

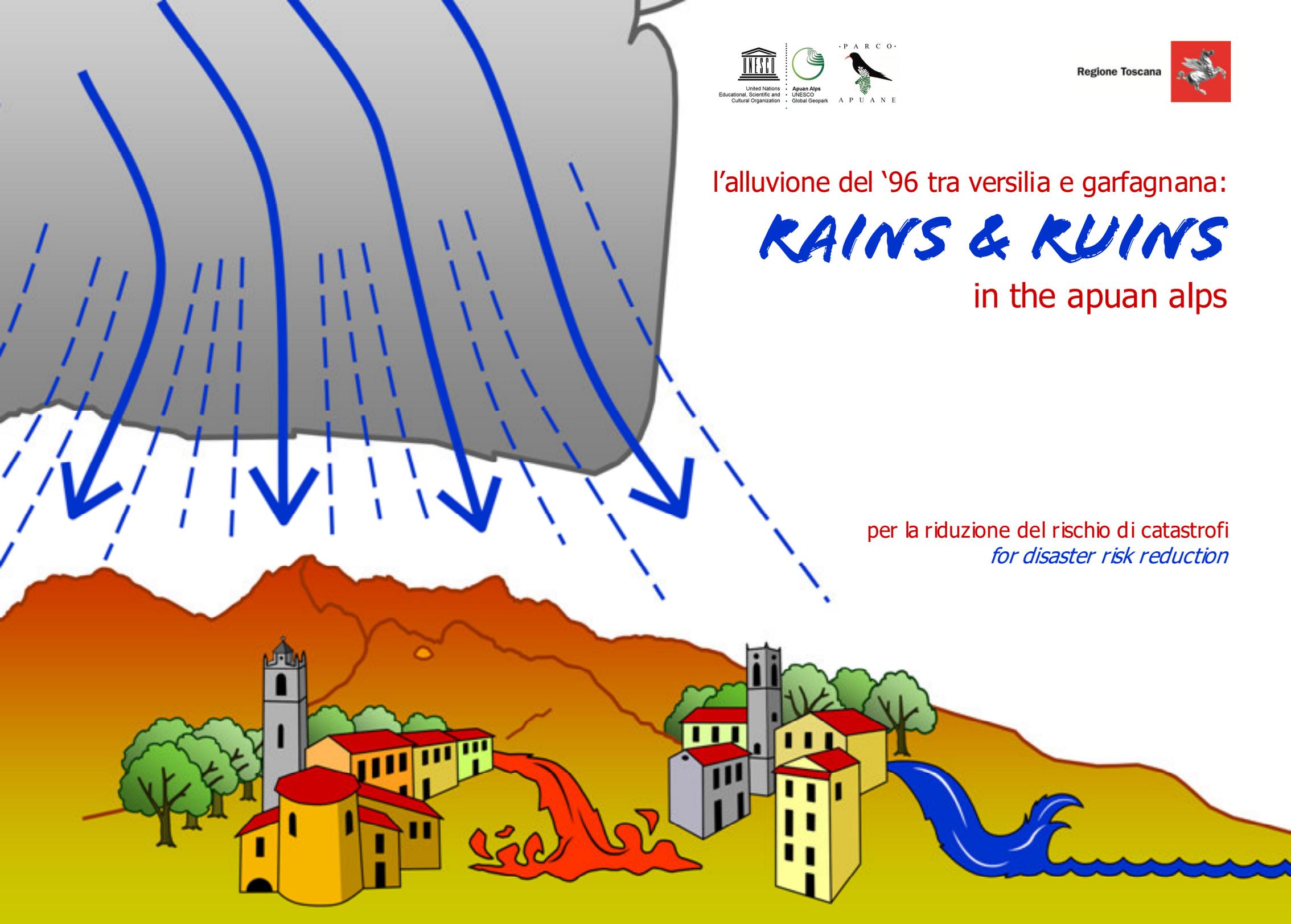


l'alluvione del '96 tra versilia e garfagnana:

RAINS & RUINS

in the apuan alps

per la riduzione del rischio di catastrofi
for disaster risk reduction





l'alluvione del '96 tra versilia e garfagnana:

RAINS & RUINS

in the apuan alps

per la riduzione del rischio di catastrofi
for disaster risk reduction

curatori / *editors:*

Antonio Bartelletti, Alessia Amorfini, Giuseppe Ottria

in collaborazione con / *in partnership with:*

Catalogo della mostra didattica / *catalogue of the educational exhibition*

L'alluvione del 1996 tra Versilia e Garfagnana: *Rains & Ruins in the Apuan Alps*

Palazzo Rossetti - Seravezza (Lucca)

22 Dicembre 2016 - 30 Settembre 2017

22nd December 2016 - 30th September 2017

progetto / *project*: Antonio Bartelletti

testi / *texts*: Alessia Amorfini, Antonio Bartelletti, Giuseppe Ottria

foto e disegni / *photos and drawings*: Antonio Bartelletti

cartografia geologica / *geological mapping*: Simone Da Prato, Giuseppe Ottria

traduzione / *translation*: Alessia Amorfini, Elaine Broadley

strumenti multimediali / *multimedia tools*: Emanuele Guazzi

allestimento tecnico / *exhibition set up*: Paolo Amorfini

base cartografica / *cartographic base*: Marco Barbieri, Mario Pegollo

prestatori d'immagini / *picture lenders*: Enrico Botti, Luigi Santini, Andrea Tenerini

© Parco Regionale delle Alpi Apuane - Apuan Alps Unesco Global Geopark

via Simon Musico, 8 - 54100 Massa

info@parcapuane.it - www.apuanegeopark.it

finito di stampare il 18 Maggio 2017 / *finished printing 18th May 2017*



Iniziativa inserita nel programma del Ventesimo anniversario dell'Alluvione del 1996 con il patrocinio dei comuni di Fabbriche di Vergemoli, Seravezza e Stazzema

Initiative included in the twentieth anniversary programme of the 1996 Flood under the patronage of the Fabbriche di Vergemoli, Seravezza and Stazzema councils



Regione Toscana

La Toscana è universalmente riconosciuta come un territorio ricco di bellezze artistiche e naturali che concorrono a formare una realtà unica per le testimonianze che uomini e natura hanno saputo donarle.

Tra i dieci geoparchi italiani oggi riconosciuti quali UNESCO Global Geopark, due sono in Toscana: il Parco Naturale Regionale delle Alpi Apuane – Apuan Alps UNESCO Global Geopark - e il Parco Nazionale Tecnologico e Archeologico delle Colline Metallifere Grossetane – Tuscan Mining UNESCO Global Geopark.

Entrambi i parchi rappresentano una valida testimonianza di come, nel tempo, l'uomo abbia cercato di interagire con il proprio territorio, sfruttandone le risorse e, al contempo, cercando di salvaguardarne valori e peculiarità.

Le Alpi Apuane sono contraddistinte da panorami scenografici e da emergenze naturalistiche di assoluto valore. L'Ente Parco e la Regione Toscana hanno valorizzato le caratteristiche del territorio, anche con appositi finanziamenti tesi a consentirne la conservazione, la conoscenza e fruibilità da parte di un ampio pubblico. La realizzazione di interventi che permettono oggi di godere delle realtà più belle del Parco e di progetti finalizzati alla conservazione della biodiversità ed al recupero ambientale, costituiscono solo una parte degli impegni che questi luoghi richiedono.

Le caratteristiche geomorfologiche delle Apuane, di cui il carsismo è uno degli elementi preminenti, la situazione idrografica e gli effetti dei cambiamenti climatici infatti, obbligano, ad una visione globale della gestione del territorio che coinvolge a pieno titolo l'intera sfera di competenza dell' Assessorato Ambiente e difesa del suolo. L'Ente Parco, in sinergia con tutti i soggetti istituzionali, persegue, pertanto, una gestione integrata del territorio apuano, che costituisce riferimento per l'individuazione e la sperimentazione di buone pratiche anche oltre i propri confini.

Federica Fratoni

Assessore all'Ambiente e alla Difesa del Suolo - Regione Toscana

Introduzione / introduction

UNESCO Global Geoparks are single, unified geographical areas where sites and landscapes of international geological significance are managed with a holistic concept of protection, education and sustainable development. Their bottom-up approach of combining conservation with sustainable development while involving local communities is becoming increasingly popular.

UNESCO Global Geoparks not only actively cooperate in scientific research programmes related to natural hazards, but they actively raise awareness about geophysical processes. They play an active role in telling the story of past and present natural processes and the way they affect people.

The exhibition "Rains & Ruins" is a powerful illustration of how past disasters boost scientific and community cooperation to prevent such events in the future. UNESCO welcomes such initiatives and encourages its UNESCO Global Geoparks to continue performing more education awareness activities and to reinforce cooperation in the field of disaster risk reduction between sites for the sharing of good practices.

Patrick Mc Keever

UNESCO - Secretary of the
International Geoscience and Geoparks Programme

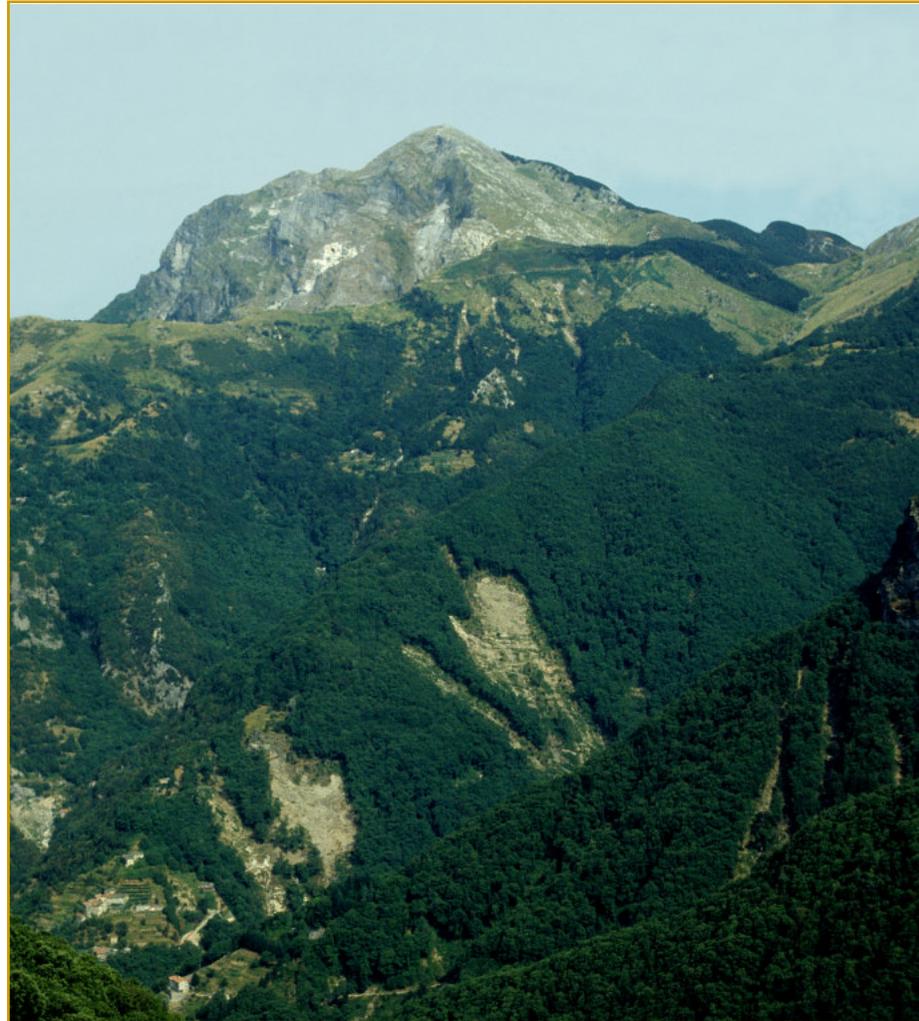
The Global Geoparks Network (GGN) was established in 2004 and operates as an international association, including 120 UNESCO Global Geoparks in 33 countries working together to protect geological heritage and promote local sustainable development. Since 2015 the GGN has been working closely with UNESCO for the operation of the UNESCO Global Geoparks programme. The GGN mission is to influence, encourage and assist local communities all over the world to conserve the integrity and diversity of abiotic and biotic nature and to support economic and cultural development through the valorisation of their territorial heritage and identity. Global Geoparks organize a variety of activities to communicate geoscientific knowledge aimed at raising the awareness of the local inhabitants in understanding of natural processes and natural hazards.

The Apuan Alps Park through the exhibition "Rains & Ruins" presents an excellent example of how UNESCO Global Geoparks through sharing of experiences and knowledge with their partners can support local communities, learning from the past in order to build a safer future.

Nickolas Zouros

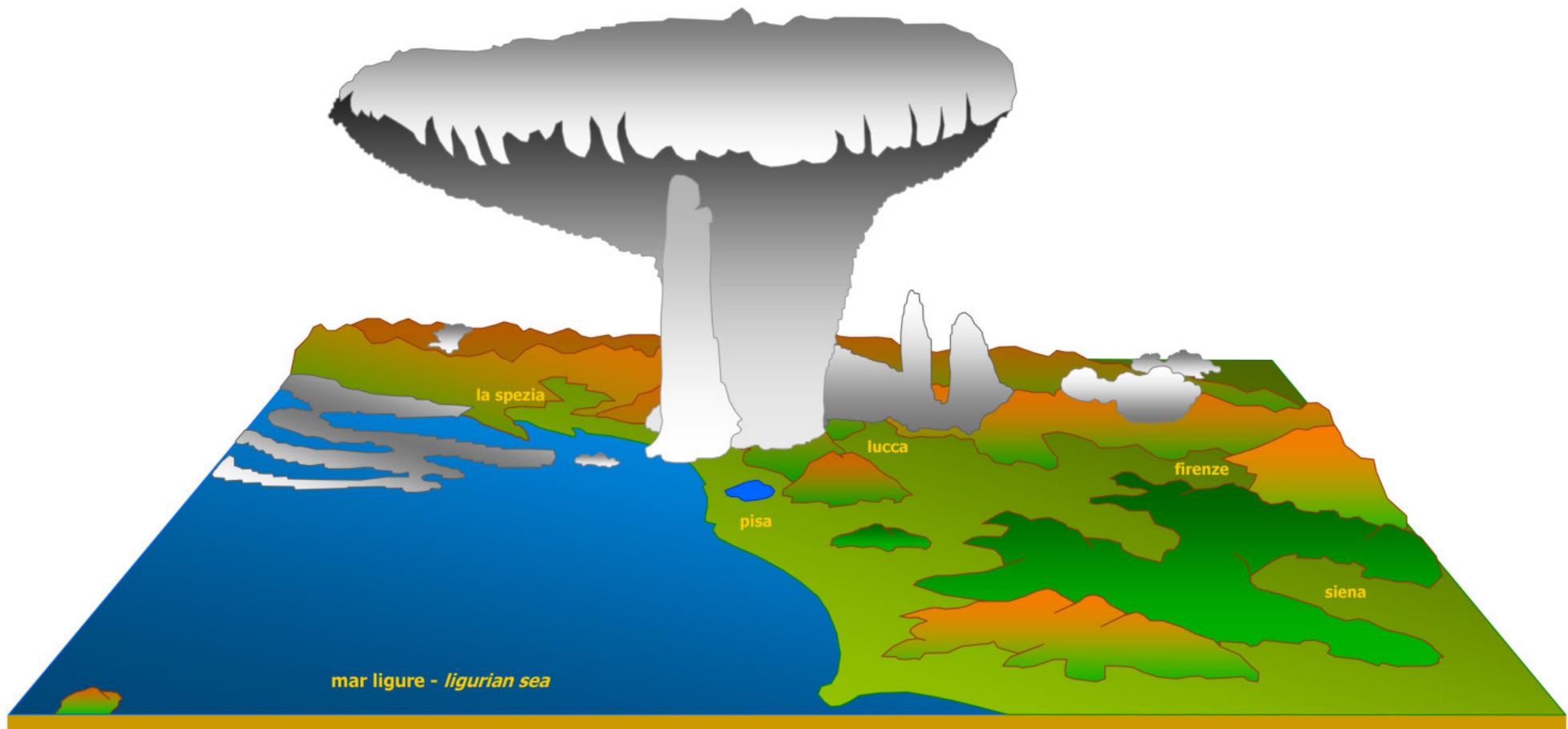
President of the
Global Geoparks Network

Parole scritte dalla pioggia...
words written by the rain...



Le frane del 1996 nel versante meridionale del gruppo del M. Corchia-Pania / *the 1996 landslides on the southern slope of Mt. Corchia-Pania Group*

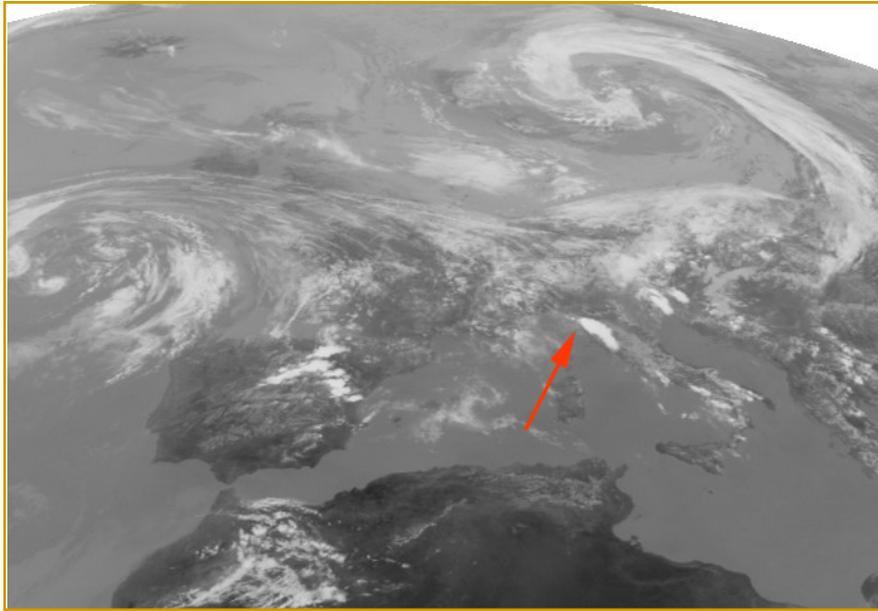
Il diluvio...
the deluge...



19 giugno 1996: ricostruzione della supercella / 19th June 1996: reconstruction of the supercell

by LaMMA, Firenze / Florence

La genesi del mostro / *the genesis of the monster*



19 giugno 1996 - 12 UTC: foto infrarosso da Meteosat-5
19th June 1996 - 12 UTC: infrared image by Meteosat-5

Il 19 giugno 1996, la Natura ha prodotto una miscela esplosiva di "ingredienti" particolarmente pericolosi.

Condizioni meteorologiche e geografiche non comuni hanno favorito il violento scontro tra aria fredda e secca continentale ed aria calda e umida marina, con l'insaccamento di un mostruoso temporale all'interno di una catena montuosa elevata, a ridosso di un mare poco profondo. Quel giorno, un sistema di bassa pressione sulla Scandinavia ha generato venti freddi in quota da nord-ovest, che hanno incontrato venti caldi di superficie da sud e sud-ovest, in rapido innalzamento orografico lungo i versanti ripidi delle Alpi Apuane.

Si è così formato un sistema convettivo stazionario che si è adattato alla morfologia del versante marittimo della stessa catena montuosa. Le correnti umide sono penetrate dentro la valle del fiume Versilia (aperta verso il mare) per poi sollevarsi rapidamente di fronte alla barriera delle Apuane, consentendo la continua rigenerazione di un temporale devastante che prendeva energia direttamente dal mare.

On 19th June 1996, Nature combined an explosive mix of particularly hazardous "ingredients". Uncommon meteorological and geographical factors caused the violent clash between cold, dry continental air and warm, moist sea air. A monstrous rainstorm penetrated the high mountain range very close to the shallow sea. On the same day, a low pressure system over Scandinavia produced upper-level cool winds from the north-west. They crossed low-level warm winds from the south and south-west, causing an orographic lifting along the steep slopes of the Apuan Alps. A stationary convective system thus originated and adapted to the morphology of the sea side in the same mountain range. The moist flows penetrated the Versilia river valley (open to the seafront) and then rose rapidly in front of the barrier of the Apuan Alps, allowing for the continuous regeneration of a devastating rainstorm taking energy directly from the sea.

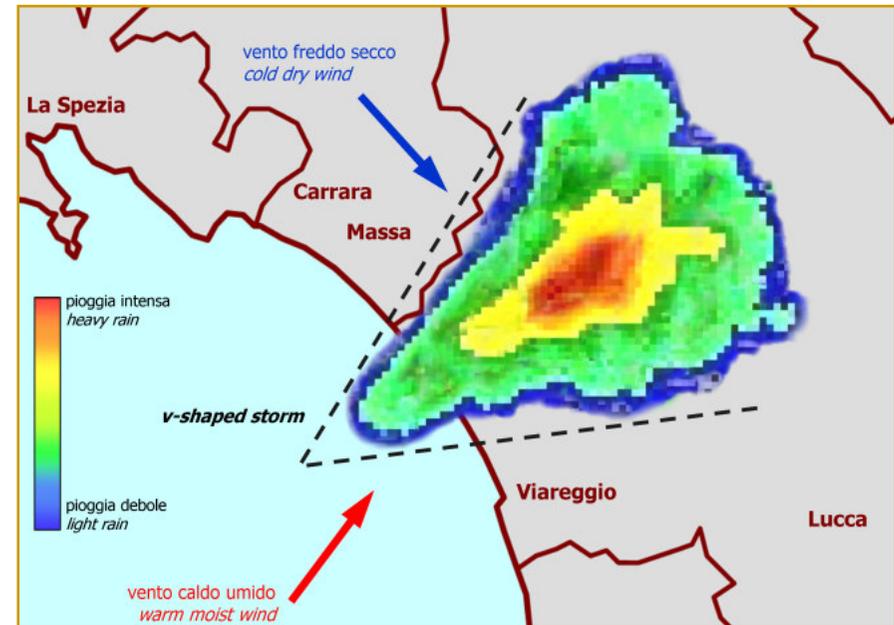
"Bombe d'acqua" / "rain bombs"

L'Alluvione del 1996 è stata una tempesta violenta, mai vista prima di allora nelle Alpi Apuane. Impressionante è la quantità di pioggia caduta nel tempo ristretto di questo evento. Più di 400 mm in circa 6 ore, all'interno di un'area di appena 60 chilometri quadrati.

Altri valori estremi di intensità di pioggia sono stati registrati nella medesima area, dove questa alluvione lampo ha causato ingenti danni, distruggendo edifici e vite umane: 30,8 mm in 5 minuti; 112,8 mm in 30 minuti; 175,4 mm in un'ora; 478,0 mm in un giorno.

L'epicentro dell'Alluvione è la "zona rossa" con piovosità uguale e superiore a 400 mm nelle 24 ore (all'interno della isoietta dei 400 mm/giorno).

In quegli anni, la comunità scientifica usava l'espressione "bombe d'acqua" per descrivere questi temporali mostruosi. Il fenomeno è oggi meglio conosciuto come "temporale autorigenerante" (con la forma a 'V' caratteristica), grazie alle immagini dei meteoradar.

