

Núm. expedient DACC:

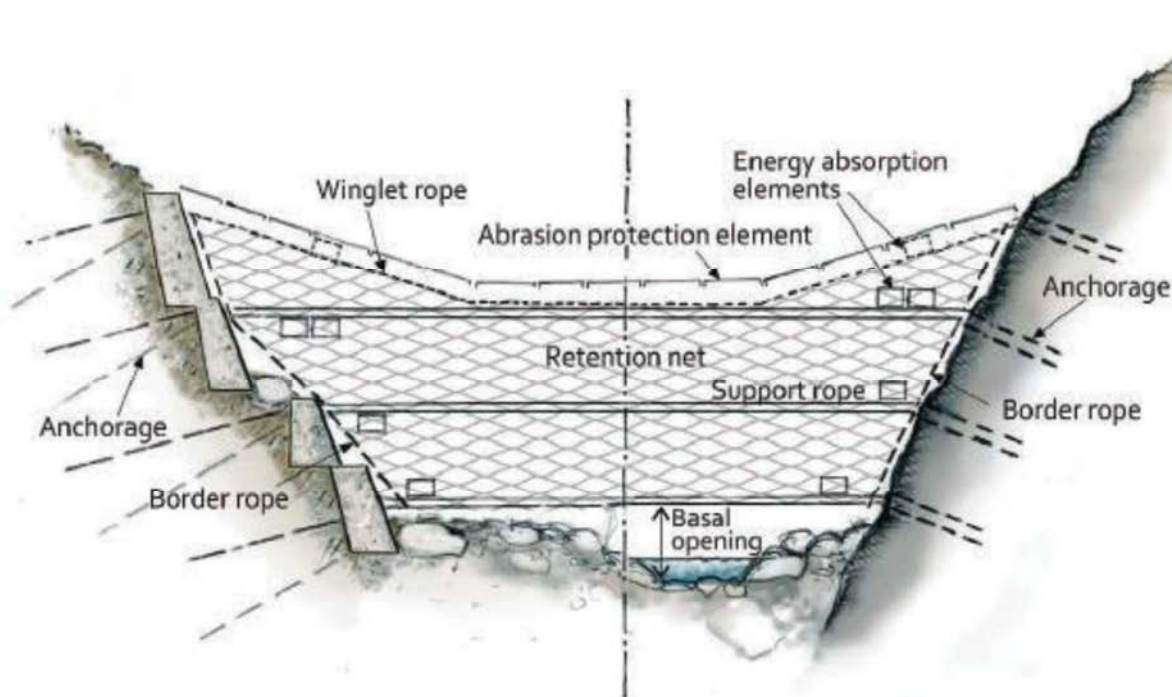
BLP-0463k-22 -3

Títol:

**EXECUCIÓ D'OBRES DE RESTAURACIÓ HIDROLOGICA LA CONCA DEL
PIC BONY DE LA PICA D'OS DE CIVÍS, DINS XN I PNAP**

Document:	- Projecte ☒ - Assistència tècnica ☐ - Estudi ☐ - Memòria valorada ☐	Inclòs en:
Forest o zona d'actuació: Carretera CG-6.	Nucli significatiu: Os de civís	
Termes municipals i comarques: Josa i Tuixent, Les Valls de Valira	Comarca: Alt Urgell	Codi d'àrea geogràfica: 17
Redacció del Projecte Modificat  Generalitat de Catalunya Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació Núria Llusà Pascual Enginyera de forests. Núm. col·legiat 6010 Àrea d'Operacions i Obres Forestals DARPA	Directora del projecte:  Generalitat de Catalunya Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació Meritxell Martí Solé Enginyera de forests Secció de Boscos i Recursos Forestals SSTT DARPA a Alt Pirineu i Aran	
La Seu d'Urgell		
Memòria ☒ Annexes a la memòria..... ☒ Plec de condicions tècniques particulars..... ☒ Estudi de seguretat i salut..... ☒ Pressupost ☒ Plànols..... ☒		

PROJECTE CONSTRUCTIU



CORRECCIÓ HIDROLÒGICA BARRANC D'OS DE CIVIS LES VALLS DE VALIRA

NOV.2023

KUROBA QUATRE SL

DOCUMENT N° 1.- MEMÒRIA

DOCUMENT Nº 1.- MEMÒRIA

1. MEMÒRIA

En aquest document es justifiquen les obres projectades considerant factors tècnics, econòmics, socials i administratius i ambientals. Inclourà una descripció completa i concisa dels antecedents del projecte, l'objecte del mateix, la justificació de les obres i els criteris que han regit en el seu dimensionament, amidament, valoració i sistemes d'execució.

S'indiquen les dades prèvies, mètodes de càlcul i assaigs efectuats, els detalls dels quals i el seu desenvolupament s'inclouran en annexos separats. També figuraran en altres annexos l'estudi dels materials a emprar i els assaigs realitzats en ells, la justificació de càlculs dels preus adoptats, les bases fixades per a la valoració de les unitats d'obra i de les partides alçades proposades, i el pressupost per a coneixement de l'Administració obtingut per la suma del pressupost de les obres i de l'import previsible de les expropiacions necessàries i del restabliment dels serveis i servituds afectades.

La pluja provoca esllavissades a Ós de Civís i inundacions a la Massana

Els aiguats afecten diversos garatges i plantes baixes de l'avinguda El Través

Per **El Periòdic**

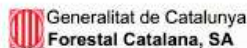
Publicat el Dilluns, 13 d'agost de 2018 | 01:15 h



Carretera CG6 d'accés a Ós de Civís tallada per una esllavissada. | ANA

1.1 ANTECEDENTS

Informe de Contractació i acceptació de Pressupost



c/Torrent de l'Olla, 218-220, 1r
08012 Barcelona
Tel. 934 110 926
Fax 934 914859
forestal.catalana@gencat.cat

INFORME PREVI A LA CONTRACTACIÓ

1. Denominació del contracte:

Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

2. Objecte del contracte:

Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

3. Necessitats administratives a satisfer (es redactarà amb detall i claredat les necessitats existents i com es cobreixen amb l'execució del contracte)

Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

4. Empresa a la qual es sol·licita oferta:

KUROBA QUATRE SL

5. El signant manifesta que, segons la informació de que disposa en l'àmbit del seu lloc de treball, no s'està alterant l'objecte del contracte per tal d'evitar l'aplicació de les regles generals de contractació.

6. Pressupost de la licitació:

€13,500.00

7. Durada del contracte:

6 mesos

8. Responsable del contracte:

Jesús Fernández Rodríguez

A Barcelona a 21 de/d' maig de 2023 .

Signat:

JESUS
FERNANDEZ
RODRIGUEZ -
DNI 44192206Y
(TCAT)

Firmado digitalmente
por JESUS
FERNANDEZ
RODRIGUEZ - DNI
44192206Y (TCAT)
Fecha: 2023.05.21
22:01:38 +02'00'



ACCEPTACIÓ DE PRESSUPOST

En data de 21-mayo-2023 s'ha presentat proposta per a la contractació de
Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

per l'empresa KUROBA QUATRE SL per un import de €13,500.00

Atès que les necessitats administratives a satisfer són:

Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

Atès que no s'ha fraccionat l'objecte del contracte per tal d'eludir els procediments d'adjudicació.

En virtut del que s'estableix l'article 118 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre de Contractes del Sector Públic,

RESOLC

Aprovar l'expedient per a la contractació de

Redacció de projecte Os de Civis BLP_0458_22

Notificar la present resolució als interessats,

Signatura,

36926865C Firmado digitalmente
GABRIEL por 36926865C
ESQUIUS (R: A58650946) GABRIEL ESQUIUS
A58650946) Fecha: 2023.05.26
09:12:28 +02'00'



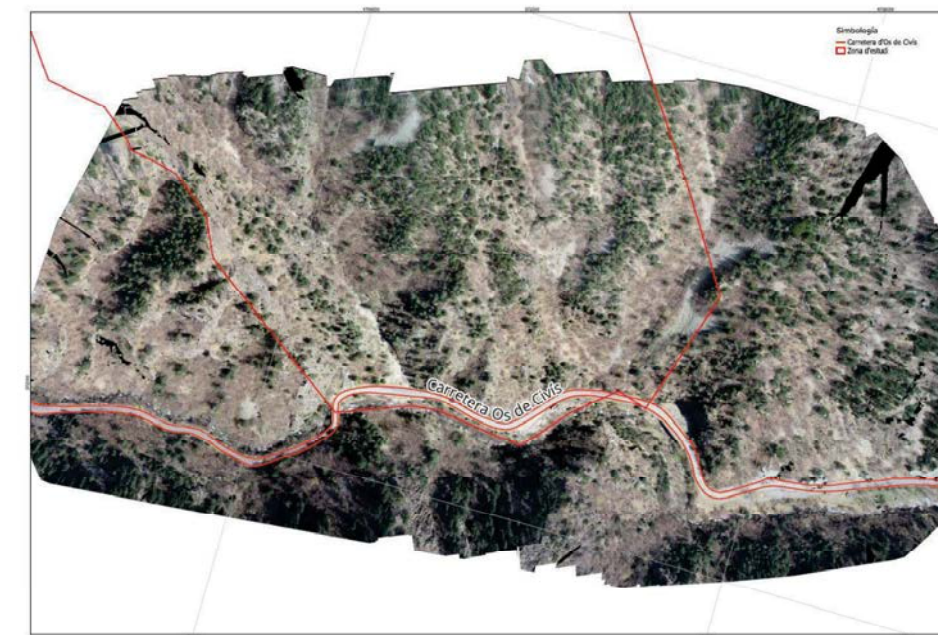
1.2 OBJECTE DEL PROJECTE.

L'objecte del contracte és la Redacció del projectes constructiu per la millora hidràulica en la confluència entre el Barranc del Coferony i la carretera d'Os de Civís, al Terme Municipals de Valls de Valira, a escassos metres del nucli urbà de Os de Civís.



1.3 ÀMBIT DEL PROJECTE.

L'Àmbit del Projecte és el propi canal de flux i zones d'influència per inundació per als períodes de retorn de 2,5, 10, 20, 50, 100, 200 i 500 anys de l'espai intersecció del barranc del Coferony amb la carretera d'Os de Civís.



1.4 SITUACIÓ ACTUAL, DADES DE PARTIDA.

La revisió hidràulica de les seccions de drenatge existents en la confluència del barranc amb la carretera s'ha definit com a insuficient arran de les pluges del dia 13 d'agost de 2018, on els arrossegaments van col·lapsar els drenatges i van obligar a tancar temporalment la carretera.

La pluja provoca esllavissades a Ós de Civís i inundacions a la Massana

Els aiguats afecten diversos garatges i plantes baixes de l'avinguda El Través

Per **El Periòdic**

Publicat el Dilluns, 13 d'agost de 2018 | 01:15 h



Carretera CG6 d'accés a Ós de Civís tallada per una esllavissada. | ANA

Enques

Està a fa
mínim de

☐ Sí

☐ No

Més po

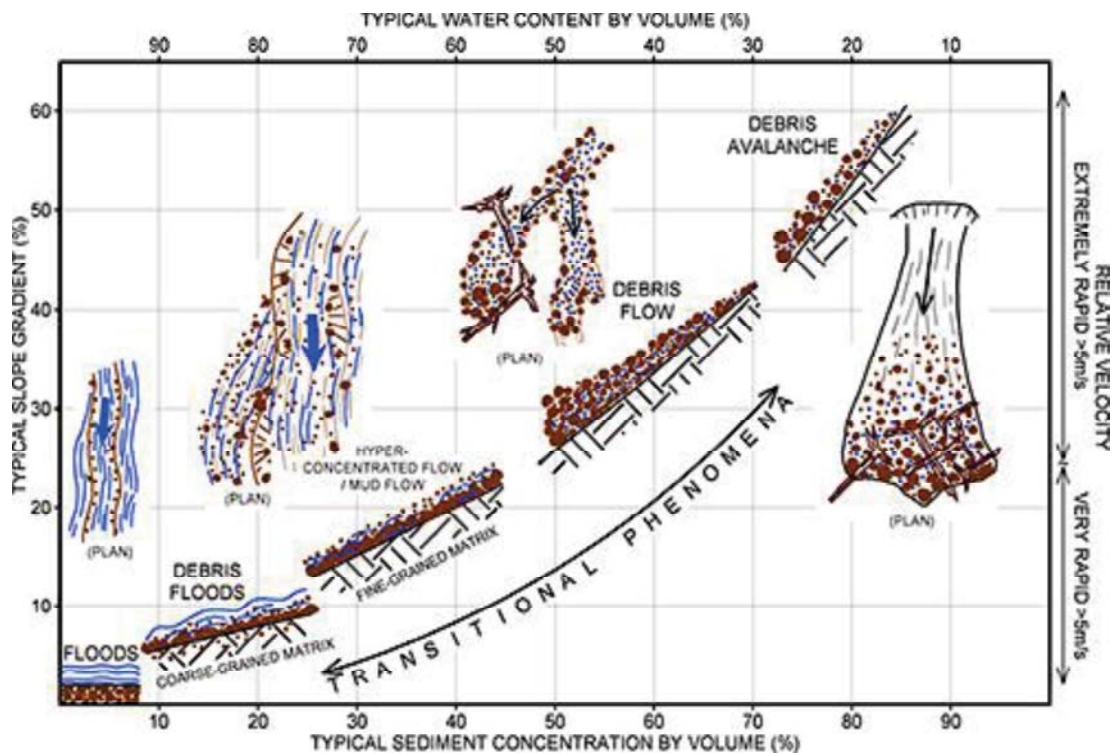
La immediata inspecció per part dels tècnics municipals i de tècnics del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural van evidenciar la necessitat d'actualitzar el càlcul hidrològic i dimensionar hidràulicament les infraestructures de drenatge i/o de defensa necessàries.

A continuació algunes fotos obtingudes escassos dies després de l'episodi:





Els barrancs d'alta muntanya, tenen com a característiques principals l'escassa longitud i mida de la conca, el flux estacional, la forta pendent ($>25^\circ$), temps de concentració <1 hora, la voluminosa disponibilitat de dipòsits granulars potencialment transportables tant en els vessants de la conca com en el propi canal, així com la naturalització vegetativa constant del trams més humits.



Es disposa d'informació d'hemeroteca, científica i tècnica local i comarcal que avala la necessitat de considerar el transport sòlid en forma de fluxos densos turbulents, hiperconcentrats i corrents

d'arrossegalls com a mecanisme de flux habitual per aquestes conques. Les densitats de flux poden variar entre 1 i fins a 1.8 Tn/m³ dins d'un mateix episodi, i es per aquest motiu que es considerarà de cara al càlcul hidràulic el pitjor dels escenaris. També es considerarà la possibilitat que davant d'un episodi d'alta intensitat (>0.5 l/min per a t=10-30 minuts) tot el volum de precipitació circuli en forma de cabal efectiu, doncs les condicions de conca en minimitzen la infiltració.

1.5 ZONIFICACIÓ I USOS DEL TERRENY

Si bé no es motiu d'aquest projecte, la informació que es desprendre d'aquest, podrà permetre municipalment regular l'ús de terreny amb criteris objectius. A continuació es mostra exemple de com Suïssa i determinades zones dels Alps Italians legislen sobre l'ús del sol en zones potencialment afectables per corrents d'arrossegalls i allaus de neu:

Legislació i criteris

Aquests mapes representen mapes de perillositat, en els quals es defineixen àrees amb diferent grau d'exposició al perill de corrents d'arrossegalls **SOBRE LA BASE DE L'APLICACIÓ DE MODELS COMPUTACIONALS PER A LA DINÀMICA I EL RUNNOUT** de fluxos híper concentrats (com el realitzat en aquest cas amb RAMMS), així com de l'anàlisi d'esdeveniments històrics coneguts i la investigació geomorfològica. Aquests mapes es dibuixen generalment a escala d'1:5.000 (o 1:2.000), amb contorns de 5 m (o 2 m). Les zones de perill, que s'haurien de consensuar als requisits de seguretat establerts en els reglaments nacionals de construcció, es determinen sobre la base de relacions adequades entre freqüència i magnitud (vegeu els quadres 1 i 2). Fins ara, aquest tipus de mapes s'han derivat només per a uns pocs llocs amb corrents d'arrossegalls i, a causa de la falta de criteris ben definits i àmpliament acceptats a nivell nacional, en general es fan sobre la base dels criteris de cartografia suïssos (SLF, 1984; Salm et al., 1990), d'aplicació formal o informal a altres regions alpines d'Itàlia, Àustria, França, Alemanya i també Espanya.

Taula 1 Els criteris suïssos per al mapatge de riscos de corrents d'arrossegalls.

Zona de perill de fluxos	definició
vermell (high hazard)	Els fluxos esperats tindran un període de retorn de 30 anys o un període de retorn de fins a 300 anys i una pressió d'impacte de 30 kPa o més.
blau (moderate hazard)	Poden produir-se fluxos fluids amb períodes de retorn entre 30 i 300 anys, però les pressions d'impacte esperades són inferiors a 30 kPa.
Groc (low hazard)	Els fluxos tenen períodes de retorn superiors a 300 anys, i pressions d'impacte de menys de 3 kPa poden ocórrer.
Blanc (no hazard)	No s'esperen fluxos

Metodes de càlcul

Fins ara, el model computacional per als càlculs de dinàmiques de corrents d'arrossegalls més àmpliament emprats pels professionals a Itàlia és, sens dubte, el model Voellmy-Salm (Voellmy,

1955; Salm et al., 1990), que és el que s'ha aplicat en aquest cas amb RAMMS. Aquest és un model bastant simple que pot ser anomenat com un "híbrid" de moviment sòlid i fluid; en realitat, considera una corrents d'arrossegalls com un bloc sòlid que es llisca al llarg del pendent, però l'equació d'impuls es completa amb una força de fricció turbulenta similar a un fluid per obtenir un límit per al centre de la velocitat de massa.

Nous criteris de mapatge de riscos

L'objectiu del document era definir criteris de cartografia del perill de corrents d'arrossegalls d'acord amb l'enfocament suís àmpliament emprat (perill en funció de la freqüència i intensitat de les corrents d'arrossegalls; SLF, 1984), però amb valors llindar lleugerament modificats d'acord amb la situació italiana específica en termes de disponibilitat de dades. També s'indiquen breument els nous criteris de cartografia italians sintetitzats en el Quadre 3, on les restriccions d'ús de sòl per a les zones amb diferents graus de perill. La Figura 3 mostra una representació gràfica dels criteris del Quadre 3 en una pressió de freqüència de pla cartesià.

Alguns punts importants d'aquestes noves directrius que cal destacar són els següents:

- També s'ha de tenir en compte la pressió estàtica; això significa que l'assignació també es basa en la profunditat de deposició.
- Els plans de vigilància i evacuació han d'estar preparats per augmentar la seguretat de les persones que viuen en zones vermelles, blaves i grogues.
- Es permet la modificació dels mapes de perillositat després de la realització de les obres de defensa, sota certes condicions (no hi ha noves zones blanques, però només modificació del límit entre zones vermelles/blaus i blaves/grogues; pla de manteniment de les obres de defensa ha d'estar operatiu; etc.)

Taula 3. Els nous criteris italians de mapatge de corrents d'arrossegalls amb indicació de restricció d'ús de sòl aprovats per AINEVA

Zona de perill de corrents d'arrossegalls	Definició/Restriccions de l'ús del sòl
Red (high hazard)	Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 30 anys i una pressió d'impacte de 3 kPa o més, o un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte de 15 kPa o més. NO ES PERMETEN NOVES CONSTRUCCIONS
Blau (perill moderat)	Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 30 anys i una pressió d'impacte de menys de 3 kPa, o un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte entre 3 i 15 kPa. ES PERMETEN NOVES CONSTRUCCIONS, PERÒ AMB RESTRICCIONS "FORTES" (índexs de construcció baixos, estructures reforçades, etc.)
Groc (perill baix)	Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte de menys de 3 kPa; les zones potencialment afectades per corrents d'arrossegalls amb un període de retorn d'entre 100 i 300 anys també s'assignen a zones grogues. ES PERMETEN NOVES

	CONSTRUCCIONS, AMB RESTRICCIONS "MENORS" (sense instal·lacions públiques, com escoles, hotels, etc.)
--	--

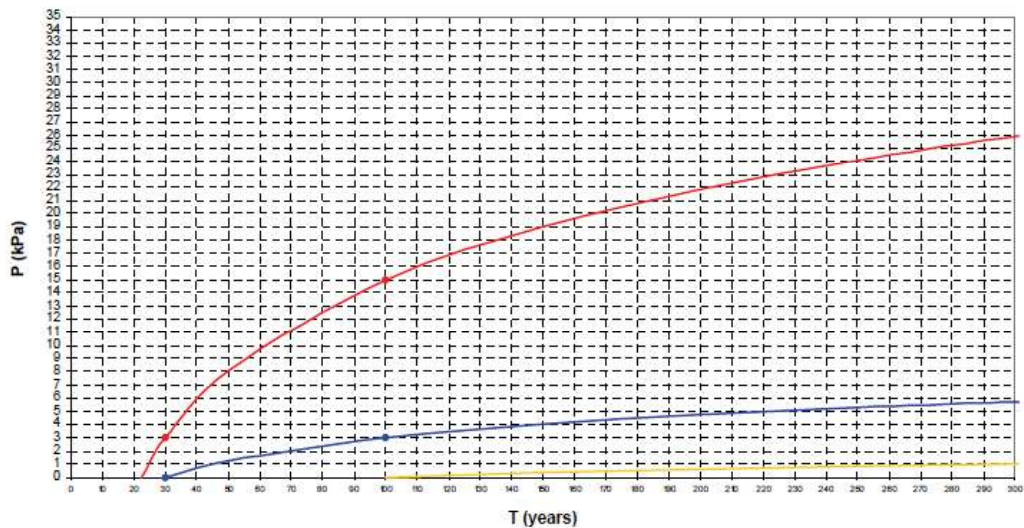


Figura 3 Representació gràfica dels nous criteris de mapatge italians en un diagrama de pressió de freqüència. Les línies de color defineixen el límit entre les zones vermell-blau, blau-groc i groc-blanc; es dibuixen en funció dels criteris del Quadre 3 (els cercles sòlids representen els límits d'assignació allà indicats) i utilitzant un accessori Gumbel.

Donant lloc a l'afecció per abast a àrees urbanes i/o de nous usos. Tanmateix, amb l'aplicació estricta de la Taula 1, on la pressió pren la major importància per tractar-se de la unitat de concepte enginyer-urbanístic, amb poder destructiu, on:

Zona de peligro de avalanchas	definición
Rojo-RIESGO ALTO	Las avalanchas que fluyan esperadas tendrán un período de retorno de 30 años o un período de retorno de hasta 300 años y una presión de impacto de 30 kPa o más .
Azul-RIESGO MODERADO	Pueden producirse avalanchas fluidas con períodos de retorno entre 30 y 300 años, pero las presiones de impacto esperadas son inferiores a 30 kPa. Las avalanchas de polvo también pueden ocurrir con períodos de retorno de 30 años o menos y presiones inferiores a 3 kPa. 30-3kPa
Amarillo-RIESGO BAJO	Las avalanchas que fluyen tienen períodos de retorno superiores a 300 años, mientras que las avalanchas de polvo con períodos de retorno de más de 30 años y presiones de impacto de menos de 3 kPa pueden ocurrir.
Blanco-SIN RIESGO	No se esperan avalanchas

Resultats, que poguessin ser analitzats d'acord amb els criteris que apareixen a la Taula 3 (adaptada per al projecte), adaptada als mateixos rangs de freqüència i pressió:

ZONIFICACIÓ	definició/Restricciones del uso del suelo
Vermell (perill alt)	1. Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 30 anys i una pressió d'impacte de 3 kPa o més 2. Les corrents d'arrossegalls tindran un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte de 30 kPa o més. NO ES PERMETEN NOVES CONSTRUCCIONS
Blue (moderate hazard)	1. Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 30 anys i una pressió d'impacte de menys de 3 kPa. 2. Les corrents d'arrossegalls tindran un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte entre 3 i 30 kPa. ES PERMETEN NOVES CONSTRUCCIONS, PERÒ AMB RESTRICCIONS "FORTES" (índexs de construcció baixos, estructures reforçades, etc.)
Groc (perill baix)	1. Les corrents d'arrossegalls esperades tindran un període de retorn de 100 anys i una pressió d'impacte de menys de 3 kPa; les zones potencialment afectades per corrents d'arrossegalls amb un període de retorn d'entre 100 i 300 anys també s'assignen a zones grogues. ES PERMETEN NOVES CONSTRUCCIONS, AMB RESTRICCIONS "MENORS" (sense instal·lacions públiques, com escoles, hotels, etc.)

D'aquesta manera les zonesicolorides en groc, que són la majoria, poguessin ser construïdes, amb restriccions "menors", entre les quals hi hauria només la limitació a la construcció d'instal·lacions públiques, hotels, etc, seguint la proposta Italiana d'usos.

1.6 PROCEDIMENT.

Partim de les dades del Servei Meteorològic de Catalunya per a la Comarca de l'ALT URGELL i concretament per la zona de LES VALLS DE VALIRA, per tant adequades per l'entorn dels projectes en qüestió:

Municipi: les Valls de Valira
 Capital: Anserall
 Codi municipi: 252398

Comarca: Alt Urgell



Servei
Meteorològic
de Catalunya

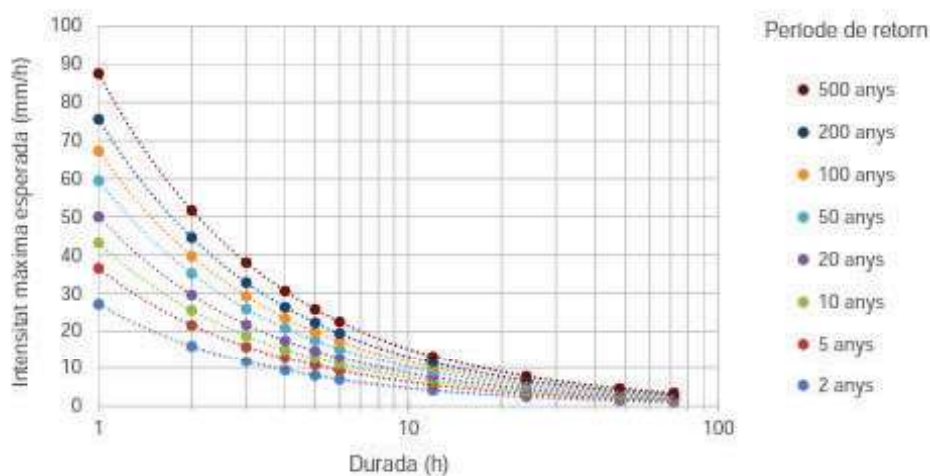
Valor de l'exponent d'escala:
 $\beta = -0.76000$

Intensitat màxima esperada

(mm/durada)		Durada				
		1 h	2 h	3 h	4 h	5 h
Període de retorn	2 anys	27.1	32.0	35.3	37.8	39.9
	5 anys	36.5	43.1	47.5	50.9	53.7
	10 anys	43.2	51.0	56.2	60.2	63.6
	20 anys	50.0	59.1	65.1	69.8	73.6
	50 anys	59.5	70.3	77.5	83.0	87.6
	100 anys	67.3	79.4	87.6	93.8	99.0
	200 anys	75.6	89.2	98.4	105.4	111.2
	500 anys	87.6	103.4	114.0	122.2	128.9

(mm/durada)		Durada				
		6 h	12 h	24 h	48 h	72 h
Període de retorn	2 anys	41.7	49.2	58.2	68.7	75.7
	5 anys	56.1	66.3	78.3	92.4	101.9
	10 anys	66.4	78.4	92.6	109.4	120.6
	20 anys	76.9	90.8	107.2	126.7	139.6
	50 anys	91.5	108.1	127.7	150.8	166.2
	100 anys	103.4	122.1	144.2	170.3	187.8
	200 anys	116.2	137.2	162.0	191.3	210.9
	500 anys	134.7	159.0	187.8	221.8	244.5

Les corbes IDF són:



S'aplicarà el mètode racional de Témez al qual se li carregaran les dades obtingudes relacionades amb les característiques de la conca i l'indiar d'escorrentiu a partir de "plugin"

específic creat a partir de ARCGIS per aquesta enginyeria i per aquest propòsit:

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE 5.2.IC

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

GEOMETRÍA DE LA CUENCA		DATOS HIDROLÓGICOS	
Superficie de la Cuenca (km ²):		P _d - Máxima Lluvia en 24 h (mm):	
Longitud del Cauce (km):		P _o - Umbral de Escorrentía (mm):	
Cota Máxima del cauce (m):		β - Factor de Corrección de Humedad:	
Cota Mínima del Cauce (m):		(I _t /I _d) - Factor Torrencialidad:	
Pendiente del Cauce (%):	0	P' _o - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	0
		T _c - Tiempo de Concentración (h):	0

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE 5.2 - I.C.		MÉTODO TÉMEZ MODIFICADO	
I _d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	0	K _a - Factor Reductor Lluvia:	0
I _t - Intensidad para T _c (mm/h):	0	P' _d - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	0
C - Coeficiente de Escorrentía:	0	I' _d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	0
		I' _t - Intensidad para T _c (mm/h):	0
CAUDAL (m ³ /s):	0	C - Coeficiente de Escorrentía:	0
		K - Coeficiente de Uniformidad:	0
		CAUDAL (m ³ /s):	0
Calcular			
			
		SIN FACTOR REDUCTOR DE LLUVIA (K _a =1)	
		I _t - Intensidad para T _c (mm/h): 0	
		C - Coeficiente de Escorrentía: 0	
		CAUDAL (m ³ /s): 0	

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL 5.2-IC (2016)

Región:	--	Tipo de obra de drenaje:	--
Periodo de retorno (años):	--		

DATOS INICIALES

Región n°:
Periodo de Retorno (años):

GEOMETRÍA DE LA CUENCA

Área de la Cuenca (km ²):		Cota Máxima del cauce (m):	
Longitud del Cauce (km):		Cota Mínima del Cauce (m):	
T _c - Tiempo de Concentración (h):	0	Pendiente del Cauce (%):	0

PRECIPITACIONES

P _d - Máxima Lluvia diaria (mm):		F _a - Relación (I ₁ /I _d) según fórmula:	0
P _d (T10) Regiones 72-821-822:		F _b - Relación (I ₁ /I _d) según pluviómetro:	0
K _a - Factor Reductor de Precipitación:	0	I _{1DF} (T,t _c):	
☐ Forzar valor de Ka = 1		I ₂₄ (T,24):	
P' _d - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	0	F _{int} - Factor de Intensidad:	0
I' _d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	0	I(0,0)- Intensidad(mm/h):	0
(I ₁ /I _d)- Factor Torrencialidad:			

PERDIDAS

P _o - Umbral de Escorrentía (mm):		Forzar valor del Coef. corrector β:	
β _m - Coef. corrector Umbral de Escorrentía:		β- Coef. corrector utilizado:	0
Δ50% - Intervalo de confianza:		P' _o - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	0
F _T - Factor Periodo de Retorno:		Relación P' _d /P' _o :	0
β ^{DT} - Coef. Drenaje Transversal:	0	C - Coeficiente de Escorrentía:	0
β ^{PM} - Coef. Drenajes Auxiliares:	0	K _t - Coeficiente de Uniformidad:	0

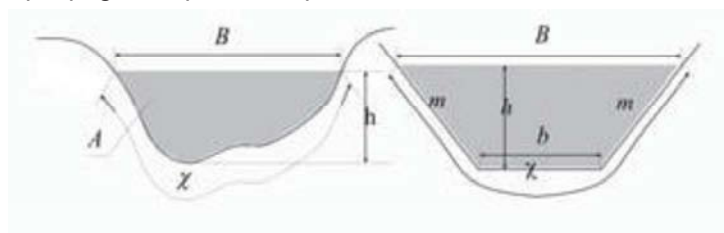
La hidràulica de cada conca es calcularà mitjançant el Software específic RAMMS-Debris que permet a partir de la formula de Voelmy, modelitzar sobre raster de detall centimètric, fluxos de densitat variable de fins a 2400kg/m3 sobre la base d'un hidrograma, sobre la base d'un volum conegut de sòlid entrat o erosionat, o bé una combinació de tots dos "inputs". Els resultats permeten visualitzar les alçades de flux, gruix de dipòsit i abast, pressió, velocitat, i força de cisalla en tot e recorregut.

La taula combinatòria de càlculs i resultats seguirà el patró següent:

PERÍODE DE RETORN (anys)	DENSITAT DE FLUX (tn/m3)				CABAL TOTAL (m3)	aforament	H màx	V màx	P màx	Sh màx	H màx	V màx	P màx	Sh màx
	1.2	1.4	1.6	1.8										
2					75	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
5					1000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
10					5000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
20					10000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
50					35000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
100					100000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								
200					200000	A1								
						A2								
						A3								
						A4								

En base a aquest resultats podrem conèixer les sol·licitacions en cada tram o punt d'aforament.

Sobre la base de la hidràulica simulada es dimensionarà la secció necessària per tal de permetre el flux-drenatge el cabal d'un flux de corrent d'arrossegalls i alhora es dimensionaran les estructures per tal que puguin suportar les pressions de flux i les forces de cisalla calculades.



Tipo de sección	Área A (m2)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$\frac{(\text{sen}\frac{\theta}{2})D}{2\sqrt{y(D-y)}}$
 Parabòlica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

1.7 JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA.

La solució adaptada pretén garantir una secció hidràulica adequada suficient per a poder donar resposta als períodes retorn de fins a 100 anys, així com a minimitzar els potencials efectes destructius sobre la canalització i zones inundables d'influència, per a la zona del vial i confluència amb el riu d'Os de Civís, per als períodes de 200 i 500 anys. Per tal de aconseguir-ho s'actuarà de la següent forma:

1. Tales i neteges de vegetació arbustiva i arbòria.
2. Intercepció de material sòlid (orgànic i/o petri), en forma de dic flexible, per tal de minimitzar la càrrega energètica del flux.
3. Perfilat i/o dragat de la secció de canal transversal existent.
4. Perfilat i/o dragat de la secció de canal longitudinal existent.
5. Construcció d'una nova secció transversal mitjançant calaix prefabricat, de secció adequada.

1.8 DESCRIPCIÓ DE LES OBRES.

La solució adaptada pretén garantir una secció hidràulica adequada suficient per a poder donar resposta als períodes retorn de fins a 100 anys, així com a minimitzar els potencials efectes destructius sobre la canalització i zones inundables d'influència, per a la zona del vial i confluència amb el riu d'Os de Civís, per als períodes de 200 i 500 anys. Per tal de aconseguir-ho s'actuarà de la següent forma:

- 2 Tales i neteges de vegetació arbustiva i arbòria.
- 3 Intercepció de material sòlid (orgànic i/o petri), en forma de dic flexible, per tal de minimitzar la càrrega energètica del flux.
- 4 Perfilat i/o dragat de la secció de canal transversal existent.
- 5 Perfilat i/o dragat de la secció de canal longitudinal existent.
- 6 Construcció d'una nova secció transversal mitjançant calaix prefabricat, de secció adequada.

6.1 QUADRE RESUM DE LES DADES PRINCIPALS.

A continuació s'adjunta la taula que resumeix les partides principals de l'obra i els amidaments de projecte:

01.01	1	PRIK-TQSY	m2	DIC SUPERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	104.000
01.01	2	PRIK-TQSX	m2	DIC INFERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	116.000
01.01	3	P221H-EL6F	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert, de material granular residual existen en la base del barranc	192.000

01.01	4	P221H-EL6D	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat, del material del mixte (granular/roca) del terraplé de la carretera existent	180.000
01.01	5	P2257-I0IM	m3	Terraplenat granular de nivellació-regularització	26.000
01.01	6	P312-I5VP	m3	Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants	14.000
01.01	7	IUS050	u	Calaix drenant prefabricat de formigó de 148Lx400x2.5H	10.000
01.01	8	P783-8D31	m2	pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó	60.000
01.01	9	P92A-DX86	m3	Tot-u artificial Z30 per a sub-base de ferm de carretera (2 capes de 20 cm cadascuna), subministrament, estès a motoanivelladora i compactat al 98% Proctor	150.000
01.01	10	P9H1-CUOK	m2	Capa de rodadura de paviment de mescla bituminosa en calent, fabricada a temperatura normal, tipus AC 8 surf B 50/70 D, amb tractament amb pintura tricomponent acrílic poliuretà	75.000
01.01	11	PB29-028H	m	Determinació de les característiques geomètriques d'un element de barrera metàl·lica de seguretat (suport, separador i biona), segons norma UNE 135121, UNE 135122 i UNE 135123	24.000
01.01	12	MSH010	m	Subministrament i pintat de línies de boral	60.000

6.2 PUNT D'ABOCAMENT (SI S'ESCAU).

NO APLICA

6.3 GEOLOGIA I GEOTÈCNIA.

6.3.1 INTRODUCCIÓ. MARC GEOLÒGIC REGIONAL

Des del punt de vista geològic la serralada pirinenca s'ha dividit tradicionalment en tres zones principals que, de Nord a Sud, són les següents: Zona Norpirinenca, Zona Axial-Massís Bascos, i Zona Surpirinenca.

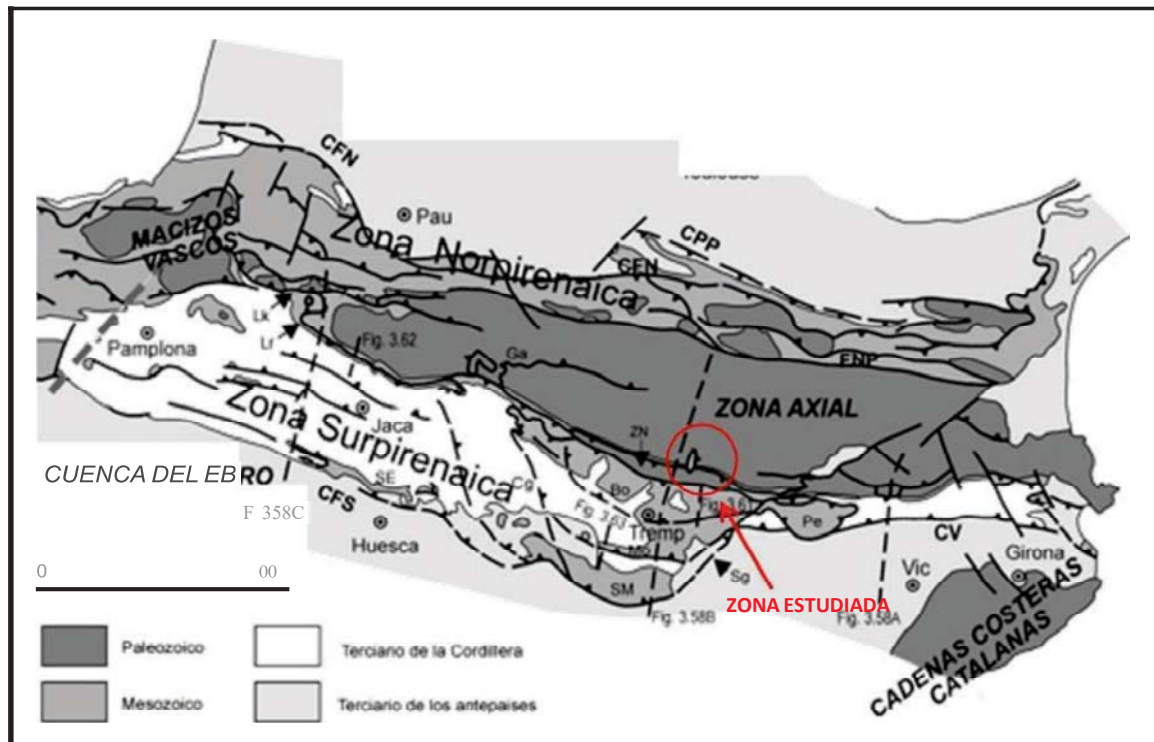
La figura següent, presa de "Geologia d'Espanya (diversos autors – IGME)", correspon a un esquema estructural dels Pirineus on es pot veure la distribució geogràfica d'aquestes grans unitats.

Les següents denominacions corresponen a les principals estructures representades en aquesta figura: CFS: encavalcament Frontal Surpirinenc, CFN: encavalcament Frontal Norpirinenc, CPP: encavalcament dels Petites Pyrénées, Lk: encavalcament de Lakora, Lr: encavalcament de Larra, SE: Serres Exteriors, Ga: encavalcament de Gavarnie, ZN: Zona de les Nogueres, Bo: encavalcament de Bóixols, Mo: encavalcament del Montsec, SM: Serres Marginals, Sg: Zona de rampes obliqües del Segre (límit entre els Pirineus orientals i centrals), Cg: Zona de rampes obliqües del Cinca (límit occidental de la Unitat Surpirinenca Central), Pe: mantell del Pedraforca, CV: encavalcament de Vallfogona.

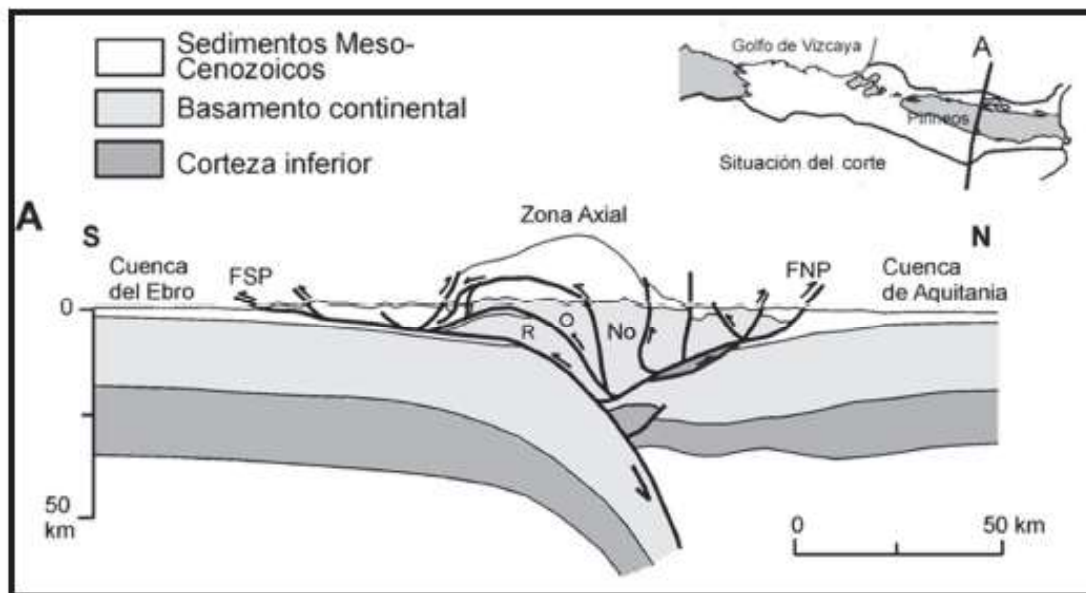
La serralada pirinenca és el resultat de la col·lisió entre la placa Europea i la Placa Ibèrica, a conseqüència de la qual aquesta subdueix sota la primera. A la Zona Axial aflora un sòcol varisc d'edat paleozoica i s'hi ha produït un considerable engrossiment cortical; la seva estructura consisteix en un estret apilament de mantells de cavalcament, que conforma una estructura general de tipus antiformal.

Al Nord i Sud de la Zona Axial el Mesozoic cavalca sobre les conques d'avantpaís d'Aquitània i de l'Ebre, mitjançant grans mantells de encavalcament de vergència Nord i Sud respectivament,

constituïnt les zones Norpirinenques i Surpirinenques. El desplaçament dels encavalcaments vergents cap al Sud és considerablement més gran que la dels encavalcaments que vergeixen cap al Nord.



Durant el desplaçament dels mantells de la Zona Surpirinenca es van desenvolupar sobre ells conques de tipus piggy back cenozoïques, és a dir conques sedimentàries que han estat transportades sobre els mantells d'encavalcament simultàniament a l'emplaçament d'aquests. La següent figura presa de "Geologia d'Espanya (diversos autors – IGME)", correspon a un tall geològic representatiu de l'estructura general de la de la serralada pirinenca a la part central, estant representada a la cantonada superior dreta la posició d'aquest tall geològic. Les denominacions FSP i FNP corresponen al Front Surpirinenc i al Front Norpirinenc respectivament i R, O i No als encavalcaments de Rialp, Orri i Nogueres.



Els Pirineus es van formar durant una etapa compressiva que va elevar una sèrie de solcs sedimentaris que

existien entre les plaques ibèrica i euroasiàtica, els quals s'havien format durant una etapa distensiva prèvia. L'orogènia es va produir entre el Cretaci Superior i el Miocè, afectant el sòcol varisc d'edat paleozoica, una sèrie mesozoica preorogènica i una successió sinorogènica del Cretaci terminal i del Terciari.

La tectònica pirinenca està formada per una sèrie de plecs i encavalcaments característics de nivells corticals alts. A diferència d'altres cadenes alpines, als Pirineus no hi ha magmatisme ni metamorfisme sinorogènics d'importància. Molts dels encavalcaments pirinencs corresponen a la inversió de falles normals preexistents, formades durant l'etapa distensiva que va tenir la seva màxima activitat durant el Cretaci Inferior.

L'estructura del vessant espanyol dels Pirineus està formada per una sèrie d'encavalcaments i plecs amb

vergència Sud que afecten el sòcol paleozoic i la cobertura mesozoic-terciària.

El sòcol ha estat elevat per encavalcaments alpins i aflora a la Zona Axial, la qual conforma, en conjunt, una

gran estructura antiformal. Al sud de la zona axial les roques de la coberta estan afectades per una sèrie

d'encavalcaments imbricats característics d'una tectònica més superficial.

6.3.2 GEOLOGIA LOCAL

La geologia de la Vall d'Os de Civís està formada de baix a dalt per la sèrie Cambro-Ordovícica habitual en la vessant sud dels Pirineus a la que s'hi suma el Silurià i Devonian. Discordantment ja trobem en el quaternari els dipòsits glaciaris, glacio-lacustres, i més darrerament els dipòsits de con al·luvial i peu de vessant que venen acumulant-se d'ençà de l'inici de l'enretirada glaciària.

Els dipòsits glaciaris, glacio-lacustres, al·luvials i de peu de vessant són els que posen a disposició als barrancs el material sòlid a transportar. Són generalment dipòsits llim-arenosos amb grava, sense una estructura estratigràfica clara i moltes inter-digitacions erosives, amb cohesió molt baixa o nul·la i un angle de fregament que oscil·la entre els 26 i 30° en funció del contingut en argiles.

Base geològica 1:50 000 (BG50m v2, 2016)

Unitats cartogràfiques

CENOZOIC

Quaternari

Holocè recent	
1	Q Sediments recents de fons de valls, nans i peu de mont. Holocè.
2	Qcal Blocs i gravas angulosos. Con d'altell. Holocè.
3	Qd Concretes de dunes litorals. Holocè.
4	Qe Dipòsits al·luvials. Llims amb cists densos i sòls de potència màxima de 3 metres. Holocè actual.
5	Qen Argiles i lims dipòsits en zones semidomèniques. Holocè.
Devoniana	
6	Dev Fàcies desvitrificades argilitzades. Devoniana.
7	Dev Form. nullo-dactilo. Devoniana.
8	Dev Devoniana superior
9	Dev Calcedons amb fàcies nullo. Devoniana superior. Fàcies Farnet.
10	Dev Calcedons noduloses de color gris clar. Formació Farnet. Devoniana superior.
11	Dev Calcedons noduloses de color vermell. Formació Farnet. Devoniana superior.
12	Dev Calcedons noduloses, lutites. Calcedons grisos. Formació Farnet. Devoniana superior.
13	Dev Alternança de calcedons i lutites. Calcedons i pissams de la Tula. Devoniana superior. Farnet.
14	Dev Gresos i lutites laminades. Formació Farnet. Devoniana superior.
15	Dev Quarçites i lutites negres. Gresos no classificats. Devoniana superior.
16	Dev Nivells diferenciats de quarçita dins la unitat Dpt. Devoniana superior.
17	Dev Pissams foscos amb calcedons i gresos carbonatats. Farnet. Devoniana superior.
18	Dev Alternança de pissams i gresos carbonatats. Devoniana superior.
19	Dev Pissams amb noduls sílics. Devoniana superior.
20	Dev Devoniana mitja - Devoniana superior
21	Dev Calcedons massius. Formació Farnet. Devoniana mitja-superior.
22	Dev Calcedons. Calcedons de Sant Esteve i Calcedons amb cists. Calcedons de Montserrat. Calcedons d'Aiguà. Devoniana mitja. Devoniana superior.
23	Dev Pissams argilosos amb intercalacions de quarçites i lutites. Devoniana mitja i superior.
24	Dev Devoniana mitja
25	Dev Calcedons i calcedons argilosos. Devoniana mitja.
26	Dev Gresos dins la Formació Vialer. Devoniana mitja.
27	Dev Alternança de gresos i lutites, amb calcedons foscos a la base. Pissams laminats. A la unitat Dpt. Gresos d'Aiguà. Devoniana mitja. Devoniana superior.
28	Dev Pissams. Formació Vialer. Devoniana mitja.
29	Dev Devoniana inferior - Devoniana mitja
30	Dev Alternança de calcedons, lutites i calcedons noduloses. Devoniana inferior i mitja.
31	Dev Calcedons noduloses roques. Formació Farnet. Devoniana inferior.
32	Dev Pissams. Devoniana inferior.
33	Dev Devoniana inferior
34	Dev Calcedons i lutites. Lutites carbonatades. Formació Vialer. Devoniana inferior.
35	Dev Calcedons. Formació Castanesa. Devoniana inferior.
36	Dev Pissams i calcedons. Formació Ruada. Devoniana inferior.

37	Dev Candó litoral arit. Bones amb restes de troncs i claus marins. Holocè.
38	Dev Dipòsits al·luvials. Argiles amb cists angulosos disperses. Holocè.
39	Dev Dipòsits al·luvials-al·luvials. Llims amb cists angulosos. Holocè.
40	Dev Blocs i cists angulosos amb matru angulosos. Glacià associats a la Terrassa 1 (X1). Holocè.
41	Dev Dipòsits lacustres costaners amb les terrasses fluvials C1. Argiles i torres. Holocè.
42	Dev Blocs de litologia variada, sòls i lims. Dipòsits de llacament marins. Holocè.
43	Dev Sòls, grava i materials fins (lits abandonats). Holocè superior.
44	Dev Calcedons. Formació Farnet. Devoniana inferior.
45	Dev Intercalacions de calcedons dins la formació Ruada. Devoniana inferior.
46	Dev Quarçites. Formació Farnet. Devoniana inferior.
47	Dev Calcedons i lutites, lutites i calcedons massius. Formació Farnet i Farnet. Devoniana inferior.
48	Dev Pissams foscos i algunes intercalacions de calcedons. Formació Farnet. Devoniana inferior.
49	Dev Riques vulcanoclastiques i gresos. Devoniana inferior (7).
Silurià-Devoniana	
50	Dev Calcedons noduloses i pissams argilosos. Silurià - Devoniana inferior.
51	Dev Calcedons grisos amb intercalacions lutites, negres en el cas de la Tula. Silurià superior. Devoniana inferior.
52	Dev Pissams amb intercalacions de calcedons. Silurià - Devoniana inferior.
53	Dev A la base, tram carbonat. Per sobre, alternança de calcedons grisos, calcedons i pissams negres. Silurià superior - Devoniana inferior.
54	Dev Gresos, gravas i lutites. Silurià - Devoniana inferior.
55	Dev Pissams negres riques en fites i nivells de calcedons. Silurià - Devoniana inferior.
56	Dev Pissams argilosos. H-bas i sòls. Silurià.
57	Dev Lutites negres amb gresos. Silurià.
58	Dev Pissams negres amb nivells de quarçites i calcedons. Silurià.
59	Dev Devoniana superior
60	Dev Pissams grisos. Formació Farnet. Devoniana superior.
61	Dev Conglomerats, quarçites. Formació Farnet. Devoniana superior.
62	Dev Calcedons amb oncolites. Devoniana superior. Devoniana superior.
63	Dev Conglomerats. Intercalats entre els nivells de la unitat Dpt. Equivalents als conglomerats de la Farnet. Devoniana superior.
64	Dev Conglomerats, microconglomerats, gresos i pissams intercalats a la unitat Dpt. Devoniana superior. Devoniana superior.
65	Dev Calcedons i pissams negres. Devoniana superior.
66	Dev Gresos i lutites. Devoniana superior.
67	Dev Gresos i lutites. Devoniana superior.
68	Dev Lutites i lutites grises. Devoniana superior.
69	Dev Lutites i lutites fosques i gresos de gra fi. Devoniana superior.
70	Dev Pissams argilosos amb intercalacions de calcedons, gresos i quarçites. Devoniana superior.
71	Dev Quarçites, pissams, microconglomerats i calcedons. Devoniana superior.
72	Dev Alternança de pissams i quarçites. Devoniana superior.

Sediments del Quaternari associats a dipòsits col·luvials, flúvio-torrencials i glacials, en general, es caracteritzen per ser força granulars i heteromètrics, amb alguns nivells lutífics intercalats. Poden presentar abundants variacions granulomètriques.

Estimem que el seu gruix serà poc important, encara que no podem descartar que en indrets puntuals es puguin assolir fins a varis metres de potència.

GRESOS I GRAVES

Gresos, microconglomerats i lutites. Poden tenir una potència de 500 metres. Les capes estan ordenades en seqüències granocreixents, d'ordre decimètric o mètric. Hom hi pot observar bases erosives, granoclassificació i laminacions encreuades.

Els grans són de quars, caolí, i clorita. També s'hi observa algun fòssil de braquiòpode, tentaculites, crinoides i briozous. Descrits com formació Cava. Edat: Caradocià-Ashgílià.

Conglomerats molt quarsífics. Contenen clastes angulosos de quars, lidites, quarcites, esquists i pissarres.

La matriu és de gra fi. Es disposen discordants sobre els materials del Cambroordovicià. Tenen una potencia d'ordre decamètric.

En general es poden presentar força fracturades (amb un valor del RQD estimat a l'entorn del 30%). Están afectades per diverses famílies de juntes.

Segons l'escala de meteorització del massís rocós que podem veure a continuació tindrien graus que oscil·len entre "II" i "III", corresponent a una roca entre "lleugerament alterada" i "moderadament alterada".

Presenten una duresa mitja i una qualitat geomecànica mitja. En definitiva, les barreres anti-corrents d'arrossegalls es col·locaran damunt de col·luvions de poca potència o sobre roca alterada en superfície.

GRAU	DENOMINACIO	% D'ALTERACIO	DESCRIPCIO
Ia	Roca sana	-	Sense signes visibles d'alteració a la roca matriu
Ib			Dèbil decoloració en les discontinuïtats principals
II	Lleugerament alterada	< 10 %	Amb decoloració general, indicant l'alteració de la roca matriu i discontinuïtats
III	Moderadament alterada	10 – 50 %	Menys de la meitat de la roca està descomposta, poden presentar-se zones de roca sana i depolorada, bé formant un marc continu o bé com blocs o nuclis sans
IV	Altament alterada	50 – 90 %	Més de la meitat de la roca està descomposta, poden presentar-se zones de roca sana i depolorada, bé formant un marc continu o bé com blocs o nuclis sans
V	Completament alterada	> 90 %	Tota la roca està descomposta però l'estructura del massís està encara fonamentalment intacta
VI	Sòl residual	100 %	Tot el material rocós s'ha convertit en sòl, s'ha destruït l'estructura del massís

6.3.3 CARACTERITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA

SÒLS

Tal i com podem veure a la següent taula, l'ordre de permeabilitat dels sòls oscil·larà entre 102 m/dia i 10-3 m/dia, segons el contingut en fins de cada indret considerat, corresponent les permeabilitats més altes als indrets amb més alt contingut en clasts i a l'inrevés. Podríem considerar una permeabilitat de conjunt de compresa entre 10 m/dia a 1 m/dia. Es tractaria d'un aqüífer mitjà amb una capacitat de drenatge de regular a bona.

SUBSTRAT ROCÓS

La circulació hídrica dins del substrat rocós es produirà principalment per infiltració de l'aigua d'escolament a través de les discontinuïtats que fragmenten la roca. La major infiltració es produeix a través de fissures obertes i/o reomplertes, generant-se una circulació d'aigües subterrànies en l'interior del massís rocós que, per tant, presenta una certa permeabilitat desenvolupada a partir de les discontinuïtats o fissures de la roca.

Segons les observacions efectuades, es podria considerar semipermeable, amb permeabilitat decreixent a mesura que ens allunyem de la superfície en contacte amb l'atmosfera.

Segons Hoek i Bray (1992), el valor màxim de permeabilitat (K) del massís rocós seria:

$$K = \frac{g \cdot e^3}{12 \cdot \nu \cdot b}$$

e (Obertura de juntes) = 0.05 cm

ν (viscositat de l'aigua) = 0.01 cm²/s

b (espaiat entre juntes) = 50 cm

g (acceleració de la gravetat) = 981 cm/s

$$K = \frac{981 \cdot 0.05^3}{12 \cdot 0.01 \cdot 50}$$

Segons això, la permeabilitat del massís rocós és aproximadament de 0.020 cm/s, corresponent a una roca diaclasada i caracteritzada per tenir una descàrrega mitja i una capacitat de drenatge regular. Aquesta és la permeabilitat màxima i correspon a la part més externa del massís rocós, esperant-se una disminució a mesura que augmenti la qualitat de la roca. Aquesta permeabilitat relativament alta del substrat rocós és deguda bàsicament a l'obertura d'algunes juntes, que implicaran zones de drenatge preferent.

A l'allunyar-nos de la superfície exterior (a uns pocs metres), el massís rocós esdevindrà menys fracturat, disminuint la seva permeabilitat. La permeabilitat del substrat rocós a uns pocs metres de la part exterior s'obtidria amb els mateixos paràmetres anteriors però considerant sobretot una obertura de juntes inferior. Així obtindríem un valor de permeabilitat de l'ordre de 10⁻⁷ cm/s, que correspondria a una roca amb una Baixa descàrrega i un mal drenatge.

COEFICIENTS DE PERMEABILITAT PER ALGUNS TIPUS DE SÒLS I ROQUES (HOEK I BRAY, 1977)				
	K (cm/s)	ROCA	ROCA FRACTURADA	SÒL
<i>Pràcticament Impermeable</i>	10^{-10}	Pissarra		Argiles homogènies sota la zona meteoritzada
	10^{-9}	Dolomia		
	10^{-8}	Granit		
	10^{-7}	Calcària - Gres		
<i>Baixa descarrega Mai drenatge</i>	10^{-6}	Calcària - Gres	Juntres reomplertes d'argila	Sorres molt fines, lims orgànics i inorgànics, barreja de sorra i argila, dipòsits glacials, dipòsits glacials estratificats
	10^{-5}	Calcària - Gres		
	10^{-4}	Calcària - Gres		
	10^{-3}	Gres		
<i>Alta descarrega Drenatge lliure</i>	10^{-2}		Roca diaclasada	
	10^{-1}		Roca amb juntes obertes	Sorra neta, barreja neta de sorra i grava
	1			
	10		Roca molt fracturada	Grava neta
	10^2			

6.3.4 CARACTERITZACIÓ GEOTÈCNICA

A la vista de les inspeccions de superfície a la zona d'estudi i en el seu entorn proper i de l'experiència d'aquesta empresa en diferents estudis realitzats al Pirineu en terrenys de característiques similars, s'ha realitzat la següent caracterització geotècnica, hem considerat 2 tipus de terrenys: sòl (granular) i substrat rocós.

A continuació es proposen tot un seguit de paràmetres que són fruit dels diferents aspectes que acabem d'assenyalar. Tot i així, els valors són només aproximats, basats en l'experiència en terrenys similars al Pirineu i poden ser susceptibles d'importantes variacions en punts localitzats (s'hauria de fer les comprovacions oportunes amb assaigs reals i específics), sobretot pel que fa a paràmetres màxims i mínims.

SÒL (GRANULAR)

PARÀMETRE	DISPERSIÓ	VALOR DE REFERÈNCIA
Granulometria (U.S.C.S.)	GW - SC	GM - GC
Limits d'Atterberg	No Plàstic / CL - OL	CL - ML - OL
Densitat natural (g/cm ³)	1.80 - 2.30	2.10
Cohesió (kp/cm ²)	0.00 - 0.50	0.05
Angle de fregament intern (°)	27 - 40	30
Permeabilitat aproximada (m/dia)	10^{-3} - 10^2	1 - 10
E (T/m ²)		850

SUBSTRAT ROCÓS

PARÀMETRE	DISPERSIÓ	VALOR DE REFERÈNCIA
Densitat natural (g/cm ³)	2.45 – 2.90	2.70
Cohesió (kp/cm ²)*	0.00 – 3.00	0.30*
Angle de fregament intern (°)	30 – 42	30°
Compressió simple (kp/cm ²)	100 – 800	400
Mòdul elàstic E (kg/cm ²)		94000

7.- CRONOGRAMA

El projecte contempla un cronograma de treball de 3.5 mesos, considerant fins a 5 dies de “no producció” per qüestions relacionades amb les inclemències meteorològiques:

El treballs s'ordenen a continuació, com al pressupost de projecte, i se'n fa una distribució al llarg de 15 setmanes.

CRONOGRAMA																		
		PARTIDES i descripció	amidaments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PRIK-TQSY	m2	DIC SUPERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	104.000															
PRIK-TQSX	m2	DIC INFERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	116.000															
P221H-EL6F	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert, de material granular residual existent en la base del barranc	192.000															
P221H-EL6D	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat, del material del mixte (granular/roca) del terraplé de la carretera existent	180.000															
P2257-QIIM	m3	Terra plenat granular de nivellació-regularització	26.000															
P312-45VP	m3	Formigó de rebiliment i fonamentació per als calaixos drenants	14.000															
IUS050	u	Calaix drenant prefabricat de formigó de 148Lx400x2.5H	8.000															
P783-8D31	m2	Pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó	60.000															
P92A-DX86	m3	Tot-u artificial Z30 per a sub-base de ferm de carretera (2 capes de 20 cm cadascuna), subministrament, extès a motoanivelladora i compactat al 98% Proctor	150.000															
P9H1-CUOK	m2	Capa de rodadura de paviment de mescla bituminosa en calent, fabricada a temperatura normal, tipus AC 8 surf B 50/70 D, amb tractament amb pintura tricomponent acrílic poliuretà	75.000															
P829-028H	m	Determinació de les característiques geomètriques d'un element de barrera metàl·lica de seguretat (suport, separador i bionia), segons norma UNE 135121, UNE 135122 i UNE 135123	24.000															
MSH010	m	Subministrament i pintat de línies de boral	60.000															
		CONTROL QUALITAT	1.000															
		SEGURETAT I SALUT	1.000															

8.- PRESSUPOST

AMIDAMENTS AGRUPADES (PRESSUPOST)

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT	PREU	IMPORT
N/A								
IUS050	u Calaix drenant prefabricat de formigó de 148x400x250 calaixos		10			10,000		
						10,000	2.440,020	24.400,200
MSH010	m Subministrament i pintat de línies de borla linia		60,000			60,000		
						60,000	12,240	734,400
P221H-EL6D	m3 Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat excavació		180			180,000		
						180,000	10,180	1.832,400
P221H-EL6F	m3 Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert excavació		192			192,000		
						192,000	8,650	1.660,800
P2257-I0IM	m3 Terraplenat granular de nivellació-regularització terraplenat		26			26,000		
						26,000	29,190	758,940
P312-I5VP	m3 Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants rebliment		14			14,000		
						14,000	198,140	2.773,960
P783-8D31	m2 pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó pintura		60			60,000		
						60,000	4,140	248,400
P92A-DX86	m3 Subbase tot-u artificial Z30 tot-ú		150			150,000		
						150,000	62,230	9.334,500
P9H1-CUOK	m2 Subministrament i estesa d'asfalt asfalt		75			75,000		
						75,000	72,200	5.415,000
PB29-028H	m Subministrament i col·locació de biona mixta biona mixta		24,000			24,000		
						24,000	118,420	2.842,080
PRIK-TQSY	m2 DIC INFERIOR dic inferior		116			116,000		
						116,000	546,410	63.383,560
PRIK-TQSY	m2 DIC SUPERIOR dic inferior		104			104,000		
						104,000	546,410	56.826,640
Total N/A								170.210,880
Total								170.210,88

RESUM DE PRESSUPOST

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01.01	TREBALLS.....	170.210,88	97,46
01.02	CONTROL DE QUALITAT.....	2.100,00	1,20
01.03	SEGURETAT I SALUT	2.340,81	1,34
PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL		174.651,69	
13,00 % Despeses generals..... 22.704,72			
6,00 % Benefici industrial		10.479,10	
Suma		33.183,82	
PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ		207.835,51	

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de DOSCIENTOS SIETE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS amb CINCUENTA Y UN CÉNTIMS

, 1 de enero 2023.

Promotor ENT0001

Proyectista ENT0005

ANNEX 1 - RECOPILACIÓ I ANÀLISI DE LA INFORMACIÓ EXISTENT

ANNEX 1 - RECOPILACIÓ I ANÀLISI DE LA INFORMACIÓ EXISTENT

1.- INTRODUCCIÓ

S'inclourà una recopilació dels estudis, informes, projectes i qualsevol altra informació relacionada amb la infraestructura objecte del projecte o similar.

La revisió hidràulica de les seccions de drenatge existents en la confluència dels barrancs de la Val de Boí que intercepten els diferents nuclis urbans, que van ser motiu d'estudi en Tesis Doctoral <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/121043?show=full>, van plasmar la necessitat de realitzar un nou càlcul hidrològic i dimensionament considerant les dimensions de construcció originals, les modificacions incorporades en les obres de drenatge en els darrers 50 anys, així com incorporant la disposició urbana existent i l'estat de conservació de la infraestructura en general.

En el Capítol 5 de l'esmentada TESIS introdueix conceptes científicament objectius sobre la precipitació desencadenant:

2.- PRECIPITACIÓ DESENCADENANT

Per poder arribar a definir models per a l'avaluació i pronòstic de moviments en massa desencadenats per pluges és imprescindible poder quantificar el mecanisme detonant. Aquest és un pas essencial cap al pronòstic de l'amenaça per moviments en massa, per la qual cosa el repte actual està enfocat a quantificar els processos físics relacionats amb la infiltració de la pluja, la recàrrega dels fluxos sub-superficials i conseqüentment l'ocurrència dels moviments (Van Westen et al., 2006).

Tot i que és coneguda la pluja com un factor important que predisposa les condicions d'instabilitat d'un vessant, la seva influència és difícil de quantificar, ja que depèn de diferents factors, entre ells l'heterogeneïtat dels sòls i les variacions regionals del clima.

Alguns autors encara mantenen un debat sobre el paper de la pluja i el factor detonant; diferents treballs al voltant del món mostren que hi ha diferents patrons de pluja que generen trencaments de vessants o reactivacions segons la naturalesa del terreny i el mecanismes de trencament. Mentre una part dels investigadors consideren que la importància de la pluja és similar a la intensitat de la pluja i depèn de la permeabilitat del sòl (Guzzetti et al., 2005; Rahardjo et al., 2007), altres com Brand et al. (1984) opinen que la pluja no incideix en l'ocurrència dels moviments superficials, com en el cas de Hong Kong, que Rahardjo et al., 2001 ho justifiquen per l'alta permeabilitat local dels sòls, que genera una major possibilitat perquè els sòls drenin reduint l'increment en la pressió de porus. No obstant això en general hi ha consens en què per a sòls de baixa permeabilitat la pluja juga un rol molt important, ja que redueix la succió del sòl, causant que el coeficient de permeabilitat incrementi, la qual cosa tradueix en una major permeabilitat a la infiltració en el sòl, com a resultat, la resistència al tall (τ) es redueix i conseqüentment, el factor de seguretat també es redueix durant la pluja (Hengxing et al., 2003; Rahardjo et al., 2008).

La major part dels treballs tracten de determinar les condicions pluviomètriques mínimes a partir de les quals el vessant es desestabilitza o el que és el mateix el llindar de pluja. Aquestes condicions resulten, en general, de la combinació d'una pluja desencadenant caiguda durant les últimes hores (p.e. P24h) i una pluja que s'acumula al terreny (Pacumulada).

Els mètodes estadístics i models de base física, han permès establir llindars que són definits com el mínim o màxim nivell crític d'alguna quantitat necessària perquè un procés ocorri (Reichenbach et al., 1998). El llindar mínim correspon al valor per sota del qual no es registren moviments, mentre el llindar màxim representa la quantitat de pluja per sobre de la qual els moviments en massa sempre ocorren (Glade et al., 2000). Per establir llindars de pluja crítica adequats és llavors necessari considerar les condicions específiques de cada àrea, establint la relació entre les condicions locals i regionals de pluja amb les característiques dels sòls i morfologia del vessant (Crosta, 1998).

Quan els lliscaments o trencaments són superficials (normalment, <3m) i disposem de sèries contínues de pluges, es poden establir correlacions entre intensitat, durada de pluges i esdeveniments per moviments en massa. Els llindars estadístics poden ser agrupats en tres categories (Guzzetti et al., 2008):

- 1) llindars que combinen valors de precipitació registrats per a esdeveniments específic.
- 2) llindars que inclouen les condicions precedents.
- 3) altres llindars que inclouen llindars hidrològics.

Els paràmetres investigats més comuns són:

- (1) pluja total (acumulada)
- (2) pluja precedent (pre-esdeveniment)
- (3) durada i intensitat de pluja, o la combinació d'aquestes.

Partint d'aquesta informació els llindars es defineixen considerant (Guzzetti et al., 2005): (1) intensitat de la pluja; (2) la relació i intensitat; (3) la durada sobre un nivell d'intensitat predefinit; (4) la pluja acumulada en un cert període; (5) la relació entre pluges i pluja diària; (6) la relació entre la pluja de l'esdeveniment i la pluja anual mitjana; (7) la relació entre pluja diària i pluja d'excés.

La combinació de criteris ha de permetre traçar corbes de llindar per alerta primerenca. El llindar es defineix com un límit que, si excedeix, s'activa un procediment d'emergència. Necessàriament ha de ser rastrejada aigües amunt del llindar crític (Figura 1).

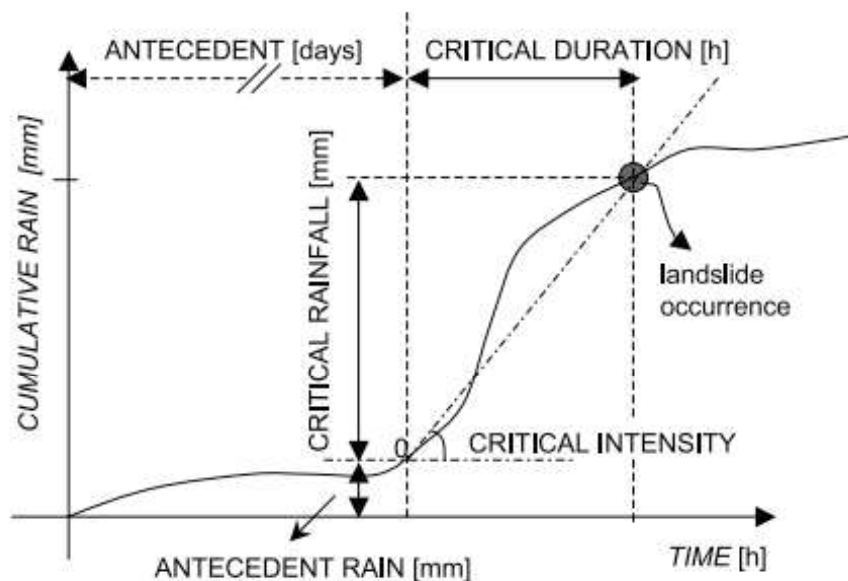


Figura 1: Definició dels paràmetres de pluja a considerar per definir un llindar (Aleotti, 2004).

Les primeres discussions sobre llindars crítics de pluja com a detonants de moviments en massa van ser presentades per Campbell (1975) i Starkel (1979), però Caine (1980) va ser el primer a utilitzar relacions empíriques entre l'ocurrència de moviments en massa i les característiques de precipitacions (intensitat i durada de pluja), proposant com a llindar:

$$I=14,82D^{-0,39}$$

Posteriorment, s'han realitzat nombrosos treballs per pronosticar l'ocurrència de moviments en diferents parts del món (Reichenbach et al., 1998; Crozier, 1999; Chleborad, 2000; Glade et al., 2000; Dai & Lee, 2001; Chleborad, 2003; Jakob & Weatherly, 2003; Gabet et al., 2004; Guzzetti et al., 2005; Cannon, 2005; Godt et al., 2006; Giannecchini, 2006). Tanmateix cal tenir en compte que l'ús d'aquests llindars té també certes limitacions com per exemple en alguns casos no considerar les condicions antecedents i en general no són aplicables per a moviments de superfícies profundes o desencadenades per precipitacions contínues de baixa intensitat o quan es presenten dins dels vessants o talussos condicions complexes associades a fluxos subterranis.

Amb les dades disponibles de la Vall de Boí (Barranc de Ribampietro-Erill-la-Vall) s'obtingué que:

Taula 1: Relació de la durada dels episodis que han causat corrent d'enderrocs i la intensitat de la pluja.

Event	mm/hora/event	Durada de l'episodio (h)	Intensitat mitjana (mm/h)
-------	---------------	--------------------------	---------------------------

21.07.2007	5,7	6	4,1
18.04.2008	5,4	38	1,1
02.11.2008	1,3	72	4,1
06.07.2009	8,1	7	4,0
22.07.2010	4,2	17	0,8
23.08.2010	5	3	2,9
05.08.2011	12,7	11	8,4
13.08.2011	4,9	7	3,1

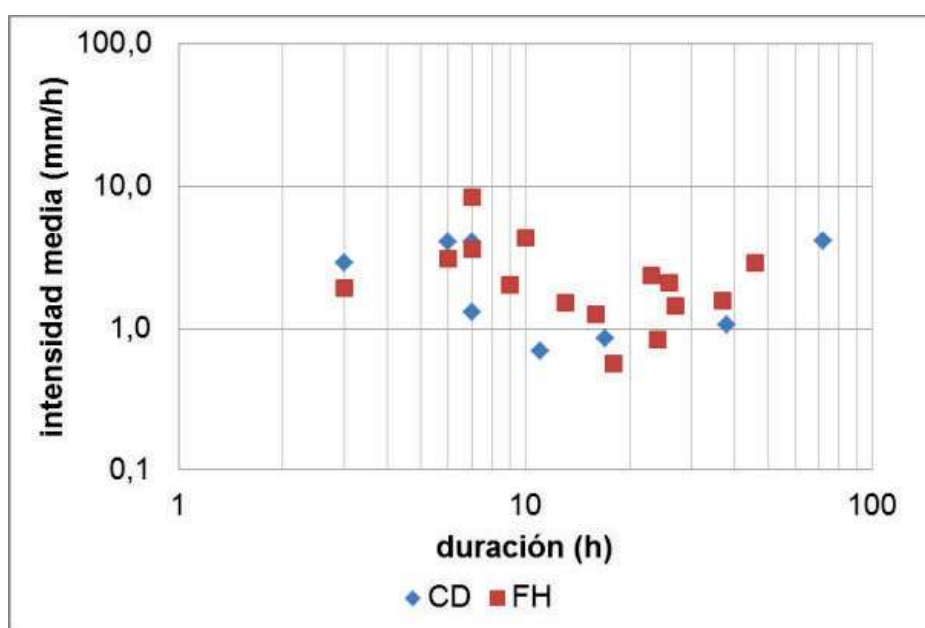


Figura 2: Representació gràfica de la intensitat respecte a la durada en events CD (DEBRIS-FLOW) i FH (FLUXE HIPERCONCENTRATS) de l'episodi plujós en doble escala logarítmica.

Com ja apuntava Bertrand et al., 2013 i que probablement també passa a Erill, la susceptibilitat a generar corrents d'enderrocs depèn del volum de sediment que pot ser mobilitzat a la conca. Així, només les captacions que presenten morfologia apropiada i potencial sedimentari estan exposades als fluxos de detritus. La recàrrega de sediment està influenciada també pels cicles estacionals que provoquen una aportació en cascada des de l'alta del vessant (Theule et al., 2012; Bennett et al., 2013). Aquest efecte està produït per torrents de petita entitat que són especialment actius durant l'hivern (Loye, 2013), i posteriorment es transfereix al llarg del canal associat a corrents d'enderrocs o transportat com a càrrega base en esdeveniments torrencials. Observeu l'escassa correspondència amb la resta de llindars tant pel que fa al pendent com pel que fa a la Intensitat mínima en una hora capaç de generar el corrent d'enderrocs.

S'observa com tant per als corrents de derrubis com per als fluxos hiperconcentrats sense distinció la mitjana a 24 hores es concentra en els 0,5-2 mm/hora mentre amb mitjana de les 6 últimes hores es concentra entre els 2-5 mm/h.

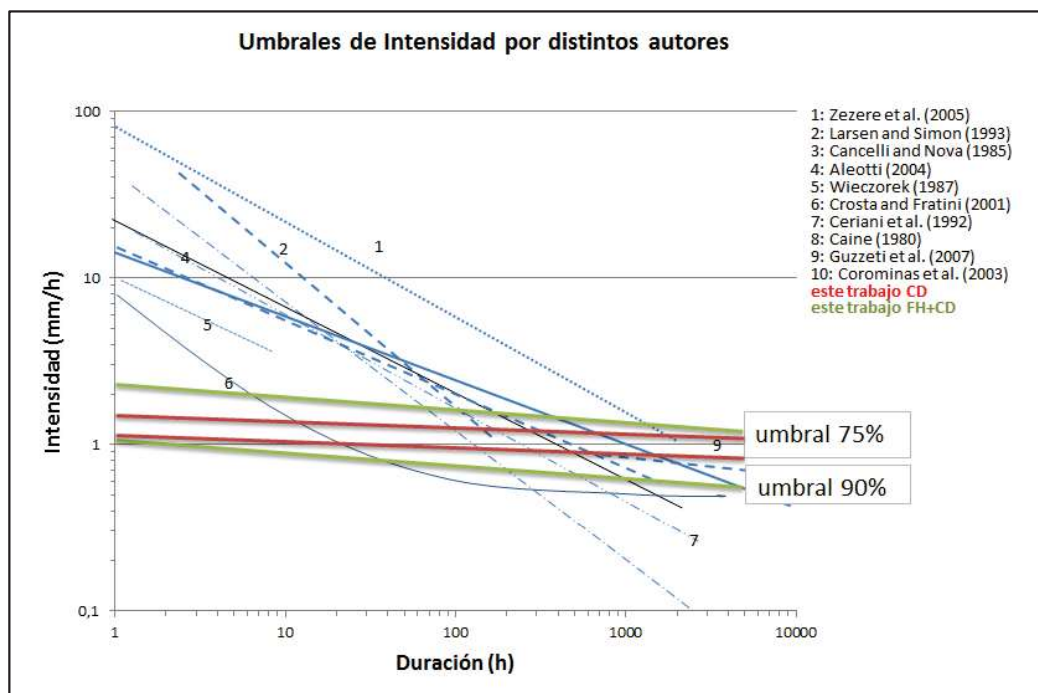


Figura 3: Representació gràfica de la línia de tendència del conjunt de valors CD+FH (verd) i CD (vermell) a més de diferents líndars percentuals.

Per sota de les 120 hores de pluja acumulada s'evidencia com la precipitació de l'episodi pràcticament es correspon amb l'acumulada en aquest període (Figura 4).

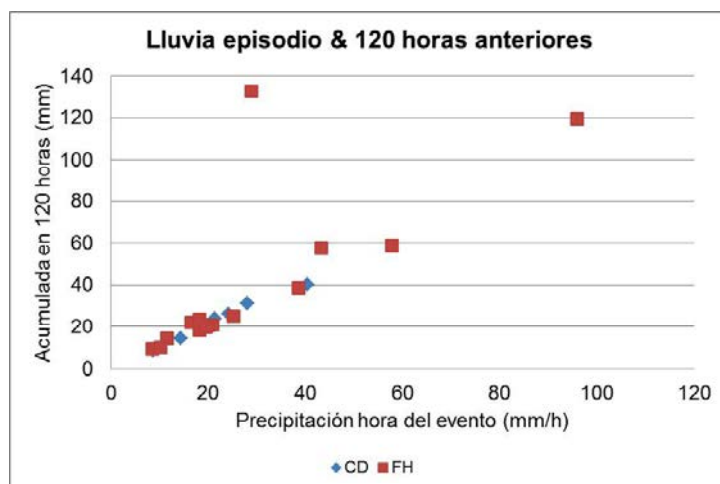
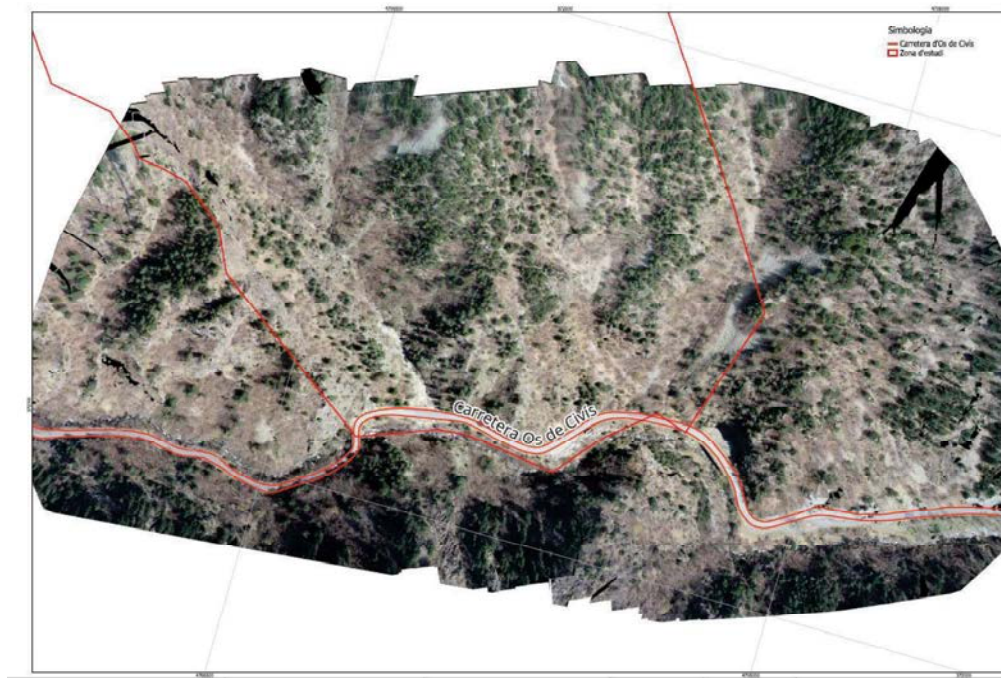


Figura 4: Representació gràfica de la relació entre la precipitació acumulada en 120 i la precipitació de l'episodi que dona lloc a l'esdeveniment.

L'Àmbit del Projecte és el propi canal de flux i zones d'influència per inundació per als períodes de retorn de 2,5,10,20,50, 100, 200 i 500 anys de l'espai intersecció del barranc del Coferony amb la carretera d'Os de Civís.



3.- SITUACIÓ ACTUAL, DADES DE PARTIDA.

La revisió hidràulica de les seccions de drenatge existents en la confluència del barranc amb la carretera s'ha definit com a insuficient arran de les pluges del dia 13 d'agost de 2018, on els arrossegaments van col·lapsar els drenatges i van obligar a tancar temporalment la carretera.

La pluja provoca esllavissades a Ós de Civís i inundacions a la Massana

Els aiguats afecten diversos garatges i plantes baixes de l'avinguda El Través

Per **El Periòdic**

Publicat el Dilluns, 13 d'agost de 2018 | 01:15 h



Carretera CG6 d'accés a Ós de Civís tallada per una esllavissada. | ANA

Enques

Està a fa
mínim de

☐ Sí
☐ No

Més po

La informació disponible no permet identificar pluges d'alta intensitat a les contrades d'elles Valls d'Envalira, però sí que permet visualitzar com aquell mateix dia fenòmens convectius van tenir lloc en les contrades, acumulant 83 litres a Espot, per exemple, cosa que ens permetria acceptar la localitat de l'episodi.



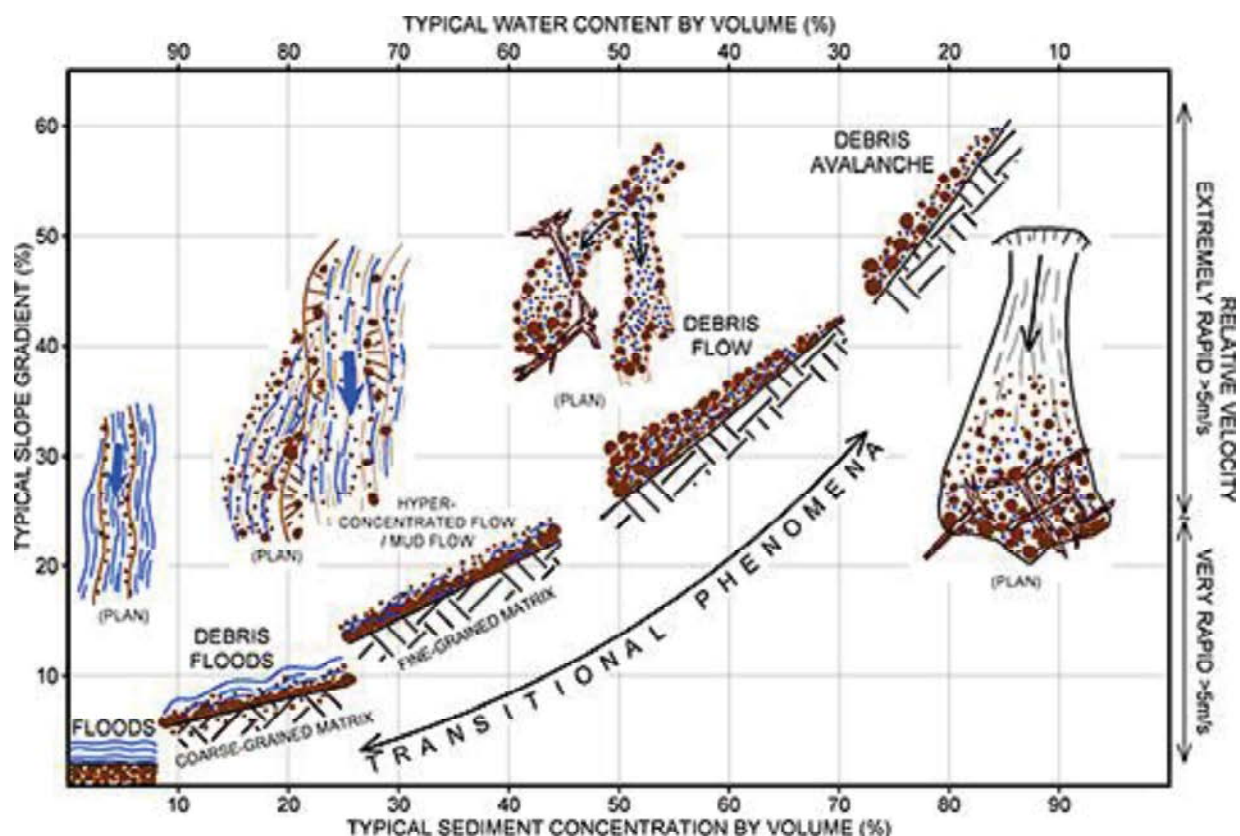
La immediata inspecció per part dels tècnics municipals i de tècnics del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural van evidenciar la necessitat d'actualitzar el càlcul hidrològic i dimensionar hidràulicament les infraestructures de drenatge i/o de defensa necessàries.

A continuació algunes fotos obtingudes escassos dies després de l'episodi:





Els barrancs d'alta muntanya, al igual que els estudiats a la Vall de Boí, tenen com a característiques principals l'escassa longitud i mida de la conca, el flux estacional, la forta pendent ($>25^\circ$), temps de concentració <1 hora, la voluminosa disponibilitat de dipòsits granulars potencialment transportables tant en els vessants de la conca com en el propi canal, així com la naturalització vegetativa constant del trams més humits.



Es disposa d'informació d'hemeroteca, científica i tècnica local i comarcal que avala la necessitat de considerar el transport sòlid en forma de fluxos densos turbulents, hiperconcentrats i corrents d'arrossegalls com a mecanisme de flux habitual per aquestes conques. Les densitats de flux poden variar entre 1 i fins a 1.8 Tn/m^3 dins d'un mateix episodi, i es per aquest motiu que es considerarà de cara al càlcul hidràulic el pitjor dels escenaris. També es considerarà la possibilitat que davant d'un episodi d'alta intensitat ($>0.5 \text{ l/min}$ per a $t=10-30$ minuts) tot el volum de precipitació circuli en forma de cabal efectiu, doncs les condicions de conca en minimitzen la infiltració.

ANNEX 2 - CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA

ANNEX 2 CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA

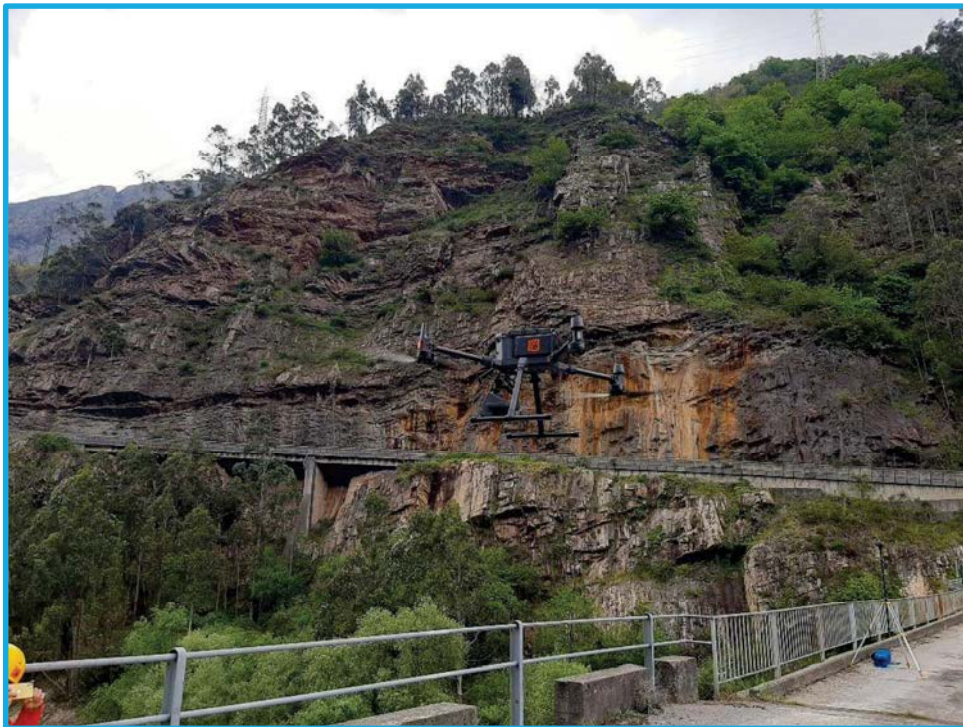
1 CARTOGRAFIA AMB DRON

Els treballs topogràfics es lliuren en el sistema de referència l'ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), que substitueix l'ED50 (European Datum 1950). El sistema de coordenades segueix sent el mateix, l'UTM 31N (Universal Transverse Mercator fus 31 Nord).

La informació cartogràfica s'ha obtingut mitjançant un dron amb Lidar aerotransportat. Mitjançant un MATRICE 300 equipat amb Lidar L1 amb 3 ecos es realitza vol de precisió centimètrica del conjunt dels talussos.

El Software Terra i TerraScan permeten una programació prèvia del vol que evita zones públiques i privades subjectes a restriccions de vol i definir la precisió de les dades resultants. El vol es realitza de forma automàtica programada a alçada constant respecte al terra, en imatge zenital i obliqua, per obtenir una resolució general centimètrica per píxel. El solapament entre imatges programades serà del 80% en x i en y. Addicionalment es realitzarà vol oblic per obtenir imatges de fronts verticals o inclinats.







Imatges de l'equip i de la visualització sobre display.

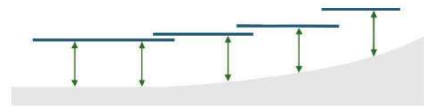
2 TREBALL DE GABINET PER ELABORACIÓ D'UN MODEL DIGITAL DEL TERRENY.

Cada cop més veiem com les Enginyeries nascudes en època i vocació digital desenvolupem projectes constructius a partir de tecnologies d'avantguarda. La globalització del mercat permet que empreses ultra especialistes puguin coexistir amb les generalistes i puguin treure profit d'un departament propi de desenvolupament en maquinari i/o programari per aplicar a les ciències de la Terra i a l'enginyeria les tècniques més noves, sense ànims de morir per manca de demanda. Un d'aquests casos és la modelització 3D i l'anàlisi de la dinàmica (cinemàtica) de moviments en massa a partir de núvols de punts obtinguts per fotogrametria i/o lidar aeri.

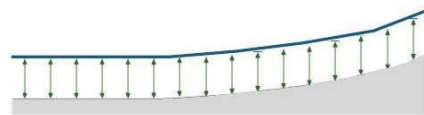
Cambios en el terreno



- Simple
 - Un solo vuelo a la misma altura



- Compromiso práctico
 - Múltiples vuelos a diferentes alturas



- Ideal
 - Vuelo individual según el terreno

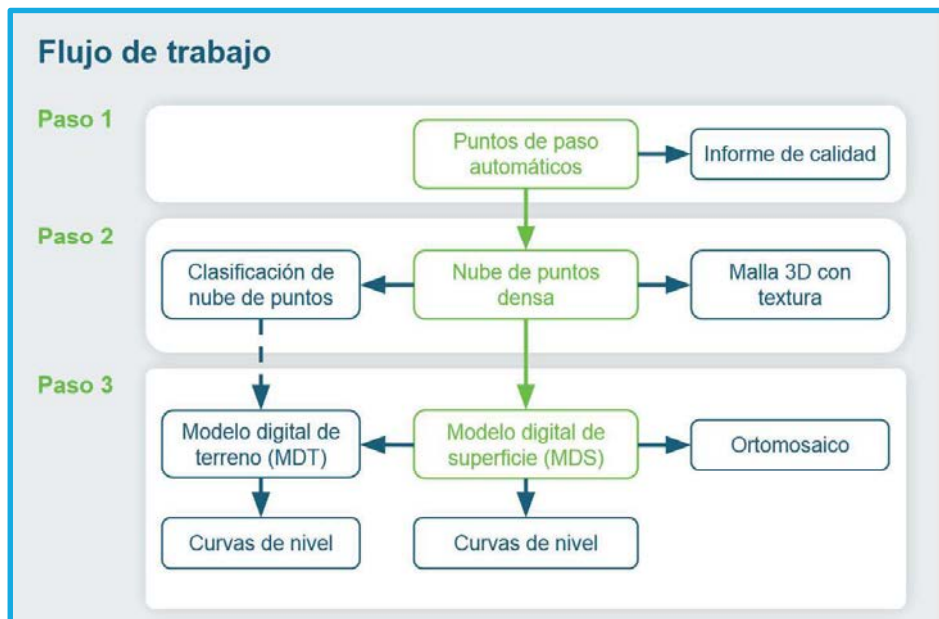
Mitjançant les fotos captades pel dron, s'elaborarà un model digital del terreny a escala centimètrica, no disponible comercialment, on es puguin identificar discontinuïtats a analitzar.

Un cop realitzat el vol per a cadascuna de les zones i mitjançant programari específic se solapen i integren les diferents fotos per generar un núvol de punts (x,y,z) GEO referenciat.

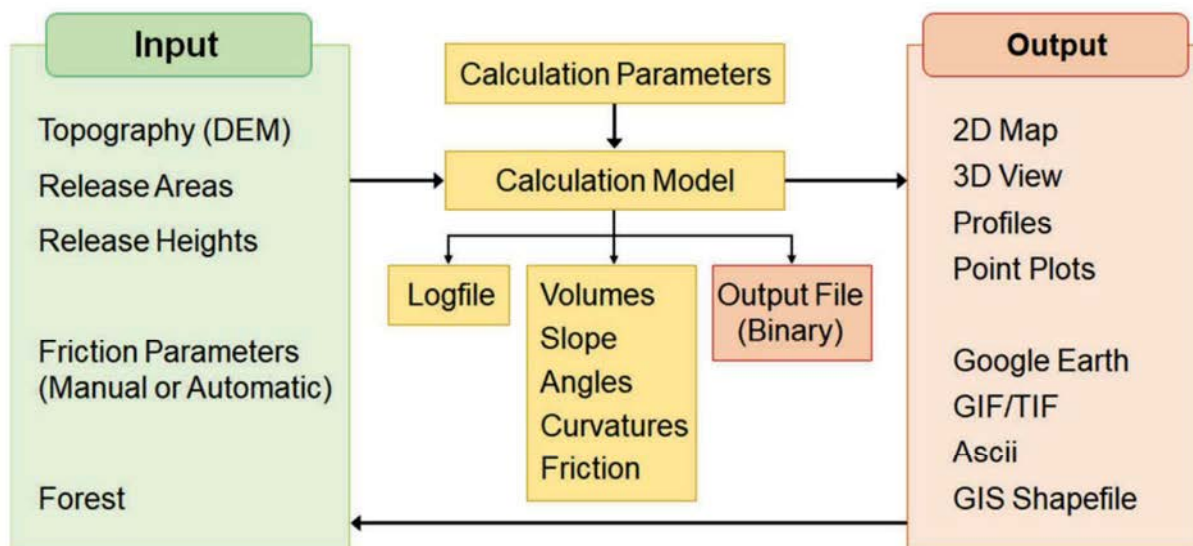
Aquest model permet disposar d'una triangulació molt acurada del model en 3D, i definir pendents, longituds, superfícies i volums, de qualsevol accident del terreny reflectit al model digital.

Herramientas





A partir del núvol de punts i el software CLODCOMPARE es pot realitzar un reconeixement de discontinuïtats. Una vegada que es disposa d'un MDT detallat i un coneixement geològic rellevant del lloc, es poden fer simulacions que identifiquen les trajectòries en 3D sobre MDT. Aquest software que s'anomena RAMMS (moviments ràpids de masses), permet estadísticament esbrinar els paràmetres hidràulics-cinemàtics de flux, així com l'abast i alçada de les zones de dipòsit i inundables de cadascun dels episodis que es poden donar.



La tècnica permet generar a partir de les dades obtingudes per un dron models realistes, molt precisos topogràficament (error<cm), que permeti a partir d'algorismes de cerca específicament desenvolupats, cercant alineacions, plànols, interseccions, vectors de moviment, emanacions

d'aigua , així com filtrar la vegetació, infraestructures preexistents i moltes altres aplicacions que s'escapen moltes vegades a la necessària visita a terreny.

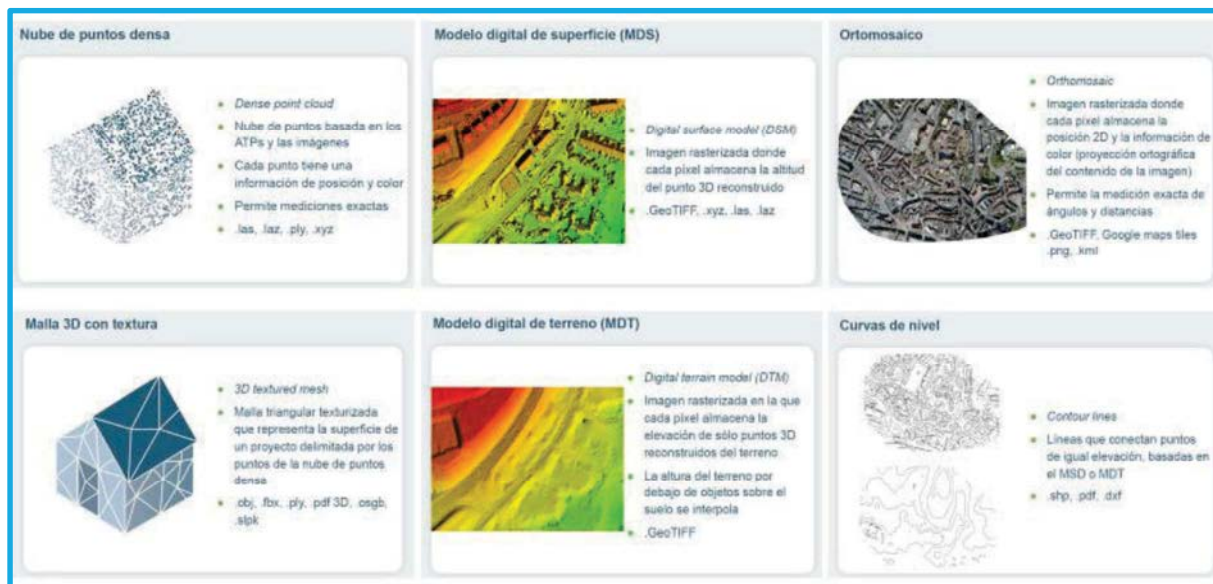
Els passos, breument descrits, per obtenir un núvol, prou dotat de punts i de qualitat, parteix d'un equip format per un Dron i una càmera o un dron i un lidar. L'equip format per la màquina i el pilot haurà de sobrevolar idealment a equidistància del terra a partir de programació precisa i experiència en el maneig, especialment per a fronts verticals.

La informació tridimensional s'obté a partir de la triangulació efectuada sobre fotografies en dues dimensions fetes per tal de diferents posicions ja conegudes.

Hi ha una sèrie de passos genèrics per obtenir núvols de punts a partir de fotografies en dues dimensions:

- Detecció de punts clau, és a dir, punts invariants a l'escala i la rotació que es poden utilitzar per alinear el conjunt de fotos i donar sentit tridimensional.
- Emparellament de punts clau de les diferents fotos fetes.
- Alineament de càmeres: es calcula la distància de les càmeres als punts clau minimitzant l'error entre les distàncies a les imatges i les distàncies esperades per a cada càmera.
- Construcció del núvol de punts: es crea un núvol de punts dens (cap punt se situa a l'infinit o està indeterminat) una vegada es tenen les càmeres alineades i es coneixen les distàncies entre els punts clau. Aquest procés és el de més càrrega computacional.

El tractament de les dades obtingudes mitjançant programari específic permetrà, com descriu la figura, disposar de: fotografia d'alta resolució (fins a 40Mb) núvol de punts, MDS, MDT, Ortofoto, corbes de nivell i llarg etc.



3 XARXA BÀSICA

S'establirà una triangulació referida a la Xarxa Geodèsica Nacional. Es deixarà constància en el terreny dels vèrtex de la poligonal mitjançant filferro, o claus d'acer rebuts amb formigó

segons les normes a l'ús. De cada un d'ells es realitzarà la corresponent ressenya topogràfica de vèrtex, que contindrà un croquis amb referències, coordenades, cota i una fotografia a color, que es recolliran en el corresponent Annex del Projecte.

S'establiran amb tota exactitud les coordenades UTM dels vèrtex de l'esmentada poligonal i tres distàncies a tres punts fixos, de manera que puguin ser restituïts en cas de ser remoguts. Aquestes coordenades vindran reflectides en els plànols originals, així com la situació dels mateixos.

L'esmentada Poligonal Bàsica servirà per donar coordenades U.T.M. i cotes als punts derecolzament, i com a punt de partida a les poligonals que es formin per a les Bases de Replanteig. Els seus costats seran, com a màxim, de 3 km.

S'enllaçarà en planta amb els vèrtex de la Xarxa Geodèsica Nacional (RGN) i se'ls donarà cota geomètrica a partir de diversos punts de la xarxa d'Anivellació d'Alta Precisió (NAP) o, en el seu defecte, de la xarxa d'Anivellació de Precisió (NP), tancant en altra de la mateixa xarxa.

Quan degut a la posició dels vèrtex de la poligonal resulti difícil o compromès realitzar l'anivellació, es donarà a cada un dels vèrtex cota trigonomètrica des d'almenys tres punts enllaçats amb la NAP o amb la NP, per lectura recíproca i simultània entre el vèrtex i cada un d'ells, prenent com a cota definitiva la mitja de les obtingudes.

Alternativament es podrà realitzar una poligonal amb GPS, oberta o tancada, segons el tipus de treball a realitzar i s'estableix que, com a mínim, es prenguin els següents nombre de bases amb GPS segons el tipus de poligonal:

Oberta: Es materialitzaran al terreny, de la manera més fàcilment identificable possible, (fites Feno, Geopunts, Claus de ferro amb volandera, Speets amb pintura indeleble...) i garantint en la mesura del possible la seva permanència i fàcil localització, un mínim de dos punts en l'inici de la poligonal i dos més al final de la mateixa, de tal manera que la radiació dels punts que composin l'aixecament es faci sempre des de bases de la poligonal compensada.

La mesura de les bases amb GPS es farà en mode estàtic de llarga durada, per obtenir unes precisions mínimes de $\pm 10\text{mm}$ per punt, tant planimètrica com altimètricament i s'haurà d'adjuntar el document en el qual es veuran els càlculs i precisions obtingudes per cada vèrtex.

Tancada: es prendrà un mínim de dues bases a l'inici de la zona de treball. El procediment de materialització, identificació, mesura, i bonat de l'amidament de les mateixes, tindrà els mateixos paràmetres que el descrit en el paràgraf immediatament anterior. La compensació de la poligonal haurà de tenir el seu inici i final en els dos punts mesurats amb GPS.

Independentment del mètode emprat, s'inclouran les ressenyes dels vèrtex, tant de la xarxa com la dels punts de recolzament, i seran dibuixats en els plànols de cartografia. Així mateix s'inclourà en el corresponent Annex les referències externes, el càlcul de la xarxa, la

compensació d'errors, i l'ordre d'observació seguit.

Les mesures de poligonal, tant angulars com de distància, es faran un mínim de dues vegades en cercle directe i invers.

S'establiran amb la màxima precisió les coordenades dels vèrtexs de l'esmentada poligonal, de forma que puguin ser restituïts en cas de ser remoguts.

Les coordenades i cotes s'obtidran per compensació de la poligonal amb els errors detancament visibles dins els càlculs de cadascuna.

4 BASES DE REPLANTEIG

Partint dels vèrtex de la Poligonal Bàsica, s'establiran pel Consultor del Projecte bases de replanteig en un nombre estimat d'una (1) cada 1.000 m observant i calculant les coordenades planimètriques i altimètriques i senyalitzant-les també mitjançant filferro, claud'acer en obra de fàbrica, o similar.

Se situaran a distàncies i en llocs que permetin el seu ús satisfactori com a base per al replanteig del traçat pe bisecció, polars o GPS, un cop definit aquest, i al mateix temps serveixin per realitzar els aixecaments topogràfics per obtenir la cartografia de detall necessària per a la correcta definició d'elements concrets, com ara estructures, obres de fàbrica, etc. En qualsevol cas, el Consultor s'encarregarà de reposar les bases remogudes o desaparegudes, prèviament a la recepció del Projecte. (Art. 127 de la RCE).

Entre les bases de replanteig s'establiran enllaços senzills que permetin facilitar la seva reposició. Aquestes bases i els enllaços es representaran en els plànols de planta del traçat juntament amb els eixos i la línia que delimita l'explanació. D'aquesta manera quedarà establert un control permanent de planimetria i altimetria per a les fases de replanteig i per ala de construcció de les obres.

De les bases de replanteig es donaran croquis-ressenyes amb referències, fotografies, accés, emplaçament, denominació i llistat de les seves coordenades "X", "Y" i "Z". Tota aquesta informació haurà de ser continguda a l'Annex corresponent del Projecte

5 TREBALLS TOPOGRÀFICS COMPLEMENTARIS

A més dels exposats anteriorment, el Consultor del Projecte haurà de realitzar els següents treballs de camp i gabinet:

Aixecaments taquimètrics parcials a escala 1:1.000 en cas de que la cartografia executada deixi sense restituir zones del projecte.

Aixecaments taquimètrica escales 1:500 o 1:200 de les zones en que s'hagin d'emplaçar obres de fàbrica, importants estructures, murs, etc

Fixació en els plànols dels serveis afectats, per tal d'estudiar la seva modificació o

reposició.

Per a l'obtenció de les coordenades dels punts de l'aixecament, es realitzarà una radiació directa amb estació total des de les bases de replanteig o des de les de la poligonal bàsica. També es podran prendre punts amb GPS (RTK) en els quals s'exigirà un error màxim per punt de 3 centímetres en cota i 2 centímetres en planta.

En aquells projectes en què resulti necessari caldrà complementar les dades GPS amb un aixecament topogràfic que permeti obtenir una precisió en alçat "Z" suficient per a la correcta definició de la totalitat del projecte.

annex signat per l'autor dels treballs

ANNEX 3 - GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

ANNEX 3 - GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

1.- INTRODUCCIÓ. MARC GEOLÒGIC REGIONAL

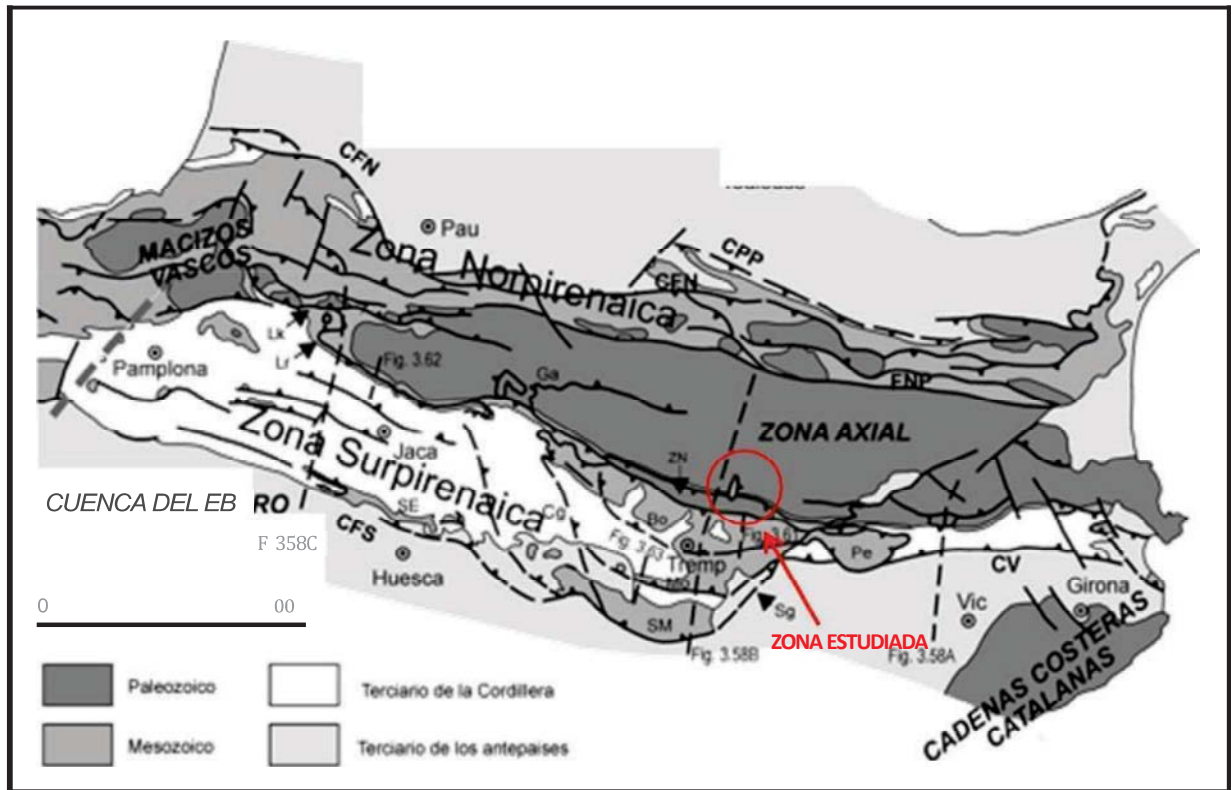
Des del punt de vista geològic la serralada pirinenca s'ha dividit tradicionalment en tres zones principals que, de Nord a Sud, són les següents: Zona Norpirinenca, Zona Axial-Massís Bascos, i Zona Surpirinenca.

La figura següent, presa de “Geologia d'Espanya (diversos autors – IGME)”, correspon a un esquema estructural dels Pirineus on es pot veure la distribució geogràfica d'aquestes grans unitats.

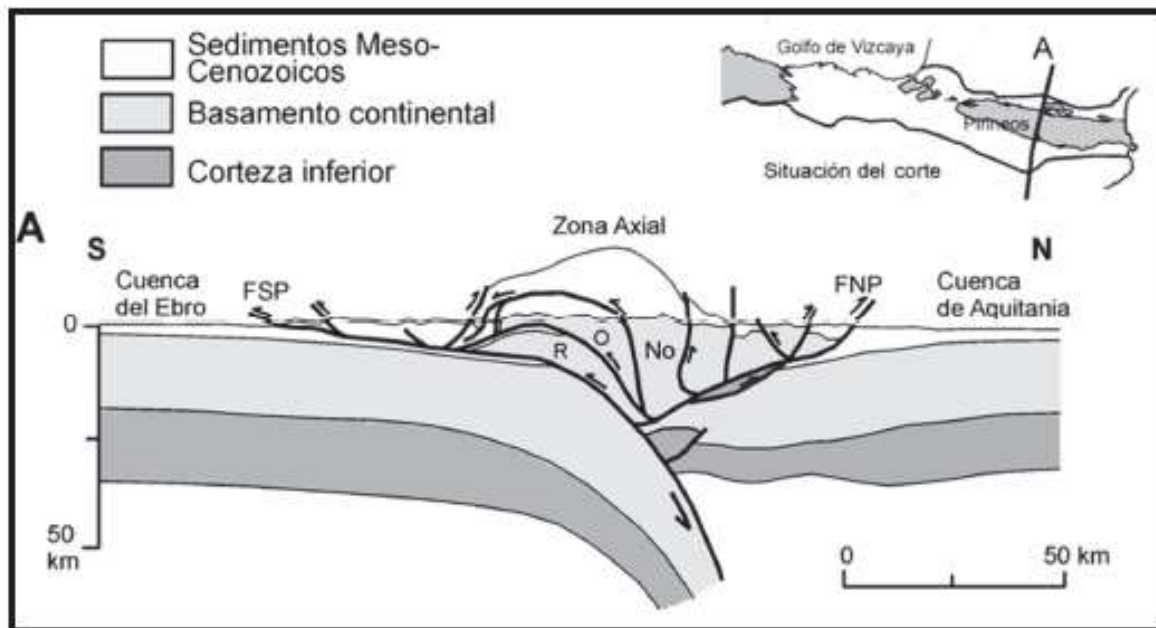
Les següents denominacions corresponen a les principals estructures representades en aquesta figura: CFS: encavalcament Frontal Surpirinenc, CFN: encavalcament Frontal Norpirinenc, CPP: encavalcament dels Petites Pyrénées, Lk: encavalcament de Lakora, Lr: encavalcament de Larra, SE: Serres Extérieurs, Ga: encavalcament de Gavarnie, ZN: Zona de les Nogueres, Bo: encavalcament de Bóixols, Mo: encavalcament del Montsec, SM: Serres Marginals, Sg: Zona de rampes obliqües del Segre (límit entre els Pirineus orientals i centrals), Cg: Zona de rampes obliqües del Cinca (límit occidental de la Unitat Surpirinenca Central), Pe: mantell del Pedraforca, CV: encavalcament de Vallfogona.

La serralada pirinenca és el resultat de la col·lisió entre la placa Europea i la Placa Ibèrica, a conseqüència de la qual aquesta subdueix sota la primera. A la Zona Axial aflora un sòcol varisc d'edat paleozoica i s'hi ha produït un considerable engrossiment cortical; la seva estructura consisteix en un estret apilament de mantells de cavalcament, que conforma una estructura general de tipus antiformal.

Al Nord i Sud de la Zona Axial el Mesozoic cavalca sobre les conques d'avantpaís d'Aquitània i de l'Ebre, mitjançant grans mantells de encavalcament de vergència Nord i Sud respectivament, constituint les zones Norpirinenques i Surpirinenques. El desplaçament dels encavalcaments vergents cap al Sud és considerablement més gran que la dels encavalcaments que vergeixen cap al Nord.



Durant el desplaçament dels mantells de la Zona Surpirinenca es van desenvolupar sobre ells conques de tipus piggy back cenozoiques, és a dir conques sedimentàries que han estat transportades sobre els mantells d'encavalcament simultàniament a l'emplaçament d'aquests. La següent figura presa de "Geologia d'Espanya (diversos autors – IGME)", correspon a un tall geològic representatiu de l'estructura general de la de la serralada pirinenca a la part central, estant representada a la cantonada superior dreta la posició d'aquest tall geològic. Les denominacions FSP i FNP corresponen al Front Surpirinenc i al Front Norpirinenc respectivament i R, O i No als encavalcaments de Rialp, Orri i Noguères.



Els Pirineus es van formar durant una etapa compressiva que va elevar una sèrie de solcs sedimentaris que

existien entre les plaques ibèrica i euroasiàtica, els quals s'havien format durant una etapa distensiva prèvia. L'orogènia es va produir entre el Cretaci Superior i el Miocè, afectant el sòcol varisc d'edat paleozoica, una sèrie mesozoica preorogènica i una successió sinorogènica del Cretaci terminal i del Terciari.

La tectònica pirinenca està formada per una sèrie de plecs i encavalcaments característics de nivells corticals alts. A diferència d'altres cadenes alpines, als Pirineus no hi ha magmatisme ni metamorfisme sinorogènics d'importància. Molts dels encavalcaments pirinencs corresponen a la inversió de falles normals preexistents, formades durant l'etapa distensiva que va tenir la seva màxima activitat durant el Cretaci Inferior.

L'estructura del vessant espanyol dels Pirineus està formada per una sèrie d'encavalcaments i plecs amb

vergència Sud que afecten el sòcol paleozoic i la cobertura mesozoic-terciària.

