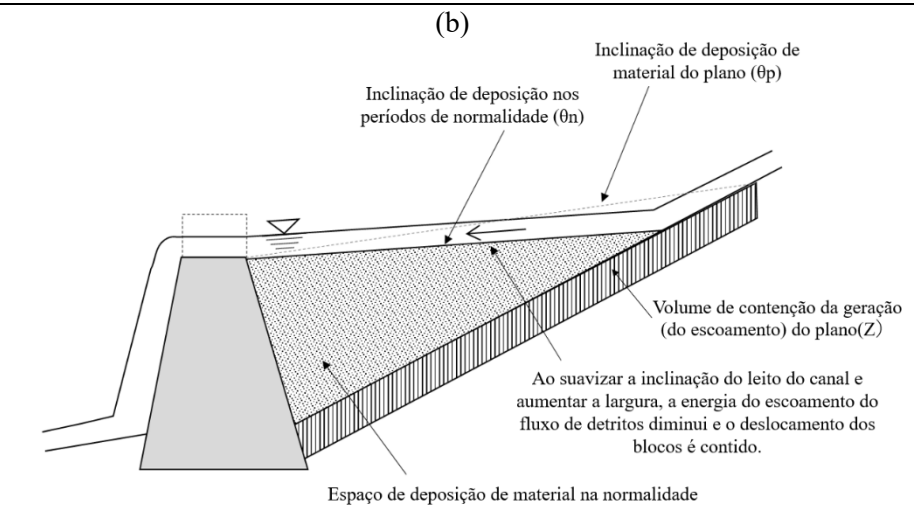
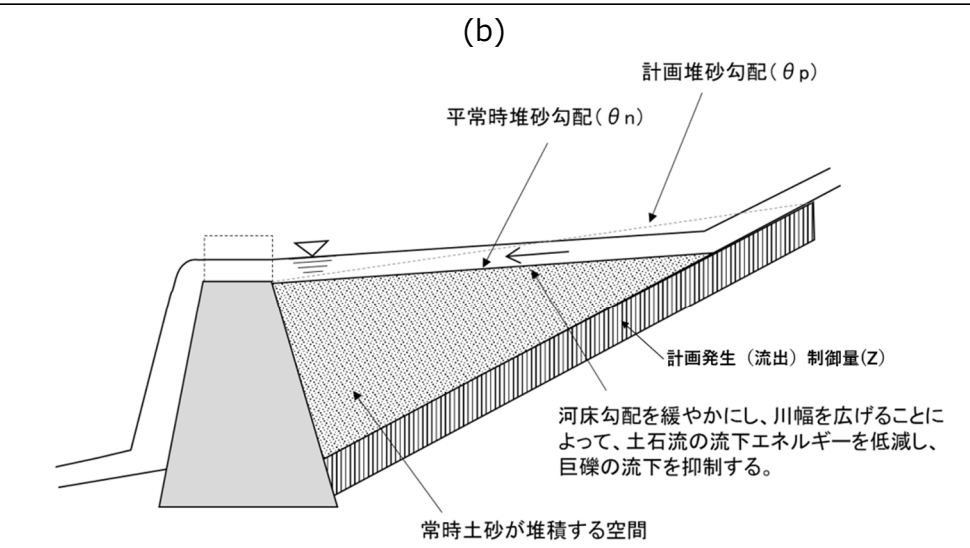
31.	1.2.2 Barreira Sabo Permeável (com a estrutura de aço tubular)	1.2.2 透過型砂防堰堤（鋼製構造物付き）
32.	A barreira permeável, comumente, é uma estrutura na qual a parte transbordante compreende uma estrutura reticulada em aço tubular e a parte não transbordante é de concreto massa.	透過型堰堤は、一般的に越流部が鋼管フレーム、非越流部がマスコンクリートの構造物である。
33.	Comumente estas são empregadas em canais nos quais se prevê que a granulometria do material que compõe o fluxo de detritos corresponde majoritariamente de blocos de grande diâmetro.	通常、大粒径砂礫が大多数である土石流が想定される渓流に設置される。
34.	As barreiras permeáveis apresentam as características abaixo descritas:	透過型堰堤は以下の通りの特徴を有している：
35.	・Enquanto não ocorre o fluxo de detritos, a estrutura permite que o material fino passe normalmente, mantendo o espaço a montante vazio para a retenção de detritos.	・土石流以外では土砂を捕捉するための上流空間の空き容量を確保しながら土砂を通過させることができる。
36.	Note-se que em bacias hidrográficas com áreas degradadas, onde ocorre o carreamento frequente de material fino, em função de cheias pequenas ou médias ou processos erosivos em geral, a adoção desse tipo de estrutura garante que não haja uma retenção significativa de material gerado, dispensando a remoção periódica.	なお、流域内に荒廃地があり、土石流以外の中小洪水や一般的な浸食過程による頻繁な土砂流出が多い渓流では、透過型とすることで、流出土砂による著しい捕捉がないので、定期的な徐石を必要としない。
37.	Tem-se ainda neste tipo de projeto a retenção simultânea dos troncos carreados que se misturam ao fluxo de detritos.	また、透過型は同時に土石流中に含まれる流木をも捕捉する。
38.	・A configuração da parte permeável, ou seja, o espaçamento entre as peças feitas de tubos de aço, assegura a retenção de material grosseiro, sendo este espaçamento definido conforme o material sólido previsto de ser carreado em cada talvegue.	・透過部の形状、つまり、鋼管の部材間隔は、個々の渓流で想定される流出土砂に応じて間隔を設定し、礫を確実に捕捉する。
39.	・O aço é um material resistente e tenaz, e os tubos podem ter seções relativamente reduzidas.	・鋼材は強度が大きく靭性があり、鋼管の断面は比較的小さくてもよい。
40.	Mesmo que uma parte das peças de tubos de aço sofram danos parciais ou deformações, estas são dimensionadas para não haver colapso da estrutura como um todo, mantendo sua função.	さらに、一部の鋼管部材に変形や部分的な損壊が発生しても全体が損壊されないような設定になっており、その機能は保たれる。
41.	Caso a ruptura ocorra, a substituição das partes é relativamente simples.	損傷した場合も、部材の鋼管は比較的容易である。
42.	・As peças em aço são produzidas em fábrica, permitindo características e medidas padronizadas, o que torna o controle de qualidade mais fácil.	・鋼管部材は工場で製作されることから、性質や寸法が標準化されており、品質管理がしやすい。
43.	Ainda, é possível transportar as peças divididas em lotes e realizar a montagem facilmente no local, proporcionando um bom desempenho construtivo.	また、部材を分割して運搬でき、現地での組立も容易であることから施工性に優れている。

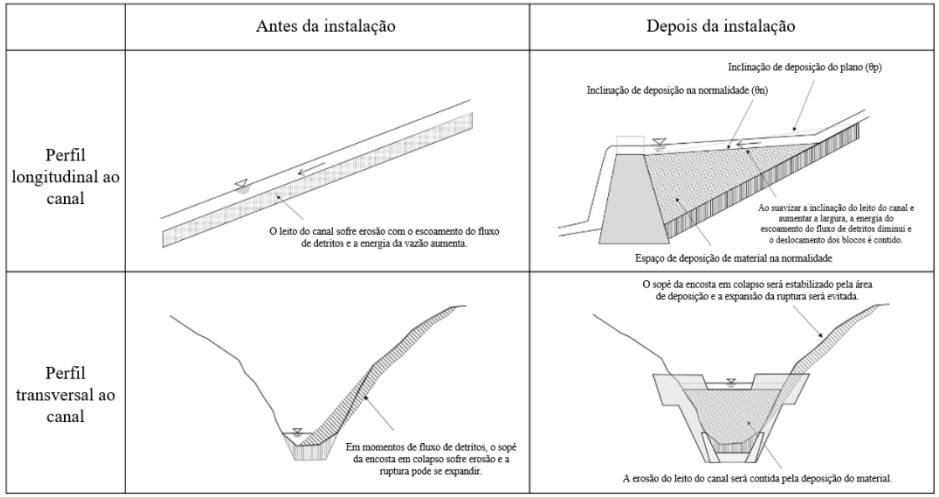
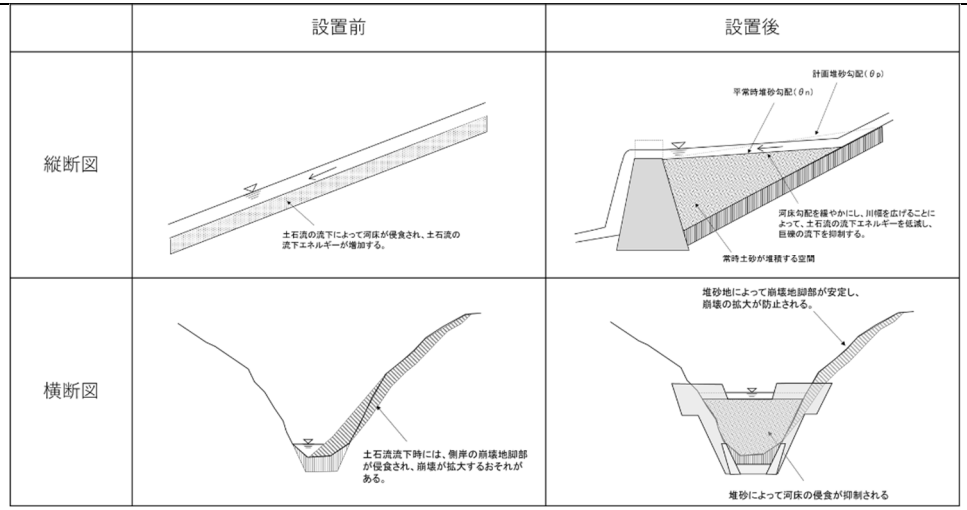
44.	・Executa-se tratamento anticorrosão através da pintura ou utiliza-se o aço corten.	・塗装による防錆処理を施すか耐候性鋼材を使用する。
45.	・Não se deve obstruir o canal nos períodos de normalidade (sem fluxo de detritos), permitindo a passagem de água e sedimentos, contribuindo para a manutenção do leito a montante e a preservação do ecossistema.	・平常時は渓流を遮断することなく（土石流なし）、水や土砂の流下が可能である事から、上流河床の維持及び生態系保全に寄与する。
46.	・Além de realizar a análise de estabilidade externa, da mesma forma como é feito na barreira impermeável, as barreiras permeáveis requerem a avaliação da segurança interna da estrutura reticulada e de impacto dos matacões.	・透過型堰堤は不透過型堰堤と同様な外的安全性の検討の他に、鋼管フレームの内的安全性検討及び巨礫の衝突による照査が必要である。
47.	Figura－2.3　Barreira permeável (Aço Tubular)	図－2.3　透過型堰堤 (鋼製型)
48.		
49.	Fonte: Exemplo de barreira sabo reticulada em aço (Modelo Fendas de Aço Tipo B da Nittetsu Kenzai S. A.)	出典：鋼管フレーム型砂防堰堤の事例（日鉄建材株式会社 鋼製スリット堰堤 B 型）
50.	1.3 Tamanho e localização	1.3 規模及び配置
51.	A localização e o tamanho das obras de retenção de fluxo de detritos são definidos conforme o Plano Básico Sabo, mas também são analisadas as condições locais como a topografia, a geologia etc.	土石流捕捉工の施設規模と配置は砂防基本計画に従って策定されたものを基本とするが、地形・地質等の現場条件も踏まえて検討する必要がある。
52.	O tamanho e a localização das estruturas de retenção de fluxos de detritos devem ser estabelecidos segundo as orientações do Plano de Posicionamento de Instalações, que consta do Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos (Edição 2018).	土石流対策構造物の規模と配置は、Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos (Edição 2018)に準拠して策定された施設配置計画に基づき実施するものでなければならない。

53.	Note-se, no entanto, que pode ocorrer a necessidade de revisar o tamanho e localização das instalações estabelecidas em conformidade com estas orientações, considerando os resultados de análises fundamentadas nas especificidades locais.	ただし、上記指針に応じて現場条件を検討した結果を踏まえた上で施設規模や配置を見直す必要が出てくる場合もある。
54.	Geralmente, as alturas das barreiras são inferiores a 15 metros, sendo este tipo de barreira o foco deste manual.	本指針の対象とする堰堤は一般的に、15m未満の堰堤高を持つものである。
55.	O projeto destas barreiras é definido conforme as condições locais e o volume de material a ser carreado.	堰堤の設計は、地域条件と流出される土砂量を踏まえて設定される。
56.	No caso de alturas superiores, deve-se efetuar adequações às orientações prescritas, considerando orientações de especialistas nessa temática.	それ以上の高さを持つ堰堤を検討する場合には、同分野の専門家の指導に沿って所定の指針に適応させなければならない。
57.	Quando do posicionamento do eixo do corpo da barreira principal e da calha de dissipação, deve-se atentar para a direção do curso do canal tanto a jusante, como a montante.	提体軸及び前庭部の位置については、上下流の流向に留意しなければならない。
58.	É desejável que a barreira seja instalada em um trecho retilíneo do canal.	また、堰堤を渓流の直線区間に設定することが望ましい。
59.	No entanto, quando for inevitável posicioná-la em uma parte curva, é recomendável que se execute a calha de dissipação a jusante, na modalidade que conta com a barreira complementar.	しかし、やむを得ず湾曲部に配置する場合は、副堰堤形式の前庭保護工を設定することを推奨する。
60.	O ponto central do vertedouro deve ser locado na linha central do curso estimado para o fluxo de detritos e, neste ponto, o eixo longitudinal da barreira deve ser posicionado em ângulo reto com o eixo central do canal a jusante.	水通し中心点は土石流の流下が想定される流心線に設置しなければならず、ここで、堰堤の縦断軸は下流域の中心軸と直角になるよう配置しなければならない。
61.	Considerando as seções topográficas longitudinais a montante e a jusante da estrutura, além da localização do vertedouro, deve-se estimar a linha de centro do escoamento do fluxo de detritos e, a partir desta, definir a linha central do curso do canal.	また、構造物の上下流の縦断地形断面を踏まえながら、水通しの配置と共に土石流の流下が想定される流心線を設定しなければならず、そこから渓流の流心線を設定することとする。
62.	O fluxo de detritos é um fenômeno de movimento de massa que apresenta caráter linear, por isso a definição da linha central do curso do canal deve ser estabelecida de forma que o fluxo se dê pelo centro do canal.	さらに土石流は直線的な性質を持つ土砂移動現象であるため、渓流の流心線の設定は土石流の流路が渓流の中心に流下する形になるように設定する。
63.	Figura - 2.4 Imagem da definição da linha central do escoamento (linha vermelha=linha central, linha azul=curso do escoamento atual)	図 －2.4 流心線の設定イメージ （赤線：中心線、青点線：現況流路）

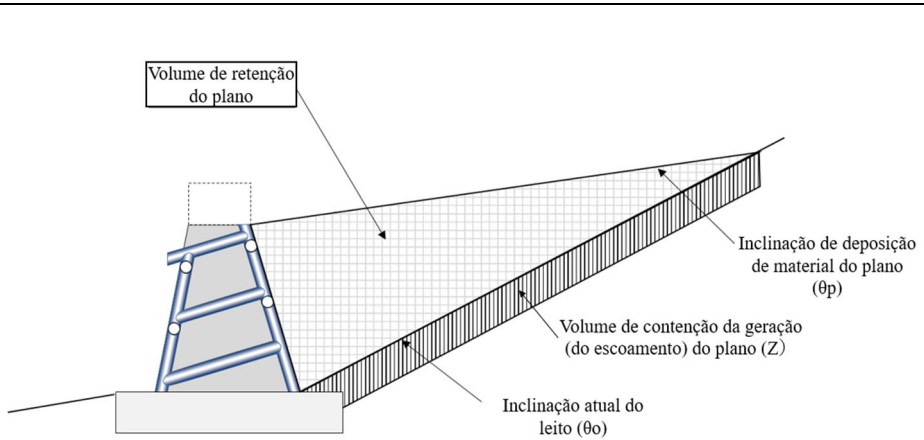
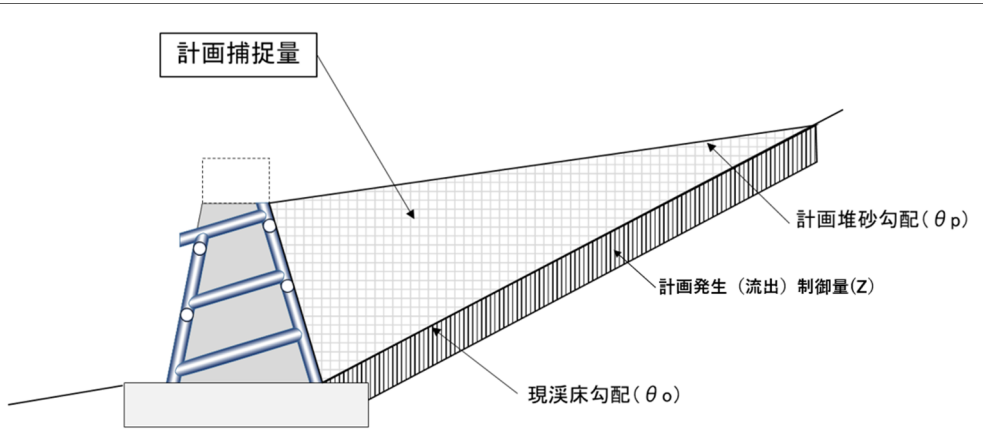
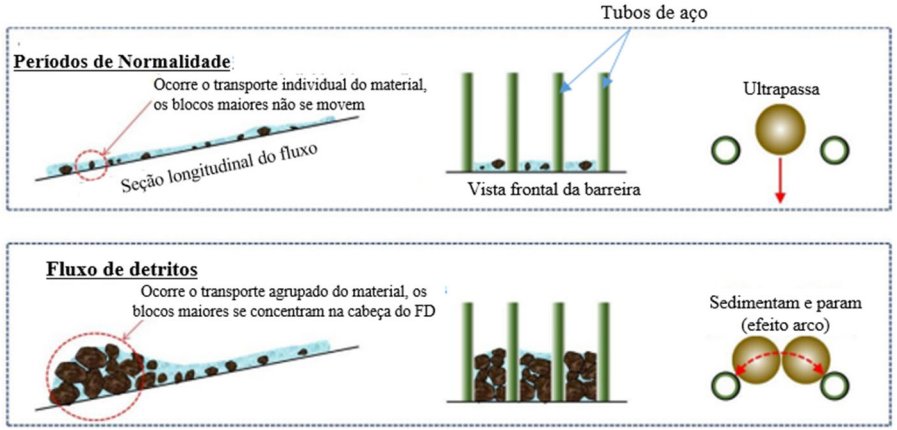
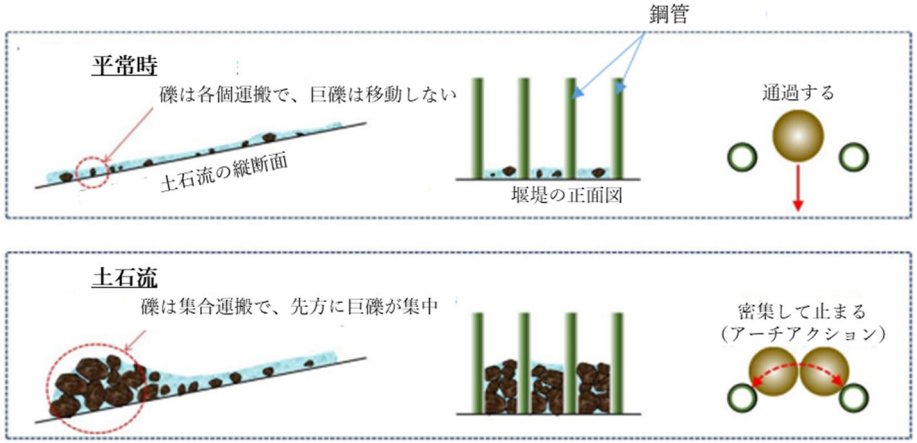
64.		
65.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
66.	【Diferença entre a altura da barreira e a altura útil】	【堰堤高と有効高の違い】
67.	Para dimensionar a barreira se deve atentar para:	堰堤の規模は、以下の事に留意する：
68.	-Altura da barreira: H= É a diferença de cota entre a soleira do vertedouro e a cota da fundação da barreira – usada em cálculos de estabilidade etc.	-堰堤高: H= 水通し天端高から堤底までの標高差 – 安定計算等に用いる
69.	-Altura útil: H_1 = É a altura do corpo da barreira excluindo a profundidade da ficha - usada em cálculos do volume útil da instalação etc.	-有効高: H_1= 堰堤高から根入深を除いた高さ - 施設効果量の算出等に用いる
70.	Figura 2.5 – Diferença entre Altura da barreira (H) e Altura útil (H_1)	図 2.5– 堰堤高（H）と 有効高 (H_1)の違い