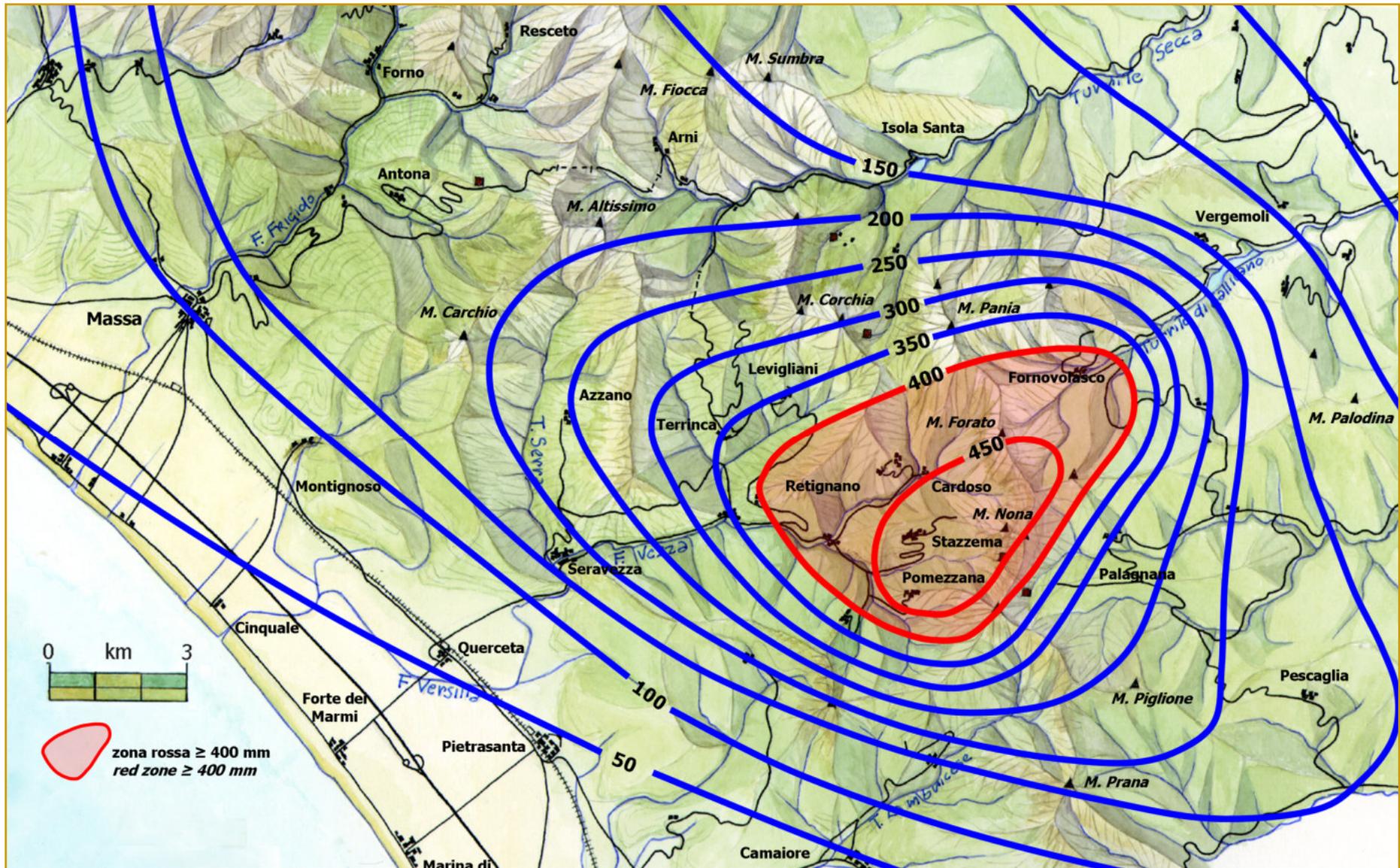


19 giugno 1996: ricostruzione meteoradar
19th June 1996: reconstruction of weather radar image

The 1996 Flood was the heaviest storm we had ever seen in the Apuan Alps. It only lasted a few hours, but the rainfall was tremendous. More than 400 mm of rain fell in about six hours over a small area of 60 square kilometres. Other extreme rainfall intensity values were recorded in the same area, where this flash flood caused a huge amount of damage, destroying buildings and killing people: 30.8 mm in 5 minutes; 112.8 mm in 30 minutes; 175.4 mm in one hour; 478.0 mm in one day.

The Flood epicentre was located in the "red zone", with rainfall equal to and greater than 400 mm in 24 hours (in the isohyet, 400 mm/day).

At that time, the scientific community used the expression "rain bombs" to describe these monstrous rainstorms. Today, the phenomenon is better known as a convective supercell (or "v-shaped storm"), thanks to weather radar images.



19 giugno 1996: carta delle isoiete / 19th June 1996: map of isohyets

Il temporale autorigenerante / *the v-shaped storm*

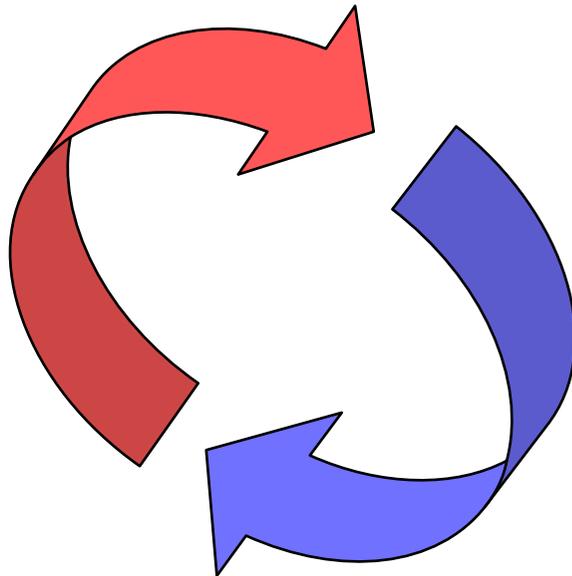
Le Alpi Apuane, la Liguria ed altre zone costiere italiane (Lazio, Campania, Calabria, Sicilia, Sardegna, ecc.) sono sempre più soggette a temporali autorigeneranti, probabilmente in conseguenza dei cambiamenti climatici in atto e della maggiore energia presente nell'atmosfera.

I venti marini caldi e umidi arrivano sulle coste da sud-ovest, sud e sud-est (1). Immediatamente sono costretti a salire di quota non appena incontrano le colline e le montagne vicinissime al mare (2). Tutto il vapore acqueo trasportato si trasforma in nuvole che, grazie alla continua risalita di aria calda dal basso, si sollevano sempre più in alto e prendono la forma di cumulonembi (3).

La pioggia inizia a cadere verso le cime più alte e le creste montuose portandosi dietro aria più fredda (4), che discende i versanti e scivola verso mare (5). Qui, l'aria fresca più pesante incrocia il vento caldo umido marino e lo solleva in alto per formare nuovi cumulonembi, che spostano quelli più vecchi verso l'interno (7), dove la pioggia lentamente si attenua (8).

Questa supercella convettiva si autorigenera continuamente per diverse ore e scarica una quantità incredibile di pioggia.

corrente ascensionale / *updraft*



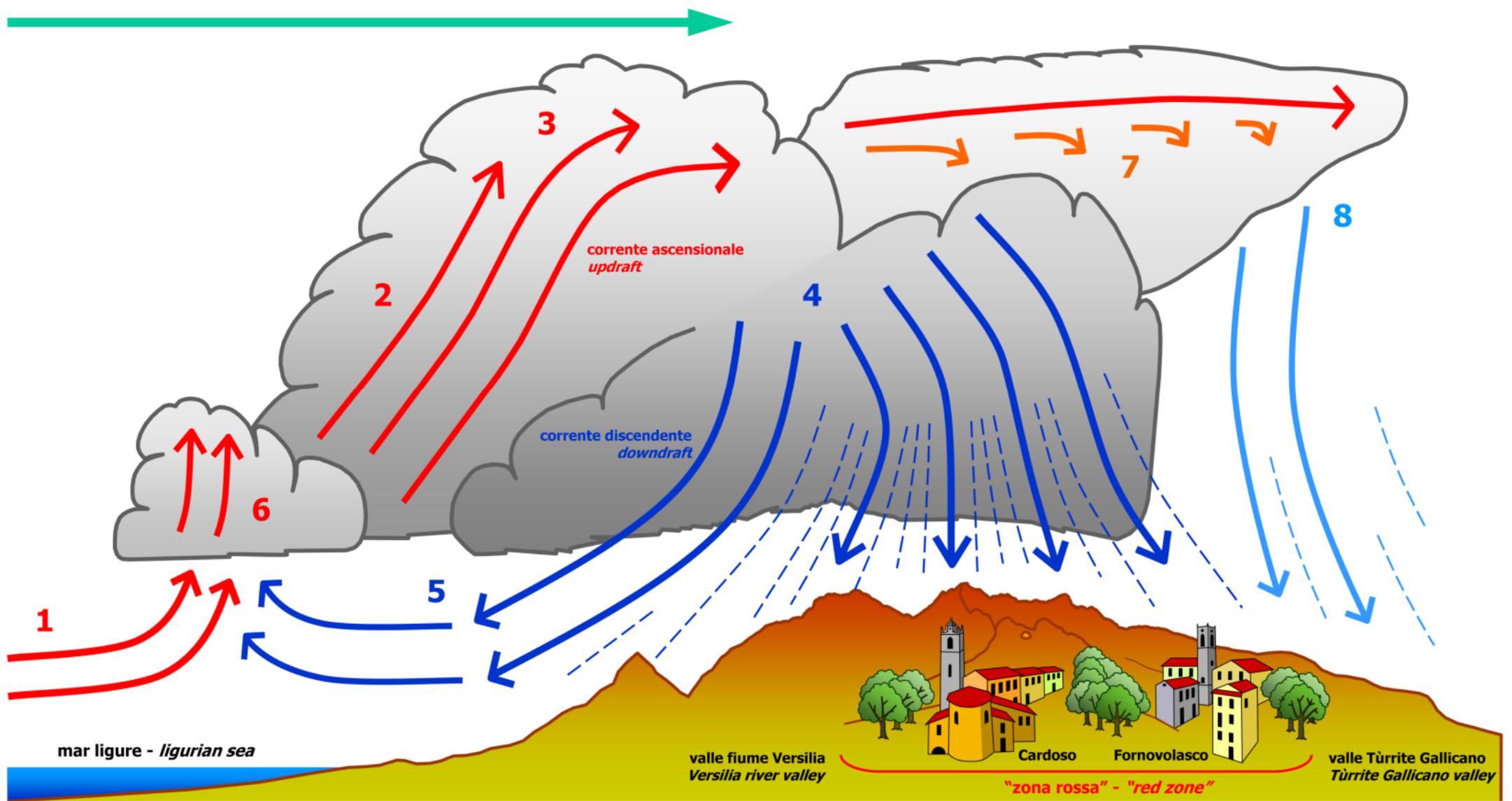
corrente discendente / *downdraft*

The Apuan Alps, Liguria and other Italian coastal areas (Lazio, Campania, Calabria, Sicily, Sardinia, etc.) are increasingly subject to v-shaped storms. This is probably due to the climate change in progress and higher energy present in the atmosphere.

The warm and moist sea air reaches the coast from the southwest, south and southeast (1). Immediately, the wind gains altitude, blowing against the hills and mountains very close to the sea (2). All the water vapour transported by the wind becomes clouds. The clouds rise higher and higher, taking the form of cumulonimbus, due to the continuous flow of warm air from below (3). The rain begins to fall on the highest peaks and mountain ridges (4), bringing with it colder air. The latter descends the slopes and slides down towards the sea (5).

Here, the heavier cool air crosses the warm, moist sea air and lifts it upwards to produce new cumulonimbus. These new clouds move the former ones inwards (7), where the rain slowly dies down (8).

The convective supercell is constantly self-regenerated for several hours and it releases a huge amount of rain.



Supercella autorigenerante / self-regenerating supercell

Colate di detrito... ***debris flows...***

Onde di piena / *flood waves*

Onde di piena, distruttive ed impetuose, sono discese dalle Alpi Apuane centro meridionali lungo le valli dei fiumi Versilia e Tùrrite di Galliciano, rispettivamente ad ovest e ad est della catena montuosa. Non era soltanto un muro d'acqua gonfiato all'improvviso dalla straordinaria quantità di pioggia caduta il 19 giugno 1996. L'onda era piuttosto un fluido saturo di detriti rocciosi (fango, ghiaia, massi) e vegetali (tronchi, rami, radici) che le frane avevano strappato dai versanti montuosi ed incanalato nei corsi d'acqua.

Questo imponente trasporto solido dei fiumi aveva determinato conseguenze particolarmente devastanti. L'onda di piena fu un effetto a valle delle frane avvenute poco prima a monte durante la stessa violenta tempesta. Lungo i versanti, le "colate di detrito" avevano riversato nei torrenti montani masse fangose in sospensione acquosa: una miscela viscosa sempre più diluita con lo scorrere verso il mare.

Destructive and impetuous flood waves came down from the central-southern Apuan Alps, along the valleys of Versilia and the Tùrrite di Galliciano rivers, respectively to the west and east of this mountain range. It was not just a water wall that suddenly increased due to the extraordinary amount of rainfall on 19th June 1996. The wave was actually a fluid saturated with rock debris (mud, gravel, boulders) and plant debris (trunks, branches, roots) torn away from the mountain slopes and channelled into the waterways by the landslides.

It was this impressive solid transport of the rivers, in particular, that determined devastating consequences. The flood wave was a downstream effect of the landslides that had occurred upstream, just before, during the same heavy storm. Along the slopes, the "debris flows" poured muddy masses in aqueous suspension into the mountain streams: a more and more diluted viscous mixture as it flowed towards the sea.

Numero e tipo di frane / *number and type of landslides*

L'Alluvione del 19 giugno 1996 ha generato soprattutto colate di detrito (85-90%), ma si sono verificate anche altre tipologie di frana con una minore diffusione (scorrimenti planari di detrito, mobilizzazioni di detrito di falda e frane di crollo) e negli impluvi (solchi percorsi dalle acque scorrenti) sono stati attivati anche fenomeni di erosione lineare.

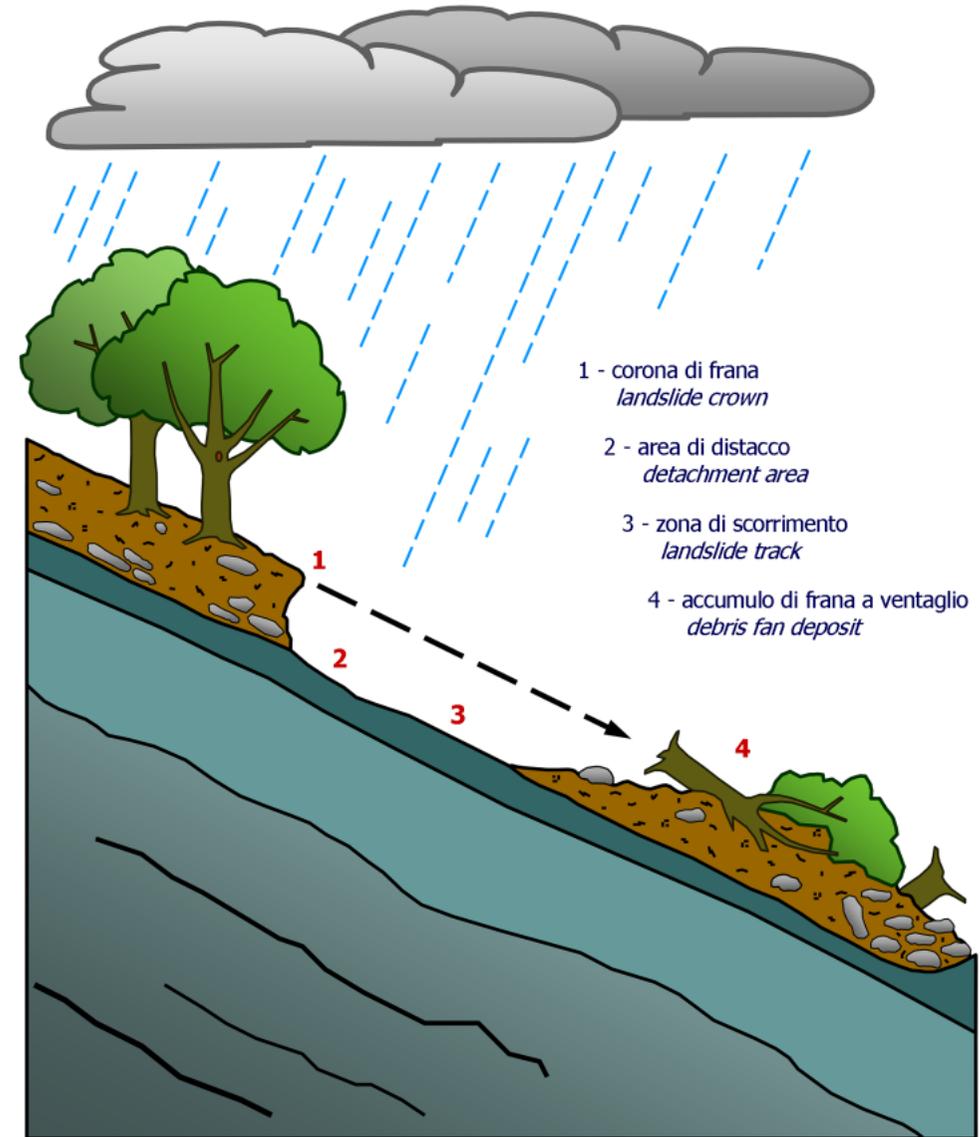
È difficile quantificare il numero complessivo dei movimenti franosi avvenuti durante questo evento estremo, perché diversi erano e sono i criteri di rilevamento.

Un primo conteggio (2004) ha indicato un totale di 647 frane, mentre il data base della Regione Toscana (2013) descrive in mappa 516 elementi cartografabili.

The 1996 Flood produced mostly debris flows (85-90%). Other landslide types occurred too though, including debris avalanches, talus sliding and rockfall. In addition, linear erosion processes were activated along the streams.

It is difficult to quantify the total number of landslides that occurred during this extreme event, because the survey criteria were and are different.

An initial count (2004) indicated a total of 647 landslides, while the regional data base (2013) shows 516 mappable landslides.



Modello di "colata di detrito" - "*debris flow*" model

Modello di colata di detrito / *debris flow model*

Le "colate di detrito" sono un particolare tipo di frana che produce miscugli di materiale fine (sabbia, limo e argilla) e grossolano (ghiaia e massi), dove sono comuni anche i detriti vegetali, soprattutto i grossi tronchi d'albero.

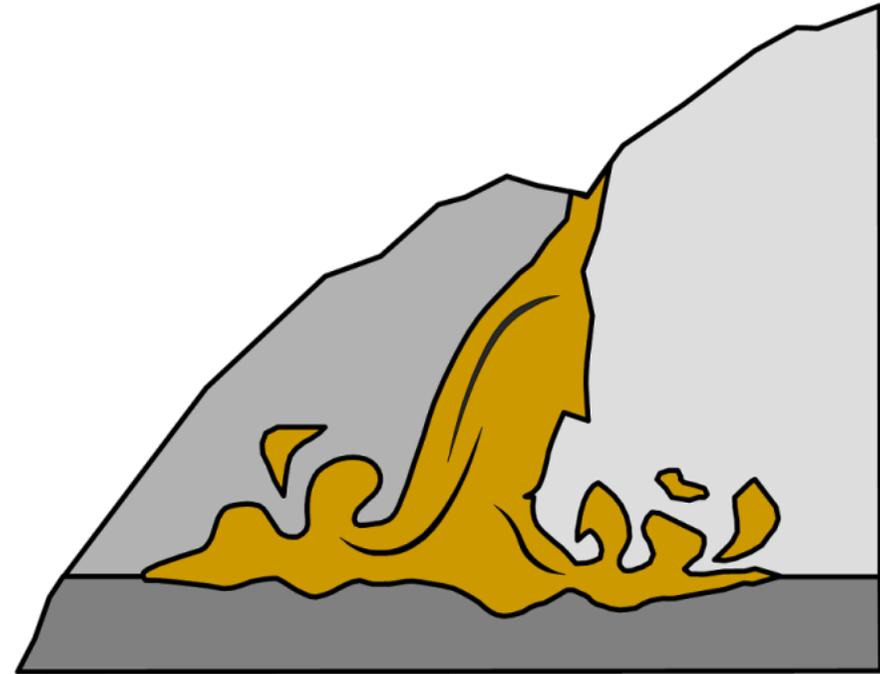
Durante i temporali di estrema intensità, il suolo soprassaturo di acqua perde coesione e diviene una massa fangosa che scivola improvvisamente a valle come un corpo unico, lungo la superficie di separazione tra coltre detritica e roccia madre. Le "colate di detrito" hanno un'enorme capacità erosiva e generalmente si sviluppano con ondate successive (pulsazioni) e scorrono entro i versanti incavati (impluvi) e gli alvei dei torrenti profondamente incisi (canyon) con una velocità fino a 90 km/h.

A dissesto avvenuto, una *corona di frana* delimita l'*area di distacco*, ovvero la parte più elevata d'innescò della colata di detrito. La *zona di scorrimento* è spesso una traccia lineare lungo un corso d'acqua, mentre l'*area di accumulo* assume una tipica forma a ventaglio, allo sbocco della valle o alla confluenza con corsi d'acqua maggiori.

"Debris flows" are a particular type of landslide producing a mixture of fine- (sand, silt and clay) and coarse-grained material (gravel and boulders), where plant debris is also common, especially large tree trunks.

During extremely intense rainstorms, the super-saturated soil loses cohesion and becomes a muddy mass suddenly sliding downstream as a single body, along the separation surface between the soil debris cover and the bedrock. "Debris flows" have a massive erosive action generally developing with successive waves (pulsations). They flow in the hollow-shaped slopes (catchment areas) and deeply eroded bedstreams (canyons) at a speed of up to 90 km/h.

