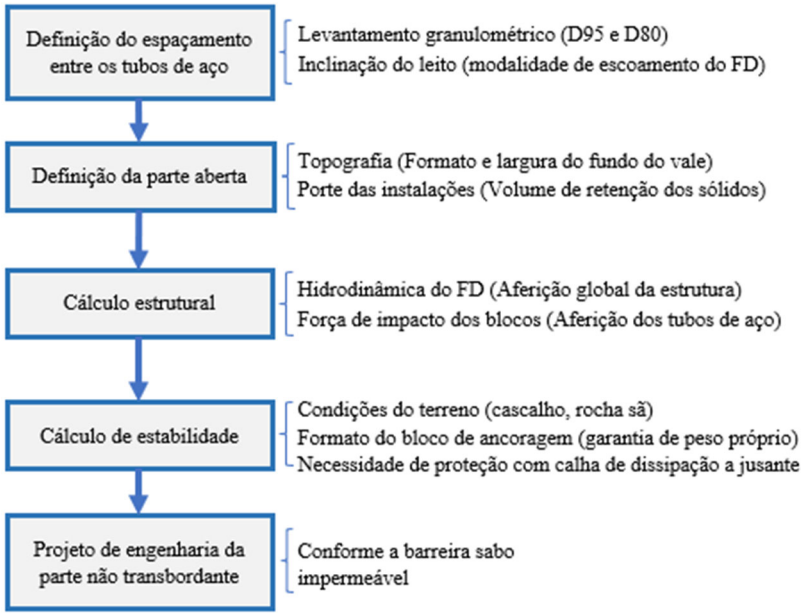
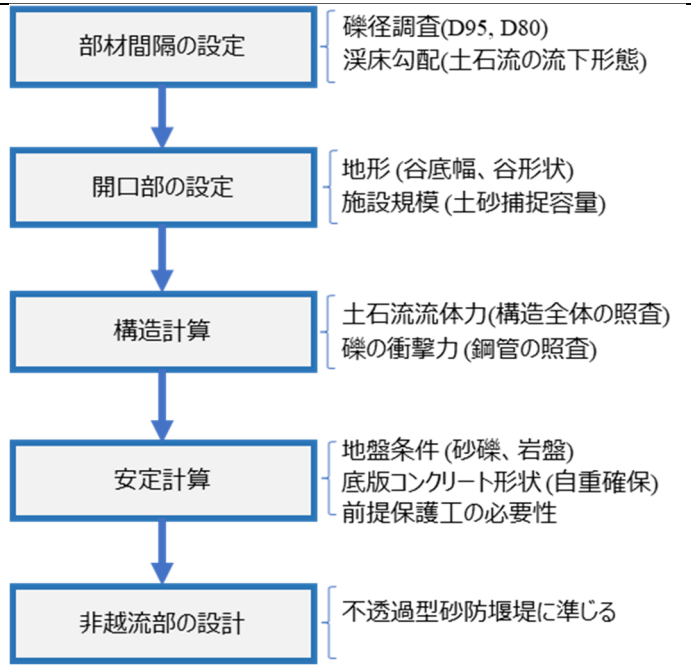
197.

Peça	Espessura de corrosão※1	Margem adicional	
		Normal	Condições de mitigação
Partes mais a jusante	0,5mm	3,5mm	-
Partes próximas ao bloco de ancoragem		3,5mm	Caso sejam adotadas medidas para mitigar os desgastes e os danos, pode ser reduzida a 1,5mm
Partes com impacto do cascalho transbordante		3,5mm	
Juntas de ligação		1,0mm	-

部位	腐食しろ※1	余裕しろ	
		通常	緩和条件
最上流部材	0.5mm	3.5mm	-
堤底近傍の部材		3.5mm	摩耗や損傷を緩和する対策を実施した場合には、1.5mm まで下げてもよい。
越流礫の衝突する部材		3.5mm	
その他の部材		1.5mm	-
継ぎ手部材		1.0mm	-

1.	**Capítulo 6 - Projeto de engenharia da barreira permeável**	**第 6 章 - 透過型堰堤の設計**
2.	**1. Etapas da elaboração do projeto de engenharia da barreira permeável**	**1. 透過型堰堤の設計手順**
3.	No projeto de engenharia da barreira permeável é necessário definir o formato e a dimensão de cada parte da barreira a fim de garantir a capacidade de retenção de material sólido na parte permeável e o desempenho da capacidade de carga dos tubos de aço reticulados.	透過型砂防堰堤の設計は、透過部の土砂捕捉性能及び鋼管フレームの耐荷性能が確保できるよう堰堤各部位の形状・寸法を決定する必要がある。
4.	Para isso, deve-se utilizar um método racional durante cada etapa da elaboração seguindo uma ordem adequada.	このため、適切な設計手順に従い、合理的な手法を用いて実施するものとする。
5.	A Figura 6.1 apresenta as etapas da elaboração do projeto de engenharia da barreira permeável.	図 6.1 は、透過型堰堤の設計手順を示す。
6.	Figura 6.1 Fluxograma do projeto de engenharia da barreira permeável	図 6.1 透過型砂防堰堤の設計フロー
7.		
8.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

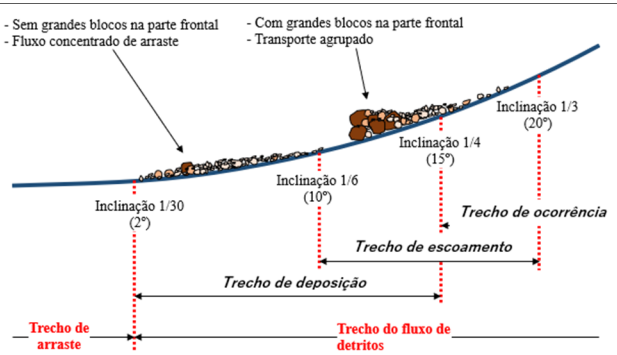
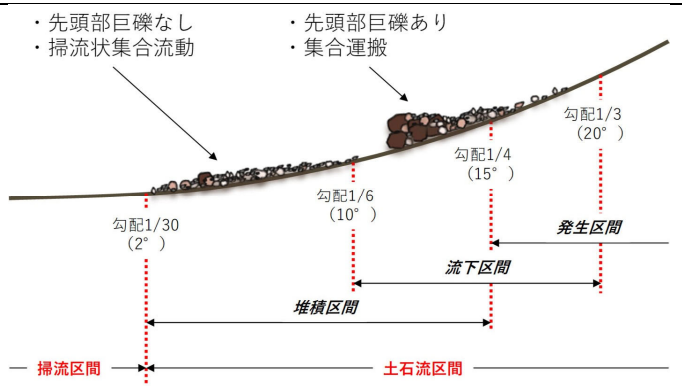
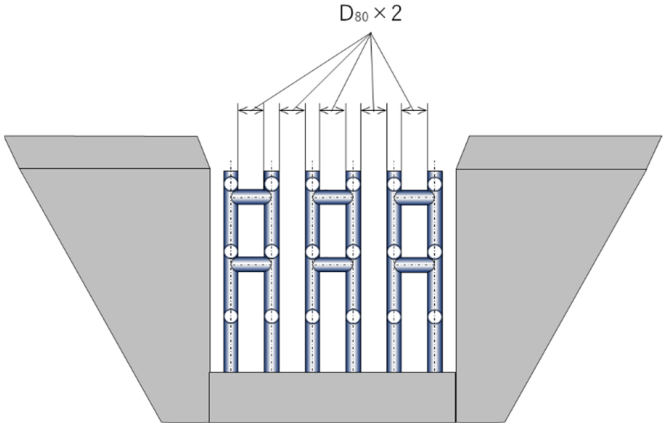
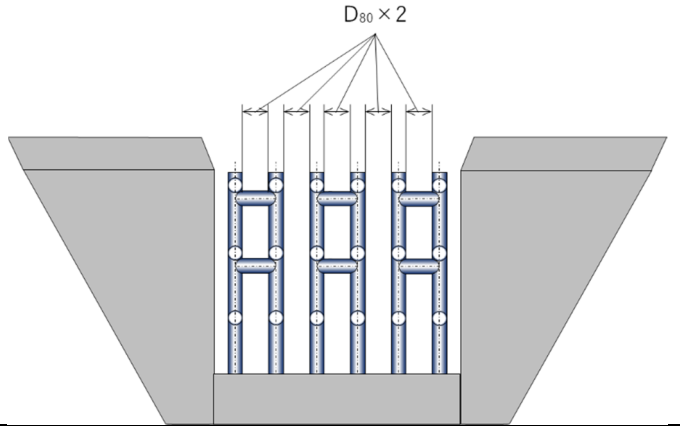
9.	**2. Definição do espaçamento entre os tubos de aço**	**2. 鋼管間隔の設定**
10.	2.1 Granulometria utilizada para definir a capacidade para retenção do fluxo de detritos	2.1 土石流捕捉性能を規定するために用いる礫径
11.	O espaçamento entre os tubos de aço da barreira permeável deve levar em conta a granulometria que deve ser retida para a segurança da área a jusante, a localização do alvo de proteção, a situação das instalações a jusante, entre outros aspectos.	透過型堰堤の鋼管間隔は、下流の保全対象の位置、下流施設の整備状況など、下流域の安全のために捕捉すべき礫径を配慮。
12.	(1) A definição do espaçamento entre os tubos de aço com o objetivo de reter o fluxo de detritos correspondente ao trecho de escoamento em análise (que compõe a parte frontal) deve considerar em até 2 vezes o diâmetro D_{80}.	（１）検討されている流下区間(フロント部を形成する)において、土石流捕捉を目的に鋼管間隔を設定する場合は D_{80} の ２倍以下にする。
13.	(2) A definição do espaçamento entre os tubos de aço com o objetivo de reter o fluxo de detritos correspondente ao trecho de deposição em análise (unidades de transporte) deve considerar em até uma vez o diâmetro D_{80}.	（２）検討されている堆積区間(各個運搬される)において、土石流捕捉を目的に鋼管間隔を設定する場合は D_{80} の １倍以下にする。
14.	A definição adequada do espaçamento entre os tubos de aço da barreira garante a retenção do fluxo de detritos e, nos períodos de normalidade, o escoamento de material sólido para jusante.	鋼管間隔を適切に設定することにより、土石流の捕捉を確保する上、平常時の土砂を下流へ流す機能も確保できる。
15.	Para que a barreira exerça o efeito de retenção do fluxo de detritos, faz-se necessário definir um espaçamento adequado entre os tubos de aço.	堰堤に土石流捕捉効果を発揮させるためには、適切な鋼管間隔を設定する必要がある。
16.	Este espaçamento é definido em função da dimensão dos blocos que comporão a parte frontal do fluxo de detritos.	この適切な間隔は土石流フロント部を形成する礫径をもとに設定する。
17.	O espaçamento adequado dos tubos de aço, garante pelo efeito de arco a retenção destes blocos.	適切な間隔は、アーチアクションにより礫の捕捉を確保する。
18.	Assim, quando a parte permeável se apresentar bloqueada, a função da barreira permeável passa para uma condição similar à barreira impermeável, retendo também pequenos blocos e sedimentos da cauda do fluxo de detritos.	よって、透過部が閉塞されると、不透過型堰堤に同様の機能に転換され、後続流中の小礫や細粒土砂も捕捉することができる。
19.	No dimensionamento da seção da parte permeável, especial atenção deve ser dada à modalidade de vazão do fluxo de detritos, na granulometria dos blocos que formam a cabeça do fluxo (D_{80}), no comprimento dos troncos carreados, nas condições do escoamento e nas condições do posicionamento das instalações existentes dentro da bacia, entre outros fatores.	透過部断面の設定は、土石流の流下形態や土石流のフロント部を構成する礫径（D_{80}）を用いて設定するが、流木長、流況及び流域内の既施設配置状況等に十分留意する必要がある。
20.	Tabela 6.1 Granulometria utilizada para garantir que a barreira permeável possa exercer o efeito de reter o fluxo de detritos	表 6.1 透過型堰堤が確実に土石流捕捉効果を発揮させるために用いる礫径

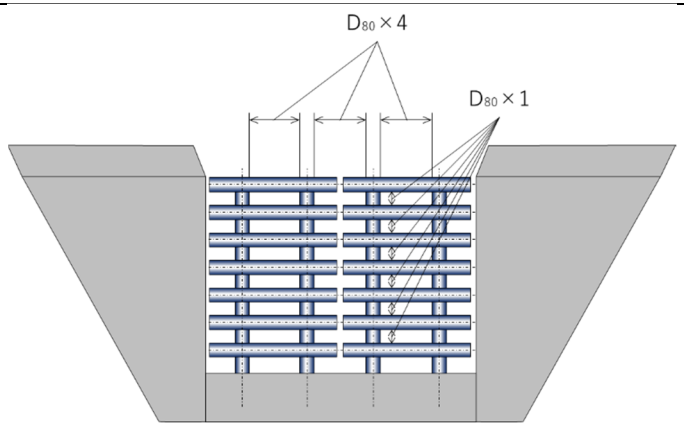
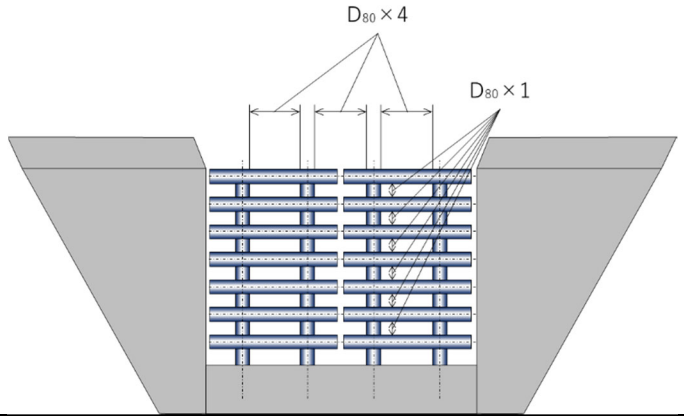
21.		
22.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
23.	(1) Definição da granulometria no trecho de escoamento do fluxo de detritos	（１）土石流流下区間における礫径の設定
24.	No trecho de escoamento do fluxo de detritos (1/6 [10°] ≦ I ＜ 1/3 [20°]), tal como demonstra a figura 6.2, forma-se a parte frontal, a cabeça do fluxo de detritos, na qual há concentração de blocos rochosos gigantes. Quando do encontro com a barreira permeável, ocorre o efeito arco entre esses blocos que vêm à frente, garantindo a retenção. Em sequência, a parte permeável passa a reter também os fragmentos menores que compõem o corpo do fluxo, sendo nesse processo que ocorre a retenção de grande volume de material.	図 6.2 に示す土石流の流下区間（1/6 [10°] ≦ I ＜ 1/3 [20°]）では、土石流フロント部が形成され巨礫が集中しており、透過型堰堤に到達するとこれらの巨礫同士のアーチアクションによって確実に捕捉された後、透過部が土石流本体を形成する小礫の捕捉を始め、この過程で多量の土砂が捕捉される。
25.	Por isso, ao se definir o espaçamento entre as peças, visando reter o fluxo de detritos, deve-se estabelecer a distância entre os tubos inferior a 2 vezes o valor máximo da faixa da granulometria mais numerosa $D_{80,}$ figura 6.3. Para que essa função de retenção seja exercida, a condição é que a parte frontal do fluxo de detritos contenha um grupo de blocos gigantes, incluindo grande volume de D_{80}, e atinja a parte permeável. Ou seja, a função de retenção é influenciada pela modalidade de escoamento do fluxo, extensão da área da bacia, variações pontuais da inclinação, quantidade de blocos e sua distribuição etc. Por essa razão, é necessário compreender suficientemente as condições da localidade, não decidindo apenas conforme a inclinação do leito do canal.	このため、土石流の捕捉を目的に鋼管の部材間隔を設定する場合は最多礫径帯の最大値のD_{80} の 2 倍以下にする（図 6.3）。このような捕捉機能が発揮されるためには、土石流フロント部に D_{80} を多量に含む巨礫群が透過部に到達することが条件となる。すなわち，土石流の流下形態は，流域面積，勾配の局所的な変化，礫個数と分布状況などにも影響される。そのため，渓床勾配のみで判断するのではなく，現地の状況を十分把握する必要がある。
26.	Nos talvegues em que se estima que haverá grande volume de troncos carreados junto com o fluxo de detritos e uma barreira sabo para retenção de fluxos de detritos possa não reter todo o volume de troncos carreados do plano, há casos nos quais será necessário planejar a instalação de uma estrutura permeável em aço (para-troncos) com o objetivo de reter esse volume. O espaçamento líquido das peças verticais da parte permeável do para-troncos pode ter a largura de até 4 vezes o D_{80} ou ½ do comprimento dos troncos.	土石流とともに多量の流木の発生が予想される渓流では、土石流を捕捉するための砂防施設だけでは計画流出流木量の全量を捕捉しきれないため、流木の捕捉を目的とした鋼製透過部（流木止め）の設置が計画される場合がある。この流木止めとしての透過部の縦材順間隔は、D_{80} の 4 倍かつ流木長の 1/2 以下まで広げてもよい。

Inclinação do leito do canal	Espaçamento entre os tubos de aço
1/6 (10°) ≦ I ＜ 1/3 (20°)	Menor que 2 vezes D_{80}
1/30 (2°) ≦ I ＜ 1/6 (10°)	Menor que D_{80}

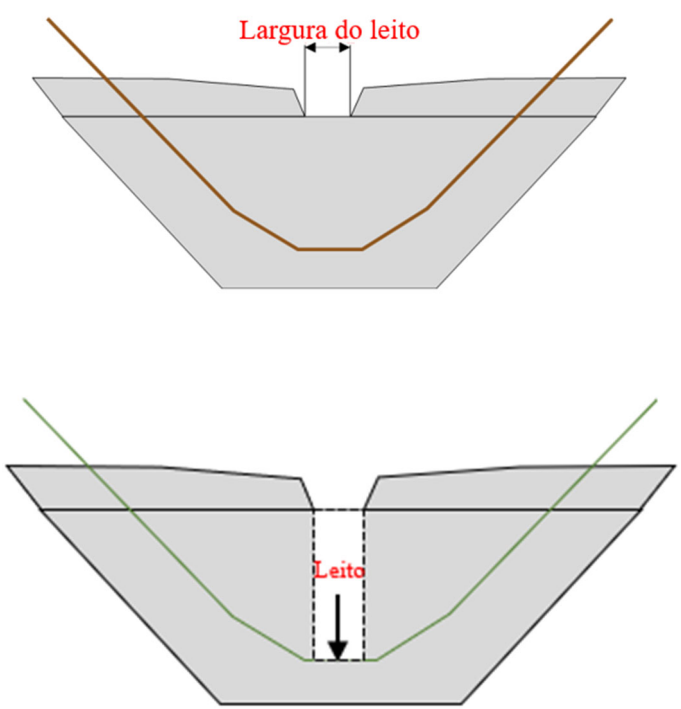
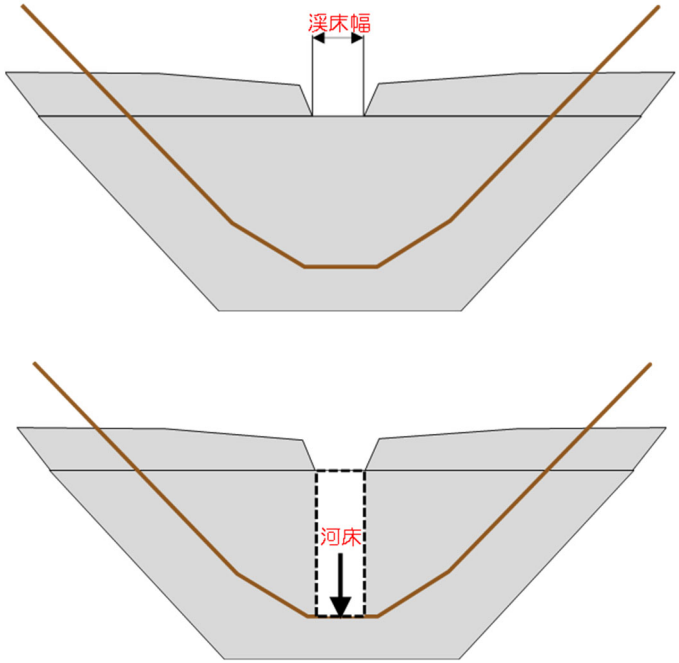
渓床勾配	鋼管間隔
1/6 (10°) ≦ I ＜ 1/3 (20°)	D_{80} の 2 倍以下
1/30 (2°) ≦ I ＜ 1/6 (10°)	D_{80} 以下

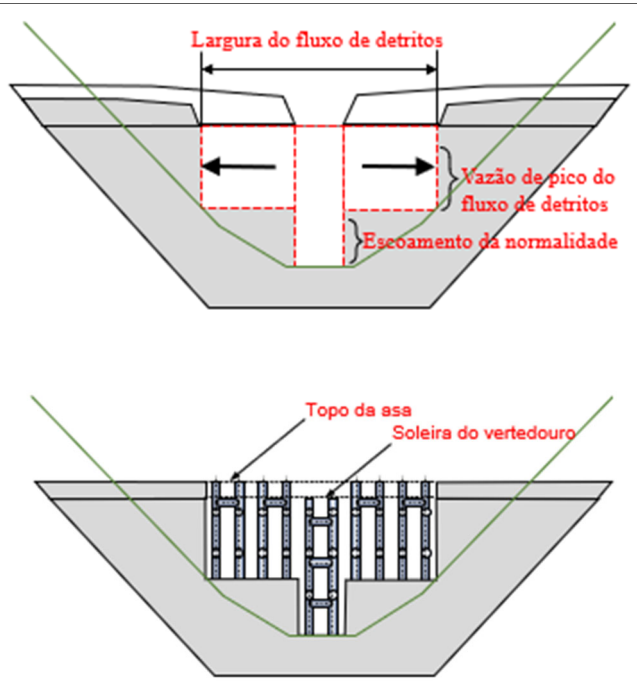
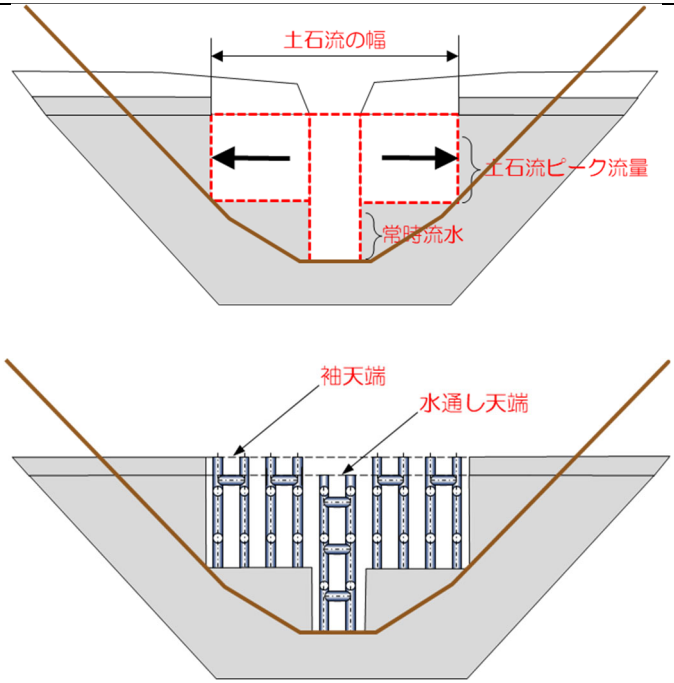
27.	(2) Definição da granulometria dentro do trecho de deposição do fluxo de detritos	（２）土石流堆積区間における礫径の設定
28.	No trecho de deposição do fluxo de detritos（1/30 [2°] ≦ I ＜ 1/6 [10°]）, demonstrado na figura 6.2, quando o fluxo de detritos se transfere do trecho de escoamento para o de deposição, há a possibilidade de o escoamento ocorrer sem conservar a parte frontal, a cabeça.	図 6.2 に示す土石流の堆積区間（1/30 [2°] ≦ I ＜ 1/6 [10°]）では、土石流が流下区間から堆積区間に移行するとき、土石流フロント部が維持されず流下する可能性がある。
29.	Em especial, em locais em que a largura do rio se amplia, como na saída de vales, que facilitam a separação da água e dos sólidos e os blocos da parte frontal tendem a se depositar.	特に、谷出口のような川幅が広くなるところでは水と土砂が分離しやすくフロント部の巨礫が停止しやすい。
30.	Além disso, há uma tendência de aumento do volume, pois o trecho de deposição fica mais a jusante da bacia, dificultando a concentração de blocos na parte frontal.	また、堆積区間は下流域になるため流量が大きくなる傾向があり、フロント部に礫群が集中しにくい状態となる。
31.	Neste caso, para reter o grupo de blocos que se deslocam separadamente, se for definido abaixo do D_{80}, mesmo que não ocorra a formação da cabeça do fluxo de detritos, a parte permeável será gradativamente bloqueada.	この場合は、各個運搬される礫群を捕捉するために、土石流内の多量に分布する礫径 D_{80} の１倍以下にすれば土石流フロント部が形成されていなくても透過部は徐々に閉塞していく。
32.	As peças horizontais não são especialmente necessárias no trecho de escoamento do fluxo de detritos, mas no trecho de deposição do fluxo a dimensão dos blocos diminui ao ponto de ter muito espaço entre o material e as peças de aço. Nessas condições, define-se o espaçamento líquido das peças horizontais inferior ao D_{80} para reter os blocos transportados separadamente; e, para não impedir o escoamento do material na normalidade, o espaçamento líquido das peças verticais é definido em até 4 vezes do D_{80}, figura 6.4.	土石流の流下区間において横材は特に必要ないが，堆積区間においては礫径が小さく部材に相当の余裕がある。このような条件では，横材を捕捉部材として配置してもよい。この場合、横材純間隔は各個運搬される礫を捕捉するため D_{80} の１倍以下に設定し、縦材純間隔は平常時の土砂の流下を妨げないよう D_{80} の４倍程度に設定する（図 6.4）。
33.	Figura 6.2 Indicação aproximada da modalidade do movimento de massa pela declividade do leito do rio	図 6.2 土砂移動の形態の渓床勾配による目安

34.		
35.	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
36.	Figura 6.3 Espaçamento líquido entre os tubos de aço verticais da seção da parte permeável (Trecho de escoamento)	図 6.3 透過部断面の縦鋼管純間隔（流下区間）
37.		
38.	Fonte : Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
39.	Figura 6.4 Espaçamento líquido entre os tubos de aço verticais da seção da parte permeável (trecho de deposição)	図 6.4 透過部断面の縦鋼管純間隔（堆積区間）