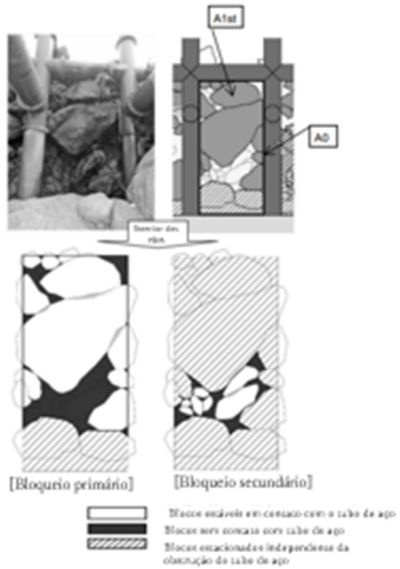
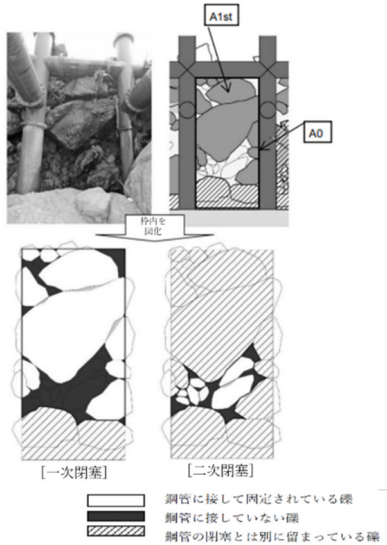
71.		
72.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
73.	1.4 Função de retenção dos sedimentos	1.4 土砂捕捉機能
74.	1.4.1 Barreira Sabo Impermeável	1.4.1 不透過型砂防堰堤
75.	As barreiras impermeáveis são construídas em concreto.	不透過型堰堤はコンクリートで建設される。
76.	Nesta modalidade, o curso d'água é totalmente obstruído, sendo possível diminuir a energia do fluxo e promover a sedimentação o material sólido de diversas granulometrias.	この形式では、上下流は完全に密閉されることにより土石流のエネルギーは減勢し、あらゆる粒径の土砂を堆積させる。
77.	Isso permite atenuar ou reter com segurança os fluxos de detritos que ocorram, especialmente, em bacias que tenham grande quantidade de solo, ou em canais onde os blocos de rocha apresentem grande diâmetro.	これにより、礫径が特に大きい渓流や土壌が多い流域において発生する土石流を安全に捕捉・減勢することができる。
78.	As barreiras sabo impermeáveis, como intervenção para fluxo de detritos, podem ser divididas em barreiras para retenção do fluxo de detritos e barreiras que estabilizam o leito.	土石流対策のための不透過型砂防堰堤は、土石流を捕捉するための砂防堰堤と渓床を安定化するための砂防堰堤に分類できる。
79.	Nas barreiras impermeáveis que focam na retenção do fluxo de detritos, o plano e o projeto estabelecem a retirada periódica de material.	土石流を捕捉するための不透過型砂防堰堤では、設計計画で定期的な除石を定めるものとする。
80.	Nos períodos de normalidade o volume disponível vai sendo paulatinamente reduzido pelo escoamento de material fino, assim, a fim de garantir o espaço de deposição, é necessária a remoção mecânica dos detritos (Figura 2.6a).	平常時には土砂の流送によって捕捉容量が徐々に減少するため、堆砂空間を確保するには、機械のよる除石が必要である（図 2.6a)。
81.	Outra função importante deste tipo de solução é a estabilização do leito do canal, minimizando sua erosão pelo fluxo de detritos.	また、この形式のもう一つ重要な機能は渓床の安定化であり、これにより土石流による浸食は最小化される。
82.	Figura – 2.6 Função de retenção de sólidos da barreira impermeável: a) retenção de fluxo de detritos e b) estabilização do leito.	図 – 2.6 不透過型堰堤の土砂捕捉機能: a) 土石流の捕捉及び b) 渓床の安定

83.		
84.		
85.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

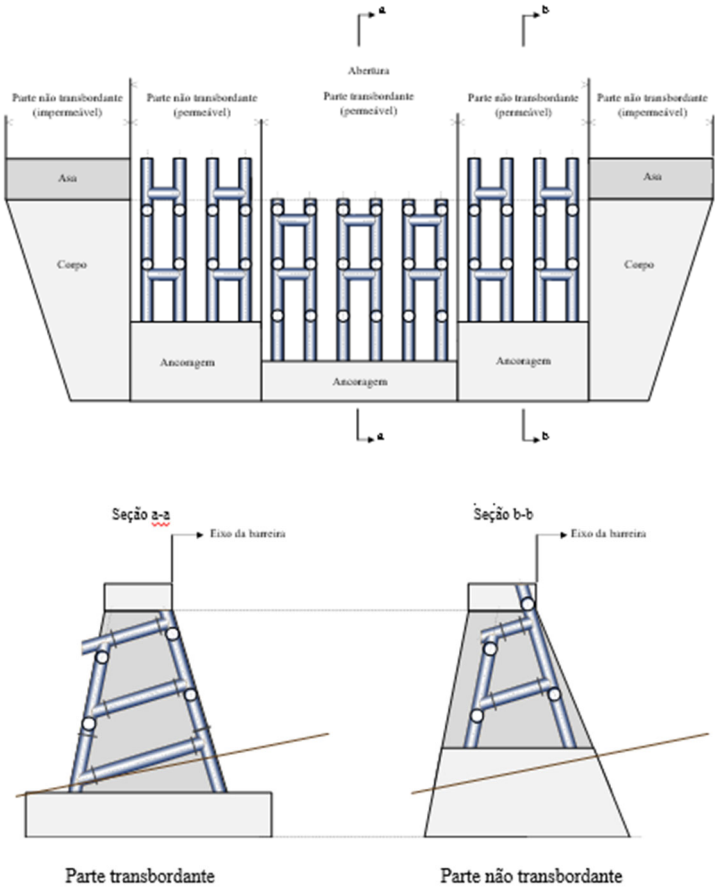
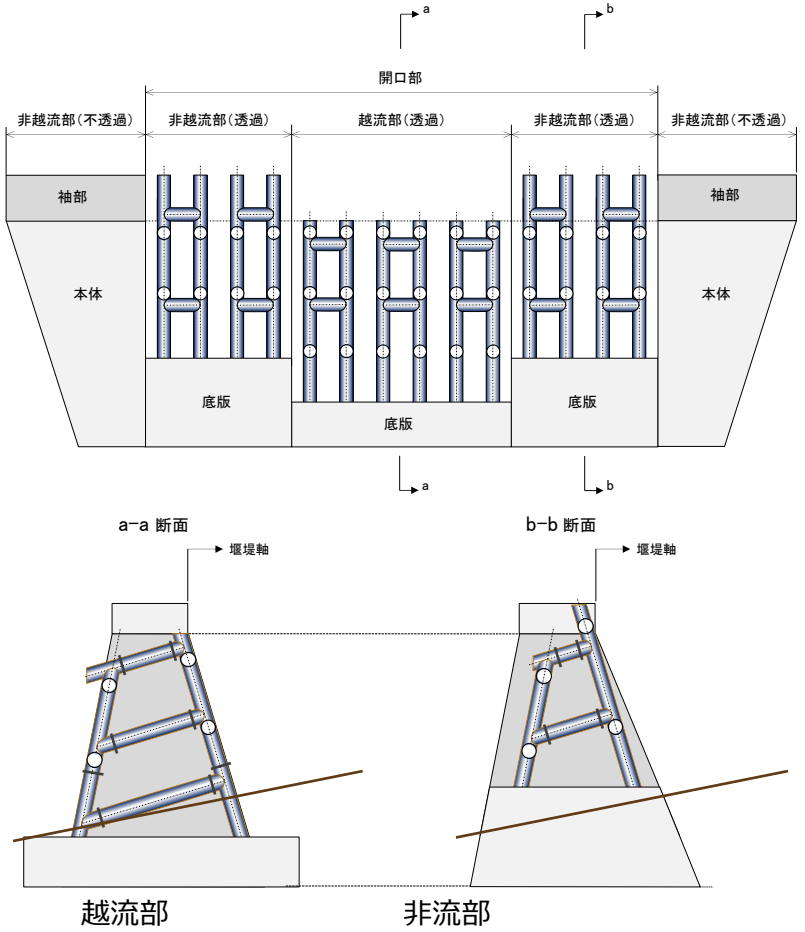
86.	Nas barreiras sabo impermeáveis que têm como objetivo estabilizar o leito, não é possível reter o fluxo de detritos, já que não é realizada a remoção dos sólidos, contudo o próprio bolsão de deposição suaviza a inclinação do leito do canal, tendo o efeito de reduzir a energia de escoamento do fluxo de detritos. Além disso, quando a barreira sabo impermeável sem remoção de detritos é instalada a jusante de um talude suscetível a ruptura, o material do bolsão de deposição estabiliza o sopé da área, tendo o efeito de impedir a expansão da ruptura.	渓床を安定化させるための不透過型砂防堰堤は、除石しないため土石流を捕捉することはできないが、堆砂地によって河床勾配が緩やかになることから土石流の流下エネルギーを低減させる効果がある。 また除石しない不透過型砂防堰堤を崩壊発生可能な斜面の下流側に設置した場合、堆砂地によってそのエリアの脚部が安定することから、崩壊の拡大を防止する効果がある。
87.	Tabela 2.1 Funcionalidades da barreira sabo impermeável sem remoção de detritos	表-2.1　除石しない不透過型砂防堰堤の機能
88.		
89.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
90.	1.4.2 Barreira Sabo Permeável	1.4.2 透過型砂防堰堤
91.	As barreiras permeáveis têm a função de reter blocos de rocha e outros detritos carreados em cheias e fluxos de detritos, contando com uma abertura no centro de seu corpo, o que garante a continuidade do talvegue.	透過型堰堤は土石流や洪水等で流される礫やその他の流出物を捕捉する機能を有する他、提体中央には開口部を設けており、上下流の連続性を確保する。
92.	Esta configuração faz com que não ocorra a retenção de material devido ao carreamento na normalidade, garantindo de forma constante o volume de deposição.	この形状は平常時に流送土砂を捕捉しないため、常に堆砂容量を確保できる。

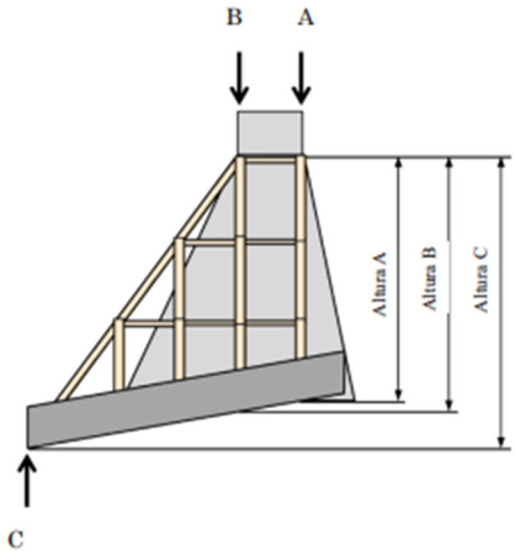
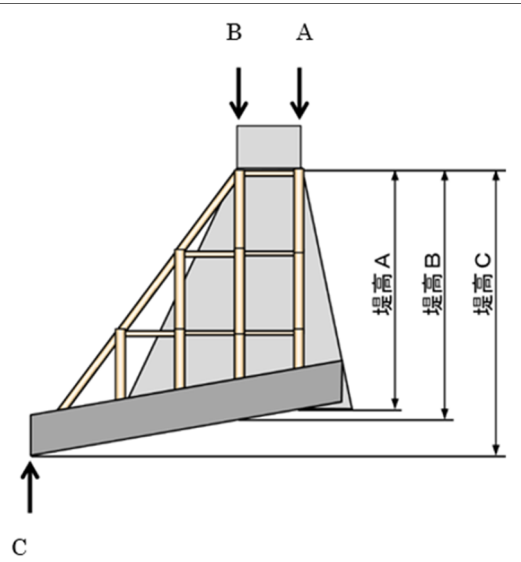
93.	A parte permeável é constituída com tubos de aço montados, formando vãos, para garantir que não haja alagamento a montante da barreira.	透過部は堰堤上流に湛水させないよう、鋼管を組み合わせたフレーム構造からなる。
94.	O espaçamento desses tubos de aço deve ser estabelecido para reter o conjunto de blocos da cabeça do fluxo de detritos ou atenuar sua energia.	鋼管部材間の間隔は土石流先頭部の礫群を捕捉、又はエネルギーを減勢するための設定が必要である。
95.	A parte permeável dessas barreiras é formada por tubos de aço, horizontalmente espaçados (Figura -2.7).	このような堰堤の透過部分は水平に隙間をとった鋼管構造で構成される（図-2.7）。
96.	A parte permeável possibilita o escoamento do material para jusante do corpo da barreira nos períodos de normalidade, ou de pequenas e médias cheias, garantindo o volume de retenção previsto em projeto (Figura 2.8).	透過部は、平常時や中小出水時には土砂を堰堤下流へ流す事ができるため、設計時に想定された土砂捕捉容量は確保される。（図-2.8）
97.	Para garantir o não alagamento a montante, sua parte permeável é ampla.	さらに上流側が湛水しないよう、透過部を広くとっている。
98.	Quando o fluxo de detritos atinge a barreira, os espaços existentes entre os tubos de aço são obstruídos pelo efeito arco que ocorre entre os blocos que tiveram contato com as peças em aço. Essa retenção de blocos é definida como o bloqueio primário.	土石流が堰堤に到達すると鋼管部材に接触した巨礫同士のアーチアクションにより，鋼管の隙間は閉塞される。これを一次の閉塞と定義する。
99.	Considera-se que o bloqueio primário obstrui 70% da área disponível entre os tubos (Figura-2.9).	この一次閉塞で７０%の鋼管間隔が塞がれる（図-2.9）。
100.	Os matacões retidos promovem um estreitamento do espaço disponível para o fluxo, bloqueando a passagem do material de granulometria imediatamente inferior, através do efeito arco que obstrui os espaços que se tornaram mais estreitos.	捕捉された巨礫によって、土石流のために空いてた鋼管部材の隙間が狭くなり、より粒径の小さい礫もアーチアクションにより、狭くなった隙間を閉塞する。
101.	Isso é definido como bloqueio secundário, para o qual se admite a mesma relação de 70%, tomando por base o espaço livre que havia sobrado após o bloqueio primário.	これを二次閉塞と定義し、一次閉塞後の隙間の空き容量と同じ比率である７０%を更に閉塞する。
102.	Esse mecanismo de retenção é repetido continuamente, como bloqueio terciário, quaternário, até que a parte permeável seja totalmente obstruída.	このメカニズムが三次閉塞、四次閉塞と連続することにより、透過部は完全に閉塞する。
103.	Entretanto, o material não retido pelo efeito de arco é carreado, além da água também escoar.	ただし、アーチアクションによって捕捉されない土砂は流されてしまい、また水は通過する。
104.	Figura －2.7 Função de retenção do material da barreira permeável	図 －2.7 透過型堰堤の土砂捕捉機能

105.		
106.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
107.	Figura 2.8 - Barreira permeável para retenção de fluxo de detritos	図 2.8 - 土石流捕捉のための透過型堰堤
108.		
109.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
110.	γ: Taxa de obstrução	γ: 閉塞率

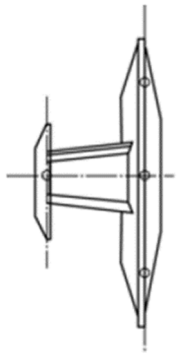
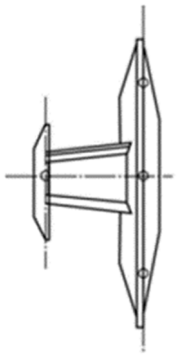
111.	A_0: Área entre tubos	A_0: 鋼管間の面積
112.	A_{1st}: Área da projeção dos blocos no plano vertical (contribui para o bloqueio primário)	A_{1st}: 鉛直面の礫の投影面積 （一次閉塞に寄与）
113.	$\gamma_{1st} = A_{1st}/A_0 = 0,7$	$\gamma_{1st} = A_{1st}/A_0 = 0.7$
114.	A_{2nd}: Área da projeção dos blocos no plano vertical (contribui para os bloqueios primário e secundário)	A_{2nd}: 鉛直面の礫の投影面積 （一次閉塞と二次閉塞に寄与）
115.	$\gamma_{2nd} = A_{2nd}/A_0 = 0,7 + (1- 0,7) \times 0,7 = 0,91$	$\gamma_{2nd} = A_{2nd}/A_0 = 0.7 + (1- 0.7) \times 0.7 = 0.91$
116.	$\gamma_{3rd} = A_{3rd}/A_0 = 0,91 + (1- 0,91) \times 0,7 = 0,97$	$\gamma_{3rd} = A_{3rd}/A_0 = 0.91 + (1- 0.91) \times 0.7 = 0.97$
117.	$\gamma_{4th} = A_{4th}/A_0 = 0,97 + (1- 0,97) \times 0,7 = 0,99$	$\gamma_{4th} = A_{4th}/A_0 = 0.97 + (1- 0.97) \times 0.7 = 0.99$
118.	Figura 2.9 - Bloqueio Primário e Bloqueio Secundário	図 2.9- 一次閉塞と二次閉塞
119.		
120.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
121.	【Eixo da Barreira Sabo Permeável】	【透過型砂防堰堤の軸】
122.	Na barreira permeável, o eixo da barreira fica na extremidade a montante da parte não transbordante.	透過型砂防堰堤は、非越流部の天端上流端を堰堤軸とする。

123.	Na medida do possível, a barreira sabo permeável deve evitar as curvas dos talvegues e ser instalada nos trechos em linha reta. Caso seja inevitável a instalação em curvas, deve-se definir o eixo da barreira de modo a formar cruzamento em ângulo reto entre a direção do escoamento do fluxo de detritos, que escoa de montante para a jusante, e a direção do eixo da barreira, a fim de que a função de retenção seja exercida com maior facilidade.	透過型砂防堰堤はできるだけ湾曲部を避け、直線部に設置する。やむを得ず湾曲部に設置する場合は、土石流捕捉機能が発揮されやすいよう上流から流れ下る土石流の流向に対して堰堤軸が直交するよう堰堤軸の方向を決定する。
124.	Na barreira permeável, a parte permeável, constituída por estrutura reticulada de tubos de aço, tem formato diferente da parte impermeável em concreto.	透過型堰堤では、鋼管フレームで構築された透過部はコンクリートの不透過部と形状が異なる。
125.	Como demonstra a figura 2.10, o topo da estrutura reticulada em aço (parte permeável) e o topo do corpo principal da parte impermeável (parte não transbordante) são igualados e essa posição é o eixo da barreira.	図-2.10 に示すように、鋼管フレームの頂部（透過部）と不透過部本体（非越流部）の頂部を一致させ、その位置を堰堤軸とする。
126.	A partir desse eixo é calculado o volume de retenção de projeto.	この軸から計画捕捉量を求めるものとする。
127.		
128.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
129.	A altura da barreira é fator preponderante para definir o volume de retenção de material sólido.	堤高は土砂捕捉容量を決定するため優勢な要因である。
130.	A barreira permeável fica vazia até que ocorra o fluxo de detritos, sendo desejável que esteja perpendicular à direção do escoamento a montante, a fim de que a parte permeável retenha o fluxo de detritos.	また、透過型堰堤は土石流が発生するまでは空であり、透過部で土石流を捕捉するため上流に対して直角にすることが望ましい。
131.	Assim, na barreira permeável, deve-se evitar locais onde há curva nos talvegues.	よって、透過型堰堤は渓流の湾曲している箇所を避けた方が良い。

132.	Depois do preenchimento com o material carreado, essa direção do eixo da barreira permite que o fluxo extravasante escoe suavemente para o leito a jusante.	この堰堤軸の方向は、運搬された土砂で満砂した後、越流をスムーズに下流河道へ流下させる。
133.	Note-se que, no caso da barreira impermeável, o eixo da barreira é posicionado em ângulo reto em relação a jusante.	なお、不透過型堰堤の場合、堰堤軸は下流に対して直角にするものとする。
134.	Figura 2.10 - Seções da barreira permeável	図-2.10　透過型砂防堰堤の断面
135.		

