

ANALISI E PREVISIONE DEI DISSESTI FRANOSI PLUVIOINDOTTI: IL SISTEMA LAMP ANALYSE ET PRÉVISION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DÉCLENCHÉS PAR LA PLUIE: LE SYSTÈME LAMP

Genova – 12/12/2020

Progetto Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”

Projet Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



R. Bovolenta



B. Federici



R. Passalacqua



S. Viaggio



A. Iacopino



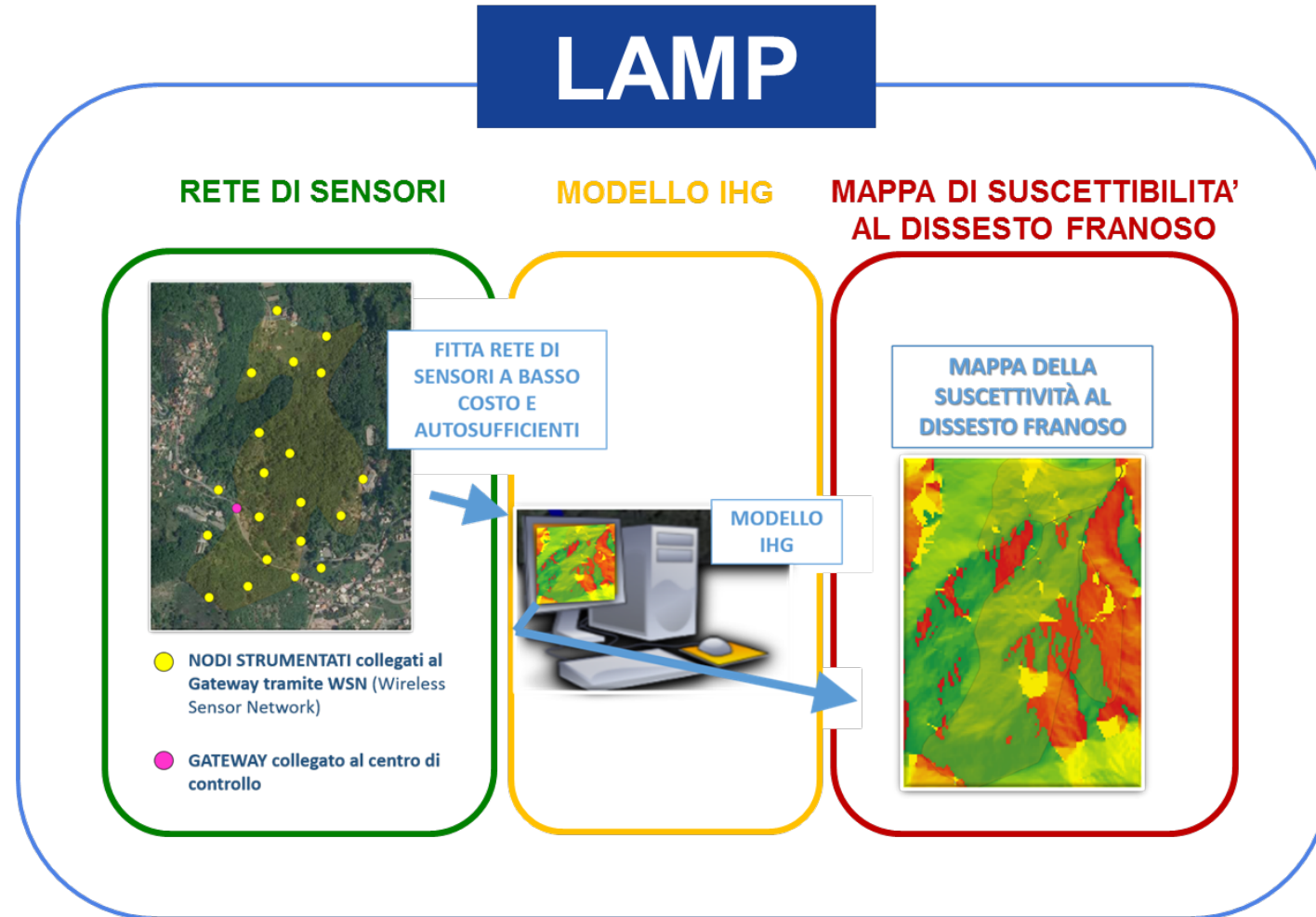
E. Ausonio

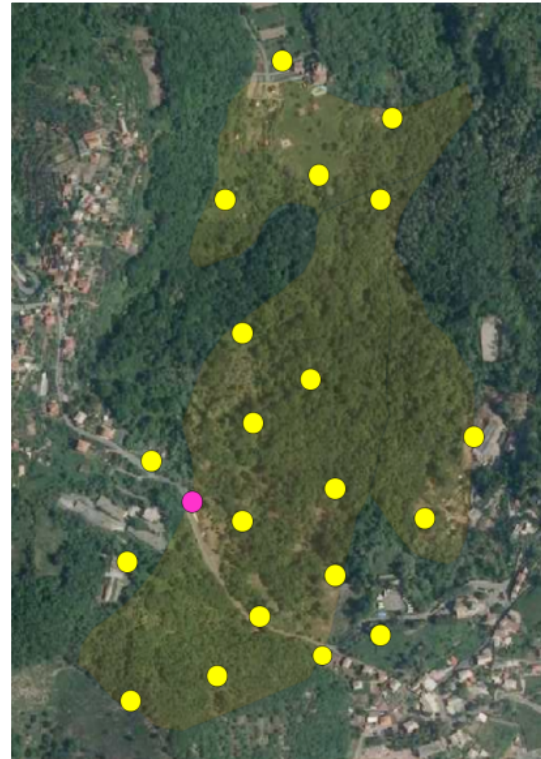
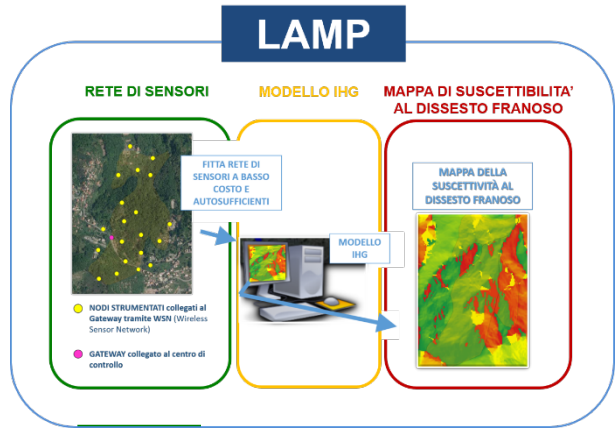
& Laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale

LAMP

LAMP

(Landslides Monitoring and Predicting)





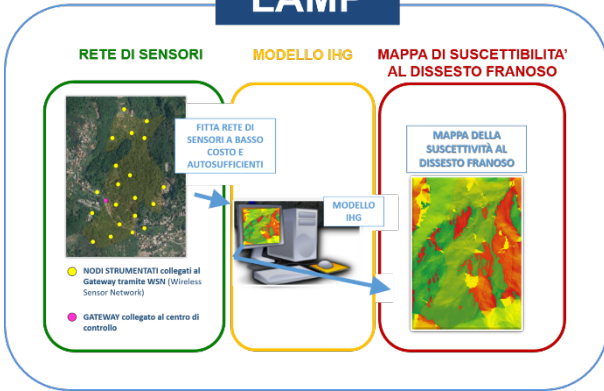
● **NODI STRUMENTATI collegati al Gateway tramite WSN (Wireless Sensor Network)**