When a landslide occurs, a landslide crown delimits the detachment area at the top, namely the highest triggering area of the debris flow. The landslide track is often a linear crack along a waterway, while the debris deposit takes on a typical fan shape at the outlet of the valley or at the confluence with main streams.



sistema idrografico non conservativo
non conservative drainage system

versante incavato
hollow-shaped slope

castagneto
chestnut wood

abbandono colturale
crop abandonment

versante ripido
steep slope

1) corona di frana
landslide crown

2) area di distacco
detachment area

3) zona di scorrimento
landslide track

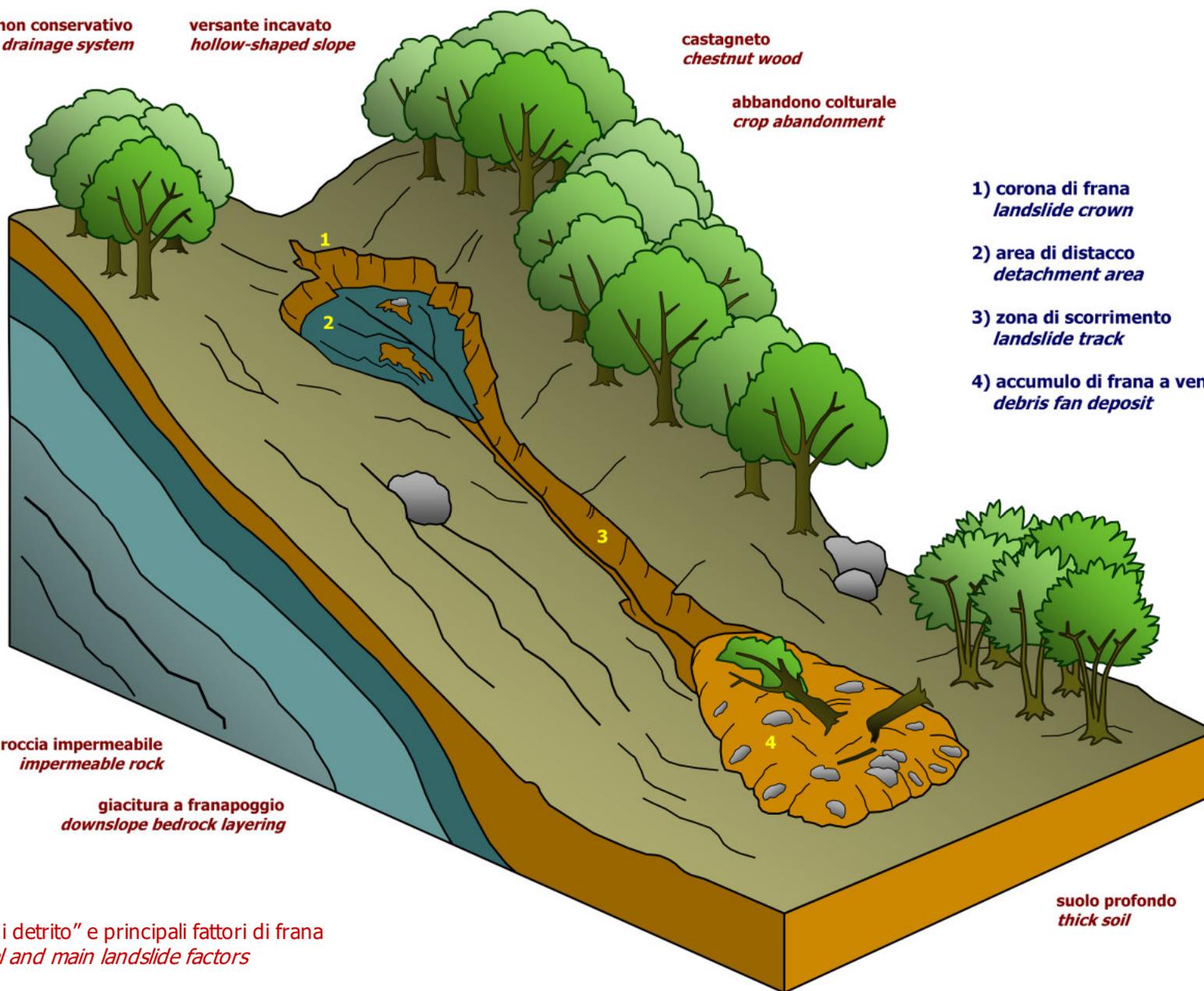
4) accumulo di frana a ventaglio
debris fan deposit

roccia impermeabile
impermeable rock

giacitura a franapoggio
downslope bedrock layering

suolo profondo
thick soil

Modello di "colata di detrito" e principali fattori di frana
"debris flow" model and main landslide factors



Un caso esemplare di colata di detrito / *an exemplary case of debris flow*

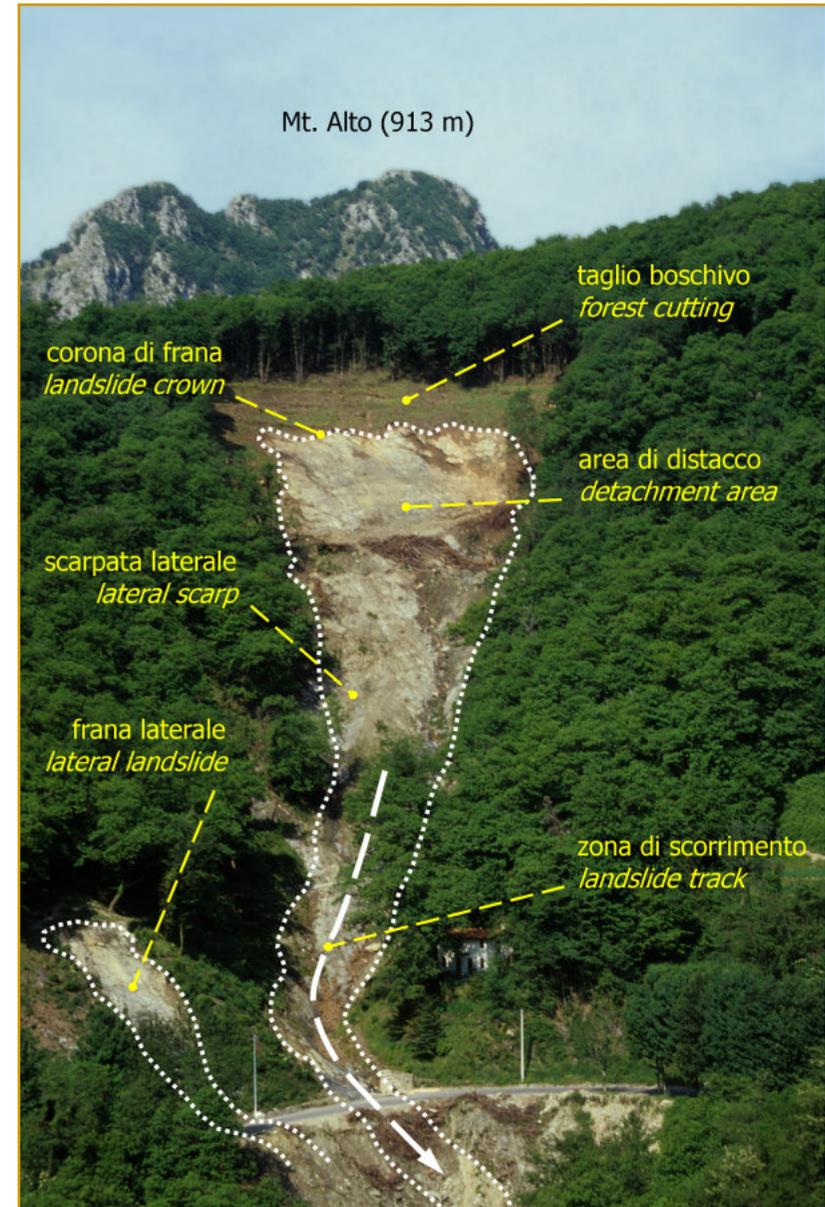
È questo un caso esemplare di colata di detrito avvenuta durante l'Alluvione del 19 giugno 1996 nel Comune di Stazzema, tra i paesi di Pruno e Volegno, all'interno della "zona rossa" dello stesso evento estremo. La frana si è originata alla quota di circa 590 m s.l.m., lungo un'affluente di destra del torrente Cardoso, propagandosi per circa 350 m di estensione lineare.

L'accumulo di frana a ventaglio non è qui visibile perché posto ben al di sotto della strada asfaltata che incrocia il suo sviluppo verticale.

La foto mostra soltanto i settori superiore e centrale di questa colata di detrito. La parte più elevata e più larga corrisponde all'*area di distacco* della frana, con il substrato roccioso quasi del tutto visibile. Qui, il suolo e il castagneto sono stati entrambi asportati dal rapido movimento detritico verso il basso.

La zona posta al di sopra della *corona di frana*, è stata sottoposta ad un taglio boschivo per alleggerirla dal peso degli alberi di castagno. Infine, la parte più bassa e più ristretta di questa esemplare colata di detrito corrisponde alla *zona di scorrimento* della frana. Si tratta di un'area intermedia priva di suolo e di copertura vegetazionale poiché rimosse e trasportate a valle.

1 - Pruno-Volegno: colata di detrito / *debris flow*



2 - Pruno-Volegno: particolare dell'area di distacco della frana / detail of the landslide detachment area





This is an exemplary case of debris flow that occurred during the 1996 Flood in Stazzema council, between the villages of Pruno and Volegno, inside the "red zone" of the event. The landslide originated at approximately 590 m a.s.l., along a right-hand tributary of the Cardoso stream, with a linear extension of approximately 350 m. The debris fan deposit is not visible here because it is located below the paved road crossing its vertical development.

The picture shows only the upper and middle sectors of this debris flow. The higher and wider part corresponds to the detachment area, with the bedrock almost completely exposed. Here, the soil and chestnut wood were removed by the rapid debris movement downwards. The area, located on the landslide crown, was subjected to forest cutting to lighten the weight of the chestnut trees.

Finally, the lower and narrower part of this debris flow corresponds to the landslide track. It is also an intermediate area without soil and vegetation cover because these have been mobilised and transported to the bottom of the valley.

3 - Pruno-Volegno:

*particolare dei limiti e delle scarpate laterali
detail of the lateral margins and scarps*

La seconda foto (a p. 17) mostra una vista ravvicinata della stessa colata di detrito nell'*area di distacco* e nel suo immediato intorno. Sono qui indicate anche la *nicchia di distacco* e la *corona di frana*.

La *superficie di scivolamento* appoggia su arenarie metamorfiche (Pseudomacigno) con giacitura a franapoggio. Questo substrato roccioso impermeabile è qua e là visibile quando non coperto da sottili spessori di *detrito di frana*.

La terza ed ultima foto (a p. 18) mostra una vista verso valle di questa esemplare colata di detrito, con il paese di Pruno sullo sfondo. È possibile osservare nettamente i limiti e le *scarpate laterali* della frana.

Al centro, l'incisione del corso d'acqua che ha funzionato da *canale di scorrimento* della colata di detrito. Questa zona di trasporto detritico è completamente priva di suolo con il substrato roccioso esposto.

The second picture (p. 17) shows a close-up view of the same debris flow in the detachment area and its immediate surroundings. In the image, the main scarp and landslide crown are also indicated.

The slip surface lies on metasandstones (Pseudomacigno) with downslope layering. This impermeable bedrock is visible here and there, when not covered by thin layers of slide debris.

The third and final picture (p. 18) shows a downward view of this exemplary debris flow, with Pruno village in the background. One can clearly observe the lateral margins and lateral scarps of the landslide.

In the centre, one can see the water incision which acted as a flow channel for the debris flow.

This landslide track is completely devoid of soil and the bedrock is exposed.



4 - Collemezzana: frana con substrato a franapoggio e traverpoggio
landslide with downslope and oblique bedrock layering

Il collasso dei boschi... *the collapse of the woods...*

Dopo il 19 giugno 1996, il Parco delle Alpi Apuane ha avuto il compito di indagare un argomento poco conosciuto fino ad allora: l'effettiva incidenza e il reale impatto dei boschi sull'innesco delle frane durante questa violenta tempesta. All'epoca, l'opinione pubblica e la comunità scientifica erano divise tra chi riteneva il bosco una "vittima" dell'alluvione e chi lo considerava un "complice" del disastro.

Di sicuro, c'erano moltissimi alberi collassati lungo i versanti montani e trasportati a valle dai fiumi in piena.

Per fornire una risposta al quesito, il Parco ha condotto numerose analisi di incidenza areale delle frane considerando la combinazione di diversi fattori potenziali di pericolo. I risultati più significativi sono stati ottenuti con l'*indice di franosità relativa al tipo di vegetazione* (I_f), che esprime la percentuale di superficie di frana sulla superficie totale occupata da un tipo di vegetazione e con lo stesso livello di permeabilità di substrato roccioso.

Nella tabella a destra (a p. 21), i valori percentuali dimostrano come il fattore "tipo di vegetazione" abbia giocato un ruolo secondario rispetto al fattore "permeabilità del substrato". La copertura forestale non è dunque risultata determinante nella diffusione delle frane, ma vi ha contribuito in misura non trascurabile, soprattutto nel caso dei castagneti.

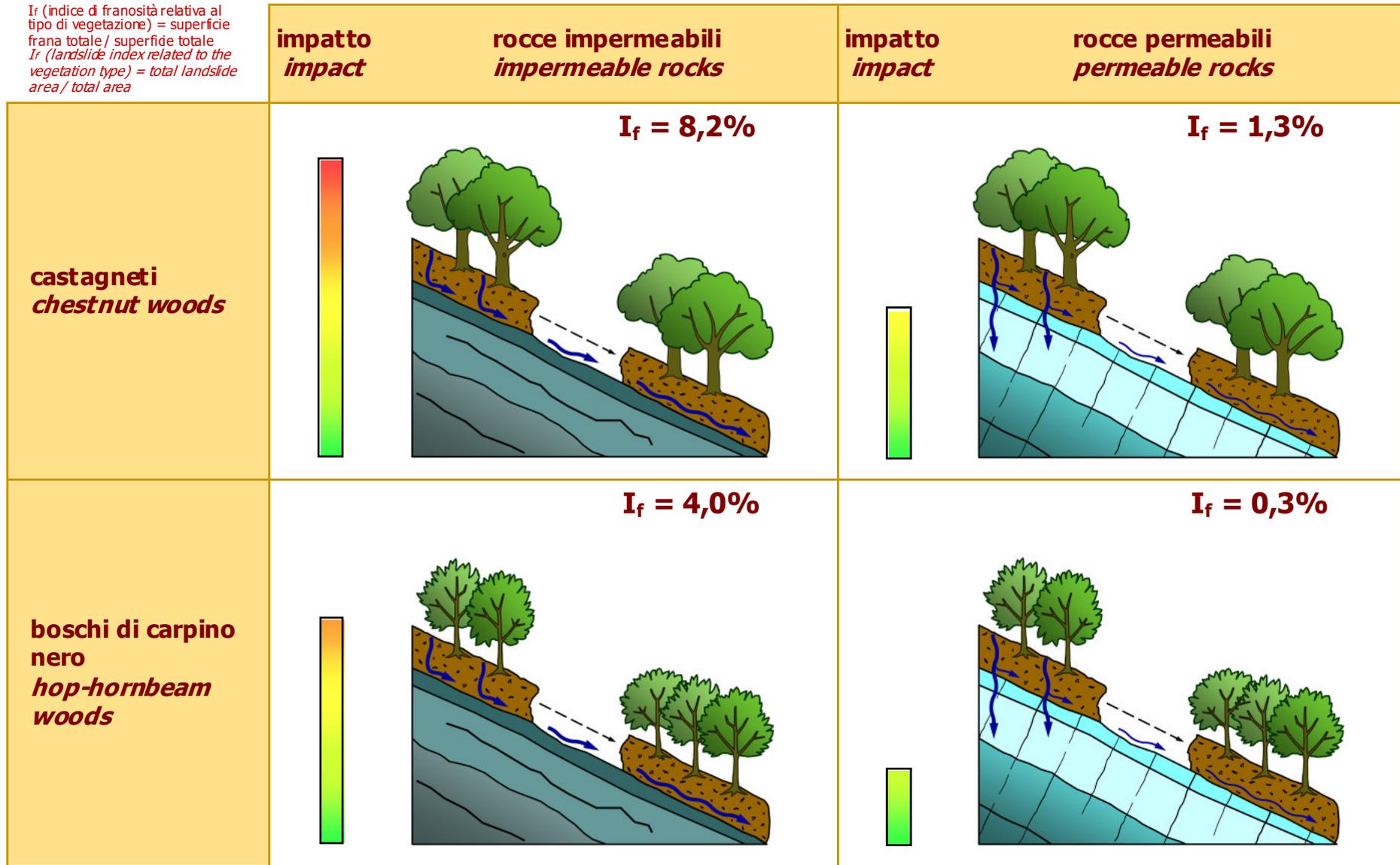
After 19th June 1996, the Apuan Alps Park had the task of investigating a topic which was little-known until that day. That was the actual bearing and real impact of the woods on the landslide triggering during this heavy storm. Then, the public and the scientific community were divided between those who believed the woods a "victim" of the flood and those who considered them an "accomplice" in the disaster.

What is certain is that a lot of trees had collapsed along the mountain slopes and were transported downstream by the overflowing rivers.

To answer the question, the Park carried out many tests on the areal incidence of the landslides, considering the combination of several potential hazard factors. The most significant results were obtained with the landslide index related to the vegetation type (I_f), that expresses the percentage of the total landslide area compared to the total area occupied by a vegetation type and with the same level of bedrock permeability.

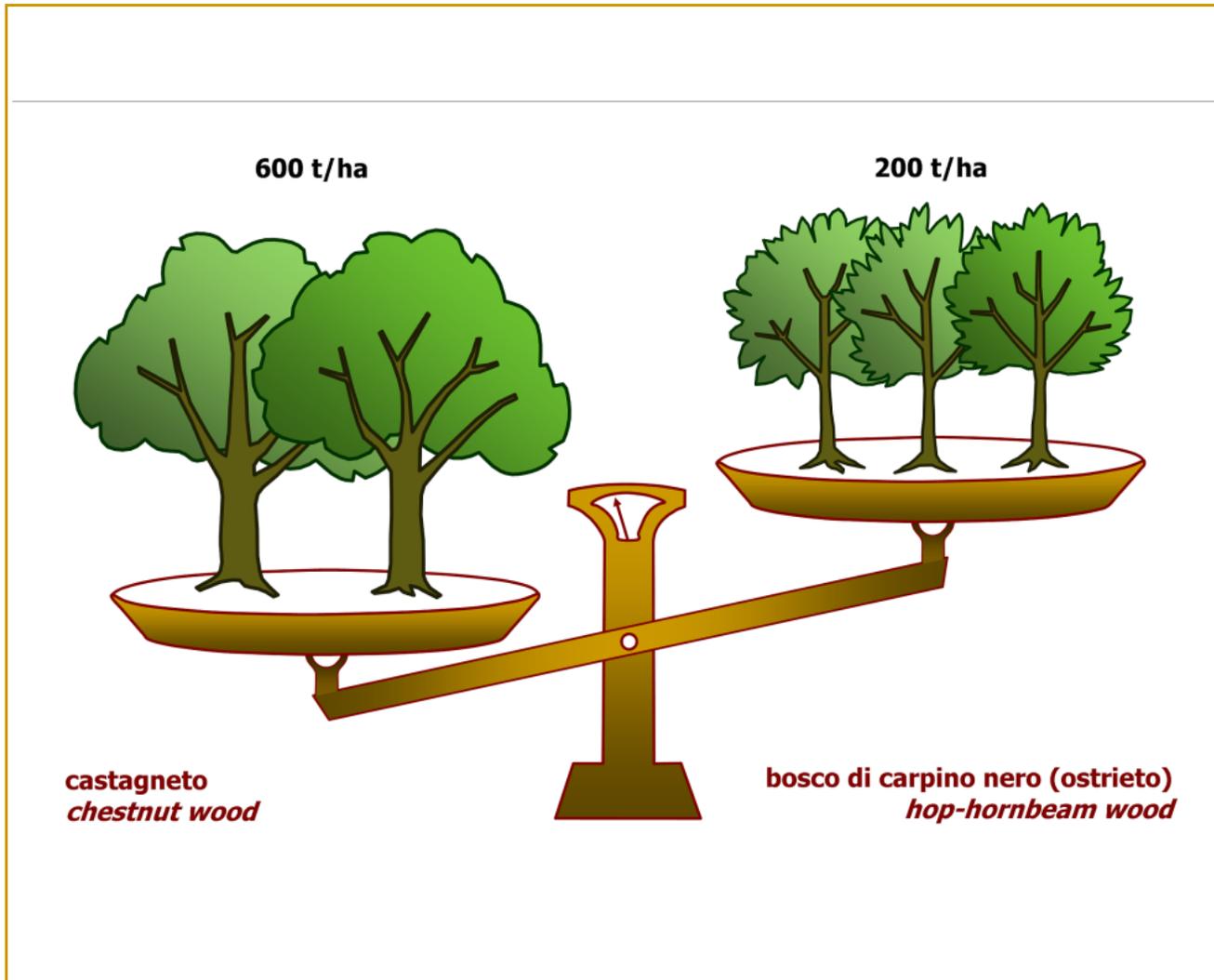
In the table on the right (p. 21) the percentage values show that the "vegetation type" factor played a secondary role compared to the "bedrock permeability" factor. Therefore, the forest cover was not decisive in the landslide spread, but it gave a significant contribution, especially in the case of the chestnut woods.

I_f (indice di franosità relativa al tipo di vegetazione) = superficie frana totale / superficie totale
 I_f (landslide index related to the vegetation type) = total landslide area / total area



Frane per tipo di vegetazione e permeabilità del substrato / landslides by vegetation type and bedrock permeability

l'insostenibile "leggerezza" del bosco
the unbearable "lightness" of the wood



la questione "castagneto"
the "chestnut wood" question

Durante l'Alluvione del 1996, il castagneto ha spesso aggravato gli eventi di frana, poiché:

- è una formazione vegetale artificiale o semi-naturale, con un diffuso abbandono culturale;
- presenta condizioni di notevole instabilità strutturale;
- assicura un limitato ancoraggio al suolo con le radici dei suoi alberi;
- soffre della diffusione di numerose fitopatologie;
- appesantisce i versanti montuosi più di ogni altro tipo di bosco, soprattutto come carico puntuale.

During the 1996 Flood, the chestnut woods frequently worsened the landslide events because:

- *they are an artificial or semi-natural vegetal formation, with high levels of crop abandonment;*
- *they have considerable structural instability;*
- *they ensure limited anchoring to the soil with its tree roots;*
- *they suffer from the spread of many plant diseases;*
- *they weigh down the mountain slopes more than any other type of woods, especially as point load.*

alberi e boschi distrutti / *trees and woods destroyed*

volume piante di castagno <i>volume of chestnut trees</i>	m ³	33.243
numero piante di castagno <i>number of chestnut trees</i>	n	8.276
volume piante di carpino nero <i>volume of hop-hornbeam trees</i>	m ³	4.334
numero piante di carpino nero <i>number of hop-hornbeam trees</i>	n	138.178
volume piante di faggio <i>volume of beech trees</i>	m ³	3.769
numero piante di faggio <i>number of beech trees</i>	n	27.880

Durante l'Alluvione del 1996, il trasporto solido di fiumi e torrenti è stato rilevantisimo, a causa della grande quantità di detriti rocciosi e vegetali mobilitati dalle frane. Il Parco ha stimato circa 175.000 alberi abbattuti dalle frane, corrispondenti ad un volume totale di 41.000 m³ di legname. In questo evento estremo, i grandi castagni hanno contribuito al collasso dei boschi soprattutto come volume (80,4%) e meno come numero di alberi (4,7%).

During the 1996 Flood, the solid transport of rivers and streams was very significant due to the large amount of rock and vegetal debris mobilised by the landslides. The Park estimated that about 175,000 trees had fallen due to the landslides, for a total volume of 41,000 m³ of timber. In this extreme event, the large chestnuts contributed to the collapse of the woods, especially in terms of volume of timber (80.4%) and less in terms of number of trees (4.7%).



5 - Cardoso, Canale della Capriola: frana in un castagneto
landslide in a chestnut wood



6 - Stazzema: apparato radicale poco profondo del castagno
shallow root system of the chestnut tree

Una dura lezione imparata... *a hard lesson learned...*

"The hateful eight" factors

L'Alluvione del 1996 ha offerto una rara occasione per misurare e valutare diversi fattori geologici, geomorfologici e d'uso del suolo che, nel corso di tempeste eccezionali, giocano spesso un ruolo considerevole nell'innescare di frane (in particolare, colate di detrito). La causa scatenante è sempre la grande quantità di pioggia caduta in un breve tempo, ma il numero, la dimensione e la diffusione delle frane dipendono da fattori predisponenti locali, spesso in sinergia tra di loro e con un diverso impatto da luogo a luogo.

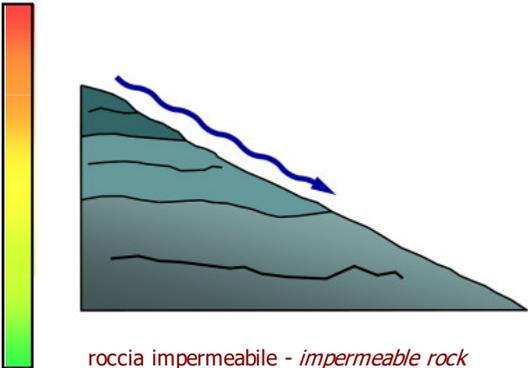
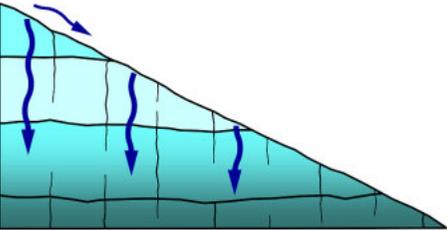
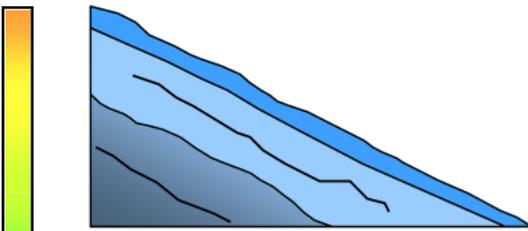
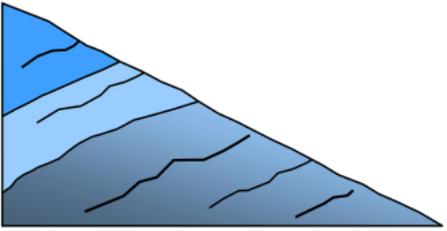
Numerosi fattori predisponenti si concentrano nella "zona rossa" dell'Alluvione del 1996 e così pure in molte altre aree delle Alpi Apuane. Per questo motivo, i risultati degli studi sulle frane del 1996 sono validi, in larga misura e per approssimazione, in tutto il territorio del Parco/Geoparco.