		
136.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
137.	**2. Levantamento de campo para a elaboração do projeto**	**2. 設計のための現地調査**
138.	2.1 Medições topográficas	2.1 地形測量
139.	O levantamento topográfico tem como alvo a determinação do perímetro necessário para a aquisição do terreno, elaboração do plano de obras e do projeto de engenharia da barreira.	地形測量は、用地買収、施工計画及び設計が必要な範囲設定を対象として実施する。
140.	Os mapas topográficos devem apresentar escalas que atendam às necessidades do trabalho, sendo as mais comuns: base planialtimétrica cadastral de 1/500 a 1/2000, mapas de perfil longitudinal de 1/100 a 1/2000, e os mapas de perfil transversal de 1/100 a 1/500.	地形図は、作業上必要とする縮尺としなければならず、一般的には：地籍等高線地図は 1/500～1/2000、縦断図は 1/100～1/2000、横断図は 1/100～1/500 である。
141.	2.1.1 Abrangência do levantamento da bacia	2.1.1 流域の測量範囲
142.	A abrangência do levantamento topográfico depende do porte da barreira, abrangendo as áreas de instalação da barreira, de deposição do material, da instalação do canteiro de obras, da abertura das vias de acesso, prevendo inclusive uma área adicional para possíveis ajustes.	堰堤の規模にあわせて、地形測量の範囲は、堰堤設置面積、堆砂面積、施工設備設置面積、進入路設置面積、そして調整のための余裕も見込んだ範囲も含むものである。

143.	Como o trecho a jusante da barreira é usado para a análise do eixo da estrutura, esta área também deve ser incluída no levantamento de forma a permitir identificar de forma satisfatória a linha central do escoamento.	堰堤地点の下流区間は堰堤軸の検討に用いるため、この範囲も流心線が十分にわかるように測量に含まなければならない。
144.	2.1.2 Levantamentos do entorno das instalações	2.1.2 施設周辺の測量
145.	A planimetria deve contemplar a topografia e os elementos importantes (construções, árvores, blocos rochosos etc.) do local onde será realizada a obra.	平面測量は施工箇所の地形及び地物（建物、植林、岩盤など）を側図する。
146.	O eixo do levantamento deve coincidir com o eixo previsto para o fluxo de detritos, na qual devem ser posicionadas estacas para orientação do projeto quando da implantação da obra.	測量軸は想定される土石流の軸と一致しなければならず、施工する際の設計の方向づけとして杭を設置する必要がある。
147.	O posicionamento dessas estacas terá como base as posições das medições transversais, definindo o espaçamento de aproximadamente 20 m, a partir do eixo da barreira (tanto da principal, como da complementar).	また、杭の設置位置は横断測量の位置を基本とし、堰堤軸（本堰堤副堰堤）及び堰堤軸から 20m間隔程度の位置に設定するものとする。
148.	Quando a demarcação da linha do centro do canal não for suave, as correções devem ser feitas *in loco*.	流心線の線形がスムーズさに欠ける箇所は現地で修正しなければならない。
149.	As medições longitudinais são feitas para a elaboração do perfil longitudinal.	縦断測量については、縦断面図を作成するために実施するものである。
150.	Começam na linha central do escoamento e seguem aferindo a cota do terreno.	流心線から始まり、それに沿って地盤高を測定するものとする。
151.	A escala do desenho do perfil longitudinal, geralmente, é entre 5 e 10 vezes menor que a escala do desenho de perfil transversal.	縦断面図の縦縮尺は、横縮尺に対して 5～10 倍程度を基本とする。
152.	As medições transversais, a partir do local onde foram colocadas as estacas identificando a linha central do escoamento, aferem, em ângulo reto, o posicionamento e a altura das alterações topográficas, a fim de elaborar o desenho de perfil transversal.	横断測量は、法線測量において流心線上に設置された杭の位置で、流心線に対して直角方向の地形変化点の位置と高さを測定して横断面図を作成するものである。
153.	Vale destacar que o desenho de perfil transversal apresenta a vista da parte inferior, jusante, para a superior, montante.	なお、横断面図は下流から上流を見た図とする。
154.	2.2 Levantamento geológico	2.2 地質調査
155.	O levantamento geológico é realizado com o objetivo de identificar com precisão as feições geológicas do local da barreira.	地質調査は、ダムサイトの地質構造を正確に把握することを目的として実施する。
156.	É feita uma grade de linhas ao redor do local da barreira, para realizar o levantamento geológico sobre essas linhas ou nos pontos de interseção.	地質調査は、ダムサイト周辺にグリッドを組み、これらの線上または格子点で実施する。
157.	Os métodos de levantamento geológico devem ser combinados de forma adequada à destinação do uso da barreira, ao porte da estrutura e à fase da elaboração do projeto de engenharia.	調査方法については、設計段階並びに構造物の規模、堰堤の用途を適切に組み合わせたものとする。
158.	2.2.1 Levantamento por sondagem	2.2.1 ボーリング調査

159.	O levantamento por sondagem é feito para identificar condicionantes de projeto e construtivos.	ボーリング調査は、設計条件や施工条件を把握するために実施する。
160.	É montada uma grade ao redor do local da construção, sendo melhor executar o levantamento sobre as linhas ou pontos de interseção.	堰堤サイト周辺にグリッドを組み、これらの線上または格子点で実施するのがよい。
161.	Os pontos de realização da sondagem serão, no mínimo, um no centro do leito do canal onde ficará a barreira principal, um ponto nas ombreiras de cada margem – esquerda e direita – e um no centro do leito do canal onde ficará a barreira complementar.	このため、ボーリング調査位置は、少なくとも本堤の河床部中心に 1 か所、左右岸袖部に各 1 か所、副堰堤の河床部中心に 1 か所設置する。
162.	Entretanto, caso a barreira tenha um comprimento muito grande ou caso seja estimado que existam alterações geológicas no sentido transversal ou longitudinal à barreira, serão realizadas sondagens adicionais.	ただし、堤長が長い場合や横断方向に地質が変化することが想定される場合は、適宜ボーリング箇所を追加していくものとする。
163.	Figura 2.11 – Pontos de sondagem da barreira	図 2.11 – 堰堤のボーリング調査位置
164.		
165.	Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT	出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局
166.	2.2.2 Classificação de rochas	2.2.2 岩級区分
167.	A classificação das rochas é feita com base na resistência à compressão, grau de intemperismo, frequência de fraturas e propriedades físicas, para, assim, realizar a avaliação da litologia predominante na bacia.	岩級区分は圧縮強度、風化の程度、割れ目の頻度及びその状態および夾在物の種類に基づいて分類された後、その渓流の優勢な岩相を評価するためのものである。
168.	Os resultados do levantamento geológico e as condições da escavação da rocha matriz, embasarão a definição da adequação ou não da rocha da base da barreira.	地質調査結果及び掘削岩盤面の状況により、堰堤着岩部の岩盤としての適否が決定される。
169.	Tabela 2.2－Classificação de rochas apropriadas a este manual	表 2.2 －本マニュアルに適応する岩級区分

170.

Classe	Qualidade da rocha
A	Rocha sã, na qual os minerais formadores de rocha não sofreram alterações por intemperismo. É coesa e a coloração varia conforme a rocha, mas tem a característica de ser extremamente resistente.
B	Dentre os minerais formadores da rocha encontram-se minerais que sofreram intemperismo e apresentam coloração alterada. Apresenta fraturas, mas elas são fechadas sem finos em seu interior.
C_H	Rocha cuja resistência e grau de intemperização se situam entre B e C_M
C_M	Bastante intemperizada, mesmo que entre as fraturas tenham núcleos rochosos preservados com alta resistência. A intemperização da superfície das fraturas faz com que apresente coloração diferente da matriz. As fraturas se apresentam abertas e sem preenchimento de solo, favorecendo a percolação de água, ou com preenchimento de finos.
C_L	É aquela rocha cujo grau de intemperização é muito maior que a C_M.
D	É altamente intemperizada, apresentando cor de solo em sua totalidade. Quebra facilmente ao se bater com um martelo. As mais intemperizadas se quebram em lascas, transformando-se parcialmente em solo. Mesmo que em alguns casos a resistência dos blocos seja elevada, as fraturas originais podem ser difíceis de identificar.

区分	岩質
A	岩盤で造岩鉱物は風化変質を受けていない。節理はほとんどなく、色は岩石によって異なるが、岩質は極めて堅硬である。
B	造岩鉱物中に風化して変色した鉱物を含む。節理はあるが密着していて、微粉は含まないもの。
C_H	強度及び風化程度が B と CM の中間のもの。
C_M	かなり風化し、節理と節理の間に強度のある保持された核岩がある。節理表面の風化によって岩盤は変わった色を呈するもの。節理の間は空隙を有し土壌を含まず、水の浸透又は微粉で満たす事を容易にする。
C_L	CM より風化の程度がはなはだしいもの。
D	著しく風化し、全体として褐色を呈するもの。ハンマーで叩けば容易に崩れる。更に風化したものでは、岩石は破状に破壊されて、一部土壌化している。ときには岩盤の強度が高くても、もともとある節理は不明瞭である。

171. Tabela 2.3 - Fatores para a identificação da classe da rocha deste manual

表 2.3 - 本マニュアルにおける岩級区分の判断要素

172.

Fator de Classificação	Fenômeno	Classe
Grau de resistência	Saem faíscas ao bater com o martelo	A, B
	Quebra-se apenas com forte golpe de martelo	B, C_H, C_M
	Quebra-se com golpe de martelo	C_M, C_L, D
Espaçamento das fraturas	> 50 cm	A, B
	De 15 a 50 cm	C_H, C_M, C_L,
	< 15 cm	C_M, C_L, D

区部要素	現象	区分
強度	ハンマーで叩いた際に火花を散らす	A, B
	ハンマーで強打して割れる	B, C_H, C_M
	ハンマーで崩せる	C_M, C_L, D
節理の間隔	> 50 cm	A, B

Condições das fraturas	A rocha é coesa, não se pode ver traços do intemperismo ao longo das fraturas	A, B, C_H
	A rocha é coesa, com algumas alterações pelo intemperismo ao longo das fraturas e podendo haver películas de material argiloso aderido à superfície	B, C_H, C_M
	Identificam-se fraturas com aberturas de cerca de 2mm, ou com presença de material intemperizado e material argiloso nas fraturas.	C_M, C_L
	Abertas com preenchimento de solo	C_L, D

	De 15 a 50 cm	C_H, C_M, C_L,
	< 15 cm	C_M, C_L, D
節理の状態	密着し節理に沿って風化の跡がみられない	A, B, C_H
	密着し、節理に沿って多少風化変質し、表面に薄膜の粘土物質が付着していることもある	B, C_H, C_M
	2mm程度の空隙を有する節理、又は風化物質及び粘土物質を介在する	C_M, C_L
	土壌で満たされた開口状	C_L, D

173. Tabela 2.4 - Subclasses da classificação das rochas

表 2.4 - 岩級区分の細区分

174.

Intemperismo, resistência	Formato do testemunho da sondagem	Comprimento dos fragmentos
A: Sã com elevada resistência B: Levemente intemperizada e resistência pouco reduzida	I: Bastão II: Quase completo III: Semi destruído IV: Fragmentado V: Granulado	> 10 cm 5 a 10 cm 3 a 5 cm 1 a 3 cm <1cm
C: Muito intemperizada e com resistência muito reduzida	VI: Argiloso	

風化、強度	ボーリングコアの形状	節理の長さ
A: 新鮮、大きい強度 B: やや風化、やや大きい強度	I: 棒状 II: やや完成 III: 半壊 IV: 細壊 V: 粒状	> 10 cm 5 ～ 10 cm 3 ～ 5 cm 1 ～ 3 cm <1cm
C: 非常に風化、非常に強度が小さい	VI: 粘土状	

175. Tabela 2.5 - Classificação de rochas conforme testemunhos de sondagem

表 2.5- ボーリングコアによる岩級区分

176.

Classe	Combinação das subclasses	Destaques importantes

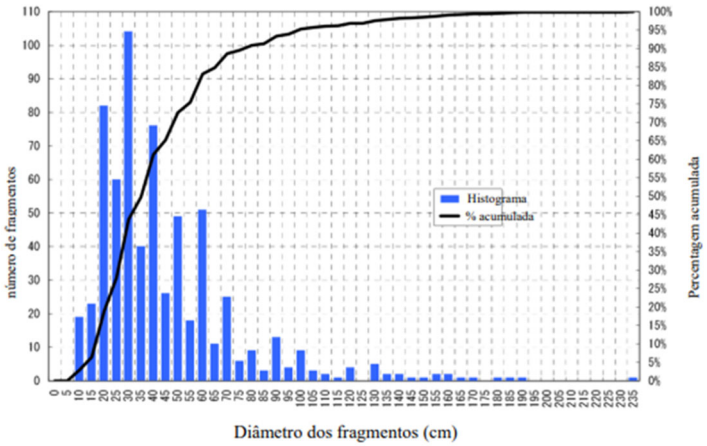
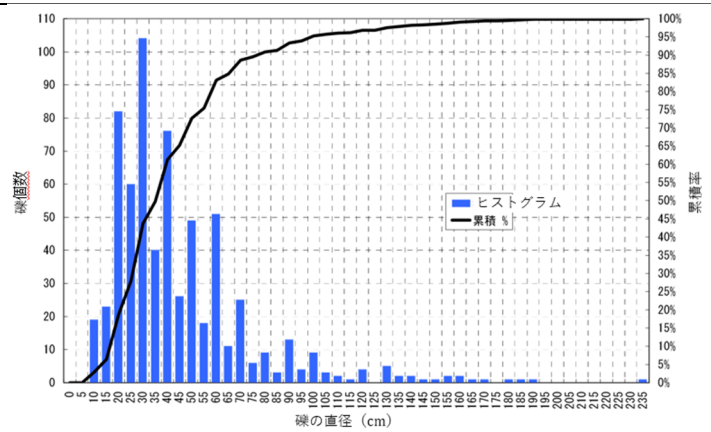
区分	細区分の組み合わせ	摘要
A	A - I	風化がほとんどない節理

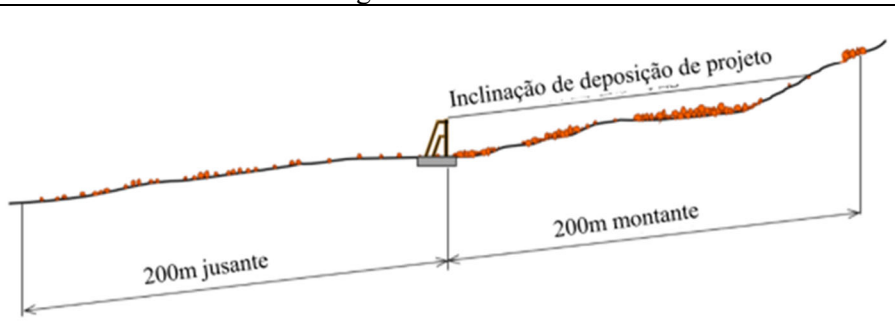
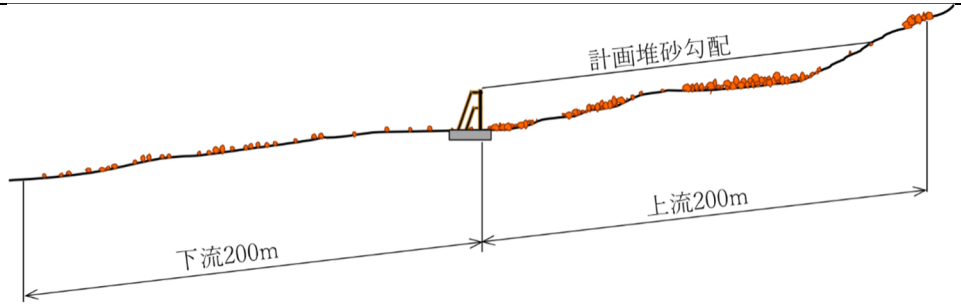
A		A - I	Fraturas pouco intemperizadas
B		A- II (A-I)	Fraturas fechadas
C	C_H	A-II, III, B-I	Fraturas abertas
	C_M	A-III, B-II	
	C_L	A-III, IV, V, B-III, IV, V	
D		Combinação de toda a subclasse C	As fraturas estão abertas
E		Material depositado na camada superficial	
F		Falha geológica, fragmentação	Apresenta argila

B		A- II (A-I)	節理は密着状態
C	C_H	A-II, III, B-I	節理は開口状
	C_M	A-III, B-II	
	C_L	A-III, IV, V, B-III, IV, V	
D		C クラスの全部の組み合わせ	節理は開口状
E		表層堆積物	
F		断層・破砕体	粘土を伴う

177.	2.3 Levantamento da granulometria do depósito	2.3 堆積物の礫径調査
178.	Para calcular a força de impacto dos sólidos grossos na análise estrutural, na seção do vertedouro, na asa, e na seção da parte permeável da barreira, realizamos o levantamento da granulometria dos blocos em campo.	堰堤の水通し断面、袖、透過部断面、構造検討時の礫による衝撃力を算出するため、礫径は現地で調査する。
179.	É definido o diâmetro equivalente a 95% (D_{95}) dos valores acumulados, com base na distribuição e frequência definida a partir das medições do diâmetro de mais de 200 fragmentos de rocha, com diâmetro superior a 10 cm, existentes nos trechos de 200 m a montante e 200 m a jusante do local do projeto da barreira.	堰堤計画地点より上流および下流に各々200m 間に存在する 200 個以上の直径 10cm 以上の礫の粒径を測定して作成した頻度分布に基づく累積値の 95%に相当する粒径 95% (D_{95}) を設定する。
180.	Os fragmentos alvo das medições são aqueles que se supõe terem sido transportados e depositados por fluxos de detritos ou outros eventos ocorridos no passado.	測定の対象となる礫は過去の土石流や他の現象で運搬されて堆積したと思われるものである。
181.	Considera-se um único grupo de fragmentos para se definir a granulometria a partir da distribuição de diâmetros representativos nos 200 m a montante e 200 m a jusante do local de projeto da barreira.	砂防堰堤計画地点 200m上流及び 200m下流の礫径分布を代表する礫径を設定するための礫群を考慮する。
182.	Caso não existam 200 matacões na localidade, amplia-se o alvo das medições, por ordem de grandeza, até que sejam medidas 200 unidades.	巨礫が 200 個存在しない場合は、礫径が大きい順に 200 個になるまで計測の対象範囲を拡大していく。
183.	Não são alvo deste levantamento aqueles blocos que não tenham sido movimentados previamente.	このとき、土石流として移動しない礫は調査の対象外とする。
184.	Vale destacar que muitos blocos têm suas dimensões indefinidas por estarem parcialmente soterrados, e, por isso, para a análise granulométrica,	なお、一部埋没している礫も多く、大きさが曖昧となる場合が想定されることから、礫径は地表面上で確認できる 2 辺の平均値とする。

	toma-se a média de dois lados que possam ser verificados acima da superfície do terreno.	
185.	Figura 2.12 - Exemplos de blocos transportados e sedimentados por fluxo de detritos	図 2.12 - 土石流等によって運搬されて堆積した巨礫の例
186.		
187.	Fonte: Córrego Guarda-Mão Itaóca, Serra do Mar (SP) Jan/2014 (IPT)	出典：Itaóca 市 Guarda Mão 川 2014 年 1 月（IPT 資料）
188.	【Levantamento do diâmetro do material depositado para o projeto da barreira permeável】	【透過型堰堤の堆積物礫経調査】
189.	A partir do local de projeto da barreira, mede-se o diâmetro de mais de 200 matacões pelo talvegue ao longo do comprimento de 200m a montante e de 200m a jusante, elaborando, tal como demonstra a figura 2.13, o histograma e a curva de adição do diâmetro dos blocos.	堰堤計画地点より上流 200m及び下流 200mに存在する 200 個以上の巨礫の粒径を測定して図-2.13 に例示するヒストグラム及び礫径加積曲線を作成する。
190.	Com base nessa curva, o equivalente a 80% (D_{80}), em valores acumulados, é o diâmetro usado para definir o espaçamento entre as peças e 95% (D_{95}) será o diâmetro usado para calcular a carga de impacto dos blocos. D_{95}.	この曲線の累積値の 80%（D_{80}）を部材間隔を設定するための礫径とし、95%（D_{95}）を礫衝突荷重の算定に用いる礫径とする。
191.	Caso haja afluentes do talvegue principal até 100m a montante do eixo da barreira, deve-se incluir na contagem o material depositado nesses afluentes.	堰堤軸より上流 100m 以内に支川がある場合には，支川も調査範囲に含めなければならない。

192.	Além disso, caso haja vestígio de fluxos de detritos nos arredores, também se emprega a distribuição granulométrica dessa região como referência.	さらに近隣で土石流の痕跡がある場合には、その周辺の礫径分布も参考にする。
193.	Nesse momento, tal como blocos gigantes pontiagudos que caíram da encosta, deve-se excluir do escopo do levantamento da distribuição granulométrica os blocos para os quais seja difícil pensar que tenham sido mobilizados por fluxos de detritos. Contudo, deve-se registrar as medidas e a localização desses blocos.	このとき、山腹から崩落した巨礫のように角張っており、土石流として移動すると考えにくい巨礫は礫径分布調査の対象から外さなければならない。ただし、これらの礫の位置と寸法も記録しておかなければならない。
194.	Figura 2.13 – Histograma e distribuição granulométrica acumulada	図 2.13 - ヒストグラムと累積礫径分布
195.		
196.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
197.	O levantamento da granulometria é realizado para identificar o diâmetro dos fragmentos de rocha a fim de determinar a distribuição granulométrica e calcular o espaçamento entre os tubos de aço da parte permeável da barreira permeável capaz de retê-los.	礫径調査は，礫径分布及び捕捉機能を持つ透過型堰堤の透過部の部材間隔を設定するための礫径を把握するために実施する。
198.	Note-se que é útil realizar as medições em locais onde se observe que se tenha depositado a parte frontal de um fluxo de detritos anterior.	このとき、過去の土石流のフロント部が堆積したと思われる場所での測量が有益である。
199.	Especialmente o grupo de fragmentos de rocha existente no trecho da inclinação de deposição de projeto da barreira é entendido como aquele que contribuirá para a obstrução da parte permeável, logo, torna-se um importante grupo alvo do levantamento.	特に，堰堤の計画堆砂勾配の範囲に存在する礫群は，透過部の閉塞に寄与するものと考えられるので調査対象として重要となる