● **Gateway collegato al centro di controllo**

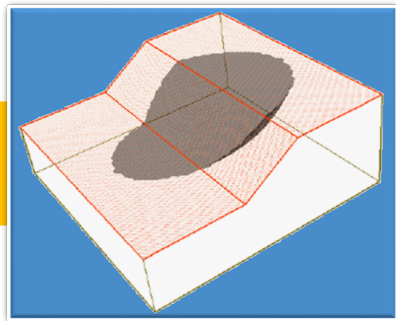


FITTA RETE DI SENSORI A BASSO COSTO, AUTOSUFFICIENTI E GESTIBILI DA REMOTO

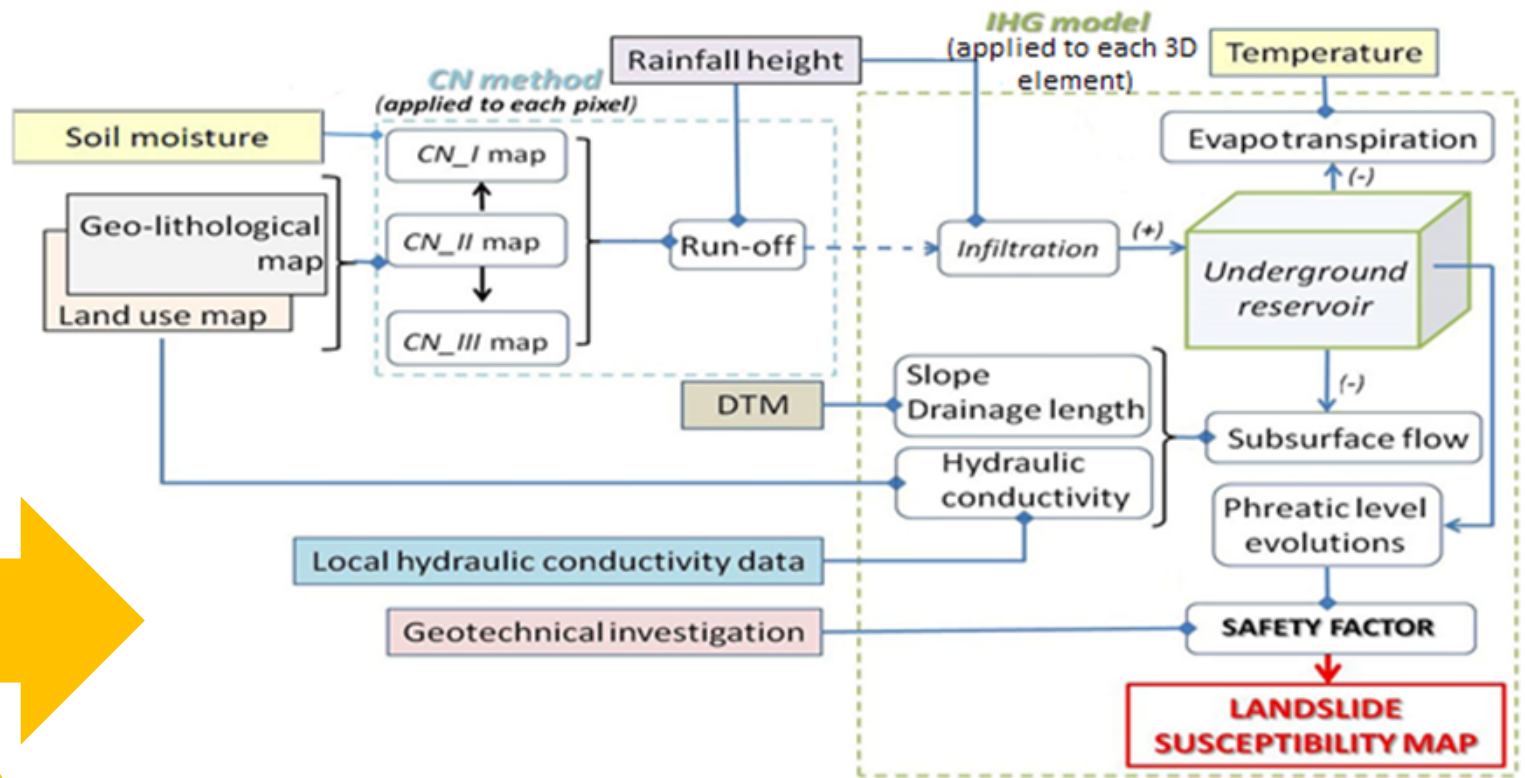
LAMP



MODELLO



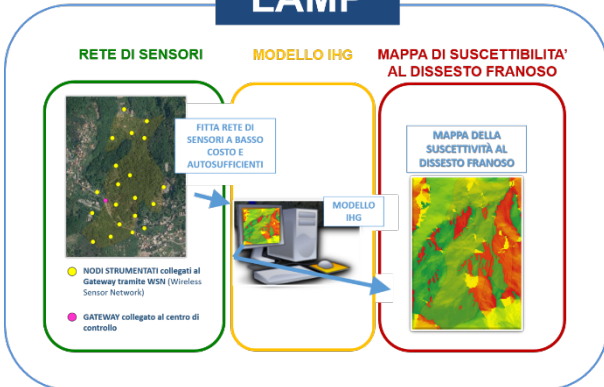
MODELLO IDROLOGICO GEOTECNICO INTEGRATO (IHG)



ANALISI E PREVISIONE DEI DISSESTI FRANOSI PLUVIOINDOTTI:
 IL SISTEMA LAMP

ANALYSE ET PRÉVISION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DÉCLENCHÉS PAR LA PLUIE:
 LE SYSTÈME LAMP

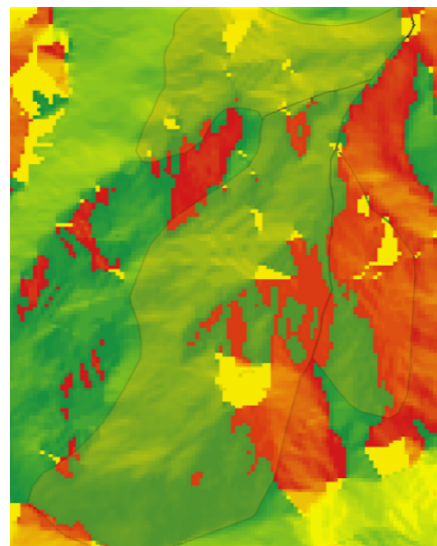
LAMP



**MAPPA DI
 SUSCETTIBILITÀ**

CARTA DELLA SUSCETTIBILITÀ AL DISSESTO (IN FORMATO RASTER)

- **ANALISI IN TEMPO REALE:** MAPPA DI SUSCETTIBILITÀ AL DISSESTO FRANOSO IN OCCORRENZA DELLA PIOGGIA MISURATA
- **PREVISIONE A BREVE TERMINE:** MAPPA DI SUSCETTIBILITÀ AL DISSESTO FRANOSO IN OCCORRENZA DELLA PIOGGIA ATTESA



**3 LIVELLI
 DI
 SUSCETTIBILITÀ**

alta

moderata

bassa

IL MODELLO INTEGRATO IDROLOGICO-GEOTECNICO IHG: DATI E MODELLAZIONE in GIS LE MODÈLE INTÉGRÉ HYDROLOGIQUE-GÉOTECHNIQUE IHG: DONNEES ET MODELISATION dans les SIG

Genova – 12/12/2020

Progetto Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”

Projet Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”

RACCOLTA DATI PER CARATTERIZZARE IL SITO

MODELLO 3D DEL SITO SU PIATTAFORMA GIS

ANALISI IDROLOGICO-GEOTECNICA IHG

CALIBRAZIONE SULLA BASE DI DATI STORICI

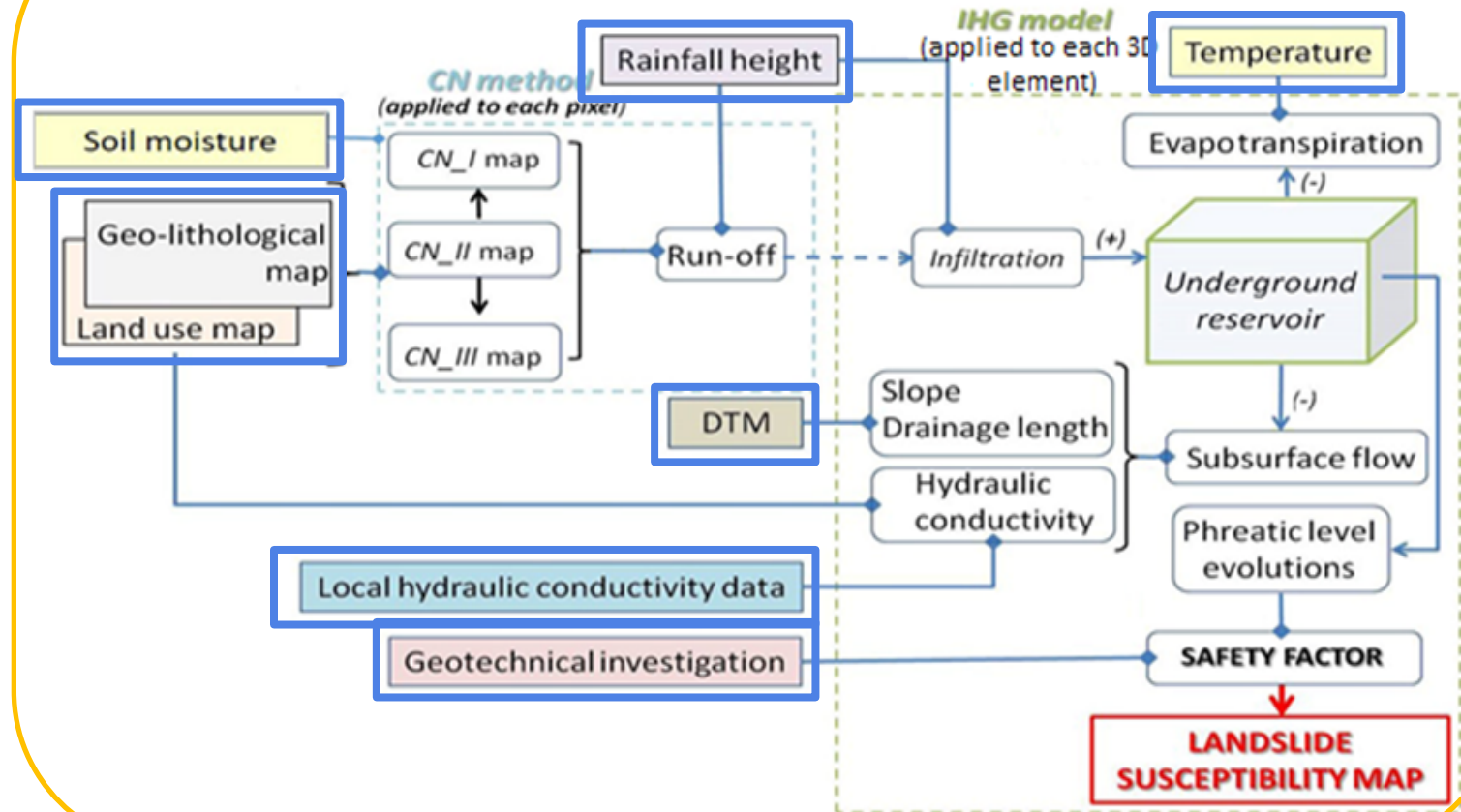
VALIDAZIONE MEDIANTE CONFRONTO CON ALTRI METODI:

- CONFRONTO CON RISULTATI OTTENUTI DAL MODELLO ALICE (BRGM) A VENCE
- METODI ALL'EQUILIBRIO LIMITE GLOBALE (2D E 3D)
- ANALISI NUMERICHE FEM (2D E 3D)

VALIDAZIONE INDIRETTA IN SITU

INSTALLAZIONE RETE DI MONITORAGGIO LAMP + ACQUISIZIONE E TRASMISSIONE DATI IN RT → LAMP IN RT

MODELLO IDROLOGICO GEOTECNICO INTEGRATO (IHG)