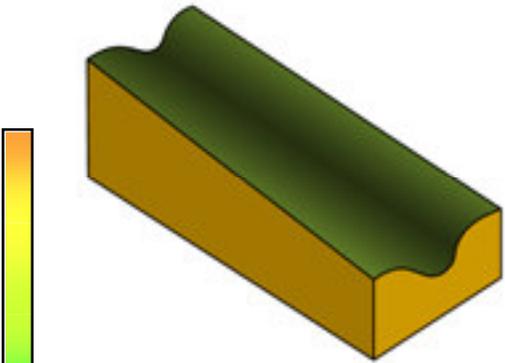
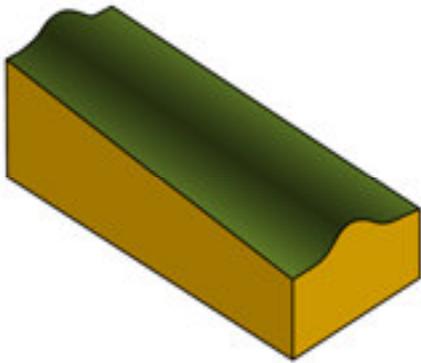
La dura lezione nel 1996, imparata a nostre spese, ha permesso di elaborare la tabella sinottica e didattica di seguito riportata. I fattori predisponenti delle frane del 1996 sono stati dunque riconosciuti come i principali fattori di pericolo per le Alpi Apuane e non solo. La seguente tabella indica il pericolo d'impatto di ogni fattore, mostrando il loro generale e relativo valore con una colonna a gradiente di colori.

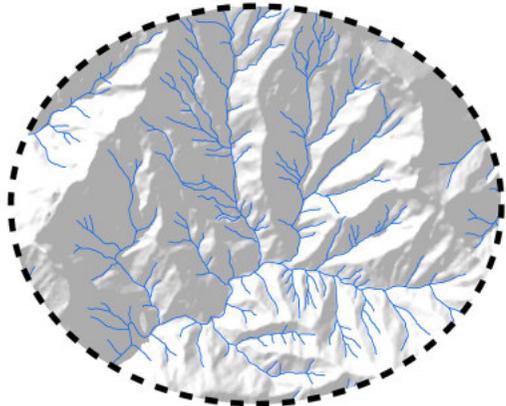
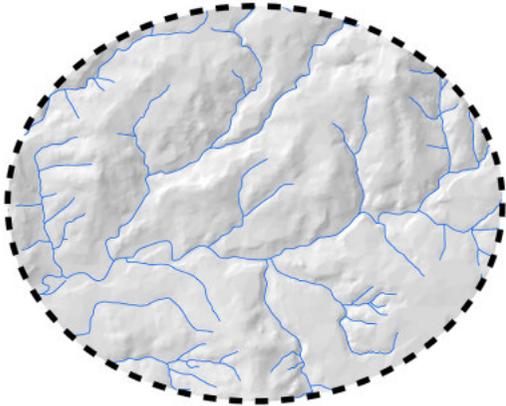
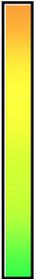
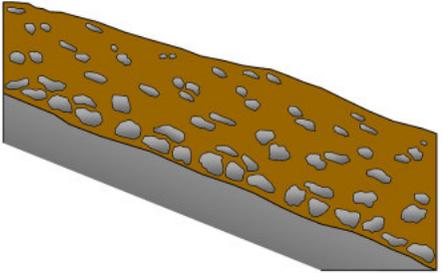
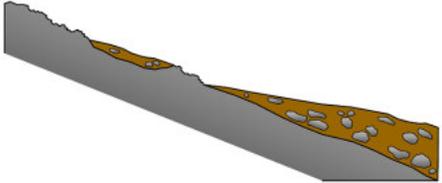
The 1996 Flood offered a rare opportunity to measure and evaluate several geological, geomorphological and land use factors, which often played a considerable role in landslide triggering (debris flow in particular) during exceptional rainstorms. The triggering cause is always intense rainfall in a short period of time, but the number, size and distribution of the landslides depend on specific local factors, frequently acting together and with a different impact from site to site.

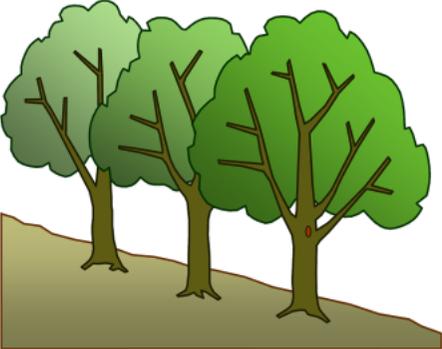
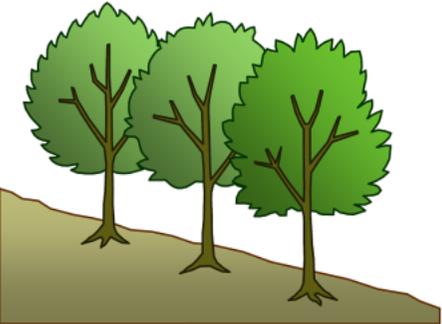
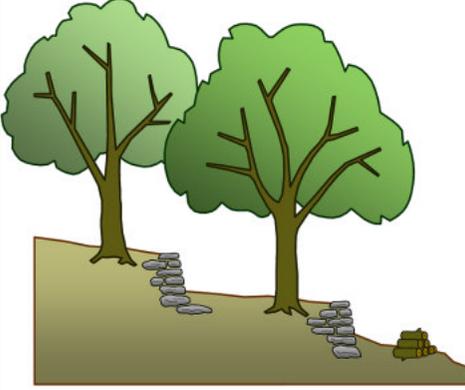
Several specific factors are found in the 1996 Flood "red zone" and they are also present in many other sectors of the Apuan Alps. Therefore, the results of the studies on the 1996 landslides apply, to a large extent and by approximation, to the entire Park/Geopark area.

The hard lesson of 1996, learned at our expense, has allowed us to draw up the synoptic and educational table on the following tables. The specific factors involved in the 1996 landslides have been identified as the main hazard factors in the Apuan Alps, and not only there. The table underlines the hazard impact for each factor, showing the general and relative value with a coloured gradient column.

fattori pericolo hazard factors	rilevanza pericolo hazard impact pericolo elevato high hazard	pericolo basso low hazard	note notes
permeabilità del substrato bedrock permeability	 <p>roccia impermeabile - impermeable rock</p>	 <p>roccia permeabile - permeable rock</p>	<p>La "zona rossa" del 1996 mostra affioramenti di rocce permeabili e impermeabili. Marmi, calcari e dolomie predominano nel versante della Garfagnana, mentre metarenarie, siltiti e filladi prevalgono nel versante versiliese. Il substrato impermeabile impedisce l'assorbimento delle piogge e delle acque correnti superficiali. Questo è il più importante fattore nell'innescarsi di frane, perché favorisce la saturazione idrica del suolo sovrastante le rocce.</p> <p><i>The 1996 "red zone" shows outcrops of permeable and impermeable rocks. Marble, limestone and dolomite prevail on the Garfagnana slope, while metasediments, siltstone and phyllite prevail on the Versilia slope. The impermeable bedrock prevents the absorption of rain and shallow-running waters. This factor is the most important in landslide triggering because it facilitates the hydraulic saturation of the soil overlying the bedrock.</i></p>
giacitura degli strati bedrock layering	 <p>franapoggio / downslope</p>	 <p>reggipoggio / upslope</p>	<p>La stratificazione di rocce sedimentarie e, in questo caso, la foliazione di rocce metamorfiche realizzano superfici di debolezza favorevoli ai movimenti franosi, soprattutto quando le stesse discontinuità sono inclinate nella direzione del pendio (giacitura a "franapoggio"). Questo assetto è molto diffuso nella "zona rossa" del 1996 e tale fattore ha giocato un ruolo importante, sebbene non decisivo, nell'innescarsi di frane. La rilevanza del pericolo è dunque medio-alta.</p> <p><i>The sedimentary rock layering and, in this case, the metamorphic rock foliation cause weak surfaces triggering landslide movement, especially when these discontinuities are tilted in the slope direction (downslope bedrock layering). This condition is widespread in the 1996 "red zone" and it played an important, though not decisive role in the landslide triggering. Therefore, its hazard impact is medium-high.</i></p>

fattori pericolo hazard factors	rilevanza pericolo hazard impact pericolo elevato high hazard	pericolo basso low hazard	note notes
inclinazione del versante slope inclination	 <p>versante ripido / <i>steep slope</i></p>	 <p>versante dolce / <i>gentle slope</i></p>	<p>Nella "zona rossa" del 1996, i versanti sono molto ripidi, con pendenze spesso comprese tra i 30° e i 45° (ed oltre). Il numero e la dimensione delle frane tendono normalmente ad aumentare nelle zone a più elevata inclinazione, ma non tutti i versanti ripidi hanno prodotto frane. Pertanto, questo fattore ha un effetto di relativa importanza, comunque non trascurabile.</p> <p><i>In the 1996 "red zone", the slopes were very steep, often with a gradient between 30° and 45° (and higher). Normally, the number and size of landslides increase in the steeper slope areas, but not all steep slopes triggered landslides. Therefore, this factor has a relatively important effect, certainly not a negligible one.</i></p>
forma del versante slope shape	 <p>conca / <i>hollow</i></p>	 <p>cresta / <i>ridge</i></p>	<p>La forma del versante o l'andamento morfologico della superficie di un pendio hanno giocato una parte significativa durante l'Alluvione del 1996. Una considerevole concentrazione di frane si è verificata nelle concavità dei versanti rispetto alle creste e alle pendici planari, perché questi ultimi raccolgono e conservano una maggiore quantità di acqua nel suolo. Questo fattore è spesso valutato di medio-alto impatto.</p> <p><i>The slope shape or morphological characteristic of the slope surface played a significant role in the 1996 Flood. A considerable concentration of landslides occurred in the hollows rather than the ridges and planar slopes. This is because concave shapes gather and keep a higher quantity of water in the soil. This factor is often evaluated as medium-high impact.</i></p>

fattori pericolo hazard factors	rilevanza pericolo hazard impact	pericolo elevato high hazard	pericolo basso low hazard	note notes
densità di drenaggio <i>drainage density</i>		 <p>non conservativo / <i>non-conservative</i></p>	 <p>conservativo / <i>conservative</i></p>	<p>Nella "zona rossa" del 1996, la rete idrografica è ricchissima di affluenti (torrenti, ruscelli, rigagnoli), perché è un tipico sistema "non conservativo" al suo stadio giovanile. La capacità di drenaggio dipende dalla densità dei suoi segmenti idrografici. Un maggior numero di aste o rami fluviali (per unità di superficie) favorisce i deflussi anche nel suolo, con un potenziale incremento di pericolo d'innesco di frane. In questo caso, l'impatto del fattore raggiunge un livello medio.</p> <p><i>In the 1996 "red zone", the river network is very rich in tributaries (creeks, streams, rivulets) due to the fact that this is a typical "non-conservative" system in its youthful stage. The drainage capacity depends on the density of its channel segments. A larger number of river branches (per unit area) favours the outflows in the soil too, with a potential increase in the landslide triggering hazard. In this case, the impact factor is medium.</i></p>
spessore del suolo <i>soil thickness</i>		 <p>suolo profondo / <i>thick soil</i></p>	 <p>suolo superficiale / <i>thin soil</i></p>	<p>Le frane del 1996 hanno coinvolto quasi esclusivamente il suolo al di sopra del substrato roccioso, con un'evidente maggiore diffusione lungo i versanti con depositi più profondi, poiché molti di loro erano già al limite della capacità di accumulo dei detriti. I suoli profondi sono più instabili quando i materiali incoerenti tendono a superare l'angolo di riposo, contribuendo così alla rottura dell'equilibrio. L'impatto di questo fattore è dunque medio-alto.</p> <p><i>The 1996 landslides involved almost exclusively the soil above the bedrock, which is greater along the deeper slope deposits, since many of these were already at the limit of their debris storage capacity. Deep soils are more unstable when the loose materials tend to exceed the angle of repose, thus contributing to breaking the balance. Therefore, the impact of this factor is medium-high.</i></p>

fattori pericolo <i>hazard factors</i>	rilevanza pericolo <i>hazard impact</i>	pericolo elevato <i>high hazard</i>	pericolo basso <i>low hazard</i>	note <i>notes</i>
tipo di vegetazione <i>vegetation type</i>		 <p data-bbox="535 784 802 808">castagneto / <i>chestnut wood</i></p>	 <p data-bbox="1090 784 1505 808">bosco di carpino nero / <i>hop-hornbeam wood</i></p>	<p data-bbox="1651 329 2036 597">La prima valutazione sul ruolo della copertura forestale nell'attivazione di frane è merito degli studi condotti dal Parco nella "zona rossa" del 1996. I boschi artificiali, soprattutto di castagno, hanno contribuito al dissesto idrogeologico in una misura significativa (valutato come impatto medio-alto). Invece, i boschi spontanei a carpino nero o a faggio dominanti hanno consentito una maggiore/migliore copertura/protezione dei versanti, grazie allo loro variabilità biologica ed adattamento naturale.</p> <p data-bbox="1651 621 2043 849"><i>The role of the forest cover in landslide triggering is shown by the studies conducted by the Park in the 1996 "red zone". The artificial woods, especially the chestnut woods, gave a significant contribution to the hydrogeological instability (evaluated as medium-high impact). Instead, the natural woods dominated by hop-hornbeam or beech allowed for a greater/better cover/protection of the slopes thanks to their biological variability and natural adaptation.</i></p>
cura del bosco <i>wood management</i>		 <p data-bbox="535 1336 932 1360">abbandono colturale / <i>crop abandonment</i></p>	 <p data-bbox="1079 1336 1431 1360">gestione attiva / <i>active management</i></p>	<p data-bbox="1651 881 2043 1125">L'abbandono colturale era già diffuso nella "zona rossa" del 1996. Tale condizione ha gravato soprattutto nei castagneti, diminuendo la loro azione nella difesa del suolo. In assenza di interventi colturali (potature, diradamenti, ecc.), la biomassa vegetale aumenta in peso e sovraccarica i versanti. L'abbandono colturale favorisce anche la diffusione di necromassa, con il conseguente effetto di una minore protezione idrogeologica. L'impatto di questo fattore è medio nei castagneti.</p> <p data-bbox="1651 1149 2043 1401"><i>Crop abandonment was already widespread in the 1996 "red zone". This condition had an adverse effect on the chestnut woods, decreasing their action of soil conservation. In the absence of forestry practices (pruning, thinning, etc.), the plant biomass increases in weight and overloads the slopes. Crop abandonment also favours the spread of necromass, with the consequent effect of a lower hydrogeological protection. The impact of this factor is medium in chestnut woods.</i></p>



7 - Mt. Pania: mobilizzazione di detrito di falda
talus sliding



8 - Cardoso, Canale della Capriola: accumulo di detriti di frana
landslide debris deposit



9 - Cardoso: l'ingente spessore dei detriti nell'alveo sov ralluionato
the remarkable thickness of debris along the aggraded riverbed



10 - Ponterosso: l'alveo tracciato dal Versilia dopo lo straripamento
the riverbed marked by the Versilia river after the overflowing

Buone pratiche / *best practice*

La dura lezione imparata deve servire per limitare i danni di un possibile disastro futuro. La migliore strategia è nella prevenzione del rischio idrogeologico, attraverso buone pratiche di mitigazione e una corretta informazione alle comunità locali e ai visitatori del Parco/Geoparco sulle cause e sui modi per ridurre l'impatto di questo particolare pericolo geologico.

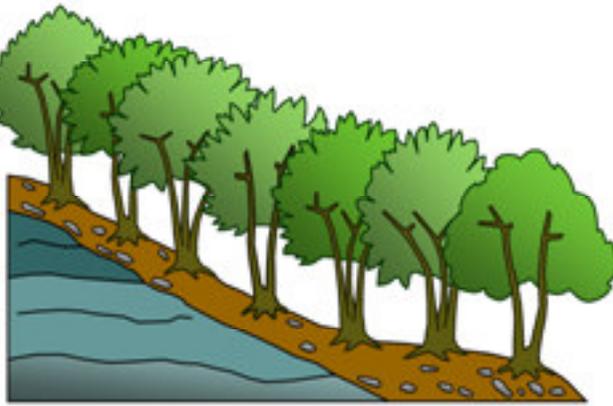
The hard lesson learned must serve to limit the damages of a possible future disaster. The best strategy is the prevention of the hydrogeological risk through the best practice of mitigation. In addition, local communities and Park/Geopark visitors should receive accurate information about the causes and ways to reduce the impact of this particular geological hazard.

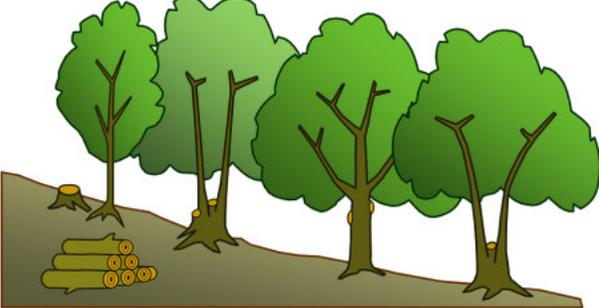
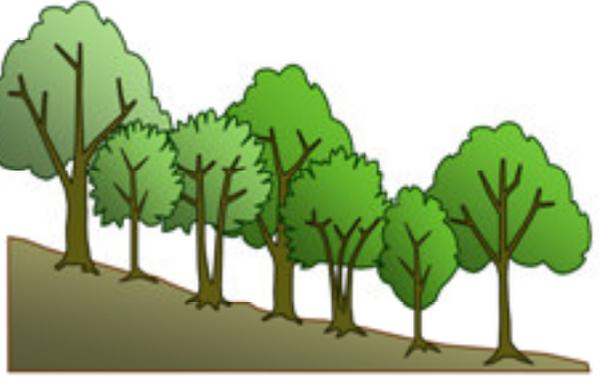
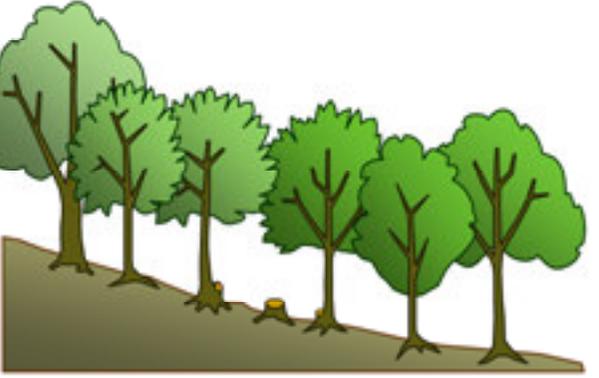
Le linee guida del Piano per il Parco / *guidelines of the Park Master Plan*

L'esperienza nell'Alluvione del 1996 ha orientato notevolmente il Piano per il Parco, che riserva ampio spazio alla gestione dei rischi geologici, con un focus specifico su frane ed inondazioni. Il Parco non è proprietario di terreni nelle aree a maggiore pericolo e, dunque, non può intervenire in modo diretto per prevenire e mitigare il rischio idrogeologico. Tuttavia, il Parco svolge una funzione "regolativa" e, negli anni, ha elaborato linee gestionali e scritto norme per prevenire e mitigare i danni da frane ed inondazioni. In questo campo, la strategia del Piano è tutta improntata a favorire lavori ed attività di altri soggetti, pubblici e privati, con l'obiettivo principale di prevenire e mitigare il rischio. Questo strumento di pianificazione si concentra sulla gestione agro-forestali (in particolare, dei castagneti), poiché la questione riguarda soprattutto boschi in abbandono culturale e dunque in condizione potenziale di contribuire agli effetti distruttivi durante un evento estremo.

The experience of the 1996 Flood has significantly guided the Park Master Plan, with great attention to the management of the geological risks and a specific focus on landslides and floods. Since the Park/Geopark does not own lands in the higher hazard areas, it can not take direct action to prevent and mitigate the hydrogeological risk. However, the Park/Geopark plays a "regulatory" function and, over the years, has drawn up management guidelines and written rules to prevent and mitigate the damage caused by landslides and floods.

The Plan's strategy encourages works and activities by other public or private organisations and individuals, with the main aim of preventing and mitigating the risk. The planning tool focuses on agro-forestry management (in particular, of the chestnut woods), since this mainly concerns woods with crop abandonment that can, therefore, potentially contribute to increasing the destructive effects of an extreme event.

oggi <i>today</i>	domani <i>tomorrow</i>	Piano per il Parco: linee gestionali sui castagneti <i>Park Master Plan: management guidelines on the chestnut woods</i>
		<p>castagneti in aree di pericolo idrogeologico e già coinvolte da frane ↓ boschi misti governati a ceduo</p> <p><i>chestnut woods in hydrogeological hazard areas affected by landslides</i> ↓ <i>mixed woods with coppice management</i></p>
		<p>castagneti da frutto (in abbandono culturale) su versanti non ripidi e prossimi ad abitazioni ↓ recupero produttivo di questi castagneti</p> <p><i>chestnut woods for fruit production (in crop abandonment) along gentle slopes and close to settlements</i> ↓ <i>return to production of these chestnut woods</i></p>

oggi <i>today</i>	domani <i>tomorrow</i>	Piano per il Parco: linee gestionali sui castagneti <i>Park Master Plan: management guidelines on the chestnut woods</i>
		<p>castagneti in condizioni di particolare vitalità ↓ castagneti da legno <i>chestnut woods with unusual vitality</i> ↓ <i>chestnut woods for timber production</i></p>
		<p>altri castagneti con successione secondaria in corso ↓ modesti interventi forestali di supporto ai processi di naturalizzazione del bosco <i>other chestnut woods with secondary succession underway</i> ↓ <i>moderate forestry management supporting the processes of forest naturalisation</i></p>

Regole efficaci / *effective rules*

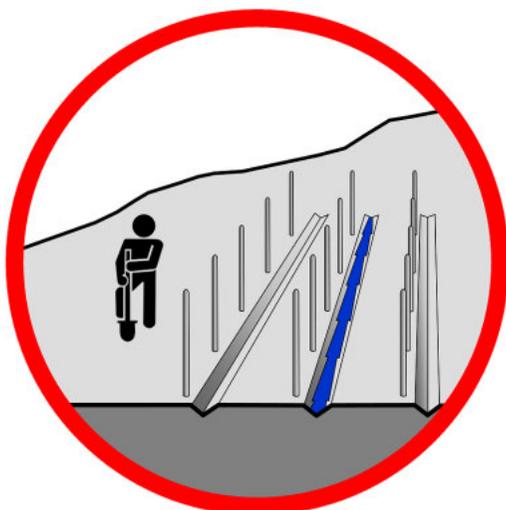
Le "buone pratiche" non sono sufficienti da sole per gestire adeguatamente il rischio idrogeologico. Il Piano per il Parco detta anche "regole efficaci" sulla difesa del suolo e la gestione delle acque, in aggiunta alle linee guida sulla gestione dei boschi (in particolare dei castagneti). La prevenzione e la mitigazione del rischio di alluvioni e frane richiede pure divieti e limitazioni nei lavori di costruzione lungo i corsi d'acqua (in particolare: ponti, strade, dighe, argini, ecc.) e uno stretto controllo sugli usi del suolo (in particolare: sistemazioni agrarie, movimenti di terra, ecc.). Non bisogna attendere la fase di emergenza per intervenire.