200.	Figura 2.14 - Referência para os trechos alvo do levantamento da granulometria	図 2.14 - 礫径調査の対象範囲の目安
201.		
202.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
203.	(1) Blocos gigantes excluídos do escopo do levantamento granulométrico	（１）礫径調査対象外の巨礫
204.	Ao observar os casos reais de barreiras permeáveis danificadas, há muitos casos em que é possível estimar a atuação de blocos de dimensões muito superiores a D_{100} da distribuição granulométrica, baseada no levantamento granulométrico. Os blocos maiores que D100 são pontiagudos, parecidos com aqueles que caem das encostas colapsadas, considerados blocos que dificilmente seriam mobilizados por fluxos de detritos e, justamente por isso, foram excluídos do escopo do levantamento granulométrico. O motivo de tal exclusão é que se os blocos gigantes forem mantidos no escopo do levantamento, o espaçamento entre as peças acaba ficando muito grande, tendo a possibilidade de a barreira não exercer suas funções de retenção. Entretanto, conforme a verificação de casos reais de danos, não é possível ignorar a presença desses blocos gigantes. Dessa forma, para que seja possível verificar a causa dos danos em barreiras, bem como a mobilização ou não dos blocos gigantes pelo fluxo de detritos, ficam registrados os dados referentes à sua localização e tamanho, porém não são inclusos na distribuição granulométrica.	透過型砂防堰堤の損傷事例をみると，礫径調査を基に作成した礫径分布のD_{100}を遙かに超える巨礫が作用したと推測される事例が多い。D_{100}より大きい礫は，これまで山腹から崩落した巨礫のように角張っており，土石流として移動すると考えにくい巨礫として，調査対象から外していた。この理由は，土石流で移動しないと考えられる巨礫を礫径調査対象に含めると，部材間隔が広くなりすぎ捕捉性能が発揮されない可能性があるからである。しかし，実際の損傷事例の検証によると，このような巨礫の存在を無視できないため，土石流発生後に巨礫の移動の有無や砂防堰堤の損傷原因を検証できるよう，礫径分布には含めないが礫の位置と大きさをデータにとして記録しておくことにする。
205.	(2) Diâmetro dos blocos utilizado para definir o espaçamento entre as peças	（２）部材間隔の設定に用いる礫径（D_{80}）
206.	A barreira sabo permeável permite a passagem de sólidos finos que escoam na normalidade ou em pequenas e médias cheias, retendo os blocos rochosos e troncos carreados nos períodos de fluxos de detritos. Para que essa função seja	透過型砂防堰堤は，平常時や中小出水時に流下してくる土砂を通過させ，土石流時に石礫及び流木を捕捉する。この土砂捕捉機能が発揮されるためには，土石流

	bem desempenhada, o espaço entre as peças de aço deve ser obstruído por meio do efeito arco do grupo de blocos que compõem a parte frontal do fluxo de detritos. Mesmo que haja a presença de blocos em torno de D_{95} a D_{100} espalhados pelo local, em números absolutos, sua quantidade é pequena. Portanto, caso esse diâmetro (D_{95} a D_{100}) seja utilizado para definir o espaçamento entre as peças, os vãos ficarão muito largos, podendo reter blocos gigantes da parte frontal do fluxo de detritos, mas dificultando a geração do efeito arco nos blocos rochosos da cauda, tendo a possibilidade de não obstruir toda a parte aberta. Por esse motivo, exclui-se a faixa de diâmetro dos blocos em menor quantidade da curva granulométrica dos blocos, definindo o espaçamento entre as peças com foco nos diâmetros que estão amplamente distribuídos pelo leito do talvegue, de modo a assegurar o desempenho da função de retenção do fluxo de detritos. Assim, como diâmetro representativo dos blocos contidos no fluxo de detritos, define-se o maior valor da faixa do diâmetro predominante da curva granulométrica dos blocos (D_{80}). Esta é a faixa granulométrica do grupo de blocos que compõe a parte frontal do fluxo de detritos e que contribui para a obstrução da parte aberta por conter muitas unidades desses blocos.	のフロント部を形成する礫群のアーチアクションにより部材間隔が閉塞しなければならいない。例えば，D_{95}～D_{100}近辺の礫は現地に点在していても絶対数が少なく，この礫径を対象に部材間隔を設定すると部材間隔が広くなりすぎ，土石流のフロント部を形成する巨礫は捕捉できるが，後続の石礫はアーチアクションが発揮されにくく開口部全体が閉塞しない可能性がある。そこで，礫径加積曲線の個数の少ない礫径帯を除き，河床に広く分布している礫径を対象に部材間隔を設定すれば，土砂捕捉機能を確実に発揮させることができる。このため，土石流中の代表礫径として礫径加積曲線の最多礫径帯の最大値（D_{80}）を選定する。この礫径帯は土石流のフロント部を構成する礫群であり礫個数も多く開口部の閉塞に寄与する。また，D_{80}はD_{95}の１／２程度の大きさであり，礫径加積曲線がこの関係から大きく外れない限りD_{80}を部材間隔の設定に用いる礫径とする。
207.	(3) Diâmetro utilizado na aferição da colisão de blocos (D_{95})	（３）礫衝突の照査に用いる礫径（D_{95}）
208.	Com base na granulometria obtida pelo levantamento granulométrico, seleciona-se o diâmetro mais adequado conforme o desempenho solicitado às peças e à estrutura, para assim realizar a aferição da segurança frente à colisão dos blocos. Porém, em muitos casos os resultados do levantamento após desastres apresentam diâmetros superiores que os do levantamento granulométrico efetuado no momento do desenvolvimento do projeto de engenharia. Entende-se que as causas disso podem ser a dificuldade de prever blocos gigantes decorrentes de novas rupturas, bem como grandes blocos que foram mobilizados no evento, mas no momento do levantamento, devido ao seu tamanho, haviam sido considerados como blocos que não se moveriam. Entretanto, no momento da elaboração do projeto de engenharia, é difícil estimar de forma adequada a dimensão de blocos gigantes que podem se mover. Se a estimativa do diâmetro do bloco for muito elevada, o projeto será superdimensionado. Assim, foi definido que a aferição de segurança referente colisão utilizará o diâmetro D_{95}, como o maior diâmetro estimado. Nos casos em que barreiras permeáveis sequenciais são instaladas a montante e a jusante, na ocorrência de um fluxo e detritos da magnitude prevista em projeto, a barreira a montante retém os blocos gigantes da parte frontal do	礫衝突に対する安全性の照査は，礫径調査から求めた礫径をもとに構造及び部材の要求性能に応じた礫径を適切に選定するが，設計時の礫径調査結果より被災後の調査結果の方が大きくなっていることが多い。その原因は，新規崩壊で発生した巨礫であり予測が困難であることと，礫径調査時に動かないものと除外された巨礫が動いていたためと考えられる。 しかしながら、どの程度の巨礫まで実際に移動するかを設計時に適切に推測することは難しく、推定が大きすぎた場合に過大な設計になるため、土石流として移動すると想定される最も大きい礫径としてD_{95}を安全性照査に用いるもとする。 上下流に連続して透過型砂防堰堤を配置する場合，計画規模の土石流が発生すると最も上流側の堰堤は土石流のフロント部の巨礫は捕捉するものの、満砂して後続流は水通し部から越流する。このため，後続流に含まれる礫が上流から２番目以降

	fluxo de detritos, a barreira é preenchida de material e a cauda do fluxo transborda pelo vertedouro. Por essa razão, a partir da segunda barreira de montante para a jusante, os blocos contidos na cauda do fluxo de detritos colidem na estrutura reticulada em aço, mas devido a cauda quase não conter blocos D_{95}, para a verificação da segurança frente à colisão de blocos a partir da segunda barreira adota-se o D_{80}. Contudo, mesmo com o posicionamento sequencial de barreiras, caso a distância seja superior a 200m, adota-se o D_{95} identificado no levantamento desse trecho, devido à variação da abrangência do levantamento granulométrico. Além disso, se entre a barreira permeável a montante e a barreira permeável foco do projeto houver também o encontro com um afluente pelo qual ocorra escoamento em forma de fluxo de detritos, não é utilizado o D_{80} e sim o D_{95} para a verificação da segurança frente à colisão de blocos.	の砂防堰堤の鋼管フレームに衝突するが、そこには D_{95} はほとんど含まれないため、上流から 2 番目以降の堰堤は D_{80} を用いて礫衝突の安全性を照査する。ただし，連続した配置でも 200m 以上離れている場合には，礫径調査の範囲が異なるので，その区間の礫径調査対象の D_{95} を用いる。また上流の透過型堰堤と設計対象となる透過型堰堤との間に土石流状の流れが合流する支川がある場合も、D_{80} ではなく D_{95} を用いて礫衝突の安全性を照査する。
209.	**3. Plano de posicionamento da obra de retenção dos fluxos de detritos**	**3. 土石流捕捉工の配置計画**
210.	3.1 Considerações sobre o plano de posicionamento	3.1 配置計画の考え方
211.	A fim de definir a posição da barreira no desenvolvimento do projeto de engenharia, deve-se fazer o plano de posicionamento.	堰堤の設計にあたっては、ダム位置を確定するための配置計画を実施する必要がある。
212.	Ressalta-se a importância de identificar a topografia e a geologia do local previsto para a construção da barreira e da área de deposição para a análise desse plano.	また、配置計画の検討にあたっては、ダム計画地点や堆砂範囲における地形・地質を把握することが重要である。
213.	É desejável que a localização em projeto da instalação da barreira seja no leito do canal ou nas margens, onde haja rocha sã.	堰堤の計画位置は、渓床及び両岸に岩盤が存在することが最も望ましい。
214.	No entanto, é possível fazer o plano para instalação sobre uma camada de cascalhos.	しかし、砂礫層上に計画することも可能である。
215.	Caso a barreira seja posicionada sobre uma camada de cascalhos, haverá o risco de erosão acentuada no talude a jusante e erosões nas margens devido à água que transborda, sendo necessário projetar a base da calha de dissipação ou uma barreira complementar para proteger a parte a jusante.	砂礫層上に砂防堰堤を配置する場合は、越流水によって下流のり先の深掘れや両岸侵食が発生するおそれがあることから、水叩きあるいは副ダムを計画して、下流のり先の保護を図らなければならない。
216.	O plano de posicionamento deve ser analisado de acordo com o entendimento descrito na Tabela 2.6.	なお、配置計画は、以下の表 2.6 に応じた配置の考え方を基本とする。
217.	Tabela 2.6 - Considerações sobre o posicionamento da barreira	表 2.6 -堰堤の配置の考え方

218.	<table><tr><td>Trecho</td><td>Modalidade do movimento de massa</td><td>Finalidade da implantação da barreira</td><td>Trecho do posicionamento</td></tr><tr><td rowspan="2">Talvegue do fluxo de detritos</td><td rowspan="2">Fluxo de detritos</td><td>Prevenção do desenvolvimento de fluxos de detritos (contenção e retenção dos materiais advindos das encostas adjacentes)</td><td>Região de material potencialmente instável</td></tr><tr><td>Retenção do fluxo de detritos</td><td>Região de escoamento e deposição</td></tr></table>	<table><tr><td>区間</td><td>土砂の移動形態</td><td>堰堤の設置目的</td><td>配置区間</td></tr><tr><td rowspan="2">土石流発生渓流</td><td rowspan="2">土石流</td><td>土石流発生予防（隣接する斜面からの土砂抑制及び捕捉）</td><td>潜在的に不安定な土砂を持つ区間</td></tr><tr><td>土石流の捕捉</td><td>流下・堆積区間</td></tr></table>
219.	(1) Implementação da barreira com a finalidade de prevenção do desenvolvimento de fluxos de detritos	(1) 土石流に発生予防を目的とした堰堤
220.	Quando a região de geração de material é fácil de se definir, como as áreas deslizadas ou suscetíveis a deslizamentos ou erosões, a barreira, que tem como objetivo principal prevenir a ocorrência de fluxos de detritos, deve ser posicionada na extremidade a jusante desse trecho, para impedir a progressão da geração de novos materiais.	地滑り地(崩壊)、地滑りや侵食が発生するおそれのある箇所といった土砂生産区間が容易に決定できる場合、土石流の発生を予防することを主目的とする堰堤をこの区間の下流端に配置し、土砂生産の進行を抑える。
221.	Caso o trecho seja extenso, devem ser implantadas várias barreiras em forma de escadaria.	なお、土砂生産区間が長い場合には、数基の堰堤を階段状に設置する。
222.	(2) Implementação da barreira com a finalidade de reter os fluxos de detritos	(2) 土石流を捕捉する目的とした堰堤
223.	A barreira que tem como objetivo reter o fluxo de detritos, deve ser posicionada no trecho correspondente ao escoamento ou deposição do fluxo de detritos, devendo ter porte correspondente ao volume de material transportado.	土石流の捕捉を主目的とする堰堤は、土石流の流下区間もしくは堆積区間に、上流からの運搬土砂量に見合う規模の砂防堰堤を配置する。
224.	Caso exista um volume maior de material transportado na parte a montante da bacia alvo, deve-se implantar várias barreiras.	なお、対象流域上流からの運搬土砂量が多い場合は、複数の砂防堰堤により対応する。
225.	É desejável que seja instalado um canal de escoamento que tenha seção suficiente para escoar em segurança a cauda do fluxo de detritos.	後続流を安全に流しうるだけの断面を有した流路工を設置する事が望ましい。
226.	Essa estrutura deve ficar depois da barreira na extremidade a jusante da bacia alvo.	この構造は対象流域の最下流に設置された堰堤の下流側に設置する必要がある。
227.	3.2 Plano de posicionamento	3.2 配置計画
228.	3.2.1 Análise do posicionamento	3.2.1 位置の検討

229.	O posicionamento da barreira exige análise atenta da inclinação do leito, da topografia (planialtimétrica cadastral em escala 1:500), análise geotécnica, facilidade de execução da obra, da existência ou não de rupturas nos arredores, da relação espacial com as instalações e equipamentos existentes nas proximidades, da paisagem entre outros itens.	堰堤の位置は、河床勾配、地形（地籍等高線地図、1:500 の縮尺）、地質・地質工学、施工性、周辺の崩壊有無、周辺の既存施設との位置関係、景観等に留意して検討する必要がある。
230.	(1) Quanto à inclinação do leito	(1) 河床勾配について
231.	A barreira deve ser posicionada num trecho que apresente inclinação do leito compatível com a finalidade de sua implementação.	堰堤は、設置目的に応じて適切な河床勾配を有する区間に配置する。
232.	Um trecho com inclinação suave tem um melhor desempenho em termos de efetividade de retenção de sólidos carreados, pois a extensão da deposição de material se torna mais longa.	流出土砂の捕捉にあたっては、より緩勾配の区間のほうが、堆砂延長が長くなることから捕捉効果の面では優れている。
233.	Contudo, caso exista a montante do local de posicionamento outra barreira ou um ponto de mudança de declividade, como uma cachoeira por exemplo, o espaço da retenção é menor, surgindo a necessidade de nova análise da localização da barreira.	しかし、配置箇所上流に滝などの勾配変化点や別の堰堤がある場合は、捕捉空間が小さくなってしまうことから、堰堤位置を再検討しなければならない。
234.	(2) Quanto à topografia	(2) 地形について
235.	A barreira deve ser posicionada em local com topografia em que o vale tenha margens mais elevadas do que a altura da barreira em ambas as extremidades laterais, pois é necessário que o corpo da barreira se apresente perfeitamente encaixado nessas encostas (ombreiras).	堰堤は、両岸斜面に堤体（袖部）をはめ込む必要があることから、両岸に堤高より高い斜面を有する谷地形に配置する。
236.	Deve-se selecionar um ponto estável da encosta, evitando locais de ruptura ou com cicatrizes de rupturas, caso não seja encontrada rocha sã na vizinhança do local de posicionamento da barreira.	配置箇所の隣接が岩盤ではない場合、崩壊地や崩壊跡地を避け、安定した斜面を有する地点を選定する。
237.	Além disso, quando possível, é mais eficiente posicionar a barreira próxima da saída do vale, na extremidade a jusante da bacia alvo, a fim de reter o maior volume do material sólido carreado.	また、上流からの流出土砂量に対して多くの流出土砂を捕捉するには、可能な限り対象流域最下流の谷出口付近に堰堤を配置することが効率的である。
238.	(3) Quanto à largura do vale	(3) 谷幅について
239.	Do ponto de vista econômico, é preferível que o corpo da barreira seja posicionado a montante de um ponto de estrangulamento.	狭窄部で上流部が広がった位置が本体工事費の面では優れている。
240.	No entanto, quando a largura do canal é estreita, se deve atentar para os seguintes aspectos ao antes da definição do posicionamento (desafios de vales estreitos):	しかし、流路が狭い場合、以下の点に留意して配置個所を選定しなければならない（谷幅が狭い場合の課題）：
241.	・Aumento de custo com as obras de desvio temporário do curso do rio.	・上下流の仮締切工費用の増大

242.	・Aumento de custo com a ampliação do porte da obra de proteção contra a erosão a jusante da barreira, pois a altura de queda da lâmina água que transborda do vertedor se torna maior, sendo necessário também que a altura das asas também aumente.	・ 水通しから越流する水の高さは大きくなるため、袖高も高くする必要があり、堰堤下流側の洗掘に対する保護工の規模も大きくなることから、費用が増大する。
243.	(4) Quanto ao material superficial do terreno	(4) 地盤の表層土砂について
244.	É desejável implantar a barreira em um terreno onde haja rocha nas margens e no leito do canal, para prevenir que a água que transborda cause danos pela erosão acentuada no terreno a jusante e nas margens, mas nem sempre se tem um cenário favorável.	堰堤配置箇所の地盤は、越流水による下流地面の深掘れ及び両岸侵食による破壊防止のため渓床及び両岸に岩盤のある箇所が望ましいが、このような条件に常に恵まれるとも限らない。
245.	Há casos em que a barreira terá que ser posicionada mesmo em condições desvantajosas, a depender do objetivo da implementação da barreira, como por exemplo, quando for para prevenir o carreamento de material depositado no leito do canal.	配置目的、例えば、河床堆積物流出防止を目的とする場合等によっては不利な条件であっても砂防堰堤を配置しなければならない場合がある。
246.	Quando não houver rocha sã no leito do canal, deve-se proteger o terreno situado a jusante, de modo a evitar a erosão na base da estrutura, projetando a base da calha de dissipação, a barreira complementar e outros equipamentos, conforme necessário.	渓床に岩盤がない場合は、構造物底の浸食を防止するために、必要に応じて水叩き、副堰堤等を計画し、下流地面保護を図らなければならない。
247.	(5) Quanto à facilidade de execução da obra	(5) 施工性について
248.	O posicionamento da barreira deve ser definido de forma que não haja dificuldade de acesso para equipamentos e trabalhadores, e execução da obra (lançamento de concreto e outras etapas).	堰堤配置箇所は、資機材及び作業員の進入及び施工（コンクリート打設等の工事作業）が困難なく実行できる箇所を選定する必要がある。
249.	Ainda na fase de planejamento, é desejável se ter analisado de forma realista este posicionamento, pois há uma tendência de aumento de gastos quando o local escolhido dificulta a execução da obra.	なお、選定された位置が施工性に劣る場合は費用が増大する傾向にあることから、計画段階から現実的な配置箇所を選定することが望ましい。
250.	(6) Quanto às construções nas proximidades	(6) 周辺施設について
251.	A parte a montante da barreira é um espaço para retenção do fluxo de detritos.	堰堤上流側は土石流を捕捉する空間となる。
252.	Dessa forma, deve-se analisar cuidadosamente a viabilidade do posicionamento da barreira, quando existem construções nas proximidades da barreira ou no espaço previsto para deposição, como residências, estradas, captação de água etc.	このため、堰堤周辺や堆砂空間となる範囲に住宅、道路、取水設備等の既存施設がある場合には、堰堤の配置を十分検討する必要がある。
253.	(7) Quanto à paisagem	(7) 景観について
254.	A construção de uma estrutura de concreto dentro de um vale promove grandes mudanças na paisagem original.	谷の中にコンクリート構造物を配置するのは、従来の景観を大きく変化させる。

255.	Na proximidade de áreas de preservação, onde não é desejável mudanças na paisagem, deve-se analisar o posicionamento buscando minimizar o impacto na paisagem.	景観の変化が望ましくない保全対象付近には、景観に影響を与えないように配置個所を検討する必要がある。
256.	3.2.2 Análise da direção	3.2.2 方向の検討
257.	A vazão de água que sobrepassa a barreira para jusante deve ser perpendicular à abertura do vertedouro.	堰堤の下流方向に越流する水流は、水通し開口に直角でなければならない。
258.	Observe que o eixo da barreira segue a linha a montante do vertedouro.	なお、堰堤軸は水通しの上流側の線に沿った位置とする。
259.	Este eixo é a posição de onde é calculado o volume de retenção de projeto, onde a carga de projeto incide.	この軸は、計画捕捉量を求める位置であり、設計荷重が作用する位置となる。
260.	No planejamento e no dimensionamento da barreira, define-se a altura do corpo e a altura útil da barreira tendo como referência o seu eixo.	堰堤の計画及び設計では、堰堤軸を基準として堤高や有効高を設定するものとする。
261.	Quando do escoamento do fluxo de detritos, a água transbordada fluirá por todo o vertedouro e ações devem ser tomadas para que não ocorram impactos nas margens.	土石流流下時には水通し一杯に越流水が流下することから、両岸に衝撃を与えないような対策を取らなければならない。
262.	Para evitar tais impactos, busca-se que a direção do eixo longitudinal da barreira faça ângulo reto com o vertedouro, tanto a jusante, como a montante.	このような衝撃を避けるには、堰堤の縦軸の方向が上流・下流ともに水通しに対し直角にする必要がある。
263.	No entanto, caso seja necessário posicioná-la em parte curva, por regra, deve-se direcionar a parte a jusante da barreira formando um ângulo reto com o vertedouro.	ただし、屈曲部に配置する必要がある場合には、原則として堰堤の下流部を水通しに対して直角にしなければならない。
264.	Em caso de dificuldade em atingir este objetivo, deve-se projetar uma barreira complementar perpendicular a linha central do fluxo.	なお、上記を実行するのが難しい場合は、副堰堤を計画し、流心線に直角とする。
265.	Neste caso, será necessária uma obra proteção das margens do canal para evitar um possível processo erosivo que poderia ser deflagrado logo abaixo da barreira principal devido ao transbordamento de água.	この場合、本堰堤直下において越流水による洗堀が懸念されることから、護岸工による洗堀対策が必要となる。
266.	3.2.3 Análise das modalidades	3.2.3 形式の検討
267.	É necessário analisar as modalidades de barreira atentando para os eventos de movimentos de massa previstos, a sua relação espacial com o alvo da proteção, a inclinação do leito, a facilidade de execução da obra, presenças de troncos, histórico de desastres, entre outros fatores.	堰堤の形式は、想定される土砂移動現象、保全対象との位置関係、河床勾配、施工性、礫径、流木、災害履歴等に留意して検討する必要がある。
268.	A modalidade da barreira é escolhida conforme o objetivo da obra e o movimento de massa previsto no plano de posicionamento.	堰堤の形式は、計画位置において想定される土砂移動現象と設置目的に応じて形式を選定する。
269.	(1) Barreira com objetivo de minimizar a possibilidade de ocorrência de fluxo de detritos	(1) 土石流の発生する可能性を低減させる目的を持つ堰堤

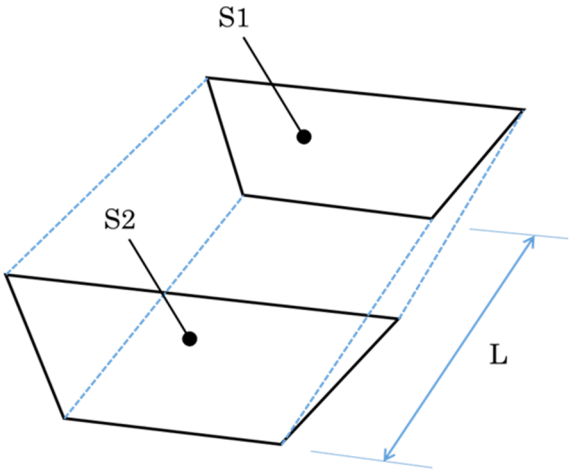
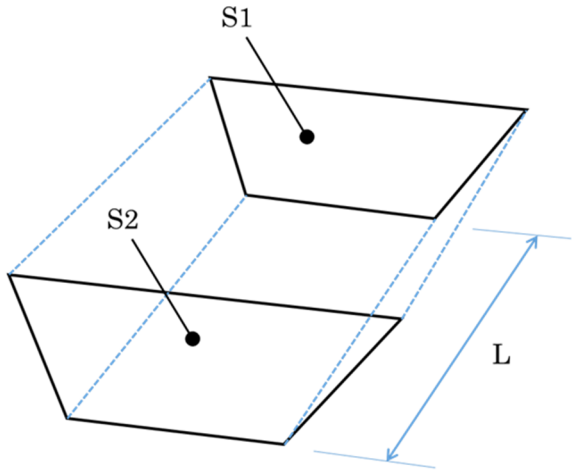
270.	A barreira que tem como principal objetivo minimizar a possibilidade de ocorrência do fluxo de detritos é posicionada junto ao trecho de geração de material sólido das rupturas dos taludes.	土石流発生の可能性を低下する事を主目的とする堰堤は、斜面崩壊地の土砂生産区間に配置する。
271.	A barreira minimiza a possibilidade de ocorrência do fluxo de detritos resultante de deslizamentos nesse trecho, sendo necessário que tenha também a função de proteger o sopé das encostas ou leitos de rios.	この堰堤は地滑りによる土石流発生の可能性を低下するのみならず、山脚や可能を保護する機能も持っている。
272.	Dessa forma, quando o objetivo for a prevenção da ocorrência do fluxo de detritos, a modalidade adequada é a de barreira impermeável, uma vez que contém o movimento do material existente no espaço para deposição existente na parte a montante da barreira, que é preenchido em sua totalidade com material sólido.	したがって、土石流の発生予防を目的とする場合は、砂防堰堤上流側を満砂させることで、堆砂空間に存在する土砂の移動を抑制することができる不透過型が適切な形式となる。
273.	(2) Barreira com objetivo de reter o fluxo de detritos	(2) 土石流の捕捉を目的とした堰堤
274.	Quando a barreira tem como objetivo principal a retenção de fluxo de detritos, é desejável assegurar constantemente volume livre para retenção desse material.	土石流の捕捉を主目的とする堰堤は、常に土砂を捕捉するための空間を確保することが望ましい。
275.	Dessa forma, a modalidade mais adequada é a barreira permeável, projetada com abertura que garanta a não retenção de sólidos nos períodos de normalidade.	よって、平常時に土砂を捕捉しない開口部を有する透過型が適切な形式となる。
276.	A modalidade permeável tem a estrutura adequada também para retenção de troncos carreados. Além disso, como a parte aberta é ampla pode-se manter a continuidade dos rios, considerando o ecossistema e a paisagem.	流木の捕捉を目的とする場合も、透過型が適切な構造となる。また、開口部を広くとるため河川の連続性が維持され、生態系や景観に配慮することができる。
277.	Entretanto, caso seja estimado que o fenômeno de movimento de massa seja de fluxos de lama ou fluxos de detritos que não envolvam blocos de grande porte, havendo a preocupação de que a abertura da barreira não poderá conter o material carreado, deve-se considerar a adoção da modalidade impermeável com gestão de sólidos. No caso em que essa modalidade venha ser adotada, se deve garantir espaço livre para deposição dos detritos, estabelecer um plano de remoção desse material, sem comprometer a estabilidade do material remanescente. Em caso de remoção do material deve-se prever vias de acesso para tal retirada.	ただし、土砂流や泥流など巨礫を含まない土砂移動現象が流下することが想定されるなど、透過部で土砂を捕捉できないことが懸念される場合は、管理型の不透過型の採用を検討する。この形式を採用する場合、堆砂空間に空き容量を確保するため除石計画を策定する。除石が必要な場合、除石のためのアクセス道路を想定する必要がある。
278.	Tabela 2.7 - Indicação da modalidade de barreira	表 2.7 - 堰堤の形式の薦め

279.