ANALISI E PREVISIONE DEI DISSESTI FRANOSI PLUVIOINDOTTI:
IL SISTEMA LAMP

ANALYSE ET PRÉVISION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DÉCLENCHÉS PAR LA PLUIE: LE SYSTÈME LAMP

DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG

PIOGGIA

T → Evapotraspirazione

CN → Infiltrazione

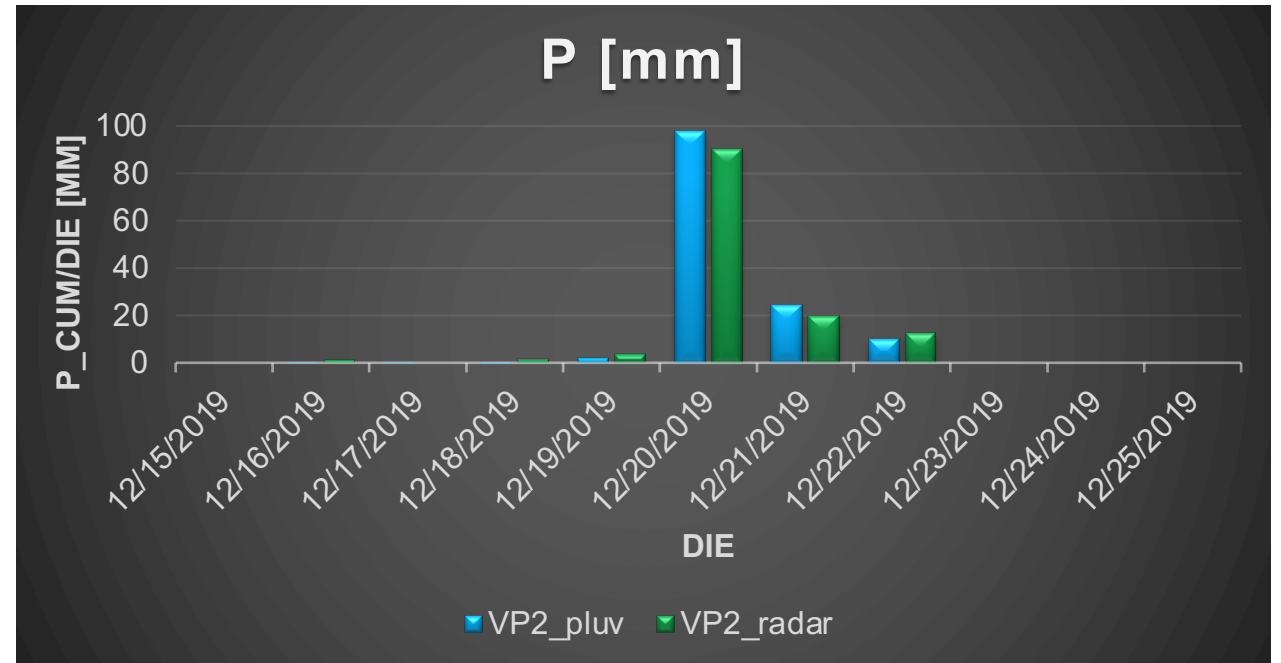
DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG



Esempio di distribuzione spaziale della pioggia osservata da radar (dato orario - 20/12/2019). N.B. Colori più chiari corrispondono a intensità di pioggia maggiori.

Pioggia osservata da *radar* → dato già spazializzato
 da *pluviometro/i* → dato da spazializzare
 Pioggia prevista da modelli meteo

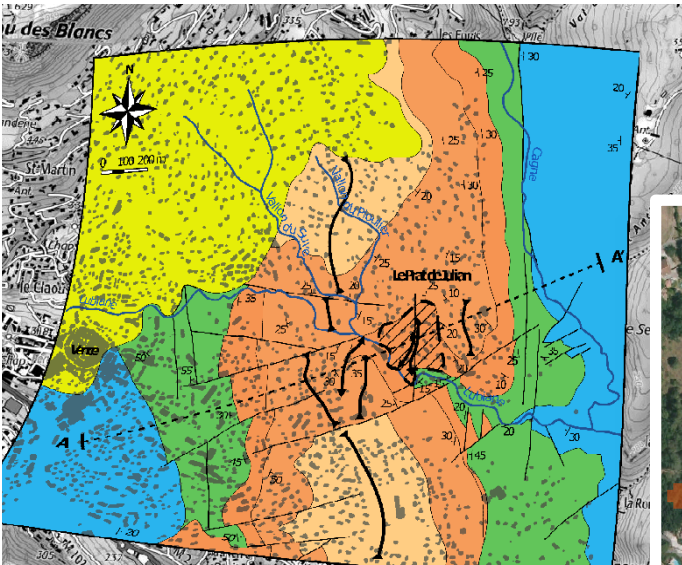


DATI E MODELLAZIONE IN GIS

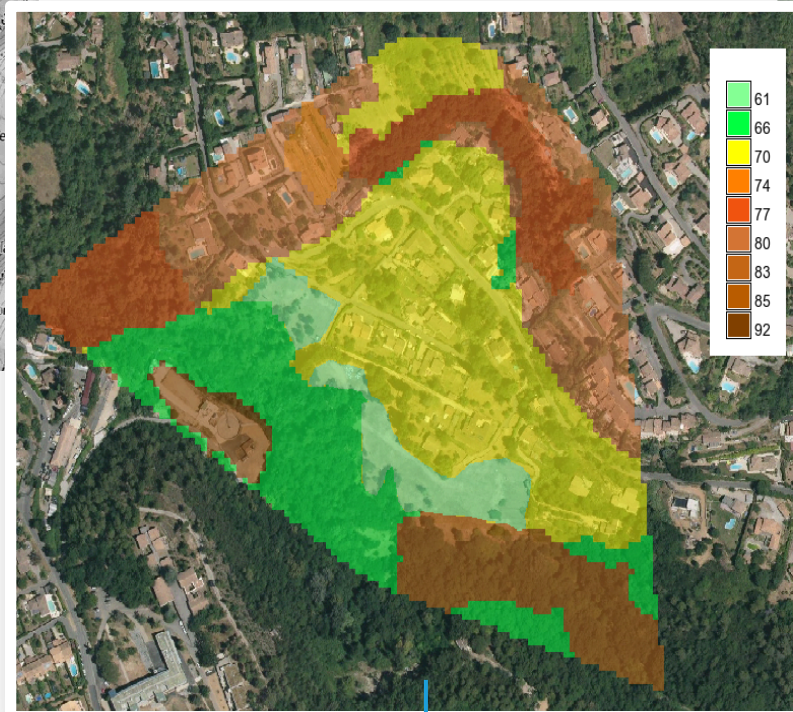
DONNEES ET MODELISATION IN SIG

Legend

- Landslide
- Miocene molasse
- Eocene sup. grey marl
- Eocene mid. sandstone & calcareous
- Eocene inf. sand & clay
- Cretaceous calcareous marl
- Jurassic calcareous



Mappa del Curve Number a partire dallo studio della carte litologica e di uso del suolo



Cod. MOS	Descrizione
112	Zona urbanizzata medio/bassa densità
121	Zona industriale
211	Terreni coltivati
231	Prati
311	Bosco sempreverde
313	Bosco misto
324	Bosco e vegetazione arbustiva

Permeabile
0-30

60-70

Impermeabile
90-100

ANALISI E PREVISIONE DEI DISSESTI FRANOSI PLUVIOINDOTTI:
IL SISTEMA LAMP

ANALYSE ET PRÉVISION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DÉCLENCHÉS PAR LA PLUIE: LE SYSTÈME LAMP

DATI E MODELLAZIONE IN GIS

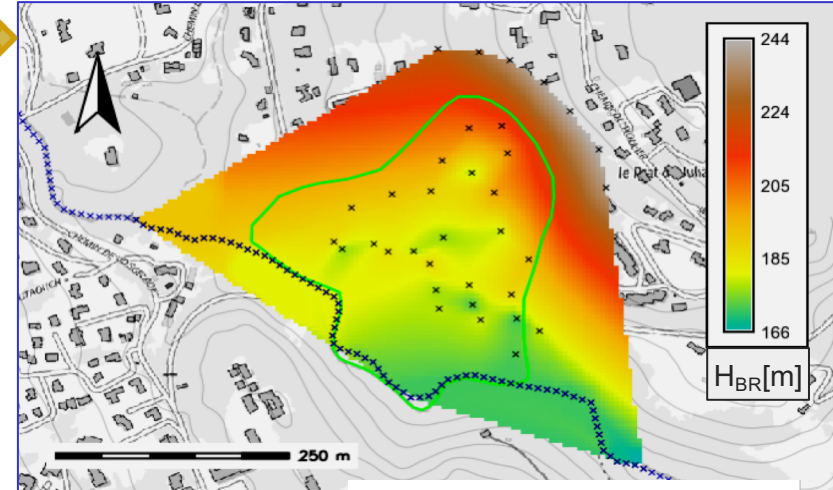
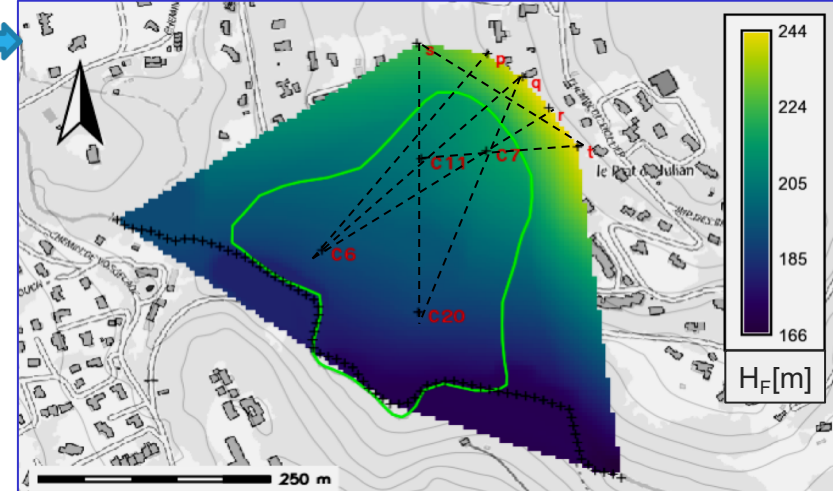
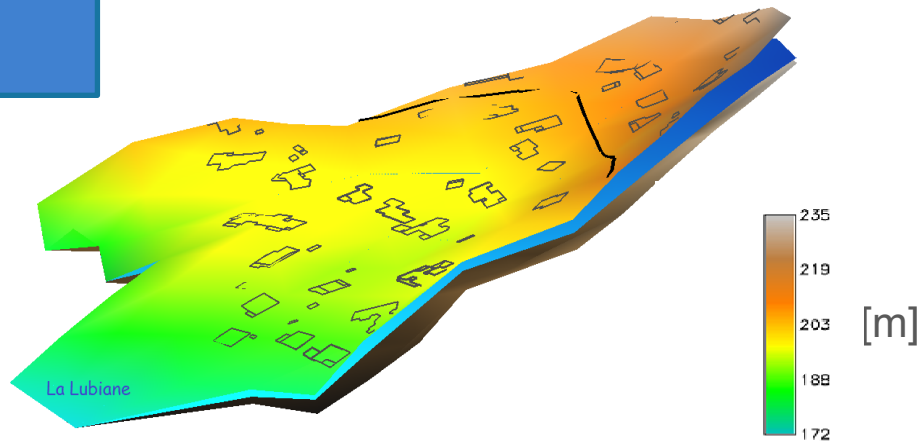
DONNEES ET MODELISATION IN SIG