Following the best practice is not sufficient in itself to adequately manage the geological risk. The Park Master Plan also defines "effective rules" on soil conservation and water management in addition to the guidelines on agro-forestry management (in particular of the chestnut woods). Prevention and mitigation of the landslide and flood risk also require prohibiting and limiting building works along the waterways (in particular: bridges, roads, dams, banks, etc.) and a tight control on the land use (in particular: farming practices, earth-moving, etc.). It should not take an emergency situation for intervention to occur.

I divieti nel Parco/Geoparco *prohibitions in the Park/Geopark*

Piano per il Parco: norme di difesa del suolo e gestione delle acque

Park Master Plan: rules of soil conservation and water management



Non realizzare le sistemazioni agrarie con scavo di solchi e scanalature lungo la pendenza dei versanti.

Do not adopt farming practices involving plough ruts and grooves running parallel to the slopes.



Non realizzare i lavori e le attività che comportino l'eliminazione o la riduzione delle opere di terrazzamento.

Do not carry out any work involving the elimination or reduction of the agricultural terracing.

I divieti nel Parco/Geoparco
prohibitions in the Park/Geopark

Piano per il Parco: norme di difesa del suolo e gestione delle acque

Park Master Plan: rules of soil conservation and water management



Non sfruttare i boschi e i pascoli in modo intensivo per non favorire l'erosione del suolo e l'instabilità dei versanti.

Do not exploit the woods and grasslands, thereby facilitating soil erosion and slope instability.



Non eseguire i tagli artificiali nel suolo e nella roccia, con fronti alti e subverticali e senza alcuna protezione di reti o muri.

Do not perform artificial cuts in the soil and bedrock, with high and subvertical fronts and without the protection of nets or walls.



Non impiegare semi e piante "non locali" negli interventi di sistemazione idraulica ed idrogeologica, con la priorità di favorire la naturale ricostituzione degli ecosistemi e della copertura vegetale.

Do not use non-local seeds and plants in the hydrological and hydraulic works. The priority is to facilitate the natural reconstruction of the ecosystems and vegetation cover.



Non lasciare divagare le acque non canalizzate sulla superficie del suolo, quando intercettate durante scavi e perforazioni.

Do not let the non-channelled waters meander on the ground surface if they are accidentally found during excavation and drilling work.

I divieti nel Parco/Geoparco
prohibitions in the Park/Geopark

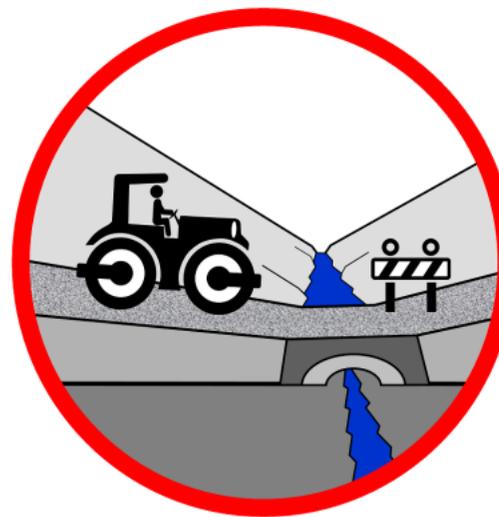
Piano per il Parco: norme di difesa del suolo e gestione delle acque

Park Master Plan: rules of soil conservation and water management



Non realizzare le opere di copertura, interrimento ed intubazione degli alvei e dei corsi d'acqua.

Do not cover, bury or lay pipes in the riverbeds or waterways.



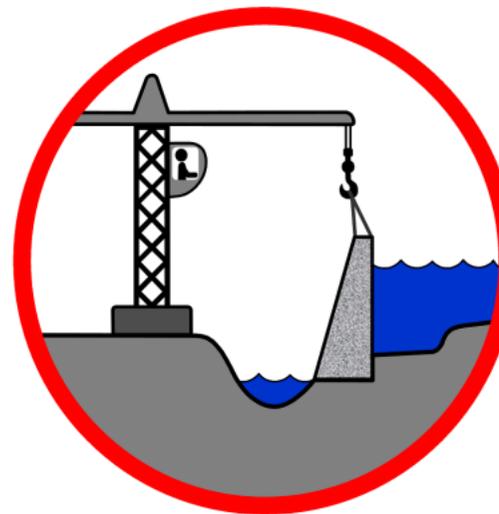
Non costruire le strade e ponti che aumentino il rischio di ostruzione dell'alveo e riducano la portata dei corsi d'acqua.

Do not build roads or bridges that may increase the obstruction risk in the riverbed and reduce the waterway flow rate.



Non impermeabilizzare l'alveo e le sponde dei corsi d'acqua; non modificare il loro regime idrologico.

Do not make the riverbed or banks of the waterways waterproof; do not change their hydrological regime.



Non costruire dighe e altri sbarramenti artificiali lungo i corsi d'acqua, per non ostacolare il naturale scorrimento di fiumi e torrenti.

Do not build dams, dykes or other artificial barriers along the waterways, so as not to obstruct the natural flow of the rivers and streams.

In caso di un'alluvione / *in case of a flood*

La "Riduzione del Rischio di Disastri" è una strategia complessa che comprende non solo la diminuzione dell'esposizione ai rischi e una minore vulnerabilità per persone e cose, ma anche la preparazione ad eventi avversi e il loro preallarme attraverso l'informazione e l'educazione. Il Parco/Geoparco si propone di fornire consigli pratici per i suoi abitanti e visitatori, su come affrontare al meglio un possibile futuro evento estremo. L'informazione si limita a segnalare situazioni pericolose in caso di alluvioni (o frane) ed è espressa attraverso diversi segnali di pericolo da posizionare nelle aree di maggior rischio, soprattutto lungo i sentieri di montagna.

"Disaster Risk Reduction" is a complex strategy. It not only addresses the reduction of exposure to hazards and risks for people and property, but it also deals with the preparation for adverse events and their early warning through information and education. The Park/Geopark aims to provide practical measures for its inhabitants and visitors on how to better face a possible extreme event in the future. The information given merely indicates dangerous situations in case of a flood (or landslide) and is shown by several warning signs to be positioned in the greatest risk area, especially along the mountain paths.

Situazioni di pericolo durante un'alluvione *dangerous situations during a flood*



Non attraversare i versanti incavati (impluvi o solchi). Qui, gli inneschi di frane e le improvvise colate di detrito sono eventi più probabili.

Do not cross the hollow-shaped slopes (catchment areas). Here, landslide triggering and sudden debris flows are more likely.



Riduzione del Rischio di Disastri":
informazioni agli abitanti e ai visitatori

"Disaster Risk Reduction": information
for inhabitants and visitors

Non soffermarsi sotto le pareti rocciose. I violenti temporali favoriscono la caduta di massi (frane di crollo).

Do not stop under rock faces. Heavy rainstorms favour rock falls.

Situazioni di pericolo durante un'alluvione
dangerous situations during a flood

Riduzione del Rischio di Disastri":
informazioni agli abitanti e ai visitatori
"Disaster Risk Reduction": information
for inhabitants and visitors



Non procedere lungo sentieri montani esposti che percorrono creste o cime (soprattutto "vie ferrate"), dove più spesso cadono i fulmini.

Do not proceed along exposed mountain paths crossing ridges or peaks (especially the "via ferratas"), where lightning strikes more often.



Non cercare rifugio sotto alberi isolati. Il fulmine colpisce di solito l'oggetto più alto.

Do not seek shelter under isolated trees. Lightning typically strikes the tallest object.



Non fermarsi nei boschi soprattutto se il vento è forte. Tronchi e rami di alberi possono cadere a terra.

Do not linger in the woods, especially if the wind is strong. Trunks and branches of trees can fall to the ground.



Non avvicinarsi ai corsi d'acqua e agli alvei dei fiumi. Possibilità di improvvise onde di piena.

Do not go near waterways or riverbeds. Possibility of sudden flood waves.

Situazioni di pericolo durante un'alluvione
dangerous situations during a flood

Riduzione del Rischio di Disastri":
informazioni agli abitanti e ai visitatori
"Disaster Risk Reduction": information
for inhabitants and visitors



Non rimanere sugli argini dei fiumi e non attraversare i ponti se l'acqua è alta e scorre velocemente. C'è il pericolo di erosioni e crolli.

Do not stay on the riverbanks and do not cross bridges if the water is high and flowing quickly. Danger of erosion and collapse.



Non trattenersi nelle aree esondabili (golene), limitrofe a un torrente o fiume. L'onda di piena allaga queste aree durante gli eventi estremi.

Do not stay in floodable areas (flood plains) adjacent to a stream or river. The flood wave inundates these areas during extreme events.



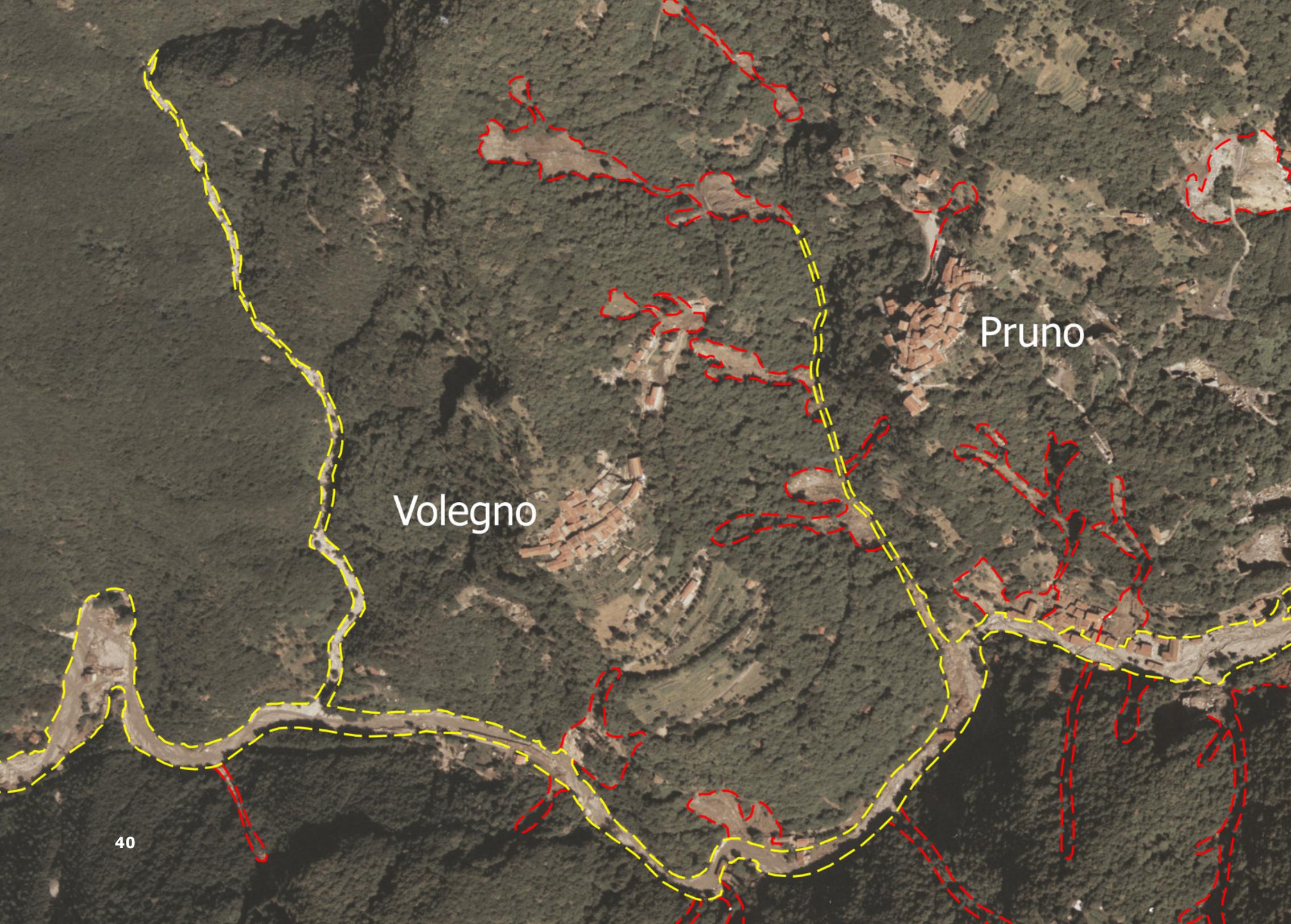
Non camminare in aree allagate quando la profondità dell'acqua è sconosciuta. Ci possono essere voragini e buche.

Do not walk into flooded areas if the water depth is unknown. There may be chasms or potholes.



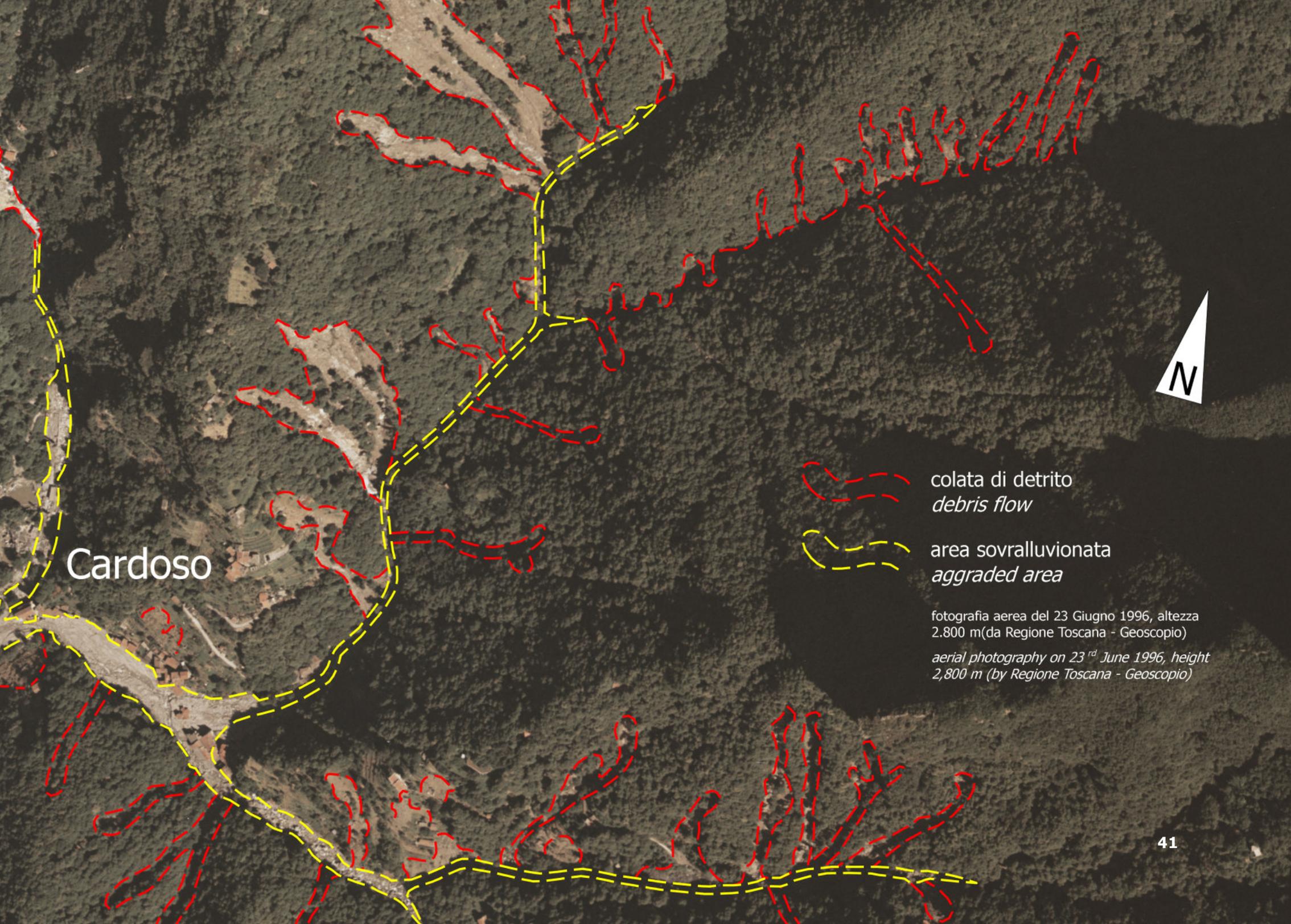
Non guidare in aree allagate. Si può rimanere bloccati all'interno della macchina.

Do not drive in flooded areas. You may get stuck inside the car.



Volegno

Pruno



Cardoso



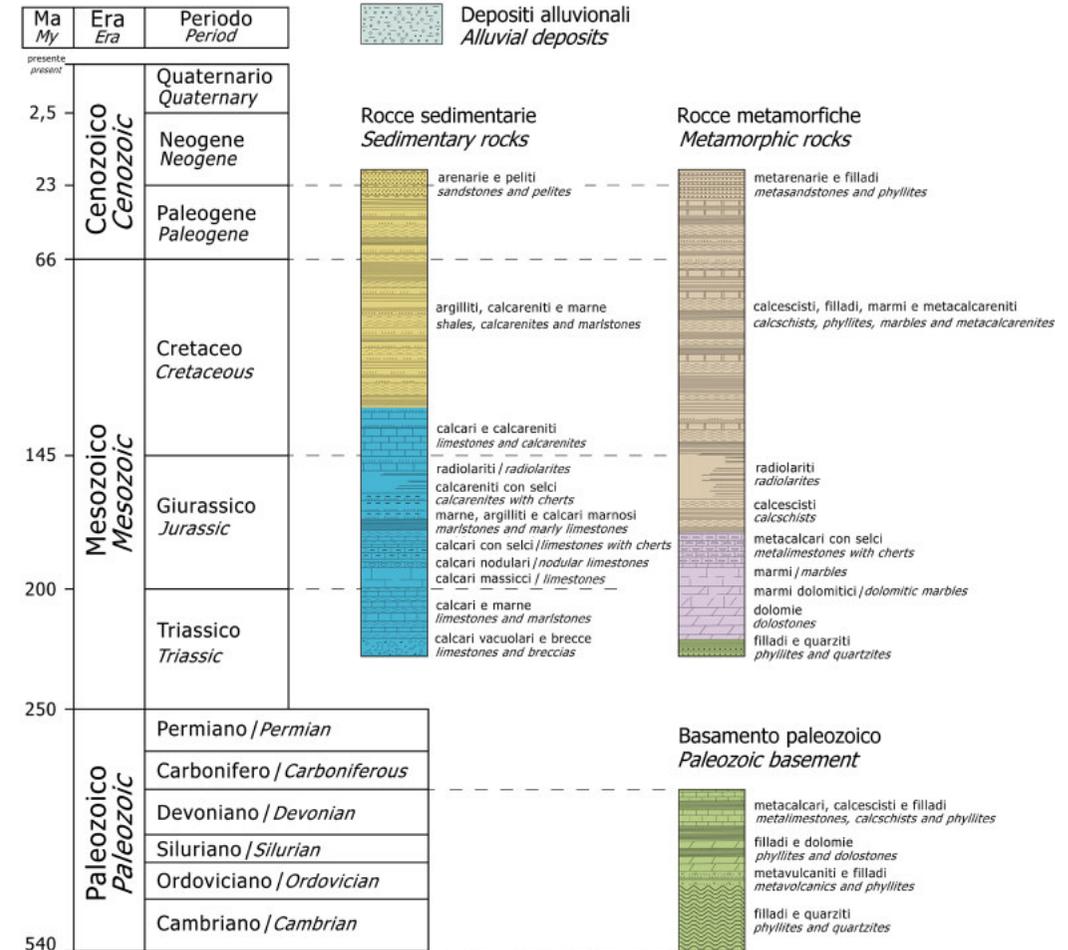
-  colata di detrito
debris flow
-  area sovralluvionata
aggraded area

fotografia aerea del 23 Giugno 1996, altezza
2.800 m (da Regione Toscana - Geoscopio)
*aerial photography on 23rd June 1996, height
2,800 m (by Regione Toscana - Geoscopio)*

Carta delle frane... landslide map...

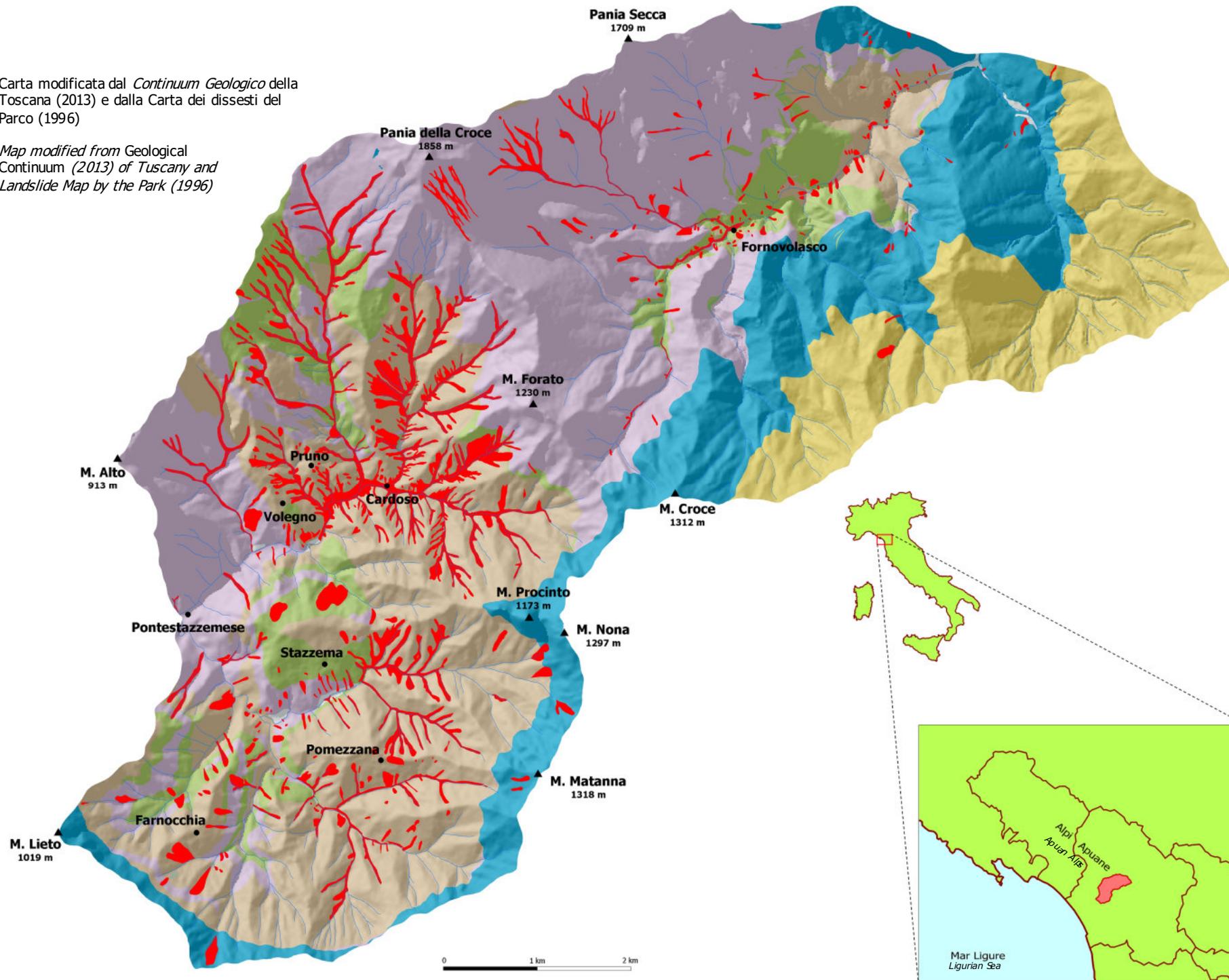
La carta geologica raffigura la "zona rossa" dell'Alluvione del 1996 sulla quale sono stati evidenziati i dissesti franosi verificatisi in seguito al temporale devastante del 19 giugno 1996. Il territorio della "zona rossa" presenta una complessa geologia caratterizzata dal contatto tra una successione di rocce sedimentarie del Mesozoico e Cenozoico, sovrapposta ad una analoga successione di rocce che, nel corso della formazione delle Apuane, hanno subito processi di metamorfismo legati all'aumento di temperatura e pressione. La successione delle rocce metamorfiche si completa alla base con le rocce del Basamento paleozoico. Le formazioni geologiche sono state raggruppate, considerando le loro caratteristiche litologiche (cioè la composizione delle rocce) e di permeabilità (cioè la capacità delle rocce di essere attraversate da fluidi come l'acqua), in cinque differenti insiemi contraddistinti da altrettanti colori. Per esempio, le rocce metamorfiche costituite essenzialmente da arenarie, filladi e calcescisti, di età dal Giurassico al Neogene, che complessivamente risultano caratterizzate da permeabilità bassa o assente, sono state rappresentate con un unico colore. È da notare come la maggior parte dei dissesti attivati nell'Alluvione del 1996 ricada proprio

Scala dei tempi geologici
Geological time scale



Carta modificata dal *Continuum Geologico* della Toscana (2013) e dalla *Carta dei dissesti del Parco* (1996)

Map modified from *Geological Continuum (2013) of Tuscany and Landslide Map by the Park (1996)*



nelle aree di affioramento di queste rocce metamorfiche ed in particolare nelle aree di affioramento dello Pseudomacigno (età Oligocene superiore - Miocene inferiore, a cavallo tra Paleogene e Neogene). Tale formazione, che è il risultato della metamorfosi di originarie arenarie, viene oggi lavorata e commercializzata con il nome di "Pietra del Cardoso".

