



Wi-GIM Life



Xarxa de sensors sense fils per al seguiment
d'esllavissades i alerta ràpida a la població

LIFE12/ENV/IT001033

Layman's report





Contacte:

Carnevale@vega.de.unifi.it

Trippi@vega.de.unifi.it

Giovanni.Gigli@unifi.it

Lorenzo.Mucchi@unifi.it

Jordi.Marturia@icgc.cat

Alessandro.Fornaciai@ingv.it

Giovanni.Bertolini@regione.emilia-romagna.it

Informació general del projecte

Duració:

01/01/2014 – 31/03/2017

Zones experimentals:

Roncovetro (R. Emilia, Itàlia)

Sallent (Catalunya, Espanya)

Beneficiaris:

- International Consortium on Advanced Design
- Dipartimento di Scienze della Terra (Università degli Studi di Firenze)
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
- Regione Emilia-Romagna

Lloc web:

www.life-wigim.eu

Facebook:

@wigimlifeproject

YouTube:

Wi-GIM Channel

Cost total:

1.043.090 €

Contribució UE:

49%



Introducció

Les **esllavissades** són una de les amenaces geològiques més comunes i greus del món. El seu elevat **impacte sobre les persones**, es veu augmentat per l'acció del canvi climàtic i l'expansió del terreny urbanitzable, que porta a la construcció d'habitatges i infraestructures a les proximitats de vessants inestables. Una altre amenaça menys perillosa per a la vida de les persones, però no menys perjudicial en termes econòmics és la **subsidiència**, definida com l'enfonsament lent del terreny, que amb el pas dels anys pot portar a l'**esfondrament d'edificis** i pot afectar a **grans àrees**. Les causes més comunes de la generació d'esllavissades són la pluja, els terratrèmols o l'acció de l'home (fuites de canonades, excavacions mineres, construcció de talussos). Per la seva banda, les subsidències poden ser d'**origen natural** o per l'**acció humana**, essent les causes més comunes l'extracció d'aigua o la sobrecàrrega del terreny. El projecte Wi-GIM té com a objectiu ajudar a gestionar aquests fenòmens mitjançant el desenvolupament d'un **innovador sistema de monitorització** de la deformació del sòl en temps real, orientat a proporcionar un sistema d'avís a la població en zones exposades a aquests fenòmens. Wi-GIM està finançat per el programa Life+, l'instrument financer de la Comunitat Europea per a donar suport al medi ambient i conservació de la natura.

32.322: el nombre de morts causades al món en un total de 2620 esllavissades (excloent les causades per terratrèmols) en el període 2004-2010

26.500: les víctimes de l'esllavissada deguda al terratrèmol del 8 d'Octubre de 2005 al Pakistan

60 milions: d'€. Els danys calculats a Sallent (Espanya) deguts a la subsidiència

300 milions: les persones exposades a esllavissades al món

499.000: les esllavissades cartografiades a Itàlia

3.500: les esllavissades cartografiades a Espanya

Fonts: Petley (2012); Petley et al. (2006); Chigira (2010)



L'importància de la monitorització

Tant les esllavissades com la subsidència són fenòmens amb una elevada variabilitat temporal. Les deformacions poden passar d' uns pocs centímetres a l'any, representant una amenaça per a les edificacions però no per a la vida humana, a deformacions molt ràpides, de caràcter catastròfic.

Per a comprendre la perillositat d'un fenomen i la seva variació en el temps, és fonamental estudiar regularment la seva evolució a través de sistemes de monitorització d' última generació. La monitorització continua dels moviments del terreny és una eina molt important per les autoritats per el coneixement i la gestió del risc de les persones i estructures.

En aquest cas, la finalitat de la monitorització és la **d'advertir a la població d' un risc imminent** degut a moviments ràpids del terreny, per tal de que puguin trobar refugi en zones segures.

Tot i que actualment existeixen diferents sistemes de monitorització, cap d'ells consisteix en un sistema de baix cost, instal·lació ràpida i lectura contínua, orientat a donar una resposta ràpida en condicions d'emergència per desplaçaments de terra.