PIOGGIA
 T → Evapotraspirazione
 CN → Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
DTM
BEDROCK
FALDA

N° 4 Piezometri → def z_falda
 Condizioni al contorno:
 Lubiane + Coronamento superiore

N° 27 Sondaggi → def z_bedrock
 Condizioni al contorno:
 Lubiane + Coronamento superiore

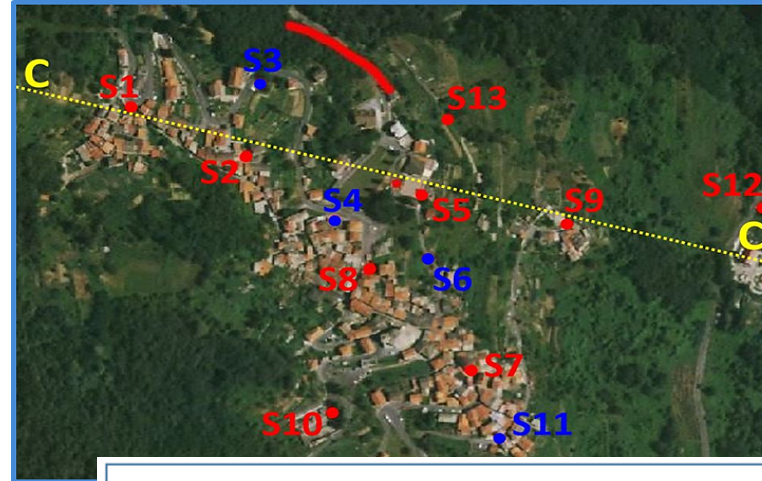


DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG

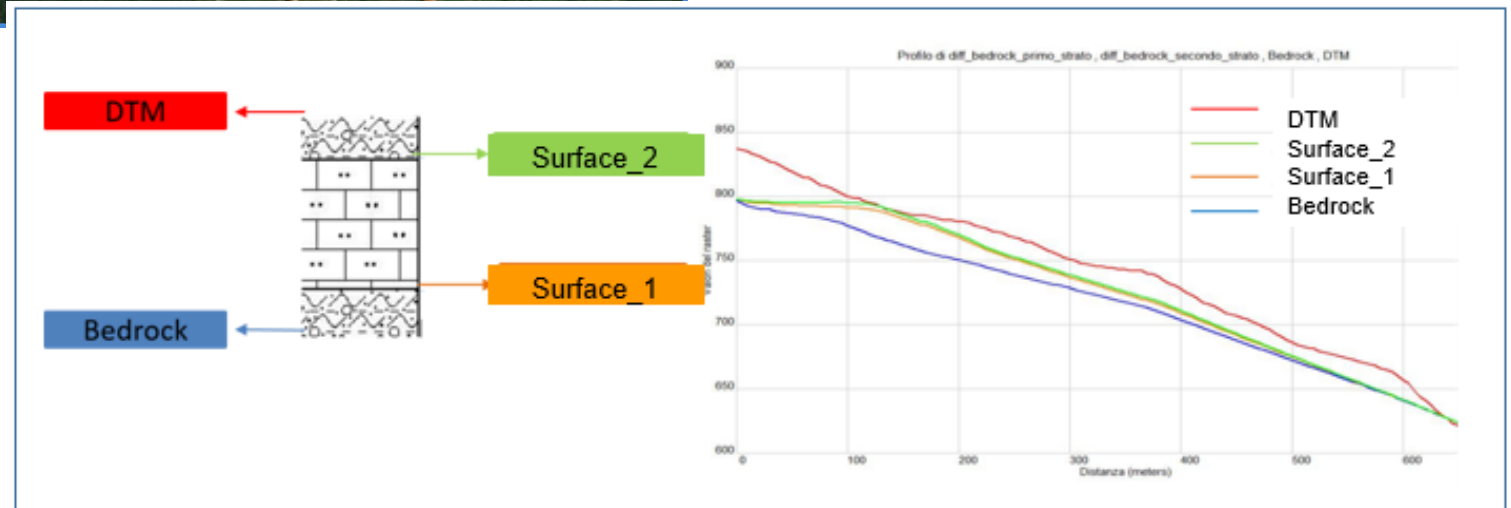
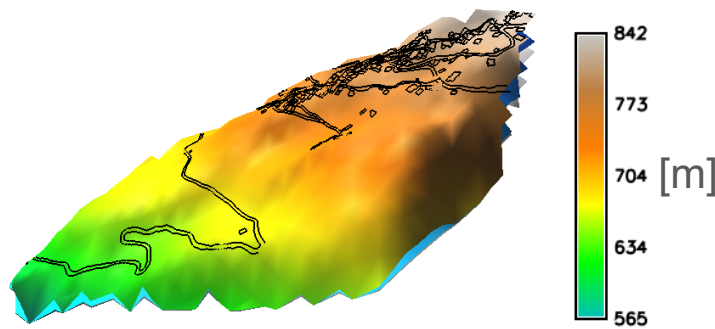
PIOGGIA
 T → Evapotraspirazione
 CN → Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
DTM
BEDROCK
FALDA



- MONITORAGGIO a Mendatica:**
- **Inclinometrico (dic. 2006 - ott. 2009)**
 - **Piezometrico (gen. 2007 - lug. 2010)**

Sono stati individuati due strati con caratteristiche differenti, che sono stati definiti e modellati.



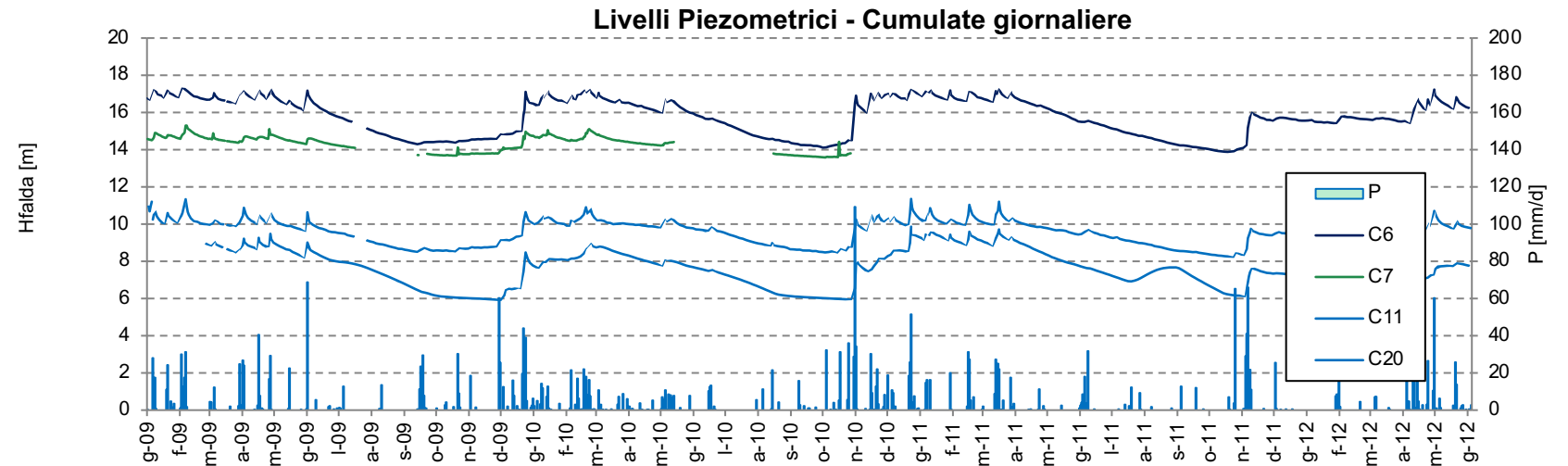
PIOGGIA
 T → Evapotraspirazione
 CN → Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
 DTM
 BEDROCK
 FALDA

Distribuzione spaziale dei parametri fisici
 Mappa n_e
 Mappa k_s

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI FISICI

(porosità efficace, coefficiente di permeabilità)