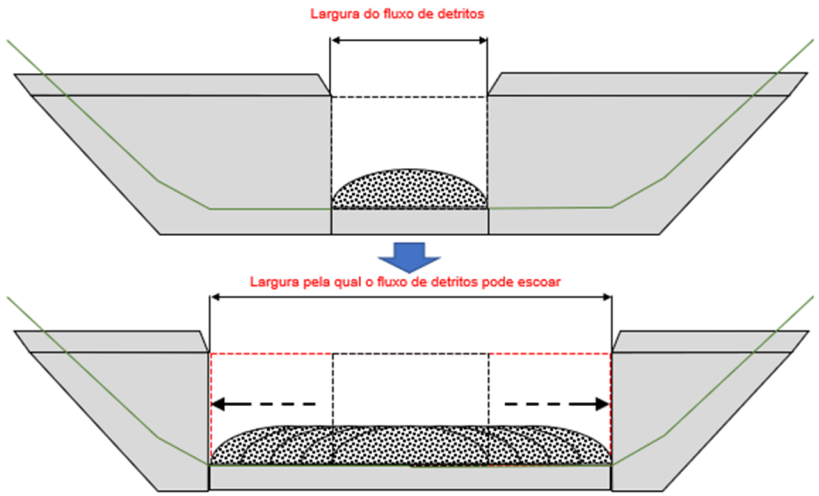
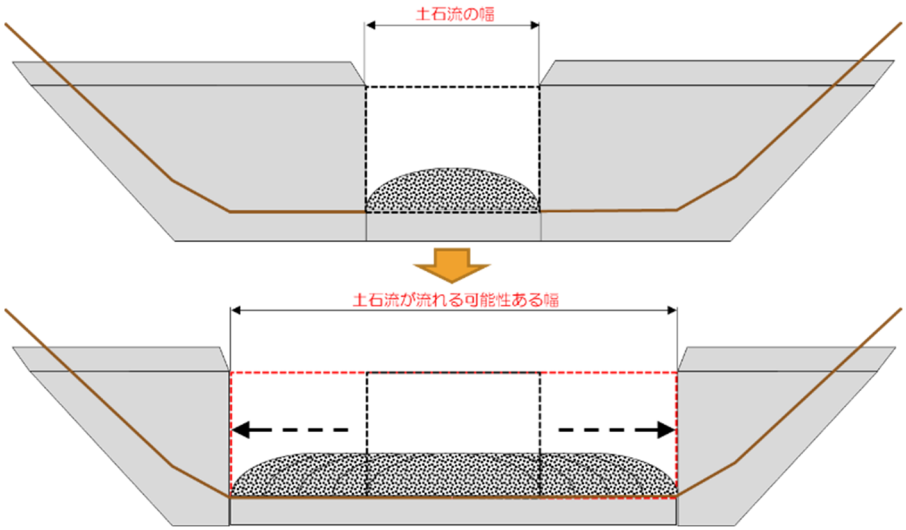
40.		
41.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
42.	**3. Definição da parte aberta**	**3. 開口部の設定**
43.	Para reter o fluxo de detritos e os troncos de maneira eficaz, a parte aberta da barreira deve ser a mais larga possível.	透過型堰堤の開口部は、土石流や流木を効果的に捕捉できるようにできるだけ広く設定する。
44.	Além disso, deve ter um formato que possibilite escoar as pequenas e médias cheias, assim como a água nos períodos de normalidade.	また、中小出水及び平常時の流水を流し得る形状とする。
45.	Em períodos de normalidade o vertedouro da barreira é a parte aberta e deve ser adequadamente estabelecida de forma a possibilitar o escoamento de forma adequada.	平常時の水通し部は開口部であるため、適切に流下させるよう設定する。
46.	Os tubos de aço devem ser espaçados visando reter o fluxo de detritos de maneira efetiva e seu formato definido levando em conta a modalidade de escoamento dos sólidos e a topografia.	鋼管の間隔は、土砂の流下形態や地形を考慮して、土石流を効率よく捕捉するよう配置する。
47.	3.1 Formato da parte aberta	3.1 開口部の形状
48.	A parte aberta da barreira é constituída pela parte permeável onde é posicionada a estrutura metálica reticulada, que retém o fluxo de detritos e os troncos carreados, e pelo bloco de ancoragem de concreto.	堰堤の開口部は、鋼管フレームを配置する透過部と底版コンクリートで構成される。
49.	Para reter o fluxo de detritos e escoar a água nos períodos de normalidade ou de pequenas e médias cheias, o formato da parte aberta deve ser definido conforme abaixo:	開口部の形状は、土石流の捕捉及び平常時（または中小出水時）の流水を流下させるよう以下のように設定する。

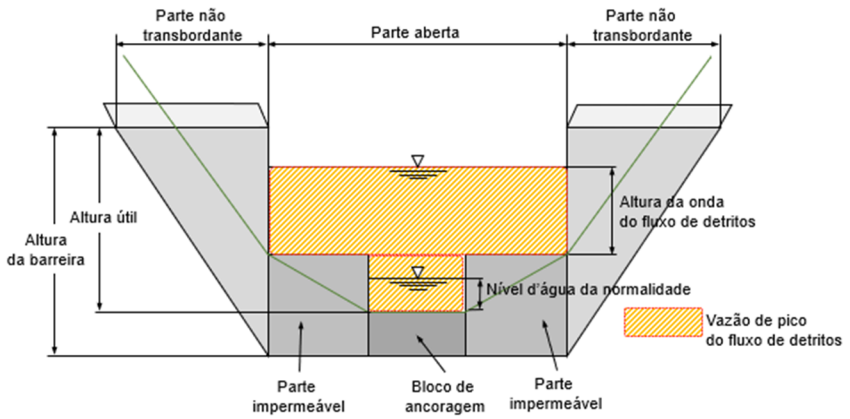
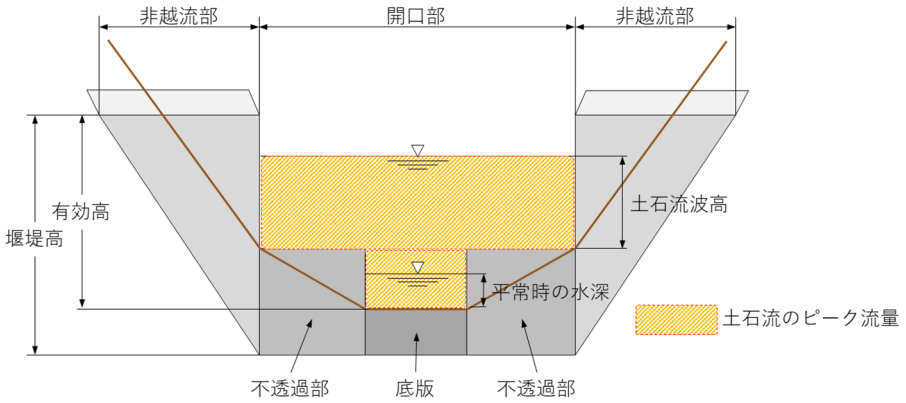
50.	(1) A largura da parte aberta deve ser ampla o suficiente para que seja aproveitada a função de retenção de fluxo de detritos, considerando a largura deste fluxo.	（１） 開口部の幅は、土石流の流下幅を考慮して、土石流捕捉機能を十分活かせるように広く設定する。
51.	(2) A altura da parte aberta deve ser definida considerando o volume de retenção de projeto, a lâmina d'água quando do fluxo de detritos e das cheias.	（２） 開口部の高さは、土石流や洪水の水深を考慮し、計画捕捉量により決定する。
52.	(3) A altura do bloco de ancoragem deve ser a menor possível, a fim de evitar erosões a jusante da barreira.	（３） 底版コンクリートの高さは、堰堤の下流側に侵食を及ぼさないようできるだけ低く設定する。
53.	（１）Largura da parte aberta	（１）開口部の幅
54.	１） Quando o canal é estreito	１）渓流が狭い場合
55.	Para que a barreira permeável possa reter o fluxo de detritos de maneira eficaz, é importante deixar suficientemente vazio o espaço de armazenamento de sólidos da barreira a montante, até o momento da ocorrência do fluxo de detritos, sendo necessário, para isso, definir adequadamente o formato da parte aberta.	透過型堰堤が土石流を効果的に捕捉するためには、堰堤上流の貯砂空間を土石流発生時までの間、できるだけ空けておくことが重要であり、そのためには開口部の形状を適切に設定する必要がある。
56.	Se a parte aberta for muito estreita, conforme ilustrado na figura 6.5, ficará suscetível à deposição dos sólidos e troncos carreados pelas cheias pequenas e médias e ainda poderá ocorrer alagamento por causa da água escoada, correndo o risco de reduzir o espaço previsto para a retenção do fluxo de detritos antes de sua ocorrência.	図 6.5 に示すように、開口部を狭くしすぎると、中小出水により土砂及び流木の堆積や流水の湛水が生じ易く、土石流発生までに土石流捕捉のため想定された空間が減じられるおそれがある。
57.	Por este motivo, a largura da parte aberta da barreira permeável deve ser definida a maior possível, tendo aproximadamente a largura do talvegue pelo qual se prevê o escoamento do fluxo de detritos, levando em consideração a largura do vale no trecho onde a barreira será instalada.	そのため、透過型堰堤の開口部の幅は、現地形の谷幅に配慮して土石流が流下すると想定される谷幅程度に出来るだけ広く設定する ものとする。
58.	Em vales estreitos, ampliar a largura da parte aberta significaria escavar as margens das encostas.	谷幅が狭いにおいて、開口部の幅を広げようとすると山側を掘削することになる。
59.	Uma melhor solução seria ampliar a parte permeável transformando-a em seção composta, combinando um canal de drenagem baixo, que escoa a água em períodos de normalidade, e a parte aberta, que atende ao volume de pico do fluxo de detritos.	より良好な対策として、平常時流水を処理する低水路と、土石流のピーク流量を処理する開口部を組み合わせた複断面化にする。
60.	Neste caso, mantém-se as recomendações usuais para dimensionamento do vertedouro, ampliando a parte aberta para a direita e para a esquerda como parte não transbordante para posicionar a estrutura reticulada em aço.	このとき、従来の水通し部はそのままとし、左右に広げた開口部に非越流部用の鋼管フレームを配置する。
61.	Dessa forma, será desnecessário adotar medidas especiais para o extravasamento.	従って、特に越流対策を適用させることが不要である。

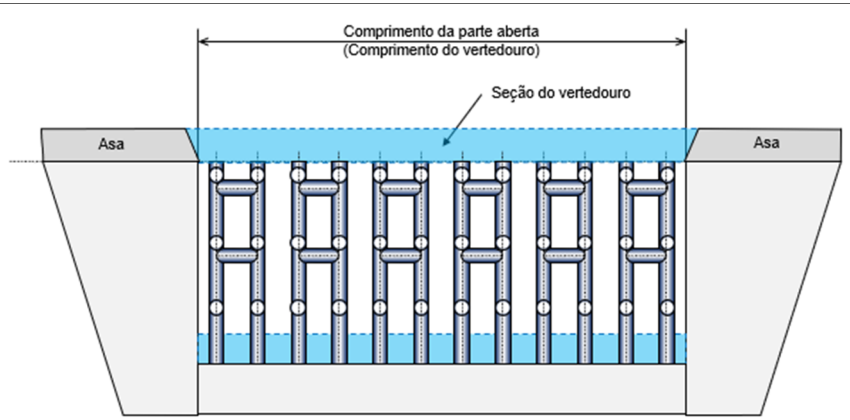
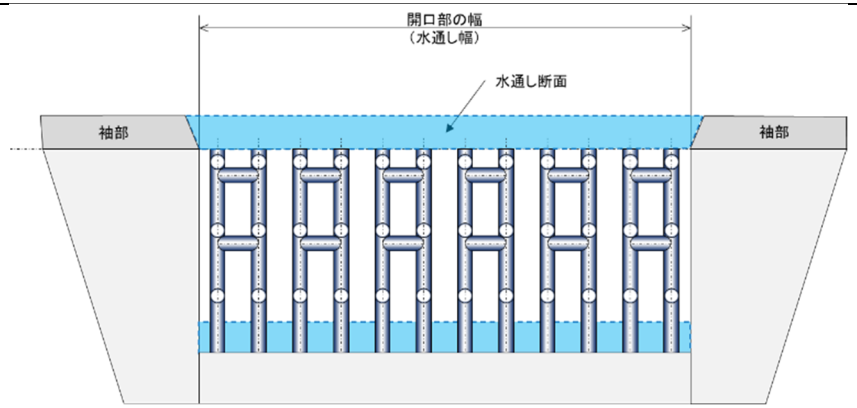
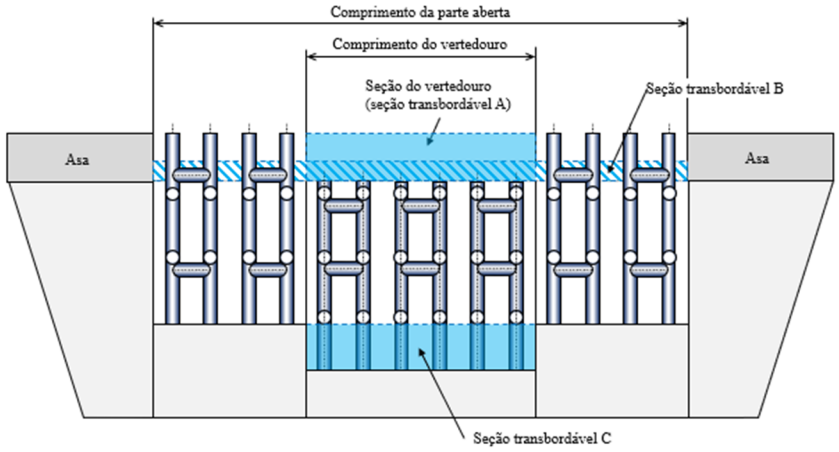
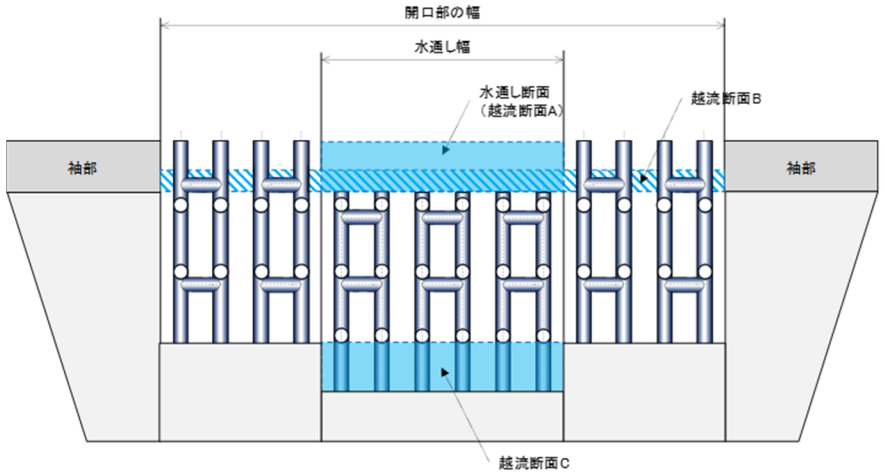
62.	Entretanto, se a barreira permeável for instalada em topo de leque aluvial ou locais onde o escoamento tenda a se espraiar, para que o fluxo não se dissipe para a área alvo da proteção, há casos em que a parte aberta é definida mais estreita que a largura do vale, reduzindo assim a largura do escoamento, encaixando-o na calha do canal a jusante.	ただし、透過型堰堤を扇状地の頂部などの流れが拡散しやすい場所に設置する場合、保全対象エリアに流れが拡散しないよう、流れの幅を収縮させて下流河道に擦り付けるため谷幅よりも狭くしていることがある.
63.	Figura 6.5　Sequência da definição da parte aberta da barreira quando a largura do vale for estreita	図 6.5　谷幅の狭い場合の透過型堰堤の開口部の設定の流れ
64.		

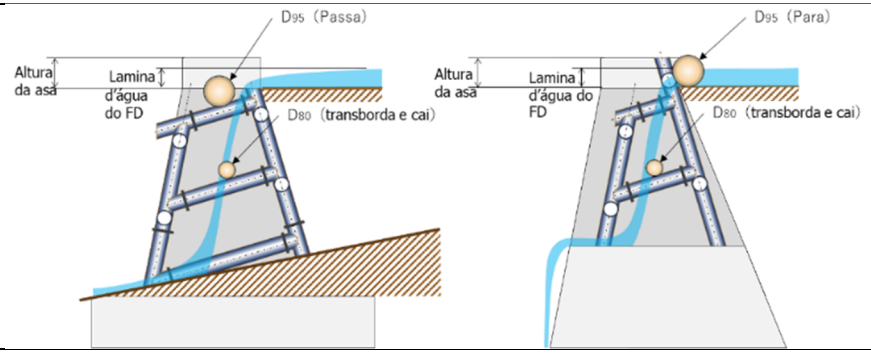
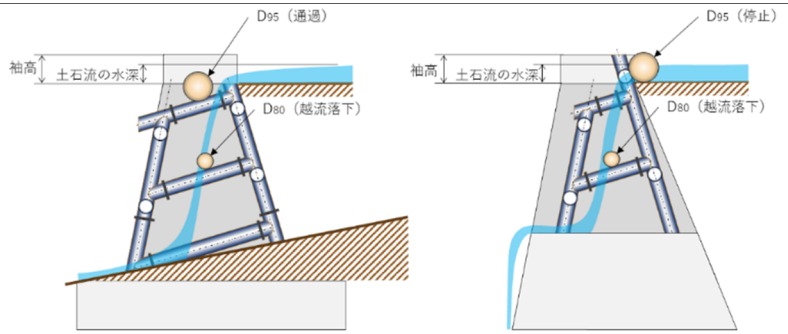
		
65.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
66.	Quando a largura do vale for estreita, a parte aberta deve ser definida conforme abaixo: 1) Definir o formato da parte frontal conforme a barreira impermeável; 2) Estabelecida a largura do vertedouro da modalidade de barreira impermeável, reservando a profundidade da ficha de 2 metros, é feito o recorte até o leito do canal para que assim seja possível escoar a vazão dos períodos de normalidade, bem como os sólidos carreados pela água, mas que não configure um fluxo de detritos; 3) Para separar a água e os sedimentos que compõem o fluxo de detritos, a largura do vertedouro é definida maior que a largura do fluxo, descendo seu recorte até chegar ao terreno (leito). Nesse momento, reserva-se o volume para o encaixe no sopé da encosta, entre 1,5 e 2m. Como não há necessidade de borda livre na altura do vertedouro, como o é na barreira impermeável, a altura das asas é reduzida;	谷幅が狭い場合は、開口部部を以下のとおり設定する。 １）不透過型で正面形状を設定する。 ２）常時流水や土砂含有の流水（土石流ではない）を流下させるため，不透過型の水通し幅底幅を河床まで切り下げる。このとき，根入深さ２mを残す。 ３）土石流中の水と土砂を分離するため，水通し幅を土石流以上にとり，地盤（河床）に届くまで切り下げる。このとき，山脚側の陥入量（1.5～2.0）を残す。不透過型砂防堰堤の水通し部の余裕高は不要なので袖高を下げる。

	4) O topo da estrutura reticulada em aço da parte transbordante é ajustado à soleira do vertedouro, já o topo da parte não transbordante é ajustado à crista das asas.	４）越流部の鋼管フレームの頂部を水通し天端に合わせ、非越流部の鋼管フレームの頂部を袖天端に合わせる。
67.	Vale destacar que, caso seja adotada a solução composta para a parte permeável (Figura 6.5), deve-se analisar os impactos a jusante da barreira decorrentes do extravasamento da parte aberta após a retenção de um fluxo de detritos.	なお、透過部に対して複断面化を採用した場合は（図 6.5）、土石流を捕捉した後の開口部からの越流による下流への影響を検討する。
68.	Se houver possibilidade de erosões a jusante, deve-se analisar soluções tais como a proteção do canal, revestimento das margens e a instalação de calha de dissipação.	下流に浸食の可能性がある場合は、水叩きの設置、側壁護岸工、渓流保護といった処置を検討する。
69.	２）Quando o vale for largo	２）谷幅が広い場合
70.	Quando o vale é largo, se a parte aberta for definida conforme a largura prevista para o fluxo de detritos, a parte não transbordante da parte impermeável em concreto poderá também receber diretamente parte do impacto deste fluxo.	谷幅が広いと、開口部を土石流に想定される幅に合わせると、コンクリート不透過部の非越流部が土石流の直撃を受ける可能性がある。
71.	Deve-se destacar que o espaçamento entre os tubos de aço é definido conforme a dimensão dos blocos da parte frontal do fluxo e que, nestas condições, talvez somente a cauda do fluxo de detritos venha a alcançar a parte permeável.	フロント部の礫径を対象に鋼管間隔を設定することから、このような状況では、透過部には後続流のみが到達することになる可能性がある。
72.	Caso isso se verifique, corre-se o risco de não reter totalmente os blocos na parte permeável.	それが確定すれば、透過部で礫の捕捉が不完全になる恐れがある。
73.	Por essa razão, deve-se ampliar a parte permeável e defini-la conservativamente conforme a largura estendida do talvegue na qual existe possibilidade de ocorrer o escoamento do fluxo de detritos. (Figura 6.6)	よって、土石流が流下する可能性のある谷幅に対して、安全側を見て広く設定し、透過部として設定する（図 6.6）。
74.	Se a barreira for instalada em curva, deve-se atentar para a possibilidade de o lado interno da curva não receber a parte frontal do fluxo de detritos e não ser bloqueado pelos blocos de maior diâmetro, possibilitando a passagem dos blocos menores da sua cauda.	堰堤を湾曲部に設置する場合には、内湾側が土石流のフロント部を受けない可能性があるので、大径の礫で閉塞せず、後続流の小径の礫を通過してしまう可能性もある。
75.	Figura 6.6　Parte aberta da barreira permeável quando a largura do vale é ampla	図 6.6　谷幅の広い場合の透過型堰堤の開口部
76.		

		
77.	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
78.	（２） Altura da parte aberta	（2）開口部の高さ
79.	A altura do topo (igual a altura do corpo) da parte aberta da barreira, conforme ilustrado na Figura 7, assim como na barreira impermeável, é equivalente à altura da soleira do vertedouro.	堰堤透過部の開口部の天端（提体と同じ）は、図 7 で示すように、不透過型堰堤と同様、水通し天端高となる。
80.	O porte das instalações é definido em conformidade com o volume de retenção previsto em projeto, considerando os levantamentos dos materiais depositados a montante, topografia etc. A seção da parte transbordante (no sentido de sua altura) deve ter porte adequado ao volume de pico do fluxo de detritos. Em termos concretos, a seção da parte transbordante (no sentido da altura), deve ser definida maior que a lâmina d`água dos períodos de cheia, bem como de quando da ocorrência do fluxo de detritos.	上流の土砂堆積物の状況や地形等を十分に調査し、計画捕捉量をもとにした施設の規模を決定する。越流部の断面（高さ方向）は、土石流のピーク流量に適した規模に設定する。具体的には、越流部の断面（高さ方向）が洪水及び土石流時の水深より大きくなるようにする。
81.	Figura 6.7 Altura da parte permeável	図 6.7 透過部の高さ

82.		
83.	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
84.	3.2 Parte do vertedouro	3.2 水通し部
85.	O vertedouro deve ser dimensionado de forma a possibilitar o escoamento da vazão prevista em projeto de maneira segura, mesmo após o bloqueio da parte aberta, levando em consideração a topografia, as condições das margens e a direção do escoamento do curso d'água tanto a montante como a jusante da barreira.	水通しは、透過型堰堤の上下流の地形、渓岸の状態、流水の方向を考慮し、開口部の閉塞後も安全に設計流量を流し得る断面として設定する。
86.	（1）A largura da base do vertedouro deve ser a mesma da parte transbordante (permeável).	（1）水通し底幅は、越流部（透過部）の幅に合致させるものとする。
87.	Entretanto, dependendo a topografia ou da vazão, não é necessário adequar à largura da parte não transbordante.	ただし、地形及び流量によっては越流部（透過部）の幅に合わせなくてもよい。
88.	（２）A altura do vertedouro é definida pela lâmina d'água prevista na vazão de projeto, não sendo necessário garantir a altura de borda livre	（２） 水通し高さは、想定される設計水深に基づいて設定し、余裕高は設けなくてよい。
89.	Figura 6.8 Seção do vertedouro (comprimento da parte aberta = comprimento do vertedouro)	図 6.8 水通し断面（開口部長さ＝水通し長さ）

90.		
91.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
92.	Figura 6.9　Seção do vertedouro (comprimento da parte aberta ≠ comprimento do vertedouro)	図 6.9　水通し断面（開口部長さ ≠水通し長さ）
93.		
94.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
95.	(1) Largura da base do vertedouro	（１）水通し底幅
96.	A barreira permeável não retém blocos quando de cheias pequenas e médias.	透過型堰堤は、中小出水時の礫を捕捉しない。

97.	Por esta razão, até a ocorrência do fluxo de detritos, não haverá preenchimento de sólidos.	このため、土石流が発生するまで満砂状態にならない。
98.	Assim, a água passa pela crista do bloco de ancoragem em concreto da parte transbordante (permeável) durante os períodos de normalidade, sendo necessário igualar a largura base do vertedouro com a largura da parte transbordante (permeável) (Figura 6.9, seção transbordante A).	よって、平常時の流水は越流部（透過部）の底版コンクリート天端を通過するので、水通し底幅を越流部（透過部）の長さに合わせる必要がある。（図 6.9，越流断面 A）
99.	(2) Altura do vertedouro	（２）水通し高さ
100.	A altura do vertedouro deve ser definida considerando que a lâmina d’água de projeto.	水通し部の高さは、設計水深を考慮して設定する。
101.	Na definição da altura se deve adotar o maior valor, comparando a profundidade do escoamento do fluxo de detritos calculada pela vazão de projeto (cálculo feito utilizando a inclinação de deposição de projeto) e o D_{95} dos blocos. Enquanto não ocorre o preenchimento total de sólidos, a água escoa através da parte aberta, por isso não há transbordamento pelo vertedouro até que o fluxo de detritos seja retido e ocorra o preenchimento total de sólidos e, mesmo depois do preenchimento, como existe a premissa de realizar a remoção do material, o transbordamento pelo vertedouro não será por um período muito longo. Além disso, caso seja posicionada a estrutura reticulada na parte não transbordante, haverá escoamento de água pela parte não transbordante mesmo após o preenchimento total de sólidos, por essa razão não é necessário considerar a borda livre. (Figura 6.9, seção transbordante B)	流量設計から算定される土石流水深（計画堆砂勾配を用いて算出する）と、D_{95}を比較し大きい方の値を水通し高さとして採用する。 時には開口部から流水が通過するため，土石流を捕捉し満砂するまで水通しから越流することはなく、満砂後も除石を前提していることから水通し部からの越流が長期に渡ることはない。また、非越流部に鋼管フレームを配置した場合、満砂後も流水は非越流部から流下するため余裕高は考慮しなくてもよい（図 6.9、 越流断面 B）。
102.	Figura 6.10　Altura do vertedouro	図 6.10　水通し高さ
103.		
104.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