La carta geologica deriva dall'elaborazione del *Continuum Geologico* della Toscana (2013). I dati relativi alle frane riportate in carta provengono dalla Carta dei dissesti rilevata dal Parco nel periodo immediatamente successivo all'Alluvione e dal *Continuum Geologico* stesso. La visualizzazione tridimensionale della morfologia del territorio considerato è rappresentata attraverso l'utilizzo del DEM (modello digitale di elevazione) della Regione Toscana.

The geological map shows the "red zone" affected by the 1996 Flood and highlights the landslides triggered by the devastating rainstorm of 19th June 1996. The "red zone" area comprises a complex geological structure characterised by the contact between a sedimentary rock succession dating back to the Mesozoic and Cenozoic Eras superimposed on a similar rock succession. During the formation of the Apuan Alps, the latter succession underwent metamorphic processes linked to an increase in temperature and pressure. At the base, the succession of the metamorphic rocks is completed by the rocks belonging to the Paleozoic Basement.

The geological formations have been placed in five different groups identified by as many different colours, taking into consideration their lithological features (the composition of the rocks) and permeability (the ability of rocks to allow fluids such as water to pass through them). For example, the metamorphic rocks, consisting mainly of sandstones, phyllites and calcschists (Jurassic-Neogene) and characterised by very low or low permeability, are represented by a single colour.

It should be noted that most of the landslides activated during the 1996 Flood affected the outcropping areas of these metamorphic rocks and in particular the ones where the metasandstones (Oligocene sup. - Miocene inf., between Paleogene and Neogene) crop out.

Nowadays, this latter formation, which is the result of the metamorphic process of the sandstones, is worked and marketed under the name of "Cardoso Stone".

The geological map is based on the Geological Continuum of Tuscany (2013). The landslide data shown on the map comes from the Landslides Map by the Apuan Alps Park drawn up during the months following the Flood and the Geological Continuum of Tuscany (2013). The three-dimensional visualisation of the morphology of the area is shown using the Region Tuscany DEM (Digital Elevation Model).

In altri Geoparchi...
in other Geoparks...



Frana in depositi vulcanici, Katla Geopark, Islanda / *landslide in volcanic deposits, Katla Geopark, Iceland, ph. Giuseppe Ottria*

Esposizione ai pericoli relativi all'acqua nei Geoparchi Globali UNESCO in Europa*

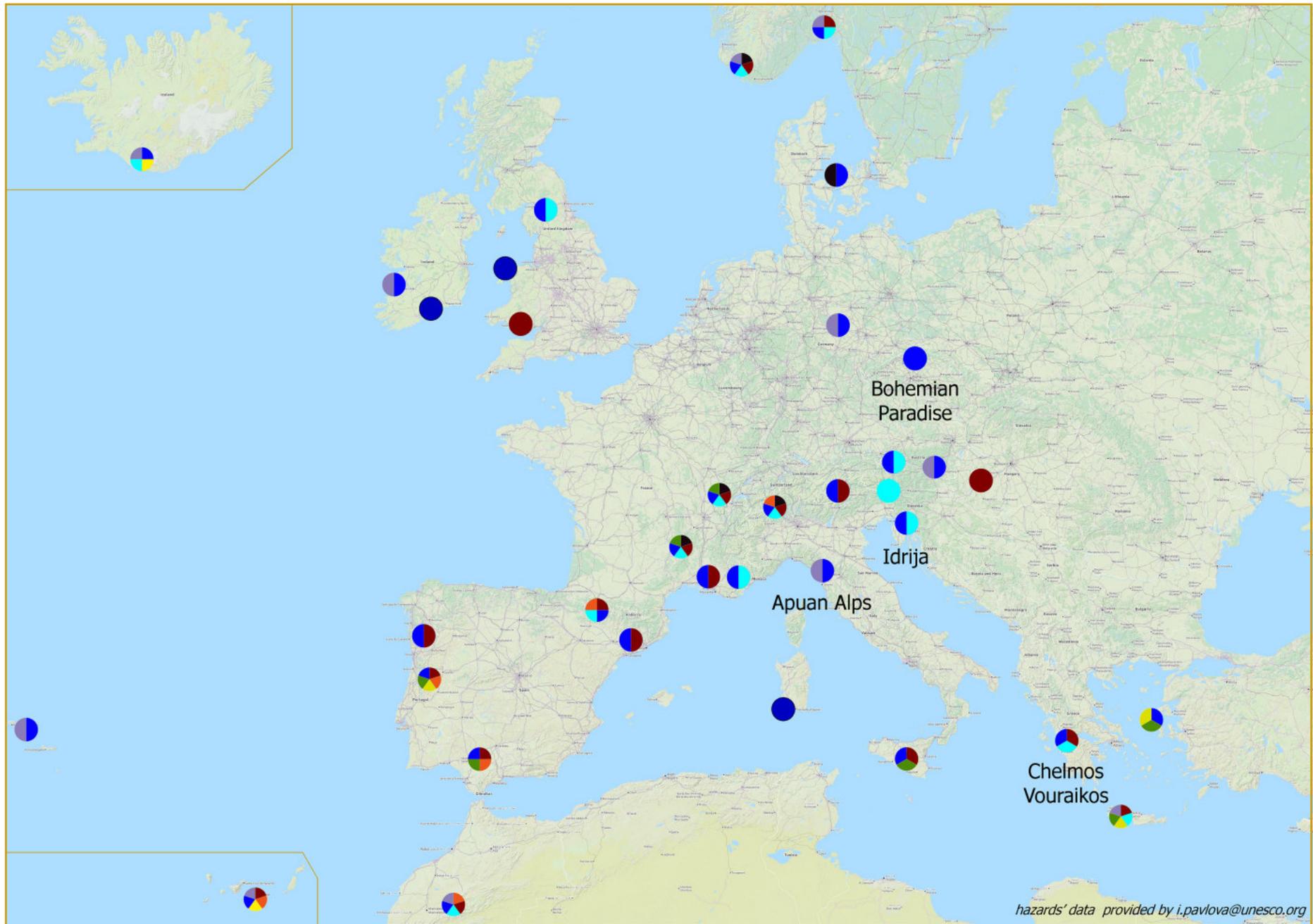
*exposure to water-related hazards at UNESCO Global Geoparks in Europe**

Secondo uno studio dell'UNESCO ancora in corso, il 60% dei Geoparchi globali sono esposti ad almeno un tipo di rischio naturale (cioè movimenti gravitativi, terremoti e inondazioni). Un danno potenziale a questi siti può mettere a rischio anche i mezzi di sussistenza delle comunità locali situate nelle loro vicinanze, poiché i Geoparchi sono spesso un'importante fonte di occupazione, di reddito, di beni e servizi ambientali. Inoltre, una loro perdita o un loro deterioramento potrebbe causare impatti negativi sulle comunità locali e nazionali tenuto conto dell'importanza storica dei Geoparchi e perché divenuti simboli di identità. I Geoparchi globali giocano un ruolo attivo nel raccontare la storia del passato, i processi geologici attivi e il loro modo di influenzare le persone. Molti Geoparchi globali sviluppano programmi didattici per incrementare la consapevolezza riguardo l'origine dei georischi e le modalità per ridurre il loro impatto, comprese le strategie di risposta al disastro.

According to an ongoing study by UNESCO, 60% of Global Geoparks are exposed to at least one type of natural hazard (i.e. mass movements, earthquakes and floods). Potential damage to these sites can also put the livelihood of local communities situated in their proximity at risk, as they are often an important source of employment, income and environmental assets and services. Furthermore, quite often their loss or deterioration could negatively impact local and national communities because of their historical importance and because they have become symbols of identity. Global Geoparks play an active role in telling the story of past and active geological processes and the way they affect people. Many Global Geoparks have community and visitors' educational programmes to raise awareness of the origins of geo-hazards and the ways to reduce their impact, including disaster response strategies.

(*) secondo i gestori dei siti
(* according to site managers' survey)

	cicloni e tempeste <i>cyclones and storms</i>
	alluvioni <i>floods</i>
	siccità <i>drought</i>
	desertificazione <i>desertification</i>
	temperature estreme <i>extreme temperature</i>
	neve e ghiaccio <i>snow and ice</i>
	incendi <i>wildfire</i>
	altro <i>others</i>

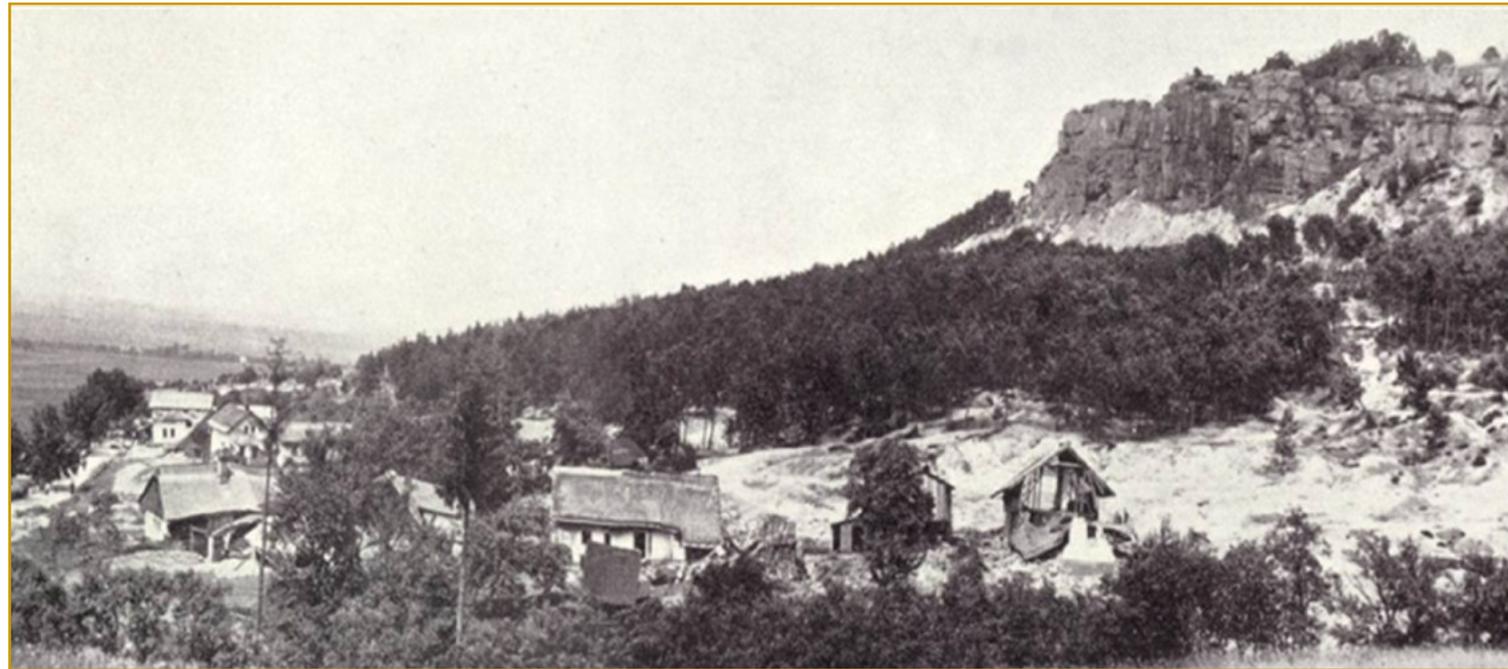


La frana del 1926 a Dneboh ***the 1926 landslide in Dneboh***

La forza di gravità influenza ogni nostro passo.

Quando la forza di gravità entra in azione insieme all'acqua o ad interventi umani mal concepiti, può indurre ad eventi descritti dai geologi come dissesti, instabilità dei pendii o frane in generale.

Questi eventi, oltre alle inondazioni, sono tra i disastri naturali più pericolosi nella Repubblica Ceca.



Gravity affects our every step.

It also induces, if combined with water or ill-conceived human interventions, events described by geologists as slope instabilities (hydrogeological instabilities) or landslides in general.

These events, in addition to floods, rank among the most dangerous natural disasters in the Czech Republic.



Durante la più grande frana mai conosciuta fino ad oggi nel Geoparco del Paradiso Boemo - domenica 27 Giugno 1926 - 3 milioni di metri cubi di terreno si sono mossi su una superficie di 14 ettari.

La frana è stata innescata dalle forti piogge (339 mm di precipitazioni).

L'acqua ha riempito le fessure in arenarie permeabili e ha sciolto i legami tra i granelli di sabbia.

In questa zona le arenarie vanno a sovrapporsi a marne a bassa permeabilità. L'acqua ha agito da lubrificante facilitando la frana che ha distrutto dieci case della frazione di Dneboh e una parte della strada.

During the largest-known landslide in the Bohemian Paradise Geopark, on Sunday 27th June 1926, 3 million cubic metres of soil started to move over an area of 14 hectares. The landslide was triggered by heavy rains (339 mm of precipitation).

Water filled fissures in the permeable sandstones and made the bonds among the sand grains loose. The sandstones in this area overlie low permeable marlstones. Water worked as a lubricant and made the sliding easy.

The landslide destroyed ten houses of the hamlet of Dneboh and a part of the roadway.



I testimoni del tempo ricordano:

"Stavamo facendo colazione alle 8 del mattino. All'improvviso qualcuno notò che i nostri vicini di casa stavano spostando i mobili fuori dall'edificio. Abbiamo pensato che stessero ridipingendo la casa. Ma ben presto ci siamo resi conto che stavamo sbagliando. Abbiamo visto altri vicini che spostavano i mobili in fretta. I pavimenti hanno cominciato a sollevarsi e le pareti a screpolarsi. Nessuno sapeva cosa stesse succedendo, siamo rimasti tutti impotenti. È stato un terribile disastro. Sembrava un terremoto, ma senza tremori. All'inizio si sono staccati gli intonaci e si è formata una piccola frattura nel muro. Poi si è allargata rapidamente davanti ai nostri occhi fino a che la parete del muro si è aperta del tutto; alla fine il timpano è fuoriuscito ed il tetto è crollato verso l'interno. In circa due ore, tutta la casa di mattoni è finita a terra. Nel giro di mezza giornata, otto case sono crollate una dopo l'altra".

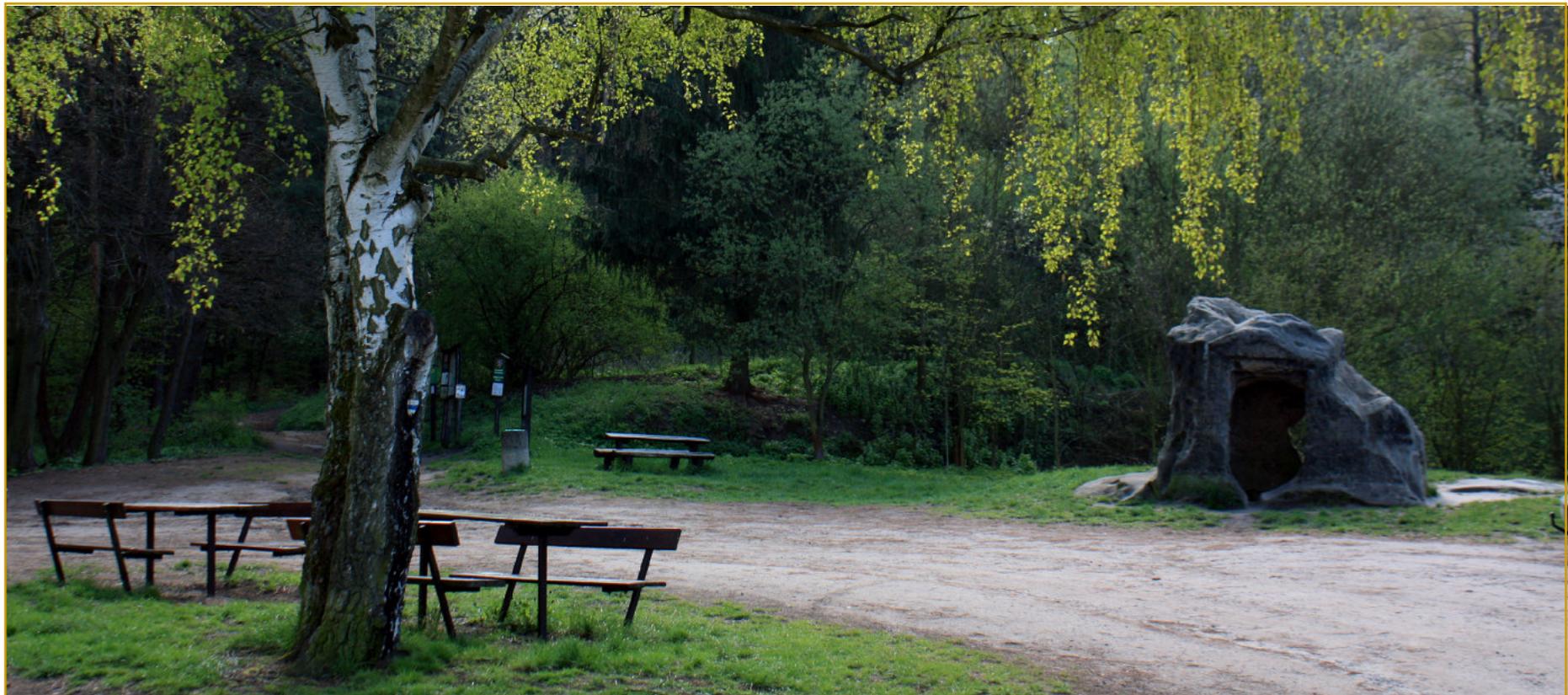
Contemporary witnesses remember:

"We were having breakfast at 8 a.m. Somebody suddenly noticed that the neighbours in a cottage next to us were moving furniture out of the building. We thought they were going to redecorate the house. But we soon realised how wrong we were. We saw other neighbours moving the furniture out in haste. Floorings started to rise, walls cracked. Nobody knew what was happening, we were all helpless. It was such a silent horror. It looked like an earthquake, but with no tremors. First, plastering flaked off and a small fracture showed up. It widened quickly in front of our eyes till the wall parted, the gable came away and the roof collapsed inward. In about two hours, the whole brick house was lying on the ground. Within half a day, eight houses collapsed, one after another".

Oggi, 90 anni dopo l'evento, solo un blocco di pietra arenaria ricorda il disastro. Nel 1990, i geologi hanno iniziato il monitoraggio a lungo termine di tutta l'area, che ha dimostrato che enormi blocchi di pietra arenaria sono ancora in movimento – anche se molto lentamente – lungo la collina.

Nowadays, 90 years after the event, only a fragment of a sandstone basement recalls the disaster. In 1990, geologists started long-term monitoring of the whole area, which proved that huge blocks of sandstone are still moving – although very slowly – down the hill.

**testi di Jan Čermák - foto di Quido Záruba ed Archivio Geoparco
text by Jan Čermák - photo by Quido Záruba and Geopark Archive**

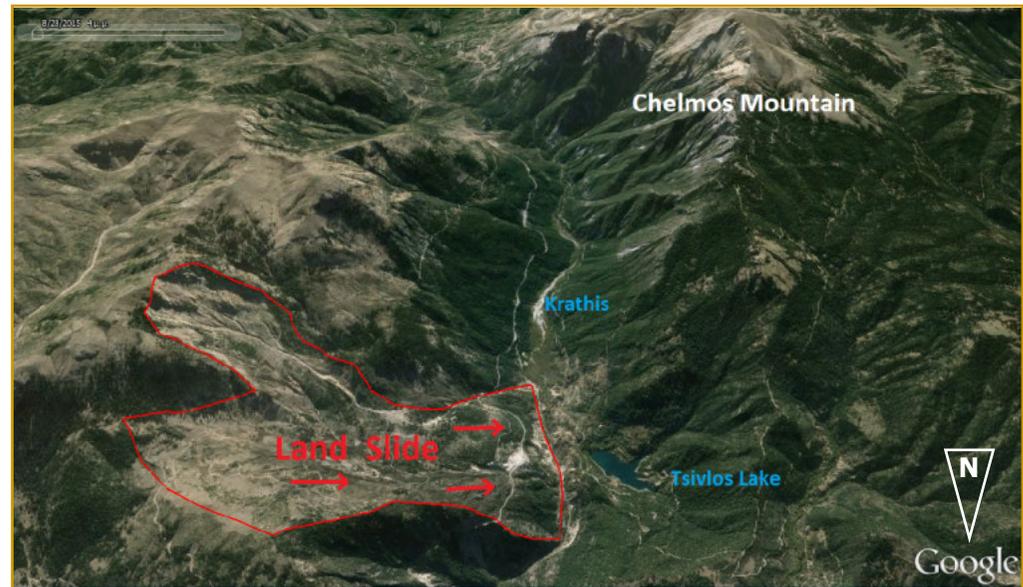


La frana del 1912 a Tsvilou *the 1912 landslide in Tsvilou*

Il fiume Krathis, con una lunghezza di circa 40 km, ha, tra le sue fonti, le Acque dello Stige nel monte Chelmos, nella parte nord del Peloponneso in Grecia. Questa sorgente è legata alla mitologia greca, perché Stige era una creatura marina mitica.

Nel 1912, il fiume scorreva in mezzo a una valle aperta. Sul lato ovest della valle, in corrispondenza della confluenza con un piccolo affluente, si trovava il piccolo e pittoresco villaggio di Tsvilou. Sul lato est della valle ed a quota più alta, vicino al M. Gerakari, era situato il villaggio di Sylivainas.

Durante il marzo del 1913, si verificarono fenomeni sospetti (rumore microsismico) che diventarono più intensi e frequenti. I residenti di Sylivainas presero la saggia decisione di abbandonare il villaggio.



River Krathis is located in the north part of Peloponnesus in Greece. The riverbed is 40 km long and one of its sources is the Waters of Styx at Chelmos Mountain, linked to Greek mythology because Styx was a mythical marine creature.

In 1912, the river flowed in the midst of an open valley. On the west side of the valley there was a ravine in a small tributary of Krathis. The small picturesque village Tsvilou was located at the confluence of the two rivers. On the east side of the valley and higher up near to Gerakari Mountain was the village of Sylivainas. In March 1913, suspect phenomena (microseismic noise) became more intense and more frequent. Residents of Sylivainas took the wise decision to leave the village.