El sòcol ha estat elevat per encavalcaments alpins i aflora a la Zona Axial, la qual conforma, en conjunt, una

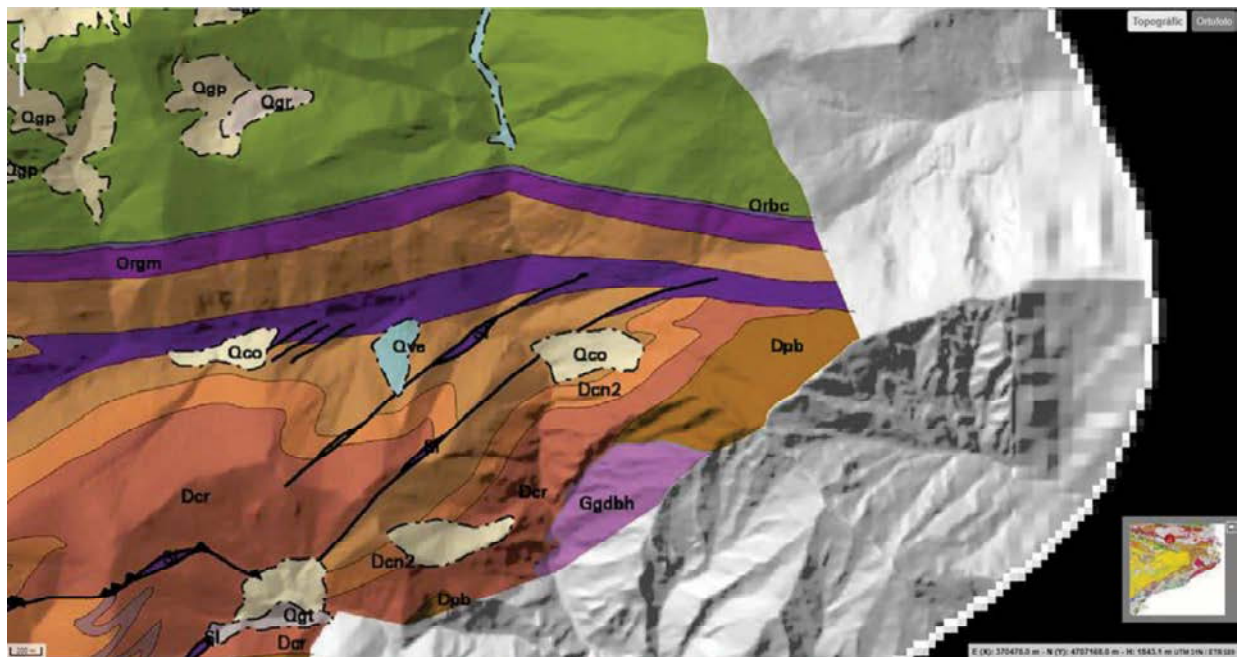
gran estructura antiformal. Al sud de la zona axial les roques de la coberta estan afectades per una sèrie

d'encavalcaments imbricats característics d'una tectònica més superficial.

2.- GEOLOGIA LOCAL

La geologia de la Vall de Boí està formada de baix a dalt per la sèrie Cambro-Ordovícica habitual en la vessant sud dels Pirineus a la que s'hi suma el Silurià i Devonià. Discordantment ja trobem en el quaternari els dipòsits glacials, glacio-lacustres, i més darrerament els dipòsits de con al·luvial i peu de vessant que venen acumulant-se d'ençà de l'inici de l'enretirada

glaciar.



CENOZOIC

Quaternari

Holocè recent

1. **Q** Sediments recents de fons de valls, nenes i peu de mont. Holocè.
2. **Qcal** Blocs i gravels angulosos. Con d'alau. Holocè.
3. **Qd** Cordons de dunes litorals. Holocè.
4. **Qe** Dipòsits al·luvials. Llims amb clasts dispersos i sòls de pol·lenia màxima de 5 metres. Holocè actual.
5. **Qen** Argiles i llims dipositats en zones semidesèrtiques. Holocè.
6. **Qep** Taneres o estabridguts de pendient recent o actuals. Holocè actual.
7. **Qes** Dipòsits al·luvials. Sautó. Holocè actual.
8. **Qgl** Llims lacustres. Holocè.
9. **Ql** Dipòsits lacustres. Argiles i torbes. Holocè.
10. **Qln** Levés natural. Sorres mitjanes i llims. Localment capes de torba. Holocè.
11. **Qm** Maremes. Llims, sorres, molina orgànica i cal. Holocè.
12. **Qmd** Maremes degradades. Torba amb intencions de luttes i sorres fines. Holocè.
13. **Qp** Sediments de platja. Holocè superior.
14. **Qr** Dipòsits dels llims actuals de les nenes i dels torments. Holocè.
15. **Qrs** Dipòsits de lit actual de les nenes sobre materials granítics. Gravels, sorres i llims amb abundant sautó. Holocè actual.
16. **Qs** Salines. Holocè.
17. **Qse** Planes de sorra edifica subaèria. Sorres fines netes. Holocè.
18. **Qsel** Planes de sorra edifica inundables. Sorres fines i llims.
19. **Qto** Terrassa fluvial actual. Holocè recent.
20. **Qve** Blocs i gravels. Vessant d'estabridguts. Holocè.
21. **C. Qto** Terrassa del Cinca i afluent. Es troba 2-3 m sobre el nivell del riu. Holocè recent.
22. **S. Qto** Gravels i sorres. Lit actual del Segre. Holocè recent.
23. **Qa** Dipòsits al·luvials no diferenciats. Holocè.
24. **Qac** Dipòsits al·luvials-cofluvials. Gravels amb matru sorrenca i argilosa. Holocè.
25. **Qac1** Dipòsits al·luvials-cofluvials connectats amb les terrasses fluvials Qc1. Holocè.
26. **Qaf** Argiles i llims. Holocè.

28. **Qcl** Cordó litoral antic. Sorres amb restes de troncs i closques marines. Holocè.
29. **Qco** Dipòsits cofluvials. Argiles amb clasts angulosos dispersos. Holocè.
30. **Qco** Dipòsits al·luvials-cofluvials. Llims amb clasts angulosos. Holocè.
31. **Qca1** Blocs i clasts angulosos amb matru argilosa. Glands associats a la Terrassa 1 (C1). Holocè.
32. **Qcl1** Dipòsits lacustres connectats amb les terrasses fluvials Qc1. Argiles i torbes. Holocè.
33. **Qcl** Blocs de litologia variada, sorres i llims. Dipòsits de faciment marins. Holocè.
34. **Qlla** Sorres, gravels i materials fins (fins abandonats). Holocè superior.
35. **Qlv** Argiles blaves, torbes i gravels amb intencions de còdols volcànics. Holocè.
36. **Qma** Meandres abandonats. Gravels, sorres i luttes. Holocè.
37. **Qpa** Plana al·luvial. Gravels, sorres i luttes. Holocè superior.
38. **Qpag** Canals distributius de plana deltaica. Gravels. Holocè superior.
39. **Qpel** Plana deltaica. Llims. Holocè superior.
40. **Qpas** Canals distributius de plana deltaica. Sorres i gravels. Holocè superior.
41. **Qps** Blocs i còdols calcars heteromètrics. Dipòsits de tanera. Holocè.
42. **Qps** Platja permanentment submergida. Sorres fines, llims i argiles. Holocè.
43. **Qrp** Dipòsits de rebiment de vall penyal. Luttes i sorres amb algun còdol. Holocè.
44. **Qto-1** Lit actual, plana d'inundació ordinària i terrassa més baixa (0-2 m). Holocè recent.
45. **Qc1** Terrassa fluvial. Gravels, sorres i luttes. Holocè.
46. **Qco-1** Clasts angulosos, sorres o llims. Ventalls al·luvials. Relacionats amb les terrasses 9 i 1. Holocè.
47. **Qv1** Gravels heteromètrics amb matru sorrenca i argilosa. Ventalls al·luvials connectats amb les terrasses fluvials Qc1. Holocè.
48. **Qvrv1** Gravels i sorres. Holocè.
49. **E. Qc1** Terrassa de l'Ebre. Es troba a uns 2-10 metres sobre el nivell del riu. Sorres, gravels i llims a sastre. Holocè.
50. **F. Qc1** Terrassa del Fluvià i afluent. Es troba a 2-3 m sobre el nivell del riu. Holocè.
51. **Li. Qpa** Plana al·luvial i/o deltaica del Llobregat. Holocè.
52. **Li. Qc1** Terrassa del Llobregat i afluent. Es troba a 2 m sobre el nivell del riu. Holocè.
53. **S. Qc1** Gravels i llims. Holocè.
54. **T. Qpa** Plana al·luvial i/o deltaica del Ter. Holocè superior.

Devonià			
949	Diva	Fàcies desvitrificada-argilitzada. Devonià.	
950	Dpr	Pòrtir nòlito-dacític. Devonià.	
Devonià superior			
951	Db	Alternança de lutites verdoses i griseses i gresos de gra fi. i capes de calcàries. Alternança del Riu Nere. Devonià superior.	
952	Dcb	Calcàries amb fauna reotal. Devonià superior. Frasní-Famennià.	
953	Dccb	Calcàries noduloses de color gris clar. Formació Barousse. Famennià.	
954	Dccm	Calcàries noduloses de color vermell. Formació Mana. Famennià.	
955	Dcgc	Calcàries noduloses, lutites. Calcàries grànules. Formació Cornie S. Devonià superior.	
956	Dcp	Alternança de calcàries i lutites. Calcàries i pissames de la Tuca. Devonià superior. Frasní.	
957	Dgi	Gresos i lutites laminades. Formació Saldre. Devonià superior.	
958	Dp.f	Quarstes i lutites negres. Gresos no classificats. Devonià superior.	
959	Dp1q	Nivells diferenciats de quarsta dins la unitat Dp1. Devonià superior.	
960	Dpgg	Pissames fosques amb calcàries i gresos carbonàtics. Famennià inferior.	
961	Dpg	Alternança de pissames i gresos calcàries. Devonià superior.	
962	Dpn	Pissames amb nòduls sílics. Devonià superior.	
Devonià mitjà - Devonià superior			
963	Dcj	Calcàries massives. Formació Renanuel. Devonià mitjà-superior.	
964	Doma	Calcàries. Calcària de Sant Esteve i Calcària amb conils. Calcària de Montorbossan. Calcària d'Auran. Devonià mitjà - Devonià superior.	
965	Dp	Pissames argiloses amb intercalacions de quarstes i lutites. Devonià mitjà i superior.	
Devonià mitjà			
966	De	Calcosquists i calcàries argiloses. Devonià mitjà.	
967	Dgb	Gresos dins la Formació Vialer. Devonià mitjà.	
968	Dgpa	Alternança de gresos i lutites, amb calcàries fosques a sota. Pissam, lateralment, a la unitat Dp1. Gresos d'Auba. Devonià mitjà. Giverní.	
969	Dpb	Pissames. Formació Vialer. Devonià mitjà.	
Devonià inferior - Devonià mitjà			
970	Dclv	Alternança de calcàries, lutites i calcàries noduloses. Devonià inferior i mitjà.	
971	Der	Calcàries noduloses rogenques. Formació Manyet. Devonià inferior-mitjà.	
972	Dpbf	Pissames. Devonià inferior-mitjà.	
Devonià inferior			
973	Dcl	Calcàries lutífiques i lutites carbonàtiques. Formació Villos. Devonià inferior.	
974	Dcm	Calcàries. Formació Castanesa. Devonià inferior.	
975	Den1	Pissames i calcàries. Formació Rueda. Devonià inferior.	
976	Den2	Calcàries. Formació Baover. Devonià inferior.	
977	Denc	Intercalacions de calcàries dins la formació Rueda. Devonià inferior.	
978	Dcnq	Quarstes. Formació Baover. Devonià inferior.	
979	Dcnb	Calcàries lutífiques, lutites i calcàries massives. Formacions Rueda i Baover. Devonià inferior.	
980	Dpf	Pissames fosques i algunes intercalacions de calcàries. Formació Fontanina. Devonià inferior.	
981	Dvig	Roques vulcanoclàstiques i ignimbríes. Devonià inferior (?)	
Silurià-Devonià			
982	SDc	Calcàries noduloses i pissames senotiques. Silurià - Devonià inferior.	
983	SDc1	Calcàries grises amb intercalacions lutífiques, riques en chert. Calcària Basal. Silurià superior - Emsià.	
984	SDcp	Pissames amb intercalacions de calcàries. Silurià - Devonià inferior.	
985	SDcpl	A la base, tram carboníctic. Per sobre, alternança de calcàries grises, calcotutites i pissames negres. Silurià superior - Devonià inferior.	
986	SDg	Gresos, grauvaques i limolites. Silurià - Devonià inferior.	
987	SDpc	Pissames negres riques en pirites i nivells de calcàries. Silurià - Devonià inferior.	
Silurià			
988	sl	Pissames ampelíques, lílites i senoties. Silurià.	
989	sl	Lutites negres amb graptòlits. Silurià.	
990	Spgc	Pissames negres amb nivells de quarstes i calcàries. Silurià.	
Ordovicià			
		Ordovicià superior	
991	Opa	Pissames grns blavós. Formació Ansovet. Ashgí-Hà.	
992	Oribc	Conglomerats quarzífics. Formació Rabassa. Ordovicià superior. Caradocà-Ashgí-Hà.	
993	Orcb	Calcàries amb emoliteus. Ordovicià superior. Caradocà-Ashgí-Hà.	
994	Orog2	Conglomerats. Intercalats entre els materials de la unitat Oip. Equivalen als conglomerats de la Rabassa. Ordovicià superior.	
995	Orcap	Conglomerats, microconglomerats, gresos i pissames intercalats a la unitat Orog. Ordovicià superior. Caradocà-Ashgí-Hà.	
996	Orea	Calcàries i pissames negres. Ashgí-Hà.	
997	Org	Granòfir de Ribes. Ordovicià superior. Caradocà-Ashgí-Hà.	
998	Orgm	Gresos, microconglomerats, lutites i roques vulcanoclàstiques. Ordovicià superior. Caradocà-Ashgí-Hà.	
999	Orlc	Limolites i lutites grs blau i calcàries vermelloses i grises. Ordovicià superior.	
1000	Orln	Lutites i limolites fosques i gresos de gra fi. Ordovicià superior.	
1001	Oip	Pissames argiloses amb intercalacions de calcàries, gresos i quarstes. Ordovicià superior.	
1002	Oipg	Quarstes, pissames, microconglomerats i calcàries. Ordovicià superior. Caradocà - Ashgí-Hà.	
1003	Oipq	Alternança de pissames i quarstes. Ordovicià superior.	

Els dipòsits glaciars, glacio-lacustres, al·luvials i de peu de vessant són els que posen a disposició als barrancs el material sòlid a transportar. Són generalment dipòsits llim-arenosos amb graves, sense una estructura estratigràfica clara i moltes inter-digitacions erosives, amb cohesió molt baixa o nul·la i un angle de fregament que oscil·la entre els 26 i 30° en funció del contingut en argiles.

SÒLS

Sediments del Quaternari associats a dipòsits col·luvials, flúvio-torrencials i glacials, en general, es caracteritzen per ser força granulars i heteromètrics, amb alguns nivells lutífics intercalats.

Poden presentar abundants variacions granulomètriques.

Estimem que el seu gruix serà poc important, encara que no podem descartar que en indrets puntuals es puguin assolir fins a varis metres de potència.

GRESOS I GRAVES

Gresos, microconglomerats i lutites. Poden tenir una potència de 500 metres. Les capes estan ordenades en seqüències granocreixents, d'ordre decimètric o mètric. Hom hi pot observar bases

erosives, granoclassificació i laminacions encreuades.

Els grans són de quars, caolí, i clorita. També s'hi observa algun fòssil de braquiòpode, tentaculites, crinoides i briozous. Descrits com formació Cava. Edat: Caradocià-Ashgílià.

Conglomerats molt quarsífics. Contenen clastes angulosos de quars, lidites, quarcites, esquists i pissarres.

La matriu és de gra fi. Es disposen discordants sobre els materials del Cambroordovicià. Tenen una potencia d'ordre decamètric.

En general es poden presentar força fracturades (amb un valor del RQD estimat a l'entorn del 30%). Están afectades per diverses famílies de juntes.

Segons l'escala de meteorització del massís rocós que podem veure a continuació tindrien graus que oscil·len entre "II" i "III", corresponent a una roca entre "lleugerament alterada" i "moderadament alterada".

Presenten una duresa mitja i una qualitat geomecànica mitja. En definitiva, les barreres anti-corrents d'arrossegallss es col·locaran damunt de col·luvions de poca potència o sobre roca alterada en superfície.

GRAU	DENOMINACIO	% D'ALTERACIO	DESCRIPCIO
Ia	Roca sana	-	Sense signes visibles d'alteració a la roca matriu
Ib			Dèbil decoloració en les discontinuïtats principals
II	Lleugerament alterada	< 10 %	Amb decoloració general, indicant l'alteració de la roca matriu i discontinuïtats
III	Moderadament alterada	10 – 50 %	Menys de la meitat de la roca està descomposta, poden presentar-se zones de roca sana i depolorada, bé formant un marc continu o bé com blocs o nuclis sans
IV	Altament alterada	50 – 90 %	Més de la meitat de la roca està descomposta, poden presentar-se zones de roca sana i decolorada, bé formant un marc continu o bé com blocs o nuclis sans
V	Completament alterada	> 90%	Tota la roca està descomposta però l'estructura del massís està encara fonamentalment intacta
VI	Sòl residual	100 %	Tot el material rocós s'ha convertit en sòl, s'ha destruït l'estructura del massís

3.- CARACTERITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA

SÒLS

Tal i com podem veure a la següent taula, l'ordre de permeabilitat dels sòls oscil·larà entre 102 m/dia i 10⁻³ m/dia, segons el contingut en fins de cada indret considerat, corresponent les permeabilitats més altes als indrets amb més alt contingut en clasts i a l'inrevés. Podríem considerar una permeabilitat de conjunt de compresa entre 10 m/dia a 1 m/dia. Es tractaria d'un aquífer mitjà amb una capacitat de drenatge de regular a bona.

SUBSTRAT ROCÓS

La circulació hídrica dins del substrat rocós es produirà principalment per infiltració de l'aigua d'escolament a través de les discontinuïtats que fragmenten la roca. La major infiltració es produeix a través de fissures obertes i/o reomplertes, generant-se una circulació d'aigües subterrànies en l'interior del massís rocós que, per tant, presenta una certa permeabilitat desenvolupada a partir de les discontinuïtats o fissures de la roca.

Segons les observacions efectuades, es podria considerar semipermeable, amb permeabilitat decreixent a mesura que ens allunyem de la superfície en contacte amb l'atmosfera.

Segons Hoek i Bray (1992), el valor màxim de permeabilitat (K) del massís rocós seria:

$$K = \frac{g \cdot e^3}{12 \cdot \nu \cdot b}$$

e (Obertura de juntes) = 0.05 cm

ν (viscositat de l'aigua) = 0.01 cm²/s

b (espaiat entre juntes) = 50 cm

g (acceleració de la gravetat) = 981 cm/s

$$K = \frac{981 \cdot 0.05^3}{12 \cdot 0.01 \cdot 50}$$

Segons això, la permeabilitat del massís rocós és aproximadament de 0.020 cm/s, corresponent a una roca diaclasada i caracteritzada per tenir una descàrrega mitja i una capacitat de drenatge regular. Aquesta és la permeabilitat màxima i correspon a la part més externa del massís rocós, esperant-se una disminució a mesura que augmenti la qualitat de la roca. Aquesta permeabilitat relativament alta del substrat rocós és deguda bàsicament a l'obertura d'algunes juntes, que implicaran zones de drenatge preferent.

A l'allunyar-nos de la superfície exterior (a uns pocs metres), el massís rocós esdevindrà menys fracturat, disminuint la seva permeabilitat. La permeabilitat del substrat rocós a uns pocs metres

de la part exterior s'obtidria amb els mateixos paràmetres anteriors però considerant sobretot una obertura de juntes inferior. Així obtindríem un valor de permeabilitat de l'ordre de 10^{-7} cm/s, que correspondria a una roca amb una Baixa descàrrega i un mal drenatge.

COEFICIENTS DE PERMEABILITAT PER ALGUNS TIPUS DE SÒLS I ROQUES (HOEK I BRAY, 1977)				
	K (cm/s)	ROCA	ROCA FRACTURADA	SÒL
<i>Pràcticament Impermeable</i>	10^{-10}	Pissarra		Argiles homogènies sota la zona meteoritzada
	10^{-9}	Dolomia		
	10^{-8}	Granit		
	10^{-7}	Calcària - Gres		
<i>Baixa descarrega Mal drenatge</i>	10^{-6}	Calcària - Gres	Juntes reomplertes d'argila	Sorres molt fines, llims orgànics i inorgànics, barreja de sorra i argila, dipòsits glacials, dipòsits glacials estratificats
	10^{-5}	Calcària - Gres		
	10^{-4}	Calcària - Gres		
	10^{-3}	Gres		
	10^{-2}		Roca diaclasada	
<i>Alta descàrrega Drenatge lliure</i>	10^{-1}		Roca amb juntes obertes	Sorra neta, barreja neta de sorra i grava
	1			
	10 10^2		Roca molt fracturada	Grava neta

1.1.1 CARACTERITZACIÓ GEOTÈCNICA

A la vista de les inspeccions de superfície a la zona d'estudi i en el seu entorn proper i de l'experiència d'Eurogeotecnica en diferents estudis realitzats al Pirineu en terrenys de característiques similars, s'ha realitzat la següent caracterització geotècnica.

Hem considerat 2 tipus de terrenys: sòl (granular) i substrat rocós.

A continuació es proposen tot un seguit de paràmetres que són fruit dels diferents aspectes que acabem d'assenyalar. Tot i així, els valors són només aproximats, basats en l'experiència en terrenys similars al Pirineu i poden ser susceptibles d'importantes variacions en punts localitzats (s'hauria de fer les comprovacions oportunes amb assaigs reals i específics), sobretot pel que fa a paràmetres màxims i mínims.

SÒL (GRANULAR)

PARÀMETRE	DISPERSIÓ	VALOR DE REFERÈNCIA
Granulometria (U.S.C.S.)	GW – SC	GM – GC
Limits d'Atterberg	No Plàstic / CL – OL	CL – ML – OL
Densitat natural (g/cm ³)	1.80 – 2.30	2.10
Cohesió (kp/cm ²)	0.00 – 0.50	0.05
Angle de fregament intern (°)	27 – 40	30
Permeabilitat aproximada (m/dia)	10 ⁻³ – 10 ⁻²	1 - 10
E (T/m ²)		850

SUBSTRAT ROCÓS

PARÀMETRE	DISPERSIÓ	VALOR DE REFERÈNCIA
Densitat natural (g/cm ³)	2.45 – 2.90	2.70
Cohesió (kp/cm ²)*	0.00 – 3.00	0.30*
Angle de fregament intern (°)	30 – 42	30*
Compressió simple (kp/cm ²)	100 – 800	400
Mòdul elàstic E (kg/cm ²)		94000

L'únic material del substrat que ha aparegut en l'estudi geotècnic són unes pissarres paleozoiques. En un primer tram són pissarres quarzítics, de resistència mitja i alta. En un segon tram, són pissarres més argiloses, amb una resistència mitja. Aquestes pissarres apareixen cobertes en part del traçat per sòls d'origen col·luvial i composició essencialment gravo-sorrenca.

La pissarra sol presentar uns valors de compressió simple variables entre 400 i 2000 Kg/ cm². Per a aquests valors la roca present en ambdós trams serà ripable. No obstant s'estima que a partir d'uns 1.5 -2.0 m de profunditat la roca es presenti menys alterada i amb les juntes més segellades, la qual cosa pot fer necessari l'ús de voladures o de martell picador. Els talussos en el sòl col·luvial seran excavables en la seva totalitat.

Encara que no s'han previst realitzar grans excavacions, únicament retranquejar algun dels talussos existents, s'analitza, per a totes les zones del traçat, els talussos admissibles en cada cas i el mètode d'excavació recomanat.

De l'anàlisi de l'estudi geotècnic i de l'estudi d'amidaments pel pressupost, estimem un percentatge de roca no excavable per mitjans mecànics d'un 30%. És clar que, en funció de la potència dels mitjans d'excavació emprats pel contractista i de les característiques de la roca en algun tram puntual, el percentatge real podria ésser superior, essent a "risc i ventura" del contractista la diferència que es pugui assolir.

La pràctica totalitat dels materials extrets dels desmunts projectats seran aprofitables per a la construcció de rebliments. Els materials que procedeixin d'excavacions realitzades en pissarres podran utilitzar-se com a rebliment de tipus pedraplè o tot-ú d'excel·lent qualitat. Els materials procedents de desmunts excavats en els sòls col·luvials podran utilitzar-se com a rebliments tipus terraplè, tant en el nucli del terraplè com en la coronació.

Encara que els rebliments previstos en el projecte seran de molt escassa consideració i entitat, s'han donat uns criteris generals per a l'execució d'aquests rebliments. Donades les característiques geotècniques dels materials a usar en la construcció dels rebliments (pedraplè o sòl seleccionat), es podrà adoptar un pendent 3H: 2V, fins i tot si es construeixen rebliments tipus terraplè.

Amb el tipus de materials que es preveu utilitzar en la execució dels rebliments, els assentaments

resultants de la consolidació dels rebliments seran de l'ordre o inferiors a 1 % de la seva alçada i tindran lloc, en la seva major part, durant l'execució i primers mesos després de la seva conclusió. La major part del material procedent dels desmunts donarà lloc a rebliments de tipus tot-ú o pedraplè.

ANNEX 4 – MÈTODE DE CàLCUL DEL PROCÉS HIDROLÒGIC

ANNEX 4 – MÈTODE DE CàLCUL DEL PROCÉS HIDROLÒGIC

1.- APLICATIU ESPECÍFIC

Procediment per al càlcul dels paràmetres hidrològics d'una conca a Arcgis Pro usant un connector independent.

Tot seguit, s'explica el procediment a seguir.

1. Informació d'entrada.

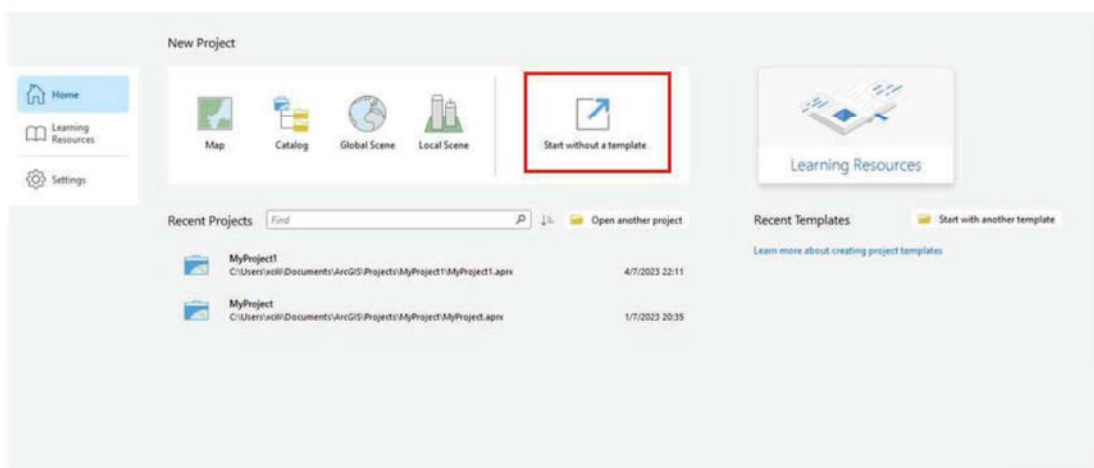
Els fitxers necessaris per córrer el plugin són:

1. **Ambit:** Fitxer shapefile poligonal que amaga l'àrea d'interès. Aquest fitxer serà l'àrea dins de la qual es realitzaran els càlculs hidrològics.
2. **MDT:** Model d'elevació digital en format raster (.tif) de la zona d'interès. L'àrea compresa per aquest MDT pot ser més gran que la del fitxer Ambit però no menor. La resolució del fitxer afectarà els càlculs generats.
3. **P0:** Arxiu raster els píxels del qual indiquin el valor del llindar d'escolament per a la zona d'interès.
4. **PD:** Fitxers raster els píxels dels quals indiquin el valor de la precipitació màxima per a un període de retorn i interval de temps donats. Els rasters pot indicar només un valor si la conca és molt petita o es tenen poques dades pluviomètriques.

És important tenir en compte que a la carpeta on es guardi el fitxer “Ambit” es guardessin tots els resultats o “outputs” del plugin. Es recomana desar tots els fitxers d'entrada a la mateixa carpeta.

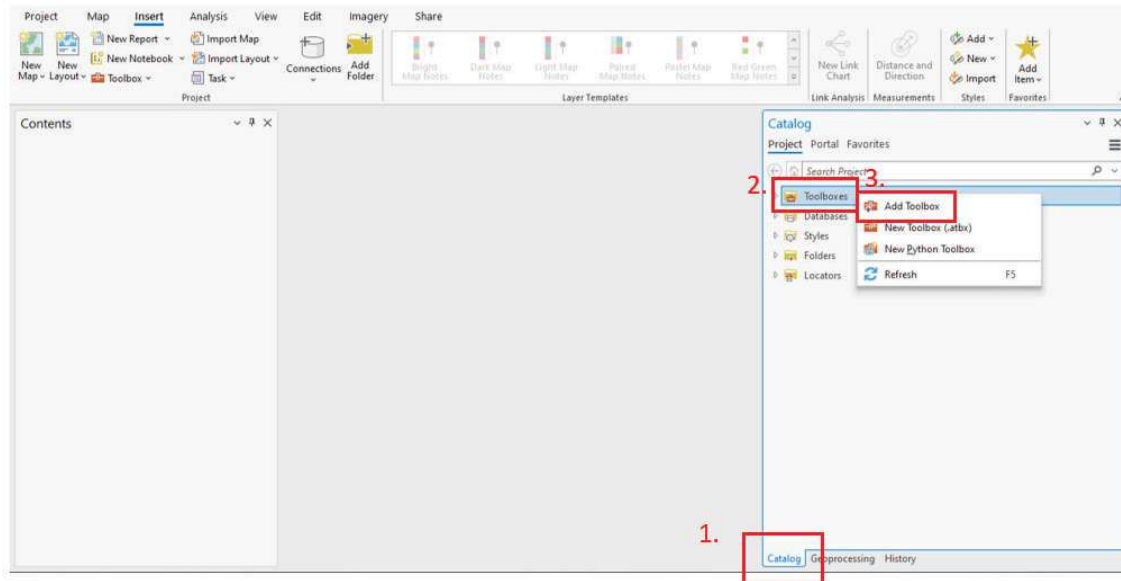
2. Instal·lació del plugin a ArcGIS Pro.

En obrir ArcGIS Pro seleccionar començar sense un disseny (el plugin no requereix carregar les dades dins un mapa).

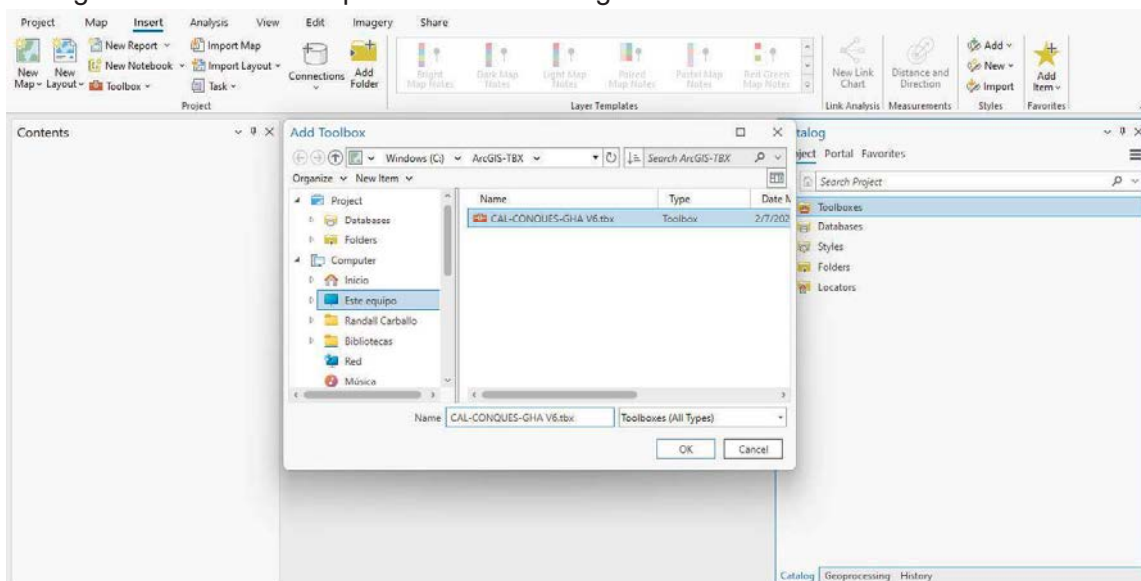


En obrir-se l'entorn de treball, seleccionar la pestanya de catàleg (1), fer clic dret al desplegable

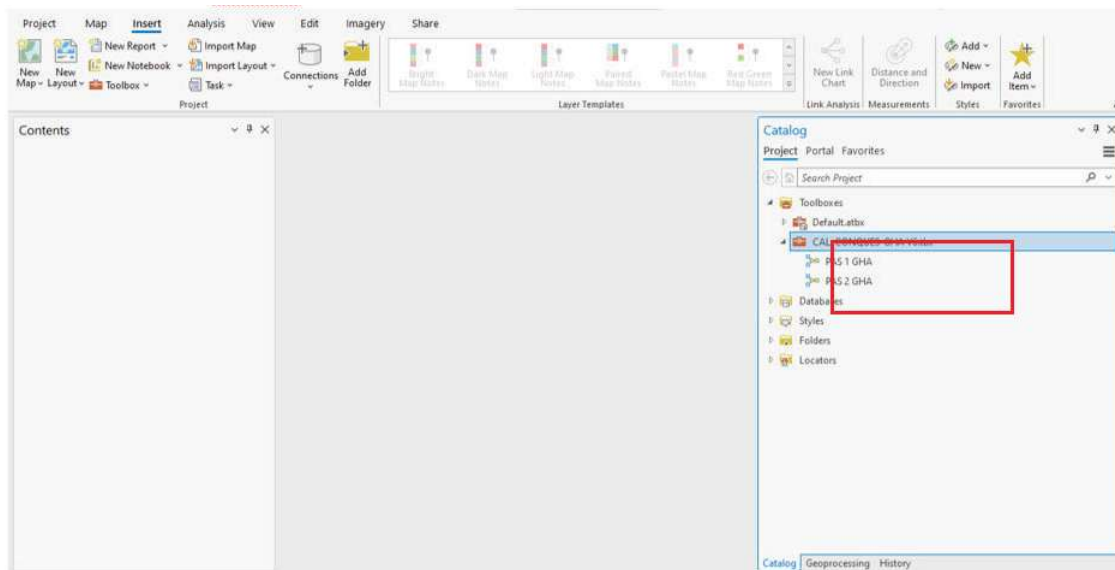
de Caixa d'eines (2) i seleccionar afegir caixa d'eines (3)



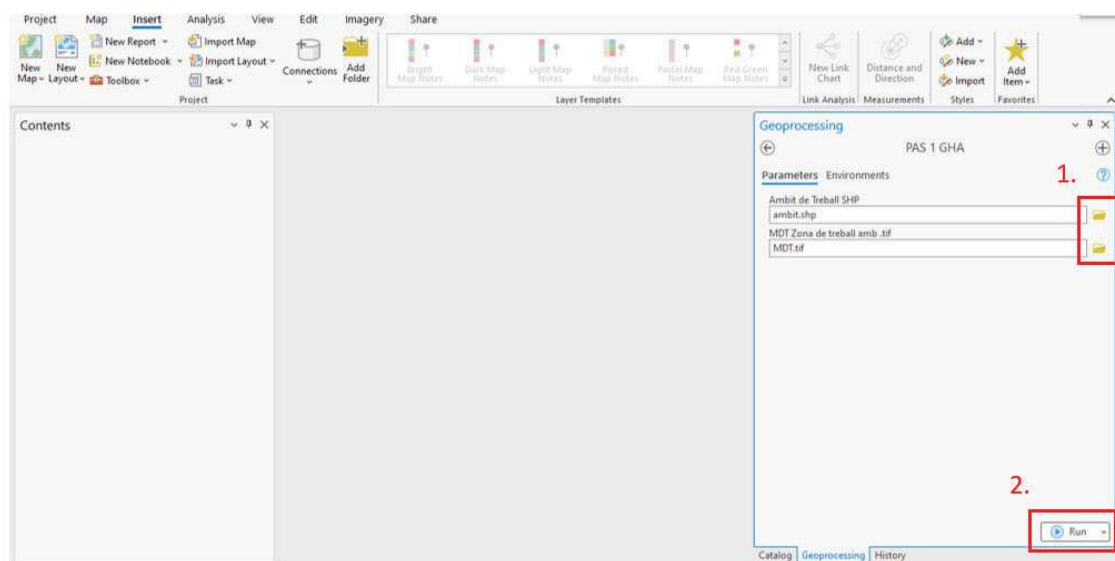
Navegar fins a la carpeta on es va guardar la caixa d'eines i seleccionar ok.



La caixa d'eines s'afegirà al catàleg. En desplegar es veuran els dos passos de què consta el plugin.



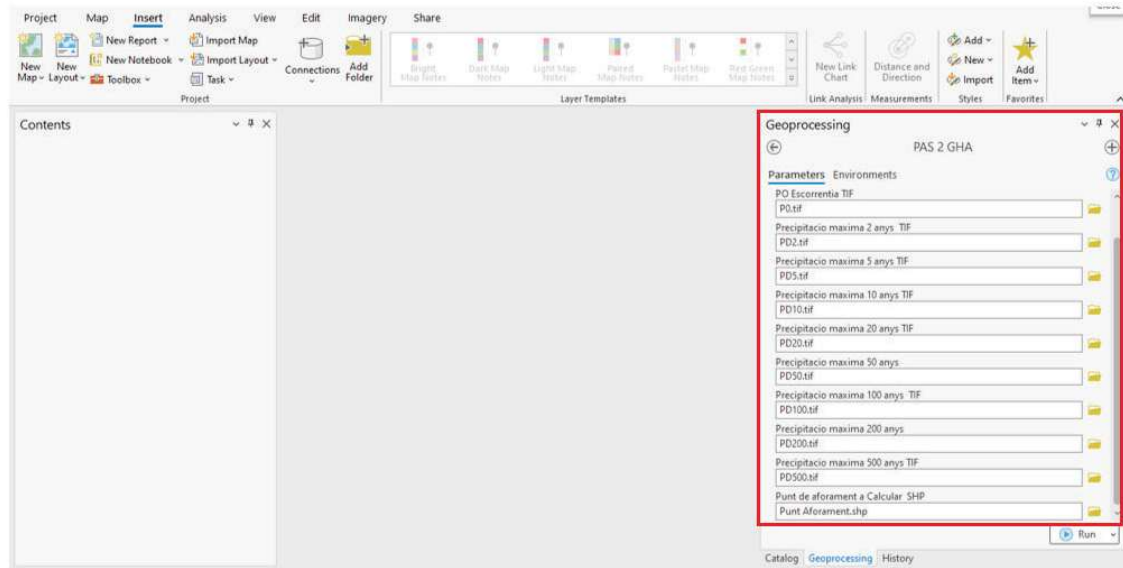
En fer doble clic a PAS 1 GHA s'obrirà la primera finestra on hem de seleccionar els fitxers d'entrada a la carpeta on es van guardar (1). En seleccionar-los es fa clic a “executar” (2).



El PAS1 GHA generarà una sèrie de fitxers Shapefile (.shp) amb els seus corresponents fitxers acompanyants (.sbn,.prj,.dbf,.cpg). Aquests fitxers estan denominats str#_arc.shp i str#_punts.shp, on # correspon al detall o resolució dels segments (arc) i punts (punts) generats, els fitxers són calculats a 5,50,100,500 i 1000m de resolució. El fitxer anomenat “arc” representa les línies de flux calculades pel plugin i el fitxer “punts” el punt de confluència de dues línies de flux.

A continuació cal obrir un dels fitxers “str#_punts.shp” i seleccionar, en base al nostre punt d'aforament d'interès, el punt generat més proper. El punt seleccionat s'ha d'exportar (en format shapefile) de manera individual als altres punts, ja que serà un dels fitxers d'entrada del PAS2 GHA Això es pot fer amb qualsevol SIG com ArcGIS, QGIS, etc.

Un cop s'ha generat el shapefile que conté únicament el punt d'interès es fa doble clic al PAS2 GHA i se seleccionen els fitxers P0, MDT, el punt d'interès i els rasters PD# (cada raster corresponent al període de retorn respectiu) . Un cop seleccionat cada fitxer es fa clic a “executar”.



En finalitzar el procés s'hauran creat tres tipus de fitxers .dbf. Aquests són:

1. Max_min_mdt: Conté la informació geomètrica de la conca com a altura màxima, mínima, àrea, entre d'altres.

max_min_mdt— Objetos Totales: 1, Filtrados: 1, Seleccionados: 0

	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	MEDIAN	PCT90
1	36869	20080,000000000...	502000,000000000...	1358,06005859000	2359,96997070000	1001,90991211000	1875,00113742000	221,58731277000	37650022,03950...	1875,40002441000	2172,70395500000

2. P0_max-min-mig: Conté els valors màxims, mínims i mig del valor del llindar de vessament

po_max-min-mig— Objetos Totales: 1, Filtrados: 1, Seleccionados: 0

	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	MEAN
1	36869	20045,000000000...	501125,000000000...	0	32	22,68835120980

a l'àrea calculada.

3. PD#_MAX: Correspon al valor més gran de precipitació en el raster PD# corresponent. Un

pd5_max— Objetos Totales: 1, Filtrados: 1, Seleccionados: 0

	VALUE	COUNT	AREA	MAX
1	36869	20080,000000000...	502000,000000000...	47,5000000000000

fitxer és creat per a cada període de retorn.

A partir d'aquestes dades ja es pot calcular mitjançant TÉMEZ:

2. PLANTEJAMENT GENERAL.CABAL DE REFERÈNCIA. MÈTODE RACIONAL MODIFICAT DE TEMEZ

El Mètode Racional Modificat de Témez, té com a origen un article publicat a la revista

Enginyeria Civil.

En aquesta, el professor J.R. Témez, elabora per a la Direcció General de Carreteres, una modificació del Mètode Racional, després d' experimentar en nombroses i variades conques aforades.

Respecte a la Instrucció de Drenatge Superficial 5.2-IC, modifica l' obtenció de la Precipitació Màxima Diària, aplicant-li un Factor Reductor de Pluja, a causa de la variabilitat espacial de les precipitacions en conques de mida majors a 1 km², i introdueix un Coeficient d' Uniformitat, deixant d' aplicar la majoració del 20% que es realitzava en la Instrucció de Drenatge Superficial 5.2-IC.

Per a la resta del procediment, es respecta el que s' indica en aquesta Instrucció.

El límit d' aplicació d' aquest mètode està imposat pel Temps de Concentració i la Superfície de la conca a estudi.

$$0,25 < T_c < 24 \text{ h} \quad ; \quad 1 \leq A < 3.000 \text{ Km}^2$$

3. FORMULA DE CàLCUL

El cabal de referència Q en el punt en el qual desguàs una conca o superfície s' obtindrà mitjançant la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Cadascun dels paràmetres que la componen al seu torn, cal calcular-ho segons s' indica a la Instrucció, tenint en compte les particularitats proposades per Témez.

L' esquema de treball, es pot resumir en el següent esquema:

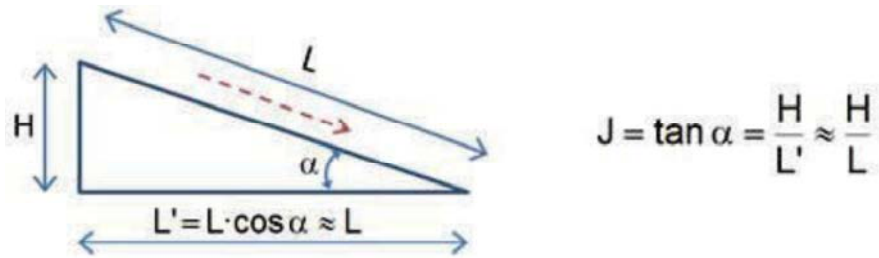


3.1. CONCA VESSANT

Suposem que la nostra Àrea és de 150 Km².

Per calcular el Temps de Concentració de la Conca en hores, determinem, primerament:

- Longitud de la llera principal en quilòmetres. Ex. **L = 1,2 Km.**
- Pendent Mitjà de la llera en tant per un.



Si la Cota superior és la 180 m i la inferior 120 m, tenim;

$$J = \frac{H}{L} = \frac{180 - 120}{1200} = \frac{60}{1200} = 0,05$$

El valor del temps de Concentració és,

$$t = T_c = 0,3 \left(\frac{1,2}{0,05^{1/4}} \right)^{0,76} = 0,61 \text{ h}$$

Nota: En el cas que el temps de concentració fos inferior a 30 minuts o l' aigua circulara per la plataforma de la calçada, consultar l' apartat 2.4. i la figura 2.3 de la Instrucció.

3.3. MÀXIMA PRECIPITACIÓ DIÀRIA

L'estimació de la Màxima Precipitació Diària (Pd), per al període de retorn considerat, en mm, es pot calcular prenent com a base, qualsevol dels procediments habituals.

Es recomana prendre les dades de l'Agència Espanyola de Meteorologia (AEMet).

A falta d'aquesta informació, es recomana utilitzar la publicació "Màximes Plugues Diàries a l'Espanya Peninsular", publicat pel Ministeri de Foment, el 1999.

En el nostre cas, hem obtingut una **precipitació diària de 220 mm**.

Un cop obtingut el valor de la precipitació, li aplicarem el Factor Reductor de la Pluja Diària. Prendrem;

$$\left. \begin{array}{ll} K_A = 1 & \rightarrow A < 1 \\ K_A = 1 - \frac{\log A}{15} & \rightarrow 1 \leq A < 3.000 \end{array} \right\} K_A = 1 - \frac{\log 150}{15} = 0,855$$

Per tant, la Precipitació Màxima Diària final, es redueix fins a obtenir el valor de;

$$P'_d = P_d \cdot K_A = 220 \cdot 0,855 = 188,1 \text{ mm}$$

3.4. INTENSITAT MITJANA DIÀRIA

Tal com indica l'apartat 2.3 de la Instrucció, I_d és la Intensitat Mitjana Diària per al Període de Retorn considerat i igual a $P_d/24$ en mm/h.

Per tant, la Intensitat Mitjana Diària serà de:

$$I_d = \frac{188,1}{24} = 7,837 \text{ mm/h}$$

3.5. INTENSITAT MITJANA

Aquesta Intensitat Mitjana correspon al Període de Retorn considerat en el càlcul de les precipitacions i un temps igual al de Concentració, en mm/h.

L'únic valor que ens falta és la relació entre la Intensitat horària i diària, que el prendrem de la figura 2.2 de la Instrucció.



En el nostre cas **el seu valor serà de 8.**

Per tant, obtenim una intensitat mitjana,

$$I = I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 7,837 \cdot \frac{28^{0,1} - 0,61^{0,1}}{28^{0,1} - 1} = 80,82 \text{ mm/h}$$

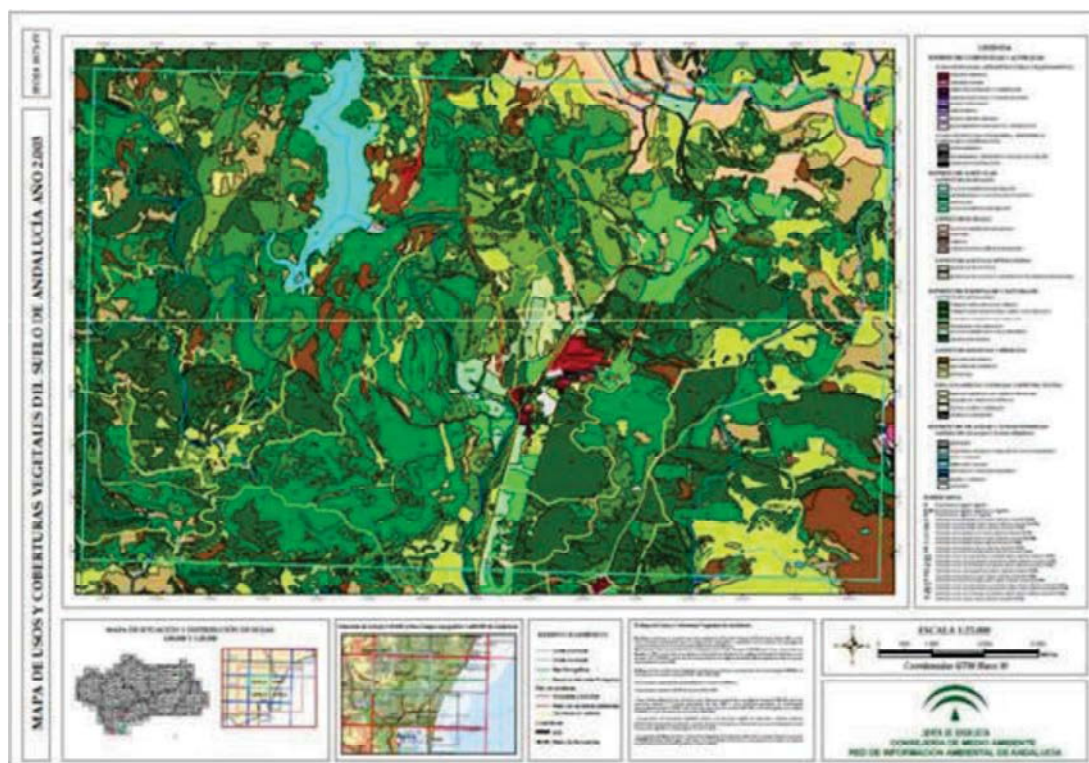
El Llindar d' Escorrentia correspon amb el valor mínim a partir del qual la precipitació produeix escorrentia. Això és, s'ha de complir que la pluja caiguda Pd sigui més gran que el valor del llindar d'escorrentia (Pd > P0) o la relació **Pd/P0 > 1**

Per determinar-ho, recorrerem a les taules contingudes a la Taula 2.1 de la Instrucció.

USO DE TIERRA	LA PENDIENTE %	CARACT. HIDROLOG.	GRUPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Barbecho	> 3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	< 3	R/N	20	14	11	8
Cultivo en hilera	> 3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	< 3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	> 3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	< 3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	> 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	> 3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	< 3	R/N	47	25	16	13
Praderas	> 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena		33	18	13
		Muy buena		41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media		35	17	10
		Buena			22	14
		Muy buena			25	16
	> 3	Pobre	62	26	15	10
		Media		34	19	14
		Buena		42	22	15

forestal		Pobre	34	19	14
	< 3	Media	42	22	15
		Buena	50	25	16
		Muy clara	40	17	8
Masas forestales		Clara	60	24	14
(bosque, monte		Media	34	22	16
bajo, etc.)		Espesa	47	31	23
		Muy espesa	65	43	33
Rocas	> 3		3		
permeables	< 3		5		
Rocas	> 3		2		
impermeables	< 3		4		
Firmes granulares sin pavimento			2		
Adoquinados			1,5		
Pavimentos bituminosos u hormigón			1		

Usos del Sòl: Es recomana utilitzar Sistemes d' Informació Geogràfica per determinar correctament els usos.



Pendent (%): Es pot determinar fàcilment mitjançant l'anàlisi del Model Digital del Terreny i aplicacions de SIG.

En el cas de bancals, la Instrucció recomana prendre un pendent inferior al 3%.

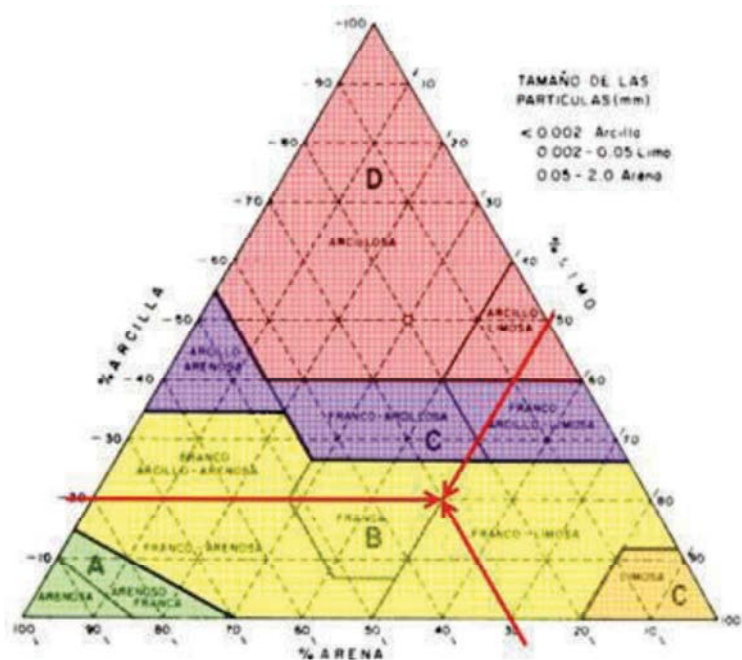


Característiques Hidrològiques del sòl: "N" correspon amb cultius segons les corbes de nivell, i "R" segons les línies de màxim pendent.

En cas de desconeixement, es recomana prendre "R", ja que correspon amb un valor del llindar d'escorrentia menor, la qual cosa ens situa del costat de la seguretat.

Grup de Sòl: Correspon a una classificació bàsica dels tipus de sòl en funció del percentatge d'Arena, Argila i Llims.

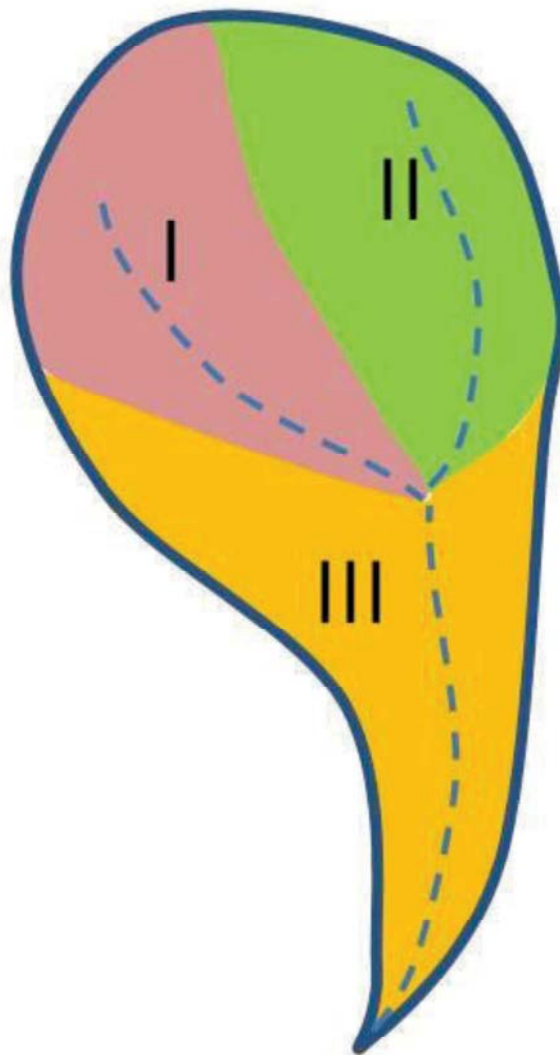
Una vegada determinada aquestes quantitats, mitjançant assajos i reconeixement de camp, podem determinar el tipus de sòl mitjançant la següent figura 2.6 de la Instrucció.



Per a cada conca, es determinarà un valor mitjà de l' Llindar d' Escorrentia. Aquest valor mitjà es pot calcular realitzant una mitjana ponderada entre els valors del llindar amb cada parcel·la o àrea que compongui la conca.

$$P_{0\text{media}} = \frac{\sum (P_{0i} \cdot A_i)}{A_{\text{Total}}}$$

Si dels 150 Km², hem determinat els Llindars d'Escorrenties en tres subàrees, amb els següents valors,



Subàrea	Àrea (Km²)	Po (mm)
I	50	15
II	40	11
III	60	17

El Llindar d' Escorrentiu Mitjà serà:

$$P_{0\text{media}} = \frac{\sum (P_{0i} \cdot A_i)}{A_{\text{Total}}} = \frac{15 \cdot 50 + 11 \cdot 40 + 17 \cdot 60}{150} = 14,74 \text{ mm}$$

Un cop calculat, ho hem de corregir, amb el Mapa del **Coefficient Corrector del Llindar d' Escorrentiu**, segons s' indica a la Figura 2.5.



En el nostre exemple, prendrem un valor de $\beta=3$.

Per tant, a Llíndar d'Escorrentia queda;

$$P_{0\text{media}}' = \beta \cdot P_{0\text{media}} = 3 \cdot 14,74 = 44,22 \text{ mm}$$

Segons s'indica en l'apartat 2.5 de la Instrucció, "Si no es requereix gran precisió, es podrà prendre simplificadaament un valor conservador de P_0 (sense haver de multiplicar-lo després pel coeficient de la figura 2.5) igual a 20 mm, excepte en conques amb roques o sòls argilosos molt somers, en les quals es podrà prendre igual a 10 mm".

3.6. COEFICIENT D'ESCORRENTIU

Per comprovar que es produeix ESCORRENTIU, comprovarem que la Precipitació Màxima Diària Areal és més gran que el Llíndar d'Escorrentiu;

$$\left. \begin{array}{l} P_d' \leq P_0' \rightarrow \text{No hay escorrentía} \\ P_d' > P_0' \rightarrow \text{Hay escorrentía} \end{array} \right\} P_d' > P_0' = 188,1 > 44,22 \rightarrow \text{Hay escorrentía}$$

Aplicant el Coeficient d'Escorrentiu;

$$C = \frac{(188,1 - 44,22) \cdot (188,1 + 23 \cdot 44,22)}{(188,1 + 11 \cdot 44,22)^2} = 0,381$$

La Instrucció indica que *"Les conques heterogènies s'hauran de dividir en àrees parcials els coeficients d'escorrentia de les quals es calcularan per separat, reemplaçant el terme C·A per $\Sigma(C \cdot A)$ "*.

3.7. COEFICIENT D'UNIFORMITAT

Finalment, hem de corregir el valor del Temps de Concentració. Apliquem per a això, el Coeficient d'Uniformitat.

$$K = 1 + \frac{0,61^{1,25}}{0,61^{1,25} + 14} = 1,037$$

En el nostre exemple, per a un temps de concentració de 0,61 hores, hem obtingut un valor de **K = 1,037**. El que indica, que augmentem el valor del cabal final en un 3,7%.

3.8. CABAL DE REFERÈNCIA

El Cabal de Referència l'obtenim substituint els valors prèviament calculats.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{K} = \frac{0,381 \cdot 80,82 \cdot 150}{3,6} \cdot 1,037 = 1.332,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. APLICACIÓ WEB

GEOMETRÍA DE LA CUENCA		DATOS HIDROLÓGICOS	
Superficie de la Cuenca (km ²):	150	P _d - Máxima Lluvia en 24 h (mm):	220
Longitud del Cauce (km):	1.2	P _o - Umbral de Escorrentía (mm):	14.74
Cota Máxima del cauce (m):	180	β - Factor de Corrección de Humedad:	3
Cota Mínima del Cauce (m):	120	(I _t /I _d) - Factor Torrencialidad:	8
Pendiente del Cauce (%):	5	P' _o - Umbral Escorrentía Corregido (mm):	44.22
		T _c - Tiempo de Concentración (h):	0.61

INSTRUCCIÓN DE DRENAJE 5.2 - I.C.	
I _d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	9.17
I _t - Intensidad para T _c (mm/h):	94.59
C - Coeficiente de Escorrentía:	0.44
CAUDAL (m³/s):	2060.92



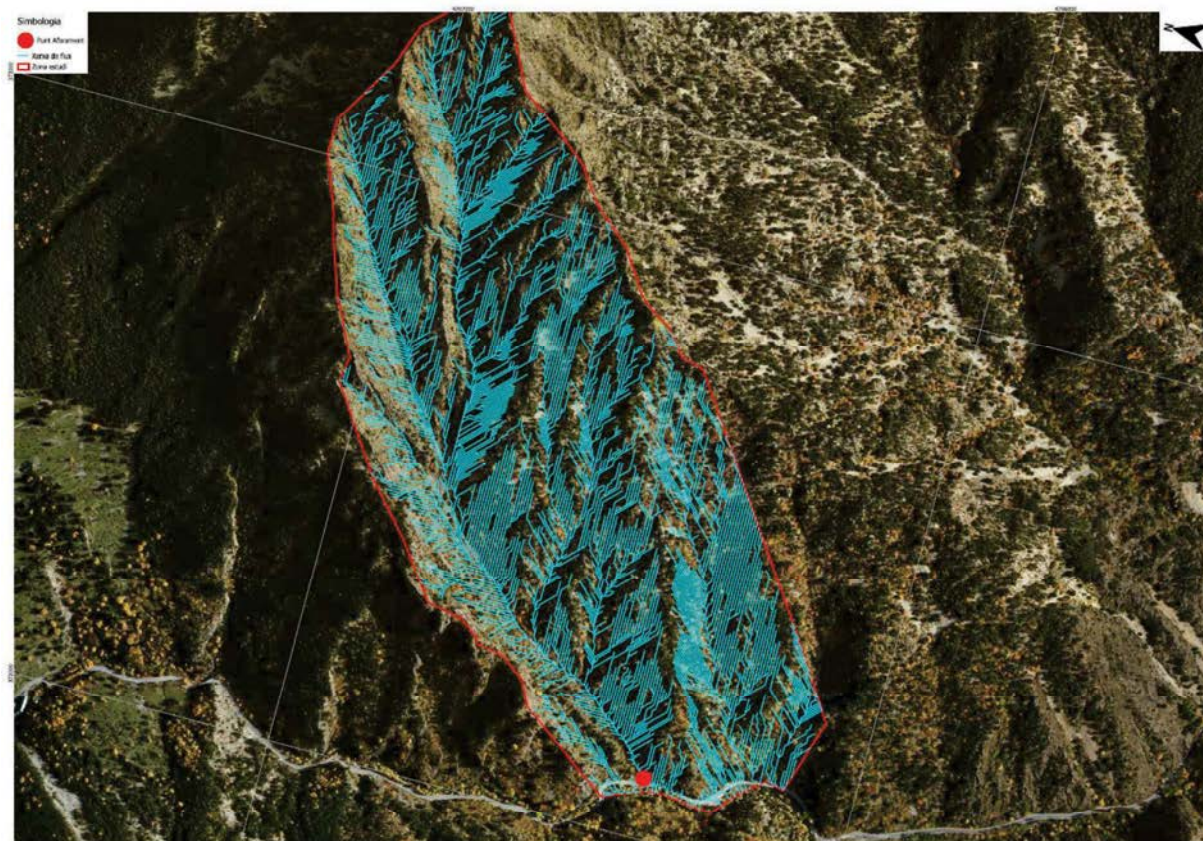
Universidad de Cádiz
Dpto. Ing. Industrial e Ing. Civil
Área de Ingeniería Hidráulica
Olegario Castillo (2013)

<http://www.uca.es/dpto/C120>

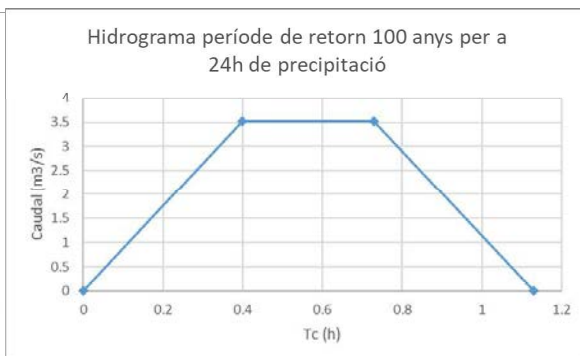
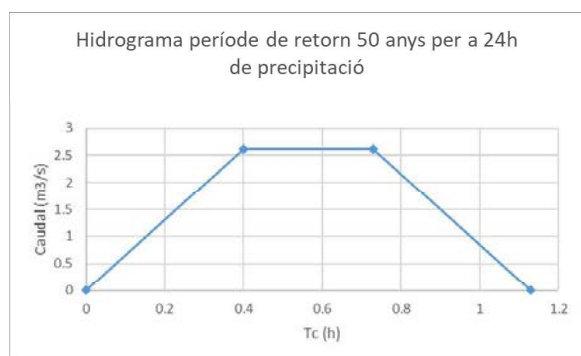
MÉTODO TÉMEZ MODIFICADO	
K _a - Factor Reductor Lluvia:	0.85
P' _d - Máxima Lluvia Corregida (mm/h):	188.08
I' _d - Intensidad Media Diaria (mm/h):	7.84
I' _t - Intensidad para T _c (mm/h):	80.87
C - Coeficiente de Escorrentía:	0.38
K - Coeficiente de Uniformidad:	1.04
CAUDAL (m³/s):	1331.59

SIN FACTOR REDUCTOR DE LLUVIA (K _a =1)	
I _t - Intensidad para T _c (mm/h):	94.59
C - Coeficiente de Escorrentía:	0.44
CAUDAL (m³/s):	1780.96

5. PUNTS D'AFORAMENT



Geometría e hidrología		Periodo de retorno (años)							
		2.0	5.0	10.0	20.0	50.0	100.0	200.0	500.0
Superficie de la cuenca (km2)	0.5								
Superficie de la cuenca (m2)	502000.0								
Longitud del cauce (km)	1.4	Precipitación 3h (mm/h)	35.3	47.5	56.2	65.1	77.5	87.6	98.4
Cota Máxima del cauce (m)	2359.0	Caudal 3h (m3/s) Témez Modificado	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.9	1.3
Cota mínima del cauce (m)	1358.0	Caudal Total 3h (m3/s)	4.9	6.6	7.8	9.1	10.8	12.2	13.7
Pendiente del cauce (%)	71.0	Volumen total 3h (m3) evento de 20 min	5906.9	7948.3	9404.1	10893.4	12968.3	14658.4	16465.6
Umbral de escorrentía (mm)	22.0	Precipitación 24h (mm/h)	58.2	78.3	92.6	107.2	127.7	144.2	162.0
Factor de Corrección de Humedad	2.5	Caudal 24h (m3/s) Témez Modificado	0.1	0.6	1.1	1.7	2.6	3.5	4.6
Factor de Torrencialidad	11.0	Caudal Total 24h (m3/s)	8.1	10.9	12.9	14.9	17.8	20.1	22.6
Tiempo de concentración (h)	0.4	Volumen total 24h (m3) evento de 20 min	9738.8	13102.2	15495.1	17938.1	21368.5	24129.5	27108.0



ANNEX 5 - CÀLCULS HIDRÀULICS

ANNEX 5 - CÀLCULS HIDRÀULICS

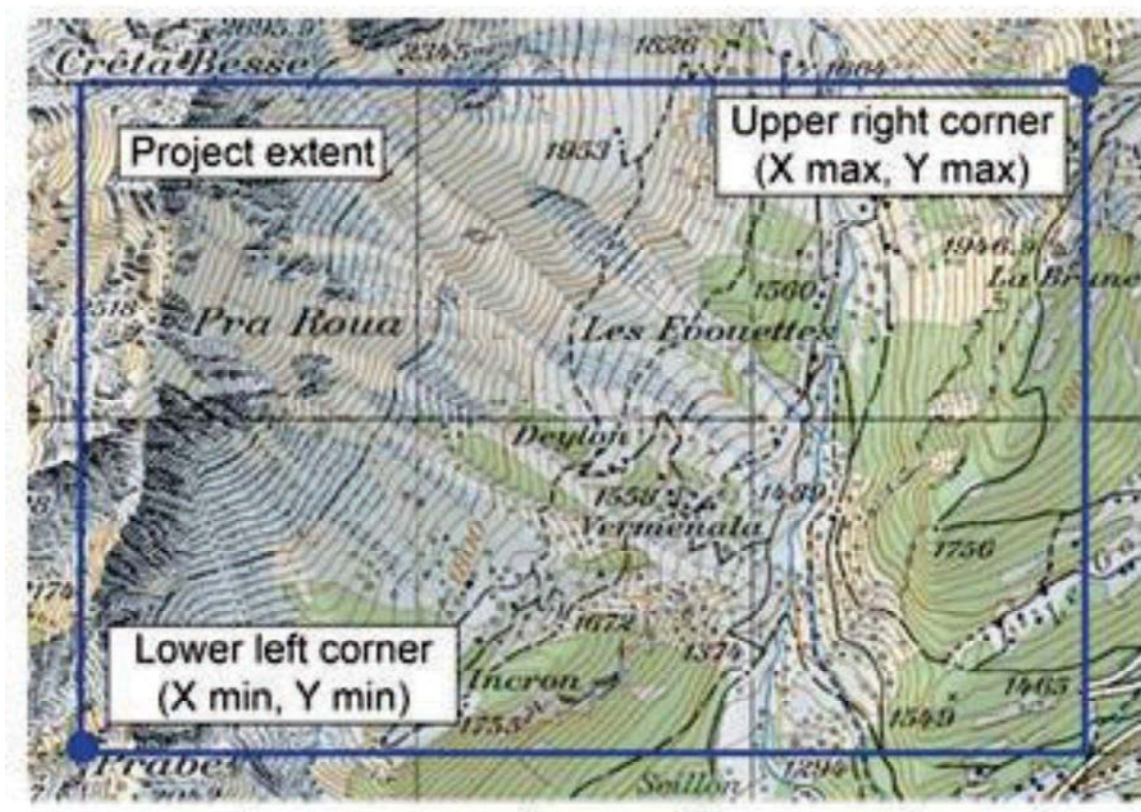
1.- INTRODUCCIÓ

Els mòduls RAMMS::DEBRISFLOW es un software per al càlcul hidràulic de fenòmens de flux que contenen partícules en moviment ràpid de restes de neu i roques. En el mòdul d'allaus, el fluid intersticial és aire, mentre que en el mòdul de flux de corrents d'arrossegalls el fluid intersticial és fang. Els models RAMMS::AVALANCHE i RAMMS::DEBRISFLOW s'utilitzen per calcular el moviment del moviment des de la iniciació fins a l'escorrentia en terrenys tridimensionals. Els models utilitzen equacions amitjanades en profunditat i prediuen les velocitats en paral·lel de pendent i les altures de flux. Aquesta informació és suficient per a la majoria d'aplicacions d'enginyeria. Es perd informació en la direcció pendent-perpendicular (per exemple, la distribució de massa i velocitat); No obstant això, això poques vegades és d'interès pràctic. Tots dos models requereixen una representació digital precisa del terreny. Els enginyers especifiquen les condicions inicials (ubicació i mida de la massa alliberada) i els paràmetres de fricció, depenent del terreny (per exemple, rugositat, vegetació) i material (per exemple, el contingut de neu, gel o fang del flux de runes).

En tots els mòduls RAMMS s'han desenvolupat i implementat nous models constitutius, gràcies al calibratge i verificació en llocs de proves a escala real com St. Léonard/Walenstadt (despreniments rocosos, mesures de mitigació), Vallée de la Sionne (allaus de neu) i Illgraben (flux de runes).

2.- PROJECTE I ESCENARIS

Un projecte es defineix per a una regió d'interès. Dins d'un projecte es poden especificar i analitzar un o més escenaris. Per a cada escenari, es pot executar un càlcul. Un projecte consta, per tant, de diferents escenaris (fitxers d'entrada) amb diferents paràmetres d'entrada. Les dades topogràfiques bàsiques d'entrada són les mateixes per a tots els escenaris. Si voleu canviar les dades topogràfiques d'entrada (per exemple, canviar la resolució DEM d'entrada o les coordenades límit del projecte) heu de crear un nou projecte. Altres paràmetres d'entrada (com ara l'àrea de llançament, el domini de càlcul, la resolució de la graella de càlcul, l'hora de finalització o el pas de temps) es poden canviar per a cada escenari.



3.- INFORMACIÓ DE LLANÇAMENT

A RAMMS::D EBRISFLOW hi ha dues opcions per definir les condicions de partida (informació de llançament) d'una simulació:

- Àrea de llançament (o llançament de blocs)
- Hidrograma d'entrada (o simplement hidrograma)

Les condicions inicials d'una simulació es poden seleccionar en funció del tipus de flux de corrents d'arrossegalls que vulgueu modelar. En general, és útil distingir entre fluxos de deixalles no canalitzats i canalitzats. Aquí utilitzem el terme flux de deixalles no canalitzat per a fluxos de deixalles de vessants o esclavissades poc profundes, els fluxos de corrents d'arrossegalls canalitzats es desenvolupen en regions on els torrents limiten les rutes de flux i el material de corrents d'arrossegalls segueix principalment el canal del torrent.

Per a petits fluxos de deixalles no canalitzades és útil utilitzar una àrea d'alliberament amb una profunditat inicial donada, que s'alliberarà com un bloc (alliberament de blocs), mentre que per a un flux de deixalles canalitzat pot ser més apropiat utilitzar un hidrograma d'entrada. Aquest últim requereix el coneixement de la quantitat de material que pot fluir més enllà d'una determinada ubicació del canal.

Les definicions d'àrees d'alliberament i profunditats de llançament (llançament de blocs)

tenen un fort impacte en els resultats de la simulació. El mateix passa amb les simulacions amb hidrograma, on els resultats són sensibles a la hidrografia de descàrrega. Per tant, recomanem utilitzar informació de referència com la Figura 3-3: Una mateixa extensió del projecte (àrea d'interès) es pot utilitzar per calcular diferents escenaris amb diferents paràmetres d'entrada. com fotografia, mesures GPS o mapes de camp per dibuixar àrees d'alliberament i utilitzar dades d'entrada mesurades o ben estimades per definir hidrògrafs de descàrrega. Això ho han de fer persones amb experiència en relació amb la situació topogràfica i històrica del flux de l'àrea d'investigació.

4.- CARACTERITZACIÓ DEL FLUXE. PARÀMETRES D'ENTRADA

RAMMS utilitza un model de fricció Voellmy-fluid, que es basa en l'enfocament Voellmy-fluid (ens referim a Salm et al. 1990 i Salm 1993).

L'elecció dels paràmetres de fricció requereix un calibratge acurat (secció 5.1) del model mitjançant l'ús d'informació de referència com ara dades de camp, fotografies de zones d'escorrentia, estimacions o mesures de velocitats de flux i alçades de flux, així com estimacions de la composició del material. Això ho ha de fer una persona amb experiència en la caracterització del flux de runes.

Model de fricció física

El model físic de RAMMS::D ebris Flow utilitza la llei de fricció de Voellmy. Aquest model divideix la resistència a la fricció en dues parts: una fricció de tipus Coulomb sec (coeficient μ) que s'escala amb la tensió normal i una fricció d'arrossegament al quadrat de velocitat o fricció viscosa-turbulenta (coeficient ξ).

La resistència a la fricció S (Pa) és llavors

$$S = \mu N + \rho g u^2 / \xi \quad \text{with} \quad N = \rho h g \cos(\phi) \quad (3.1)$$

on ρ és la densitat, g l'acceleració gravitatòria, ϕ l'angle de pendent, h l'altura del flux i u el vector $u = (u_x, u_y)^T$, que consisteix en la velocitat del flux en les direccions x i y . La tensió normal a la superfície de carrera, $\rho h g \cos(\phi)$, es pot resumir en un sol paràmetre N . El model de Voellmy explica la resistència de la fase sòlida (μ de vegades s'expressa com la tangent de l'angle de cisallament intern) i una fase fluida viscosa o turbulenta (ξ va ser introduïda per Voellmy mitjançant l'ús d'arguments hidrodinàmics). Els coeficients de fricció són els responsables del comportament del flux. μ domina quan el flux està a punt d'aturar-se, ξ domina quan el flux s'executa ràpidament.

Al llarg d'una simulació, els coeficients de fricció μ i ξ d'un domini de càlcul són constants. No obstant això, teniu la possibilitat de sumar fins a dos polígons dins del domini de càlcul amb paràmetres de fricció ξ i μ diferents.

El model de fricció Voellmy ha trobat una àmplia aplicació en la simulació de moviments

de massa, especialment allaus de neu. Per modelar allaus de neu, el model Voellmy s'utilitza a Suïssa des de fa molts anys i hi ha disponibles un conjunt de paràmetres estàndard.

Estrès de rendiment

Des de la versió 1.6.20, l'equació bàsica de Voellmy s'ha modificat per incloure un esforç de rendiment (cohesió) (Bartelt et al., 2015). Molts materials, com el fang i la neu, no presenten una relació lineal simple ($\mu = \text{constant}$), vegeu la figura 3-4. Per modelar l'esforç de rendiment, introduïm el paràmetre N_0 . Amb aquest enfocament és possible modelar materials plàstics ideals. En aquest cas, N_0 serveix com a esforç de rendiment i μ un paràmetre "enduridor". La nova equació per a la resistència de fricció S és llavors

$$S = \mu N + \rho g u^2 / \xi + (1 - \mu) N_0 - (1 - \mu) N_0 e^{N/N_0}$$

on N_0 és la tensió de rendiment del material que flueix. A diferència d'una relació estàndard de tipus Mohr-Coulomb, aquesta fórmula assegura que $S \rightarrow 0$ quan tant $N \rightarrow 0$ com $U \rightarrow 0$. Augmenta l'esforç de cisallament i, per tant, fa que el flux de deixalles s'aturi abans, depenent del valor de N_0 .

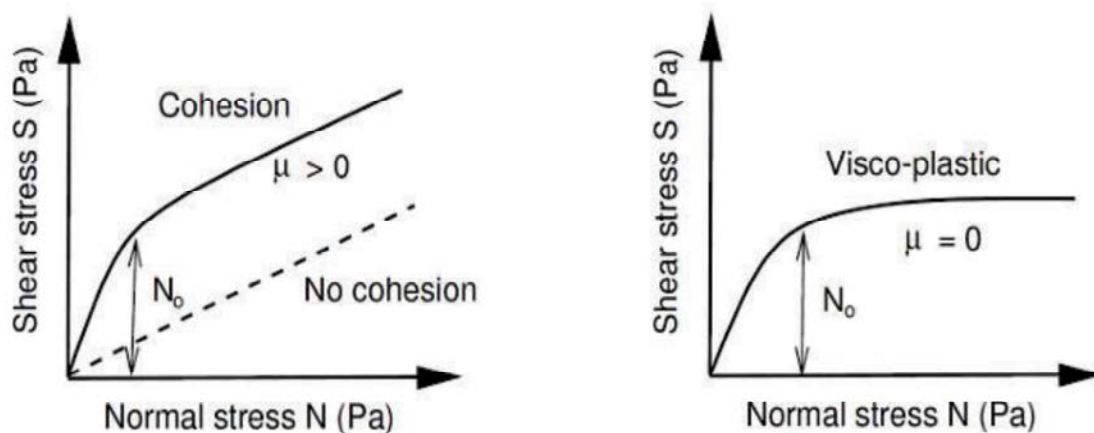


Figura 3-4: Relació entre esforç normal i de cisallament. Esquerra: L'esforç de rendiment N_0 serveix per augmentar l'esforç de cisallament per a pressions normals més altes. A baixes pressions normals (petites altures de flux) l'esforç de cisallament augmenta ràpidament de $S = 0$ a $S = N_0$. El pendent de la relació 'S vs N' es manté μ , quan les pressions normals són grans. Dreta: Si $\mu=0$, tenim un comportament visco-plàstic.

Curvatura

Des de la versió 1.6.20, la força normal N inclou forces centrífugues que sorgeixen de la curvatura del terreny. Utilitzem el mètode proposat per Fischer et al. (2012) desenvolupat

específicament per a RAMMS. L'acceleració centrífuga f és alhora una funció de la velocitat del flux i la curvatura del terreny. L'acceleració es calcula segons

$$f = uKu^T$$

La matriu K descriu la curvatura de la pista en totes direccions, inclòs el "gir" de la pista. La força centrífuga és llavors

$$F = \rho h f$$

que s'afegeix a la força normal N. Típicament això augmenta la fricció, fent que el flux s'alenteixi en camins de flux tortuosos i retorçats. Pot canviar la ubicació de la deposició un cop el cabal surt del barranc. La curvatura es pot activar/desactivar a la finestra Executar simulació (pestanya Params) o a través del menú "Ajuda → avançat... → Curvatura".

5.- CALIBRATGE DELS PARÀMETRES DE FRICCIÓ μ i ξ

Tot i que la base de dades d'esdeveniments de flux de corrents d'arrossegalls ben documentats és més petita que la de les allaus de neu, tenim una bona idea dels paràmetres de fricció que s'han d'utilitzar. La principal dificultat en cas de simulació de flux de deixalles és la gran varietat de composicions de flux de runes, que té una forta influència en l'elecció dels paràmetres de fricció. RAMMS::D EBRISFLOW utilitza un model monofàsic, de manera que no podem distingir entre fases fluida i sòlida i el material es modela com un flux a granel. Per tant, els paràmetres de fricció s'han de variar perquè coincideixin amb les propietats de flux observades (per calibrar el model) o les propietats de flux esperades (si s'espera variació com a part d'un escenari de perill). És comú que diferents esdeveniments en un mateix torrent mostrin fortes diferències en la composició. Aquest fet fa que el calibratge dels paràmetres de fricció sigui molt més difícil i fins i tot requereixi un calibratge per a diferents esdeveniments. Per tant, recomanem encaridament un calibratge acurat dels paràmetres de fricció per part de persones amb experiència en la caracterització del flux de runes. El procediment de calibratge del model Voellmy s'explica amb un exemple a la secció 5.1.

6.- INFORMACIÓ SOBRE L'EROSIÓ

El mòdul d'erosió en RAMMS prediu la profunditat d'erosió dels sediments causada pels fluxos de corrents d'arrossegalls. Mitjançant aquesta opció, és possible predir l'augment de volum d'un flux de corrents d'arrossegalls a mesura que viatja per un canal. Per erosió entenem la disminució neta de l'elevació del llit del canal com a conseqüència de l'arrossegament de sediments del llit. Aquí proporcionem una breu visió general del mòdul d'erosió i un exemple d'utilització. Podeu trobar més detalls a Frank et al. (2015, 2017).

El mòdul d'erosió es basa en una generalització de les observacions de camp de l'estació d'observació del flux de deixalles d'Illgraben a Suïssa, basada en exploracions làser terrestres repetides per P. Schürch i Alex Densmore, de la Universitat de Durham. Les observacions de camp indiquen que la profunditat d'erosió augmenta amb la força del flux, per exemple, amb l'esforç de cisallament basal τ (Schürch et al., 2011; Frank et al., 2015) i que la taxa d'erosió pot ser bastant ràpida (Berger et al., 2011). Altres observacions indiquen que els fluxos de deixalles petites no sempre erosionen els sediments (Berger et al., 2010, Schürch et al., 2011), de manera que el model inclou un esforç crític de cisallament que permet l'erosió només quan l'esforç de cisallament en una cèl·lula determinada supera el valor crític d'esforç de cisallament per a l'aparició de l'erosió τ_c . L'algorisme d'erosió prediu la profunditat potencial màxima d'erosió en funció de l'esforç de cisallament basal calculat a cada cel·la de la xarxa:

$$em=0 \text{ for } \tau < \tau_c$$

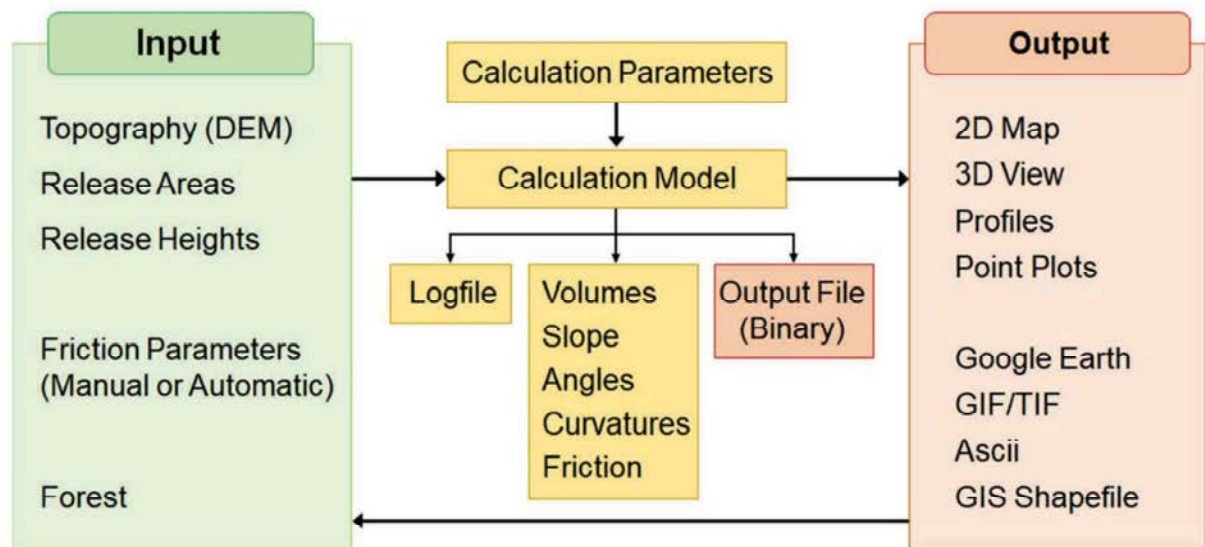
$$em=dz \, d\tau(\tau-\tau_c) \text{ for } \tau \geq \tau_c$$

La profunditat potencial d'erosió (per kPa) $dz/d\tau$ controla la taxa d'erosió vertical (en la direcció z) com a funció lineal de l'esforç de cisallament del llit del canal.

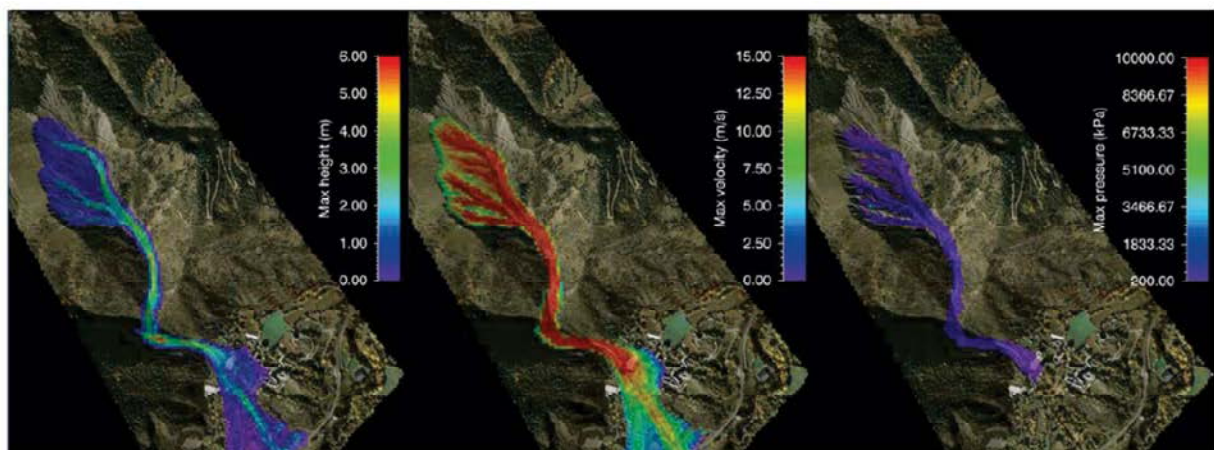
La taxa d'erosió dels sediments en el camp (canal d'Illgraben) es va observar utilitzant sensors enterrats en el llit del canal (Berger et al., 2011) de 0,025 m/s en direcció descendent. El sediment és arrossegat fins que s'arriba a la profunditat d'erosió:

$$dz/dt = 0,025 \text{ per } et \leq em$$

on et és la profunditat d'erosió (relativa a l'inici de la simulació) en l'instant t i z és la coordenada vertical. Si se supera la tensió de cisallament en una cèl·lula determinada després que es produeixi l'erosió, la profunditat màxima d'erosió (en relació amb l'elevació inicial del llit al començament de la simulació) s'ajusta automàticament i es pot produir erosió addicional fins que s'assoleixi el nou valor d' em . L'elevació del llit del canal no canvia durant la simulació RAMMS. Els usuaris poden incorporar canvis en la topografia a causa de l'erosió o la deposició, per exemple, per al seu ús posterior en escenaris de modelització de perills o anàlisis d'esdeveniments, seleccionant les opcions de postprocessament "Resultats → afegir deposició a DEM" o "Resultats → restar erosió de DEM" o ambdues amb "Resultats → afegir canvis topogràfics (erosió/deposició) a DEM".



Amb resultats d'abast, d'alçades de flux, alçades de dipòsit, pressions, velocitats, per a cada escenari, tal i com es mostra a continuació.



PARÁMETRO DEL FLUJO	EVOLUCIÓN A LO LARGO DEL CAUCE (valores medios)				
	PIE DEL DESLIZAMIENTO	CANAL ALTO	CANAL MEDIO	ÁPEX	CENTRO CONO
ALTURA (metros)	3	5	5	2	2
VELOCIDAD (m/s)	15	13	13	10	8
PRESIÓN (kPa)	1.600	1.400	1.500	300	<200

De la mateixa manera es poden implementar noves solucions sobre el raster i modelització novament les condicions hidrològiques sobre el nou DTM per tal de poder analitzar les variacions hidràuliques.

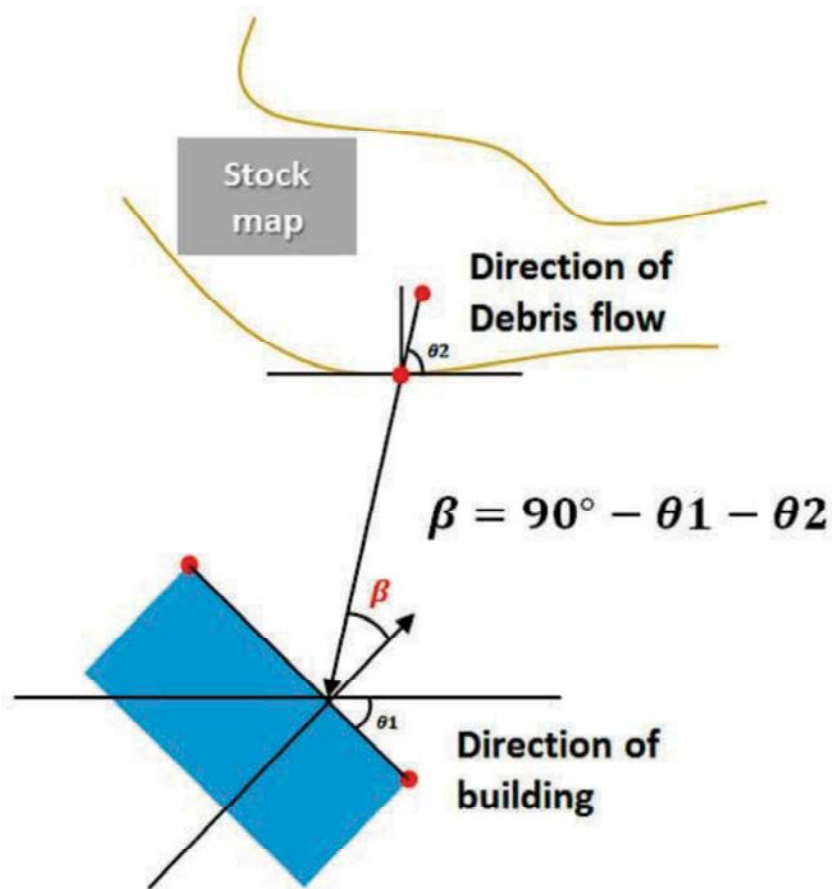
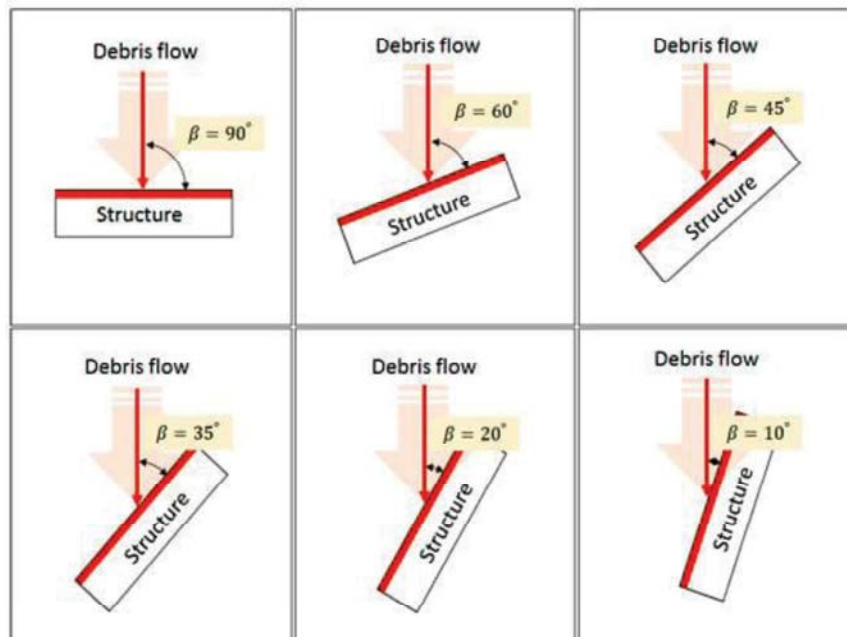


Figura 4. Mapa conceptual per calcular l'angle de direcció de l'estructura considerant la direcció del flux de runes.



7.- MODEL DE CàLCUL DE LA FORÇA D'IMPACTE QUE REFLECTEIX LES CARACTERÍSTIQUES DEL FLUX DE CORRENTS D'ARROSSEGALLS (TIPUS-1)

Conegut com a tipus 1 en aquest estudi, aquest model va reinterpretar la densitat i la velocitat del flux basant-se en el model dinàmic per avaluar la força d'impacte del flux de corrents d'arrossegalls. Per calcular la velocitat del flux tenint en compte la descàrrega (Q) i la profunditat de flux (H), la descàrrega (Q) del flux de deixalles es pot expressar a la fórmula següent, que assumeix que la longitud del moviment del flux de deixalles és l'amplada unitària.

$$Q=A \times V \quad (4)$$

En la fórmula anterior, Q és la descàrrega (m³/s), A és l'àrea de secció transversal (m²) i V és la velocitat (m/s). Utilitzant la fórmula (4), la velocitat del flux del flux de deixalles es pot calcular com

$$V=Q/A \quad (5)$$

Aquí, la secció transversal (A) del flux de runa es pot expressar amb profunditat de flux pic (h_{max}) i amplada (w):

$$V=Q_{\max}/wh_{\max} \quad (6)$$

Aquí, w és l'amplada (m²), h_{max} és la profunditat màxima del flux (m) i Q_{max} és la descàrrega màxima (m³/s). Mitjançant l'ús de la fórmula (6), la força d'impacte es pot calcular, com a continuació, tenint en compte la descàrrega (Q) i la profunditat de flux (H).

$$P=\{\alpha\delta C+(1-C)\rho_w\}(Q_{\max}/wh_{\max})^2 \times \sin\beta \quad (7)$$

En la fórmula anterior, C és el nivell de concentració de sediments i ρ_w és la densitat de l'aigua (kg/m³). A més, $\sin\beta$ és l'angle de direcció format per la direcció del flux de runa i la paret de l'estructura. Segons estudis existents, inclosos Hübl et al. (2009) [33] i Moriguchi et al. (2009) [34], la força d'impacte del flux de deixalles estava en el rang de 5 a 250 kN/m², i el rang de distribució de la densitat de sediments de deixalles (δ) es va trobar que era de 2000-2200 kg/m³ en investigacions anteriors [35,36].

8.- MODEL DE CàLCUL DE FORCES D'IMPACTE QUE REFLECTEIXI CARACTERÍSTIQUES TOPOGRÀFIQUES (TIPUS-2)

Denominat Tipus 2 en aquest estudi, es tracta d'un model de càlcul impacte-força que té en compte les característiques topogràfiques de les regions muntanyoses basant-se en el model dinàmic com en el Tipus 1.

$$P_{\max} = k_p V^2 \quad (8)$$

En l'anterior, k és el coeficient empíric, V és la velocitat (m/s) i ρ és la densitat (kg/m³). La densitat és un valor únic, que es calcula dividint la massa d'una substància pel seu volum. Per avaluar la densitat del flux de corrents d'arrossegalls, es va excloure la massa d'aire mentre que es van utilitzar les densitats del sòl i l'aigua. En conseqüència, es va reinterpretar de la següent manera, d'acord amb el nivell de concentració del flux de corrents d'arrossegalls.

$$\rho_f = \delta C_v + (1 - C_v) \rho_w \quad (9)$$

En l'anterior, δ és la densitat (kg/m³) del flux de corrents d'arrossegalls, C_v és el nivell de concentració dels sediments i ρ_w és la densitat (kg/m³) de l'aigua.

$$P = k \{ \delta C_v + (1 - C_v) \rho_w \} V^2 \quad (10)$$

Tot i que hi ha diversos tipus de fórmules per calcular la velocitat (V) del flux de corrents d'arrossegalls, la fórmula de Manning es va utilitzar per reinterpretar la velocitat del flux en aquest estudi. La fórmula de Manning, que és similar a la fórmula de Chézy, és una eina útil i pràctica d'avaluació de la velocitat mitjana del cabal per a rius o cursos d'aigua [37].

$$P = [k \{ \delta C_v + (1 - C_v) \rho_w \} (1/n R^{2/3} I^{1/2})^2]^{\alpha \sin \beta}, \quad (0 \leq \alpha \leq 0,4) \quad (11)$$

En l'equació anterior, n és el coeficient de rugositat, R és el perímetre humit (m), I és un gradient hidràulic i α és un factor de modificació amb un rang de 0,4 a 0,5 per Kim et al. (2018) [11].

9.- VOLUM DE CÀLCUL

Establiment de la relació entre magnitud i freqüència

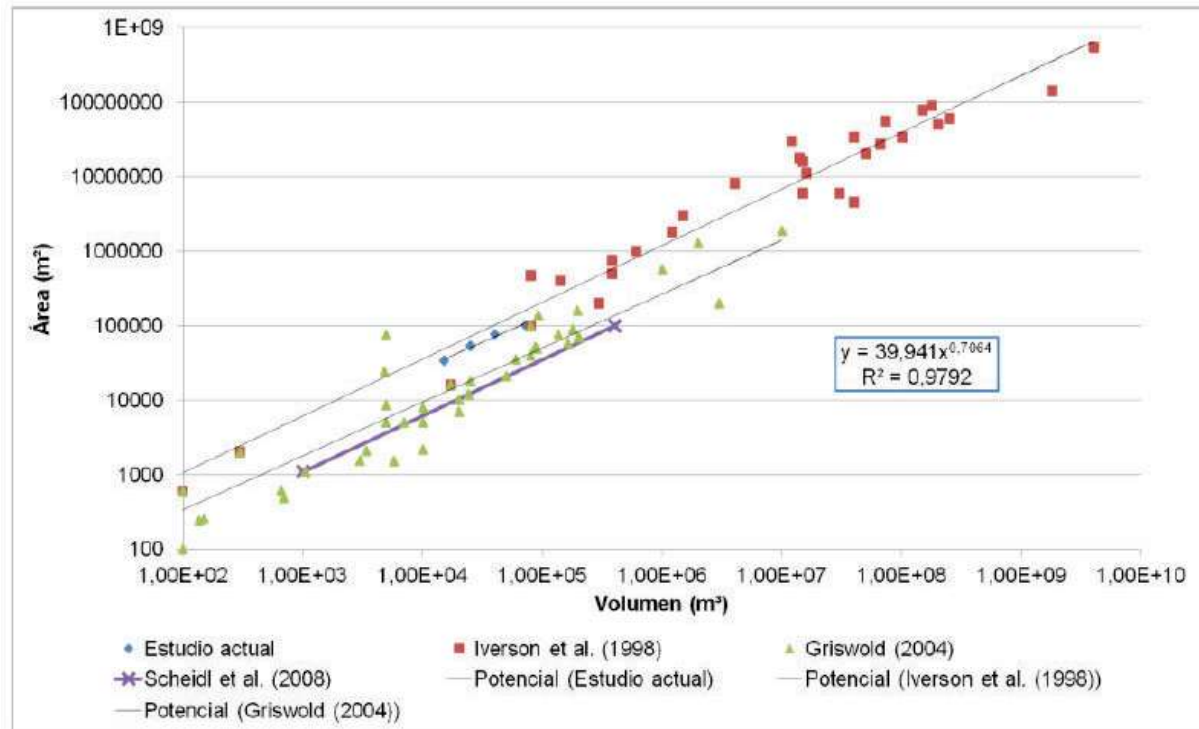
Per a l'establiment de la relació magnitud-freqüència d'ocurrència d'esdeveniments de corrents d'enderrocs a la conca del Barranc d'Erill es fa ús de la correlació a diferents escales temporals d'aquest tipus d'episodis: Escala interanual; Escala decenal i Escala secular.

A partir de les dades d'àrees i volums i de forma comparada amb treballs d'altres autors podem observar una correspondència elevada en la correlació entre el volum de flux i l'àrea ocupada per aquest (Iverson et al. 1998, Griswold, 2004, Scheidl et al. 2008), la qual cosa li dona veracitat al valor obtingut. La relació numèrica seriosa de com escau:

$$y = 39,941 x^{0,7064}$$

La suma de les dades de les entrevistes, registres fotogràfics i pluviomètrics així com l'auscultació duta a terme en aquests darrers anys permeten definir una relació entre la magnitud i la freqüència d'ocurrència d'esdeveniments menors per a la conca del barranc d'Erill. Sens dubte, de l'observació realitzada a partir del 2005, podem afirmar també que al Segle XX s'han produït molts altres esdeveniments menors a la conca del Barranc d'Erill amb

volums unitaris inferiors als 2000 m³. Si bé és cert que de l' observació realitzada fins ara bon nombre d' ells corresponen amb re-mobilitzacions a la conca.



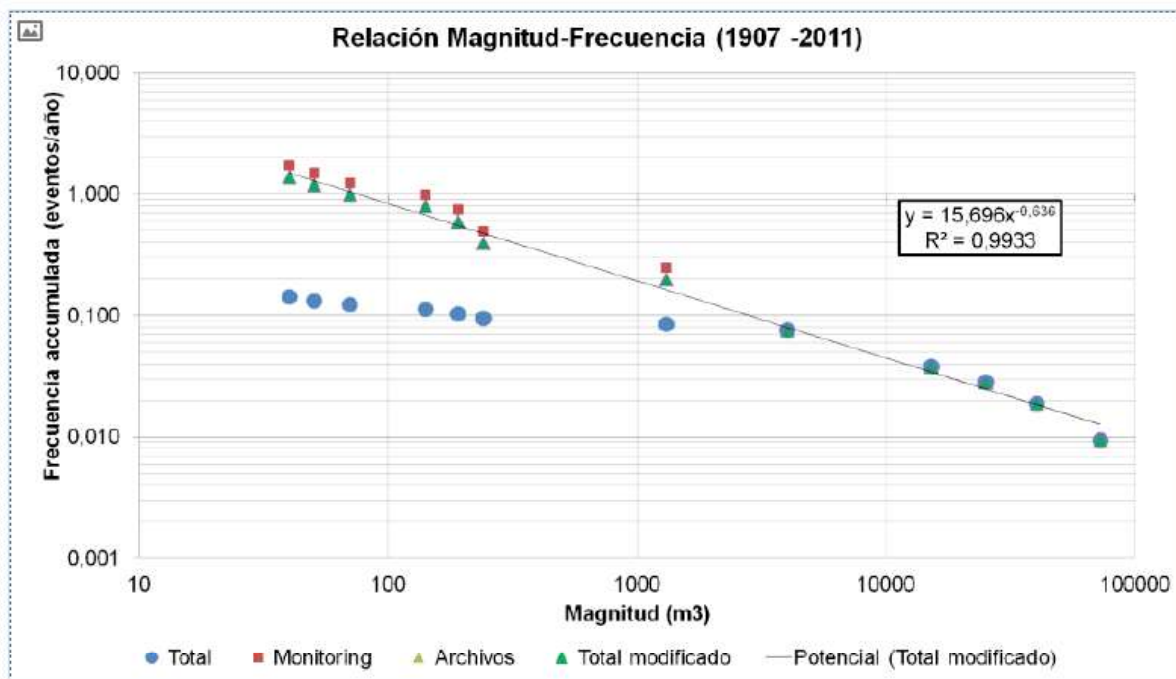
Correspondència entre volum de flux i àrea afectada (per diversos autors).

TOTAL		MONITORING		ARCHIVOS		TOTAL MODIFICADO	
Magnitud	Frecuencia acumulada (eventos/año)	Magnitud	Frecuencia acumulada (eventos/año)	Magnitud	Frecuencia acumulada (eventos/año)	Magnitud	Frecuencia acumulada (eventos/año)
72.150	0,010	1.300	0,250	72.150	0,010	72.150	0,010
40.194	0,019	240	0,500	40.194	0,019	40.194	0,019
25.033	0,029	190	0,750	25.033	0,029	25.033	0,029
15.123	0,038	140	1,000	15.123	0,038	15.123	0,038
4.000	0,076	70	1,250	4.000	0,076	4.000	0,076
1.300	0,086	50	1,500			1300	0,200
240	0,095	40	1,750			240	0,400
190	0,105					190	0,600
140	0,114					140	0,800
70	0,124					70	1,000
50	0,133					50	1,200
40	0,143					40	1,400

Dades per a l' obtenció de la relació M-F a Erill-la-Vall.

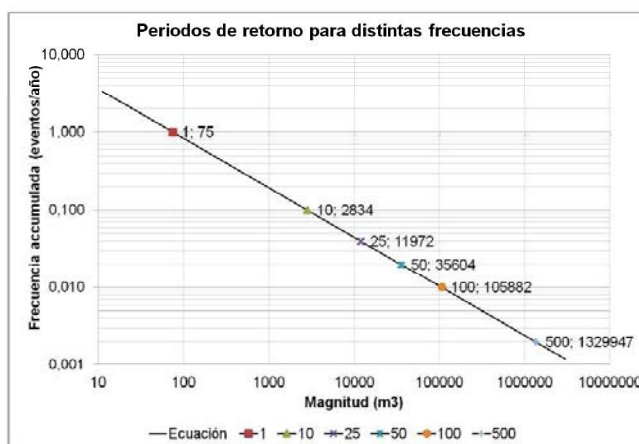
El gràfic següent (Figura 6.33) es representa la relació M-F per a les diferents finestres de treball usades en l'obtenció de dades. Així mateix la representació lineal en logarítmic es correspon amb la suma d'esdeveniments des del 1907 i fins al 2011, de l'expressió:

$$y = 15,696x^{-0,636}$$



De la formulació es desprèn la dada de major valor objectiu de cara a la gestió del risc i en el seu cas la planificació territorial, com és el volum de flux esperat per a diferents períodes de retorn, com es mostra a continuació relacionat amb *Erill-la-Vall*, i que podríem extrapolar, considerant que hi ha volum disponible per ser arrossegat, en el cas d'Os de Civís:

PERIODOS DE RETORNO (años)	VOLUMEN DE FLUJO ESPERADO (m³)
1	75
10	2.834
25	11.972
50	35.604
100	105.882
500	1.329.947



ANNEX 6 - OBRA CIVIL, CÀLCULS ESTRUCTURALS I MECÀNICS

ANNEX 6 - OBRA CIVIL, CÀLCULS ESTRUCTURALS I MECÀNICS

Aquest annex disposarà, en el seu contingut, les bases Normatives i altres existents, totes i cadascuna de les estructures calculades, i, en un segon nivell, els elements de cada una d'aquestes estructures que han estat calculades.

Es presenten de manera clara i entenedora els esquemes representatius de les estructures calculades i indicarà els materials a emprar, les forces implicades en el càlcul, les definicions de la simbologia emprada, etc. S'especificaran els mètodes de càlcul emprats, normatives, hipòtesis (escenaris) i dades de partida. Caldrà especificar el tipus de formigó, recobriment d'armadures, les juntes i la fissuració.

Inclourà entre d'altres:

- 1 Norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento
- 2 EAD 340020-00-0106
- 3 Practical guide for debris flow hillslope debris flow protection nets del WSL Berichte ISSN 2296-3456

SERIE NORMATIVAS

NORMA 5.2-IC de la Instrucción de carreteras

Drenaje superficial



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS

serie **NORMATIVAS**

NORMA 5.2-IC

DE LA INSTRUCCIÓN

DE CARRETERAS

DRENAJE SUPERFICIAL

TEXTO ACTUALIZADO

Última modificación: BOE del 5 de Junio de 2018



2019

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
<https://apps.fomento.gob.es/CVP/>

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
<https://cpage.mpr.gob.es>

Título de la obra: NORMA 5.2–IC de la Instrucción de carreteras, Drenaje superficial :
- SERIE NORMATIVAS-

Autor: Ministerio de Fomento; Dirección General de Carreteras
Año de edición: 2019

Características edición digital:

1ª edición electrónica: noviembre 2019

Formato: PDF

Tamaño: 16 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-18-228-0

Aviso Legal: Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.



4

DRENAJE TRANSVERSAL

4.1 Introducción

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, etc.) una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal de proyecto a su través, cumpliendo los requisitos que se especifican en este capítulo. Los caudales de proyecto Q_p a considerar son los correspondientes a las cuencas principales definidas en el apartado 1.4, con el período de retorno indicado en el epígrafe 1.3.2.

A los efectos de esta norma, las obras empleadas para procurar el drenaje transversal de las carreteras pueden ser:

- Puente: Obra de paso que soporta cualquier tipo de vía de las definidas en la Ley de Carreteras; a los solos efectos de esta norma debe añadirse que su sección sea abierta, es decir, que esté desprovista de solera con función estructural.
- Obra de drenaje transversal (ODT): Obra de sección cerrada, es decir provista de solera con función estructural. Normalmente responde a las tipologías de tubo o marco y sus dimensiones son inferiores a las de los puentes.

Los puentes y ODT deben perturbar lo menos posible la circulación del agua por el terreno natural, cumpliendo al paso del caudal de proyecto las condiciones de desagüe que se refieren en los apartados 4.3 y 4.4 y las condiciones que establezca la Administración Hidráulica.

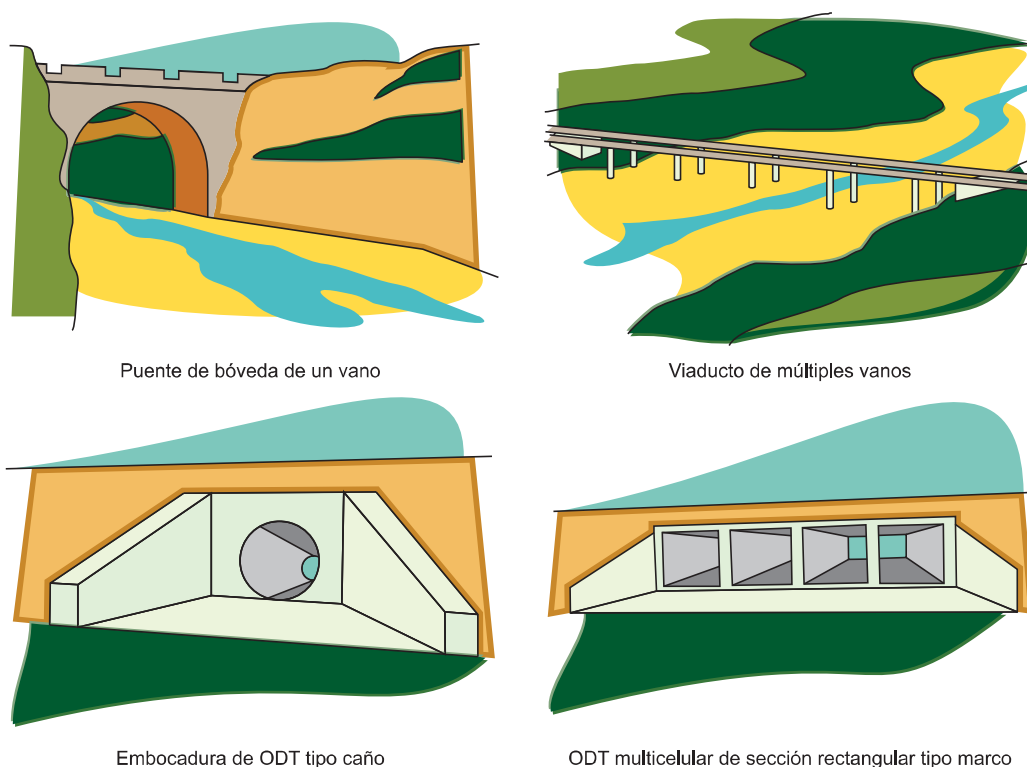


Figura 4.1 EJEMPLOS DE PUENTES Y ODT

En ningún caso pueden proyectarse con fines de drenaje transversal: zanjas, mantos drenantes, rellenos, tacones, drenes, ni cualquier tipo de tratamiento del terreno, independientemente de sus características de permeabilidad.

En el proyecto se puede contemplar la utilización de obras empleadas con fines de drenaje transversal para usos adicionales, tales como reposiciones de servicios, de caminos o pasos de fauna. En tales circunstancias las instalaciones relacionadas con dichos fines no pueden suponer una merma en su funcionamiento hidráulico.

4.2 Criterios básicos de proyecto

El proyecto del drenaje transversal se debe abordar conforme a la sistemática que a continuación se refiere:

- Definición de la cuenca principal, del cauce y del punto de cruce.
- Cálculo del caudal de proyecto QP.
- Elección de tipologías y dimensionamiento del puente u ODT. Encaje geométrico en el terreno.
- Comprobación hidráulica del puente u ODT.
- Cálculo de las variables hidráulicas necesarias para la determinación de acciones en el cálculo estructural.

- Proyecto completo del puente u ODT. La representación en los planos debe incluir la lámina de agua correspondiente al caudal de proyecto, las profundidades de erosión o socavación y en los anejos a la memoria se deben incluir las curvas características de las ODT.

Los criterios para el proyecto del drenaje transversal de obras de ampliación de plataforma en carreteras existentes se refieren en el epígrafe 5.3.1.

4.3 Puentes

4.3.1 Sobreelevación del nivel de la corriente

Se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los estribos de la obra deberán estar ubicados fuera de la vía de intenso desagüe (VID). En caso de que no esté previamente delimitada, se calculará teniendo en cuenta los criterios establecidos en la normativa sobre Dominio Público Hidráulico y, en concreto con sobreelevación de cálculo de la VID de treinta centímetros (30 cm), con la posibilidad de reducirla hasta diez centímetros (10 cm) en zonas urbanas o aumentarla hasta cincuenta centímetros (50 cm) en zonas rurales, con la conformidad de la Administración Hidráulica.

Será admisible la ubicación de pilas dentro de la VID, disponiéndolas siempre de tal forma que se minimice la alteración del régimen hidráulico. A estos efectos, se comprobará que la sobreelevación producida por la obra para el caudal de cien años de periodo de retorno ($T = 100$ años) es inferior a la sobreelevación utilizada para el cálculo de dicha vía (Véase la sección TT' en la figura 4.2).

- Para el caudal de proyecto Q_p la sobreelevación producida por la obra inmediatamente aguas arriba de ella no será superior a 50 cm (Véase la sección LL' en la figura 4.2).
- En aquellos puntos donde pueda verse afectado el posible desarrollo urbanístico, para evitar alteraciones significativas de la zona de flujo preferente (ZFP) la sobreelevación máxima será inferior a 10 cm para lo cual la obra de paso se complementará con posibles obras de drenaje adicionales y pasos inferiores en caso necesario (Véase como ejemplo el punto U en la figura 4.2).

Adicionalmente, se comprobará que el régimen hidráulico no se altera sustancialmente para el caudal correspondiente al periodo de retorno de diez años ($T = 10$ años).

En casos excepcionales, con la conformidad de la Administración Hidráulica, se podrá justificar la utilización de criterios distintos a los anteriores.

Los cálculos se realizarán mediante un modelo hidráulico adecuado a las características hidrodinámicas de la zona, y se contrastarán con los resultados obtenidos por procedimientos simplificados.