L'innovador sistema Wi-GIM

Els recents avenços en la tecnologia sense fils i l'electrònica permeten desenvolupar noves aplicacions de baix cost en el camp del monitoratge d'esllavissades i subsidències. En particular, s'ha desenvolupat un sistema per vigilar el moviment del sòl anomenat **Wi-GIM** (*Wireless sensor network for Ground Instability Monitoring*).

L'aspecte més innovador del sistema és la integració de dues tecnologies diferents per aconseguir una bona precisió, amb baix cost de manteniment i una complexitat reduïda. El sistema Wi-GIM es basa en dos tipus de nodes : 1) node coordinador (*master*), que gestiona tot el sistema, els perifèrics, l'enmagatzematge de dades a nivell local i l'enviament de dades a un servidor remot ; 2) nodes perifèrics (*slave*) dispersos per la zona monitoritzada, equipats amb els sensors i un mòdul *wireless*.

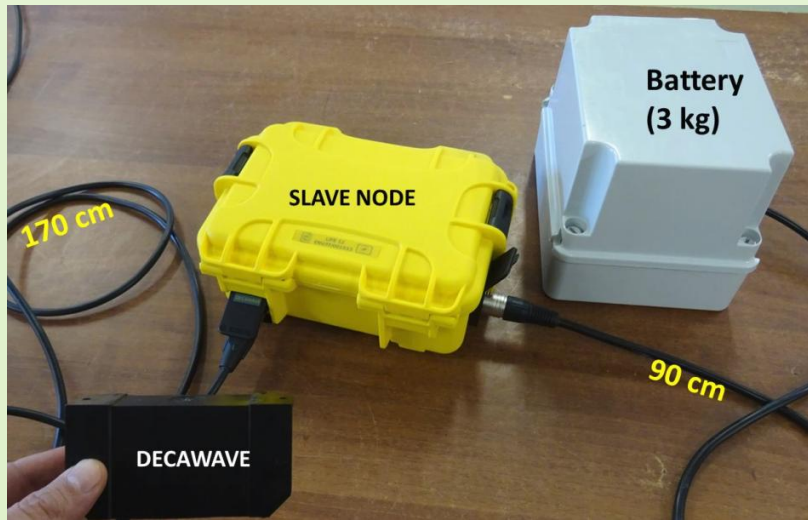
La ubicació de cada node es realitza mitjançant la integració de la tecnologia de banda ultra ampla (UWB), amb dades radar (CWR) per obtenir una precisió centimètrica. D'aquesta manera, és possible reconstruir **una xarxa amb la posició coneguda de cada node**. Si el terreny és sotmès a un canvi, els nodes instal·lats en les zones deformades proporcionen la mesura de la deformació.

En comparació amb els sistemes de monitorització d'ús comú, Wi-GIM és capaç de proporcionar informació tridimensional del moviment, mantenint un baix cost i garantint una instal·lació ràpida.

Per a la validació del prototip, els nodes han estat acoblats a prismes, dels que s'ha mesurat el moviment mitjançant una estació topogràfica.

Caractèrístiques del Wi-GIM:

- Precisió centimètrica
- Duració bateria: 1 mes aprox.
- Màxima distància entre dos nodes: 140 m
- Cost (industrialitzat): 50-70 € per node
- Instal·lació i configuració immediata
- Baixa vulnerabilitat (totalment wireless)





Wi-GIM en funcionament

El sistema Wi-GIM ha estat instal·lat a Roncovetro, una esllavissada localitzada a la província de Reggio Emilia, i a la localitat de **Sallent** a Catalunya (Espanya), afectada per un fenomen greu de subsidència.

Sallent es troba al centre de la conca evaporítica catalana, parcialment sobre una antiga **mina subterrània** de sal abandonada. Algunes galeries d'aquesta mina són inestables degut al col·lapse de túnels i la dissolució de la sal per infiltració d'aigua. Això provoca l'enfonsament d'algunes zones de la superfície. La zona més afectada és el barri de l'Estació, on al gener de 2009, a causa d'una acceleració de la subsidència, 120 residents de 43 cases van ser evacuats de forma permanent i es va iniciar un pla d'evacuació per a tot el sector afectat, implicant 405 habitatges. Posteriorment a l'**evacuació**, la zona va ser tancada al públic i els edificis afectats enderrocats.