L'abbondanza di pioggia e neve durante l'inverno 1912-13 favorirono l'innescare di una grande frana. Il 24 marzo 1913, in pochi minuti, un'enorme frana coinvolse tutto il versante da 1650 a 600 m di quota, per una lunghezza di 5 km e una larghezza di 1000 m. I detriti raggiunsero la valle del fiume Krathis dove si trovava il villaggio di Tsivlou, causando la morte di quattro persone.

Snow and rainfall were heavy during the winter of 1912-13, favouring a large landslide. On Sunday, 24th March 1913, a huge landslide occurred. It involved practically the whole mountainside which rolled, in minutes, from 1650 m to 600 m, covering an area 5 km long and 1000 m wide.

The debris came to the depth of the Krathis valley at the point where the settlement Tsivlou was situated. The victims of this disaster were four.



Il volume di detrito franato creò così una "diga" naturale iniziando a formare due laghi. Dalla raccolta delle acque provenienti dal fiume Krathis si formò l'omonimo lago e dalle acque dell'affluente il Lago Tsivlou.

Anche l'autunno 1913 fu molto piovoso e il livello delle acque del lago Krathis continuò a salire, accumulando un volume crescente di acqua. I residenti delle zone a valle della "diga" cominciarono a percepire che sopra le loro teste era presente una "bomba a orologeria" e le loro paure si materializzarono nella notte del 5 gennaio 1914, quando la "diga" crollò e il lago di Krathis si svuotò in pochi minuti. L'enorme flusso di acqua spazzò via e distrusse tutto ciò che aveva incontrato.

A differenza del Lago Krathis, oggi il Lago Tsivlou è ancora presente e rimane per ricordare uno dei più imponenti, più grandi e più drammatici fenomeni franosi che sono stati registrati nella moderna storia greca.

Oggi il lago Tsivlou ha 104 anni ed è il lago più giovane d'Europa. Il passare degli anni ha favorito lo sviluppo di una copertura arborea sul corpo di frana, mentre nel lago la vegetazione acquatica non è ancora ricca. Oggi l'area intorno al lago è dominata da boschi di pini, abeti e pini d'Aleppo. Il paesaggio intorno al lago ha trovato lentamente il suo carattere naturale e tutti hanno cominciato a rendersi conto che il lago, divenuto oggi area di sosta attrezzata per i turisti, ha assunto un particolare valore paesaggistico, a prescindere dal modo violento in cui è nato.

Il lago Tsivlou è oggi uno dei geositi di Chelmos Vouraikos Geopark!

The volume of the landslide debris blocked both Krathis and its tributary, thus creating a natural "dam", and started to form two lakes. The one gathered the waters of Krathis, creating Lake Krathis, and the other, the waters of the tributaries, forming Lake Tsivlou.

In autumn of the same year, it was very rainy and Lake Krathis continued to grow, accumulating an increasing volume of water. Residents of the area began to sense that over their heads there was a "time bomb" and their fears materialised on the night of 5th January 1914 when the "dam" collapsed and Lake Krathis emptied within minutes. The huge flow of water swept away and destroyed everything in its path. Unlike Lake Krathis, Lake Tsivlou remained in place, reminding us of one of the largest, most impressive and most dramatic landslide phenomena that have been recorded in modern Greek history.

Tsivlou lake is now 104 years old and is the youngest lake of Europe. It has not yet developed a rich aquatic vegetation. Over the years, forest trees have grown, covering the soil of the landslide. Today, the area around the lake is dominated by pine, fir and Aleppo pine forests. The landscape around the lake has slowly found its natural character, and everyone realises that the lake, regardless of the violent manner in which it was born, is now a very beautiful place and a popular recreation place.

Tsivlou lake is one of the geosites of Chelmos Vouraikos Geopark!

**testi e foto di Nikos Topouzidis, Eleni Koumoutsou
text and photo by Nikos Topouzidis, Eleni Koumoutsou**

Il terremoto e la frana del 1511 a Idrija *the 1511 earthquake and landslide in Idrija*

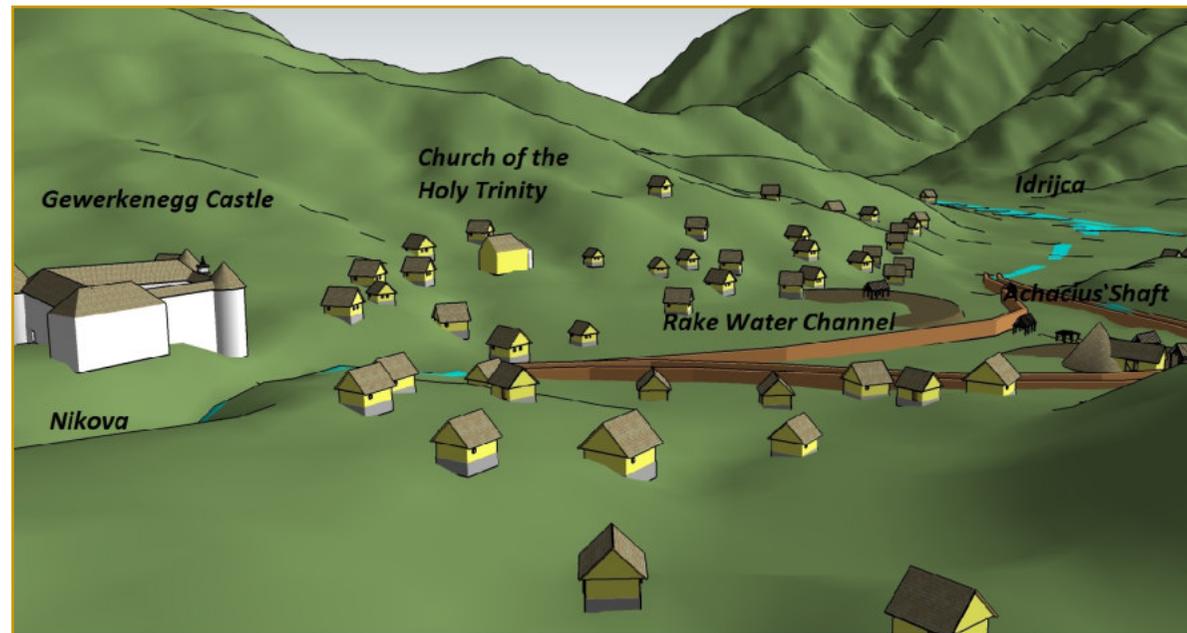
L'età moderna ha coinciso con la scoperta del mercurio a Idrija.

Il sedicesimo secolo è stato un periodo turbolento per questa zona, segnata da numerose catastrofi e disastri. Erano frequenti le malattie e soprattutto le epidemie di peste. Spesso la gente faceva la fame e la sopravvivenza era una lotta costante.

L'ignoranza abbondava e la maggior parte delle persone non erano in grado di leggere.

In quegli anni Idrija era un piccolo insediamento con semplici capanne di legno costruite sulla collina, una chiesa dedicata alla Santissima Trinità ed una cappella dedicata a San Achacius sulla parete a picco sul torrente Nikova.

La zona centrale del fondovalle era destinata al settore minerario, mentre le semplici capanne di legno dei minatori si trovavano sui pendii circostanti. Il torrente Nikova, che scorreva al centro della valle, forniva acqua per la miniera e per le esigenze degli abitanti. Inizialmente i minatori cominciarono a scavare in prossimità della Chiesa della Santissima Trinità, dove, secondo la leggenda, un idraulico aveva trovato in passato il mercurio nativo.



Idrija dopo il 1533 (Rafael Bizjak) / Idrija after 1533 (Rafael Bizjak)

The modern age coincided with the discovery of mercury in Idrija.

The 16th century was a turbulent time for this area, marked by numerous incidents and disasters that did not spare the local population. Diseases were frequent, particularly plague epidemics. People often went hungry and survival was a constant struggle. Ignorance abounded and most people were unable to read.

Idrija was at this time a small settlement with simple wooden huts built on the hill and a church dedicated to the Holy Trinity and a chapel dedicated to St. Achacius on the cliff rising steeply above the Nikova stream.

The central area of the valley floor was given over to mining while the simple wooden huts of the miners stood on the surrounding slopes.

Flowing through the middle of the valley was the Nikova stream, providing water for the mine and for the needs of the inhabitants.

Initially, the miners began digging in the vicinity of the Church of the Holy Trinity where, according to legend, a tubemaker had once found quicksilver.



Illustrazione di Idrija in: "The Glory of the Duchy of Carniolica" (Valvasor, 1689)
Valvasor's depiction of Idrija in his book: "The Glory of the Duchy of Carniolica", 1689

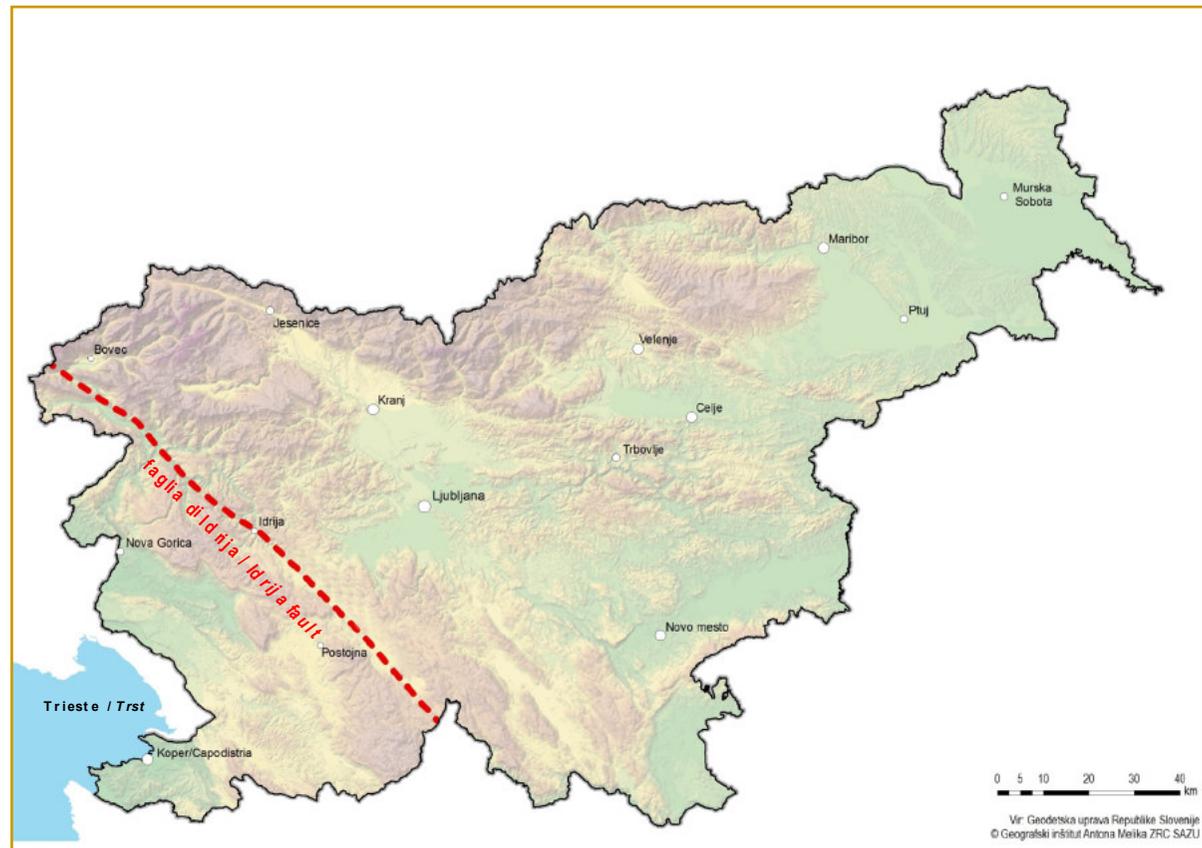
Meno di tre anni dopo la scoperta di una ricca vena di minerale, Idrija è stata colpita da un forte terremoto. Questo sisma del 1511 probabilmente si è verificato nella più ampia area della faglia di Idrija. Il suo valore di 6,8 di magnitudo lo fa ritenere il più potente terremoto storico conosciuto nel territorio della Slovenia.

La faglia di Idrija è una delle più estese faglie delle Alpi meridionali. Immagini satellitari la rappresentano come chiara linea pressoché dritta. Lungo i quasi 120 chilometri del suo percorso, si sono formate profonde valli, gole scoscese e passi montani che sono il risultato evidente di questa frattura tettonica.

Si ritiene che al momento esistessero solo due edifici in pietra a Idrija: la Chiesa della Santissima Trinità e la cappella dedicata a San Achacius. È molto probabile che entrambi gli edifici siano stati distrutti, mentre le capanne dei minatori e le altre strutture in legno siano state soltanto danneggiate.

Less than three years after the discovery of a rich vein of ore, Idrija was hit by an earthquake. The Idrija earthquake of 1511 probably occurred in the wider area of the Idrija Fault and with its 6.8 magnitude is the most powerful historical earthquake known in the territory of Slovenia. The Idrija Fault is one of the largest faults in the area of the Southern Alps. Satellite photographs show it as a clear, almost straight line. Along the almost 120 kilometres of its route, deep valleys, steep gorges and mountain passes have formed as the result of tectonics.

It is believed that there were only two stone buildings in Idrija at the time: the Church of the Holy Trinity and the chapel dedicated to St. Achacius. It is very probable that both were destroyed and that the miners' huts and other wooden structures were merely damaged.



Fonti scritte risalenti a quasi 170 anni dopo l'evento riferiscono che il terremoto ha innescato un'importante frana e caduta massi nella zona di Pri Renkovcu e ha riempito il canale del fiume Idrijca. L'acqua nel fiume arginato ha inondato l'insediamento minerario e tutte le strutture in legno esterne collegate alla miniera, riempiendone le gallerie. Le stesse fonti indicano due date differenti per la caduta massi, intendendo che possa essere avvenuta subito dopo il terremoto del 1511 o più tardi nel 1525. Qualunque sia la data effettiva, è molto probabile che la sua causa principale sia stato un terremoto. La cappella di San Giovanni Nepomuceno fu costruita sotto il castello nel 1525 in memoria della catastrofica alluvione. I resti di massi e rocce di grandi dimensioni sono ancora visibili nella zona di Idrijca oggi nel pressi della frana. Fonti riferiscono che a seguito della frana e il blocco del canale del fiume Idrijca, 500 uomini sono stati chiamati dalla zona circostante per aiutare a scavare attraverso la "diga naturale" in modo che l'acqua potesse defluire il più rapidamente possibile.



La valle della faglia di Idrija vista da Kanomeljsko Razpotje
(foto di Gregor Kacin, Archivio del Geoparco di Idrija)
*View of the valley along the Idrija fault from Kanomeljsko Razpotje
(photo by Gregor Kacin, Idrija Geopark Archive)*

We learn from written sources dating from almost 170 years after the event that the earthquake triggered a major landslide and rockfall in the Pri Renkovcu area and filled up the channel of the River Idrijca. The water in the dammed river flooded the mining settlement and all the outdoor wooden structures connected to the mine and filled up the mine galleries. The same sources give two dates for the rockfall, meaning that it either occurred directly after the earthquake in 1511 or later in 1525. Whatever the actual date of the event, it is highly likely that its main cause was an earthquake. The chapel of St John of Nepomuk was built below the castle in 1525 in memory of the catastrophic flood. The remains of boulders and large rocks are still visible in the Idrijca region today at the site of the rockfall. Sources report that following the rockfall and the blocking of the channel of the River Idrijca, 500 men were summoned from the surrounding area to help dig through the "natural dam" so that the water could drain away as quickly as possible.

**testi di Martina Peljhan; immagini dagli Archivi della Miniera di Mercurio e del Geoparco di Idrija
text by Martina Peljhan; photo from Idrija Mercury Mine and Idrija Geopark Archives**

Album delle alluvioni apuane...
album of the Apuan floods...



L'alluvione del 1902 sulla prima pagina de "L'Illustrazione Italiana" / the 1902 flood on the front page of "L'Illustrazione Italiana"

Secoli di alluvioni nelle Alpi Apuane... *centuries of floods in the Apuan Alps...*

La storia delle Alpi Apuane è una storia di piogge e rovine.

Qui, le alluvioni prima o poi ritornano con una violenza unica ed improvvisa.

Le cronache del passato raccontano quasi sempre lo stesso evento: poche ore di pioggia intensissima, che si porta dietro colate di detrito ed alberi sradicati, mentre i fiumi si gonfiano oltre misura e distruggono qualsiasi ostacolo nella loro folle corsa verso il mare.

Qui, i disastri non sono la regola, ma l'eccezione ricorrente.

Frane e inondazioni appartengono al vissuto di ognuno, anche se la gente dimentica in fretta dopo ogni ricostruzione.

Usare la memoria di disastri del passato è il modo migliore per avvertire sui rischi e i pericoli del futuro...

The history of the Apuan Alps is a history of rains and ruins.

Here, the floods return sooner or later with such a unique and sudden violence.

The chronicles of the past almost always tell the same event: a few hours of very intense rain carrying debris flows and uprooted trees, as the rivers swell beyond measure and destroy any obstacle in their mad race to the sea.

Here, disasters are not the rule, but the recurring exception.

Landslides and floods belong to everyone's experience, yet people tend to forget very quickly after each reconstruction.

Using the memory of past disasters is the best way to warn about the risks and hazards of the future...

Quel 27 Settembre 1774 on 27th September 1774

Piovve talmente il 27 Settembre del 1774 per otto ore continue, che, gonfiato oltremodo il torrente del Cardoso, rovesciò da 7 o 8 case, e varii mulini distrusse, oltre alle frane che avvennero, e gli abbattimenti d'alberi e di castagni: ed era tal pioggia mescolata con grandine grossa come noci, la quale si inalzò un braccio sopra il suolo, e poco mancò che Serravezza non andasse tutta sotto acqua, essendo ivi arrivata improvvisa la piena a ore 8 di Francia, con sorpresa e spavento dei Terrazzani e dei Villeggianti, nel momento appunto della cena.

It rained so hard for eight continuous hours on 27th September 1774 that Cardoso stream swelled exceptionally and tore down 7 or 8 houses and destroyed several watermills. In addition, landslides occurred knocking down trees and chestnuts. The rain was mixed with hailstones as big as walnuts and covered up to one arm's length above the groundsoil level. Seravezza risked being totally underwater. That was a close one! The sudden overflow arrived at eight o'clock of France, precisely at dinner time, to the surprise and fear of the villagers and holidaymakers.

Vincenzo Santini (1859)
Commentarii storici sulla Versilia centrale, vol. III, p. 77

Quel 7 Ottobre 1829 on 7th October 1829

La prima immagine di un'alluvione nelle Alpi Apuane è un acquarello di Luigi Napoleone Bonaparte, nipote di Napoleone.

The first image of a flood in the Apuan Alps is a watercolour by Napoléon-Luis Bonaparte, nephew of Napoleon.



Roma, Museo Napoleonico
Rome, Napoleonic Museum

Seravezza: Palazzo Mediceo e la piena del fiume Vezza
Mediceo Palace and the Vezza river flooding

Quel 25 Settembre 1885 on 25th September 1885

Pochi giorni dopo l'alluvione del 1885, Olinto Galli di Viareggio realizzò un eccezionale reportage fotografico nella "zona rossa" di quell'evento estremo.

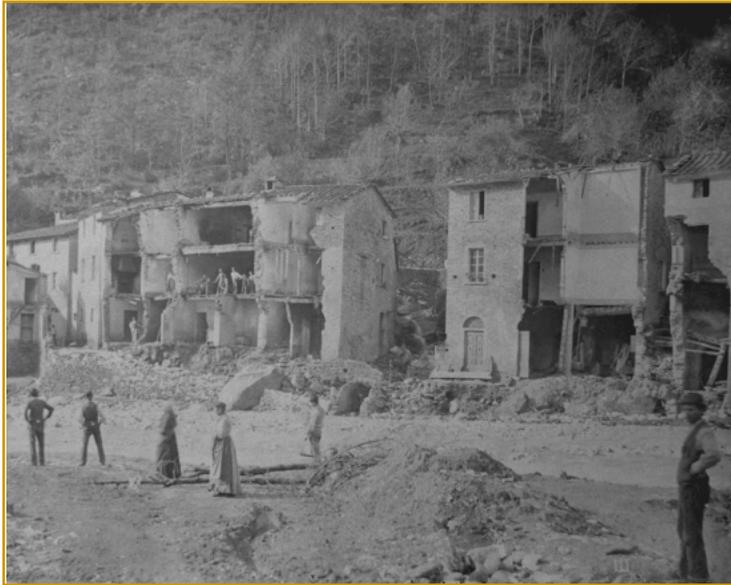
Sono giunti a noi dieci stupende immagini che documentano i danni provocati dalle piogge e dalla piena del torrente Serra, soprattutto nei paesi di Seravezza e Riomagno.

A few days after the 1885 flood, Olinto Galli from Viareggio completed an exceptional photo reportage of that extreme event in its "red zone". Ten beautiful images came to us documenting the damage caused by the rain and overflow of the Serra stream, especially in the villages of Seravezza and Riomagno.



11 - Malbacco:
"ruleri della strada del Mt. Altissimo"
ruins along the Mt. Altissimo road

12 - Riomagno:
"segheria Tonini"
Tonini marble sawmill



13 - Riomagno:
"Riomagno"
Riomagno village



14 - Riomagno:
"ponte nuovo di Riomagno"
the new bridge in Riomagno



15 - Seravezza:
"via del Mt. Altissimo"
Mt. Altissimo road



16 - Seravezza:
"case in via della Bastia"
houses in Bastia road



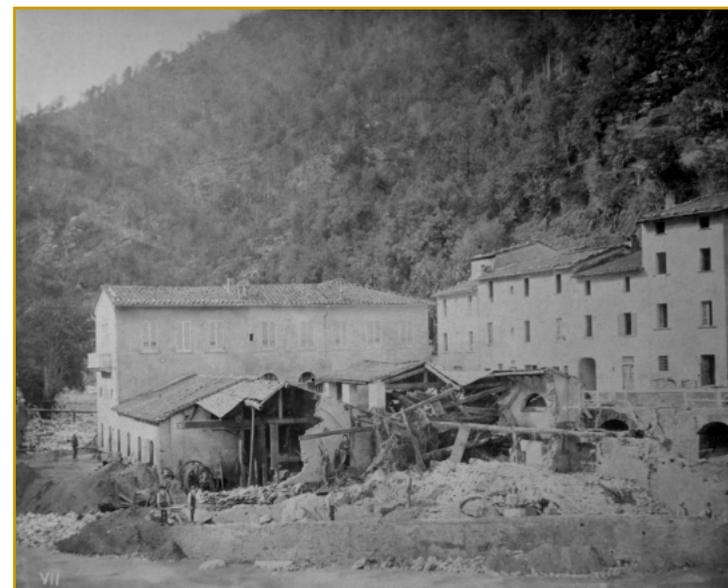
17 - Seravezza:
"chiesa dell'Annunziata"
Annunziata church



18 - Seravezza:
"case della Fucina"
houses at Fucina



19 - Seravezza:
"Piazzetta"
Piazzetta (small square)



20 - Seravezza:
"segheria Henrau(x)"
Henraux marble sawmill

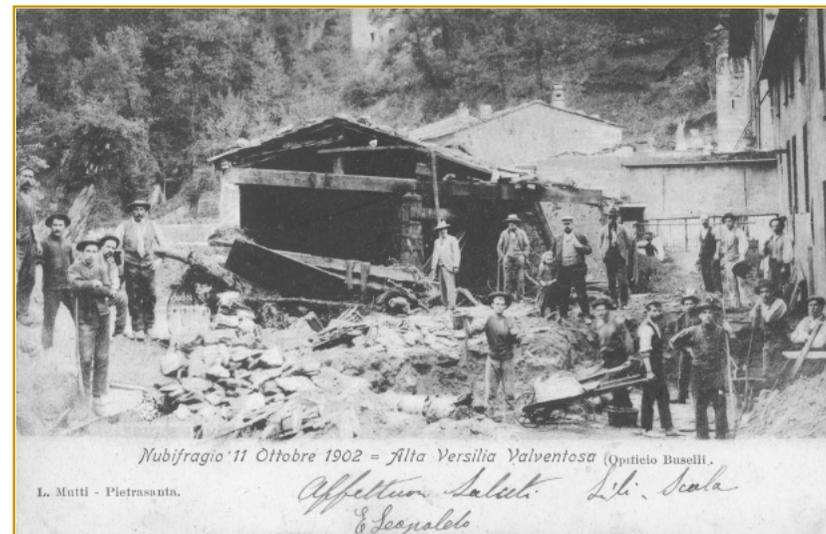
Quell'11 Ottobre 1902 on 11th October 1902

Questa volta, le foto dell'alluvione sono quasi tutte tratte da cartoline postali. La nuova moda dei "saluti illustrati" ha usato le sensazionali immagini dei danni causati dal torrente Vezza e dal fiume Versilia durante la piena eccezionale del 1902, che superò in portata e forza distruttrice l'alluvione del 1885.