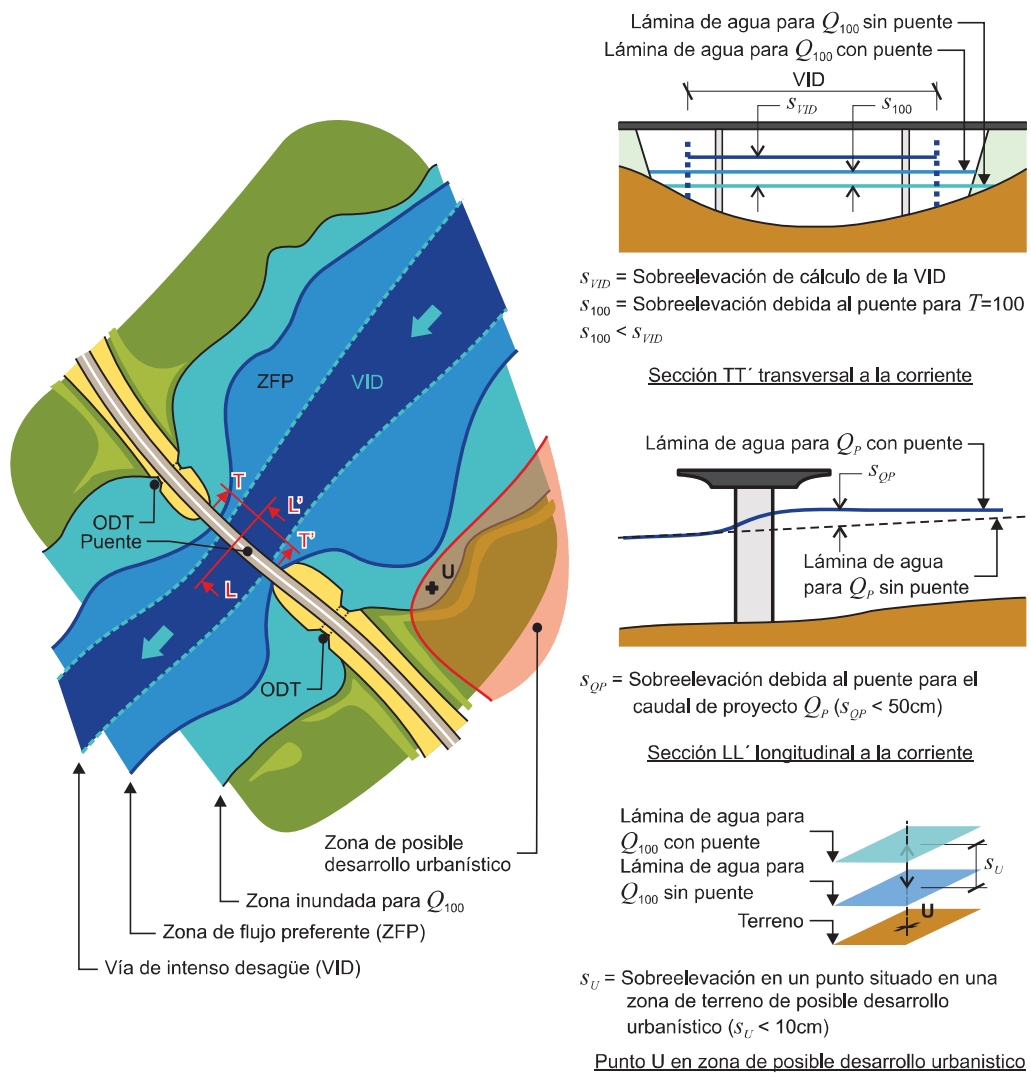


Figura 4.2 SOBREELEVACIÓN DEL NIVEL DE LA CORRIENTE EN PUENTES

4.3.2 Resguardo del tablero

El resguardo del tablero correspondiente a un determinado período de retorno $r_t(T)$ se define como la mínima diferencia de cotas entre el intradós del tablero del puente y la lámina de agua bajo él, correspondiente al período de retorno T .

Este resguardo se debe mantener en una anchura mayor o igual que doce metros (12 m) medida en dirección perpendicular a la corriente desde los estribos, o a partir de una distancia de dos metros (2 m) desde las pilas, según se indica en la figura 4.3.

Los puentes se deben proyectar manteniendo los resguardos mínimos que se indican:

- $r_t(T=100 \text{ años}) = 1,5 \text{ m}$
- $r_t(T=500 \text{ años}) = 1 \text{ m}$, salvo que en el proyecto se justifique un valor inferior

Las pilas deben estar orientadas en la dirección de la corriente. En caso de que no lo estuvieran, el mantenimiento del resguardo mínimo puede suponer que sean necesarias luces mayores (véase figura 4.3). Cuando se considere que la corriente pueda variar de dirección se debe comprobar el cumplimiento de la condición de resguardo según dicha dirección.

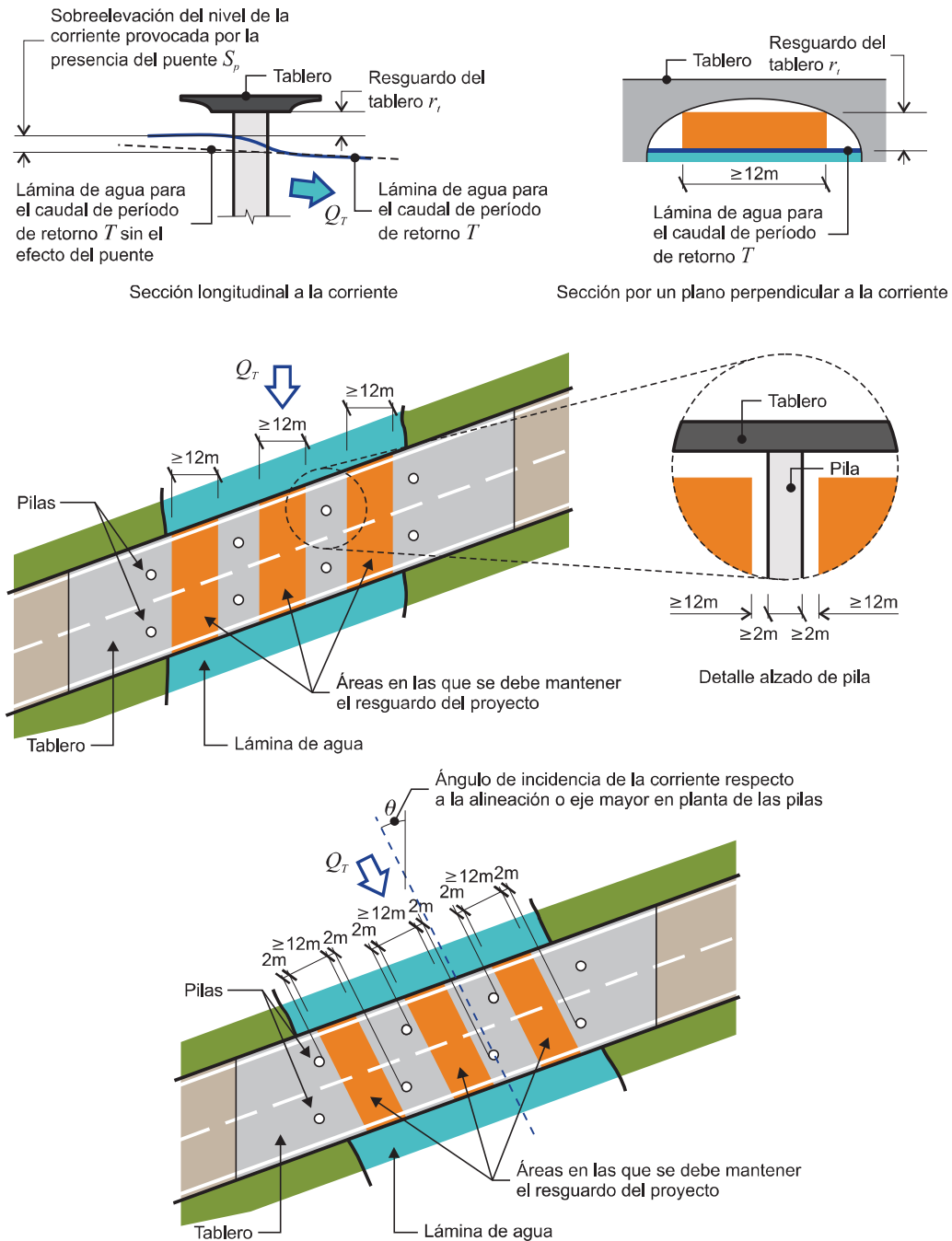


Figura 4.3 RESGUARDO DEL TABLERO

4.3.3 Erosión en los apoyos

En el proyecto se debe estimar la profundidad de erosión en pilas y estribos para la avenida de período de retorno de quinientos años ($T = 500$ años), lo que se tendrá en cuenta para la definición de las cimentaciones, disposición de protecciones y otras medidas.

La profundidad de erosión $e_T(x,y)$ en un punto P de coordenadas (x,y) para un período de retorno T , es la diferencia entre la cota del terreno considerada en el proyecto y la cota en el mismo punto durante la avenida de período de retorno T (véase figura 4.4).

$$e_T(x,y) = z_p - z(Q_T)$$

donde:

$e_T(x,y)$ (m)	Profundidad de erosión en un punto P de coordenadas (x,y) para un período de retorno T
z_p (m)	Cota del terreno considerada en el proyecto.
$z(Q_T)$ (m)	Cota de erosión o cota del terreno durante la avenida correspondiente al período de retorno T .

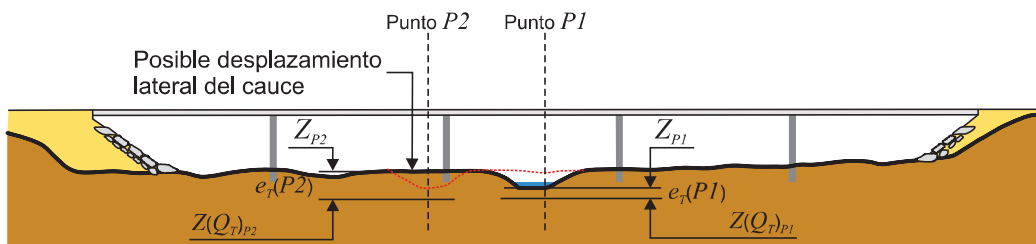


Figura 4.4 PROFUNDIDAD DE EROSIÓN

Cuando las dimensiones de las pilas y los estribos son pequeñas en relación con la anchura del cauce, la profundidad de erosión, e_T , se puede estimar, de un modo simplificado, como la suma de tres componentes (véase figura 4.5):

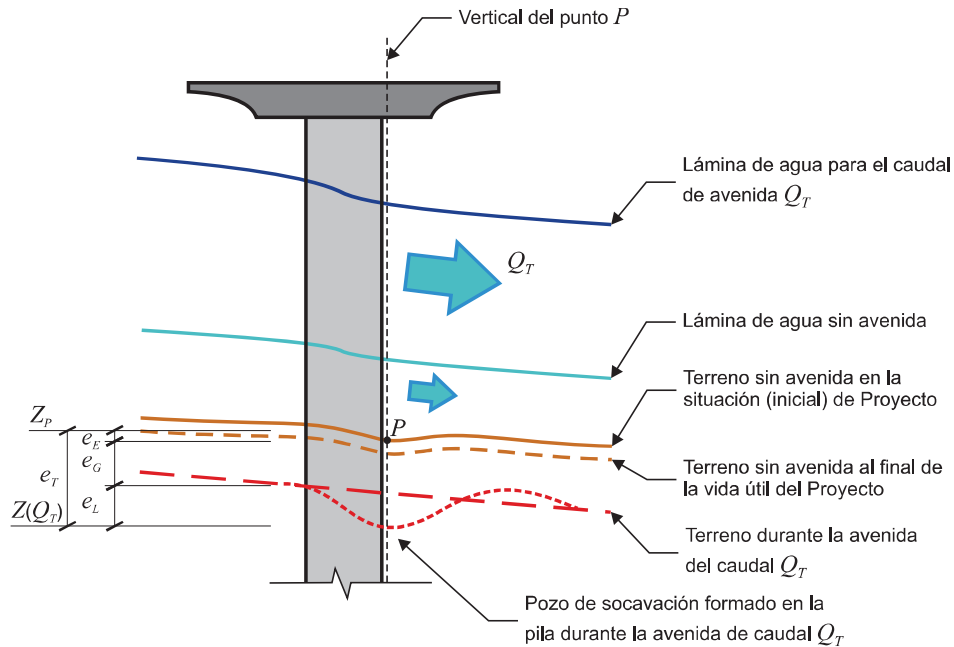
$$e_T(x,y) = e_E + e_G + e_L$$

donde:

$e_T(x,y)$ (m)	Profundidad de erosión en un punto P de coordenadas (x,y) para un período de retorno T .
e_E (m)	Erosión evolutiva, o evolución previsible de la cota del punto en ausencia de avenidas durante la vida útil del puente. Si hubiese acreción se tomará con valor nulo.
e_G (m)	Erosión general del cauce que se produciría sin el puente durante el paso de la avenida de período de retorno T , particularizada en el punto P .

e_L (m)

Erosión local particularizada en el punto P debida a la presencia en el cauce de las pilas y estribos del puente durante el paso de la avenida de período de retorno T .



Nota: La situación del punto P de mayor profundidad de erosión depende de la sección transversal de la pila

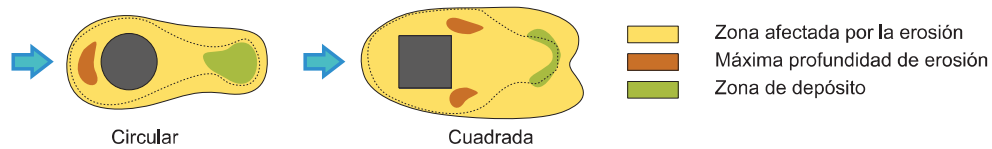


Figura 4.5 COMPONENTES DE LA EROSIÓN CUANDO LAS DIMENSIONES DE LOS OBSTÁCULOS AL PASO DE LA CORRIENTE SON PEQUEÑAS EN RELACIÓN CON EL CAUCE

Cuando las dimensiones de las pilas y los estribos no se pueden considerar pequeñas en relación con la anchura del cauce, se debe justificar el cálculo de la profundidad de erosión con un método que considere el efecto del estrechamiento del cauce (figura 4.6).

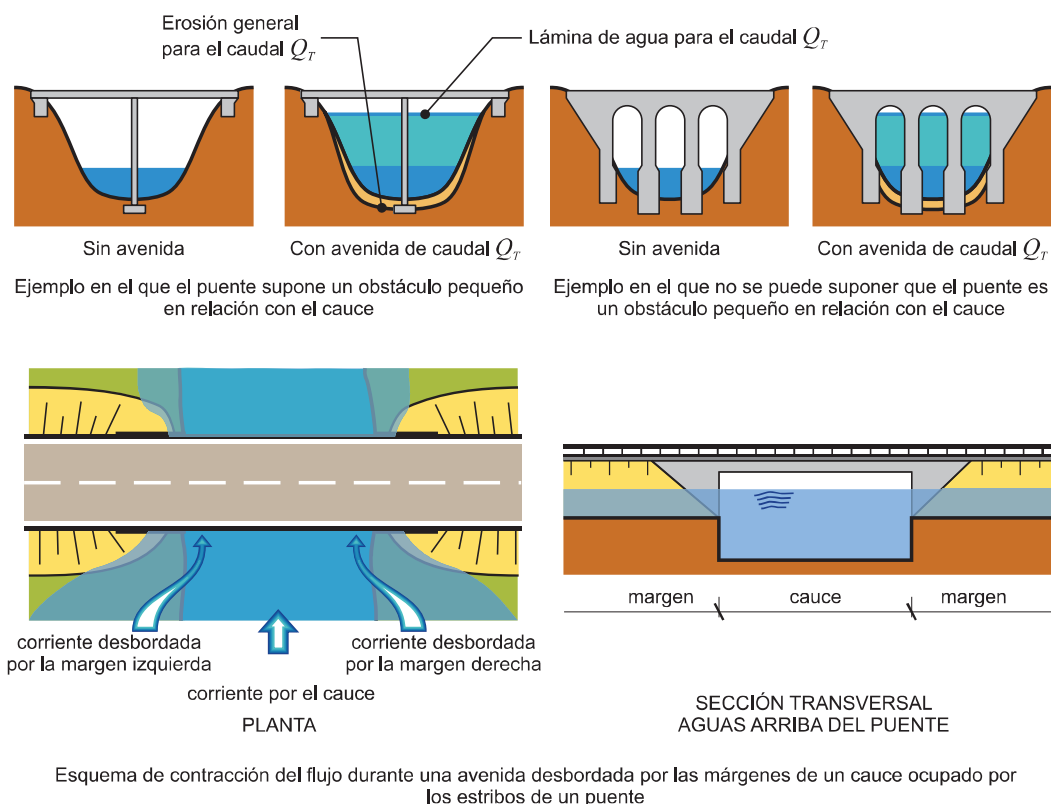


Figura 4.6 EJEMPLOS DE DIMENSIONES RELATIVAS DE OBSTÁCULOS QUE PRESENTA EL PUENTE Y EL CAUCE

Las cimentaciones se deben disponer por debajo de la cota de erosión $z(Q_T)$ correspondiente a la avenida de periodo de retorno de quinientos años ($T = 500$ años). En las cimentaciones profundas solo se podrá considerar la contribución resistente del terreno situado por debajo de la cota de erosión. Cuando se proyecten protecciones sobre elementos de cimentación, estas se deben disponer por debajo de la cota de erosión general $z_p = e_E - e_G$.

4.4 Obras de drenaje transversal

4.4.1 Encaje de las ODT en el terreno

4.4.1.1 Planta

Una ODT se compone de embocadura de entrada, uno o varios tramos enterrados, una embocadura de salida y conexiones entre ellos (véase figura 4.7). Los tramos enterrados se proyectarán con planta recta sin cambios de sección.

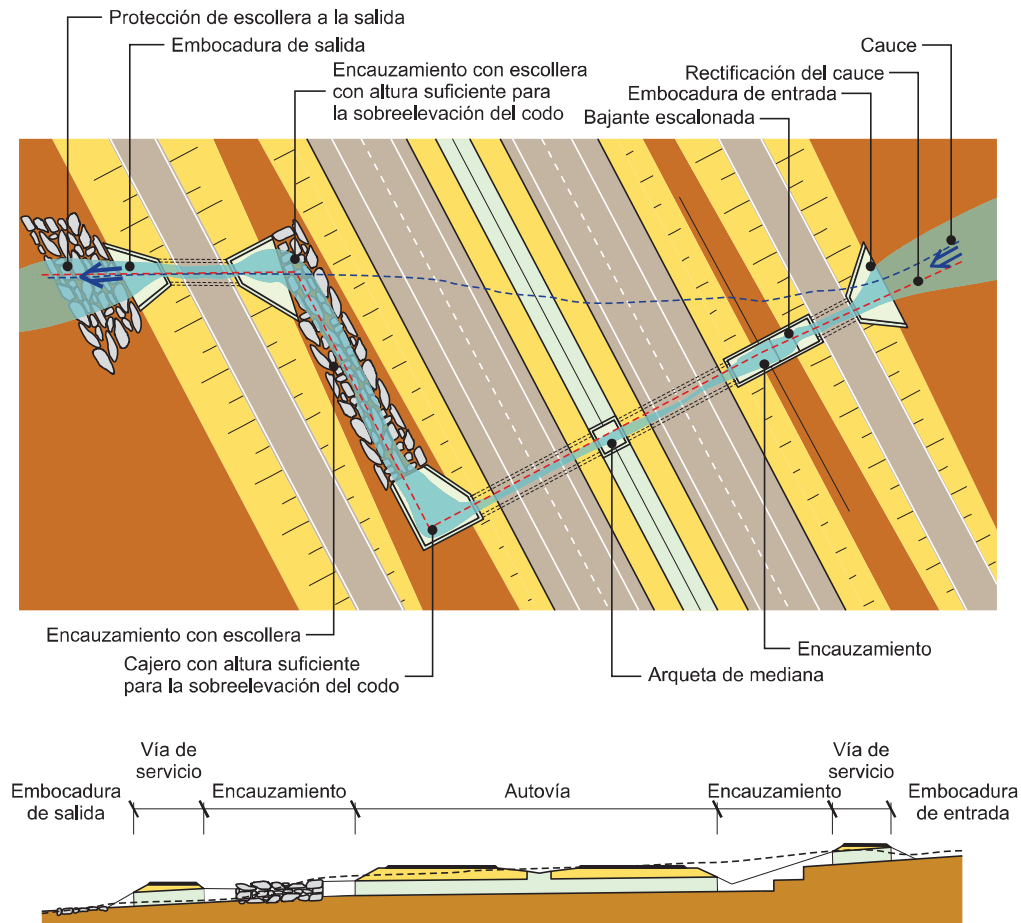


Figura 4.7 EJEMPLO DE ODT COMPUESTA DE VARIOS TRAMOS

La disposición más favorable para el funcionamiento hidráulico de la ODT es la coincidente con el cauce natural. Cuando no sea posible una coincidencia total se puede proyectar una rectificación del cauce evitando cambios bruscos en el trazado, en especial en la entrada de la ODT (véase figura 4.8).

En los tramos de cauce preexistentes que se sustituyan por una ODT y sus correspondientes encauzamientos, se deben proyectar los saneos, acondicionamientos y demás trabajos necesarios para permitir la ejecución de los rellenos sobre ellos.

Los cambios de alineación se proyectarán en las conexiones o en las embocaduras de entrada y salida, disponiendo protecciones para evitar desbordamientos y erosiones, teniendo en cuenta las sobreelevaciones y velocidades que se produzcan al paso del caudal de proyecto.

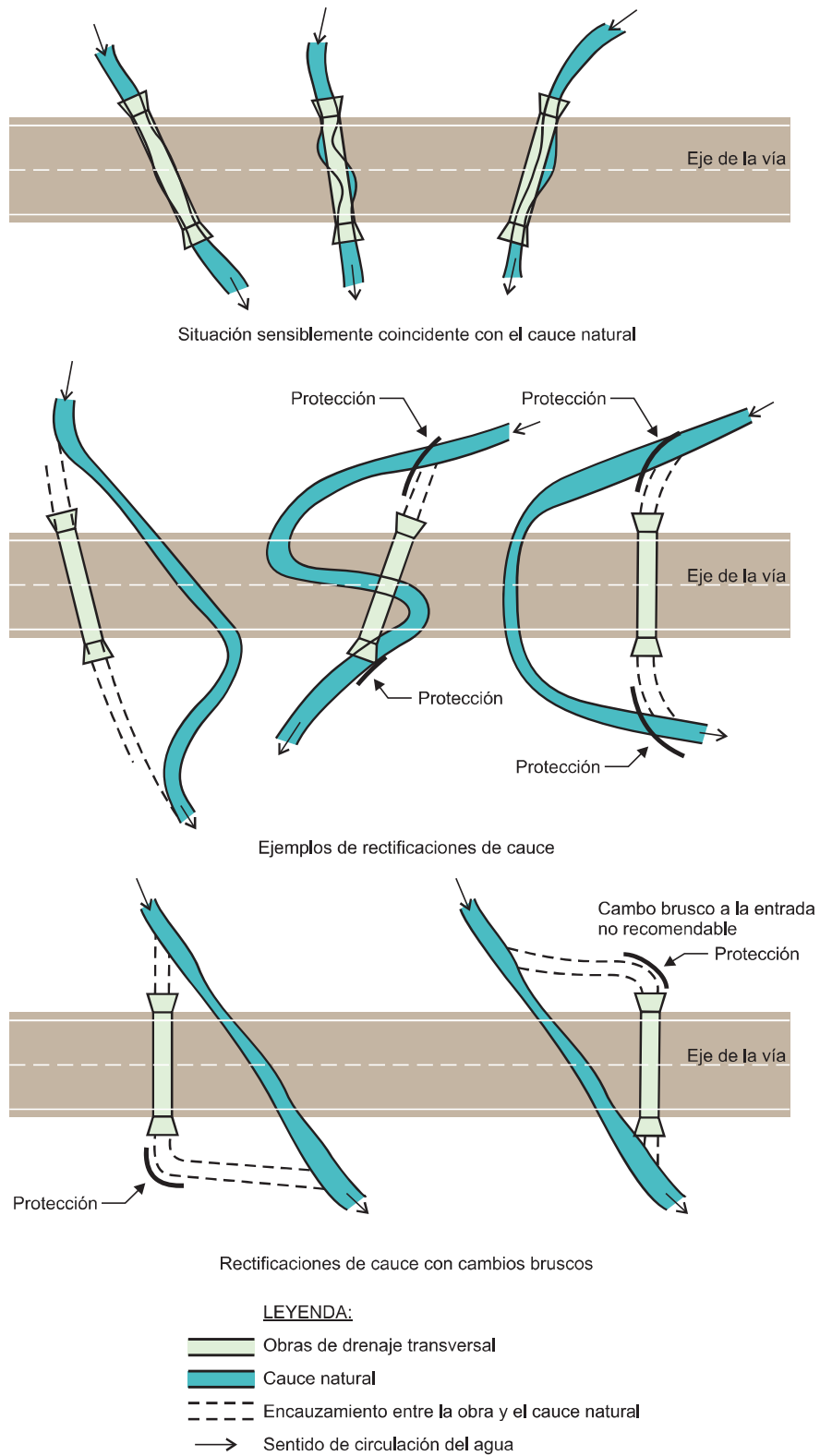


Figura 4.8 EJEMPLOS DE PLANTA DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

4.4.1.2 Perfil longitudinal

El perfil longitudinal de las ODT se ajustará lo más posible al del cauce o a su rectificación en planta. Cada uno de los tramos enterrados se proyectará con pendiente uniforme.

Cuando sean previsibles asientos importantes en el cimiento del relleno, la pendiente longitudinal de la ODT debe ser tal que añadiendo a su perfil longitudinal inicial la curva teórica de asientos, la capacidad de desagüe de la ODT sea suficiente para el caudal de proyecto (véase la figura 4.9). En ODT construidas in situ se deben tener en cuenta estos asientos en el cálculo estructural, mientras que en las constituidas por elementos prefabricados, las juntas deben de ser capaces de absorber estos movimientos.

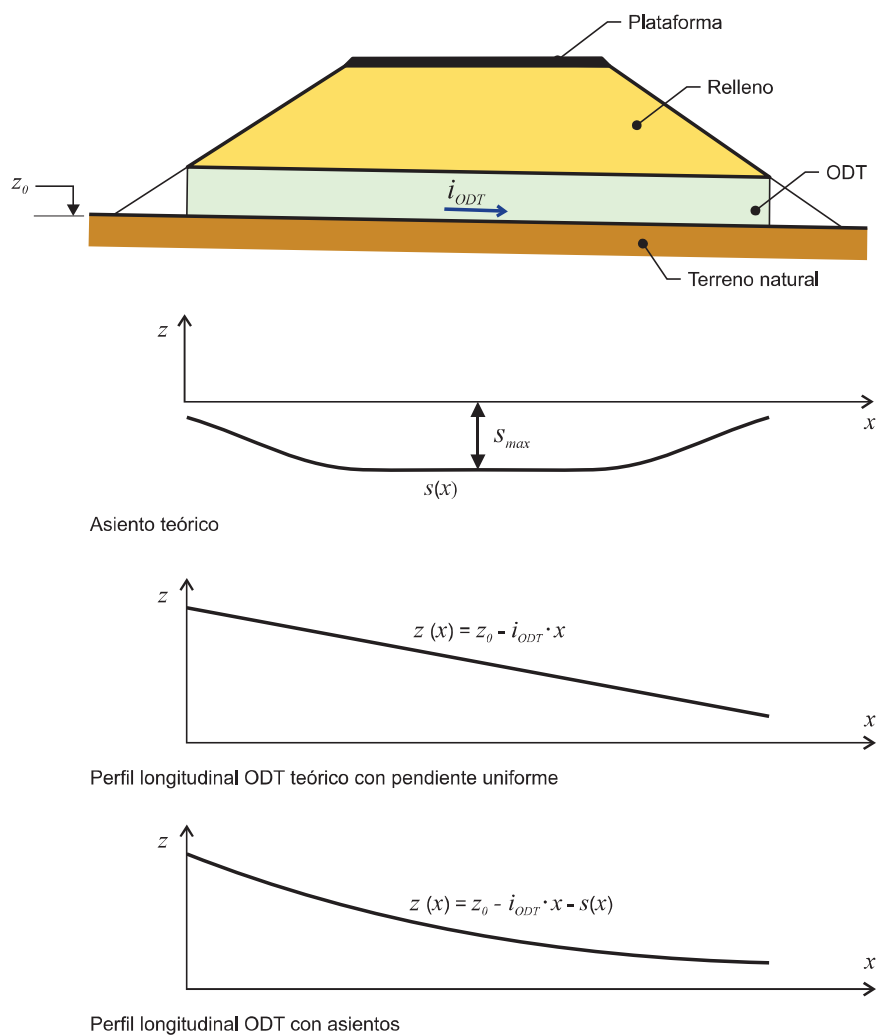
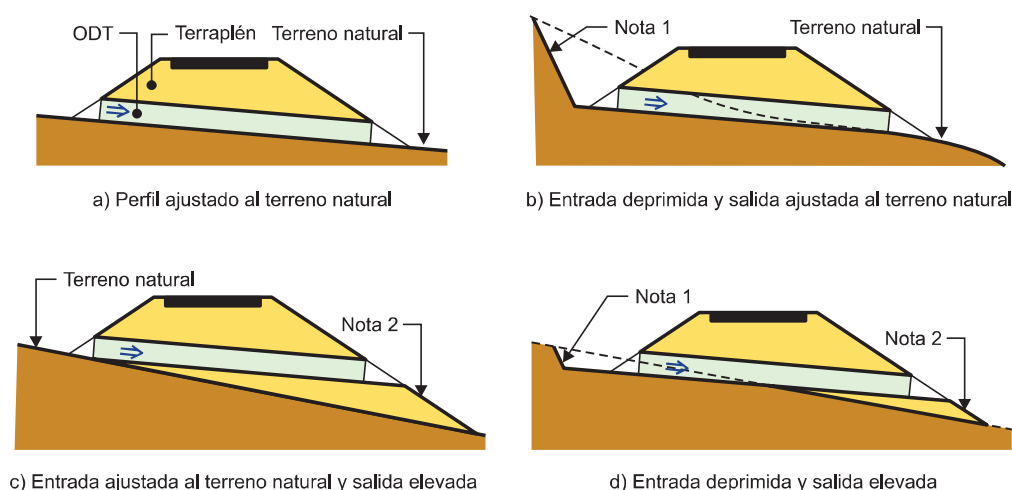


Figura 4.9 CONSIDERACIÓN DE LOS ASIENTOS DEL CIMIENTO DEL RELLENO

Los cambios de pendiente se situarán en las conexiones y en las embocaduras de entrada y salida, disponiendo protecciones para evitar desbordamientos y erosiones, teniendo en cuenta las sobreelevaciones y velocidades que se producen al paso del caudal de proyecto. Cuando se den velocidades muy altas puede ser necesario disponer disipadores de energía.

El perfil longitudinal está relacionado con la capacidad hidráulica de los conductos y puede dar lugar a problemas de aterramiento por insuficiencia de pendiente y de erosión por exceso de ella (epígrafe 4.4.5). Cuando la pendiente que resulte del cálculo hidráulico no se pueda encajar con las cotas de entrada y salida del cauce será necesario recurrir a diseños más complejos como rebajar la entrada, elevar la salida, o una combinación de ambas (véase figura 4.10 b, c y d). Estos casos requieren disponer elementos específicos (epígrafe 4.4.1.3).



Nota 1: la entrada deprimida o en desmorte requiere una definición especial de la embocadura de entrada.
 Nota 2: La salida elevada requiere una definición especial de la embocadura de salida.

Figura 4.10 TIPOS DE PERFIL LONGITUDINAL DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Excepcionalmente se podrán proyectar ODT con salida deprimida (véase figura 4.11), lo que puede requerir labores de conservación más intensas de lo habitual para mantener el perfil longitudinal y la sección desde la salida de la ODT hasta el cauce. Para ello se deben proyectar los accesos necesarios.

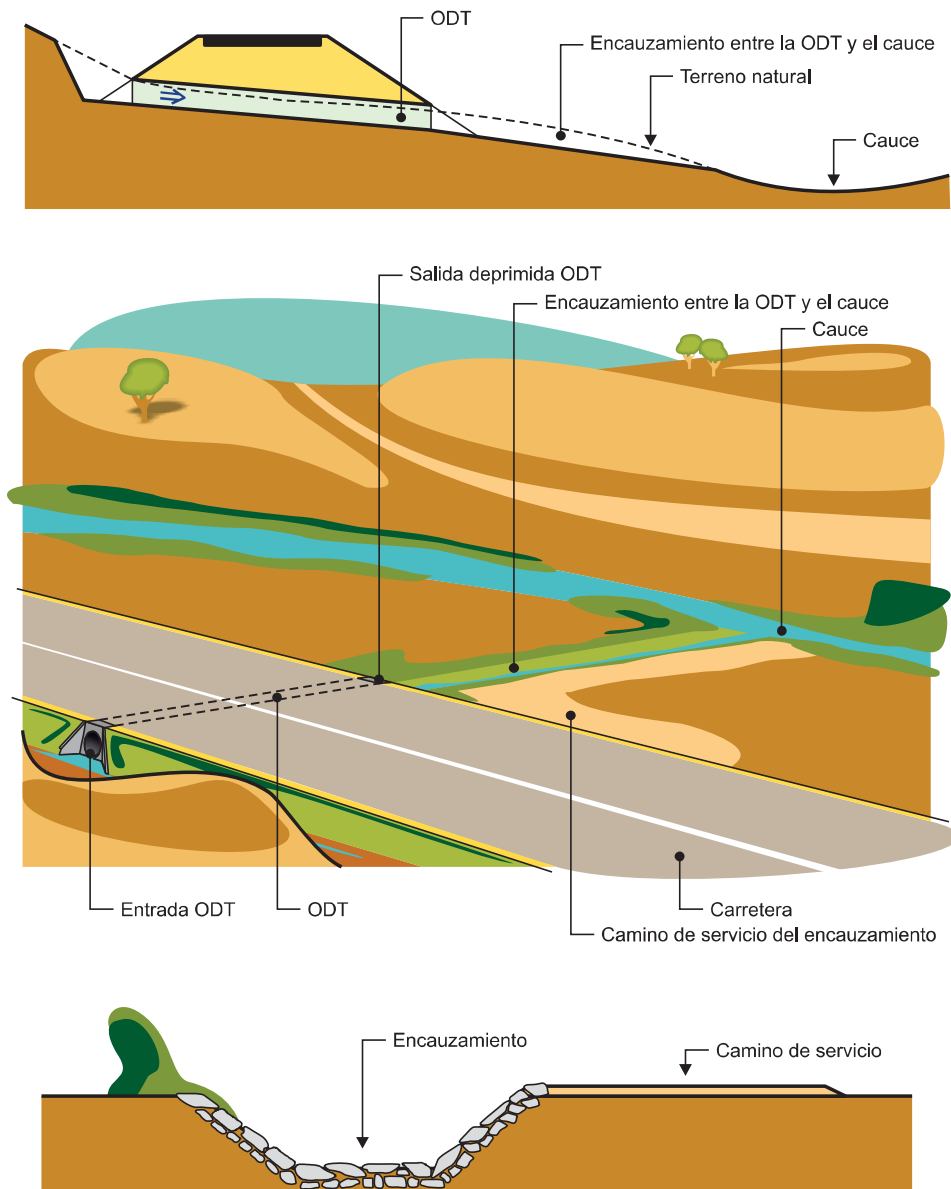


Figura 4.11 ODT CON SALIDA DEPRIMIDA

4.4.1.3 Embocaduras

Las embocaduras permiten acoplar el conducto al cauce y a los taludes de los rellenos. Tienen funciones de transición geométrica e hidráulica y deben ser resistentes a la erosión y socavación. Su disposición influye en las condiciones de desagüe.

La altura de las embocaduras de la ODT debe ser al menos uno coma dos veces la altura libre del conducto ($H_{emb} \geq 1,2H$) medida desde el plano de la solera (véanse las figuras 4.12 y 4.13).

Las embocaduras deben disponer de solera terminada en un rastrillo. Cuando sea necesario disponer protección de escollera ésta se colocará a continuación del rastrillo.

a. Embocaduras en terraplén

Donde la embocadura se sitúe en terraplén podrá ser:

- Embocadura con aletas (figura 4.12): Constituye el caso general de conducto que termina en un plano vertical, materializado por un elemento de contención del talud o muro frontal rematado por unas aletas que forman un ángulo θ con la directriz del conducto.

Normalmente el ángulo de las aletas con la corriente debe estar comprendido entre quince y setenta y cinco grados ($15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$). Cuando hubieran de disponerse aletas con un ángulo inferior a quince grados ($\theta < 15^\circ$), en general será preferible la construcción de aletas en prolongación ($\theta = 0^\circ$); para ángulos superiores a setenta y cinco grados ($\theta > 75^\circ$), en general será preferible la prolongación del muro frontal o de cabecera ($\theta = 90^\circ$).

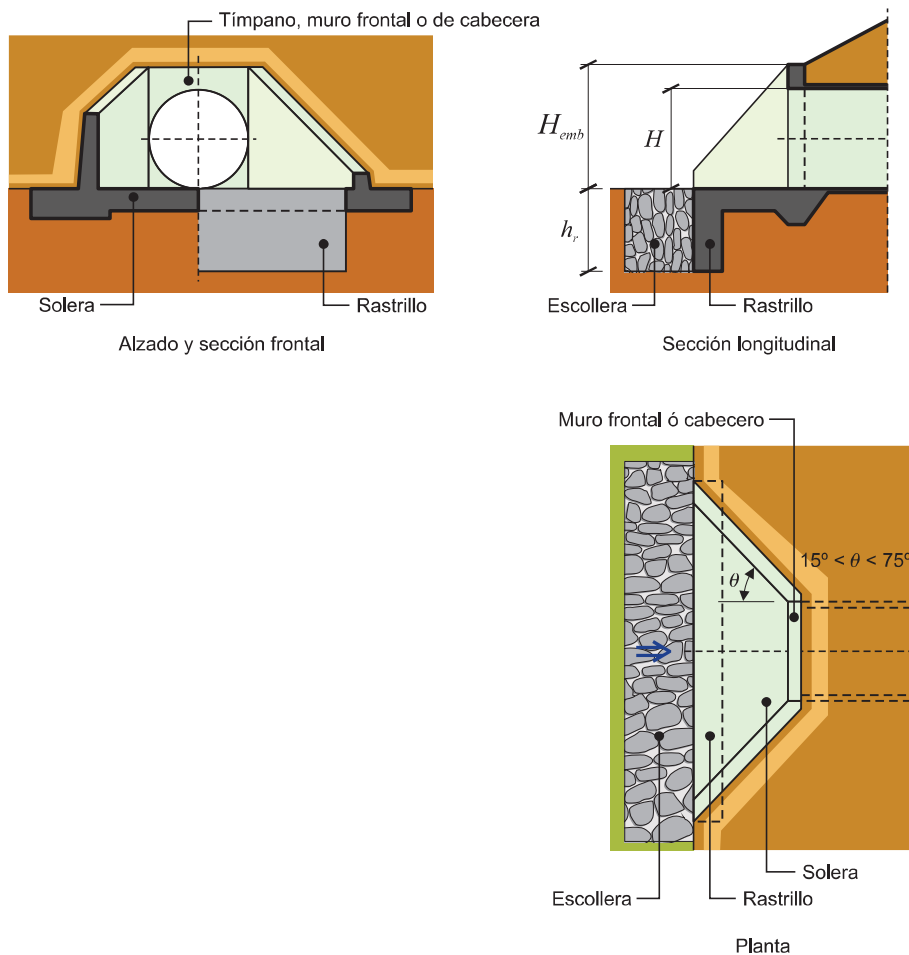


Figura 4.12 EJEMPLO DE EMBOCADURA CON ALETAS

- Embocadura ataluzada (figura 4.13): Se produce cuando las aletas están en prolongación del conducto ($\theta = 0^\circ$) y la ODT no sobresale del contorno geométrico del talud de terraplén. Debe protegerse su perímetro contra la erosión.

Esta configuración puede resultar adecuada para el proyecto de embocaduras rebasables por un vehículo que accidentalmente se saliese de la calzada, para lo cual debe disponerse un enrejado específico en la embocadura. En el cálculo hidráulico se debe tener en cuenta la posibilidad de obstrucción parcial del enrejado.

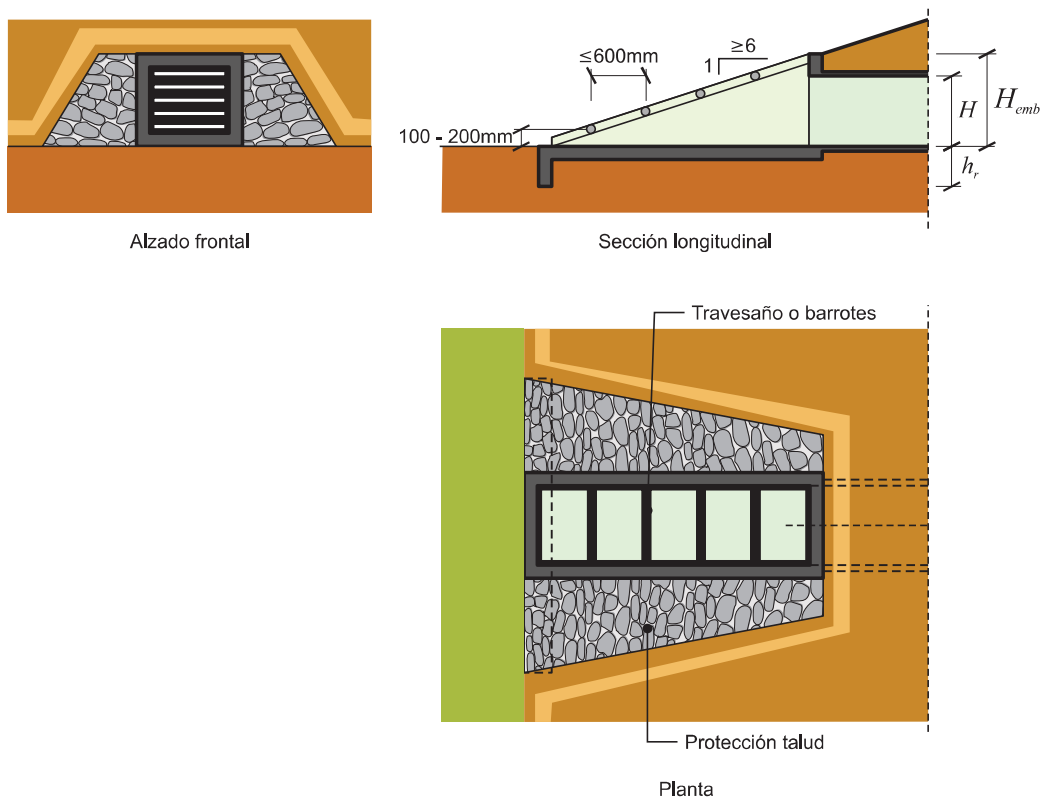


Figura 4.13 EJEMPLOS DE EMBOCADURAS ATALUZADAS

- Embocadura exenta (figura 4.14) es aquella en la que el cuerpo de la ODT se prolonga por fuera del relleno manteniendo su sección sin achaflanar y sin aletas.

Salvo justificación expresa del proyecto, no se deben disponer embocaduras exentas en terraplenes. Cuando la embocadura de salida se sitúe en un muro de sostenimiento, se admite este tipo de salida, siempre que el vertido no erosione el pie del muro o sea directo a una masa de agua.

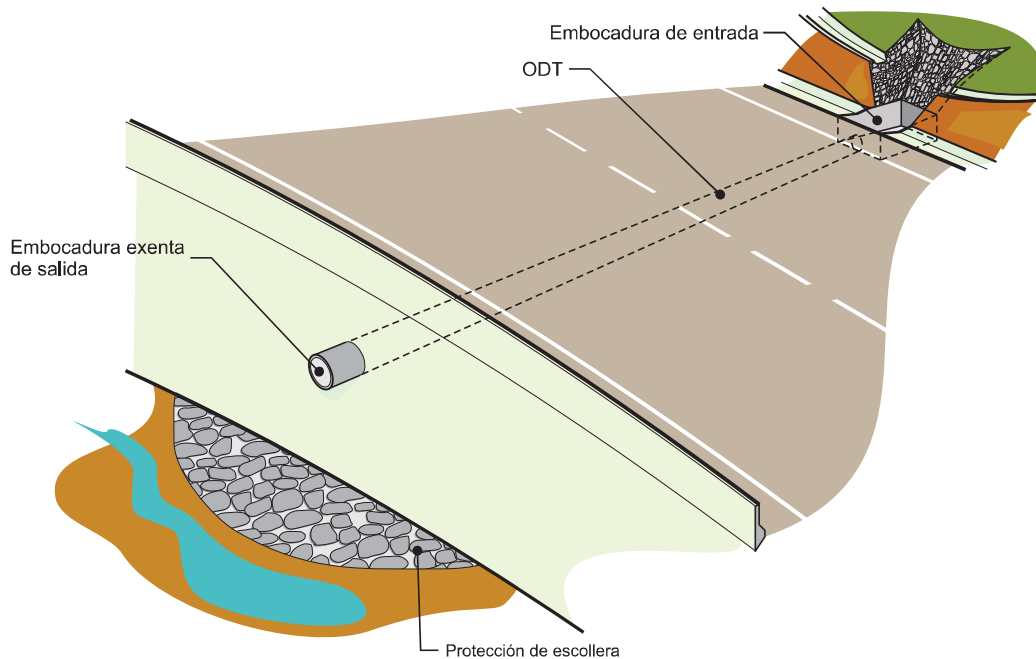


Figura 4.14 EJEMPLO DE EMBOCADURA EXENTA

- En determinadas circunstancias en el proyecto se podrá justificar el empleo de otros tipos de embocaduras específicas para procurar una mejora de la capacidad de desagüe, como las que presentan solera de entrada deprimida (figura 4.15). En este tipo de embocaduras pueden producirse aterramientos (ya que el cauce tenderá a restituir su rasante original) que requieren proyectar un acceso y realizar operaciones de limpieza con mayor frecuencia que en el caso general.

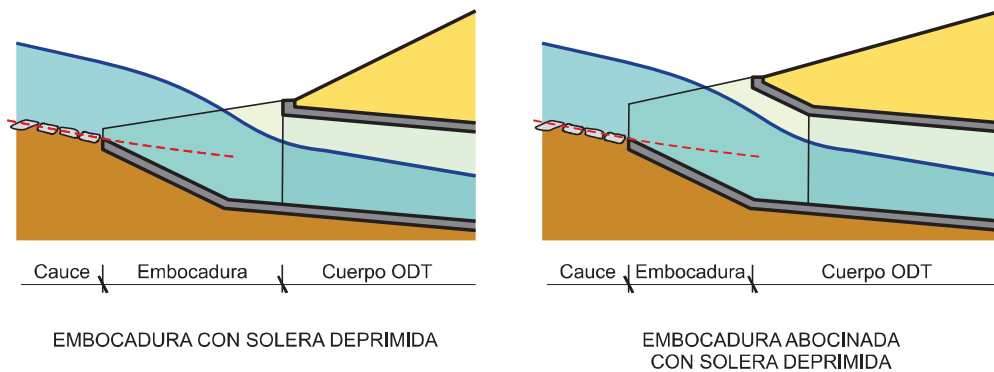


Figura 4.15 EJEMPLO DE EMBOCADURAS DE SOLERA DE ENTRADA DEPRIMIDA

Cuando la embocadura de salida esté elevada en el terraplén (figura 4.10 c y d), en el proyecto se deberá disponer una bajante con capacidad hidráulica suficiente y, cuando sea necesario, elementos de disipación de energía. En la figura 4.16 se representa un ejemplo de bajante escalonada a la salida de una ODT.

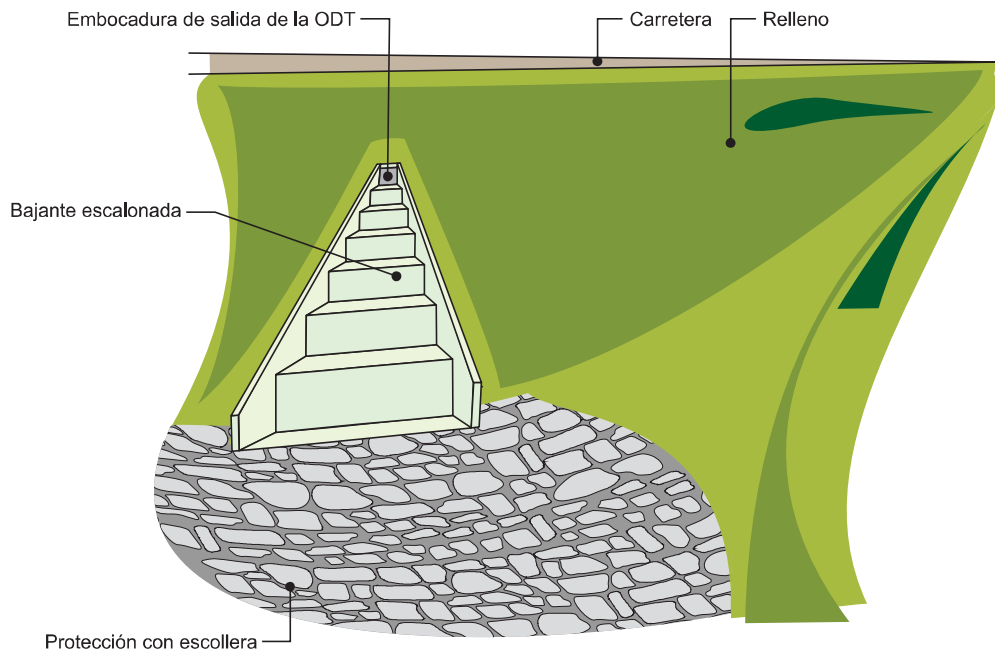


Figura 4.16 EJEMPLO DE EMBOCADURA CON BAJANTE ESCALONADA

b. Embocaduras en desmante

Las embocaduras de entrada correspondientes a una sección en desmante (figuras 4.10 b y 4.17) suelen consistir en:

- Una arqueta a la que desagua, a través de un sumidero, el drenaje de plataforma y márgenes de la carretera (véase ejemplo en la embocadura del colector transversal de la figura 3.1)
- Un cuenco de recogida de aguas, con o sin bajantes, con una embocadura como las descritas para los terraplenes (véase figura 4.17)
- Otras que el proyecto justifique convenientemente.

Excepcionalmente pueden proyectarse embocaduras de salida en desmante que suelen implicar cambios bruscos de dirección en la corriente y grandes sobrelevaciones localizadas. El desagüe se produce generalmente a encauzamientos o bajantes escalonados (figura 4.18).

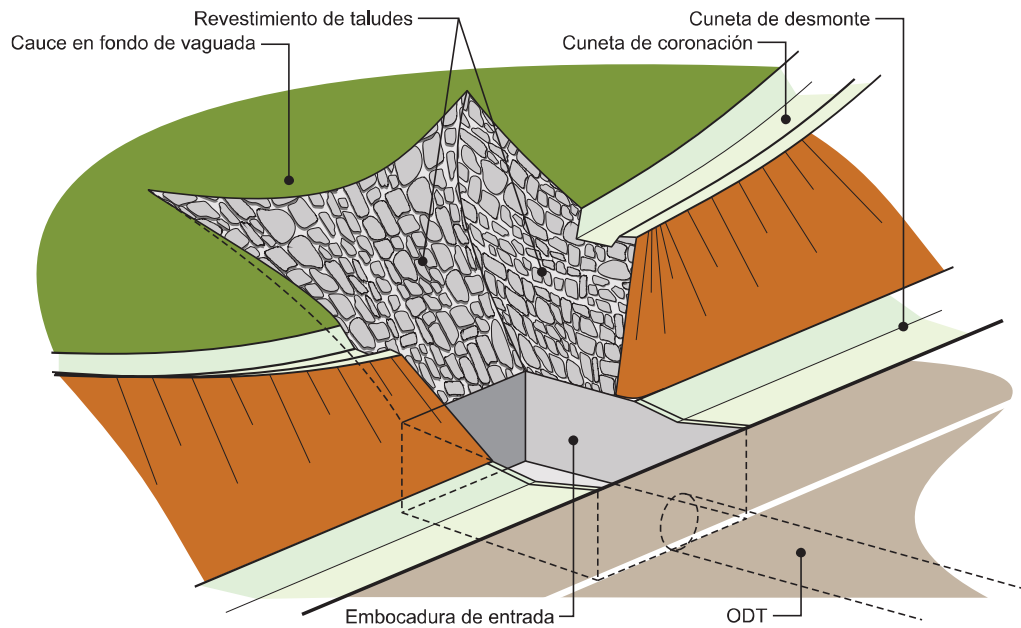


Figura 4.17 EJEMPLO DE EMBOCADURA DE ENTRADA EN UNA SECCIÓN EN DESMONTE

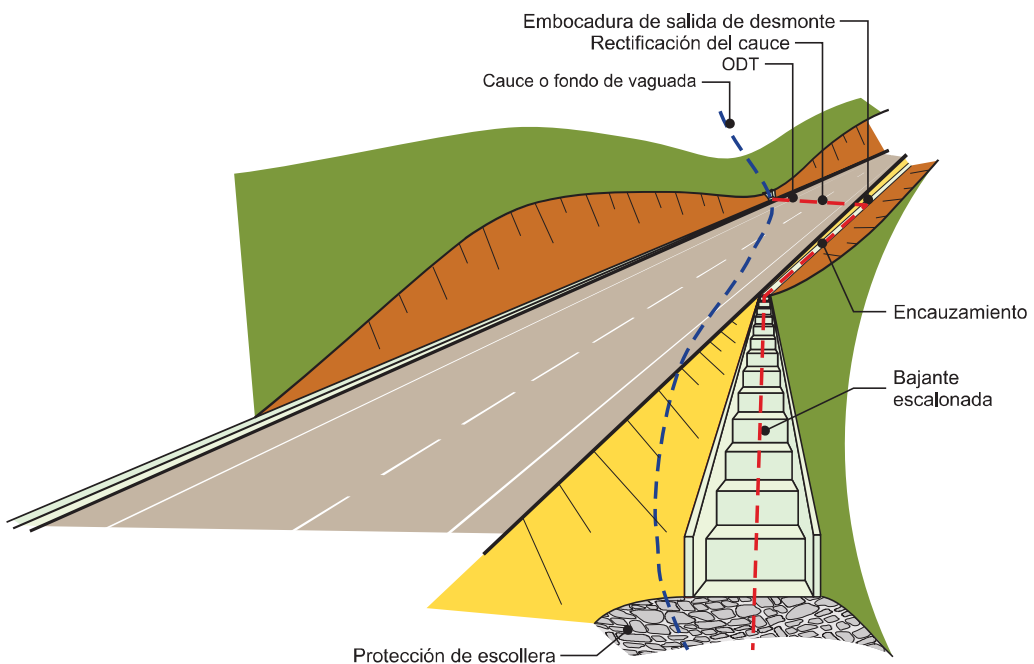


Figura 4.18 EJEMPLO DE EMBOCADURA DE SALIDA EN UNA SECCIÓN EN DESMONTE

4.4.2 Encaje de las ODT en el relleno

Atendiendo al encaje del perfil longitudinal de la ODT en el relleno, se deben considerar los siguientes casos:

- Instalación en zanja (véase figura 4.19 a)

- Instalación en un relleno (véase figura 4.19 b)
- Instalación en zanja realizada en un relleno (véase figura 4.19 c)

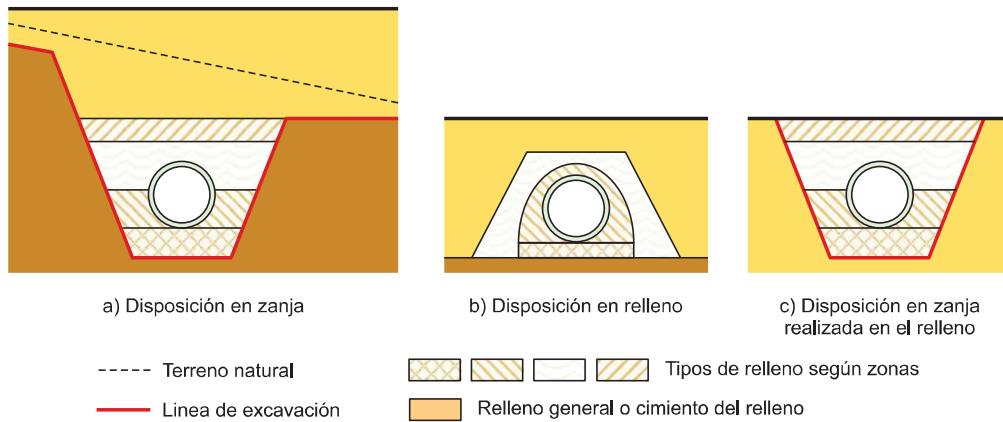


Figura 4.19 ENCAJE DE LA ODT EN EL RELLENO

En el cálculo estructural (epígrafe 4.4.7) se debe tener en cuenta el caso de que se trate y definir el tipo de rellenos a efectuar alrededor de la ODT. Estos rellenos se deben definir también considerando la diferencia de cotas entre la ODT y la rasante para conseguir una transición de rigidez adecuada, tanto verticalmente como en dirección longitudinal a la carretera.

4.4.3 Sección transversal

4.4.3.1 Dimensión libre mínima

La dimensión libre mínima de la sección transversal de una ODT de un solo tramo, D_L , se debe medir entre sus caras interiores y se define en función de la longitud de la obra entre las embocaduras de entrada y de salida. Su valor se debe determinar a partir de la tabla 4.1, salvo que la Administración Hidráulica prescriba un valor superior.

TABLA 4.1. DIMENSIÓN MÍNIMA RECOMENDADA DE UNA ODT EN FUNCIÓN DE SU LONGITUD

$L (m)$	$D_L (m)$
$L (m) < 3$	$D_L (m) \geq 0,6$
$3 \leq L (m) < 4$	$D_L (m) \geq 0,8$
$4 \leq L (m) < 5$	$D_L (m) \geq 1,0$
$5 \leq L (m) < 10$	$D_L (m) \geq 1,2$
$10 \leq L (m) < 15$	$D_L (m) \geq 1,5$
$L (m) \geq 15$	$D_L (m) \geq 1,8$

La dimensión D_L de la tabla 4.1 hace referencia a (figura 4.20):

- Sección circular: Diámetro
- Sección rectangular: Lado menor
- Resto de secciones: El diámetro del mayor círculo que se pueda inscribir en la sección.

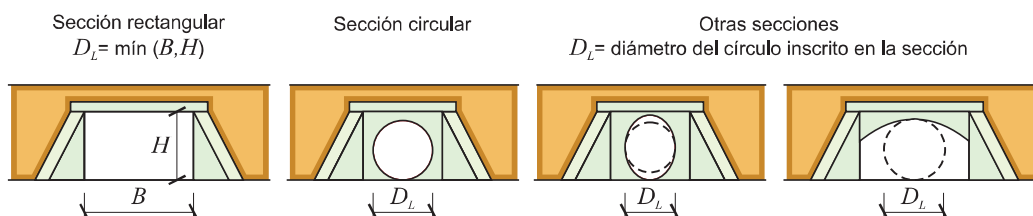


Figura 4.20 DIMENSIÓN LIBRE MÍNIMA

En las ODT que presenten varios tramos subterráneos separados por encauzamientos al aire libre, la dimensión libre mínima D_L en cada tramo será la mayor entre:

- La que le corresponde de acuerdo con la tabla 4.1.
- La mayor de entre las correspondientes a los tramos situados aguas arriba

En el proyecto se puede justificar la adopción de valores inferiores, que deben establecerse caso por caso.

Las obstrucciones por arrastre de cuerpos deben evitarse mediante dispositivos u obras específicas de protección aguas arriba de las ODT, que se deben definir en el proyecto.

Las dimensiones mínimas de los elementos de drenaje transversal de vías de servicio, reposiciones de caminos y otros viales ubicados inmediatamente aguas arriba o abajo de la carretera principal, se deben definir de conformidad con lo especificado en el capítulo 5.

4.4.3.2 Secciones especiales para paso de fauna

Cuando en el proyecto se determine que es necesario facilitar el paso de fauna por una ODT se pueden proyectar secciones o dispositivos especiales que requieren un cálculo hidráulico específico, tales como:

- Canal de aguas bajas
- Obra semienterrada (lecho móvil)
- Escalas de peces
- Rampas en arquetas para pequeña fauna
- Otras

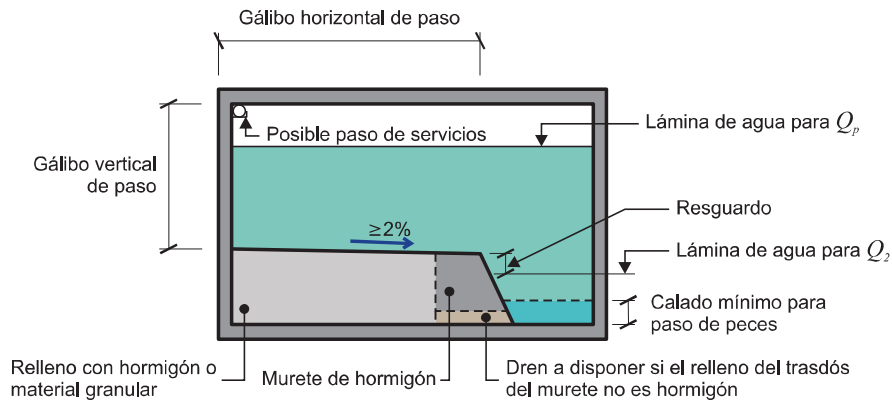


Figura 4.21 EJEMPLO DE SECCIÓN TRANSVERSAL ADAPTADA PARA PASO DE FAUNA

4.4.4 Comprobación hidráulica

Los tramos enterrados de las ODT (epígrafe 4.4.1.1) son conductos rectos de sección constante entre su entrada y su salida. Cada conducto presenta una curva característica que relaciona el caudal que desagua a través de él, Q , con la cota que alcanza la lámina de agua inmediatamente aguas arriba del conducto, medida a partir de la cota de la solera a su entrada, H_E (véase figura 4.22). Dicha curva es función de su sección transversal, pendiente, rugosidad y tipos de entrada y salida.

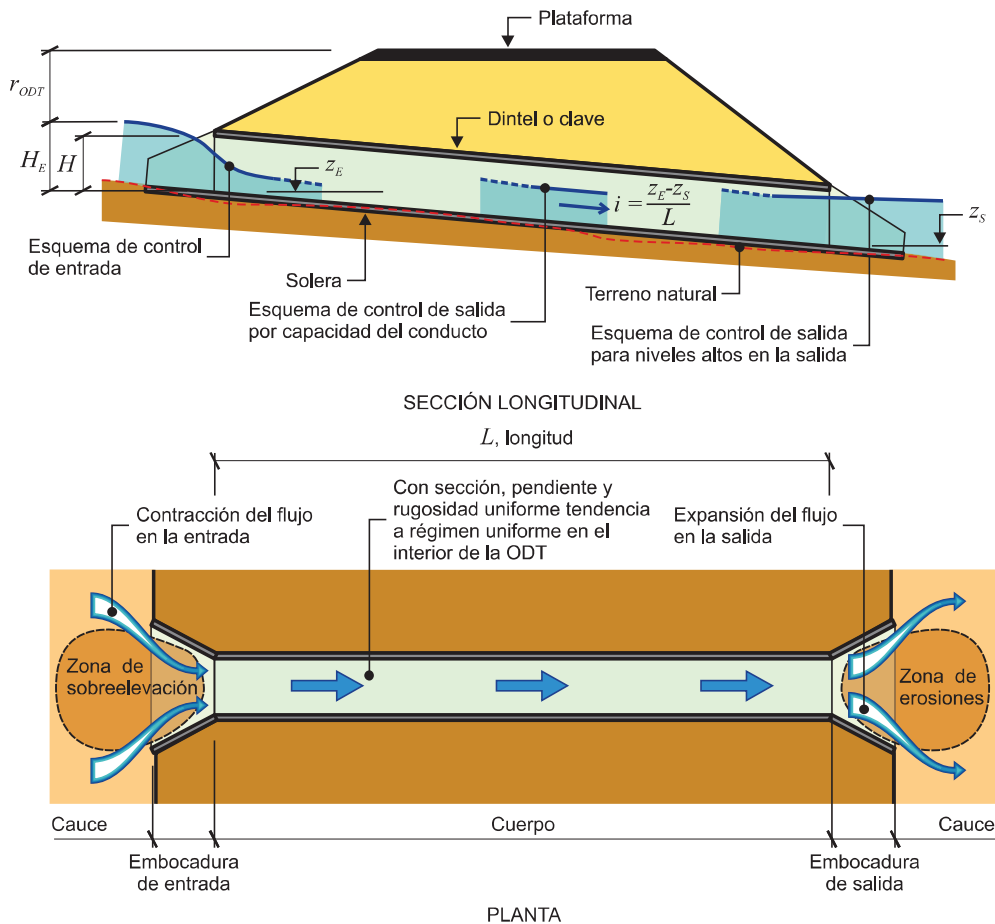


Figura 4.22 ESQUEMA DE UNA ODT

En la definición de la curva característica (véase figura 4.23) se diferencian distintos tramos dependiendo de las secciones de control que se produzcan:

- Control de entrada, cuando la capacidad de desagüe de la ODT viene dada por la capacidad de la entrada.
- Control de salida, cuando la capacidad de desagüe de la ODT viene dada por la capacidad del conducto o los niveles de agua en el cauce a la salida.
- Desbordamiento a otras cuencas primarias o por encima de la calzada.

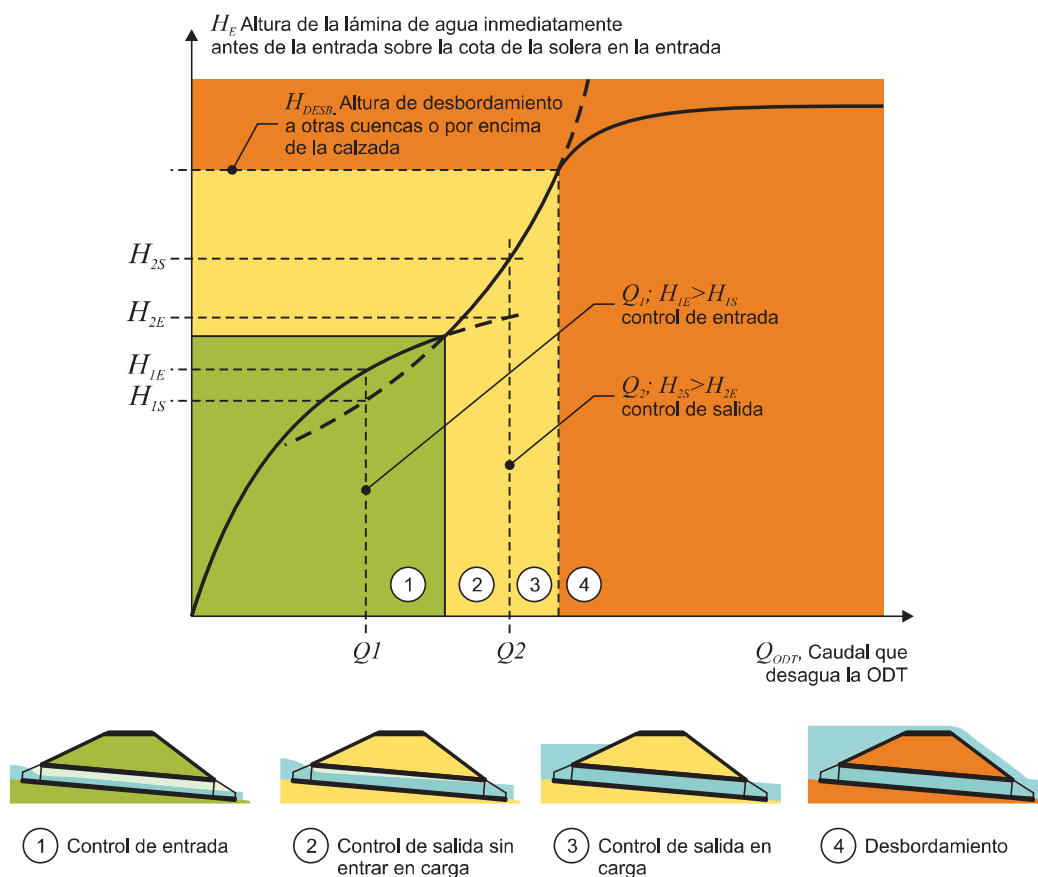


Figura 4.23 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA ODT

Las ODT se deben proyectar para cumplir las siguientes condiciones relativas al caudal de proyecto Q_p :

- Con carácter general deben funcionar con control de entrada. No obstante en el proyecto se puede justificar la adopción de un criterio diferente.
- La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la ODT será el menor valor de entre los dos siguientes:
 - Cincuenta centímetros (50 cm)
 - La correspondiente a una altura de lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ($H_E < 1,2 H$).

En casos excepcionales, con la conformidad de la Administración Hidráulica, se podrá justificar la utilización de criterios distintos a los anteriores.

- Con carácter general, el resguardo libre existente hasta la plataforma (figura 4.22) debe ser superior a cero coma cinco metros ($r_{ODT} \geq 0,5 \text{ m}$). No obstante en el proyecto se puede justificar la adopción de un criterio diferente.
- Cuando a la entrada o a la salida de una ODT la lámina de agua entre en contacto con el relleno se tendrán en cuenta la velocidad de la corriente y las características del material que lo constituye para disponer las protecciones necesarias.
- La velocidad debe ser inferior a la máxima admisible en función del material de la ODT (véase tabla 3.2).
- A la salida se debe producir la continuidad o expansión del flujo al incorporarse al cauce natural sin generar erosiones ni aterramientos, proyectando las medidas necesarias en su caso.

En el proyecto se debe incluir la curva característica de cada ODT, que relaciona el caudal desaguado con la altura de lámina de agua a la entrada (Q , H_E).

4.4.5 Erosiones y aterramientos

4.4.5.1 Erosiones

En un cauce con una ODT se debe distinguir entre:

- Erosión evolutiva: En los casos en que el cauce natural no hubiera alcanzado un perfil de equilibrio sino que estuviese evolucionando hacia otro con pendiente inferior (figura 4.24).
- Erosión localizada: La que se debe directamente a la presencia de la ODT (figura 4.24)

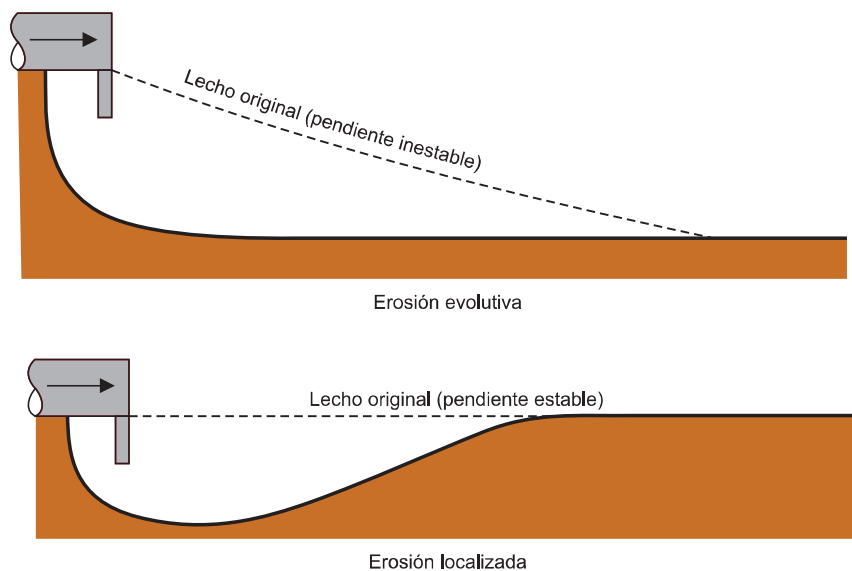


Figura 4.24 TIPOS DE EROSIÓN A LA SALIDA DE UNA ODT

La corrección de la erosión evolutiva requiere actuaciones en el cauce que, en general, exceden del alcance de esta norma. En cualquier caso, durante la explotación de la carretera se debe observar el comportamiento de los cauces en este sentido (apartado 6.2).

Las protecciones frente a la erosión localizada pueden proyectarse en función de la velocidad a la salida de la ODT para el caudal de proyecto, o estimarse mediante procedimientos simplificados a partir de las características del flujo en la ODT.

4.4.5.2 Aterramientos

En general las ODT que respetan la cota, pendiente del cauce y orden de magnitud de su anchura para avenidas cuyo período de retorno no supere los diez años ($T \leq 10$ años), no suelen presentar problemas de aterramiento. Debe tenerse en cuenta que cuando el conducto tenga la solera deprimida el cauce tenderá a restituir la rasante original de su lecho.

En perfiles de escasa pendiente podrá estimarse el riesgo de aterramiento por medio del parámetro i :

$$i = \frac{L}{H} (J_0 \sqrt{b/B} - j)$$

donde:

L = Longitud del conducto

H = Altura del conducto

j = Pendiente del conducto

J_0 = Pendiente del cauce

B = Anchura del conducto. En el caso de sección circular se tomará el diámetro

b = Se tomará el mayor valor de entre B y la anchura del cauce natural

Si $i < 0,1$ se puede considerar que el riesgo de aterramiento es bajo. En caso contrario deben analizarse las soluciones siguientes:

- Modificación del proyecto de la ODT, actuando sobre su trazado o su sección transversal.
- Construcción de areneros o balsas de retención de sedimentos, aguas arriba de la ODT.

4.4.6 Materiales

Salvo justificación en contra en el proyecto, las ODT serán obras de hormigón in situ o prefabricado y deberán cumplir la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

El hormigón debe estar dosificado de forma que se consiga una durabilidad adecuada, teniendo en cuenta las singularidades de las ODT por estar en contacto con agua que puede tener sales disueltas y producir erosión. En particular en cuencas con presencia de yesos se debe analizar la conveniencia de utilizar cementos sulforresistentes.

Cuando se utilicen elementos prefabricados deberán tener el correspondiente marcado CE, su declaración de prestaciones y las instrucciones, información de seguridad y normas de producto que les sean de aplicación, las cuales deberán ser especificadas en el proyecto.

4.4.7 Cálculo estructural de las ODT

El cálculo estructural de los marcos, aletas, frontales, muros, así como de cualquier otro elemento estructural debe abordarse de acuerdo con la normativa sobre acciones y cálculo de aplicación a los proyectos de carretera. Cuando sean de hormigón deberán cumplir la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

El cálculo de elementos prefabricados que tengan norma de producto que incluya métodos de cálculo y categorías resistentes asociadas, se debe realizar de acuerdo con lo dispuesto en sus correspondientes normas, las cuales deberán ser especificadas en el proyecto.

4.5 Rellenos

4.5.1 Consideraciones generales

Se debe tener en cuenta la posibilidad de que los rellenos sean alcanzados por láminas de agua, así como la velocidad y altura de la corriente. Esta situación puede provocar la erosión de los espaldones y percolación de agua en el interior del relleno.

Para evitar la erosión del relleno, en el proyecto se debe estudiar la posibilidad de:

- Cambiar el trazado de la carretera.
- Encauzar o cambiar la dirección de la corriente para que no afecte al relleno.
- Proteger el espaldón del relleno contra la erosión provocada por la corriente disponiendo para ello escollera u otro tipo de unidades de obra a definir en el proyecto.

La percolación de agua en el relleno por la lámina de agua puede incidir sobre la estabilidad del relleno, por lo que en el proyecto se debe analizar:

- El equilibrio global teniendo en cuenta que:
 - ▶ La formación de la línea de saturación (véase figura 4.25) requiere un período de tiempo que depende de la permeabilidad del relleno. La situación más desfavorable se suele producir cuando hay un descenso rápido de la lámina de agua.
 - ▶ En rellenos apoyados sobre laderas (epígrafe 3.3.4.4), la formación de la línea de saturación se puede desarrollar de un modo lento y progresivo por repetición de episodios de aparición de láminas de agua asociadas a períodos de retorno bajos, que alcancen el espaldón situado aguas arriba (véase figura 3.25).
- La rotura hidráulica por tubificación (véase figura 4.26). Se puede considerar que el riesgo de tubificación es bajo cuando:
 - ▶ Las curvas granulométricas son continuas.
 - ▶ Se cumple que $D_{15} < 5 D_{85}$

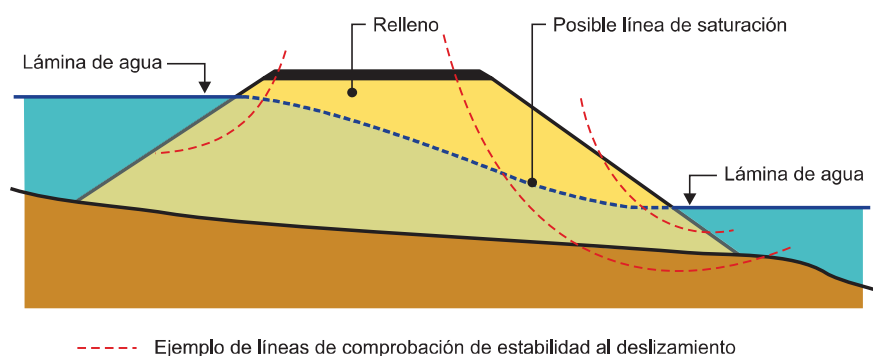


Figura 4.25 EJEMPLO DE SITUACIONES DE INESTABILIDAD DE RELLENOS CON LÁMINAS DE AGUA

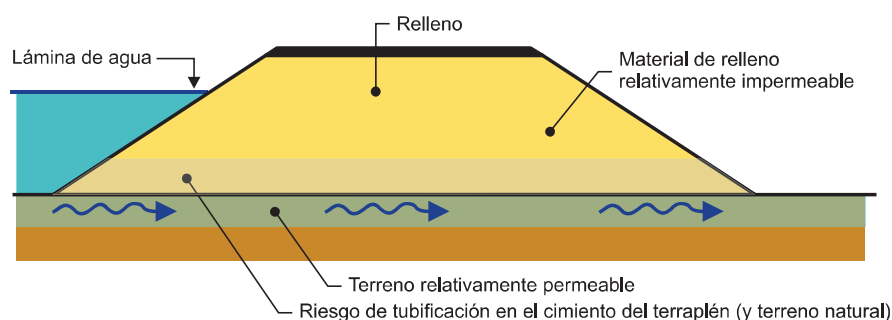


Figura 4.26 EJEMPLO DE SITUACIÓN EN LA QUE SE PODRÍA PRODUCIR TUBIFICACIÓN

4.5.2 Zonificación de la sección transversal en rellenos alcanzados por lámina de agua

Con objeto de hacer frente a los problemas citados anteriormente, los materiales a utilizar en el relleno deben cumplir determinadas características en función de la cota de la lámina de agua considerada (véase figura 4.27):

- La correspondiente al caudal de período de retorno de diez años ($T = 10$ años) más un resguardo a establecer en el proyecto, que debe ser superior o igual a cinco metros ($r_{10} \geq 0,5$ m). Por debajo de dicha cota los materiales deben ser algunos de los que se indican a continuación:
 - Escollera con las propiedades mecánicas y husos granulométricos adecuados a la función de protección hidráulica. Debe estar separada del resto del relleno por un filtro.
 - Pedraplén o relleno todo uno cuyo pase por el tamiz cero coma cero sesenta y tres sea menor del cinco por ciento ($\# 0,063 < 5\%$), estables frente al desmoronamiento en agua, conforme a los criterios de los artículos 331 y 333 del PG-3.
- La correspondiente al caudal de período de retorno de cien años ($T = 100$ años) por debajo de la cual los materiales deben ser:
 - Materiales como los requeridos para su ubicación bajo la cota correspondiente al caudal de período de retorno de diez años ($T = 10$ años) más el resguardo establecido en el proyecto.

- ▶ Suelos seleccionados o adecuados.
- ▶ Suelos tolerables que cumplan simultáneamente:
 - › Pase por el tamiz cero coma cero sesenta y tres menor del veinticinco por ciento ($\# 0,063 < 25 \%$).
 - › Atendiendo a criterios de plasticidad, presentar valores propios de los suelos adecuados o seleccionados.

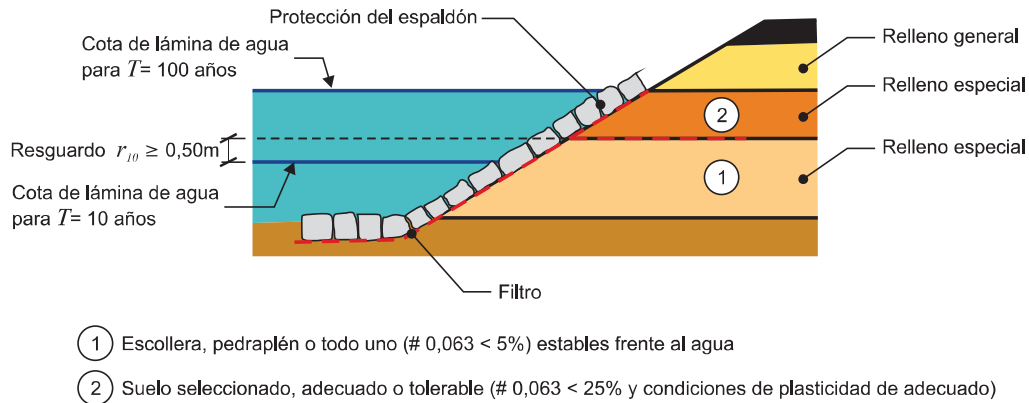


Figura 4.27 ZONIFICACIÓN DE RELLENOS ALCANZADOS POR LÁMINAS DE AGUA

Cuando sea necesario disponer protecciones de escollera u otro tipo sobre los espaldones de los rellenos, deben alcanzar al menos la cota de la lámina de agua correspondiente al caudal de período de retorno de cien años ($T=100$ años). Se debe proyectar un filtro entre la protección y el relleno.

Para tratar de evitar fenómenos de erosión interna, tanto en las ODT como en cualquier otro conducto que discurra por el relleno, las juntas de construcción in situ o entre elementos prefabricados deben ser impermeables.

La ejecución de ODT que discurran por materiales sensibles al agua, o bien en rellenos en que se prevea la existencia de asentamientos postconstructivos importantes, requiere proyectar medidas especiales, adicionales a las anteriores, tales como encamisado de tubos o sellado de juntas.

4.5.3 Resguardo de los rellenos

En zonas alcanzadas por láminas de agua ajenas a los elementos de drenaje de plataforma y márgenes, las aristas superiores de los rellenos (cabezas de taludes de terraplén) deben presentar una diferencia de cota con respecto a la lámina de agua de la avenida de período de retorno quinientos años superior a medio metro $r_r(T=500 \text{ años}) > 0,50 \text{ m}$ (véase figura 4.28).

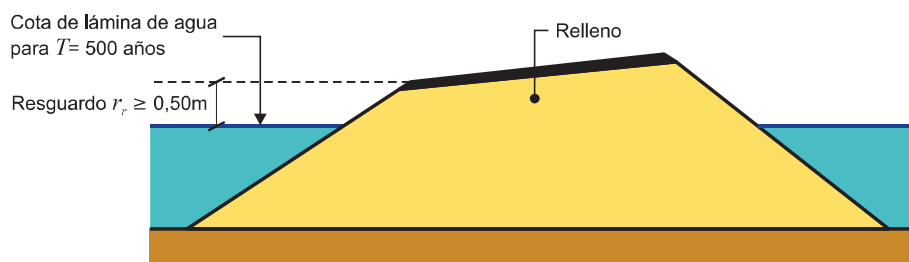


Figura 4.28 RESGUARDO DE LOS RELLENOS

4.6 Planas inundables

Donde la carretera discorra en terraplén por zonas llanas amplias en las que no existan cauces claramente definidos y, en general, en las llanuras de inundación, se debe efectuar un estudio del esquema de flujo al paso del caudal de proyecto. Este análisis debe efectuarse con carácter general mediante modelos hidráulicos de tipo bidimensional que permitan definir la ubicación de las obras, el reparto de caudales entre ellas y obtener las sobreelevaciones, velocidades y tiempo de duración de la inundación que resulte.

Normalmente se proyectarán puentes u ODT en los puntos más bajos del terreno y en otros elegidos adecuadamente para colaborar al paso del caudal, al control de las sobreelevaciones y a la disminución del tiempo de inundación, que no debe incrementarse significativamente.

Para tratar de asegurar en las zonas planas sin cauces bien definidos el funcionamiento del drenaje transversal, se debe comprobar que se cumplen las condiciones de los apartados 4.3 y 4.4, añadiendo las siguientes consideraciones:

- ODT con dimensión libre mínima de la sección transversal inferior a un metro y ochenta centímetros ($D_L < 1,80$ m): Reducción de la sección de desagüe en un cincuenta por ciento (50%). En el proyecto se puede modificar justificadamente este valor en función de las características particulares de cada obra y su emplazamiento.
- Consideración de la capacidad de drenaje de los pasos inferiores.
- Posibilidad de proyectar obras de alivio cuya dimensión libre mínima sea superior a un metro y ochenta centímetros ($D_L > 1,80$ m)

Cuando no exista cauce definido en el punto de desembocadura de una ODT se debe estudiar la posibilidad de proyectar a su salida un cunetón u otro tipo de obra, que permita el reparto del caudal longitudinalmente a la carretera (véase figura 4.29).

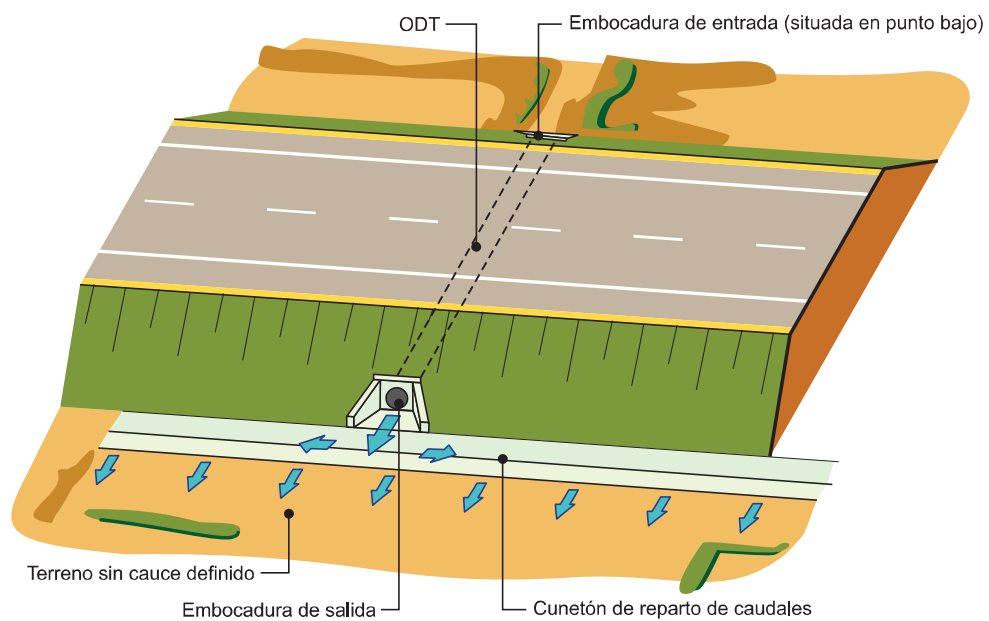
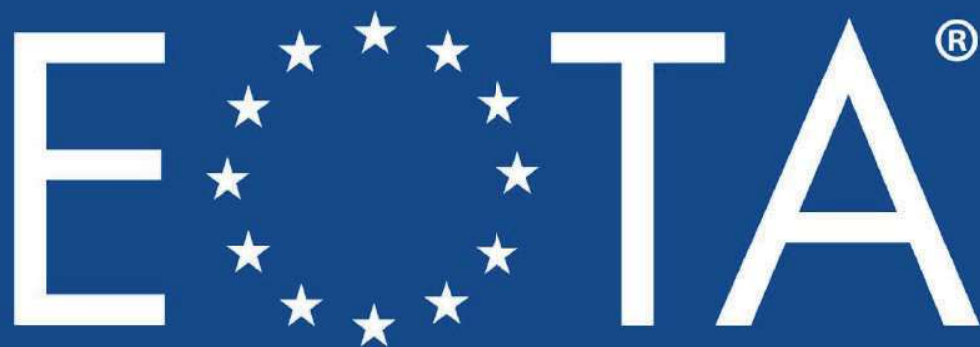


Figura 4.29 EJEMPLO DE CUNETÓN DE REPARTO DE CAUDALES



EUROPEAN ASSESSMENT DOCUMENT

EAD 340020-00-0106

June 2016

FLEXIBLE KITS FOR RETAINING DEBRIS FLOWS AND SHALLOW LANDSLIDES/OPEN HILL DEBRIS FLOWS

The reference title and language for this EAD is English. The applicable rules of copyright refer to the document elaborated in and published by EOTA.

This European Assessment Document (EAD) has been developed taking into account up-to-date technical and scientific knowledge at the time of issue and is published in accordance with the relevant provisions of Regulation (EU) No 305/2011 as a basis for the preparation and issuing of European Technical Assessments (ETA).

Contents

1	Scope of the EAD	4
1.1	Description of the construction product	4
1.2	Information on the intended use(s) of the construction product	6
1.2.1	Intended use(s)	6
1.2.2	Working life/Durability	6
1.3	Specific terms used in this EAD	7
1.3.1	Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and/or Debris Flow Protection Kit	7
1.3.2	Net	7
1.3.3	Posts and base structure	7
1.3.4	Cables (longitudinal bearing: upper, lower, middle)	7
1.3.5	Upstream cables	7
1.3.6	Side cables	7
1.3.7	Winglet cables	7
1.3.8	Energy dissipating device	7
1.3.9	Additional layer (secondary mesh)	7
1.3.10	Anchorage and foundations	7
1.3.11	Calibration of numerical model	7
1.3.12	Numerical analysis	7
1.3.13	Maximum impact pressure (p_s in kN/m^2)	7
1.3.14	Reference slope	7
1.3.15	Nominal height (h_N in m)	8
1.3.16	Elongation of net (δ in m)	8
1.3.17	Residual height of kit (h_R in m)	8
1.3.18	Abrasion protection	8
2	Essential characteristics and relevant assessment methods and criteria	8
2.1	Essential characteristics of the product	8
2.2	Methods and criteria for assessing the performance of the product in relation to essential characteristics of the product	9
2.2.1	Maximum impact pressure (p_s in kN/m^2)	10
2.2.2	Filled height of net after single filling steps and after the complete filling (Z_i in m)	10
2.2.3	Forces on cables/anchors (F in kN)	11
2.2.4	Maximum elongation of net (δ in m)	11
2.2.5	Residual height of kit (h_R in m)	11
2.2.6	Durability of components	11
3	Assessment and verification of constancy of performance	12
3.1	System(s) of assessment and verification of constancy of performance to be applied	12
3.2	Tasks of the manufacturer	12
3.3	Tasks of the notified body	13
4	Reference documents	14
	Annex A – Test method for Shallow Landslide Protection Kit/Open Hill Debris Flow Kit	15
	Annex B – Test method for Debris Flow Protection Kit	18
	Annex C – Calculation method of essential characteristics within the product group	21
	Annex D – Test report format	24

1 SCOPE OF THE EAD

This EAD covers the assessment of Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and Debris Flow Protection Kit for use in Works.

The product is not covered by a harmonised European standard (hEN).

Concerning product packaging, transport, storage, maintenance, replacement and repair it is the responsibility of the manufacturer to undertake the appropriate measures and to advise his clients on the transport, storage, maintenance, replacement and repair of the product as he considers necessary.

It is assumed that the product will be installed according to the manufacturer's instructions or (in absence of such instructions) according to the usual practice of the building professionals.

Relevant manufacturer's stipulations having influence on the performance of the product covered by this European Assessment Document shall be considered for the determination of the performance and detailed in the ETA.

1.1 Description of the construction product

This EAD applies to Shallow Landslide or Open Hill Debris Flow Protection Kits and Debris Flow Protection Kits, which should permit adjusting the length of the kit to the sliding site and torrent conditions and to the work to be protected.

The Shallow Landslide Protection Kits, Open Hill Debris Flow and/or Debris Flow Protection Kits are made up of:

- An interception structure, which has the function of bearing the direct impact of the mass, deforming elastically and/or plastically and transmitting the forces to the connection components, the support structure and foundations;
- A support structure, which has the function of maintaining the interception structure which is by nature not rigid. It can be directly connected to the interception structure or through a connection structure;
- Connection components, which have the function of transmitting the forces to the foundation. In order to allow deformation, devices can be installed onto the structure, which permit a controlled lengthening.

The foundation is not considered as a part of the kit. The design of the foundation is in the responsibility of the designer, taking into account the national provisions and local conditions. The main components of kits are shown in Table 1 and in Figure 1 to Figure 3.

Table 1 – Description of main components of kit

Main part	Component	Function
Interception structure	Principal net: made up of cables, wires and/or bars of different types and materials. Additional layers (optionally): usually with finer meshwork than the principal net made up of cables and/or wires or other	Bears the direct impact of the mass, deforms elastically or plastically and transmits the forces to the connection components, the support structure and the foundations.
Support structure - steelworks	Posts and base structures made from different materials, geometry and length (for example steel hollow sections, rolled sections).	Maintain the interception structure in position (except for kits installed in narrow torrent). The posts can be connected to the interception structure directly or through the connection components.
Connection components	Connecting ropes, steel cables, wires and/or bars of different types and materials, wire rope grips, shackles, energy dissipating devices (elements which are able to dissipate energy and/or allow a controlled displacement when loaded).	Transmit the forces to the foundation structure during impact and/or maintain the interception structure in position.
Abrasion protection	E.g. steel section elements	Protect the upper support and winglet cable from overflowing debris
Foundation	Not covered by the EAD	Transmits the forces derived from the debris flow to the ground.

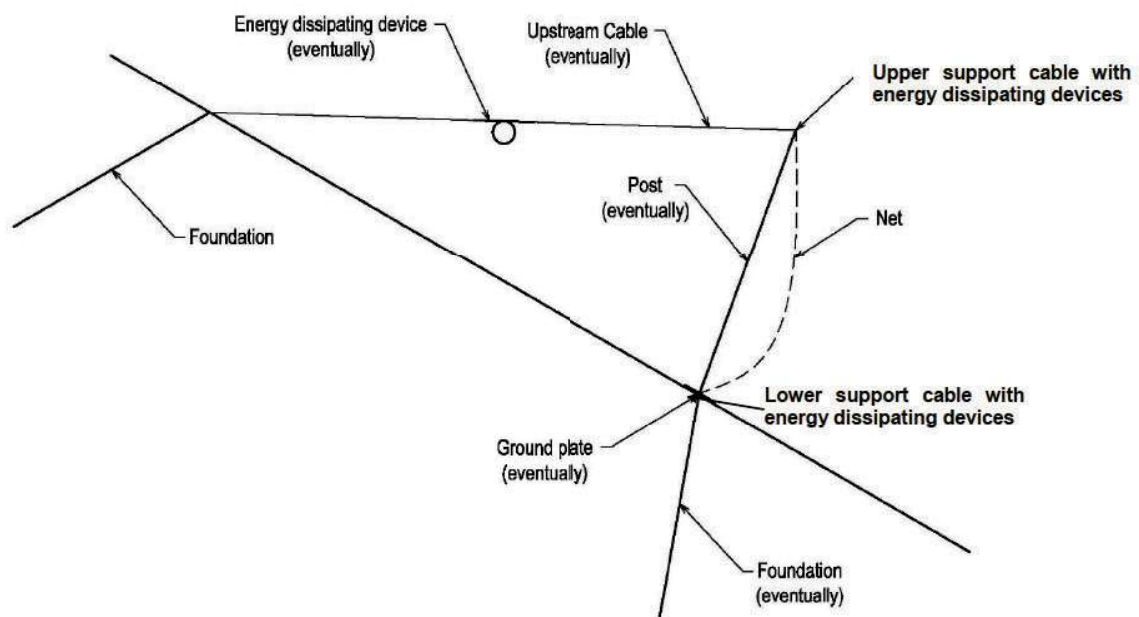


Figure 1 – Schematic drawing of shallow landslide/open hill debris flow protection kit

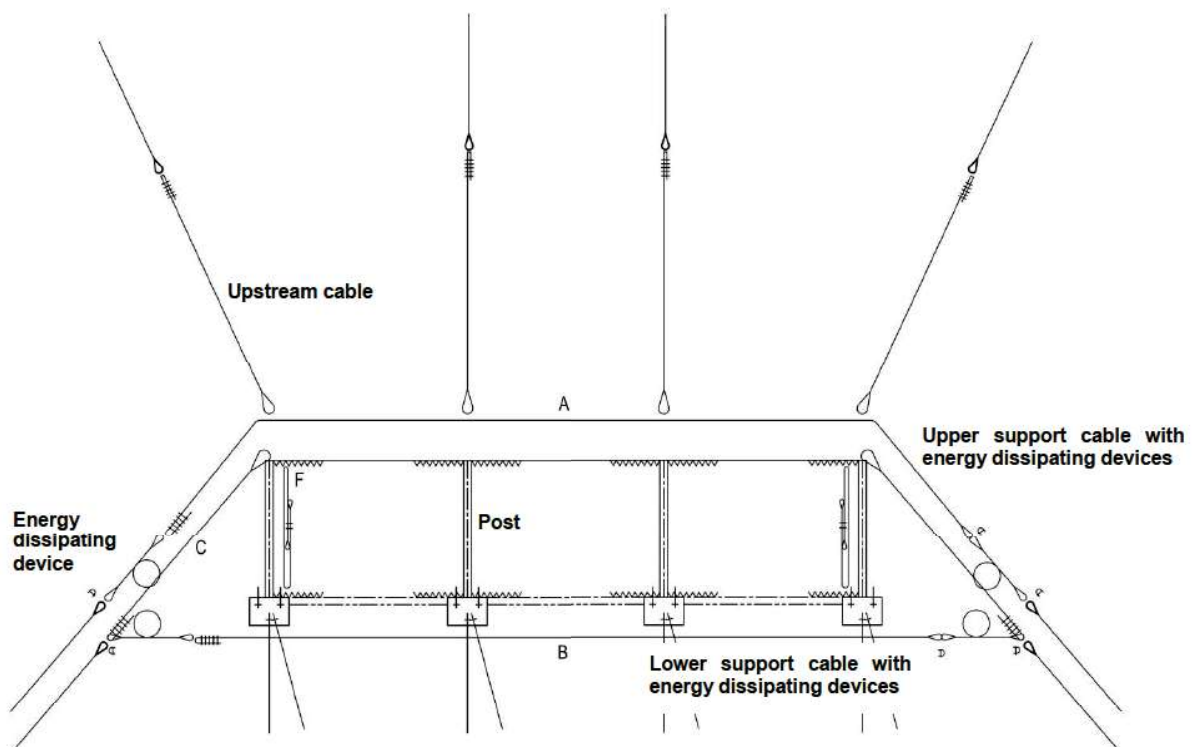


Figure 2 – Components of shallow landslide/open hill flow protection kit

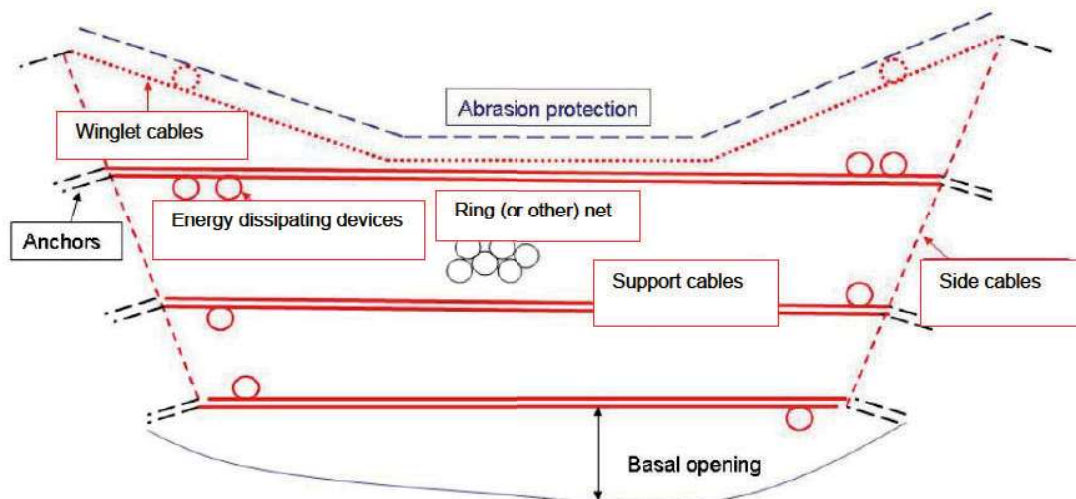


Figure 3 – Schematic drawing of debris flow protection kit

1.2 Information on the intended use(s) of the construction product

1.2.1 Intended use(s)

The products are used to retain:

- 1) Channelized debris flow (Debris Flow Protection Kit);
- 2) Open hill shallow landslide/Open hill debris flow (Shallow Landslide Protection Kit).

1.2.2 Working life/Durability

The assessment methods included or referred to in this EAD have been written based on the manufacturer's request to take into account a working life of the Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kit and/or Debris Flow Protection Kit for the intended use of 25 years (without impact) when installed in the works. These provisions are based upon the current state of the art and the available knowledge and experience.

When assessing the product, the intended use as foreseen by the manufacturer shall be taken into account. The real working life may be, in normal use conditions, considerably longer without major degradation affecting the basic requirements for works¹.

The indications given as to the working life of the construction product cannot be interpreted as a guarantee neither given by the product manufacturer or his representative nor by EOTA when drafting this EAD nor by the Technical Assessment Body issuing an ETA based on this EAD, but are regarded only as a means for expressing the expected economically reasonable working life of the product.

The indications given as to the working life of the construction product cannot be interpreted as a guarantee neither given by the product manufacturer or his representative nor by EOTA when drafting this EAD nor by the Technical Assessment Body issuing an ETA based on this EAD, but are regarded only as a means for expressing the expected economically reasonable working life of the product.

¹ The real working life of a product incorporated in a specific works depends on the environmental conditions to which that works is subject, as well as on the particular conditions of the design, execution, use and maintenance of that works. Therefore, it cannot be excluded that in certain cases the real working life of the product may also be shorter than referred to above.

1.3 Specific terms used in this EAD

1.3.1 Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and/or Debris Flow Protection Kit

Kit consisting from net (interception structure), posts and base structure (steelwork – support structure, if relevant), cables (ropes), energy dissipating devices and connection members (connection structure).

1.3.2 Net

Load bearing element acting as a surface.

1.3.3 Posts and base structure

Load bearing support structure to support the ropes and net.

1.3.4 Cables (longitudinal bearing: upper, lower, middle)

Load bearing elements to transmit the forces into the posts (if relevant) or directly to base structure.

1.3.5 Upstream cables

Upslope cables to support the post and transmit the forces to the anchorages.

1.3.6 Side cables

Cables to ensure the position of end posts or to span the debris flow net along the river channel banks.

1.3.7 Winglet cables

Cables used to form a middle section at the top for the overflowing material to avoid score problems at the river banks. These cables are protected by so called abrasion protection.

1.3.8 Energy dissipating device

Device (installed in cables) used to absorb some of the impact energy and to allow controllable deformation of protection kit.

1.3.9 Additional layer (secondary mesh)

Wire mesh connected to the net on the impacted side.

1.3.10 Anchorages and foundations

Load bearing elements to transmit the cable and post forces into the ground.

1.3.11 Calibration of numerical model

The process to calibrate and verify the numerical model based on at least two real (1:1) tests within product group (including the given net family). The results of numerical analysis resulting from calibrated model shall fulfil the requirements in cl. C3.3 in this EAD.

1.3.12 Numerical analysis

The process to design the not tested kit (assessed on the base of calculations) using the previously calibrated and verified numerical model.

1.3.13 Maximum impact pressure (p_s in kN/m^2)

Maximum pressure of debris/landslide impacting the kit in kN/m^2 evaluated according to Annex A and/or Annex B in this EAD.

The maximum input uniform pressure of debris/landslide impacting the kit in kN/m^2 when numerical analysis is used defined from the time-pressure (input) diagrams.

1.3.14 Reference slope

The slope downhill from the kit extended in the same direction to its maximum elongation.

1.3.15 Nominal height (h_N in m)

The height of kit measured orthogonally to the reference slope between the centre of lower support cable/s and the centre of upper support cable/s before the impact.

1.3.16 Elongation of net (δ in m)

The maximum distance between the empty kit line (see Figure A.1 and B.1) and extreme position of net parallel to the reference slope measured or calculated by numerical analysis after the impact.

1.3.17 Residual height of kit (h_R in m)

The minimum distance (over the tested kit) between the lower and upper cables, measured orthogonally to the reference slope after the completed test without removing the stopped material or calculated by numerical analysis after the last load case representing the fully filled kit and full hydrostatic pressure.

1.3.18 Abrasion protection

Protection component fixed to the upper cables to protect them against abrasion (for example steel L profile).

2 ESSENTIAL CHARACTERISTICS AND RELEVANT ASSESSMENT METHODS AND CRITERIA

2.1 Essential characteristics of the product

Table 2 shows how the performance of Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kit and/or Debris Flow Protection Kit is assessed in relation to the essential characteristics.

Table 2 Essential characteristics of the product and methods and criteria for assessing of the performance of the product in relation to those essential characteristics

No	Essential characteristic	Assessment method	Type of expression of product performance
Basic Works Requirement 1: Mechanical resistance and stability			
1	Maximum impact pressure	2.2.1	p_s (kN/m ²)
2	Filled height of the net after single filling steps and after the complete filling	2.2.2	Z_i (m)
3	Forces on cables/anchors	2.2.3	F (kN)
4	Maximum elongation of net	2.2.4	δ (m)
5	Residual height of the kit	2.2.5	h_R (m)
6	Durability	2.2.6	Description

2.2 Methods and criteria for assessing the performance of the product in relation to essential characteristics of the product

Characterisation of products to be assessed shall be done in accordance with available specifications, notably according to Table 3.

Table 3 List of product specifications

Drawings of kit	System drawings Drawings of connections (cables to posts, cables to energy dissipating devices, net to cables, net to net, etc.)
Principal net (type)	Drawing Breaking load of net (according to Annex B, ETAG 027) Characteristics of net components (designation of strand, diameter of wire, tensile strength, breaking force, bend, torsion and corrosion protection)
Energy dissipating device	Drawings Activation force and elongation (force – slip diagram) (according to Annex B, ETAG 027) Mechanical characteristics components Corrosion protection
Steelworks: Posts and base plates and abrasion protection	Drawings of steelworks Mechanical characteristics of components Corrosion protection
Ropes	Designation Breaking force of rope Corrosion protection
Connection members: Shackles, U-bolt wire rope grips, or other	Type Breaking load limit/working load limit (when and where relevant) Corrosion protection

The defined (by each main component) Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and/or Debris Flow Protection Kit can be assessed by two methods:

- 1) On the base of tests according to methods described in Annex A or Annex B to this EAD and applies for one single product to be assessed;
- 2) On the base of numerical analysis (see Annex C) by calibrated and verified (by TAB) method (see Annex C) of analysis resulting from tests. The numerical analysis applies to product types in groups.

For assessment of product group, at least two different setups of products within the product group (Shallow Landslide Protection Kits/ Open Hill Debris Flow Kits with interception structure consisting of a net family¹⁾ is one product group and Debris Flow Protection Kits with interception structure consisting of a net family is another product group) shall be tested according to Annex A or Annex B.

The Debris Flow Protection Kits can be divided into two types. One type is designed for higher volumes than its retention capacity (overflow is allowed and this is to be given in ETA) and the second type is only designed for its retention capacity (overflow is not allowed).

Note 1 – The typical net families include: family of ring nets, family of high tensile chain link wire/strands nets.

The calibrated numerical analysis shall be checked and agreed by the Technical Assessment Body (see Annex C). The components' characteristics used for the calculations shall be similar and comparable with the components' characteristics used in the field tests.

2.2.1 Maximum impact pressure (p_s in kN/m^2)

The impact pressure shall be evaluated minimum 1,5 m and maximum 5 m in front of the expected retention shown in Figure A.3 (Annex A in this EAD) and shall be assessed according to Annex A and/or Annex B in this EAD and shall be recorded in ETA.

The impact pressure as input data to the numerical analysis²⁾ shall be recorded in ETA.

Note 2 – In numerical analysis the kit can be filled in one impact

Assessment method

If more releases (at field test or numerical analysis) are carried out, the maximum impact pressure as the greatest impact pressure if the median from each impact peak value is at least 80% of the maximum value in both, measuring and numerical analysis³⁾ approach is to be expressed in ETA.

Note 3 – For tested kit the impact pressure measured on stiff plate is on the safe side. For numerical analysis the impact pressure can be modified by drag factor.

In case of a single filling step the maximum impact pressure of that release is to be expressed in the ETA.

Specific provisions

The impact test (by field test) is passed if (during and after any release):

- 1) No ruptures in the connection components⁴⁾ (which remain connected to foundations), interception structure and support structure occur. The rupture of a connection component is defined as the complete separation of the component itself into two distinct parts.

The impact test (by numerical analysis) is passed if (after any release):

- 1) Main components (ropes, interception structure) satisfy the utilisation less than 90% without employing any safety factors;
- 2) Elongation of the energy dissipation devices shall not exceed their maximum elongation capacity;
- 3) Posts shall satisfy the requirements in valid design codes (for example Eurocode 3).

Note 4 - Elements like mechanical fuses (predetermined braking points), which are designed to break under impact conditions, are excluded from the assessment: they shall be specifically listed in the installation document.

2.2.2 Filled height of net after single filling steps and after the complete filling (Z_i in m)

The tested (according to Annex A or Annex B in this EAD) or numerically analysed (according to Annex C) span of kit shall be filled.

2.2.2.1 Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kit

For the Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kit the tested span shall be filled up to the complete (residual) height of the kit within maximum 4 filling steps. The Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kits numerically analysed can be filled within a single filling step (one single load case).

Assessment method

The filled height for tested Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Kit shall be measured vertically to the base plates' line and the value is to be expressed in ETA after each filling step. The filled height for numerically analysed kits is to be expressed in ETA after each load case (each impact).

2.2.2.2 Debris Flow Protection Kit

For Debris Flow Protection Kit the tested kit shall be impacted and filled to its maximum height in one event.

Assessment method

The filled height for tested Debris Flow Protection Kit shall be measured vertically to the base plates' line and the value is to be expressed in ETA. The filled height for numerically analysed kits is to be expressed in ETA.

Specific provisions

- a) If overflow is stated (overflow capable kit) this shall be proven by giving the volume of overflowed material. The normal and shear forces (measured at the force plate, see Annex B) and the flow height of the debris flow on top of filled kit is to be expressed in ETA. When numerical analysis is used, the applied normal and shear forces are to be expressed in ETA.
- b) The normal and shear forces can be expressed also as normal and shear strengths (in N/mm²) measured on force plate together with the area on which the forces acted (force plate dimensions).
- c) If no overflow is stated no overflow material has to be considered and given and in numerical analysis no additional loads shall be applied.

2.2.3 Forces on cables/anchors (F in kN)

The forces on cables/anchors shall be measured when tested according to Annex A or Annex B in this EAD for tested kits. The forces on cables/anchors shall be calculated by numerical analysis according to Annex C.

Assessment method

The time-force diagrams in cables for tested kit or time-force diagrams in cables as results of time-dependent numerical analysis are to be expressed in ETA.

The peak force in each cable either measured or calculated is to be expressed in ETA.

2.2.4 Maximum elongation of net (δ in m)

The maximum elongation of net shall be measured when tested as stated in 1.3.16 and Annex A or Annex B in this EAD or calculated by numerical analysis according to Annex C.

Assessment method

The maximum elongation (measured when tested or calculated by numerical analysis) parallel to the reference slope is to be expressed in ETA.

2.2.5 Residual height of kit (h_R in m)

The residual height of the kit shall be measured when tested as stated in Annex A or Annex B in this EAD and calculated by numerical analysis according to Annex C.

Assessment method

The residual height (measured when tested or calculated by numerical analysis) of the kit is to be expressed in the ETA.

2.2.6 Durability of components

Assessment method

The protection against corrosion shall be assessed for different parts of interception structure, support structure (if relevant) and connection components of kit. Type, thickness/mass of corrosion protection is to be expressed in ETA.

Specific provisions

The manufacturer can supply elements with additional coating or stainless steel material: if the coating is not relevant for the performance of the kit it is possible to apply this afterwards without further test. In case the additional coating is intended to be used for cables or other components in energy dissipating devices, the additional coating could significantly modify the behaviour of energy dissipating devices. In this case tests will be performed and the results of these tests are to be expressed in ETA.

Alternative coating, subject to assessment of different elements, shall be addressed in ETA.

The manufacturer can indicate the range of ambient temperature beyond the range (-20°C; +50°C) at which he wants his kit to be assessed. The influence of the temperature at the limited value of this level, chosen by the manufacturer, shall be demonstrated by appropriate test(s)/verification (i.e. appropriate steel or aluminium alloy for low temperature brittleness test for rubber at low temperature if relevant, etc.). The results of these tests are to be expressed in ETA.

3 ASSESSMENT AND VERIFICATION OF CONSTANCY OF PERFORMANCE

3.1 System(s) of assessment and verification of constancy of performance to be applied

For the products covered by this EAD the applicable European legal act is: Decision 2003/728/EC.

The system is: 1

3.2 Tasks of the manufacturer

The cornerstones of the actions to be undertaken by the manufacturer of the product in the procedure of verification of constancy of performance are laid down in Table 4.

Table 4 Control plan for the manufacturer; cornerstones

No	Subject/type of control	Test or control method	Criteria, if any	Minimum number of samples	Minimum frequency of control
Factory production control (FPC)					
1	Wire of principal net : Tensile strength Breaking force Bend Torsion Corrosion protection	EN 10264-2	EN 10264-2	According to control plan	5 tests per year (from different coils)
2	Principal net: Dimensions Designation of principal net	Mass-check by machine operator	Recorded in ETA	According to control plan	By each change of production
	Breaking load	ETAG 027 used as EAD, Annex C.3	Recorded in ETA	According to control plan	5 tests per year
3	Energy dissipating devices: Mechanical characteristics of components	EN ISO 6892-1	EN 10088-3 EN 10025-1,-2,-5 or other Standard	According to control plan	5 tests per year
	Dimensions	Caliper/gauge	Relevant drawing		
	Corrosion protection	EN 10244-2 or EN ISO 1461	Recorded in ETA		
	Activation force and elongation (force-slip diagram)	ETAG 027 used as EAD, Annex C.2	Difference from the given value of activation force within 15%		
4	Steelworks: Posts and base plates Abrasion protection	Declaration of performance of supplier/manufacturer (EN 1090-1+A1), Execution according to EN 1090-2+A1, for execution class according to the component specification but at least EXC2			
5	Ropes: Designation	EN 12385-2+A1	Recorded in ETA	According to control plan	According to control plan
	Breaking force and elongation	EN 12385-4+A1	Recorded in ETA		
	Corrosion protection	EN 10264-2	Recorded in ETA		
6	Cables both sides with pressed loop: Breaking force	EN 13411-3+A1	Recorded in ETA	According to control plan	5 tests per year per rope diameter

No	Subject/type of control	Test or control method	Criteria, if any	Minimum number of samples	Minimum frequency of control
7	Shackles: Breaking load limit (BLL) Corrosion protection or other connection component	EN 13889+A1 EN ISO 1461, EN 4042 Relevant standard	Recorded in ETA Recorded in ETA	5 samples for each type	Once / year

3.3 Tasks of the notified body

The cornerstones of the actions to be undertaken by the notified body in the procedure of verification of constancy of performance for Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and/or Debris Flow Protection Kit are laid down in Table 5.

Table 5 Control plan for the notified body; cornerstones

No	Subject/type of control	Test or control method	Criteria, if any	Minimum number of samples	Minimum frequency of control
Initial inspection of the manufacturing plant and of factory production control					
1	Ascertain that the factory production control with the staff and equipment are suitable to ensure a continuous and orderly manufacturing of the protection kits	-	Laid down in control plan	-	1
Continuing surveillance, assessment and evaluation of factory production control					
2	Verify that the system of factory production control and the specified automated manufacturing process are maintained taking account of the control plan	-	Laid down in control plan	-	1/year

4 REFERENCE DOCUMENTS

As far as no edition date is given in the list of standards thereafter, the standard in its current version at the time of issuing the European Technical Assessment is of relevance.

Guideline for European Technical Approval (ETAG) ETAG 027, Falling Rock Protection Kit edition September 2012, amendment April 2013 used as European Assessment Document (EAD)

EN 12385-1+A1	Steel wire ropes. Safety. Part 1: General requirements
EN 12385-2+A1	Steel wire ropes. Safety. Part 2: Definitions, designation and classification
EN 12385-3+A1	Steel wire ropes. Safety. Part 3: Information for use and maintenance
EN 12385-4+A1	Steel wire ropes. Safety. Part 4: Stranded ropes for general lifting applications
EN 13411-3+A1	Terminations for steel wire ropes. Safety. Part 3: Ferrules and ferrule securing
EN 13889+A1	Forged steel shackles for general lifting purposes. Dee shackles and bow shackles. Grade 6. Safety
EN 10025-1	Hot rolled products of structural steels. Part 1: General technical delivery conditions
EN 10025-2	Hot rolled products of structural steels. Part 2: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance
EN 10025-5	Hot rolled products of structural steels. Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance
EN 10244-1	Steel wire and wire products. Zn/Al alloy coatings on steel wire. Part 1: General principles
EN 10244-2	Steel wire and wire products. Zn/Al alloy coatings on steel wire. Part 2: Zinc or zinc alloy coatings
EN 10264-1	Steel wire and wire products. Steel wire for ropes. Part 1: General requirements
EN 10264-2	Steel wire and wire products. Steel wire for ropes. Part 2: Cold drawn non alloy steel wire for ropes for general applications
EN 10088-3	Stainless steels. Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes
EN ISO 1461	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles. Specifications and test methods
EN ISO 6892-1	Metallic materials. Tensile testing. Part 1: Method of test at room temperature
EN ISO 4042	Fasteners. Electroplated coatings
EN 1090-1+A1	Execution of steel structures and aluminium structures. Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components

ANNEX A – TEST METHOD FOR SHALLOW LANDSLIDE PROTECTION KIT/OPEN HILL DEBRIS FLOW KIT

A1 Test site

The test site is a structure, which shall be able to accelerate a mass of debris to the test speed and to impact it onto the net fence with the necessary precision. The slope downhill to the kit should be at the same inclination as in the last 10 meters before the impact.