Trecho	Modalidade do movimento	Objetivo da implementação da barreira	Modalidade	Plano de remoção de material
Trecho do Fluxo	Fluxo de detritos	Prevenção da ocorrência do fluxo de detritos	Impermeável	Desnecessário

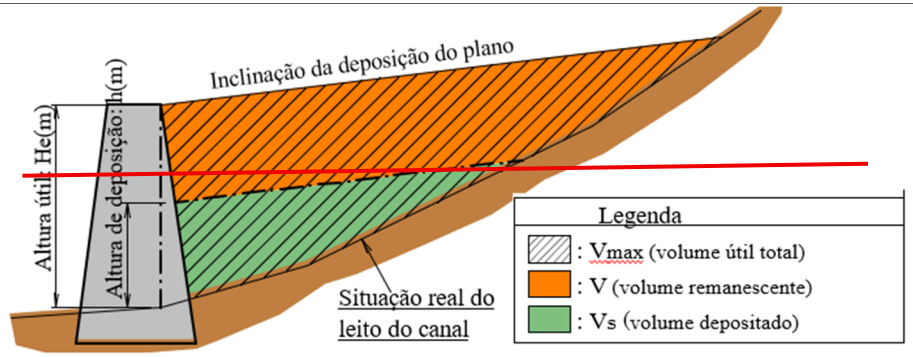
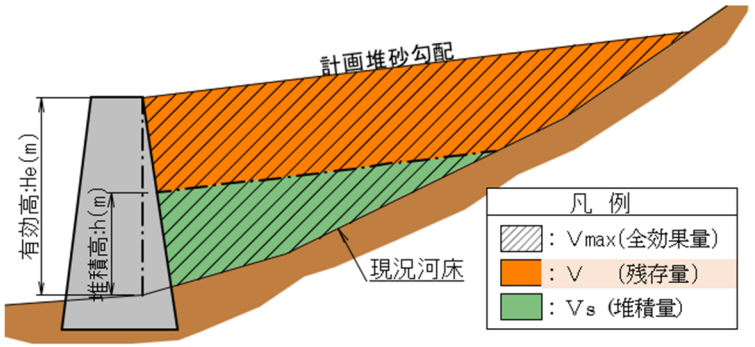
区間	土砂の移動形態	堰堤の設置目的	形式	除石計画
土石流区間	土石流	土石流の発生予防	不透過型	不要

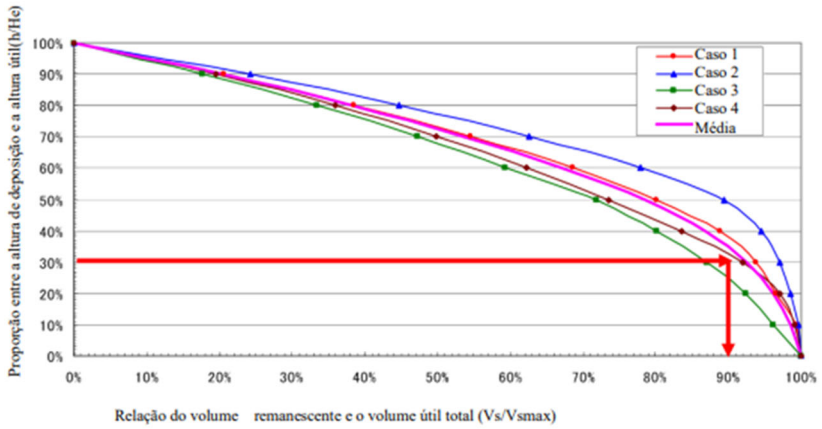
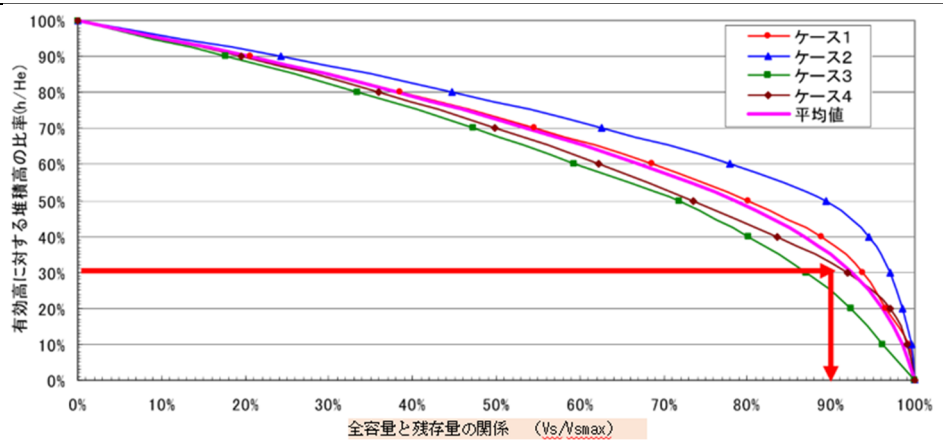
	de Detritos		Retenção do fluxo de detritos	Com blocos de grande porte	Permeável	Apenas quando houver retenção		土石流の捕捉	巨礫を含む場合	透過型	捕捉時のみ必要
				Sem blocos de grande porte	Impermeável com gestão de sólidos	Necessário para a remoção periódica e quando houver retenção			巨礫がない場合	不透過型（管理型）	定期及び捕捉時の両方が必要
			Controle da direção do fluxo de detritos		Impermeável	Desnecessário		土石流の流向制御		不透過型	不要
			Retenção de troncos carreados		Permeável	Necessário apenas quando houver retenção		流木の捕捉		透過型	捕捉時のみ必要
280.	3.2.4 Análise das dimensões da barreira							3.2.4 堰堤規模の検討			
281.	É necessário analisar as dimensões da barreira atentando para o volume de sólidos gerados, topografia da fundação, entre outros itens pertinentes.							堰堤の規模は、流出土砂量、地形、基礎地盤等に留意して検討する必要がある。			
282.	As dimensões da barreira são definidas conforme o objetivo da implementação e as condições do local da instalação, porém a altura da barreira tratada nesse manual deve ser inferior a 15 m.							また、堰堤の規模は、設置目的及び配置箇所の状況に応じて決定するが、本マニュアルで対象となる堰堤の堤高は 15m 未満を基本とする。			
283.	(1) Barreira com objetivo de minimizar a possibilidade de ocorrência de fluxo de detritos							(1) 土石流の発生する可能性を低減させる目的を持つ堰堤			
284.	A barreira que tem esse objetivo deve ser projetada de forma a evitar que um possível deslizamento no trecho se transforme em um fluxo de detritos.							このような目的を持つ堰堤は、区間内で想定される地滑り（崩壊）が土石流に発展することを避けるように設計しなければならない。			
285.	(2) Barreira com objetivo de reter o fluxo de detritos							(2) 土石流の捕捉を目的とした堰堤			
286.	A barreira que tem esse objetivo principal deve ter um porte adequado ao volume de material a ser retido.							このような目的を持つ堰堤は、流出土砂量に見合う捕捉容量を有する規模でなければならない。			
287.	Destaca-se que, nos casos em que seja difícil reter o material carreado de forma satisfatória com uma barreira, devido ao elevado volume de material carreado estimado na bacia alvo, deve-se instalar diversas barreiras.							なお、対象流域の流出土砂量が多く、1 基の堰堤で流出土砂量を十分捕捉することが難しい場合には、複数の堰堤を配置する。			
288.	3.2.5 Cálculo do volume útil da instalação							3.2.5 施設効果量の算出			

289.	O volume útil da instalação da barreira será calculado conforme as estimativas de material depositado a montante e o formato obtido no plano de posicionamento.	堰堤の施設効果量は、堰堤の配置計画で得た形状及び堰堤上流の堆砂容量に従って算出する。
290.	Quanto ao resultado do cálculo, deve-se verificar se o volume útil é satisfatório e, conforme necessidade, deve-se revisar o plano de posicionamento e o porte da barreira.	また算出結果について、効果量が満足しているかの検証を行い、必要に応じて計画位置や規模等の見直しを行う。
291.	O volume útil da instalação (volume de deposição) da barreira é calculado utilizando o método da seção média.	また堰堤の施設効果量(堆砂量)は、平均断面法により算出する。
292.	A partir da topografia real, calcula-se o volume de deposição considerando a área média das seções transversais no sentido da linha central de escoamento, e multiplicando pela distância entre estas duas seções, conforme indicado na Figura 2.15, considerando a inclinação de projeto para a deposição de material.	実際の地形から、図-2.15 に示す通り、流心線に沿った横断面の平均断面積を踏まえて堆砂容量を算出し、この 2 つの断面間の距離をかけて、土砂堆積のための計画勾配を考慮する。
293.	Figura 2.15 - Método da seção média	図 2.15 - 平均断面法
294.	 $V = \frac{(S1 + S2)}{2} \times L$	 $V = \frac{(S1 + S2)}{2} \times L$
295.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
296.	**4. Remoção dos detritos**	**4. 除石**
297.	4.1 Aspectos Gerais	4.1 概要
298.	Para que as obras para retenção de fluxo de detritos cumpram com a sua funcionalidade de modo satisfatório, deve-se vistoriar as condições de deposição periodicamente ou logo após a ocorrência de fluxos, bem como	土石流対策施設が十分に機能を発揮するよう、土石流等の発生後や定期的な堆砂状況等の点検を行い、必要に応じて除石（流木の除去を含む）等を行う。

	realizar a remoção dos detritos (incluindo a remoção dos troncos), quando necessário.	
299.	Neste último caso, no plano de tratamento para fluxo de detritos, os meios de transporte do material, incluindo as rotas de acesso, devem ser analisados com antecedência.	また、土石流処理計画上、除石が必要となる場合は、搬出路を含め、あらかじめ搬出方法を検討しておくものとする。
300.	Quando é implementada uma barreira que precise de remoção de detritos, deve-se avaliar o plano de remoção de sólidos.	除石が必要となる堰堤を配置する場合は、除石計画を検討する必要がある。
301.	Nas considerações relacionadas a esse plano, é preciso avaliar os meios de transporte para os detritos e os troncos carreados, se é preciso abrir rotas de acesso, o uso de equipamentos pesados etc. Ainda, deve-se considerar onde esse material será descartado (bota-fora), os critérios para decidir pela remoção do material, a frequência dessa atividade, entre outros aspectos.	この計画に関する検討では、搬出路の敷設、使用重機等を含む土砂及び流木の搬出方法を検討する必要がある。また、搬出土や流木の受入れ先、除石の実施の判断基準や頻度等の検討が必要である。
302.	Além disso, devem ser realizadas as remoções emergenciais, após a ocorrência de um fluxo de detritos, bem como remoções periódicas de detritos e troncos depositados, em conformidade com a manutenção periódica da estrutura.	さらに、除石には、土石流発生後等の緊急的に実施する緊急除石と、定期的な点検に基づいて堆積した土砂および流木を除去する定期的な除石とがある。
303.	4.2 Plano de remoção de detritos	4.2 除石計画
304.	4.2.1 Remoção emergencial de detritos	4.2.1 緊急除石
305.	Realizar a remoção emergencial de detritos com o objetivo de recuperar a capacidade volumétrica de deposição de materiais após a ocorrência de fluxo de detritos causada por cheias e outros eventos.	緊急除石は、出水等による土石流が流入した後、堆砂能力容量を回復するため実施する。
306.	Após a ocorrência de um fluxo no qual a barreira reteve detritos e troncos, deve ser realizada a remoção emergencial dos detritos, incluindo os troncos carreados, para recuperar o volume livre.	土石流発生後に土砂や流木を捕捉した後は、空容量を回復させるために、流木の除去を含む緊急的な除石を実施しなければならない。
307.	No caso dos detritos retidos em decorrência de fluxo, remover esse material em caráter emergencial se torna importante para assegurar a manutenção da eficácia da barreira.	土石流によって捕捉された土砂を緊急的に除石することは、堰堤の効果を確保する観点から重要である。
308.	Por isso, quando ocorre um fluxo, realiza-se uma inspeção preliminar a fim de verificar as condições do material retido na barreira, sendo desejável definir nessa ocasião se há necessidade ou não de executar a remoção dos detritos, liberando volume para as próximas ocorrências.	このため土石流が発生した場合には、各砂防堰堤での捕捉状況を確認するための臨時点検を行い、次期出水に備えて、緊急除石を実施する必要かあるかどうか判断することが望ましい。
309.	4.2.2 Remoção periódica de detritos	4.2.2 定期的な除石
310.	A remoção periódica de detritos deverá ser realizada quando a deposição do material avançar até a altura em que se torna necessária a recuperação do	定期点な除石は、平常時の堆砂状況を定期的な点検により確認し、堆砂容量の回復が必要となる高さまで堆砂が進行したタイミングで実施する。

	volume do material depositado, fato que é verificado nas vistorias periódicas durante os períodos de normalidade.	
311.	O escoamento que ocorre nos períodos de normalidade transporta material que vai sendo acumulado na área de deposição.	平常時の流水により運搬されてくる土砂は堆砂地に堆積する。
312.	A remoção periódica de detritos, incluindo troncos carreados, é executada de tempos em tempos, a fim de recuperar o volume de deposição dessa área.	定期的な除石は、空き容量を回復させるために実施する、流木の除去を含む除石である。
313.	As barreiras impermeáveis com gestão de sólidos têm eficácia para reter o fluxo de detritos, mas também retém o material transportado na normalidade, tendo um formato que possibilita a redução gradativa do volume de deposição, por isso, a remoção periódica desse material, incluindo os troncos carreados, é imprescindível para garantir a eficácia da barreira.	管理型不透過型砂防堰堤は、確実に土石流を捕捉する効果を有するが、平常時の流送土砂も捕捉することから、堆砂地の空容量が徐々に減少してしまう形式である。このため堆砂地に堆積した土砂及び流木を定期的に除石することが、砂防堰堤の効果を確保する観点から必須となる。
314.	Uma vez que a taxa de deposição a montante da barreira varia conforme as especificidades de cada bacia hidrográfica, é desejável realizar a inspeção periódica a fim de decidir pela necessidade ou não de executar a remoção de detritos.	堰堤上流側への堆砂率は、流域特性によって異なることから、各砂防堰堤について除石の必要性を判断するための定期点検を実施することが望ましい。
315.	Vale destacar que as barreiras permeáveis também devem ser alvo de inspeções periódicas, sendo que, nesses casos, a remoção de detritos deve ser executada quando a recuperação do volume da área de deposição for considerada necessária, devido à presença de detritos e troncos acumulados no local.	なお、定期点検は、透過型砂防堰堤も点検対象とし、点検において土砂や流木の堆積により堆砂容量の回復が必要と判断される場合には除石を実施するものとする。
316.	4.2.3 Remoção de detritos da Barreira Permeável	4.2.3 透過型堰堤の除石
317.	Para que as instalações exerçam suas funções de retenção de fluxo de detritos e de troncos carreados de forma satisfatória, periodicamente e após a ocorrência de fluxo de detritos, deve-se prontamente verificar as condições de deposição dos sólidos, realizando a remoção dos mesmos, conforme a necessidade. As inspeções periódicas para verificar as condições da deposição serão realizadas 1 vez por ano, tendo como referência a experiência japonesa. Vide “Manual de Gestão e Manutenção” para mais detalhes.	土石流・流木対策施設が十分に発揮するよう、定期的及び土石流発生後等においてすみやかに堆砂状況の確認等を行い、必要に応じて流木の除去を含む除石を行う。堆砂状況の確認のための点検は、日本の経験を参考にして年に 1 回程度実施する。詳細は維持管理マニュアルを参照されたい。
318.	As Figuras 2.16 e 2.17 servem como referência para ilustrar o momento da remoção de detritos de uma barreira permeável.	図 2.16 及び 2.17 は透過型堰堤の除石のタイミングを把握するための参考である。
319.	Estas figuram indicam a relação entre a altura útil e o volume útil da instalação, tendo como base o histórico de eventos ocorridos em rios com largura e inclinação do leito bastante variadas.	これらの図は、川幅や渓床勾配が大きく異なる既往事例から有効高と施設効果量の関係を示したものである。

320.	Considerando a média dos referidos eventos, quando a altura de deposição atinge aproximadamente 30% da altura útil, há uma redução de 10% do volume de retenção de sólidos.	この図の結果によると、堆積高が有効高の３０%程度に達すると、土砂捕捉容量は約１０%低下する。
321.	Visto as incertezas envolvidas, é preciso realizar a remoção de detritos de forma célere, sempre que a redução do volume de retenção de sólidos chegue a 10%, ou seja antes que a altura de deposição ultrapasse 30% da altura útil da barreira.	不確実性を考慮すると、土砂捕捉容量が 10%低下した場合、すなわち堆積高が堰堤有効高の 30%を超えるまで堆砂した場合には速やかな除石が必要である。
322.	Outra abordagem seria considerar a topografia do talvegue, a frequência do escoamento de sólidos, entre outros aspectos, a fim de definir a relação entre a altura útil e a redução do volume útil da barreira.	また、その他に渓流の地形や土砂流出の頻度等を考慮して、有効高と堰堤効果量の低下の関係を考慮する手段もある。
323.	Figura 2.16- Imagem da altura de deposição e volume de espaço vago	図 2.16 - 堆砂高と空容量のイメージ図
324.		
325.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会
326.	Figura 2.17 - Imagem estimativa da relação da altura de deposição e o volume de espaço vago	図 2.17 - 堆積高と空容量の関係の推定図

327.		
328.	Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee	出典：一般財団法人 砂防・地すべり技術センター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会

1.	**Capítulo 3 – Condições para análise da Barreira Sabo Impermeável**	**第３章 - 不透過型砂防堰堤の検討条件**
2.	**1. Vazão de projeto**	**1. 設計流量**
3.	1.1 Vazão utilizada	1.1 使用する流量
4.	Quando da elaboração de projeto da barreira sabo consideram-se dois tipos de vazão. A primeira é vazão de projeto dos períodos de cheia (por diante denominada vazão de cheias) e, a segunda é a vazão que aumenta especialmente com a concentração de troncos e fragmentos rochosos na parte frontal do fluxo de detritos (por diante denominda vazão de pico do fluxo de detritos.	砂防堰堤の設計に用いる流量は 2 種類である。ひとつは洪水時の設計流量（以下、設計流量（洪水時）と呼ぶ）、もうひとつは石礫や流木が集中し特に流量が大きくなる土石流のフロント部の流量（以下、土石流ピーク流量と呼ぶ）である。
5.	A barreira sabo é projetada para ser segura frente à vazão de pico do fluxo de detritos que escoa até o local de instalação da barreira.	砂防堰堤は、砂防堰堤位置まで流下してくる土石流ピーク流量に対して安定するように設計する。
6.	No entanto, mesmo na ocorrência da precipitação adotada no projeto, o fluxo de detritos pode não acontecer.	しかしながら、設計に用いる規模の降雨があっても土石流が発生しないことがある。
7.	Logo, a barreira sabo deve ser estável também frente à vazão de cheia, vazão de projeto dos períodos de cheia. O projeto das barreiras deve utilizar as condições de “condição de cheia” e do pico do fluxo de detritos.	そこで、砂防堰堤は、設計流量（洪水時）の流量に対しても安定するように設計する。
8.	Para vazão de projeto (vazão de cheia), utiliza-se a fórmula racional. Adiciona-se à vazão calculada o volume correspondente aos sólidos em suspensão.	設計流量（洪水時）は、合理式を用いて算出した洪水流量に浮遊砂量に相当する値を足したものである。
9.	1.2 Método de cálculo da vazão de projeto (vazão de cheia)	1.2 設計流量（洪水時）の算定方法
10.	A vazão considera a taxa de mistura de solo na água e é calculada a partir do volume de precipitação estimada na escala de tempo de projeto ou da máxima registrada no local.	土砂混入率を考慮した流量で、計画推定降雨量または現地の既往最大降雨量から算定する。
11.	O método de cálculo é apresentado a seguir.	算定方法は以下に示す。
12.	1.2.1 Porte do projeto	1.2.1 計画規模
13.	O porte do projeto para o dimensionamento das obras para fluxo de detritos é a escala estimada do próprio fluxo de detritos.	土石流対策計画の計画規模は、想定される土石流の規模とする。
14.	Comumente, a estimativa do volume de precipitação de projeto é feita considerando o tempo de recorrência de 100 anos.	一般には計画降雨量の算定は 100 年の再現確率を考慮して行う。

15.	1.2.2 Vazão da água	1.2.2 水の流量
16.	A vazão da água é calculada usando a fórmula racional.	水の流量は、合理式（Rational formula）を用いて算出する。
17.	Geralmente a fórmula racional é usada para o cálculo da vazão de projeto da barreira.	合理式は一般的に、堰堤設計流量の算出に用いる。
18.	Quando a área da bacia for relativamente pequena (na maioria dos casos inferior a 100km^2 ou quando o tempo de concentração para chegar até o ponto mais longe da bacia seja em torno de 2 horas), nos casos em que a necessidade de considerar o fenômeno de armazenamento da bacia seja baixa, aplica-se a fórmula racional.	流域面積が比較的小さく（概ね 100 km^2 未満または流域の最遠点からの到達時間が概ね 2 時間程度まで）、流域の貯留現象を考慮する必要性が低い場合は、合理式を用いる。
19.	$Q_P = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$	$Q_P = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$
20.	Onde: Q_p：Vazão de pico obtida pela fórmula racional (m³/s) C： Coeficiente de escoamento Ⅰ： Intensidade média do volume de chuva (mm/h) dentro do tempo de concentração A： Área da bacia (km²)	ここで、 Q_p：合理式によって求められるピーク流量(m³/s) C：流出係数 I：洪水到達時間内の平均雨量強度（mm/h） A：流域面積（km^2）
21.	(1) Coeficiente de escoamento superficial	(1) 表層流出係数
22.	Na Tabela 3.1, são apresentados coeficientes de escoamento adotados em projetos das barreiras, que variam conforme as condições de uso do solo e período de recorrência adotado para a precipitação.	表 3.1 に示す堰堤設計に用いる流出係数は、土地利用状況や降雨の再現期間によって変動する。
23.	Note-se que, geralmente, adota-se o período de recorrência de 100 anos.	なお、一般的に再現期間は 100 年とする。
24.	Tabela 3.1 Coeficientes de escoamento(C)[1]	表―3.1 流出係数(C)[1]

[1] Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos, Edição 2018

25.