Calibrazione
 Confronto puntuale
 piogge-falda



PIOGGIA

T → Evapotraspirazione

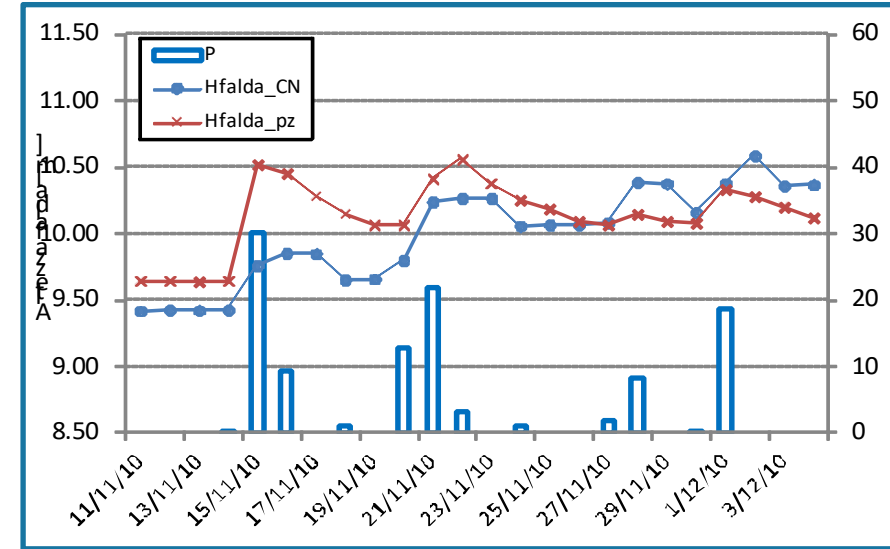
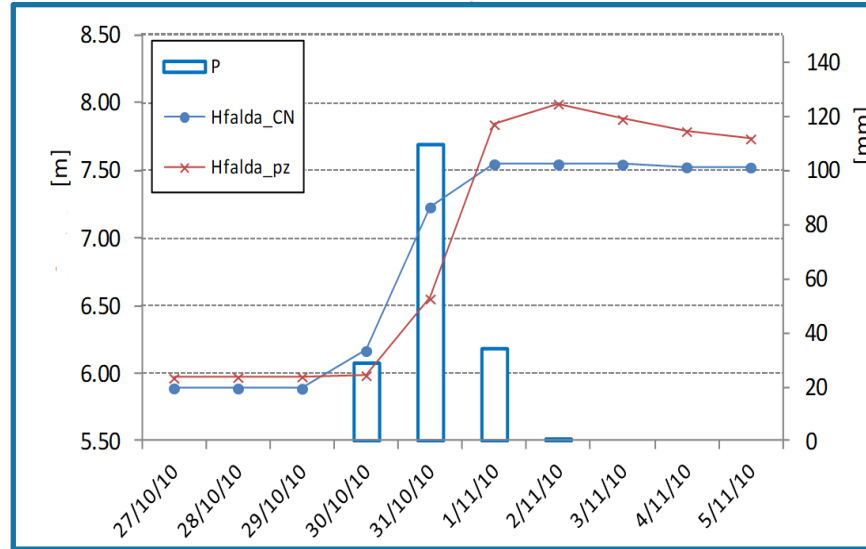
CN → Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
 DTM
 BEDROCK
 FALDA

Distribuzione spaziale
 dei parametri fisici
 Mappa n_e
 Mappa k_s

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI FISICI

(porosità efficace, coefficiente di permeabilità)



Calibrazione
Confronto puntuale
piogge-falda



DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG

PIOGGIA

$T \rightarrow$ Evapotraspirazione

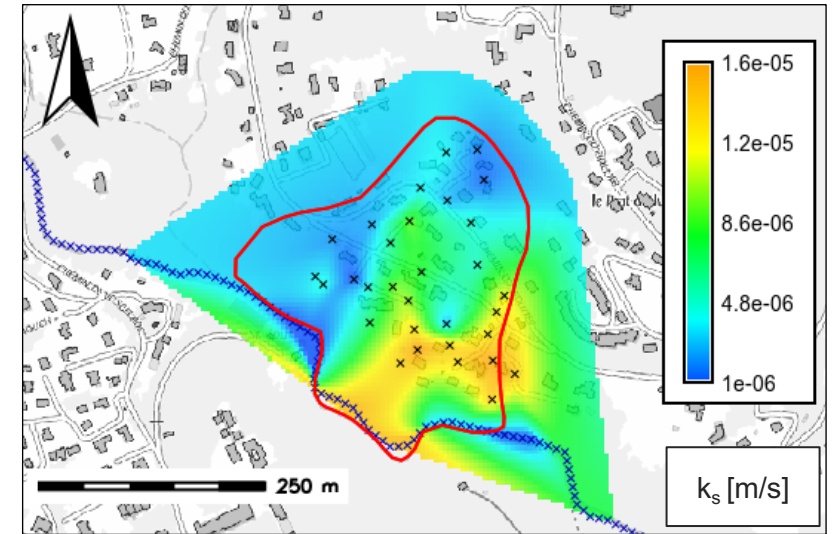
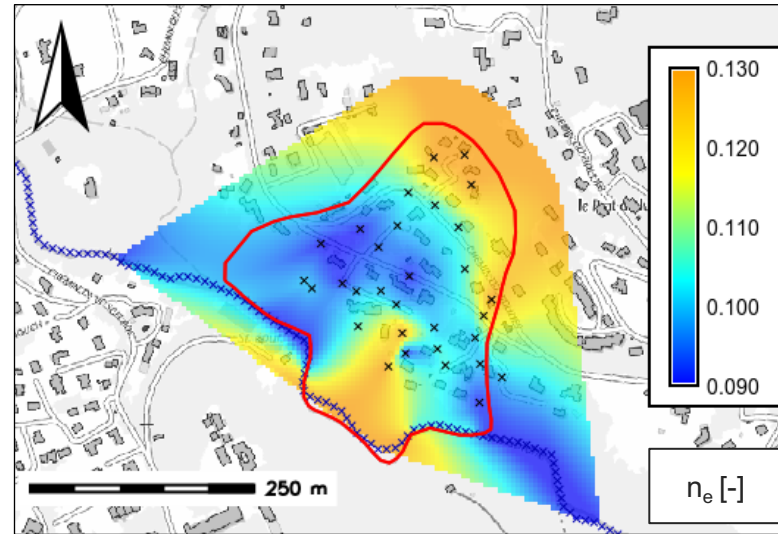
$CN \rightarrow$ Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
DTM
BEDROCK
FALDA

Distribuzione spaziale
dei parametri fisici
Mappa n_e
Mappa k_s

SPAZIALIZZAZIONE DEI PARAMETRI FISICI

(porosità efficace, coefficiente di permeabilità)



Calibrazione
Confronto puntuale
piogge-falda



DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG

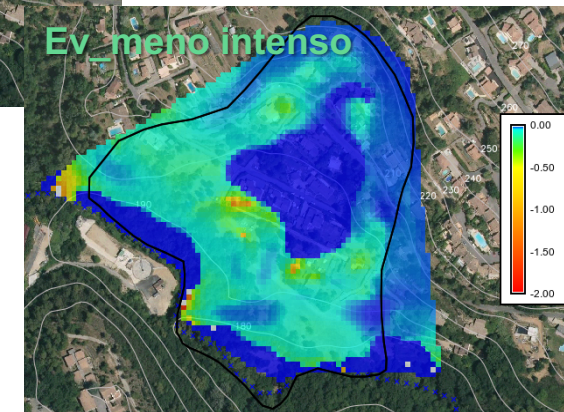
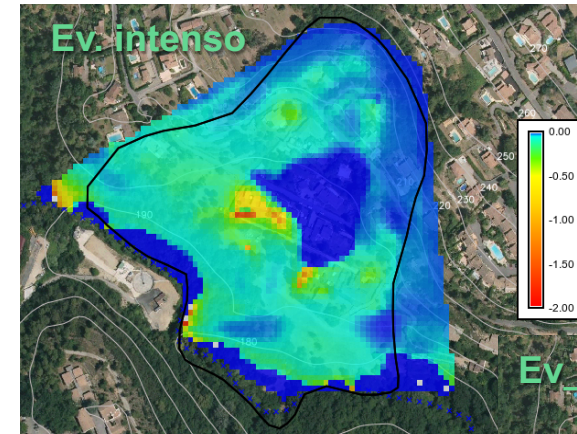
PIOGGIA
 T → Evapotraspirazione
 CN → Infiltrazione

Superfici Fisiche 3D
 DTM
 BEDROCK
 FALDA

Distribuzione spaziale
 dei parametri fisici
 Mappa n_e
 Mappa k_s

Definizione di differenti valori dei parametri da riprodurre, a causa di:

- **diverso comportamento** nelle **fasi di carico** e di **ricarico** della falda;
- **risposta** della falda in funzione **dell'intensità di pioggia**;
- presenza di **strati differenti**, le cui caratteristiche influenzano la **velocità d'oscillazione** della falda.