105.	(3) Lateral do vertedouro	（3）袖小口
106.	Nos casos em que a largura da parte aberta for igual à largura da base do vertedouro, a inclinação da lateral do vertedouro deve ser 1:0,5, tal como adotada nas barreiras impermeáveis.	開口部の幅と水通し底幅が同じ場合、袖小口の勾配は、不透過型堰堤で採用されていると同じように、 1:0.5 とする。
107.	**4. Projeto de engenharia dos tubos de aço reticulados**	**4. 鋼管フレームの設計**
108.	4.1 Itens para aferição do projeto de engenharia	4.1 設計の照査項目
109.	O formato da seção na direção do escoamento da barreira permeável deve ser definido de forma global, levando em consideração a fabricação, o transporte e a montagem no campo.	透過型堰堤の流下方向の断面形状は、運搬及び架設に配慮して総合的に設定するものとする。
110.	1) Estabilidade externa da parte aberta	1） [開口部の外的安定性]
111.	A estabilidade global do conjunto da parte aberta (parte permeável + bloco de ancoragem em concreto) deve satisfazer os seguintes requisitos, com base no cálculo de estabilidade: tombamento, deslizamento e capacidade de carga da fundação.	開口部（透過部＋底版コンクリート）の総合外的安定性は、安定計算に基づいて転倒、滑動、基礎耐荷力の条件を満足するものとする。
112.	2) Resistência e desempenho estrutural da parte permeável	2） [透過部の耐荷性及び性能]
113.	A análise e o dimensionamento estrutural do reticulado devem aferir as condições de segurança estrutural dos tubos de aço, das ligações soldadas e parafusadas, assim como a transmissão adequada dos esforços internos das estruturas para as fundações.	鋼管フレームの構造解析及び設計は、鋼管、溶接・ボルト付き継ぎ手の構造安全状況を照査して且つ、基礎底版への内部応力伝達を照査するためにも行う.
114.	3) Análise do impacto dos blocos	3） [礫衝突に対する検討]
115.	É admitido que os tubos de aço que recebem a colisão direta do bloco tenham afundamentos pontuais frente à força do impacto.	礫が直撃する部材については、礫の衝撃力に対して所定のへこみを許容するものとする。
116.	Essa premissa deve ser considerada no desempenho da estrutura de aço em condições de serviço.	上記前提は、使用状態にある構成構造物の性能に考慮する。
117.	A estrutura de aço deve ter alta redundância, impedindo que o dano em uma parte das peças não provoque o colapso da barreira.	一部の部材が破損したとしても堰堤が崩壊を防ぐように冗長性（リダンダンシー）の高い構造とする。
118.	Além disso, considera-se que a estrutura de aço se mantenha nos limites do comportamento elástico do material.	さらに、構造物が材料の弾性挙動限界内に保持することとする。
119.	Quando do fluxo de detritos, um conjunto de blocos de diferentes dimensões colidirá com a estrutura da barreira.	土石流の場合は、異なった礫径の礫群が堰堤構造に衝突する。

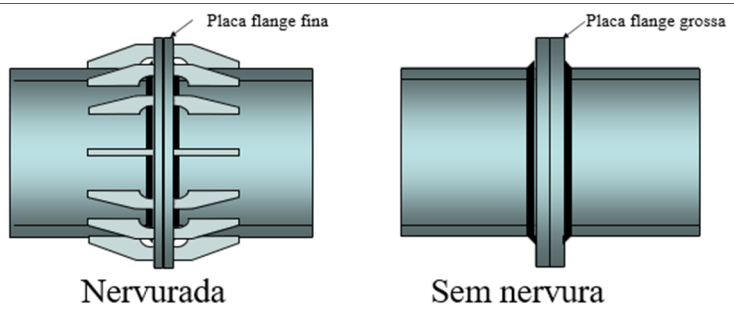
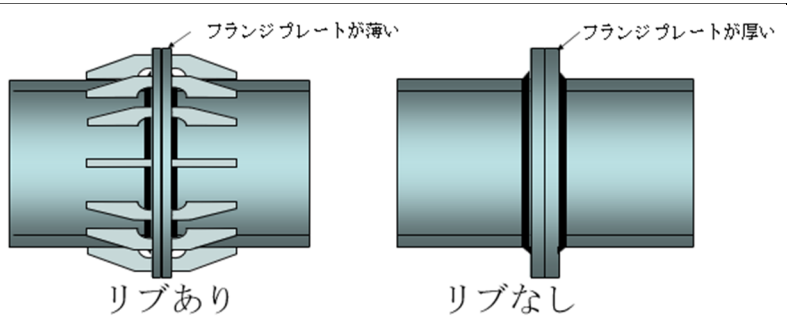
120.	Assim, não é possível garantir a direção da incidência dos blocos sobre as peças, sendo esta uma das justificativas para adoção de tubos de aço de seção circular na formação da estrutura permeável.	従って、礫がどの方向から部材に作用するか確定できない。これは、透過部を構成する鋼管を円径断面として採用する根拠でもある。
121.	4.2 Espessura mínima da chapa	4.2 最小板厚
122.	A espessura da chapa utilizada nos tubos de aço da barreira permeável deve ser ≥22mm e ter a razão diâmetro-espessura de D/t<30.	透過型構造物に用いる鋼管の板厚は、22mm 以上、かつ径厚比を D/t<30 とする。
123.	A nomenclatura para os tubos de seção circular é a seguinte:	円形断面鋼管の名称は以下とする。
124.	D indica o diâmetro externo e t a espessura da chapa dos tubos.	Ｄは鋼管の外径、t は鋼管の板厚を表す。
125.	A Foto 1 ilustra exemplo de danos causados por fluxo de detritos.	写真 1 は、土石流による損傷事例を示す。
126.	Observa-se que os blocos nem sempre colidem somente nos tubos de aço que constituem o paramento de montante. Por essa razão deve-se garantir a redundância e a robustez.	礫は必ずしも最上流面を構成する鋼管部材にだけ衝突するわけではないことが見られる。このため、リダンダンシーやロバストネスを確保する。
127.	Conforme observado em exemplos de retenção de fluxo de detritos, não são detectados afundamentos causados por colisões de blocos quando, nas estimativas de projeto, a espessura da chapa dos tubos de aços supera 22mm, situação confirmada no exemplo da Foto 11.	捕捉事例をみると、鋼管板厚が 22mm 以上になると設計時に想定していた礫衝突によるへこみは見受けられなかったことが、写真 1 にて確認できる。
128.	Assim, as peças tubulares que formam a estrutura reticulada devem ter espessura mínima de chapa de 22mm, devendo-se prever a espessura de corrosão, além de atender a relação D/t<30.	そこで、鋼管フレームを構成する鋼管部材の板厚は 22mm 以上で、かつ腐食しろを見込んだＤ／t ＜30 に対応する。
129.	Foto 1　Diferença entre os danos causados em distintas espessuras de tubos de aço	写真 1　鋼管板厚の違いによる損傷の差

130.		
131.	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
132.	A partir da disponibilidade do mercado, exemplos de retenção e de danos, os tubos, cuja espessura de chapa é de 22mm, são deφ500 eφ600. Com base na experiência japonesa, a altura de referência da estrutura reticulada fica em torno de 8m. Com base na altura da estrutura reticulada da parte transbordante, que é a que fica mais alta dentre as alturas da barreira, adota-se: - Φ600 para estrutura reticulada ≧ 8m de altura; - Φ500 para estrutura reticulada < 8m de altura. Desse modo, mesmo nos casos em que a altura da barreira fique baixa na direção das margens direita e esquerda ou que haja variação de altura devido à parte não transbordante, não é necessário alterar o diâmetro dos tubos de aço. Ou seja, deve-se uniformizar o diâmetro dos tubos na totalidade da barreira.	板厚 22mm の鋼管は市場性、捕捉補足事例及び損傷事例を踏まえてφ500 とφ600 とする。この使い分けは、日本での実績から鋼管フレームの高さ 8m 程度が目安となる。 堰堤高の最も高くなる越流部における鋼管フレーム高さを基に、「鋼管フレーム高さ≧８ｍはΦ600」、「鋼管フレーム高さ＜８ｍはΦ500」とする。従って、左右岸方向に堰堤高が低くなる場合や非越流部により鋼管フレームの高さが変わる場合でも鋼管径を変える必要はない。要するに、堰堤全体の鋼管径を一律にする。
133.	Altura da estrutura reticulada ≥ 8m Diâmetro do tubo de aço φ600	鋼管フレームの高さ　≥ 8m　　鋼管径φ600

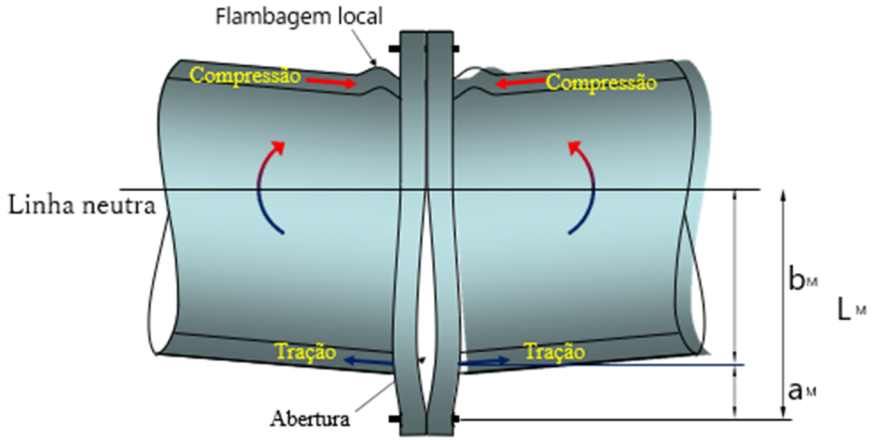
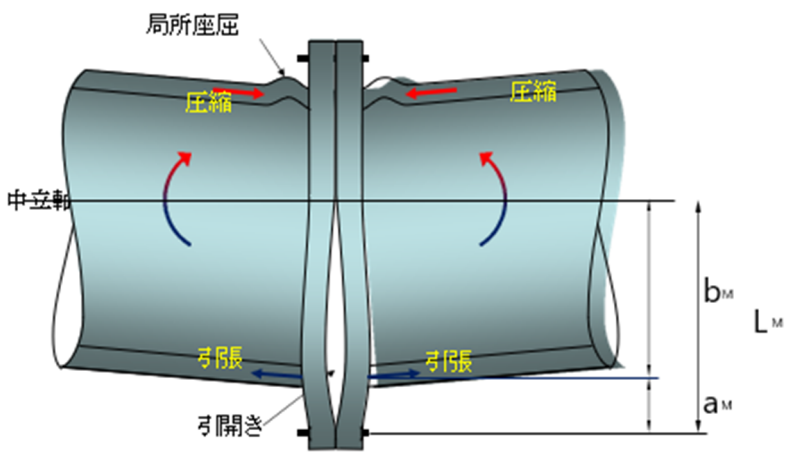
134.	Altura da estrutura reticulada < 8m Diâmetro do tubo de aço φ500	鋼管フレームの高さ ＜ 8m　　鋼管径φ500
135.	4.3 Peças tubulares	4.3 鋼管部材
136.	A parte aberta da barreira corresponde à estrutura reticulada em aço, posicionada para reter o fluxo de detritos.	堰堤の開口部は、土石流を捕捉するために配置された鋼管フレーム構造物に相当する。
137.	As peças tubulares garantem a estabilidade da barreira, mantendo seu o formato, para a qual não é admitida a deformação excessiva, garantindo o comportamento elástico frente às ações da carga hidrodinâmica e do fluxo de detritos.	鋼管部材は、土石流の流体力の作用に対する、過度な変形は許容されない部材の弾性挙動を確保し、形状を保持することで堰堤の安定を確保する部材である。
138.	Estimando a colisão dos blocos rochosos, é admitida a deformidade por afundamento em até 40% do diâmetro dos tubos para as peças de aço que receberão a colisão direta do fluxo de detritos (tubos que formam o paramento de montante), já para os tubos que receberão a colisão direta de blocos transbordantes em queda, o afundamento admitido é de 10% do diâmetro do tubo.	礫衝突を想定し、土石流が直撃する部材（最上流面を構成する鋼管）の場合は鋼管径の 40%、越流落下礫が直撃する部材の場合は鋼管径の 10%までのへこみ変形を許容するものとする。
139.	Se considerarmos o dano causado pela colisão de blocos e a situação da retenção, as peças tubulares também servem como “peças de retenção de blocos” e não somente para garantir a segurança e desempenho estrutural da parte permeável da barreira.	礫衝突による損傷と礫の捕捉状況を見ると、鋼管部材は、堰堤透過部の構造安全性と性能を保持するだけではなく、「礫捕捉部材」としての役割を果たす。
140.	1) Tubos de aço que constituem o paramento de montante	1）　最上流面を構成する鋼管
141.	Os tubos de aço que constituem as peças mais a montante recebem a colisão direta da parte frontal do fluxo de detritos, de modo a suportar a colisão dos blocos. Absorvem a energia de colisão dos blocos através das deformações por afundamento, devendo proteger a estrutura do reticulado a jusante.	最上流部材は、土石流のフロント部が直撃する部材であり、礫の衝突に耐える。またはへこみ変形により礫衝突エネルギーを吸収し、下流の鋼管フレーム保護するものでなければならない。
142.	Nesse caso, não é necessário considerar o acúmulo de deformações, bastando apenas aferir o D_{95}, pois os blocos retidos não deverão se deslocar novamente.	この場合、一旦捕捉した礫の再移動はないため、D_{95} に対する照査のみでよく、累積変形を考慮しなくても良い。
143.	2) Tubos de aço que não constituem o paramento de montante	2）　最上流面を構成しない鋼管
144.	Os tubos de aço que não ficam na parte mais a montante são peças de sustentação, que mantêm a parte reticulada e garantem o seu equilíbrio.	最上流以外の鋼管は、フレーム部を支え、バランスと形状の保持部材である。
145.	Em cheias pequenas e médias, vários blocos que passaram pelas peças mais a montante colidem na base das peças a jusante e, por essa razão, os tubos devem resistir suficientemente aos desgastes e afundamentos. Até então, quando a espessura da chapa é maior que ≥22mm, não há a ocorrência de	中小出水では最上流部材をすり抜けた複数の礫が下流部材の根元に衝突するため、摩耗やへこみに十分抵抗できるものとする。これまで板厚 22mm 以上

	afundamento causado por bloco que tenha passado, sendo assim, não é necessário realizar a aferição da colisão dos blocos para os casos de chapa com espessura superior a ≥22mm.	であればすり抜けた礫によるへこみは生じていないので、板厚 22mm 以上であれば礫衝突の照査は不要とする。
146.	Em períodos de fluxo de detritos, quando há instalação de barreiras sequenciais, a barreira situada a montante, tem como premissa o transbordamento de blocos pelo vertedouro, após o preenchimento de materiais.	土石流時において連続配置した場合上流側の堰堤は、満砂後、水通し部から礫が越流することを前提としている。
147.	Por isso, há a possibilidade de os blocos caírem dentro dos vãos dos tubos de aço reticulado.	このため、礫が鋼管フレーム内に落下する可能性がある。
148.	Para essas barreiras, pode-se aumentar a resistência dos tubos, a fim de evitar ao máximo os danos causados pelos blocos transbordados e que também resista suficientemente ao empuxo, mesmo com deformações ou perdas. Além disso, a estrutura como um todo deve resistir suficientemente ao empuxo, mesmo ocorrendo perdas ou deformações. Nesse momento, ocorrem múltiplas colisões de blocos, mas não é possível determinar quantas vezes haverá colisão. Dessa forma, para as peças tubulares da parte transbordante considera-se que haverá 1 colisão de bloco D_{95} e, para as peças tubulares da parte não transbordante, 1 colisão de bloco D_{80}, não considerando a deformação cumulativa.	このような堰堤については、越流礫に対して破損を極力抑えるよう、そして変形または喪失しても土圧に十分耐えるように鋼管強度を高める。または、変形・喪失しても構造全体が堆砂圧に十分耐える構造とする。このとき、礫は複数回衝突するが、回数を特定することはできない。そこで、越流部の鋼管部材に対しては D_{95} の礫径、非越流部の鋼管部材に対しては D_{80} の礫径が 1 回衝突したものとし、累積変形は考慮しないものとする。
149.	Se as peças tubulares forem danificadas, existe a possibilidade de não resistirem ao fluxo de detritos ou à deposição.	鋼管部材が破損すると土石流や堆砂に耐えられない可能性がある。
150.	Por este motivo, a aferição dos elementos de projeto deve estar dentro do regime elástico e levar considerar a condição de peças que podem ser utilizadas repetidamente.	よって、設計時の部材照査は、弾性範囲内に収めて繰り返し供用できるものとして位置づけられている。
151.	Considerando a dificuldade de determinar previamente qual peça tubular que será danificada e supondo a possibilidade de perda da peça pela colisão dos blocos, é importante que, nessa condição, o conjunto da barreira de aço permeável não seja levado ao colapso sob a ação das solicitações de projeto adotadas no cálculo de estabilidade.	破損する鋼管部材を事前に特定することは困難であることを考慮して、礫の衝突が予想される部材を喪失したと仮定し、安定計算で用いた設計外力を与えても鋼製透過型堰堤一式として崩壊しないことが重要である。
152.	Em geral, quanto mais elementos (ou peças), maior será a redundância e mais alta a resistência e a rigidez do conjunto estrutural, de modo a manter estruturalmente íntegro o corpo da estrutura com peças danificadas.	一般に破損部材のある構造体の構造的一体性を維持するように、部材数が多いほどリダンダンシーは大きく、構造一式の強度と剛性も高いのである。
153.	Na elaboração do projeto de engenharia deve-se considerar:	設計時に以下を考慮する。
154.	①Para as forças externas de projeto, garantir as condições de segurança prevista no método dos estados limites das normas brasileiras.	①安定計算に用いる設計外力に対して、ブラジル規格が定める限界状態法の安全条件を確保する。

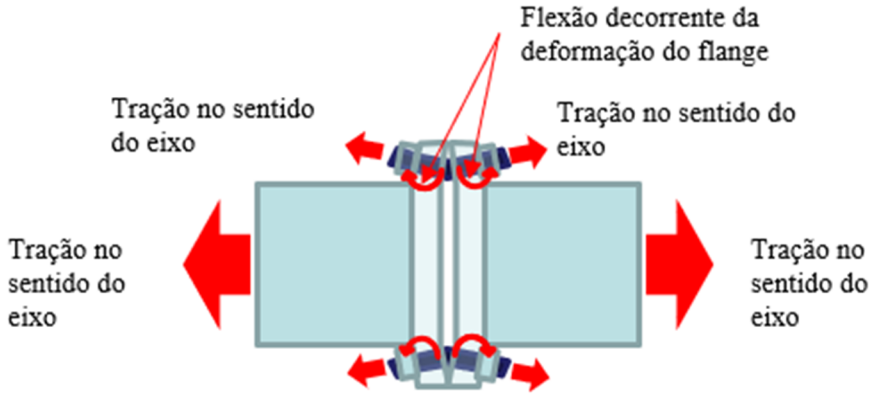
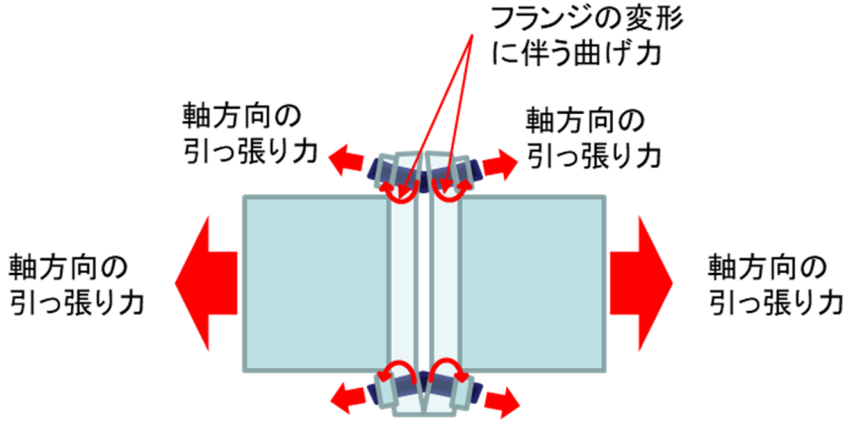
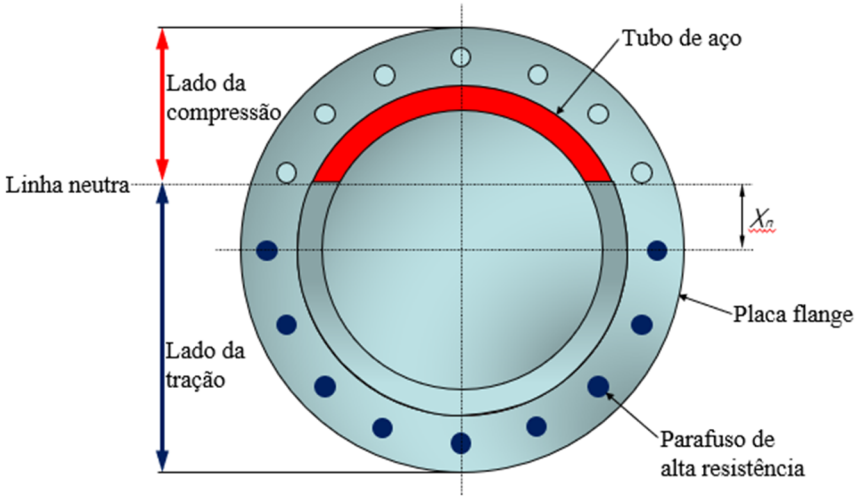
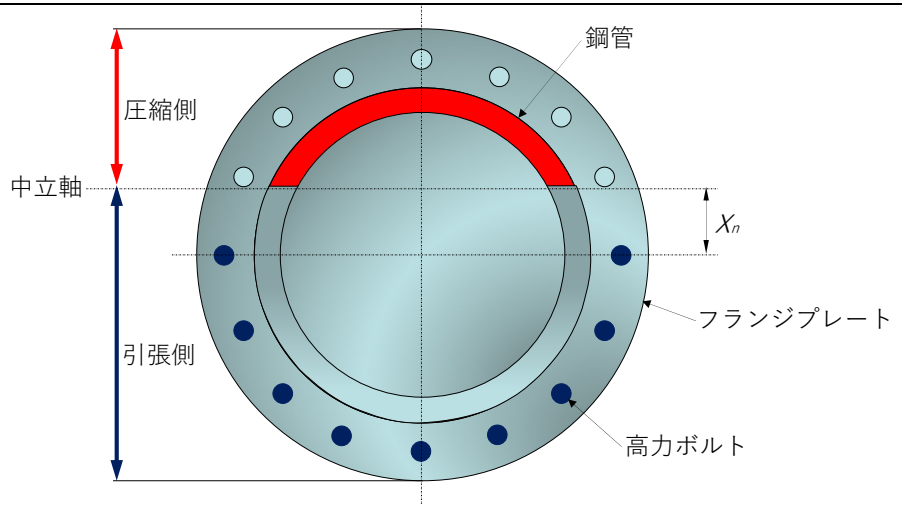
155.	②Deformações pontuais nas peças causadas pela colisão dos blocos são permitidas.	②礫の衝突に対して、部材の局部的な変形を許容する。
156.	Nesse caso, deve-se considerar a espessura de corrosão em 0,5mm e uma margem adicional inferior a 3,5mm.	この場合、腐食しろは 0.5mm、余裕しろは 3.5mm 以下とする。
157.	Após a ocorrência dos danos:	【損傷発生後】
158.	③ Caso de peças danificadas, considerando a redução da resistência, avalia-se o item ①, julga-se se será possível mantê-la, repará-la ou se será necessária sua reposição	③部材が損傷した場合、部材の耐力低減を考慮して①を検討し、供用できるか補修または取り換えを判定する。
159.	Nessa avaliação, pode-se considerar a espessura de corrosão e a margem adicional como espessura da peça.	この検討の際に、腐食しろと余裕しろを部材厚として考慮してよい。
160.	④ Entretanto, independentemente da análise do item ③, os tubos de aço são julgados quanto à necessidade de reparo ou reforço conforme a dimensão da deformação por afundamento indicada a seguir, relativa ao diâmetro do tubo.	④ただし、鋼管自体は③の検討に関わらず、以下の鋼管径に対するへこみ量によって補修・補強を判定する。
161.	Afundamento ≦ 10% →　　Saudável	へこみ≦10%　　→健全
162.	10%< afundamento ≦ 40% → Reparar ou reforçar conforme necessidade	10%＜へこみ≦40%　→必要に応じて補修・補強
163.	Afundamento > 40% → Reparo ou Reforço (substituição)	へこみ＞40%　　→補修・補強（取替え）
164.	4.4 Aferição das juntas flangeadas	4.4 フランジ継手部の照査
165.	As juntas de ligação flangeada devem ser projetadas de modo a satisfazer os seguintes aspectos:	フランジ継ぎ手部の設計は次の項目を満たすように設計する。
166.	①Possibilidade de calcular a tensão gerada nas peças, sendo explícita a transmissão das tensões entre as peças.	①部材に発生する応力が算出可能であり、部材間の応力伝達が明確であること。
167.	② Os elementos que formam a junta devem evitar desvios em relação ao eixo dos tubos, impedindo assim a introdução de excentricidades na ligação.	②構成する各部材において、鋼管軸から偏らないにすることによって、継ぎ手に対する偏心を防ぐ。
168.	③ Impedir a ocorrência de concentração de tensões nocivas ao desempenho estrutural da junta de ligação.	③継ぎ手の構造機能に対する有害な応力集中の発生を防ぐ。
169.	④ Impedir a ocorrência de tensões residuais ou secundárias.	④残留応力や二次応力の発生を防ぐ。
170.	A barreira permeável inclui ligações parafusadas entre as peças para favorecer o momento da montagem. A fim de facilitar sua produção e montagem são usadas as juntas flangeadas.	架設を容易にするため、透過型堰堤は、架設時に部材のボルト付き継ぎ手を含む。 製造及び架設を容易にするため、フランジ継ぎ手を使用する。