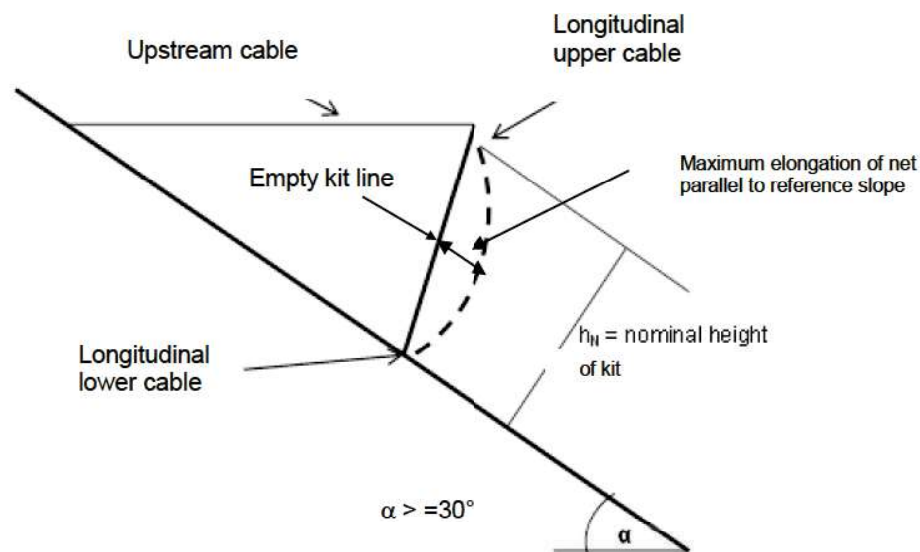


Figure A.1 – Test site slope for shallow landslides/open hill debris flow

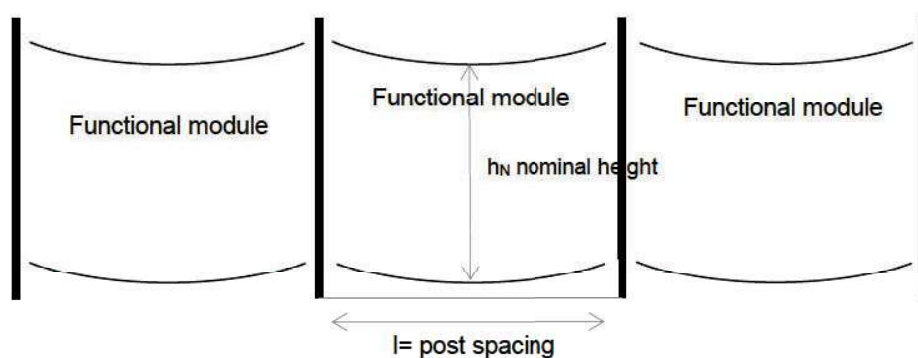
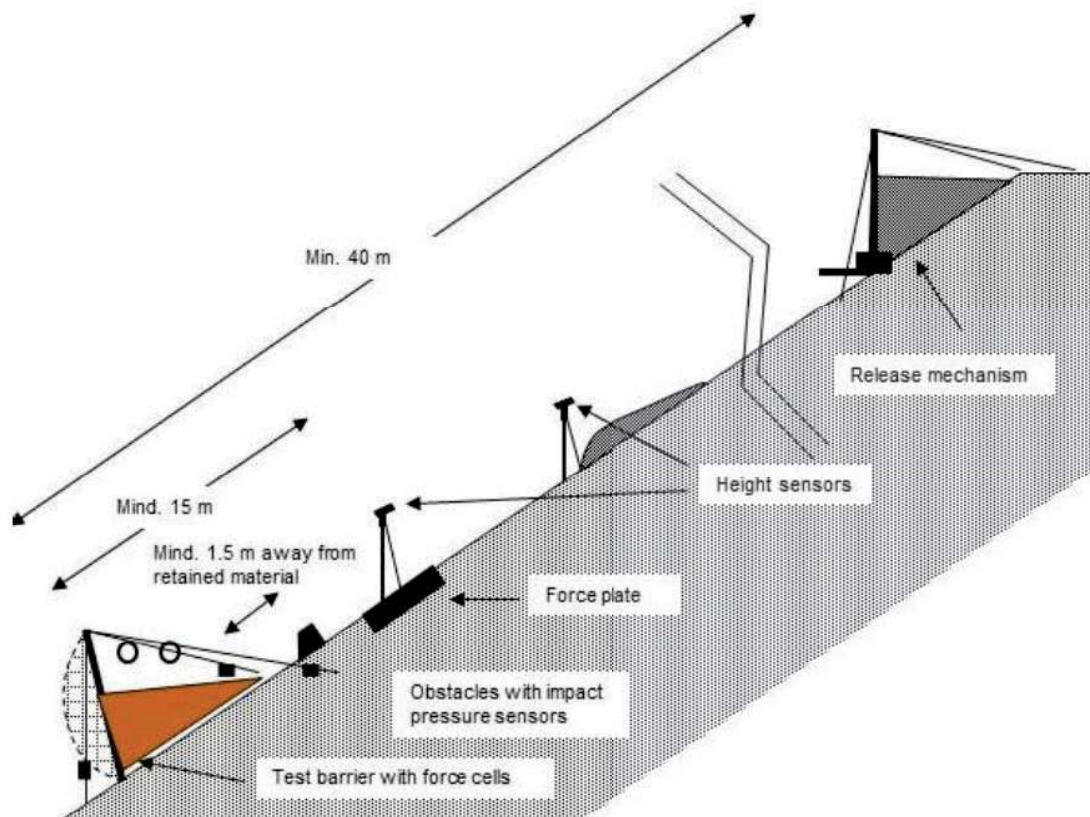


Figure A.2 – Front view on the tested kit



stopped

A2 Test equipment

A2.1 Kit installation

Three functional modules shall be used for the tests (4 posts). The manufacturer shall decide the installation geometry on the test site in accordance with the installation manual. The installation of the shallow landslide/open hill debris flow protection kit is in charge of the manufacturer following the installation manual with the supervision of the Technical Assessment Body (TAB). Recording and measurement equipment are of the responsibility of the TAB. The anchorage design shall be provided by the kit manufacturer who shall formally accept the foundation structure before all tests. An example of test arrangement is shown in Figure A.3.

A2.2 Test mass

The test mass should consist of a homogenous soil material up to a grain size of 100 mm with a mass density between 1800 kg/m³ and 2200 kg/m³. Density, particle size distribution and water content measurements shall be performed on material taken from the test site (and kept in conditions which do not influence its characteristics) in laboratory. Further material measurements during the tests as listed in cl. A5 shall be carried out.

A3 Test conditions

The test consists in the launching of test mass described in B.2.2 into the shallow landslide protection kit measuring the impact pressure, speed and flow height of the mass before the impact. Moreover, normal and shear forces shall be measured and recorded at the force plate with special load sensors acting in directions orthogonally to the plane of plate (for normal forces) and in flow direction (for shear forces) for the measured flow height. The flow height shall be measured by radar or laser sensor installed over the force plate.

A4 Test procedure

The middle field of the tested Shallow Landslide Protection Kit/Open Hill Debris Flow Kit shall be impacted and filled to its maximum (residual) height. A maximum of 4 filling steps shall be used to fill the kit to its maximum and the minimum volume of the test mass per filling step should be not less than 50 m³.

A5 Recording test data

The following test characteristics shall be recorded for every test:

Pre-test data

- Initial volume of filling steps;
- Density of test mass and water content at release mechanism;
- Photographs of the position and construction of the Shallow Landslide /Open Hill Debris Flow Protection Kit;
- Geometric parameters (nominal height, post distance, empty kit line, etc.) of the Shallow Landslide /Open Hill Debris Flow Protection Kit;
- Arrangement of components in installed kit according to technical specification and drawings;
- The reference position (original net position before impact).

Test data (each release)

- Impact pressure over impact time measured before the net;
- Flow height;
- Filling height of the tested kit over impact time;
- Flow speed;
- Normal and shear forces over time in front of the tested kit;
- Forces on anchors;
- Photographic/video records by means to give a complete record of the kit behaviour, including deformation, deflections;

Post test data

- Retained volume;
- Overflow volume if overflow is stated;
- Residual height;
- Elongation of net;
- Elongation of energy dissipating devices;
- Description and photographic records of damages of the tested Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection kit.

Impact pressure shall be measured using force plates or impact pressure sensors installed in front of the tested kit in undisturbed flow regime minimum 1,5 m and maximum 5 m in front of the expected material retention area (see figure A.3).

An additional force plate (to measure slope parallel and slope orthonormal forces; shown in Figure A.3) should be installed in an area where the flow regime is already stable but still undisturbed.

Density over the time can be calculated from parallel measurements of normal load at force plate and flow height.

Mass flow speed measurements shall be done using high-speed video-records at a minimum 100 frames per second and as a second verification by at least two flow height measurements (laser, radar, ultra-sonic, geophones, etc.) installed in front of the tested kit.

Flow height measurements shall use laser or radar devices. The residual height after each release shall be measured for example using laser scan.

Photographic or video cameras shall be sufficient to clearly describe the kit behaviour and filling process before and during the test. The need for additional camera layouts should be considered to cover areas of special interest.

Measurements on anchorage and ropes shall be adapted to the specific shallow landslide/open hill debris flow protection kit under test. At least 3 measures shall be performed on main ropes linked to the centre functional module. The decision shall be carried out case by case by the TAB. The forces shall be measured during the whole test. The peak forces are to be expressed and the time-force diagrams are to be provided. The recording rate of the forces shall be at least 1000 measurements per second.

The maximum elongation during impact shall be evaluated from high-speed camera records or by the laser scan.

Force measurements shall be performed with devices covered with a valid calibration certificate issued by and appropriate accredited calibration body or another body accepted under the responsibility of the TAB. The calibration at the date of the test has to have been done no more than one year previously.

The accuracies of measurements shall be stated in the ETA.

ANNEX B – TEST METHOD FOR DEBRIS FLOW PROTECTION KIT

B1 Test site

The test site shall be a natural or artificial channelized flume (Figures C.1, C.2) where the net can be installed. Natural or artificial debris flows shall occur or be triggered. The channel inclination downhill to the kit shall be at the same inclination as in the last 10 meters before the impact.

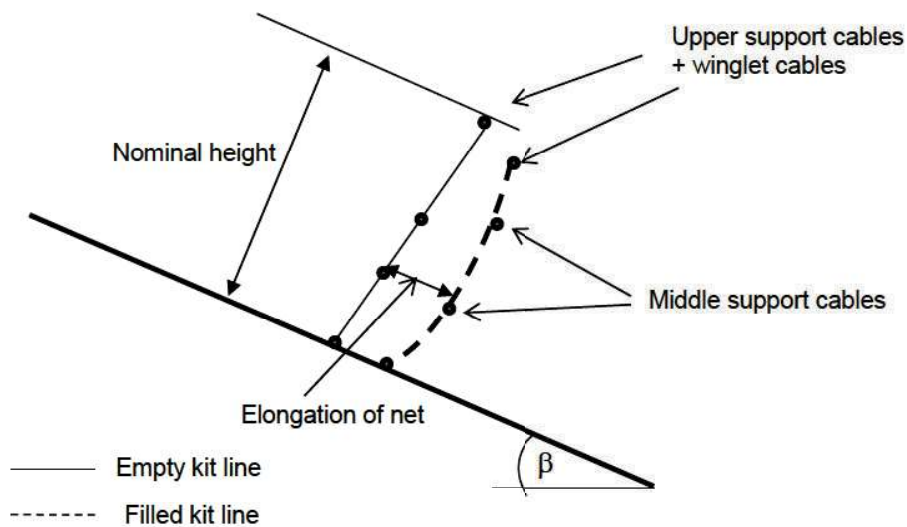


Figure B.1 – Test site slope for debris flow kit

B2 Test equipment

B2.1 Kit installation

The manufacturer shall decide the installation geometry at the test site in accordance with the installation manual. The installation of Debris Flow Protection Kit is in charge of the manufacturer following the installation manual with the supervision of the TAB. The placement, recording and measurement facilities are in the responsibility of the TAB. The anchorages design shall be provided by the kit manufacturer who shall formally accept the foundations structure before all tests.

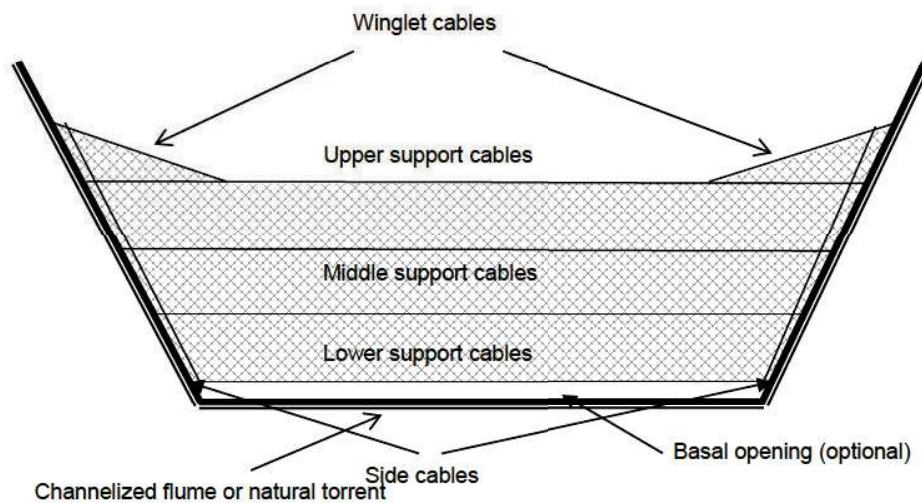


Figure B.2 – Cross section of test site

B2.2 Test mass

The test mass should consist of a homogenous debris material with a mass density between 1800 kg/m^3 and 2200 kg/m^3 which shall be recorded by a force plate installed several meters in undisturbed flow regime in front of the tested kit. The force plate can detect loads in slope parallel and slope orthonormal direction. Normal force measurements in combination with flow height measurements (radar, ultra-sonic, laser, etc.) allow determination of density of the impacting flow over the time.

B3 Test conditions

The test consists in the supervision of the debris flow impact into the debris flow protection kit measuring the impact pressure, speed and flow height of the mass before the impact.

B4 Test procedure

The tested kit shall be impacted and filled to its maximum height. The overflowing case shall be proven by declaring the volume of overflowed material which has to be measured and the flow height of the overflowing material has to be measured and given as well.

The impact pressure shall be measured using force plates or impact pressure sensors installed in channel upstream or evaluated with density and speed measurements.

B5 Recording test data

The following test characteristics shall be recorded for every test:

Pre-test data

- Volume of impact/overflow material (if release is artificial);
- Density of debris flow material (if release is artificial);
- Photographs of the position and construction of the debris flow protection kit;
- Geometric parameters (nominal height, empty kit line etc.) of the debris flow protection kit;
- Arrangement of components in installed kit according to technical specification and drawings.

Test data (each filling step)

- Impact pressure
- Filling height of the net over impact time
- Normal and shear forces of the flow over time in front of the tested kit;
- Forces on anchors;
- Photographic/video records by means to give a complete record of the kit behaviour, including deformation, deflections and filling height over time;

- Stopped volume.

Post test data

- Residual height;
- Elongation of net;
- Elongation of energy dissipating devices;
- Description and photographic records of damages of the tested debris flow protection kit.

Impact pressure shall be measured using force plates or impact pressure sensors installed in channel upstream.

Mass speed measurements shall be done with video-measurement and as a second verification by at least two devices laser, radar or geophone devices installed in front of the tested kit with a certain distance in flow direction to each other providing an average impact speed.

Photographic or video cameras shall be sufficient to clearly describe the kit behaviour and filling process before and during the test. The need for additional camera layouts should be considered to cover areas of special interest.

Measures on anchorage and ropes shall be adapted to the specific shallow landslide protection kit under test. At least 3 measures shall be performed on main ropes linked to the centre functional module. The decision shall be carried out case by case by the TAB. The forces shall be measured during the whole test. The peak forces are to be expressed and the time-force diagrams shall be provided. The recording rate of the forces shall be at least 1000 measurements per second.

Flow height measurements shall use special detection devices. The residual height after release shall be measured for example using laser scan. The maximum elongation during impact shall be evaluated from camera records or laser scan.

Normal and shear forces of the flow shall be measured before the kit of the flowing material by a force plate equipped with normal and shear force devices.

Force measurements shall be performed with devices covered with a valid calibration certificate issued by and appropriate accredited calibration body or another body accepted under the responsibility of the TAB. The accuracies of measurements shall be stated in the ETA.

If the protection kit is stated as „overflow capable“, material which overflows the kit has to be measured.

ANNEX C – CALCULATION METHOD OF ESSENTIAL CHARACTERISTICS WITHIN THE PRODUCT GROUP

C1 Generally

The structural load bearing carrying capacity of flexible Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow and Debris Flow Protection Kit is verified using a combination of field tests, simulations and numerical analysis if a complete product line is developed.

On the base of repeatable results of min. 2 large scaled field tests performed with measurement setup according to Annex A (product type 1) and Annex B (product type 2) the numerical model can be calibrated.

Product type 1: Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow consists of one net family.

Product type 2: Debris Flow Protection Kit consists of one net family.

The possible net families are:

- a) Ring net family includes ring nets of various diameter of rings, of various wire diameter and various steel grade, various number of loops, various number of crossing points, etc.;
- b) High tensile chain link wire/strand net family includes nets of various shape and dimensions, of various wire/strand diameters and various steel grade, etc.

The verification of essential characteristics of Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kits including net family (not directly tested by 1:1 field test) therefore consists of the following steps:

1. 3 prototype kits tested according to Annex A (product type 1);
2. Numerical model calibrated on the base of (at least 3) prototype tests;
3. Numerical analysis and design.

The verification of essential characteristics of Debris Flow Protection Kits including net family (not directly tested by 1:1 field test) therefore consists of the following steps:

1. 2 prototype kits tested according to Annex B (product type 2);
2. Numerical model calibrated on the base of (at least 2) prototype tests;
3. Numerical analysis and design.

C2 Assumptions for numerical analysis

1. A numerical simulation method has to be able to perform structural and geometrical nonlinear deformations processes paired with nonlinear component behaviour over time.
2. The simulation program used shall be capable for dynamic or pseudo-dynamic analysis of components and complete kit.
3. Static component tests on mesh/net have to be performed (according to Annex B, ETAG 027 used as EAD) before implementation of the mesh/net into the numerical model.
4. Dynamic component tests of mesh/net (used directly in the analysis) have to be performed before implementation of the mesh/net into the numerical model, which leads to dynamic strength- deformation behaviour (time dependent net strength, elongation behaviour).
5. Tests on energy dissipating devices (according to Annex B, ETAG 027 used as EAD) have to be performed before to implement their load – elongation diagrams into the numerical model.
6. For rope components the nominal rope characteristics (breaking force, modulus of elasticity and elasto-plastic behaviour) shall be implemented into the numerical analysis.
7. For rigid kit components like posts, base plate, etc. there is no need for material tests and they are modelled as rigid bodies with nominal material and dimension characteristics. The model shall be calibrated also for system with post either for debris flow or shallow landslide kits.
8. The load can either be introduced using forces (impact pressure) that vary over time and act on the net area or a fluid – structure interaction that enables the direct calculation of the impact of debris material on the kit.

C3 Verification of numerical model

The verification of numerical model consists from the following steps:

1. Verification of component performance (see C2);
2. Verification of method of analysis (see C5);
3. Verification of numerical analysis outputs (see C3.3).

C3.1 Verification of component performance

The TAB within verification of numerical model shall check:

- a) The completeness of modelled kit in comparison with the tested kits (geometry, used components, etc.);
- b) The characteristics of input data (in comparison with the tested kits) for each components resulting from points 3 to 7 in cl. C2;

C3.2 Verification of method of analysis:

The TAB within verification of numerical model shall check:

- a) The load model in comparison with the impact conditions of tested kits (including geometric conditions of the flow material);
- b) The capability of software to perform (pseudo-) dynamic and nonlinear analyses.

C3.3 Verification of calibration outputs

- a) The time-force diagrams in ropes obtained from numerical analysis should be in line with the tested time-pressure diagrams;
- b) The measured and calculated elongation of energy dissipating devices. The maximum allowed deviation in elongation of energy dissipating device is 30%;
- c) The measured and calculated elongation of net and the residual height of the kit. The maximum allowed deviation in elongation of net and residual height is 30%;
- d) The maximum measured and calculated forces in cables (ropes). The maximum deviation in the cable forces is max. 15% between the measured results in 1:1 field tests and results of numerical analysis.

C4 Numerical analysis and design of kit by numerical analysis (not tested)**C4.1 Component variables**

For both, Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kits and Debris Flow Protection Kits the following input data can be variable in numerical analysis and design:

- a) Posts although the tested kit have not contained them;
- b) The post type, dimensions, steel grade and their distances;
- c) The rope designation, diameter and steel grade;
- d) Net type within the net family;
- e) Energy dissipating device type.

C4.2 Input data

The input data for numerical analysis (design of not tested kit):

- a) The analysed kit geometry (taking into account cl. C4.1);
- b) Selected impact pressure(s) over impact time;
- c) Selected height of flow;
- d) Selected density of debris flow or landslide;
- e) Selected speed of flow;
- f) Selected filling mechanism (filling height over impact time);
- g) Selected normal and shear force simulating overflow process (if relevant).

C4.3 Output data

The output data of numerical analysis (in the process of design of not tested kit) is:

- a) Maximum impact pressure (kN/m²);
- b) Time – force diagrams in anchorages/cables;
- c) Peak forces in cables;
- d) Filled height of kit (height of impacting pressure at each impact);
- e) Residual height of the kit for the fully filled kit;
- f) Elongation of net;
- g) Utilisation of interception structure and cables;
- h) Post design (if relevant);
- i) Elongation in energy dissipating devices.

Note - The complete design of kit shall be the final output of numerical analysis.

C5 Determination of relevant load cases

To be on the safe side, the action by complete hydrostatic pressure is:

$$p_{\text{stat}} = \rho \cdot h_R \cdot g \quad \text{in kN/m}^2, \text{ where}$$

ρ is the density of material in kg/m³

h_R is the residual height^{C1} when the kit is filled (can be chosen based on the experience from the field test) in meter
or

$$P_{\text{stat}} = \rho \cdot h \cdot g \quad \text{in kN/m}^2, \text{ where}$$

h is the flow height of each pressure surge in m

g is the gravity constant in m/s²

and hydrodynamic

$$p_{\text{dyn}} = \rho \cdot v^2 \cdot c_d \quad \text{in kN/m}^2, \text{ where}$$

ρ is the density of material in kg/m³

v is the speed of flow in m/s

c_d is the drag factor^{C2}.

Note C1 – The reduction in height of the system to residual height shall be considered in pressure modeling.

Note C2 – Drag factor for flexible kits can vary between 0,7-2,0 depending on the mixture and the density of the flow. Correct selection has to be given.

The complete hydrostatic pressure is assumed to be uniformly distributed over the channel width (Debris Flow Protection Kits, product type 2 acc. to Annex B) or the impact width of the Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Kit (product type 1 acc. to Annex A).

The value of impact pressure measured by load cell (measured over time of impact) includes both pressure components: the maximum measured pressure value ($p_{s1} = p_{\text{stat}} + p_{\text{dyn}}$) is applied to the load model shown in Figure C.5. In Figure C.5a) the impact pressure value applied to the kit (within the calibration process of model) at the first impact is shown and the subsequent filling process or surges is depicted in Figure C.5b), c) and d). The values p_{s1} , p_{s2} , p_{d1} and p_{d2} and their points of actions (z_1 and z_2) shall be calculated. The minimum time of impact per load transfer should be 0,5 sec.

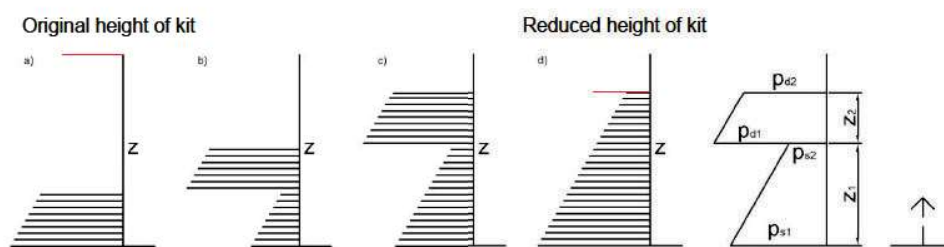


Figure C.5 – Stepwise filling model for continuous filling process: a) pressure distribution in the flow direction for the initial impact, b) and c) incremental filling process, d) overflow load case, e) pressure values and their points of actions

The overflow load case (if relevant) shall be included by acting the normal and shear forces (whether measured or selected) resulting from overflow process in combination with the hydrostatic pressure acting on the kit. The shear forces can be neglected if their magnitudes are at least ten times less than those of normal forces.

ANNEX D – TEST REPORT FORMAT

GENERAL

Technical Assessment Body (TAB):

Person in charge for TAB:

Manufacturer:

Product specification:

Product name:

CONTENTS

1 Chapter 1: Documentation of the tested kit

- 1.1 Geometry of the system
 - 1.1.1 System sketches
 - 1.1.1.1 Frontal view
 - 1.1.1.2 Vertical cross section
 - 1.1.1.3 Horizontal projection
 - 1.1.1.4 System sketches of details (base plate, post-base plate connection – if relevant, energy dissipating device, connection of net to cables, etc.)
 - 1.1.2 Nominal height of kit
 - 1.1.3 Height and inclination of support structure
 - 1.1.4 Length of functional module (post spacing for Shallow Landslide/Open Hill Debris Flow Protection Kits or upper (distance between tops of winglet cables) and lower (centre to centre distance of side cables) width of channel for Debris Flow Protection Kit)
- 1.2 Description of the components
 - 1.2.1 Support structure (if relevant)
 - 1.2.1.1 Material
 - 1.2.1.2 Dimensions
 - 1.2.1.3 Mechanical characteristics
 - 1.2.2 Base plate (if relevant)
 - 1.2.2.1 Material
 - 1.2.2.2 Dimensions
 - 1.2.2.3 Mechanical characteristics
 - 1.2.3 Interception structure (net)
 - 1.2.3.1 Description
 - 1.2.3.2 Geometry
 - 1.2.3.3 Diameter of wires/strands, etc.
 - 1.2.3.4 Material properties
 - 1.2.3.5 Mechanical characteristics (3 chain link breaking load or tensile test strength)
 - 1.2.4 Connection components
 - 1.2.4.1 Positions of ropes in kit and connection arrangements
 - 1.2.4.2 Designation of ropes
 - 1.2.4.3 Steel grade
 - 1.2.4.4 Mechanical characteristics (breaking loads)
 - 1.2.5 Energy dissipating device
 - 1.2.5.1 Description
 - 1.2.5.2 Positions in kit
 - 1.2.5.3 Arrangement of energy dissipating devices
 - 1.2.5.4 Mechanical properties
 - 1.2.6 Connection members (rope clips, shackles, etc.)
 - 1.2.6.1 Description
 - 1.2.6.2 Positions in kit
 - 1.2.6.3 Material
 - 1.2.6.4 Mechanical characteristics

2 Chapter 2: Identification tests according to Annex A and Table 3**3 Chapter 3: Execution of the field test**

- 3.1 Measurement devices and calibration
 - 3.1.1 Dynamometers
 - 3.1.1.1 Positions on test site
 - 3.1.1.2 Technical description
 - 3.1.1.3 Evidence of calibration
 - 3.1.2 High-speed video camera (s)
 - 3.1.2.1 Positions on test site
 - 3.1.2.2 Technical description
 - 3.1.3 Additional video equipment
 - 3.1.3.1 Positions on test site
 - 3.1.3.2 Description
 - 3.1.4 Laser, radar or geophone device
 - 3.1.4.1 Positions on test site
 - 3.1.4.2 Description
 - 3.1.5 Pressure device
 - 3.1.5.1 Positions on test site
 - 3.1.5.2 Description
 - 3.1.5.3 Evidence of calibration
 - 3.1.6 Normal and shear forces measuring device
 - 3.1.6.1 Positions on test site
 - 3.1.6.2 Description
 - 3.1.6.3 Evidence of calibration
- 3.2 Flowing mass characteristics (sampling before release)
 - 3.2.1 Density
 - 3.2.2 Water content (if relevant)
 - 3.2.3 Particle size distribution (if relevant)
- 3.3 Test site description
 - 3.3.1 Inclination of test site
 - 3.3.2 Sliding surface arrangement

4 Chapter 4: Test data

- 4.1 Volume of released mass at each release
- 4.2 Speed of flow
- 4.3 Height of flow
- 4.4 Height of overflow (if relevant)
- 4.5 Impact pressure
- 4.6 Normal and shear force in front of the tested kit

5 Chapter 5: Post test data

- 5.1 Filled height of the tested span after each release
- 5.2 Elongation of net after the completed test
- 5.3 Time – force diagrams and peak forces on anchors
- 5.4 Residual height of kit
- 5.5 Amount of activation (elongation) of energy dissipating devices
- 5.6 Stopped volume of material
- 5.7 Volume of the overflow material if relevant
- 5.8 Documentation of damages (interception structure, supporting structure, connection structure, anchors)
- 5.9 Photo-documentation (frontal and side view of the kit, system components)

ANNEX 7 - PROCESSOS CONSTRUCTIUS ORGANITZACIÓ DE L'OBRA

ANNEX 7 - PROCESSOS CONSTRUCTIUS ORGANITZACIÓ DE L'OBRA

Aquest annex el constituirà un estudi de:

- 1 Manual d'instal·lació del sistema escollit.
- 2 Manual de manteniment del sistema escollit
- 3 Determinació de les diferents fases d'obra.
- 4 Processos constructius de les mateixes que garanteixin la seva correcta execució amb les màximes garanties de seguretat pels treballadors i tercers.
- 5 Organització i el desenvolupament de les obres a executar per tal d'aconseguir que les afectacions siguin les mínimes possibles en tots els àmbits.

Els processos constructius seran supervisats pel redactor de l'Estudi de Seguretat i Salut, el qual els haurà d'incloure en el mateix.

En aquest estudi es delimitaran les parts (o zones) de l'obra, definint les fases i durada de la seva execució; la definició i valoració dels accessos, les sortides i la circulació interior en aquestes compatible amb el desenvolupament dels treballs; l'accessibilitat a les esmentades zones de l'obra en cas d'accident, etc. Es procurarà, sempre que sigui possible, segregar la circulació pertanyent a l'obra de la reservada als usuaris.

En el cas que s'hagi de fer un desviament provisional del trànsit, aquest s'estudiarà i valorarà per a cada una de les fases d'execució de l'obra. A més, s'inclourà un croquis explicatiu del mateix (quan no requereixi la realització d'obra nova) o un plànol en planta i alçat (en cas contrari).

S'estudiarà amb tot detall els moviments de maquinària a l'obra i l'accessibilitat de la traça per a reduir els costos que per ocupacions temporals o moviments de terra accessoris es poguessin produir.

També s'ha de descriure (i justificar, si s'escau) el sistema constructiu de totes les obres elementals que estiguin afectades per condicionants que impliquin una reducció dels rendiments habituals o que repercuteixin en l'import dels preus de les unitats d'obra necessàries. Si els condicionaments en qüestió es presenten només en determinats punts de l'obra, s'haurà d'indicar clarament quins són els trams o parts de l'obra on els sistemes constructius habituals han de ser substituïts pel que aquí es descriuen.

Entre les circumstàncies que s'han de considerar que condicionen els sistemes constructius han de tenir-se en compte les següents:

- 6 Parts de l'obra on no es pugui disposar de la superfície d'ocupació temporal normal.

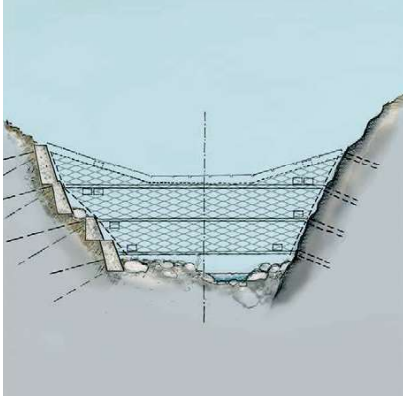
- 7 Trams on no es disposi de terreny apte per a aplegament, obligant a transports al llarg de traça de terres, material o maquinària.
- 8 Obres de fàbrica o paviments de recent construcció que, estant afectats pel projecte, s'hagin de respectar.
- 9 Incidència de la necessitat de mantenir en servei determinats subministraments o l'accés a zones afectades per les obres.
- 10 Incidències de les mesures correctores de l'impacte ambiental, tals com la reducció de sorolls o de la producció de pols.



Issue 113, 2021

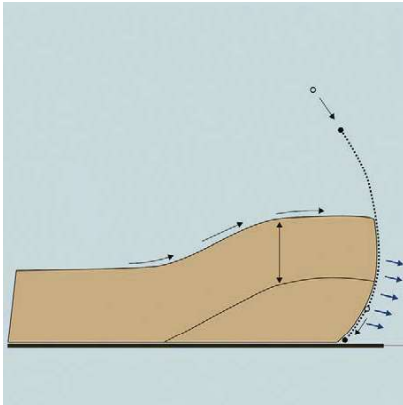
WSL Berichte

ISSN 2296-3456



Practical guide for debris flow and hillslope debris flow protection nets

Catherine Berger
Matthias Denk
Christoph Graf
Lisa Stieglitz
Corinna Wendeler



Swiss Federal Institute for Forest,
Snow and Landscape Research WSL
CH-8903 Birmensdorf

Issue 113, 2021

WSL Berichte

ISSN 2296-3456

Practical guide for debris flow and hillslope debris flow protection nets

Catherine Berger
Matthias Denk
Christoph Graf
Lisa Stieglitz
Corinna Wendeler

Swiss Federal Institute for Forest,
Snow and Landscape Research WSL
CH-8903 Birmensdorf

Publisher
Swiss Federal Research Institute WSL

Responsible for this issue
Dr Manfred Stähli, Head of research unit Mountain Hydrology and Mass Movements

Editor: Sandra Gurzeler, Team Leader Publications, WSL

Original document
The original WSL report «Praxishilfe Murgang- und Hangmurenschutznetze» (in German) was published in 2020 and commissioned by the Swiss Federal Roads Office FEDRO and the Swiss Federal Office for the Environment FOEN.

Authors
Berger Catherine, geo7 AG
Denk Matthias, Company200 Matthias Denk
Graf Christoph, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL
Stieglitz Lisa, Emch+Berger AG Bern
Wendeler Corinna, Canton Appenzell Ausserrhoden, Department of Water

Support group
Albaba Adel, Bern University of Applied Sciences BFH; Arnold Philippe, Swiss Federal Roads Office FEDRO; Baumann Reto, Swiss Federal Office for the Environment FOEN; Egli Thomas, Egli Engineering AG; Feiger Nadine, Geobruugg AG; Gertsch-Gautschi Eva, Swiss Federal Office for the Environment FOEN; Hählen Nils, Canton Bern, Natural Hazards Department; Salvetti Andrea, Canton Ticino, Department of Territory; Schertenleib Adrian, Swiss Federal Office for the Environment FOEN; Toniolo Marco, MT Swiss GmbH, Maccaferri; Volkwein Axel, Pfeifer Isofer AG; von Boetticher Albrecht, Staubli, Kurath & Partner AG

Proofreading original version (in German): Dieter Rickenmann, WSL; Manfred Stähli, WSL
Layout: Jacqueline Annen, WSL

Suggested citation
Berger, C.; Denk, M.; Graf, C.; Stieglitz, L.; Wendeler, C., 2021: Practical guide for debris flow and hillslope debris flow protection nets. WSL Berichte 113. 79 p.

ISSN 2296-3448 (Print), ISSN 2296-3456 (Online)

Illustrations and graphics: Denis Rochat, Emch+Berger AG Bern
Translation: Matthias Denk, Company200 Matthias Denk
Proofreading and financial support of the translation: Geobruugg AG

Cover photos
Top: Trachtbach near Brienz, Switzerland, image source [G]/Center: Baltisberg near Arth, Switzerland, image source [H]/Bottom: Gempelegrabe near Frutigen, Switzerland, image source [G]

Disclaimer
This report is a translation of the original WSL report in German. The authors are solely responsible for the content. Authors and translator accept no liability whatsoever for damage to property or personal injury of any kind arising despite, as a result of or in connection with the respect and application of this practical guide. Anyone who respects or applies this publication agrees to this disclaimer.

Research for people and the environment: The Swiss Federal Institute for Forest Snow and Landscape Research WSL monitors and studies forest, landscape, biodiversity, natural hazards and snow and ice. WSL is a research institute of the Swiss Confederation and part of the ETH Domain. The WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF is part of the WSL since 1989.

© Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL
Birmensdorf, 2021

Table of Contents

Summary	5
General part	7
1 Introduction	7
1.1 Background and purpose of the practical guide	7
1.2 Natural hazard processes considered	7
1.3 Content and structure of the practical guide	8
2 Approval procedures and responsibilities	9
2.1 Approval procedure for net barriers	9
2.2 Involved bodies, competences and responsibilities	9
3 Application of debris flow and hillslope debris flow protection nets	11
3.1 Load-bearing capacity of standard systems	11
3.1.1 Technical layout of a debris flow protection net	11
3.1.2 Technical layout of a hillslope debris flow protection net	11
3.1.3 Documents required for net products	13
3.2 Serviceability and durability	13
3.2.1 General requirements	13
3.2.2 Requirements for anchorages and foundations	13
3.2.3 Requirements for net types	14
3.3 Consideration of local conditions in planning	14
3.3.1 Layout and arrangement in the terrain	14
3.3.2 Ecological and ecomorphological conditions	15
3.4 Overload of net barriers	15
4 Damages to net barriers and their prevention	17
4.1 Overview of damage patterns	17
4.2 Damages and measures for their prevention	18
5 Decision support chart for the planning of net barriers	21
5.1 Flow chart	21
5.2 Qualitative evaluation of net barriers compared to rigid structures	21
5.3 Possible applications of net barriers	23
5.4 Frequently asked questions about net barriers (FAQ)	23
Technical part	27
6 Scenario building and dimensioning of system parameters	27
6.1 Scenario building for debris flows and hillslope debris flow processes	27
6.2 Design layout of debris flow protection nets	28
6.2.1 Residual height	28
6.2.2 Hydraulic freeboard	28
6.2.3 Basal opening	28
6.2.4 Retention volume	29
6.2.5 Overflow	30
6.3 Design layout of hillslope debris flow protection nets	30
6.3.1 Residual height	30
6.3.2 Retention volume	30
6.3.3 Overflow	31
6.3.4 Bypassing	31
7 Dimensioning	33
7.1 Safety concept	33
7.2 Load models	34
7.2.1 Debris flow protection nets	34
7.2.1.1 Quasi-static load model	34
7.2.1.2 Single block impact	36
7.2.2 Hillslope debris flow protection nets	36

7.2.2.1	Quasi-static load model	36
7.2.2.2	Fluid-structure interaction model (FSI-model)	37
7.3	Dimensioning of components	39
7.3.1	Support ropes	39
7.3.2	Upslope anchor ropes and posts	40
7.3.3	Protection net	40
7.3.4	Anchors and foundations	42
7.3.5	Post foundations	42
7.3.6	Example of structural foundation design	42
8	Inspection and maintenance	45
8.1	Basic conditions	45
8.2	Tools for inspections	45
8.3	Measures after events	45
8.4	Emptying of debris flow and hillslope debris flow protection nets	47
9	Special structures	49
10	Design flow chart	51
11	Conclusion and outlook	53
12	Directories	55
	Glossary	55
	Abbreviations	56
	Symbols	57
13	References and image sources	60
Appendix A	Dimensioning example	63
Appendix B	Characteristic data sheets for special structures	69
Appendix B.1	Suspension rope net, Hüpach torrent, Switzerland	69
Appendix B.2	Multilevel barrier, Trachtbach torrent, Switzerland	70
Appendix B.3	Net structure with longitudinal concrete discs, Grönbach torrent, Switzerland	71
Appendix B.4	Net structure with concrete pillars, Innere Sitebach torrent, Switzerland	72
Appendix B.5	Stepwise installed nets serving as supplementary structure, Illgraben torrent, Switzerland	73
Appendix B.6	Erosion control and filter structure, Durschtbach torrent, Switzerland	74
Appendix B.7	Net structure for combined loads, Baltisberg/Härzigwald, Switzerland	75
Appendix B.8	Driftwood protection net, Chiene torrent, Switzerland	76
Appendix C	Checklists for inspection and maintenance	77
Appendix C.1	Checklists regular inspection	77
Appendix C.2	Checklist after an event	79

Summary

Debris flows and hillslope debris flows endanger people and property in mountainous regions. Within the framework of integral risk management, structural, organizational, or nature-based protection measures can be used, in addition to the considerations of natural hazards in spatial planning. The short warning times for debris flows and hillslope debris flows as well as their high impact and corresponding destructive forces are an important reason why structural measures must assume an important protective function.

Debris flow and hillslope debris flow protection nets have only been available on the market in Switzerland for a few years and complement the range of possible measures. A characteristic feature of this type of measure is the permeability of the nets, which retain the coarser solids, but allow water and suspended solids to flow through and thus drain the material. In addition to bedload retention, there are other possible applications for net barriers, e.g. for stabilizing the river bed or for redirecting the hazard process.

When planning protection measures, it is important that the advantages and disadvantages of different types of structures are presented transparently and are assessed on a site-specific basis. Debris flow and hillslope debris flow protection nets are relatively new types of measures. For this reason, comprehensive and long-term experience in the case of an event as well as the necessary know-how in planning, realization, service and maintenance are not yet generally available to an expert audience. With this practical guide, we want to close this knowledge gap and show planners, authorities and clients the experience already gained. According to the practical guide's motto: from practitioners - for practitioners!

The practical guide is divided into a general and a technical part. It aims to address both a general and a technically oriented audience, providing an overview of the state of the art of these specific protection nets in Switzerland. The focus lies on the gravitational natural hazard processes of debris flows and hillslope debris flows and CE-marked standard systems for net barriers.

In the general part, important framework conditions such as approval procedures and responsibilities are described, and it is further explained how net barriers are correctly designed and constructed. The focus of this part lies on the aspects of load-bearing capacity, serviceability, durability, overload cases and local conditions. Subsequently, the authors present possible damage patterns and their causes, as well as the prevention of damages. A decision support chart summarizes the most important aspects of the general part, discusses advantages and disadvantages and answers frequently asked questions.

The technical part describes scenario building for debris flow and hillslope debris flows processes, followed by explanations on net barrier-specific details. More details are given on the design of net barriers, for example regarding the residual height or the basal opening of debris flow protection nets. The dimensioning of the net barriers is based on the safety concept and load models, and the design of individual components is explained in detail. As is the case for all protection structures, inspection and maintenance are indispensable for their long-term use. Thus, the document covers decisive aspects with respect to service and maintenance of net barriers. Special structures complement the range of applications of net barriers and we present and illustrate selected examples. A design procedure chart for hillslope debris flows and debris flow barriers provides support for specific dimensioning and summarizes the technical part of this practical guide.

General part

1 Introduction

1.1 Background and purpose of the practical guide

Debris flows and hillslope debris flows endanger people and property in many places in the Swiss Alps and Pre-Alps. Protection measures play an important role in the holistic management of natural hazards [30]. Besides taking into consideration natural hazards in spatial planning, structural or organizational protection measures can be considered. Nature based solutions such as afforestation complement the spectrum of protection measures. The difficult forecasting of time and place of occurrence as well as the sudden occurrence of debris flows and hillslope debris flows are reasons why structural measures have to assume an important protective function. Due to their high densities and velocities, both hazard processes may cause large **impact pressures** on structures.

Rockfall and snow protection nets are established structural measures and have been in use already for a long time. Debris flow and hillslope debris flow protection nets have only been available on the market for a few years and have complemented the range of possible measures. The characteristic feature of this type of protection nets is that the solids of debris flows and hillslope debris flows are retained and the water flows through the nets, or more specifically the retained material is drained after a certain time. In addition to bedload retention, there are other possible applications for **net barriers**, e.g. to stabilize a river bed or to redirect the hazard process. Net barriers are particularly characterized by their flexible behaviour under load and, compared to conventional rigid construction methods such as concrete structures, by lower installation costs and reduced assembly efforts. Other points such as maintenance, accessibility, durability, area of application and details in the construction are decisive points that must be considered during design. It is therefore important that the advantages and disadvantages as well as the limitations in the application of net barriers are known. Such a target-oriented and economically viable system of measures can be determined on this basis. However, comprehensive and long-term experience in the case of an event and the necessary know-how in planning, realization, service and maintenance have so far not yet been generally available to an expert audience.

This practical guide is intended to close this knowledge gap and to show planners, authorities and clients the experience already gained with net barriers in the case of an event, but also for design, implementation, service and maintenance. In addition to detailed technical information and practical help, particular attention is drawn to risks and opportunities of use and implementation of net barriers. According to the practical guide's motto: from practitioners – for practitioners!

1.2 Natural hazard processes considered

This practical guide focuses on the gravitational natural hazard processes of debris flows and hillslope debris flows. Debris flows are fast-flowing mixtures of solids (bedload and driftwood) and varying proportions of water in steep torrent channels. The discharge rises abruptly, forming a front of the debris flow with a high concentration of solids, and is therefore clearly distinguished from pure water runoff or bedload transport. Furthermore, debris flow are often characterized by a surge-like flow behaviour [21].

In contrast to debris flows, hillslope debris flows form outside of channels on open and steep slopes. They can detach spontaneously from water-saturated soil layers and flow at relatively high velocities. They may start as shallow to moderate spontaneous landslides, but transform into a flowing mass due to their water content. In terms of flow characteristics, hillslope debris flows are comparable to debris flows, but are typically smaller in volume [2].

Since **net barriers** have been increasingly used for the retention of driftwood in recent years, a special structure for this application is presented in this practical guide. To a certain extent, combined loading of the net barriers by different gravitational processes can also be guaranteed. However, this must be verified by means of calculations for each load case. Other gravitational natural hazard processes such as rockfall, avalanches and floods are only mentioned in the practical guide as far as they may have an unfavourable effect on the stability of net barriers depending on the location. They must therefore also be included in the design process.

1.3 Content and structure of the practical guide

This practical guide provides an overview of the state of the art of debris flow and hillslope debris flow protection nets in Switzerland. The practical guide is divided into a general and a technical part and focuses on the technical and functional aspects of **net barriers**. Other requirements (e.g. nature and landscape protection) are only touched upon and can be found in specific documents such as in [4]. Also, general knowledge about design, construction, maintenance and especially quality assurance of protection measures is required and not explained in detail, unless net-specific aspects are explained.

In the general part, the approval procedures for net barriers and corresponding responsibilities are described first. Subsequently, the authors show how debris flow and hillslope debris flow protection nets can be applied, which damages to the structures may occur and how they can be prevented. The decision support chart summarizes the most important aspects of the general part and frequently asked questions are answered.

The technical part covers scenario building for debris flows and hillslope debris flows, assessment of **system parameters** and dimensioning of components. In addition, the inspection and maintenance of protection structures are described. In general, the practical guide focuses on currently available CE-marked standard systems in Switzerland. However, since the use of net barriers can go far beyond standard applications, selected special structures are described and illustrated by way of examples. Notes on the design procedure summarize the contents of the technical part.

The glossary explains important terms, which are marked in **dark gray** and **bold** in the text; abbreviations and formula symbols used are defined in the corresponding directories. For further literature and references, please refer to the reference section at the end of this document.

In general, the term "**net barrier**" is used for different hazard processes and construction types. In this document, the term refers to debris flow and hillslope debris flow protection nets in general. The term "**net types**" is used to describe structures within the same **process family**, which are, however, designed for different type of impacts or load cases (e.g., from the process family of debris flow protection nets, the net types for load capacities of 60 kN/m² or 180 kN/m²).

Manufacturers of net barriers are continuously developing their standard systems for the market. Up to today, numerous standard systems and several special structures have been implemented in Switzerland, and some of them have already proven their worth in case of events. The practical guide represents a status as of July 2020. Updated information can be found on the landing page of this practical guide (www.wsl.ch/practical-guide-debris-flow-hillslope-protection-nets) or obtained directly from the manufacturers of net barriers. If necessary, updated information on the state of the art or research findings will also be published on this landing page.

2 Approval procedures and responsibilities

2.1 Approval procedure for net barriers

When using a certified and approved construction product, the client and designer benefit from the standardized performance and the corresponding guarantee of quality [6]. It is important that labels, markings and documents supplied with the product are carefully filed, as the original documents must be presented as evidence in case of a complaint.

Until now, no harmonized standards for **net barriers** under loading of debris flow or hillslope debris flows are available throughout the world. In the European Union, it is possible to evaluate properties of construction products outside the scope of existing standards. The body responsible for this evaluation is the European Organization for Technical Assessment (EOTA). In cooperation with an applicant, the EOTA developed an assessment procedure, which is described in an assessment document (European Assessment Document, EAD). Once EOTA has adopted the EAD, manufacturers of construction products can request their specific products or product families to be assessed. The result is a European Technical Assessment (ETA). As for the EADs, the current ETAs are listed on the EOTA website (www.eota.eu).

For debris flow and hillslope debris flow protection nets, EAD No. 340020-00-0106 was published on the EOTA website in June 2016 [12]. Based on this EAD, assessment bodies (in Switzerland, for example the Empa) can issue European technical assessments (ETA) for hillslope debris flow and debris flow protection nets. The EAD does not only deal with the individual net components and their arrangement, but also with the necessary test procedures for both **barrier types** (built in a scale of 1:1). This enables to measure important influencing parameters that need to be declared (essential characteristic values according to [12]). For both **net types**, only large-scale test procedures are allowed. However, if based on large-scale field tests, a product series adjustment is also permitted by means of calibrated finite element methods.

The intended **minimum service life** of 25 years for debris flow and hillslope debris flow protection nets is not only defined in the ETA for the specific product, but is also generally described in the EAD. The EAD also specifies the responsible testing bodies (testing, assessment and inspection bodies = Conformity Assessment Body, CAB) and defines the testing procedures. Finally, the tasks of the manufacturer to ensure production quality, i.e. the procedure of factory production control (FPC), are described. Both the valid ETA and the annual production control are prerequisites for the continuous **CE-marking** that the construction product is bearing. In support of this, the manufacturer prepares the Declaration of Performance (DoP) with all characteristic values and usually submits it together with the **certificate of conformity** including continuous factory production control (FPC certification).

2.2 Involved bodies, competences and responsibilities

To ensure the permanent quality and serviceability of a **net barrier** installed in the field, a wide variety of players must be involved and made accountable, from production and planning to installation and operation of the net barrier. Possible tasks of the project participants as well as information on further sources of information are listed in Table 1. Only if all parties involved are aware of their respective responsibilities, high-quality and durable solutions can be created and guaranteed. It should be noted that the areas of responsibilities may vary depending on the hazard process, the location of the measures and the project constellation and must therefore be defined on a project-specific basis. Further information and specific explanations regarding forestry, fishery, nature conservation, revitalization and more can be found in the Manual Program Agreements in the Environmental Field (valid for Switzerland) [4].

Table 1. Tasks of the experts involved and references to further sources of information.

Who	Task (selection)	For explanations refer to
Manufacturer	Self-monitoring of production with FPC	EAD
	Documentation of protection nets	EAD, ETA
	Calculation of decisive anchor forces	Manufacturer specs.
	Assessment report (Proof of technical requirements and documentation)	EAD, ETA, DoP
	Identification of the net elements	EAD, ETA
	Packing and shipping instructions	EAD
	Installation manual and supervision of installation, including technical acceptance	Manufacturer specs.
Assessment body	Initial inspection of the product	EAD
	Initial inspection of the plant and FPC	EAD
	Periodic external audit by CAB	EAD
Authorities	Catalogue of protection structures	
	Supervision of construction management	
	For further information, please refer to the Manual Program Agreements in the Environmental Field	[4]
Client/owner	Definition of objectives of the measures and conditions of use	
	Definition of requirements (i.a. selection and award criteria, usage agreement acc. to SIA)	
	Determination of the corrosion protection class of the anchors	
	Maintenance and service works	
Planner	Design of protection net structure	
	Determination of type and number of anchor tests	
	Dimensioning of anchors and foundations	
	Supervision of construction works and quality control	
Construction company	Tests on sample anchors	
	Record of drilling and injection works	
	Construction of foundation and anchors	
	Installation of nets	
Interest groups	Situational involvement of interest groups	

3 Application of debris flow and hillslope debris flow protection nets

3.1 Load-bearing capacity of standard systems

Flexible **net barriers** can withstand high dynamic and static loads. As mentioned above, the information in this practical guide refers to **CE-marked** standard systems. Special structures are discussed in Chapter 9 and described more detailed in Appendix B.

CE-marked standard systems for debris flow and hillslope debris flow protection nets are available on the market from various manufacturers. The respective geometries and load-bearing capacities of the net barriers guaranteed by independent testing are described in Table 2 and Table 3 (as of July 2020). Further developments in net barrier technology are possible and current values/systems must be requested from the barrier manufacturers.

Table 2. Geometries and load-bearing capacities of debris flow protection nets (as of July 2020).

Nominal height	Nominal width	Impact pressure	Anchor forces
max. 6.0 m	Up to 15 m (without posts)	Up to 160 kN/m ²	Up to 350 kN
max. 4.0 m	Up to 25 m (with posts)	Up to 160 kN/m ²	Up to 350 kN
max. 6.0 m	Up to 24 m (with posts)	Up to 180 kN/m ²	Up to 350 kN

Table 3. Geometries and load-bearing capacities of hillslope debris flow protection nets (as of July 2020).

Nominal height	Nominal width	Impact pressure	Anchor forces
2.0–4.0 m	Up to 30 m (with intermediate suspension also longer)	Up to 150 kN/m ²	Up to 250 kN

According to [7], net barriers and other lightweight protection structures against debris flows and hillslope debris flows are not considered as water retaining facilities under the current Swiss legislation. Thus, in Switzerland, hillslope debris flow protection nets are not subject to the Directive on the Safety of Water Retaining Facilities.

3.1.1 Technical layout of a debris flow protection net

The support system of current standard systems consists of support ropes stretched across the channel, which are laterally tied to the channel flanks using anchorages. The retention net is shackled between the support ropes. By using **secondary meshes** with smaller mesh sizes than the primary retention net, fine material can also be retained. Two types of standard systems are currently available in Switzerland, depending on the nature of the channel: Systems up to 15 m span for narrow, V-shaped channel sections and systems up to 25 m span for wider, U-shaped channel sections. The latter are installed with one or more posts over which the support ropes run. The individual components of a standard system are illustrated in Figure 1. Both appropriate corrosion protection and **abrasion protection** of the net components ensure a product-specific **service life** and relatively low maintenance costs compared to rigid structures.

3.1.2 Technical layout of a hillslope debris flow protection net

The standard hillslope debris flow protection net includes articulated posts bolted to concrete foundations. The posts are anchored in the retention space with upslope anchor ropes including, if necessary, integrated **energy absorption elements**. The **primary net** is attached to the upper and lower support ropes. The **secondary mesh** for restrain-

ing the fine material is locally attached to the primary net (folded in the shape of an accordion bellow). The **uphill apron net** is additionally mounted on the lower support rope and on the primary net and embedded in the ground upslope using suitable anchoring elements. The individual components of a standard system are illustrated in Figure 2.

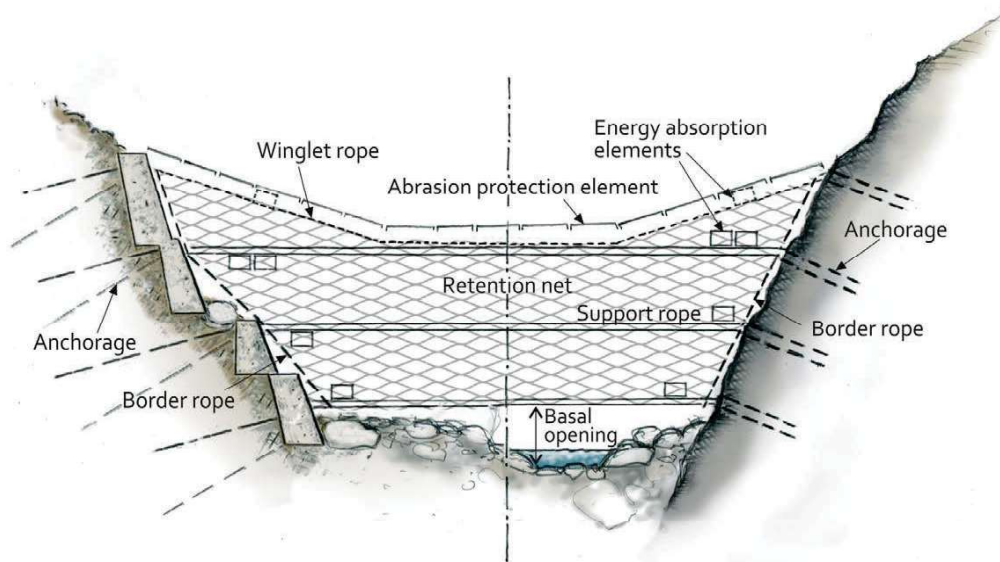


Fig. 1. Schematic view of the components and arrangement of a debris flow protection net for narrow, V-shaped channels, based on [12].

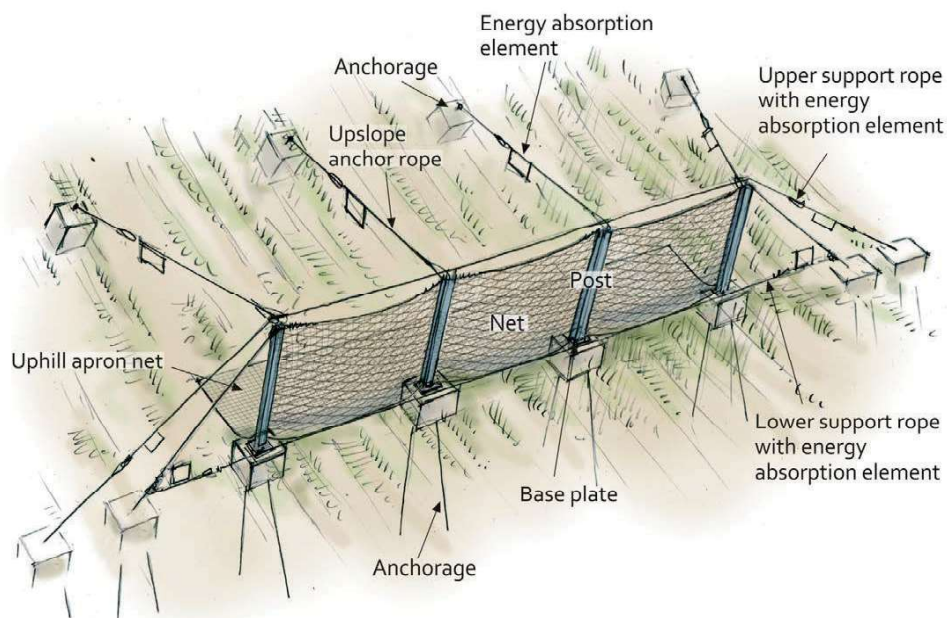


Fig. 2. Schematic view of the components and arrangement of a hillslope debris flow protection net, based on [12].

3.1.3 Documents required for net products

The following documents are required for net products and must be submitted to the building owner:

- System manual (manufacturer-specific)
- Installation manual (manufacturer-specific)
- Maintenance manual (manufacturer-specific)
- Valid Declaration of Performance (DoP) of the manufacturer, preferably with continuous **certificate of conformity** for the factory production control and valid ETA number.

In addition, it is recommended that at least the use of the net barrier is recorded in a usage agreement between the building owner and the planner.

3.2 Serviceability and durability

3.2.1 General requirements

The fundamental requirements of serviceability and durability are met when the unrestricted use of a structure for the intended purpose and for the agreed **service life** is ensured at a reasonable maintenance cost. While structural safety verifications can be fulfilled using static calculations, the requirements for serviceability must also be reviewed on a project-specific basis. Regarding standardized **net barriers**, the following aspects, among others, must be taken into account when verifying serviceability:

- Shape and position of the overall structure
- For debris flow protection nets, erosion resistance of the channel banks
- Protection against scouring of the **basal opening** (for debris flow protection nets) or in the spillway section (if dimensioned for overflows)
- Corrosion resistance of the superstructure and anchorages, increase of **service life** by choosing a higher **corrosion protection class**
- Functional impairment of the overall structure, e.g. due to
 - Deformations of the overall structure
 - Differential settlements due to dead weight or tilting of the foundations
 - Cracks in the concrete foundations and subsequent reduction in impermeability
 - Frost resistance of the concrete structure
 - Alkali aggregate reaction of the concrete structure

Approaches to the serviceability and durability of debris flow protection nets can be found in [13], among others. Careful planning, necessary maintenance and regular inspections of the net barriers prevent a potential reduction of durability and serviceability.

3.2.2 Requirements for anchorages and foundations

Only the superstructure is included in the product evaluation ETA (see Chap. 2.1). In planning and execution, great attention must therefore be paid to the dimensioning and the construction of the anchorages and foundations. The conditions for anchorages and foundations are product and site-specific. Ideally, a detailed geological profile of the barrier location is available and pull-out tests of anchors are performed to determine the outer skin friction of the soil. The following list includes important factors to be considered to ensure the durability of the load transfer of the resulting forces from the superstructure to the soil:

- Manufacturer's data on anchor forces of net barriers including safety factors
- Assessment of the soil's geotechnical parameters (skin friction, etc.)
- Use of type-tested and approved anchor grouts (see list of approved anchor grouts acc. to FOEN [5]), on site grout testing, monitoring of grout's installation temperature and curing time for quality assurance
- Definition of the **corrosion protection class** according to SIA standard 267 [29] with the client

- Alignment of the anchors in the direction of the cable
- Sufficient anchor spacing to prevent violation the sphere of influence
- Use of flexible anchor heads to prevent reduction of the anchor's load-bearing capacity
- Possibly, use of self-drilling anchors if the borehole is not stable, or cased drilling with a **grout sock**
- Implement **post-injections** of grout to obtain a force-locked grout column
- If applicable, ensure corrosion protection, especially in the anchor head area, with small concrete foundations
- Implement erosion protection of the anchorage body to maintain the required anchorage length
- Carry out tensile tests on anchors
- Caution during anchor installation in winter: ice lenses may form on the on the anchor bar

The anchorage lengths and thus also the borehole lengths depend significantly on the soil properties. In order to keep the anchorage lengths within a technically reasonable and economically justifiable range, preference should be given to installation sites that meet the following requirements for the ground:

- Rock or loose rock, stable, sufficient skin friction.
- Little cover of soil and low proportion of organic material in the surface layer.
- No or only few fissures, favourable orientation of possible shear surfaces
- No fissure or pore water in the boreholes
- No geological strata that can react sensitively to drilling or grout input
- No zone of sources

3.2.3 Requirements for net types

For the structure to be considered in land use planning, a **service life** of 50 years must be guaranteed according to PROTECT [23]. For hillslope debris flow protection nets, first steps to implement this approach for limited service lives are described in [35]. The net barrier manufacturer must provide evidence of adequate corrosion protection of the net components. In addition, proper construction and, if the structure can be overflowed, product-specific **abrasion protection** help to preserve the structure during its **service life**. After an event, the net barrier must be inspected and, if necessary, repaired.

3.3 Consideration of local conditions in planning

3.3.1 Layout and arrangement in the terrain

The following are selected important factors for the layout and arrangement of **net barriers** in the terrain or in the channel respectively.

Debris flow protection nets

- Do not arrange net barriers in channel bends in order to prevent erosion on the outer bank. If applicable, additional stabilization measures on the channel's embankment are necessary.
- Consider **basal opening**
- Ensure **abrasion protection** in case of possible overflow
- Ensure flow paths and appropriate protection against scouring downstream of the net barriers
- Consider other site-related natural hazard processes in dimensioning (e.g. windfall of trees, avalanches, etc.)
- Ensure accessibility for service and maintenance
- Include increased maintenance costs in case of high debris flow activity of a channel in economic considerations
- Establish a material management concept for the operational phase and identify landfill sites for the material

Hillslope debris flow protection nets

- Consider arrangement of an **uphill apron net**
- Ensure **abrasion protection** in case of possible overflow
- Consider surface runoff or draining water from the barrier by means of drainage or diversion
- Ensure wildlife corridors with appropriate passages and net overlap
- Adapt intermediate suspension to wildlife crossing
- Review gullies and elevations in terrain during stakeout
- Review sliding layer depth versus anchorage length
- Consider other site-related natural hazard processes in dimensioning (windfall from trees, avalanches, etc.)
- Ensure accessibility for service and maintenance
- Establish material management concept for the operational phase and identify land-fill sites

The following general aspects have been shown when installing flexible net barriers:

- The drilling work for the necessary anchors in rock or soil can be carried out with a light drilling rig and a walking excavator
- Due to the low volume and weight of the installation elements, material can be transported to the site by truck or helicopter, which proves often to be an economically viable solution.
- Large excavations in advance can be avoided
- Large-scale installation and handling sites are not necessary
- The duration of the construction works is limited to a few months, while the actual installation of the net is taking place within a few days.

3.3.2 Ecological and ecomorphological conditions

Net barriers made of wire net structures fit relatively well into the landscape visually. Debris flow protection nets are installed to provide a retention space and are built with a corresponding **basal opening** (see Chap. 6.2.2) above the channel base. They allow most animal species to pass and do not impair fish passage. Natural bedload transport is usually not restricted by such net barriers, and the original condition of the channel bed is preserved. If, however, the channel bed needs to be stabilized below the net by means of a block ramp or other means, the permissible bed angles and drop heights of these structures must be complied with in order to ensure fish passing (in consultation with the competent authorities and depending on the fish population). If the net barriers are left in the stream bed when filled or are mechanically filled during construction, and thus serve as bed stabilization in the form of a step-like structure, then the same aspects apply with regard to ecological impacts as with other staircase- and step-like structures.

Hillslope debris flow protection nets have a similar ecological impact on wildlife as rock-fall protection nets. Above all, wildlife passages and wildlife resting zones must be considered in the planning of these linear structures. An intermediate suspension with support rope separation must be adapted to animal passage accordingly. Small organisms such as insects, amphibians, reptiles, and small mammals such as stoats and mice may pass the net barriers through their mesh openings without restriction.

When selecting the installation site, it must be clarified on a project-specific basis whether special planning measures are required for water and nature conservation reasons (e.g. galvanized elements in protection zones or closed seasons for wild animals). The corresponding requirements can be found in the current Swiss Legislation (WPA, NCHA and WBG) and [4].

3.4 Overload of net barriers

Technical measures are designed for a design event, which is defined during the planning of the measures. However, larger events in the sense of larger volumes or higher loads are possible and should not lead to a collapse-like failure of the net barriers or to a deterioration of the actual situation with larger bedload quantities. One reason for an overload or overstress can be the exceeding of the design event. This in turn leads to exceeding of the load-bearing capacity or the volume capacity of a net barrier. As a result, individual components may fail (e.g., failure of cables, net components, anchors etc.). A simultaneous, collapse-like failure of all system components is unlikely. In the case of net barriers, overflow, lateral bypass of a barrier or washout of the channel banks can also cause a net barrier to be impaired reducing its protective function (exceeding of the geometrical system limits).

It is important that the consequences of an overload case are described in the project and that it is clarified how these can be managed by technical, organizational or spatial planning measures. Therefore, project-specific statements are to be made on the following topics (selection):

- Is part of the debris flow or hillslope debris flow material deposited below the net barrier?
- May further material be mobilized below the protection structure?
- May the overflowing material be discharged without damage?
- Is the situation significantly worsened in the case of an overload for the infrastructure to be protected?
- Are additional structural or planning measures therefore necessary?
- Are additional organizational measures (e.g. alarms, intervention points, emergency planning) necessary and need to be provided for?

Overflow is not covered for all net barriers by their corresponding standard declaration of performance for **CE-marked** net barriers:

- For most CE-marked debris flow protection nets, the overflow of a barrier by the design event is verified by field tests and simulations.
- Hillslope debris flow protection nets are generally not dimensioned for overflow.

If overflow is not guaranteed by the manufacturer, this case must be considered and verified separately during dimensioning (see also Chap.s 6.2.5 and 6.3.3). Information on the current declarations of performance can be obtained from the net barrier manufacturers. The behaviour of a debris flow, a hillslope debris flow and a net barrier in the event of overflow (and especially in the event of overload) may be estimated by suitable modelling.

4 Damages to net barriers and their prevention

4.1 Overview of damage patterns

In the period from 2007 to summer 2020, about 80 debris flow and 30 hillslope debris flow protection nets were installed in Switzerland. On these, experience could be gained, damages were observed and lessons learned. Experience shows that primarily the damage patterns to system elements and reduction of the serviceability of **net barriers** shown in Figure 3 may occur.

Damages to the superstructure of this type of protection nets, such as rope and net failures, buckled posts and likewise damages, should not occur in certified and carefully designed net barriers if the design values are not exceeded. Therefore, damages due to overload are not dealt with in the following sections.

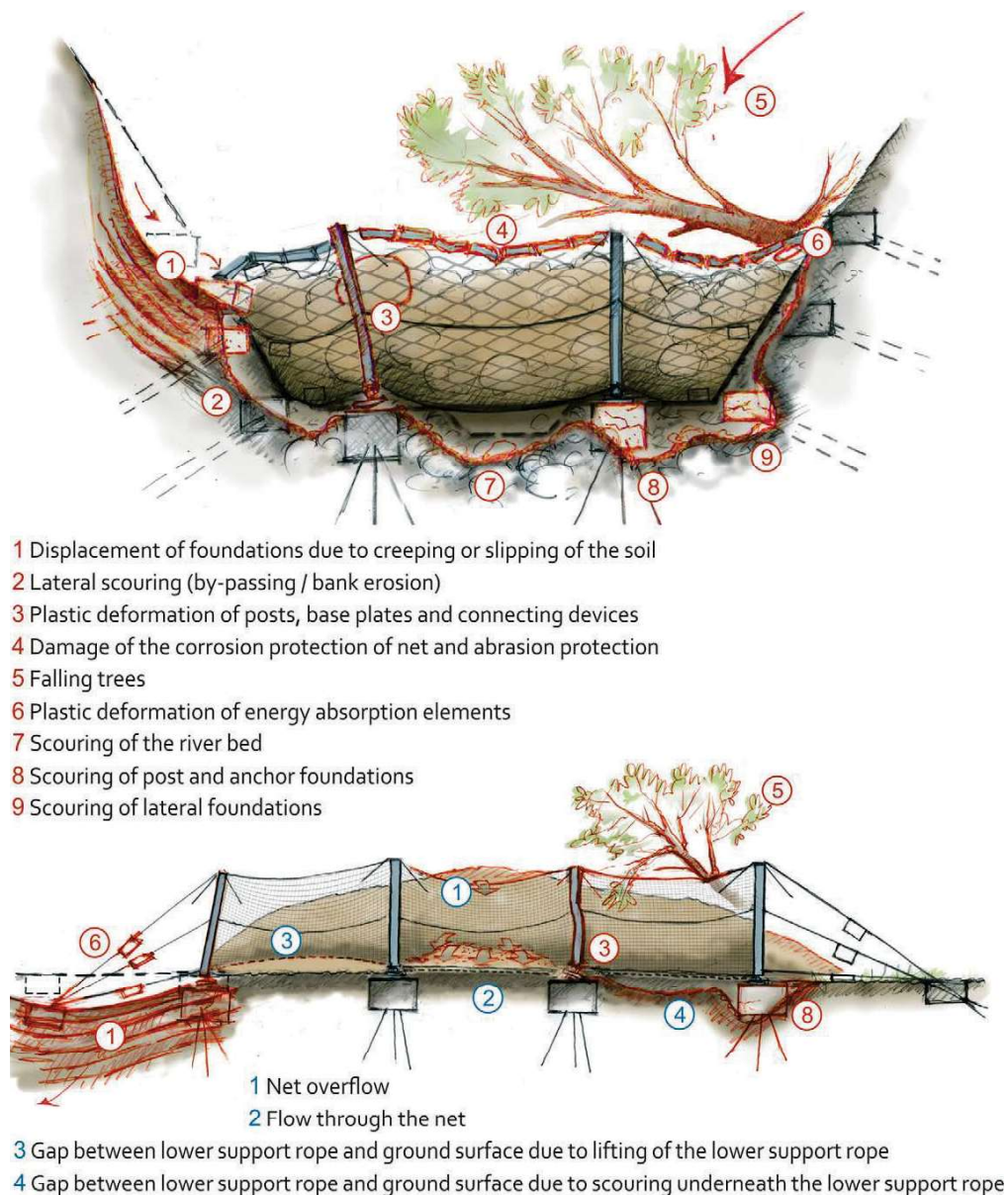


Fig. 3. Overview of possible damage patterns and reduction of serviceability of a debris flow protection net (top) and a hillslope debris flow protection net (bottom).

4.2 Damages and measures for their prevention

Most of the damages and impairments of serviceability of **net barriers** described in Figure 3 can be prevented by careful planning, design, layout and construction. Elastic and plastic deformations of net barriers, especially of **energy absorption elements**, are part of the load-bearing behaviour of net barriers and are necessary for the system to work properly. These elements can be replaced after an event (see also Chap. 8). Table 4 shows individual damage patterns and possible impairments of serviceability and describes measures for their prevention.

Table 4. Possible damages and measures for their prevention.

Damages to system components due to deformations, damage to corrosion protection	
	Damage Damage to the corrosion protection of individual components due to abrasion, using the example of a deformed abrasion protection of a debris flow protection net. Prevention measures Can only be prevented to a limited extent since abrasion always occurs during overflow. Net parts and abrasion protection elements can usually be replaced if damaged. Image: [B]
	Damage Plastically deformed energy absorption element, using the example of a hillslope debris flow protection net. Prevention measures None. In the case of energy absorption elements, plastic deformation is part of the load-bearing behaviour and is necessary for the system to work properly. Plastically deformed energy absorption elements can be replaced. Image: [D]
	Damage Plastic deformation of posts, base plates or their connecting elements, using the example of a hillslope debris flow protection net. Prevention measures If necessary, reinforcement of post profiles, base plates and connecting elements. Plastically deformed posts, base plates and connecting elements can be replaced after an event. For the arrangement of an adequately back-anchored concrete foundation, see Figure 16. Image: [D]
	Damage Tilting of the post foundation (right side of the image) with subsequent shearing of the base plate, on the example of a hillslope debris flow protection net. Prevention measures Sufficient embedment of the foundations into the ground as well as sufficient embedment of the micro-piles (pressure and tension anchors) into stable soil layers. Image: [G]

Damages to the entire system due to backwashing and scouring of foundations as well as slipping or creeping of the lateral embankment.



Damage

Backwashed anchorage foundation of a support rope anchorage, using the example of a debris flow protection net.

Prevention measures

Sufficient deep embedment of all anchorage foundations. Provide for a sufficient erosion protection up and downstream of the barrier. If possible, place the upslope anchor ropes outside of the channel bed, on the embankment of the channel.

Image: [C]



Damage

Scoured post foundation, using the example of a debris flow protection net.

Prevention measures

Sufficient deep embedment of all post foundations into the ground. Placement of the post foundations at the edge of the channel; integration of the foundations into the scouring protection, which is formed as a stone rip-rap embedded in lean concrete.

Image: [B]



Damage

Scouring of the channel bed underneath a debris flow protection net, resulting in a significant enlargement of the basal opening.

Prevention measures

Selection of a barrier location with as little soil cover as possible and with a stable channel bed. Otherwise, scouring protection with sufficient embedment into the ground and sufficiently dimensioned width upstream and downstream of the barrier location. Empirical values and recommendations are described in [13].

Image: [G]

Further damages or reduction of serviceability



Reduction of serviceability

Lateral washout of a debris flow protection net due to bypasses and bank erosion.

Prevention measures

Selection of a barrier location with as little soil cover as possible. Otherwise, permanent stabilisation of the slope around the anchor points (erosion protection), so that they cannot slide or be backwashed. Construction of protection nets preferably on straight channel sections (i.e. not in curves or bends of the channel).

Image: [G]



Damage

Overflow, on the example of a hillslope debris flow protection net, which was dimensioned for a smaller load case.

Prevention measures

Reinforcement of components of the hillslope debris flow protection net, installation of abrasion protection elements, selection of a net type with higher load-bearing capacity and/or greater nominal height.

Image: [H]

**Damage**

Tree impact on a net barrier

Prevention measures

Regular clearing along net barriers.

Image: [D]

**Damage**

Displacement of foundations and/or anchors due to creeping or slipping of the slope, using the example of a debris flow protection net.

Prevention measures

If possible, selection of the barrier location outside of creeping and sliding slopes. Consider sliding layers when designing anchorages.

Image: [E]

5 Decision support chart for the planning of net barriers

5.1 Flow chart

The following overview summarizes central aspects to be used as basic decision criteria for or against the use of debris flow and hillslope debris flow protection nets during planning. General aspects to be considered, such as inspection of protection structures and their maintenance or overload, are not explicitly listed.

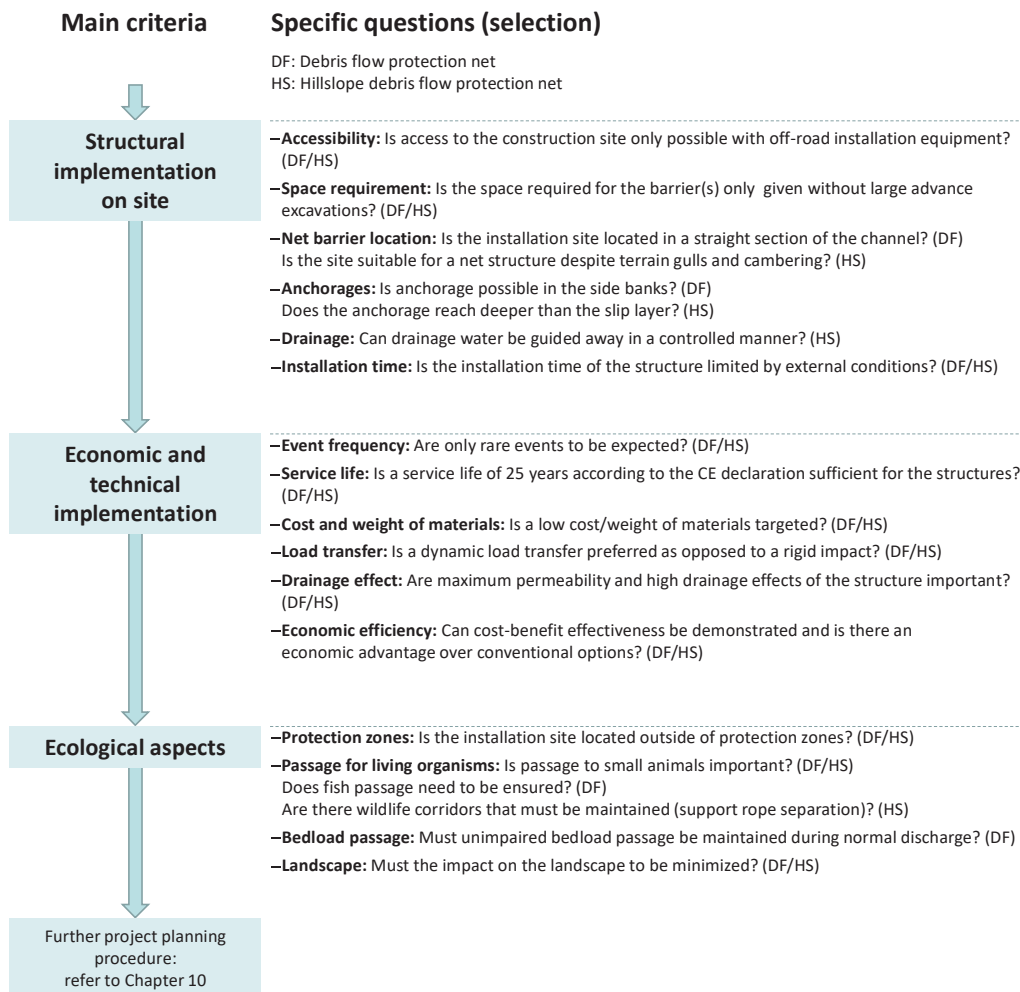


Fig. 4. Decision criteria for debris flows and hillslope debris flow protection nets. The abbreviations indicate to which process type the respective question applies.

5.2 Qualitative evaluation of net barriers compared to rigid structures

Regarding the decision criteria mentioned in Figure 4 and other aspects, flexible **net barriers** (CE-marked standard barriers, see Chap. 3.1) have advantages and disadvantages compared to rigid protection structures. For a qualitative comparison, both types of measures were compared (Table 5). Obviously, the evaluation depends on the specific circumstances and must be reviewed on a project-specific basis.

In Table 5, we compare a rigid reinforced concrete structure with **basal opening** and spillway section with a **CE-marked** debris flow protection net with the same geometry, retention volume and load-carrying capacity at the same site in a steep torrent in the pre-Alpine area. Accessibility for emptying after an event is assumed to be given upstream of the barrier. The comparison is intended as a guideline, is not meant to be exhaustive, and only covers criteria where significant differences between both types of structures exist.

Table 5. Qualitative comparison between net barriers and rigid, reinforced concrete structures based on different assessment criteria.

Assessment criterion	Qualitative evaluation	
	Net barrier (standard system)	Reinforced concrete structure
1. Structural implementation at the site		
Installation site and use of resources	Transport volume and use of resources are lower. Therefore, even remote locations can be economically accessed by helicopter.	Larger transport volume and use of resources. Implementation at remote locations is therefore more complex and expensive.
Space required	Space required for installation site and structure usually smaller	Space required for installation site and structure usually larger
Machines and equipment	Often use of lighter equipment (e.g. drilling rig), use of walking excavators possible	Usually heavier construction equipment (e.g. concrete mixer, crawler excavator) necessary, possibly installation of transport cableways etc. necessary
Construction time/work safety	Shorter construction time and therefore shorter duration of work in the endangered area. Can be realized without advance excavations, therefore generally fewer critical states during construction.	Generally longer construction time and therefore longer duration of work in the endangered area. Due to advance excavations, generally more critical states during construction.
2. Economic and technical implementation		
Dimensions of structure and retention volume	Limited for standard systems, otherwise construction of special structures necessary	Very large dimensions and retention volumes also possible for standard structures
Possibilities of extension/expansion	Extension/expansion only possible to a limited extent	Extension/expansion generally possible to a larger extent, but to be reviewed statically
Experience in planning	Rather new technology with fewer standards, comparative and empirical values available	Long-established technology with established standards and many empirical values available
Construction costs	For standard system generally lower	For comparable dimensions generally higher
Maintenance costs	Strongly dependent on impact frequency and required service life	Less dependent on impact frequency
Service life	25 years	80 years
Material consumption	Material consumption per structure for same width and height generally smaller	Material consumption per structure for same width and height generally larger
Impact/loads	Impact on a flexible and dynamically reacting structure, thus reduction of peak forces	Impact on a rigid structure, thus higher dynamically acting forces and peak forces

Assessment criterion	Qualitative evaluation	
	Net barrier (standard system)	Reinforced concrete structure
2. Economic and technical implementation		
Drainage effect and susceptibility to clogging	Passage of water possible over entire net area, therefore better drainage effect	Reduced drainage effect, higher susceptibility to clogging
Retention and its effect on maximum discharge	Limited retention effect on water/ flood wave, therefore higher discharge downstream, where bedload mobilization is possible	Attenuation of discharge downstream of the structure, and therefore less bedload mobilization downstream
3. Ecological aspects		
Passable for small animals and fish	Equivalently passable for fish, better passable for small animals	Equivalently passable for fish, passable for small animals in a reduced way
Impact on landscape	More transparent structure, visual impact smaller	More massive structure, visual impact greater
4. Inspection of protection structures and maintenance		
Operational maintenance	Regular control and inspection effort equivalent, but smaller robustness of system elements. In case of frequent events, greater repair effort necessary.	Regular control and inspection effort equivalent, but greater robustness of system elements. More suitable for frequent events.
Emptying	Effort equivalent	Effort equivalent
5. Overload / residual risk		
Overload/residual risk	For both types of structures, possible event sequences in case of overload as well as the remaining residual risks have to be clarified on a project-specific basis.	

5.3 Possible applications of net barriers

Based on the qualitative assessment and practical experience, these flexible protection nets are particularly suitable for the following selected types of application and measures:

- Measures in terrain that is difficult to access
- Temporary measures
- Emergency measures
- Complementary measure to rigid structures within the framework of an integral protection concept
- Sensitive situations, where rigid measures are not an option due to landscape or biosphere issues

The use of net barriers as measures for property protection, especially for hillslope debris flows, is possible. For Switzerland, the approval procedures vary from canton to canton. It is important that inspection and maintenance by the (often private) landowners are clearly regulated and ensured.

5.4 Frequently asked questions about net barriers (FAQ)

Decision-makers and stakeholders are often faced with the fundamental question of whether **net barriers** can be implemented in a specific case. The following answers to frequently asked questions may support the evaluation in favour or against the use of net barriers. The focus lies on net-specific questions. The list of questions and answers is by no means exhaustive and must be updated if required. Further information is available from the net manufacturers and on the landing page of this publication.

– **How to ensure a large retention volume without special construction solutions?**

Several debris flow protection nets arranged in series (**CE-marked** systems that cover the overflow load case) may together generate a larger retention volume than a single protection net.

– **What is the service life of a net barrier?**

Without impact, a **service life** of 25 years of the structure can be assumed. After an event, the barrier must be emptied and repaired. Once the net barrier has been properly repaired, it must be re-evaluated regarding its further service life.

– **What is the advantage of a net barrier over rigid structures in terms of the costs to be expected?**

In many cases, net barriers can be implemented as equivalent alternatives to rigid concrete structures. For evaluation, it is important to consider the entire life cycle, including maintenance costs. For a specific project, a cost-benefit analysis is useful. Alternatively, the barrier's life cycle costs should be determined to show its economic viability. In terms of installation, material consumption and work duration, the use of net barriers often has a positive impact on costs. However, the critical factor in cost-effectiveness is how frequently the structure is impacted and filled. Due to their shorter **service life**, less robust system elements and accordingly more repair effort, net barriers are less cost-effective especially in catchments with more frequent events.

– **Are net barriers subject to construction permit and eligible for subsidies?**

As for Switzerland, net barriers are always subject to a construction permit. However, the eligibility for subsidies does not result from the type of construction, but from the requirements that a project must fulfill (suitability, economic efficiency, compliance with the law) and general conditions. In the past, protection measures using net barriers were in many cases able to fulfill the requirements for subsidies. It is advisable to clarify in advance with the relevant authorities whether net barriers can be approved as a protection measure and whether they are eligible for subsidies.

– **How quickly can a net barrier be constructed?**

The procedure for obtaining a construction permit (design, publication of construction permit, objection periods, etc.) is comparable to a rigid structure and therefore takes a similar amount of time. A standardized net barrier can be installed within a few weeks once the construction permit has been issued and weather conditions are favourable.

– **Where will the debris material be deposited after an event?**

The issue of depositing the expected wet material from the retention area of the net barrier must be clarified at an early stage, as is also the case for rigid structures. Therefore, suitable access routes and landfill sites need to be defined already during planning. As for bedload management, sites for re-feeding bedload downstream of the barrier need also be considered and possible costs must be taken into account.

– **How ecological and sustainable is a solution using nets compared to rigid structures?**

The relatively large mesh openings and the **basal opening** of debris flow protection nets allow a good passage for fish and small animals.

For sustainability considerations, a project-specific ecological impact assessment should be carried out simultaneously to the study of project variants.

– **How do debris flow protection nets fit into the landscape?**

In contrast to massive protection structures made of steel and concrete, debris flow protection nets are relatively unobtrusive visually and usually blend well into the landscape. They are hardly visible from a distance.

– **How are net barriers emptied?**

Net barriers are usually emptied from the upstream side by means of a walking excavator or a conventional crawler excavator. After an initial relief, the net barriers can be opened and damaged elements may be replaced. Anchorages and foundations usually remain undamaged.

– **Do net barriers belong to the family of structural protection measures and do they have to be filed in the cantonal register of protection structures (for Switzerland)?**

For some years, net barriers have extended the range of structures designed to protect against debris flows and hillslope debris flows. Maintenance, emptying and repair must be ensured in the same way as for rigid protection structures. Net barriers must therefore also be entered in the corresponding cantonal registers of protection structures.

– **Where can information on suitable modelling of flow processes be obtained?**

Research institutions, scientific networks and associations continuously research and publish on flow processes and their modelling. A selection of publications can be found in the reference section of this practical guide.

– **How permeable is a debris flow or hillslope debris flow protection net, and how large should the basal opening be designed for a debris flow protection net?**

The permeability of net barriers is strongly process-, area- and material-dependent and general statements are therefore not possible. With respect to the permeability of nets, small-scale experiments on the relation between mesh size and relevant grain size were carried out at WSL (see [37] for further details).

The influence of the flow depth on the clogging of the **basal opening** of debris flow protection nets was investigated in [37]. Specific information on the dimensioning of the basal opening can be found in Chapter 6.2.3.

Technical part

6 Scenario building and dimensioning of system parameters

6.1 Scenario building for debris flows and hillslope debris flow processes

Hazard maps and supplementary information in technical reports or fact sheets provide basic information on event scenarios and flow parameters. For the actual dimensioning and determination of the design event, however, further clarifications must be made to ensure that the evaluation depth of the assessment is appropriate to the problem to solve and corresponds to the planning stage. The evaluation of the effect of the protection measures is carried out according to PROTECT [23]. Furthermore, it is mandatory to clarify the behaviour in the case of a structure overload, which must be taken into account for the design and dimensioning. Uncertainties in the assessment of natural hazards in general and in the estimation of event sizes in particular must equally be considered. They are best dealt with using possible ranges of parameter values and must be declared openly.

Debris flows and hillslope debris flows are characterized by sudden surges of a mixture of water and solids. The fraction of solid content predominates and results in high densities of the mixture. As a result, large, heavy individual components can be transported at or near the flow surface. The water content of the mixture, in combination with the channel or slope gradient, defines the flow velocity. The combination of high flow heights, velocities, densities and, partly, large individual blocks, results in massive forces that act directly on the structure, locally and/or in a distributed manner. The determination of the flow parameters is therefore the central element for the dimensioning of the structures. Further information can be obtained, e. g., from [21]. Additionally, resulting impact areas and parameters can be determined and evaluated using numerical models.

In scenario building, the frequency and event volumes of debris flows are decisive event variables and have a particular effect on the choice of suitable protection measures. For detailed investigations, proven methods such as SEDEX [14] and Gertsch [17] are available. They are based on estimates in the field or on theoretical considerations and then compared with the values from empirical formulas. With respect to the volume of solids, a clear distinction must be made for debris flows between the overall event and individual surges. Furthermore, it must be clarified whether viscous or granular mixtures are to be expected, how events develop and whether driftwood plays a decisive role.

In Alpine regions, event volumes for debris flows range in the order of a few 100 m³ up to several 100,000 m³. Flow velocities on alluvial fans reach 1 to 15 m/s and corresponding peak discharges are in the range of 10 to 1000 m³/s. The maximum diameter of a single block extends approximately to the value of the flow height. The relevant dimensioning parameters and expected magnitudes for debris flows are shown in Table 6.

Table 6. Order of magnitude of relevant debris flow process parameters (based on various sources).

Parameter	Unit	Order of magnitude	Comment
V_{surge}	[m ³]	100–100,000	Volume per surge, total volume of event V_{total} may be several times higher
Q_{max}	[m ³ /s]	10–1000	Peak discharge or maximum discharge at the surge front
v	[m/s]	1–15	Front velocity
ρ	[kg/m ³]	1600–2200	Density of debris flow mixture, at the front
ρ	[kg/m ³]	2200–2650	Density of single block, based on local geology
h_{fl}	[m]	0.5–10	Flow height at the front
d	[m]	up to a maximum of h_{fl}	Single block diameter

A basic disposition for hillslope debris flows is given if unfavourable geological characteristics are present in a study area with slopes steeper than 20° [2]. Hillslope debris flows usually occur only once at the same site, but precise prediction of occurrence remains difficult. Usually, a disposition approach [2] is used to assess the location(s) of occurrence, which is primarily based on geotechnical properties. In addition, a survey of previous hillslope debris flow occurrences in the study area is important for the analysis. The disposition and probability of occurrence in the starting zone are to a certain extent similar to those of shallow to medium-depth spontaneous landslides. According to the method presented by AGN [1], a stepwise approach for the assessment is recommended. Resulting impact areas and parameters can be determined and evaluated using numerical models.

The thickness of the mobilizable masses of hillslope debris flows ranges usually between 0.5–3 m, and rarely exceeds 10 m. Their relocated volume is generally limited. The relatively high water content results in high flow velocities (1 to 15 m/s), which have a corresponding destructive effect. These high values of water content also favour the reach of a hillslope debris flow, and the surface of the impact zone may exceed the one of the starting zone by a factor of 10 to 100 [8]. The relevant dimensioning parameters and expected magnitudes for hillslope debris flows are shown in Table 7.

Table 7. Order of magnitude of relevant hillslope debris flow process parameters (based on various sources).

Parameter	Unit	Order of magnitude	Comment
V_{total}	[m ³]	10–10,000	Total volume of event
Q_{max}	[m ³ /s]	1–100	Peak discharge or maximum discharge at the surge front
v	[m/s]	1–15	Front velocity
ρ	[kg/m ³]	1600–2200	Density of hillslope debris flow mixture, at the front
ρ	[kg/m ³]	2200–2650	Density of single block, based on local geology
h_{fl}	[m]	0.3–3	Flow height at the front
d	[m]	$< h_{\text{fl}}$	Single block diameter

6.2 Design layout of debris flow protection nets

6.2.1 Residual height

The residual height h_b' is defined as the smallest distance between the upper support rope and the channel base or the lower support rope after a filling event of a debris flow protection net. The data on the residual height depend on the support system, flow parameters, grain size distribution and degree of filling of the debris flow protection net. Standard values for the residual height can be obtained from the system manufacturer.

6.2.2 Hydraulic freeboard

The hydraulic freeboard is the distance between the upper support ropes and the top edge of the embankment, measured while the debris flow protection system is not under load. It is used to ensure that the debris flows cannot escape from the channel when the net barrier is overflowed (see also Section 6.2.5). It is important that the sum of the residual height h_b' and the expected flow height h_{fl} of the overflowing debris flow is smaller than the sum of the nominal height and the selected hydraulic freeboard.

6.2.3 Basal opening

The **basal opening** h_d is the distance between the lower support ropes and the channel base and is used to pass normal runoff without large amounts of bedload and wood. If a lot of driftwood is expected in a channel, it is recommended to design the basal opening of the net barrier larger than the usual standard values of $h_d = 2/3 h_{ff}$ [36]. Alternatively, a separate driftwood retention above the net barrier should be considered. When designing the basal opening, the capacity of the channel downstream of the net barrier should also always be considered.

6.2.4 Retention volume

The retention volume V_R is determined using the residual height of the net barrier h_b' and the mean channel width b_m at the barrier location. For a rough calculation, the channel gradient l_s upstream of the net barrier and the gradient of the deposited debris flow load l_s' in the retention space are required.

The gradient of the deposited material can be estimated according to [22] with $l_s' = 2/3 l_s$. Accordingly, the gradient of the debris flow load deposition is $1/3$ flatter than the original channel inclination upstream of the structure. Assuming a straight channel upstream of the barrier, the following geometric relationship is then obtained according to [36] for a rough estimation of the retention space (for a vertical protection net arrangement according to Figure 5 and [36]).

$$V_R = 0.5(h_b')^2 b_m \sin \xi \left(\frac{\sin \xi}{\tan(\theta - \theta')} + \cos \xi \right) \quad (1)$$

with

V_R = Retention volume of the net barrier

h_b' = Residual height, see 6.2.1

b_m = $(b_u + b_o)/2$ mean width of protection net, usually calculated using top width of protection net b_o and bottom width protection net bottom b_u

ξ = Angle between protection structure and stream bed in [°]

θ = Stream section angle in [°]

θ' = Deposition angle in [°]

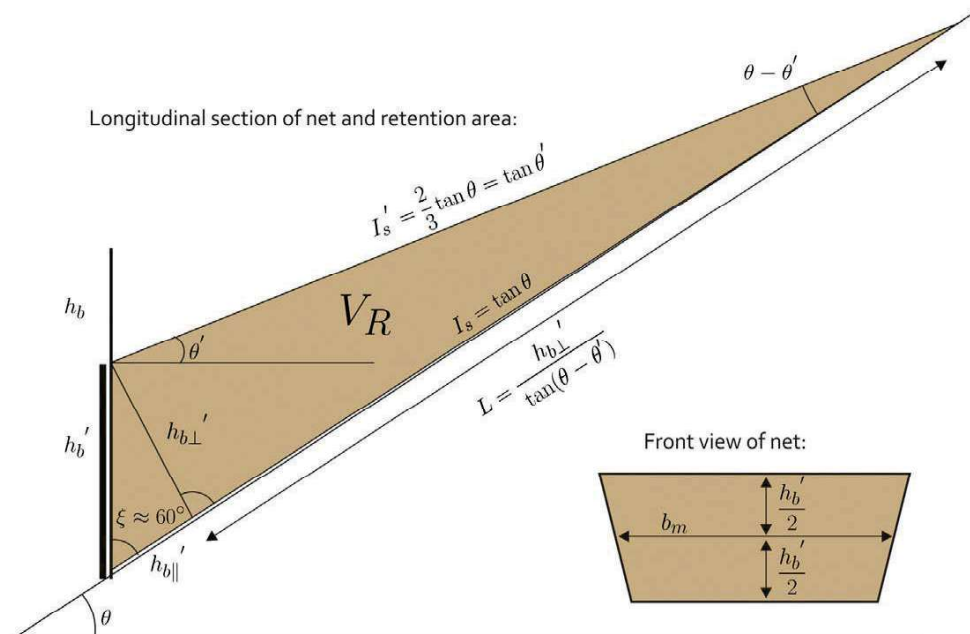


Fig. 5. Longitudinal section of torrent and front view of the net. Figure according to [36].

6.2.5 Overflow

The overflow of a debris flow protection net must be verified as a separate dimensioning load case (see Chap. 7.2.1). The overflow case can become decisive in the case of high barriers and/or large flow heights h_{fl} , since in this case the hydrostatic pressure becomes correspondingly large and may eventually become larger than the dynamic impact. Lower barriers are overflowed earlier, but for these cases the hydrostatic pressure is usually not decisive. The **load case** of overflow is not covered by default in the declaration of performance (DoP) for the **CE-marking** of a debris flow/hillslope debris flow protection net. In addition, it is important that the remaining hydraulic freeboard is planned larger than the maximum height of debris flow during overflow of the net barrier. For constructive design, it is essential to provide for an **abrasion protection** to protect the upper support ropes.

6.3 Design layout of hillslope debris flow protection nets

6.3.1 Residual height

The residual height h_b' is defined as the smallest distance between the upper support rope and the ground surface (or the lower support rope) after a filling event of a hillslope debris flow protection net. The data on the residual height depend on the support system, flow parameters, grain size distribution and degree of filling of the hillslope debris flow protection net. Standard values for the residual height can be obtained from the system manufacturer.

6.3.2 Retention volume

The retention volume V_R is determined using the residual height of the barrier h_b' and the maximum spread of the material at the barrier location b_{max} . Similar to debris flow protection nets (see Chap. 6.2.4), the volume can be approximately calculated as follows:

$$V_R = 0.5(h_b')^2 b_{max} \sin \xi \left(\frac{\sin \xi}{\tan(\theta - \theta')} + \cos \xi \right) \quad (2)$$

with

- V_R = Retention volume of the net barrier
- h_b' = Residual height, see Chap. 6.3.1
- b_{max} = Maximum spread of material along the net barrier
- ξ = Angle between protection barrier and slope surface in [°]
- θ = Slope section angle in [°]
- θ' = Deposition angle in [°]

The simplified assumption for the calculation above is that the flow height remains constant over the entire width b_{max} . The geometrical estimation of the maximum spread b_{max} is carried out as follows: If the starting zone width of a hillslope debris flow b_0 can be estimated, and it is assumed that the hillslope debris flow moves with a maximum spread angle δ of [2–10°], the maximum spread of the material b_{max} can be determined using the distance between the starting zone and the installation site L_0 (see Fig. 6). This results in:

$$b_{max} = 2 \tan \delta L_0 + b_0 \quad (3)$$

Alternatively, or as a supplement to the geometric considerations between the starting and the planned installation site of the hillslope debris flow protection net, numerical simulations can be used.

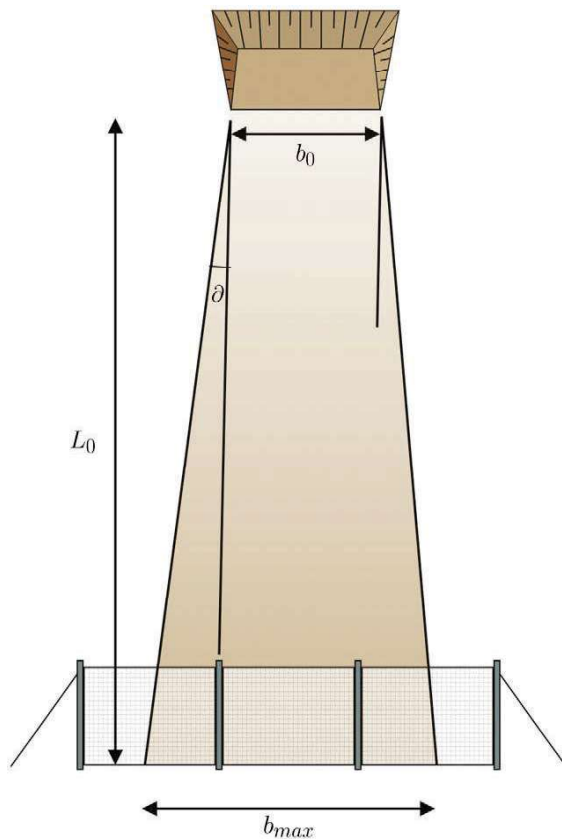


Fig. 6. Sketch of geometric determination of maximum spread. Figure according to [16].

6.3.3 Overflow

Usually, **CE-marked** hillslope debris flow protection nets are not designed for overflow. Therefore, this case is not covered by default in the declaration of performance (DoP) of a hillslope debris flow protection net (see Sect. 6.2.5 regarding overflow for debris flow protection nets).

If, nevertheless, overflow of the net barrier is envisaged, this must be verified as a separate design **load case** (for details of the load model for hillslope debris flow protection nets, refer to Sect. 7.2.2). In addition to potential reinforcements of the support structure, the upper support ropes must be provided with additional **abrasion protection** in this case. In addition, it must be reviewed whether the overflow may result in problematic erosion downstream, and whether suitable structural or organizational measures must be taken for this case.

6.3.4 Bypassing

Lateral bypassing of the barrier should be avoided whenever possible. To ensure this, the minimum barrier length $L_{\min}$ must therefore be designed to be significantly greater than the maximum spread of material behind the barrier $b_{\max}$ (see also Chap. 6.3.2).

A **uphill apron net** as a constructive addition to hillslope debris flow protection nets prevents a net opening between the ground and the lower board of the net, which may occur when the lower support rope is lifted. Underflowing of the net is thus prevented. The installation of a finer-meshed **secondary mesh** on the uphill side of the actual protection net ensures the retention of fine material.

For debris flow protection nets, water flows off in a controlled manner via the channel on the downstream side of the net. However, this controlled drainage is missing in the case of hillslope debris flow protection nets. Therefore, on the downstream side of this type of protection net, an appropriate water catchment and drainage system must be installed so that water from the hillslope debris flow process and any surface water runoff can be collected and discharged without damage.

7 Dimensioning

7.1 Safety concept

In general, a safety concept serves to ensure the stability of a structure regarding structural safety, serviceability and durability. The following section focuses on the ultimate limit state of structural safety. The other two aspects, serviceability and durability, are discussed in Chapter 3.2.

For debris flow and hillslope debris flow protection nets, the following main aspects should be investigated in the ultimate limit state:

- Breaking load of the support ropes with **energy absorption elements** due to excessive tensile and shear forces
- Breaking load of the net structure due to excessive point loads (e.g. punching due to single block impact, pressure peaks and overload)
- Failure of the anchors regarding pull-out and internal resistance of the anchors regarding rupture

For rigid protection structures, the load and the resistance side are dimensioned separately with partial safety factors γ_F for the load and γ_R for the resistance side (e.g. SIA Standard 261, SIA Standard 263 and SIA Standard 267 [25]–[29]). For **net barriers** under debris flow or hillslope debris flow loads, there are so far no defined failure probabilities as defined for rigid structures under certain action scenarios according to SIA Standards. A probabilistic approach is therefore not yet possible for net solutions.

In Chapter 5 of SIA Standard 261/1 [27], debris flows and hillslope debris flows on the load side are always described as exceptional loads on a structure. In [31], debris flows with a short return period (1–30 years) are classified as regular loads, and with larger return periods (>30 years) as exceptional loads. For the basis of the safety concept, the return period (and the frequency of occurrence respectively) as well as the classification as regular or exceptional load are important parameters. In addition, the occurring intensities of the loads are important to assess. In SIA Standard 261/1 [27] and in hazard maps, medium and strong intensities are defined for debris flows, and weak, medium and strong intensities for hillslope debris flows. Site-specific intensities, or flow parameter and loads respectively, need to be assessed and specified by an expert.

For the risk assessment concerning people, environmental consequences and economic damages due to failure of a protection structure impacted by a debris flow or hillslope debris flow event, a classification into risk classes is proposed in [36]. As for the risk classes, e.g. accepted failure probabilities according to the Joint Committee of Structural Safety JCSS [18] may be used and assigned to the risk classes:

- Risk class 3/failure probability $p_f = 10^{-6}$ in the case of great danger to human lives; for protection measures in the immediate vicinity of settlements, roads and industrial zones.
- Risk class 2/failure probability $p_f = 10^{-5}$ with medium danger to human lives; for protection measures in the further vicinity of settlements, roads and railroad lines
- Risk class 1/failure probability $p_f = 10^{-3}$ with low risk to human lives; for forests, alluvial zones and pastures

These risk classes are compared with the return periods of debris flows or hillslope debris flows and, following [31], the partial safety factors γ_F on the load side are assigned according to Figure 7. For the explicit protection of new buildings by means of a debris flow or hillslope debris flow protection net, SIA Standard 261/1 [27] needs to be consulted, where structure classes are defined depending on the use of the structure. On the resistance side, the partial safety factors γ_R are recommended according to the corresponding SIA Standards (SIA Standards 261, 262, 263 and 267 in [25]–[29]).

Risk class \ Return period	1 – 30 years	30 – 100 years	Over 100 years
1	1.0	1.0	1.0
2	1.3	1.3	1.2
3	1.5	1.3	1.2

Fig. 7. Recommended partial safety factor γ_F on the load side, considering the risk class and the return period of the debris flow or hillslope debris flow event. Based on [31]/copied from [36].

7.2 Load models

7.2.1 Debris flow protection nets

The basis for the next subchapters is given in the WSL report 8 [33]. It fully describes the design concept for flexible net structures of PhD thesis No. 17916 at ETHZ [36] by Corinna Wendeler, published in 2008. This work was realized at WSL under the supervision of Dr. Perry Bartelt and Dr. Axel Volkwein as part of a joint CTI research project with Geobruigg AG. The pressure coefficients α are lower for **net barriers** than the values for c_p published in SIA Standard 261/1 [27], which correspond to the same factor, but apply to **impact pressures** against rigid obstacles (wall, dam, etc.).

7.2.1.1 Quasi-static load model

An approach which determines the pressures acting on the debris flow protection nets and thus the forces acting on them, and which represents very well the situation for a simplified engineering model, is described in [36]. In this model, the debris flow is discretized with a constant flow height h_{fl} , a constant density ρ and a constant flow velocity v . It hits the net barrier with an “initial impact” (see Fig. 8). After the debris flow has stopped, the net barrier is modelled by being filled with the subsequently following material (see Fig. 9). This continuous process is **discretized** in time in the simplified load model in such a way that the net barrier is filled in individual flow height surges assuming a uniform distribution of the flow height (see Fig. 9).

The acting hydrostatic pressure p_{stat} and hydrodynamic pressure p_{dyn} (in N/m^2) are assumed to be uniformly distributed over the channel width. The following calculation formulas result:

$$p_{dyn} = \alpha \rho v^2 \quad (4)$$

with

- ρ = Density of the debris flows with $\rho = 1600\text{--}2200 \text{ kg/m}^3$
- α = Pressure coefficient
(granular debris flows $\alpha = 2.0$; viscous flows with $\rho < 1900 \text{ kg/m}^3$; $\alpha = 0.7\text{--}1.0$)
- v = Mean velocity of the debris flow front in m/s

and

$$p_{stat} = a h_{fl} \rho g \quad (5)$$

with

- a = Earth pressure coefficient $a = 1.0$
- g = Gravitational constant $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

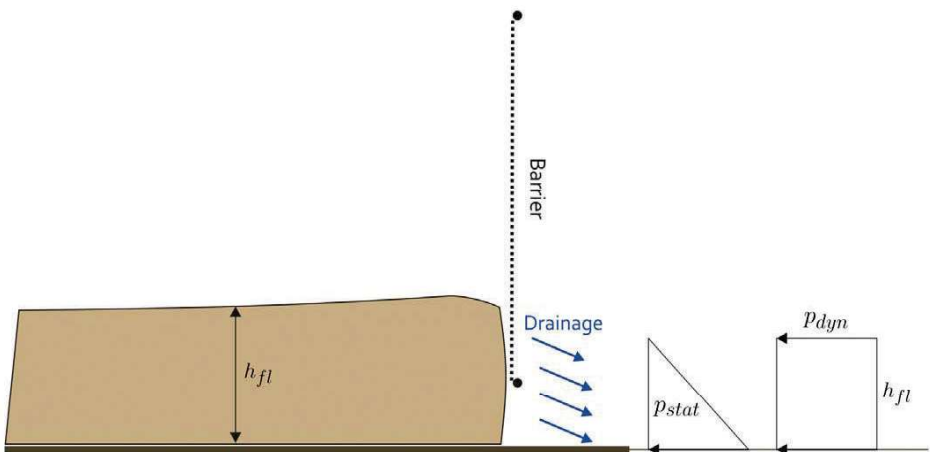


Fig. 8. Initial impact of the debris flow on the barrier using a pressure surge model consisting of hydrostatic pressure p_{stat} and hydrodynamic pressure p_{dyn} . Figure after [36].

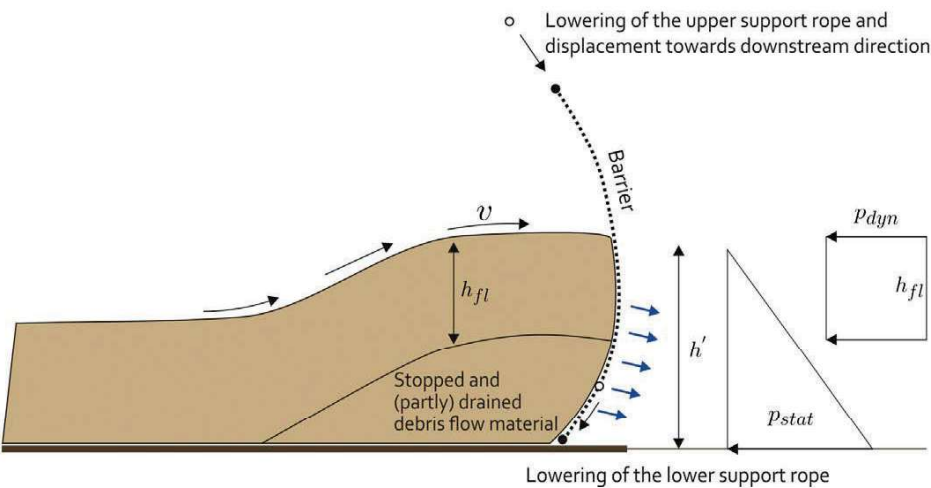


Fig. 9. Time-discretized filling process in the pressure surge model including expected deformations of the barrier. Figure after [36].

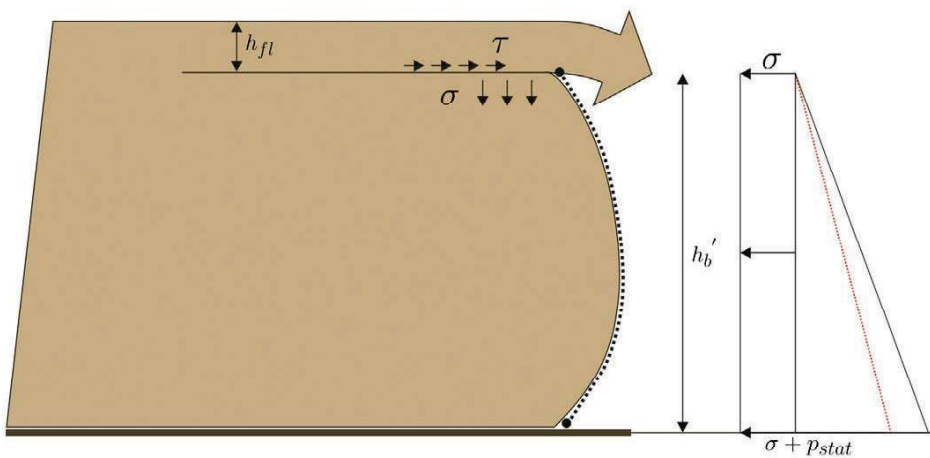


Fig. 10. Load situation during overflow of a barrier, which reaches its remaining residual height due to backfilling. Figure according to [36].

For special geometries with a locally deeper channel beds or very shallow channel banks, the above theory must be tested individually on a project specific basis.

For the overflow **load case**, an additional shear stress $\tau = h_{fl} \rho g \tan \theta$ (in the flow direction) and a surcharge load with $\sigma = h_{fl} \rho g$, (perpendicular to the flow direction) are acting on top of the filled barrier. The shear stress component is often neglected because of its small magnitude ($\tau \approx 1/10 \sigma$).

7.2.1.2 Single block impact

The single impact of a block or another component, e.g. a tree trunk, is usually only significant when the impact occurs directly on a support rope. If the support ropes are separated further than the design block size, a punching shear test must be performed separately for the net. If the block of mass m collides directly with a support rope/support rope bundle of length L at velocity v , most of the kinetic energy of the block is transferred to the rope elongation energy, while a part of the energy is also absorbed by the **energy absorption elements**. The component of the energy absorption elements will be neglected in the following as a simplifying assumption, staying on the safe side.

The rope elongation energy $E_{pot,rope}$ (in J) can be determined with

$$E_{pot,rope} = 0.5 k_s \Delta L^2 \quad (6)$$

with

- k_s = $E A/L$ spring stiffness of the rope of length L
- E = Modulus of elasticity of the rope
- A = Effective cross-sectional area of the rope
- ΔL = Elastic elongation of the rope

The rope force F_{rope} (in N) can be calculated using the approach of the spring law $k_s = F_{rope}/\Delta L$:

$$F_{rope} = \sqrt{\frac{mv^2 EA}{L}} \quad (7)$$

with

- m = Single block mass
- v = Mean front velocity of the debris flow
- E = Modulus of elasticity of the rope
- A = Effective cross-sectional area of the rope
- L = Rope length

Simplified, it is assumed that the same spring stiffness k_s prevails over the rope length L and the energy absorption of the brakes is neglected.

7.2.2 Hillslope debris flow protection nets

7.2.2.1 Quasi-static load model

The quasi-static load model for hillslope debris flow protection nets works analogously to the formulas in Chapters 7.2.1.1 and 7.2.1.2. The only difference is that hillslope debris flow protection nets usually do not need to be verified for the overflow **load case**, since hillslope debris flows show significantly smaller volumes than debris flows. The impact width or maximum spread of material at the barrier location of a hillslope debris flow can be determined according to descriptions in Chapter 6.3.2.

7.2.2.2 Fluid-structure interaction model (FSI-model)

As an alternative to the quasi-static load model, the interaction of the hillslope debris flow material with the **net barrier** can be represented by the Fluid-Structure-Interaction-Model (FSI-Model). This model was developed as part of PhD thesis of Albrecht von Boetticher [34] at WSL in a joint CTI research project with Geobruigg AG under the supervision of Dr. Axel Volkwein.

The maximum retention volume V_R is calculated considering the current terrain's topography. Both the volume reduction due to the expected lowering of the barrier's top support ropes to the residual height h_b and the inclination of the deposited hillslope debris flow material i_s are considered (see Fig. 5). This results in the horizontal length of the retention space l_r . With a maximum impact width in the retention space of b_{max} the filling time t_f for a surge volume V_{surge} can be determined by:

$$t_f = \frac{V_{surge}}{h_{fl} b_{max} v} \quad (8)$$

with

V_{surge}	=	Surge volume
h_{fl}	=	Flow height
b_{max}	=	Maximum spread of the hillslope debris flow at the net location
v	=	Mean flow velocity of the hillslope debris flow front

For the "initial impact", it is assumed that the material is hitting the net barrier with a distinct front, and that the net barrier is subjected to a corresponding impact over the flow height h_{fl} and impact width b_{max} . The impact of the subsequently following material is **discretized** into single surges for overlapping filling stages.

The loads from single overlapping filling stages, which hit the mesh with flow height h_{fl} , frontal flow velocity v and density ρ (force-time approach according to Wendeler [36]), is converted into overlapping pressures at the respective net barrier height. As for debris flows, the pressure corresponding to a filling level x is composed of a static and a dynamic component:

$$p_x = p_{stat} + p_{dyn,x}(t) \quad (9)$$

The dynamic part of the **impact pressure** of a filling stage $p_{dyn,x}(t)$ is decreasing over time t_x . This favourable effect can be considered in a simplified way by reducing the dynamic impact pressure of the filling stage linearly over the deceleration time t_b from the moment when the surge reaches the net (extended force-time approach according to [34]).