Calibrazione
 Confronto puntuale
 piogge-falda



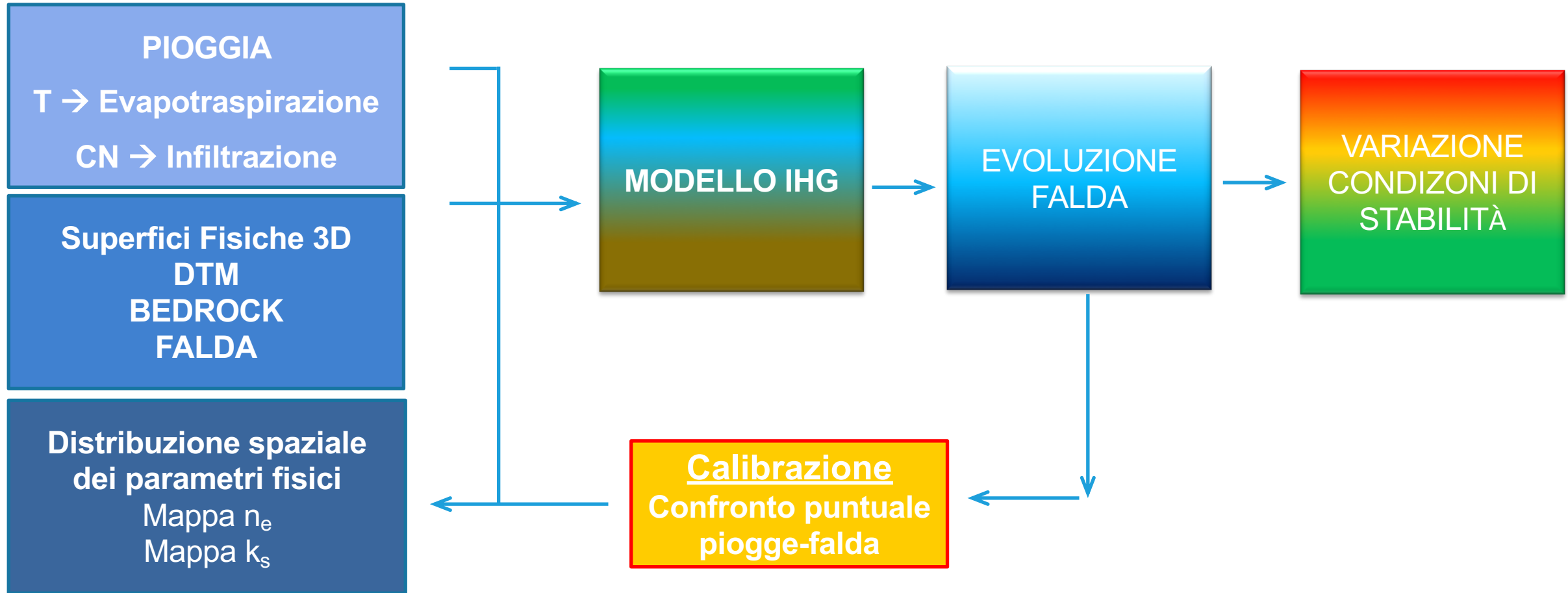
ANALISI E PREVISIONE DEI DISSESTI FRANOSI PLUVIOINDOTTI:
 IL SISTEMA LAMP

ANALYSE ET PRÉVISION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DÉCLENCHÉS PAR LA PLUIE: LE
 SYSTÈME LAMP

AD-VITA 

DATI E MODELLAZIONE IN GIS

DONNEES ET MODELISATION IN SIG



IL MODELLO INTEGRATO IDROLOGICO- GEOTECNICO IHG: I PRODOTTI LE MODÈLE INTÉGRÉ HYDROLOGIQUE- GÉOTECHNIQUE IHG : LES PRODUITS

Genova – 12/12/2020

Progetto Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”

Projet Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”



Interreg

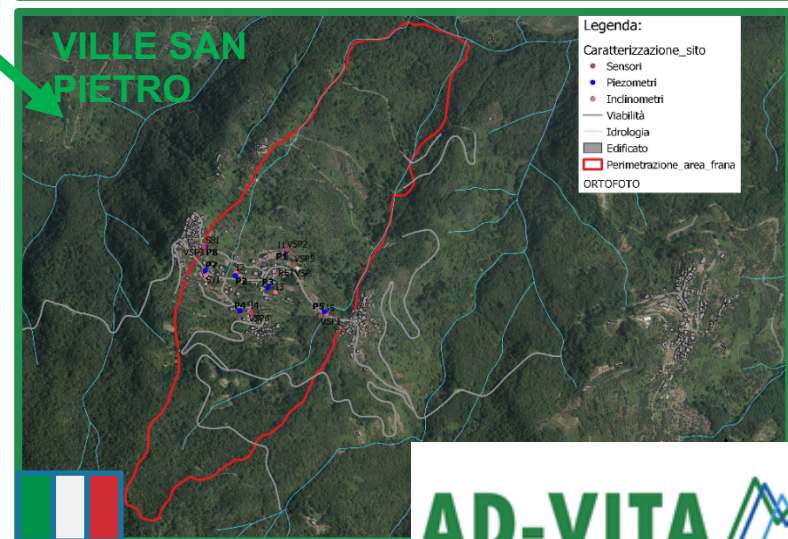
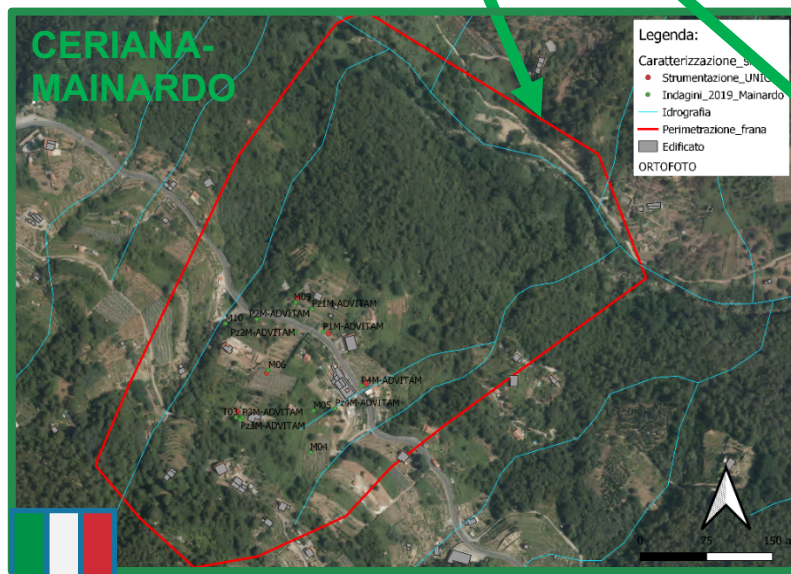
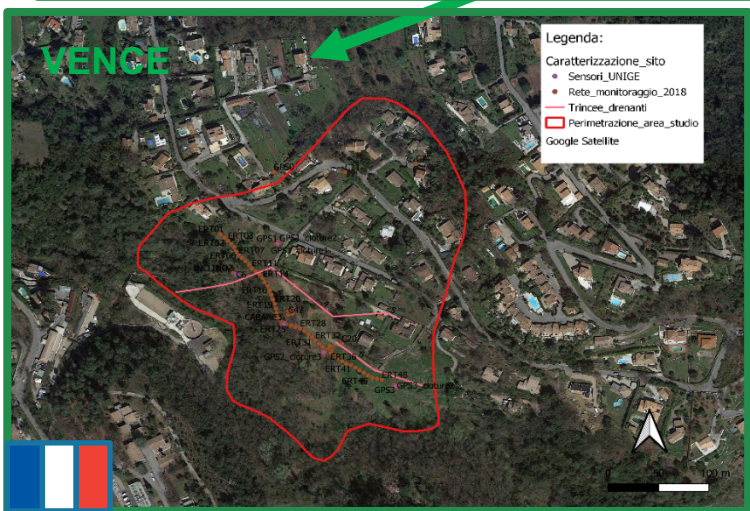
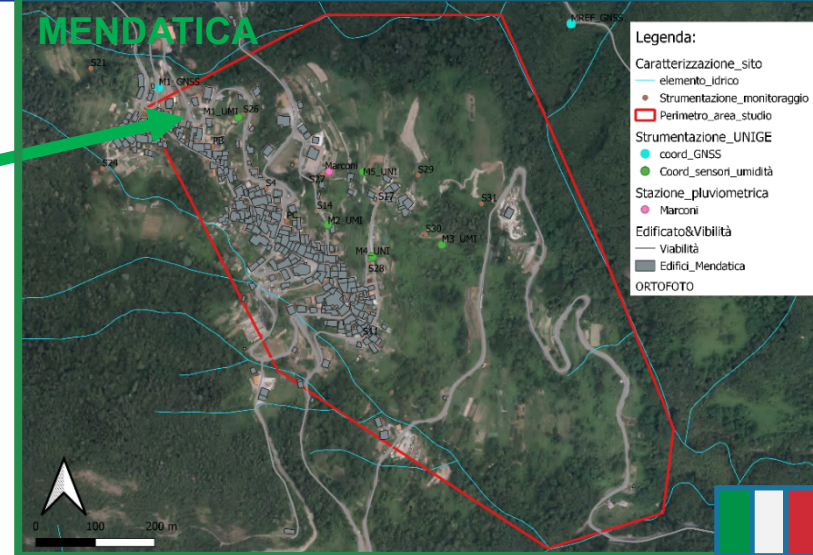
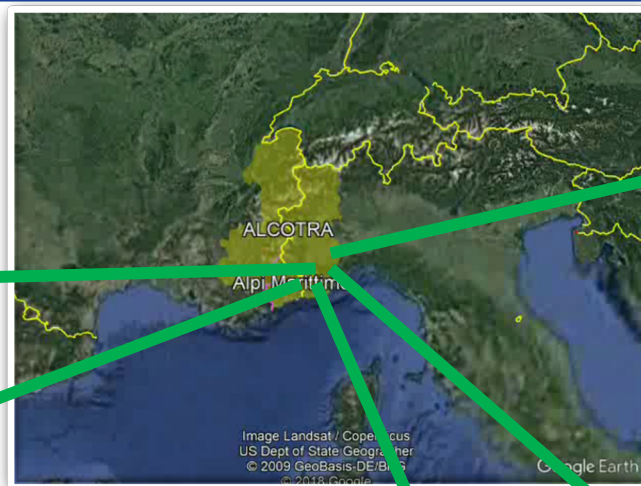
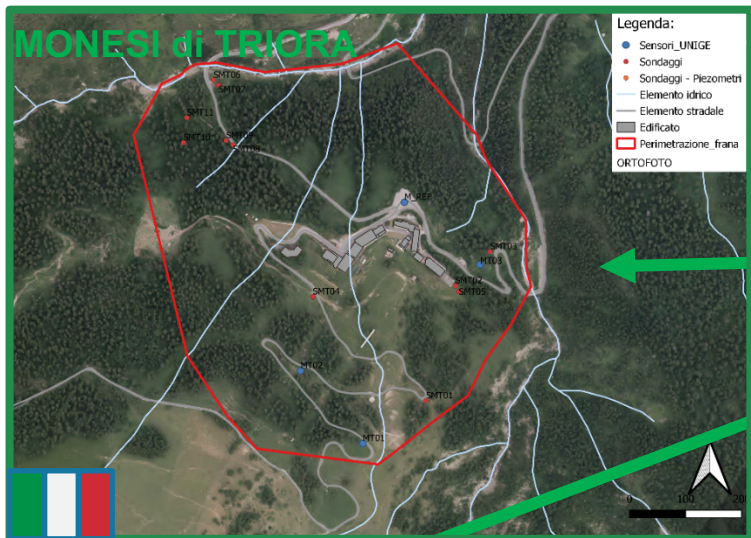
ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