171.	A resistência dos elementos de ligação deve garantir a integridade da barreira.	継ぎ手の強度が堰堤の一体性を保証するものである。
172.	A seção transversal dos tubos de aço tem formato circular e, portanto, é axissimétrica e sem planos principais de inércia.	鋼管の横断面の形状は円形であるため、慣性の主平面がなく軸対称である。
173.	Por essa razão, os tubos de aço são usados em estruturas para as quais não esteja explícita a direção das cargas, como no caso de ventos, maré alta, fluxo de detritos etc. A barreira permeável é formada de tubos de aço, que para o transporte até o local, bem como para a montagem, é dividida em elementos.	このため、鋼管部材は風、潮流及び土石流などの荷重の方向性が明確でない構造物に用いられている。透過型堰堤は、鋼管で構成されるが、現地に運搬及び架設するためユニットに分割される。
174.	O uso de juntas flangeadas com parafusos estruturais de alta resistência facilita os procedimentos de montagem da estrutura de aço no campo, além de simplificar a manutenção, com a substituição de peças danificadas.	構造用高力ボルト付きフランジ継ぎ手の使用によって、現場における鋼製構造物の架設が容易になるほか、損害部材の交換によるメンテナンスも簡略になる。
175.	Esse tipo de ligação entre tubos de aço está contemplado no item 7 da norma ABNT NBR 16239:2013-11-29.	上記の、鋼管を接続するものがブラジル規格 ABNT　NBR16239：2013-11-29 に該当する。
176.	Ainda, as juntas de flangeadas sem nervura apresentam os problemas de “fenômeno de abertura” e “efeito de alavanca”.	また、リブなしフランジ継手は、「てこ作用」及び「引開き現象」の問題がある。
177.	No entanto, experimentalmente verifica-se que é possível obter em uma placa flange sem nervura de chapa grossa a mesma rigidez e a mesma capacidade de carga de uma placa flange fina com nervura.	しかし、フランジプレートの板厚を厚くすることでリブありフランジと同等の剛性及び耐荷力を保証できることが実験により確認されている。
178.	Figura 6.11　Juntas de flange com e sem nervura	図 6.11　リブありフランジ継手とリブなしフランジ継手
179.		
180.	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
181.	O fluxo de detritos passa pelos vãos dos tubos de aço, fazendo com que incida esforços de flexão nas peças.	鋼管フレームには土石流が通過するため、部材に曲げ応力が発生する。

182.	Por esse motivo, para juntas flangeadas sem nervuras, a flexão da ligação pode abrir as placas flange conforme ilustrado na Figura 6.12, ocorrendo o “fenômeno de abertura”, que reduz a capacidade de carga e a rigidez das ligações.	このため、フランジ継手にリブが無いと継手部の曲げにより、図 6.12 が示すように、フランジプレートが開く”引開き現象”が生じ、継手部の耐荷力と剛性が低下する。
183.	Para conter esse fenômeno de abertura, as placas flange devem ser dimensionadas com espessura suficiente, de modo a garantir a rigidez e a capacidade de carga similar à junta flangeada nervurada.	この引開き現象を抑えるため、リブありと同等の剛性及び耐荷力を有するようフランジプレートに十分な厚さを与えて設計する。
184.	Define-se a espessura da chapa das placas das juntas de flange sem nervura conforme descrito a seguir.	リブなしフランジ継手のフランジプレートの板厚は以下のように決定する。
185.	Primeiro, deve-se identificar a espessura mínima da chapa t_{min} para que o fenômeno de abertura não ocorra.	まずこの引開き現象が生じないように最低板厚 t_{min} を求める。
186.	Em seguida, realiza-se a aferição das tensões da placa flange e dos parafusos, para o carregamento previsto.	次に、想定される荷重に対してボルト及びフランジプレートの応力照査を行う。
187.	A seguir, calcula-se a espessura da chapa necessária t_F das placas flange.	その後、求められるフランジプレートの必要板厚 t_F を算定する。
188.	A espessura mínima da chapa t_{min} e a espessura necessária da chapa t_F são comparadas e a maior será a espessura da chapa das placas flange.	この最低板厚 t_{min} と必要板厚 t_F を比較し、厚い方をフランジプレートの板厚とする。
189.	1) Espessura mínima da chapa para a não incidência do fenômeno de abertura	１）引開き現象が生じない最小板厚
190.	Ao conter esse fenômeno de abertura, tem-se rigidez e capacidade de carga similar às juntas de flange nervuradas.	引開き現象を抑えることによって、リブありフランジ継手と同等の剛性及び耐荷力を有することができる。
191.	Figura 6.12　Modelo de análise das juntas	図 6.12　継手部の検討モデル

192.		
193.	Fonte:Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
194.	$t_{min} = \left(\frac{T_R}{T_M}\right)^{1/3} \left(\frac{a_R \cdot b_R}{L_R}\right) \left(\frac{L_M}{a_M \cdot b_M}\right) t_M + \Delta t$	$t_{min} = \left(\frac{T_R}{T_M}\right)^{1/3} \left(\frac{a_R \cdot b_R}{L_R}\right) \left(\frac{L_M}{a_M \cdot b_M}\right) t_M + \Delta t$
195.	Onde as dimensões do experimento em modelo reduzido são as seguintes: T_M: 6mm, a_M: 54.3mm, b_M: 130.7mm, L_M: 185mm, t_M:19mm	ここで、縮小モデル実験の値は以下に示す： T_M: 6mm, a_M: 54.3mm, b_M: 130.7mm, L_M: 185mm, t_M:19mm
196.	Vale destacar que T_R, a_R, b_R, L_R, t_R são os valores do modelo em tamanho real.	なお、T_R、a_R、b_R、L_R、t_Rは実物大モデルの値である。

197.	T_M: Espessura da chapa dos tubos de aço a_M: Distância do meio da espessura da chapa dos tubos de aço até o centro do parafuso no lado da tração b_M: Distância da linha média da espessura da chapa dos tubos de aço até o eixo do tubo de aço no lado da tração L_M: Distância do centro do parafuso até o centro do tubo de aço no lado da tração t_M: Espessura da chapa flange onde não ocorre o fenômeno de abertura no experimento no modelo reduzido Δt: Espessura de corrosão e margem adicional das placas flange	T_M: 鋼管板厚 a_M:引張側における鋼管板厚中心からボルト中心までの距離 b_M：引張側における鋼管板厚中心から鋼製中心までの距離 L_M：引張側におけるボルト中心から鋼管中心までの距離 T_M: 縮小モデル実験での引き開け現象が発生しないフランジ板厚 Δt: フランジプレートの腐食しろ＋余裕しろ
198.	2) Dimensionamento dos parafusos	2）ボルトの設計
199.	Obtém-se o momento fletor e a força normal que incidem nas juntas devido aos carregamentos de projeto e, com esses resultados, identifica-se a posição da linha neutra, conforme ilustrado na Figura 6.14.	設計荷重により継手部に発生する曲げ及び通常（普通）力を求め、図 6.14 が示すように、中立軸位置を決める。
200.	Na posição da linha neutra, conforme ilustrado na Figura 6.14, verifica-se as tensões normal de tração e de cisalhamento, de modo a comprovar a segurança estrutural dos parafusos.	求めた中立軸位置においては（図 6.14）、通常の引張力およびせん断力が確認されることから、ボルトの構造安全が検証される。
201.	Para as juntas flangeadas sem nervura, com espessura de chapas de flange que garante a mesma rigidez da solução das juntas de flange nervuradas, o efeito alavanca não deverá ocorrer. O mencionado efeito alavanca, tal como demonstra a figura 6.13, refere-se à condição do flange deformado e a consequente deformação combinada de flexão e alongamento axial nos parafusos posicionados no lado externo do tubo. Essa condição ocorre nos casos de ligação flangeada submetida a esforço normal (axial) de tração.	リブありフランジ継手と同等の剛性が確保されるリブなしフランジ継ぎ手にはてこ作用が生じてはならない。 てこ作用とは、図 6.13 に示すように、フランジ変形に続く、鋼管の外側に配置されたボルトに軸延長に加えて曲げが発生することをいう。この状態は、フランジ継ぎ手に通常の引張荷重（軸力）が作用したときに生じる。
202.	Figura6.13　Efeito alavanca (Flexão e força axial que incidem nos parafusos do flange)	図 6.13　てこ作用（フランジのボルトに発生する軸力と曲げ力）

203.		
204.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
205.	Por esse motivo, mesmo nas juntas de flange sem nervura, podemos deixar de considerar o efeito alavanca.	そのため、リブなしフランジ継手においても、てこ作用は考慮しなくてよいものとする。
206.	Figura 6.14　Posição da linha neutra (sem nervura)	図 6.14　中立軸の位置（リブなし）
207.		

208.	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
209.	3) Espessura necessária das placas flange	３）フランジプレートの必要板厚
210.	A tração do parafuso, calculada conforme acima, atua na placa flange.	上記で算定されたボルトの引張力がフランジプレートに作用する。
211.	Calcula-se a tensão que incide na placa flange, que foi fixada como placa de anel livre na extremidade da borda externa dos tubos de aço, para assim obter a espessura necessária da placa flange.	フランジプレートを鋼管側最外縁で固定された自由リング板として発生応力を算定し、フランジプレートの必要板厚を求める。
212.	$t_F = \sqrt{\frac{6 \cdot M_r}{\sigma_{ta}}} + \Delta t$	$t_F = \sqrt{\frac{6 \cdot M_r}{\sigma_{ta}}} + \Delta t$

213.

Onde:
t_F: Espessura necessária das placas flange conforme o cálculo da carga que incide nas peças (mm)
M_r: Momento de flexão que incide na placa flange (N ・ mm)
σ_{ta}: Tensão admissível da placa flange (N/mm^2)
Δt: Espessura de corrosão e margem adicional das placas flange(mm)

Além desta verificação, o dimensionamento da placa flange deve ser feito com base na seção 7 da NBR 16239:2013, para o caso de junta flangeada entre tubos de aço de seção circular. Segundo esta norma, a espessura necessária das placas flange, t_c, pode ser dimensionada de modo a impedir o efeito alavanca.

As prescrições da NBR 16239 se referem a juntas flangeadas de ligação entre tubos de aço submetidos a esforço normal de tração $N_{0,Sd}$.

Para considerar o efeito combinado de solicitações de tração axial e momento atuando na junta, respectivamente $N_{0,Sd}$ e $M_{0,Sd}$, pode-se adotar a força axial de tração "efetiva" de projeto, $N_{0,ef,Sd}$, conforme proposto por Kurobane *et al*, 2004, (ver em *Projeto de estruturas de edificações com perfis tubulares de aço*, A.H.de Araújo, A.M. Sarmanho, E.M. Batista, J.A.V. Requena, R.H. Fakury e R.J. Pimenta, Belo Horizonte, 2016.),descrito na equação seguinte:

$$N_{0,ef,Sd} = \left(\frac{N_{0,Sd}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Sd}}{W_0}\right) A_0$$

Onde A_0 e W_0 são a área e o módulo de flexão elástica da seção dos tubos.

ここで、
t_F: 発生部材力により算出されるフランジプレートの必要板厚（mm）
M_r: フランジプレートに発生する曲げモーメント（N･mm）
σ_{ta}: フランジプレートの許容応力（N/mm^2）
Δt: フランジプレートの腐食しろ＋余裕しろ(mm)

この確認のほか、円形断面の鋼管間に配置されるフランジ継手の規格を定めるNBR16239：2013，第７編に基づいて設計する。この規格に準じると、てこ作用を防ぐために必要なフランジプレートの板厚 t_c を算出することが可能である。

NBR16239 は、通常の引張応力を受けた鋼管間に配置されるフランジ継手 $N_{0,Sd}$ に関して定める。

2004 年 Kurobane らが提案するように（鋼製管形状を採用する建築物の構造設計、A.H.de Araújo, A.M. Sarmanho, E.M. Batista, J.A.V. Requena, R.H. Fakury e R.J. Pimenta, Belo Horizonte, 2016 参照）、継ぎ手に作用する引張軸力とモーメント（それぞれ $N_{0,Sd}$ と $M_{0,Sd}$ という）の組み合わせ外力の検討は、「設計実行引張軸力」$N_{0,ef,Sd}$ として用いることができる。式は以下に示す。

$$N_{0,ef,Sd} = \left(\frac{N_{0,Sd}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Sd}}{W_0}\right) A_0$$

ここで、A_0 と W_0 は、鋼管断面の弾性曲げ面積と係数。

214.	4) Definição da espessura da placa flange	４）　フランジプレートの板厚の決定
215.	Comparam-se a “espessura necessária das placas flange para não incidência do fenômeno de abertura” e a “espessura necessária das placas flange conforme carga que incide nas peças”, obtidas através dos cálculos acima e considera-se o maior valor como a espessura da placa flange.	上記で算出した「引開き現象が生じない必要板厚」と、「発生部材力によるフランジプレートの必要板厚」を比較し、大きい方をフランジプレートの決定板厚とする。
216.	**5. Cálculo estrutural**	**5. 構造計算**
217.	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
218.	No desenvolvimento do cálculo estrutural da barreira permeável, as combinações de cargas devem atender aos critérios de segurança estrutural, quanto aos esforços internos, às tensões geradas nas peças e à resistência das ligações.	透過型堰堤の構造計算にあたっては、内部応力、部材の発生応力及び接合部の強度について、荷重の組み合わせが構造物安全条件を満たさなければならない。
219.	As forças externas consideradas na análise estrutural devem ser a combinação das cargas usadas nos cálculos de estabilidade, o efeito da variação de temperatura e a colisão dos blocos.	構造検討で考慮する設計外力は、安定計算に用いる荷重の組み合わせ、温度変化の影響及び礫の衝突に対して行うものとする。
220.	(1) Períodos de fluxo de detritos	（１）　土石流時
221.	As análises devem considerar as condições da barreira com ou sem preenchimento de detritos.	検討では、堰堤の満砂されている状態及び満砂されてない状態を考慮する。
222.	No cálculo de estabilidade da barreira permeável deve ser considerado o peso próprio, a hidrodinâmica do fluxo de detritos, ao empuxo entre outras cargas.	透過型堰堤の安定計算に自重、土石流流体力、土圧及びその他の荷重を考慮する。
223.	(2) Períodos de deposição completa de sólidos	（２）　満砂時
224.	As análises devem considerar o peso próprio e o empuxo promovido pelo material depositado.	検討では、自重及び堆砂による土圧を考慮する。
225.	(3) Variação de temperatura	（３）　温度変化
226.	Considerando que nenhuma outra carga, além do peso próprio incidirá, analisa-se apenas o efeito da variação de temperatura.	自重以外の荷重が作用しないものとして、温度変化の影響のみを検討する。
227.	(4) Colisão dos blocos	（4）礫の衝突
228.	Em função da geometria de distribuição da parte permeável da barreira, devem ser considerados os seguintes aspectos importantes:	堰堤の透過部の分布形状によって、以下の主要項目を考慮する。
229.	- Peças que foram posicionadas mais a montante, nas quais é estimado que os blocos de rocha colidirão diretamente.	・土石流フロント部の礫が直接衝突すると想定される最上流に配置された部材。

230.	- Peças para as quais se estima que estarão sujeitas à colisão dos blocos que extravasam pela barreira, depois do preenchimento dos sólidos.	・満砂後、天端から越流する礫の衝突が想定される部材。
231.	- Peças próximas ao bloco de ancoragem de concreto.	・底版コンクリート近傍の部材。
232.	Os coeficientes de segurança referentes a combinação de cargas devem seguir as recomendações das normas ABNT, ou estrangeira reconhecida por entidade de normalização, em caso de ausência de informação nas normas nacionais.	荷重の組み合わせに関する安全係数は、ABNT 規格または、国内規格が欠如するものに関して、規格を定める国内機関が認証する国際規格に従うものとする。
233.	Os coeficientes de majoração de cargas e de ponderação da resistência prescritos nas referidas normas brasileiras são os seguintes, para combinação normal de carregamentos:	ブラジル規格が定める、一般の荷重組み合わせに関する倍率係数と強度の重み付け係数は次の通りとする。
234.	Coeficientes de majoração de cargas:	荷重の倍率係数
235.	Ação permanente do peso próprio da estrutura de aço: γ_g=1,25	鋼製構造物自重の永久作用：γ_g=1.25
236.	Ação variável do fluxo de detritos, para deposição e impacto: γ_{qfd}=1,5	堆砂と衝突に対する土石流の変動作用：γ_{qfd} =1.5
237.	Ação variável da variação de temperatura: γ_{qT} =1,2	温度変動作用：γ_{qT} =1.2
238.	Fatores de combinação de cargas:	荷重組み合わせ因子：
239.	Ação variável da variação de temperatura: ψ_0=0,6	温度変動作用：ψ_0=0.6
240.	Ação variável do fluxo de detritos: não há previsão explícita para esse tipo de carregamento.	土石流の変動作用：このような荷重に対して明示的に想定されてない。
241.	Recomenda-se, nesse caso, que não seja considerada redução da carga resultante do fluxo de detritos (ψ_0=1,0) na combinação de cargas que inclua as duas ações variáveis: fluxo de detritos e variação de temperatura.	この場合、温度変化及び土石流の２つの変動作用の組み合わせに対して土石流荷重（ψ_0 =1.0）を差し引かないことを考慮するように推奨する。
242.	As combinações de carga recomendadas são, portanto:	従って、推奨される荷重の組み合わせが以下となる。
243.	Combinação 1: deposição de detritos	組み合わせ 1：土石の堆砂
244.	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qfd} F_{fd}$	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qfd} F_{fd}$
245.	Combinação 2: deposição de detritos e variação de temperatura	組み合わせ 2：土石の堆砂及び温度変化
246.	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qfd} F_{fd} + \psi_0 \gamma_{qT} F_T$	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qfd} F_{fd} + \psi_0 \gamma_{qT} F_T$
247.	Combinação 3: variação de temperatura	組み合わせ 3：温度変化
248.	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qT} F_T$	$F_d = \gamma_g F_g + \gamma_{qT} F_T$
249.	Onde:	ここで、

250. F_d: esforço interno de projeto

F_d:設計内部応力

251. F_g: esforço interno devido ao carregamento do peso próprio da estrutura

F_g: 構造物自重による内部応力

252. F_{fd}: esforço interno devido à deposição dos detritos

F_{fd}: 土石の堆砂による内部応力

253. F_T: esforço interno devido à variação da temperatura

F_T:温度変化よる内部応力

254. Coeficientes de ponderação da resistência para estado limite último ELU:

終局限界状態（ELU）に対する強度重みづけ係数

255. Escoamento, flambagem e instabilidade estrutural: γ_{a1}=1,1

降伏、座屈及び構造不安定度：γ_{a1}=1.1

256. Ruptura (p. ex. parafusos e solda): γ_{a2}=1,35

崩壊（例：ボルトや溶接などの崩壊）：γ_{a2}=1.35

257. Concreto (bloco de fundação): γ_c=1,4

コンクリート（基礎の底板ｺﾝｸﾘｰﾄ）：γ_c=1.4

258. O cálculo estrutural da barreira permeável, deve ser desenvolvido de forma a atender as condições de segurança considerando os períodos de deposição completa de sólidos e os de fluxo de detritos.

透過型堰堤の構造計算は、土石流時及び満砂時の安全条件に対応するように行う。

259. As condições de segurança devem atender aos esforços internos, às tensões geradas nas peças e à resistência das ligações.

安全条件は、内部応力、部材に発生する応力及び接合部の強度を満たすものとする。

260. Além disto, os efeitos de variação de temperatura devem ser considerados (tabela 6.2).

また、温度変化による効果を考慮する。（表 6.2）

261. Tabela 6.2　Combinação de cargas de projeto consideradas na análise estrutural.

表 6.2　構造検討で考慮する設計荷重の組み合わせ

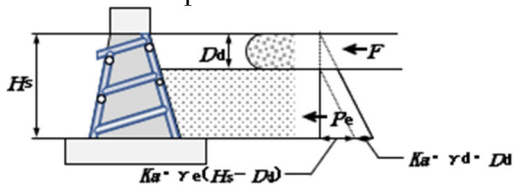
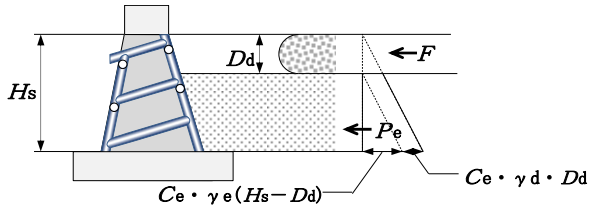
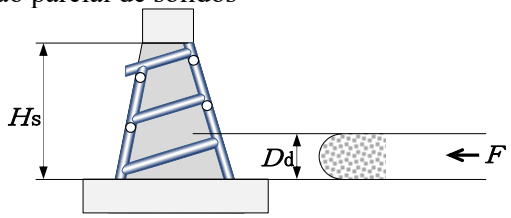
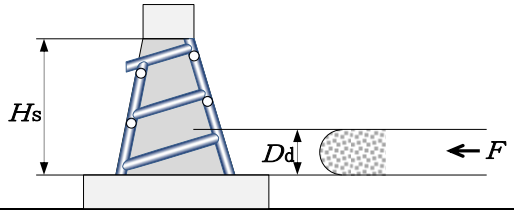
262.

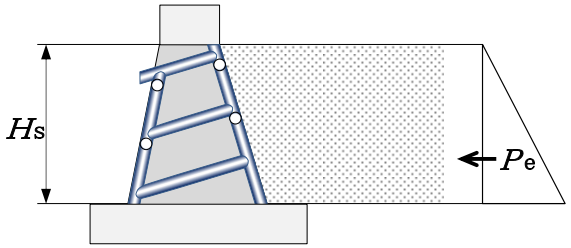
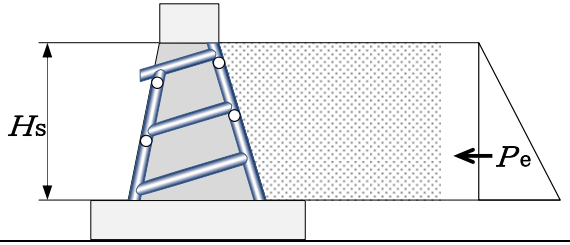
Descrição	Períodos de fluxo de detritos	Períodos de deposição completa de sólidos	Períodos de cheia	Variação de temperatura	Colisão dos blocos cascalho
Peso próprio	○	○	○	○	-
Hidrodinâmica do fluxo de detritos	○			-	-
Pressão de deposição	○	○		-	-
Pressão hidrostática			○		-
Tensão de temperatura	-	-		○	

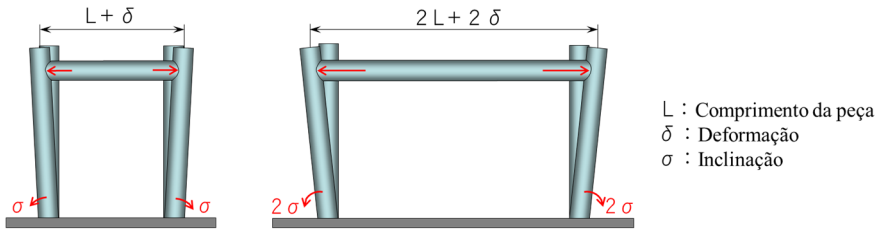
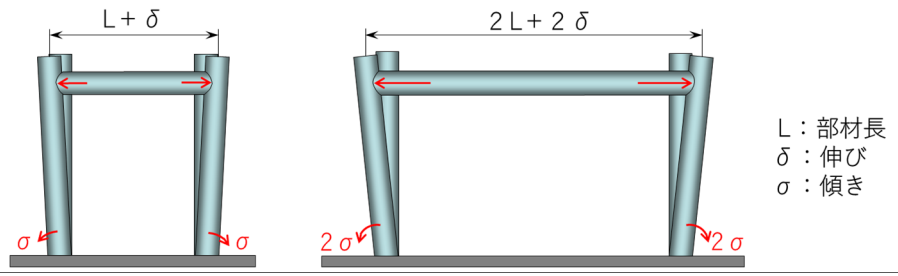
ケース	土石流時	満砂時	洪水時	温度変化	礫の衝突
自重	○	○	○	○	－
土石流流体力	○			－	－
堆砂圧	○	○		－	－
静水圧			○		－
温度応力	－	－		○	

263. Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo

出典：砂防プロジェクトにて作成

264.	(1) Períodos de fluxo de detritos	(1)土石流時
265.	O cálculo de estabilidade na condição de escoamento do fluxo de detritos é realizado com a estimativa de que a hidrodinâmica do fluxo de detritos incida no topo da parte em aço.	土石流の流下状態の安定計算は、土石流の流体力を鋼製部の天端付近に作用するものと想定して行う。
266.	Isso se deve a condição imediatamente anterior a de totalmente preenchida e que é considerada a maior força externa.	これは満砂直前の堆砂状態が最も大きな外力と考慮されているからである。
267.	No entanto, podem ocorrer fluxos de detritos quando a barreira estiver em condição de deposição parcial causada por fluxos anteriores.	しかし、堰堤は過去に発生した土石流によって未堆砂の状態で土石流が発生する可能性もある。
268.	Nestes casos, no cálculo estrutural, os esforços internos gerados nas peças podem ser superiores quando comparados à condição imediatamente anterior a de totalmente preenchida.	その場合の構造計算においては、満砂直前の状態と比較して部材に発生する内部応力が大きい場合もある。
269.	Por isso, deve-se analisar os casos em que não há preenchimento total de sólidos.	このため、未満砂の荷重ケースについても検討することが必要である。
270.	Vale destacar que, caso seja estimado o transbordamento depois do preenchimento de sólidos e a queda de blocos na estrutura a jusante, será necessário realizar uma verificação quanto aos danos na estrutura, decorrentes da colisão do material transbordante em queda (Figura 6.15).	なお、満砂後越流及び下流構造物に落下が想定される場合には、越流落下による礫衝突の構造物の破壊に対する確認が必要である。（図 6.15）
271.	Figura 6.15　Cargas de projeto da barreira permeável nos períodos de fluxo de detritos	図 6.15　土石流時の透過型堰堤の設計荷重
272.	6.15(a) Imediatamente antes do preenchimento total 	6.15(a)　満砂直前 
273.	6.15(b) Deposição parcial de sólidos 	6.15(b)　未堆砂 
274.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

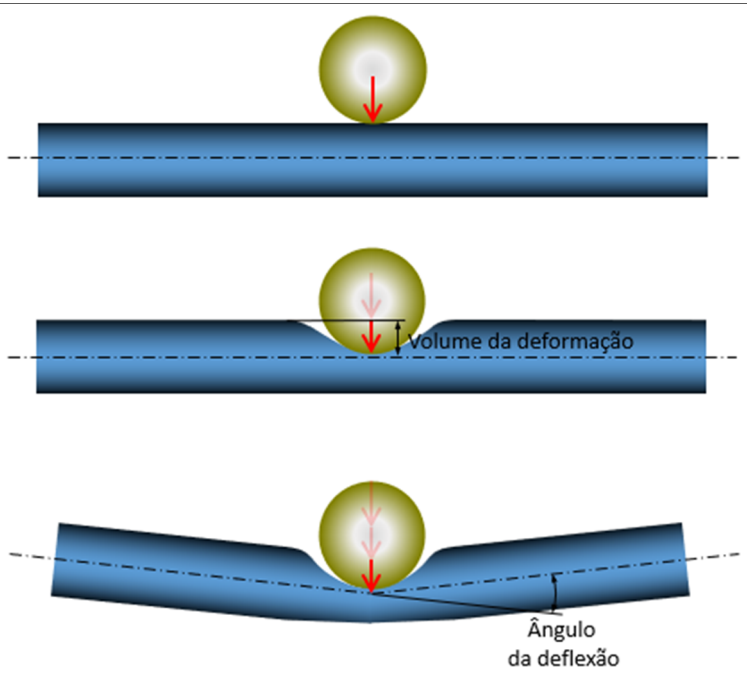
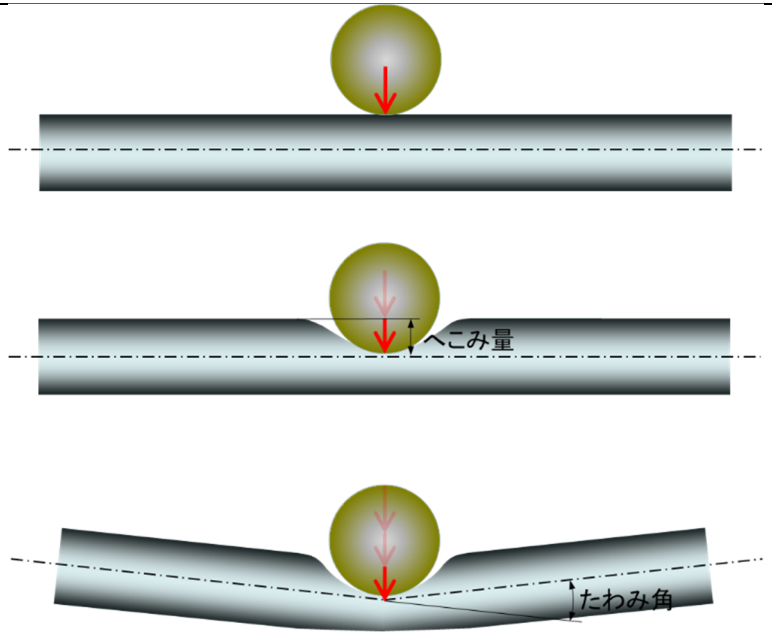
275.	(2) Períodos de preenchimento total dos sólidos	（２）満砂時
276.	A barreira permeável não mantém material sedimentado até que seja verificada a retenção do fluxo de detritos.	透過型堰堤は、土石流の捕捉が確認されるまで土砂を堆積させない。
277.	Após a retenção do fluxo, considera-se o empuxo de sedimentos conforme apresentado na figura 6.16.	土石流捕捉後は、図 6.16 が示すように堆積物の土圧を考慮する。
278.	Figura 6.16　Cargas de projeto da barreira permeável nos períodos de preenchimento total	図 6.16　満砂時の透過型堰堤の設計荷重
279.		
280.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
281.	(3) Variação de temperatura	（３）温度変化
282.	Quando a estrutura de aço é estaticamente indeterminada, é necessário considerar os efeitos da variação de temperatura.	鋼材骨組が不静定構造の場合に温度変化による影響を考慮する。
283.	A parte permeável da barreira é composta pelo bloco de ancoragem de concreto e da estrutura de aço reticulada.	透過型堰堤は、鋼製部と底版コンクリートから構成される。
284.	Como o coeficiente de dilatação térmica linear do concreto e das peças de aço são próximos, mesmo que haja expansão e contração causadas pela temperatura, de fato não ocorrerá nenhum dano nas peças da estrutura.	鋼材とコンクリートの温度変化による温度線膨張係数は近いため、構造物全体が温度変化によって伸縮しても実際のところ構造物の部材にダメージを与えることはない。
285.	Os esforços internos gerados pela variação da temperatura não são uma carga temporária, nem decorrem de esforços externos, mas incidem sobre a estrutura como um todo.	部材の温度変化にとる内部応力は短期荷重ではないまた外力の作用によるものでもなく、構造物全体に一様に作用する。
286.	Figura 6.17　Efeito da variação de temperatura	図 6.17　温度変化の効果
287.		