USO DO SOLO	Tempo de recorrência (anos) 2-10	25	50	100
Rede Viária				
Vias pavimentadas	0,75-0,85	0,83-0,94	0,90-0,95	0,94-0,95
Vias não pavimentadas	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88
Áreas Industriais				
Pesadas	0,70-0,80	0,77-0,88	0,84-0,95	0,88-0,95
Leve	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88
Áreas Comerciais				
Centrais	0,75-0,85	0,83-0,94	0,90-0,95	0,94-0,95
Periféricas	0,55-0,65	0,61-0,72	0,66-0,78	0,69-0,81
Áreas Residenciais				
Gramados planos	0,10-0,25	0,11-0,28	0,12-0,30	0,13-0,31
Gramados íngremes	0,25-0,40	0,28-0,44	0,30-0,48	0,31-0,50
Loteamentos com terrenos >300 m²	0,30-0,04	0,33-0,44	0,36-0,48	0,31-0,50
Residências unifamiliares	0,45-0,55	0,50-0,61	0,54-0,66	0,56-0,69
Conjuntos habitacionais de uso misto	0,50-0,60	0,55-0,66	0,60-0,72	0,63-0,75
Prédios/conjuntos de apartamentos	0,60-0,70	0,66-0,77	0,72-0,84	0,75-0,88
Playgraund/Praças	0,40-0,50	0,44-0,55	0,48-0,60	0,50-0,63
Áreas Rurais				
Áreas Agrícolas	0,10-0,20	0,11-0,22	0,12-0,24	0,13-0,25
Solo exposto	0,20-0,30	0,22-0,33	0,24-0,36	0,25-0,38
Terenos montanhosos	0,60-0,80	0,66-0,88	0,72-0,95	0,75-0,95
Telhados	0,80-0,90	0,90	0,90	0,90

土地利用	再現期間（年単位） 2-10	25	50	100
道路網				
舗装道路	0.75-0.85	0.83-0.94	0.90-0.95	0.94-0.95
舗装されていない道	0.60-0.70	0.66-0.77	0.72-0.84	0.75-0.88
工業区域				
重工業	0.70-0.80	0.77-0.88	0.84-0.95	0.88-0.95
軽工業	0.60-0.70	0.66-0.77	0.72-0.84	0.75-0.88
商業区域				
都心部	0.75-0.85	0.83-0.94	0.90-0.95	0.94-0.95
郊外	0.55-0.65	0.61-0.72	0.66-0.78	0.69-0.81
住居区域				
平坦な芝	0.10-0.25	0.11-0.28	0.12-0.30	0.13-0.31
傾斜地にある芝	0.25-0.40	0.28-0.44	0.30-0.48	0.31-0.50
分譲土地＞300 m²	0.30-0.04	0.33-0.44	0.36-0.48	0.31-0.50

		一世帯住宅	0.45-0.55	0.50-0.61	0.54-0.66	0.56-0.69
		併用集合住宅用地	0.50-0.60	0.55-0.66	0.60-0.72	0.63-0.75
		ビル/アパート	0.60-0.70	0.66-0.77	0.72-0.84	0.75-0.88
		遊び場/公園	0.40-0.50	0.44-0.55	0.48-0.60	0.50-0.63
		農村区域				
		農業区域	0.10-0.20	0.11-0.22	0.12-0.24	0.13-0.25
		裸地	0.20-0.30	0.22-0.33	0.24-0.36	0.25-0.38
		山地	0.60-0.80	0.66-0.88	0.72-0.95	0.75-0.95
		屋根	0.80-0.90	0.90	0.90	0.90
26.	(2) Tempo de concentração	(2) 洪水到達時間				
27.	O tempo de concentração é definido como o tempo necessário para que a chuva precipitada no ponto mais distante da bacia chegue até a saída da bacia.	洪水到達時間は、流域の最遠点に降った雨がその流域の出口に達するまでに要する時間として定義される。				
28.	Devido à complexa relação das condições e dos elementos da bacia com o tempo de concentração, existem diversas propostas de métodos de cálculo.	洪水到達時間は、流域の状況や要素が複雑に関係するため、複数の算出方法が提案されている。				

29.	Por exemplo, no “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, 2005[2]’’, publicado pelo DNIT, é feita uma análise comparativa empírica do tempo de concentração.	例えば、DNIT の「Manual of Basic Hydrology for Drainage Structures」（2005 年） では、洪水到達時間の経験式の比較分析が行われている。
30.	O documento ainda apresenta 15 fórmulas de cálculo usadas para bacias de até 2,5km^2.	2.5km²以下の流域で採用されている 15 の計算式が示されている。
31.	Por outro lado, a Revista Brasileira de Recursos Hídricos apresentou o artigo: “Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais” (da Silveira, 2005)[3], onde são demonstradas 23 fórmulas de cálculo do tempo de concentração.	また、Revista Brasileira de Recursos Hídricos 誌に掲載された「Performance of Concentration Time Formulas in Urban and Rural Watersheds」（da Silveira, 2005）という論文では，洪水到達時間に関する 23 の計算式が示されている。
32.	Apresenta-se, a seguir, um exemplo de cálculo para o tempo de concentração utilizando a soma do “tempo em que água da chuva precipitada na bacia chega até o leito do talvegue” e do “tempo em que escoa pelo leito do talvegue”.	なお参考として、「雨水が流域から河道に至る流入時間」と「河道内の流下時間」の合計時間から洪水到達時間を算出する方法を以下に示す。
33.	1） Tempo de influxo até o talvegue	1）渓流までの流入時間
34.	Como tempo de influxo até o talvegue (tempo médio da chegada da água da chuva até o leito do talvegue), geralmente, são adotados os seguintes valores:	渓流までの流入時間（流域内での河道に到達する平均時間）は、一般的に次の値を用いる。
35.	Bacias em área montanhosa 2km^2 30min	山地流域 2km^2 30 分
36.	Bacias em áreas especialmente íngremes 2km^2 20min	特に急斜面流域 2km^2 20 分
37.	2） Tempo de escoamento pelo leito do talvegue	2）渓流河床の流下時間
38.	Existem muitas propostas de métodos de cálculo para estimar o tempo de escoamento pelo leito do talvegue.	渓流河床流下時間の算出式は、複数の手法が提案されている。
39.	A Fórmula de Kraven, apresentada abaixo, é a mais comumente adotada.	一般的に以下に示すクラーヘン式（Kraven formula）を用いることが多い。

[2] DNIT-Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes-Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. (2005). Manual de Hidrologia Básica Para Estruturas de Drenagem (2ª ed.), Rio de janeiro. 道路研究機構、インフラ及び交通部 DNIT、計画・研究部研究・検討総科研究・検討総科道路研究機構「排水施設のための基本水文マニュアル（第 2 版）」、リオデジャネイロ州

[3] da Silveira, A. L. (2005). Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 10, pp. 5-23.

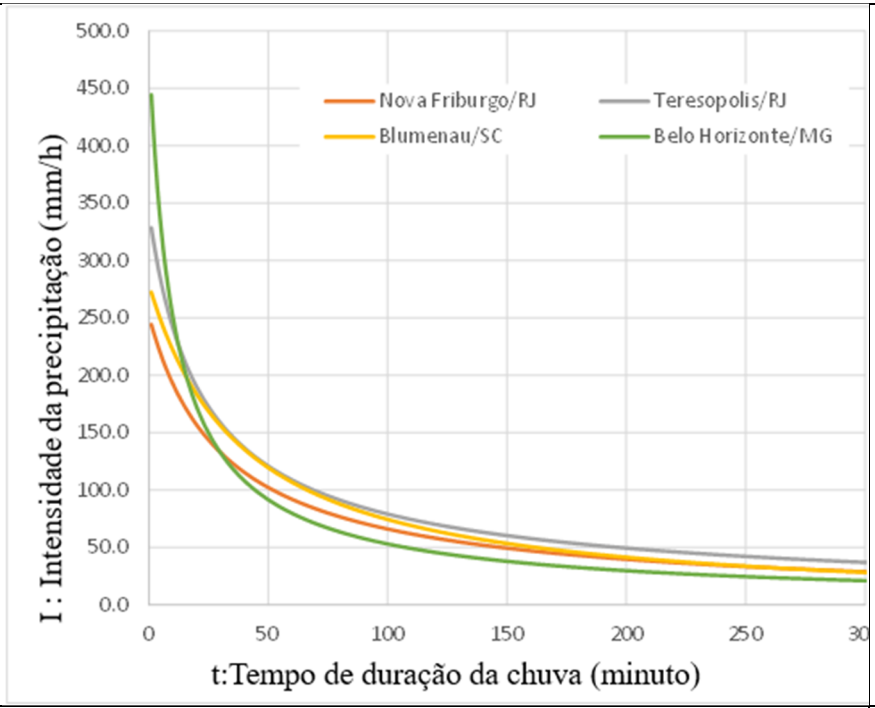
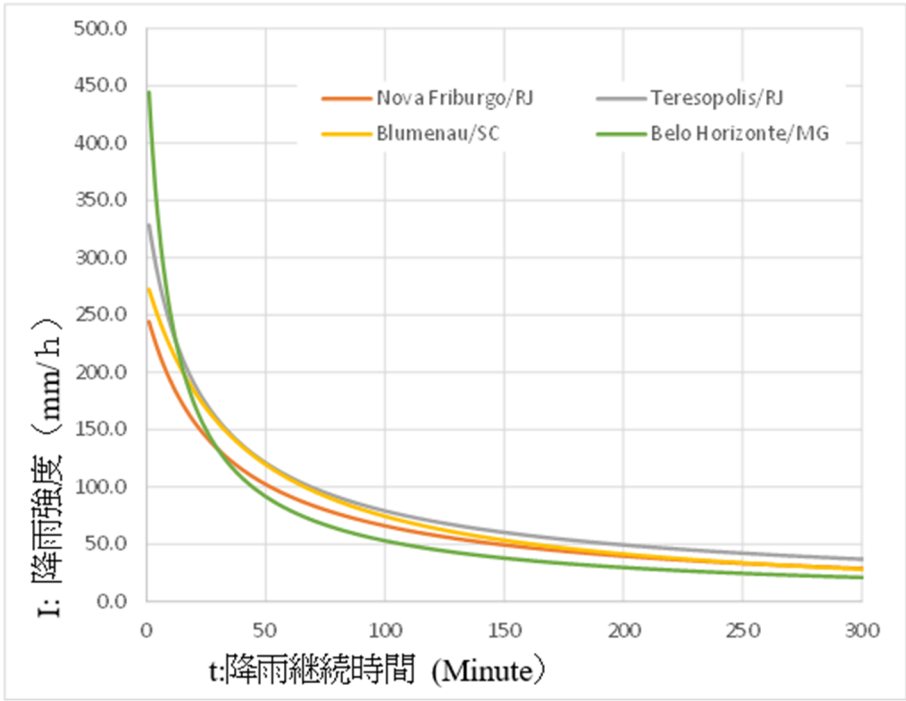
<table>
<tr><td>40.</td><td>T = L/W<table><tr><td>I</td><td>Acima de 1/100</td><td>1/100-1/200</td><td>Abaixo de 1/200</td></tr><tr><td>W</td><td>3,5m/s</td><td>3,0m/s</td><td>2,1m/s</td></tr></table></td><td>T = L/W<table><tr><td>I</td><td>1/100以上</td><td>1/100-1/200</td><td>1/200以下</td></tr><tr><td>W</td><td>3.5m/s</td><td>3.0m/s</td><td>2.1m/s</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>41.</td><td>Onde:
T：Tempo de escoamento pelo leito do talvegue (s)
L：Comprimento do canal de escoamento (m)
W：Velocidade do escoamento da inundação (m/s)
I： Inclinação média do canal de escoamento</td><td>ここで、
T：渓流河床流下時間（sec）
L：流路長（m）
W：洪水流出速度（m/sec）
I：流路勾配</td></tr>
<tr><td>42.</td><td>（3）Intensidade média do volume de chuva dentro do tempo de concentração</td><td>（3）洪水到達時間内の平均雨量強度</td></tr>
<tr><td>43.</td><td>É possível calcular a intensidade média do volume de chuva a partir da curva de Intensidade, Duração e Frequência - IDF.</td><td>洪水到達時間内の平均雨量強度は、IDF（Intensity Duration and Frequency）曲線から算出することができる。</td></tr>
<tr><td>44.</td><td>Normalmente, os manuais e diretrizes dos governos municipais, estaduais e federal apresentam as curvas IDF para serem usadas como referência.</td><td>一般的に市・州・連邦政府のマニュアルやガイドラインには、参考となる IDF 曲線が記載されている。</td></tr>
<tr><td>45.</td><td>Contudo, se não houver informações orientativas que possam ser aplicadas à localidade alvo, é possível utilizar as equações e gráfico abaixo como referência, sendo baseadas em Pfafstetter (1982) e Festi (2006).</td><td>しかし、もし対象地域に対して適応可能な情報がない場合は、Pfafstetter (1982) e Festi (2006)に基づく以下の式と表を参考とすることができる。</td></tr>
<tr><td>46.</td><td>[Referência Bibliográfica]
-Pesquisa sobre as curvas IDF das regiões brasileiras, pelo Engenheiro Otto Pfasfstetter do Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS[4].
-Artigo sobre as curvas IDF das regiões brasileiras apresentado no XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (Festi, 2006)[5]</td><td>[参考文献]
DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento)の Otto Pfasfstetter 技師によるブラジル各地の IDF 曲線に関する研究 [4]
XVI Brazilian Symposium of Hydric Resources (Appendix X)において発表されたブラジル各地の IDF 曲線に関する論文</td></tr>
</table>

[4] Pfafstetter, O. (1982). Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequências de chuvas, registradas com pluviógrafos, em 98 postos meteorológicos (2ª ed.). Rio de Janeiro: DNOS. ブラジルに於ける豪雨：気象ステーションのプルビオグラフ 98 台が記録した雨量、降雨時間及び頻度の関係について（第 2 版）

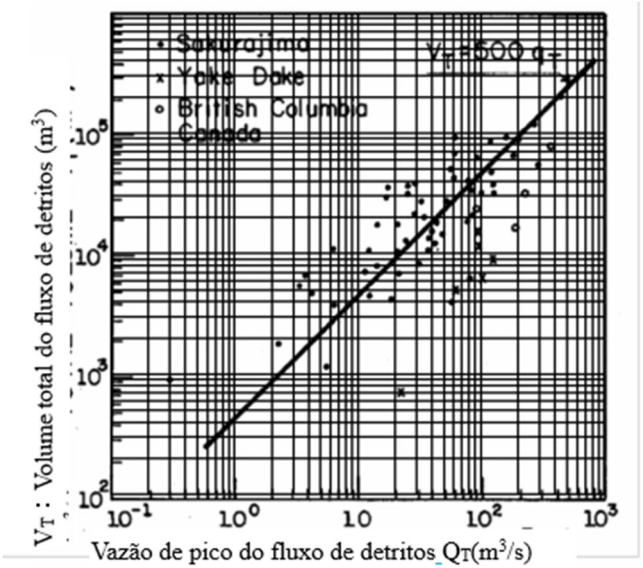
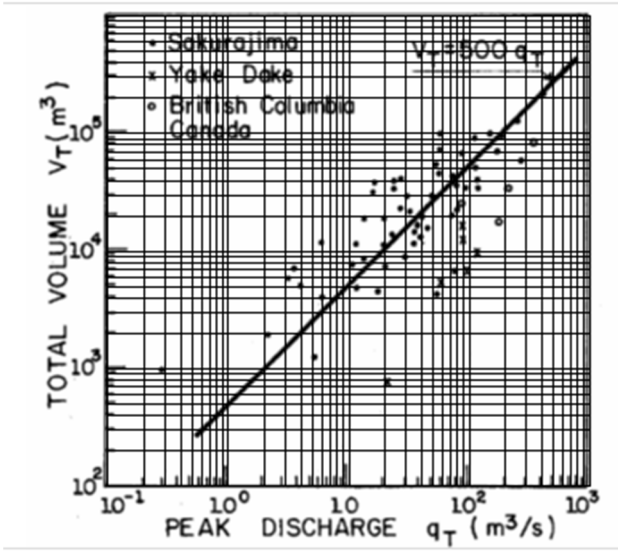
[5] Festi, A. V. (2006). Equações de Chuva Brasileira. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Festi, A. V. (2006). ブラジルに於ける雨の式 XVI Brazilian Symposium of Hydric

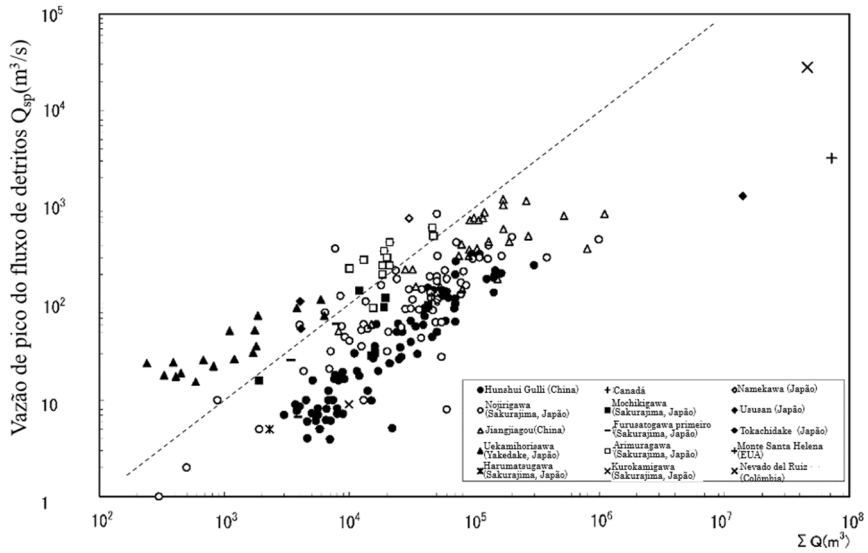
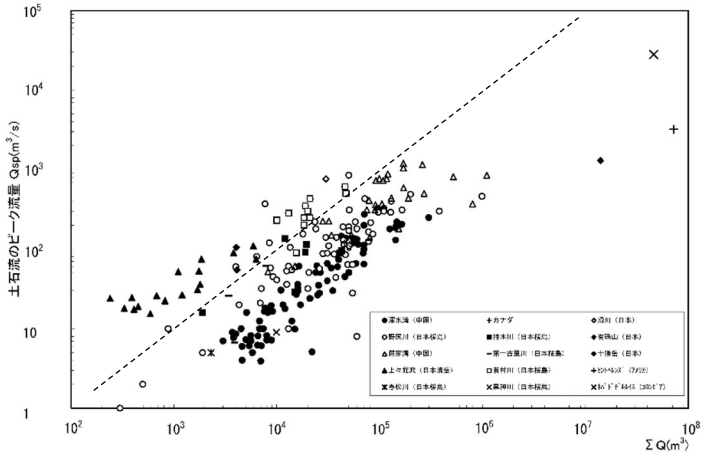
47.	Apresenta-se a fórmula de cálculo da curva IDF abaixo:	IDF 曲線の算出式を以下に示す。
48.	$$I = \frac{a \cdot {T_R}^b}{(t+c)^d}$$	$$I = \frac{a \cdot {T_R}^b}{(t+c)^d}$$
49.	Onde: I: Intensidade da precipitação (mm/h) T_R : Tempo de recorrência a,b,c,d : Coeficiente por localidade t : Tempo de duração da chuva (= tempo de concentração)	ここで、 I: 降雨強度（mm/ h） T_R：再現期間 a,b,c,d：地域ごとの係数 t：降雨継続時間 (=洪水到達時間)
50.	Figura－3.1 Imagem das curvas IDF (Chuvas intensas no Brasil) (Pfafstetter,1982). Obs. O tempo de recorrência destas curvas é de 100 anos.	図 3.1－ IDF 曲線のイメージ (ブラジルに於ける豪雨) (Pfafstetter,1982). 備考：この図の年超過確率は 100 年です。