En aquesta zona s'han instal·lat dues xarxes de mesura Wi-GIM: SAL1 i SAL2, amb 7 i 3 nodes respectivament, amb nodes dins i fora de la zona de màxima subsidència. Les mesures a Sallent es duen a terme automàticament 3 cops al dia (cada 8 hores). Per augmentar la precisió de les mesures, s'ha instal·lat un CWR. Les dades del sistema es validen per comparació amb les dades d'una estació topogràfica robòtica.



Sallent 2008



Sallent 2016

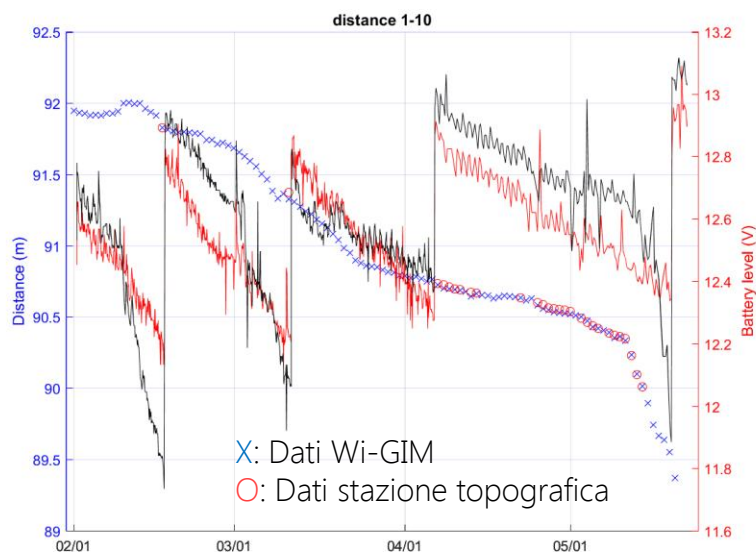
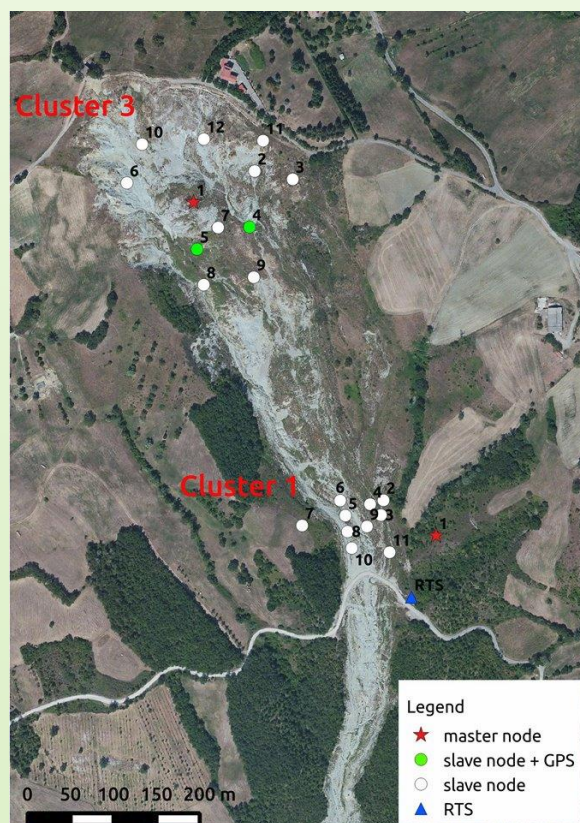
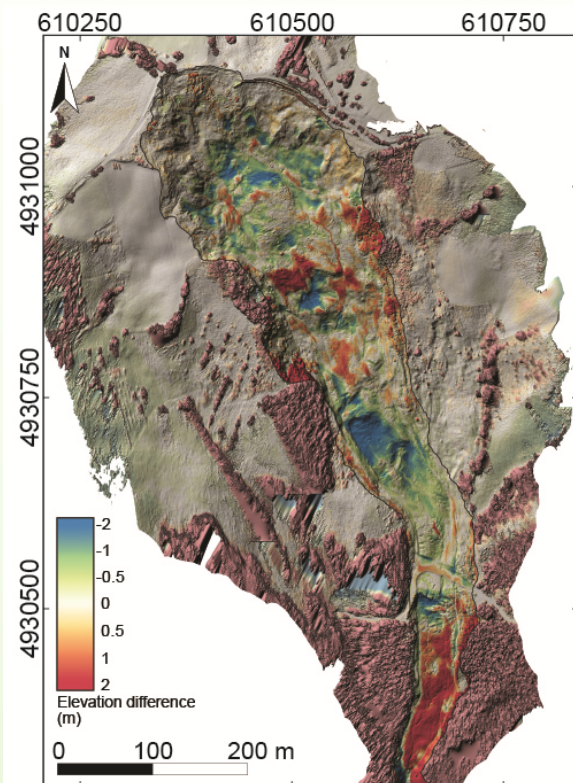
L'esllavissada de Roncovetro te una longitud de 2,5 km de llarg i consisteix en un lliscament de fang amb un volum de 3 milions de m³. La seva capçalera es troba al M. Staffola i la terra esllavissada arriba fins al riu Tassobbio , provocant la formació d'un estany. La part superior d'aquesta esllavissada ha arribat a assolir velocitats diàries de 10 m/dia.