This time, the flood pictures are almost all taken from postcards. The new trend of "illustrated greetings" used the sensational images of the damage caused by the Vezza stream and the Versilia river during the great 1902 overflow. This flood surpassed the 1885 one in flow rate and destructive force.



21 - Argentario-Zarra: "i disastri nell'Alta Versilia all'Argentario"
damage at Argentario in Alta Versilia



22 - Valentosa: "Alta Versilia...: opificio Buselli"
Alta Versilia...: Buselli factory



23 - Seravezza: l'argine distrutto dalla piena
bank destroyed by the flood



24 - Ponterosso: sistemazione precaria della rotta del fiume
temporary restoration of the river bank breach



25 - Ponterosso: danni alla ferrovia Pisa-La Spezia
damage to the Pisa-La Spezia railway



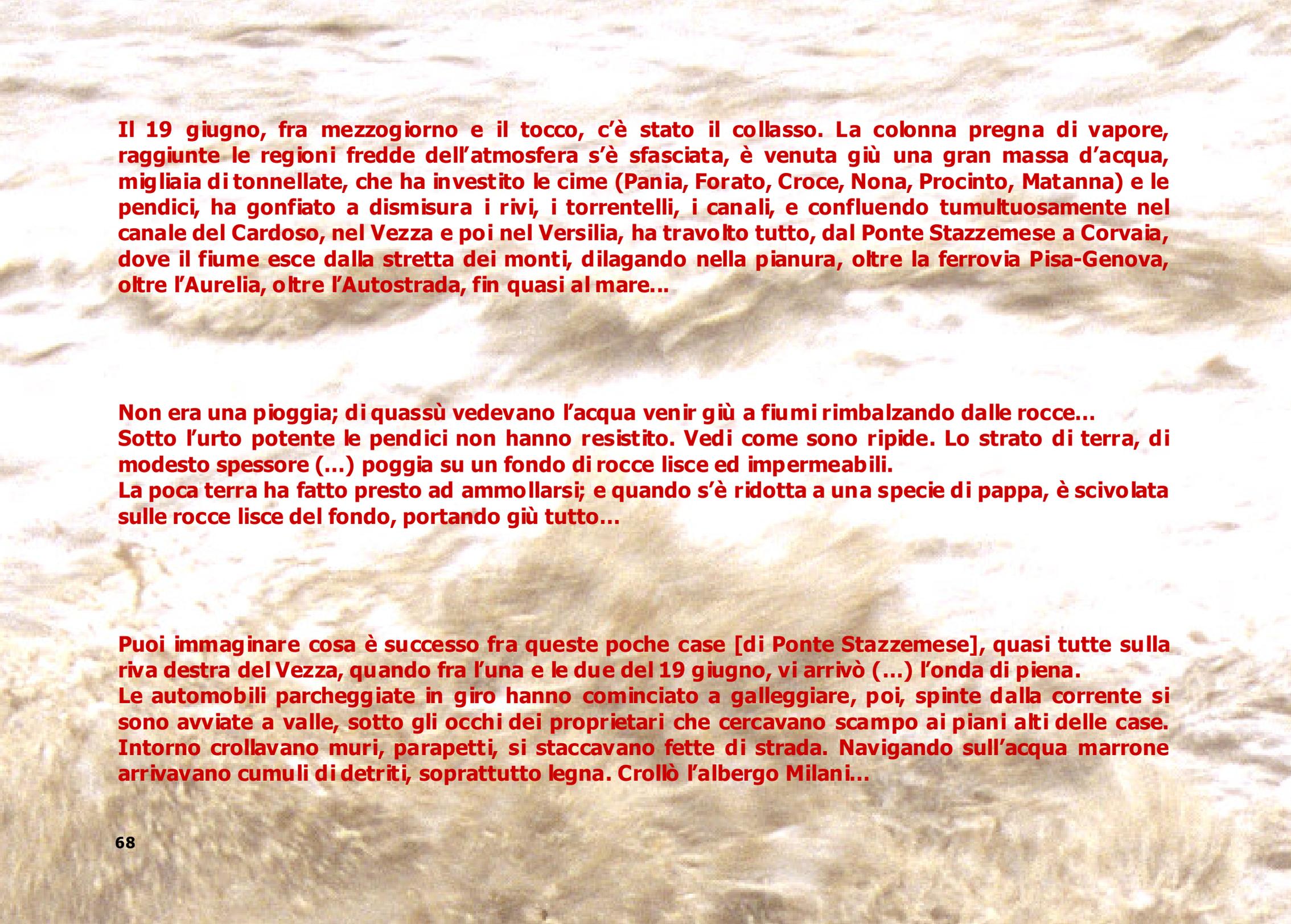
26 - Ponterosso: trasbordo lungo la strada Pisa-La Spezia
people on the move along the Pisa-La Spezia road



27 - Seravezza: la piazza prima della piena del 1885
the square before the 1885 flood



28 - Seravezza: la piazza dopo le piene del 1885 e 1902
the square after the 1885 and 1902 floods



Il 19 giugno, fra mezzogiorno e il tocco, c'è stato il collasso. La colonna piena di vapore, raggiunte le regioni fredde dell'atmosfera s'è sfasciata, è venuta giù una gran massa d'acqua, migliaia di tonnellate, che ha investito le cime (Pania, Forato, Croce, Nona, Procinto, Matanna) e le pendici, ha gonfiato a dismisura i rivi, i torrentelli, i canali, e confluendo tumultuosamente nel canale del Cardoso, nel Vezza e poi nel Versilia, ha travolto tutto, dal Ponte Stazzemesse a Corvaia, dove il fiume esce dalla stretta dei monti, dilagando nella pianura, oltre la ferrovia Pisa-Genova, oltre l'Aurelia, oltre l'Autostrada, fin quasi al mare...

Non era una pioggia; di quassù vedevano l'acqua venir giù a fiumi rimbalzando dalle rocce... Sotto l'urto potente le pendici non hanno resistito. Vedi come sono ripide. Lo strato di terra, di modesto spessore (...) poggia su un fondo di rocce lisce ed impermeabili. La poca terra ha fatto presto ad ammolarsi; e quando s'è ridotta a una specie di pappa, è scivolata sulle rocce lisce del fondo, portando giù tutto...

Puoi immaginare cosa è successo fra queste poche case [di Ponte Stazzemesse], quasi tutte sulla riva destra del Vezza, quando fra l'una e le due del 19 giugno, vi arrivò (...) l'onda di piena. Le automobili parcheggiate in giro hanno cominciato a galleggiare, poi, spinte dalla corrente si sono avviate a valle, sotto gli occhi dei proprietari che cercavano scampo ai piani alti delle case. Intorno crollavano muri, parapetti, si staccavano fette di strada. Navigando sull'acqua marrone arrivavano cumuli di detriti, soprattutto legna. Crollò l'albergo Milani...

On 19th June, between noon and one o'clock, there was sudden rainfall. The column full of vapour broke when it reached the cold regions of the atmosphere. A great mass of water, thousands of tons, came down and struck the peaks (Pania, Forato, Croce, Nona, Procinto, Matanna) and slopes. It swelled the streams, little torrents, brooks out of all proportion ... The water flowed tumultuously into the Cardoso channel, the Vezza and then the Versilia river. It devastated everything, from Ponte Stazzemese to Corvaia, where the river comes out of the narrow valley, overflowing onto the plain, beyond the Pisa-Genoa railway, beyond the Aurelia, beyond the motorway, almost down to the sea...

It was not rain; from up here, they saw the water gushing down, bouncing off the rocks... The slopes did not stand up to the powerful impact. Look how steep they are. The thin layer of earth lies on a base of smooth and impermeable rocks. This thin layer soon got soaked. When it was reduced to a kind of mush, it slid over the underlying smooth rocks, bringing everything down with it...

You can imagine what happened around these few houses [in Ponte Stazzemese], almost all located on the right bank of the Vezza river, when the flood wave arrived between one and two o'clock on 19th June. Cars parked around the area began to float and then the current pushed them down towards the valley, under the eyes of their owners who sought refuge on the higher floors of the houses. Walls and railings collapsed and pieces of road came off. Debris piles, especially wood, came floating on the brown water. Milani Hotel collapsed...

Manlio Cancogni, Caro Tonino, un anno dal diluvio, 1997

Quel 19 Giugno 1996 *on 19th June 1996*

Le immagini drammatiche durante le prime ore dell'evento e nei giorni successivi, quando la violenza delle acque causò, al monte e al piano, il completo straripamento dei corsi d'acqua.

The dramatic images during the first hours of the event and in the days after, when the power of the water caused the complete overflowing of the streams and rivers both in the mountains and on the planes.



30 - Vallecchia: il fiume Versilia durante lo straripamento
the Versilia river overflowing



29 - Ponte di Tavole: il fiume Versilia prima dello straripamento
the Versilia river just before overflowing



31 - Corvaia: il fiume Versilia divora l'argine e la strada
the Versilia river engulfs the bank and the road



32 - Seravezza: un battello di salvataggio nella piazza allagata
a lifeboat in the flooded square



33 - Seravezza: l'acqua è già quasi raggiunto il livello dell'alluvione del 1885
the water almost up to the 1885 flood level



34 - Seravezza: il fiume Vezza ha trascinato le auto in sosta
parked cars dragged by the Vezza river



35 - Seravezza: la gente è già all'opera pochi minuti dopo l'alluvione
immediate reaction by people just a few minutes after the flood

I giorni dopo / *the days after*



36 - Cardoso: rovine sotto l'occhio del Mt. Forato
ruins under the Mt. Forato eye



37 - Cardoso: subito al lavoro per ritornare in casa
prompt action for coming back home



38 - Fornolasco: case distrutte lungo la Tùrrite
destroyed houses along the Tùrrite river



39 - Fornolasco: il vecchio ponte della piazza
the old bridge in the square



40 - Cardoso: confluenza tra i torrenti Cardoso e Capriola
confluence of the Cardoso and Capriola streams



41 - Cardoso: una breve pausa durante la fase di primo intervento
a short break during the first intervention phase



42 - Pontestazzemese: primi interventi per tornare alla normalità
initial intervention to return to normality



43 - Pontestazzemese: danni della piena del torrente Cardoso
damage caused by the Cardoso stream overflow



44 - Fornetto: danni a un laboratorio di marmi e frana a bordo fiume
damage to a marble factory and landslide on the river bank



45 - Ruosina: il Canale di Cansoli con la sua scia di detriti vegetali
trail of vegetal debris floated by the Cansoli stream



46 - Argentiera-Zarra: il vecchio centro minerario isolato dal ponte distrutto
the old mine centre isolated by the destroyed bridge



47 - Valentosa: ponte distrutto e ferro piegato dalla piena
bridge destroyed and iron bent by the river overflow

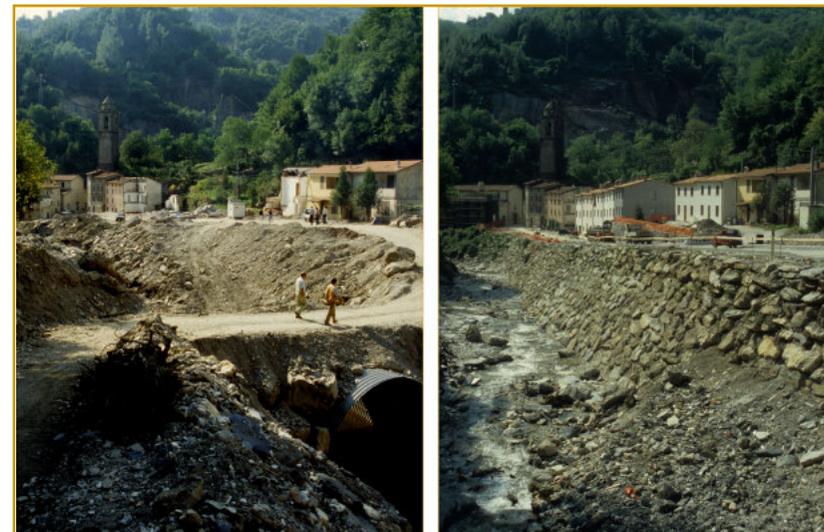
Restauro e ricostruzione *restoration and reconstruction*

Le immagini mostrano gli interventi di restauro e ricostruzione realizzati sia sugli edifici distrutti dall'alluvione, sia sui versanti feriti dalle frane e sui corsi d'acqua pieni di detriti.

The images show the restoration and reconstruction carried out both on the buildings destroyed by the flood and along the slopes injured by the landslides and in the aggraded rivers and streams.



49 - Cardoso: *ferriera Migliorini sovralluvionata e poi liberata dai detriti*
Migliorini flooded and then cleaned of the debris



48 - Cardoso: *all'inizio e verso la fine della ricostruzione*
at the beginning and towards the end of reconstruction



50 - Pontestazzemese: *l'Hotel "Milani" ieri e l'Hotel "la Pania" oggi*
"Milani" Hotel yesterday and "la Pania" Hotel today



51 - Pomezzana: stabilizzazione dell'area di distacco di una frana
stabilisation of a landslide detachment area



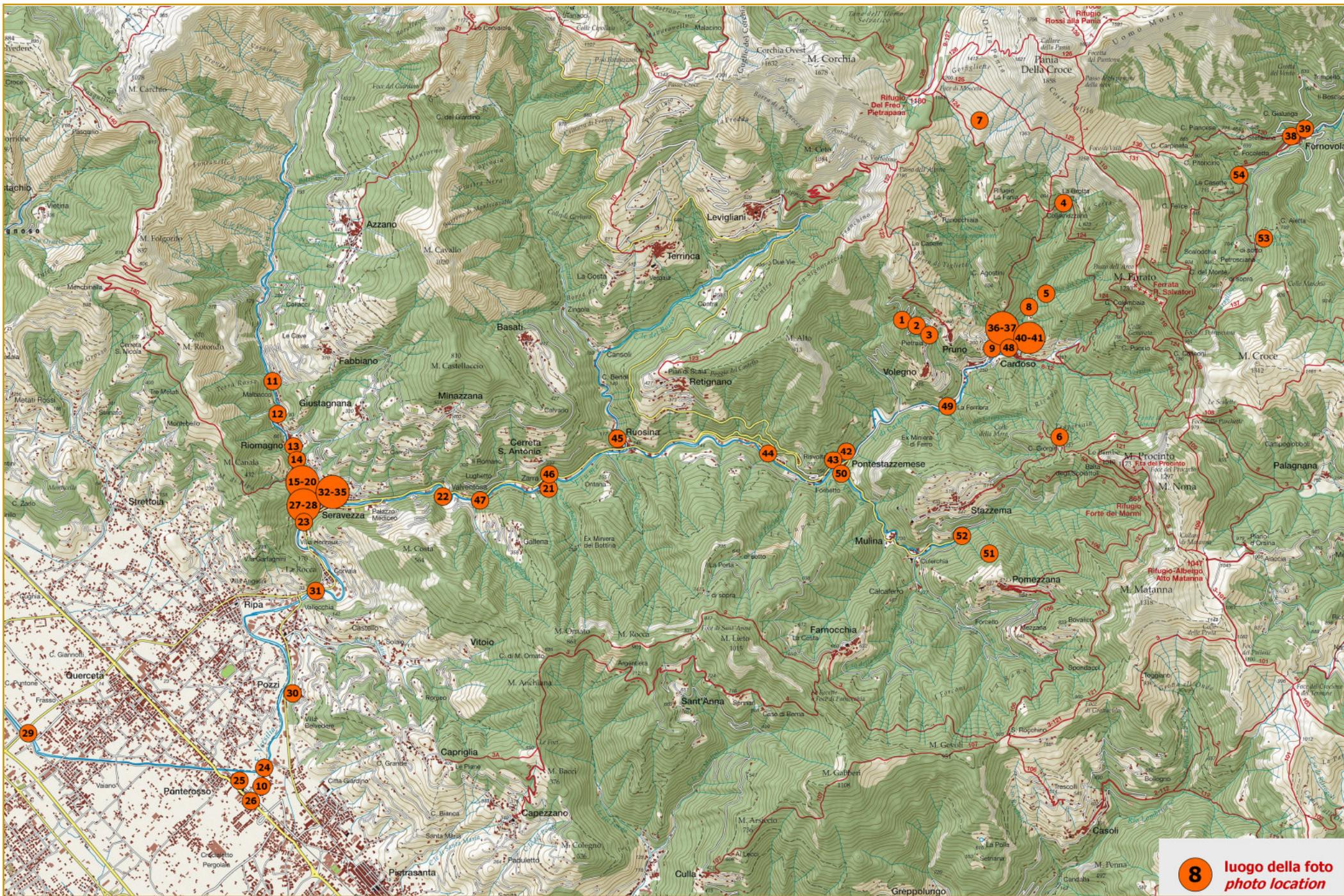
52 - Le Mulina: briglia selettiva nell'alveo del torrente
selective filtering weir along the streambed



53 - Petroscciana: palificata doppia a protezione della "Chiesaccia"
soil bioengineering work for protection of the "Chiesaccia" oratory remains



54 - Petroscciana: ricostruzione di argine e restauro di sentiero
bank reconstruction and footpath restoration



8 luogo della foto
photo location

L'Alluvione del 1996 in cifre... the 1996 Flood in numbers...

danni a persone e a cose damage to people and property

vittime <i>dead</i>	n	14
alluvionati <i>flood victims</i>	n	ca. 8.000
case danneggiate <i>damage to private property (houses)</i>	n	598
danni ad opere pubbliche <i>damage to public works</i>	€	73.000.000
danni ad abitazioni <i>damage to private property</i>	€	30.000.000
danni al settore produttivo <i>damage to the economy (agriculture, industry, commerce)</i>	€	36.000.000
costi per la messa in sicurezza <i>costs for restoring safety of land</i>	€	234.000.000
contributi ai cittadini per la ricostruzione <i>contributions for reconstruction (individuals)</i>	€	15.000.000
contributi alle imprese per la ricostruzione <i>contributions for reconstruction (factories, farms, shops)</i>	€	8.000.000

detriti movimentati mobilised debris

detriti movimentati dalle frane <i>debris mobilised by landslides</i>	m ³	1.360.000
detriti movimentati dalle piogge <i>debris mobilised by rainfall</i>	m ³	3.000.000

Nella prima tabella i costi non sono rivalutati / in the first table, the costs are not revised

evento eccezionale di pioggia (*) exceptional rainfall event (*)

pioggia cumulata in 5 minuti <i>accumulated rainfall in 5 minutes</i>	mm	30,8
pioggia cumulata in 10 minuti <i>rainfall accumulated in 10 minutes</i>	mm	52,2
pioggia cumulata in 15 minuti <i>rainfall accumulated in 15 minutes</i>	mm	68,2
pioggia cumulata in 1 ora <i>rainfall accumulated in 1 hour</i>	mm	176,4
pioggia cumulata in 6 ore <i>rainfall accumulated in 6 hours</i>	mm	390,8
pioggia cumulata in 12 ore <i>rainfall accumulated in 12 hours</i>	mm	474,6

frane ed esondazioni landslides and overflows

epicentro alluvione ("zona rossa" - pioggia ≥ 400 mm) <i>flood epicentre ("red zone" - rain ≥ 400 mm)</i>	km ²	60
epicentro frane (bacini di Cardoso, Mulina, Gallicano) <i>landslide epicentre (Cardoso, Mulina and Gallicano basins)</i>	km ²	46
numero di frane (**) <i>number of landslides (**)</i>	n	647
area di frana (**) <i>landslide area (**)</i>	km ²	0,985
densità di frana (**) <i>landslide density (**)</i>	n/km ²	14,1
indice di franosità (area di frana·100/epicentro frane) <i>landslide index (landslide area·100/landslide epicentre)</i>	%	2,14
area inondata in pianura <i>overflow area on the plain</i>	km ²	ca. 8

(*) stazione meteorologica di Pomeziana / *Pomeziana weather station*

(**) nell'epicentro delle frane / *in the landslide epicentre*

Indice / *table of contents*

Introduzione / <i>introduction</i>	p.	4
Parole scritte dalla pioggia... / <i>words written by the rain...</i>	p.	5
Il diluvio... / <i>the deluge...</i>	p.	6
La genesi del mostro / <i>the genesis of the monster</i>	p.	7
"Bombe d'acqua" / <i>"rain bombs"</i>	p.	8
Il temporale autorigenerante / <i>the v-shaped storm</i>	p.	10
Colate di detrito... / <i>debris flows...</i>	p.	12
Onde di piena / <i>flood waves</i>	p.	12
Numero e tipo di frane / <i>number and type of landslides</i>	p.	13
Modello di colata di detrito / <i>debris flow model</i>	p.	14
Un caso esemplare di colata di detrito / <i>an exemplary case of debris flow</i>	p.	16
Il collasso dei boschi... / <i>the collapse of the woods...</i>	p.	20
Una dura lezione imparata... / <i>a hard lesson learned...</i>	p.	25
"The hateful eight" factors	p.	25
Buone pratiche / <i>best practice...</i>	p.	31
Le linee guida del Piano per il Parco / <i>the guidelines of the Park Master Plan</i>	p.	31
Regole efficaci / <i>effective rules</i>	p.	34
In caso di un'alluvione / <i>in case of a flood</i>	p.	37
Carta delle frane... / <i>landslide map...</i>	p.	42
In altri Geoparchi... / <i>in other Geoparks...</i>	p.	45
Esposizione ai pericoli relativi all'acqua nei Geoparchi europei... / <i>exposure to water-related hazards at European Geoparks...</i>	p.	46
La frana del 1926 a Dneboh / <i>the 1926 landslide in Dneboh</i> (Bohemian Paradise Geopark)	p.	48
La frana del 1912 a Tsivlou / <i>the 1912 landslide in Tsivlou</i> (Chelmos - Vouraikos Geopark)	p.	52
Il terremoto e la frana del 1511 a Idrija / <i>the 1511 earthquake and landslide in Idrija</i> (Idrija Geopark)	p.	55
Album delle alluvioni apuane... / <i>album of the Apuan floods</i>	p.	59
Secoli di alluvioni nelle Alpi Apuane... / <i>centuries of floods in the Apuan Alps...</i>	p.	60
Quel 27 Settembre 1774 / <i>on 27th September 1774</i> - Quel 7 Ottobre 1829 / <i>on 7th October 1829</i>	p.	61
Quel 25 Settembre 1885 / <i>on 25th September 1885</i>	p.	62
Quell'11 Ottobre 1902 / <i>on 11th October 1902</i>	p.	65
Quel 19 Giugno 1996 / <i>on 19th June 1996</i>	p.	70
I giorni dopo / <i>the days after</i>	p.	72
Restauro e ricostruzione / <i>restoration and reconstruction</i>	p.	76
L'Alluvione del 1996 in cifre... / <i>the 1996 Flood in numbers...</i>	p.	79