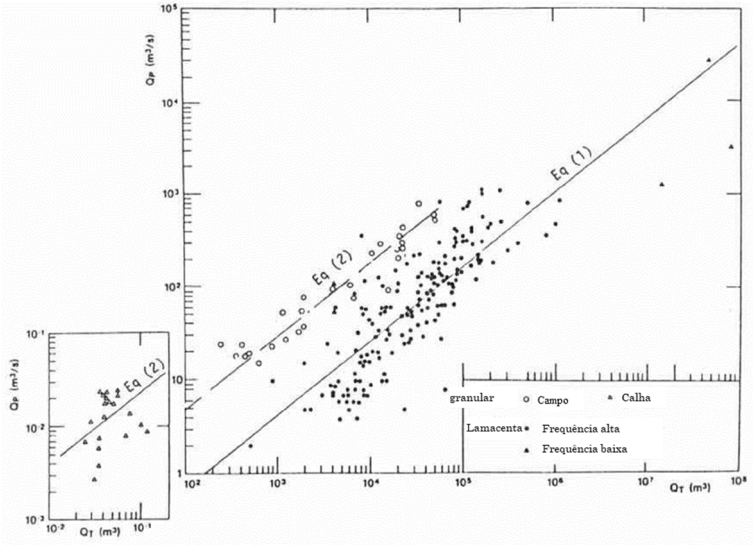
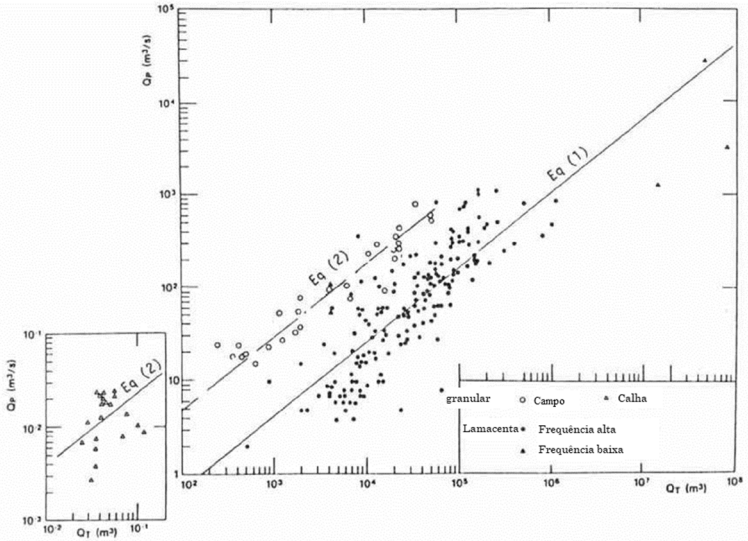
Resources

51.		
52.	1.2.3 Vazão que considera o solo carreado pela água	1.2.3 流水に流下される土砂を考慮した流量
53.	A vazão que considera o solo carreado pela água é definida, por padrão, multiplicando-se por uma vez e meia (1,5) o valor da vazão da água.	土砂含有を考慮した流量は、流量の 1.5 倍を基本として決定する。
54.	A vazão que considera o solo carreado pela água é calculada com a taxa de mistura de material fino sobre a vazão da água.	土砂流出を考慮した流量は、土砂混入率を流量にかけて算出する。
55.	Na bacia, onde será implementada a barreira, é desejável estabelecer uma taxa de mistura do solo carreado com margem de segurança suficiente, uma vez que não é muito comum que as obras Sabo sejam realizadas na parte superior da bacia.	堰堤を整備する対象流域は、上流域の砂防工事は一般的にあまり実施されていない状況にあることから、十分余裕を持った安全な土砂混入率を設定することが望ましい。
56.	Nesse momento, obtemos a vazão de projeto (vazão de cheia) que considera o solo carreado pela água com a taxa de mistura, conforme a fórmula abaixo: $Q = (1 + \alpha) \times Q_P$	そこで、土砂含有率を考慮した設計流量（洪水時）は、次式より求める。 $Q = (1 + \alpha) \times Q_P$

57.	Onde: Q：Vazão de projeto (vazão de cheia) (m^3/s) α：Taxa de mistura do solo carreado pela água (0,5) Q_P：Vazão da água (m^3/s)	ここで、 Q：設計流量（洪水時）（m^3/s） α：流水によって流下される土砂混入率（0.5） Q_P：水の流量（m^3/s）
58.	1.3 Método de cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos	1.3 土石流ピーク流量の算出方法
59.	A vazão de pico do fluxo de detritos é obtida basicamente pela “fórmula de correlação entre o volume total do fluxo de detritos e a vazão de pico do fluxo de detritos” desenvolvida a partir dos resultados dos levantamentos dos fluxos de detritos ocorridos no passado.	土石流ピーク流量は、過去の土石流調査結果から作成された「土石流ピーク流量と土石流の総流量との関係式」から求めることを基本とする。
60.	O volume total do fluxo de detritos é obtido a partir do cálculo do volume de sólidos carreados da bacia, cujo método de cálculo está demonstrado abaixo.	土石流の総流量は、流域の流出土砂量から算出する。算出方法を以下に示す。
61.	É possível, também, estimar a vazão de pico do fluxo de detritos em uma bacia a partir de evidências históricas de escoamento de fluxos nessa mesma bacia.	同一流域において、土石流の流下実績から土石流ピーク流量を推定することができる。
62.	1.3.1 Fórmula de correlação entre o volume total e a vazão de pico do fluxo de detritos	1.3.1 土石流ピーク流量と土石流総流量との関係式
63.	(1) Fórmula de correlação 1	(1) 関係式 1
64.	Apresenta-se, abaixo, a fórmula de correlação entre o volume total e a vazão de pico do fluxo de detritos embasada nos dados observacionais ocorridos no Canadá, em Sakurajima (Japão) e em Yakedake (Japão).	焼岳、桜島、カナダで発生した土石流ピーク流量の観測データに基づく土石流総流量とピーク流量との関係式を以下に示す。
65.	$Q_T = 0.002 \cdot V_T$	$Q_T = 0.002 \cdot V_T$
66.	Onde: Q_T：Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s) V_T：Volume total do fluxo de detritos (m^3/s)	ここで、 Q_T：土石流ピーク流量 (m^3/s) V_T：土石流総流量 (m^3/s)
67.	Figura－3.2 Correlação empírica entre a vazão de pico e o volume total do fluxo de detritos[6)]	図 3.2 －経験に基づいた土石流ピーク流量と土石流総流量の関係 [6)]

68.		
69.	Fonte :	出典
70.	KANJI, M.A.; MASSAD, F.; CRUZ, P.T. (2003): Debris Flows in Areas of Residual Soils, International Workshop on Occurrence and Mechanism of Flows in Natural Slopes and Earth 111 Is, 2003, Sorrento. International Workshop on Occurrence and Mechanism of Flows in Natural Slopes and Earth-hills.	KANJI, M.A.; MASSAD, F.; CRUZ, P.T. (2003): Debris Flows in Areas of Residual Soils, International Workshop on Occurrence and Mechanism of Flows in Natural Slopes and Earth 111 Is, 2003, Sorrento. International Workshop on Occurrence and Mechanism of Flows in Natural Slopes and Earth-hills.
71.	(2) Fórmula de correlação 2	(2) 関係式 2
72.	Apresenta-se, abaixo, a fórmula de correlação entre volume total e a vazão de pico do fluxo de detritos embasada nos dados observacionais de vazão de pico dos fluxos de detritos ocorridas no Japão, Canadá, China, Estados Unidos e Colômbia.	日本、カナダ、中国、アメリカ、コロンビアで発生した土石流ピーク流量の観測データに基づく土石流総流量とピーク流量との関係式を以下に示す。
73.	$Q_P = 0{,}01 \cdot V_T$	$Q_P = 0.01 \cdot V_T$

74.	Onde: Q_p : Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s) V_T : Volume total do fluxo de detritos (m^3)	ここで、 Ｑｐ：土石流ピーク流量 (m^3/s) V_T：土石流総流量 (m^3)
75.	Figura－ 3.3 Correlação empírica entre a vazão de pico e o volume total do fluxo de detritos	図－ 3.3 経験に基づいた土石流ピーク流量と土石流総流量の関係
76.		
77.	Fonte：Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department	出典：砂防基本計画策定指針（土石流･流木対策編），国土交通省
78.	(3) Fórmula de correlação 3	(3) 関係式 3
79.	Separando-se os dados considerados para a proposição da fórmula de correlação 2 de acordo com o tipo de material de maior volume contido (lama ou bloco), obtiveram-se as seguintes fórmulas:	関係式 2 を提案した際の観測データを含有土砂の種類 (泥分または石礫)の含有量が多いケースに分け、以下の式を得る。
80.	$Q_P = 0{,}0188 \cdot {V_T}^{0{,}780}$ (Eq(1) : Caso em que o maior volume contido é de lama)	$Q_P = 0.0188 \cdot {V_T}^{0{,}780}$　(Eq(1)：泥分の含有量多い場合)
81.	$Q_P = 0{,}135 \cdot {V_T}^{0{,}780}$ (Eq(2) :Caso em que o maior volume contido é de bloco)	$Q_P = 0.135 \cdot {V_T}^{0{,}780}$　(Eq(2) :石礫の含有量が多い場合)

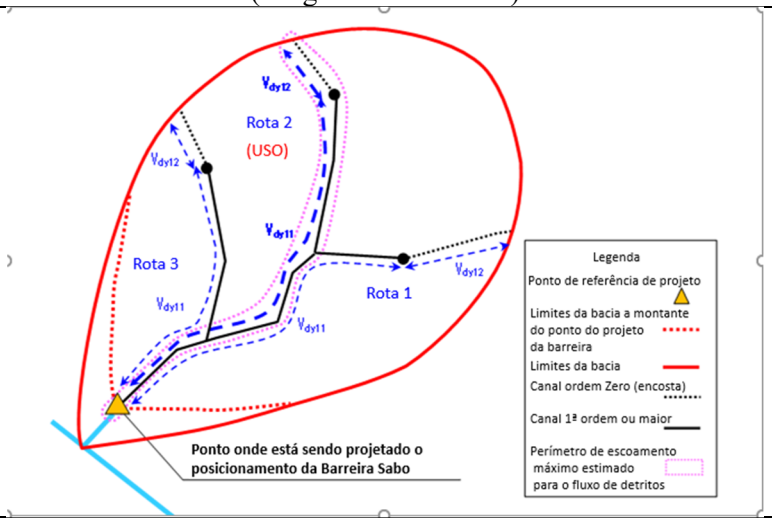
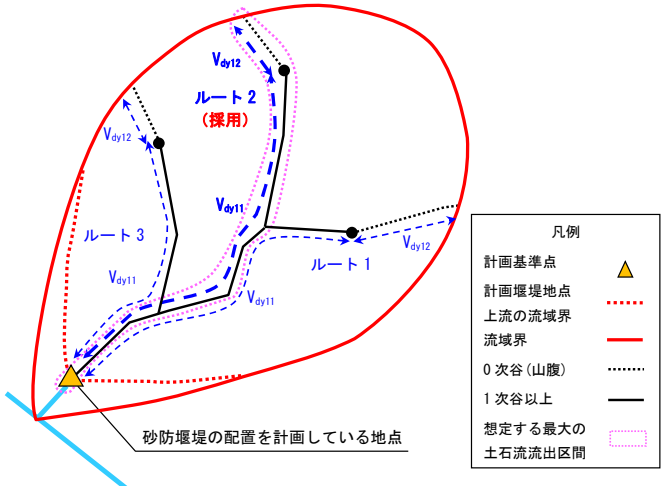
82.	Onde: Q_p : Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s) V_T : Volume total do fluxo de detritos (m^3)	ここで、 Q_p：土石流ピーク流量（m^3/s） V_T：土石流総流量（m^3）
83.	Figura－3.4 Correlação entre vazão de pico e volume total do fluxo de detritos[8]	図3.4 －土石流ピーク流量と土石流総流量の関係[8]
84.		
85.	Fonte：	出典
86.	8. T. MIZUYAMA, S. KOBASHI, OU. G (1992): Prediction of Debris Flow Peak Disvharge, Interpraevent 1992-Bern, P99	8. T. MIZUYAMA, S. KOBASHI, OU. G (1992): Prediction of Debris Flow Peak Disvharge, Interpraevent 1992-Bern, P99
87.	1.3.2 Volume total do fluxo de detritos	1.3.2 土石流総流量
88.	O volume total do fluxo de detritos é a soma do volume de sólidos e da água que compõem o fluxo de detritos em um evento.	土石流の総流量は、土石流１回に含まれる水と土砂の和から得られる総量である
89.	É obtida com base no cálculo do volume de sólidos carreados.	流出土砂量の計算に基づいて求められる。
90.	O volume total do fluxo de detritos é calculado usando a concentração do fluxo que atinge a barreira.	土石流総量は、堰堤に到達する土石流の濃度を用いて算出する。

91.	O volume de sólidos carreados é calculado a partir do volume potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue que considera os poros, por ser estabelecido com base em levantamento de campo.	移動可能土砂量から算出される流出土砂量は、現地調査に基づき設定することから空隙が考慮される。
92.	Entretanto, uma vez que o fluxo de detritos é um fenômeno em que sólidos e a água formam um único corpo, ao calcular o volume total do fluxo de detritos é necessário deduzir os poros do material sólido.	なお土石流は水と土砂が一体となる現象であることから、土石流の総流量を算出する際は、土砂の空隙を控除して算出する必要がある。
93.	$$\sum V = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d}$$	$$\sum V = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d}$$
94.	Onde: V: Volume total em um evento de fluxo de detritos (m^3) C_d : Concentração do fluxo de detritos C*：Concentração de sólidos do material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue, fundo de vale e encostas adjacentes (aprox. 0,6), consistindo no volume de partículas sólidas dividido pelo volume total do material, ou seja, 1-n, sendo n a porosidade deste material. V_{dqp} ：Volume de sólidos depositado no fundo do vale e existente nas encostas adjacentes estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos (inclui poros). Limite mínimo do Vdqp é estabelecido em 1.000m^3	ここで、 V：土石流総流量（m^3） C_d：土石流濃度 C^*：谷底及び上流斜面に存在する移動可能土砂量の濃度（0.6 程度）、粒子量を総土砂量で割って得られる。要するに、1- n はその量の空隙率である。 V_{dqp}：１回の土石流に流下されると推定される、谷底及び上流斜面に存在する土砂量（空隙を含む）V_{dqp} は 1,000m^3 を下限値とする。
95.	(1) Concentração do fluxo de detritos (C_d)	(1) 土石流濃度 (C_d)
96.	A concentração do fluxo de detritos é obtida pela fórmula de igual concentração (Fórmula Takahashi[8)]).	土石流濃度は平衡濃度式（高橋式 [8)]） で求めるものとする。
97.	Esta fórmula é usada principalmente para talvegues com inclinação entre 10° e 20°, contudo pode ser aplicada em trechos com inclinação mais suave.	この式は、主に渓床勾配 10 °～20 °に適用される式であるが、それよりも緩勾配の範囲についても準用する。
98.	Vale destacar que quando o valor de cálculo (C_d) for maior que 0,9C_*, deve ser mantido em C_d=0,9C_*e quando for menor que 0,3, deve ser mantido em C_d=0,30.	なお、計算値(C_d)が 0.9C_*よりも大きくなる場合は、C_d=0.9C_*とし、計算値(C_d)が 0.3 よりも小さくなる場合は C_d=0.30 とする。
99.	8. Takahashi, T. (2007). Debris flow, Mechanics, Prediction and Countermeasures. London,UK: Taylor & Francis Group.P46	8. Takahashi, T. (2007). Debris flow, Mechanics, Prediction and Countermeasures. London,UK: Taylor & Francis Group.P46

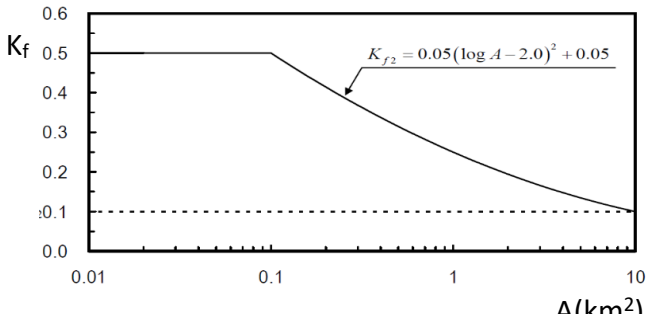
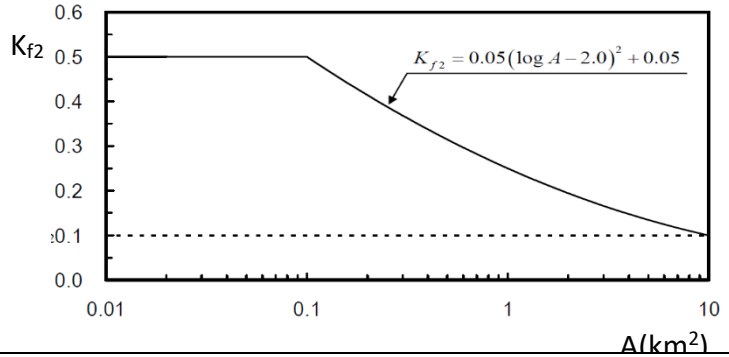
100.	$C_d = \frac{\rho \tan\theta}{(\alpha-\rho)(\mathrm{tg}\,\emptyset-\mathrm{tg}\,\theta)}$	$C_d = \frac{\rho \tan\theta}{(\alpha-\rho)(\mathrm{tg}\,\emptyset-\mathrm{tg}\,\theta)}$
101.	Onde: C_d : Concentração do fluxo de detritos ($0,3 \leqq C_d \leqq 0,54 (= 0,9C_*)$) α : Peso específico dos sólidos grosseiros (aprox. 25,50kN/m^3) ρ : Peso específico da água com lama (aprox. 11,77kN/m^3) φ : Ângulo de atrito interno do material sedimentado (^{o}) (aprox. 30^o a 40^o, comumente usam 35^o) θ : Inclinação do leito do talvegue (^{o}) (Inclinação média do perímetro 200m a montante do ponto de projeto)	ここで、 C_d：土石流濃度（$0.3 \leq C_d \leq 0.54 (= 0.9C_*)$） σ：石礫の単位体積重量（25.50kN/m^3 程度） ρ：泥水の単位体積重量（11.77kN/m^3 程度） φ：堆積土砂の内部摩擦角（°）（30~40°程度で一般に 35°を用いる） θ：渓床勾配（°）（計画地点から概ね上流 200m 間の平均渓床勾配）
102.	A inclinação do leito do talvegue tem como base a inclinação média do leito em um trecho a montante de aproximadamente 200m a partir do ponto de projeto da barreira, sendo obtido a partir da topografia atual do local, antes do projeto de engenharia da obra.	渓床勾配は、砂防堰堤計画地点から概ね上流 200m 間の平均渓床勾配とすることを基本とし、計画施設設計前の現地形より算出する。
103.	Vale destacar que nos casos em que a inclinação do leito do talvegue no trecho de 200m a montante do ponto de projeto da barreira não represente as condições da bacia, deve-se estabelecer trechos adequados às condições de cada talvegue.	なお、堰堤計画地点から上流 200m 区間が渓床勾配を流域の状況を代表していない場合は、当該渓流の状況に応じて区間を設定する。
104.	Ainda, em casos de talvegues de pequeno porte, quando a distância entre o ponto de projeto da barreira até o ponto mais distante da bacia não atinja os 200m, define-se a inclinação média a partir da inclinação original medida a partir do ponto de projeto da barreira até o ponto mais distante da bacia.	また小規模渓流で、堰堤計画地点から流域最遠点までの距離が 200m に満たない場合には、堰堤計画地点から流域最遠点までの平均渓床勾配として設定する。
105.	(2) Volume de sólidos estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos (V_{dqp})	(2)土石流 1 回の発生により流出すると想定される土砂量(V_{dqp})