		
288.	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
289.	(4) Colisão dos blocos de rocha	（４） 礫の衝突
290.	A ocorrência de danos e rupturas nas peças devido a colisão dos blocos de rocha, pode afetar de modo significativo o desempenho estrutural do conjunto e a função de retenção.	礫衝突により部材が損傷・破損すると、構造物全体の性能及び礫捕捉性能に重大な影響を及ぼす可能性がある。
291.	Dessa forma, deve-se levar em consideração esta condição nas análises.	このため、解析の際にこの状態を考慮しなければならない。
292.	As peças que recebem o impacto da colisão dos blocos estão descritas abaixo.	礫衝突の影響を受ける部材は下記の通りに記載する。
293.	①Peças posicionadas mais a montante, para as quais estima-se que haja a colisão dos blocos da parte frontal do fluxo de detritos.	①土石流フロント部に礫の衝突が想定される最上流に配置された部材。
294.	②Peças para as quais se estima que haja colisão do blocos que transbordam pelo topo da estrutura após o preenchimento total dos sólidos	②満砂後、天端から越流する礫の衝突が想定される部材。
295.	③Partes próximas ao bloco de ancoragem que recebem a colisão dos blocos.	③礫が衝突する底版コンクリート近傍の部材
296.	5.2 Método do cálculo estrutural	5.2 構造計算法
297.	Para a estrutura reticulada localizada na parte aberta da barreira, deve-se garantir a segurança utilizando-se o Método dos Estados Limites prescrito nas normas da ABNT.	堰堤の開口部に配置される鋼管フレーム構造に対して、ABNT 規格が定める限界状態法によって安全性を確保する。
298.	Para que não haja danos severos na estrutura, é necessário atender a segurança contra a colisão de blocos e troncos carreados.	構造物に重大な損傷が発生しないため、礫・流木の衝突に対する安全性に対応する必要がある。
299.	O diâmetro do bloco e a velocidade a ser considerada nas análises são definidos conforme indicado a seguir:	解析に用いる礫径及び流速は、以下の通り設定する。
300.	①Considera-se que um bloco com dimensões D_{95} colidirá na parte central da peça com a velocidade do fluxo de detritos.	①礫径 D_{95} が１個、土石流の流速で部材中央部に衝突するものとする。

301.	Caso se considere a colisão utilizando o D_{100}, a velocidade da colisão dos blocos pode ser outra.	D_{100} を対象に衝突を検討する場合、礫衝突の流速が異なる可能性がある。
302.	No entanto, mesmo nesse caso, adota-se a velocidade do fluxo considerando o D_{95}.	しかし、その場合でも、D_{95} の土石流の流速を用いる。
303.	②A absorção da energia devido ao choque do bloco contra a estrutura, mitiga a deformação da estrutura como um todo.	②礫衝突による構造物のエネルギー吸収は、構造体全体の変形を緩和させる。
304.	Adicionalmente, deformações pontuais nas proximidades do ponto de colisão servem como atenuadores dos efeitos do choque.	また、衝突点付近の局部変形は衝突効果を減衰させる機能を果たす。
305.	③Quanto aos casos em que ocorrem colisões de muitos blocos, quando a deformação ultrapassar a condição elástica, determinada para o impacto dos blocos com diâmetro D_{80}, consideram-se que as deformações plásticas e a absorção de energia correspondente ao impacto de cada bloco se acumularão.	③礫が多数衝突する場合にはついては、D_{80} を対象礫とし変形が弾性範囲を超える場合には、塑性変形とエネルギー吸収が累積することと考慮する。
306.	（１）Verificação hidrodinâmica e do empuxo de deposição na estrutura reticulada de tubos de aço	（１）土石流の流体力及び土圧に対する鋼管フレーム構造の確認
307.	No cálculo de estabilidade da barreira permeável se considera que a resistência às forças externas ocorre pelo peso próprio.	透過型堰堤の安定計算は、外力に対して自重で抵抗するものとしている。
308.	Por essa razão, como premissa da estrutura, cada uma das peças que compõem os vãos de tubos de aço estão conectadas e devem garantir que não haja deformação frente à hidrodinâmica do fluxo de detritos, bem como é necessário assegurar que seja uma estrutura que transmita de fato as cargas para o bloco de ancoragem através dos tubos de aço reticulados.	このため、構造物の前提条件として、土石流流体力等に対して鋼管フレーム構造の各部材が連結しており変形しないこと、及び鋼管フレーム構造を通して底版コンクリートに確実に荷重が伝達される構造であることを保証する必要がある。
309.	Por isso, o modelo de análise estrutural submetido às combinações de cargas deve ser executado com base na análise linear elástica, levando-se em conta a resistência das ligações e os detalhes do projeto estrutural referente à ligação da base dos tubos com o bloco de ancoragem, sendo necessário verificar a segurança destes detalhes.	よって、荷重の組み合わせを作用させた構造解析モデルは、継手の強度及び底版コンクリートへの鋼管根元接合部に関する構造設計細目を考慮し、線形弾性解析に基づいて実施、その安全性を確認しておかねばならない。
310.	Observando casos de partes que se soltaram em danos e rupturas ocorridos até então, as peças principais submetidas a esforços normais de compressão axial foram convertidas em geometrias curvas (grandes imperfeições geométricas foram introduzidas) e, por isso, foram levadas ao colapso, o que provocou um efeito em cadeia que resultou na destruição completa da estrutura.	これまでの損傷・破損事例を見ると、部材が外れる場合で、主要部材に普通の軸圧縮応力が作用した場合、部材形状が曲げに転換した（重大な幾何学的な損傷が発生した）ため破損し、これが連鎖し最終的に構造物の完全破壊に至っている。
311.	Por estes fatores, quando ocorrem danos ou perdas a ponto de inviabilizar a transmissão dos esforços internos, pode ocorrer a perda da capacidade de carga da estrutura como um todo.	このため、内部応力の伝搬できないほどの損傷や喪失があると、構造全体の耐荷力の低下を招く可能性がある。

312.	Permite-se a deformação pela plasticidade localizada das peças que compõem os trechos dos tubos de aço, mas é importante que a segurança global da estrutura não seja prejudicada, devido à redução da capacidade de carga das peças após as deformações plásticas.	鋼製区間を構成する部材について局部的な塑性変形を許容しているが、塑性変形後の部材の耐荷力の低下により構造全体の安定性を損なわないことが重要である。
313.	Para a verificação da segurança estrutural e das condições funcionais da barreira permeável, verificam-se as seguintes condições:	透過型堰堤の機能状況及び構造安全性を確認するために、次の条件を確認する。
314.	①As combinações de cargas adotadas no cálculo de estabilidade (hidrodinâmica do fluxo de detritos e empuxo) estão dentro do regime elástico da resistência da estrutura de aço.	①安定計算に用いる荷重の組み合わせ（土石流流体力、土圧）に対して、鋼製構造物強度の弾性範囲内に入っていること。
315.	② As peças mantêm resistência residual (tolerância) para a colisão de matacões.	②巨礫の衝突に対して部材が残余強度（耐力）を維持していること。
316.	Não é suficiente que apenas uma dessas condições seja satisfeita:	どちらか一方を満足すればよいわけではない。
317.	(i) para a condição ①deve-se garantir a manutenção da função de retenção de detritos; (ii) para a condição ②, após os danos na estrutura, deve-se verificar se ainda será possível mantê-la ou não em uso.	（i）①については土砂捕捉機能を保持していることを保証する。（ii）②については構造物が損傷後も使用可能か不可能かを確認する。
318.	Nesse contexto, depois de satisfazer a regra do item ①, deve-se verificar se haverá ou não reparos ou reforços necessários conforme a regra ②.	従って、①の規定を満足した上で、②の規定により補修・補強の有無を確認するものとする。
319.	（２） Aferição para a colisão de blocos de rocha e de troncos carreados nas peças	（２）礫及び流木の衝突に対する部材の照査
320.	Considera-se que ocorra a transmissão de 100% da energia cinética dos blocos e dos troncos carreados, a estrutura absorve essa energia por meio da ocorrência de deformação por afundamento nas peças, além da deformação do próprio alinhamento estrutural (deformação por deflexão).	礫や流木の運動エネルギーが 100%伝達され、部材にへこみ変形が生じて、さらに梁構造の線形自体の変形（たわみ変形）によって吸収するものとする。
321.	Neste caso, é verificado se as deformações por deflexão estão dentro de uma faixa estimada como admissível.	その場合、たわみ変形が推定される許容範囲内にあるか確認する。
322.	As verificações devem contemplar o ângulo de rotação plástica (θ_{pa}), conforme abaixo.	確認事項として、下記の通り、塑性回転角（θ_{pa}）とする。
323.	Ângulo de rotação plástica permitido nos tubos de aço	鋼管においての許容塑性回転角
324.	Esta fórmula pode ser aplicada nos casos em que o fluxo de detritos colide nas peças tubulares.	この式は、土石流が鋼管部材に衝突する場合に適用可能である。
325.	O aumento da razão diâmetro espessura reduz o ângulo de rotação plástica permitido[8)].	径厚比の増大に伴い許容塑性回転角は減少する[8)]。

326.	$\theta_{p.max} \leqq \theta_{pa} = 1{,}355/(D/t)$	$\theta_{p,\,max} \leqq \theta_{pa} = 1.355 /（D/t）$
327.	Onde:	ここで、
328.	D: Diâmetro externo do tubo de aço (mm)	D：鋼管外径(mm)
329.	t: Espessura da chapa do tubo de aço (mm)	t: 鋼管板厚(mm)
330.	θ_p: Ângulo de rotação plástica máximo gerado nas peças	θ_p: 部材に発生する最大塑性回転角
331.	θ_{pa}: Ângulo de rotação plástica permitido (rotação referida à flexão do tubo em regime plástico)	θ_{pa}: 許容塑性回転角　(塑性域にある鋼管の曲げに関する回転)
332.	1) Partes mais a montante que serão atingidas diretamente pelo fluxo de detritos.	１）土石流が直撃する最上流の部材
333.	O fluxo de detritos é retido no paramento de montante da barreira.	土石流は堰堤の最上流面で捕捉する。
334.	Assim, as peças mais a montante receberão o impacto direto da parte frontal do fluxo de detritos. Calcula-se a absorção de energia conforme a dimensão do afundamento e a grandeza da deflexão das peças (tubos de aço). Tal como demonstra a figura 6.18, o afundamento é a dimensão da deformação pontual na seção do tubo de aço (dimensão do esmagamento da seção circular). A deflexão não está relacionada à seção do tubo de aço, mas sim ao momento em que o tubo é considerado como viga e o alinhamento da viga apresenta um volume de deformação (grandeza ou volume da curvatura). Caso seja representada como grandeza de deslocamento do eixo, (volume de deflexão), pode ser representada como ângulo de dobra da viga (ângulo de deflexão). Esta figura demonstra o volume (a grandeza) da deflexão.	このため、最上流の部材に土石流フロント部の礫が直撃するので、（鋼管）部材のへこみ量とたわみ量による吸収エネルギーを計算している。 ここで、図 6.18 に示すように、へこみは鋼管断面の局所的な変形量で，鋼管断面が変形（円形がつぶれた量）する。 たわみは鋼管断面ではなく，鋼管を梁としてみなす時の梁の線形自体の変形量（曲がり量）である。中心軸からの変位量（たわみ量）として表現する場合と，梁の折れ角（たわみ角）で表現する場合がある。図はたわみ量で表現したものである。
335.	Figura 6.18　Volume da deformação e ângulo da deflexão referentes à colisão do bloco no tubo	図 6.18　鋼管の礫衝突によるへこみ量とたわみ角の概念図

336.		
337.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
338.	Assume-se que a colisão ocorre no centro da peça, sendo a dissipação de energia composta pelas deformações pontuais, nos arredores do ponto de colisão, e da estrutura como um todo.	部材中央部に衝突するものとし、エネルギー散逸は、局部変形衝突点付近、そして更に構造体全体の変形で成される。
339.	Presume-se que os blocos não colidam no mesmo ponto, considerando que os blocos de rocha retidos não se movam com a força de impacto de um bloco com diâmetro D_{95}.	礫は同じ個所に当たらないとされているので、一旦捕捉された礫が礫径 D_{95} の衝撃力で再移動しないとしている。
340.	Considera-se para a velocidade de colisão do bloco a mesma do fluxo de detritos.	礫の衝突速度は土石流の流速とする。
341.	A espessura mínima da chapa para a peça em análise é a calculada, por meio da Fórmula de Ellinas Revisada, para uma deformação que leve a um afundamento inferior a 40% do diâmetro dos tubos de aço.	検討の最小板厚は、修正エリナス式を用いた計算によって、へこみ変形が鋼管径の 40%以下になるものとする。
342.	2) Peças que recebem o impacto direto dos blocos em queda após o transbordamento	２）越流落下礫が直撃する部材

343.	Em casos em que muitos blocos colidem e a condição em que a faixa de elasticidade da deformação admitida do aço para o diâmetro D_{80} é ultrapassada, a deformação vai se acumulando e se considera esta condição no cálculo da dissipação de energia.	礫が多数衝突する場合、且つ D_{80} を対象とし変形が弾性許容範囲を超える状態に至った場合には、その変形が累積し、エネルギー散逸することを考慮する。
344.	Quando da instalação sequencial de barreiras permeáveis, no projeto considera-se que a barreira a montante é preenchida totalmente com sólidos, que haverá extravasamento pela soleira do vertedouro e a possibilidade de blocos colidirem diretamente na estrutura de tubos de aço instalada a jusante da face de retenção.	連続配置された透過型堰堤において、上流側の堰堤は満砂することとし、水通し天端から越流するほか、また捕捉面より下流に配置された鋼管構造物に礫が直撃する可能性がある。
345.	É difícil prever quais diâmetros de blocos irão colidir e em qual das partes, no entanto, considerando a constante queda de blocos de pequeno diâmetro, as deformações nas peças irão se acumulando por afundamento.	どのような礫が、どの箇所に衝突するのか推定することは難しいが、小径の礫が連続落下することとすれば、部材のへこみ変形が累積される。
346.	No cálculo, considera-se o diâmetro do bloco D_{80} como bloco de alta frequência de colisão, sendo aceita uma taxa de afundamento correspondente a até 40% do diâmetro dos tubos de aço.	計算の際に、衝突頻度の高い礫を D_{80} として、鋼管径のへこみ率 40%まで許容するものとする。
347.	Este é o valor acumulado usado como referência para a substituição dos tubos de aço.	この累積値は鋼管の取り換えの目安である。
348.	No entanto, como não é possível definir quantas vezes haverá de fato colisões, para deformação por afundamento causada pela força de 1 impacto no diâmetro D_{80}, adota-se como espessura mínima da chapa da peça a que leve a menos de 10% do diâmetro do tubo de aço, percentual no qual a peça é tida como saudável.	ただし、実際には何回衝突するのか確定することはできないので、D_{80} 1 回の衝撃力によるへこみ変形が、鋼管部材を健全と見なす鋼管径の 10%以下になるときの板厚として、その部材の最小板厚とする。
349.	Quanto à velocidade de colisão a ser considerada nas análises adota-se a de maior valor, dentre a velocidade do fluxo de detritos, no sentido horizontal, e a velocidade de queda pelo vertedouro, no sentido vertical.	解析に用いる衝突速度は、水平方向を土石流の流速、鉛直方向を天端からの落下速度の内、大きい方の値を採用する。
350.	Entretanto, a partir do posicionamento das peças, nos casos em que a colisão dos blocos atua como um componente de força em que é possível se prever que a dissipação de energia decorrerá por flexão das peças (que se comportam como vigas) e a frequência de colisões seja explicitamente baixa, é possível elaborar os cálculos de dissipação considerando esses fatores.	ただし、部材の配置により、礫衝突が分力として作用する場合、（梁部材として働くことから）曲げによるエネルギー散逸が見込める場合、且つあきらかに衝突頻度が少ない場合には、これらの条件を考慮してエネルギー散逸の算定を行うことが可能である。
351.	3) Partes próximas ao bloco de ancoragem, atingidas pelos blocos de rocha que passam direto pelas peças da parte mais a montante.	３）最上流の部材を通過した礫が衝突する底版近傍の部材
352.	Quando o fluxo de detritos passa pelo paramento de montante da barreira permeável, a base a jusante pode receber colisões de blocos múltiplas vezes.	土石流が透過型堰堤の最上流面を通過すると、下流の根元には複数回礫が衝突する可能性がある。

353.	Nesse caso, define-se a velocidade da colisão dos blocos como 1/2 da velocidade do fluxo de detritos e no cálculo admite-se como espessura mínima da chapa de aço a que leva a uma deformação por afundamento inferior a 10%, quando causada por 1 colisão de bloco de diâmetro D_{80}.	そこで、礫の衝突速度は、土石流の流速の１／２とするほか、D_{80} の１回衝突でへこみ変形が 10%以下になる最小板厚として認める。
354.	Em barreiras permeáveis de pequeno porte, o fluxo de detritos promove apenas o descascamento da pintura.	規模が小さい透過型堰堤に土石流が作用すると、塗装が剥がれる程度である。
355.	No entanto, conforme o porte do fenômeno vai aumentando, percebe-se que o processo deixa vestígios nas peças (vide o item sobre margem adicional).	しかし、現象の規模が大きくなると部材に痕跡が残ることがある（余裕しろの項を参照）。
356.	Quando são observados pequenos afundamentos pontuais, não significa que a peça tenha sua resistência reduzida.	局部的な小さなへこみが見られる場合、強度が低下しているわけではない。
357.	Não há necessidade de reparo ou reforço, desde que as peças apresentem afundamento de cerca de 10% do diâmetro do tubo.	鋼管径の 10%程度まで凹んでも補修または補強は不要である。
358.	Nessa condição, as peças permanecem classificadas com íntegras.	その状態での部材は健全と見なす。
359.	Porém, nos casos de visualização de afundamentos que alteram a geometria circular dos tubos de aço, será necessário efetuar reparo ou reforço desses tubos de aço.	しかし、鋼管の円形が変形するほどのへこみが見受けられる場合には、鋼管の補修・補強が必要である。
360.	No que tange à necessidade ou não de efetuar reparos ou reforços na estrutura sabo danificada, é preciso que o gestor da estrutura tome essa decisão.	損傷を受けた砂防構造物が補修・補強を必要とするか否かについては、施設管理者の判断が必要となる。
361.	Na figura 6.19 e na Tabela 6.3 apresentam-se exemplos de danos nesse tipo de estruturas que podem ser consideradas como referência se as mesmas permanecem ou não adequadas para serviço.	透過型堰堤が供用できるか否かの判定の目安として、施設の損傷例を図 6.19 及び表 6.3 に示した。
362.	Figura 6.19　Limites de danos nas peças	図 6.19　部材の限界
363.		

364. Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo

365. Tabela 6.3　Grau de danos nas peças e respectivas ações

366.

Grau do dano	Grau de redução da funcionalidade e definições	Ações	Avaliação
Grau I Saudável	Não há redução das funções em comparação ao momento em que a barreira foi instalada, não há impedimentos em seu serviço	Não necessita de reparo	O afundamento do tubo de aço é inferior a 10% do seu diâmetro
GrauII Dano	As peças apresentam redução de resistência, há a possibilidade de ter ocorrido perda de funcionalidade em comparação ao momento em que a barreira foi instalada	Analisar a necessidade de reparo ou reforço com base na aferição da estrutura	O afundamento do tubo de aço é superior a 10% e inferior a 40% do seu diâmetro
GrauIII Destruição	Perda da funcionalidade da barreira, não é possível que desempenhe suas funções quando ocorrer a próxima incidência das cargas de projeto	Realizar reparo ou reforço impreterivelmente	O afundamento do tubo de aço é superior a 40% do seu diâmetro

出典：砂防プロジェクトにて作成

表 6.3　部材の損傷レベルと対応

損傷レベル	機能低下レベルと定義	対応策	判 定
レベルⅠ －健全－	完成時と比べ機能の低下がなく，供用に支障がない	補修の必要なし	鋼管径のへこみが鋼 管径に対して 10%未満
レベルⅡ －損傷－	部材耐力が低下しており，完成時と比べ機能低下のおそれがある	構造照査により補修・補強の必要性を検討する	鋼管径のへこみが鋼管径に対して10%以上，40%未満
レベルⅢ －破壊－	施設機能が喪失しており，次に設計荷重が作用すると機能が発揮できない	必ず補修・補強を行う	鋼管径のへこみが鋼管径に対して40%以上

367. Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo

出典：砂防プロジェクトにて作成

368. (4) Carga desalinhada(excentricidade) com o eixo da barreira permeável

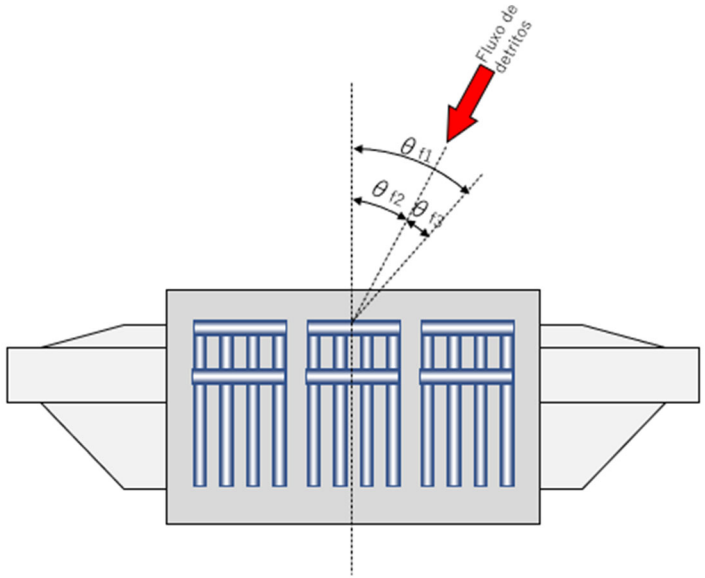
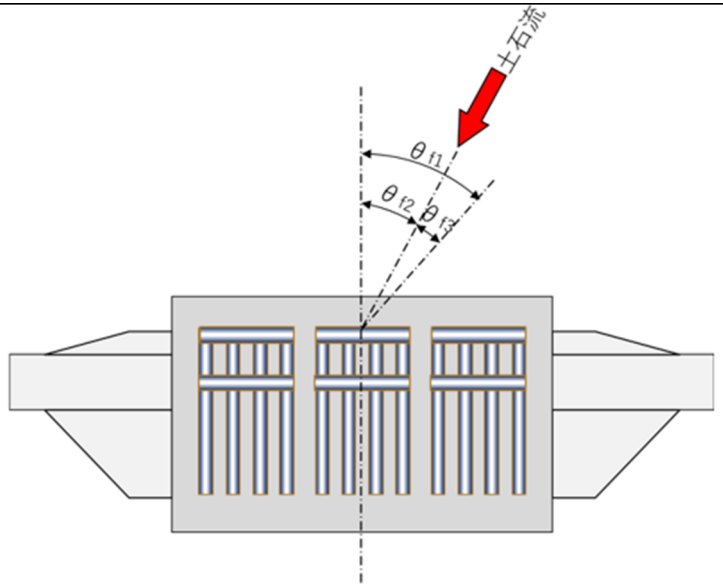
（４）透過型堰堤軸の偏心荷重

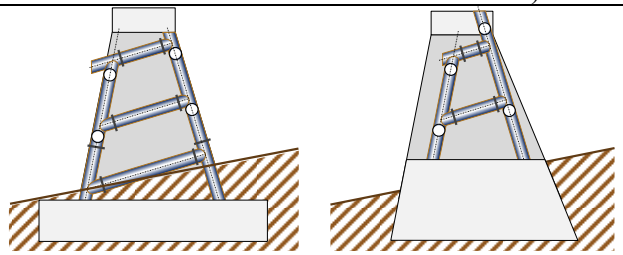
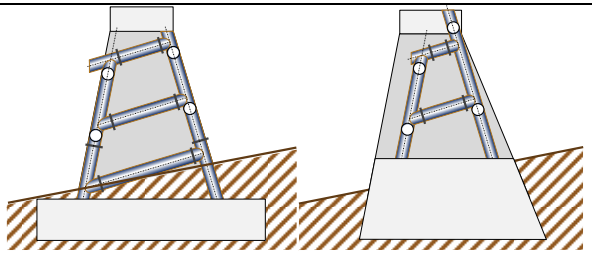
369. A barreira impermeável é posicionada perpendicular ao eixo do canal a jusante, considerando a premissa que o escoamento da água transborda pelo vertedouro após o preenchimento total dos sólidos.