The surge pressure after the initial impact $p_{dyn,1}(t)$ is then given by:

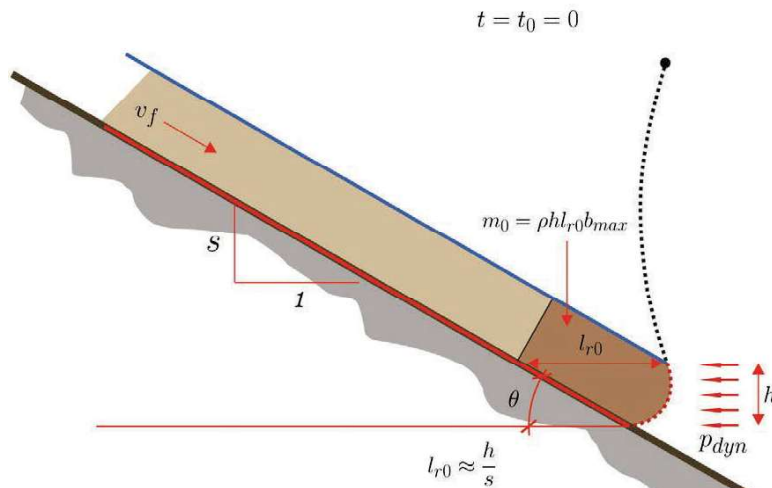
$$p_{dyn,1}(t) = \max\left(\frac{t_{b1} - (t - t_1)}{t_{b1}}, 0\right) \cdot p_{dyn} \quad (10)$$

The deceleration time t_b depends on the **impact pressure** which, in reality, is decreasing in a non-linear manner. The impact pressure simplified as linearly decreasing would underestimate the braking time. Therefore, the braking time should be assumed as the time required to decelerate a block of mass m and block velocity v_f with an average braking acceleration α_b . Accordingly, the braking time can be determined as follows:

$$t_{b,i} = \frac{v_f}{a_{b,i}} = \frac{v_f \rho h l_{r,i} b_{max}}{k p_{dyn} h b_{max}} \quad (11)$$

with

- v_f = Block velocity
 $a_{b,i}$ = $k p_{dyn} h b_{max}/m$ braking acceleration for surge i
 p_{dyn} = Hydrodynamic flow pressure
 m = $\rho h l_r b_{max}$ mass of the block
 k = 0.1, calibration value from tests in Veltheim (Switzerland) [9].

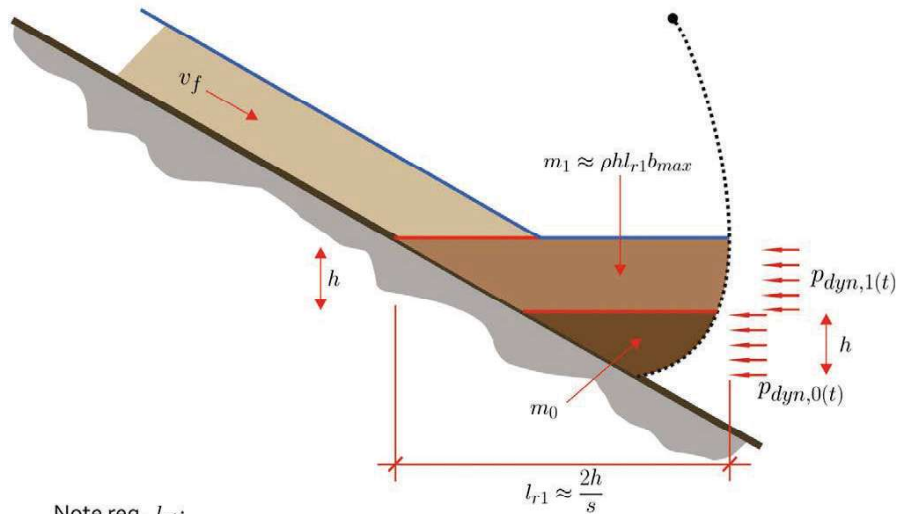


Note reg. l_{r0} :

this assumption is only valid for inclination angles from 0 to max. 30°.

Fig. 11. Schematic representation of FSI model discretization of the first impact, following [34].

$$p_{dyn,1(t)} = \max\left(\frac{t_{b1} - (t - t_1)}{t_{b1}}, 0\right) \cdot p_{dyn}$$



Note reg. l_{r1} :

this assumption is only valid for inclination angles from 0 to max. 30°.

Fig. 12. Further surge discretization using the FSI method after stopping the initial impact of mass m_0 following [34].

The time of occurrence of individual surges cannot be readily estimated. Basically, it can be assumed that subsequent material pushes over the material slowed down by the net barrier. At low Froude numbers < 1 , it can be assumed in a simplified way that the braking effect of the net barrier is acting on the material of the first filling surge up to a distance of $l_{r0} = h/s$ back into the retention space. Therefore, the subsequent load stage forms at a distance of l_{b1} upstream of the net barrier. A third surge is formed analogously at a distance $l_{r1} = 2 h/s$ upstream from the barrier, at the time of arrival of the second surge. The impact times of the surges can thus be determined at $t_0 = 0$ [s], $t_1 = l_{r0}/v$, $t_2 = t_1 + l_{r1}/v$, and so on.

The **impact pressures** $p_0, p_1, p_2 \dots$ act on the net barrier over the corresponding heights $0-h, h-2h, 2h-3h$ etc., until the net barrier is overflowed. Such, the critical point in time of the overflow with maximum load on the support ropes can be determined during the calculation or simulation.

A plausibility check of the estimated load superposition in the calculation is essential, both regarding the load and the coordination of the arrival time of the last surge with the total filling time t_f . In case of doubt, the reduction of the dynamic pressure must be applied over a longer period of time by reducing the parameter k .

If the approach for the braking time is inserted into the formula for the dynamic pressure, the dynamic pressure for a filling stage x is given by:

$$p_{dyn,x(t)} = max \left(\frac{\frac{v_f \rho l_{rx}}{k p_{dyn}} - (t - t_x)}{\frac{v_f \rho l_{rx}}{k p_{dyn}}}, 0 \right) \cdot p_{dyn} \quad (12)$$

Finally, the net barrier being overflowed at an overflow height h_b' and with a flow height h_{fl} is subject to the hydrostatic pressure p_{stat} over the cumulated height $h_b' + h_{fl}$. In addition, a shear load τ acts due to the overflowing hillslope debris flow:

$$\tau = h_{fl} \rho g \tan \theta \quad (13)$$

where θ represents the slope angle of the hillslope debris flow. θ may vary depending on the vegetation and the friction angle of the material [11].

7.3 Dimensioning of components

7.3.1 Support ropes

The support ropes transfer the loads acting on the protection net to the anchorages. Depending on the expected load, support rope bundles may consist of several individual ropes. Several support rope bundles are usually evenly distributed over the net barrier height h_b . The positioning of support ropes should be optimized regarding the expected deformations of the net barriers. **Energy absorption elements** that are integrated into the support ropes and allow for large deformations enable an optimum alignment of the ropes. It is essential to ensure a good structural connection of the ropes to concrete elements, rope anchors or self-drilling anchors in order to transmit the rope force into the anchorages, if possible in the direction of tension.

The ropes can be dimensioned analytically according to [36] based on the following verifications. The pressures acting on the protection net are transferred to the support ropes by means of mean **influential zones**. The load on the horizontal ropes can be assumed to be equally distributed, provided that the filling process takes place over the entire width of the net barrier. A differential equation for ropes suitable for this purpose is then solved iteratively using Newton's method, until the calculated rope forces match the rope and brake elongations to be expected for these forces [20]. The following applies for the rope equation (see also Fig. 13):

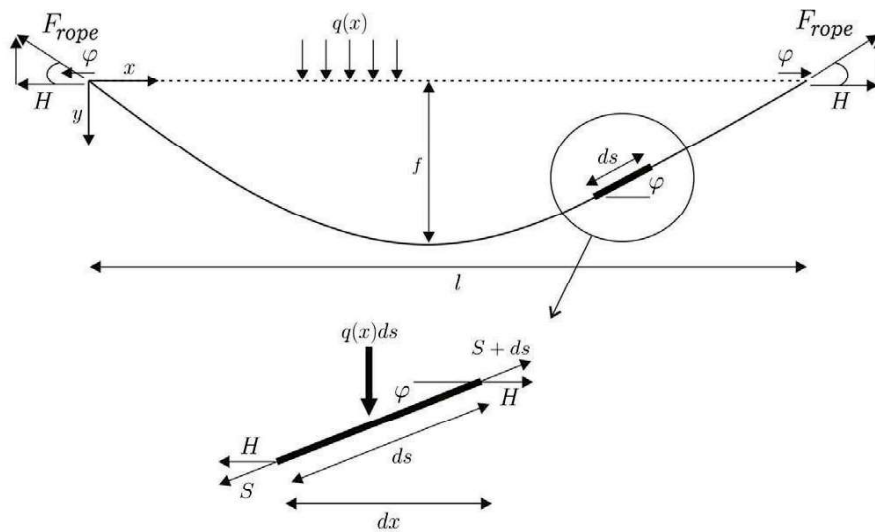


Fig. 13. Representation of the rope equation for equal load on the deflected rope, according to [20] and [36].

$$H^3 + H^2 EA \left[1 - \frac{1}{s_0} (l - \alpha_t \Delta t s_0) \right] = \frac{EA}{2s_0} \int_0^l Q^2 dx \quad (14)$$

with

- H = Horizontal rope force
- E = Modulus of elasticity of the rope
- A = Effective cross-sectional area of the rope
- s_0 = Horizontal rope length
- α_t = Temperature coefficient for steel
- Δt = Temperature gradient
- Q = Values of the integral according to [20]

The upslope anchor ropes cannot be dimensioned in this way because they are not subjected to a continuous uniform load. Their dimensioning is explained in the following chapter. The practical use of the rope equation can be taken from the design example in Appendix A.

7.3.2 Upslope anchor ropes and posts

The forces in the upslope anchor ropes result from decisive post forces and a small force component from bypassing of debris flows (in the case of upslope anchor ropes that are anchored in the channel). This part is usually neglected. The load on the upslope anchor ropes is usually determined considering the overflow **load case** for a filled net barrier. The pressures are transferred to the posts using the mean width of the **influential zones** of the posts. A **verification on torsional buckling** of the posts, using normal force and force in the direction of flow of the debris flows is therefore required for the post verification. The post's upper support force is received by the upslope anchor ropes and must be converted respecting the actual angles of the attached ropes (see Fig. 14).

7.3.3 Protection net

The dimensioning of the actual protection net of the barrier is determined by the arrangement of the horizontal support ropes. The simplified **verification of the net** is considering the net as a rope, using the span from the upper to the lower support ropes and the maximum deflection of the net barrier (see Fig. 15). The design load case with middle support ropes as shown in the design example in Appendix A must be considered separately. By means of the rope equation (Fig. 13) and the net parameters per linear meter, the acting force on the net surface can be determined.

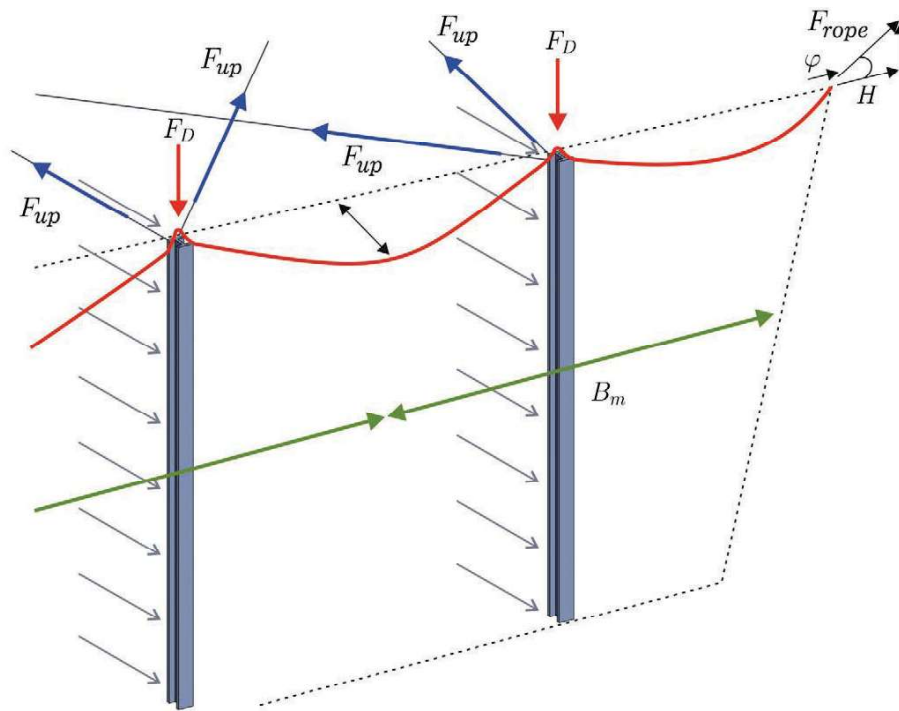


Fig. 14. Debris flow protection net with posts and corresponding force vectors from the support and upslope anchor ropes, following [36].

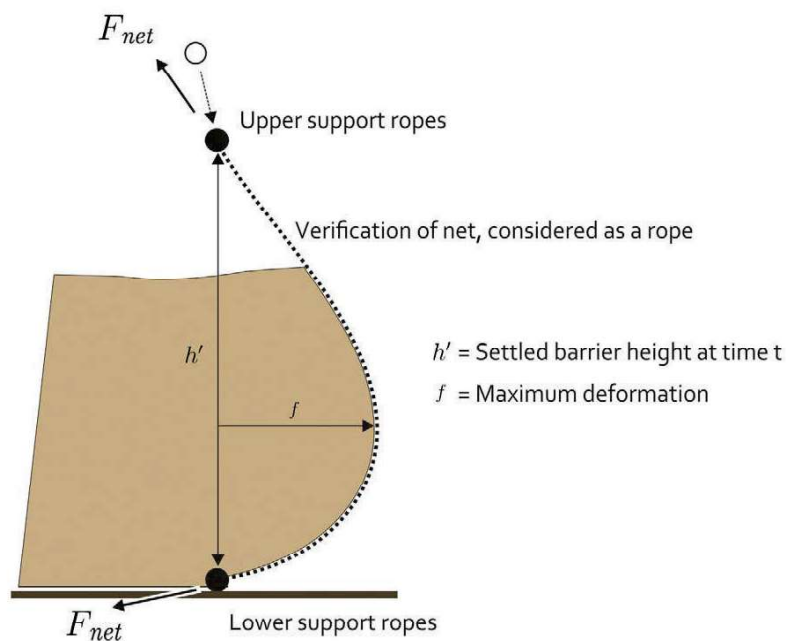


Fig. 15. Section of the debris flow protection net for the verification of the net itself and its corresponding force component.

7.3.4 Anchors and foundations

We recommend assuming the anchor loads for both debris flow and hillslope debris flow protection nets according to the manufacturers specifications. In addition, trial anchors should be tested whenever possible. The number of trial anchors depends on the ground conditions, the size of the construction project and the potential risk of failure [3] but should at least comply with the specifications of SIA Standard 267 [29]. Testing of fully bonded, untensioned soil and rock anchors (nails) are described in SIA Standard 267/1 Geotechnical Engineering/Supplementary Specifications [29].

Due to the uncertainties in the occurring loads, it is recommended for net barriers that the entire ultimate breaking load of the ropes is transferred to the soil using **energy absorption elements**. As for the anchorages, their ultimate design loads need to be clarified. In addition, the recommended foundations serve to transfer the loads from the rope forces into the anchorage and also as corrosion protection for the anchor head. In the case of soil, it is advisable to review whether a lateral, continuous concrete foundation should be built in order to prevent the anchorage from scouring at the channel banks. Moreover, a minimum reinforcement bar of 10 mm diameter should be installed within the foundations every 10 cm to minimize crack widths. The **compressive strength class of concrete** should be selected according to the corresponding **corrosion protection class**. References on the dimensioning and constructional design of the anchorages can be found in [36], [3] and [29].

7.3.5 Post foundations

The post foundations protect the pressure and tension anchors from scouring and corrosion. At the same time, they transfer the pressure forces into the ground as an area load. Dimensioning of the post foundation must take into account the post's compression forces as well as the tensile forces from the lower support ropes that act on the foundation. In the case of eccentric post connections to the base plate, the corresponding torque must be taken into account in the design of the pressure and tension anchors. In terms of reinforcement, it is also recommended that the minimum reinforcement required is installed to limit crack widths.

7.3.6 Example of structural foundation design

The geometric conditions of foundations for protection nets depend to a large extent on the geometric conditions of the base and anchoring plates of the individual manufacturers. An example without verification of calculations is shown in Figure 16 and Figure 17 for post foundations, with one pressure and two tension anchors that are installed at an angle of 45° to each other.

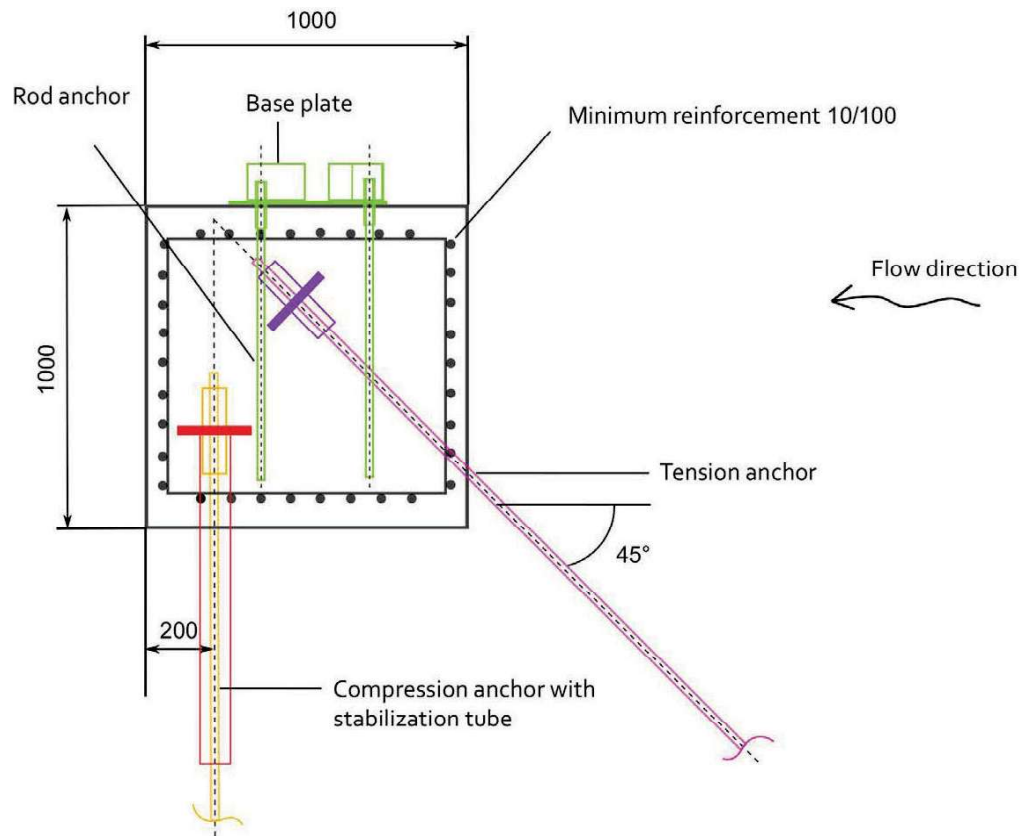


Fig. 16. Side view of a reinforced concrete foundation with one pressure and two tension anchors, based on [15].

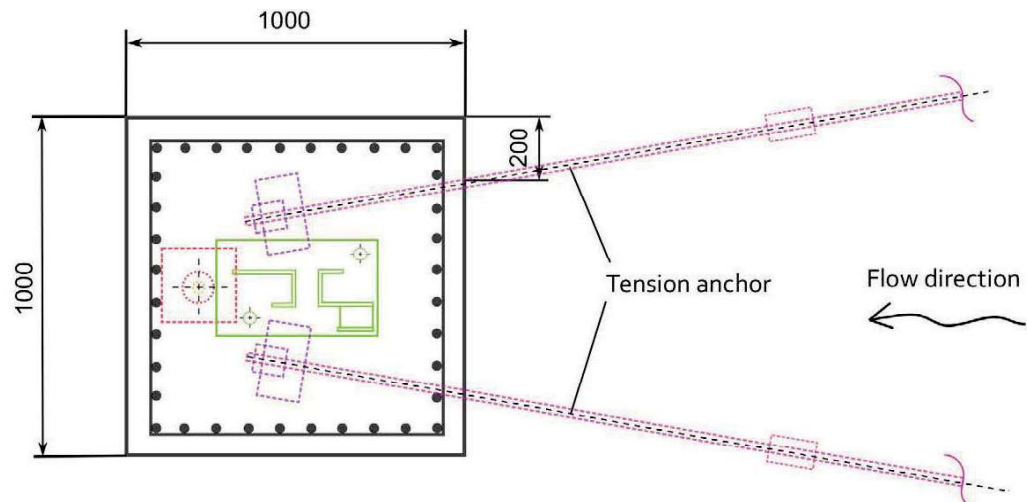


Fig. 17. Top view of a reinforced concrete foundation with one pressure and two tension anchors, based on [15].

8 Inspection and maintenance

8.1 Basic conditions

Requirements are placed on protection structures regarding structural safety, serviceability and durability. Regular inspections and appropriate maintenance are necessary to ensure that **net barriers** function properly over their defined **service life** [19].

The responsibilities and periodicity for the inspections as well as for ongoing and structural maintenance are handled differently depending on the canton/authority and the owner of the structure. They must therefore be considered and identified in the planning stage. Ongoing maintenance can be carried out by the owner or by associated specialized service providers such as water supply services or the forestry service. For any structural maintenance (repair of the structure), it is advisable to involve the manufacturer of the net barrier, the responsible authorities and a specialized construction company. It is important to make sure that only trained staff carry out inspection and maintenance. The work safety of all staff must be guaranteed at all times in accordance with the current applicable legal provisions.

Suitable early warning and alarm systems can also be of great benefit for the inspection of protection structures. Based on theory and case studies, the practical guide "Use of early Warning Systems for Gravitational Natural Hazards" issued by the Swiss Confederation [24] describes various possibilities for such systems.

8.2 Tools for inspections

The following existing tools can be used for inspections as well as for ongoing and structural maintenance:

- Manual for the inspection and maintenance of forest infrastructure [19]
- Maintenance manuals of the system suppliers

For debris flow and hillslope debris flow protection nets, the same or similar system components are generally used as for rockfall protection nets. For the inspection of these types of protection nets, the same forms for damage assessment can be used as for rockfall protection nets (see also [19]). The maintenance manuals of the system suppliers usually also contain corresponding forms (example in Appendix C). In the case of damage, the repair of the structure can be handled in a similar way as for rockfall protection nets.

8.3 Measures after events

After an event (partial or complete filling, see examples in Table 8), the following steps are necessary for repair:

- The owners or the associated technical services inform the responsible authorities.
- The municipality or the local cantonal authorities are notifying the population suitably
- The safety of the infrastructures to be protected must be ensured (e.g. road closures by the municipality or the canton)
- The owner is commissioning a construction company for emptying of the barriers
- The construction company is ensuring the work safety of staff
- The construction company is emptying the net barriers
- The construction company is replacing all damaged components of the net barrier
- The manufacturer of the net barrier is approving/re-commissioning the structure in consultation with the cantonal authorities.

After a net barrier has been professionally repaired, it must be reassessed regarding its future **service life**.

Table 8. Situation after partial or complete filling of a net barrier.



Congestion of the basal opening due to partial filling of a debris flow protection net.

Image: [C]



Filled and overflowed debris flow protection net.

Image: [D]



Debris flow protection net filled by bedload transport.

Image: [G]

8.4 Emptying of debris flow and hillslope debris flow protection nets

Like all retention structures, also protection nets must be emptied and repaired after they have been partially or completely filled. When emptying hillslope debris flows and debris flow protection nets (see also Table 9), the following points must be considered:

- Site access, material removal and transport, disposal sites, and sites for re-feeding bedload must be defined during the planning stage.
- Due to the filling of the net, the support structure is under tension. Therefore, special care must be taken during all emptying operations. The system or maintenance manuals of the net barrier manufacturers provide information on the methods for the opening of the net barrier.

As with other retention structures, the following points must be considered:

- Protection nets filled by debris flow and hillslope debris flow are emptied from the uphill side whenever possible. Even though emptying from the downslope side is often possible, this is usually more difficult to carry out while fully respecting work safety.
- If the hazard situation allows for it, emptying of the net barriers should be carried out within a short delay after the event, in order to make the retention space available again as quickly as possible.
- Particularly high attention must be paid to work safety.
- The preparation of an emptying concept with corresponding working steps and emergency scenarios is recommended.

Table 9. Emptying of debris flow and hillslope debris flow protection nets after an event.



Emptying of a debris flow protection net from the uphill side using a walking excavator.

Image: [G]



Emptying of a hillslope debris flow protection net from the downslope side using an excavator.

Image: [G]

9 Special structures

Special requirements demand special solutions. This is especially true for **net barriers** when the system limits according to Chapter 3.1 are reached. In Switzerland, several special structures have been realized by 2020. A selection of them is presented below. More detailed information is shown in the characteristic data sheets in appendix B. It is important to note that special structures usually have a highly complex support structure and require detailed consideration and dimensioning. Moreover, a numerical simulation of the structural system may provide more detailed information.



Suspension rope net

Hüpbach torrent in Oberwil, Simmental, Switzerland

Image: [F]



Multi-level net barriers

Trachtbach torrent in Brienz, Switzerland

Image: [G]



Net structure with longitudinal concrete discs

Grönbach torrent in Merligen, Switzerland

Image: [F]



Net structure with concrete pillars

Innere Sitebach torrent in Lenk, Switzerland

Image: [F]



Stepwise installed nets serving as supplementary structure

Illgraben torrent in Leuk, Switzerland
Image: [A]



Erosion control and filter structure

Durschtbach torrent in Simplon, Switzerland
Image: [G]



Structure for combined loads

Baltisberg/Härzigwald, Switzerland
Image: [H]



Driftwood protection net

Chiene torrent in Reichenbach, Switzerland
Bild: [F]

10 Design flow chart

After the decision to install a **net barrier**, it will be dimensioned. The design flow charts for debris flow and hillslope debris flow protection nets shown in Figure 18 and Figure 19 may support the design process.

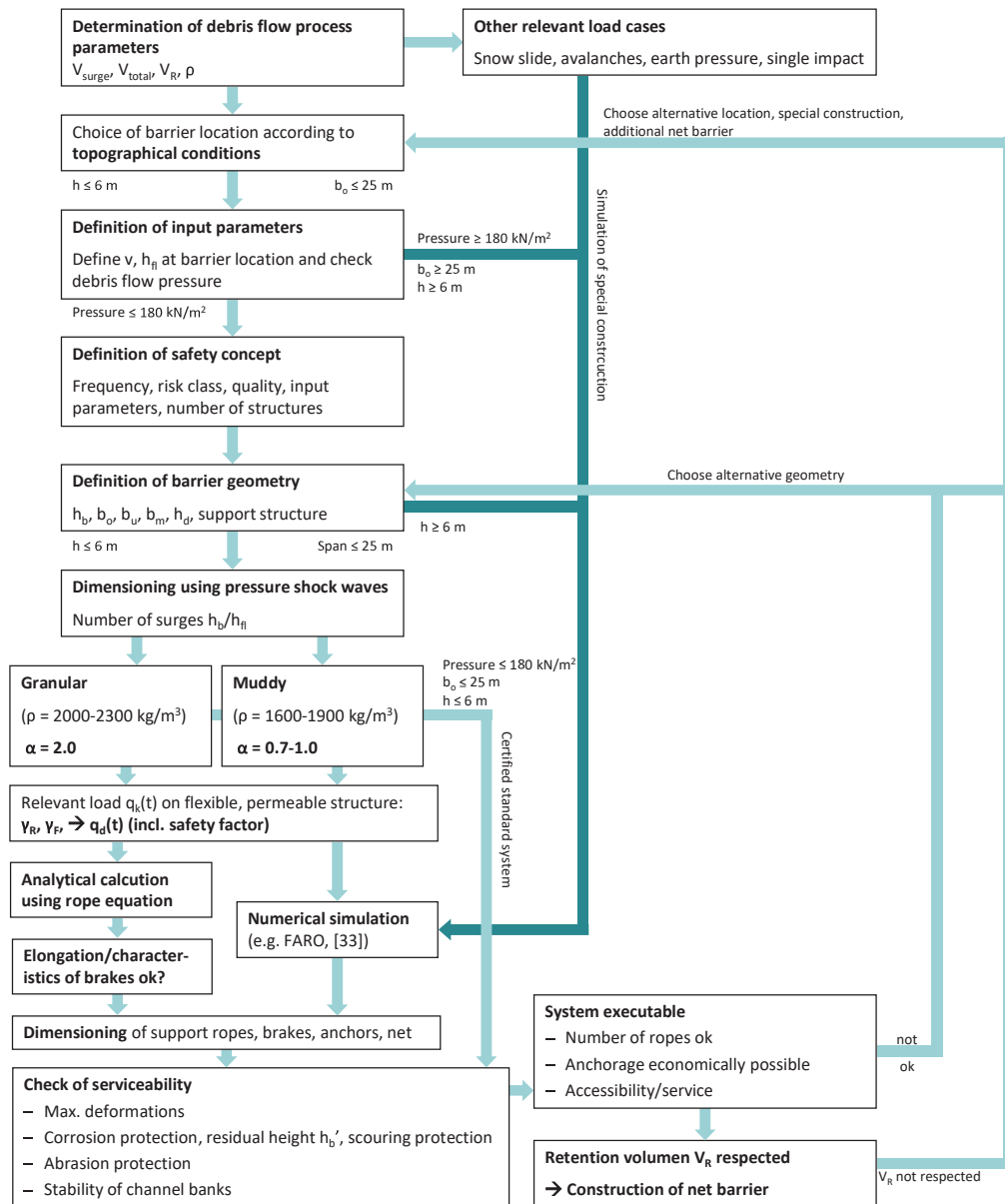


Fig. 18. Design flow chart for debris flow protection nets, according to [36].

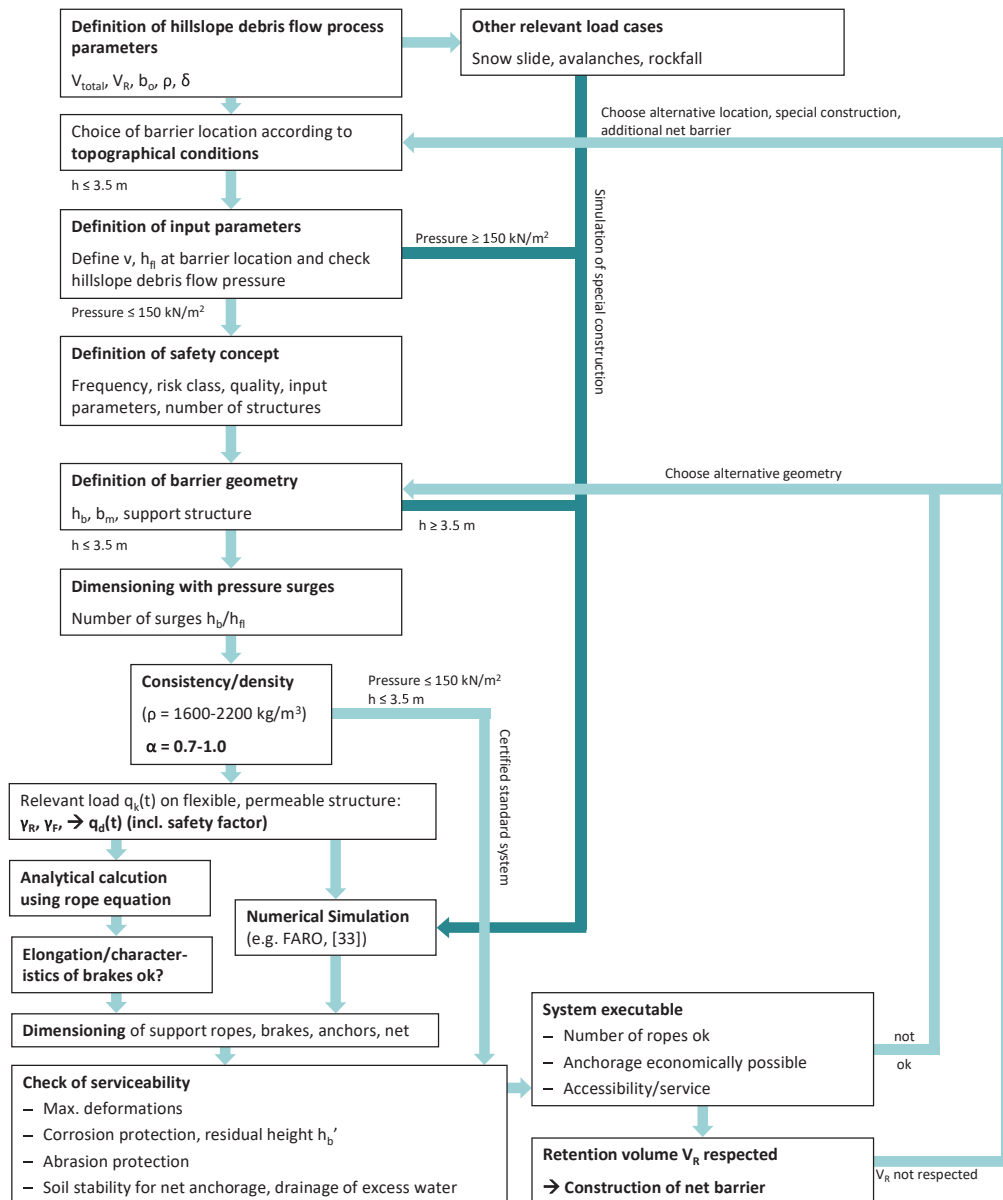


Fig. 19. Design flow chart for hillslope debris flow protection nets, according to [36].

11 Conclusion and outlook

In addition to spatial planning, organizational and nature based protection measures, protection structures are an important element for integral protection against natural hazards. Properly designed and maintained, they are fulfilling a long-term protective function. Depending on their implementation within the process area, natural hazards may be deflected, slowed down, stopped, or can be prevented from developing in the first place. In the past decades, many settlements and traffic routes in Switzerland have been protected by means of structures installed in the rupture or outbreak zones, or by structures installed near or at the properties being protected. In addition to the traditional, rather rigid types of structures, lighter and flexible solutions such as net barriers have been developed in the recent past.

This practical guide provides an overview of the state of the art concerning debris flows and hillslope debris flow protection nets in Switzerland. Important topics such as possible applications, limitations as well as the design and dimensioning of this type of protection nets are covered. Decision support charts help for considerations whether, for a specific situation, a net barrier is an appropriate protection structure, and which aspects should be taken into account for its planning and implementation. The authors point at the fact that inspection and maintenance of net barriers are indispensable for long-term use, as is the case with all protection structures. The practical guide deals with various type of net barriers, since, in addition to CE-marked standard systems, there are a number of special structures that extend the range of applications of net barriers.

The lessons learned from natural hazard events and the behaviour of protection structures in the case of an event form a valuable sum of experiences. This enables us to improve the protection against natural hazards within the framework of integral risk management. Authors and translator would like to thank all financing partners for supporting the original version of this report in German as well as this translation to English. The practical guide benefits from the comprehensive knowledge of experts on debris flows and hillslope debris flow protection nets. We would like to thank all those who have contributed to this joint effort: from practitioners – for practitioners!

It is important that the experience gained with net barriers continues to be collected and exchanged. In this way, the knowledge gained from the past provides a valuable key for the future and is basis for the continuous further development and improvement of debris flow and hillslope debris flow protection nets.

12 Directories

Glossary

Term	Explanation
Abrasion protection	Protective element on the upper support rope of a net barrier to prevent damage to the rope due to overflow
Barrier type	Classification of a structure by type of construction (e.g. rigid structure or flexible net barrier).
Basal opening	For debris flow protection nets: Opening between channel base and bottom support rope to allow normal discharge and minor, non-critical events to pass underneath the net barrier.
CE-marking	Product conformity declared by the manufacturer in accordance with EU Regulation N° 765/2008. The product complies with the applicable requirements defined in the European Community harmonization guidelines for the affixing of the marking.
Certificate/ Declaration of conformity	The declaration of conformity is a written confirmation at the end of a conformity assessment, with which the responsible entity for the provision of a product, or a service (e.g. manufacturer, distributor, operator, contractor) or an organization (e.g. testing laboratory, operator of a quality management system) bindingly declares and confirms that the object (product, service, body, quality management system) meets the properties specified in the declaration.
Compressive strength class of concrete	For the classification of concrete compressive strength, the characteristic strength at the test age of 28 days is used. As samples, concrete cylinders with a diameter of 150 mm and a length of 300 mm ($f_{ck,cyl}$) or of concrete cubes with an edge length of 150 mm ($f_{ck,cube}$) are used.
Corrosion protection class	According to SIA Standard 267 [29], gradual classification of an anchorage to determine the corrosion protection measures required. The protection class depends on the planned service life, the structural class and the potential corrosion hazard (of the element).
Discretization	Discretization is the division of the calculation area into small parts (sections), so an idealized model is available as a computational model. In addition, the time step width is defined as the size of the time step or the length of the time interval in a dynamic simulation. The progress in time which is divided into individual sections (discretized) and the solution which is calculated stepwise for successive time steps corresponds also to a discretization in the Finite Element Method (FEM).
Energy absorption element	Component, usually made of metal, which absorbs the forces occurring in the net structure and absorbs the energy through plastic deformation of the element (often colloquially referred to as a braking element).
Grout sock	Flexible fabric hose used to reduce the loss of anchor grout in the borehole.
Influential zone (of a load)	In a static sense, a certain surface area of the retained material from which, from a calculation point of view, an action on a certain structural component under investigation is exerted.
Impact pressure	Short-term peak pressure value on the impact area of the net surface.
Load case	In structural analysis, a load case is defined as a set of load arrangements, deformations and imperfections that can act simultaneously on a structure.
Net barrier	Structure for the containment of a gravitational natural hazard consisting of anchors and flexible steel wire nets. In this document, the term refers to debris flow and hillslope debris flow protection nets.
Net types	Net types are structures within the same process family, which are, however, designed for different impacts or load cases.

Term	Explanation
Post-injection (of grout)	Repeated injection of anchor grout into the borehole to increase the bond between anchor grout and borehole. In addition, this procedure also increases the bond between the grout column and the anchor.
Primary net	Net element for the main load transfer and material retention, mostly coarsely meshed
Process family	Classification of protection nets according to their use in a specific natural hazard process (e.g. debris flow protection nets, rockfall protection nets). Within the process family, a subdivision is made according to net types.
Secondary mesh	Mounted on the primary net on its uphill side, a finer meshed, additional net for the retention of fine material
Service life	Expected time limit on the full serviceability of a net barrier.
System parameter	Structural variables such as protection net size (span and height), resistance strength, net type, anchorage load, etc.
Uphill apron net	Auxiliary net mounted loosely on the uphill side of the net barrier to prevent underflowing of a net barrier.
Verification of the net	Structural safety verification for the net element only
Verification on torsional buckling	Verification according to SIA Standard 263 [28], which examines the combined stress due to bending and compressive loading on the post.

Abbreviations

Abbreviation	Explanation
AGN	Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren; Working group Geology und Natural Hazards (in Switzerland)
CAB	Conformity Assessment Bodies
CTI	Former Swiss Commission for Technology and Innovation in the former Swiss Federal Office for Professional Education and Technology
DoP	Declaration of Performance
EAD	European Assessment Document
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungsanstalt; Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology
EOTA	European Organization for Technical Assessment
ETA	European Technical Assessment
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule; Swiss Federal Institute of Technology
FAN	Fachleute Naturgefahren; Natural Hazards Experts (Swiss Association)
FEDRO	Swiss Federal Roads Office
FOEN	Swiss Federal Office for the Environment
FPC	Factory Production Control
JCSS	Joint Committee of Structural Safety
NCHA	Swiss Federal Act on the Protection of Nature and Cultural Heritage
SIA	Swiss Society of Engineers and Architects
WBG	Wasserbaugesetz; Act on Hydraulic Engineering
WPA	Swiss Water Protection Act
WSL	Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research

Symbols

Symbol	Explanation	
<i>Greek letters</i>		
α	Pressure coefficient for debris flow or hillslope debris flow impact on net structure	[–]
α_t	Coefficient of thermal expansion of the steel wire of the ropes	[–]
δ	Propagation angle of debris flow or hillslope debris flow	[°]
ξ	Angle between protection structure and stream bed	[°]
ρ	Density of the debris flow or hillslope debris flow at the front but also: Density of the single block based on local geology	[kg/m ³]
σ	Overflow load of the debris flow with flow height h_{fl}	[N/m ²]
τ	Surge stress of the debris flow or hillslope debris flow at the stream bottom and during overflow	[N/m ²]
θ	Stream section angle or slope angle at the barrier location	[°]
θ'	Deposition angle	[°]
γ_F	Partial safety factor for load side of the debris flow/hillslope debris flow	[–]
γ_R	Partial safety value on the resistance side	[–]
<i>Latin letters</i>		
A	Effective cross-sectional area of the rope	[m ²]
a	Earth pressure coefficient, $a = 1.0$	[–]
$a_{b,i}$	Average braking acceleration during surge impact i	[m/s ²]
B_m	Contributing width of the post	[m]
b_m	Mean width of protection net, determined from values of top width b_o and bottom width b_u , where: $b_m = (b_u + b_o)/2$	[m]
b_{max}	Maximum spread of the material along the net barrier	[m]
b_o	top width of the protection net	[m]
b_u	bottom width of the protection net	[m]
b_0	Width of the starting zone of a hillslope debris flow	[m]
c_p	Pressure coefficient for debris flow/hillslope debris flow according to SIA Standard 261/1 [27]	[–]
d	Diameter of a single block	[m]
E	Modulus of elasticity of the rope	[N/m ²]
$E_{pot,rope}$	Potential elongation energy of the rope during a single block impact	[J]
F_D	Pressure force of the post	[N]
F_g	Material's weight due to the net expansion	[N]
F_{net}	Force in the net, per linear meter	[N/m]
F_{up}	Force in the upslope anchor ropes	[N]
F_{rope}	Force in the horizontal ropes	[N]
G	Gravitational constant	[kN/m]

Symbol	Explanation	
f	Maximum deformation of the barrier	[m]
g	Gravitational constant	[m/s ²]
H	Horizontal rope force according to rope equation	[N]
H'_0	Lowered barrier height during the filling process	[m]
h	Nominal height of the net barrier	[m]
h'	Barrier height at the time t . When the barrier is filled, this corresponds to $h' = h_b'$	[m]
h_b	Original height of the barrier before loading	[m]
h_b'	Residual height, or settled barrier height	[m]
h_d	Height of the net barriers basal opening	[m]
h_{fl}	Flow height	[m]
I_s	Channel inclination upstream (of the structure)	[–]
I_s'	Inclination of the retained material	[–]
k_s	Spring stiffness of a rope of length L	[N/m]
L	Rope length	[m]
ΔL	Elastic elongation of the rope	[m]
L_0	Distance between starting zone and impact area of a net barrier (for hillslope debris flows)	[m]
L_{min}	Minimum length of the net barrier	[m]
L_r	Length of the retention area, measured parallel to the stream bed	[m]
l	Effective span of the rope under consideration	[m]
l_{r1}, l_{r2}	Individual horizontal lengths of the retention volume per surge, for the FSI-model	[m]
l_r	Horizontal length of the retention volume, for the FSI-model	[m]
m	Mass of a single block	[kg]
m_0, m_1	Mass of a discretized filling surge	[kg]
n	Number of ropes	[–]
p_0, p_1	Impact pressure according to discretized impact number, for the FSI-model	[N/m ²]
p_{dyn}	Hydrodynamic pressure of the debris flow	[N/m ²]
p_f	Accepted probability of failure of a net structure depending on the risk classification	[–]
p_{stat}	Hydrostatic pressure of the debris flow	[N/m ²]
Q	Values of the integral according to the rope equation according to [20]	[–]
Q_{max}	Peak discharge or maximum discharge at the front of the debris flow or the hillslope debris flow	[m ³ /s]
q	Equal load on the rope resulting from the debris flow pressure	[kN/m]
R	Resultant due to the overflow load case	[kN/m]

Symbol	Explanation	
S	Discretized rope section S	[m]
s	Gradient of the slope	[–]
s_0	Initial length of rope with sag of $L/30$, its own weight considered	[m]
t_f	Discretized actual filling time, for the FSI-model	[s]
t_b	Deceleration (braking) time, for the FSI-model	[s]
t_x	Discretized filling time for a debris surge of volume V	[s]
Δt	Temperature gradient	[–]
V_R	Retention volume of the net barrier	[m ³]
v	Mean front velocity of the debris flow or hillslope debris flow	[m/s]
v_f	Block speed, for the FSI-model	[m/s]
V_{surge}	Volume per surge of a debris flow	[m ³]
$V_{\text{surge,FSI}}$	Volume per surge, for the FSI-model	[m ³]
V_{total}	Total volume of the event (for a debris flow or a hillslope debris flow)	[m ³]

13 References and image sources

- [1] AGN, 2004: Gefahreneinstufung Rutschungen (Hazard Classification of Landslides). By extension Arbeitsgruppe Naturgefahren AGN (Working group on Natural Hazards). Working report for the Federal Office for Water and Geology FOWG, Bern. 44 p. (in German).
- [2] FOEN (ed.), 2016: Protection against Mass Movement Hazards. Guideline for the integrated Hazard Management of Landslides, Rockfall and Hillslope Debris Flows. Federal Office for the Environment FOEN, Bern. The environment in practice, No. UV-1608-E. 98 p.
- [3] FOEN (ed.), 2018a: Grundlagen zur Qualitätsbeurteilung von Steinschlagschutznetzen (Basics for the Quality Assessment of Rockfall Protection Nets and their Foundation). Federal Office for the Environment FOEN, Bern. Knowledge on environment No. 1805. 42 p. (in German).
- [4] FOEN (ed.), 2018b: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich (Manual Program Agreements in the Environmental Field 2020–2024). Communication of the FOEN as enforcement authority to applicants. Federal Office for the Environment FOEN, Bern. The environment in practice No. 1817. 294 p. (in German).
- [5] FOEN (ed.), 2019: Typenliste Ankermörtel (List of approved Types of Anchor Grout). Federal Office for the Environment FOEN, Bern. The environment in practice No. 1007. 5 p. (in German).
- [6] FOCL (ed.), 2017: Wegleitung zur Bauproduktgesetzgebung (Guide to Legislation of Construction Products). Federal Office for Buildings and Logistics BBL, Bern. 103 p. (accessed via <https://www.bbl.admin.ch/bbl/de/home/themen/fachbereich-bauprodukte/downloads.html>, as of 2020/07/27) (in German).
- [7] SFOE (ed.), 2015: Directive on the Safety of Water Retaining Facilities. Part A: Introduction. Swiss Federal Office of Energy SFOE. Version 2.0, 2015/03/01. 23 p.
- [8] FOSP; FOWM; SAEFL, (eds.), 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten (Consideration of Mass Movement Hazards in Spatially effective Activities). Recommendations 1997. Federal Office for Spatial Planning FOSP, Federal Office for Water Management FOWN, Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape SAEFL, Bern. 42 p. (in German).
- [9] BUGNION, L.; McARDELL, B. W.; BARTELT, P.; WENDELER, C., 2012: Measurements of hillslope debris flow impact pressure on obstacles. In: Landslides – Journal of the International Consortium on Landslides 9: 179–187.
- [10] SAEFL (ed.), 2004: Wegleitung Grundwasserschutz (Groundwater Protection Guide). Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL (now Federal Office for the Environment FOEN), Bern. Environmental Enforcement No. 2508. 143 p. (in German).
- [11] DORREN, L.; SCHWARZ, M., 2016: Quantifying the Stabilizing Effect of Forests on Shallow Landslide-Prone Slopes. In: Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 255–270.
- [12] EAD 340020-00-0106, 2016: Flexible Kits for Retaining Debris Flows and Shallow Landslides/Open Hill Debris Flows. European Assessment Document EAD. European Organisation for Technical Assessment EOTA 2016. 25 p. (Accessed at www.eota.eu, EAD number 340020-00-0106, as of 07/27/2020).
- [13] FEIGER, N., 2019: Analyse zur Gebrauchstauglichkeit von Murgangnetzen nach 10 Jahren Praxiserfahrung (Analysis of the Serviceability of Debris Flow Nets after 10 Years of practical Experience). Master thesis, ETH Zurich. 30 p. (in German).
- [14] FRICK, E.; KIENHOLZ, H.; ROMANG, H., 2011: SEDEX (SEDiments and EXperts), user manual. Geographica Bernensia P42. Department of Geography, University of Bern, Bern. 128 p. (in German).
- [15] GEOBRUGG AG (Ed.), 2016: System Manual Debris Flow Barriers VX/UX. Issue 164-N-FO/05, Romanshorn.
- [16] GEOBRUGG AG (ed.), 2020: Dimensioning Tool for Flexible Barriers against Shallow Landslides. (Accessed via <https://www.geobrugg.com/en/Dimensioning-Tools-115308.html>, as of: 27.07.2020)
- [17] GERTSCH, E., 2009: Geschiebelieferung alpiner Wildbachsysteme bei Grossereignissen – Ereignisanalysen und Entwicklung eines Abschätzverfahrens (Bedload Supply of Alpine Torrent Systems during major Events – Event Analysis and Development of an Estimation Procedure). PhD thesis at the Department of Geography, University of Bern, Bern. 203 p. (in German).

- [18] JCSS (ed.), 2001: JCSS (ed.), 2001: Probabilistic Model Code. Part I. Joint Committee of Structural Safety JCSS. (Accessed via https://www.jcss-lc.org/publications/jcsspmc/part_i.pdf as of Aug. 07, 2020).
- [19] CANTONS GR, BE, VS (eds), 2012: Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt forstlicher Infrastruktur (Manual for Inspection and Maintenance of Forest Infrastructure). Office for Forests and Natural Hazards of the Canton of Grisons, Natural Hazards Division of the Office for Forests of the Canton of Bern and Service for Forests and Landscape of the Canton of Valais. 82 p. (in German).
- [20] PALKOWSKI, S., 1990: Statik der Seilkonstruktionen (Statics of Cable Structures). Theory and numerical examples. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 108 p. (in German).
- [21] RICKENMANN, D., 2014: Methoden zur quantitativen Beurteilung von Gerinneprozessen in Wildbächen (Methods for quantitative Assessment of Channel Processes in Torrents). Birmensdorf. WSL Report 9: 105 p. (in German).
- [22] RICKENMANN, D., 2016: Methods for the Quantitative Assessment of Channel Processes in Torrents (Steep Streams). IAHR Monograph Series (ed. Peter A. Davies), London. (<https://doi.org/10.1201/b21306>)
- [23] ROMANG, H. (Hrsg.), 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen (Effect of Protective Measures) / PROTECT. National Platform for Natural Hazards PLANAT, Bern. 289 p. (in German).
- [24] SÄTTELE, M.; BRÜNDL, M., 2015: Praxishilfe für den Einsatz von Frühwarnsystemen für gravitative Naturgefahren. (Practical Guide for the Use of Early Warning Systems for Gravitational Natural Hazards). WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Federal Office for Civil Protection FOCP (ed.), Bern. 61 p. (in German).
- [25] SIA 260, 2003: Basis of Structural Design. Swiss standard. Swiss Society of Engineers and Architects sia.
- [26] SIA 261, 2003: Einwirkung auf Tragwerke (Loads on Structures). Swiss Standard. Swiss Society of Engineers and Architects sia. (in German)
- [27] SIA 261/1, 2020: Einwirkung auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen (Loads on Structures – supplementary Specifications). Swiss standard. Swiss Society of Engineers and Architects sia. (in German)
- [28] SIA 263, 2003: Stahlbau (Steel Construction). Swiss Standard. Swiss Society of Engineers and Architects sia. (in German).
- [29] SIA 267, 2013: Geotechnik (Geotechnics). SIA 267/1, 2013: Geotechnik – Ergänzende Festlegungen (Geotechnics – supplementary Specifications). Swiss Standards. Swiss Society of Engineers and Architects sia (in German).
- [30] SUDA, J.; RUDOLF-MIKLAU F. (eds.), 2012: Bauen und Naturgefahren. Handbuch für konstruktiven Gebäudeschutz (Construction and Natural Hazards. Handbook for constructive Building Protection). Springer Verlag, Vienna. 507 p. (in German).
- [31] VKF (Hrsg.), 2005: Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren (Guideline for Property Protection against gravitational Natural Hazards). Association of Cantonal Fire Insurers, Bern. 105 p. (in German).
- [32] VOLKWEIN, A., 2004: Numerische Simulation von flexiblen Steinschlagschutzsystemen (Numerical Simulation of flexible Rockfall Protection Systems). PhD thesis at ETH Zurich. 134 p. (in German).
- [33] VOLKWEIN, A., 2014: Flexible debris flow barriers. Design and application. WSL Berichte, 18. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. 29 p.
- [34] VON BOETTICHER, A., 2012: Flexible Hangmurenbarrieren: Eine numerische Modellierung des Tragwerks, der Hangmure und der Fluid-Struktur-Interaktion (Flexible Hillslope Debris Flow Barriers: A numerical Modelling of the Structure, the Hillslope Debris Flow and the Fluid-Structure Interaction). PhD thesis at the Technical University of Munich, Germany. 186 p. (in German).
- [35] WENDELER, C., 2010: In wie weit können trotz der grossen Prozessunsicherheiten bei einer Hangmure flexible Netze zu einer Rückstufung der Gefahrenkarte gemäss PROTECT führen? (To which Extent may flexible Nets lead to a Downgrading of the Hazard Map according to PROTECT despite large Process Uncertainties for a Hillslope Debris Flow?) CAS Property Protection against Natural Hazards. Bern University of Applied Sciences, Bern. 60 p. (in German).
- [36] WENDELER, C., 2016: Debris-flow protection systems for mountain torrents. Basic principles for planning and calculation of flexible barriers. WSL Berichte, 44. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. 267 p.

- [37] WENDELER, C.; VOLKWEIN, A., 2015: Laboratory Tests for the Optimization of Mesh Size for flexible Debris-Flow Barriers. In: Natural Hazards and Earth System Science 15: 2597–2604.

Images

The images used originate from the persons, companies and organizations listed below.

- [A] Berger Catherine
- [B] Feiger Nadine
- [C] Hählen Nils
- [D] Toniolo Marco
- [E] Wendeler Corinna
- [F] Emch+Berger AG
- [G] Geobruigg AG
- [H] Pfeifer-Isofer AG
- [I] Teyssere & Candolfi AG
- [J] Section of Swisstopo National Map 1:25 000, reproduced with permission from Swisstopo (JA100118)

Appendix A Dimensioning example

Calculation of decisive forces for a protection net with posts

1. Geometry/input parameters

The design example shows a 4 m high system with posts, which is loaded by a debris flow with a flow height of 1 m and a flow velocity of 6 m/s and a density of 2200 kg/m³. The overflow load case is to be verified.

The geometry of the structure is shown in Figure 20.

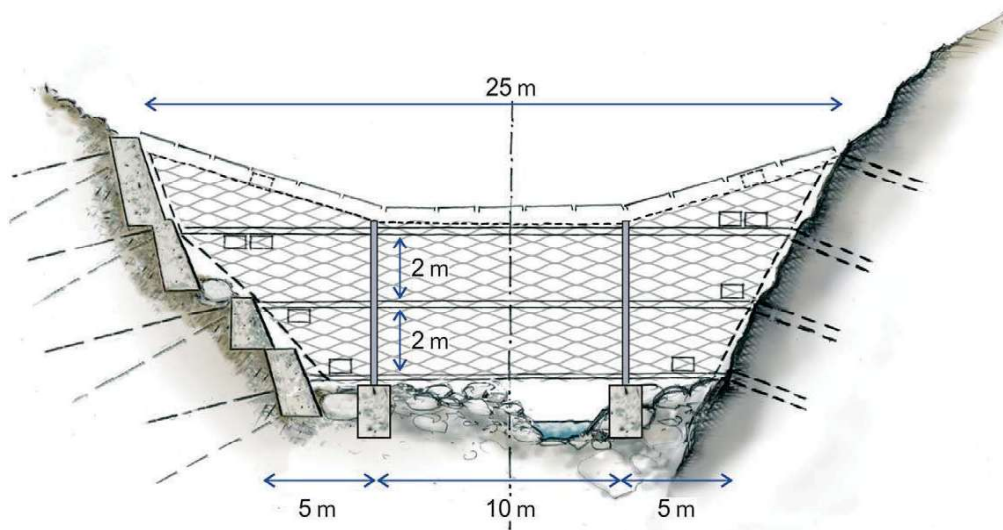


Fig. 20. Schematic representation of the geometry of the net barrier in the dimensioning example.

2. Decisive load cases

The following load cases are investigated to determine the relevant load case for the structural system.

Initial impact (see Fig. 8, Section 7.2.1.1):

$$p_{dyn} = \alpha \rho v^2 = 2.0 \cdot 2200 \cdot 6^2 = 158 \frac{kN}{m^2} \quad \text{with } \alpha = 2.0 \text{ for granular debris flows}$$

$$p_{stat} = a h_{fl} \rho g = 1.0 \cdot 1 \cdot 2200 \cdot 9.81 = 21.6 \frac{kN}{m^2} \quad \text{with } a = 1.0$$

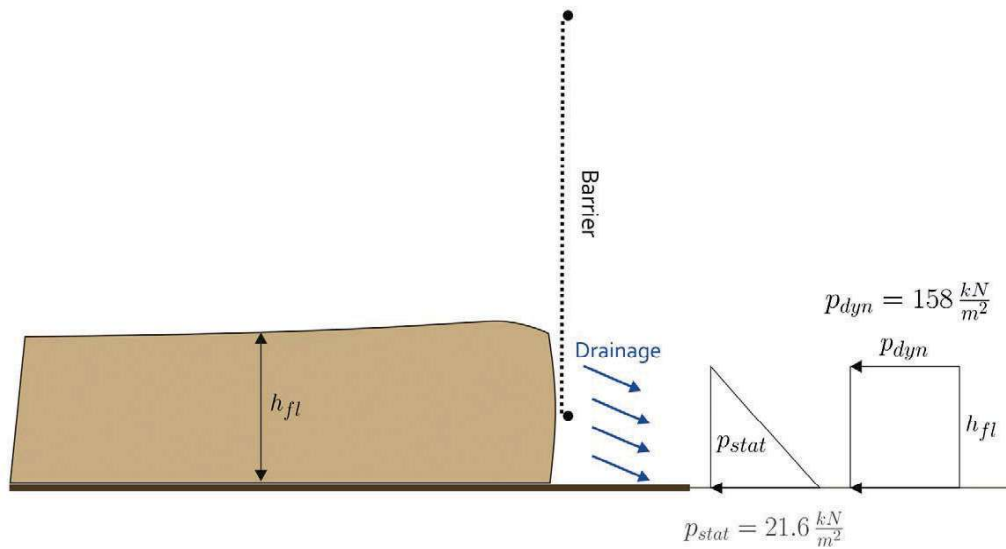


Fig. 21. Load distribution for a dynamic initial impact according to load assumptions.

Since the flow height is 1 m and the distance between the support ropes is 2 m, the initial impact hits the lower support rope bundle completely, if the **basal opening** is of height $h_d = 0.0$ m. The load is distributed according to the load assumptions. If the flow depth is greater than $h_{fl} = 1.5 \cdot h_d$ the barrier becomes congested ([35], [37]). In this case, $h_d = 0$.

The compression load on the lower support ropes then results in:

$$p_{first\ impact} = 21.6 \frac{kN}{m^2} \cdot 1m \cdot 0.5 + 158 \frac{kN}{m^2} \cdot 1m = 168.8 \frac{kN}{m} \quad (\text{see Fig. 21})$$

The further filling process is now considered surge by surge for a flow height of 1 m according to Figure 9.

If the barrier is filled and overflowed by the succeeding debris flow material, the overflow load case is to be calculated. The following loads result from the load model according to [36] with the settled barrier height $h_b' = 3/4 \cdot 4\text{ m} = 3\text{ m}$ and $h_{fl} = 1.0\text{ m}$. This results in a total height for the proof of hydrostatic pressure of 4 m (3 m set barrier height plus 1 m flow height as surcharge load) and the following calculation:

$$p_{stat} = a(h_b' + h_{fl})\rho g = 1.0 \cdot 4.0 \cdot 2'200 \cdot 9.81 = 86.3 \frac{kN}{m^2} \quad \text{with } a = 1.0$$

With a rope spacing of 2 m, the resultant of the load overflow R on the lower support ropes is $R = 75.5\text{ kN/m}$ and is therefore not significant compared to the initial impact.

3. Dimensioning of the support ropes

If, regarding to the hazard potential directly below the protection net, a high presence probability of people is to be assumed, then $\gamma_F = 1.5$ is used. If the probability of people being present is low, a smaller safety factor can be used.

The lower support ropes run as a multi-span system because they are guided over the base plates. As an example, Figure 22 shows the rope load according to Palkowski [20] for a multi-span system.

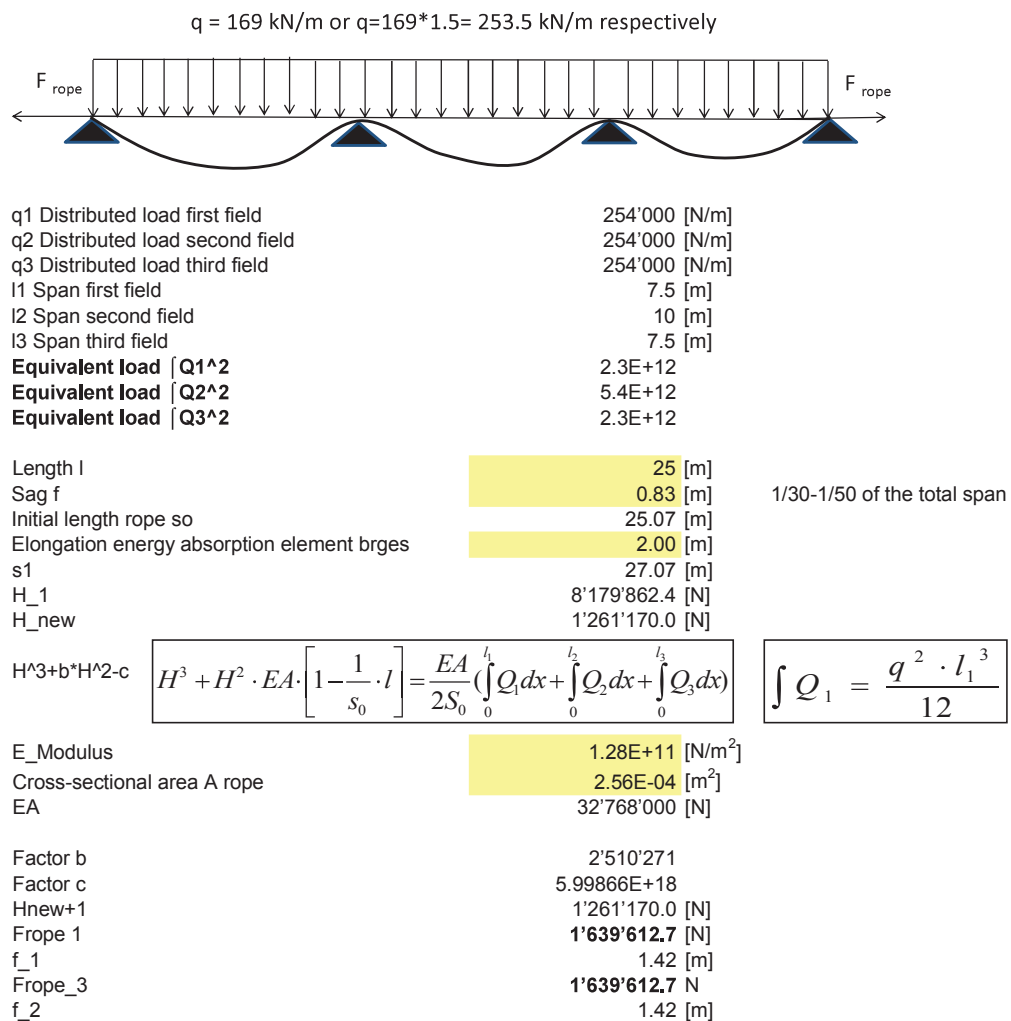


Fig. 22. Calculation of the lower rope forces according to [20], exemplified in a spreadsheet calculation program, using a schematic rope representation.

From this, the decisive forces are obtained via the Newton iteration of the rope equation of 1300 kN total force for an elongation of 2 m of the **energy absorption elements**. Assuming a breaking force of 350 kN for the ropes with integrated energy absorption elements, the following number of ropes n results (with safety factors respected):

$$n = \frac{1'300 \text{ kN}}{350 \text{ kN}} = 3.7$$

Consequently, 4 ropes with a breaking load of 350 kN are required.

4. Dimensioning of the upslope anchor ropes

The load on the upslope anchor ropes is determined by the last surge impact before the barrier is completely filled (see Fig. 23). A settled barrier height $h_b' = 3/4 \cdot 4 \text{ m} = 3 \text{ m}$ is already taken into account. In the case horizontally installed upslope anchor ropes, the horizontal force component would be approximated to $F_{up} = 1548 \text{ kN}$ assuming a mean influential width of 8.5 m. This force must now be transformed vectorially into the actual direction of the upslope anchor ropes.

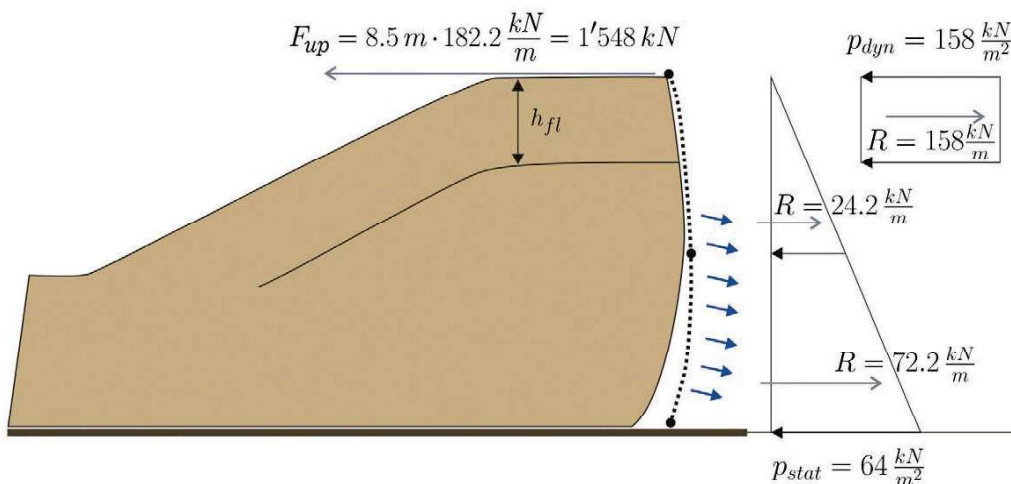


Fig. 23. Last pressure surge flowing into the protection net before the overflow begins. Decisive case for the calculation of the upslope anchor ropes.

5. Dimensioning of the winglet ropes

For dimensioning the winglet ropes, the maximum weight of the barrier is approximated according to Figure 24 and using the approximate weight of the belly of the expanded net F_g at a deflection of $f = 2.5 \text{ m}$. Accordingly, $F_g = 0.5 \cdot g \cdot f \cdot h_b' \cdot b_m \cdot \rho = 0.5 \cdot 9.81 \cdot 2.5 \cdot 3 \cdot 22.5 \cdot 2200 = 1820 \text{ kN}$. This results in a vertical force component $G = 1820 \text{ kN} / 25 \text{ m} = 72.8 \text{ kN/m}$ for the winglet rope and upper support ropes combined. With a safety factor of 1.5, this results in 109 kN/m over a rope length of 25 m. Using a single-field rope equation and assuming an energy absorption element elongation of 2 m, a maximum rope load of 2043 kN results. This again leads to 6 ropes with a diameter of 22 mm each. Since 4 ropes already result from the initial impact for each surge, 2 additional winglet ropes are required for installation.

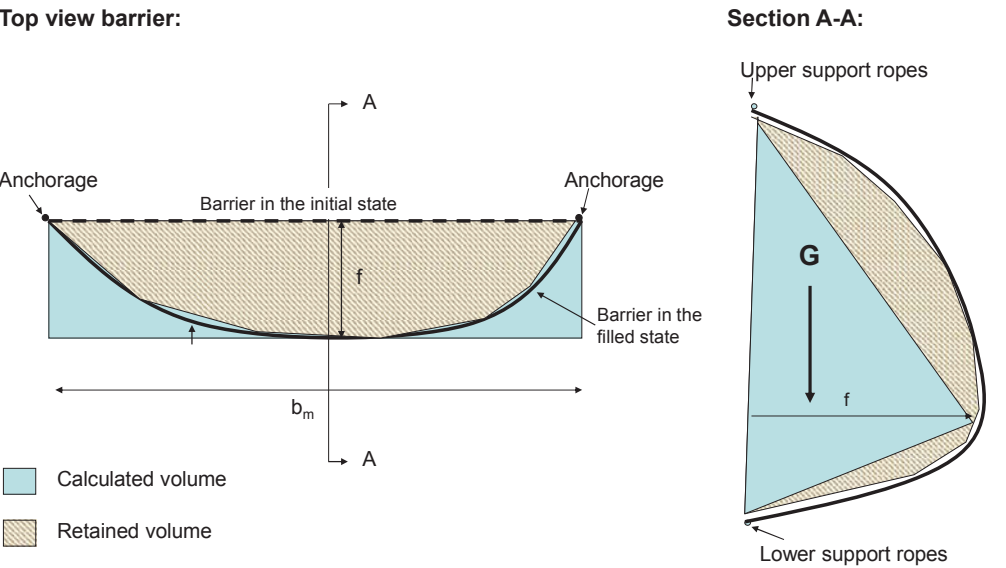


Fig. 24. Net deflection and self-weight of the net’s belly. Figure according to [36].

Equivalent load [Q^2		1.5E+13	
q Distributed rope load, single field		109'000 [N/m]	
Horizontal rope length l		25 [m]	
Sag f		0.83 [m]	1/30-1/50 of the total span
Initial rope length So		25.07 [m]	
Elongation energy absorption element br_ges		2.00 [m]	
s1		27.07 [m]	
H_1		1'931'162.2 [N]	Formula 6.32 in Wendeler 2008, [34]
H_new		1'523'443.9 [N]	Formula 6.34 in Wendeler 2008, [34]
H^3+b*H^2-c			Formula 6.30 in Wendeler 2008, [34]
E-Modulus		1.28E+11 [N/m^2]	
Cross-sectional area A		2.56E-04 [m^2]	
EA		32'768'000 [N]	
Factor b		2510270.9	
Factor c		9.36177E+18	
Hnew+1		1'523'443.9 [N]	Formula 6.33 in Wendeler 2008, [34]
F_rope		2'043'841.4 [N]	
f_Deformation		6.56 [m]	
Input fields for calculation			
Iteration procedure according to Palkowski, 1990			

Fig. 25. Iterated single-field rope equation according to [20], exemplified in a spreadsheet calculation program for the winglet rope dimensioning.

6. Dimensioning of the posts

For the posts, the vertical component of the upper and middle support ropes (if applicable or if they are guided to the post respectively) must be transmitted to the posts as a compressive force. If applicable, the surface load component of the debris flow must also be included as a continuous shear component according to Figure 14. From the rope equation for multi-field systems, the weight due to the net's belly results in a vertical load component of $F_D = (109 \text{ kN/m} \cdot 10 \text{ m})/2 = 545 \text{ kN}$ (compression force on the posts). The vertical component of the middle ropes on the posts is now neglected for the sake of simplicity, since the entire weight was assumed to be acting on the upper ropes and is therefore already taken into account. In addition, a continuous load from the **influential zones** of the posts must be applied for the last surge impact. From this, the **verification on torsional buckling** must be performed according to SIA Standard 263 [28].

7. Dimensioning of the net

In this example, the **load case** "last surge impact" is decisive for the dimensioning of the net, since for this case, the greatest total pressure is acting on the structure. It is determined from the pressure pattern in Figure 14 using the mean width of the barrier. The behaviour of the net surface is manufacturer specific and the detailed verification is therefore not provided here.

8. Summary of the design results

Table 10. Results of the dimensioning example for a debris flow protection net.

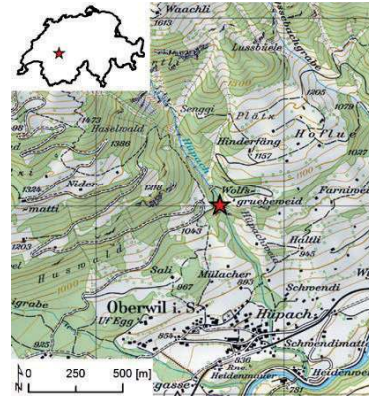
Components to be dimensioned	Lower support ropes	Middle support ropes	Upper support ropes	Winglet ropes	Posts
	4 ropes	4 ropes	4 ropes	2 ropes	2 posts
	22 mm, min.	22 mm, min.	22 mm, min.	22 mm, min.	HEA 180 S235
	breaking load	breaking load	breaking load	breaking load	
	350 kN	350 kN	350 kN	350 kN	

Appendix B Characteristic data sheets for special structures

Appendix B.1 Suspension rope net, Hüpach torrent, Switzerland

Short project description

The debris flow barrier consists of a large-scale steel net suspended from 10 fully locked coil ropes ($d = 90$ mm, tensile force 1000 t per rope) arranged slackly one above the other. The support ropes are anchored in a laterally surrounding concrete beam by means of a trumpet shape funnel connection made out of steel sheets, which allows the ropes to be anchored without restraint. The load is transferred from the steel cables into the concrete foundation, from which it is transferred into the soil using fully grouted soil nails up to 15 m long. Debris flow and driftwood are spatially retained solely by the flexible retention net. Thus, the dynamic load transfer results in smaller anchor and total forces. In addition, it was possible to dispense with a concrete beam crossing the stream, thus ensuring the greatest possible permeability over the entire net area that is not backfilled.



Project location (Source [J]).

Flood relief in case of overload is possible over the entire 42 m net width, but is channelled in the middle of the net due to the deflection of the suspended ropes. Thanks to the permeably designed support structure and the low concrete consumption, it was possible to install an economically very viable structure despite its remote location. The large-scale yet transparent structure blends in well with the landscape.



Barrier, upstream side (Image: [F]).



Barrier, downstream side (Image: [F]).

Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Debris flow
Loads:	Viscous to granular debris flow, dynamic pressure up to 215 kN/m ²
Location:	Oberwil im Simmental, Hüpach torrent, Switzerland
Dimensions:	Max. impoundment height 14.5 m, max. span 42 m, hydraulic freeboard 2 m, basal opening 3.5 x 1 m
Retention volume:	13,000 m ³
Barrier design:	Fully locked steel cables supporting a retention net, as well as laterally surrounding, reinforced concrete bar, back-anchored with ground nails of type SAS 670/800
Geology:	Malm limestone, partly marl shale of the Dogger
Construction costs:	Approx. 2 million CHF
Construction time:	1 year
Dimensioning:	Debris flow modelling using 2D simulation tool RAMMS, structural modelling using FARO [32].
Remark:	Additional retention downstream implementing a standard system type UX180-H6 with 3000 m ³ retention volume.
Project author:	Emch+Berger AG Bern, Switzerland

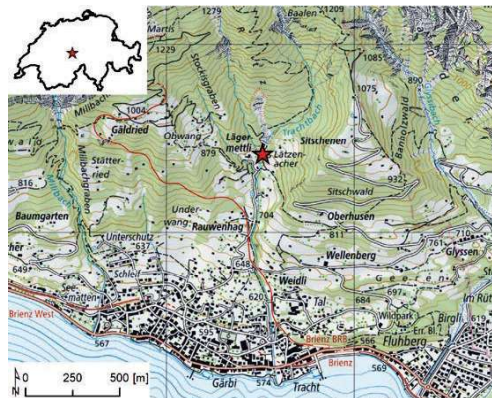
Appendix B.2 Multilevel barrier, Trachtbach torrent, Switzerland

Short project description

After the devastating debris flow events in 2005, four flexible debris flow barriers with a cumulated retention volume of 22,000 m³ installed in the Trachtbach torrent have been protecting the village of Brienz since 2009. The large Ritzwald landslide is protected by a concrete barrier further below.

The three VX barriers installed in series are designed to enforce material retention in the torrent by complete backfilling.

Small-scale tests on the flow behaviour and congestion properties of the net barriers were carried out at WSL (Laboratory tests debris flow retention Trachtbach. WSL, Corinna Wendeler, Birmensdorf, 28.4.2007).



Project location (Source [J]).



Barrier UX-180-H6
(Image: [G]).



Barrier VX-080-H4 (Image: [G]).

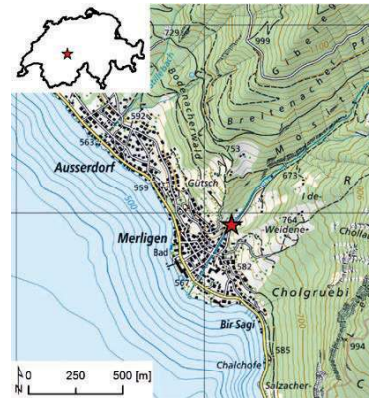
Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Debris flow
Loads:	Granular debris flows
Location:	Brienz, Trachtbach torrent
Dimensions:	UX180-H6 with span 31 m and nominal height 6 m, VX140-H5 with span 15 m and nominal height 5 m
Retention volume:	22,000 m ³
Barrier design:	Standard systems UX180-H6 and VX140-H5 with high-tensile ring nets
Geology:	Siliceous limestone and calcareous marly strata of poor quality (Cretaceous and Jurassic formations)
Construction costs:	UX-180-H6 barrier with span 31 m approx. 0.8 million CHF, Total project costs incl. concrete structure approx. 7 million CHF
Construction time:	Construction time of the net barriers approx. 4 months
Dimensioning:	Structural modelling using FARO [32].
Remark	Additional retention downstream implementing a standard system type UX180-H6 with 3000 m ³ retention volume.
Project author:	NDR Consulting/Niederer + Pozzi Umwelt AG, Switzerland

Appendix B.3 Net structure with longitudinal concrete discs, Grönbach torrent, Switzerland

Short project description

The debris flow barrier consists of a rigid, arch-shaped concrete support structure on which the retention nets are fixed using steel cables. The concrete structure consists of four massive guide walls, which are monolithically connected with two transversal ribs. The guide walls project about 7.5 m above the channel base and have a width of about 1.0 m each. The erosion control is ensured by a stilling basin made of blocks layed into backfill concrete, which directly connects to a torrent bed with a transverse closure. The main load is transferred to the subsoil by the steel cables via the concrete discs and the transversal ribs as well as via the tension and compression piles in the middle of the stream. The debris flow and driftwood are spatially retained by the three flexible retention nets. Thus, the dynamic load transfer results in smaller total forces.



Project location (Source [J]).

In the overload case, flood relief is provided over the entire 23.9 m width of the net. The use of a segmented lift gate ensured that nearby Grönbach is passable, while at the same time guaranteeing debris flow retention in the case of an event. The lift gate is normally closed and can only be opened for a few minutes with permission/key. The transparent and permeably designed structure fits relatively well into the landscape.



Barrier, upstream side (Image: [F]).



Barrier, downstream side (Image: [F]).

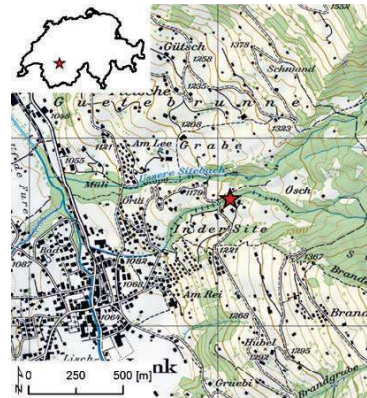
Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Debris flow
Loads:	Viscous to granular debris flows, dynamic pressure max. 100 kN/m ²
Location:	Merligen, Grönbach torrent, Switzerland
Dimensions:	Max. impoundment height 7.5 m, overflow section 23.9 m, hydraulic freeboard 2.5 m, basal opening 2 fields of 7.47/7.37 x 1.0 m
Retention volume:	12,000 m ³
Barrier design:	Reinforced concrete, steel support ropes and retention nets, fully grouted micropiles
Geology:	Clay and marl shale of the Palfrics formation
Construction costs:	Approx. 2.2 million CHF
Construction time:	Approx. 2 years
Dimensioning:	Debris flow modelling using 2D simulation tool RAMMS, structural modelling using FARO [32].
Project author:	Emch+Berger AG Bern, Switzerland

Appendix B.4 Net structure with concrete pillars, Innere Sitebach torrent, Switzerland

Short project description

The debris flow barrier consists of six concrete pillars, each of which is installed to a reinforced concrete foundation. The five retention nets are stretched between the pillars by means of steel wire ropes. Each of the two border fields is integrated into the adjacent terrain by flanking walls which, among others, prevent material bypassing of the barrier. The main load is transferred into the soil over the steel cables and the pillar discs using in-situ concrete pillars and soil nails. The debris flow and driftwood are spatially retained by the flexible retention nets. This results in smaller total forces from the dynamic load transfer. In the overload case, flood relief is provided by the 3 central net fields over a total width of 22.2 m. The stilling basin is bounded by a pile-supported reinforced concrete wall.



Project location (Source [J]).

The lower reaches are protected against erosion by a rough bed channel with a subsequently installed barrier steps. As a result of the multi-field construction method with independently built parts of the construction, it was possible to install an economically viable structure at this barrier location, in spite of the problem of a superficially creeping slope combined with a deep sliding layer. The transparent and permeably designed structure fits relatively well into the landscape.



Barrier, upstream side (Image: [F]).



Barrier, downstream side (Image: [F]).

Project characteristics

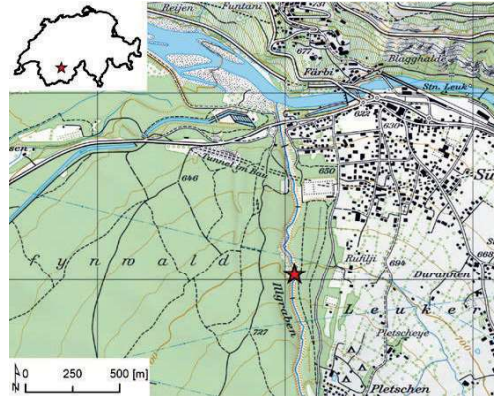
Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Debris flow
Loads:	Viscous to granular debris flow, dynamic pressure max. 190 kN/m ²
Location:	Lenk im Simmental, Innere Sitebach torrent, Switzerland
Dimensions:	Max. impoundment height 13 m, overflow section 22.2 m, hydraulic freeboard 2 m, basal opening 6.4 x 0.5 m
Retention volume:	40,000 m ³
Barrier design:	Reinforced concrete, steel support ropes and retention nets, in-situ concrete piles as well as back-anchoring using fully grouted soil nails of type SAS 670/800
Geology:	Aalenian shale
Construction costs:	Approx. 3.5 million CHF
Construction time:	Approx. 2 years
Dimensioning:	Debris flow modelling using 2D simulation tool RAMMS, structural modelling using FARO [32].
Project author:	Emch+Berger AG Bern, Switzerland

Appendix B.5 Stepwise installed nets serving as supplementary structure, Illgraben torrent, Switzerland

Short project description

After countless debris flow events in the Illgraben, the concrete check dam No. 25 was completely eroded on its right bank (seen relative to the flow direction) and the concrete flanking walls were bypassed by debris material.

To sustainably secure the channel course over the old concrete check dam, the lower net barrier was installed in 2007 in a first construction phase (left image). Following the filling of the lower net barrier by a naturally occurring debris flow in the following year, the right-hand concrete flanking wall was rehabilitated and a second net barrier was installed on a higher level and slightly off-set to the upstream side (right image).



Project location (Source [J]).



Filled VX barrier for restoration stage 1 (Image: [G]).



Restoration of the wing on the flanking wall and installation of a second, partially filled VX barrier (Image: [A]).

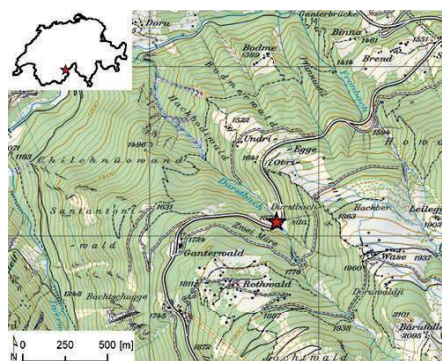
Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Debris flow
Loads:	Granular/viscous debris flows
Location:	Leuk, Illgraben torrent (at check dam 25), Switzerland
Dimensions:	15 m span and 4 m net height
Retention volume:	About 4000 m ³ , considering both net barriers
Barrier design:	2 VX barriers adapted to the terrain characteristics
Geology:	Triassic dolomite/calcareous deposits and quartzites, leading to strong erosional effects
Construction costs:	Both VX net barriers including construction/concrete works amounted to approx. 200,000 CHF
Construction time:	Construction time per net barrier approx. 1 month
Dimensioning:	Dimensioning based on empirical values of a test barrier installed further downstream
Project author:	Geobrugg AG / WSL, Switzerland

Appendix B.6 Erosion control and filter structure, Durschtbach torrent, Switzerland

Short project description

Pre-filled UX180-H6 barrier installed as protection against erosion and scouring for a bridge structure at the Simplon Pass road. The desired filtering effect by the barrier can be seen distinctly in both images below, as the runoff flows through the unconsolidated stone rip-rap and does not flow over the spillway section of the net barrier. In this way, the bridge of the Simplon Pass road can be permanently protected against scouring.



Project location (Source [J]).



Pre-filled UX-180-H6 barrier, seen from downstream (Image: [G]).



Pre-filled barrier using large blocks, seen from above (Image: [I]).

Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Avalanches/debris flow
Loads:	Overflow from debris flows, avalanches and normal runoff
Location:	Simplon, Durschtbach torrent, Switzerland
Dimensions:	UX180-H6 with 33 m span and 4.5 m height after pre-filling
Retention volume:	1500 m ³
Barrier design:	High-tensile ring net barrier with 4 support profiles to maintain the residual height, based on the CE-marked standard product
Geology:	Moraine/scree
Construction costs:	Approx. 1 million CHF, including all installation/civil engineering works
Construction time:	Construction time of the entire net barrier approx. 6 months
Dimensioning:	The barrier was analytically dimensioned for overflow from avalanches and debris flows.
Project author:	Teyssie & Candolfi AG / FEDRO, Switzerland

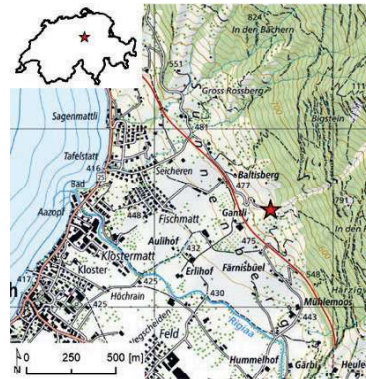
Appendix B.7 Net structure for combined loads, Baltisberg/Härzigtwald, Switzerland

Short project description

As part of the Swiss Federal Railroads project “Infrastructure Measures Eastern Lake Zug”, the railroad track on the Zug-Goldau railway line is to be protected against rockfall with an energy of up to 2000 kJ. In addition, the structure must be able to absorb dynamic hillslope debris flow loads of up to 60 kN/m².

Due to the complexity of the dynamics involved in a rockfall event, a barrier certified for this purpose is selected. For the expected hillslope debris flows events, minor design adjustments are made to the system. These must not negatively influence the performance for the rockfall load case.

Procedure for verification of the barrier performance: Based on the rockfall protection system “Isostop 2000Ev”, which is certified for the Swiss market according to [3]; Numerical simulation of the certified protection system, comparison with the measurement data from the corresponding certificate; Design modification to fulfill the geometric boundary conditions according to the specifications AND at the same time to create a suitable hillslope debris flow protection system, analogous to the “Debris Stop 150-HM” hillslope debris flow barrier, which has been tested and certified according to [12]; Numerical simulations and verifications for the load cases 2000kJ of rockfall and 60kN/m² of hillslope debris flow; Testing and approval of the barrier by the Swiss Federal Office for the Environment FOEN.



Project location (Source [J]).



Barrier, seen from below (Image: [H]).



Retention space (Image: [H]).

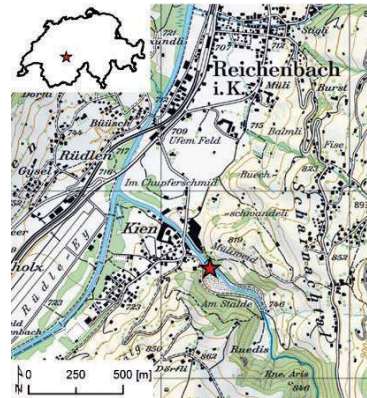
Project characteristics

Site conditions:	Slope with slope angles of up to 40°.
Process type:	Rockfall or hillslope debris flow
Loads:	For hillslope debris flow: dynamic pressure 60 kN/m ² and flow height 1 m; For rockfall: 2000kJ
Location:	Baltisberg & Härzigtwald, Arth SZ, Switzerland
Dimensions:	Six barriers with nominal lengths between 62 and 168 m (support rope separations at least every 6 fields)
Retention volume:	Max. impoundment height 4 m
Barrier design:	Modified standard rockfall protection system ISOSTOP 2000Ev; Reduction of post spacing, doubling of number of upslope anchor ropes, increase of posts and support ropes cross sectional areas.
Geology:	Subalpine molasse conglomerate (“Nagelfluh”) with block or scree cover
Construction costs:	Approx. 3 million CHF
Construction time:	Six months
Dimensioning:	Structural modelling using FARO [32].
Project author:	Emch+Berger AG, Switzerland

Appendix B.8 Driftwood protection net, Chiene torrent, Switzerland

Short project description

After the devastating floods of August 2005, the lower reaches of the Chiene torrent were completely redesigned over a length of about 1 km, before its confluence with the river Kander. The channel capacity was more than doubled and a bed-load retention area as well as an overload corridor were installed. In addition, a large driftwood retention space had to be provided for. By means of physical simulation tests at the HSR University of Applied Sciences in Rapperswil, Switzerland, the detailed design of the driftwood and bedload retention could be optimized. It was found that the driftwood protection screen must be installed at a sufficient distance from the outlet structure and must extend over the entire width of the retention space. This prevents parts of the final dam from being stacked over with driftwood and eventually be overflowed.



Project location (Source [J]).

The structure of the driftwood protection screen is adapted to its respective function: on the left side, it extends into the mountainside over the final dam as a closed, impermeable structure (concrete beam/stop log at the passage). In the adjacent area behind the dam, the screen is equipped with a water-permeable ring net. Only in the direct inflow to the outlet structure, the driftwood screen is designed to be permeable to bedload. This actual driftwood screen section is founded on the bedrock and consists of 11 concrete posts with a diameter of 1.0 m each and a height of almost 10 m that are each supported by concrete discs on the downstream side. The four horizontal ropes are fixed to the posts using open mounts (for easy replacement later in time).



Barrier, upstream side (Image: [F]).



Barrier, downstream side (Image: [F]).

Project characteristics

Watercourse type:	Mountain torrent
Process type:	Flood carrying driftwood and bedload
Loads:	Dynamic water pressure, added by 2 m of alluvial driftwood
Location:	Kien in Reichenbach im Kandertal, Chiene torrent, Switzerland
Dimensions:	Max. impoundment height 7 m, max. span 90 m, hydraulic freeboard 2 m, outlet structure passage 2 x 5.00 x 0.75 m
Retention volume:	60,000 m ³ bedload/3000 m ³ driftwood
Barrier design:	Concrete structures with ring net and support ropes
Geology:	Alpine limestone (bed and right bank)
Construction costs:	Approx. 1.1 million CHF driftwood screen, approx. 16 million CHF for entire structure
Construction time:	Six months for the driftwood screen, four years for the entire structure
Dimensioning:	HSR University of Applied Sciences Rapperswil using physical modelling tests
Project author:	Emch+Berger AG Bern, Switzerland

Appendix C Checklists for inspection and maintenance

Source: [14]

Appendix C.1 Checklists regular inspection

Date _____

Barrier No./Name of structure _____

Person in charge _____

Inspection criteria	YES	NO	Comments
Are all shackles secured on the net?			
Have energy absorption elements been activated?			Deformation of energy absorption elements: Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No.....
Are the causes for the elongation of the energy absorption elements known?			Causes:
Is there visible corrosion?			Location of observed corrosion:
Has a visual inspection of the anchors, upslope anchor ropes, support ropes and post foundations been carried out?			
Has an inspection of all wire rope clips been carried out using a torque wrench? (After a service life of six months, all wire rope clips should be re-tightened).			

Additional points to observe, only for debris flow protection nets

Inspection criteria	YES	NO	Comments
Are there any major congestions?			
Is it necessary to remove any congestions or to empty the protection net?			
Has the basal opening changed since the last inspection?			Measured dimension of the basal opening:
Was it confirmed that no energy absorption elements project into the basal opening?			

Additional points to observe, only for hillslope debris flow protection nets

Inspection criteria	YES	NO	Comments
Does the protection net need to be emptied?			
Is the uphill apron hill intact?			
Is the secondary mesh still folded in the shape of an accordion bellow?			

Appendix C.2 Checklist after an event

Event date _____ Inspection date _____

Barrier No./Name of structure _____

Person in charge _____

Inspection criteria	YES	NO	Comments
Have energy absorption elements been activated?			Deformation of energy absorption elements: Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No..... Elongation..... No.....
Do energy absorption elements need to be replaced? If so, which ones?			
Was the system completely filled and was it overflowed?			
Were support or upslope anchor ropes damaged? Inspection of upslope anchor ropes is often only possible after emptying.			
Has the net been plastically deformed?			
Have posts, base plates, connecting elements (bolts, etc.) been damaged?			
Are damages to anchor bars of the base plate or to the concrete foundation visible?			
Is there any damage to the anchorages of the support or upslope anchor ropes?			
Approximately how many cubic meters must be excavated?	m ³		
Are local signs of erosion visible on the structure?			
Only for debris flow protection nets at their abrasion protection elements: Have they been bent, or have the long holes or shackles been destroyed?			

WSL Berichte in English

Towards an Advanced Inventorying and Monitoring System for the Swiss Forest. Ferretti, M.; Fischer, C.; Gessler, A., 2021. WSL Ber. 106. 55 S.

Results of tests at Chant Sura: 13th September and 4th October, 2019. Sanchez, M.A.; Caviezel, A., 2020. WSL Ber. 97. 81 p.

Debris-flow protection systems for mountain torrents. Basic principles for planning and calculation of flexible barriers. Wendeler, C., 2016. WSL Ber. 44. 267 p.

Flexible debris flow barriers. Design and application. Volkwein, A., 2014. WSL Ber. 18. 29 p.

Latest WSL Berichte

Umweltbericht 2018–2020. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Environmental Report 2018–2020. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. Jendrolovits, R.; Zurlinden, A., 2021. WSL Ber. 109. 44 S.

Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2020. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2020. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2020. Rigling, D.; Dubach, V.; Beenken, L.; Schneider, S.; Hölling, D.; Prospero, S.; Cornejo, C.; Ruffner, B.; Augustinus, B.; Brockerhoff, E.; Quelo, V., 2021. WSL Ber. 108. 99 S.

Waldschutzüberblick 2020. Dubach, V.; Beenken, L.; Bader, M.; Odermatt, O.; Stroheker, S.; Hölling, D.; treenet; Vögeli, I.; Augustinus, B.A.; Quelo, V., 2021. WSL Ber. 107. 57 S.

Geschäftsbericht der Eidg. Forschungsanstalt WSL 2020. Eidg. Forschungsanstalt WSL (Hrsg.) 2021. WSL Ber. 105. 93 S.

Extremhochwasser an der Aare. Hauptbericht Projekt EXAR. Methodik und Resultate. Andres, N.; Steeb, N.; Badoux, A.; Hegg, Ch. (Ed.) 2021. WSL Ber. 104. 226 S.

Programm Landschaftsbeobachtung Schweiz. Methodische und inhaltliche Weiterentwicklung 2018–2020. Wartmann, F.; Hunziker, M.; Kienast, F., 2021. WSL Ber. 103. 215 S.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2019/20. Trachsel, J.; Zweifel, B.; Techel, F.; Marty, C.; Stucki, T., 2020. WSL Ber. 101: 75 S.

Forum für Wissen 2019. Biodiversität im Schweizer Wald. Bollmann, K. (Red.), 2020. WSL Ber. 100. 101 S.

Herausforderungen Landschaftsentwicklung Schweiz. Zweite Umfrage unter Expertinnen und Experten 2019/2020. Wartmann, F.; Hunziker, M., 2020. WSL Ber. 99: 48 S.

Einsatz von Klebeankern im subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau. Margreth, S., 2020. WSL Ber. 98. 8 S.

Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. Grundlagenbericht. Gubler, L.; Ismail, S. A.; Seidl, I., 2020. WSL Ber. 96. 216 S.

Steinschlagversuche Galerie Pardé. Versuchsdurchführung, Auswertung und Resultate. Volkwein, A.; Fergg, D.; Kurihashi, Y.; Schellenberg, K., 2020. WSL Ber. 95. 96 S.

Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2019. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2019. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2019. Quelo, V.; Cornejo, C.; Dubach, V.; Prospero, S.; Hölling, D.; Beenken, L.; Ruffner, B.; Rigling, D., 2020. WSL Ber. 94. 61 S.

Waldinventur 2017 im Naturerlebnispark Sihlwald. Brändli, K.; Stillhard, J.; Hobi, M.; Brang, P., 2020. WSL Ber. 93. 52 S.



Barreras de redes de anillos de acero de alta resistencia

LA SOLUCIÓN MÁS ECONÓMICA CONTRA LOS FLUJOS DE DETRITOS

PARA EL ACTIVO MÁS VALIOSO EN LA VIDA: NUESTRA SEGURIDAD.

Milibach, Hasliberg, Suiza. Trabajos de instalación de una barrera UX en 2009.

Debido al cambio climático, cada vez se observan más precipitaciones torrenciales y otros eventos meteorológicos extremos. Estos fenómenos naturales están trayendo como resultado un incremento global de las corrientes de detritos y por lo tanto, un aumento en la necesidad de mitigar su poder destructivo.

Nuestras barreras compuestas de redes de anillos flexibles, fabricadas con alambre de acero de alta resistencia, proporcionan una protección innovadora y eficiente, tanto para las personas como para las infraestructuras. Estos sistemas se caracterizan por su diseño simple y rápida instalación, así como por su excelente mimetización dentro del entorno.

PODEMOS OFRECERLE UNA SOLUCIÓN SEGURA DE FORMA COMPLETA.

Si lo necesita, podemos asumir el papel de **consultor, proyectista o gestor del proyecto**. Las soluciones que ofrecemos, así como la calidad de nuestro servicio, son muy valoradas por nuestros clientes. Para nosotros, brindar un servicio excelente, es parte integral de cada proyecto. No importa en qué etapa se encuentre el proyecto, le proporcionamos la ayuda y la experiencia necesaria para conseguir los mejores resultados – ahorrando tanto tiempo como dinero.

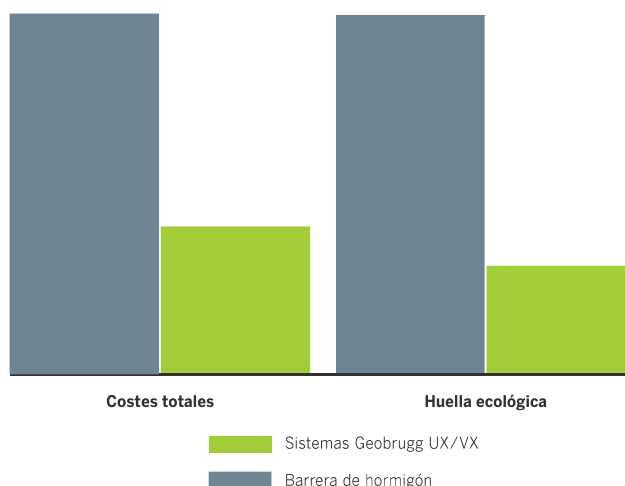


DISEÑO SIMPLE, FUNCIONAL Y FLEXIBLE.

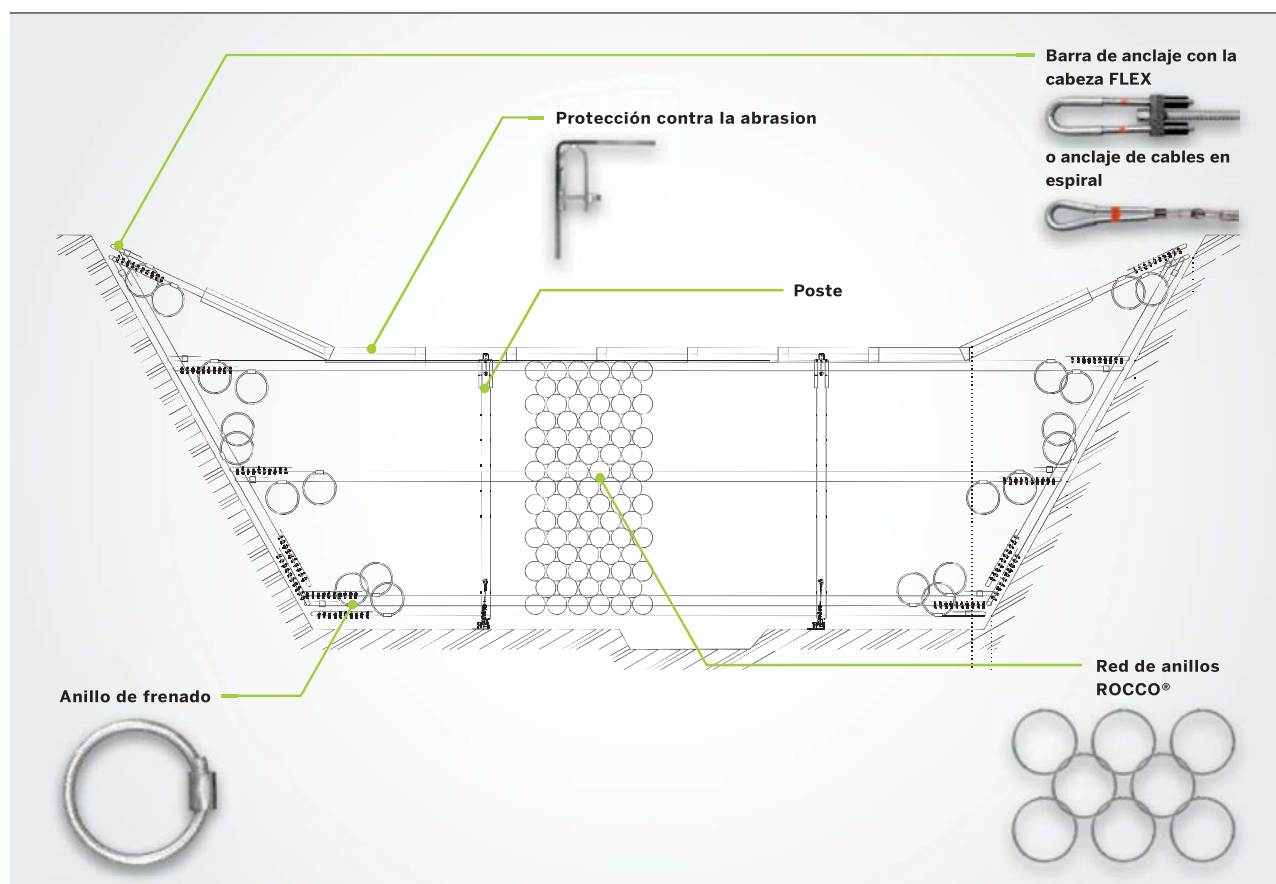
Comparación entre las estructuras convencionales y nuestros sistemas UX / VX

Nuestras barreras compuestas de redes de anillos son capaces de soportar **altas cargas estáticas y dinámicas**. Se pueden instalar con un mínimo de materiales y esfuerzo, lo cual proporciona un ahorro considerable en términos de coste y tiempo de instalación.

En comparación con las soluciones convencionales, que requieren grandes movimientos de tierras y labores de hormigonado en zonas de difícil acceso, nuestros sistemas flexibles son extremadamente eficientes.



Ejemplo: Componentes de la nostra barrera UX contra flujo de detritos



CALIDAD EN LA QUE PUEDE CONFIAR.

Además de una gran durabilidad, **nuestras barreras flexibles de redes de anillos aseguran que el agua fluya sin obstáculos**. También pueden implementarse en varios niveles, de forma escalonada. Gracias al efecto de drenaje de la red, la capacidad de la retención aumenta significativamente durante un evento, permitiendo que el material sólido quede depositado en el trasdós de la barrera.

Dependiendo de las dimensiones del canal se puede recomendar uno de los dos tipos diferentes de sistemas existentes. **La serie UX ofrece barreras contra flujo de detritos para canales anchos. Mientras el sistema VX se emplea en barrancos o canales estrechos**, en los que la altura de la barrera se puede garantizar sin necesidad de emplear postes. Todas nuestras barreras han sido probadas con ensayos de campo a escala natural (1:1) y han demostrado su capacidad funcional.

Nuestras barreras contra flujo de detritos UX/VX tienen las siguientes características:



Red de alambre de acero de alta resistencia

Combinación óptima de estabilidad y flexibilidad. La barrera absorbe altas cargas dinámicas y estáticas, lo que permite a la red conservar su efecto protector incluso cuando está llena de detritos.



Sistemas completamente ensayados

Nuestras barreras son las únicas soluciones de protección contra flujo de detritos que se han ensayado a escala natural, bajo una muy amplia gama de condiciones.



Fácil instalación

Compuesta por elementos ligeros que reducen la cantidad de trabajo durante el transporte y la construcción. Las barreras son fáciles de adaptar a cualquier tipo de terreno, lo cual proporciona ahorro tanto en tiempo como en costes.



Herramienta de dimensionamiento DEBFLOW

Gracias al dimensionamiento rápido y eficiente que proporciona nuestra herramienta especial, el funcionamiento de las barreras está garantizado, incluso con sistemas de barreras de múltiples niveles.



Protección contra la corrosión de primer nivel

La protección contra la corrosión de nuestros sistemas durará generaciones, con la consiguiente reducción de costes de mantenimiento para nuestros clientes.

NO DEJAMOS LA SEGURIDAD AL AZAR.

Illgraben, Suiza: ensayos a escala natural (1:1) a barreras VX

Hemos desarrollado, junto con el Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), ensayos de laboratorio y campo. Estos ensayos han demostrado que nuestras barreras de red de anillos VX/UX son capaces de resistir elevadas cargas de flujos de detritos.

Basado en estos resultados y en la experiencia, hemos desarrollado nuestra herramienta de **dimensionamiento DEBFLOW**. Este software de dimensionamiento está disponible, de forma gratuita, en myGeobrugg.com.

FIABILIDAD PROBADA EN TODO EL MUNDO.



Nuestra herramienta de dimensionamiento DEBFLOW
está disponible aquí: applications.geobrugg.com



Su especialista local de Geobrugg:
www.geobrugg.com/contactos

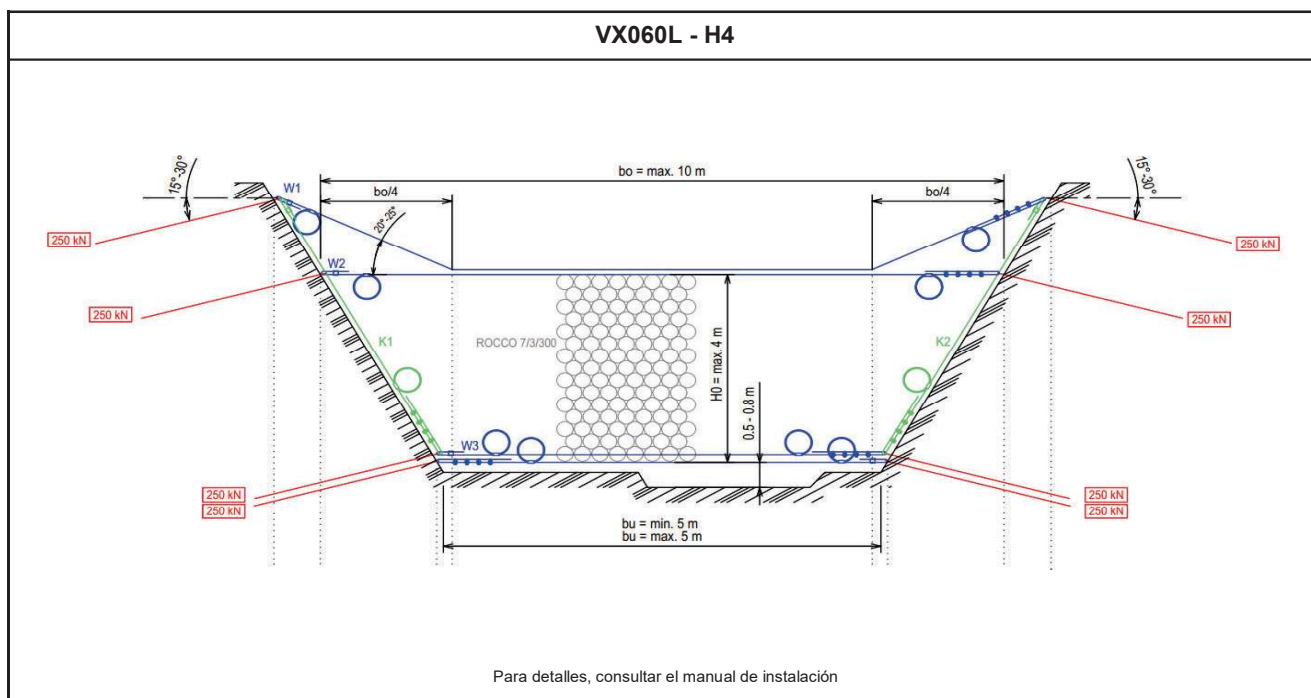
Geobrugg AG
Aachstrasse 11 | 8590 Romanshorn | Suiza
www.geobrugg.com

A BRUGG GROUP COMPANY

FICHA TÉCNICA

Barrera de protección contra corrientes de detritos VX060L - H4

Detalles de la certificación		Sistema Especificación	
Plano del sistema nº / Estructura de cables nº	GD-1009.1 / 1009.2	Anchura superior máxima	10 m
Resistencia a la presión dinámica	60 kN/m ²	Anchura inferior (mín. / máx.)	5.0 m / 5.0 m
Informe de ensayo de WSL	WSL 31.10.2010	Altura estándar (otras bajo pedido)	4.0 m
Evaluación Técnica Europea (ETE)	ETA 17/0270	Distancia horizontal entre cables (mín. / máx)	4.0 m
Certificado de Constancia de Prestaciones	1301 - CPR - 1295	Tipo de malla / Tipo de red	ROCCO® 7/3/300
Procedimiento de ensayo / Verificación	Simulaciones WSL	Carga del anclaje lateral (por cable final)	250 kN
Altura de ensayo	4.0 m		
Desbordamiento considerado / multinivel aprobado	No		
Respuesta ante el impacto de rocas (Simulaciones WSL)	Sí		

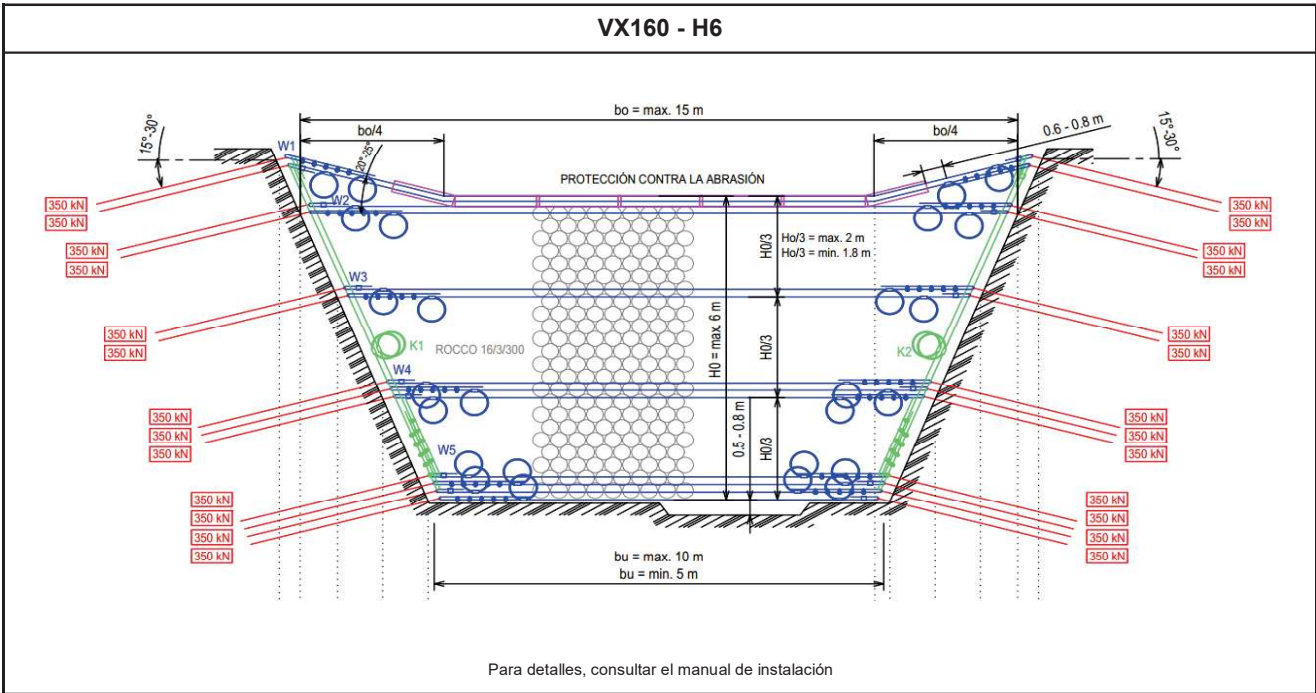


Las caídas de rocas, deslizamientos, avenidas, y aludes ocurren de manera esporádica y no se pueden predecir. Las causas van desde la actividad humana (trabajos de construcción, etc.) a causas naturales (clima, terremotos, etc.). Debido a la amplia variedad de factores desencadenantes de estos eventos, no es posible desarrollar un enfoque científico que garantice la seguridad de las personas y los bienes.

FICHA TÉCNICA

Barrera de protección contra corrientes de detritos VX160 - H6

Detalles de la certificación		Sistema Especificación	
Plano del sistema nº / Estructura de cables nº	GD-1004.1 / 1004.2	Anchura superior máxima	15 m
Resistencia a la presión dinámica	160 kN/m²	Anchura inferior (mín. / máx.)	5.0 m / 10 m
Informe de ensayo de WSL	WSL 31.10.2010	Altura estándar (otras bajo pedido)	6.0 m
Evaluación Técnica Europea (ETE)	ETA 17/0439	Distancia horizontal entre cables (mín. / máx)	1.8 m / 2.0 m
Certificado de Constancia de Prestaciones	1301 - CPR - 1289	Tipo de malla / Tipo de red	ROCCO® 16/3/300
Procedimiento de ensayo / Verificación	Simulaciones WSL	Carga del anclaje lateral (por cable final)	350 kN
Altura de ensayo	6.0 m		
Desbordamiento considerado / multinivel aprobado	Sí		
Respuesta ante el impacto de rocas (Simulaciones WSL)	Sí		



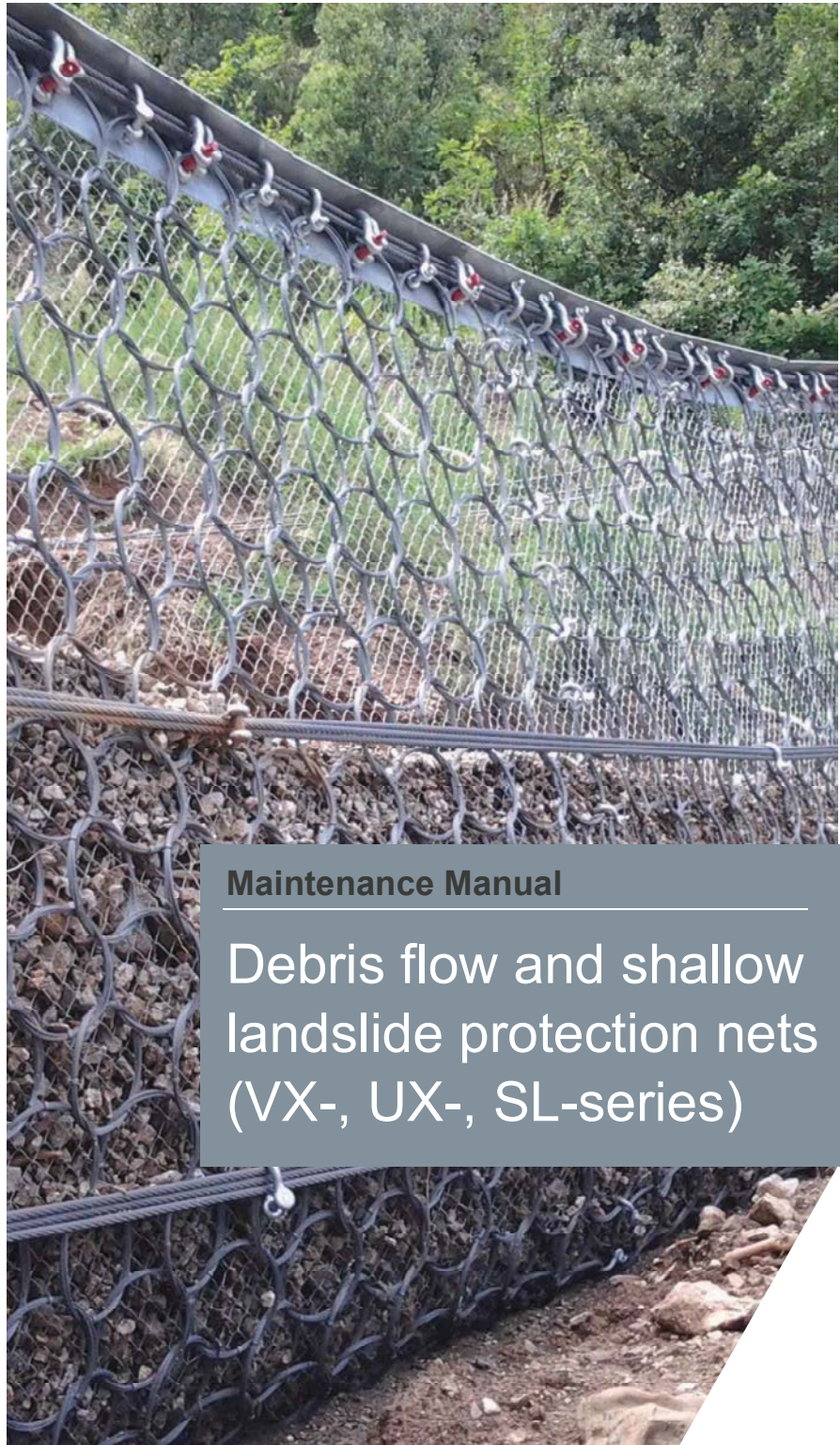
Las caídas de rocas, deslizamientos, avenidas, y aludes ocurren de manera esporádica y no se pueden predecir. Las causas van desde la actividad humana (trabajos de construcción, etc.) a causas naturales (clima, terremotos, etc.). Debido a la amplia variedad de factores desencadenantes de estos eventos, no es posible desarrollar un enfoque científico que garantice la seguridad de las personas y los bienes.