106.	Nos períodos de chvas intensas, existe a possibilidade de ocorrerem fluxos de detritos simultâneos por vários talvegues, porém são casos muito raros. Por essa razão, o volume total de sólidos do fluxo de detritos V, que é utilizado para calcular a vazão de pico do fluxo de detritos, é obtido a partir do volume de sólidos estimado para escoar em um único evento de fluxo de detritos - V_{dqp}. Dentre as diversas rotas possíveis de ocorrer o escoamento do fluxo de detritos a montante da barreira sabo, compara-se o volume de material pontencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue em rota contínua de maior volume, V_{dy1}, com o volume potencial de material transportável pela chuva, V_{dy2}, adotando o menor valor.	豪雨時には多くの谷から土石流が発生する可能性があるが、全ての谷で同時に土石流が発生するのは稀である。そこで、土石流ピーク流量の算定に用いる土石流総流量 V は、1 回の土石流で流出すると想定される土砂量（V_{dqp}）から算定する。 1 回の土石流で流出すると想定される土砂量（V_{dqp}）には、砂防バリアの上流で考えられる様々な土石流の流下ルートのうち、最も量が多くなる一続きの流下ルートに存在する斜面および渓床の不安定土砂量（V_{dy1}）と、雨によって運搬可能な土砂量（V_{dy2}）とを比較して、小さい方の値を採用する。このとき、一続きの流下ルートに存在する斜面および渓床の不安定土砂量（V_{dy1}）には、考えられる全ての土石流の流下ルート（図－1.3.4）ごとに不安定土砂量を算定して比較し、最も量が多いものを採用する。
	Por exemplo: há 10.000m^3 de material potencialmente instável nas encostas e no leito de uma rota contínua, V_{dy1}, mas o volume potencial de material transportável pela chuva é de apenas 5.000m^3. Nesse caso, adota-se 5.000m^3 como V_{dqp}, volume de sólidos estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos. Por outro lado, mesmo que uma localidade tenha 10.000m^3 de volume potencial de material transportável pela chuva, mas o volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue de uma rota contínua, V_{dy1}, for de somente 2.000m^3, o valor adotado como V_{dqp}, volume de sólidos estimado para escoar em um evento de fluxo de detritos, será de 2.000m^3.	例えば、一続きの流下ルートに存在する斜面および渓床の不安定土砂量（V_{dy1}）は 10,000 m^3あるが、雨によって運搬可能な土砂量（V_{dy2}）が 5,000 m^3しかない場合、1 回の土石流で流出すると想定される土砂量（V_{dqp}）は 5,000 m^3となる。一方、雨によって運搬可能な土砂量（V_{dy2}）が 10,000 m^3ある地域であっても、一続きの流下ルートに存在する斜面および渓床の不安定土砂量（V_{dy1}）が 2,000 m^3しかない場合、1 回の土石流で流出すると想定される土砂量（V_{dqp}）は 2,000 m^3となる。
107.	Vale destacar que nos casos de bacias pequenas, nas quais o resultado dos cálculos de V_{dqp} for menor que 1.000m^3, adota-se o valor 1.000m^3 (limite mínimo)	なお、小規模渓流において V_{dqp} の算出結果が 1,000m^3 未満となる場合は 1,000m^3 を採用する。（下限値）
108.	1） Volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue (V_{dy1})	1）想定される土石流の移動可能土砂量(V_{dy1})
109.	O volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue a ser adotado no projeto (V_{dy1}) é obtido com base nas rotas de escoamento do fluxo de detritos.	設計で扱う移動可能土砂量（V_{dy1}）は、土石流の流下ルートに基づいて求める。

110.	O trecho de escoamento estimado para o fluxo de detritos inclui as diversas rotas (vide Figura 3.5) que convergem para o ponto de referência considerado para a barreira.	土石流が流下すると想定される流下区間には堰堤計画地点に向かう複数のルートが含まれる（図 3.5 を参照）。
111.	Vale ressaltar que a partir dos resultados dos levantamentos dos casos relacionados aos desastres causados por fluxo de detritos até então, observa-se que há poucos exemplos de escoamento simultâneo de material em todos os afluentes.	なお、これまでの土石流災害のケース調査結果から、全支渓から同時に土砂が流出する例は少ないことが考察されている。
112.	Define-se como trecho de projeto aquele em que o escoamento estimado para o fluxo de detritos apresente o volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talveguemais elevado.	計画区間は、最も移動可能土砂量が多くなる区間とする。
113.	O volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talvegue é, então, calculado usando as fórmulas abaixo e comparando o resultado dos cálculos (vide Figura 3.5).	従って、移動可能土砂量の算定は以下の式を用いて算出し、計算結果を比較する。（図 3.5 を参照）
114.	9. Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Edição 2018	9. Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Edição 2018
115.	$V_{dy1}=V_{dy11}+V_{dy12}$ (cálculo feito a cada trecho) $V_{dy11}=A_{dy11}\times L_{dy11}$ $V_{dy12}=A_{dy12}\times L_{dy12}$	$V_{dy1}=V_{dy11}\times V_{dy12}$ （各区間において算出） $V_{dy11}=A_{dy11}\times L_{dy11}$ $V_{dy12}=A_{dy12}\times L_{dy12}$

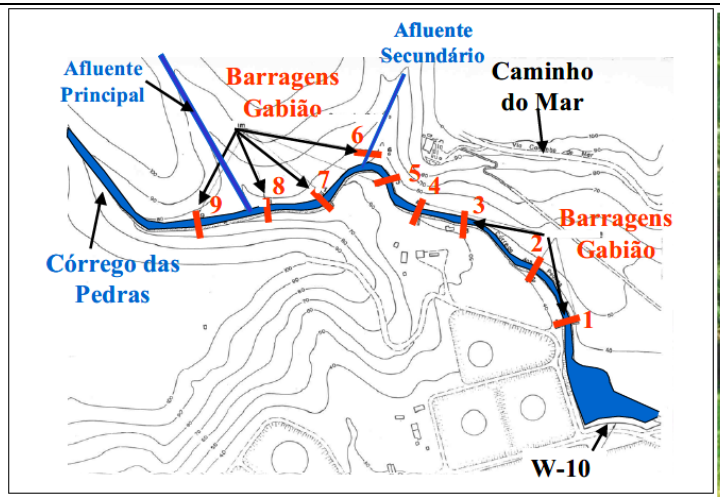
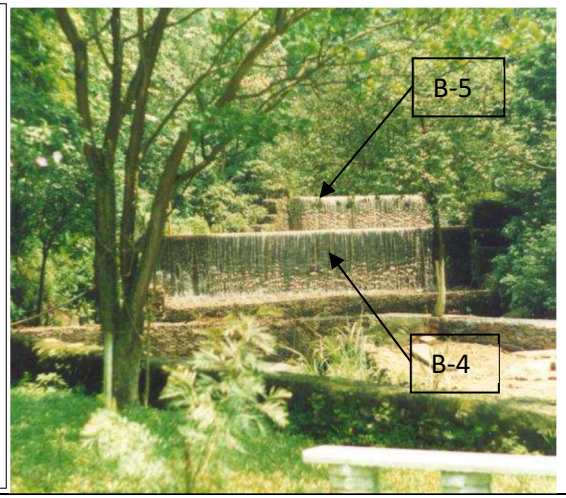
116.	Onde: V_{dy1} : Volume de material potencialmente instável nas encostas e ao longo do talveguedo trecho de escoamento estimado para o fluxo de detritos (m^3) V_{dy11} : Volume de material potencialmente instável que se encontra sedimentado no leito do talvegue do trecho de escoamento estimado para o fluxo de detritos (m^3) V_{dy12} : Volume de material advindo de rupturas das encostas ao longo do trecho de escoamento estimado para o fluxo de detritos (m^3) L_{dy11} : Comprimento medido ao longo do talvegue, a partir do local do projeto da barreira até a extremidade a montante do canal de 1ª ordem (m) L_{dy12} : Comprimento do canal de ordem zero, medido da extremidade a montante do canal de 1ª ordem até o ponto mais distante da bacia (m) A : Área média da seção do material sedimentado no leito do talvegue (m^2)	ここで、 Vdy1：想定土石流流出区間の移動可能土砂量（m^3） V_{dy11}：想定土石流流出区間の移動可能渓床堆積土砂量（m^3） V_{dy12}：想定土石流流出区間の崩壊可能土砂量（m^3） L_{dy11}：堰堤計画地点から 1 次谷の最上流端までの渓流に沿った延長（m） L_{dy12}：1 次谷の最上流端から流域最遠点までの 0 次谷延長(m) A：渓床堆積土砂の平均断面積(m)
117.	Figura－3.5　Trecho de escoamento estimado para o fluxo de detritos (Diagrama Conceitual)	図－3.5　想定土石流流出区間（概念図）
118.		
119.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

120.	2) Volume potencial de material transportável pela chuva na bacia alvo (V_{dy2})	2) 対象流域の運搬可能土砂量（V_{dy2}）
121.	O volume potencial de material transportável pela chuva (V_{dy2}) é o volume de matérial que é transportado pelo fluxo de detritos causado por chuva de projeto no local previsto para posicionar a barreira sabo, local do projeto.	雨によって運搬可能な土砂量（V_{dy2}）は、砂防バリアの配置を計画している地点における、計画規模の降雨で生じた土石流によって運搬される土砂量である。
122.	O volume potencial de material transportável pela chuva é calculado a partir do volume total de água, que é obtido da precipitação de projeto P_p e da área da bacia A, considerando a concentração do fluxo de detritos C_d.	雨によって運搬可能な土砂量（V_{dy2}）は、計画規模の降雨 Pp と流域面積 A から求められる総水量に、土石流の濃度（C_d）を考慮して算出する。
123.	Entretanto, como esse volume não inclui a porosidade, adotam-se parâmetros de redução para considerar os poros.	ただし、この土砂量には空隙が考慮されていないことから、空隙を考慮するにあたって削減するパラメーターを採用する。
124.	Além disso, conforme a área da bacia, multiplicam-se estes valores pelo fator de correção de escoamento K_{f2}.	また、流域面積に応じてこれらの値に流出補正率 K_{f2} を乗じる。
125.	A fórmula usada é a demonstrada abaixo[10]:	算出式を以下に示す [10]。
126.	10. Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos, Edição 2018	10. Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos, Edição 2018
127.	$V_{dy2} = \frac{10^3 \cdot P_p \cdot A}{1-n} \cdot \left(\frac{C_d}{1-C_d}\right) \cdot K_{f2}$	$V_{dy2} = \frac{10^3 \cdot P_p \cdot A}{1-K_n} \cdot \left(\frac{C_d}{1-C_d}\right) \cdot K_{f2}$
128.	Onde: V_{dy2} : Volume de material que pode ser transportado conforme a escala de projeto do fluxo de detritos, incluindo poros (m^3) P_p : Volume de precipitação máxima diária (mm) para um tempo de recorrência de 100 anos. A : Área da bacia (km^2) n : Porosidade do material sedimentado (0,4) C_d : Concentração de sólidos no volume total do fluxo de detritos ($0,3 \leqq C_d \leqq 0,54$; $C_{d\,máx} = 0,9C_*$) K_{f2} : Fator de correção de escoamento (figura 1.3.5): $0,1 \leqq Kf2 \leqq 0,5$.	ここで、 V_{dy2}：計画規模の土石流によって運搬できる土砂量（空隙を含む）(m^3) P_p：再現期間 100 年の最大日雨量（mm） A：流域面積（km^2） K_n：堆積土砂の空隙率（0.4） C_d：土石流総量の土砂濃度 ($0.3 \leqq C_d \leqq 0.54$、$C_{dmáx} = 0.9C_*$) K_{f2}：流出補正率 (図 1.3.5): $0.1 \leqq Kf2 \leqq 0.5$.
129.	O fator de correção de escoamento K_{f2} é definido conforme a área da bacia	流出補正率 K_{f2} は、流域面積に応じて設定する。

130.	Mesmo que o K_{f2} varie conforme a área da bacia, por regra, o valor máximo é definido em 0,5 e o mínimo em 0,1.	なお、K_{f2} は流域面積によって異なるが、上限を 0.5、下限を 0.1 とすることを基本とする。
131.	O método de cálculo está descrito abaixo.	算出方法を以下に示す。
132.	$$K_{f2} = 0.05(\log A - 2.0)^2 + 0.05$$	$$K_{f2} = 0.05(\log A - 2.0)^2 + 0.05$$
133.	Onde: K_{f2} : Coeficiente de correção de escoamento ($0,1 \leqq K_{f2} \leqq 0,5$) A : Área da bacia ($km^2$)	ここで、 K_{f2} : 流出補正率 ($0.1 \leqq K_{f2} \leqq 0.5$) A : 流域面積 ($km^2$)
134.	Figura－3.6 Fator de correção de escoamento K_{f2}	図－ 3.6 流出補正率 K_{f2}
135.		
136.	Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department	出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省
137.	1.4 Método de cálculo de vazão de pico do fluxo de detritos baseado no volume de precipitação	1.4 降雨量に基づく土石流ピーク流量の算出方法
138.	Os processos de ocorrência do fluxo de detritos podem ser decorrentes de: ① erosão intensa do material depositado no leito do rio que é carreado pela água escoada; ② material gerado por ruptura de encosta que é carreado como fluxo de detritos e ③ colapso de barragem natural, formada por material gerado em ruptura de encosta, impedindo o escoamento da água, que posteriormente se transforma em fluxo de detritos.	土石流の発生過程は、①渓床堆積物が流水により強く侵食されて土石流になる、②山腹崩壊土砂がそのまま土石流になる、③山腹崩壊土砂が流れをせき止めて天然ダムを形成し、それが決壊して土石流になると考えられる。

139.	O “método de cálculo de vazão de pico baseado no volume de precipitação”, aqui demonstrado, permite calcular o pico de vazão do caso ①.	「降雨量に基づく算出方法」によって、①の場合のピーク流量が求められる。
140.	As etapas de cálculo estão a seguir.	算出手順は以下に示す。
141.	No cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos, considera-se o valor calculado pela “fórmula de correlação entre o volume total fluxo de detritos e a vazão de pico do fluxo de detritos”.	土石流ピーク流量の算出の際に、「土石流ピーク流量と土石流の総流量との関係式」から求めた値を考慮する。
142.	Já o valor calculado pelo “método de cálculo baseado no volume de precipitação”, é usado como referência.	「降雨量に基づく算出方法」によって求めた値は参考値とする。
143.	A vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo método baseado no volume de precipitação é obtida conforme abaixo:	降雨量に基づいて算出する土石流ピーク流量は、下記より求める。
144.	$Q_{sp} = \frac{C_*}{C_* - C_d} \cdot Q_p$	$Q_{sp} = \frac{C_*}{C_* - C_d} \cdot Q_p$
145.	Onde, Q_{sp} : Vazão de pico do fluxo de detritos（m^3/s） Q_p : Vazão de água na bacia devido à precipitação considerando o tempo de recorrência de projeto（m^3/s） C_d : Concentração de sólidos no fluxo de detritos. C_* : Taxa de sólidos sedimentados no leito do talvegue potencialmente transportáveis (instáveis) por um fluxo de detritos (aprox. 0,6).	ここで、 Q_{sp}：土石流ピーク流量（m^3/s） Q_p：計画規模の再現期間を考慮した降雨量に対する流域の流量（m^3/s） C_d：土石流総量の土砂濃度 C_*：土石流によって運搬可能な河床堆積土砂率（0.6 程度）
146.	1.5 Sobre a vazão de pico de fluxo de detritos: Exemplo de um estudo de caso no Brasil	1.5 土石流ピーク流量について: ブラジルに於けるケーススタディ
147.	- Tendo como referência o projeto de engenharia do vertedouro para intervenção de fluxo de detritos do Córrego das Pedras no Município de Cubatão -	－Pedras 川（Cubatao 市）の土石流対策における水通し設計事例を参考に－
148.	Destruição por fluxo de detritos e reconstrução da Barreira Sabo no Rio das Pedras[i]	Pedras 川砂防ダムの土石流による破壊と再建 1)
149.	No Córrego das Pedras, que corre pela Serra do Mar ao norte do Município de Cubatão, ocorreram repetidos fluxos de detritos em 1985, 1992, 1994 e 1996, causando danos imensos às instalações da Petrobras localizadas no sopé da serra.	Cubatao 市の北部の Serra do Mar を流下する Pedras 川では 1985 年、1992 年、1994 年、1996 年と繰り返し土石流が発生し、Serra do Mar の麓に位置する PETROBRAS の石油関連施設に大きな被害を与えてきた。

150.	A fim de proteger sua refinaria, a Petrobras instalou estruturas para reter os fluxos de detritos.	PETROBRAS 社は石油関連施設を守るために土石流対策構造物を建設している。
151.	Atualmente, existem três (barreiras) Barragens Sabo, duas obras de compactação de leito e canalização e uma obra para deposição de sedimentos, conforme demonstrado na figura 3.10.	現在は図－3.10 に示す 3 基の砂防ダム、2 基の床固工・水路工、1 基の堆積工が存在している。
152.	Todas as estruturas foram aperfeiçoadas após a experiência de destruição das barragens por fluxos de detritos por duas vezes no passado.	これらは過去 2 回の土石流による砂防ダム破壊の経験に基づき改良されたものである。
153.	A primeira lição aprendida por essas destruições passadas é a definição da vazão de pico e o formato do vertedouro e a segunda lição, o conhecimento sobre a definição das forças externas do fluxo de detritos e os materiais utilizados no corpo da barreira.	過去の 2 回の砂防ダム破壊による教訓の第 1 はピーク流量設定と水通形状、第 2 は土石流外力設定と堤体材料に関する知見である。
154.	Organizamos abaixo a primeira lição para que sirva como aprendizado para projetos de engenharia de Barreiras Sabo no futuro.	以下では、今後の砂防ダムの設計の教訓とするために、第 1 の教訓について整理した。
155.	1. 5.1 A construção da Barreira Sabo em 1988 e sua destruição pelo fluxo de detritos de 1992	1.5.1 1988 年の砂防ダム建設と 1992 年土石流による破壊
156.	Em janeiro de 1985, ocorreu um fluxo de detritos no Córrego das Pedras, transbordando pela planície a jusante e invadindo as ruas.	1985 年 1 月に Pedras 川で土石流が発生し下流の平地で氾濫し土砂が街路へ侵入した。
157.	Não estão claros os danos que as instalações da refinaria sofreram na ocasião, no entanto, em 1988, a Petrobras instalou nove barreiras de gabião para proteger suas instalações, como demonstrado na figura 3.7.	この時の石油施設に対する被害は明らかでないが、この年に PETROBRAS（ブラジル石油公社）は石油施設を守るために図-3.7 に示す 9 基の蛇篭砂防ダムを 1988 年に建設している。
158.	A altura das barreiras variava de 3 a 4m e os vertedores têm de 8 a 14m de largura, com 0,5m de altura.	ダムの高さは 3－4m、余水吐は長さ 8－14m・高さ 0.5m である。
159.	Em 1992, devido a um fluxo de detritos ocorrido no rio e no afluente principal do Córrego das Pedras, todas as barreiras de gabião Sabo construídas no local foram destruídas, com exceção da barreira B-6, situada no afluente secundário.	これらの蛇篭砂防ダムは 1992 年に Pedras 川の第 1 支川及び本川で発生した土石流により第 2 支川に建設されていた B-6 を除いて全てが破壊された。
160.	Figura 3.7 - Barreiras de Gabião Sabo construídas em 1988	図－3.7　1988 年建設の蛇篭砂防ダム

161.	 	
162.	Fonte：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,	出典：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,
163.	(Mapa de localização das Barreiras de Gabião) (Barreiras de Gabião B-4 e B-5)	(蛇篭ダム配置図) (蛇篭ダム B-4,B-5)
164.	1. 5.2 Reconstrução de oito barreiras em 1993 e destruição pelo fluxo de detritos em 1994	1.5.2 1993 年の砂防ダム建設と 1994 年土石流による破壊
165.	As oito barreiras de gabião destruídas pelo fluxo de detritos em 1992 foram reconstruídas da mesma forma no próximo ano, 1993.	1992 年土石流で破壊された 8 基の蛇篭ダムは、その翌年の 1993 年に再び蛇篭により再建設された。
166.	Nessa reconstrução, foram consideradas as lições aprendidas, e construídas barreiras de gabião maiores em comparação às instalações de 1988, estruturas em escadaria, medindo de 5,5 a 7m de altura e ficha entre 1 e 2m no leito dos córregos.	この再建設砂防ダムは破壊された教訓を生かし、1988 年に建設されたものに比較し大きく、蛇篭ダムは階段状構造でダム高は 5.5m－7m、河床に 1－2m 根入れされた。
167.	Os vertedouros com comprimento de 8 a 21m, 1m de altura, cuja seção de escoamento foi ampliada em mais de 3 vezes o tamanho anterior.	水通しは長さ 8-21m・高さ 1m であり、流下断面が 3 倍以上に拡大された。
168.	Com base nas lições aprendidas do passado, mesmo ampliando em 3 vezes as seções dos vertedouros e alargando as seções dos corpos das barreiras (detalhes desconhecidos), as barreiras reconstruídas foram destruídas pelo fluxo de detritos que ocorreu em fevereiro de 1994 no canal e no afluente principal do Córrego das Pedras.	再建設砂防ダムは、過去の破壊を教訓に、堤体の断面を拡幅（詳細は不明）、水通断面を最初の砂防ダムの 3 倍以上に拡大したにもかかわらず、1994 年 2 月に Pedras 川本川及び第 1 支川で発生した土石流により 8 基すべてが破壊された。

169.	O fluxo de detritos que destruiu as barreiras de gabião transbordou na planície a jusante, causando enormes danos às ruas e à refinaria.	蛇篭ダムを破壊した土石流は下流の平地で氾濫し、道路、石油施設に甚大な被害を与えた。
170.	A segurança para fluxos de detritos das barreiras de gabião Sabo, novamente destruídas, foi analisada e julgaram que a seção do vertedouro era pequena e faltava resistência frente à carga do fluxo de detritos.	再び破壊された蛇篭砂防ダムの土石流に対する安全性が検討され、水通断面が小さく、土石流荷重に対する強度が不足していると判断された。
171.	Figura 3.8 - Barreira de Gabião construída em 1993	図－3.8　1993 年に建設された蛇篭ダム
172.		
173.	Fonte：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,	出典：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,
174.	Figura 3.9 - Barreira de Gabião Sabo B-9 destruída em 1994	図－3.9　1994 年に破壊された B-9 蛇篭砂防ダム。

175.		
176.	Fonte：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,	出典：Massad, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião,
177.	1. 5.3 Construção de três barreiras Sabo entre 1996 e 2003	1.5.3 1996 年－2003 年の 3 基の砂防ダム建設
178.	Com base na reflexão das destruições das barreiras de gabião por duas vezes, de 1996 a 2003, a fim de reter os fluxos de detritos, a Petrobras construiu três barreiras de concreto e executou uma obra de deposição de sedimentos, conforme demonstrado na figura 3.10.	2 回の蛇篭ダム破壊の反省に基づき、PETROBRAS（ブラジル石油公社）により図-3.10 に示すように、土石流を捕捉する施設として 3 基のコンクリート砂防ダムと 1 基の堆積工が 1996 年-2003 年に建設された。
179.	Além dessas quatro instalações principais, foram realizadas obras de compactação de leito e de canalização.	4 基の主施設の他に床固工、流路工も施工されている。