不透過型堰堤は、満砂を前提として水通し部からの越流水の流れを考えて、下流に対して直角に配置する。

370. Como a barreira permeável permanece vazia nos períodos de normalidade, a mesma deve ser posicionada perpendicular ao eixo do canal a montante, evitando-se sua instalação em trechos curvos.

これに対して透過型堰堤は、平常時は空であることから、上流に対して直角に配置し、湾曲部における設置を避ける。

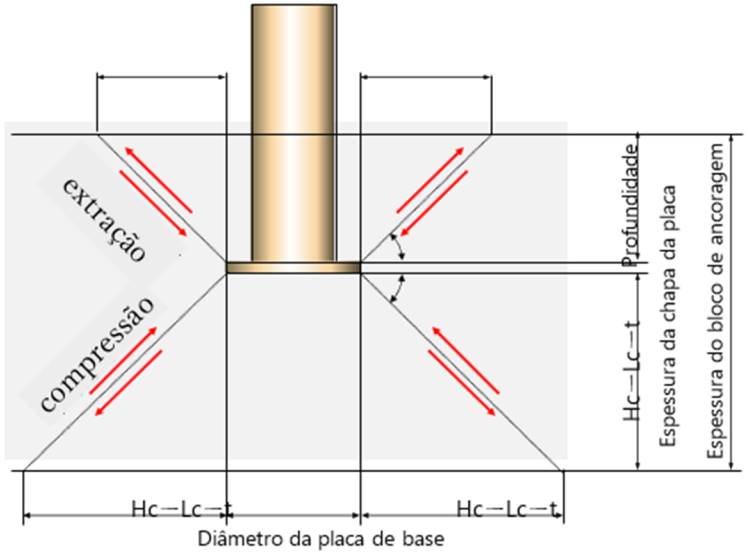
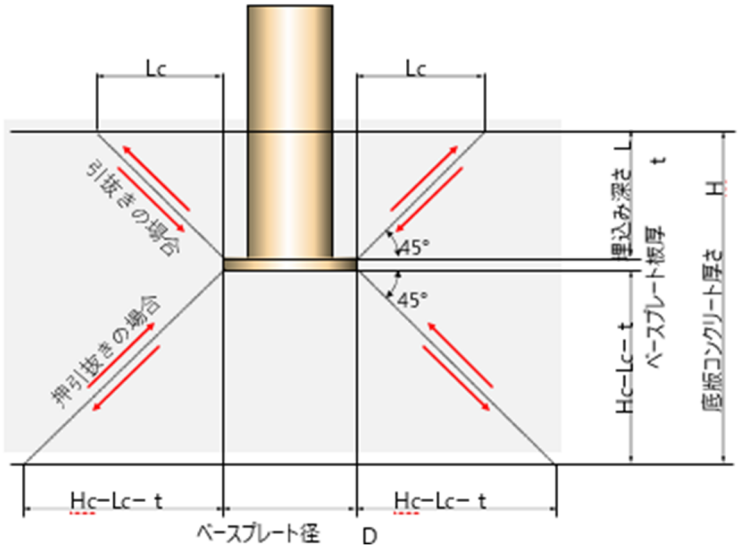
371.	Quando, imediatamente a montante da barreira houver uma curva, o lado de maior curvatura não é bloqueado pelos blocos da parte frontal do fluxo, podendo sua cauda passar pela estrutura.	堰堤の直上流が湾曲している場合、曲率が大きい側が土石流のフロント部に含まれる礫で閉塞せず、後続流が通過してしまう可能性がある。
372.	Dessa forma, em talvegues tortuosos ou pontos de encontro com afluentes, é preciso ter atenção no posicionamento da barreira.	よって、渓流蛇行部、支流合流点などに関しては、堰堤の配置に注意が必要である。
373.	Quando o eixo da barreira estiver desviado do centro do escoamento, dependendo do modo de ligação das peças ou do posicionamento das partes que compõem a estrutura reticulada, a resistência estrutural das peças deve considerar esse efeito.	堰堤軸が流心より偏心している場合、鋼製部を構成する部位の配置や連結方法によっては、部材の構造強度がその効果を考慮する必要がある。
374.	Deve-se verificar se são seguras mesmo para cargas desalinhadas do centro do escoamento.	流心から偏心する荷重に対しても安全であることを確認しなければならない。
375.	No cálculo estrutural, estimam-se cargas da face externa considerando o ângulo de desvio do centro superior a 30 graus.	構造計算では、偏心角度 30°以上の面外荷重を想定する。
376.	Considera-se o ângulo do eixo da barreira (θ_{f2}) e o centro do escoamento do fluxo de detritos, além do ângulo sobressalente em (θ_{f3}=10°) para estimar o ângulo de desvio, definindo em (θ_{f1}) o ângulo em relação à barreira.	偏心角度は、想定される土石流の流心と堰堤軸の角度（θ_{f2}）を想定し、さらに余裕角（θ_{f3}＝10°）を考慮して、堰堤に対する角度（θ_{f1}）とする。
377.	Figura 6.20　Cargas de desvio para a parte permeável	図 6.20　透過部に対する偏心荷重
378.		

379.	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
380.	**6. Cálculo de estabilidade**	**6. 安定計算**
381.	6.1 Formato do bloco de ancoragem de concreto	6.1 底版コンクリートの形状
382.	O bloco de ancoragem de concreto deve ser dimensionado de modo a garantir a segurança, considerando a ficha da fundação, bem como ambos os estados de bloqueio e não bloqueio da parte aberta.	底版コンクリートの設計は、基礎根入れを考慮して開口部が閉塞された状態と閉塞されない状態の両者で安定性を確保するよう設計する。
383.	A unidade do bloco de ancoragem com a estrutura reticulada em aço deve ser assegurada.	底版コンクリートと鋼製骨組構造の一体性を確保する。
384.	Idealmente a fundação da barreira deve ser posicionada em rocha.	堰堤の基礎は、岩着することが望ましい。
385.	No entanto, é também possível posicioná-la em solo.	だが、砂礫基礎に配置することも可能である。
386.	O projeto deve ser conduzido de forma que a se ter garantida a estabilidade.	安定を保証するように設計する。
387.	Quando o terreno de fundação for solo mole ou por qualquer outro motivo não for possível obter as condições adequadas de estabilidade, deve-se efetuar adaptações ao formato do bloco de ancoragem ou tratamento do terreno da fundação de forma a assegurar as condições requeridas.	支持地盤が軟弱地盤または、何らかの理由によって適切なの安定条件が得られない場合においては、底版形状の工夫あるいは基礎処理等を施し、必要な条件を確保すものとする。
388.	Figura 6.21　Formato do bloco de ancoragem (partes transbordante e não-transbordante)	図 6.21　底版コンクリートの形状（越流部・非越流部）
389.	 Parte Transbordante (Parte permeável)　Parte não-transbordante (parte permeável)	 越流部（透過部）　非越琉部（透過部）
390.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
391.	(1) Espessura do bloco de ancoragem	（１）　底版コンクリートの厚さ

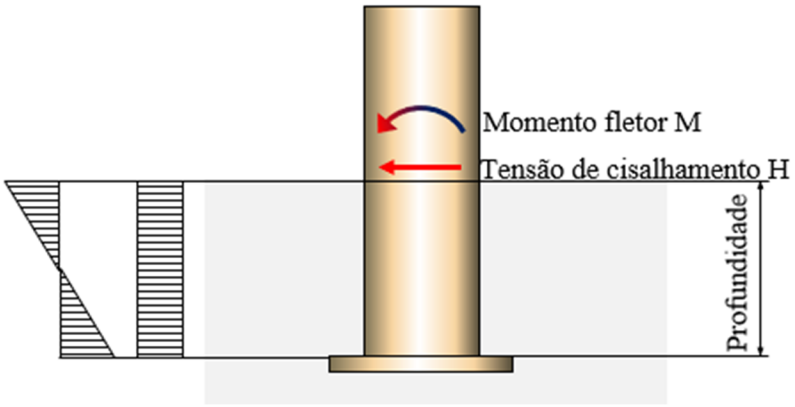
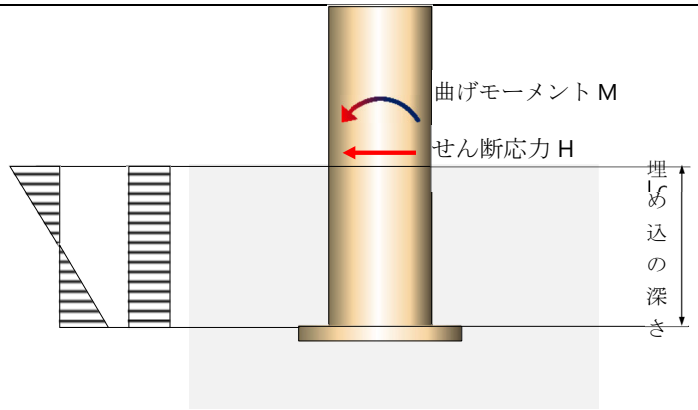
392.	A espessura do bloco de ancoragem deve garantir a profundidade da ficha que seja compatível com o terreno de fundação, ao tempo em que garanta a espessura necessária para a estabilidade da barreira, em função da resistência que tem para as forças externas de projeto como peso próprio.	底版コンクリートの厚さは、基礎地盤に応じた根入れ深を確保するとともに、設計外力に対して自重として抵抗するため、堰堤の安定上必要な厚さを確保する。
393.	Para garantir a estabilidade como corpo único, ligado de forma monolítica à estrutura reticulada em aço, as tensões geradas no interior do bloco de ancoragem de concreto não podem ultrapassar as tensões permitidas para o concreto, sendo essa a condição necessária para a definição da espessura do bloco de ancoragem.	モノリシックな形で鋼管フレーム構造と接続され、一体となって安定性を確保できるよう底版コンクリート内部に発生する応力がコンクリートの許容応力を越えないが厚さを設定するために必須条件とする。
394.	Nos casos em que se constate o desenvolvimento de tensões de tração no concreto, deve-se dimensioná-la em concreto armado.	内部応力に引張が発生すると確認された場合には、鉄筋コンクリートとして設計する。
395.	Tal dimensionamento reduzirá a espessura do bloco e evitará escavações exageradas.	そうすることによって、底版コンクリートの厚さを抑え、過度な掘削を避ける。
396.	Para que a parte permeável, em aço reticulado, e o bloco de ancoragem trabalhem como um só corpo, os pilares executados de tubos de aço devem se apresentar inseridos dentro do concreto.	鋼製透過部と底版コンクリートが一体として働くように鋼管で作られた柱を底版コンクリートに埋め込む形にする。
397.	A profundidade de inserção do tubo no concreto deve ser maior que o diâmetro externo do mesmo e a espessura mínima do bloco de ancoragem deve ser maior que duas vezes o diâmetro do tubo de aço utilizado.	鋼管を埋込む深さは、鋼管外径以上とする他、底版コンクリートの最小厚さは使用する鋼管径の ２ 倍以上とする。
398.	Normalmente, para garantir o peso próprio necessário para a estabilidade, somada à profundidade da ficha da parte da fundação, tem-se espessuras do bloco de ancoragem superiores a 2m.	通常、安定性に必要な自重を確保するため、基礎部の根入れに合わせて底板コンクリートの厚さを２ｍ以上にする。
399.	A profundidade de inserção dos tubos de aço é adotada com de cerca de 50% da espessura do bloco de concreto, ou seja, de um metro aproximadamente.	鋼管の埋込み深さは、底板コンクリートの 50%、つまり１ｍ程度とする。
400.	A definição da espessura do bloco de ancoragem, deve também levar em consideração possíveis restrições construtivas, relacionadas a concretagem, altura de elevação das camadas, entre outras condições.	底版コンクリートの厚さを決定するにあたって、コンクリート打設リフト高さなどの施工上の制約も考慮する。
401.	(2) Declividade do bloco de ancoragem	（２） 底版コンクリートの傾斜
402.	Até a retenção do fluxo de detritos, a água escoará e passará por sobre o topo do bloco de ancoragem (base da parte permeável).	土石流を捕捉するまでは、底版コンクリート天端（透過部底面）を流水が通過することになる。
403.	Quando a barreira tem grande altura, a dimensão da base do bloco de ancoragem na direção longitudinal ao canal é igualmente grande.	堤高が高いと縦断方向の底版コンクリートの規模も同じように大きくなる。

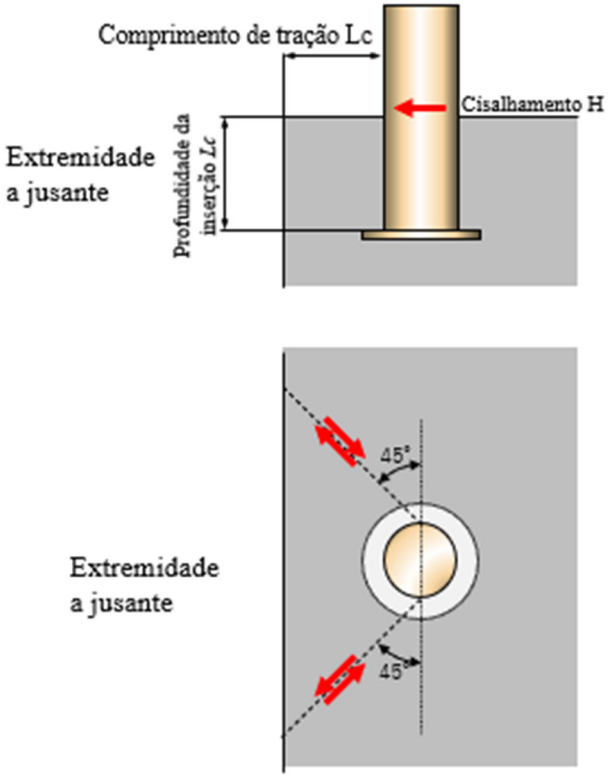
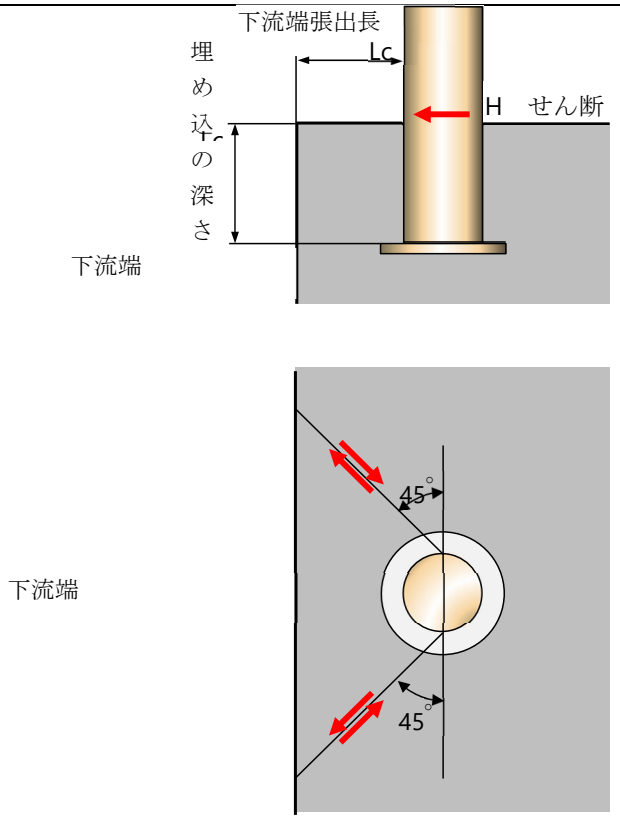
	Neste caso, quando o leito do canal for muito íngreme, será necessária uma grande escavação, de modo a garantir que a base do bloco se apresente horizontal. Uma possível alternativa é adotar declividade da base conforme a inclinação do leito do canal, assegurando a ficha e evitando o aumento da altura da barreira. Entretanto, o bloco de ancoragem plano apresenta-se mais estável.	この場合、渓床勾配がとても急な時、底版底がフラットであるように確保しようとすると、大量な掘削が必要となる。 可能な対応として、渓床勾配に合わせて傾斜させることで、根入れを確保し堤高をより大きくすることを避ける。ただし、底版コンクリートはフラットな方が安定である。
404.	A barreira permeável é aberta até o leito do canal, não havendo desnível entre a extremidade a jusante do concreto do bloco de ancoragem e o leito do canal, por isso, a água escoa normalmente, seguindo o leito em um escoamento que praticamente não difere do que havia antes da instalação da barreira.	透過型堰堤は河床まで開口しており底版コンクリート下端と渓床に落差はないため、通常の流水は河床沿いに設置前とほとんど変わらずに流下する。
405.	Após a retenção do fluxo de detritos, se for considerado que o material extravasado cairá no bloco de ancoragem, pode-se considerar que não será preciso realizar uma obra de calha de dissipação a jusante.	土石流捕捉後も越流した土石流が底版に落下すると想定される場合には、前庭保護工を必要としないと考えられる。
406.	No entanto, poderá ter casos de ocorrência de um desnível entre a face do leito do canal e a extremidade a jusante da parte permeável.	しかし、透過部下端と渓床面との間に落差を生じる場合もある。
407.	A figura 6.22 é um exemplo de erosão por lavagem da extremidade a jusante do bloco de ancoragem.	図 6.22 は、底版コンクリートの下端が洗掘された事例である。
408.	Assim, dependendo do material do leito do canal e da vazão, pode haver erosão da extremidade a jusante do bloco de ancoragem.	従って、河床材料や流量によって、底版コンクリート下流端が洗掘する可能性がある。
409.	No entanto, como não ocorre o transbordamento constante pela soleira do vertedouro, como nas barreiras impermeáveis, calhas de dissipação a jusante serão algo simples.	ただし、不透過型堰堤のように恒常的に水通し天端から越流することはないので、前庭保護工が簡易なものとなる。
410.	Nesses casos, deixa-se a inclinação do bloco de ancoragem mais tênue que a inclinação do leito do canal (por exemplo), garantindo que haja deposição no bloco de ancoragem, ou efetua-se de uma proteção de calha simplificada por enrocamento.	この場合、底版勾配を渓床勾配より緩くし（例えば）底版コンクリートに堆砂させる工夫や、石積による簡易な前提保護工を施す。
411.	Figura 6.22　Erosão a jusante do bloco de ancoragem	図 6.22　底版下流の洗掘

412.		
413.	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
414.	Referência para a necessidade ou não da calha de dissipação a jusante:	前庭保護工の必要性の目安
415.	①Quando o terreno é material com granulometria mais fina	①地盤の土砂粒径が小さい場合
416.	②Quando existe água em queda na extremidade a jusante devido ao bloqueio de blocos dentro dos vãos da parte permeável	②砂礫が透過部枠内を閉塞し下流端に落下水がある場合
417.	③Quando há desnível entre o leito do canal e o bloco de ancoragem.	③底版コンクリート下流端と渓床に落差がある場合
418.	(4) Verificação da parte dos tubos inseridas no concreto	（４）埋込み部の確認
419.	Frente à tensão gerada na parte dos tubos de aço que é inserida no concreto, efetua-se a verificação ao arrancamento e compressão, observando se estão dentro dos valores permitidos.	鋼管埋込部に発生する応力に対して、底版コンクリート内の引抜きと圧縮に対して確認し、許容値内に収まっているかどうかを検討する。
420.	A análise da parte que ficará inserida na fundação é realizada conforme descrito abaixo.	基礎埋込み部に関する解析は以下のように行う。
421.	No caso de estrutura com tubos inseridos de modos diferentes, deve-se também garantir o mesmo grau de segurança.	鋼管埋込みと異なる構造の場合、これと同等の安全性を保証しなければならない。
422.	1) Resistência ao arrancamento e compressão	１）引抜き、圧縮に対する抵抗
423.	Para a resistência ao arrancamento que atua na parte inserida dos tubos de aço, frente à força de compressão, realiza-se a aferição do grau de tensão de sustentação vertical e do grau de tensão de cisalhamento de compressão e extração.	鋼管埋込み部に作用する引抜抵抗に関して、圧縮力に対する押抜き、引抜きせん断応力度及び垂直支圧応力度の照査を行う。

424.	$\tau = \frac{V}{A_c} \leqq \tau_{ca}$	$\tau = \frac{V}{A_c} \leqq \tau_{ca}$
425. 426. 427. 428. 429.	Onde: τ: tensão de cisalhamento solicitante de arrancamento e compressão τ_{ca}: tensão resistente de arrancamento e compressão V: Força vertical da parte do tubo de aço que é inserida (reação ao ponto de sustentação) A_c: Área útil da superfície plana da superfície de colapso em forma de cone	ここで、 τ：押し、引き抜きせん断応力度 τ_{ca}：引抜、圧縮抵抗応力 V：鋼管埋込部の鉛直力（支点反力） A_c: コーン状破壊面の有効水平面積
430.	Figura 6.23　Resistência arrancamento e à compressão	図 6.23　圧縮または引抜き抵抗
431.		
432.	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
433.	2) Força de sustentação vertical da placa de base	2）ベースプレートによる垂直支圧力
434.	$\sigma_{bv} = \frac{V}{A_d} \leqq \sigma_{ca}$	$\sigma_{bv} = \frac{V}{A_d} \leqq \sigma_{ca}$

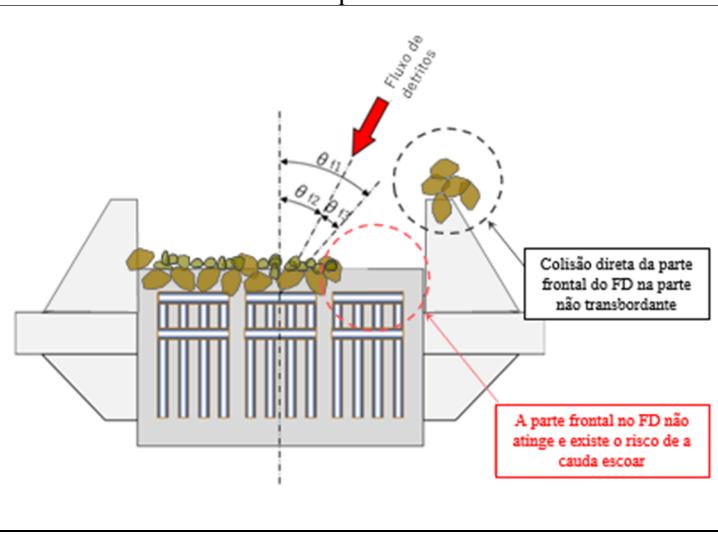
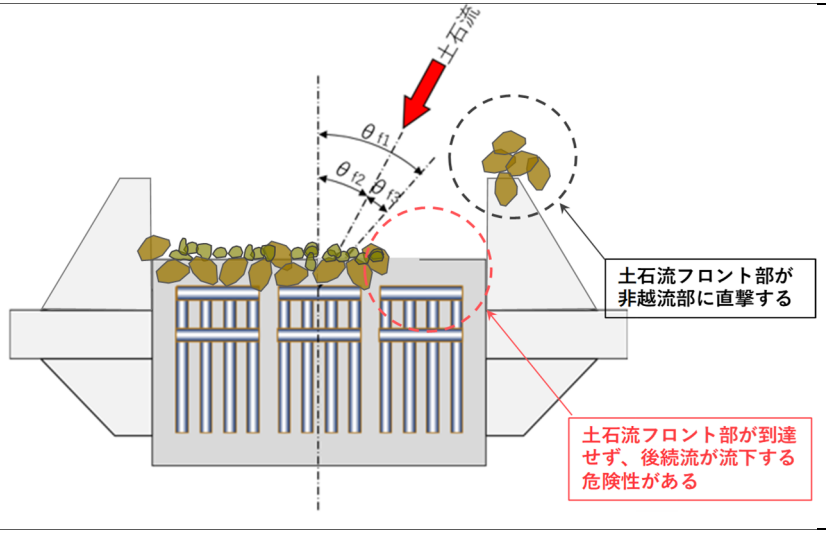
435. 436. 437. 438.	Onde: σ_{bv}: tensão da compressão de sustentação vertical σ_{ba}: tensão normal resistente do concreto A_d: Área útil da pressão de sustentação vertical (área da placa de base)	ここで、 σ_{bv}:垂直支圧圧縮応力度 σ_{ba}:コンクリートの通常抵抗応力度 A_d: 垂直支圧有効面積（ベースプレートの面積）
439.	3) Força de sustentação horizontal da parte imediatamente a jusante dos tubos de aço	3）鋼管直下流部の水平支圧力
440.	Realizar a aferição da tensão de sustentação horizontal para com a força horizontal e do momento fletor que atuam na parte inserida dos tubos de aço, bem como do grau de tensão de cisalhamento de extração e de compressão horizontal para os pilares da parte a jusante.	鋼管埋込み部に作用する水平方向力及び曲げモーメントに対しては水平支圧応力度の照査、下流柱部に対しては水平押抜きせん断応力度の照査を行う。
441.	$\sigma_{bh1} = \frac{Q}{\varphi ba \times L_c}$ $\sigma_{bh1} = \frac{6 \times M}{\varphi ba \times {L_c}^2}$ $\sigma_{bh} = \sigma_{bh1} + \sigma_{bh2} \leq \sigma_{ba}$	$\sigma_{bh1} = \frac{Q}{\varphi ba \times L_c}$ $\sigma_{bh1} = \frac{6 \times M}{\varphi ba \times {L_c}^2}$ $\sigma_{bh} = \sigma_{bh1} + \sigma_{bh2} \leq \sigma_{ba}$
442. 443. 444.	Onde: σ_{bh1}: tensão de sustentação horizontal devida à força horizontal σ_{bh2}: tensão de sustentação horizontal devida ao momento fletor σ_{bh}: combinação de tensões de sustentação horizontal	ここで、 σ_{bh1}:水平力による水平支圧応力度 σ_{bh2}:曲げモーメントによる水平支圧応力度 σ_{bh}:合成した水平支圧応力度
445.	Figura 6.24　Tensão de sustentação horizontal	図 6.24　水平支圧応力
446.		