SITI MODELLATI SITES MODELES

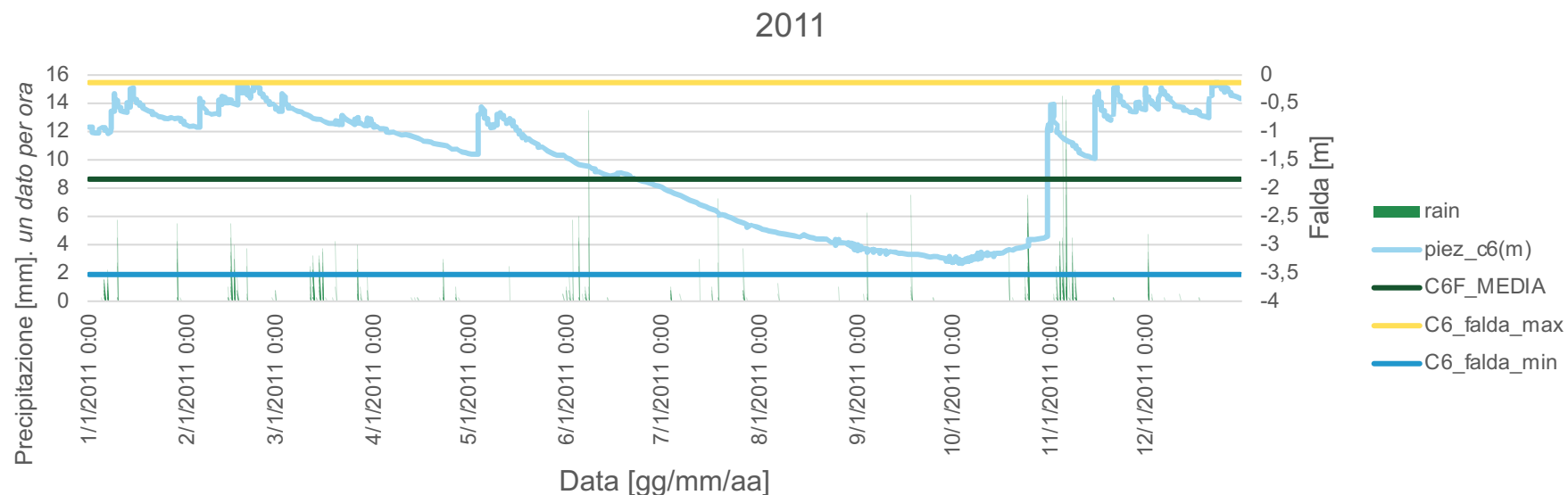


Progetto Interreg V-A Alcotra Italia-Francia n°1573

MODELLAZIONE IHG



I dati piezometrici, derivanti dal sistema di monitoraggio presente in sito, hanno consentito la definizione di tre livelli di falda: massima, media e minima che caratterizzano sull'anno il volume in frana studiato.



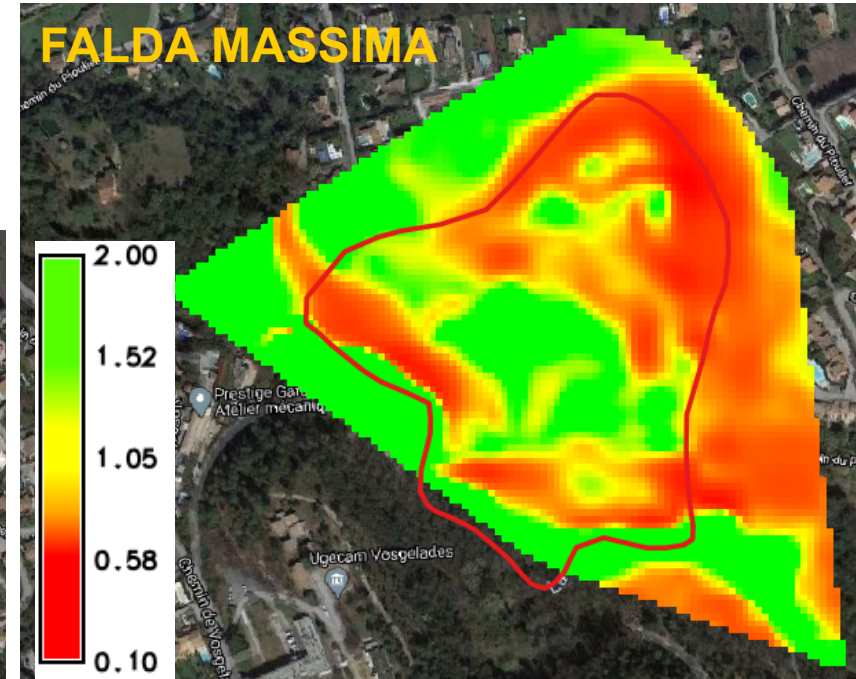
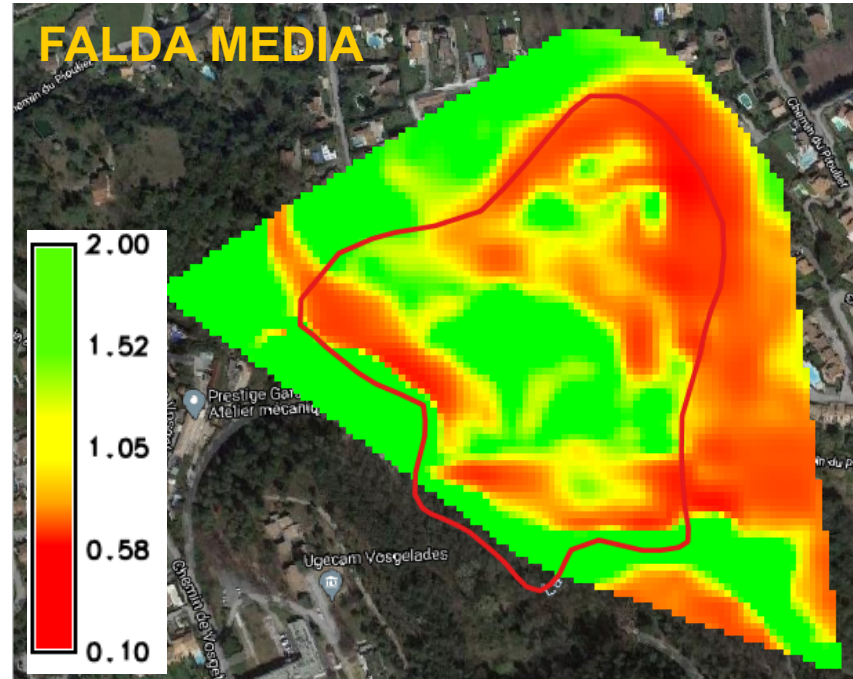
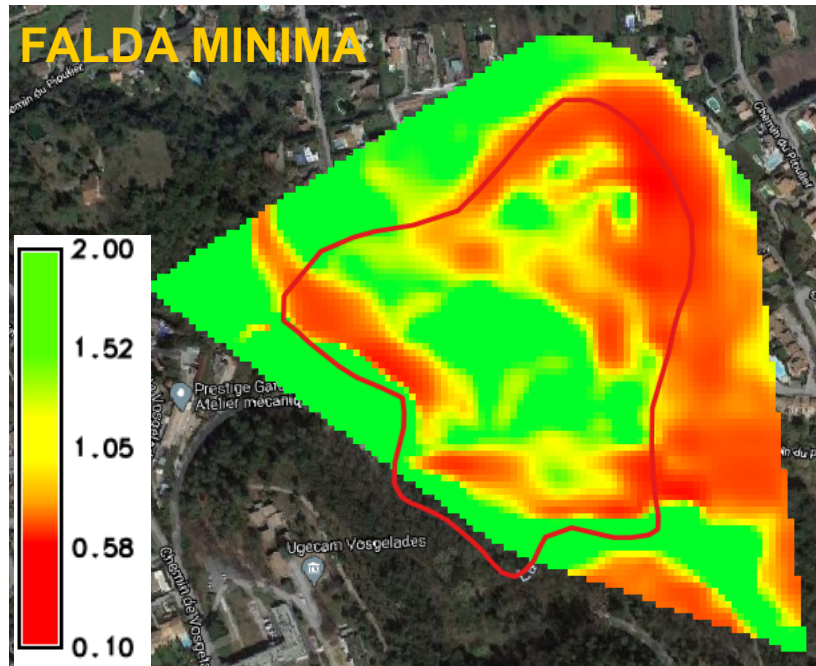
Falda media: falda a regime sull'anno;

Falda massima: falda rappresentativa delle condizioni dei mesi più piovosi (autunno-inverno);