L'esllavissada es va reactivar a la tardor de 1993 i segueix en moviment, tot i que pateix un alentiment durant l'estació seca. La velocitat anual màxima de la part superior ha assolit valors de desplaçament anuals de 100 m/any.

En aquesta zona s'han instal·lat dues xarxes Wi-GIM a la part superior central del lliscament. La seva validació s'ha efectuat mitjançant una estació topogràfica robòtica i per comparació entre models 3D elaborats a partir de dades adquirides en diferents intervals mitjançant a un *drone* accionat per control remot.

Aquestes últimes dades mostren zones de pèrdua de material per efecte de l'erosió, el qual s'acumula en diferents unitats a les parts mes baixes, principalment en zones d'estretament de la topografia.

Les mesures de validació concorden amb les dades obtingudes amb Wi-GIM, que s'han associat a un sistema de llindars. D'aquesta manera, quan un node excedeix una certa velocitat de moviment, **es genera un avís automàtic**, que és enviat a l'operador del sistema que te la missió de filtrar les possibles falses alarmes o comunicar l'alerta a les administracions corresponents.



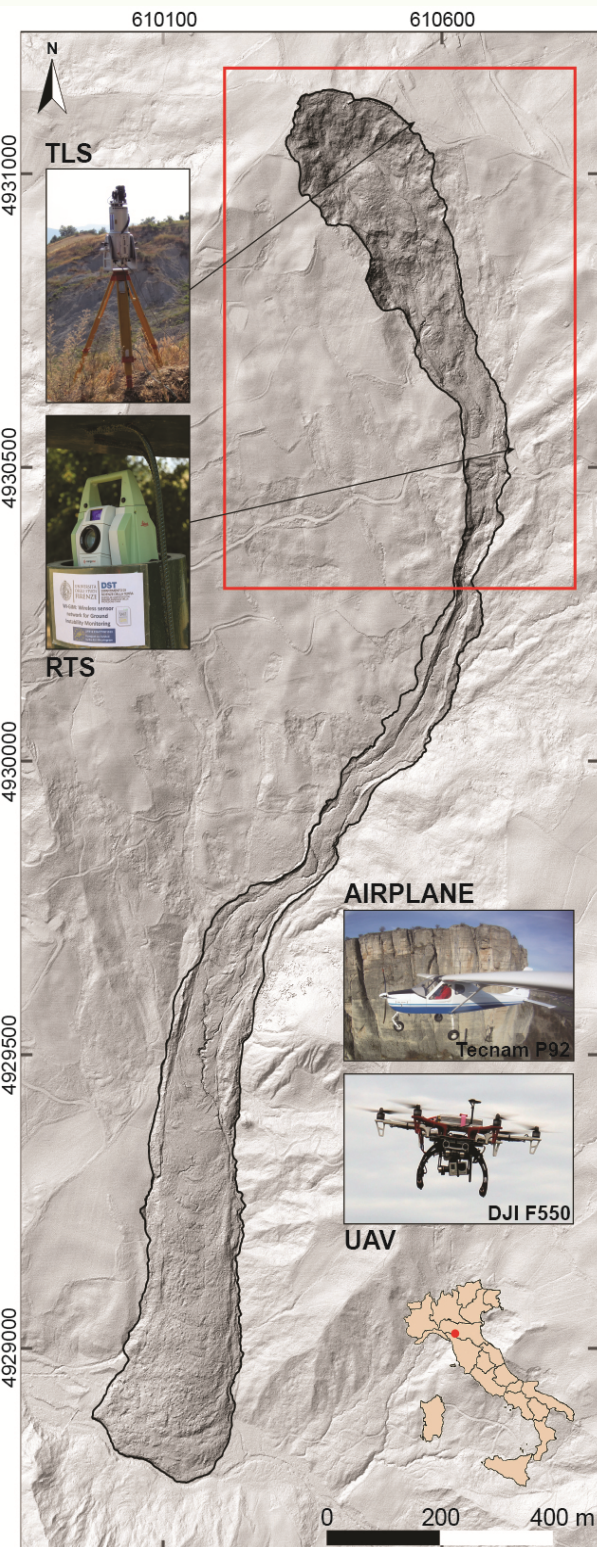
Wi-GIM: resultats

El sistema **Wi-GIM** ha estat concebut com **un sistema de monitoreig de baix cost** per a la vigilància dels moviments del terreny en condicions d'emergència.

D'acord amb les proves realitzades al laboratori i a les zones de Sallent i Roncovetro, el sistema és capaç de mesurar les distàncies relatives entre diversos punts de mesura amb una precisió de prop de 8 cm . Cada node requereix la visibilitat de 3 nodes (4 per obtenir **informació tridimensional**), tot i que donat que la distància entre ells pot arribar a 140 m, és possible cobrir àrees relativament grans amb costos molt continguts.