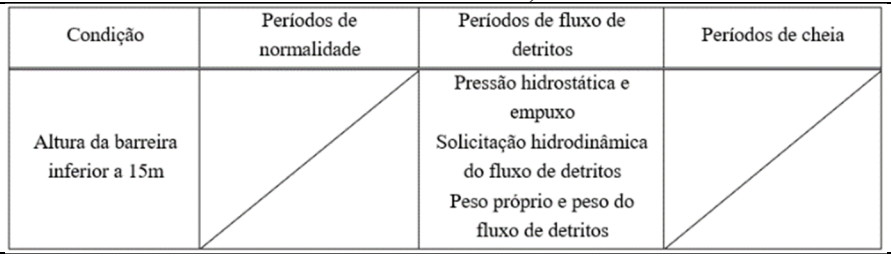
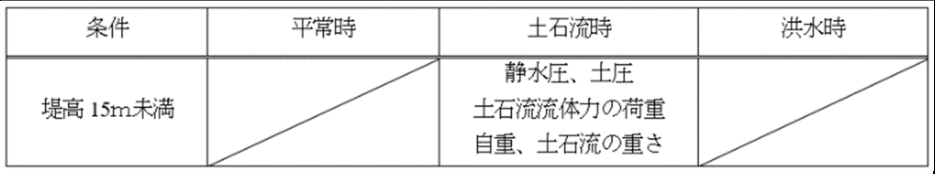
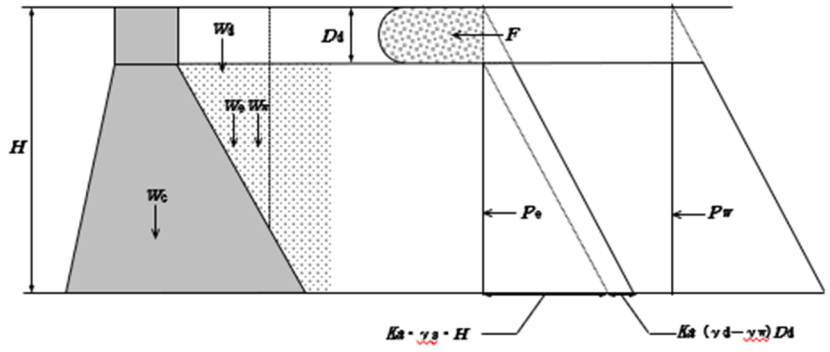
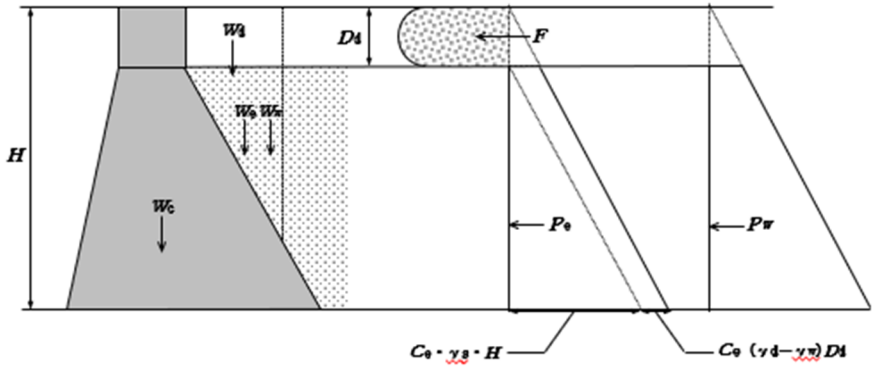
		
447.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
448.	4) Resistência ao cisalhamento de extração e de compressão	4）圧縮または引抜きせん断抵抗
449.	$\tau_h = \frac{H}{A_{cd}} \leqq \tau_{ca}$	$\tau_h = \frac{H}{A_{cd}} \leqq \tau_{ca}$
450. 451.	Onde: τ_h: tensão solicitante de cisalhamento de extração τ_{ca}: tensão resistente de cisalhamento H: Força horizontal da parte inserida do tubo de aço (reação do ponto de sustentação) A_{cd}: Área útil horizontal referida à tensão de cisalhamento	ここで、 τ_h:押し抜きせん断応力度 τ_{ca}:せん断抵抗応力 H：鋼管埋込部の水平力（支点反力） A_{cd}: 水平押抜きせん断に対する有効水平面積
452.	Figura 6.25　Resistência ao cisalhamento de extração e compressão horizontal	図 6.25　水平押し抜きせん断抵抗

453.		
454.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
455.	6.2 Condições de estabilidade	6.2 安定条件
456.	A barreira permeável, por ser de gravidade, deve satisfazer as seguintes premissas e condições:	透過型堰は、重力式堰堤であるため、以下の前提と条件を満たさなければならない。
457.	Premissas	前提条件
458.	Deve garantir as funções da barreira de gravidade como um corpo único, integrando a estrutura de aço com o bloco de ancoragem.	重力式堰堤として、鋼製構造物と底版コンクリートを統合させるように、一体として機能することが保証されている。

459.	Ou seja, as peças devem estar corretamente conectadas, sem permitir deslocamentos excessivos e o bloco de ancoragem deve estar corretamente estabilizado.	つまり、各部材が確実に連結されており過度に滑動せず、底版コンクリートに確実に固定されていること。
460.	Condições de estabilidade	安定条件
461.	1. Para que não ocorra tensão de tração na extremidade a montante da barreira, a linha de atuação da resultante da combinação das forças externas de projeto e do peso próprio da estrutura deve atuar dentro o terço central base (núcleo central).	1．堰堤の上流端に引張応力が生じないよう、堰堤の自重及び外力の合力の作用線が堤底の中央 1/3 （中央核）以内に入ること。
462.	2. Não deve ocorrer deslocamentos relativos entre a base da barreira e o terreno da fundação.	2．堰堤の堤底と基礎地盤との間で相対滑動を起こさないこと。
463.	3. Os esforços e tensões na barreira devem atender aos critérios de segurança estrutural.	3．堰堤内に生じる外力と応力が構造安全性の基準に対応すること。
464.	4. A tensão máxima atuante na fundação deve atender a resistência admissível do terreno de execução da barreira.	4．地盤の受ける最大応力が地盤の許容抵抗に対応すること。
465.	Para reter o fluxo de detritos, parte da barreira permeável é formada pelo bloco de ancoragem, que detém a maior parte do peso próprio da estrutura, em relação a parte reticulada de aço.	土石流を捕捉するため、堰堤の一部が、鋼製部に比べて自重の大半を受け持つ底版コンクリートから構成される。
466.	No cálculo de estabilidade da barreira, a estrutura reticulada e o bloco de ancoragem devem compor um único corpo, sendo necessário que apresente resistência às cargas externas como o corpo rígido.	堰堤の安定計算において、鋼製部と底版コンクリートの両者が一体となり、剛体として外荷重に抵抗する必要がある。
467.	(1) Análise de tombamento	（１）転倒に対する検討
468.	Para que não ocorra tensão de tração na base da barreira, na análise do tombamento a resultante das forças externas e do peso próprio deve estar dentro do terço central da base da barreira.	堰堤の転倒に対する検討は、堤底において引張応力を生じさせないよう、堰堤の自重及び外力の合力が堤底の中央 1/3 以内に入ることを確認する。
469.	(2) Análise do deslizamento	（２） 滑動に対する検討
470.	No caso de terreno rochoso, utilizando a fórmula abaixo deve-se incluir na análise a adesão possível de ser mobilizada no contato.	基礎地盤が岩盤の場合に下記式を使って、接触における移動可能な付着を含む検討を行う。
471.	Nos casos em que a ficha que adentra a rocha for pequena, deve-se desconsiderar esta adesão.	岩盤に埋め込む根入深が小さい場合は該当付着を無視する。
	$FS_d \leq \frac{tan\varphi \cdot V + \tau 0 \cdot \mathrm{L}}{H}$	$FS_d \leq \frac{tan\varphi \cdot V + \tau 0 \cdot \mathrm{L}}{H}$

472.	Onde FS_d : Fator de segurança ao deslizamento V : Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m) H : Soma das forças horizontais que incidem a cada unidade de largura da seção (kN/m) *tang* φ : Coeficiente de atrito entre base do corpo e o terreno da fundação τ_0 : Força de cisalhamento do concreto (kN/m^2) L : Comprimento onde é esperada a resistência ao cisalhamento (m) (Por regra, adotamos a largura da base da asa (b_1))	ここで、 FS_d：滑動安全率 V：単位幅当たりに作用する鉛直力の合計（kN/m） H：単位幅当たり断面に作用する水平力の合計（kN/m） *tang* φ：堤体底面と基礎地盤との摩擦係数 τ_0：コンクリートのせん断強度（kN/m^2） L：せん断抵抗を期待できる長さ（m） （袖部の底幅（b_1）を基本とする。）
473.	No caso de fundação em rocha o Fs deve ser maior do que 4.	基礎地盤が岩盤の場合に Fs を 4 以上とする。
474.	Quando não for possível verificar a adesão (τ0·L=0, este deve ser desconsiderado na análise de estabilidade e adota-se Fs maior que 1,2.	付着の確認が不可能な場合、τ 0·L=0、安定の検討ではこれを無視して、Fs＞1.2 を用いる。
475.	(3) Análise da capacidade de carga do terreno da fundação	（３） 地盤支持力（耐荷重）に対する検討
476.	Verifica-se se a capacidade de carga do terreno atende as cargas transferidas à fundação da barreira.	堰堤基礎に伝達される荷重が地盤の耐荷重に対応するかどうかを確認する。
477.	**7. Dimensionamento da parte não transbordante (parte impermeável)**	**7. 非越流部（不透過部）の設計**
478.	O projeto da seção da parte não transbordante da barreira permeável considera os mesmos critérios e procedimentos adotados para o dimensionamento da barreira impermeável.	透過型堰堤非越流部の断面設計は、不透過型砂防堰堤に用いる規格と手順に準じるものとする。
479.	A barreira impermeável é uma seção em forma de trapézio.	不透過型堰堤は台形断面である。
480.	Ao se deixar o paramento de jusante com inclinação mais suave, a base da barreira acaba se alongando de forma a garantir a ficha em conformidade com a inclinação do leito do canal.	下流法勾配を緩くすると、床勾配にあわせて根入れを確保するように堤底が延々と伸びることになる。
481.	Quando o paramento de montante apresenta inclinação mais suave, tem-se também o aumento da escavação.	また、上流法勾配が緩くなると掘削土砂が多くなる。
482.	Para que a barreira permeável exerça plenamente sua função de retenção de fluxo de detritos, é preciso que a parte frontal do fluxo de detritos atinja a parte aberta e que os blocos bloqueiem os vãos entre as peças tubulares de aço.	透過型堰堤に土石流捕捉機能を発揮させるためには、開口部に土石流フロント部が到達し、礫により部材が閉塞される必要がある。

483.	Entretanto, quando houver desvio do centro da barreira a montante e a parte não transbordante (parte impermeável) tiver a inclinação do paramento de montante suave, a parte frontal do fluxo de detritos colidirá diretamente nesta parte.	しかし、堰堤が上流に中央から偏心している場合、非越流部（不透過部）の上流法勾配が緩いと、土石流フロント部はそこに直撃する。
484.	Desta forma, a parte aberta será atingida pela cauda do fluxo de detritos.	よって、開口部に土石流後続流が衝突する。
485.	Nestas condições ocorre a separação dos blocos do fluxo de detritos, podendo não bloquear os vãos da parte aberta.	その状態では、礫がほぐれ開口部の隙間が閉塞されない可能性がある。
486.	Figura 6.26　Desvio do centro da direção do escoamento em relação à parte aberta	図 6.26　透過部に対する流向の偏心
487.		
488.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
489.	Neste caso, define-se a inclinação do paramento de montante entre 1:0,2 e 1:0,3, de modo a evitar, na medida do possível, que o fluxo de detritos colida diretamente na parte não transbordante (impermeável).	その場合、上流法勾配を 1:0.2～ 1:0.3 とし、できるだけ土石流が非越流部（不透過部）に直撃しないように工夫する。
490.	No projeto da barreira permeável, a parte não transbordante é menor e a permeável a mais extensa possível, para que se tenha a maior retenção do fluxo de detritos no trecho permeável.	透過部で土石流を捕捉できるように、透過型堰堤の設計には、非越流部が小さく、可能な限り透過部が広くなっている。
491.	Combinação de cargas usadas no cálculo de estabilidade	（１）　安定計算に用いる荷重の組合せ
492.	A partir do cálculo de estabilidade, definimos a seção da parte não transbordante (parte impermeável) de modo racional.	非越流部（不透過部）の断面は、安定計算により合理的に決定する。

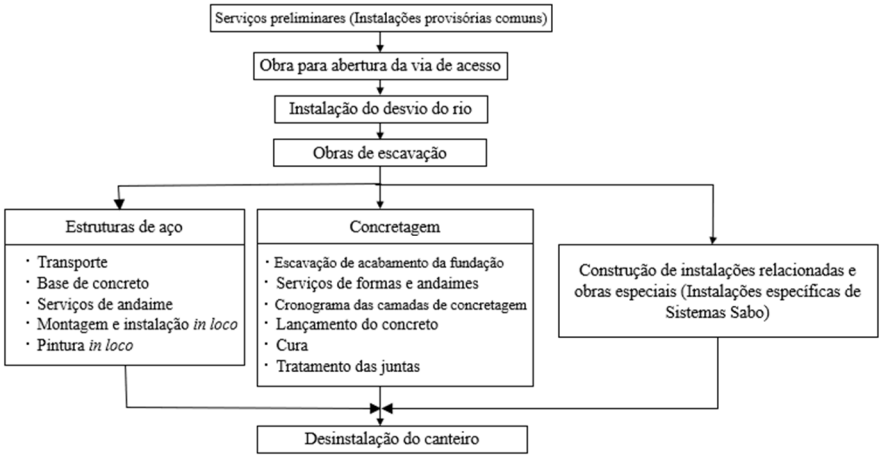
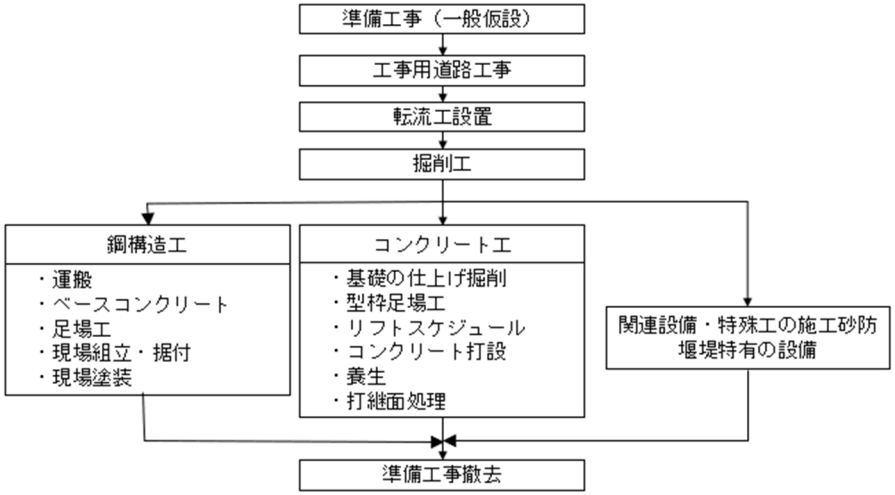
493.	O entendimento das forças externas de projeto e das condições de estabilidade da parte não transbordante (parte impermeável) da barreira permeável é igual ao da barreira impermeável.	透過型堰堤の非越流部（不透過部）の安定条件及び設計外力の考え方は、不透過型堰堤と同様とする。
494.	No caso da barreira permeável, o cálculo de estabilidade é efetuado para os períodos de fluxo de detritos considerando o preenchimento total dos sólidos e desconsiderando os períodos de cheia.	透過型堰堤の場合、洪水時は考慮せず満砂後の土石流時の安定計算を行う。
495.	Considera-se que o material retido na parte não transbordante (parte impermeável) está saturado.	非越流部（不透過部）に捕捉された土砂が飽和されているものとする。
496.	As forças resultantes externas que atuam na parte não transbordante da barreia estão apresentadas na Figura 6.27.	非越流部に作用する外力の合力は図 6.27 に示す。
497.	Tabela 6.4　Forças externas de projeto da barreira permeável (parte não transbordante)	表 6.4　透過型堰堤の設計外力（非越流部）
498.		
499.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
500.	Figura 6.27　Forças externas de projeto da parte não transbordante (períodos de fluxo de detritos)	図 6.27　非越流部の設計外力（土石流時）
501.		
502.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成

503.	Definição do formato da seção	断面形状の設計
504.	1) Soleira do vertedouro (topo da barreira)	１）水通し天端（堰堤天端）
505.	A espessura da soleira do vertedouro deve ser definida do mesmo modo que na barreira impermeável.	袖天端の幅は、不透過型堰堤に準じる。
506.	2) Paramento de montante	２）上流のり
507.	O dimensionamento da barreira deve atender aspectos técnicos e econômicos, garantindo que não haja prejuízo da função de retenção de detritos e troncos carreados.	堰堤の設計は、土砂及び流木の捕捉機能に支障がないことを確保するほか、技術や経済面に対応するべきである。
508.	De uma forma geral, o paramento de montante da parte não transbordante deve ter inclinação entre 1:0,2 e 1:0,3.	一般に、非越流部の上流のり勾配は １：0.2～0.3 程度とする。
509.	3)　Paramento de jusante	３）下流のり
510.	A inclinação do paramento de jusante é definida com base no cálculo de estabilidade e na economicidade.	上流部のり勾配は、安定計算及び経済性基づいて決定する。
511.	Para que a água transbordante não atinja diretamente o paramento de jusante após o preenchimento total dos sólidos, usa-se a seção que garanta, a economicidade (volume de escavação e material) e a estabilidade da estrutura.	堰堤満砂後の越流水が下流のりに直接あたることがないため、構造物の安定と経済性（掘削量、材料）を確保した断面を採用する。
512.	(3) Dimensionamento das asas	（３）　袖部の設計
513.	O dimensionamento das asas segue o mesmo procedimento adotado na barreira impermeável.	袖部の設計は不透過型堰堤と同様の手順に準じる。
514.	Comumente, a inclinação das asas é vertical, tanto a montante como a jusante.	ただし、一般に袖の上下流面の勾配は鉛直である。

VOLUME 02 EXECUÇÃO

施工編

1.	**Prefácio**	**まえがき**
2.	Os principais tipos de obras de engenharia do Sistema Sabo são as de escavação, de concretagem e de estruturas em aço. São similares às obras da construção civil convencional, no entanto, por serem construídas em áreas montanhosas e estreitas, demandam engenhosidade na sua execução, além de exigirem mais tempo.	砂防施設工事の主工種は掘削工、コンクリート工及び鋼構造工であり、一般土木工事と同じであるが、山間部の狭隘な場所での工事であるので施工の工夫が必要であり、且つ手間がかかる。
3.	Este manual explica os métodos construtivos específicos para as obras sabo.	このマニュアルでは、砂防施設施の特有な施工法について解説するものである。
4.	As explicações deste manual pretendem garantir tanto a qualidade das instalações Sabo que serão construídas, como a segurança e a eficiência da obra, além de servir também como referência para composição dos custos orçamentários desse tipo de construção.	これによって、建設される砂防施設の品質及び工事の安全性、効率性が確保されるとともに、砂防施設工事のコスト積算の参考となる。
5.	**Capítulo 1 Fundamentos da execução das Obras do Sistema Sabo**	**第１章 - 砂防施設施工の基本**
6.	**1- Fundamentos da execução das Obras do Sistema Sabo**	**1- 砂防施設施工の基本**
7.	A fim de garantir a segurança da obra e a qualidade das instalações construídas, as obras do Sistema Sabo requerem a observância aos contratos, às especificações do termo de referência e às legislações relacionadas à segurança do trabalho.	砂防施設の施工においては、施工における安全性及び建設される施設の品質を確保するために、施工に関する契約書、特記仕様書、労働安全関連法の順守が要求される。
8.	Geralmente, os Sistemas Sabo são construídos em áreas montanhosas e estreitas, dificultando o transporte do material e a execução dos serviços utilizando maquinário pesado. Além disso, uma vez que são feitos de concreto-massa, podem facilmente surgir trincas no momento da concretagem,	砂防施設は一般に山間部の狭あいな場所に建設されるので、資材輸送及び大型機械による施工が難しく、マスコンクリートであるので施工時にひび割れが発生しやすい。
9.	Diante dessas condições, desenvolve-se um método construtivo específico para o Sistema Sabo.	こうした施工条件のもと砂防施設特有の施工法が発達している。
10.	Ademais, as condições topográficas, geológicas, a área da bacia, o formato do curso do rio, a vazão e outros fatores do local da execução obra são bastante diversos e, por essa razão, ao construir a via de acesso e o desvio do rio, é desejável executar o projeto de engenharia das instalações provisórias, considerando as condições de cada localidade, não sendo adequada uma padronização muito rigorosa.	さらに、建設地点の地形・地質、流域面積、河道形状、流量等の条件が千差万別であるので、工事用道路及び転流工の施工は個々の現地条件を考慮して仮設備設計を実施するのが望ましく、確一的基準化は適切ではない。

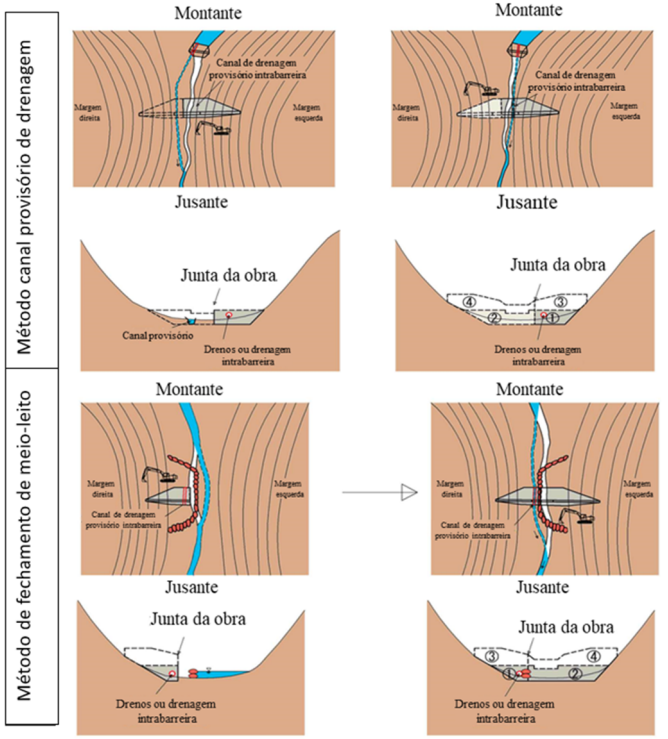
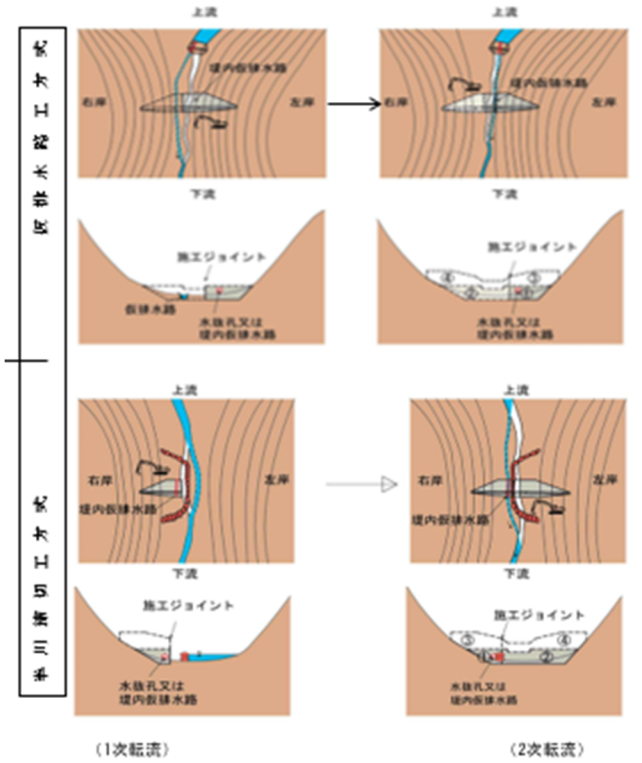
11.	Este manual explica os métodos construtivos específicos para as instalações sabo e os trabalhos que devem ser adequados às condições de cada localidade, conforme abaixo.	従って、本マニュアルでは砂防施設特有の施工方法及び個別の現地条件に適合させる下記の施工方法について解説する。
12.	(1) Obras de escavação em áreas estreitas, obras de estruturas metálicas (métodos construtivos específicos para os Sistemas Sabo)	(1) 狭隘地における掘削工、鋼構造工（砂防特有の施工法）
13.	(2) Obras em concreto-massa (método construtivo específico para os Sistemas Sabo)	(2) マスコンクリート工（砂防特有の施工法）
14.	(3) Via de acesso à obra, obra de desvio do rio (projetos de engenharia das instalações provisórias)	(3) 工事用道路、転流工 （仮設備設計）
15.	**2- Etapas da execução da obra**	**2-施工手順**
16.	Geralmente, as obras dos Sistemas Sabo são executadas em etapas, como demonstra a figura abaixo.	砂防施設の施工は一般的に図の手順で実施される。
17.	Os serviços preliminares e a desinstalação do canteiro, executados no início e no final da obra, são praticamente iguais a qualquer outra obra da construção civil, portanto essas etapas foram suprimidas neste manual.	最初の準備工と最後の撤去工は他の一般土木工事とほとんど同じであるので、本マニュアルではふれていない。
18.	Vale destacar que as instalações correlatas e as obras especiais que constam na figura 1.1 são específicas do Sistema Sabo.	なお、図－1.1 の関連設備・特殊工は砂防施設特有の設備である。
19.	Figura - 1.1 Etapas comuns da execução das obras	図 - 1.1 一般的な施工手順
20.		