VX080-H4
VX140-H4
VX100-H6
VX160-H6

UX100-H4
UX160-H4
UX120-H6
UX180-H6

VX060L-H4
UX060L-H4

SL-100
SL-150



Maintenance Manual

Debris flow and shallow landslide protection nets (VX-, UX-, SL-series)

Date: 19.09.2022

Issue: 01

© Geobrugg AG
8590 Romanshorn

PURPOSE AND ORGANIZATION OF THE MAINTENANCE MANUAL

This maintenance manual is intended for the proper maintenance and repair of debris flow and shallow landside barriers, in order to ensure a long lifespan for the barrier, and its unrestricted and safe functioning following impacts and throughout its lifespan. The maintenance manual is to be understood as a recommendation. Only standard situations are described. In the event of unusual situations, this manual may under certain circumstances be inappropriate or inadequate for servicing or repairing the barrier. In certain cases, it is recommended that technical advice is obtained from the manufacturer.

This maintenance manual consists of the following sections:

- Lifespan
- Inspections
- Criteria for repairs and replacement
- Emptying and clearing of barriers
- Repairing and replacing components
- Inspection checklist
- ISO 9001 certificates

No claims are made that this document is complete. It is designed for general standard applications and does not take into account project-specific parameters. Geobruugg cannot be held liable for any extra costs that may be incurred for special cases. In the event of uncertainty, please contact the manufacturer. The General Terms of Business of Geobruugg AG apply.

RESPONSIBLE FOR THE CONTENT:

Geobruugg AG
Aachstrasse 11
CH-8590 Romanshorn, Schweiz
info@geobruugg.com
www.geobruugg.com

Romanshorn, 19.09.2022



Geobruugg AG
Aachstrasse 11
CH-8590 Romanshorn
Switzerland

(Stamp / legally valid signatures)

I AREA OF APPLICATION

This maintenance manual applies to the Geobrugg debris flow and shallow landslide barriers with type designations VX/UX (debris flow barriers) and SL (shallow landslide barriers). Reference is made to the corresponding system drawings:

Typ VX080-H4	(80 kN/m ²)	System drawing GD-1001
Typ VX140-H4	(140 kN/m ²)	System drawing GD-1002
Typ VX100-H6	(100 kN/m ²)	System drawing GD-1003
Typ VX160-H6	(160 kN/m ²)	System drawing GD-1004
Typ UX100-H4	(100 kN/m ²)	System drawing GD-1005
Typ UX160-H4	(160 kN/m ²)	System drawing GD-1006
Typ UX120-H6	(120 kN/m ²)	System drawing GD-1007
Typ UX180-H6	(180 kN/m ²)	System drawing GD-1008
Typ VX060L-H4	(60 kN/m ²)	System drawing GD-1009
Typ UX060L-H4	(60 kN/m ²)	System drawing GD-1010
Typ SL-100	(100 kN/m ²)	System drawing GD-1011
Typ SL-150	(150 kN/m ²)	System drawing GD-1012

II QUALITY OF THE SYSTEM COMPONENTS

Geobrugg AG, Romanshorn, has been certified according to the quality management system requirements (ISO 9001:2015) under registration number CH-S34372 since August 22, 1995. The certifying body is the Swiss Association for Quality and Management Systems (SQS), a member of IQNet. The quality manual describes in full how the individual system parts (input material, commercial products and end products) are comprehensively checked in order to exclude inadequate quality.

III FUNCTIONAL EFFICIENCY OF THE BARRIER SYSTEMS

The functionality of the systems is based on the experience gained from 1:1 field tests, laboratory tests and simulations, carried out in accordance with the European Assessment Document EAD 340020-00-0106 FLEXIBLE KITS FOR RETAINING DEBRIS FLOWS AND SHALLOW LANDSLIDES/OPEN HILL DEBRIS FLOWS, as of June 2016. The debris flow and shallow landslide barriers have the corresponding European Technical Approval (ETA) and thus a CE marking, which guarantees the perfect quality and functionality of the construction product.

IV QUALITY CONTROL FOR MAINTENANCE

An inspection of damage should be made using the checklist in the maintenance manual. The maintenance manual describes in detail the individual steps for how the barriers must be maintained by local contractors. The recording of damage is, however, always subject to subjective criteria. In the event that doubts should arise for this reason, the manufacturer should be contacted in order to ensure the continued quality and functional efficiency of the barrier.

V PRODUCT LIABILITY

Rockfall, landslides, debris flows or avalanches are sporadic and unpredictable. The cause may be human (buildings etc.), for example, or forces beyond human control (weather, earthquakes, etc.). The multiplicity of factors that may trigger such events means that guaranteeing the safety of persons and property is not an exact science.

However, the risks of injury and loss of property can be substantially reduced by appropriate calculations that apply good engineering practices, and by using predictable parameters along with the corresponding implementation of flawless protective measures in identified risk areas.

The monitoring and maintenance of such systems is an absolute requirement to ensure the desired safety level. System safety can also be compromised through events, natural disasters, inadequate dimensioning or failure to use standard components, systems and original parts, but also through corrosion (caused by environmental pollution or other man-made factors as well as other external influences).

In contrast to the 1:1 field tests and laboratory tests, which test a hard load case, very different arrangements and designs of the structures can arise in the field due to the topography and the subsoil. The influence of such changes and adjustments cannot always be precisely determined. Critical points are e.g. the geological situation at the anchorages, the installation angles of the anchorages, the post spacings, changes in direction, impact direction, impact speed etc.

Geobrugg can assist with estimating the influence of larger deviations and special situations and can offer recommendations for feasible solutions. Geobrugg cannot, however, guarantee the same behaviour as in the 1:1 rockfall tests. In critical cases, it is advisable to reinforce particular components as compared with the standard barrier.

CONTENTS

1	HAZARD NOTES	7
2	LIFESPAN	8
2.1	Lifespan of the components in general	8
2.1.1	Individual parts	8
2.1.2	Assemblies	8
2.1.3	Safety factors	8
3	INSPECTIONS	9
3.1	Regular inspections	9
3.1.1	Interval for regular inspections	9
3.1.2	Minimum number of inspections	9
3.2	Inspection following incidents	9
3.3	Accessibility	9
3.4	Inspections of anchorages	10
4	CRITERIA FOR REPAIR AND REPLACEMENT	11
4.1	Debris in the barrier	11
4.2	Remaining usable height following an incident	11
4.3	Brake rings	11
4.4	Mesh and nets	11
4.4.1	TECCO	11
4.4.2	SPIDER	11
4.4.3	ROCCO	12
4.4.4	Wire mesh	12
4.5	Ropes as per the rope assembling drawings	12
4.5.1	Corrosion	12
4.5.2	Mechanical damage	12
4.6	Posts	12
4.7	Hinge bolt between post and base plate	12
4.8	Base plate	12
4.9	Rod anchor of the base plate or post foot	12
4.10	Post foundations	12
4.11	Abrasion protection	13
4.12	Spiral rope anchor	13
4.13	Flex head	13
5	CLEARING OF THE BARRIER	14

6	TOOLS FOR SERVICING BARRIERS.....	16
7	USE OF WIRE ROPE CLIPS.....	17
7.1	Type EN 13411-5 type 1 (old type).....	17
7.2	Type FF-C-450 type 1 class 1 (new type).....	18
8	REPAIRING AND REPLACING COMPONENTS.....	20
8.1	Geometrical arrangement of the components	20
8.2	Tightening sagging ropes at debris flow barriers	20
8.3	Replacing ropes at debris flow barriers	21
8.4	Replacing of brake rings at debris flow barriers	21
8.5	Tightening sagging ropes at shallow landslide barriers	22
8.6	Replacing ropes at shallow landslide barriers	23
8.7	Replacing brake rings at shallow landslide barriers.....	23
8.8	Repairing nets and meshes	23
8.8.1	TECCO: repairing smaller mesh areas	23
8.8.2	SPIDER: repairing smaller net areas	23
8.8.3	ROCCO: repairing smaller net areas	23
8.8.4	Secondary mesh: repairing smaller mesh areas	23
8.9	Replacing nets and meshes.....	24
8.9.1	TECCO: replacing a mesh field	24
8.9.2	SPIDER : replacing a net field	25
8.9.3	ROCCO: replacing individual rings	28
8.9.4	ROCCO: replacing a net field	29
8.9.5	Wire mesh: replacing a length of mesh	30
8.10	Repairing ropes.....	30
8.11	Replacing ropes	30
8.12	Replacing posts	30
8.12.1	Replacing middle posts.....	30
8.12.2	Replacing edge posts (at shallow landslide barriers)	30
8.13	Replacing the hinge bolt between post and base plate	30
8.14	Replacing a base plate	31
8.15	Replacing base plate anchors	31
8.16	Replacing spiral rope anchors	31
8.17	Replacing flex heads	31
9	FINAL CHECK.....	32

EXPLANATIONS OF THE SYMBOLS USED



Safety note: Must be followed



Note / reminder so that the system is easily and properly installed as well as maintained



Consultation with Geobruugg is recommended



Upslope



Downslope

1 HAZARD NOTES

QUALIFICATION OF THE GROUP LEADER



Only a qualified group leader may be put in charge of the maintenance.

TENSIONED ROPES



Ropes will be tensioned. When installing and pretensioning ropes, ensure that there are no persons within in the danger area.

RELEASING TENSIONED PARTS



Releasing or separating tensioned parts should be avoided wherever possible. If this is necessary, however, please exercise the utmost caution.

2 LIFESPAN

2.1 Lifespan of the components in general

Without impact, a service life of 25 years can be assumed for the barriers (according to EAD-340020-00-0106). After an event, the barrier must be emptied and repaired. After professional repair, the barrier must be reassessed with regard to its service life.

2.1.1 Individual parts

The lifespan of an individual part is defined by its load-bearing capacity. This includes e.g. the ropes, the rod anchors, the brake elements etc.

2.1.2 Assemblies

The lifespan of an assembly is defined by its load-bearing capacity as well as by its mechanical functional efficiency. Typical assemblies include e.g. the installed barrier itself, the brake elements etc.

2.1.3 Safety factors



If the functional efficiency or load-bearing capacity of the components is reduced as a result of damage or corrosion, such that the minimum required safety factors can no longer be fulfilled, the components must be replaced.



In order to ensure that no damage or advanced corrosion impairs the functional efficiency or load-bearing capacity of the components such that the minimum required safety factors can no longer be fulfilled, regular inspections of the barriers must be carried out.

3.1 Regular inspections

The first inspection is the factory acceptance. During the factory acceptance, the signature of the expert from the manufacturer GEOBRUGG confirms the professional installation of the flexible safety structure and the legal warranty for the work begins in full. We would like to point out that construction and/or assembly errors can lead to functional errors which have a negative effect on the protective effect of the entire securing structure.

3.1.1 Interval for regular inspections

The appropriate interval depends primarily on the following parameters:

- Frequency of heavy precipitation events that can lead to debris flows or landslides.
- Severity of the winter (were the barriers snowed in or affected by snow slides?)
- Corrosion class of the barrier site
- Vegetation

3.1.2 Minimum number of inspections

Under normal environmental conditions, two inspections per year are sufficient. These should be carried out before the onset of winter and after the end of winter. If heavy precipitation events occur frequently, more inspections are appropriate.

Under normal environmental conditions, one inspection per year is sufficient. If rockfall occurs frequently, more inspections are appropriate. These should be carried out before the onset of winter or after the end of winter.

Digital monitoring devices on the flexible safety structures, such as the GUARD from Geobruagg AG, provide 24/7 access to the most important information about the current condition of the barrier, and any necessary maintenance measures can be reliably defined. GUARD ensures that the condition of the flexible safety structures is monitored between inspections.

Further information on our website www.geobruagg.com/guard

A useful aid for the systematic checking of the barrier is the "Barrier Inspection" checklist in the Annex.

3.2 Inspection following incidents



An inspection must be carried out immediately following any notified or recorded incidents.

A useful aid for the systematic checking of the barrier is the "Barrier Inspection" checklist in the Annex.

3.3 Accessibility



The barrier must be accessible so that all the components to be checked can be inspected without the risk of accidents. The infrastructure required for this depends on the terrain.

3.4 Inspections of anchorages



After the first year of standing, all anchors should be visually inspected to detect any anchoring problems that may be present. These can be caused by active movements in the soil, strong washout and lateral erosion. If such problems are already visually recognisable after the first year, they should be closely checked during the further inspections.

4 CRITERIA FOR REPAIR AND REPLACEMENT



If the functional efficiency or load-bearing capacity of the components is reduced as a result of damage or corrosion, such that the minimum required safety factors can no longer be fulfilled, the components must be replaced. In order to be able to assess the condition and effectiveness of these flexible safety structures, a basic knowledge of the individual components, their function and the interaction as an overall system is required. This is what the CONSIS expert course offered by Geobruigg AG teaches. More information on the requirements for participation and registration at <https://www.geobruigg.com/en/Training-for-experts-167821,104865.html>

On the current expert database of our website you will find the certified experts with their main topics, certainly also in your area: https://www.geobruigg.com/en/Expertdatabase-172717.html?formular_submit=1

4.1 Debris in the barrier



Debris or debris flow material should not accumulate to more than one third of the height of the barrier during the year. Routine cleaning of the barriers is essential to ensure that they function properly. If a debris flow or hillslope debris flow barrier is completely filled, it must be emptied (see also chapter 5).

4.2 Remaining usable height following an incident

The remaining usable height of the barrier following an incident is an initial indicator of the level of damage that has occurred. Clear sagging of the support rope or the net and a significant change in the angle of the posts indicate an elongation of one or more brakes, which may need to be replaced.

4.3 Brake rings

During the 1:1 field tests and according to practical experience, brake elements elongate to different degrees in the event of an impact, depending on their installation position and the filling level of the event. Accordingly, their energy absorption capacity after several smaller events is different for a subsequent maximum event.

Type	Maximum Elongation before replacement
GS-8002	40 cm
GN-9017	40 cm
GN-9055	40 cm

If the initial elongation exceeds this value, the brake element must be replaced. If brake rings have elongated, the useful height of the barrier has become lower. The useful height can be restored to its original height by retightening the support ropes and, if necessary, the retaining ropes.

4.4 Mesh and nets

Even in the case of distorted wires or strands, as a rule it is not necessary to replace whole fields.

4.4.1 TECCO

If there are compressed, heavily distorted or torn mesh loops, these areas should be repaired.

4.4.2 SPIDER

If there are compressed, heavily distorted or superficially or completely torn mesh loops, these areas should be repaired.

4.4.3 ROCCO

If individual wires have slipped out of a clip, they should be secured with a wire rope clip of a suitable size.

If there are compressed, heavily distorted, superficially or completely torn rings, these areas should be repaired.

4.4.4 Wire mesh

If there are compressed, heavily distorted or torn mesh loops, these areas should be repaired.

4.5 **Ropes as per the rope assembling drawings**

4.5.1 Corrosion

Replacement of the rope, or a section thereof, is necessary if more than approx. 10% of the cross-section is affected.

4.5.2 Mechanical damage

Mechanical damage is indicated by sharp kinks and squashed or torn outer wires. Within a few years, the rope becomes brittle and loses the required load-bearing capacity. In cases of doubt, a section of the rope must be cut out in order to test the breaking strength of the rope. In the event of a poor test result, the entire rope must be replaced. If one or more strands are torn, the rope, or this section thereof, must be replaced.

4.6 **Posts**

The posts hold the upper support ropes at the appropriate height and thus determine the usable height of the barrier. Slightly bent posts must be clarified with the manufacturer on a project-specific basis whether they need to be replaced.

4.7 **Hinge bolt between post and base plate**

In the event of impacts into the post, the hinge bolt between the post and the base plate may be bent or broken (predetermined breaking point, in order to avoid damage to the base plates and anchors). Bent or broken hinge bolts must be replaced.

4.8 **Base plate**

Plastic deformations to the base plate do not impair the functioning of the base plate significantly. Attention should therefore be focused on the weld seams. If weld seams are torn, the base plate must be replaced.

4.9 **Rod anchor of the base plate or post foot**

If a rod anchor (GEWI anchor) is significantly bent ($>15^\circ$), if cracks are visible, or if the anchor is pulled out of the ground by more than 3cm, it must be replaced, since under certain circumstances its load-bearing capacity may no longer be sufficient.

4.10 **Post foundations**

In the event of an incident, the post foundations must be carefully checked for possible erosion after clearing. The erosive force of the debris flow and flood runoff can cause washouts even below the foundation if the stream bed continues to deepen. In the case of exposed anchors, appropriate measures such as foundation renovation or enlargement must be carried out to ensure corrosion protection and stability of the anchors.

4.11 Abrasion protection

If, in the event of an incident, the net has been filled to its upper edge, the attached abrasion protection must be checked accordingly. If it is visually very bent or even if elongated holes or shackles have broken out, the corresponding profiles must be exchanged and replaced. It is important to check that no parts (except at the edge) of the upper support rope or wing rope are unprotected.

If, in the case of a lightweight system, there is no abrasion protection and the system has nevertheless been completely filled and flooded, the upper support ropes and wing ropes in particular must be checked accordingly for damage!

4.12 Spiral rope anchor

Spiral rope anchors need only be replaced if there is serious damage to wires. If a steel pipe of an anchor head is damaged, this does not reduce the loading limit. However, this may lead to a shorter lifespan, because of the reduced corrosion protection. If the anchor is pulled out of the ground by more than 3 cm, it must be replaced, since under certain circumstances its load-bearing capacity may no longer be sufficient.

4.13 Flex head

Analogous to spiral rope anchors, flex heads only need to be replaced if there is serious damage to wires. If a steel tube of an anchor head is damaged, this does not lower the load limit. However, this can lead to a shortened service life due to less corrosion protection.

If the flex head has to be replaced while the anchor rod has not been pulled out of the ground, the anchor rod has to be tested again with a testing device to prove the undiminished load capacity of the anchor rod.

If the anchor rod in question has been pulled out of the ground by more than 3 cm, it must be replaced as its load-bearing capacity may no longer be sufficient.

5 CLEARING OF THE BARRIER

Like all retention structures, debris flow and shallow landslide protection nets must be emptied and repaired after they have been completely or partially filled. Debris flow and shallow landslide protection nets can be cleared of debris, boulders, stones and soil in different ways. The optimal method depends on the local boundary conditions and the amount and type of material in the nets.



A filled barrier is always under tension. The greatest care should be taken when releasing or separating components.

According to the " Practical guide for debris flow and hillslope debris flow protection nets" (WSL, 2021), the following points must also be taken into account when emptying partially or completely filled shallow landslide and debris flow protection nets:

- *Debris flow and landslide protection nets are emptied from the mountain side whenever possible. Although emptying from the valley side is often also possible, it is usually more difficult from the point of view of occupational safety.*
- *If the hazardous situation permits, emptying is carried out as soon as possible in order to make the retention area available again as quickly as possible.*
- *Particular attention must be paid to occupational safety.*
- *The creation of an emptying concept with work steps and emergency scenarios is recommended.*

The barrier can be cleaned with hand tools or mechanically (e.g. with a walking excavator, crawler excavator or similar). Care must be taken not to damage the net and to ensure that rolling debris or individual stones do not cause damage. In order to guide debris and stones safely downhill, construction trenches, temporary earth dams or large plastic pipes are advantageous.



Emptying a debris flow protection net from the uphill side with a walking excavator



Emptying a shallow landslide protection net from the valley side with an excavator

6 TOOLS FOR SERVICING BARRIERS

The following tools should be kept available for servicing:

- Socket spanner or open-end spanner set
- Open-end or ring spanner SW 22/24 or 27/32
- Two cable pullers with 30 kN tensile force (e.g. model HABEGGER)
- Two cable pullers with 7.5 kN tensile force (e.g. model LUG-ALL®)
- Motor and cutting disc or hammer wire rope cutter; cutting capacity 28 mm
- Possibly wire rope cutter Felco C16 or equivalent; cutting capacity 12 mm
- Biting pliers/flat nose pliers
- Various slings, each 1 m long
- Shackle according to the type of barrier
- Torque spanner, range 25-400 Nm (corresponding to required tightening torque for wire rope clamps and base plate fastening nuts)
- Hammer, pliers, adhesive tape
- Auxiliary ropes
- Measuring tape
- Angle spirit level
- Two rope clamps, small 8 – 16 mm
- Four rope clamps, large 14 – 26 mm
- One or two six-meter ladders

The following utensils should be kept on hand for documenting maintenance:

- Camera
- Simple acceptance protocol (e.g. according to SIA 118)

7 USE OF WIRE ROPE CLIPS



Wire rope clips have to be retightened biannually until the settlement behaviour has finished.



In 2016 Geobrugg switched from wire rope clip EN 13411-5 type 1 to type FF-C-450 type 1 class 1. It is important to use the correct installation details.

7.1 Type EN 13411-5 type 1 (old type)

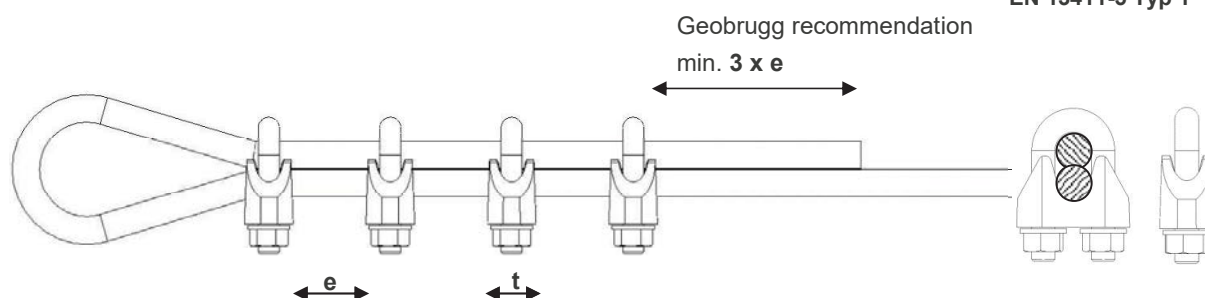
The distance **e** between the wire rope clips should be at least **1.5 x t** but no more than **3 x t**, where **t** is the width of the clamping jaws.

If you are using a thimble in the loop structure, the first wire rope clip must be attached directly to the thimble.

The clamping brackets (U brackets) must always be fitted to the unstressed end of the rope and the clamping jaws (saddle) must always be fitted to the stressed rope ("never saddle a dead horse").



EN 13411-5 Typ 1



Tab. 1

Nominal size ^{*)} [mm]	Distance "e" [mm]	Required tightening torque ^{**)} [Nm]	Required number of wire rope clips	Width across flats [mm]
16	50 - 90	55	4	22
19	50 - 90	75	4	22
22	50 - 90	120	5	24
22 GEOBINEX	50 - 90	120	10	24

^{*)} Nominal size describes max. rope diameter

^{**)} Only applies to lubricated wire rope clips

When establishing the connection and before commissioning, the union nuts must be tightened to the tightening torque specified in the table.

The recommended tightening torques apply to wire rope clips with lubricated bearing surfaces and nut threads.

After the control structure has been installed, check and readjust the tightening torque of the rope connections again.

The recommended tightening torques are 10% higher than the torques specified in the standard. This is because of the tolerance that applies in standard torque wrenches.

7.2 Type FF-C-450 type 1 class 1 (new type)

Instructions below apply to all wire rope clips according FF-C-450 type 1 class 1 (similar EN 13411-5 type 2) delivered by Geobrugg AG.

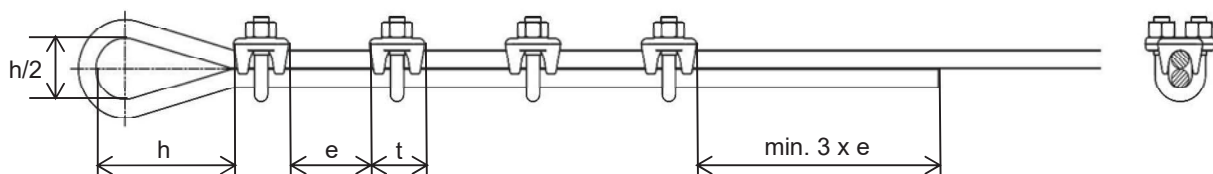
The distance e between the wire rope clips should be at least $1 \times t$ but not exceed $2 \times t$, where t is the width of the clamping jaws. The loose rope end has to be $3 \times e$ at a minimum. Geobrugg recommends looping up the remaining free section and fixing it directly behind the last wire rope clip on the tightened rope.

If you are using a thimble in the loop structure, the first wire rope clip must be attached directly next to the thimble. For loops without a thimble the length h between the first wire rope clip and the point of load incidence must minimally be 15-time the nominal diameter of the rope. In unloaded condition the length h of the loop should be not less than the double of the loop width $h/2$.

The clamping brackets (U-brackets) must always be fitted to the unstressed end of the rope, the clamping jaws (saddle) must always be fitted to the strained rope („never saddle a dead horse“).



FF-C-450 type 1 class 1



The required tightening torques with lubrication apply to wire rope clips whose bearing surfaces and the threads of the nuts have been greased with Panolin CL 60 multipurpose lubricant spray (or an equivalent lubricant).

During tightening the nuts have to be tensioned equally (alternately) until the required tightening torque is reached.

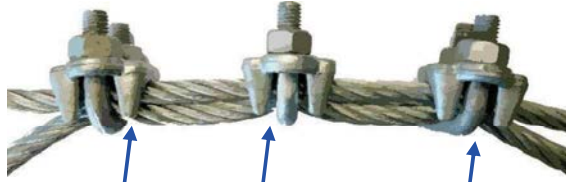
Wire rope diameter [mm]	Size of the wire rope clip	Required amount of wire rope clips	Required tightening torque lubricated [Nm]	Required tightening torque unlubricated [Nm]	Wrench size [mm]
16	5/8"	3	90	170	24
18 - 20	3/4"	4	90	180	27
22	7/8"	4	150	330	32
22 GEOBINEX	7/8"	5	150	330	32



After the first load application the tightening torque has to be checked and if not fulfilled adjusted to the required value.



A visible contusion of the wire ropes positively indicates that the wire rope clips have been tightened to the required tightening torque.



Undamaged wire rope clips could be reused. Especially the threads and clamping jaw have to be checked.



Wire rope clips always have to be installed and used with the required tensioning torque.

8 REPAIRING AND REPLACING COMPONENTS

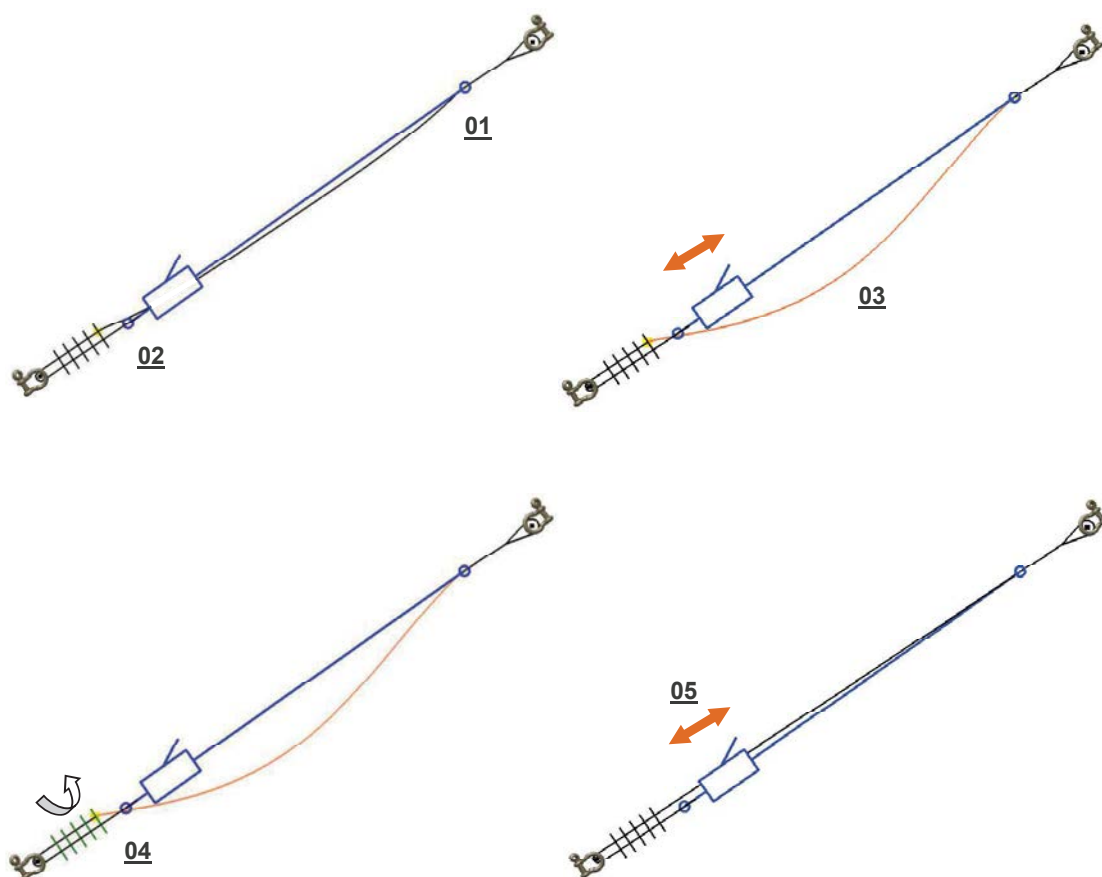
8.1 Geometrical arrangement of the components

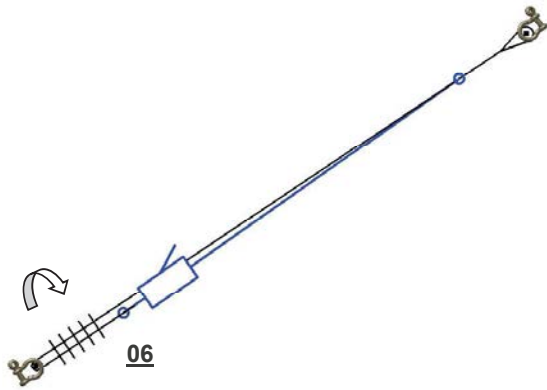


When carrying out repairs, the geometrical condition of the barrier must be restored to match that on initial acceptance. If this is no longer possible, a technically acceptable solution must be agreed with Geobruigg. The correct geometrical arrangement of the individual components can be found in the product manual.

8.2 Tightening sagging ropes at debris flow barriers

Support ropes (and retaining ropes if available) can be re-tensioned using rope clamps and rope pulling equipment:





- Fasten the clips of the cable pulley device on the rope **01** and its shackled end loop **02**.
- Actuate the cable pulley device until it is taut **03**.
- Release the wire rope clips of the rope **04**.
- Actuate the cable pulley device until the rope is tightened as desired **(05)**.
- Tighten the wire rope clips of the rope with the required tightening torque **(06)**.
- Detach the cable pulley device.

8.3 Replacing ropes at debris flow barriers

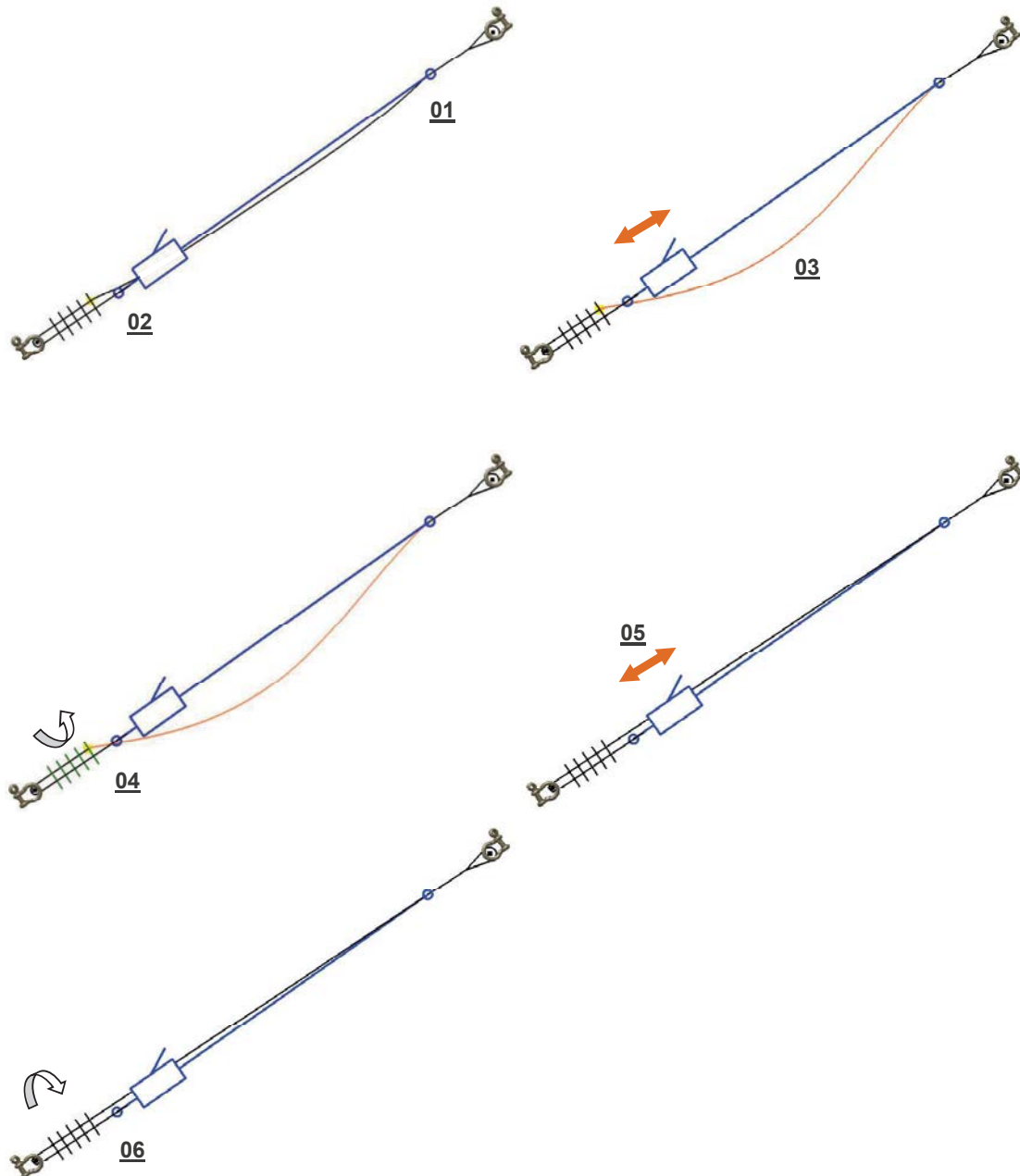
- For upper support ropes: Remove abrasion protection
- Detach net from support rope (remove shackle)
- Depending on the degree of damage to the support ropes: remove individual ropes or the entire rope bundle as follows (working from top to bottom):
 1. Remove the damaged support rope or cut it out
 2. Insert new support rope and tension according to the system manual. 3.
 3. If present and necessary Retension the retaining ropes of the supports according to 8.2 or replace them completely. 4.
 4. Repeat steps 1, 2 and 3 until all damaged support ropes have been replaced.
- Shackle the net again.
- For upper support ropes: Refit the abrasion protection.

8.4 Replacing of brake rings at debris flow barriers

Since rope damage cannot be ruled out when replacing the brake rings, the entire rope including brake rings is usually replaced. The replacement is carried out according to the instructions in 8.3.

8.5 Tightening sagging ropes at shallow landslide barriers

Support ropes and retaining ropes can be re-tensioned by means of rope clamps and rope pulling equipment:



- Fasten the clips of the cable pulley device on the rope **01** and its shackled end loop **02**.
- Actuate the cable pulley device until it is taut **03**.
- Release the wire rope clips of the rope **04**.
- Actuate the cable pulley device until the rope is tightened as desired **05**.
- Tighten the wire rope clips of the rope with the required tightening torque **06**.
- Detach the cable pulley device.

8.6 Replacing ropes at shallow landslide barriers

The support ropes are pulled through the TECCO mesh in the case of SL-100 slope protection nets and shackled on in the case of SL-150. Both types can be replaced as follows:

1. Detach the SL-150 net from the support rope (remove the shackle).
2. Insert a new support rope and tension it according to the system manual.
3. Remove or cut out the damaged support rope.
4. If necessary retighten retaining ropes of the supports according to 8.5 or replace them completely.
5. Reconnect the net of type SL-150.

8.7 Replacing brake rings at shallow landslide barriers

Since rope damage cannot be ruled out when replacing the brake rings, the entire rope or rope group including brake rings is usually replaced.

On SL type slope protection nets, the brake rings on the support ropes are designed as groups. They can be replaced with a simple bridging using rope clamps and rope pulling equipment. The brake rings in the retaining ropes are integrated in the ropes. Replacement is carried out according to the instructions in 8.5.

8.8 Repairing nets and meshes

8.8.1 TECCO: repairing smaller mesh areas

If the mesh loops of a smaller mesh area have been pulled along in sympathy, a correspondingly small mesh can be laid over the damaged area and fastened to the intact mesh loops with shackles.

Care must be taken to ensure that the mesh loops are aligned horizontally as they are for intact meshes.

8.8.2 SPIDER: repairing smaller net areas

If the mesh loops of a smaller net area have been pulled along in sympathy, a correspondingly small net can be laid over the damaged area and fastened to the intact mesh loops with shackles.

Care must be taken to ensure that the mesh loops are aligned horizontally as they are for intact meshes.

8.8.3 ROCCO: repairing smaller net areas

If the rings of a smaller net area have been pulled along in sympathy, a correspondingly small net can be laid over the damaged area and fastened to the intact rings with shackles.

Care must be taken to ensure that each ring has four connection points to the next ring.

8.8.4 Secondary mesh: repairing smaller mesh areas

If the mesh loops of a smaller mesh area have been pulled along in sympathy, a correspondingly small mesh can be laid over the damaged area and fastened to the intact mesh loops with wire binders.

8.9 Replacing nets and meshes

8.9.1 TECCO: replacing a mesh field

As a basic principle, TECCO meshes are replaced in the same way as SPIDER nets. The replacement procedure is described in detail in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** below.

- a) Relieve the strain on the outermost spiral of the damaged area.
- b) Open up the eyelet connection of the outermost spiral.
- c) Unscrew the outermost spiral. ⇒ A separation is produced in the mesh area.
- d) Cut open the mesh loops of the damaged mesh along the support rope and remove the damaged mesh.



- e) Fasten the mesh loops of the new mesh to the support ropes with HELIX spirals (or shackles).
- f) Connect the new mesh to the intact adjacent meshes with a TECCO spiral (or with shackles).
- g) Connect the eyelets of the two TECCO spirals with a shackle and remove the strain relief.

8.9.2 SPIDER : replacing a net field

The SPIDER net is replaced by unscrewing the outermost spirals of the damaged area, inserting the new net, and joining this to the intact nets with two new spirals (or with shackles).



a) Relieve the strain on the outermost spiral of the damaged area



b) Cut open the eyelet connection of the outermost spiral



c) Unscrew the outermost spiral



A separation is produced in the net area

- d) Cut open the mesh loops of the damaged net along the support rope and remove the damaged net.
- e) Fasten the mesh loops of the new net to the support ropes with shackles.



f) Connect the new net to the intact adjacent nets with a spiral (or with shackles).



g) Connect the eyelets of the two spirals with a shackle and remove the strain relief.



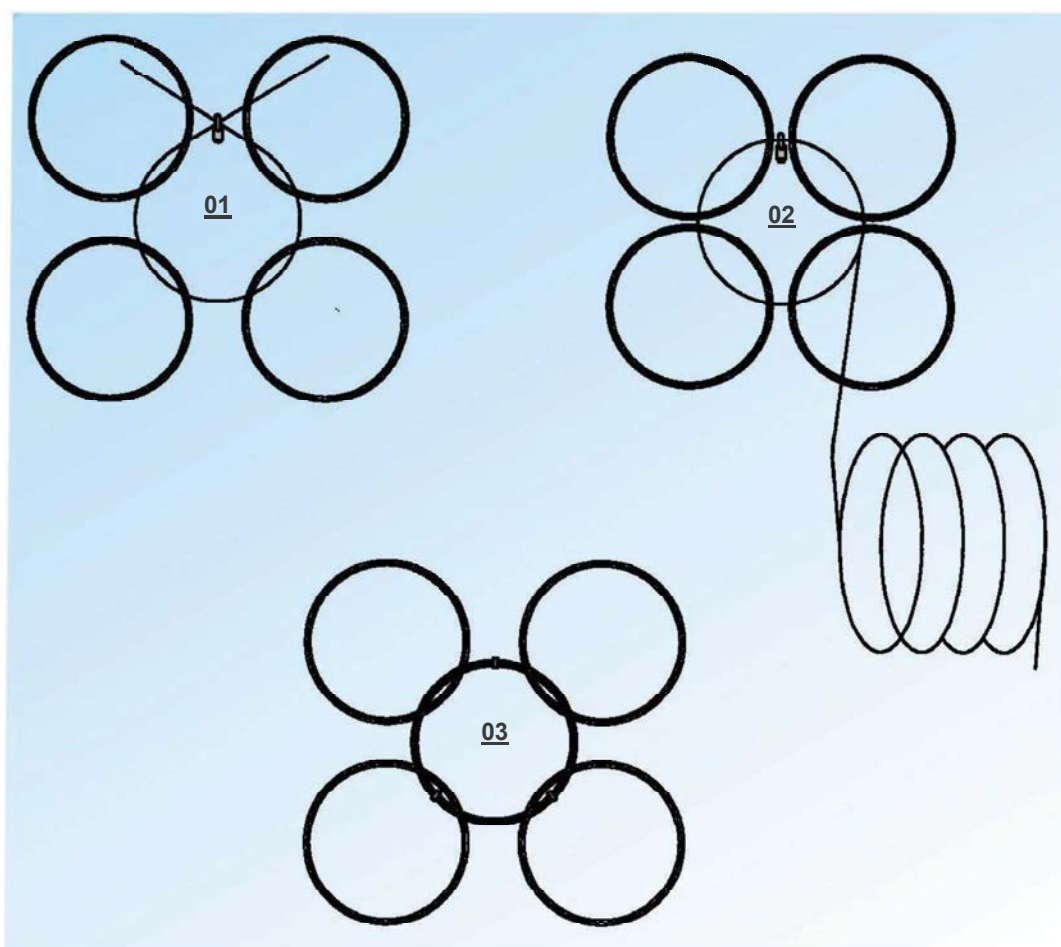
8.9.3 ROCCO: replacing individual rings



The easiest way to replace individual rings is by fitting a replacement ring into the net with shackles. Corresponding prefabricated rings can be obtained via Geobrigg. The new ring is fastened to the adjacent rings with four shackles before the damaged ring is cut out.

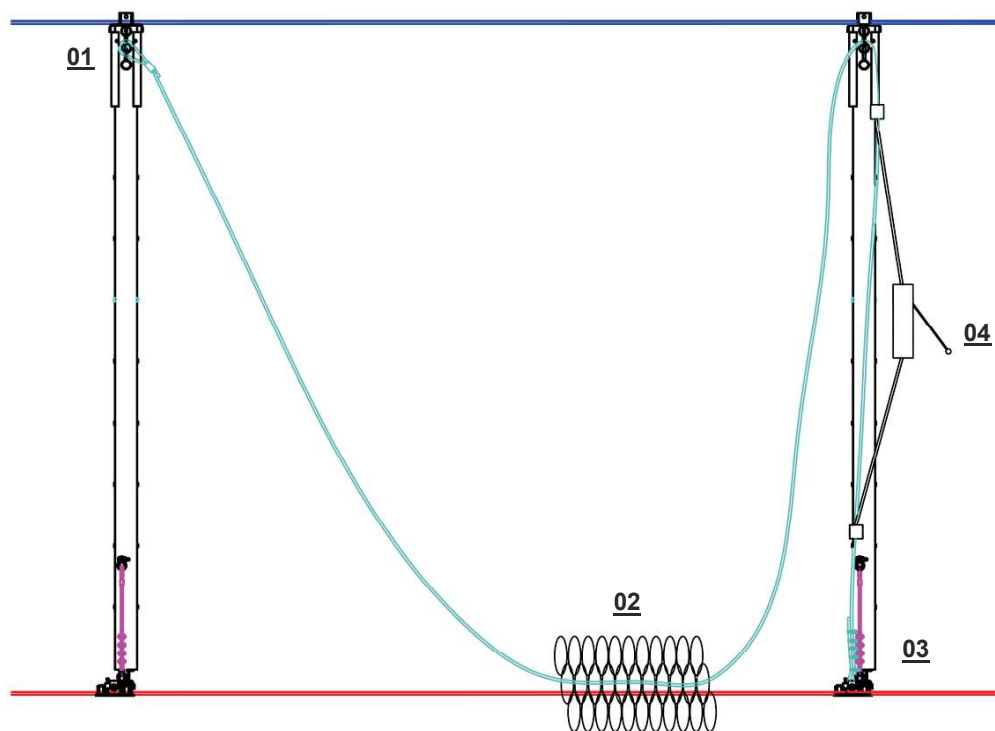
If a ring is to be incorporated into the net, the following procedure is recommended:

- a) Pull a piece of rope with a diameter of 4-8 mm through the 4 rings adjacent to the damaged ring and tighten it such that its diameter becomes smaller than that of the ring that is to be replaced.
- b) Secure the piece of rope that has been threaded through with a wire rope clip 01.
- c) Guide a piece of wire with a diameter of 3 mm and a tensile strength of at least 1770 N/mm² along the piece of rope that was threaded through and through the four rings 02.
- d) Repeat this until the number of turns of the adjacent rings has been reached.
- e) Fix the circular shape of the resulting ring bundle with three wire rope clips 03 (7 turns: WRC 1/4" / NG 6.5; 12 turns: WRC 5/16" / NG 8; 16 turns: WRC 7/16" / NG 13; 19 turns: WRC 9/16" / NG 16).
- f) Remove the piece of rope that was threaded through.



8.9.4 ROCCO: replacing a net field

- a) Release the shackles to the adjacent nets.
- b) Cut open the rings on the support ropes and the arrestor cables and remove the damaged net.
- c) Lay the replacement net, still bundled, on the mountain side, between the two posts. The rows of rings for the support ropes and arrestor cables are marked in colour. Do not cut open the tied-up rows of rings yet.
- d) For UX barriers: Attach an auxiliary rope to one of the adjacent supports **01**, pull it through the rings in the second row of the replacement net **02** and guide it over the other support to the base plate **03**. Tension the rope with the rope pulling device **04** until the first ring row of the net is level with the upper support rope. While pulling up, gradually untie the tied ring rows of the net.
For VX-barriers: Instead of tensioning an auxiliary rope to the next support, this is fastened between two opposite anchorages. The auxiliary rope required for this must therefore be at least 20 m long and ideally has friction-locked loops/straps at both ends for fastening to anchorages and rope pulling apparatus.



- e) Pull up the net like a curtain and connect the net rings with the support ropes, the adjacent net panels with the appropriate shackles.

8.9.5 Wire mesh: replacing a length of mesh

- f) Cut open the wire binders of the damaged length of mesh and remove the length of mesh.
- g) Restore the geometric state of the barrier by e.g. tightening ropes, replacing U-brakes, etc.
- h) Using wire binders, fasten the new length of mesh to the main net in accordance with the product manual.

8.10 **Repairing ropes**

As a basic principle, ropes are replaced rather than repaired.

8.11 **Replacing ropes**

Ropes must be replaced if the rope is damaged according to section 4.5. Often, only the elongated brake rings need to be replaced.

Depending on the situation, replacement is done in accordance with sections 8.3 – • .

The required tightening torques are listed in section **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

8.12 **Replacing posts**

8.12.1 Replacing middle posts

In most cases, the middle post can be replaced without dismantling the net or the ropes.

- a) Secure the faulty post with auxiliary ropes.
- b) Dismount the shackle with the running wheel on the post head.
- c) Remove the hinge bolt of the post.
- d) Lift the post out of the base plate using a winch, and place it, secured, on the ground on the mountain side.
- e) Transfer the retaining ropes from the faulty post to the new post.
- f) Place the post foot into the base plate and fit the hinge bolt.
- g) Erect the post in a secured manner.
- h) Remove the securing ropes.

8.12.2 Replacing edge posts (at shallow landslide barriers)

The lateral ropes brace the entire barrier via the edge posts on the slope. It is therefore essential to loosen the lateral ropes when replacing an edge post. Depending on the situation, the subsequent middle posts can be used to perform the function of the edge posts during repairs. In this case, the middle post is secured on the valley side and the lateral ropes are fixed to the middle post using suitable equipment. The edge post is then replaced as described in section 8.12.1. If this is not possible, a certain number of fields or the entire barrier must first be laid securely facing up the mountain until the edge post can be replaced.

8.13 **Replacing the hinge bolt between post and base plate**

The post is raised using a winch and the faulty bolt is removed and replaced by a new hinge bolt.

8.14 Replacing a base plate

It is not possible to replace a base plate while it is still connected to the post. For this reason, first of all the post is removed as described in section 8.12. The faulty base plate is then replaced by a new one and the barrier is refitted.

8.15 Replacing base plate anchors

Replacing base plate anchors requires the base plate and the post to be removed in accordance with section 8.12 / 8.13 / 8.14. Depending on the type of damage to the foundation or the anchors, it may be necessary to recreate the foundation in a suitable location nearby in accordance with the product manual and the anchor forces sheet.

8.16 Replacing spiral rope anchors

To replace a spiral rope anchor, it must first be relocated in a suitable location nearby in accordance with the product manual and the anchor forces sheet.

8.17 Replacing flex heads

For the replacement of a flex head it is necessary to replace it in suitable proximity according to the system manual and anchor force sheet. If the corresponding self-drilling anchor is to be reused, it must be tested again with a testing device to prove the undiminished load-bearing capacity of the self-drilling anchor (see also 4.12).

9 FINAL CHECK

After servicing has been completed, above all the following points must be checked:

- a) Are the suspension and retaining ropes and, if present, the lateral bracing ropes guided to the correct anchors?
- b) Are the rope guides at the column foot and at the post head correctly executed?
- c) Has the correct number of meshes or rings been left free to the left and right of the posts?
- d) Is the net correctly attached to the support ropes?
- e) Is the number of wire rope clips at the rope end connections correct?
- f) Are the wire rope clips correctly attached?
- g) Has the correct tightening torque been applied to the wire rope clips?
- h) Is the connection of the nets to each other correct?
- i) Is the attachment of the edge nets to the vertical ropes correct?
- j) Is the sag of the top support rope less than 3% of the post or anchor spacing (for VX barriers)?
- k) Has the abrasion protection been correctly refitted after repair (for UX/VX barriers)?

For hillside debris flow barriers:

- a) When separating the support ropes, are the lower support ropes routed to the corresponding anchors and not to the base plate?
- b) Has the support apron (on the uphill side of the lower support rope) been correctly reinstalled?

CHECKLIST „INSPECTION OF DEBRIS FLOW AND SHALLOW LANDSLIDE BARRIERS“

This checklist is intended for the inspection of a barrier. Please enter your observations, tick the corresponding boxes, and take photographs or video recordings.

The paragraph numbers next to the boxes (e.g. no. 4.1) are reference numbers for the corresponding description in this maintenance manual.

The paragraph describes the criteria for repair and replacement.

Location:

General remarks:	Impact area:

Barrier filling level

Rubble / Gravel	< 30%	☐	4.1
Rubble / Gravel	30 – 100%	☐	Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden./5
Rubble / Gravel	100%	☐	5

Objects in the barrier

Leaves / soil / wood	Up to 20 cm	☐	
Rubble / Gravel	> 20 cm	☐	4.1

Stones	Up to 100 kg	☐		Stones up to approx. 35 cm in size
	> 100 kg	☐	4.1	
	> 500 kg	☐	4.1/ 4.2	Stones over 60 cm in size
		☐		

Visible damage:

A) Support ropes and brake rings

Deformed rope	Yes	☐	4.5.2
	No	☐	
Net sags between posts	Up to 3%	☐	
	> 3%	☐	4.2 / 4.3
	> 5%	☐	4.2 / 4.3
	> 10%	☐	4.2 / 4.3
		☐	

B) Retaining ropes

Deformed rope	Yes	☐	4.5.2
	No	☐	
Angle between post and ground	approx. 70°	☐	
	approx. 80°	☐	4.2 / 4.3
	> 90°	☐	4.2 / 4.3
		☐	

Elongated brakes	Up to 40 cm	☐	4.3
	> 40 cm	☐	4.3
	> 60 cm	☐	4.3
	> 80 cm	☐	4.3

C) Remaining ropes (without brakes)

Deformed rope	Yes	☐	4.2
	No	☐	

D) Spiral rope anchor

Damaged loop	Yes	☐	4.12
	No	☐	
Pulled out of the ground (in cm)	< 3 cm	☐	
	> 3 cm	☐	4.12

D1) Flex head

Damaged loop	Yes	☐	4.13
	No	☐	

D2) Self-drilling anchor

Damaged thread/nut	Yes	☐	4.13
	No	☐	
Pulled out of the ground (in cm)	< 3 cm	☐	
	> 3 cm	☐	4.13

E) Mesh / Net

Compressed mesh openings / rings	Yes	☐	4.4
	No	☐	
Torn wires	Yes	☐	4.4
	No	☐	

F) Wire mesh

Torn down / punctured	Yes	☐	4.4.4
	No	☐	

G) Post / base plate

Deformed post	Yes	☐	4.6
	No	☐	

Hinge bolt bent / broken	Yes	☐	4.7
	No	☐	

Deformed base plate	Yes	☐	4.8
		☐	
	No	☐	

Damaged rod anchor	Yes	☐	4.9
	No	☐	
Rod anchor pulled out of the ground	> 3 cm	☐	4.9

H) Wire rope clips

All wire rope clips Yes ☐ 7
have the right torque
All wire rope clips No ☐

Remarks / Notes / Sketches:

Name of validator:

Date: Signature:

ANNEX 8 - PLA D'OBRA

ANNEX 8 - PLA D'OBRA

El Consultor elabora un Pla d'Obres de l'execució de les activitats considerades en el projecte que pugui servir de base al que ha de presentar el Contractista. Es prendran en consideració els processos constructius definits en l'annex corresponent.

Així mateix, tant pel termini, com pel calendari de les obres, caldrà tenir en compte tots aquells condicionants, tant interns, com externs, que puguin tenir incidència la duració i planificació de les obres, com per exemple: períodes de nidificació en entorns protegits, risc d'incendis, tramitació d'escomeses elèctriques, autoritzacions per afeccions, etc.

El Pla resultarà de la resolució d'una xarxa de precedències, a partir de la definició d'unes activitats (i una durada d'acord amb uns rendiments que cal justificar), dels lligams entre elles i d'un calendari laboral estimat. El nombre d'activitats ha de ser proporcionat a la importància del projecte i a la complexitat de les tasques a realitzar.

[illegible]

CRONOGRAMA

[illegible]

ANNEX 9 - PLA DE CONTROL DE QUALITAT

INDEX

1.	OBJECTE	3
2.	REFERÈNCIES	3
3.	ELEMENTS	3
	3.1.- DIC VX	3
	3.2.- ANCORATGES.....	6
4.	RESPONSABILITATS	6
5.	FASES I SEQÜÈNCIES D'ACTIVITAT	7
	5.1.- REPLANTEIG INICIAL.....	7
6.	CONTROL DE MATERIALS.....	7
7.	NO CONFORMITATS	7
8.	REGISTRE I ARXIU.....	7
9.	PROGRAMA DE PUNTS D'INSPECCIÓ I ASSAIG.....	8
10.	PLA DE MANTENIMENT, INSPECCIÓ I ASSAIG	8
	10.1.- GENERALITATS.....	8
	10.2.- PLA DE MANTENIMENT.....	9
	10.3.- PLA D'INSPECCIÓ I CONTROL	9

ANNEX 9 - PLA DE CONTROL DE QUALITAT

1.OBJECTE

Descriure les diferents operacions necessàries per aconseguir la correcta execució de les obres. Així mateix, descriure els controls a efectuar abans, durant i després de l'execució de les obres.

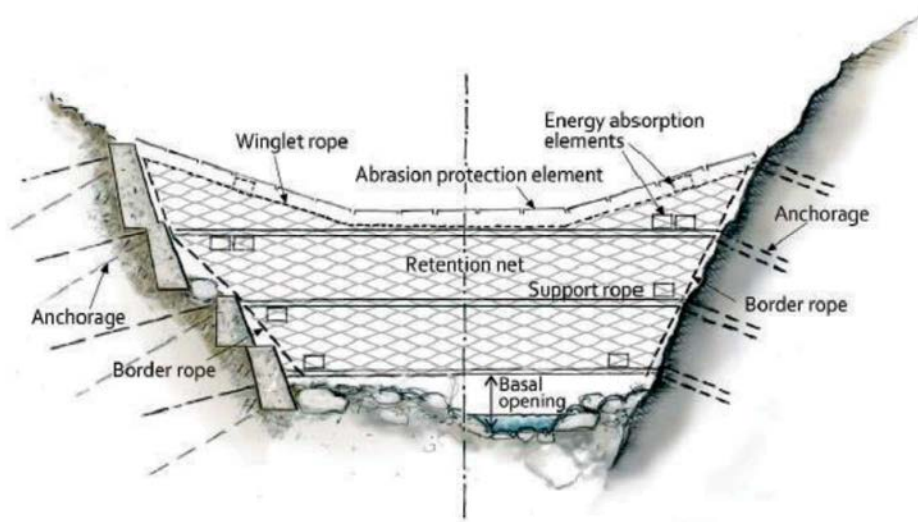
2.REFERÈNCIES

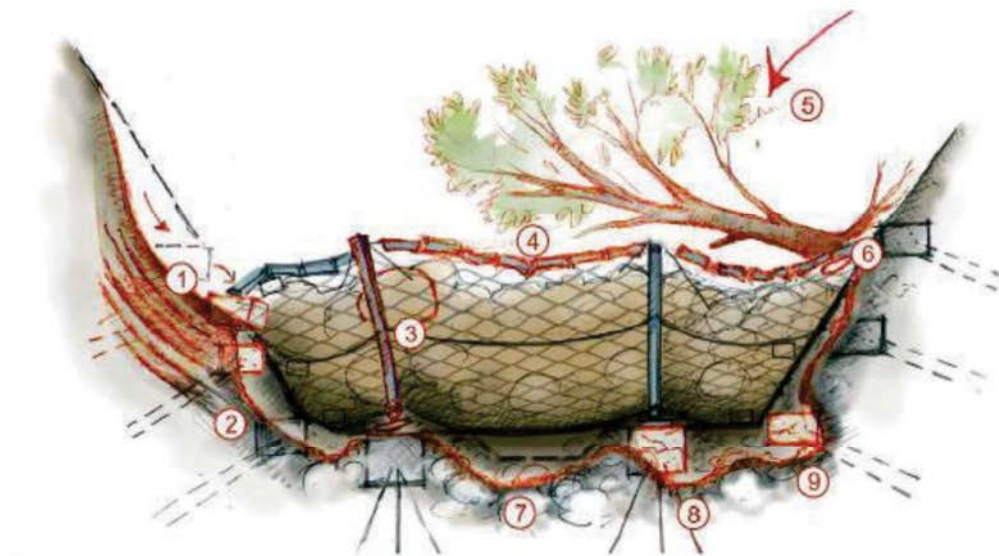
- Plec de prescripcions tècniques particulars
- Guia per al disseny i l'execució d'ancoratges a el terreny en obres de carretera 2ªEd juny 2003
- Recomanacions per al projecte construcció i control d'ancoratges a el terreny HP 8 96 3r Ed
- Norma 5.2-IC de la instrucció de carreteres (ministeri de foment).
- Practical guide for debris flow and hillslope debris Flow protection nets

3.ELEMENTS

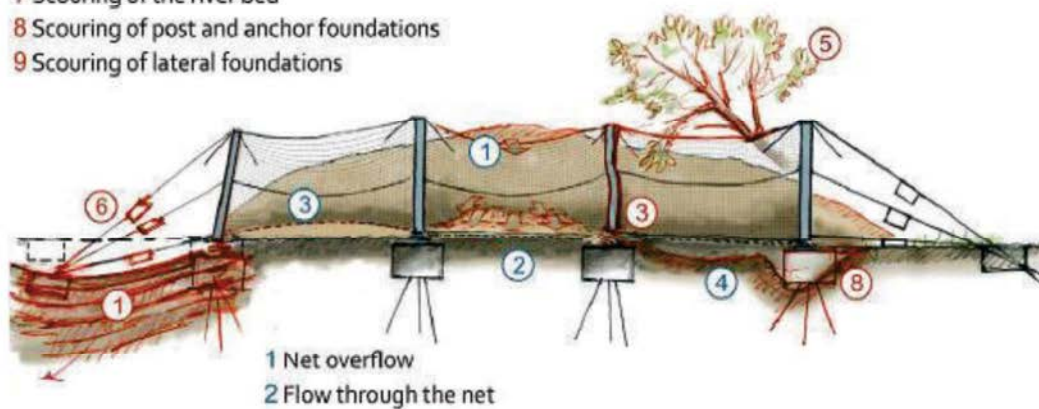
3.1. DIC VX

Dic per a la protecció contra derbis tipus VX o similar, per a la protecció contra corrents d'arrossegalls als barrancs. Les característiques i capacitats mecàniques de la mateixa s'han 'acreditat documentalment mitjançant la Certificació Europea EAD 340020-00-0106 de l'EOTA.





- 1 Displacement of foundations due to creeping or slipping of the soil
- 2 Lateral scouring (by-passing / bank erosion)
- 3 Plastic deformation of posts, base plates and connecting devices
- 4 Damage of the corrosion protection of net and abrasion protection
- 5 Falling trees
- 6 Plastic deformation of energy absorption elements
- 7 Scouring of the river bed
- 8 Scouring of post and anchor foundations
- 9 Scouring of lateral foundations



- 1 Net overflow
- 2 Flow through the net
- 3 Gap between lower support rope and ground surface due to lifting of the lower support rope
- 4 Gap between lower support rope and ground surface due to scouring underneath the lower support rope

Fig. 3. Overview of possible damage patterns and reduction of serviceability of a debris flow protection net (top) and a hillslope debris flow protection net (bottom).

3.2. ANCORATGES

3.2.1. ANCORATGES 25, 32 i 40 mm

Ancoratge de barra GEWI 25, 32 i 40 mm, fabricat amb acer de 500N/mm², d'ús passiu i permanent. S'estima longitud mitjana de 3, 4 i 6 m metres per tal garantir l'adherència. La longitud específica per a cadascun dels ancoratges es determinarà amb exactitud en el moment de la perforació. L'ancoratge s'injectarà amb lletada d'aigua/ciment en relació 0.4 aproximadament. El ciment caldrà que sigui 425R o superior.

4. RESPONSABILITATS

El cap d'obra és responsable de l'execució i qualitat de les obres.

El cap de producció és responsable de:

- Planificar l'execució de les obres de drenatge d'acord amb un programa.
- Emetre la notificació d'inici del tall, i demanar de la Unitat d'assegurament de la qualitat l'aprovació de la mateixa.
- Realitzar el procediment d'execució específic per a cadascuna de les zones de l'obra, i adjuntar-lo a la notificació d'inici de tall.
- Supervisar el compliment de les directrius previstes en el present procediment.
- Coordinar els treballs en els diferents talls d'obra.

L'encarregat de el tall és responsable de:

- Coordinar els equips de treball.
- Coordinar amb la Unitat d'assegurament de la qualitat que es realitzin els corresponents assajos i inspeccions.
- Obtenir l'acceptació per part de la Unitat d'Assegurament de la Qualitat dels diferents treballs a realitzar.
- Notificar l'arribada a obra dels diferents materials.

El topògraf d'execució és el responsable de:

- Replanteig inicial
- Marcar tots els punts necessaris per a la correcta execució de les obres.

5. FASES I SEQÜÈNCIES D'ACTIVITAT

5.1. REPLANTEIG INICIAL

Es procedirà a un replanteig inicial per facilitar les tasques d'instal·lació de sistema, es delimitaran les diferents zones d'actuació: vores i cantonades del tractament i localització de la coronació de el sistema, utilitzant per a això els mitjans adequats (pintura, estaques, claus, etc.

6. CONTROL DE MATERIALS

Es comprovarà que el fabricant lliura la documentació amb les següents dades:

- Marca de fabricant.
- Data de fabricació i lot.
- Certificat de qualitat certificant les característiques indicades en el present document.

7. NO CONFORMITATS

Si el resultat d'alguna inspecció visual, control geomètric o assaig, és "no apte", el cap d'obra emetrà i tramitarà el corresponent informe de no conformitat.

8. REGISTRE I ARXIU

Tota la documentació generada durant el control dels treballs d'execució es codificarà registrarà i s'arxivarà d'acord amb les directrius de l'empresa.

9. PROGRAMA DE PUNTS D'INSPECCIÓ I ASSAIG

S'adjunta a continuació el programa de punts d'inspecció i assaig

Nº	Descripció dels processos	Procediment norma o instrucció	Tipus d'inspecció	Lot	Responsable	Criteris d'acceptació o rebuig
1	Comprovació de replanteig		Topogràfica	20% y punts especials	Topògraf	D'acord amb projecte
2	Materials		Certificats	100%	Inspector	D'acord amb projecte i fabricant
3	Col·locació de Dic	Segons referències	Visual i assajos	100%	Inspector	D'acord amb projecte i fabricant
4	Execució drenatge	Segons referències	Visual i assajos	100%	Inspector	D'acord amb projecte i fabricant
5	Execució ancoratges	Segons referències	Visual i assajos	100%	Inspector i ECA	D'acord amb projecte i fabricant

Els assajos a realitzar seran indicats per la Direcció d'Obra i seran a càrrec del pressupost de l'obra en concepte de control de qualitat.

10. PLA DE MANTENIMENT, INSPECCIÓ I ASSAIG

10.1. GENERALITATS

Les condicions de seguretat dels ancoratges a el terreny poden variar amb el temps, sobretot si es modifiquen les característiques de l'entorn en què estan disposats.

Tot projecte amb ancoratges a el terreny ha d'incloure un Pla de Manteniment, Inspecció i Control (PMIC) dels ancoratges a el terreny a llarg termini que permeti controlar i assegurar el funcionament dels mateixos durant tota la seva vida útil.

Sense un PMIC els eventuais fallades o danys progressius que poguessin aparèixer en els ancoratges passarien inadvertits fins que es fessin evidents per provocar danys en les estructures ancorades.

El projecte haurà d'avaluar el cost de el futur compliment PMIC i deixar constància d'aquesta dada en el Projecte. Segons això, s'estima el cost d'aquest PMIC a 2.000 € / any.

El compliment de l'PMIC serà responsabilitat exclusiva el promotor de l'obra.

Els costos de el Pla de Manteniment, Inspecció i Control aniran a càrrec de el Contractista fins al moment de la recepció provisional de l'obra.

Un cop efectuada la recepció provisional de les obres, la Propietat serà responsable de compliment de l'PMIC.

Es recomana que les inspeccions dels ancoratges considerades en el PMIC siguin realitzades per una empresa especialitzada.

El projectista ha d'establir, dins de l'PMIC, els criteris a seguir per al seguiment, interpretació i arxiu dels informes de seguiment que es vagin generant.

10.2. PLA DE MANTENIMENT

Els ancoratges a el terreny no requereixen un manteniment específic molt complicat. De fet, sol ser suficient amb realitzar dues operacions:

- collament dels cargols de fixació (es recomana una periodicitat anual)
- Pintat exterior (es recomana una periodicitat bianual).

Les operacions de manteniment, es simultaniejaran en la mesura del possible amb les operacions d'inspecció i control que es descriuen a continuació.

10.3. PLA D'INSPECCIÓ I CONTROL

La magnitud i profunditat de el pla d'inspecció hauran de ser proporcionals a el nombre i tipus d'ancoratges disposats així com a el grau de risc de l'obra. Lògicament es recomana un pla del 100% dels ancoratges amb les parts següents:

- Un programa d'inspeccions visuals de les parts accessibles dels ancoratges, de l'estructura ancorada i de el terreny en l'entorn. Es recomana una inspecció anual d'aquest tipus.
- Un programa de control periòdic d'alguns paràmetres significatius que poden ser contrastables amb els previstos en projecte, amb els obtinguts durant l'execució de l'obra o amb els obtinguts en inspeccions prèvies. Aquests paràmetres poden ser, per exemple: les càrregues residuals en determinats ancoratges, els desplaçaments o girs en punts significatius de l'estructura, etc. Es recomana d'acord a formació CONSIS.

ANNEX NÚM 10. GESTIÓ DE RESIDUS.

INDEX

1.	INTRODUCCIÓ	3
2.	ANTECEDENTS	3
3.	OBJECTE	4
4.	PROBLEMES I ORIGEN DELS RCD'S	4
5.	LLISTA EUROPEA DE RESIDUS	5
6.	RESIDUS IDENTIFICATS EN L'OBRA.....	8
7.	OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORITZACIÓ O ELIMINACIÓ	9
7.1.	RUNES DE FORMIGÓ	9
7.2.	RUNES PETRIS.....	10
7.3.	ACTIVITATS	10
7.3.1.	PART A. OPERACIONS D'ELIMINACIÓ.....	10
7.3.2.	PART B. OPERACIONS DE VALORITZACIÓ.	11
8.	SEPARACIÓ DE RESIDUS DE CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ.....	12
9.	GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOSOS	13
10.	FITXES DE GESTIÓ DE RESIDUS	14
10.1.	CLASSIFICACIÓ DELS RESIDUS	14
10.2.	FITXES TÈCNIQUES DE RESIDUS.....	15
10.2.1.	RESIDUS SÒLIDS URBANS	15
10.2.2.	INERTS	19
10.2.3.	PERILLOSOS	23
11.	SEPARACIÓ DE RESIDUS.....	1
12.	ENVASAT	1
13.	ETIQUETATGE	2
14.	EMMAGATZEMATGE	3

ANNEX NÚM 10. GESTIÓ DE RESIDUS.

1. INTRODUCCIÓ

En els últims anys, el sector de la construcció ha assolit uns índexs d'activitat molt elevats, provocant aquesta situació un auge extraordinari de la generació de residus procedents tant de la construcció d'infraestructures i edificacions de nova planta com de la demolició d'immobles antics. Formant la categoria de residus denominada de construcció i demolició.

El problema ambiental que plantegen aquests residus es deriva no només del creixent volum de la seva generació, sinó del seu tractament, que encara avui és insatisfactori en la major part dels casos. En efecte, a la insuficient prevenció de la producció de residus en origen s'uneix l'escàs reciclatge dels que es generen. Entre els impactes ambientals que això provoca, cal destacar la contaminació de sòls i aqüífers en abocadors incontrolats, el deteriorament paisatgístic i l'eliminació d'aquests residus sense aprofitament dels seus recursos valoritzables. Aquesta greu situació s'ha de corregir, per tal d'aconseguir un desenvolupament més sostenible de l'activitat constructiva.

En aquest context, hi ha un consens general de tots els sectors afectats sobre la necessitat de disposar d'una normativa bàsica, específica per als residus de construcció i demolició, que estableixi els requisits mínims de la seva producció i gestió, a fi de promoure la seva prevenció, reutilització, reciclatge, valorització i l'adequat tractament dels destinats a eliminació.

2. ANTECEDENTS

Amb anterioritat a l'REAL DECRET 105/2008, que regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició, existia el Pla Nacional de Residus de Construcció i Demolició (PNRCD) 2001-2006, el qual proposava l'elaboració d'una normativa específica per aquest flux de residus, basada en els principis de jerarquia de gestió i de responsabilitat de l'productor.

Així mateix la Llei 10/1998, de 21 d'abril, de Residus, en el seu article 1.2 faculta el Govern per fixar disposicions específiques relatives a la producció i gestió de diferents tipus de residus amb l'objectiu final de prevenir la incidència ambiental dels mateixos. Així mateix, el seu article 11.1, en la redacció que en fa la disposició final primera de la Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera, faculta el Govern per regular els termes i condicions relatius a l'obligació del posseïdor de residus de construcció i demolició de separar-los per tipus de materials.

3. OBJECTE

El present annex s'ha redactat amb la finalitat de complir el Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició, a partir d'aquí RCD. Dit Real Decret estableix els requisits mínims pel que fa a la producció i gestió de RCD, a fi de promoure la seva prevenció, reutilització, reciclatge, valorització i l'adequat tractament dels destinats a eliminació.

De tal manera, el Reial Decret prohibeix el dipòsit sense tractament previ i demanda l'establiment de sistemes de tarifes que desincentivin el dipòsit en abocador de residus valoritzables o el d'aquells altres en què el tractament previ s'hagi limitat a una mera classificació.

El Reial Decret també estableix els criteris mínims per distingir quan la utilització de residus inerts en obres de restauració, condicionament o rebliment, es pot considerar una operació de valorització i no d'eliminació en abocador.

4. PROBLEMES I ORIGEN DELS RCD'S

Els principals problemes que presenten aquests residus són:

- L'elevada ocupació del territori: en l'actualitat, l'enorme quantitat de RCD'S fa que contínuament s'estiguin clausurant abocadors d'inerts el que implica la recerca d'un nou emplaçament.
- La degradació paisatgística: els abocaments incontrolats de RCD'S, motivats pels enormes volums que es generen i pel preu del transport i de la gestió, produeixen un gran impacte visual.
- La contaminació de sòls, llits i aqüífers: la presència de residus perillosos al costat dels residus inerts, dels que no són separats a l'hora de portar-los a dipòsit, provoquen la contaminació de l'entorn pel fet que els abocadors d'inerts no es troben preparats per albergar residus tòxics i perillosos.
- Els impactes sobre els recursos hídrics: l'abandó dels RCD'S en llocs inadequats genera una sèrie d'impactes físics, tant per a les aigües superficials, com per a les subterrànies. Aquests poden ser un augment dels materials en suspensió, disminució de la qualitat de les aigües ...
- El rebuig social i la disminució de la qualitat de vida de l'entorn.

- El consum en excés de recursos naturals: la fàcil obtenció dels àrids naturals juntament amb el baix cost de dipòsit en abocador dels RCD'S genera un consum elevat dels recursos naturals. S'està desaprofitant la capacitat potencial dels RCD'S per a altres usos.
- Els efectes inherents al trànsit pesat: el trànsit pesat produeix alteracions de l'entorn com són el soroll i les vibracions, així com contaminació de l'aire per emissions a l'atmosfera i consum de combustible.

L'origen dels residus de construcció i demolició, tal com el seu nom indica, provenen de la construcció i demolició d'edificis i infraestructures. Tanmateix, la seva composició varia en funció del tipus d'infraestructura de què es tracti.

El sector de la construcció i edificació pot dividir-se d'acord a l'objecte de la construcció en:

- Sector de l'edificació - habitatge i edificis utilitaris - el qual inclou:
 - o El sector de l'habitatge que es dedica a la construcció, manteniment i renovació d'habitatges;
 - o El sector d'edificació utilitària que construeix, manté i renova oficines, edificis industrials i similars.
- Sector d'infraestructures que inclou:
 - o Construcció de carreteres;
 - o Altres infraestructures especials (ponts, túnels, canals, etc.).

En aquest cas concret, els residus de construcció i demolició provenen de el sector d'infraestructures que es dedica a la construcció, manteniment i renovació d'infraestructures dels serveis d'urbanització.

5. LLISTA EUROPEA DE RESIDUS

Des del punt de vista de la seva classificació dels Residus de Construcció i Demolició apareixen com a tals a nivell de dos dígit en el capítol 17 del Catàleg Europeu de Residus.

El Catàleg va ser aprovat inicialment per la Comissió Europea el 1994. Posteriorment, l'any 2000, es va publicar una nova Decisió que modificava l'esmentat Catàleg, ampliant les categories considerades i modificant el caràcter perillós d'algunes d'elles.

Finalment, l'any 2002, el Comitè Tècnic per al Progrés i Adaptació de la Ciència i la Tecnologia elabora un nou Catàleg Europeu de Residus, que es publica mitjançant l'Ordre MAM / 304/2002, de 8 de febrer.

A la taula que es mostra a continuació es recullen els residus de construcció i demolició, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per Ordre MAM / 304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i la llista europea de residus.

Aquells que venen marcats per un asterisc (*) tenen la consideració de residus perillosos.

CODIFICACIÓ	TIPUS DE RESIDU
17 01. Formigó, maons, teules i materials ceràmics	
17 01 01	Formigó
17 01 02	Maons
17 01 03	Teules i materials ceràmics
17 01 06*	Barreges, o fraccions separades, de formigó, maons, teules i materials ceràmics, que contenen substàncies perilloses
17 01 07	Mescles de formigó, maons, teules i materials ceràmics diferents de les especificades al codi 17 01 06
17 02. Fusta, vidre i plàstic	
17 02 01	Fusta
17 02 02	Vidre
17 02 03	Plàstic
17 02 04*	Vidre, plàstic i fusta que contenen substàncies perilloses o estiguin contaminats per elles
17 03. Mescles bituminoses, quitrà d'hulla i altres productes enquitranats	
17 03 01*	Mescles bituminoses que contenen quitrà d'hulla
17 03 02	Mescles bituminoses diferents de les especificades al codi 17 03 01
17 03 03*	Quitrà d'hulla i productes enquitranats
17 04. Metalls (inclosos els seus aliatges)	

CODIFICACIÓ	TIPUS DE RESIDU
17 04 01	Coure, bronze i llautó
17 04 02	Alumini
17 04 03	Plom
17 04 04	Zinc
17 04 05	Ferro i acer
17 04 06	Estany
17 04 07	Metalls barrejats
17 04 09*	Residus metàl·lics contaminats amb substàncies perilloses
17 04 10*	Cables que contenen hidrocarburs, quitrà d'hulla i altres substàncies perilloses
17 04 11	Cables diferents dels especificats al codi 17 04 10
17 05. Terra (inclosa l'excavada de zones contaminades), pedres i llots de drenatge	
17 05 03*	Terra i pedres que contenen substàncies perilloses
17 05 04	Terra i pedres diferents de les especificades al codi 17 05 03
17 05 05*	Llots de drenatge que contenen substàncies perilloses
17 05 06	Llots de drenatge diferents dels especificats al codi 17 05 05
17 05 07*	Balast de vies fèrries que contenen substàncies perilloses
17 05 08	Balast de vies fèrries diferent de l'especificat al codi 17 05 07
17 06. Materials d'aïllament i materials de construcció que contenen amiant	
17 06 01*	Materials d'aïllament que contenen amiant
17 06 03*	Altres materials d'aïllament que consisteixen en, o contenen, substàncies perilloses
17 06 04	Materials d'aïllament diferents dels especificats als codis 17 06 01 i 17 06 03
17 06 05*	Materials de construcció que contenen amiant

CODIFICACIÓ	TIPUS DE RESIDU
17 08. Materials de construcció a partir de guix	
17 08 01*	Materials de construcció a partir de guix contaminats amb substàncies perilloses
17 08 02	Materials de construcció a partir de guix diferents dels especificats al codi 17 08 01
17 09. Altres residus de construcció i demolició	
17 09 01*	Residus de construcció i demolició que contenen mercuri
17 09 02*	Residus de construcció i demolició que contenen PCB (p.e., segellants que contenen PCB, revestiments de sòl a partir de resines que contenen PCB, vidres dobles que contenen PCB, condensadors que contenen PCB).
17 09 03*	Altres residus de construcció i demolició (inclosos els residus barrejats) que contenen substàncies perilloses.
17 09 04	Residus barrejats de construcció i demolició diferents dels especificats als codis 17 09 01, 17 09 02 i 17 09 03

6. RESIDUS IDENTIFICATS EN L'OBRA

A continuació, tal com es requereix en l'Apartat 2.a) 1r de l'article 4. Obligacions del productor de residus de construcció i demolició de el Document de Referència s'han identificat els residus de construcció i demolició que es generaran a l'obra, codificats amb acord amb la llista europea de residus que correspon a l'anterior taula.

CODIFICACIÓ	TIPUS DE RESIDU
17 05. Terra (inclosa l'excavada de zones contaminades), pedres i llots de drenatge	
17 05 04	Terra i pedres diferents de les especificades al codi 17 05 03
17 05 06	Llots de drenatge diferents dels especificats al codi 17 05 05
17 04. Metalls (inclosos els seus aliatges)	
17 04 05	Ferro i acer
17 04 11	Cables diferents dels especificats al codi 17 04 10

7. OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORITZACIÓ O ELIMINACIÓ

Hi ha diferents tipus d'operacions en la gestió de residus com poden són:

- La valorització: és l'aprofitament de les matèries, subproductes, substàncies o energia que contenen els residus. Per exemple: vendre la ferralla a un chatarreo, utilitzar la fusta per fer aglomerat, etc.
- La reutilització: és la recuperació d'elements constructius amb la mínima transformació possible. Per exemple: reutilitzar la fusta de les baranes de seguretat de les obres de construcció.
- L'eliminació: és la pràctica més habitual per a la gestió dels RCD'S entrevista consistirà en el dipòsit en abocador. El dipòsit dels RCD'S s'ha de fer en abocadors especialment dissenyats per a aquesta finalitat.

Un altre tipus d'operacions amb residus de construcció i demolició són:

- El reciclatge, que és la recuperació d'alguns materials que componen els residus, sotmesos a un procés de transformació en la composició de nous productes. Per exemple: la trituració de la runa per fer àrids reciclats.
- El tractament especial que consisteix en la recuperació dels residus potencialment perillosos susceptibles de contenir substàncies contaminants o tòxiques a fi d'aïllar-los i de facilitar el tractament específic o la deposició controlada. Per exemple: la intertització dels residus de pintura.

7.1. RUNES DE FORMIGÓ

Entenem per àrid reciclat aquell que procedeix del trituració de el formigó realitzat amb ciment clíncer i amb àrids naturals (rodats o de trituració), procedents d'escòria cristal·litzada o una combinació d'aquests.

Depenent de la qualitat dels àrids reciclats obtinguts, les seves aplicacions poden ser les següents:

- Carreteres:
 - o Bases i subbases sense tractar.
 - o Bases i subbases tractades amb ciment o lligants bituminosos.
 - o Capes superficials del ferm.
- Edificació i obra pública:
 - o Àrid per a formigó en massa i armat.
 - o Àrid fi per morters.
 - o Ciments fabricats amb fins procedents de formigó picat.

7.2. RUNES PETRIS

La runa de maçoneria poden tenir orígens molt diferents i un grau de neteja molt variable. Les deixalles generats en les demolicions de paleta engloben materials molt diversos. En funció del grau d'eliminació de les impureses es podrà utilitzar aquest residu en diferents accions:

- Carreteres:
 - o Bases de vials.
 - o Bases de camins rurals.
 - o Extradossats de murs.
- Edificació i obra pública.
 - o Àrids per a formigons i morters.
 - o Extradossats de murs.

7.3. ACTIVITATS

Hi ha altres residus inerts susceptibles de ser reutilitzats. Aquests poden ser les terres i pedres sobrants d'excavacions, l'enderroc net per al farciment d'extradossats de murs. Els fangs de les depuradores convenientment tractats serveixen per a l'elaboració de maons ornamentals. La restauració de pedreres i mineria a cel obert, el material ceràmic com a base per a la construcció de pistes forestals, etc.

A continuació, s'enumeren les activitats d'eliminació o valorització dels residus, que es troben recollides en l'Annex I de l'Ordre MAM / 304/2002, de 8 de febrer.

7.3.1. PART A. OPERACIONS D'ELIMINACIÓ.

- D1: Dipòsit sobre el sòl o en el seu Interior (per exemple, abocament, etc.).
- D2: Tractament en medi terrestre (per exemple, biodegradació de residus líquids o llots en el sòl, etc.).
- D3: Injecció en profunditat (per exemple, injecció de residus bombables en pous, mines de sal, falles geològiques naturals, etc.).
- D4: Embassament superficial (per exemple abocament de residus líquids o llots en pous, estanys o llacunes, etc.).
- D5: Abocament en llocs especialment dissenyats (per exemple, col·locació en cel·les estanques separades, recobertes i aïllades entre si i el medi ambient, etc.).
- D6: Abocament al medi aquàtic, excepte en el mar.
- D7: Abocament al mar, inclosa la inserció en el llit marí.

- D8: Tractament biològic no especificat en cap altre apartat d'aquest annex i que doni com a resultat compostos o barreges que s'eliminen mitjançant algun dels procediments enumerats entre D1 i D12.
- D9: Tractament fisicoquímic no especificat en un altre apartat d'aquest annex i que doni com a resultat compostos o barreges que s'eliminen mitjançant un dels procediments enumerats entre D1 i D12 (per exemple, evaporació, assecatge, calcinació, etc.).
- D10: Incineració en terra.
- D11: Incineració en el mar.
- D12: Dipòsit permanent (per exemple, col·locació de contenidors en una mina, etc.).
- D13: Combinació o mescla prèvia a qualsevol de les operacions enumerades entre D1 i D12.
- D14: Reenvasament previ a qualsevol de les operacions enumerades entre D1 i D13.
- D15: Emmagatzematge previ a qualsevol de les operacions enumerades entre D1 i D14 (amb exclusió de l'emmagatzematge temporal previ a la recollida en el lloc de producció).

7.3.2. PART B. OPERACIONS DE VALORITZACIÓ.

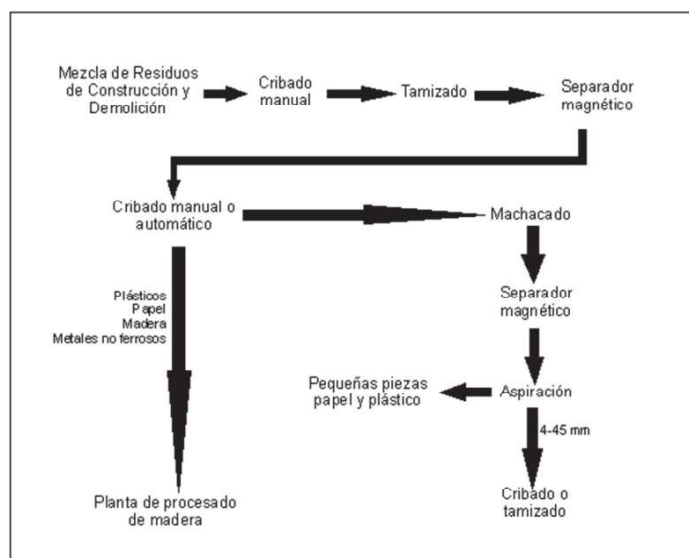
- R1: Utilització principal com a combustible o com un altre mitjà de generar energia.
- R2: Recuperació o regeneració de dissolvents.
- R3: Reciclatge o recuperació de substàncies orgàniques que no s'utilitzen com a dissolvents (incloses les operacions de formació d'abonament i altres transformacions biològiques).
- R4: Reciclatge o recuperació de metalls i de compostos metàl·lics.
- R5: Reciclatge o recuperació d'altres matèries inorgàniques.
- R6: Regeneració d'àcids o de bases.
- R7: Recuperació de components utilitzats per reduir la contaminació.
- R8: Recuperació de components procedents de catalitzadors.
- R9: Regeneració o altre nou ús d'olis.
- R10: Tractament de terres, produint un benefici a l'agricultura o una millora ecològica dels mateixos.
- R11: Utilització de residus obtinguts a partir de qualsevol de les operacions enumerades entre R1 i R10.
- R12: Intercanvi de residus per sotmetre'ls a qualsevol de les operacions enumerades entre R1 i R11.
- R13: Acumulació de residus per sotmetre'ls a qualsevol de les operacions enumerades entre R1 i R12 (amb exclusió de l'emmagatzematge temporal previ a la recollida en el lloc de la producció). "

8. SEPARACIÓ DE RESIDUS DE CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ

El posseïdor dels residus estarà obligat, mentre es trobin en el seu poder, a mantenir-los en condicions adequades d'higiene i seguretat, així com a evitar la barreja de fraccions ja seleccionades que impedeixi o dificulti la seva posterior valorització o eliminació.

La separació en fraccions es portarà a terme preferentment pel posseïdor dels residus de construcció i demolició dins de l'obra en què es produeixin. Quan per falta d'espai físic en l'obra no resulti tècnicament viable efectuar aquesta separació en origen, el posseïdor podrà encomanar la separació de fraccions a un gestor de residus en una instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra. En aquest últim cas, el posseïdor haurà obtenir del gestor de la instal·lació documentació acreditativa que aquest ha complert, en el seu nom, l'obligació recollida en el present apartat.

La figura que segueix a continuació es limita a una succinta descripció global de les etapes per les quals passen els Residus de Construcció i Demolició:



Proces de gestió dels Residus de Construcció i Demolició

A la vista d'aquest esquema, el material rebut es cataloga en diferents tipus atenent fonamentalment de la neteja amb la qual arriben els residus.

L'inici del procés de tractament comença per la bàscula, lloc on el residu és recepcionat i controlat.

El material brut és aquell susceptible de ser convertit en àrid, però que ve contaminat de cartró, paper, plàstics, envasos, ferros, etc i de materials voluminosos com poden ser electrodomèstics i matalassos.

Aquest triatge manual, entorpeix i augmenta els costos a la planta.

Són moltes i molt variades les possibilitats de reutilització dels àrids procedents dels residus de demolició.

A grans trets podem utilitzar aquests àrids reciclats com a material per a bases i subbases de carreteres, material per a farciment de rases, fabricació de formigons, àrids per a mescles bituminoses, àrid fi per a morters i filler per a la fabricació de ciments. És obvi que seran exigibles diferents nivells de qualitat de les propietats dels àrids reciclats, sent la més restrictiva la seva aplicació en el formigó estructural.

9. GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOSOS

La majoria dels residus de construcció i demolició són inerts i, per tant, el seu poder contaminant és relativament baix. No obstant això, hi ha una petita proporció de residus perillosos, com l'amiant, fibres minerals, dissolvents, alguns additius del formigó, pintures, resines i plàstics; també poden aparèixer CFC dels conductes de refrigeració, PCB de transformadors, compostos halogenats per a protecció de foc i lluminàries de mercuri o sodi.

Sempre que sigui possible, els residus es separaran en dos fraccions:

- Residus No Perillosos.
- Residus Perillosos.

En essència, la planificació regional en matèria de residus es resumeix en el Pla Bàsic de Gestió de Residus. L'objectiu principal d'aquest Pla és: "definir i programar les directrius que han de seguir les diverses actuacions, públiques o privades, relatives a la gestió integrada dels residus, dins el marc proposat per la llei, i la resta de normativa nacional i comunitària sobre residus, amb la finalitat de protegir el medi ambient i la salut de les persones".

El Pla Bàsic de Gestió de Residus es regeix pels principis emanats de la legislació vigent en la matèria, tant a escala comunitària com nacional: responsabilitat de l'productor, proximitat, participació, gestió integrada, millors tècniques disponibles, desenvolupament sostenible, etc. Menció especial mereix el principi de jerarquia: prevenir en la mesura del possible, reutilitzar el que es pugui, reciclar el que no pugui reutilitzar, i valoritzar energèticament el que no pugui reutilitzar-se o reciclar-se.

En el Pla s'ha tingut en compte la necessitat de garantir la gestió dels residus produïts en qualsevol punt del territori. Per a alguns residus això no podrà aconseguir-se amb el simple joc de les forces del lliure mercat, per raons d'ineficiència econòmica, per la qual cosa caldrà establir sistemes de gestió obligatoris, encomanats a un ens públic local.

Per tant, tots aquells residus peril·losos generats com a conseqüència de les obres de demolició i / o construcció, es retiraran de forma selectiva per evitar la seva barreja amb residus no peril·losos i s'enviaran a un gestor autoritzat de residus peril·losos.

10.FITXES DE GESTIÓ DE RESIDUS

10.1. CLASSIFICACIÓ DELS RESIDUS

En funció de la naturalesa del residu: aquests, al seu torn se subdivideixen en:

- assimilables a Residus Sòlids Urbans (RSU): són els generats en els domicilis particulars, comerços, oficines i serveis, així com tots aquells que no tinguin la classificació de peril·losos i que per la seva naturalesa o composició puguin assimilar-se als produïts en els anteriors llocs o activitats.
- Residus Inerts (RI): són els residus sòlids o pastosos que un cop dipositats en un abocador no experimenten transformacions fisicoquímiques o biològiques significatives i no són considerats com a tòxics i peril·losos d'acord amb la Llei 20/1986 de 14 de maig Bàsica de residus tòxics i peril·losos i la resta de normativa comunitària concordant. Tenen el seu origen en activitats o processos fabrils o industrials i que s'especifiquen a l'annex del Decret 423/1994 sobre gestió de residus inerts o inertitzats.
- Residus Peril·losos (RP): són aquells que figuren en la llista de residus peril·losos aprovada en el Reial Decret 952/1997, de 20 de juny, pel qual es modifica el reglament per a l'execució de la Llei 20/1986, així com els recipients i envasos que els continguin o els hagin contingut. També són RP els que han estat qualificats com a peril·losos per la normativa comunitària, així com els que pugui aprovar el Govern, de conformitat amb el que estableix la normativa europea o en convenis internacionals dels quals Espanya sigui part.

En funció de la possible valorització econòmica del residu:

- Residus valoritzables: són aquells dels que et pots desprendre obtenint un benefici econòmic de manera que no només contribueixes a la conservació de el Medi Ambient, sinó que també evites els costos de la gestió d'aquest residu.
- Residus no valoritzables: al contrari del que passa amb els residus valoritzables, aquest tipus de residus no et aporten cap tipus de benefici, però pots disminuir els costos de la seva gestió mitjançant la realització d'una separació selectiva "in situ". Com més separats arribin els residus a l'abocador menor serà el cost de la seva gestió.

10.2. FITXES TÈCNIQUES DE RESIDUS

A continuació es descriuen les fitxes tècniques dels possibles residus que podran aparèixer durant l'execució de les obres:

10.2.1. RESIDUS SÒLIDS URBANS

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS	
	
RESIDU: PAPER / CARTRÓ	CODI: LER-200101
TIPUS: ASSIMILABLE A URBÀ	
ESPECIFICACIONS	
S'originen a les oficines i a les mateixes obres com a conseqüència de les activitats de desembalatge.	
PLA DE MINIMITZACIÓ	
A les oficines: es proposa l'ús de paper reciclat i de paper TFC. Se'n proposa la reutilització en la mesura que sigui possible, la utilització de l'opció d'impressió a doble cara. Si l'obra produeix grans quantitats de paper i cartó, pot ser convenient dotar-se d'una màquina compactadora per reduir-ne el volum i vendre'ls ja empaquetats. Cal evitar el sobre empaquetatge dels productes.	
GESTIÓ INTERNA	
Separació en un contenidor perfectament identificat.	
SEGREGACIÓ EXTERNA	
El paper i el cartó s'han de gestionar mitjançant un gestor autoritzat. S'ha de destinar a reciclatge i evitar-ne l'abocament.	

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: RESTES DE DINAR /ORGÀNIC

CODI: LER-200108

TIPUS: ASSIMILABLE A URBÀ

ESPECIFICACIONS

Es generen com a conseqüència dels diferents àpats que realitzin els treballadors.

GESTIÓ INTERNA

Segregació en un contenidor de matèria orgànica amb destinació al gestor municipal de recollida d'escombraries.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Gestió per part del gestor autoritzat de recollides de fem municipal.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: EMBALATGES PLÀSTICS O DE PAPER

CODI: LER-170203

TIPUS: ASSIMILABLE A URBÀ

ESPECIFICACIONS

Es generen com a conseqüència de les activitats de desembalatge de productes utilitzats a oficines i en obres en general.

PLA DE MINIMITZACIÓ

Evitar el sobre empaquetament dels productes. És important no separar l'embalatge fins que no es faci servir el producte. Així es conservarà en millors condicions i evitarem que els productes es perdin i generin nous residus. S'han de guardar els embalatges immediatament després de separar-los del producte, així s'evita que es deteriorin i causin desordres a l'obra.

GESTIÓ INTERNA

Separar-los en un contenidor adequat i perfectament identificat per procedir a la recollida i el transport per un gestor autoritzat.

SEGREGACIÓ EXTERNA

S'ha de procedir al reciclatge i el tractament per mitjà d'un gestor autoritzat.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: RESTES DE VEGETACIÓ

CODI: LER-200201

TIPUS: ASSIMILABLE A URBÀ

ESPECIFICACIONS

Aquests residus es generen com a conseqüència del condicionament de la zona de l'obra, en operacions de tala d'arbres. En base a la nova llei de residus, llei 7/2022 de 8 d'abril, queda prohibit (en termes generals), ja que es consideren les restes vegetals/silvícoles com a residus. En aquest cas o bé es deixen in situ o bé es tracten com a residu orgànic.

PLA DE MINIMITZACIÓ

En cas que es faci una obra d'edificació els arbres podrien ser de nou plantats per condicionar la zona verda o utilitzats en algun tipus de repoblació. En aquests casos els arbres han de ser emmagatzemats de forma adequada per evitar que es morin o es deteriorin.

GESTIÓ INTERNA

Segregació en un contenidor destinat a les restes vegetals que seran enviades a un gestor autoritzat.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Les restes vegetals s'enviaran a un gestor autoritzat que hi podrà realitzar compostatge per a la generació d'adobs.

10.2.2. INERTS

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS	
	
RESIDU: RESTES D'OBRA	CODI: LER-170107
TIPUS: INERTE	
ESPECIFICACIONS	
Es generen principalment com a conseqüència de la construcció o l'enderrocament d'obres d'edificació. Estan compostos principalment per maó i restes de formigó.	
PLA DE MINIMITZACIÓ	
Els materials s'han d'emmagatzemar amb el seu empaquetat original i de manera ordenada per no generar residus innecessaris. La quantitat de material comprat s'ha d'ajustar a les necessitats reals de l'obra, així s'originaran menys residus.	
GESTIÓ INTERNA	
Segregació en un contenidor de runes destinats a aquest efecte perfectament identificat. Es comprovarà previ abocament que no estiguin contaminats amb cap mena de residu. En tot cas, si les restes d'obra o enderrocs estan contaminades amb substàncies o residus tòxics, s'han de gestionar com a residu tòxic segons les especificacions del gestor autoritzat.	
SEGREGACIÓ EXTERNA	
Han de ser gestionats per un gestor autoritzat per al tractament de residus inerts. Poden ser reutilitzats en la mesura del possible o reciclats per utilitzar-los en recobriments d'abocadors, bases de carreteres, condicionament de jardins,...	

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: FUSTA

TIPUS: INERTE

CODI: LER-170201

ESPECIFICACIONS

S'originen fonamentalment en activitats de desencofrat i en les activitats de transport de materials (palets). Els residus de fusta presenten diverses possibilitats de valorització: des de la reutilització i el reciclatge a l'aprofitament energètic.

PLA DE MINIMITZACIÓ

Reutilitzar els mitjans auxiliars i els embalatges de fusta, procurant que tots provinquin de productes de fusta recuperats. Els mitjans auxiliars i embalatges s'han de reutilitzar tantes vegades com sigui possible. Quant als encofrats, s'han d'usar diverses vegades perquè admeten diverses posades en ús. Cal salvar les retallades dels grans taulers per utilitzar-los en peces més petites, en racons i en superfícies de geometria no ortogonal en què s'han d'adaptar peces tallades apropiadament.

GESTIÓ INTERNA

Segregació en un contenidor de fusta perfectament identificat. Les restes de fusta que s'aboquin en aquest contenidor no han de contenir cap resta metàl·lica (claus, cargols, grapes...) ni cap resta de fusta que porti algun tipus de tractament. Quan la fusta porta algun tipus de tractament químic (cues, vernissos, etc.) s'ha de gestionar com a residu perillós.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: ELEMENTS DE PVC

CODI: LER-170203

TIPUS: RESIDU INERTE

ESPECIFICACIONS

Generalment s'originen a les instal·lacions de canonades, làmines d'impermeabilització de cobertes i fusteria de PVC.

PLA DE MINIMITZACIÓ

Emmagatzematge en condicions adequades. No s'ha d'emmagatzemar a la intempèrie per la degradació i la pèrdua de qualitats que pot patir amb la consegüent generació de residus. Utilitzar les retallades per a usos a zones que requereixin petites quantitats. Sol·licitar al proveïdor les quantitats adequades, tallades segons les necessitats. Així evitarem la generació de retallades que no tinguin utilitat.

GESTIÓ INTERNA

Segregació en un contenidor de PVC amb destinació a un gestor autoritzat. No s'ha de barrejar amb altres plàstics. Quan el PVC porta incorporat algun tipus de substància perillosa, s'ha de gestionar com un residu perillós.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Enviar a un gestor autoritzat de residus de PVC per sotmetre'l a reciclatge.

FITXA TÉCNICA DE RESIDUS



RESIDU: TERRES

TIPUS: RESIDU INERTE

CODI: LER-170504

ESPECIFICACIONS

Les terres s'originen al condicionament del terreny per a la realització de l'obra. Per les diferents característiques es poden considerar dos tipus de terres: les terres superficials i les d'excavació.

PLA DE MINIMITZACIÓ

Les terres superficials poden ser aprofitades a la pròpia obra. Cal procurar utilitzar-la com més aviat millor, però si no pot ser així s'ha d'emmagatzemar amb cura. Es pot aprofitar per a la formació del paisatge artificial de la pròpia obra (urbanitzacions de zones verdes, jardins...), per elevar la cota de terreny, restaurar rases de préstec, refer el paisatge.

GESTIÓ INTERNA

Totes aquelles terres que hagin de ser destinades a la seva reutilització han de ser emmagatzemades de forma adequada, evitant que es mullin o siguin arrossegades pel vent. Quan les terres siguin «no aptes» per a obra, s'han de fer apilaments separats per ser enviats al gestor autoritzat. Si es troben barrejades amb materials perillosos s'han de gestionar com a residu perillós per mitjà d'un gestor autoritzat.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Les terres es poden utilitzar per fer els cobriments intermedis als abocadors o fins i tot per fer-ne el segellat. Aquest tipus de residus es portarà a una planta de tractament perquè puguin tornar a ser reutilitzats o a un abocador de residus inerts.

10.2.3. PERILLOSOS

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: OLIS USATS DE MAQUINÀRIA

CODI: LER-130205

TIPUS: PERILLOSO

ESPECIFICACIONS

Es generen com a conseqüència del manteniment de la maquinària utilitzada a l'obra.

GESTIÓ INTERNA

Se segregarà en bidons o dipòsits específics amb destinació a un gestor autoritzat. Etiquetarem correctament els contenidors de manera que quedi perfectament identificat el tipus de residu que conté, la data en què es comença a omplir el contenidor... S'ha de tenir en compte que el temps màxim que pot romandre un contenidor amb residus tòxics i perillosos emmagatzemats és de 6 mesos.

Aquests contenidors han de romandre tancats, posseir cubeta de contenció lluny de focus de calor i no sotmesos a les inclemències del temps.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Així mateix, el transport d'aquests residus des del punt de generació fins al gestor s'ha de fer mitjançant un transportista autoritzat.

No s'ha de fer cap trasllat de residus si no es té el document d'acceptació de residus per part del gestor.

S'ha d'emplenar el document de control i seguiment i notificar amb 10 dies d'antelació el trasllat dels residus a l'autoritat competent en matèria de medi ambient.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: BATERIES ESGOTADES

CODI: LER-160601

TIPUS: PERILLOSO

ESPECIFICACIONS

Es generen en els procediments de manteniment de la maquinària utilitzada a l'obra.

GESTIÓ INTERNA

Les bateries esgotades es consideren residus tòxics i perillosos i han de ser gestionades i tractades com a tals. Es dipositaran en un contenidor específic per a elles, degudament etiquetades i separades de la resta de residus. No han de romandre emmagatzemades més de sis mesos. Les bateries esgotades s'han de manejar amb cura de no abocar-ne el contingut o ocasionar-ne el trencament.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Les bateries esgotades han de ser enviades a un gestor autoritzat per al tractament. El transport d'aquests residus des del punt de generació fins al gestor s'ha de fer mitjançant un transportista que alhora estigui autoritzat.

No s'ha de fer cap trasllat de residus si no es té el document d'acceptació de residus per part del gestor.

El document de control i seguiment s'ha d'emplenar i notificar amb 10 dies d'antelació el trasllat dels residus a l'autoritat competent en matèria de medi ambient.

FITVA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: ENVASOS D'OLIS, COMBUSTIBLES O SIMILAR

CODI: LER-150110

TIPUS: PERILLOSO

ESPECIFICACIONS

Es generen en les operacions de manteniment de la maquinària utilitzada a l'obra.

GESTIÓ INTERNA

Prèviament al trasllat a un gestor autoritzat es dipositaran en un contenidor de residus tòxics i perillosos degudament etiquetats.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Aquest tipus de residus, igual que qualsevol tipus de residus tòxics i perillosos, s'han d'enviar a un gestor autoritzat per al tractament. Així mateix, el transport d'aquests residus des del punt de generació fins al gestor s'ha de fer mitjançant un transportista que alhora estigui autoritzat.

No s'ha de fer cap trasllat de residus si no es té el document d'acceptació de residus per part del gestor.

S'ha d'emplenar el document de control i seguiment i notificar amb 10 dies d'antelació el trasllat dels residus a l'autoritat competent en matèria de medi ambient.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: AEROSOLS	CODI: LER-150111
TIPUS: PERILLOSO	
ESPECIFICACIONS	
Aquest tipus de residu es pot generar en diferents fases de l'obra i per diferents raons. El més freqüent és que siguin utilitzats pels tipògrafs en la senyalització de referències.	
PLA DE MINIMITZACIÓ	
Substituir en la mesura que sigui possible aquests productes per altres que no siguin perillosos.	
GESTIÓ INTERNA	
Segregació en un contenidor específic per a ells.	
SEGREGACIÓ EXTERNA	
S'han de gestionar mitjançant un gestor autoritzat. No s'han de gestionar juntament amb cap altre tipus d'envasos metàl·lics contaminats amb productes perillosos perquè requereixen un tractament específic.	

FITVA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: FILTRES USATS

CODI: LER-150110

TIPUS: PERILLOSOS

ESPECIFICACIONS

Es generen en els processos de manteniment de la maquinària utilitzada a l'obra.

GESTIÓ INTERNA

Els filtres usats es consideren residus tòxics i perillosos i com a tal han de ser gestionats. S'han de dipositar en un contenidor específic degudament etiquetat per a ells, separant-los de l'oli usat. No poden romandre emmagatzemats per un període superior a sis mesos.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Aquest tipus de residus, igual que qualsevol tipus de residus tòxics i perillosos, han de ser enviats a un gestor autoritzat per al tractament. Així mateix, el transport d'aquests residus des del punt de generació fins al gestor s'ha de fer mitjançant un transportista que alhora estigui autoritzat.

No s'ha de fer cap trasllat de residus si no es té el document d'acceptació de residus per part del gestor.

S'ha d'emplenar el document de control i seguiment i notificar amb deu dies d'antelació el trasllat dels residus a l'autoritat competent en matèria de medi ambient.

FITXA TÈCNICA DE RESIDUS



RESIDU: LLOTS I RESIDUS PROCEDENTS DEL RENTAT DE MÀQUINES

CODI: LER-161003

TIPUS: PERILLOSO

ESPECIFICACIONS

Es generen com a conseqüència del rentat de maquinària. Són considerats com a residus perillosos per la quantitat de greixos i olis que contenen. D'altra banda, és freqüent l'ús de dissolvents per facilitar la neteja que acaben contaminant les aigües de rentatge.

Per aquestes raons, el rentat de les maquinàries s'ha d'efectuar al taller de maquinària i en zones habilitades per fer-ho, de manera que es pugui permetre la recollida d'aquestes aigües en dipòsits hermètics que posteriorment han de ser gestionats.

PLA DE MINIMITZACIÓ

Rentar la maquinària utilitzant la mínima quantitat possible d'aigua utilitzant pistoles a pressió. Com més aigua es faci servir més residu estarem generant, a més d'estar consumint un recurs natural escàs.

GESTIÓ INTERNA

Aquests abocaments hauran de ser recollits al mateix lloc de rentat en uns tancs hermètics.

SEGREGACIÓ EXTERNA

Aquests residus seran evacuats i gestionats mitjançant gestor autoritzat.

11.SEPARACIÓ DE RESIDUS

En l'obra es generen gran quantitat de residus i aquests s'han de separar adequadament per a procedir a la seva posterior gestió.

Entre els més habituals estan:

- Els residus de productes químics perillosos.
- Les retallades d'elements d'amiant.
- Els olis usats de maquinària.
- Els filtres d'oli.
- Les bateries usades.
- Les piles usades.
- Els fluorescents.
- Els transformadors i condensadors que contenen PCB i PCT.
- Les restes de pintures i dissolvents.
- Els envasos que continguin residus o productes tòxics i perillosos.

Per a cada tipus de residu generat haurà de separar-se de forma adequada i sense fer barreges que augmentin la seva perillositat o dificulten la gestió.

Tots els residus perillosos (RP) es separen per tipologies per no augmentar els costos de gestió.

12.ENVASAT

L'envasament ha de realitzar-se de manera adequada perquè no es produeixin ni fuites ni vessaments accidentals.

Els envasos i els seus tancaments han de complir les següents característiques:

- Han d'estar concebuts i realitzats de manera que s'eviti qualsevol pèrdua de contingut i els materials no són susceptibles de ser atacats pel contingut ni de formar amb aquest combinacions perilloses.
- Han de ser sòlids i resistents.
- No s'han d'utilitzar envasos amb defectes estructurals i amb fuites aparents.
- Els recipients destinats a envasar residus perillosos en estat de gas comprimit, líquid o dissolt a pressió han de complir la legislació vigent pel que fa a el tipus i forma d'envasar.

Segons la naturalesa i característiques del residu podem tenir:

- Residus líquids, per als quals s'utilitzen envasos de polietilè d'alta densitat i alt pes molecular, amb tap auto precinto.
- Residus sòlids, per als que utilitzem bidons d'obertura total de polietilè d'alta densitat i alt pes molecular amb la tapa de les mateixes característiques i el tancament d'acer galvanitzat.

Tots els recipients que continguin RP líquids han d'estar col·locats dins d'una cubeta de retenció que compleixi el que estableix el RD 379/2001, de 6 d'abril pel qual s'aprova el reglament d'emmagatzematge de productes químics i les seves instruccions tècniques complementàries.

13. ETIQUETATGE

Els recipients o envasos que continguin RP han d'estar etiquetats de forma clara, llegible i indeleble, al menys en la llengua oficial de l'estat i aquesta ha de tenir una mida mínima de 10x10 cm.

L'etiqueta ha de contenir com a mínim la següent informació:

- El codi d'identificació dels residus que contenen, segons el sistema d'identificació que es descriu en l'Annex I de l'RD 833/1988.
- El nom, l'adreça i el telèfon del titular dels residus.
- Data d'inici d'envasament.
- La naturalesa dels riscos que presenten els residus.

L'etiqueta ha d'estar fermament fixada sobre l'envàs, havent de ser anul·lats, si cal, indicacions o etiquetes anteriors de manera que no indueixin a error o desconeixement l'origen i contingut de l'envàs en cap operació posterior del residu.

No es necessita una etiqueta quan sobre l'envàs apareguin marcades de forma clara les instruccions descrites en el punt anterior, sempre que estiguin conformes amb els requisits exigits en l'Art. 14 de l'RD 833/1988.

RESIDUOS PELIGROSOS	
NOMBRE: ACEITES MINERALES	
CÓDIGO: Q16 // R01 // L08 // C53 // H352/06 // A871.7 // B0019	
TITULAR:	
FECHA DE ENVASADO:	
	

Model etiqueta residu perillós

14. EMMAGATZEMATGE

Els productors han de disposar de zones d'emmagatzematge dels RP per a la posterior gestió. Han d'estar en una zona accessible per als camions i cisternes del transportista autoritzat, i les instal·lacions necessàries per al mateix han de complir amb la legislació i normes tècniques que li siguin d'aplicació.

No es poden emmagatzemar conjuntament RP que per les seves característiques químiques resultin incompatibles entre si.

	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	0
	+	-	+	-	0	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente.
- No deben almacenarse juntas.
0 Solamente podrán almacenarse juntas, si se adaptan ciertas medidas específicas de prevención. (ITC MIE APQ - 7)

Resum d'incompatibilitats d'emmagatzematge

El temps d'emmagatzematge de RP no pot excedir de sis mesos, llevat autorització expressa de l'òrgan competent de la comunitat autònoma on es realitzi l'emmagatzematge.

Model de formulari de registre de RP

Origen residu (1)	Codi d'identificació	Quantitat	Unitats	Natura (2)	Data de caducitat	Data inici d'emmagatzematge	Data final d'emmagatzematge
P	Q16//D9//L8//C42//	20 Kg	1	Residus orgànics	15-06-2024	1-02-2003	15-06-2004

L'ordre d'identificació és el següent:

Q - // D - // L, P, S - // C - // H - // A - // B - //

- Q: són les raons per les quals els residus han de ser gestionats.
- D / R: fa referència a les operacions de tractament.
- L, P, S: són els tipus genèrics dels residus classificats segons la seva naturalesa o l'activitat que els genera.
- C: fa referència als constituents que donen als residus el seu caràcter perillós.
- H: són les característiques dels residus que permeten qualificar-los de tòxics i perillosos.

Aquest codi és facilitat pel gestor autoritzat (etiqueta o document d'acceptació del residu) o mitjançant el RD 952/1997.

ANNEX 11 - SERVEIS AFECTATS

ANNEX 11 - SERVEIS AFECTATS

A l'annex de serveis afectats es fan constar detalladament tots els serveis existents a l'àrea afectada per les obres així com totes les finques amb les fitxes de catastro.



Simbologia	
	Arqueta
	Drenatge Transversal
	Fibra optica
	Carretera d'Os de CIVIS

Simbologia

- Zona estudi
- Carretera d'Os de Civís

Parcel·la	Referència Cadastral
242	25026A00500242
9032	25026A00509032
244	25026A00500244
259	25026A00100259
9003	25026A00509003
128	25026A00300128
179	25026A00500179
9001	25026A00509001
195	25026A00100195
243	25026A00500243
9002	25026A00509002



Generalitat de Catalunya
Ajuntament de Les Valls de Valira
Forestal Catalana, SA

EMPRESA CONSULTORA | TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLES SAMAT QUINTANA
C/4 Regat, s/n 1.200

TÍTOL DEL PROJECTE:
OS DE CIVÍS BP_0458_22

ESCALES
1:1250
0 30 60 m

PEP:
PEP
DATA:
SETEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLANOL:
CADASTRO

PLANOL Nº:
004
FULL:
01 de 01

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA

DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A005002420000FI

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 5 Parcela 242
LA FARGA. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida:

Año construcción:

Cultivo

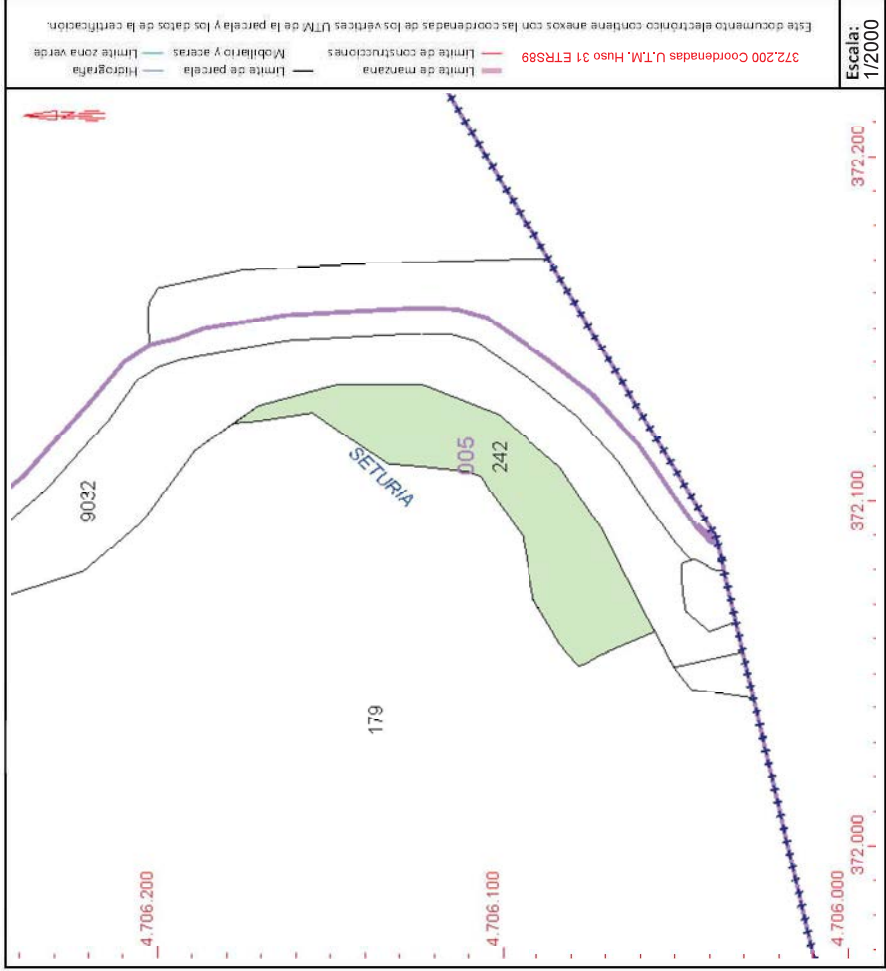
Subparcela 0
Cultivo/aprovechamiento MIB Monte bajo

Intensidad Productiva 00

Superficie m² 2.666

PARCELA

Superficie gráfica: 2.666 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"



MINISTERIO
DE HACIENDA
Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO
DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL
DEL CATASTRO

Referencia catastral: 25026A005090320000FT

PARCELA

Polígono 5 Parcela 9032

Clase: RÚSTICO

Superfície construída:

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento
0	HG Hidrografía natural [rio,laguna,arroyo.]