La instal·lació dels nodes ha estat concebuda per a ser **simple i ràpida**, essent tant sols necessari la seva col·locació al lloc d'estudi i l'eventual adquisició de la ubicació mitjançant GPS.

La duració d'ela bateria varia en funció de les condicions climàtiques i la freqüència de l'adquisició de dades (editable en funció de les necessitats en cada cas). De mitjana, amb una freqüència d'adquisició de dues hores, les bateries han mostrat una duració sense càrrega de 35 dies.



Implicacions i futurs desenvolupaments

Els resultats d'aquest projecte han estat difosos mitjançant una sèrie d'**activitats de difusió**.

A través de la web, xarxes socials, l'organització i participació en tallers i seminaris, publicacions científiques i formació a estudiants i ciutadans.

La formació específica en temes de prevenció de riscos hidrogeològics mitjançant l'elaboració i aplicació d'un sistema de monitorització, és un dels retorns del projecte a la societat.

Es preveu que la industrialització i la continuïtat en la recerca puguin conduir a una millora addicional de la tecnologia Wi-GIM, principalment per efecte de les **innovacions tecnològiques** que es preveu que, en pocs anys, permetran millores de rendiment (tals com l'ús d'energia renovable per a l'augment de la durada de la bateria), així com la reducció de costos.

El desenvolupament del sistema Wi-GIM també es pot veure millorat per la seva **aplicació a nous entorns**, mitjançant canvis apropiats en els paràmetres d'adquisició, explotant la seva gran capacitat d'adaptació.

L'ús de nou programari i algoritmes per al tractament de dades pot finalment produir millores interessants des del punt de vista de la interpretació i la precisió i exactitud de les mesures.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DST
Dipartimento di
Scienze della Terra



Regione Emilia-Romagna



ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DINFO
Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione