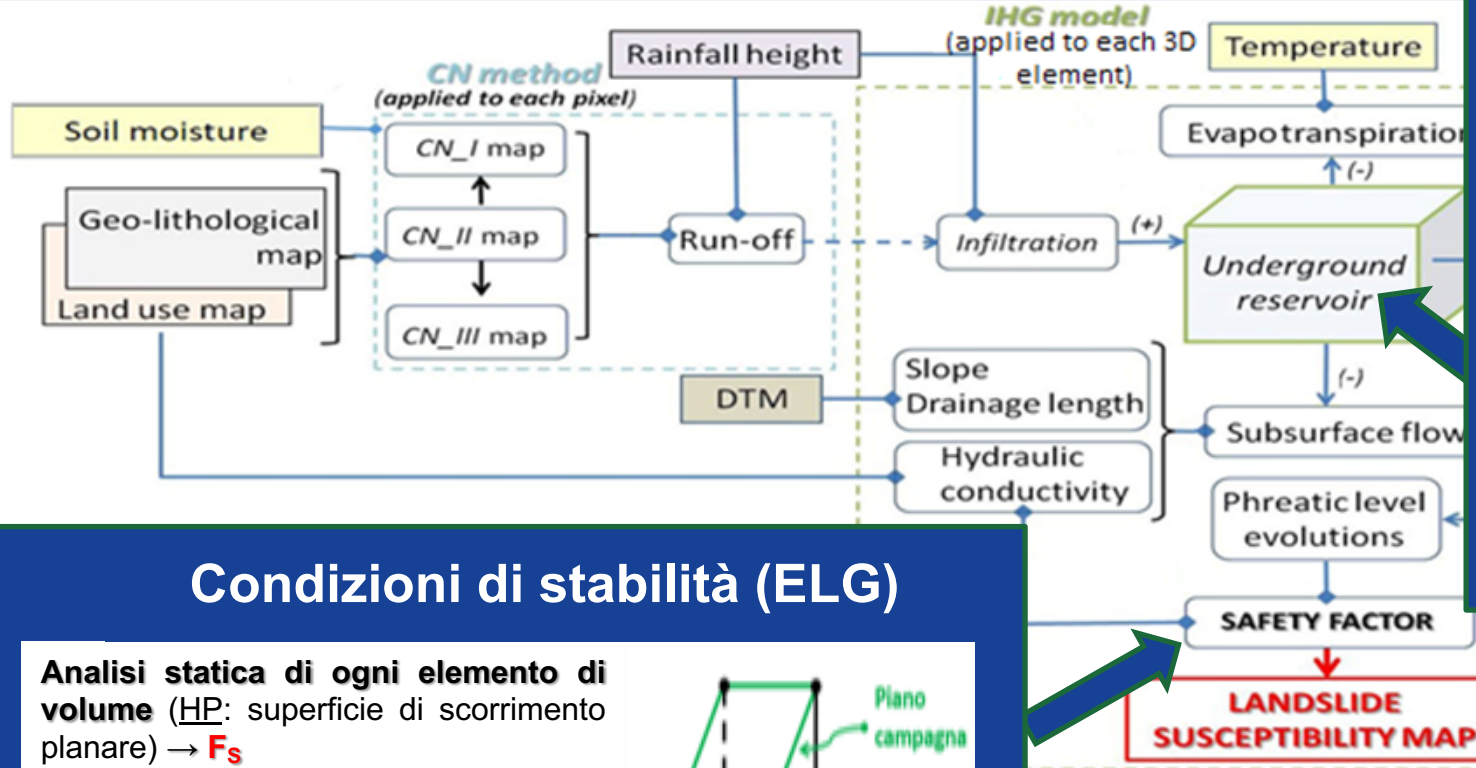
Falda minima: falda rappresentativa dei mesi estivi, meno piovosi (estate).

CARTE DI SUSCETTIBILITA' AL DISSESTO FRANOSO STATICHE: IL CASO DI VENCE

CONDIZIONI STATICHE: condizioni di stabilità del pendio in assenza di pioggia



MODELLO INTEGRATO IDROLOGICO-GEOTECNICO: LE FASI

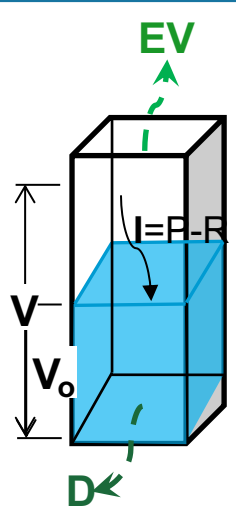


Evoluzione della

Ogni **elemento 3D** è schematizzato come un **serbatoio**:

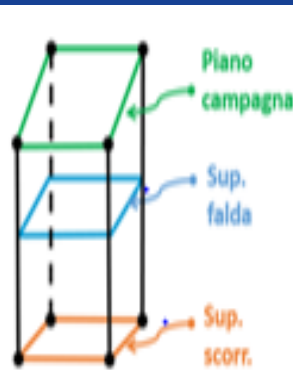
- alimentato dalla quota parte di pioggia che si infila nel terreno (**I**),
- svuotato dal deflusso sub-superficiale (**D**) e all'evapotraspirazione (**EV**).

È così possibile valutare su tutto il volume studiato le oscillazioni della falda freatica dovute alle piogge antecedenti occorse, in funzione del contenuto d'acqua del suolo e della temperatura.



Condizioni di stabilità (ELG)

Analisi statica di ogni elemento di volume (HP: superficie di scorrimento planare) → F_s
Poiché gli elementi di volume possono avere differenti proprietà e condizioni (dal punto di vista geometrico, geotecnico e idraulico), **la forma della superficie di scorrimento globale può essere irregolare.**



FASE 2

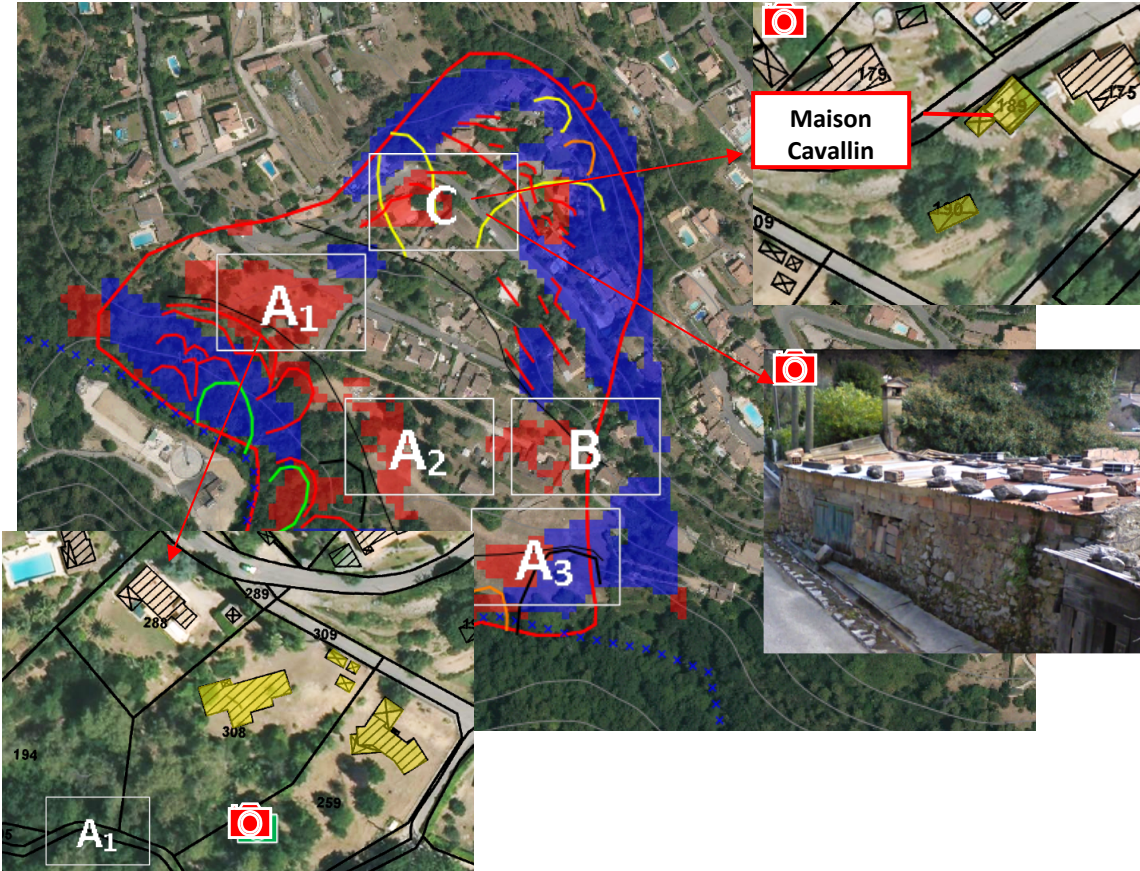
FASE 1

Vence: evento Dicembre 2019 (15-25/12)

Mendatica: evento Dicembre 2019 (13-25/12)

SOPRALLUOGO IN SITO E VALIDAZIONE DEL MODELLO

VENCE, (PACA, 06)



MENDATICA, (LIGURIA, IM)



PROSPETTIVE FUTURE E CONCLUSIONI PERSPECTIVES D'AVENIR ET CONCLUSIONS

Progetto Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”




Projet Interreg Alcotra n°1573 “AD-VITAM”

Prospettive future

- ➔ Affinare la calibrazione del modello in alcuni siti.
- ➔ Portale web per tecnici locali.

Conclusioni

Per il gruppo dell'Università degli Studi di Genova tale progetto è stato:

-  un'utile occasione per applicare LAMP, affinando le metodologie;
-  dialogo costruttivo con le amministrazioni centrali e le comunità locali;
-  aumentare la resilienza dei territori al rischio frana.