00

Superficie m²
6.944

[illegible]

Viernes, 15 de Septiembre de 2023

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A00050024400000FI

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 5 Parcela 244
LA FARGA, LI E SALLE VI SALDA [LLI DA]

Clase: RUETDO

Uso principal: Agrario

Superficie construida:

Año construcción:

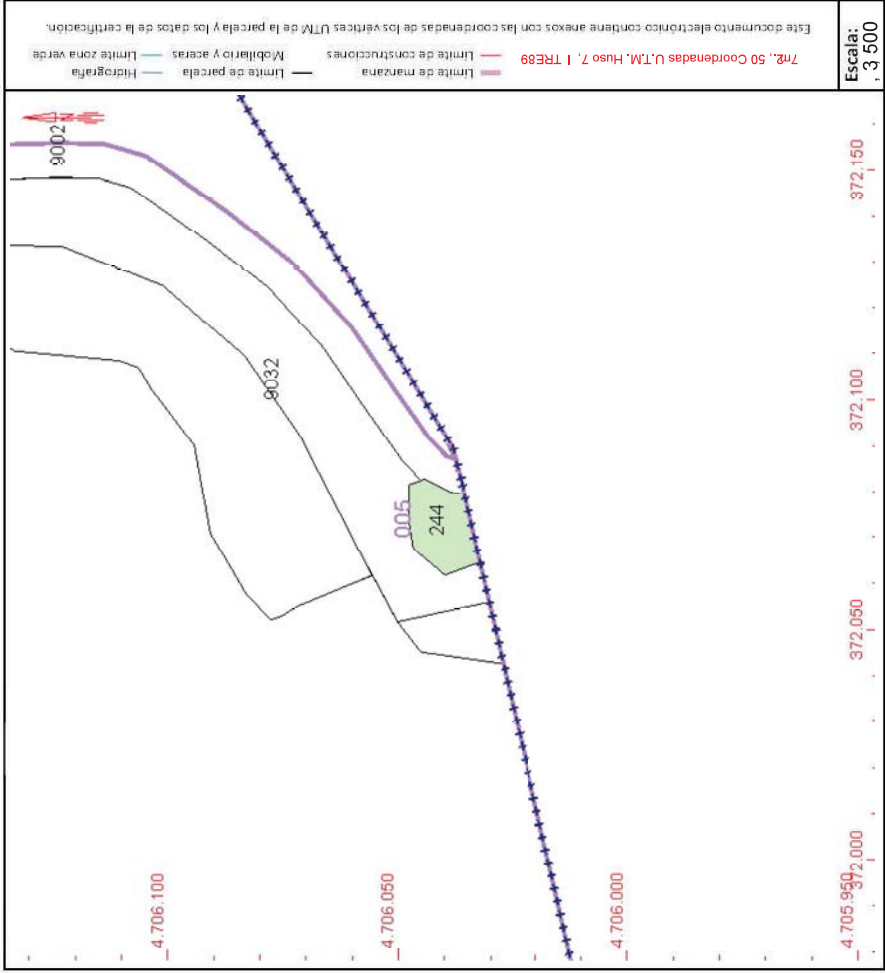
Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento
0	MB Monte bajo

Intensidad Productiva	Superficie m²
00	22m

PARCELA

Superficie gráfica: 22m1 2
Participación del inmueble: , 00%0 /
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"



Referencia catastral: 25026A0040025F0000I P

PARCELA

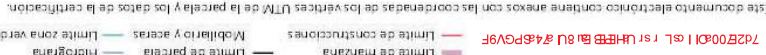
Superficie gráfica: 2866a 2
Participación del inmueble: 400%0a
Tipo:

RAAd AG. AERsVaDARRVa SdARIGAdRRSII AT

Año construcción:

and Bt aB1 kārnh

Intensidad Productiva Superficie m²



Viernes, 15 de Septiembre de 2023

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A005090030000FO

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 5 Parcela 9003
CAMI DE CIVIS A CERVELLA. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida:

Año construcción:

Cultivo

Subparcela 0
Cultivo/aprovechamiento VT Vía de comunicación de dominio público

Intensidad Productiva

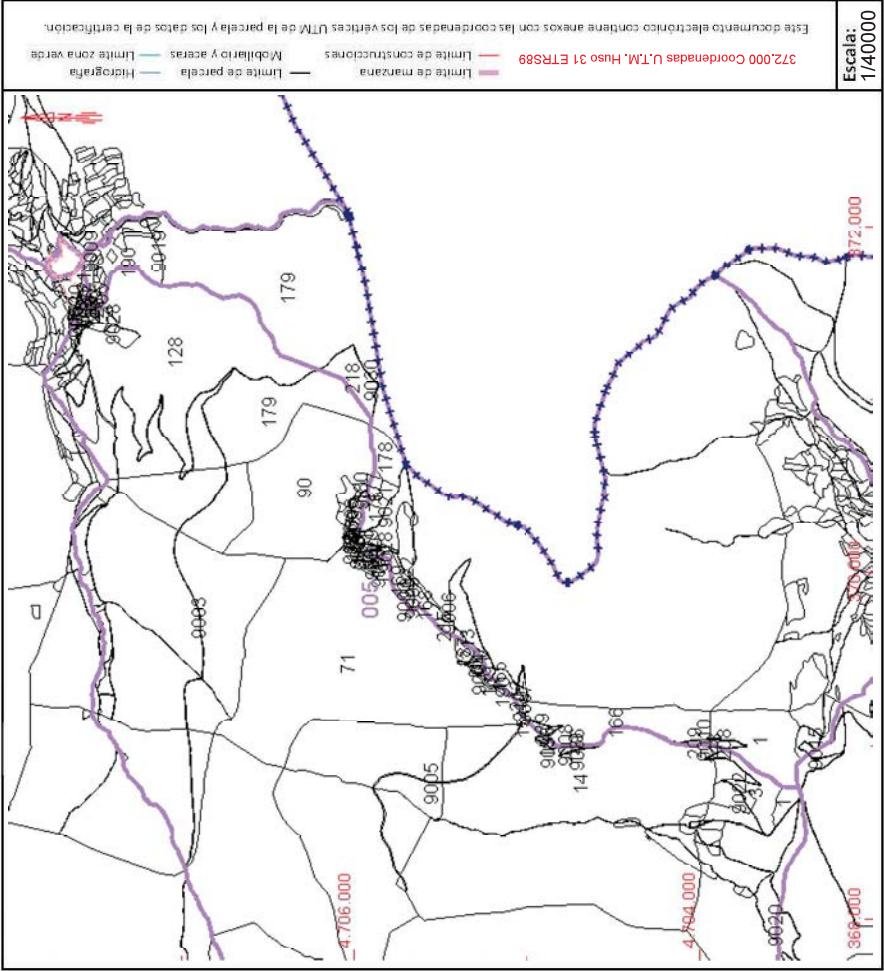
00

Superficie m²

17.793

PARCELA

Superficie gráfica: 17.793 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A003001280000FJ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 3 Parcela 128
LA PLANA, LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

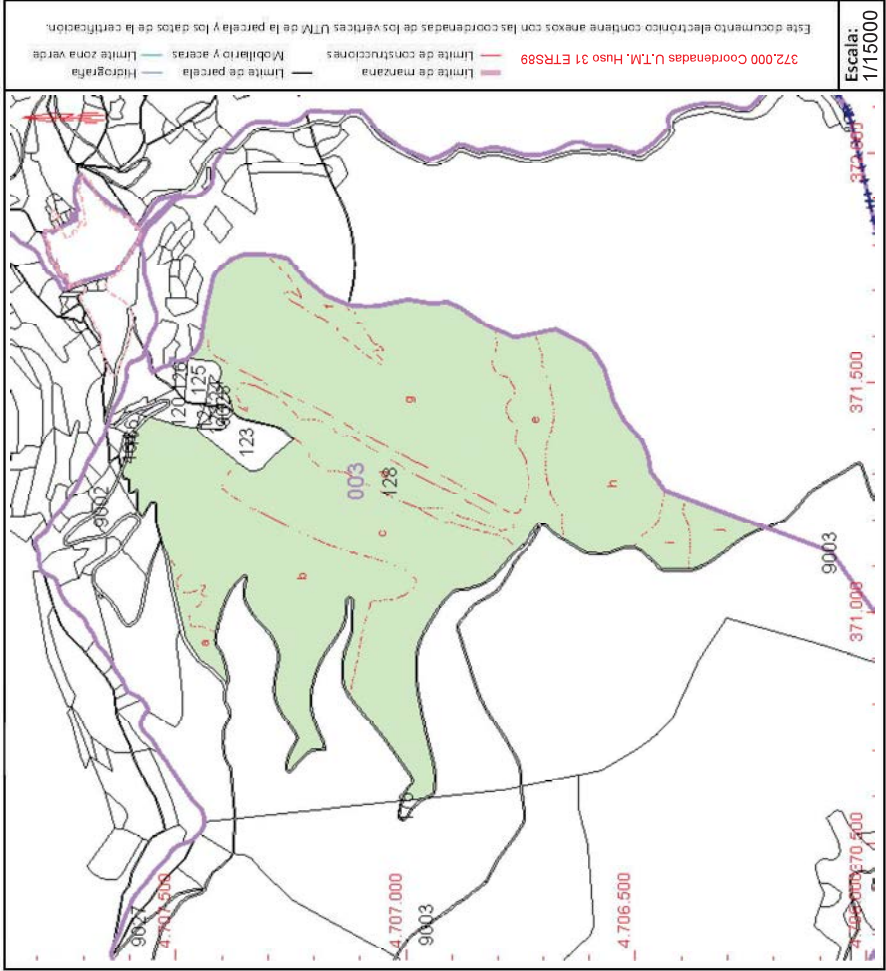
Superficie construida:

Año construcción:

Cultivo	Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	b	E- Pastos	01	9.046
	c	MM Pinar maderable	01	155.486
	d	MM Pinar maderable	02	134.434
	e	MM Pinar maderable	01	38.120
f	g	E- Pastos	02	58.849
	h	E- Pastos	01	12.624
i	j	MM Pinar maderable	01	189.687
		MT Matorral	00	81.633
j		E- Pastos	02	12.448
		MM Pinar maderable	01	12.897

PARCELA

Superficie gráfica: 705.224 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A005001790000FE

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 5 Parcela 179
CERVELLA. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

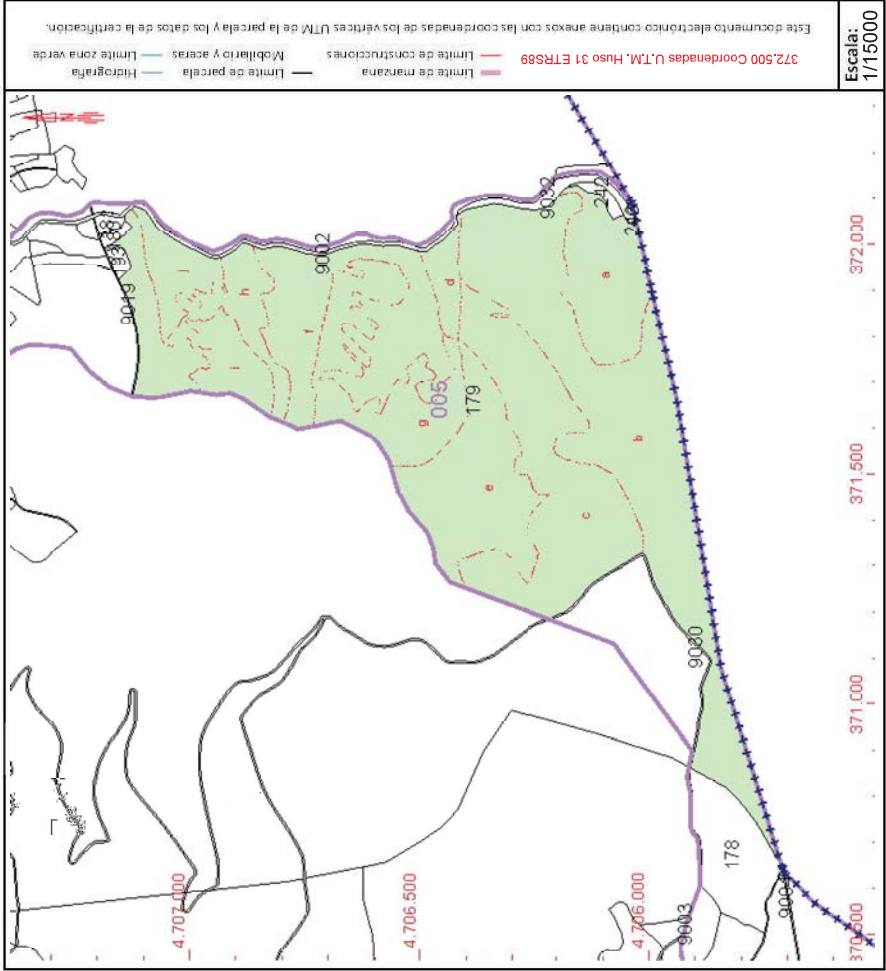
Superficie construida:

Año construcción:

Cultivo	Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	b	MT Matorral	00	52.879
	c	MM Pinar maderable	03	196.130
	d	MM Pinar maderable	02	123.163
e	f	MB Monte bajo	00	12.903
	g	MM Pinar maderable	03	79.895
	h	E- Pastos	02	89.867
i	j	MM Pinar maderable	02	68.127
	k	MB Monte bajo	00	58.399
	l	E- Pastos	02	22.883
m	n	E- Pastos	01	23.245

PARCELA

Superficie gráfica: 727.492 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A00050900100000FF

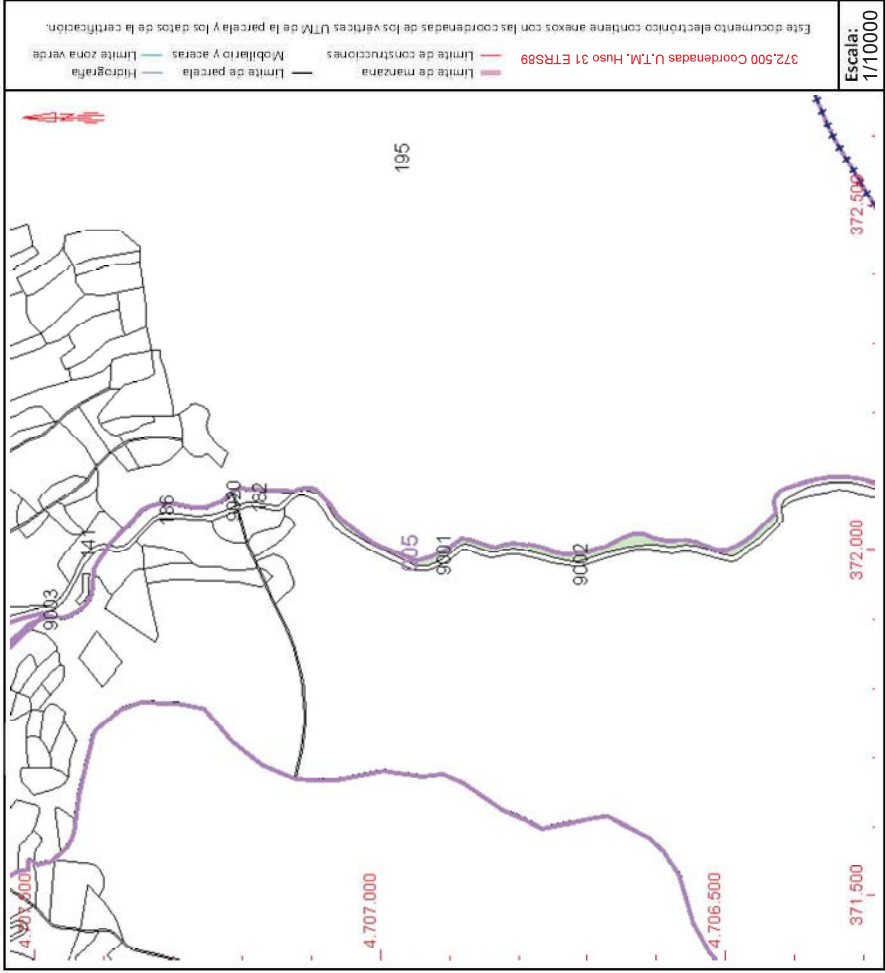
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 5 Parcela 9001
RIU DE SETURIA. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO	
Uso principal: Agrario	
Superficie construida:	
Año construcción:	
Cultivo	
Subparcela 0	Cultivo/aprovechamiento HG Hidrografía natural [río,laguna,arroyo,]
	Intensidad Productiva 00
	Superficie m² 6.732

PARCELA

Superficie gráfica: 6.732 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A0010019500000FP

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 1 Parcela 195
ESCALADA, LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida:

Año construcción:

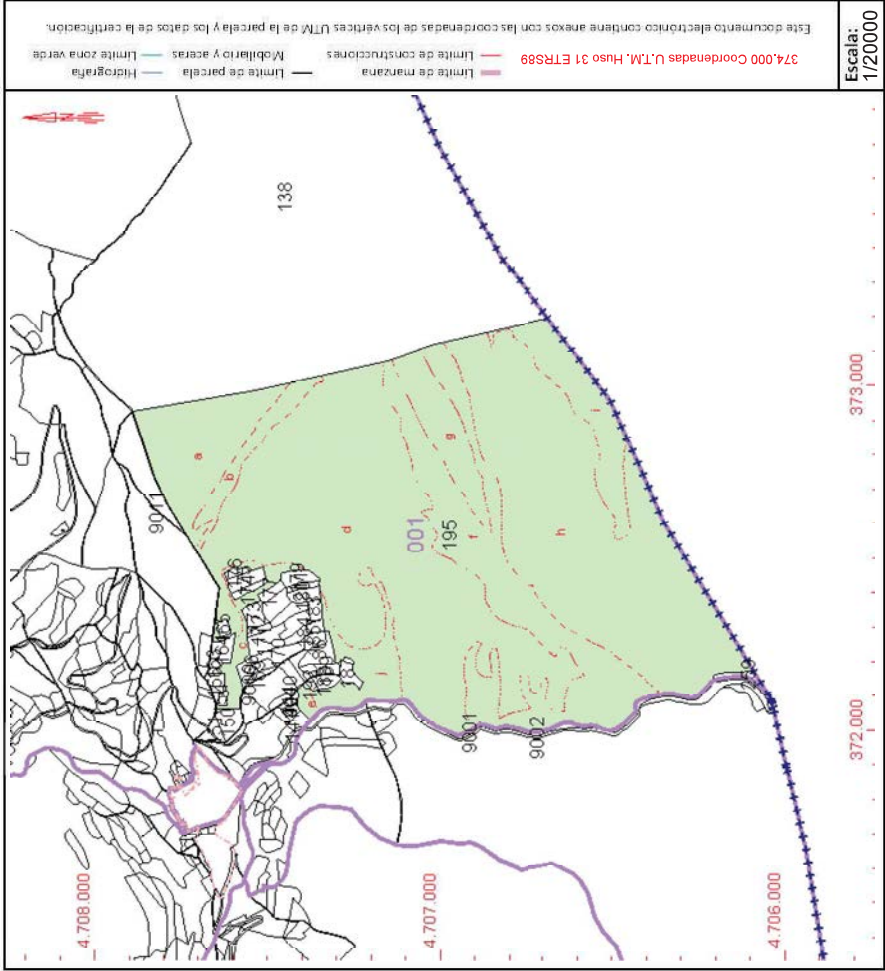
Cultivo	Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	b	MM Pinar maderable	01	88.894
	c	MT Matorral	00	24.860
d	e	E- Pastos	01	20.556
f	g	MM Pinar maderable	02	463.924
	h	E- Pastos	01	3.999
i	j	I- Improductivo	00	197.134
j	k	MM Pinar maderable	03	46.396
	l	MM Pinar maderable	03	384.951
m	n	MT Matorral	00	60.209
	o	MM Pinar maderable	03	40.138

PARCELA

Superficie gráfica: 1.331.061 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A005002430000FJ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Polígono 5 Parcela 243
LA FARGA. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida:

Año construcción:

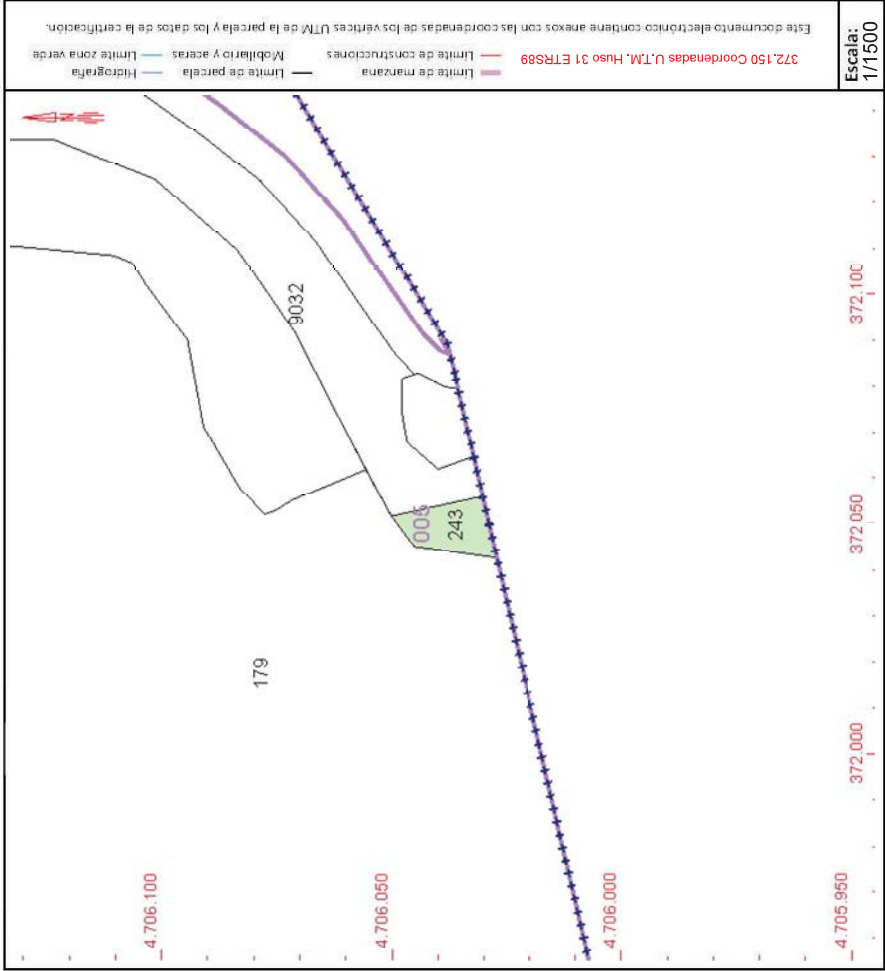
Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento
0	MB Monte bajo

Intensidad Productiva	Superficie m²
00	192

PARCELA

Superficie gráfica: 192 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 25026A0050900200000FM

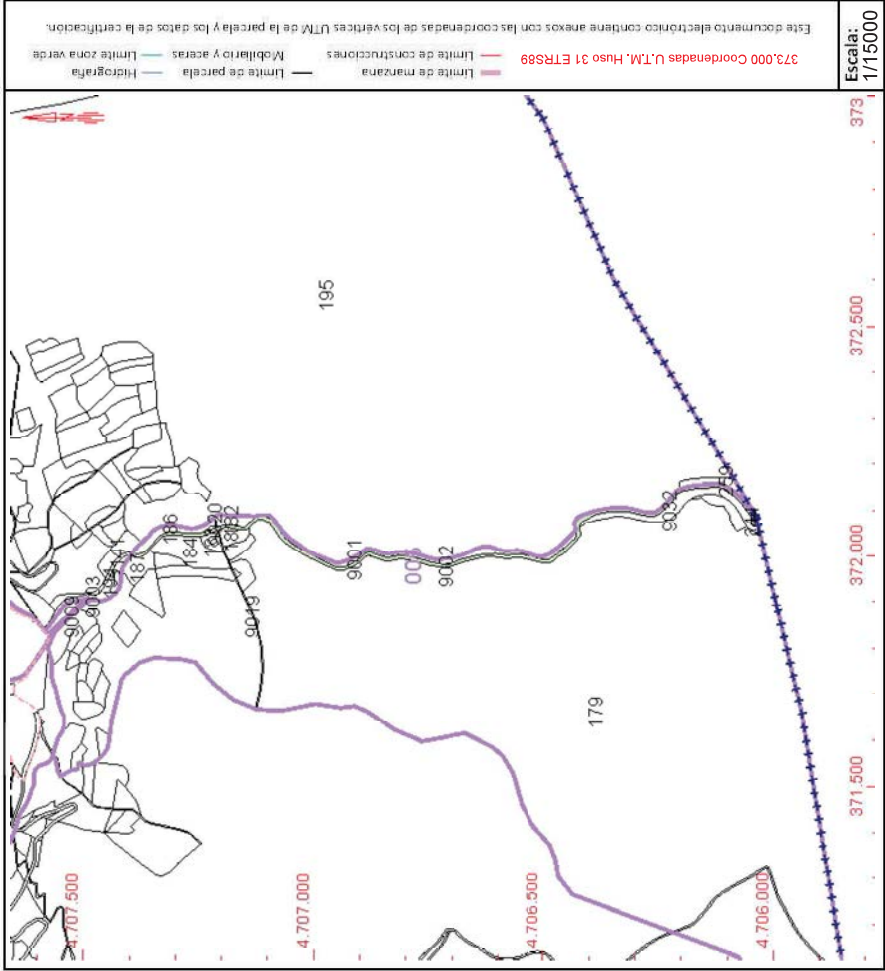
DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 5 Parcela 9002
CTRA D'OS DE CIVIS. LES VALLS DE VALIRA [LLEIDA]

Clase: RÚSTICO	
Uso principal: Agrario	
Superficie construida:	
Año construcción:	
Cultivo	
Subparcela 0	Cultivo/aprovechamiento VT Vía de comunicación de dominio público
	Intensidad Productiva 00
	Superficie m² 11.638

PARCELA

Superficie gráfica: 11.638 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

ANNEX 12 – ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

INDEX

1.	OBJECTE.....	3
2.	ABAST	3
3.	CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA.....	3
3.1.	GENERALITATS.....	3
3.2.	EMPLAÇAMENT	3
3.3.	TERMINI D'EXECUCIÓ	3
3.4.	NOMBRE DE TREBALLADORS ESTIMAT	3
4.	DESCRIPCIÓ DE L'ESTUDI DE P.R.L.....	4
4.2.	PREVENCIIONS	4
4.3.	INSTAL·LACIONS D'HIGIENE I BENESTAR.....	25
4.4.	ACCIDENTS IN ITINERE.....	25
4.5.	SENYALS A COL·LOCAR EN L'OBRA	25
4.6.	DISPOSICIONS LEGALS D'APLICACIÓ	36
4.7.	CONDICIONS DELS MITJANS DE PROTECCIÓ.....	37
4.8.	PROTECCIONS PERSONALS.....	37
4.9.	PROTECCIONS COL·LECTIVES.....	38
4.10.	SERVEIS DE PROTECCIÓ I FARMACIOLA.....	39
4.11.	RESPONSABLE DE SEGURETAT EN OBRA	39
4.12.	COMITÈ DE SEGURETAT I SALUT	40
4.13.	INSTAL·LACIONS D'HIGIENE I BENESTAR.....	41
4.14.	ORGANIGRAMA DE P.R.L.....	41
5.	PRESSUPOST	42

ANNEX 12 – ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

1. OBJECTE

L'objecte del present Estudi de Seguretat i Salut és definir les condicions relatives a la prevenció d'accidents i malalties laborals durant l'execució dels treballs que es contemplen en el projecte, així com les característiques de les instal·lacions preceptives per a higiene i benestar dels treballadors i dels seus equips de protecció.

Aquest document es redacta d'acord amb el Reial Decret 1627 / 1.997, de 24 d'octubre, pel qual s'implanta la redacció d'un Pla de Seguretat i Salut en el Treball en els projectes de Construcció per a Obres Públiques i Privades.

Té per finalitat marcar unes directrius bàsiques i fixar uns nivells mínims de seguretat.

2. ABAST

El present Estudi de Seguretat i Salut es refereix a les obres de Os de Civis

3. CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA

3.1. GENERALITATS

Titularitat	Client
Direcció d'Obra	A determinar
Coordinador de Seguretat i Salut	A determinar
Autor de l'Estudi de Seguretat i Salut	Carles Raïmat Quintana
Autor del Pla de Seguretat i Salut	A determinar
Contractista Principal	A determinar
Projecte bàsic i execució per	Barranc Os de civis
Tipus de promoció	Publica
Emplaçament	Carretera accés a Os de Civis

3.2. EMPLAÇAMENT

Les obres es desenvoluparan a la carretera Os de Civis.

3.3. TERMINI D'EXECUCIÓ

El termini previst per a l'execució de les obres és de tres (3) mesos, comptat a partir de la data de l'acta de comprovació de replanteig.

3.4. NOMBRE DE TREBALLADORS ESTIMAT

S'ha estimat que el nombre màxim d'operaris presents en l'obra, al mateix temps, serà de 12.

4. DESCRIPCIÓ DE L'ESTUDI DE P.R.L.

4.1. INTRODUCCIÓ

Per a l'elaboració del present estudi de prevenció de riscos laborals s'han analitzat els riscos des de la perspectiva de les fases de l'obra segons:

Les activitats necessàries per dur a terme la realització del projecte objecte d'aquest pla de seguretat són les següents:

Excavació

Càrrega, transport i descàrrega del material

Compactació de la Base

Col·locació del geotèxtil

Estès i compactació del material d'aportació

Estès i compactació de la subbases

Ferm

4.2. PREVENCIIONS

4.2.1. CONDICIONS METEOROLÒGIQUES ADVERSES **FACTORS CAUSALS.**

- Altes temperatures.
- Baixes temperatures.
- Temps plujós.
- Tempestes ocasionals.
- Forts vents.
- Altres.

MESURES PREVENTIVES.

- L'encarregat d'Obra o, si no la Direcció d'Obres, a la vista de les condicions atmosfèriques regnants podrà determinar la paralització temporal dels treballs.
- Tot el personal present en l'obra disposarà de les peces de protecció adequades a les tasques que està realitzant i d'acord amb les condicions atmosfèriques actuant.
- Es procedirà a aturar els treballs si s'observa que les condicions meteorològiques poden originar l'agreujament d'alguns riscos existents o dificultar la correcta realització d'alguna unitat d'obra.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.

- Altres que es considerin necessaris.

4.2.2. MALES CONDICIONS DEL TERRENY (FANG, ETC.)

FACTORES CAUSALS.

- Condicions atmosfèriques adverses, fortes pluges, etc ...
- Presència de rierols d'aigües naturals.
- Terreny natural irregular o desigual.
- Evacuació d'aigües inadequada.
- Terreny de mala qualitat.
- Manca de compactació.

MESURES PREVENTIVES.

- Es conduiran les emanacions d'aigua que poguessin aparèixer durant les obres.
- El mateix tractament es donarà a les possibles filtracions del terreny natural que poguessin aparèixer durant la realització de les obres.
- El bon estat dels camins d'accés es mantindrà durant tot el període que durin les actuacions.
- La càrrega que transportin els camions serà aquella per a la qual està dissenyat el vehicle i mai serà sobrepassada per accelerar les tasques d'excavació.
- L'encarregat de seguretat de la contracta evitarà que es carreguin en excés els camions amb quantitats que puguin vessar i deixar regalims de terra tant en els camins interns com en el seu transport a abocador.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.3. AMBIENT PULVERULENT

FACTORS CAUSALS.

- Altes temperatures que produeixen dessecació en el terreny.
- Tasques de càrrega i descàrrega de camions.
- Forts vents.

MESURES PREVENTIVES.

- El bon estat dels camins d'accés es mantindrà durant tot el període que durin les actuacions.
- La càrrega que transportin els camions serà aquella per a la qual està dissenyat el vehicle i mai serà sobrepassada per accelerar les tasques d'excavació.
- L'encarregat de seguretat evitarà que es carreguin en excés els camions amb quantitats que puguin vessar i deixar regalims de terra en els camins interns com en el seu transport a abocador.
- En funció en l'època en què es realitzin les obres es procedirà a regar els camins dins de l'obra si això és possible.
- Igual tractament poden rebre les càrregues que transportin els camions.
- Els processos de càrrega i descàrrega hauran de ser controlats per l'encarregat d'Obra.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Ulleres protectores
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Màscares antipols amb filtre.

4.2.4. EXPLOSIONS

FACTORS CAUSALS

- Es poden produir explosions si la presa d'aire del compressor es troba a prop de dipòsits de combustible, canonades de gas o llocs d'on es puguin emanar gasos o vapors combustibles.

MESURES PREVENTIVES.

- Tenir cura que la presa d'aire del compressor no es trobi a prop de dipòsits de combustible, canonades de gas o llocs d'on es puguin emanar gasos o vapors combustibles, ja que poden produir-se explosions.
- Ús de protecció ocular.
- Ús de protectors auditius.
- L'encarregat d'Obra organitzarà els treballs de manera que el personal que estigui sotmès a

sorolls forts sigui el mínim imprescindible.

- Senyalitzar l'obligació d'utilitzar els corresponents protectors auditius, quan sigui necessari.
- El proveïment de combustible en els dipòsits es farà amb el motor aturat deixant refredar les parts calentes en cas necessari i amb la prohibició expressa de fumar quan es desenvolupen aquestes operacions.
- Per a la utilització de la radial es preveurà la direcció de sortida d'espurnes i han d'estar lliure de material combustible, inflamable o vegetació.
- El compressor ha de tenir un correcte manteniment, estant prou allunyat de les zones de treball i mantenint les seves carcasses convenientment tancades. Les mànegues i unions han d'estar en bon estat.
- A l'obra es disposarà d'extintors d'incendis.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Ulleres per a protecció ocular.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Protectors auditius.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.5. SOROLLS

FACTORS CAUSALS

- Realització de treballs en les proximitats de maquinària en funcionament.
- Soroll de Compressor.
- Utilització d'eines i maquinària manual.
- Permanència en les proximitats de maquinària en funcionament.

MESURES PREVENTIVES.

- Ús de protectors auditius.
- Utilització de Compressor insonoritzat donada la proximitat d'un nucli urbà proper.
- L'encarregat d'Obra organitzarà els treballs de manera que el personal que estigui sotmès a sorolls forts sigui el mínim imprescindible.
- Senyalitzar l'obligació d'utilitzar els corresponents protectors auditius, quan sigui necessari.
- Es prohibeix llevar la carcassa de protecció de les màquines.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.

- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Protectors auditius.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.6. INCENDIS

FACTORS CAUSALS.

- Utilització de grup electrogen.
- Espurnes procedents dels talls realitzats amb la radial.

MESURES PREVENTIVES.

- L'encarregat d'Obra o, si no la Direcció d'Obres, a la vista de les condicions atmosfèriques regnants podrà determinar la paralització temporal dels treballs.
- Senyalitzar l'obligació d'utilitzar els corresponents mitjans d'extinció, quan sigui necessari.
- Els talls es realitzaran en zones allunyades de materials combustibles.
- El grup electrogen comptarà amb presa de terra i diferencials.
- El proveïment de combustible en els dipòsits es farà amb el motor aturat deixant refredar les parts calentes en cas necessari i amb la prohibició expressa de fumar quan es desenvolupen aquestes operacions.
- Per a la utilització de la radial es preveurà la direcció de sortida d'espurnes i han d'estar lliure de material combustible, inflamable o vegetació.
- El compressor ha de tenir un correcte manteniment, estant prou allunyat de les zones de treball i mantenint les seves carcasses convenientment tancades. Les mànegues i unions han d'estar en bon estat.
- A l'obra es disposarà d'extintors d'incendis.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants protectors.
- Botes de goma de canya alta.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.7. VIBRACIONS

FACTORS CAUSALS.

- Realització de tasques en les proximitats de maquinària en funcionament, compressors, etc.

MESURES PREVENTIVES.

- L'encarregat d'Obra o, si no la Direcció d'Obres, a la vista de les condicions atmosfèriques regnants podrà determinar la paralització temporal dels treballs.
- Senyalitzar l'obligació d'utilitzar els corresponents protectors lumbar, quan sigui necessari.
- Es prohibirà romandre sobre màquines en moviment o en les seves proximitats.
- Els conductors de maquinària procediran a parar el motor de la mateixa quan no estiguin realitzant una tasca concreta, en els temps d'espera, si aquests no són molt prolongats es faran amb el motor aturat.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Protectors auditius.
- Cinturons lumbar de protecció.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.8. CAIGUDES AL MATEIX NIVELL

FACTORS CAUSALS

- Brutícia, manca de neteja i desordre en l'execució dels treballs.
- Distraccions per cansament.
- Utilització de calçat inadequat.
- Terreny irregular i en males condicions de conservació.
- Realitzar les tasques amb pressa i de forma incontrolada.
- No prestar atenció a la presència de companys a la zona on s'està treballant.
- Bromes i actituds impropis.

MESURES PREVENTIVES.

- Usar els equips de protecció individual.
- Mantenir en perfecte estat de neteja l'obra.
- Organitzar les fases de l'obra de manera que sempre que sigui possible separar els accessos de la maquinària dels accessos del personal.
- Eliminar tots els residus.
- Prestar l'atenció a les tasques que es realitzen.
- No transportar càrregues voluminoses que impedeixin una correcta visió.
- Mantenir en tot moment una actitud responsable, no jugar i evitar bromes, poden ser font de greus accidents.
- No córrer, excepte en el cas de perill imminent.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Arnés de Seguretat
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball i d'abric adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Protectors auditius.
- Cinturons lumbar de protecció.

4.2.9. CAIGUDES A DIFERENT NIVELL

FACTORS CAUSALS

- Realització de treballs en alçada.
- Brutícia, manca de neteja i desordre en l'execució dels treballs.
- Distraccions per cansament.
- Utilització de calçat inadequat.
- Terreny irregular i en males condicions de conservació.
- Realitzar les tasques amb pressa i de forma incontrolada.
- No prestar atenció a la presència de companys a la zona on s'està treballant.
- Bromes i actituds imprudents.

4.2.10. MESURES PREVENTIVES.

- Usar els equips de protecció individual.
- Mantenir en perfecte estat de neteja l'obra.
- Organitzar les fases de l'obra de manera que sempre que sigui possible separar els accessos de la maquinària dels accessos del personal.
- Els treballs en alçada els realitzarà personal que no presenti sensibilitat a les altures
- Prestar l'atenció a les tasques que es realitzen.
- No transportar càrregues voluminoses que impedeixin una correcta visió.

- Mantenir en tot moment una actitud responsable, no jugar i evitar les bromes, poden ser una font de greus accidents.
- No córrer, excepte en el cas de perill imminent.
- Es delimitaran clarament les zones on s'està excavant.
- Quan sigui necessari els treballs en altura es realitzaran amb els treballadors subjectes amb arnès de seguretat.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Arnès de Seguretat
- Dos punts d'ancoratge (doble corda)
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Protectors auditius.
- Cinturons lumbar de protecció ...
- Cinturons de seguretat.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.11. XAFADES SOBRE OBJECTES

FACTORS CAUSALS

- Brutícia, manca de neteja i desordre en l'execució dels treballs.
- Distraccions per cansament.
- Terreny irregular i abrupte.
- Caminar sobre els elements descarregats, malles, material, etc.

MESURES PREVENTIVES.

- Usar els equips de protecció individual adequats.
- Mantenir l'ordre i l'organització en totes les fases d'execució de les obres.
- Mantenir els accessos per al personal en bon estat de neteja.
- Delimitar clarament les zones destinades a la descàrrega de materials han d'estar organitzades, evitant l'haver de caminar sobre els materials.
- No realitzar les tasques en posició forçada.
- No s'ha de permetre el deixar abandonades les eines manuals a terra, excepte quan s'estan utilitzant.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.

- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons lumbar de protecció.
- Arnés i Cinturó de seguretat.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.12. PROJECCIÓ DE FRAGMENTS O PARTÍCULES

FACTORS CAUSALS

- Realització de tasques d'oxitall.
- L'excavació en terreny rocós amb maquinària pesada.
- Utilització d'eina inadequada o en mal estat de conservació.
- Realització de trepants en terreny rocós.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció individual adequat a les tasques que s'estan realitzant en cada moment, en especial les ulleres de protecció facial o ocular i el bus de treball complet sense tallar-li les mànigues o els camals, les projeccions de partícules són objectes diminuts i punyents que poden impactar en qualsevol part del cos.
- No s'ha de romandre prop de la maquinària pesada quan estigui realitzant les tasques d'excavació en roca ripable.
- La maquinària d'ús manual, barrenadores, trepants, etc., que es manegen amb prudència i mai han de ser forçades en el seu maneig.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Ulleres antiimpacte o de protecció facial.
- Pantalla de soldador.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.13. COPS

FACTORS CAUSALS

- Utilització d'eina d'ús manual.
- Imperícia en el maneig de l'eina.
- Manca d'atenció en les tasques que s'estan executant.
- Ús imprudent de l'eina d'ús manual.
- Utilització d'eina inadequada a les tasques que s'estan realitzant.
- Acumulació de personal en un mateix punt de treball.
- Manca d'organització en l'obra.
- Adoptar postures inadequades a la feina.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció individual adequat a les tasques que s'estan realitzant en cada moment.
- Les eines d'ús manual han de ser utilitzades Per personal expert en el seu maneig i que conegui perfectament el seu funcionament i els perills que el seu ús comporta.
- Organitzar les diferents fases d'execució dels treballs de forma que no concorrin dos oficis en el mateix punt i en el mateix moment o si s'escau, l'encarregat d'Obra coordinarà aquests treballs de manera que no hi hagi interferència.
- Les eines han d'estar en bon estat de conservació.
- Es procedirà a retirar de l'ús tota aquella eina que presenti esquerdes, cops, fissures o trencaments.
- L'encarregat dels treballs vigilés que s'utilitzi l'eina adequada a cada tasca.
- No es permetrà forçar les eines més enllà de les seves possibilitats, en especial està prohibit suplementar per augmentar el braç de palanca, o bolcar-se sobre elles per augmentar la pressió.
- No es treballarà dins de l'àrea d'influències de les màquines o de les càrregues suspeses, excepte cas estrictament necessari i fent ús del casc protector.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball, adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Ulleres antiimpacte o de protecció facial.
- Pantalla de soldador.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.14. SOBREESFORÇOS

FACTORS CAUSALS

- Adoptar postures de treball inadequades.
- Cansament.
- Transport manual de càrregues excessivament pesades o voluminoses.
- Actituds ostentoses i imprudents.
- Realitzar les tasques de forma desorganitzada.
- Altres.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció individual.
- Evitar la realització de les tasques adoptant postures forçades i inadequades.
- Ordre i neteja en l'obra.
- Realitzar els descansos adequats.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Ulleres antiimpacte o de protecció facial.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.15. CAIGUDA D'OBJECTES EN MANIPULACIÓ

FACTORS CAUSALS

- Realitzar transports manuals de càrregues.
- Fallada de les subjeccions.
- Ús de mitjans d'amarratge inadequats.
- Utilització de maquinària per a suspendre càrregues que no siguin l'adequada.

MESURES PREVENTIVES

- Les càrregues voluminoses o molt pesades han de ser transportades dins de l'obra amb els mitjans mecànics adequats, amb els amarratges necessaris i les velocitats apropiades per evitar desplaçaments.
- Els transports manuals de càrregues han de ser el més curts possibles. El procés de càrrega i descàrrega s'ha de fer adoptant les postures adequades.
- Durant la realització de treballs en altures les càrregues suspeses han de estar-ho amb els

suficients mitjans de seguretat.

- En aquest tipus de treballs dels mitjans de subjecció de les càrregues han de ser independents dels mitjans de subjecció de les persones.
- Quan es realitzin treballs en alçada no es permetrà la permanència de persones sota, que es puguin veure afectades per la caiguda accidental de qualsevol objecte o eina.
- Els ganxos disposaran de pestell de seguretat i serà adequats per a les càrregues a moure.
- Les eslingues i cabrestants disposaran d'homologació i hauran de ser adequades a les càrregues a moure.
- No hauran d'executar treballs superposats a diferent nivell.
- S'utilitzarà la barrera dinàmica existent com a protecció, de manera que el descens i ascens tant de persones com de materials es realitzarà a la vertical on se situa aquesta barrera existent (s'iniciarà l'execució ampliant aquesta barrera).

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Ulleres antiimpacte o de protecció facial.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Arnés de seguretat

4.2.16. CORTS

FACTORS CAUSALS

- No utilitzar el calçat de protecció adequat, (de platja, sandàlies, etc.).
- No utilitzar les peces de protecció individual adients a les tasques.
- Desordre i falta de neteja en l'obra.
- Manca d'atenció.
- Cansament.
- Actituds imprudents.
- Ús de materials que poden resultar tallants, com radials, esmoladores, malles metàl·liques, tensors, etc.
- Altres.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció adequat a la tasca que s'està realitzant en cada moment.
- Senyalització de l'ús obligatori de botes de seguretat amb la plantilla reforçada.
- Prestar l'atenció a les tasques que s'estan realitzant.
- L'encarregat vigilarà que totes les peces de seguretat estiguin completes i no deixen sense protegir alguna part del cos i que no hagin estat voluntàriament modificades per a una

"comoditat" més aparent.

- S'utilitzaran esmoladores amb resguards a la part superior del disc i així mateix s'utilitzaran guants de resistència mecànica

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.

- Guants reforçats per evitar talls.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.17. ATROPELLAMENT PER VEHICLES EN MOVIMENT

FACTORS CAUSALS

- Utilització de maquinària pesada, pales excavadores, camions, dúmpers, etc.
- Usos dels mateixos accessos per a les persones i per a la maquinària.
- Actituds imprudents i temeràries de les persones.
- Velocitat inadequada dels vehicles.
- Maniobres sorprenents de la maquinària.
- Permanència en les proximitats de maquinària en moviment.
- Realització de tasques en les rodalies de maquinària en moviment.
- Coincidència de personal treballant i maquinària, en el mateix punt i en el mateix moment.
- Falta d'atenció o distracció.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció individual adequat i de colors visibles.
- Tot el personal que manegi maquinària pesada serà especialista en el maneig i estarà en possessió de la corresponent acreditació.
- Ordre i organització de les obres.
- Separar els accessos de les persones i de les màquines.
- Si l'anterior no és possible s'ha d'organitzar les tasques de manera que hi hagi la menor interferència possible entre màquines i el personal.
- Es prohibeix la permanència de persones dins del radi d'acció de la maquinària en moviment; la visibilitat d'aquesta maquinària és reduïda en un entorn petit.
- Es senyalitzaran els accessos de la maquinària als diferents punts de treball, senyalitzant la presència de treballadors.
- Es prohibeix el transport fora de la cabina del conductor i en nombre superior als seients de l'interior.

- Les operacions de càrrega i descàrrega seran dirigides per l'encarregat d'Obra i serà l'encarregat d'autoritzar les maniobres quan comprovi que no interfereixi amb el personal.
- Tots els vehicles utilitzats en l'obra, per a les operacions d'excavació, rebliment i compactat estaran dotats de botzina automàtica de retrocés i marxa enrere.
- Els vehicles pesats aniran proveïts de cabina de seguretat i protecció en cas de bolcada.
- Els treballadors aniran proveïts en tot moment de Armilla reflectant.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Arnés de seguretat
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.
- Armilla reflectant

4.2.18. LLISCAMENT DE TERRES

FACTORS CAUSALS

- Males condicions del terreny.
- Fallada en la capacitat resistent del terreny.
- Aparició d'inestabilitats en el front d'excavació.
- Vibracions produïdes pels camions i les excavadores.
- Realitzar les excavacions sense la necessària precaució.
- No respectar les pendents aconsellables en l'excavació dels talussos.
- Altres.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció individual adequats.
- Abans de l'inici de les operacions d'excavació, o de la represa de les mateixes el front del talús serà revisat per l'encarregat d'Obra, qui després de l'examen d'ordenar el començament o la paralització de les obres.
- El front d'excavació no sobrepassarà en més d'un metre el braç de la màquina.
- Es paraitzarà qualsevol treball que s'estigui realitzant al peu d'un talús si s'observen senyals d'inestabilitat.
- Durant les tasques d'excavació es disposarà de vigilància activa permanent per observar el comportament del front d'excavació.
- Es procedirà a canalitzar totes les emanacions d'aigua que poguessin aparèixer, ja que poden ocasionar la inestabilitat del talús.
- El desplaçament dels vehicles pels accessos es realitzarà amb la velocitat adequada i amb la

càrrega perfectament equilibrada.

- Totes aquelles que aconsellen la bona pràctica de les operacions o l'experiència en treballs i terrenys similars.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Arnés de seguretat
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.19. COL·LISIÓ DE MÀQUINES EN MOVIMENT

FACTORS CAUSALS

- Manca d'organització en els treballs.
- No respectar unes distàncies de seguretat.
- Imperícia o imprudència dels conductors.
- Atendre senyals contradictoris.
- Funcionament defectuós de la maquinària.
- Velocitats inadequades.
- Utilització d'un nombre de vehicles inadequats a les característiques del lloc dels treballs.
- Manca de senyalització.

MESURES PREVENTIVES

- Organitzar les diferents tasques de forma ordenada i adequada a les condicions del lloc on es realitzen les obres.
- Les tasques de càrrega i descàrrega seran dirigides pel capatàs, per evitar interferència.
- Tota la maquinària pesada present en les obres disposaran de botzina automàtica de retrocés i marxa enrere.
- Tots els vehicles i maquinària pesada que s'utilitzi en l'obra funcionés correctament i tindrà la documentació que l'acrediti, ITV, etc.
- Si fos necessari realitzar senyals, ho farà UNA PERSONA i farà servir el codi de senyals habitual comprensible per tot el personal i conductors.
- Es evités l'acumulació de mitjans mecànics innecessaris en un mateix lloc de treball.
- S'utilitzaran els mitjans adequats per a garantir un rendiment en les tasques sense comprometre la mobilitat.
- Els treballadors aniran proveïts en tot moment d'armilles reflectants.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Armilla reflectant
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.20. GIR DE MAQUINÀRIA

FACTORS CAUSALS

- Manca d'organització en els treballs.
- No respectar unes distàncies de seguretat.
- Imperícia o imprudència dels conductors.
- Atendre senyals contradictoris.
- Funcionament defectuós de la maquinària.
- Velocitats inadequades.
- Utilització d'un nombre de vehicles inadequats a les característiques del lloc dels treballs.
- Manca de senyalització.

MESURES PREVENTIVES

- Organitzar les diferents tasques de forma ordenada i adequada a les condicions del lloc on es realitzen les obres.
- Les tasques de càrrega i descàrrega seran dirigides pel capatàs, per evitar interferència.
- Tota la maquinària pesada present en les obres disposaran de botzina automàtica de retrocés i marxa enrere.
- Tots els vehicles i maquinària pesada que s'utilitzi en l'obra funcionés correctament i tindrà la documentació que l'acrediti, ITV, etc.
- Si fos necessari realitzar senyals, ho farà UNA PERSONA i farà servir el codi de senyals habitual comprensible per tot el personal i conductors.
- Es evités l'acumulació de mitjans mecànics innecessaris en un mateix lloc de treball.
- S'utilitzaran els mitjans adequats per a garantir un rendiment en les tasques sense comprometre la mobilitat.
- Quan hi hagi desmunts, la circulació es limitarà a una distància mínima de dos metres del mateix, instal·lant topalls, prou eficaços per a l'execució de maniobres.
- Les màquines estaran dotades dels adequats sistemes de seguretat, de manera que els impedeixi realitzar esforços causants de bolcades.
- Evitar excessos de càrrega i el mal repartiment de la mateixa en la maquinària d'obra i els vehicles de transport.

- Els treballadors aniran proveïts en tot moment de Armilla reflectant.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Armilla reflectant
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.21. PROBLEMES DE CIRCULACIÓ INTERNA DE L'OBRA

FACTORS CAUSALS

- Manca d'organització en els treballs.
- No respectar unes distàncies de seguretat.
- Imperícia o imprudència dels conductors.
- Atendre senyals contradictoris.
- Funcionament defectuós de la maquinària.
- Velocitats inadequades.
- Utilització d'un nombre de vehicles inadequats a les característiques del lloc dels treballs.
- Manca de senyalització.

MESURES PREVENTIVES

- Organitzar les diferents tasques de forma ordenada i adequada a les condicions del lloc on es realitzen les obres.
- Les tasques de càrrega i descàrrega seran dirigides per l'Encarregat d'Obra, per evitar interferència.
- Tota la maquinària pesada present en les obres disposaran de botzina automàtica de retrocés i marxa enrere.
- Tots els vehicles i maquinària pesada que s'utilitzi en l'obra funcionarà correctament i haurà la documentació que l'acrediti, ITV, etc.
- Si fos necessari realitzar senyals, ho farà UNA PERSONA i farà servir el codi de senyals habitual comprensible per tot el personal i conductors.
- S'evitarà l'acumulació de mitjans mecànics innecessaris en un mateix lloc de treball.
- S'utilitzaran els mitjans adequats per a garantir un rendiment en les tasques sense comprometre la mobilitat.
- Els treballadors aniran proveïts en tot moment de Armilla reflectant.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Armilla reflectant
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.22. CONTACTES ELÈCTRICS

FACTORS CAUSALS

- Conduccions elèctriques enterrades
- No respectar les distàncies de seguretat.
- Manipulació de la maquinària quan està en funcionament.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització dels equips de protecció individual adequats a la tasca que s'està realitzant.
- El grup electrogen disposarà de les proteccions necessàries per al compliment del REBT com ara la presa de terra, diferencials, etc.
- Els cables elèctrics disposaran d'aïllament en perfecte estat en tot el seu recorregut i les eines seran de doble aïllament.
- No s'utilitzaran eines elèctriques en zones mullades, amb pluja, etc.
- Si accidentalment es produís un contacte elèctric d'una màquina aquesta romandrà parada i senyalitzada fins que el personal expert determini la forma d'actuació.
- No s'ha de procedir a realitzar reparacions en les màquines quan encara estan en funcionament, és obligatori aturar-les i treure la clau de contacte.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.

4.2.23. RISCOS A TERCERS

FACTORS CAUSALS

- Irrupció de persones estranyes a l'obra.
- Accés a l'obra de subcontractistes particulars.
- Realització de visites a l'obra per personal que habitualment no està en elles.

MESURES PREVENTIVES

- Tot i que les actuacions previstes en el projecte constructiu es desenvolupen en el camp, l'encarregat d'Obra vigilarà l'accés d'estranyes al lloc de l'obra.
- Evitar que curiosos del lloc romanguin en les proximitats de l'obra, i molt menys dins del radi d'acció de les màquines, o en aquells punts en els quals la seva presència pot suposar un risc per a les obres o per a ells mateixos.
- Senyalitzar mitjançant cartells les obres, recordant la prohibició de l'accés a la mateixa de tot personal aliè a ella.
- A mesura que els operaris avancin, han d'inspeccionar els talussos per si existissin fragments de roca que poguessin desprendre, podent sanejar en aquest supòsit.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.24. PUNXADES AMB OBJECTES PUNXANTS

FACTORS CAUSALS

- No utilitzar el calçat de protecció adequat, (de platja, sandàlies, etc.).
- No utilitzar les peces de protecció individual adients a les tasques.
- Desordre i falta de neteja en l'obra.
- Manca d'atenció.
- Cansament.
- Actituds imprudents.
- Ús de materials metàl·lics que poden resultar punxants, com malles metàl·liques, tensors, etc.
- Altres.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització de l'equip de protecció adequat a la tasca que s'està realitzant en cada moment.
- Senyalització de l'ús obligatori de botes de seguretat amb la plantilla reforçada.
- Prestar l'atenció a les tasques que s'estan realitzant.
- L'encarregat vigilarà que totes les peces de seguretat estiguin completes i no deixen sense protegir alguna part del cos i que no hagin estat voluntàriament modificades per a una "comoditat" més aparent.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Guants reforçats per evitar punxades.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.25. CAIGUDES D'OBJECTES I ELEMENTS SOLTS

FACTORS CAUSALS

- Inestabilitat de certs elements.
- Fallada de la capacitat porten et del terreny.
- No respectar les pendents dels talussos.
- Realitzar les tasques d'excavació sense la deguda precaució.

MESURES PREVENTIVES

- Abans del començament dels treballs el tall serà examinat per l'encarregat d'Obra, qui una vegada examinat donarà l'ordre de sortida i per on.
- Abans de la represa dels treballs al començament de la jornada, el front d'excavació serà revisat per l'encarregat d'Obra, qui donarà ordre de sortida dels treballs o la seva paralització si és el cas.
- Durant les tasques de sanejament dels talussos ningú ha d'estar al peu del talús o sota la vertical de la màquina.
- Durant les fases de càrrega del material en els camions, l'encarregat vigilarà que no hi ha personal sota que pugui rebre l'impacte d'algun element caigut a la cullera.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Arnés de seguretat
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Ulleres antiimpacte o de protecció facial.
- Cinturons de protecció lumbar.
- Altres que es considerin necessaris.

4.2.26. ATRAPAMENT PER O ENTRE OBJECTES

FACTORS CAUSALS

- Circular a les proximitats de càrregues o elements en moviment.
- Romandre a les proximitats de maquinària en moviment o treballant.
- No atendre als senyals de retrocés de la maquinària.
- Imprudència.
- Manca d'atenció.
- Cansament.

MESURES PREVENTIVES

- Utilització dels equips de protecció individual visibles i apropiats a les tasques que s'estan realitzant.
- Es prohibirà caminar sobre les càrregues dipositades en el terreny, com ferralla, material, etc
- El tibat dels bulons s'ha de fer amb la precaució necessària per evitar que algú pugui tenir atrapada una mà.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Casc de protecció.
- Calçat de treball adequat a les tasques a realitzar.
- Roba de treball adequada a les condicions.
- Vestit d'aigua per temps plujós.
- Guants antilliscants.
- Botes de goma de canya alta.
- Roba d'abric adequada a les condicions.
- Cinturons de protecció lumbar.

4.3. INSTAL·LACIONS D'HIGIENE I BENESTAR

Es disposarà de caseta de serveis higiènics i vestuaris en obra, comptant amb les escomeses necessàries d'electricitat, abastament i sanejament.

Hi haurà com a mínim, una farmaciola de primers auxilis que es revisarà mensualment, sent reposat immediatament el material consumit.

Es tindrà permanentment una llitera a l'obra per al trasllat de possibles accidentats.

S'instal·larà un tauler d'anuncis, en lloc visible, on es col·locaran els telèfons d'interès, vies d'evacuació i tots aquells avisos referents a la seguretat de l'obra.

Els telèfons a col·locar seran els següents:

- Centre de Salut 971356942
- Hospital 971487000
- Telèfon d'emergències 112
- Guàrdia Civil 062

4.4. ACCIDENTS IN ITINERE

S'ha de tenir en compte la probabilitat d'accidents en itinere causa de la configuració de les carreteres que serveixen d'accés a l'obra.

S'haurà conscienciar tots els operaris que participin en l'execució d'aquest Projecte, de la necessitat de complir la legislació vigent en matèria viària, així com de circular a una velocitat moderada i ajustada a les condicions meteorològiques i l'estat de la carretera.

Els vehicles utilitzats, tant d'empresa com privats, han d'haver passat les corresponents revisions indicades pel fabricant, presentant un bon estat de conservació.

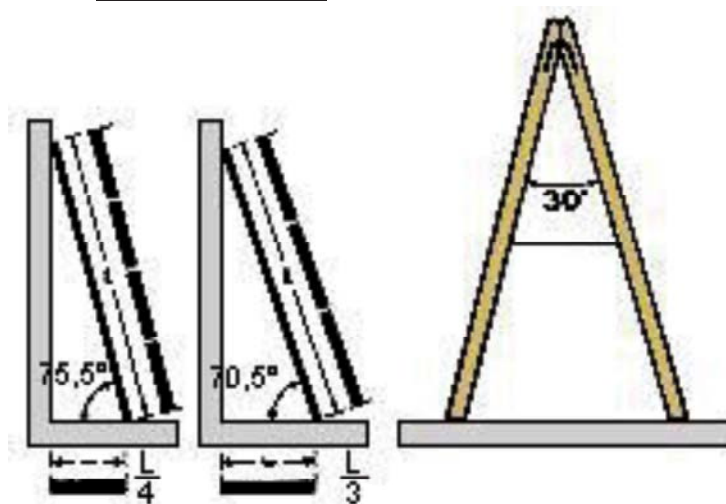
4.5. SENYALS A COL·LOCAR EN L'OBRA

4.5.1. Senyals

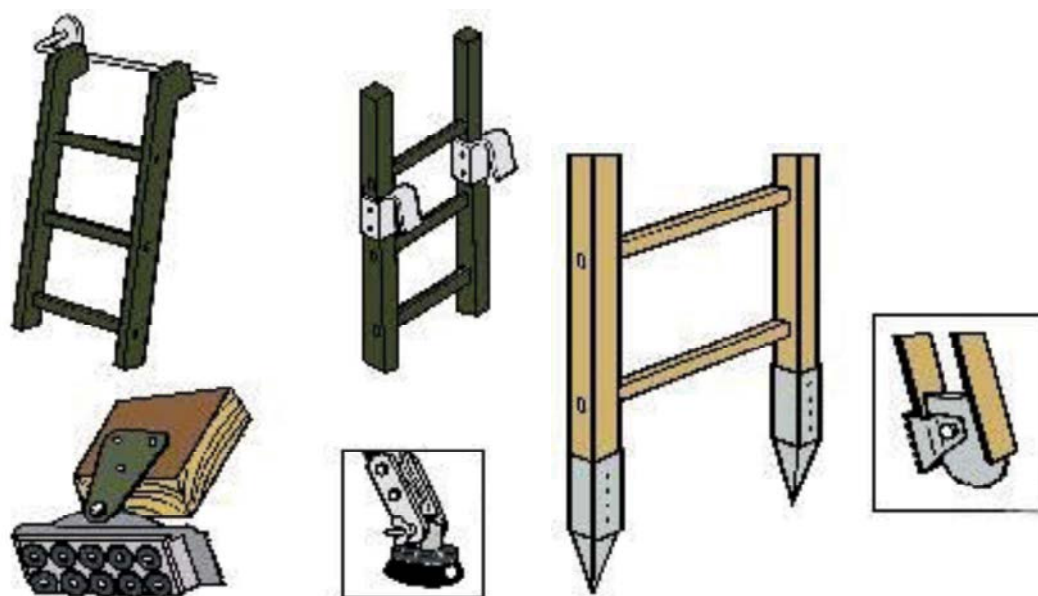




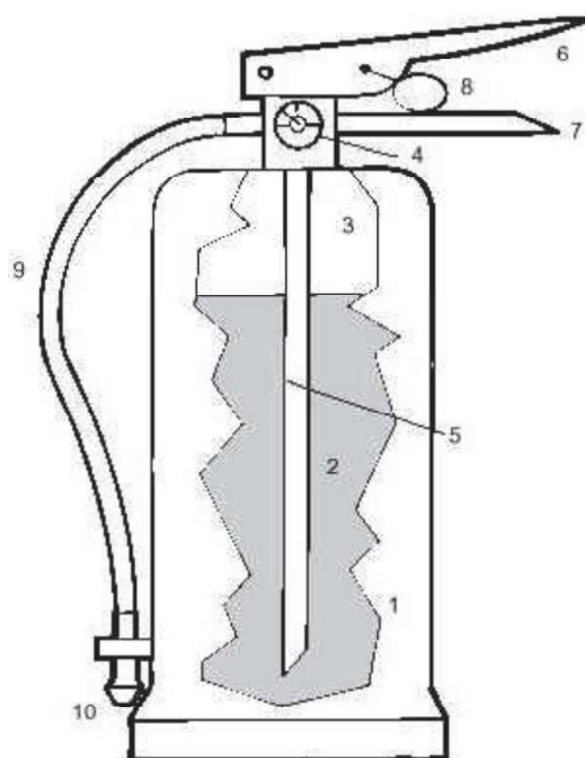
4.5.2. ESCALES DE MÀ



inclinación correcta



4.5.3. EXTINTOR



- 1.- Cos de l'extintor
- 2.- Agent extintor
- 3.- Agent impulsor
- 4.- Manòmetre
- 5.- Tub sonda de sortida

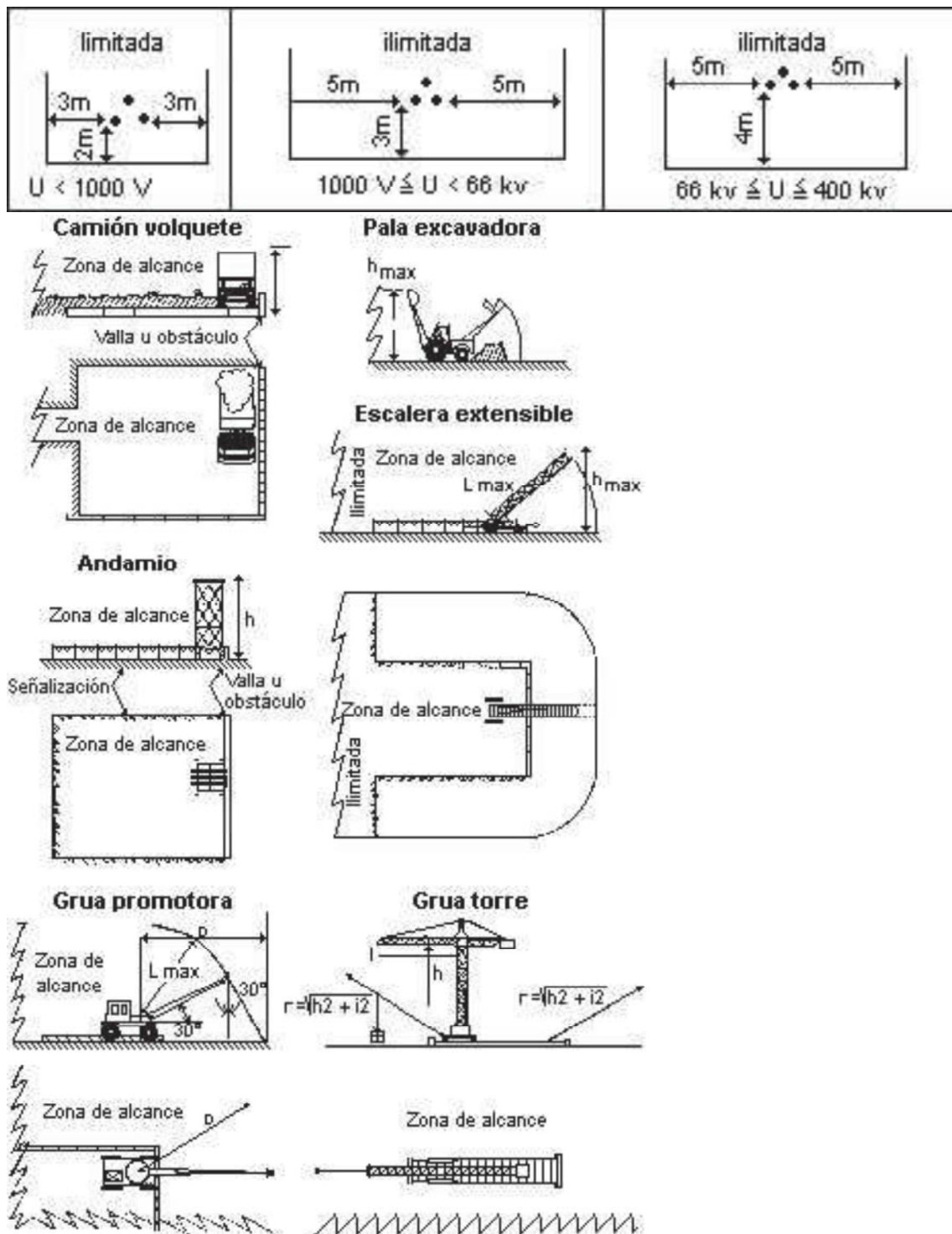
- 6.- Maneta palanca d'accionament
- 7.- Maneta fixa
- 8.- Passador de seguretat
- 9.- Mànega
- 10.- Boca de mànega

4.5.4. POTECCIÓ CONTRA CONTACTES ELÈCTRICS

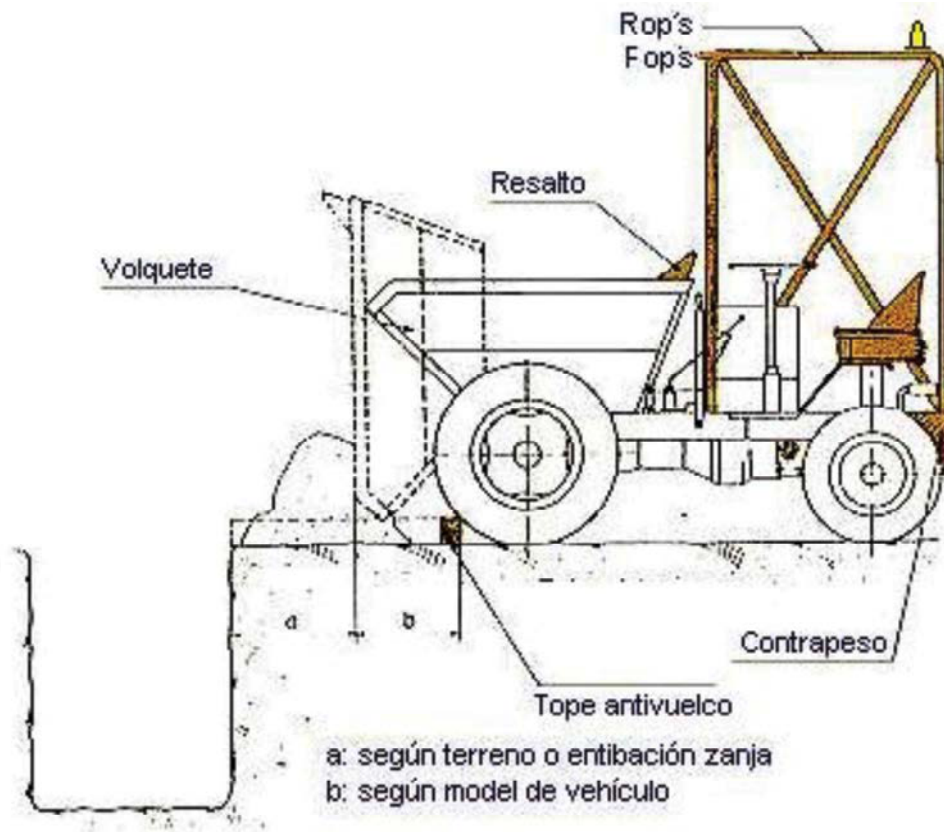
	Fiabilidad de sistemas		
	Sistemas de protección ordenados de mayor a menor fiabilidad		Símbolo
Sistemas clase A	1	Tensiones de seguridad.	
	2	Separación de circuitos.	
	3	Doble aislamiento.	
Sistemas clase B	4	Puesta a tierra de las masas con diferencial de alta sensibilidad. Puesta a neutro de las masas con diferencial de alta sensibilidad.	
	5	Puesta a tierra de las masas, diferenciales. Puesta a neutro. Neutro aislado. Puesta a tierra con dispositivos de tensión de defecto.	
	6	Diferenciales de alta sensibilidad sin puesta a tierra. Dispositivo de tensión de defecto sin puesta a tierra.	

Aplicación de los sistemas				
Tipo de receptor Emplazamiento	Fijo 	Móvil 	Portátil 	Alumbrado portátil
Seco $U_s \leq 50 \text{ V}$				
Húmedo $U_s \leq 24 \text{ V}$				
Mojado $U_s \leq 24 \text{ V}$				
Conductor Seco $U_s \leq 24 \text{ V}$				
Conductor mojado $U_s \leq 24 \text{ V}$				
Sumergido $U_s \leq 12 \text{ V}$				

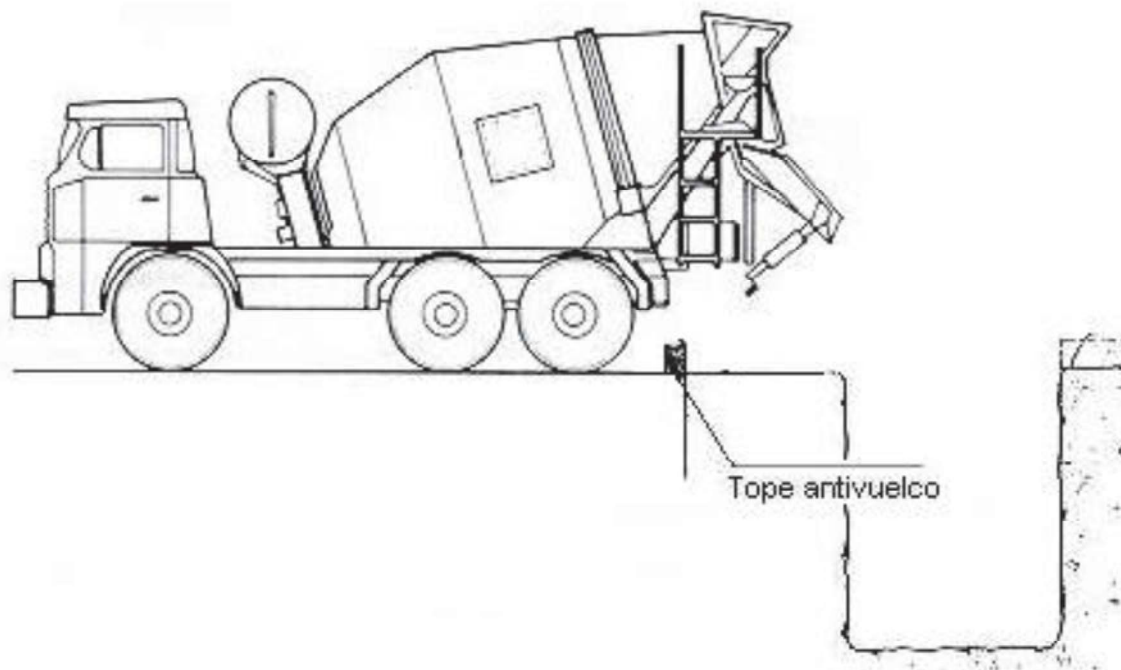
4.5.5. TREBALL EN PRESENCIA DE LÍNIES ELÈCTRIQUES



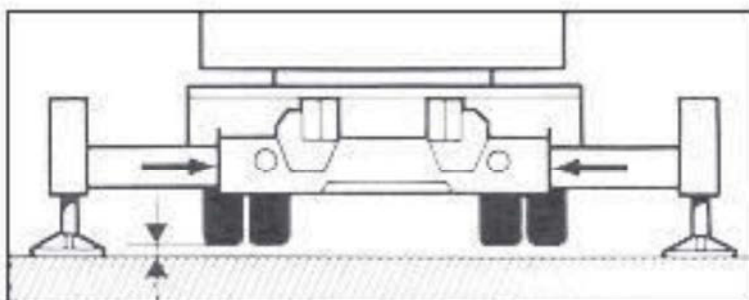
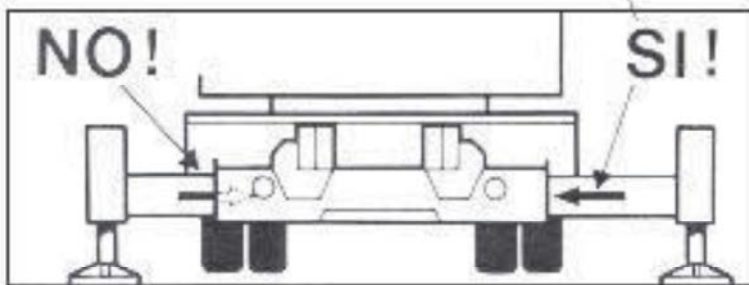
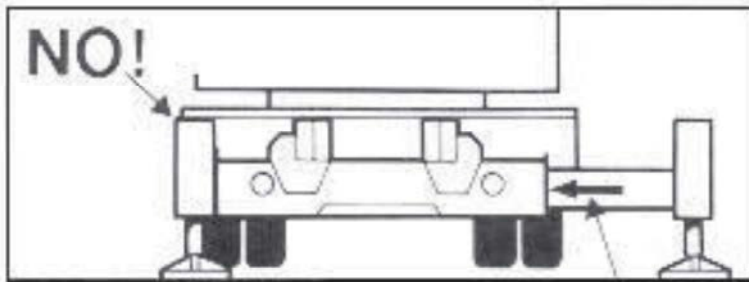
4.5.6. DUMPER

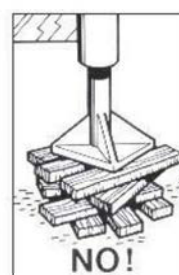
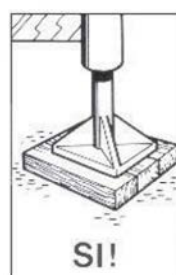
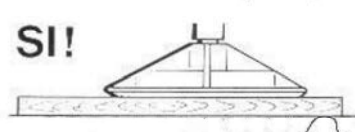
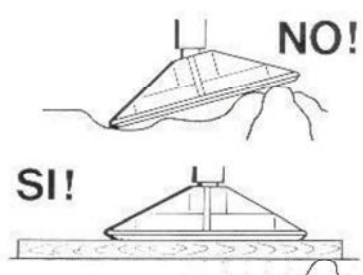
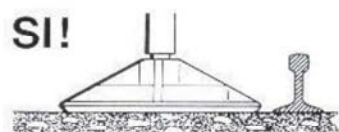
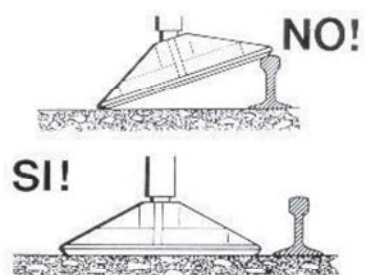
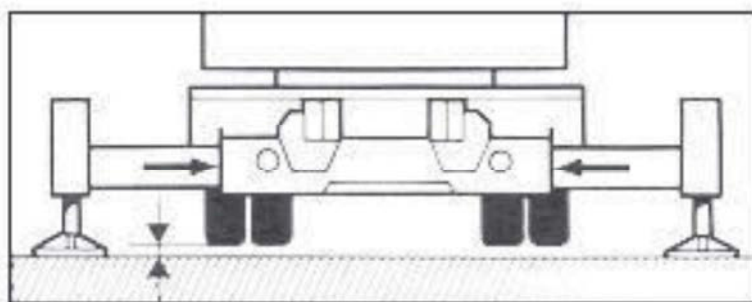
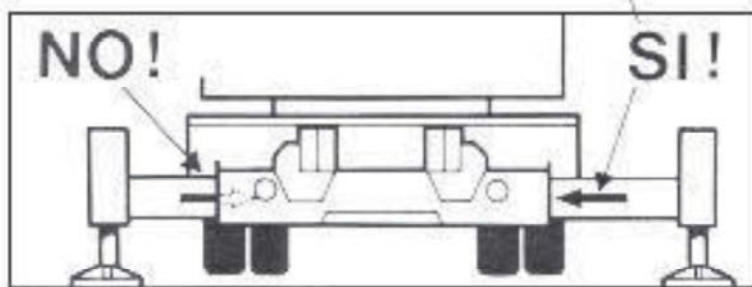
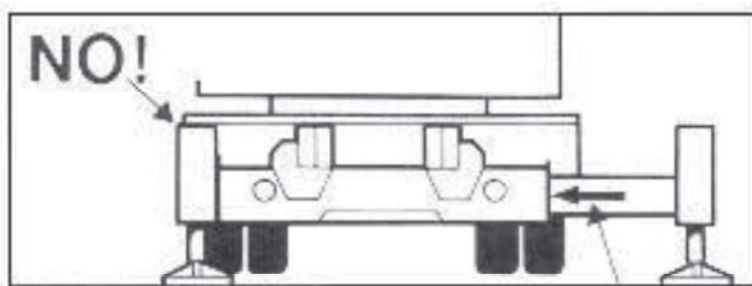


4.5.7. TOPALLS



4.5.8. GRUA MÒBIL



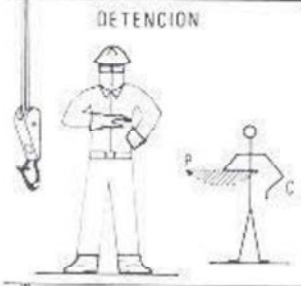
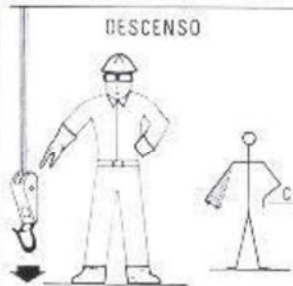
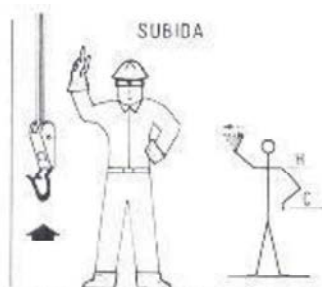


4.5.9. SENYALS PEL MANEIG DE GRUES

Señales para manejo de gruas

Norma **UNE 003.**

MUÑECO TIPO **UNE.**



Señales acústicas o luminosas de contestación.

Comprendido

Obedezco.....Una señal breve.

Repita

Solicito Órdenes....Dos señales cortas.

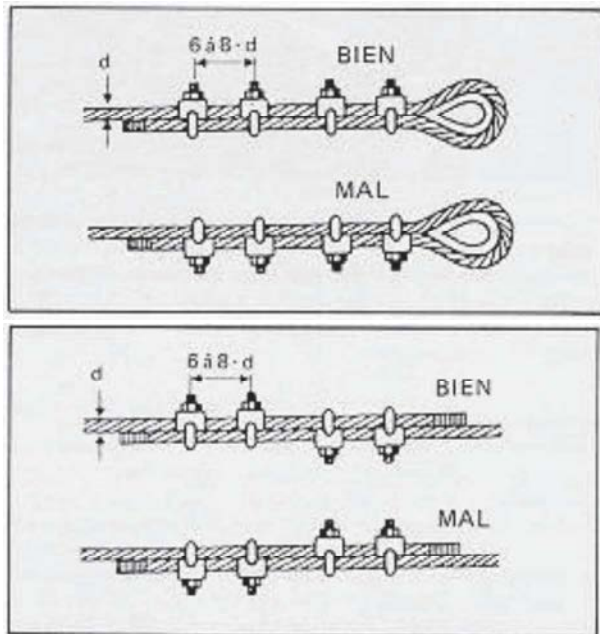
Cuidado

Peligro inmediato.....Señales largas o una continua.

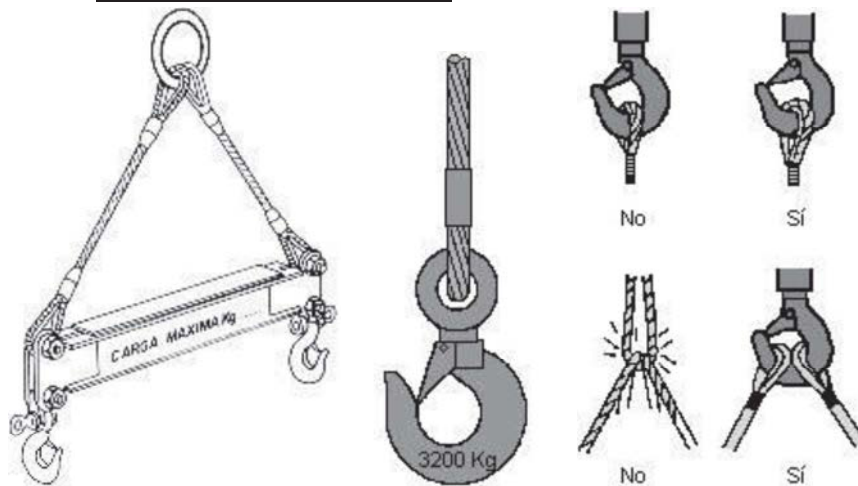
En marcha libre

Aparato desplazándose...Señales cortas.

4.5.10. CABLES I ESLINGUES

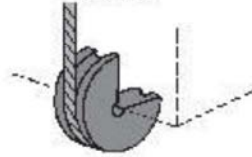
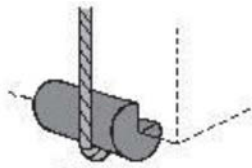
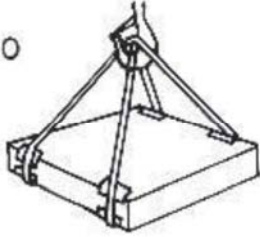


4.5.11. UNIÓ DE CABLES A OBRA

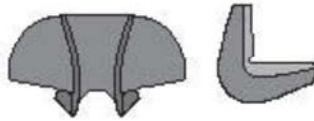
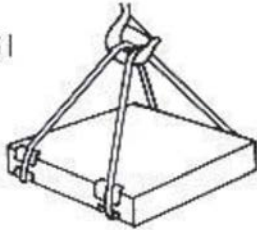


4.5.12. GANXOS D'ELEVACIÓ

NO



SI



4.6. DISPOSICIONS LEGALS D'APLICACIÓ

Són d'obligat compliment les disposicions contingudes en:

- Estatut dels treballadors.
- Llei general de la Seguretat Social.
- Conveni de l'OIT nombre 62, de 23 de juny de 1937. Ratificat per instrument de 12 de Juny de 1958. (BOE 1959.08.20).
- Reial Decret 223/2008 de 15 de Febrer (BOE-A-2008-5269) amb efecte des de 19 de Març de 2010
- Ordre ministerial de 9 de Març de 1971. Ordenança General de Seguretat i Higiene en el treball (capítol IV). (BOE 16 i 1971.03.17).
- Conveni de l'OIT número 155, de 22 de juny de 1981. Ratificat per instrument de 26 de juliol de 1985. (BOE 1985.11.11).
- Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost (B.O.E.- A_2002-18099).
- Reial Decret 1644/2008 de 10 d'Octubre (B.O.E.-A.2008-16387) amb efecte 29 de Desembre del 2009.
- Reial Decret 1407/1992 de 20 de Novembre. Regulació de les condicions per a la comercialització i lliure circulació intracomunitària dels equips de protecció individual. (BOE 28/12/1992).
- Reial Decret 1644/2008 de 10 d'Octubre (B.O.E.-A-2008-16387) amb efecte 29 desembre 2009
- Reial Decret 1630/1992 de 29 de Desembre. Disposicions per a la lliure circulació dels productes de construcció. (BOE 1993.02.09).
- Llei de 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals. (B.O.E. 10-10-95).
- Reial Decret 39/1997, de 17 de Gener. Reglament dels serveis de prevenció. (B.O.E. 31-1-97).
- Reial Decret 485/1997 de 14 d'Abril. Senyalització de Seguretat i Salut en el treball. (B.O.E. 23-4-97).
- Reial Decret 486/1997 de 14 d'Abril. Seguretat i Salut en els llocs de treball. (B.O.E. 23-4-97).
- Reial Decret 487/1997 de 14 d'Abril. Manipulació manual de càrregues amb riscos dors lumbar. (B.O.E. 23-4-97).
- Reial Decret 488/1997 de 14 d'Abril. Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives al treball amb equips que inclouen pantalles de visualització. (B.O.E. 23-4-97).
- Reial Decret 773/1997 de 30 de Maig. Disposicions mínimes de Seguretat i Salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual. (B.O.E. 12-6-97).
- Reial Decret 952/1997 de 20 de Juny. Modificació de la Llei 20/1986 bàsica de residus tòxics i perillosos. (B.O.E. 5-7-97).
- Reial Decret 1215/1997 de 18 de Juliol. Disposicions mínimes de Seguretat i Salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball. (B.O.E. 7-8-97).
- Resolució de l'Adreça Provincial de Treball, Seguretat Social i Assumptes Socials de 23 de juliol de 1997. Conveni col·lectiu de treball per a la construcció i obres públiques del Principat d'Astúries. (BOPA 1997.08.20).
- Reial Decret 1627/1997. Disposicions mínimes de Seguretat i Salut en les obres de construcció (B.O.E. 25-10-97).

- Resolució de la Direcció general de Treball de 30 d'Abril de 1998. Conveni col·lectiu general del sector de la construcció. (BOE 1998.06.04).
- Llei 38/1999 de 5 de novembre, d'ordenació de l'edificació. (BOE 6/11/1999).
- Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric. (BOE 2001.06.21).
- Codi de Circulació.

Altres disposicions oficials relatives a la Seguretat, Higiene i Medicina del Treball, que puguin afectar els treballs que es realitzin en l'obra, així com les posteriors modificacions que entrin en vigor abans, o durant la realització dels treballs.

4.7. CONDICIONS DELS MITJANS DE PROTECCIÓ

S'ha de comprovar que els equips portin el marcatge CE, estiguin acompanyats del seu manual d'ús i siguin adequats per al risc del que han de protegir.

Totes les peces de protecció personal o elements de protecció col·lectiva, tindran fixat un període de vida útil, rebutjant al seu terme.

Quan per les circumstàncies de treball es produeixi un deteriorament més ràpid en una determinada peça o equip, es reposarà aquesta, independentment de la durada prevista o data de lliurament.

Tota peça o equip de protecció que hagi sofert un tracte límit, és a dir, el màxim per al qual va ser concebut (per exemple, un accident serà rebutjat i reposat al moment.

Aquelles peces que pel seu ús hagin adquirit més folgances o toleràncies de les admeses pel fabricant, seran reposades immediatament.

L'ús d'una peça o equip de protecció mai presentarà un risc en si mateix.

4.8. PROTECCIONS PERSONALS

Tot element de protecció personal s'ajustarà a les condicions imposades pel Reial Decret 1407/1992, sempre que existeixi en el mercat.

Es considera d'obligat compliment en aquest Estudi de Seguretat i Salut, amb referència a les peces de protecció personal a utilitzar, la següent Normativa:

- Norma Tècnica Reglamentària M.T.1 - Cascos de seguretat no metàl·lics.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.2 - Protectors auditius.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.3 - Pantalles per soldadors.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.4 - Guants aïllants de l'electricitat.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.5 - Calçat de seguretat contra riscos mecànics.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.6 - Banquetes aïllants de maniobra.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T. 7 - Adaptadors facials.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.8 - Filtres mecànics.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.9 - Mascaretes auto filtrants.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.10 - Filtres químics i mixtos contra amoníac.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.11 - Guants de protecció contra agressius químics.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.12 - Filtres químics i mixtos contra monòxid de carboni.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.13 - Cinturons de seguretat, de subjecció.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.14 - Filtres químics i mixtos contra clor.

- Norma Tècnica Reglamentària M.T.15 - Filtres químics i mixtos contra anhídrid sulfurós.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.16 - Ulleres de muntura tipus universal per a protecció contra impactes.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.17 - Oculars protecció contra impactes.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.18 - Oculars filtrants per a pantalles per a soldadors.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.19 – Cobrir filtres i avant-vidres per a pantalles de soldador.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.20 - Equips de protecció de vies respiratòries: semi autònoms d'aire fresc amb mànega d'aspiració.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.21 - Cinturons de seguretat, de suspensió.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.22 - Cinturons de seguretat, de caiguda.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.23 - Filtres químics i mixtos contra àcid sulfhídric.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.24 - Equips de protecció de vies respiratòries: semi autònoms d'aire fresc amb mànega de pressió.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.25 - Plantilla de protecció enfront de risc de perforació.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.26 - Aïllament de seguretat en eines manuals utilitzades en treballs elèctrics de baixa tensió.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.27 - Botes impermeables.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.28 - Dispositius personals utilitzats en els aparells d'elevació i descens. Dispositius anticaigudes.
- Norma Tècnica Reglamentària M.T.29 - Perxes de salvament per a interiors fins a 66 kV.

4.9. PROTECCIONS COL·LECTIVES

Els elements de protecció col·lectiva s'ajustaran a les característiques fonamentals següents:

- Senyals: Estaran d'acord amb la normativa vigent.
- Tanques autònomes de limitació i protecció. Tindran com a mínim 90 cm d'alçada, estant construïdes a base de tubs metàl·lics. Disposaran de potes per mantenir la seva verticalitat. Les potes han de ser tals que en cas de caiguda de la tanca, no suposin un perill en si mateixes al col·locar-se en posició aproximadament vertical.
- Escales de mà. Complir el que estableix l'article 19 de l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball.
- Límits de desplaçament de vehicles. Es podran realitzar amb un parell de taulons embridats, fixats al terreny per mitjà de rodons clavats a aquest, o d'una altra forma eficaç.
- Cables de subjecció de cinturó de seguretat, els seus ancoratges, suports i ancoratges de xarxes. Tindran suficient resistència per suportar els esforços a què puguin ser sotmesos d'acord amb la seva funció protectora.
- Interruptors diferencials i preses de terra. La sensibilitat mínima dels interruptors diferencials serà per a enllumenat de 30 mA i per força de 300 mA. La resistència de les preses de terra no serà superior a la que garanteixi, d'acord amb la sensibilitat de l'interruptor diferencial, una tensió màxima de 24 V. Es mesurarà la seva resistència periòdicament i, almenys en l'època més seca de l'any.
- Extintors. Seran adequades en agent extintor i mida al tipus d'incendi previsible, i es revisaran cada 6 mesos com a màxim.
- Pòrtics limitadors de gàlib. Disposaran de llinda degudament senyalitzat. Se situaran cartells a

banda i banda del pòrtic anunciant aquesta limitació d'alçada.

- Mitjans auxiliars de topografia. Aquests mitjans tals com cintes, jalons, mires, etc ..., seran dielèctrics, donat el risc d'electrocució per les línies elèctriques.
- Rampes d'accés. Les rampes per al moviment de camions no tindrà pendents superiors al 12% en els trams rectes i el 8% en les corbes.

4.10. SERVEIS DE PROTECCIÓ I FARMACIOLA

Servei tècnic de Seguretat i Salut. L'empresa constructora disposarà de servei de prevenció de riscos laborals que cobreixi les quatre especialitats: seguretat, salut, ergonomia i vigilància de la salut.

Serveis Mèdics. L'empresa constructora disposarà d'un servei mèdic d'empresa concertat amb diverses clíniques privades i hospitals i ambulatoris de l'INSALUD.

Farmaciola. La farmaciola es revisarà mensualment i es reposarà immediatament el consumit.

El contingut mínim de cada farmaciola serà:

- Aigua oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de iode.
- Mercuri-cromo.
- Amoníac.
- Gasa estèril.
- Cotó hidròfil.
- Benes.
- Esparadrap.
- Anti-espasmòdics i Tònics cardíacs d'urgència.
- Torniquets.
- Bosses de goma per aigua i gel.
- Guants esterilitzats.
- Xeringues i agulles per a injectables d'un sol ús
- Termòmetre clínic.
- Pinces.
- Tisoires.

4.11. RESPONSABLE DE SEGURETAT EN OBRA

Es designarà responsable de seguretat de l'obra pel constructor la comesa serà el següent:

Promoure l'interès i cooperació dels treballadors amb vista a la Seguretat i Salut en el Treball.

Comunicar per conducte jeràrquic o, si escau, directament a l'empresari, les situacions de perill que puguin produir-se en qualsevol dels llocs de treball, proposant les mesures que al seu judici s'han d'adoptar.

Examinar les condicions relatives a l'ordre, neteja, ambient, instal·lacions, màquines, eines, etc. i processos laborals en l'obra, i comunicar al Cap d'Obra l'existència de riscos que puguin afectar la vida o la salut dels treballadors a fi, que siguin posades en pràctica les oportunes mesures de prevenció.

Prestar els primers auxilis als accidentats i proveir quant fos necessari perquè rebin la immediata assistència sanitària que l'estat o situació dels mateixos poguessin requerir.

Cada empresa subcontractada designarà, així mateix, un responsable de seguretat.

4.12. COMITÈ DE SEGURETAT I SALUT

Es constituirà el comitè quan el nombre de treballadors a l'empresa contractista superi el previst en l'Ordenança Laboral de Construcció o, si s'escau, quan ho disposi el Conveni Col·lectiu Provincial.

La composició serà la següent:

- Un coordinador
- Un tècnic de seguretat
- Un secretari
- Quatre vocals, d'entre els oficis més significatius.

El seu funcionament s'ajustarà al que preveu la normativa vigent.

En qualsevol cas, cal que el contractista compti amb un tècnic de seguretat, el nom quedarà inscrit en el llibre de Direcció d'Obra. Dit Tècnic de Seguretat prendrà les mesures didàctiques oportunes perquè el personal conegui les normes de seguretat i prevenció mínima.

Les funcions i atribucions d'aquest Comitè seran les següents:

- Promoure l'observança de les disposicions vigents per a la prevenció dels riscos professionals.
- Informar sobre el contingut de les normes de seguretat i salut perquè hagin de figurar en el reglament.
- Realitzar visites, tant als llocs de treball com als serveis i dependències establerts per als treballadors de l'obra, per conèixer les condicions relatives a l'ordre, neteja, ambient, instal·lacions, maquinària, eines i processos laborals, i constatar els riscos que puguin afectar la vida o la salut dels treballadors i informar dels defectes i perills que adverteixin, proposant, si s'escau, l'adopció de les mesures preventives necessàries, i qualsevol altres que consideri oportunes.
- Interessar la pràctica de reconeixements mèdics als treballadors de l'obra, d'acord amb el que disposen les disposicions vigents.
- Vetllar per l'eficaç organització de la lluita contra incendis en el si de l'obra.
- Conèixer les investigacions realitzades pels tècnics de l'empresa sobre els accidents de treball i malalties professionals que en ella es produeixin.
- Investigar les causes dels accidents i de les malalties professionals produïts a l'obra, a fi d'evitar uns i altres, i en els casos greus i especials practicar les informacions corresponents, els resultats donarà a conèixer als representants dels treballadors i a la inspecció Provincial de Treball.
- Tenir cura que tots els treballadors rebin una formació adequada en matèria de seguretat i salut i fomentar la col·laboració dels mateixos en la pràctica i observança de les mesures preventives dels accidents de treball i malalties professionals.
- Cooperar en la realització i desenvolupament de programes i campanyes de seguretat i salut del treball en l'obra, d'acord amb les orientacions i directrius del I.N.S.H.T. i ponderar els resultats obtinguts en cada cas.
- Promoure l'ensenyament, divulgació i propaganda de la Seguretat i Salut, mitjançant cursets i conferències al personal de l'obra, bé directament o bé a través d'institucions oficials o sindicals especialitzades, la col·locació de cartells i d'avisos de seguretat, i la celebració de concursos

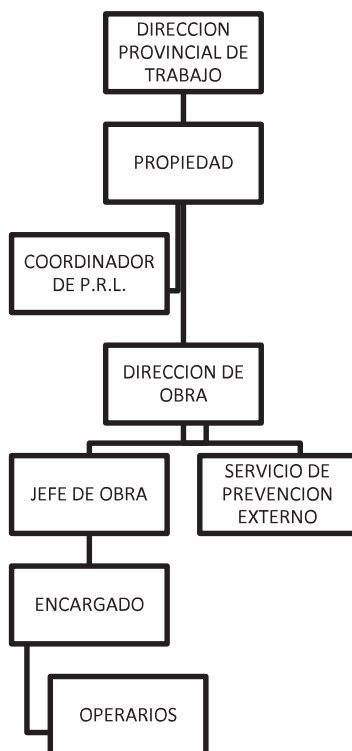
sobre temes i qüestions relatives a aquest ordre de materials.

- Promoure la concessió de recompenses al personal que es distingeixi pel seu comportament, suggeriments o intervenció en actes meritoris, així com la imposició de sancions als que incompleixin normes i instruccions sobre Seguretat i Salut d'obligada observança en el si de l'obra.
- El Comitè es reunirà, almenys mensualment i sempre que els convoqui el seu president per lliure iniciativa o a petició fundada de tres o més dels seus components.
- A la convocatòria es fixarà l'ordre d'assumptes a tractar en la reunió.
- El Comitè, per cada reunió que se celebri, s'estendrà l'acta corresponent, de la que remetràn una còpia als representants dels treballadors.
- Així mateix, enviarn mensualment al delegat de Treball una nota informativa sobre la tasca desenvolupada pels mateixos.
- Les reunions del Comitè de Seguretat i Salut se celebraran dins de les hores de treball i, en cas de prolongar-fora d'aquestes, s'han d'abonar sense recàrrec o es retardarà, si és possible, l'entrada a la feina en el mateix temps, si la prolongació ha tingut lloc durant el descans de migdia.

4.13. INSTAL·LACIONS D'HIGIENE I BENESTAR

Les instal·lacions provisionals d'obra en quant a elements, dimensions i característiques s'atendran al que especifica el Reial Decret 1627/1997 de 24 de Octubre, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.

4.14. ORGANIGRAMA DE P.R.L.



Tant els Sistemes d'Execució com dels riscos inherents als mateixos s'analitzaran al costat de la DO i es tindran en compte els possibles riscos i mesures correctores dels mateixos.