21.	**Capítulo 2 – Via de acesso à obra**	**第２章 - 工事用道路**
22.	**1. Visão geral**	**1-概説**
23.	A via de acesso para a obra é uma instalação provisória, construída a partir da rodovia principal até o local da obra, seu uso será para o transporte de materiais, equipamentos e pessoas durante o período da execução da obra.	工事用道路は主要交通路から工事現場まで工事に必要な機材、材料、人員を輸送するために建設され、工事期間中に利用される仮設備である。
24.	A via de acesso deve comportar as especificações e o porte dos diversos veículos, bem como a intensidade do tráfego, garantindo a segurança do trajeto.	工事用道路は輸送用車両の諸元、交通量に対する機能及び安全が確保されるものでなければならない。
25.	O projeto de engenharia deve adotar como referência os critérios e normas técnicas vigentes, aplicáveis à execução de vias temporárias e permanentes.	その設計は、仮設または常設道路に適応される現行の規格や技術基準を参考にする。
26.	No caso das barreiras sabo com gestão de detritos, a via de acesso é transformada em via de manutenção.	管理型砂防堰堤では、工事用道路を管理用道路に転用することもある。
27.	Nesses casos, é necessário que a via de acesso para obra tenha estrutura e função permanentes.	この場合は、工事用道路は、永久構造物としての機能が求められる。
28.	Foto - 2.1 Exemplo de via de acesso para obra	写真 - 2.1 工事用道路の施工例

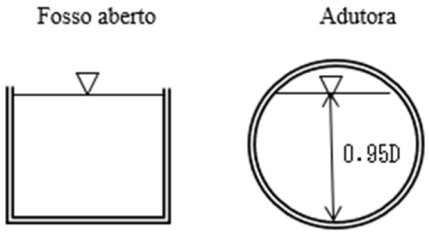
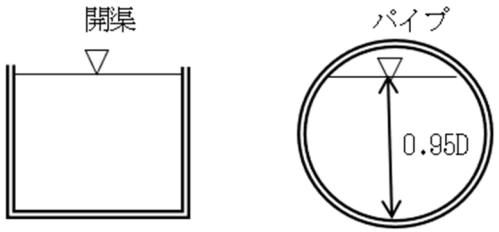
29.		
30.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局　河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）　施工編
31.	**Capítulo 3 – Obra de desvio do rio**	**第 3 章 - 転流工**
32.	**1. Visão geral**	**1. 概説**
33.	A obra de desvio do rio é um tipo de solução de engenharia que visa transferir o curso da água dos rios (talvegues) durante a execução da barreira.	転流工は、工事中の河川(渓流)水の水替えを行う工種である。
34.	Existem os seguintes métodos para o desvio dos rios: canal provisório de drenagem, fechamento de meio-leito, galeria de drenagem intrabarreira (alocada dentro do corpo da barreira, para a qual são utilizados drenos).	転流方式としては、仮排水路工、半川締切工、堤内暗渠（砂防堰堤内に設置される水抜き孔を使用）がある。
35.	É denominado desvio primário o desvio do rio realizado durante a execução da primeira metade do corpo da barreira e desvio secundário, aquele que é realizado na execução do restante da obra.	堤体の最初の半分を施工する時の転流を 1 次転流、残り半分を施工する時の転流を 2 次転流と言う。
36.	**2. Vazão alvo**	**2. 対象流量**

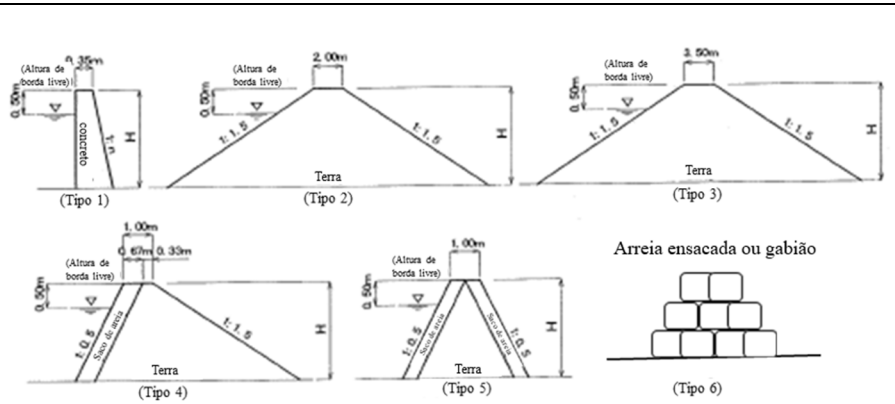
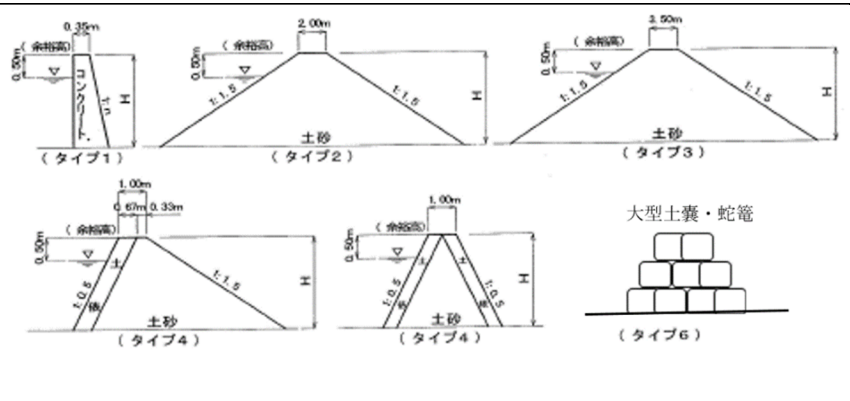
37.	A vazão alvo para o desvio do rio durante a construção da barreira sabo é padronizada em 20% da vazão de pico de cheia de projeto (normalmente, volume de chuva com tempo de recorrência 100 anos), **calculada conforme a fórmula abaixo.**	砂防堰堤施工における転流対象流量は、計画洪水ピーク流量（通常 100 年超過確率雨量規模）の 20%を標準とし、**下記の式で算出する。**
38.	A **vazão de pico de cheia de projeto** não inclui a taxa de sólidos contidos na água.	**計画洪水ピーク流量**は土砂混入率を含まない流量とする。
39.	$Q=KQ_p$ Q:Vazão alvo do fechamento provisório (m^3/s) K :Coeficiente (=0,2) Q_p :Vazão de pico de cheia de projeto(m^3/s)	$Q=KQ_p$ Q:仮締切対象流量(m^3/s) K :係数（=0.2） Q_p :計画洪水ピーク流量(m^3/s)
40.	**3. Comprimento do desvio do rio**	**3. 転流工の延長**
41.	O comprimento do desvio do rio tem início a montante da barreira principal, estendendo-se até a jusante da barreira complementar ou da parede vertical.	転流工の施工延長は主ダム上流から副ダム／垂直壁下流までとする。
42.	A extensão do fechamento provisório inclui todo o comprimento do curso do rio, tanto a montante quanto a jusante da barreira.	上流、下流とも仮締切建設の河道長が含まれる。
43.	Foto - 3.1 Obra de desvio do rio (exemplo de obra de canal provisório de drenagem)	写真 - 3.1 転流工（仮排水路工の例）
44.		

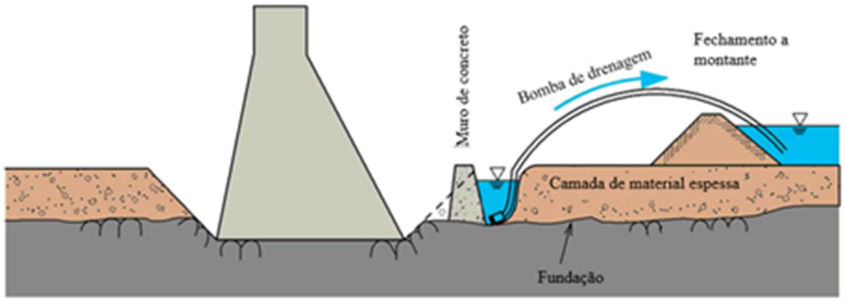
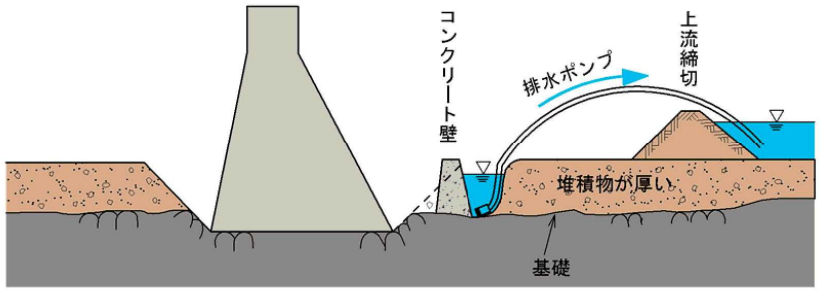
45.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局　河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
46.	**4. Métodos de desvio do rio**	**4. 転流方式**
47.	Como métodos de desvio do curso dos rios durante a execução das obras da barreira sabo, utilizam-se, comumente, os seguintes tipos: ①canal provisório de drenagem (fosso/adutora), ②fechamento de meio-leito e ③galeria de drenagem intrabarreira. O uso desses métodos é definido conforme a duração das obras, a largura do rio, a vazão e a topografia do local.	砂防堰堤等の施工時に用いられる転流法方式には、一般に①仮排水路工(開渠／パイプ)、②半川締切工、③堤内暗渠の３工法が用いられ、施工場所の地形、流量、河川幅、堰堤の施工期間に応じて使い分けられている。
48.	A tabela 3.1 demonstra as condições para a adoção de cada um desses 3 métodos.	これらの３工法の適用条件を表-3.1 に示す。
49.	Tabela - 3.1 Condições para adoção dos métodos de desvio de rios	表 - 3.1 転流工法の適用条件
50.	<table><tr><th>Método de desvio da água dos rios e cursos d'água</th><th>Largura do rio</th><th>Vazão</th><th>Duração da obra</th><th>Exemplo de uso</th></tr><tr><td>1. Canal de drenagem provisório (fosso/adutora)</td><td>Estreita</td><td>Pouca</td><td>Curta</td><td>◎</td></tr><tr><td>2. Fechamento de meio-leito</td><td>Larga</td><td>Pouca a muita</td><td>Curta</td><td>○</td></tr><tr><td>3. Galeria de drenagem intrabarreira</td><td>Estreita</td><td>Pouca</td><td>Curta</td><td>○</td></tr></table>	<table><tr><th>河川水転流工法</th><th>河川幅</th><th>流 量</th><th>施工期間</th><th>採用例</th></tr><tr><td>① 仮排水路工(開渠／パイプ)</td><td>狭い</td><td>小</td><td>短い</td><td>◎</td></tr><tr><td>② 半川締切工</td><td>広い</td><td>小～大</td><td>短い</td><td>○</td></tr><tr><td>③ 堤内暗渠</td><td>狭い</td><td>小</td><td>短い</td><td>○</td></tr></table>
51.	※Nos casos em que a largura do rio for extremamente estreita e a vazão for grande, podem ser utilizados túneis provisórios de drenagem.	※河川幅が特に狭く、流量が多い場合に限り、仮排水トンネルが用いられる場合がある。
52.	Geralmente, como métodos de desvio primário de rios nas obras sabo, utilizam-se o ①canal provisório de drenagem, para os casos em que a largura do rio for estreita e com pouca vazão, já para os casos em que a largura do rio for ampla e com grande vazão é utilizado o método ②, fechamento de meio-leito.	砂防工事では１次転流方式としては、一般的に河川幅(谷幅)が狭く流量が小さい場合は①仮排水路工が採用され、川幅が広く流量が大きい場合は②半川締切工が採用される。
53.	Como método de desvio secundário dos rios, é utilizada a ③ galeria de drenagem intrabarreira.	２次転流方式としては③堤内暗渠が用いられる。
54.	Nos métodos ① e ② é feita a remoção após a conclusão da barreira, enquanto o método ③ permanece dentro da barreira na forma de drenos.	①及び②は堰堤施工完了後に撤去されるが、③は水抜き孔として堤内に残される。
55.	A figura 3.1 demonstra o posicionamento e as etapas do desvio de rios.	転流工の配置、施工手順を図－3.1 に示す。
56.	Figura - 3.1 Aspectos gerais da obra de desvio do rio	図 - 3.1 転流工施工の概要

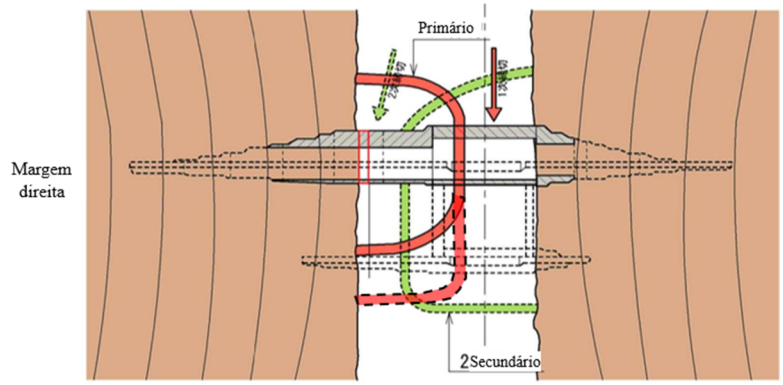
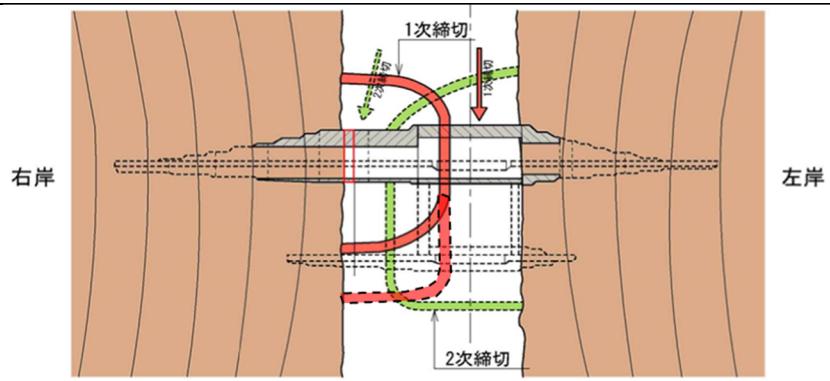
57.	 (Desvio primário) (Desvio secundário)	
58.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局　河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
59.	**5. Projeto de engenharia do canal provisório de drenagem da obra de desvio do rio**	**５．仮排水路転流工の設計**
60.	O canal provisório de drenagem do desvio do rio requer a execução da obra de fechamento a montante para desviar a água da galeria provisória de drenagem em fosso aberto (ou adutora). Já a obra de fechamento a jusante evita a reversão do fluxo na saída do canal provisório de drenagem.	仮排水路転流工は、仮排水開渠（又はパイプ）河川の流水を切り替えるための上流締切工と、仮排水路吐口からの逆流防止のための下流締切工が必要とされる。
61.	5.1　Definição da inclinação do canal provisório de drenagem	5.1 仮排水路勾配の決定
62.	A inclinação do canal provisório de drenagem deve ser igual ao leito do rio no local da implementação da barreira Sabo.	仮排水路勾配は砂防堰堤施工地点の河床勾配とする。

63.	5.2 Seleção dos materiais do canal provisório de drenagem	5.2 仮排水路材料の選定
64.	Além da escavação sem contenção, o canal provisório de drenagem pode utilizar calhas em concreto, calhas corrugadas, tubos corrugados, tubos de polietileno, canais montados com chapas de madeira ou metal, entre outros.	仮排水路の材料は素掘り、コンクリートフリューム、コルゲートフリューム、コルゲートパイプ、ポリエチレンパイプ、木板・金属板組み水路等がある。
65.	Considerando a vazão alvo, a inclinação do desvio do rio e a duração da execução da obra, devem ser selecionados materiais que facilitem a construção e que sejam econômicos.	材料は、対象流量、転流工勾配、施工期間を考慮して、施工が容易性、経済的なものを選定する。
66.	Geralmente, são utilizadas calhas e tubos corrugados que são fáceis de instalar.	一般には施工の容易なコルゲートフリューム、コルゲートパイプが用いられる事が多い。
67.	Quando a vazão é pequena e a duração da obra for curta, são utilizados materiais mais baratos, como tubos de polietileno ou canais de drenagem feitos com chapas de madeira ou metal.	対象流量が小さく、施工期間が短い場合は安価なポリエチレンパイプ、木板・金属板組み水路が用いられる。
68.	5.3 Dimensionamento do canal provisório de drenagem	5.3 仮排水路の設計
69.	A seção do canal provisório de drenagem é obtida pela Fórmula Manning e calculada de modo que possibilite o escoamento da vazão alvo.	仮排水路断面は、対象流量を流下できるようにマニング式により計算で求める。
70.	No caso de adutora, a capacidade de escoamento deve ser calculada de modo que o nível d'água chegue a 95% do diâmetro da adutora.	パイプの場合は開水路で流下可能な範囲とし、管径の 95%水深の流下能力を計算する。
71.	A altura da borda livre não é estimada no cálculo da seção do canal.	水路断面計算においては、余裕高は見込まない。
72.	$Q = \frac{1}{n} \quad A \cdot I^{0,5} \cdot R^{2/3}$	$Q = \frac{1}{n} \; A \cdot I^{0.5} \cdot R^{2/3}$
73.	Q: Capacidade de escoamento (m^3/s) A: Área da seção de escoamento (m^2) I: Inclinação do canal R: Raio hidráulico (m) n: Coeficiente de rugosidade (m)	Q:流下能力（m^3／s） A:流下断面積(m^2) I:水路勾配 R:径深（m） n:粗度係数

74.	Figura - 3.2 Formato da seção do canal provisório de drenagem	図 - 3.2 仮排水路断面形状
75.		
76.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
77.	5.4 Dimensionando o fechamento a montante	5.4 上流締切工の設計
78.	(1) Altura	(1) 高さ
79.	A altura do fechamento a montante é definida no nível d'água da extremidade a montante do canal provisório de drenagem, acrescido de aproximadamente 0,5m de altura de borda livre.	上流締め切り工の高さは、仮排水路上流端の水位に 0.5m程度の余裕高を加えた高さとする。
80.	(2) Materiais construtivos do barramento e formato da seção	(2) 築堤材料及び断面形状
81.	Os materiais de construção usados no barramento para o fechamento a montante são definidos conforme a vazão, velocidade do escoamento, topografia (largura rio e do vale), inclinação do rio, profundidade do material sedimentado no leito e duração da obra.	上流締切工の築堤材料は、流量、流速、地形(河川幅・谷幅)、河川勾配、河床堆積物の深さ、施工期間を考慮して決定する。
82.	Em bacias pequenas, com pouca vazão, são muito utilizados os barramentos de terra, de gabiões e de grandes sacos de areia.	小流域で流量の小さい箇所では、土砂築堤、蛇篭及び大形土嚢が多く用いられる。
83.	Devido às condições de estabilidade do paramento dos barramentos de terra, gabiões ou sacos de areia, os formatos apresentados na figura 3.3 são os frequentemente utilizados.	土砂築堤、蛇篭及び土嚢は法面の安定条件から、図－3.3 に示す形状が多く用いられる。
84.	O formato da seção do barramento em concreto deve ser definido após a análise de estabilidade para deslizamento e tombamento frente à pressão hidrostática.	コンクリート締め切り堤は、静水圧に対する滑動、転倒の安定検討を行い、断面形状を決定する。
85.	Figura - 3.3 Materiais e formatos do fechamento a montante	図 - 3.3 上流締め切りの材料・形状

86.		
87.	Fonte：Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
88.	Foto - 3.2 Exemplo da execução do fechamento provisório a montante (pilha de areia ensacada)	写真 - 3.2 上流仮締切り(大型土嚢積み)の施工例
89.		
90.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局 河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
91.	(3) Terreno da fundação e drenagem por bombeamento	（3）基礎地盤とポンプ排水
92.	Quando a camada de material sedimentado no leito for fina, para conter a percolação da água através desse material do leito, é feita a escavação para a sua retirada e é implementado um dique de fechamento com a fundação sobre a rocha.	河床堆積物の深さが浅い場合は、河床堆積物を通る浸透水を止めるため河床堆積物を掘削除去し、岩盤を基礎とした締切り堤を設ける。

93.	Quando a camada do material do leito for espessa e sua retirada for dispendiosa, devido ao aumento dos custos da obra etc., é implementado um dique de fechamento com a fundação em solo, nesse material sedimentado. Para evitar a percolação da água através da fundação, é construído um muro de concreto imediatamente a montante do dique, a água é contida e drenada por bombeamento.	河床堆積物の深さが深く、河床堆積物を除去することが困難な場合(工事費が増等)は、河床堆積物を基礎とした締切り堤を設け、基礎からの浸透水に対しては、ダム直上流にコンクリート壁で止水しポンプ排水して対応する。
94.	Caso a drenagem seja realizada exclusivamente por dique de fechamento e bomba, deve-se avaliar atentamente a capacidade de bombeamento e o volume de água percolada pela fundação, sendo necessário verificar se não haverá empecilhos na execução da obra.	締め切り堤のみを設けてポンプ排水で対応する場合は、基礎からの浸透量およびポンプ能力を十分検討し、施工に支障をきたさない事を確認する必要がある。
95.	Figura - 3.4 Diagrama do fechamento provisório a montante para casos de camada espessa de material sedimentado no leito	図 - 3.4 河床堆積物が厚い場合の上流仮締切り模式図
96.		
97.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局 河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
98.	5.5 Dimensionando o fechamento a jusante	5.5 下流締切工の設計
99.	O fechamento a jusante é executado para evitar o retorno da água ao liberar o escoamento do desvio do rio.	転流工放流時に流水の逆流を防止するために下流締め切り工を設ける。
100.	Na definição do fechamento de jusante, o nível d'água do curso do rio a jusante é calculado pela Fórmula de Manning, na vazão alvo do período do desvio do canal, acrescido da altura de 0,5m de borda livre, sendo os demais procedimentos iguais aos adotados no fechamento a montante.	転流工対象流量時の下流河道水位をマニング式で計算し、0.5m の余裕高を加えた高さを下流締め切りと設定し、それ以外の手順は上流締め切り同様に設計する。
101.	Comumente, o canteiro da obra da barreira sabo fica em local cuja inclinação do leito é mais íngreme, por isso, quando não houver	通常、砂防堰堤は河床勾配が急な箇所が施工現場になるので、下流水位により逆流の可能市が無い場合は、下流締め切りは設けない場合もある。

	possibilidade de ocorrer refluxo devido ao nível d'água a jusante, há casos em que não será realizado o fechamento a jusante.	
102.	**6- Dimensionando a obra de desvio de rio com fechamento de meio-leito**	**６．半川締切転流工の設計**
103.	6.1 Perímetro da execução do barramento de fechamento provisório	6.1 仮締切堤の施工範囲
104.	Tal como demonstra a figura 3.5, na obra de fechamento de meio-leito devem ser realizados os fechamentos primário e secundário para alternar o escoamento da água.	半川締切転流工は図－3.5 に示すように 1 次及び 2 次の締切工施工し、流水を切り替える。
105.	O barramento de fechamento provisório de meio-leito é posicionado de modo a cercar o perímetro da obra que será executada em concreto. Destaca-se que, na construção da barreira permeável em aço, quando é concluída a parte da base de concreto de uma das laterais, pode-se deixar a água escoar sobre essa base que está pronta, enquanto se executa o lado oposto, ou seja, a construção fica mais fácil.	仮締切堤は、コンクリート工の施工範囲を取り囲むように配置する。なお、鋼製砂防堰堤を施工する場合は、片側のコンクリート底部が完成すれば、逆側を施工する際に、コンクリート底版に水を流すことが可能なため、より施工は容易である。
106.	Geralmente, é posicionado em perímetro que começa a montante da barreira principal e vai até a jusante da barreira complementar, porém, quando a execução da obra da parte frontal também é feita concentradamente em um mesmo período, há casos em que é alocado somente na barreira principal.	一般には本堤上流から副堤下流の範囲に配置するが、前庭部の施工を 1 期間に集中して実施する場合は、本堤だけの仮締切堤を配置するケースもある
107.	Figura - 3.5 Desvio de rio com fechamento de meio-leito	図 - 3.5 半川締切工転流工
108.		
109.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局 河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編

110.	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
111.	O nível d'água da vazão alvo do lado externo do barramento de fechamento provisório na seção do curso do rio é estimado pela Fórmula Manning, sendo acrescida à sua altura 0,5m de borda livre.	仮締切堤外側の河道断面においてマニング式を用いて対象流量時の水位を求め、0.5m の余裕高を加えて仮締切堤の高さとする。
112.	No cálculo, a inclinação do leito será a mesma inclinação do leito original.	計算における河道勾配は現河道勾配とする。
113.	A seleção do material do barramento provisório de meio-leito e o formato da seção são os mesmos do barramento de fechamento a montante.	仮締切堤の材料選定、断面形状は上流仮締切堤と同じである。
114.	**7- Dimensionando o desvio do rio por galeria de drenagem intrabarreira**	**７. 堤内暗渠転流工の設計**
115.	7.1 Momento da alternância para o desvio secundário	7.1 2 次転流への切り替え時期
116.	Conforme a foto 3.3 demonstra, o concreto do corpo da barreira é lançado até a altura de 2 a 3m, contados a partir do leito; remove-se a drenagem provisória quando for possível garantir o canal provisório de drenagem intrabarreira, realiza-se o fechamento provisório secundário em caso de desvio de rio com fechamento de meio-leito, alternando para a galeria de drenagem e inicia-se o desvio secundário.	写真－3.3 に示すように、河床から 2～3mの高さまで堤体コンクリートを打設し、堤内仮排水路が確保できた時点で、仮排水工を撤去し、半川締切転流方式の場合は 2 次仮締切工を施工し、堤内暗渠へ切り替えて、2 次転流を開始する。
117.	7.2 Formato da seção da galeria de drenagem intrabarreira	7.2 堤内暗渠の断面形状
118.	A galeria de drenagem intrabarreira é instalada com inclinação a jusante entre 1/50 e 1/30, estima-se a capacidade de escoamento pela Fórmula Manning e verifica-se a possibilidade de escoar a vazão alvo.	堤内暗渠は 1/50～1/30 の下流下がり勾配をつけて設置し、暗渠の流下能力はこの勾配を使いマニング式で算出し、対象流量を放流できるかをチェックする。
119.	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
120.	O desvio secundário é realizado pela galeria de drenagem, no entanto, para lidar com escoamento maior que o estimado, o lançamento das camadas do concreto do bloco central é feito com o atraso de uma ou duas camadas, tal como demonstra a foto 3.4.	2 次転流は堤内暗渠で実施するが、想定以上の出水に対応するために、コンクリート打設においては、写真ー3.4 に示すように中央ブロックを 1～2 リフト遅れて立ち上げる。
121.	Foto - 3.3 Alternância para galeria intrabarreira (desvio secundário)	写真 - 3.3 堤内暗渠への切替（2 次転流）

122.		
123.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局　河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
124.	Foto - 3.4 Lançamento do bloco central em atraso	写真 - 3.4　中央ブロックの遅延打設
125.		
126.	Fonte：Gestão das Diretrizes Técnicas Sabo (Proposta), Seção Execução de Obras, Gerência de Obras Fluviais, Secretaria de Desenvolvimento Regional de Kyushu, MLIT, 2017	出典：国土交通省九州地方整備局　河川工事課(2017）、砂防技術指針運用（案）施工編
127.	**8- Método construtivo**	**８．施工方法**
128.	A obra de desvio do canal provisório de drenagem, desvio de fechamento de meio-leito e a galeria de drenagem intrabarreira são compostos pelos	仮排水路転流工、半川締切転流工及び堤内暗渠の施工は、表－3.2 の工種から構成され、各工種の施工概要を表の右欄に示す。