5. PRESSUPOST

Precios unitarios

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

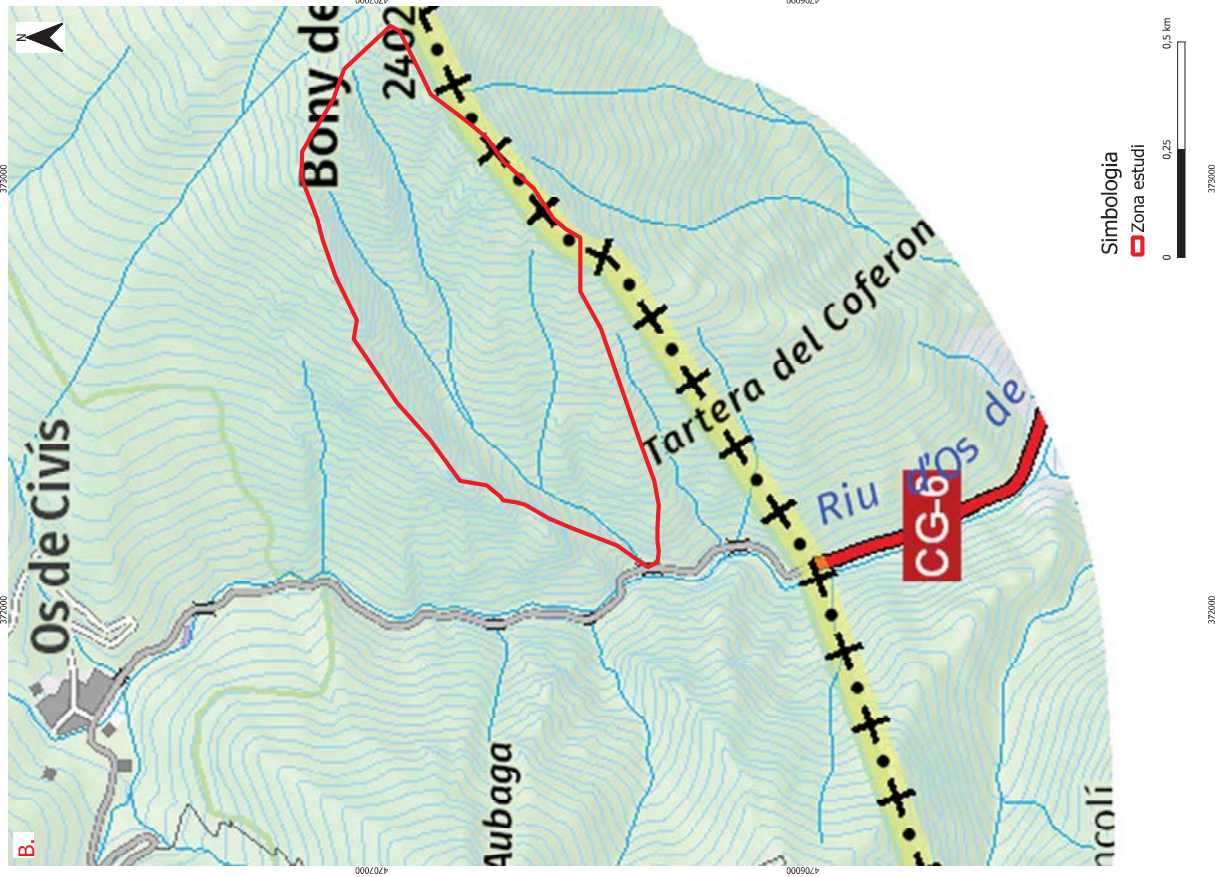
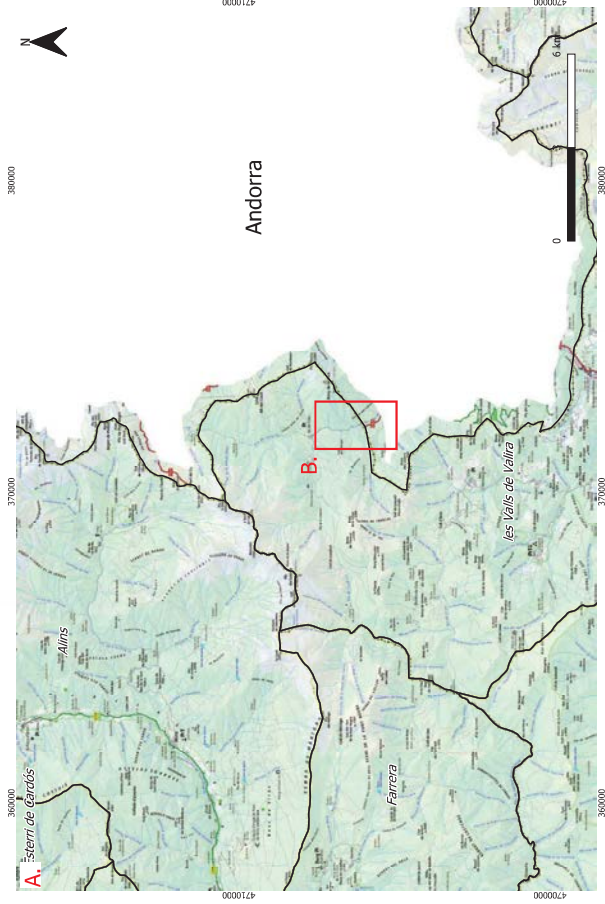
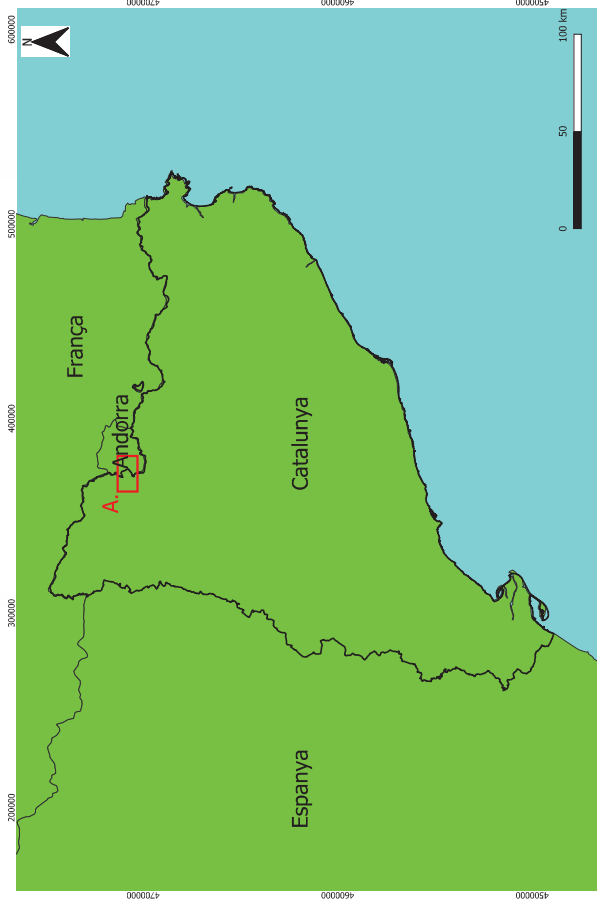
CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
H0BN01	U	Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives. Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives.			
Materiales					
H1523231	30,00000 m	Barana prot.,perím.sost.,h=1m,travesser sup.+intern.tub metàl.2,3'',sòcol post fusta,fix.suports mun	8,14	244,20000	
H151A1K1	75,00000 m2	Protecció horitz.obertur.,xarxa prot.caig.,fil trenat,D=4mm,80x80mm,corda perim.poliàm.,D=12mm,nuada	7,22	541,50000	
H1485800	2,00000 u	Armillà reflectant,tires reflect.cint./pit/esqu.	15,94	31,88000	
H1481343	3,00000 u	Granota treb.p/constr.obres lineals,polièst./cotó (65%-35%),groc,trama 240,butxa.int.+tires reflect.	78,72	236,16000	
H147L025	3,00000 u	Ap.ancoratge p/prot.individ.caiguda alç.tac químic	29,69	89,07000	
H147D501	3,00000 u	Sistema anticaiguda amb arnès anticaiguda+tirants,incorp.subsist.tipus absorbent	256,17	768,51000	
H1462242	3,00000 u	Parella botes seguretat,resist.humit.,pell rectific.,sola antillisc.antiest.,plantill./punte.met.	27,30	81,90000	
H1455710	3,00000 u	Guants alta resis.tall abras.ferrall.,cautxú+cotó,subj.canell	5,32	15,96000	
H1441201	3,00000 u	Mascareta autofiltrant c/polsim+vap.tòx.	4,68	14,04000	
H1422120	3,00000 u	Ulleres antiimp.poliv.,muntura univ.,visor transp.c/entel/UV/rat.	7,90	23,70000	
H1411117	3,00000 u	Casc seguretat,p/ús normal,contra cops,PE,p<=400g+protect.auditius	27,03	81,09000	
Materiales					2.128,01
Suma la partida					2.128,01000
Costes indirectos				10 %	212,80100
TOTAL PARTIDA.....					2.340,81

DOCUMENT N° 2. PLÀNOLS

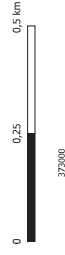
DOCUMENT Nº 2. PLÀNOLS

Índex dels plànols

- 1 Situació i emplaçament
- 2 Plànol situació carretera
- 3 Plànol geologia
- 4 Plànol catastro
- 5 Plànol simulació actual força de cisalla
- 6 Plànol simulació actual força de cisalla (norma)
- 7 Plànol simulació actual pressió
- 8 Plànol simulació actual altura
- 9 Plànol simulació actual velocitat
- 10 Plànol simulació actual deposició
- 11 Plànol situació solucions
- 12 Plànol perfils solucions
- 13 Plànol simulació amb solucions pressió
- 14 Plànol simulació amb solucions altura
- 15 Plànol simulació amb solucions velocitat
- 16 Plànol simulació amb solucions deposició
- 17 Plànol disseny solucions
- 18 Plànol disseny solucions drenatge carretera
- 19 Plànol disseny solucions sortida del drenatge
- 20 Plànol disseny solucions VX
- 21 Plànol disseny solucions VX detall
- 22 Plànol Hidrologia
- 23 Plànol serveis afectats



Simbologia
Zona estudi





Simbologia
Zona estudi
Carretera d'Os de Civís

Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA
Ajuntament de Les Valls de Valldu

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLES RAMAT QUINZANA
Col·legiat amb 3.300

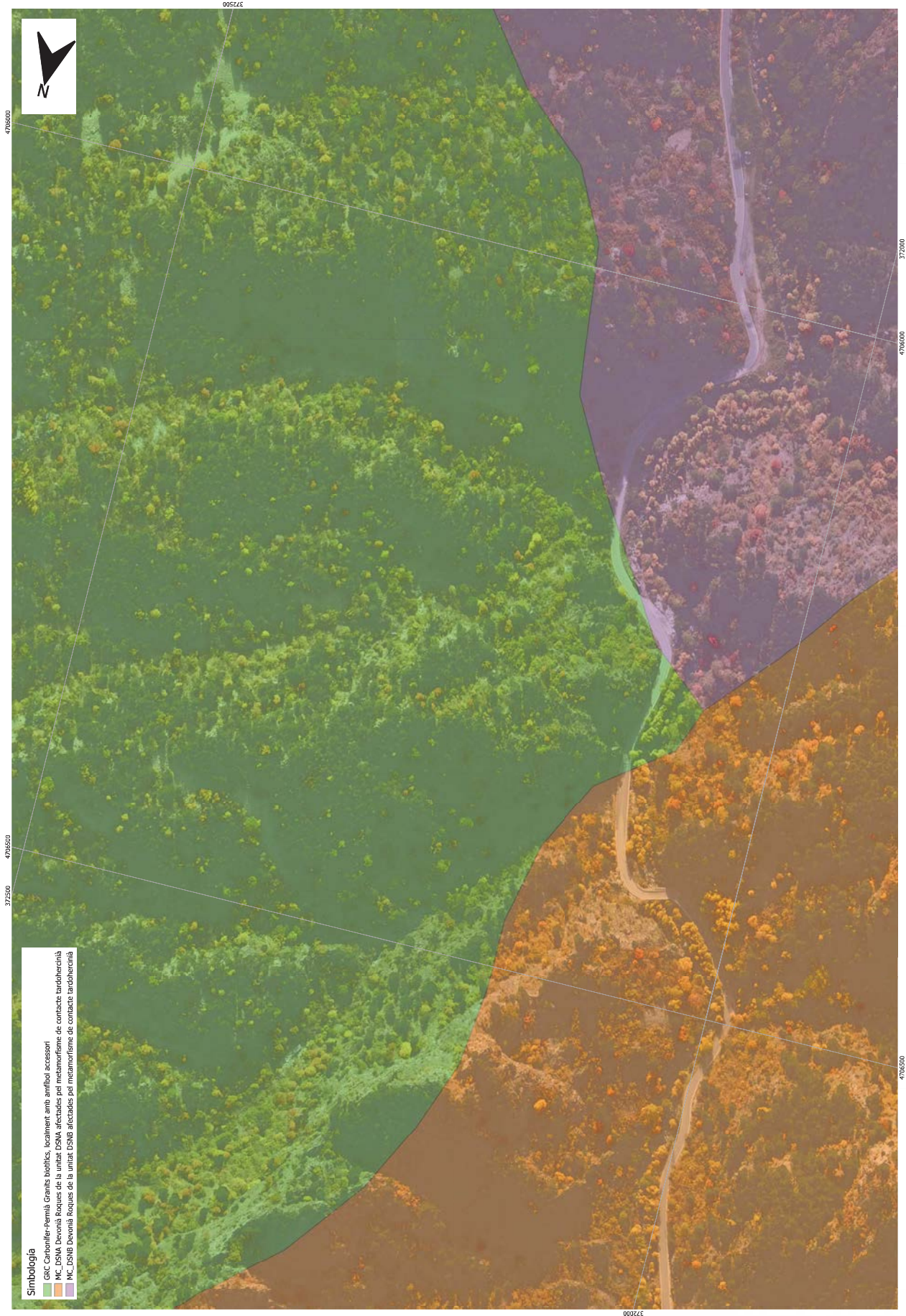
TÍTOL DEL PROJECTE:
OS DE CIVÍS BÚ_058_22

ESCALES
1:1250
0 25 50 m

PEP:
PEP
DATA:
SEPTEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLÀNOL:
CARRETERA

PLÀNOL Nº:
002
FULL:
01 de 01



Simbologia

Zona estudi

Carretera d'Os de Civís

Parcel·la	Referència Cadastral
242	25026A00500242
9032	25026A00509032
244	25026A00500244
259	25026A00100259
9003	25026A00509003
128	25026A00300128
179	25026A00500179
9001	25026A00509001
195	25026A00100195
243	25026A00500243
9002	25026A00509002



Generalitat de Catalunya

Forestal Catalana, SA

Ajuntament de Les Valls de Valira

EMPRESA CONSULTORA | TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:

Genious Advisors

GENIUS

ADVISORS

CARLES SAMAT QUINTANA

Cof. legat. núm. 3.200

TÍTOL DEL PROJECTE:

OS DE CIVÍS BP_0458_22

ESCALES

1:1250

0 30 60 m

PEP:

PEP

DATA:

SETEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLANOL:

CADASTRO

PLANOL Nº:

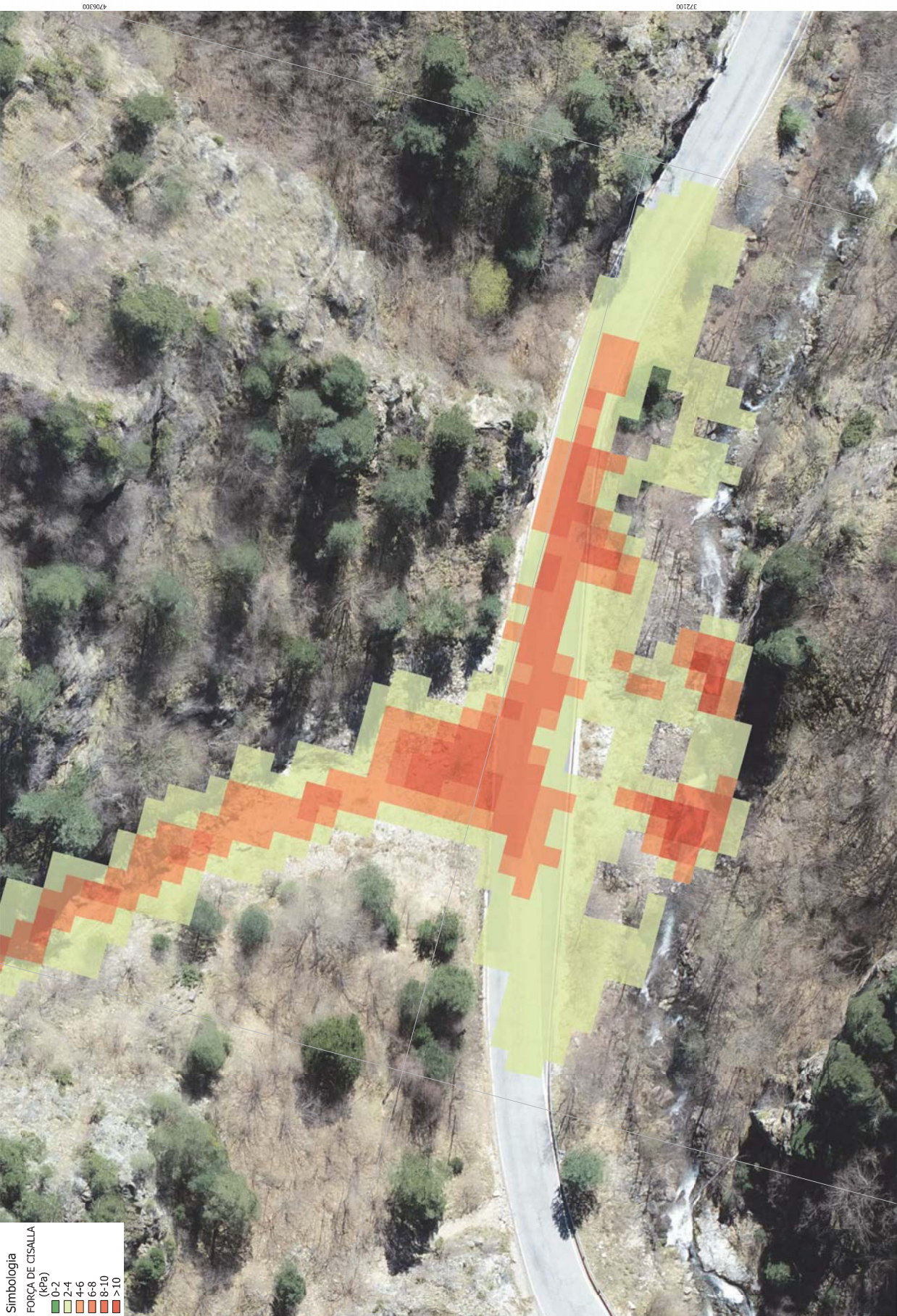
004

FULL:

01 de 01

Simbologia
FORÇA DE CISALLA
(kPa)

0-2
2-4
4-6
6-8
8-10
> 10



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA

Ajuntament de Les Valls de Valira

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:

CARLES BANYAT QUINTANA
Col·legiat núm 3.200

TÍTOL DEL PROJECTE:

OS DE CNIS BLT_048_22

ESCALES

1:200

0 4 8 m

PEP:

PEP

DATA:

SETEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLÀNOL:

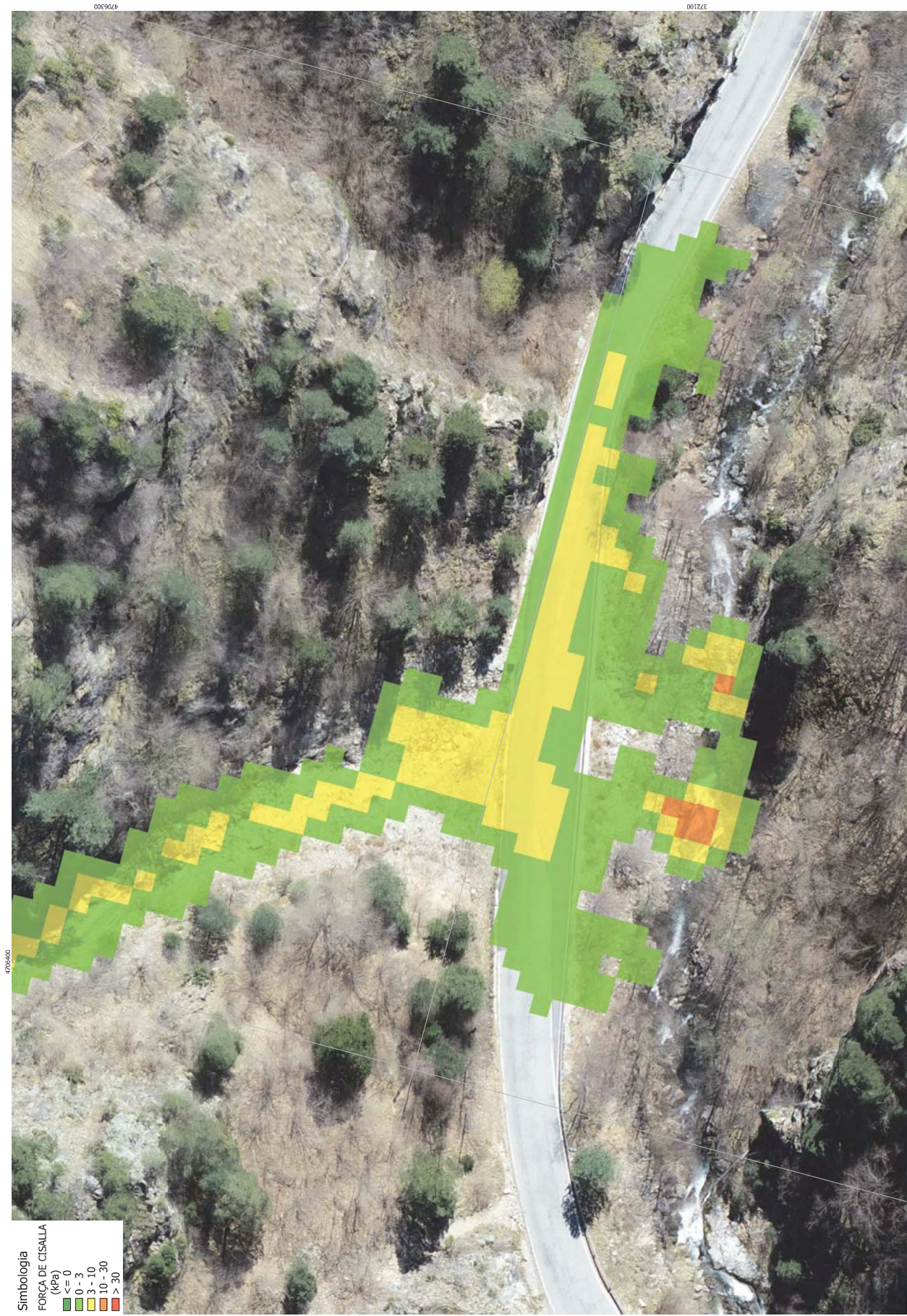
SIMULACIÓ SITUACIÓ ACTUAL
FORÇA DE CISALLA

PLÀNOL N.º:

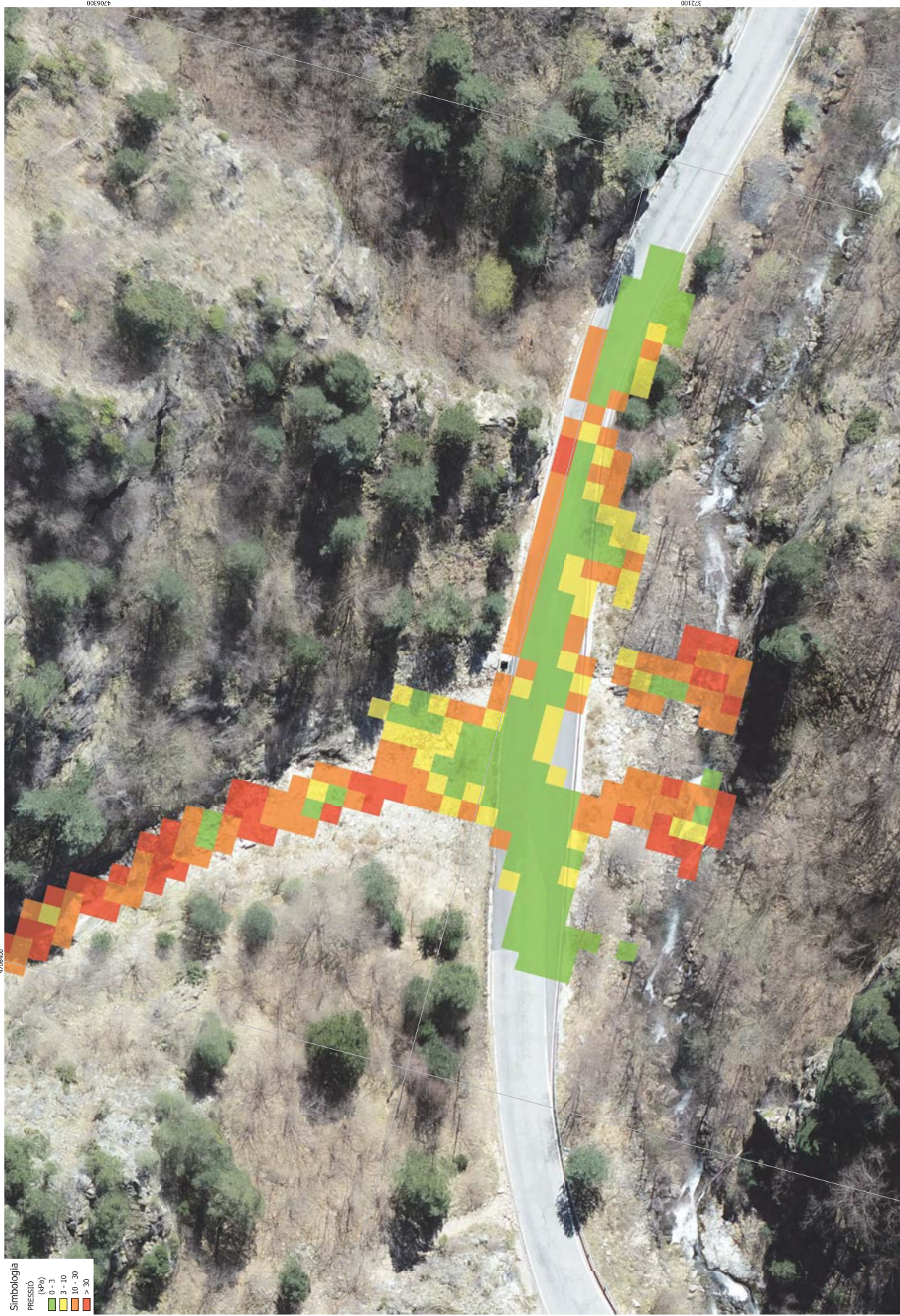
005

FULL:

01 de 06



EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:  GCS - Geospatial Consulting Services CARLES BAYART QUINTANA Col·labora amb 1.200	TÍTOL DEL PROJECTE: OS DE CNIS BLT_048_22	ESCALES 1:200 0 4 8 m	PEP: PEP DATA: SETEMBRE_2023	TÍTOL DEL PLÀNOL: SIMULACIÓ SITUACIÓ ACTUAL FORÇA DE CISALLA		PLÀNOL N.º: 005
				FULL: 02 de 06		





Simbologia

ALTURA (m)
<= 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
> 5



Simbologia
VELOCITAT
(m/s)

2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
> 12



Simbologia

DEPOSITIÓ
1
2
3
4
5
> 5

Simbologia

- Ale de embocadura
- Cajón
- Barranc



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA

Ajuntament de Les Valls de Valldu

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:

CARLES RAMÍREZ QUINTANA
Col·legiat núm. 3.200

TÍTOL DEL PROJECTE:

OS DE CNIS BLP_048_22

ESCALES

1:150

0 4 8 m

PEP:

PEP

DATA:

SETEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLÀNOL:

COL·LOCACIÓ DE DREYANT DEL LATERAL

PLÀNOL N.º:

011

FULL:

01 de 01

Simbologia

- Ala de embocadura
- DIC
- Drenatge transversal



Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA

Ajuntament de Les Valls de
Valldu

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLES BANYAT QUINZANA
Col·legat núm 3.200

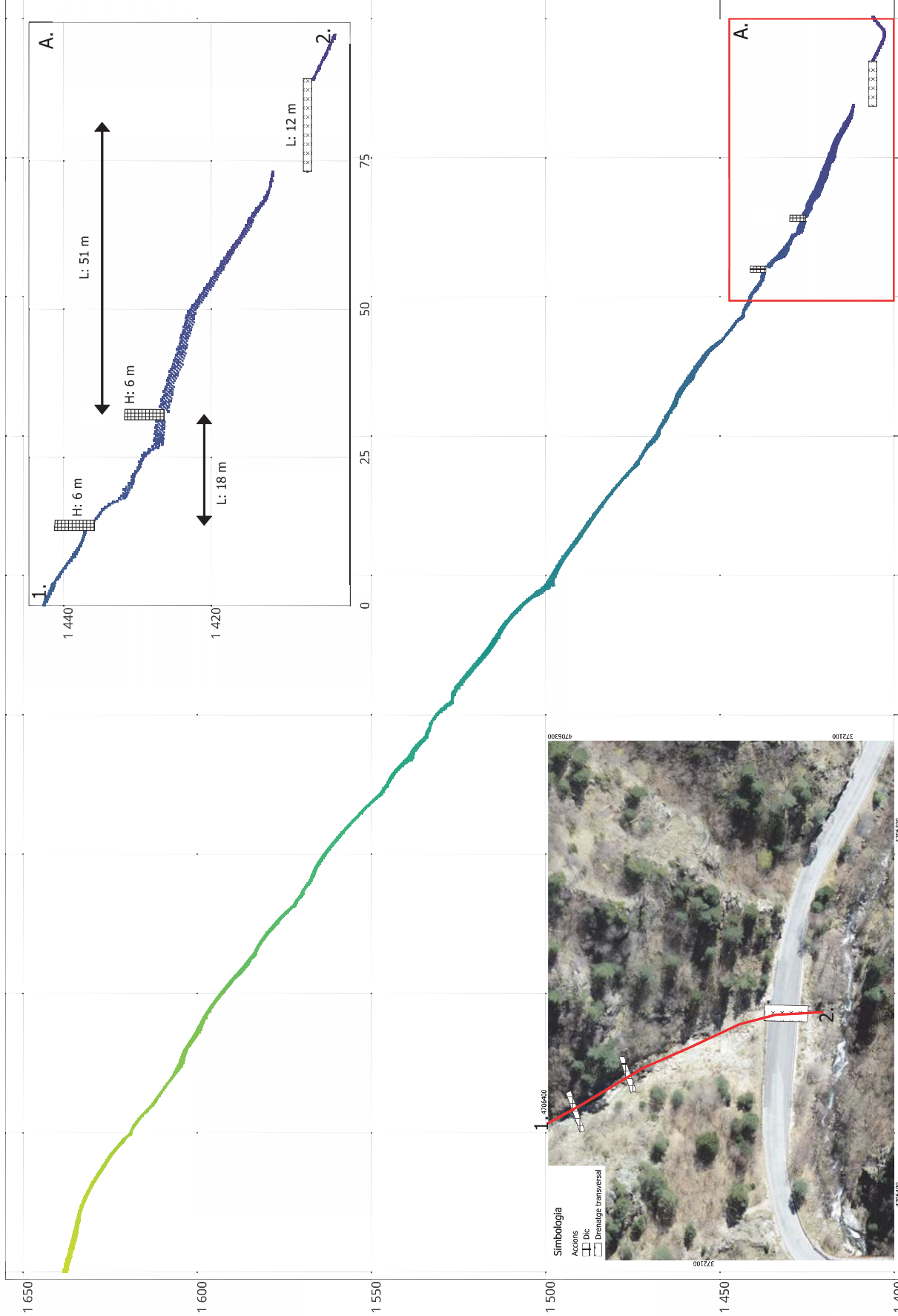
TÍTOL DEL PROJECTE:
OS DE CNIS BLP_048_22

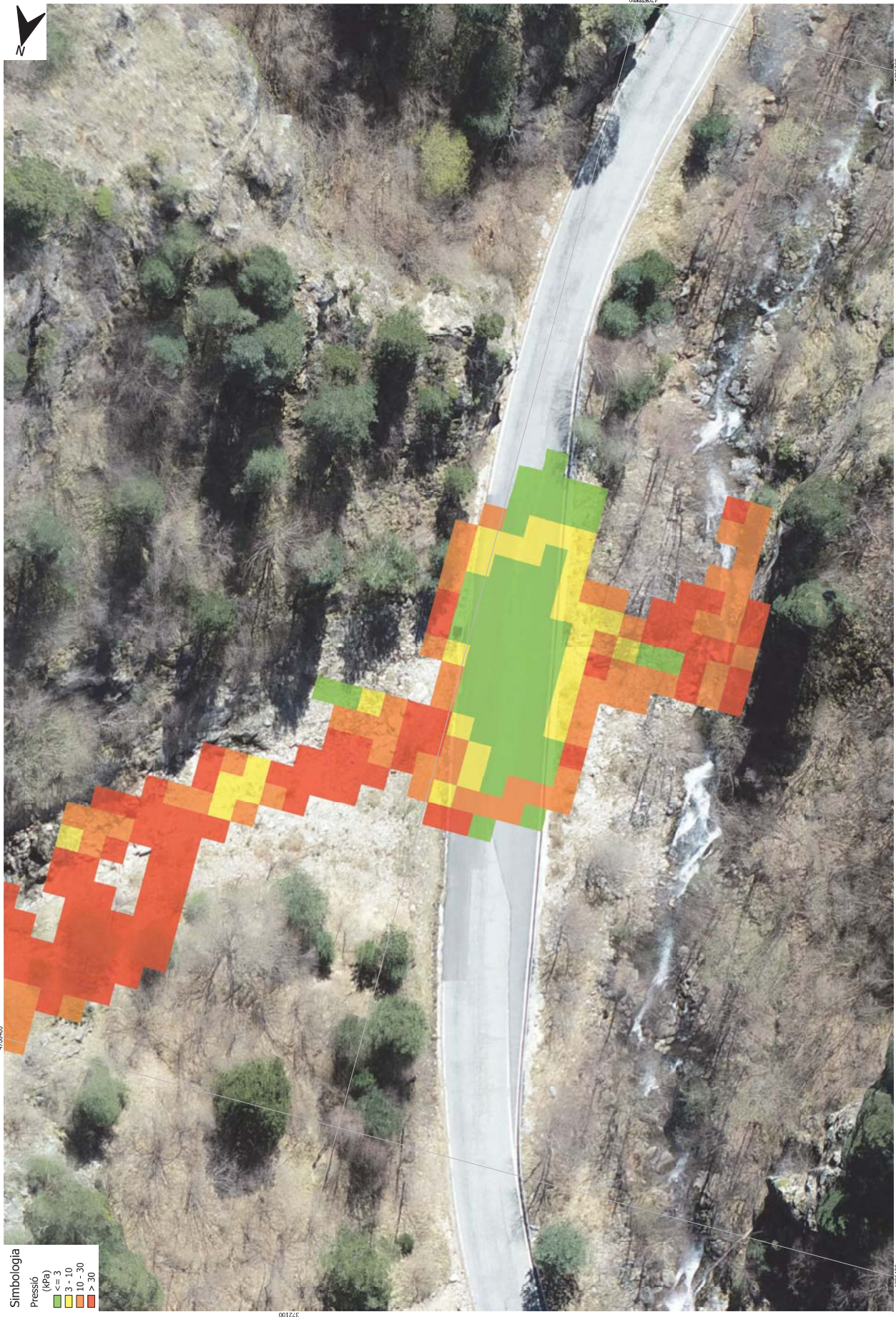
ESCALES
1:150
0 4 8 m

PEP:
PEP
DATA:
SEPTEMBRE_2023

TÍTOL DEL PLÀNOL:
ACCIONS
UBICACIÓ PLANTA

PLÀNOL N°:
006
FULL:
01 de 02





Simbologia
Pressió (kPa)
≤ 3
3 - 10
10 - 30
> 30

TÍTOL DEL PROJECTE:		TÍTOL DEL PLÀNOL:		PLÀNOL Nº
EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:		PEP:		007
CARLES RAMAT QUINTANA Col·labora amb 3,200		PEP DATA:		
Generalitat de Catalunya Ajuntament de Les Valls de Valira		05 DE CIVIS BUI_0458_22		FULL:
0014		0		01 de 04
ESCALES		1:150		
		0 3 6 m		
		TITOL DEL PLÀNOL:		
		SIMULACIÓ ACCIONS PRESSIÓ		



Simbologia

ALTURA
(m)

<= 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
> 5

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:		TÍTOL DEL PROJECTE:		ESCALES		PEP:		TÍTOL DEL PLANOL:		PLANOL Nº:	
Generalitat de Catalunya Ajuntament de Les Valls de Forestal Catalunya, SA		CARLES RAMAT CUNTANA Col·legiat amb 3.392		05 DE CIVIS SUP. 0468_22		1:150 0 3 6 m		PEP PEP DATA: SETEMBRE_2023		SIMULACIÓ ACCIONS ALTURA	
										007	
										FULL:	
										02 de 04	



Simbologia
DEPOSICIÓ
(m)
≤ 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
> 5

Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA
Ajuntament de Les Valls de
Valira

EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLES BANYAT QUINTANA
Col·legiat núm. 3.200

TÍTOL DEL PROJECTE:
OS DE CIVIS BP_0468_22

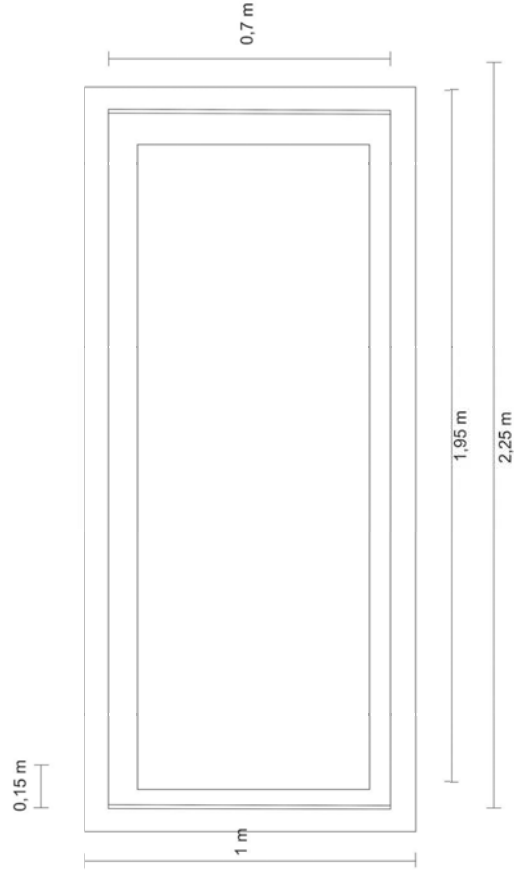
ESCALES
1:150
0 3 6 m

REP:
PEP
DATA:
SETEMBRE_2023

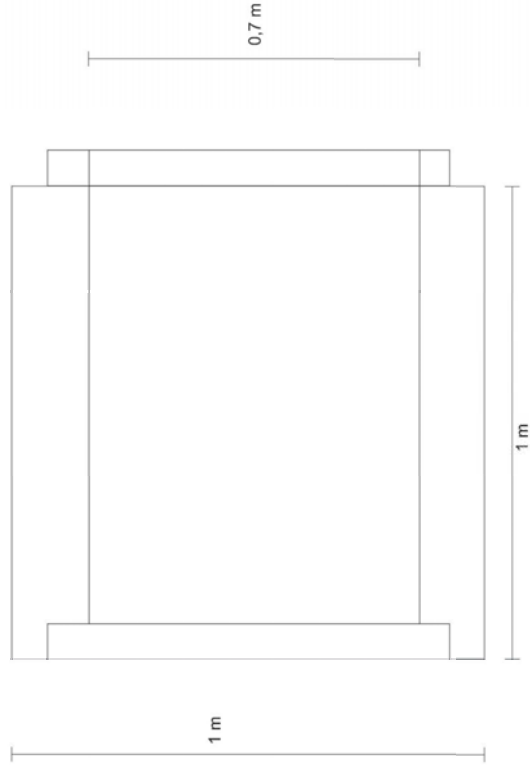
TÍTOL DEL PLÀNOL:
SIMULACIÓ ACCIONS
CONCEBID

PLÀNOL Nº:
007
FULL:
04 de 04

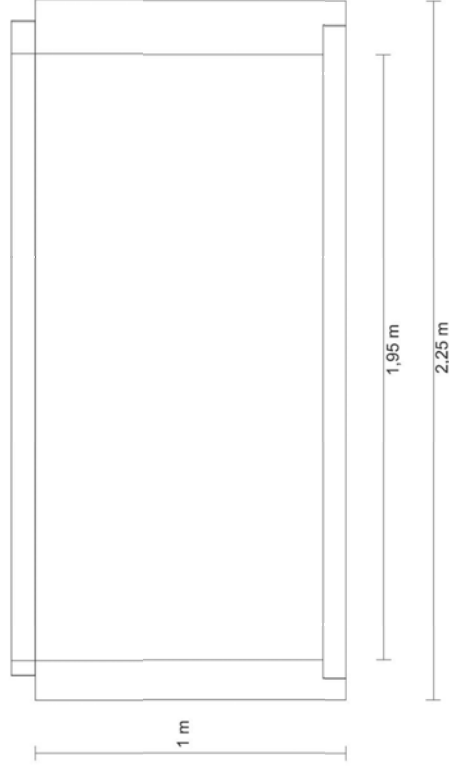
VISTA FRONTAL



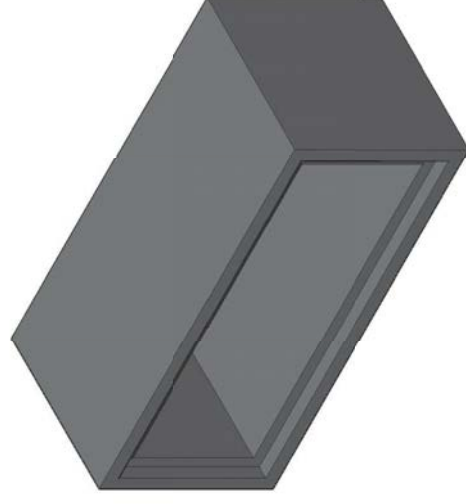
VISTA LATERAL



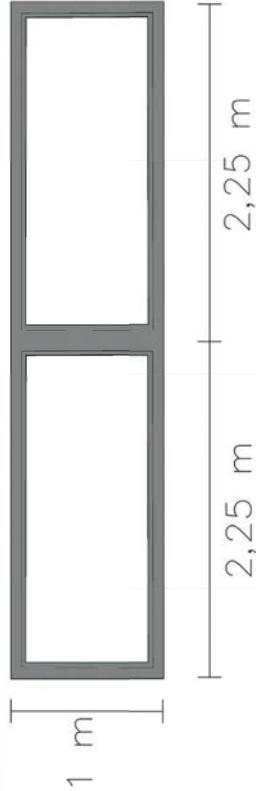
VISTA PLANTA



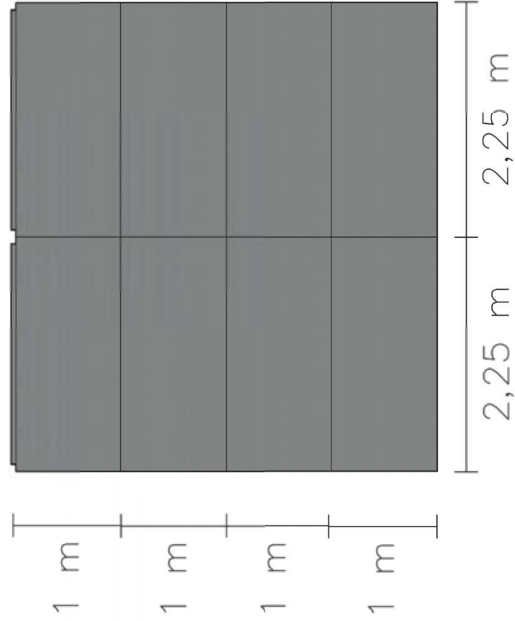
VISTA 3D



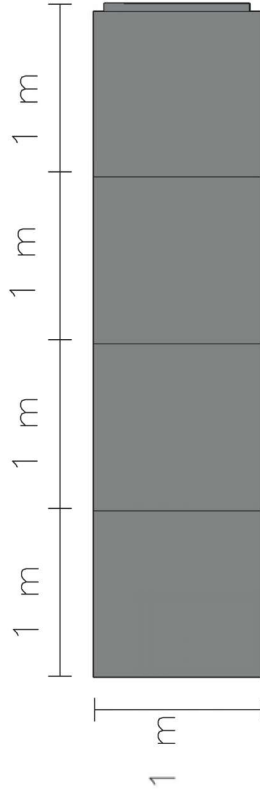
VISTA FRONTAL



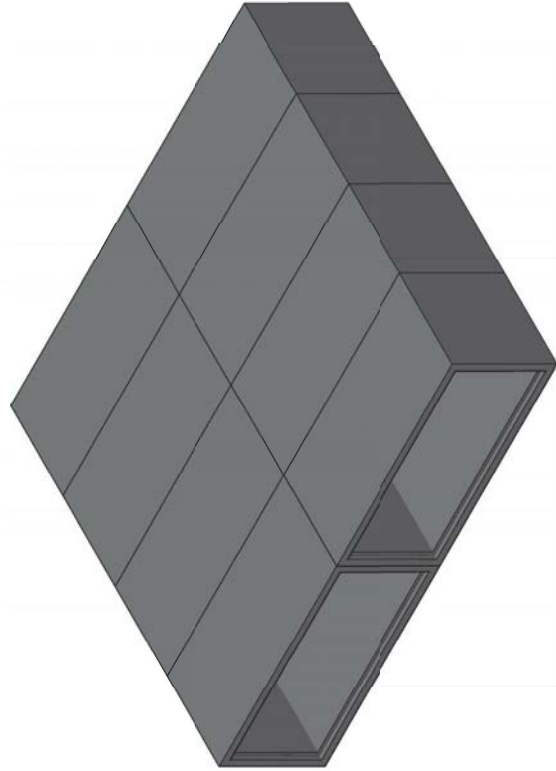
VISTA PLANTA

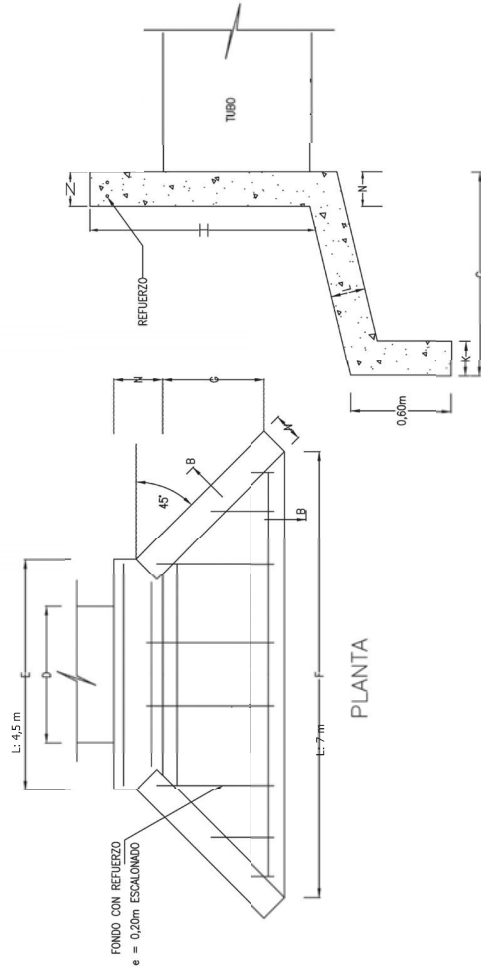


VISTA LATERAL



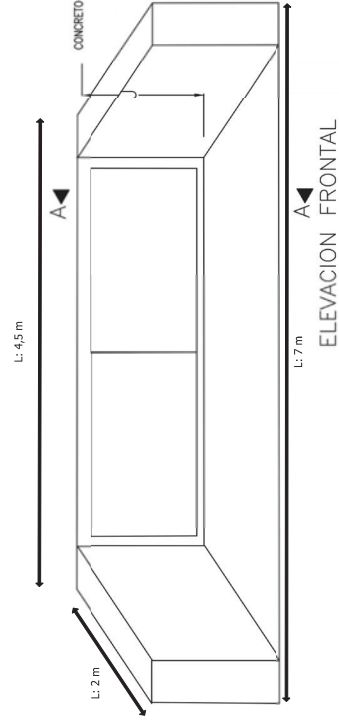
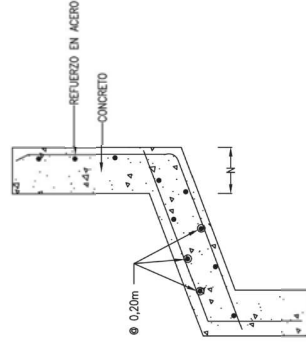
VISTA 3D

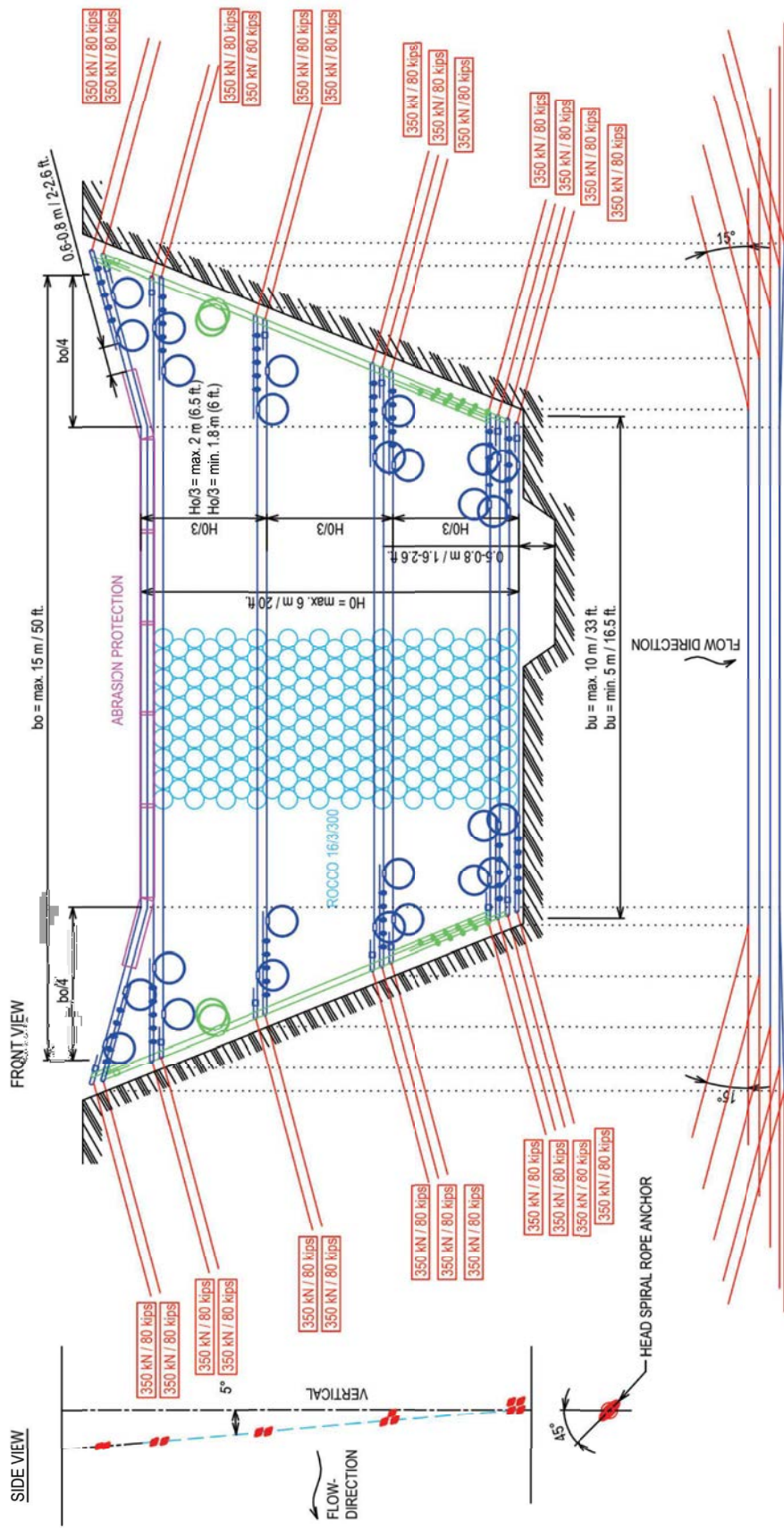




SECCION A-A

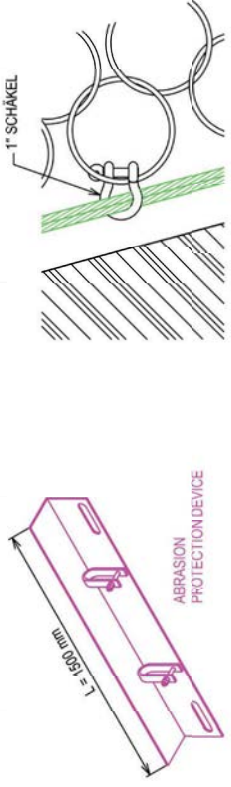
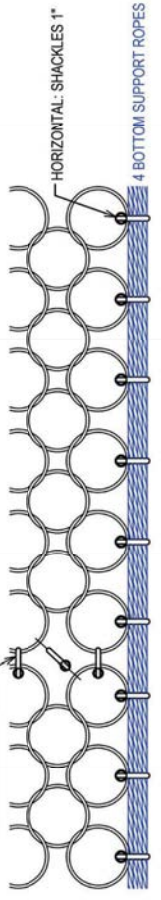
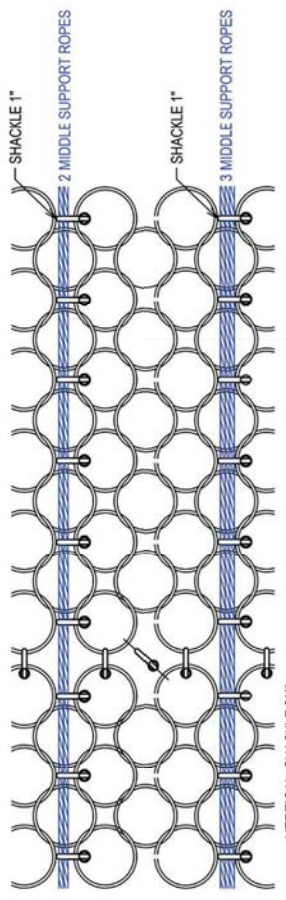
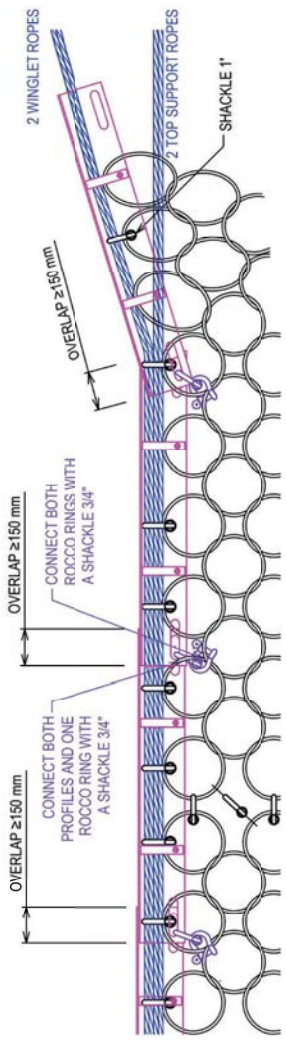
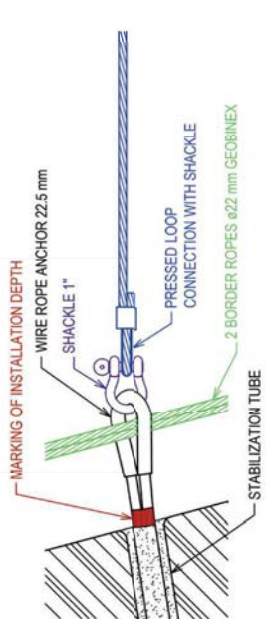
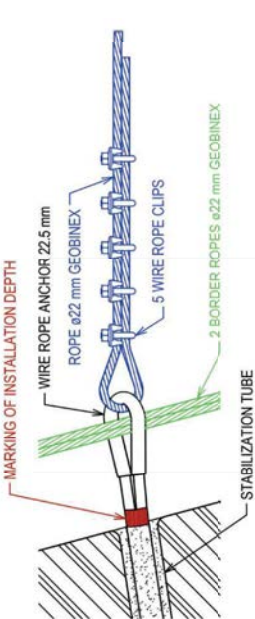
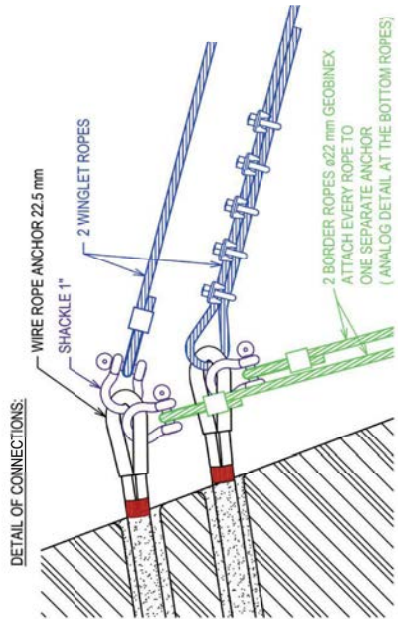
CONCRETO DE $f'_c = 210 \text{ kgf / cm}^2$
ACERO DE $f_y = 2.800 \text{ kgf / cm}^2$

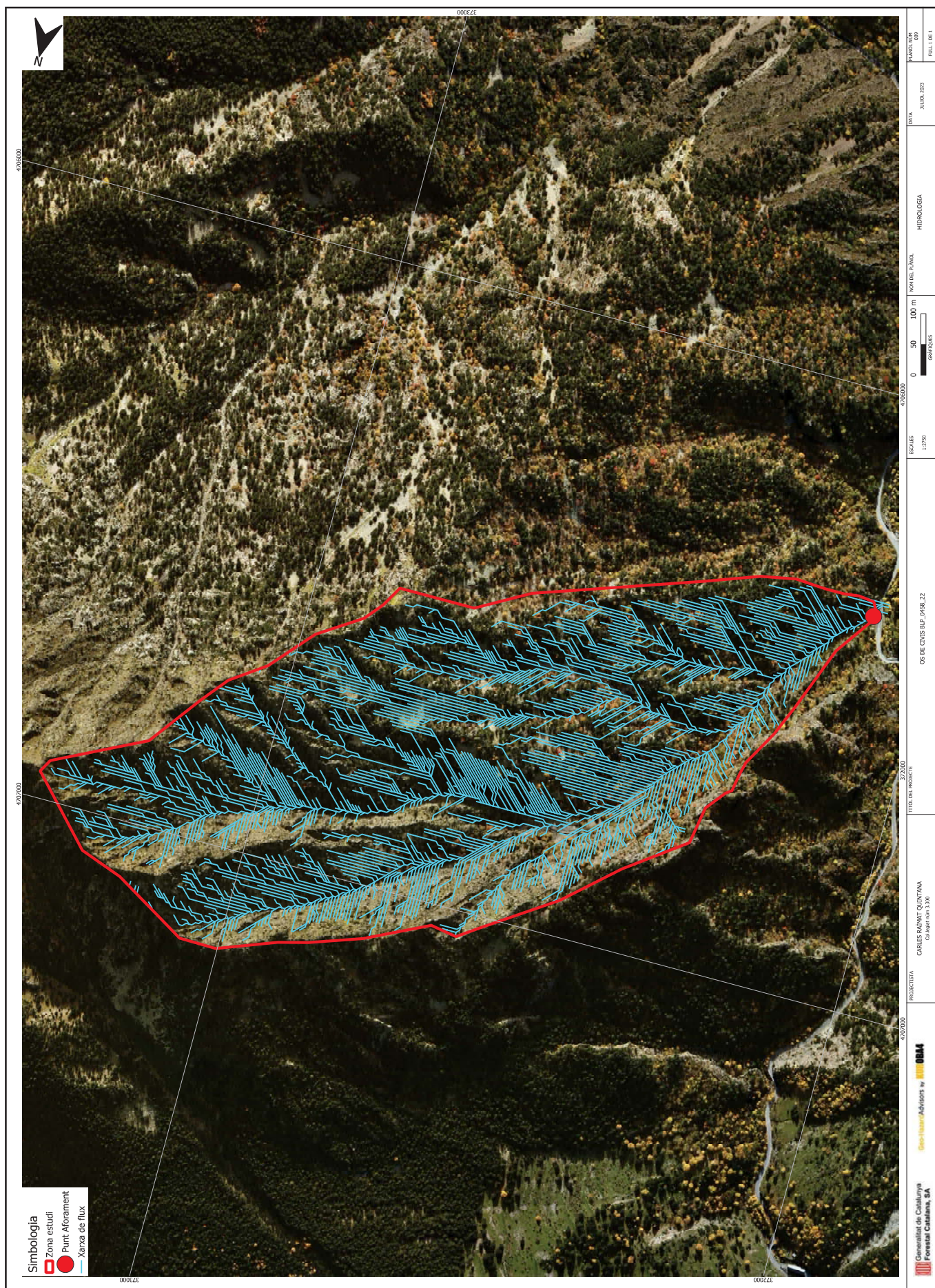




- COMPONENTS:**
- SUPPORT ROPE ø22mm GEOBINE WITH BRAKE RINGS GN-9017
 - BORDER ROPE ø22mm GEOBINE WITH BRAKE RINGS GN-9017
 - ROCCO RING NET 16/3/300
 - ABRASION PROTECTION TYPE GA-3055
 - SPIRAL ROPE ANCHOR TYPE 22.5 mm

 Generalitat de Catalunya Forestal Catalana, SA	EMPRESA CONSULTORA I TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE: CAULES ROJUNT QUINTANA Consultoria S.L.	TÍTOL DEL PROJECTE: OS DE CIVIS RLP, PSEL 22	ESCALES	PEP: PEF DATA: SETEMBRE_2023	TÍTOL DEL PLÀNOL: DISSINY D'ACCIONS BARRERA	PLÀNOL N°: 008
						FULL: 04 de 05







Simbologia	
	Arqueta
	Drenatge Transversal
	Fibra optica
	Carretera d'Os de CIVIS

DOCUMENT N° 3. PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

ÍNDEX

CAPÍTOL I	INTRODUCCIÓ I GENERALITATS	2
CAPÍTOL II	MATERIALS BÀSICS	6
CAPÍTOL V	ESTRUCTURES	8
CAPÍTOL VI	VARIS	10
CAPÍTOL VII	SEGURETAT I SALUT	15
CAPÍTOL VIII	PLAÇ D'EXECUCIÓ	16

DOCUMENT N° 3. PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

CAPÍTOL I.- INTRODUCCIÓ I GENERALITATS

Article 100.- DEFINICIÓ i ÀMBIT D'APLICACIÓ

100.1.- Definició

El present Plec de Prescripcions Tècniques Particulars, constitueix el conjunt d'instruccions, normes i especificacions que, junt amb les complementàries que s'indiquen defineixen les requisits tècnics per a l'execució de les obres de correcció hidrològica al Barranc d'Os de Civís.

Els documents indicats contenen, a més, la descripció general i la localització de les obres, les condicions que han de complir els materials i les instruccions per l'execució, amidament i abonament de les unitats d'obra, i composen la norma i guia que ha de seguir el Contractista.

100.2.- Aplicació del Plec de Prescripcions Tècniques Generals

En tot el que no contradigui amb aquest Plec, serà d'aplicació íntegra, el Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a Obres de Carreteres i Ponts, d'ara endavant denominat de forma resumida PG-3.

El text vigent del PG-3 és l'aprovat pel Ministeri d'Obres Públiques, segons Ordre Ministerial de 6 de Febrer de 1976, publicat al BOE de 7 de Juliol de 1976 i les modificacions dels articles que figuren en l'Ordre Ministerial de 21 de Gener de 1988, publicada al BOE de 3 de Febrer de 1988, així com les modificacions corresponents a l'Ordre Ministerial del 8 de Maig de 1989, publicada al BOE de 18 de Maig de 1989, i les corresponents a l'Ordre Ministerial de 28 setembre 1989 publicada al BOE de 9 d'Octubre de 1989, les O.M. publicades en els B.O.E. de dates 27 i 28 desembre 1999 a més de les següents actualitzacions:

- FOM/475/2002. ORDRE FOM/475/2002, de 13 febrer, per la que s'actualitzen determinats articles del Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a Obres de Carreteres i Ponts relatius a Formigons i Acers.

- FOM/1382/2002. ORDEN FOM/1382/2002, de 16 maig, per la que s'actualitzen determinats articles del Plec de Prescripcions Tècniques generals per a Obres de Carreteres i Ponts relatius a la construcció d'explanacions, drenatges i cimentacions.
- FOM/891/2004. ORDEN FOM/891/2004, d'1 de març, per la que s'actualitzen determinats articles del Plec de Prescripcions Tècniques generals per a Obres de Carreteres i ponts relatius a fermes i paviments.
- OC.21/2007, sobre l'ús i especificacions que han de complir els lligants i mescles bituminoses que incorporin cautxú procedent de pneumàtics fora d'ús (NFU).
- ORDEN FOM/3818/2007, de 10 de desembre, per la que es dicten instruccions complementàries per a la utilització d'elements auxiliars d'obra en la construcció de ponts de carretera. Deroga els articles 680 "Encofrats i motlles", 681 "apuntalaments" i 693 "Muntatge d'elements prefabricats".
- O.C. 24/08, sobre el Plec de Prescripcions Tècniques generals per a Obres de Carreteres i ponts (PG-3). Articles: 542-Mesclures bituminoses en calent tipus formigó bituminós i 543-Mesclures bituminoses per capes de rodament. Mesclures drenants i discontinues.
- O.C 21bis/2009, sobre betums millorats i betums modificats d'alta velocitat amb cautxú procedent de pneumàtics fora d'ús (NFU) i criteris a tenir en compte per a la seva fabricació in situ i emmagatzematge en obra.
- EAD- EAD 340020-00-0106 FLEXIBLE KITS FOR RETAINING DEBRIS FLOWS AND SHALLOW LANDSLIDES/OPEN HILL DEBRIS FLOWS

El present Plec de Prescripcions Tècniques Particulars s'ha articulat de la mateixa manera que el Plec General. Si no es fa referència a un article, s'entendrà que es mantenen les prescripcions del Plec de Prescripcions Tècniques Generals, amb les excepcions esmentades. Els apartats d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques Particulars (en endavant P.P.T.P.) es corresponen, en general, amb els d'igual numeració del PG-3, actualitzat des de la OM 27/12/99 fins l'OC 21bis/2009.

100.3.- Altres instruccions, Normes i Disposicions aplicables

A més del present Plec i subsidiàriament pel que fa a ell , són aplicables les normes següents , i les modificacions posteriors :

- Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a recepció de ciments, RC/97 y R.D. 823/1993, establint criteris per a la utilització dels ciments del Plec.
- Instrucció de Formigó Estructural, Reial Decret 2661/1998, de 11 de desembre.
- Instrucció per a la fabricació i subministrament de Formigó Preparat EHPRE-72.

- Norma de construcció sismoresistent NCSE-02 (B.O.E. 11 d'Octubre de 2002) R.D. 997/2002.
- Text refós de la Llei de Contractes de les Administracions Públiques, Reial Decret Legislatiu 2/2002, de 16 de Juny.
- Reglament de línies elèctriques de A.T. Decret 3151/1968, de 28 de Novembre (B.O.E. nº 311 de 27/12/1968).
- Reglament electrotècnic de B.T. Decret 842/2002 (B.O.E. de 18/9/2002).
- Instrucció Espanyola de Carreteres, I.C.
- Recomanacions per al control de qualitat d'obres en carreteres, D.G.C. 1978.
- Recomanacions sobre mescles bituminoses en calent, 1989 O.C. 299/89 (Direcció General de Carreteres).
- O.C. 308/89 sobre Recepció Definitiva de les Obres (Direcció General de Carreteres).
- Recomanacions de senyalització vertical. D.G.A.
- Catàleg de senyals de circulació, Novembre de 1986.
- Ordre Circular 321/95 T. i P. "Recomanacions sobre Sistemes de Contenció de Vehicles" i la seva modificació per Ordre Circular 6/01.
- Senyalització, abalisament, defensa i neteja i acabament d'obres fixes en vies fora de poblat, 1989.
- RD 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Tota disposició legal vigent durant l'execució de l'obra i, particularment, les de seguretat i senyalització.

Serà de responsabilitat del Contractista conèixer-les i complir-les, sense poder al·legar, en cap cas, que no se li hagi fet comunicació explícita.

Article 106.- AMIDAMENT I ABONAMENT

106.2.- Abonament de les obres

106.2.3.- Preus unitaris

Els preus unitaris recollits en el Quadre de Preus n ° 1 són els que serviran de base per a l'abonament de les unitats d'obra executades en el Contracte d'execució d'obres. Aquests preus inclouen en qualsevol cas, el subministrament, manipulació i ús de tots els materials necessaris per a l'execució de les unitats d'obra corresponents fins a la correcta i completa terminació de les mateixes.

Inclouen així mateix totes les despeses de maquinària, mà d'obra, elements auxiliars, transport, eines i totes les operacions necessàries per a la completa terminació de les obres.

De la mateixa manera es consideraran incloses totes les despeses derivades de:

- Construcció , conservació i restitució d'accessos.
- Reparació de danys causats pel trànsit i per la reposició de servituds.
- Construcció , conservació i reposició de desviaments provisionals.
- Conservació de les obres fins al compliment del termini de garantia.
- Manteniment del trànsit sota qualsevol circumstància i en el seu sentit més general. - Construcció, conservació, demolició i retirada de tota classe de construccions auxiliars i instal·lacions provisionals .
- Lloguer o adquisició de terrenys per a dipòsits de maquinària i materials
- Protecció de l'obra i d'apilaments contra tot deteriorament , danys o incendis .
- Neteja i evacuació de deixalles i escombraries .
- Construcció i conservació de desguassos .
- Neteja general de l'obra .
- Muntatge , conservació i retirada d'instal·lacions per al subministrament d'aigua i energia elèctrica .
- Replanteig general, la seva comprovació i replantejaments parcials .
- Mesuraments periòdiques i final .

Els possibles errors o omissions en la descomposició que figura en l'Annex corresponent de la Memòria o en el Quadre de Preus n ° 2, no podran servir de base per reclamar el Contractista modificació dels preus assenyalats en lletra en el Quadre de Preus n ° 1 .

CAPITULO II.- MATERIALS BÀSICS

Article 202.- CEMENTS

Ciments utilitzables

Poden fer servir els ciments que compleixin la vigent Instrucció per a la Recepció de Ciments, corresponguin a la classe resistent 32,5 o superior i compleixin les limitacions establertes en la taula següent.

TIPUS DE FORMIGÓ	TIPUS DE CIMENT
Formigó en massa	Ciments comuns
	Ciments per usos especials
Formigó armat	Ciments comuns
Formigó pretesat	Ciments comuns dels tipus CEM I i CEM II/A-D

Els ciments comuns i els ciments per a usos especials es troben normalitzats a la UNE 80301:96 i la UNE 80307:96, respectivament.

A la taula anterior la utilització permesa als ciments comuns, per a cada tipus de formigó, s'ha de considerar estesa als ciments blancs (UNE 80305:96) i als ciments amb característiques addicionals (de resistència a sulfats i / o a l'aigua de mar , segons la UNE 80303:96, i de calor d'hidratació, segons la UNE 80306:96) corresponents al mateix tipus i classe resistent que aquells.

Subministrament

Al lliurament del ciment, el subministrador acompanyarà un albarà amb les dades exigides per la vigent Instrucció per a la Recepció de Ciments, que estableix les condicions de subministrament i identificació que han de satisfer els ciments per a la seva recepció.

Quan el subministrament es realitzi en sacs, el ciment es rebrà en els mateixos envasos tancats en què va ser expedit de fàbrica, punt d'expedició, centre de distribució o magatzem de distribució.

El ciment no arribarà a l'obra o altres instal·lacions d'ús excessivament calent. Es recomana que, si la seva manipulació es realitzarà per mitjans mecànics, la seva temperatura no excedeixi de 70 ° C, i si es va a realitzar a mà, no excedeixi de 40° C.

Quan es prevegi que pot presentar el fenomen del fals forjat, s'ha de comprovar, abans l'ocupació del ciment, que aquest no presenta tendència a experimentar aquest fenomen, realitzant aquesta determinació segons la UNE 80114:96.

Emmagatzematge

Quan el subministrament es realitzi en sacs, aquests s'emmagatzemaran en lloc ventilat i defensat, tant de la intempèrie com de la humitat del sòl i de les parets. Si el subministrament es realitza a granel, l'emmagatzematge es durà a terme en sitges o recipients que l'aïllin de la humitat.

Encara en el cas que les condicions de conservació siguin bones, l'emmagatzematge del ciment no ha de ser molt prolongat, ja que pot meteoritzar. L'emmagatzematge màxim aconsellable és de tres mesos, dos mesos i un mes, respectivament, per a les classes resistents 32,5, 42, 5 i 52,5. Si el període d'emmagatzematge és superior, es comprovarà que les característiques del ciment continuen sent adequades. Per a això, dins dels vint dies anteriors a la seva ocupació, es realitzaran els assaigs de determinació de principi i fi d'enduriment i resistència mecànica inicial a 7 dies (si la classe és 32,5) o 2 dies (totes les altres classes) sobre una mostra representativa del ciment emmagatzemat, sense excloure els terrossos que hagin pogut formar-se.

De qualsevol manera, excepte en els casos en què el nou període d'enduriment resulti incompatible amb les condicions particulars de l'obra, la sanció definitiva sobre la idoneïtat del ciment de la seva utilització vindrà donada pels resultats que s'obtinguin en determinar la resistència mecànica a 28 dies del formigó amb ell fabricat.

CAPÍTOL V.- ESTRUCTURES

ARTÍCULO 659 FÀBRICA DE GABIONS

659.1 DEFINICIÓ

Es defineix com a fàbrica de gabions la constituïda per aquests elements, convenientment col·locats i enllaçats per constituir una obra de defensa.

659.2 MATERIALS

659.2.1 GABIONS METÀL·LICS

659.2.1.1 Definició

Es defineixen com gabions metàl·lics les caixes de tela metàl·lica, feta de filferro d'acer d'alt límit elàstic, que s'omplen de pedra o grava.

659.2.1.2 Condicions generals

Els gabions metàl·lics estaran formats per un enreixat metàl·lic de malla tipus Tecco construït amb filferro d'acer d'alt límit elàstic de diàmetre superior a dos mil·límetres (2 mm).

659.2.1.3 Forma y dimensions

La forma i dimensions dels gabions metàl·lics seran les assenyalades en els Plànols. En tot cas, un cop muntats i farcits, tindran una forma regular, deformacions, tant si es tracta de gabions paral·lelepèdics com cilíndrics.

659.2.2 PEDRA A EMPRAR EN EL FARCIT DE GABIONS

659.2.2.1 Condicions generals

La pedra a emprar en el rebliment de gabions serà natural o procedent d'una qualitat tal que no es desintegri per l'exposició a l'aigua o a la intempèrie.

659.2.2.2 Dimensions

La mida mínima de les pedres serà l'indicat en els Plànols i Plec de Prescripcions Tècniques Particulars. Aquesta mida haurà de ser, en tot cas, superior a la de la malla del gabió.

659.2.2.3 Qualitat

El coeficient de qualitat, mesurat per l'assaig de Los Angeles, determinat segons la Norma NLT 149/72, serà inferior a cinquanta (50).

659.2.2.4 Absorció d'aigua

La seva capacitat d'absorció d'aigua serà inferior al dos per cent (2%), en pes.

659.3 FORMA I DIMENSIONS

La forma i dimensions de la fàbrica de gabions seran les senyalades als Plànols.

659.4 EXECUCIÓ DE LES OBRES

Els gabions s'estendran, abans d'omplir, subjectant els vèrtexs de la base amb barres de ferro, estakes o altres mitjans adequats. Es muntaran cosint les seves arestes amb filferro galvanitzat de, almenys, dos mil·límetres (2 mm) de diàmetre; i es lligaran igualment amb filferro galvanitzat als ja col·locats.

En els gabions de grans dimensions se subjectaran, si cal, les seves cares majors per mitjà d'un encofrat, per evitar deformacions durant el farciment. Amb aquesta finalitat, es disposaran també tirants de filferro galvanitzat, igual que l'empleat a lligar les arestes, que uneixin convenientment les diferents cares del gabió.

En el farciment es procurarà col·locar les pedres més grans en els paraments del gabió; i s'efectuarà de manera que quedi el menor nombre possible de buits; prenent les precaucions assenyalades anteriorment i, en general, totes les que, segons el parer del Director de les obres, siguin necessàries per evitar deformacions.

Un cop efectuat el farciment, es tancarà el gabió, cosint la tapa amb filferro de l'empleat en lligadures.

659.5 AMIDAMENT I ABONAMENT

La fàbrica de gabions metàl·lics s'abonarà per metres cúbics (m³) realment col·locats en obra, mesurats en el terreny.

CAPÍTOL VI.- VARIS

DIC FLEXIBLE PER LA PROTECCIÓ CONTRA CORRENTS D'ARROSSEGALLS

Dic flexible tipus VX-160 de 6 m d'altura o equivalent

DESCRIPCIÓ

Metre quadrat (m²) de Barrera Dinàmica tipus Geobrugg **VX-160** o equivalent, de **fins a 6 m d'alçada** generalment, per a la protecció contra fenòmens de debris flow. **Amplada màxima 15 m.** Capacitat d'absorció d'energia de fins a 1600 kJ, sense que es produeixin efectes destructius en el conjunt del sistema (treball dels dispositius de frenada dissipadors d'energia).

S'emprarà el model comercial inclòs en annex a la memòria o un altre similar que compleixi amb les exigències tècniques i de qualitat exposades, instal·lades al peu dels desmunts o en vessants a una alçada sobre el nivell de la carretera de fins a 50m.

Les característiques i capacitats mecàniques de les mateixes hauran de acreditar documentalment mitjançant els corresponents assaigs dinàmics de camp, els quals han de garantir que en el moment de l'impacte, les roques llançades contra la barrera no es posin en contacte amb el terreny (impacte directe), ja que el contacte amb el terreny falseja els resultats i no permet avaluar el comportament del sistema. Els resultats dels assaigs han de ser avalats per institucions neutrals de prestigi.

La unitat descrita, inclou el subministrament de tots els materials necessaris (xarxa d'anells de filferro d'acer, malla de filferro i la part proporcional de cables (DIN-3060), dissipadors d'energia amb una capacitat d'absorció de 90 i 140 kJ (l'absorció d'energia dels dissipadors s'ha de fer sense que es causin danys als cables on són subjectes) i ancoratges de cable, serracables segons DIN 1142, tot això galvanitzat en calent) i la seva col·locació fins al seu definitiu funcionament, fins i tot la conservació i manteniment durant un any i / o la seva reposició si la barrera es demostra insuficient.

Només s'admetran sistemes el fabricant aporti un certificat ISO-9001. El Certificat ISO-9002 per si sol no s'admet, ja que exclou les activitats de disseny de productes. Tots els materials components han de complir almenys els requisits tècnics i de qualitat expressats en la documentació tècnica adjunta.

DEFINICIÓ

Es defineix com a tal a l'element de protecció, descrit en els plànols i annexos a la memòria, segons el seu cas i consta de les següents unitats i materials, inclosos en la seva execució:

- a) **Encaixat de la fonamentació:** Encaixat de la fonamentació: es defineix com a tal el conjunt d'operacions necessàries per construir al terrenys tous o solts, l'espai necessari per encaixar-hi les seccions tipus dels fonaments de les bases.
- b) **Encofrat:** es defineix encofrat l'element destinat al modelatge "in situ" dels formigons, amb

les dimensions requerides als plànols, a fi d'aconseguir paraments plans, un cop endurit el formigó. Els encofrats podran estar constituïts per elements de fusta o metàl·lics, els quals han de garantir les suficients qualitats resistents als efectes de servir als fins previstos. En general s'atendrà al que s'ha exposat en l'article 680 del PG.

- c) **Formigó:** aquesta unitat comprèn el conjunt d'operacions necessàries per fabricar, transportar, col·locar i curar el formigó, de resistència característica la que correspongui segons la seva ocupació i definició en els plànols i altres documents d'aquest projecte, en aquells elements en què intervingui. Els materials components en el formigó són els àrids (fins i gruixuts), ciment, aigua i eventualment additius per millorar alguna de les seves característiques. En general, s'ha d'atènyer al que especifica a aquest efecte en l'article 610 del PG vigent.
- d) **Ancoratges de cable:** es defineix com a tal als elements flexibles constituïts per cable helicoidal doble, protegit a la zona del cap exposada a l'exterior per doble tub d'acer galvanitzat. No s'admetran ancoratges amb el cable nu al cap, ja que no assegurin la seva integritat en el cas d'impactes directes de les roques al cap de l'ancoratge, tampoc s'admetran ancoratges que no tinguin la protecció contra la corrosió necessària. Seran del tipus GA - 7001 o similar, de diàmetre i longitud variable, indicat en els plànols per a cada cas específic, allotjats en una perforació realitzada a la zona d'ancoratge i farcides amb morter d'ancoratge. Tenen com a missió transmetre determinades accions a què estan sotmesos, com a conseqüència de les reaccions que es produeixen en els extrems dels cables de tensió lateral i de retenció a la muntanya de les barreres dinàmiques. El morter de subjecció de les barres i ancoratges al terreny serà del tipus sense retracció i el contractista exposarà a la direcció el tipus a emprar així com les seves característiques, condicions i manera d'utilització, sent el director d'obra qui decidirà sobre la seva acceptació o rebuig.
En cas de rebuig per part del director, el contractista haurà de seguir proposant fins a tant quan el material com les condicions esmentades mereixin l'aprovació del director. S'estarà, en general, al que disposa l'article 613 del PG vigent, en allò que aquest no contradigui les especificacions i condicions donades pel fabricant del morter a emprar.
- e) **Cables d'acer:** Destinats a la subjecció de les xarxes en l'estructura de pals i a la instal·lació de les barreres en general així com la unió dels pals als ancoratges al terreny. Les dimensions es prendran segons plànols i són cables d'acer d'ànima metàl·lica, tipus 6x36 + SE per diàmetres de fins a 20 mm, filferro 1770 N/mm², per diàmetre de 22mm filferro 1960 N/mm² tipus GEOBINEX, galvanitzats segons DIN 2078. En els casos que les condicions ambientals siguin molt agressives, el director d'obra decidirà l'ús de cables amb tractament especial anticorrosiu al Zn / al (supercoating).
- f) **Anells de frenada:** anells especials de tub d'acer galvanitzat destinats per a la dissipació d'energia per deformació plàstica, amb una capacitat d'absorció d'energia de 140 kJ. Els anells s'han de tancar sense afectar el cable de suport i ser capaços de garantir el treball dels cables fins a aconseguir la càrrega de ruptura.
- g) **Xarxa d'anells d'acer:** Estaran constituïdes xarxes ROCCO o semblant, formades per la

unió d'anells de 300 mm de diàmetre entrelaçats entre si pel sistema propi de cada fabricant. Cada anell estarà format per setze espires de filferro d'acer d'alta resistència (1770 N/mm²) de 3 mm de diàmetre, extra galvanitzat segons DIN 2078. Es subministraran en draps de dimensions limitades d'acord amb la mida de la barrera. Els filferros es fabriquen amb tractament especial anticorrosiu al Zn / Al (supercoating).

h) **Serracables i grillets:** Són accessoris necessaris per a la fixació i / o muntatge de les xarxes i / o tirants de cable. S'utilitzaran seguint el que indica en els plànols i complint les normes DIN 1142, pel que fa a qualitat, nombre de serracables per nus, espaïament entre aquests i "par d'apriete". Per a la fixació del cable perimetral al capdavant del pal s'utilitzaran serracables DIN 741.

i) **Malles de filferro:** Malles de filferro: es defineix com a tal, el material constituït per filferros, de determinades característiques que entrelaçades entre si convenientment formen un teixit susceptible de ser sotmès a determinats esforços de tracció si es troba convenientment vinculat. Estaran constituïdes per filferros d'acer galvanitzat (225/275 g de zinc per metre quadrat, segons DIN 1584), filferro No 16 (2,7 mm de diàmetre) d'acer dolç amb allargament de 12 a 20%.

Es pot utilitzar malla de simple torsió 50/165 o de triple torsió 80x100/16. Es subministraran en rotllos de longitud i ample variables segons alçada de la barrera

En general, atès que els sistemes a instal·lar són sistemes comercials explotats per empreses mercantils, el Contractista proposarà al director els sistemes que pretén instal·lar i totes les seves característiques així com condicions d'instal·lació, fins a obtenir el vistiplau del director.

Si algun dels sistemes proposats pel contractista no obtingués el vistiplau del director, en un termini d'un mes d'iniciades les obres, serà el director el que fixi el sistema instal·lat, no tenint dret a cap reclamació el Contractista, el qual l'executarà en les condicions establertes en els documents del present projecte.

EXECUCIÓ DE LES OBRES

El sistema d'excavació serà en cada cas l'adequat a les condicions geològic - geotècniques dels materials a excavar . L'excavació haurà d'estar d' acord amb la informació continguda als plànols i amb el que sobre el particular ordeni el director de les obres , havent de realitzar de manera que no es produeixin diferències de dimensions més grans de 10 cm . Si es donés el cas de proximitat a edificacions existents així com a vies públiques en servei i tenint en compte la petita entitat dels volums a excavar , aquesta excavació s'executarà sense l'ús d'explosius encara que el material sigui roca, efectuant amb mitjans mecànics de martell hidràulic , pneumàtic i / o qualsevol altres autoritzats pel director . Durant l'execució de les excavacions esmentades o un cop finalitzades les mateixes i construïts els elements de fonamentació corresponents , es procedirà a la retirada dels materials sobrants a abocador o lloc d'ocupació, segons ordeni el Director .

Un cop definit i localitzat el punt d'implantació de l'ancoratge es procedirà a realitzar el trepant d'allotjament de la barra o ancoratge de cable . La profunditat serà tal que arribi fins massís rocós sa i penetri en ell, almenys, la longitud d'ancoratge que li correspongui segons es defineix per a cada diàmetre i que no serà inferior a 40 diàmetres . El diàmetre del trepant deu superar

en uns 8 mm el diàmetre de la barra d'ancoratge . Un cop barrinat el trepant es procedirà al seu bufat per tal d'eliminar qualsevol detritus originat durant la perforació .

La barra d'ancoratge s'introduirà, tenint cura que penetri fins al fons del trepant, emplenant a continuació el trepant amb el morter d'unió, disposant els mitjans necessaris per evitar que aquest morter s'escapi del trepant. L'orifici s'injectarà des del fons fins a la superfície, les pèrdues que pogués haver per escapament en les eventuais esquerdes del terreny o altres motius, es compensaran reinjectant el trepant fins a aconseguir la total obturació.

Els encofrats es projectaran i construïran per suportar les càrregues verticals i pressions laterals degudes al pes del formigó fresc, incrementat amb una sobrecàrrega mínima d'ús durant l'execució. En general, s'estarà al que disposa l'article 680.2 del PG vigent.

Per a l'execució de les obres de formigó contemplades en aquest projecte s'estarà al disposat a aquest efecte en l'article 630 del PG i al que sobre el particular ordeni el director de les obres. Previ a la col·locació del formigó es tindrà cura que els llocs i superfícies sobre els quals ha d'abocar estigui nets i llisos i sense possibilitat que es barregin elements estranys amb el formigó. La col·locació en obra es farà mitjançant abocament i posterior vibrat.

Les parts metàl·liques i la resta dels elements constitutius les barreres dinàmiques, s'instal·laran segons les indicacions contingudes en les instruccions específiques de muntatge, les quals han de ser obligatòriament lliurades pel fabricant subministrador del sistema. La disposició de tots els elements i l'ordre d'instal·lació haurà de realitzar-se segons les instruccions del manual de muntatge, subministrat pel proveïdor del sistema. Quant al control de qualitat s'estarà al disposat a aquest efecte en la vigent instrucció pel que fa als nivells exigits per a cada element. En finalitzar el muntatge es controlarà més el “par d'apriete” dels serracables emprats en les unions dels cables de transmissió de càrregues.

AMIDAMENT I ABONAMENT

Es mesuraran i abonaran, al corresponent preu del quadre de preus número u, les unitats de protecció del tipus definit, executats d'acord amb les especificacions contingudes en aquest plec i plànols corresponents, completament acabades, incloent totes les operacions especificades en aquest plec i annex de la memòria, sigui quina sigui la repercussió.

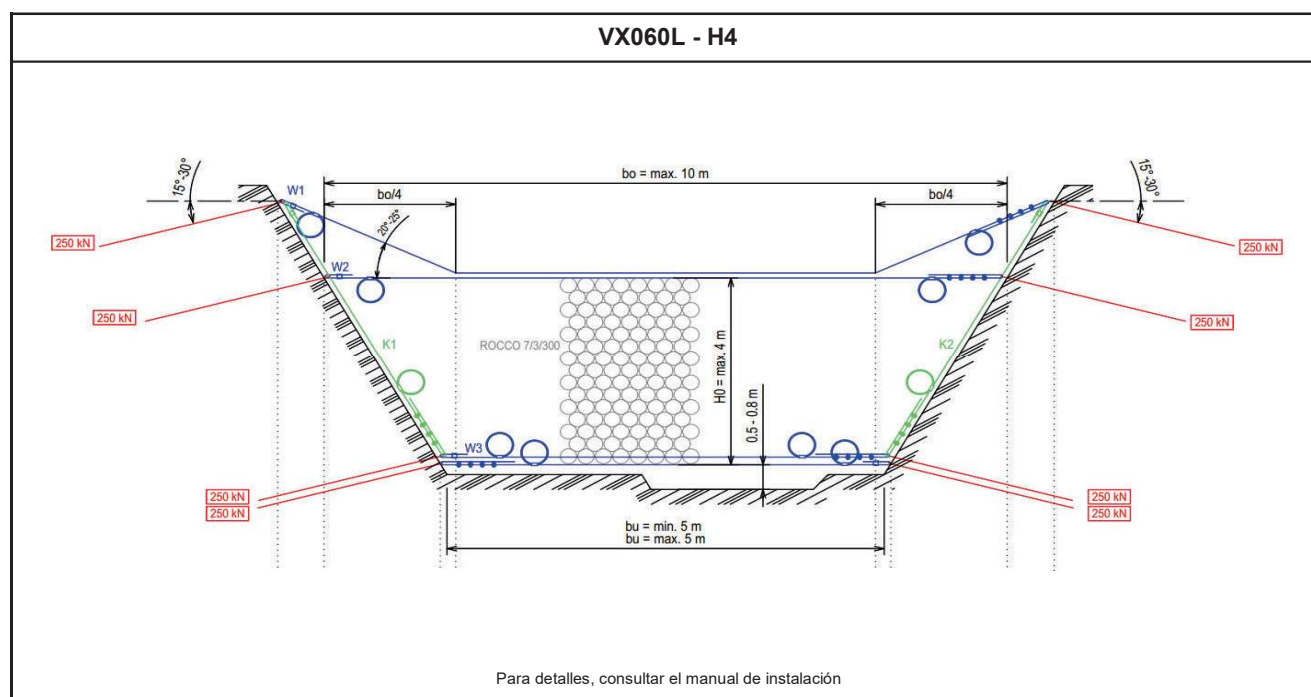
El preu inclou el propi de tots els materials components del sistema així com totes les tasques necessàries per a la seva col·locació incloent les perforacions i execució dels ancoratges.

El preu no inclou tasques de preparació prèvia del terreny on aquestes siguin necessàries com ara (bermes per a l'emplaçament de les barreres, tala d'arbres, tasques de sanejament), les que es mesuraran i abonaran com a unitats independents. Tampoc s'inclou el sobre cost per condicions d'inaccessibilitat i / o ubicació a grans altures, així com complexitat excessiva dels treballs d'ancoratges.

FICHA TÉCNICA

Barrera de protección contra corrientes de detritos VX060L - H4

Detalles de la certificación		Sistema Especificación	
Plano del sistema nº / Estructura de cables nº	GD-1009.1 / 1009.2	Anchura superior máxima	10 m
Resistencia a la presión dinámica	60 kN/m ²	Anchura inferior (mín. / máx.)	5.0 m / 5.0 m
Informe de ensayo de WSL	WSL 31.10.2010	Altura estándar (otras bajo pedido)	4.0 m
Evaluación Técnica Europea (ETE)	ETA 17/0270	Distancia horizontal entre cables (mín. / máx)	4.0 m
Certificado de Constancia de Prestaciones	1301 - CPR - 1295	Tipo de malla / Tipo de red	ROCCO® 7/3/300
Procedimiento de ensayo / Verificación	Simulaciones WSL	Carga del anclaje lateral (por cable final)	250 kN
Altura de ensayo	4.0 m		
Desbordamiento considerado / multinivel aprobado	No		
Respuesta ante el impacto de rocas (Simulaciones WSL)	Sí		

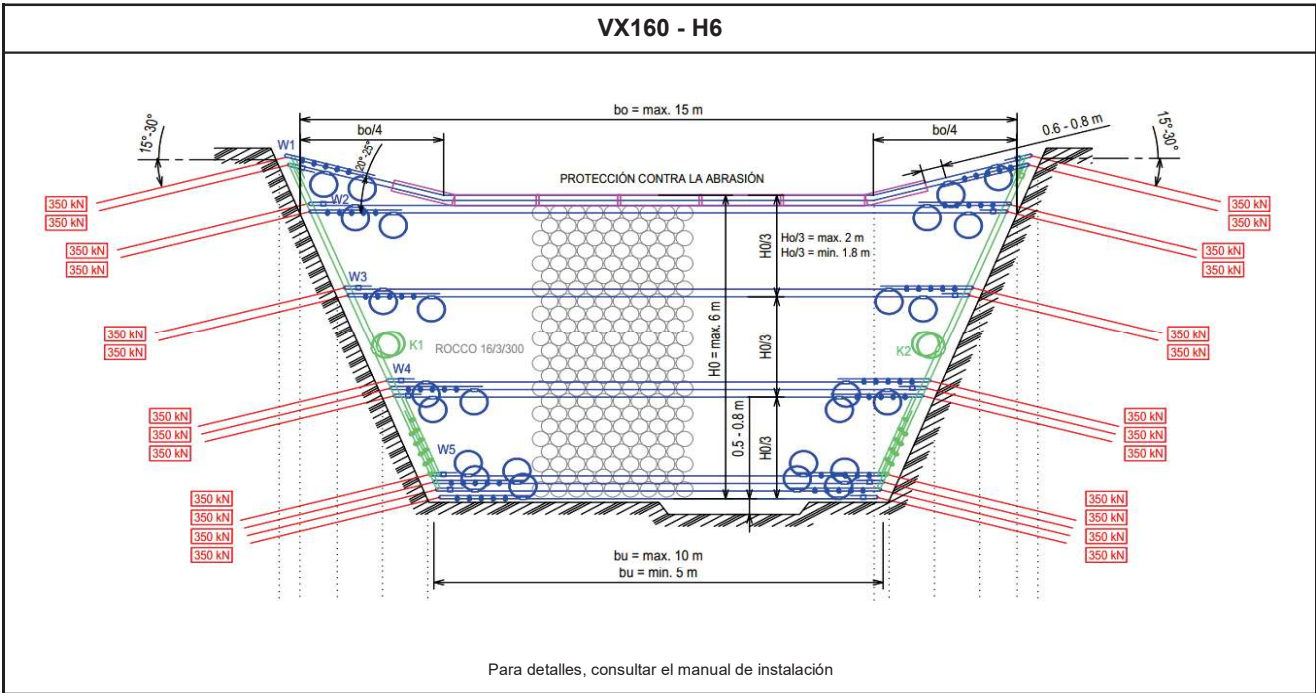


Las caídas de rocas, deslizamientos, avenidas, y aludes ocurren de manera esporádica y no se pueden predecir. Las causas van desde la actividad humana (trabajos de construcción, etc.) a causas naturales (clima, terremotos, etc.). Debido a la amplia variedad de factores desencadenantes de estos eventos, no es posible desarrollar un enfoque científico que garantice la seguridad de las personas y los bienes.

FICHA TÉCNICA

Barrera de protección contra corrientes de detritos VX160 - H6

Detalles de la certificación		Sistema Especificacion	
Plano del sistema nº / Estructura de cables nº	GD-1004.1 / 1004.2	Anchura superior máxima	15 m
Resistencia a la presión dinámica	160 kN/m²	Anchura inferior (mín. / máx.)	5.0 m / 10 m
Informe de ensayo de WSL	WSL 31.10.2010	Altura estándar (otras bajo pedido)	6.0 m
Evaluación Técnica Europea (ETE)	ETA 17/0439	Distancia horizontal entre cables (mín. / máx)	1.8 m / 2.0 m
Certificado de Constancia de Prestaciones	1301 - CPR - 1289	Tipo de malla / Tipo de red	ROCCO® 16/3/300
Procedimiento de ensayo / Verificación	Simulaciones WSL	Carga del anclaje lateral (por cable final)	350 kN
Altura de ensayo	6.0 m		
Desbordamiento considerado / multinivel aprobado	Sí		
Respuesta ante el impacto de rocas (Simulaciones WSL)	Sí		



Las caídas de rocas, deslizamientos, avenidas, y aludes ocurren de manera esporádica y no se pueden predecir. Las causas van desde la actividad humana (trabajos de construcción, etc.) a causas naturales (clima, terremotos, etc.). Debido a la amplia variedad de factores desencadenantes de estos eventos, no es posible desarrollar un enfoque científico que garantice la seguridad de las personas y los bienes.

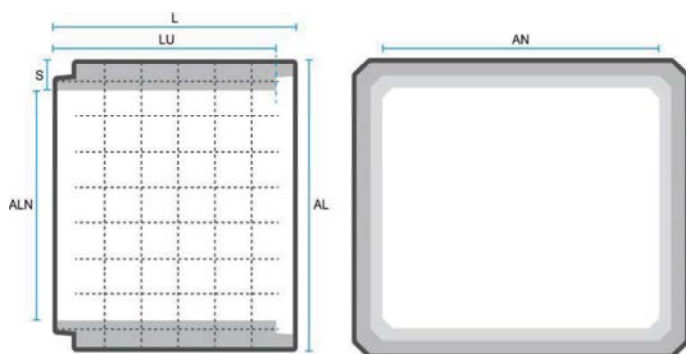
FICHA TECNICA

MARCOS DE HORMIGÓN ARMADO MACHIHEMBRADOS TIPO 4,00 x 2,00 x 1,40 m

Norma: **UNE EN-14844**
Última revisión: **02-07-20**

Medidas

LONGITUD (cm)			ESPESORES (cm)			
Ancho interior [AN]	Alto interior [ALN]	Largo útil [LU]	Espe sor hastiales [S]	Espe sor dintel [S]	Espe sor solera [S]	Longitud máxima [L]
400	200	140	25	30	30	148



TOLERANCIAS (mm)

Ancho interior	± 15
Alto interior	± 15
Longitud útil	± 20
Espe sor	± 10

Materiales

Hormigón	HA - 35
Acero Barras	B-500-S
Acero Malla	B-500-T

Datos para carga

Peso de la unidad (kg)	12380
Peso metro lineal (kg)	8842,86
Carga ml/camión	2,8

Relleno (metros)

H máx. de tierras	16
-------------------	----

Marcos de hormigón armado machihembrados

DESCRIPCIÓN

Marcos prefabricados de hormigón armado y sección rectangular con sistema de unión de junta machihembrada, que se emplean en obras de saneamiento, drenaje, canalizaciones de ríos, paso inferiores y galerías de servicio visitables.

CONTROL DE CALIDAD

El control de materias primas y productos acabados y la supervisión son realizados por un laboratorio externo acreditado.

Este control de calidad incluye el acero y

hormigón y sus componentes de acuerdo con la Instrucción E. H. en vigor. El plan de control de la calidad de producción contempla el control del producto acabado llevándose a cabo según la Norma UNE-EN 1916.

CAPÍTOL VII.- SEGURETAT I SALUT

Article 900.- SEGURETAT I SALUT AL TREBALL

L'adjudicatari haurà de complir totes les disposicions vigents en matèria de seguretat i salut en el treball, i totes les normes de bona pràctica siguin aplicables en aquestes matèries, així com l'establert en el document de Seguretat i Salut d'aquest Projecte.

En concret ha de complir el que estableix el Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut en les obres de construcció.

Totes les despeses derivades de les desviacions provisionals al trànsit rodat durant l'execució dels treballs es consideren inclosos en les unitats del pressupost de seguretat i salut.

En cada certificació mensual s'abonarà la part proporcional de Seguretat i Salut en el mateix percentatge de l'obra executada durant el mes en què es certifica.

CAPÍTOL VIII.- PLAÇ D'EXECUCIÓ

El termini d'execució previst per al present projecte és de **(3.5) TRES MESOS I MIG**, on la data límit per a recepció de l'obra és(per definir).

Enginyers redactors del Projecte:

Carles Raïmat Quintana

Geòleg i Doctor en Enginyeria del Terreny

Col·legiat nº 3300

Jona Trujillo Moreno

Enginyer SIG i IOT

DOCUMENT N° 4 .- PRESSUPOST

DOCUMENT N° 4 .- PRESSUPOST

- Amidaments
- Quadre de preus núm.1
- Quadre de preus núm.2
- Pressupostos parcials
- Resum del pressupost
- Pressupost d'execució per contracte

AMIDAMENTS AGRUPADES (PRESSUPOST)

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT	PREU	IMPORT
N/A								
IUS050	u Calaix drenant prefabricat de formigó de 148x400x250 calaixos		10			10,000		
						10,000	2.440,020	24.400,200
MSH010	m Subministrament i pintat de línies de borla linia		60,000			60,000		
						60,000	12,240	734,400
P221H-EL6D	m3 Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat excavació		180			180,000		
						180,000	10,180	1.832,400
P221H-EL6F	m3 Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert excavació		192			192,000		
						192,000	8,650	1.660,800
P2257-I0IM	m3 Terraplenat granular de nivellació-regularització terraplenat		26			26,000		
						26,000	29,190	758,940
P312-I5VP	m3 Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants rebliment		14			14,000		
						14,000	198,140	2.773,960
P783-8D31	m2 pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó pintura		60			60,000		
						60,000	4,140	248,400
P92A-DX86	m3 Subbase tot-u artificial Z30 tot-ú		150			150,000		
						150,000	62,230	9.334,500
P9H1-CUOK	m2 Subministrament i estesa d'asfalt asfalt		75			75,000		
						75,000	72,200	5.415,000
PB29-028H	m Subministrament i col·locació de biona mixta biona mixta		24,000			24,000		
						24,000	118,420	2.842,080
PRIK-TQ SX	m2 DIC INFERIOR dic inferior		116			116,000		
						116,000	546,410	63.383,560
PRIK-TQ SY	m2 DIC SUPERIOR dic inferior		104			104,000		
						104,000	546,410	56.826,640
Total N/A								170.210,880
Total								170.210,88

QUADRE DE DESCOMPOSATS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
01.01	TREBALLS				
PRIK-TQSY	DIC SUPERIOR	m2			
A0F-HJYR	Oficial 1a esp treballs verticals	4,00000 h	52,01	208,04000	
A0G-HK22	Oficial 2a esp treballs verticals	4,00000 h	45,14	180,56000	
A0I-HK23	Peó especialitzat treballs vert.	2,77000 h	36,39	100,80030	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	4,89400 %	1,50	7,34100	
	Suma la partida				496,74000
	Costos indirectes		10%		49,67400
	Arrodoniment				-0,00400
	TOTAL PARTIDA				546,41
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS				
PRIK-TQSX	DIC INFERIOR	m2			
A0G-HK22	Oficial 2a esp treballs verticals	4,00000 h	45,14	180,56000	
A0I-HK23	Peó especialitzat treballs vert.	2,77000 h	36,39	100,80030	
A0F-HJYR	Oficial 1a esp treballs verticals	4,00000 h	52,01	208,04000	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	4,89400 %	1,50	7,34100	
	Suma la partida				496,74000
	Costos indirectes		10%		49,67400
	Arrodoniment				-0,00400
	TOTAL PARTIDA				546,41
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS				
P221H-EL6F	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert	m3			
A0D-0007	Manobre	0,22500 h	23,17	5,21325	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,05213 %	1,50	0,07820	
C139-00LH	Pala excavadora giratòria s/caden. 12 a 20t	0,03000 h	85,58	2,56740	
	Suma la partida				7,86000
	Costos indirectes		10%		0,78600
	Arrodoniment				0,00400
	TOTAL PARTIDA				8,65
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS				
P221H-EL6D	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat	m3			
A0D-0007	Manobre	0,28400 h	23,17	6,58028	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,06580 %	1,50	0,09870	
C139-00LH	Pala excavadora giratòria s/caden. 12 a 20t	0,03000 h	85,58	2,56740	
	Suma la partida				9,25000
	Costos indirectes		10%		0,92500
	Arrodoniment				0,00500
	TOTAL PARTIDA				10,18
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS				
P2257-I0IM	Terraplenat granular de nivellació-regularització	m3			
C131-005G	Corró vibratori autopropulsat, 12 a 14t	0,12830 h	67,39	8,64614	
C138-00KQ	Pala carregadora s/pneumàtics 15 a 20t	0,20000 h	89,49	17,89800	
	Suma la partida				26,54000
	Costos indirectes		10%		2,65400
	Arrodoniment				-0,00400
	TOTAL PARTIDA				29,19
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS				
P312-I5VP	Formigó de rebliment i fonamentació per als calaixos drenants	m3			
A0F-000T	Oficial 1a paleta	1,70000 h	27,76	47,19200	
A0D-0007	Manobre	2,11800 h	23,17	49,07406	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,96266 %	1,50	1,44399	
B06F1-I1TW	Formigó en massa +addit. hidròfug HM - 30 / B / 20 / XF1 + XA1 quant.ciment 275kg/m3, aigua/ciment =	1,07843 x1,02 m3	74,93	82,42290	
	Suma la partida				180,13000
	Costos indirectes		10%		18,01300
	Arrodoniment				-0,00300
	TOTAL PARTIDA				198,14
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS				

QUADRE DE DESCOMPOSATS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
IUS050	Calaix drenant prefabricat de formigó de 148x400x250	u			
IUS051	calaix drenant prefabricat formigó	0,90910 u	2.440,00	2.218,20400	
		Suma la partida			2.218,20000
		Costos indirectes		10%	221,82000
		TOTAL PARTIDA			2.440,02
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS con DOS CÉNTIMOS				
P783-8D31	pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó	m2			
A0D-0007	Manobre	0,06000 h	23,17	1,39020	
A0F-000D	Oficial 1a col·locador	0,05000 h	27,76	1,38800	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,02778 %	1,50	0,04167	
B7Z0-13F3	Emulsió bituminosa, tipus ED	0,90000 x1,1 kg	0,95	0,94050	
		Suma la partida			3,76000
		Costos indirectes		10%	0,37600
		Arrodoniment			0,00400
		TOTAL PARTIDA			4,14
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS				
P92A-DX86	Subbase tot-u artificial Z30	m3			
A0D-0007	Manobre	1,00000 h	23,17	23,17000	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,23170 %	1,50	0,34755	
B011-05ME	Aigua	0,05000 m3	1,63	0,08150	
B03F-05NW	Tot-u art.	1,00000 x1,15 m3	20,31	23,35650	
C131-005H	Corró vibratori autopropulsat, 14 a 16t	0,02300 h	67,39	1,54997	
C136-00F5	Motoanivelladora mitjana	0,01700 h	65,39	1,11163	
C151-002Z	Camió cisterna 8m3	0,16200 h	42,91	6,95142	
		Suma la partida			56,57000
		Costos indirectes		10%	5,65700
		Arrodoniment			0,00300
		TOTAL PARTIDA			62,23
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS con VEINTITRÉS CÉNTIMOS				
P9H1-CUOK	Subminstrament i estesa d'asfalt	m2			
A0D-0007	Manobre	0,60000 h	23,17	13,90200	
A0F-000S	Oficial 1a d'obra pública	0,70000 h	27,76	19,43200	
%NAAA0150	Despeses auxiliars	0,33334 %	1,50	0,50001	
B896-HYEA	Pintura poliur.bicomp.	1,30000 kg	7,71	10,02300	
B9H7-3522	Mescla bitum.calent,AC 8 surf B 50/70 D,tractament pint.tricomp.acrilic PU	0,09600 t	64,94	6,23424	
C13A-W61O	Safata vibrant combustible,plac.60cm	0,08000 h	5,58	0,44640	
C154-003K	Camió transp.20 t	0,15000 h	59,75	8,96250	
C173-005K	Corró vibratori autopropulsat pneumàtic	0,05000 h	66,00	3,30000	
C175-00G4	Estenedora p/paviment mescla bitum.	0,05000 h	54,96	2,74800	
C20F-00LZ	Màq.pulv.s/aire, cabal 8 a 12l/min, a 3000 psi (206 bar), relació min.28:1	0,01000 h	9,41	0,09410	
		Suma la partida			65,64000
		Costos indirectes		10%	6,56400
		Arrodoniment			-0,00400
		TOTAL PARTIDA			72,20
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS				
PB29-028H	Subminstrament i col·locació de biona mixta	m			
A0F-000S	Oficial 1a d'obra pública	0,91500 h	27,76	25,40040	
A0E-000A	Manobre especialista	0,70000 h	20,59	14,41300	
BV2B0-028E	Determ.caract.geomètriques element barrera metàl·segur.	1,20000 u	56,53	67,83600	
		Suma la partida			107,65000
		Costos indirectes		10%	10,76500
		Arrodoniment			0,00500
		TOTAL PARTIDA			118,42
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECIOCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS				
MSH010	Subminstrament i pintat de linies de boral	m			
A0F-000S	Oficial 1a d'obra pública	0,30000 h	27,76	8,32800	
A0E-000A	Manobre especialista	0,08100 h	20,59	1,66779	
BBA0-0SD5	Microesferes vidre p/retrorref.sec+humit.+pluja	0,02900 kg	1,79	0,05191	
B896-HYJV	Pintura plàstica per a exterior, a base de resines acríliques	0,04300 kg	7,12	0,30616	
C174-00GD	Escombradora autopropulsada	0,01000 h	42,46	0,42460	
C1B0-006F	Màquina p/pintar banda vial, autopropulsada p/SiS	0,01000 h	35,53	0,35530	

QUADRE DE DESCOMPOSATS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
		Suma la partida			11,13000
		Costos indirectes	10%		1,11300
		Arrodoniment			-0,00300
		TOTAL PARTIDA			12,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

QUADRE DE DESCOMPOSATS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
01.02	CONTROL DE QUALITAT				
CQPABN01	Partida alçada de control de qualitat		PA		
			Sense descomposició		1.909,09000
		Costos indirectes	10%		190,90900
		TOTAL PARTIDA			2.100,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIEN EUROS

QUADRE DE DESCOMPOSATS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
01.03	SEGURETAT I SALUT				
H0BN01	Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives.	U			
H1523231	Barana prot.,perim.sost.,h=1m,travesser sup.+intern.tub metàl.2,3'',sòcol post fusta,fix.suports mun	30,00000 m	8,14	244,20000	
H151A1K1	Protecció horitz.obertur.,xarxa prot.caig.,fil trenat,D=4mm,80x80mm,corda perim.poliám.,D=12mm,nuada	75,00000 m2	7,22	541,50000	
H1485800	Armilla reflectant,tires reflect.cint./pit/esqu.	2,00000 u	15,94	31,88000	
H1481343	Granota treb.p/constr.obres lineals,polièst./cotó (65%-35%),groc,trama 240,butxa.int.+tires reflect.	3,00000 u	78,72	236,16000	
H147L025	Ap.ancoratge p/prot.individ.caiguda alç.tac químic	3,00000 u	29,69	89,07000	
H147D501	Sistema anticaiguda amb arnès anticaiguda+tirants,incorp.subsist.tipus absorbent	3,00000 u	256,17	768,51000	
H1462242	Parella botes seguretat,resist.humit.,pell rectific.,sola antillisc.antiest.,plantill./punte.met.	3,00000 u	27,30	81,90000	
H1455710	Guants alta resis.tall abras.ferrall.,cautxú+cotó,subj.canell	3,00000 u	5,32	15,96000	
H1441201	Mascareta autofiltrant c/polsim+vap.tòx.	3,00000 u	4,68	14,04000	
H1422120	Ulleres antiimp.poliv.,muntura univ.,visor transp.c/entel/UV/rat.	3,00000 u	7,90	23,70000	
H1411117	Casc seguretat,p/ús normal,contra cops,PE,p<=400g+protect.auditius	3,00000 u	27,03	81,09000	
Suma la partida				2.128,01000	
Costos indirectes				10%	212,80100
Arrodoniment					-0,00100
TOTAL PARTIDA					2.340,81

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	QUANTITAT UT	RESUM	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
CQPABN01	PA	Partida alçada de control de qualitat			
		Sense descomposició			1.909,09000
		Costos indirectes	10%		190,90900
		Arrodoniment			0,00100
		COST UNITARI TOTAL			2.100,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIEEN EUROS			
H0BN01	U	Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives.			
H1523231	30,00000 m	Barana prot.,perim.sost.,h=1m,travesser sup.+interm.tub metàl.2,3'',sòcol post fusta,fix.suports mun	8,14	244,20000	
H151A1K1	75,00000 m2	Protecció horitz.obertur.,xarxa prot.caig.,fil trenat,D=4mm,80x80mm,corda perim.poliàm.,D=12mm,nuada	7,22	541,50000	
H1485800	2,00000 u	Armilla reflectant,tires reflect.cint./pit/esqu.	15,94	31,88000	
H1481343	3,00000 u	Granota treb.p/constr.obres lineals,polièst./cotó (65%-35%),groc,trama 240,bubxa.int.+tires reflect.	78,72	236,16000	
H147L025	3,00000 u	Ap.ancoratge p/prot.individ.caiguda alç.tac químic	29,69	89,07000	
H147D501	3,00000 u	Sistema anticaiguda amb arnès anticaiguda+tirants,incorp.subsist.tipus absorbent	256,17	768,51000	
H1462242	3,00000 u	Parella botes seguretat,resist.humit.,pell rectif.,sola antillisc.antiest.,plantill./punte.met.	27,30	81,90000	
H1455710	3,00000 u	Guants alta resis.tall abras.ferrall.,cautxú+cotó,subj.canell	5,32	15,96000	
H1441201	3,00000 u	Mascareta autofiltrant c/polsim+vap.tòx.	4,68	14,04000	
H1422120	3,00000 u	Ulleres antiimp.poliv.,muntura univ.,visor transp.c/entel/UV/rat.	7,90	23,70000	
H1411117	3,00000 u	Casc seguretat,p/ús normal,contra cops,PE,p<=400g+protect.auditius	27,03	81,09000	
		Cost directe			2.128,01000
		Costos indirectes	10%		212,80100
		Arrodoniment			-0,00100
		COST UNITARI TOTAL			2.340,81
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA EUROS amb OCHENTA Y UN CÉNTIMOS			
H1411117	u	Casc seguretat,p/ús normal,contra cops,PE,p<=400g+protect.auditius			
B1411117	1,00000 u	Casc seguretat p/ús normal,contra cops,PE,p<=400g,+protect.auditius	27,03	27,03000	
		Cost directe			27,03000
		Costos indirectes	10%		2,70300
		Arrodoniment			-0,00300
		COST UNITARI TOTAL			29,73
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS amb SETENTA Y TRES CÉNTIMOS			
H1422120	u	Ulleres antiimp.poliv.,muntura univ.,visor transp.c/entel/UV/rat.			
B1422120	1,00000 u	Ulleres antiimp.poliv.,muntura univ.,visor transp.c/entel/UV/rat.	7,90	7,90000	
		Cost directe			7,90000
		Costos indirectes	10%		0,79000
		COST UNITARI TOTAL			8,69
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS amb SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
H1441201	u	Mascareta autofiltrant c/polsim+vap.tòx.			
B1441201	1,00000 u	Mascareta autofiltrant c/polsim+vap.tòx.	4,68	4,68000	
		Cost directe			4,68000
		Costos indirectes	10%		0,46800
		Arrodoniment			0,00200
		COST UNITARI TOTAL			5,15
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS amb QUINCE CÉNTIMOS			
H1455710	u	Guants alta resis.tall abras.ferrall.,cautxú+cotó,subj.canell			
B1455710	1,00000 u	Guants alta resis.tall abras.ferrall.,cautxú+cotó,subj.canell	5,32	5,32000	
		Cost directe			5,32000
		Costos indirectes	10%		0,53200
		Arrodoniment			-0,00200
		COST UNITARI TOTAL			5,85
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS amb OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
H1462242	u	Parella botes seguretat,resist.humit.,pell rectif.,sola antillisc.antiest.,plantill./punte.met.			
B1462242	1,00000 u	Parella botes seguretat,resist.humit.,pell rectif.,sola antillisc.antiest.,plantill./punte.met.	27,30	27,30000	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	QUANTITAT	UT	RESUM	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
				Cost directe		27,30000
				Costos indirectes	10%	2,73000
				COST UNITARI TOTAL		30,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS amb TRES CÉNTIMOS						
H147D501		u	Sistema anticaiguda amb arnès anticaiguda+tirants,incorp.subsist.tipus absorbent			
B147D501	1,00000	u	Sistema anticaiguda amb un arnès anticaiguda+tirants,incorp.subsist.tipus absorbent	256,17	256,17000	
				Cost directe		256,17000
				Costos indirectes	10%	25,61700
				Arrodoniment		0,00300
				COST UNITARI TOTAL		281,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS amb SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS						
H147L025		u	Ap.ancoratge p/prot.individ.caiguda alç.tac químic			
A01H2000	0,25000	h	Oficial 1a p/SiS	23,38	5,84500	
%NAAA0150	0,05845	%	Despeses auxiliars	1,50	0,08768	
B1Z0AH00	1,00000	u	Tac químic D=12mm,carg./voland./fem.,p/SiS	3,83	3,83000	
B147L005	1,00000	u	Ap.ancoratge p/prot.individ.caiguda alç.	19,93	19,93000	
				Cost directe		29,69000
				Costos indirectes	10%	2,96900
				Arrodoniment		0,00100
				COST UNITARI TOTAL		32,66
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS amb SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
H1481343		u	Granota treb.p/constr.obres lineals,polièst./cotó (65%-35%),groc,trama 240,butxa.int.+tires reflect.			
B1481343	1,00000	u	Granota treb.p/constr.obres lineals,polièst./cotó (65%-35%),groc,trama 240,butxa.int.+tires reflect.	78,72	78,72000	
				Cost directe		78,72000
				Costos indirectes	10%	7,87200
				Arrodoniment		-0,00200
				COST UNITARI TOTAL		86,59
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS amb CINQUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS						
H1485800		u	Armilla reflectant,tires reflect.cint./pit/esqu.			
B1485800	1,00000	u	Armilla reflectant,tires reflect.cint./pit/esqu.	15,94	15,94000	
				Cost directe		15,94000
				Costos indirectes	10%	1,59400
				Arrodoniment		-0,00400
				COST UNITARI TOTAL		17,53
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS amb CINQUENTA Y TRES CÉNTIMOS						
H151A1K1		m2	Protecció horitz.obertur.,xarxa prot.caig.,fil trenat,D=4mm,80x80mm,corda perim.poliám.,D=12mm,nuada			
A01H4000	0,14700	h	Manobre p/SiS	19,52	2,86944	
A01H2000	0,14700	h	Oficial 1a p/SiS	23,38	3,43686	
%NAAA0150	0,06306	%	Despeses auxiliars	1,50	0,09459	
B0DZDZ40	0,20000	m	Fleix,p/SiS	0,23	0,04600	
B1Z09F90	0,60000	u	Tac acer D=10mm,carg./voland./fem.,p/SiS	0,96	0,57600	
B1Z11215	1,30000	m2	Xarxa poliám.n/regen.tenac.alt.,4mm,80x80mm,corda perim.poliám.,10usos,p/SiS	0,15	0,19500	
				Cost directe		7,22000
				Costos indirectes	10%	0,72200
				Arrodoniment		-0,00200
				COST UNITARI TOTAL		7,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS amb NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS						
H1523231		m	Barana prot.,perim.sost.,h=1m,traverser sup.+interm.tub metàl.2,3'',sòcol post fusta,fix.suports mun			
A01H4000	0,14000	h	Manobre p/SiS	19,52	2,73280	
A01H2000	0,14000	h	Oficial 1a p/SiS	23,38	3,27320	
%NAAA0100	0,06006	%	Despeses auxiliars	1,00	0,06006	
B0DZSM0K	2,40000	u	Tub metàl·lic,D=2,3'',150usos,p/SiS	0,12	0,28800	
B1526EK6	0,47000	u	Muntant metàl·lic p/bara.segur.,h=1m,mordas.p/sostre,15usos	1,47	0,69090	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	QUANTITAT UT	RESUM	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
B120D400	0,22000 m2	Post fusta pi,3usos,p/SiS	4,97	1,09340	
		Cost directe			8,14000
		Costos indirectes		10%	0,81400
		Arrodoniment			-0,00400
		COST UNITARI TOTAL			8,95
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS amb NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
IUS050	u	Calaix drenant prefabricat de formigó de 148x400x250			
IUS051	0,90910 u	calaix drenant prefabricat formigó	2.440,00	2.218,20400	
		Cost directe			2.218,20000
		Costos indirectes		10%	221,82000
		COST UNITARI TOTAL			2.440,02
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS amb DOS CÉNTIMOS			
MSH010	m	Subministrament i pintat de línies de boral			
A0F-000S	0,30000 h	Oficial 1a d'obra pública	27,76	8,32800	
A0E-000A	0,08100 h	Manobre especialista	20,59	1,66779	
BBA0-0SD5	0,02900 kg	Microesferes vidre p/retrorref.sec+humit.+pluja	1,79	0,05191	
B896-HYJV	0,04300 kg	Pintura plàstica per a exterior, a base de resines acríliques	7,12	0,30616	
C174-00GD	0,01000 h	Escombradora autopropulsada	42,46	0,42460	
C1B0-006F	0,01000 h	Màquina p/pintar banda vial,autopropulsada p/SiS	35,53	0,35530	
		Cost directe			11,13000
		Costos indirectes		10%	1,11300
		Arrodoniment			-0,00300
		COST UNITARI TOTAL			12,24
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS amb VEINTICUATRO CÉNTIMOS			
P221H-EL6D	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat			
A0D-0007	0,28400 h	Manobre	23,17	6,58028	
%NAAA0150	0,06580 %	Despeses auxiliars	1,50	0,09870	
C139-00LH	0,03000 h	Pala excavadora giratòria s/caden. 12 a 20t	85,58	2,56740	
		Cost directe			9,25000
		Costos indirectes		10%	0,92500
		Arrodoniment			0,00500
		COST UNITARI TOTAL			10,18
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS amb DIECIOCHO CÉNTIMOS			
P221H-EL6F	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert			
A0D-0007	0,22500 h	Manobre	23,17	5,21325	
%NAAA0150	0,05213 %	Despeses auxiliars	1,50	0,07820	
C139-00LH	0,03000 h	Pala excavadora giratòria s/caden. 12 a 20t	85,58	2,56740	
		Cost directe			7,86000
		Costos indirectes		10%	0,78600
		Arrodoniment			0,00400
		COST UNITARI TOTAL			8,65
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS amb SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
P2257-I0IM	m3	Terraplenat granular de nivellació-regularització			
C131-005G	0,12830 h	Corró vibratori autopropulsat, 12 a 14t	67,39	8,64614	
C138-00KQ	0,20000 h	Pala carregadora s/pneumàtics 15 a 20t	89,49	17,89800	
		Cost directe			26,54000
		Costos indirectes		10%	2,65400
		Arrodoniment			-0,00400
		COST UNITARI TOTAL			29,19
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS amb DIECINUEVE CÉNTIMOS			
P312-I5VP	m3	Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants			
A0F-000T	1,70000 h	Oficial 1a paleta	27,76	47,19200	
A0D-0007	2,11800 h	Manobre	23,17	49,07406	
%NAAA0150	0,96266 %	Despeses auxiliars	1,50	1,44399	
B06F1-I1TW	1,07843 x1,02 m3	Formigó en massa +addit. hidròfug HM - 30 / B / 20 / XF1 + XA1 quant.ciment 275kg/m3, aigua/ciment =	74,93	82,42290	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	QUANTITAT	UT	RESUM	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
				Cost directe		180,13000
				Costos indirectes	10%	18,01300
				Arrodoniment		-0,00300
				COST UNITARI TOTAL		198,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS amb CATORCE CÉNTIMOS						
P783-8D31	m2		pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó			
A0D-0007	0,06000	h	Manobre	23,17	1,39020	
A0F-000D	0,05000	h	Oficial 1a col·locador	27,76	1,38800	
%NAAA0150	0,02778	%	Despeses auxiliars	1,50	0,04167	
B7Z0-13F3	0,90000	x1,1 kg	Emulsió bituminosa, tipus ED	0,95	0,94050	
				Cost directe		3,76000
				Costos indirectes	10%	0,37600
				Arrodoniment		0,00400
				COST UNITARI TOTAL		4,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS amb CATORCE CÉNTIMOS						
P92A-DX86	m3		Subbase tot-u artificial Z30			
A0D-0007	1,00000	h	Manobre	23,17	23,17000	
%NAAA0150	0,23170	%	Despeses auxiliars	1,50	0,34755	
B011-05ME	0,05000	m3	Aigua	1,63	0,08150	
B03F-05NW	1,00000	x1,15 m3	Tot-u art.	20,31	23,35650	
C131-005H	0,02300	h	Corró vibratori autopropulsat, 14 a 16t	67,39	1,54997	
C136-00F5	0,01700	h	Motoanivelladora mitjana	65,39	1,11163	
C151-002Z	0,16200	h	Camió cisterna 8m3	42,91	6,95142	
				Cost directe		56,57000
				Costos indirectes	10%	5,65700
				Arrodoniment		0,00300
				COST UNITARI TOTAL		62,23
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS amb VEINTITRES CÉNTIMOS						
P9H1-CUOK	m2		Subministrament i estesa d'asfalt			
A0D-0007	0,60000	h	Manobre	23,17	13,90200	
A0F-000S	0,70000	h	Oficial 1a d'obra pública	27,76	19,43200	
%NAAA0150	0,33334	%	Despeses auxiliars	1,50	0,50001	
B896-HYEA	1,30000	kg	Pintura poliur.bicomp.	7,71	10,02300	
B9H7-3522	0,09600	t	Mescla bitum.calent,AC 8 surf B 50/70 D,tractament pint.tricomp.acrilic PU	64,94	6,23424	
C13A-W61O	0,08000	h	Safata vibrant combustible,plac.60cm	5,58	0,44640	
C154-003K	0,15000	h	Camió transp.20 t	59,75	8,96250	
C173-005K	0,05000	h	Corró vibratori autopropulsat pneumàtic	66,00	3,30000	
C175-00G4	0,05000	h	Estenedor p/paviment mescla bitum.	54,96	2,74800	
C20F-00LZ	0,01000	h	Màq.pulv.s/aire,cabal 8 a 12l/min,a 3000 psi (206 bar),relació min.28:1	9,41	0,09410	
				Cost directe		65,64000
				Costos indirectes	10%	6,56400
				Arrodoniment		-0,00400
				COST UNITARI TOTAL		72,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS amb VEINTE CÉNTIMOS						
PB29-028H	m		Subministrament i col·locació de biona mixta			
A0F-000S	0,91500	h	Oficial 1a d'obra pública	27,76	25,40040	
A0E-000A	0,70000	h	Manobre especialista	20,59	14,41300	
BV2B0-028E	1,20000	u	Determ.caract.geomètriques element barrera metàl.segur.	56,53	67,83600	
				Cost directe		107,65000
				Costos indirectes	10%	10,76500
				Arrodoniment		0,00500
				COST UNITARI TOTAL		118,42
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECIOCHO EUROS amb CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS						
PRIK-TQSX	m2		DIC INFERIOR			
A0G-HK22	4,00000	h	Oficial 2a esp treballs verticals	45,14	180,56000	
A0I-HK23	2,77000	h	Peó especialitzat treballs vert.	36,39	100,80030	
A0F-HJYR	4,00000	h	Oficial 1a esp treballs verticals	52,01	208,04000	
%NAAA0150	4,89400	%	Despeses auxiliars	1,50	7,34100	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	QUANTITAT UT	RESUM	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
			Cost directe		496,74000
			Costos indirectes	10%	49,67400
			Arrodoniment		-0,00400
			COST UNITARI TOTAL		546,41

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS amb CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

PRIK-TQSY	m2	DIC SUPERIOR			
A0F-HJYR	4,00000 h	Oficial 1a esp treballs verticals	52,01	208,04000	
A0G-HK22	4,00000 h	Oficial 2a esp treballs verticals	45,14	180,56000	
A0I-HK23	2,77000 h	Peó especialitzat treballs vert.	36,39	100,80030	
%NAAA0150	4,89400 %	Despeses auxiliars	1,50	7,34100	

Cost directe		496,74000
Costos indirectes	10%	49,67400
Arrodoniment		-0,00400

COST UNITARI TOTAL 546,41

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS amb CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

QUADRE DE PREUS 1

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	UT	RESUM	PREU
01.01	TREBALLS		
PRIK-TQSY	m2	DIC SUPERIOR DIC SUPERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	546,41
		QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS amb CUARENTA Y UN CÈNTIMS	
PRIK-TQSX	m2	DIC INFERIOR DIC INFERIOR. Subministrament i instal·lació de dic flexible amb capacitat per a suportar empentes de fins 160kPa/m2, tipus VX-160 o equivalent, de 6 metres d'alçada de protecció. Les fonamentacions es realitzaran amb ancoratges GA-7001	546,41
		QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS amb CUARENTA Y UN CÈNTIMS	
P221H-EL6F	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert, de material granular residual existen en la base del barranc	8,65
		OCHO EUROS amb SESENTA Y CINCO CÈNTIMS	
P221H-EL6D	m3	Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat Excavació, carrega, transport i taxa d'abocador de material inert i restes d'aglomerat, del material del mixte (granular/roca) del terraplé de la carretera existent	10,18
		DIEZ EUROS amb DIECIOCHO CÈNTIMS	
P2257-I0IM	m3	Terraplenat granular de nivellació-regularització Terraplenat granular de nivellació-regularització	29,19
		VEINTINUEVE EUROS amb DIECINUEVE CÈNTIMS	
P312-I5VP	m3	Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants Formigó de reblliment i fonamentació per als calaixos drenants	198,14
		CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS amb CATORCE CÈNTIMS	
IUS050	u	Calaix drenant prefabricat de formigó de 148x400x250 Calaix drenant prefabricat de formigó de 2Lx2Hx1F	2.440,02
		DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS amb DOS CÈNTIMS	
P783-8D31	m2	pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó pintura bituminosa impermeabilitzant per a paraments de formigó	4,14
		CUATRO EUROS amb CATORCE CÈNTIMS	
P92A-DX86	m3	Subbase tot-u artificial Z30 Tot-u artificial Z30 per a sub-base de ferm de carretera (2 capes de 20 cm cadascuna), subministrament, estès a motoanivelladora i compactat al 98% Proctor	62,23
		SESENTA Y DOS EUROS amb VEINTITRÉS CÈNTIMS	
P9H1-CUOK	m2	Subministrament i estesa d'asfalt Capa de rodadura de paviment de mescla bituminosa en calent, fabricada a temperatura normal, tipus AC 8 surf B 50/70 D, amb tractament amb pintura tricomponent acrílic poliuretà	72,20
		SETENTA Y DOS EUROS amb VEINTE CÈNTIMS	
PB29-028H	m	Subministrament i col·locació de biona mixta Determinació de les característiques geomètriques d'un element de barrera metàl·lica de seguretat (suport, separador i biona), segons norma UNE 135121, UNE 135122 i UNE 135123	118,42

QUADRE DE PREUS 1

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	UT	RESUM	PREU
			CIENTO DIECIOCHO EUROS amb CUARENTA Y DOS CÈNTIMS
MSH010	m	Subministrament i pintat de linies de boral	12,24
		Subministrament i pintat de linies de boral	
			DOCE EUROS amb VEINTICUATRO CÈNTIMS

QUADRE DE PREUS 1

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	UT	RESUM	PREU
01.02	CONTROL DE QUALITAT		
CQPABN01	PA	Partida alçada de control de qualitat	2.100,00
		Partida alçada de control de qualitat descrit en projecte.	
		DOS MIL CIENT EUROS	

QUADRE DE PREUS 1

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CODI	UT	RESUM	PREU
01.03		SEGURETAT I SALUT	
H0BN01	U	Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives. Elements seguretat i salut descrits en projecte, tant EPI's com proteccions col·lectives.	2.340,81
		DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA EUROS amb OCHENTA Y UN CÈNTIMS	

RESUM DE PRESSUPOST

Pressupost CORRECCIÓ HIDROLÒGICA OS DE CIVIS (LLEIDA)

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01.01	TREBALLS.....	170.210,88	97,46
01.02	CONTROL DE QUALITAT.....	2.100,00	1,20
01.03	SEGURETAT I SALUT	2.340,81	1,34

PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL **174.651,69**

13,00 % Despeses generals..... 22.704,72

6,00 % Benefici industrial 10.479,10

Suma 33.183,82

PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ **207.835,51**

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de DOSCIENTOS SIETE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS amb CINCUENTA Y UN CÉNTIMS

, 1 de enero 2023.

Promotor ENT0001

Proyectista ENT0005